

# アクティブフィルタ

LtAct による設計例 ver.2.10

2020/08/28 ～

ver.2.50 2021/01/19

ver.2.60 2021/02/10

追加実験 2021/03/19

～ 2021/04/16

三浦 高志

はじめに

## はじめに

公開中の「LtAct」を使用すると、無料で利用可能な電子回路シミュレータ「LTSpice」で利用可能なアクティブフィルタの回路図を作成することが出来ます。

「LtAct」でアクティブフィルタを設計する方法は非常に簡単ですが、フィルタの種類や遮断特性、周波数範囲、オペアンプの種類、設定した素子値によっては、作成した回路図を「LTSpice」でシミュレーションした時に設計した特性が得られないことがあります。

「LtAct ver.1.45」以前のバージョンでは、「LtAct 操作説明書.pdf」の文中にコンデンサの推奨値を示さなかったために、設計した特性を実現することが困難でした。

この文書は様々な実験と改良を繰り返して「LtAct が表示する候補値の精度を向上させていく過程」を記録した実験ノートなので、回路図を調整する参考になると思います。

「LtAct ver.1.45」では、「LtAct」が利用するすべての「基本回路」に対して、フィルタの周波数とブロックの  $Q$  値に対応したコンデンサの推奨値を表にまとめました。

「ヘルプ」から参照できる「LtAct 設計例-ver145.pdf」には、この推奨値の表を利用して作成した回路図を掲載しました。  
表を利用すると、以前より短時間で希望する特性に近付けるようになったと思います。

「LtAct 設計例-ver145.pdf」では、フィルタの周波数と各ブロックの  $Q$  値に対応する推奨値を設定しましたが、バンドパスやバンドエリミネーションの場合にはブロックごとに参照する表が異なるので間違いが起りやすいという問題がありました。

その上、周波数というのはフィルタの周波数ではなく、各ブロックのカットオフ周波数のことだったのですが、さらに労力が増えるので、フィルタの周波数で代用していました。従って、必ずしも最適な値が設定出来ない場合がありました。

ver.1.45 で作成した推奨値の表をプログラムに組み込んで、ver.2.00 に改良しました。  
ver.2.00 を使って、多数の回路図を作成してその特性が良好な場合と不良の場合を比較した結果、ver.1.45 の推奨値の表の一部を改訂しました。

「LtAct ver.2.10」では、フィルタの種類ごとに推奨値の利用アルゴリズムを微調整すると共に、「周波数による配分率の計算」も組み込むことで、0.001Hz から数 MHz までのフィルタに対して以前より精度の高い「候補値」を表示できるようになりました。



はじめに

しかし、完成した回路図を「LtSpice」でシミュレーションすると、多少のピークなどが発生することがあります。これは根気強く調整するしかありません。

調整の方法は、「LtAct 設計例-ver210」の回路図と本文の説明を参照して下さい。

「回路図ファイルを作成する」では、「LtAct」が C1\_1（または Cb\_1）など素子の候補値を表示しますから、全て「OK」をクリックすれば回路図が完成します。

勿論、表示された値を希望する値に変更して設定することも出来ます。

本文書では主に「LtAct ver.2.10」で回路図を作成して「LTSpice」でシミュレーション後、ピークの調整を行った設計例と「LtAct ver.2.60 追加実験」を掲載しました。

「LtAct ver.2.40」では、「et1/et2」に対する参照テーブルを変更する「参照モード」を追加することで、広範囲の設計パラメータに対応できるようになりました。

「LtAct ver.2.50」から「伝達関数の係数と Q 値」に「GB 積」の表示を追加しました。できるだけ、表示された「GB 積」を満足するオペアンプを使用して回路図を作成し、特性を確認後、回路を実装することを推奨します。「GB 積」が不足するオペアンプを使用しても、丹念に調整することで多少の改善が期待できますのでトライして下さい。

「LtAct ver.2.60 追加実験」を参照すると、作成した回路図の周波数特性を改善するためのヒントが得られると思います。コンデンサの値を増減したり、オペアンプを交換したり、「参照モード」を変更することで良い結果が期待できます。

### 設計例の回路図データの利用

本書で紹介する設計例の回路図データは、「LtAct」をインストールしたフォルダの「OP のテストデータ」の「LtAct Ver.2.10 設計例」に格納してあります。

「LtAct Ver.1.45 設計例」も残してありますので、旧バージョンも参照できます。

「設計例」の回路図を「LTSpice」でシミュレーションする前に、「LtAct」をインストールしたフォルダの「OP のテストデータ」の「asy-修正後」の asy ファイルを全て

C:\Users\miura\Documents\LTspiceXVII\lib\sym\OpAmps

にコピーしてください。

「LtSpice」バージョンアップ後は、再度「asy-修正後」をコピーする必要があります。

## 目次

はじめに .....	1
設計例の回路図データの利用 .....	2
目次 .....	3
参照モード .....	18
参照モードの切り替え .....	19
参照モードの動作 .....	20
基本回路と参照モードに対する影響 .....	21
テーブル参照の例 .....	22
LP1-LP2 .....	22
LP3-LP3 .....	23
HP1-HP2-HP3-HP4 .....	24
BP1-BP2 .....	26
BP3-BP4 .....	29
BE1-BE2 .....	33
ローパス .....	35
基本回路 LP1 のコンデンサ値 .....	35
ローパス・チェビシェフ 2 次 1KHz LP1 .....	35
まとめ LP1 の C1_1 の値 .....	39
4 次 フィルタの設計手順 .....	40
基本回路 LP2 のコンデンサ値 .....	42
ローパス・チェビシェフ 2 次 1KHz LP2 .....	42
まとめ LP2 の C1_1 の値 .....	44
4 次 フィルタの設計手順 .....	45
バターワース .....	47
LP1_10-100KHz.asc .....	47
LP1_8-100KHz.asc .....	50
LP1_4-1Hz.asc .....	53
LP1_4-1MHz.asc .....	57
LP2_6-1MHz.asc .....	60
LP1_6-4MHz.asc .....	64
チェビシェフ .....	67
LP2_6-100KHz.asc .....	67

## 目次

LP1_6-100KHz.asc.....	70
LP1_4-1Hz.asc.....	73
LP1_4-1MHz.asc.....	76
LP1_6-1MHz.asc.....	79
LP2_6-1MHz.asc.....	82
LP2_6-4MHz.asc.....	85
基本回路 LP3 のコンデンサ値.....	88
ローパス・楕円関数 2 次 1KHz LP3 .....	88
まとめ LP3 の Cb1_1 の値.....	91
LP3 回路の素子値の設定方法.....	92
基本回路 LP4 のコンデンサ値.....	98
ローパス・楕円関数 2 次 1KHz LP4 .....	98
まとめ LP4 の Cb1_1 の値.....	99
LP4 回路の素子値の設定方法.....	100
逆チェビシェフ .....	104
LP3_6-100KHz.asc.....	104
LP4_6-100KHz.asc.....	109
LP3_6-1MHz.asc.....	113
LP4_6-1MHz.asc.....	117
LP3_6-4MHz.asc.....	122
LP4_6-4MHz.asc.....	126
楕円関数.....	131
LP3_6-1Hz.asc.....	131
LP3_10-100KHz.asc.....	135
LP3_6-100KHz-Xs 16.asc.....	139
LP3_6-100KHz-Xs 12.asc.....	142
LP3_6-1MHz.asc.....	146
LP4_6-1MHz.asc.....	150
LP3_6-4MHz.asc.....	155
LP3_8-453KHz.asc.....	158
周波数による推奨値の調整 .....	161
もう一つの配分方法 .....	165
ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例.....	166
利用可能な周波数を調べる.....	166
バターワースの場合 .....	166
楕円関数の場合 .....	170

## 目次

バターワース .....	173
LP1_4-10MHz.asc .....	173
LP1_4-30MHz.asc .....	177
LP1_4-50MHz.asc .....	180
LP2_4-40MHz.asc .....	183
LP1_6-10MHz.asc .....	186
LP1_10-10MHz.asc .....	189
チェビシェフ .....	194
LP1_8-10MHz.asc .....	194
LP1_4-30MHz.asc .....	197
LP2_4-30MHz.asc .....	200
逆チェビシェフ .....	203
LP3_6-10MHz.asc .....	203
LP3_4-30MHz.asc .....	206
LP4_4-30MHz.asc .....	210
楕円関数.....	213
LP3_6-10MHz.asc .....	213
LP3_4-20MHz.asc .....	216
LP3_6-20MHz.asc .....	219
ハイパス .....	222
基本回路 HP1 のコンデンサ値.....	222
ハイパス・チェビシェフ 2 次 1KHz HP1.....	222
まとめ HP1 の C1_1 の値 .....	224
4 次 フィルタの設計手順 .....	225
基本回路 HP2 のコンデンサ値.....	227
ハイパス・チェビシェフ 2 次 1KHz HP2.....	227
まとめ HP2 の C1_1 の値 .....	229
4 次 フィルタの設計手順 .....	230
バターワース .....	232
HP1_6-1KHz.asc .....	232
HP2_6-1KHz.asc .....	235
HP1_6-100KHz.asc .....	239
HP2_6-100KHz.asc .....	242
HP1_6-1MHz.asc.....	245
HP2_6-1MHz.asc.....	248
チェビシェフ .....	251

## 目次

HP1_6-1KHz.asc .....	251
HP2_6-1KHz.asc .....	254
HP1_6-100KHz.asc .....	257
HP2_6-100KHz.asc .....	260
HP1_6-1MHz.asc .....	263
HP2_6-1MHz.asc .....	266
基本回路 HP3 のコンデンサ値 .....	269
ハイパス・楕円関数 2 次 1KHz HP3 .....	269
まとめ HP3 の Cb1_1 の値 .....	272
HP3 回路の設計手順 .....	273
基本回路 HP4 のコンデンサ値 .....	275
ハイパス・楕円関数 2 次 1KHz HP4 .....	275
まとめ HP4 の Cb1_1 の値 .....	277
HP4 回路の設計手順 .....	278
逆チェビシェフ .....	280
HP3_6-1KHz.asc .....	280
HP4_6-1KHz.asc .....	283
HP3_6-100KHz.asc .....	287
HP4_6-100KHz.asc .....	290
HP3_6-1MHz.asc .....	293
HP4_6-1MHz.asc .....	296
楕円関数 .....	299
HP3_6-1KHz.asc .....	299
HP4_6-1KHz.asc .....	302
HP3_6-100KHz.asc .....	306
HP4_6-100KHz.asc .....	309
HP3_6-1MHz.asc .....	313
HP4_6-1MHz.asc .....	316
バンドパス .....	320
基本回路 BP1 のコンデンサ値 .....	320
バンドパス・チェビシェフ 2 次 0.7KHz-1.4KHz BP1 .....	320
まとめ BP1 の C1_1 の値 .....	323
4 次 フィルタの設計手順 .....	324
基本回路 BP2 のコンデンサ値 .....	327
バンドパス・チェビシェフ 2 次 0.7KHz-1.4KHz BP2 .....	327
まとめ BP2 の C1_1 の値 .....	330

## 目次

4 次 フィルタの設計手順 .....	331
バターワース .....	333
BP2_6-10Hz - 10KHz.asc .....	334
BP1_6-10KHz - 30KHz.asc.....	337
BP2_6-10KHz - 30KHz.asc.....	340
BP1_6-100KHz - 300KHz.asc.....	343
BP2_6-100KHz - 300KHz.asc.....	346
BP1_6-600KHz - 1.2MHz.asc.....	349
BP2_6-600KHz - 1.2MHz.asc.....	352
チェビシェフ .....	355
BP2_6-0.01Hz-7Hz.asc .....	356
BP1_6-10KHz - 30KHz.asc.....	359
BP2_6-10KHz - 30KHz.asc.....	362
BP1_6-100KHz - 300KHz.asc.....	365
BP2_6-100KHz - 300KHz.asc.....	368
BP1_6-600KHz - 1200KHz.asc.....	371
BP2_6-600KHz - 1200KHz.asc.....	374
基本回路 BP3(et1)のコンデンサ値.....	377
バンドパス・楕円関数 2 次 1KHz-4KHz BP3.....	377
まとめ BP3(et1)の Cb1_1 の値.....	379
4 次 フィルタの設計手順 .....	380
基本回路 BP4(et2)のコンデンサ値.....	383
バンドパス・楕円関数 2 次 1KHz-4KHz BP4.....	383
まとめ BP4(et2)の Cb1_1 の値.....	385
4 次 フィルタの設計手順 .....	386
逆チェビシェフ .....	389
BP3_6-980Hz-1020Hz.asc .....	389
BP4_6-980Hz-1020Hz.asc .....	394
BP4_6-980Hz-1020KHz.asc .....	399
BP3_6-10KHz - 30KHz.asc.....	403
BP4_6-10KHz - 30KHz.asc.....	408
BP3_6-100KHz - 300KHz.asc.....	412
BP4_6-100KHz - 300KHz.asc.....	415
BP3_6-600KHz - 1200KHz.asc.....	419
BP4_6-600KHz - 1200KHz.asc.....	424
楕円関数.....	428

## 目次

BP3_6-0.01Hz-1Hz.asc .....	428
BP3_6-0.01Hz-20Hz.asc .....	432
BP4_4-1Hz-10Hz.asc .....	435
BP3_6-20Hz-16KHz.asc .....	438
BP3_10-20Hz-100KHz.asc .....	441
BP3_6-200KHz-800KHz.asc.....	446
BP4_6-200KHz-800KHz.asc.....	449
BP3_6-99Hz-101Hz.asc .....	452
BP3_6-9p9Hz-10p1Hz.asc .....	457
BP3_6-10KHz-30KHz.asc.....	462
BP4_6-10KHz-30KHz.asc.....	465
BP3_6-100KHz-300KHz.asc.....	469
BP4_6-100KHz-300KHz.asc.....	472
BP3_6-600KHz - 1200KHz.asc.....	476
BP4_6-600KHz - 1200KHz.asc.....	481
BP3_10-20Hz-90KHz-Xs 1p1.asc.....	485
BP3_10-10Hz-100KHz-Xs 1p2.asc.....	489
BP4_10-10Hz-100KHz-Xs 1p2.asc.....	495
バンドプロジェクト .....	501
基本回路 BE1(et1)のコンデンサ値 .....	501
BE・楕円関数 2 次 1KHz-10KHz BE1 .....	501
まとめ BE1(et1)の Cb1_1 の値.....	503
4 次 フィルタの設計手順 .....	504
3 次 フィルタの設計手順 .....	506
基本回路 BE2(et2)のコンデンサ値 .....	509
BE・楕円関数 2 次 1KHz-4KHz BE2 .....	509
まとめ BE2(et2)の Cb1_1 の値.....	511
4 次 フィルタの設計手順 .....	512
3 次 フィルタの設計手順 .....	514
バターワース .....	517
BE1_6-10KHz-30KHz.asc .....	517
BE2_6-10KHz-30KHz.asc .....	520
BE1_6-100KHz-300KHz.asc .....	524
BE2_6-100KHz-300KHz.asc .....	527
BE1_6-600KHz-1200KHz.asc .....	531
BE2_6-600KHz-1200KHz.asc .....	534

## 目次

BE1_6-49Hz-51Hz.asc .....	538
BE1_6-20Hz-20KHz-0.asc .....	541
BE2_6-20Hz-20KHz-0.asc .....	548
チェビシェフ .....	552
BE1_6-10KHz-30KHz.asc .....	552
BE2_6-10KHz-30KHz.asc .....	555
BE1_6-100KHz-300KHz.asc .....	559
BE2_6-100KHz-300KHz.asc .....	562
BE1_6-600KHz-1200KHz.asc .....	566
BE2_6-600KHz-1200KHz.asc .....	570
BE1_6-chev-49Hz-51Hz.asc .....	575
BE1_6-20Hz-20KHz-0.asc .....	578
BE2_6-20Hz-20KHz-0.asc .....	583
逆チェビシェフ .....	586
BE1_6-10KHz-30KHz-Xs 15.asc .....	586
BE2_6-10KHz-30KHz-Xs 15.asc .....	591
BE1_6-10KHz-30KHz-Xs 13.asc .....	596
BE2_6-10KHz-30KHz-Xs 13.asc .....	599
BE1_6-100KHz-300KHz-Xs 15.asc .....	603
BE2_6-100KHz-300KHz-Xs 15.asc .....	606
BE1_6-100KHz-300KHz-Xs 13.asc .....	610
BE2_6-100KHz-300KHz-Xs 13.asc .....	613
BE1_6-600KHz-1200KHz.asc .....	617
BE2_6-600KHz-1200KHz.asc .....	620
BE1_6-inv-49Hz-51Hz.asc .....	625
BE1_6-20Hz-20KHz-1.asc .....	628
楕円関数 .....	631
BE1_6-10KHz-30KHz asc .....	631
BE2_6-10KHz-30KHz.asc .....	634
BE1_6-100KHz-300KHz.asc .....	638
BE2_6-100KHz-300KHz.asc .....	641
BE1_6-600KHz-1200KHz.asc .....	645
BE2_6-600KHz-1200KHz.asc .....	648
BE1_6-49Hz-51Hz-1.asc .....	653
BE1_6-49Hz-51Hz-0.asc .....	657
BE1_6-59Hz-61Hz-Xs 1p01-1.asc .....	660



## 目次

BE1_6-20Hz-20KHz-1.asc .....	663
BE1_6-20Hz-20KHz-0.asc .....	666
LtAct ver.2.60 追加実験.....	669
LP1_5-100KHz-LtAct .....	669
完成した回路図 .....	670
C1_1 を増加する場合 .....	671
C1_2 を増加する場合 .....	674
C1_2 を減少する場合 .....	676
C1_3 を増加する場合 .....	677
C1_3 を減少する場合 .....	679
実験結果のまとめ.....	679
LP1_9-100KHz.....	680
完成した回路図 .....	682
LP2_4-100KHz-LtAct .....	683
完成した回路図 .....	684
C1_1 を増加する場合 .....	685
C1_1 を減少する場合 .....	685
C1_2 を増加する場合 .....	686
C1_1 と C1_2 を減少する場合 .....	687
実験結果のまとめ.....	687
LP2_9-100KHz.....	688
完成した回路図 .....	690
LP3_4-100KHz-LtAct .....	691
完成した回路図 .....	692
Cb1_1 を増加する場合 .....	693
Cb1_1 を減少する場合 .....	694
Cb1_2 を増加する場合 .....	695
Cb1_1 と Cb1_2 をそれぞれ 10 倍に増加する場合 .....	695
Cb1_1 を 266 倍、Cb1_2 を 166 倍に増加する場合 .....	696
実験結果のまとめ.....	696
LP3_8-100KHz.....	697
調整前の特性.....	698
完成した回路図 .....	699
LP3_10-100KHz.....	700
調整前の特性.....	701
完成した回路図 .....	702

## 目次

LP3_8-1MHz .....	703
調整前の特性.....	704
完成した回路図 .....	705
オペアンプを交換すると .....	706
LP3_10-1MHz .....	707
調整前の特性.....	708
完成した回路図 .....	709
オペアンプを交換すると .....	710
LP3_6-10MHz .....	711
調整前の特性.....	712
完成した回路図 .....	713
オペアンプを交換すると .....	714
LP3_6-10MHz 特性改善を試みる .....	716
ピークの周波数とピークの大きさの調整方法.....	719
LP3_6-10MHz.asc の各ブロックの出力を確認する .....	720
完成した回路図 .....	723
調整後の各ブロックの出力 .....	724
LP3_6-10MHz-inv.....	725
各ブロックの出力を確認する .....	727
各ブロックの出力を調整した .....	728
配線を元にもどした .....	729
完成した回路図 .....	730
調整後の各ブロックの出力 .....	731
LP4_4-100KHz-LtAct .....	732
完成した回路図 .....	733
Cb1_1 を増加する場合 .....	734
Cb1_1 を減少する場合 .....	734
Cb1_2 を増加する場合 .....	735
Cb1_2 を減少する場合 .....	736
実験結果のまとめ.....	736
LP4_6-1KHz カットオフ周波数と調整の比較.....	737
LP4_6-1KHz-0.asc .....	742
LP4_6-100KHz-0.asc .....	743
LP4_6-1MHz-0.asc.....	744
実験結果のまとめ.....	745
LP4_8-100KHz.....	746

## 目次

調整前の特性.....	747
完成した回路図 .....	748
LP4_10-100KHz.....	749
調整前の特性.....	750
完成した回路図 .....	751
LP4_8-1MHz .....	752
調整前の特性.....	753
完成した回路図 .....	754
調整前の特性.....	755
完成した回路図 .....	755
LP4_10-1MHz .....	756
調整前の特性.....	757
完成した回路図 .....	758
LP4_6-10MHz .....	759
調整前の特性.....	760
LP4_6-10MHz-2.asc の調整方法について .....	762
配線を変更してブロックごとの出力を確認する .....	763
ピークの周波数とピークの大きさの調整方法.....	764
LP4_6-10MHz-2-ピーク調整用.asc.....	765
完成した回路図 .....	769
調整後の各ブロックの出力 .....	770
LP4_6-10MHz-inv.....	771
調整前の特性は劣悪.....	773
各ブロックの出力を確認する .....	774
各ブロックの出力を調整した .....	775
配線を元にもどした .....	776
完成した回路図 .....	777
調整後の各ブロックの出力 .....	778
HP1_5-100KHz-Ltact.asc.....	779
完成した回路図 .....	780
C1_1 を増加する場合.....	781
C1_2 を増加する場合.....	782
C1_2 を減少する場合.....	783
C1_3 を増加する場合.....	783
C1_3 を減少する場合.....	784
実験結果のまとめ.....	784

## 目次

HP1_4-100KHz-Ltact OP 交換 .....	785
完成した回路図 .....	786
実験のまとめ .....	796
HP1_4-1KHz-Ltact .....	797
完成した回路図 .....	798
C1_1 を増加する場合 .....	799
C1_1 を減少する場合 .....	802
C1_2 を増加する場合 .....	803
C1_2 を減少する場合 .....	804
オペアンプを交換する場合 .....	805
実験のまとめ .....	810
HP1_4-1MHz-Ltact .....	811
完成した回路図 .....	812
C1_1 を増加する場合 .....	813
C1_1 を減少する場合 .....	813
C1_2 を増加する場合 .....	814
C1_2 を減少する場合 .....	814
オペアンプを交換する場合 .....	815
実験のまとめ .....	819
HP1_9-100KHz .....	820
完成した回路図 .....	824
オペアンプ交換 .....	825
HP2_4-100KHz-Ltact .....	826
完成した回路図 .....	827
C1_1 を増加する場合 .....	828
C1_1 を減少する場合 .....	829
C1_2 を増加する場合 .....	829
C1_2 を減少する場合 .....	831
実験のまとめ .....	831
HP2_4-100KHz-Ltact OP 交換 .....	832
完成した回路図 .....	833
C1_1 を 10 倍にした場合 .....	835
実験のまとめ .....	839
HP2_4-1KHz-Ltact .....	840
完成した回路図 .....	841
C1_1 を増減する場合 .....	842

## 目次

C1_2 を増減する場合 .....	843
オペアンプを交換する場合 .....	844
実験のまとめ .....	848
HP2_4-1MHz-Ltact .....	849
完成した回路図 .....	850
C1_1 を増減する場合 .....	851
C1_2 を増減する場合 .....	852
オペアンプを交換する場合 .....	853
実験のまとめ .....	857
HP2_9-100KHz .....	858
完成した回路図 .....	860
オペアンプ交換 .....	861
HP3_4-100KHz-Ltact .....	862
完成した回路図 .....	863
調整例 1 .....	864
調整例 2 .....	865
Cb1_1 を増加する場合 .....	866
Cb1_1 を減少する場合 .....	867
Cb1_2 を増加する場合 .....	867
Cb1_2 を減少する場合 .....	868
実験のまとめ .....	868
HP3_4-100KHz-Ltact OP 交換 .....	869
実験のまとめ .....	875
HP3_4-1KHz-Ltact .....	876
完成した回路図 .....	877
Cb1_1 を増減する場合 .....	878
Cb1_2 を増加する場合 .....	879
オペアンプを交換する場合 .....	880
Cb1_1 または Cb1_2 を増減する場合 .....	881
実験のまとめ .....	886
HP3_4-1MHz-Ltact .....	887
完成した回路図 .....	888
Cb1_1 を増減する場合 .....	889
Cb1_2 を増減する場合 .....	890
オペアンプを交換する場合 .....	891
Cb1_1 または Cb1_2 を増減する場合 .....	892

## 目次

実験のまとめ.....	897
HP4_4-100KHz-Ltact.....	898
完成した回路図.....	900
Cb1_1を増減する場合.....	901
Cb1_2を増減する場合.....	902
オペアンプを交換する場合.....	903
Cb1_1またはCb1_2を増減する場合.....	904
実験のまとめ.....	909
HP4_4-1KHz-Ltact.....	910
完成した回路図.....	911
Cb1_1またはCb1_2を増減する場合.....	912
オペアンプを交換する場合.....	913
Cb1_1またはCb1_2を増減する場合.....	914
実験のまとめ.....	920
HP4_4-1MHz-Ltact.....	921
完成した回路図.....	922
Cb1_1を増減する場合.....	923
オペアンプを交換する場合.....	924
Cb1_1またはCb1_2を増減する場合.....	925
実験のまとめ.....	931
BP1_4-10KHz-30KHz-Ltact.....	932
完成した回路図.....	933
C1_1またはC1_2を増減する場合.....	934
オペアンプを交換する場合.....	935
C1_1またはC1_2を増減する場合.....	936
BP2_4-1KHz-100KHz-Ltact.....	942
完成した回路図.....	943
C1_1またはC1_2を増減する場合.....	944
オペアンプを交換する場合.....	945
C1_1またはC1_2を増減する場合.....	946
BP3_4-1KHz-100KHz-Ltact.....	952
完成した回路図.....	953
Cb1_1またはCb1_2を増減する場合.....	954
オペアンプを交換する場合.....	955
Cb1_1またはCb1_2を増減する場合.....	956
BP4_4-1KHz-100KHz-Ltact.....	962

## 目次

完成した回路図 .....	964
Cb1_1 または Cb1_2 を増減する場合 .....	965
オペアンプを交換する場合 .....	966
Cb1_1 または Cb1_2 を増減する場合 .....	967
BE1_4-1KHz-100KHz.asc .....	973
完成した回路図 .....	974
Cb1_1 または Cb1_2 を増減する場合 .....	975
オペアンプを交換する場合 .....	976
Cb1_1 または Cb1_2 を増減する場合 .....	977
楕円関数（参照モード 1）の場合 .....	983
BE2_4-1KHz-100KHz.asc .....	985
完成した回路図 .....	987
Cb1_1 または Cb1_2 を増減する場合 .....	988
オペアンプを交換する場合 .....	989
Cb1_1 または Cb1_2 を増減する場合 .....	990
参照モードを 1 に切り替えると、 .....	997
基本回路とコンデンサの推奨値 .....	999





## 参照モード

## 参照モード

「LtAct ver.2.10」から各ブロックの周波数と Q 値に対するコンデンサの推奨値をまとめたテーブルを参照して、対象ブロックのコンデンサの値を計算しています。

「LtAct ver.2.30」から、「回路の構成と素子値」には各ブロックごとに基本回路名に加えて参照したテーブル名とその周波数の行番号および Q 値の列番号を追加しました。

「LtAct ver.2.40」では、バンドパスフィルタ等の帯域幅の大小や遮断特性を決定する Xs 値の大小に関わらず、できる限り入力された要求仕様に近付けるために、参照するテーブルを切り替える機能を追加しました。「参照モード 0」と「参照モード 1」の 2 つのモードを選択できます。

基本回路名は：

「LP1」「LP2」「HP1」「HP2」「BP1」「BP2」「et1」「et2」

テーブル名は：

「LP1」「LP2」「LP3」「LP4」「HP1」「HP2」「HP3」「HP4」「BP1」「BP2」

各ブロックごとに参照したテーブルは、「HP3-1-2」の書式で表示されます。

「HP3」はテーブル名で、「1」は周波数の行番号（0 から 3 まで）です。

「0」なら 1KHz、「1」なら 10KHz、「2」なら 100KHz、「3」は 1000KHz です。

次の「2」は Q 値の列番号（0 から 2 まで）です。

「0」なら  $Q \geq 3.5$ 、「1」なら  $Q \geq 1.5$ 、「2」なら  $Q < 1.5$  を表します。

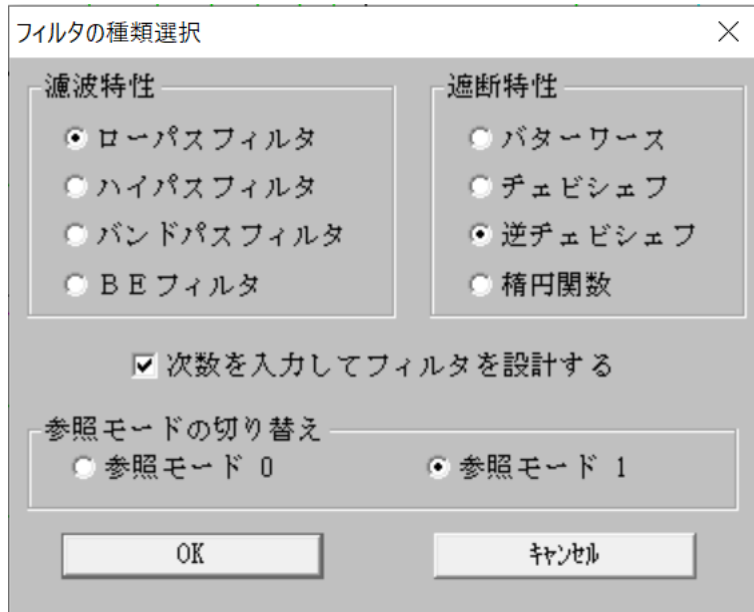
アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=3

1 (BP2) 「BP2-0-2」 R1\_1 (2 個) = 9.1000K C1\_1 (2 個) = 6.3347n R2\_1  
(2 個) = 14.5056K 誤差 = 4.0172 %  
1 R3\_1 = 10.0000m R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.0000 %  
2 (et1) 「LP3-0-1」 Rb\_2 (2 個) = 298.7628 Cb\_2 (2 個) = 0.1300u 誤差 =  
0.4141 %  
2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 8.5780K R3\_2 = 5.4596K R4\_2 (5 個) =  
5.7077K 誤差 = 5.4396 %  
3 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_3 (2 個) = 217.3948K Cb\_3 (2 個) = 1.0000n 誤差 =  
1.1984 %  
3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 3.7979K R3\_3 = 3.6328K R4\_3 (5 個) =  
5.7077K 誤差 = 3.4065 %

## 参照モード

## 参照モードの切り替え

「フィルタの種類選択」のダイアログで参照モードを切り替えることができます。



参照モード 1 にすると、基本回路「et1／et2」のコンデンサの値が小さくなります。

私の個人的な感想では、BP3 と BP4 では  $F_{p2} / F_{p1}$  の値が大きい時は、「参照モード 0」で回路図を作成後、Cb1\_?の最大値  $C_{mx}$  と最小値  $C_{mn}$  の幾何平均  $C_{av} = \sqrt{C_{mx} \cdot C_{mn}}$  を全てのブロックに設定すると好結果が得られると思います。

逆に  $F_{p2} / F_{p1}$  の値が小さい時は、「参照モード 1」で回路図を作成し、それ以外の場合には「参照モード 0」で作成するのが良いと思います。

最終的には、LtSpice で確認して特性が良好な回路図を採用してください。

参照テーブルは本文書の「基本回路とコンデンサの推奨値」で確認できます。

## 参照モードの切り替え

## 参照モード

## 参照モードの動作

「LtAct ver.2.40」から、逆チェビシェフと楕円関数の基本回路「et1」「et2」において、どのテーブルを参照して素子値を計算するかモードを選択可能としました。

テーブル参照のモード		
フィルタ名	モード 0	モード 1
LP3	LP3--	HP3--
HP3	HP3--	HP3--
BP3	LP3/HP3	HP3--
BE1	LP3/HP3	HP3--
LP3-- : 各ブロックがLP3を参照する		
LP3/HP3 : 第1ブロックはLP3、以降はHP3を参照		
BE1は、第2ブロックがLP3、その他はHP3		
フィルタ名	モード 0	モード 1
LP4	LP4--	HP4--
HP4	HP4--	HP4--
BP4	LP4/HP4	HP4--
BE2	LP4/HP4	HP4--

参照モードは基本回路「et1」と「et2」に対して働きます。

「LP1/LP2」、「HP1/HP2/HP3/HP4」、「BP1/BP2」には影響がありません。

LP3-- または HP3-- はすべてのブロックが LP3 または HP3 を参照します。

フィルタ名 BP3 の「LP3/HP3」は、**第 1 ブロック**は LP3 を参照し、他のブロックは HP3 を参照します。

フィルタ名 BE1 の「LP3/HP3」は、**第 2 ブロック**は LP3 を参照し、他のブロックは HP3 を参照します。

## 参照モードの動作

## 参照モード

## 基本回路と参照モードに対する影響

遮断特性	バターワース または チェビシェフ	逆チェビシェフ または 楕円関数
フィルタの種類	基本回路名	基本回路名
	参照モードの影響	参照モードの影響
ローパス フィルタ	LP1 / LP2	LP3 / LP4
	影響なし	影響あり
ハイパス フィルタ	HP1 / HP2	HP3 / HP4
	影響なし	影響なし
バンドパス フィルタ	BP1 / BP2	BP3 / BP4
	影響なし	影響あり
バンドイジェクト フィルタ	BE1 / BE2	BE1 / BE2
	影響あり	影響あり

## 基本回路と参照モードに対する影響

参照モード

## テーブル参照の例

以下にテーブル参照の例を示します。

## LP1-LP2

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_2-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:23:37 2021

アノグ Low Pass Butterworth 次数=2 参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 1.5000KHz atts = 7.83dB

1 (LP1) 「LP1-0-2」 C1\_1 = 0.5100n C2\_1 = 0.1200n

R1\_1 = R3\_1 = 710.3724K R2\_1 = 582.6433K 誤差 = 5.78 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_2-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:24:00 2021

アノグ Low Pass Butterworth 次数=2 参照モード=1

Fp = 1.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 1.5000KHz atts = 7.83dB

1 (LP1) 「LP1-0-2」 C1\_1 = 0.5100n C2\_1 = 0.1200n

R1\_1 = R3\_1 = 710.3724K R2\_1 = 582.6433K 誤差 = 5.78 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP2\_2-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:25:27 2021

アノグ Low Pass Butterworth 次数=2 参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 1.5000KHz atts = 7.83dB

1 (LP2) 「LP2-0-2」 C1\_1 = 1.0000n C2\_1 = 0.4700n

R1\_1 = 180.7938K R2\_1 = 298.0978K 誤差 = 0.77 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP2\_2-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:25:44 2021

アノグ Low Pass Butterworth 次数=2 参照モード=1

Fp = 1.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 1.5000KHz atts = 7.83dB

1 (LP2) 「LP2-0-2」 C1\_1 = 1.0000n C2\_1 = 0.4700n

R1\_1 = 180.7938K R2\_1 = 298.0978K 誤差 = 0.77 %

LP1, LP2 は参照モードに影響されない。

テーブル参照の例

LP1-LP2

参照モード

## LP3-LP3

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_2-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:27:38 2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=2

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000KHz atts = 1.09dB

1 (et1) 「LP3-0-1」 Rb\_1(2 個)= 1.8578K Cb\_1(2 個)= 43.0000n 誤差=3.11 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 5.8689K R3\_1 = 5.1766K R4\_1(5 個)= 5.1766K

誤差=5.04 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_2-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:28:00 2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=2

参照モード=1

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000KHz atts = 1.09dB

1 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_1(2 個)=142.6528K Cb\_1(2 個)= 0.5600n 誤差=5.15 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 5.8689K R3\_1 = 5.1766K R4\_1(5 個)= 5.1766K

誤差=5.04 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP4\_2-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:37:38 2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=2

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000KHz atts = 1.09dB

1 (et2) 「LP4-0-1」 Rb\_1(2 個)= 312.6098 Cb\_1(2 個)= 0.2400u R1\_1 = 156.3049

C1\_1 = 0.4800u 誤差=5.12 %

1 R2\_1 = 2.4336K C2\_1 = 51.0000n 誤差 = 1.38 %

1 R3\_1 = 79.7178 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.86 %

1 R4\_1 = 12.4697K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.77 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP4\_2-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:37:55 2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=2

参照モード=1

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000KHz atts = 1.09dB

1 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_1(2 個)= 147.1105K Cb\_1(2 個)= 0.5100n R1\_1 = 73.5553K

C1\_1 = 1.0200n 誤差=3.40 %

1 R2\_1 = 1.1207Meg C2\_1 = 0.1100n 誤差 = 1.85 %

1 R3\_1 = 102.4341 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.38 %

1 R4\_1 = 12.4973K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.98 %

LP3, LP4 は参照モードに影響される。

参照モード

## HP1-HP2-HP3-HP4

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP1\_2-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:42:20 2021

アナログ High Pass Butterworth 次数=2 参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 666.6667 Hz atts = 7.83dB

1 (HP1) 「HP1-0-2」 R1\_1 = 56.0000K R2\_1 = 240.0000K

C1\_1 = C3\_1 = 1.2643n C2\_1 = 1.4907n 誤差 = 0.62 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP1\_2-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:42:38 2021

アナログ High Pass Butterworth 次数=2 参照モード=1

Fp = 1.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 666.6667 Hz atts = 7.83dB

1 (HP1) 「HP1-0-2」 R1\_1 = 56.0000K R2\_1 = 240.0000K

C1\_1 = C3\_1 = 1.2643n C2\_1 = 1.4907n 誤差 = 0.62 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP2\_2-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:43:04 2021

アナログ High Pass Butterworth 次数=2 参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 666.6667 Hz atts = 7.83dB

1 (HP2) 「HP2-0-2」 R1\_1 = 110.0000K R2\_1 = 240.0000K

C1\_1 = 1.3184n C2\_1 = 0.7277n 誤差 = 3.06 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP2\_2-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:43:20 2021

アナログ High Pass Butterworth 次数=2 参照モード=1

Fp = 1.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 666.6667 Hz atts = 7.83dB

1 (HP2) 「HP2-0-2」 R1\_1 = 110.0000K R2\_1 = 240.0000K

C1\_1 = 1.3184n C2\_1 = 0.7277n 誤差 = 3.06 %

HP1, HP2 は参照モードに影響されない。

参照モード

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP3\_2-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:45:13 2021

アサク High Pass Inv. Cheb 次数=2

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 1.09dB

1 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_1(2 個)=317.0823K Cb\_1(2 個)= 1.0000n 誤差=4.07 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 4.5660K R3\_1 = 4.5660K R4\_1(5 個)= 5.1766K

誤差=4.41 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP3\_2-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:45:30 2021

アサク High Pass Inv. Cheb 次数=2

参照モード=1

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 1.09dB

1 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_1(2 個)=317.0823K Cb\_1(2 個)= 1.0000n 誤差=4.07 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 4.5660K R3\_1 = 4.5660K R4\_1(5 個)= 5.1766K

誤差=4.41 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP4\_2-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:45:50 2021

アサク High Pass Inv. Cheb 次数=2

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 1.09dB

1 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_1(2 個)= 281.3488K Cb\_1(2 個)= 1.2000n R1\_1 = 140.6744K

C1\_1 = 2.4000n 誤差=7.76 %

1 R2\_1 = 1.3000Meg C2\_1 = 0.1583n 誤差 = 1.07 %

1 R3\_1 = 107.6808 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.15 %

1 R4\_1 = 12.5037K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.97 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP4\_2-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:46:11 2021

アサク High Pass Inv. Cheb 次数=2

参照モード=1

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 1.09dB

1 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_1(2 個)= 281.3488K Cb\_1(2 個)= 1.2000n R1\_1 = 140.6744K

C1\_1 = 2.4000n 誤差=7.76 %

1 R2\_1 = 1.3000Meg C2\_1 = 0.1583n 誤差 = 1.07 %

1 R3\_1 = 107.6808 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.15 %

1 R4\_1 = 12.5037K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.97 %

HP3, HP4 は参照モードに影響されない。



参照モード

## BP1-BP2

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP1\_2-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:49:58 2021

アナログ Band Pass Butterworth 次数=2

参照モード=0

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 11.61dB

1(BP1)「BP1-0-2」 R1\_1 = 150.0000K C1\_1 = 0.3461n R2\_1 = 113.8352K R3\_1 = 463.5389K 誤差=5.42 %

2(BP1)「BP1-0-2」 R1\_2 = 120.0000K C1\_2 = 1.0164n R2\_2 = 91.0681K R3\_2 = 370.8311K 誤差=3.34 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP1\_2-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:50:15 2021

アナログ Band Pass Butterworth 次数=2

参照モード=1

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 11.61dB

1(BP1)「BP1-0-2」 R1\_1 = 150.0000K C1\_1 = 0.3461n R2\_1 = 113.8352K R3\_1 = 463.5389K 誤差=5.42 %

2(BP1)「BP1-0-2」 R1\_2 = 120.0000K C1\_2 = 1.0164n R2\_2 = 91.0681K R3\_2 = 370.8311K 誤差=3.34 %

BP1, BP2 は参照モードに影響されない。

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP2\_2-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:51:02 2021

アナログ Band Pass Butterworth 次数=2

参照モード=0

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 11.61dB

1(BP2)「BP2-0-2」 R1\_1 (2 個) = 43.0000K C1\_1(2 個) = 3.6493n R2\_1(2 個) = 16.0673K 誤差=1.41 %

1 R3\_1 = 5.4513K R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.73 %

2(BP2)「BP2-0-2」 R1\_2 (2 個) = 10.0000K C1\_2(2 個) = 37.6914n R2\_2(2 個) = 3.7366K 誤差=5.04 %

2 R3\_2 = 5.4513K R4\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.73 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP2\_2-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:51:19 2021

アナログ Band Pass Butterworth 次数=2

参照モード=1

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 11.61dB

テーブル参照の例

BP1-BP2

参照モード

1(BP2)「BP2-0-2」 R1\_1 (2 個) = 43.0000K C1\_1(2 個)= 3.6493n R2\_1(2 個)=  
16.0673K 誤差=1.41 %

1 R3\_1 = 5.4513K R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.73 %

2(BP2)「BP2-0-2」 R1\_2 (2 個) = 10.0000K C1\_2(2 個)= 37.6914n R2\_2(2 個)=  
3.7366K 誤差=5.04 %

2 R3\_2 = 5.4513K R4\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.73 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP1\_3-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:54:32 2021

アナログ Band Pass Butterworth 次数=3

参照モード=0

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 =666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 17.04dB

1(BP1)「BP1-0-2」 R1\_1 = 120.0000K C1\_1 = 0.6631n R2\_1 = 240.0000K R3\_1 =  
240.0000K 誤差=2.54 %

2(BP1)「BP1-0-1」 R1\_2 = 150.0000K C1\_2 = 0.3229n R2\_2 = 63.0883K R3\_2 =  
675.5243K 誤差=2.88 %

3(BP1)「BP1-0-1」 R1\_3 = 130.0000K C1\_3 = 1.0058n R2\_3 = 54.6765K R3\_3 =  
585.4544K 誤差=5.01 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP1\_3-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:54:51 2021

アナログ Band Pass Butterworth 次数=3

参照モード=1

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 =666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 17.04dB

1(BP1)「BP1-0-2」 R1\_1 = 120.0000K C1\_1 = 0.6631n R2\_1 = 240.0000K R3\_1 =  
240.0000K 誤差=2.54 %

2(BP1)「BP1-0-1」 R1\_2 = 150.0000K C1\_2 = 0.3229n R2\_2 = 63.0883K R3\_2 =  
675.5243K 誤差=2.88 %

3(BP1)「BP1-0-1」 R1\_3 = 130.0000K C1\_3 = 1.0058n R2\_3 = 54.6765K R3\_3 =  
585.4544K 誤差=5.01 %

BP1, BP2 は参照モードに影響されない。

参照モード

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP2\_3-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:55:13 2021

アナログ Band Pass Butterworth 次数=3

参照モード=0

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 17.04dB

1(BP2)「BP2-0-2」 R1\_1 (2 個) = 10.0000K C1\_1(2 個)= 15.9155n R2\_1(2 個)=  
5.7735K 誤差=3.05 %

1 R3\_1 = 10.0000m R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.00 %

2(BP2)「BP2-0-1」 R1\_2 (2 個) = 68.0000K C1\_2(2 個)= 3.2764n R2\_2(2 個)=  
17.4353K 誤差=3.32 %

2 R3\_2 = 12.5175K R4\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.85 %

3(BP2)「BP2-0-1」 R1\_3 (2 個) = 10.0000K C1\_3(2 個)= 58.8873n R2\_3(2 個)=  
2.5640K 誤差=7.22 %

3 R3\_3 = 12.5175K R4\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.85 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP2\_3-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 14:55:31 2021

アナログ Band Pass Butterworth 次数=3

参照モード=1

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 17.04dB

1(BP2)「BP2-0-2」 R1\_1 (2 個) = 10.0000K C1\_1(2 個)= 15.9155n R2\_1(2 個)=  
5.7735K 誤差=3.05 %

1 R3\_1 = 10.0000m R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.00 %

2(BP2)「BP2-0-1」 R1\_2 (2 個) = 68.0000K C1\_2(2 個)= 3.2764n R2\_2(2 個)=  
17.4353K 誤差=3.32 %

2 R3\_2 = 12.5175K R4\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.85 %

3(BP2)「BP2-0-1」 R1\_3 (2 個) = 10.0000K C1\_3(2 個)= 58.8873n R2\_3(2 個)=  
2.5640K 誤差=7.22 %

3 R3\_3 = 12.5175K R4\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.85 %

BP1, BP2 は参照モードに影響されない。

参照モード

## BP3-BP4

3 R3\_3 = 12.5175K R4\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.85 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_2-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 15:01:23 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=2

参照モード=0

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 2.87dB

1 (et1) 「LP3-0-1」 Rb\_1(2 個)= 3.4538K Cb\_1(2 個)= 9.1000n 誤差=4.23 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 5.3710K R3\_1 = 3.8888K R4\_1(5 個)= 3.9201K

誤差=4.30 %

2 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_2(2 個)= 26.8644K Cb\_2(2 個)= 10.0000n 誤差=0.50 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 2.8612K R3\_2 = 2.8383K R4\_2(5 個)= 3.9201K

誤差=6.90 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_2-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 15:01:41 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=2

参照モード=1

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 2.87dB

1 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_1(2 個)=314.2980K Cb\_1(2 個)= 0.1000n 誤差=4.55 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 5.3710K R3\_1 = 3.8888K R4\_1(5 個)= 3.9201K

誤差=4.30 %

2 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_2(2 個)= 26.8644K Cb\_2(2 個)= 10.0000n 誤差=0.50 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 2.8612K R3\_2 = 2.8383K R4\_2(5 個)= 3.9201K

誤差=6.90 %

BP3, BP4 は参照モードに影響される。

## 参照モード

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_2-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 15:02:00 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=2

参照モード=0

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 2.87dB

1 (et2) 「LP4-0-1」 Rb\_1(2 個)= 52.6495 Cb\_1(2 個)= 0.5100u R1\_1 = 26.3247

C1\_1 = 1.0200u 誤差=4.50 %

1 R2\_1 = 429.6656 C2\_1 = 0.1800u 誤差 = 0.08 %

1 R3\_1 = 155.8285 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.68 %

1 R4\_1 = 12.1617K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.33 %

2 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_2(2 個)= 3.1445K Cb\_2(2 個)= 0.1000u R1\_2 = 1.5723K

C1\_2 = 0.2000u 誤差=4.92 %

2 R2\_2 = 9.1000K C2\_2 = 11.7143n 誤差 = 2.44 %

2 R3\_2 = 111.1624 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.05 %

2 R4\_2 = 12.1096K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.91 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_2-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 15:02:21 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=2

参照モード=1

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 2.87dB

1 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_1(2 個)= 26.8512K Cb\_1(2 個)= 1.0000n R1\_1 = 13.4256K

C1\_1 = 2.0000n 誤差=3.22 %

1 R2\_1 = 253.8119K C2\_1 = 0.3300n 誤差 = 5.44 %

1 R3\_1 = 17.1545 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.93 %

1 R4\_1 = 11.9984K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.01 %

2 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_2(2 個)= 3.1445K Cb\_2(2 個)= 0.1000u R1\_2 = 1.5723K

C1\_2 = 0.2000u 誤差=4.92 %

2 R2\_2 = 9.1000K C2\_2 = 11.7143n 誤差 = 2.44 %

2 R3\_2 = 111.1624 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.05 %

2 R4\_2 = 12.1096K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.91 %

BP3, BP4 は参照モードに影響される。

## 参照モード

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_3.asc 作成日時 Sat Jan 02 05:04:55 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=3

参照モード 0

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 11.04dB

1 (BP2) 「BP2-0-2」 R1\_1 (2 個) = 9.1000K C1\_1 (2 個) = 6.3347n R2\_1 (2 個) = 14.5056K 誤差 = 4.0172 %

1 R3\_1 = 10.0000m R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.0000 %

2 (et1) 「LP3-0-1」 Rb\_2 (2 個) = 298.7628 Cb\_2 (2 個) = 0.1300u 誤差 = 0.4141 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 8.5780K R3\_2 = 5.4596K R4\_2 (5 個) = 5.7077K 誤差 = 5.4396 %

3 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_3 (2 個) = 217.3948K Cb\_3 (2 個) = 1.0000n 誤差 = 1.1984 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 3.7979K R3\_3 = 3.6328K R4\_3 (5 個) = 5.7077K 誤差 = 3.4065 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_3-2.asc 作成日時 Sat Jan 02 05:07:02 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=3

参照モード 1

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 11.04dB

1 (BP2) 「BP2-0-2」 R1\_1 (2 個) = 9.1000K C1\_1 (2 個) = 6.3347n R2\_1 (2 個) = 14.5056K 誤差 = 4.0172 %

1 R3\_1 = 10.0000m R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.0000 %

2 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_2 (2 個) = 24.2745K Cb\_2 (2 個) = 1.6000n 誤差 = 1.1307 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 8.5780K R3\_2 = 5.4596K R4\_2 (5 個) = 5.7077K 誤差 = 5.4396 %

3 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_3 (2 個) = 217.3948K Cb\_3 (2 個) = 1.0000n 誤差 = 1.1984 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 3.7979K R3\_3 = 3.6328K R4\_3 (5 個) = 5.7077K 誤差 = 3.4065 %

BP3, BP4 は参照モードに影響される。

参照モード

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_3.asc 作成日時 Sat Jan 02 05:05:12 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=3

参照モード 0

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 11.04dB

1 (BP2) 「BP2-0-2」 R1\_1 (2 個) = 9.1000K C1\_1 (2 個) = 6.3347n R2\_1 (2 個) = 14.5056K 誤差 = 4.0172 %

1 R3\_1 = 10.0000m R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.0000 %

2 (et2) 「LP4-0-1」 Rb\_2 (2 個) = 6.2121 Cb\_2 (2 個) = 5.1000u R1\_2 = 3.1061 C1\_2 = 10.2000u 誤差 = 3.9424 %

2 R2\_2 = 218.7120 C2\_2 = 1.5000u 誤差 = 0.5889 %

2 R3\_2 = 164.0325 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.4584 %

2 R4\_2 = 9.9455K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.5480 %

3 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_3 (2 個) = 26.6507K Cb\_3 (2 個) = 10.0000n R1\_3 = 13.3254K C1\_3 = 20.0000n 誤差 = 2.7711 %

3 R2\_3 = 91.0000K C2\_3 = 0.2757n 誤差 = 2.0663 %

3 R3\_3 = 155.8864 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.6389 %

3 R4\_3 = 9.9378K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.6262 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_3-2.asc 作成日時 Sat Jan 02 05:07:19 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=3

参照モード 1

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 666.6667 Hz Fs2 = 4.5000KHz atts = 11.04dB

1 (BP2) 「BP2-0-2」 R1\_1 (2 個) = 9.1000K C1\_1 (2 個) = 6.3347n R2\_1 (2 個) = 14.5056K 誤差 = 4.0172 %

1 R3\_1 = 10.0000m R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.0000 %

2 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_2 (2 個) = 3.1682K Cb\_2 (2 個) = 10.0000n R1\_2 = 1.5841K C1\_2 = 20.0000n 誤差 = 4.2801 % BP3, BP4 は参照モードに影響される。

2 R2\_2 = 256.4206K C2\_2 = 2.7000n 誤差 = 5.2957 %

2 R3\_2 = 7.1989 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 4.1820 %

2 R4\_2 = 9.7946K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.0973 %

3 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_3 (2 個) = 26.6507K Cb\_3 (2 個) = 10.0000n R1\_3 = 13.3254K C1\_3 = 20.0000n 誤差 = 2.7711 %

3 R2\_3 = 91.0000K C2\_3 = 0.2757n 誤差 = 2.0663 %

3 R3\_3 = 155.8864 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.6389 %

3 R4\_3 = 9.9378K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.6262 %

テーブル参照の例

BP3-BP4

参照モード

## BE1-BE2

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_2-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 15:09:29 2021

アナログ Band Eject Butterworth 次数=2

参照モード=0

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 1.5000KHz Fs2 = 2.0000KHz atts = 24.10dB

1 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_1(2 個)=166.5328K Cb\_1(2 個)= 0.3600n 誤差=3.92 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 1.2832K R3\_1 = 1.9667K R4\_1(5 個)= 3.0144K

誤差=2.19 %

2 (et1) 「LP3-0-2」 Rb\_2(2 個)=469.4566 Cb\_2(2 個)= 0.3000u 誤差=0.12 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 7.0813K R3\_2 = 4.6201K R4\_2(5 個)= 3.0144K

誤差=4.36 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_2-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 15:09:51 2021

アナログ Band Eject Butterworth 次数=2

参照モード=1

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 1.5000KHz Fs2 = 2.0000KHz atts = 24.10dB

1 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_1(2 個)=166.5328K Cb\_1(2 個)= 0.3600n 誤差=3.92 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 1.2832K R3\_1 = 1.9667K R4\_1(5 個)= 3.0144K

誤差=2.19 %

2 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_2(2 個)= 14.0837K Cb\_2(2 個)= 10.0000n 誤差=6.51 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 7.0813K R3\_2 = 4.6201K R4\_2(5 個)= 3.0144K

誤差=4.36 %

BE1, BE2 は参照モードに影響される。



参照モード

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_2-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 15:10:26 2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=2

参照モード=0

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 1.5000KHz Fs2 = 2.0000KHz atts = 19.57dB

1 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_1(2 個)= 148.0706K Cb\_1(2 個)= 0.5600n R1\_1 = 74.0353K

C1\_1 = 1.1200n 誤差=2.57 %

1 R2\_1 = 680.0000K C2\_1 = 18.4069p 誤差 = 2.21 %

1 R3\_1 = 98.1860 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.85 %

1 R4\_1 = 12.1782K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.46 %

2 (et2) 「LP4-0-1」 Rb\_2(2 個)= 28.2852 Cb\_2(2 個)= 3.6000u R1\_2 = 14.1426

C1\_2 = 7.2000u 誤差=8.65 %

2 R2\_2 = 1.0930K C2\_2 = 0.7500u 誤差 = 0.64 %

2 R3\_2 = 31.2932 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 4.13 %

2 R4\_2 = 12.0986K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.81 %

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_2-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 15:10:45 2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=2

参照モード=1

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 3.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 1.5000KHz Fs2 = 2.0000KHz atts = 19.57dB

1 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_1(2 個)= 148.0706K Cb\_1(2 個)= 0.5600n R1\_1 = 74.0353K

C1\_1 = 1.1200n 誤差=2.57 %

1 R2\_1 = 680.0000K C2\_1 = 18.4069p 誤差 = 2.21 %

1 R3\_1 = 98.1860 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.85 %

1 R4\_1 = 12.1782K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.46 %

2 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_2(2 個)= 14.9745K Cb\_2(2 個)= 6.8000n R1\_2 = 7.4873K

C1\_2 = 13.6000n 誤差=4.42 %

2 R2\_2 = 428.1383K C2\_2 = 1.5000n 誤差 = 0.43 %

2 R3\_2 = 118.3398 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.40 %

2 R4\_2 = 12.2020K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.66 %

BE1, BE2 は参照モードに影響される。

テーブル参照の例

BE1・BE2

ローパス

## ローパス

## 基本回路 LP1 のコンデンサ値

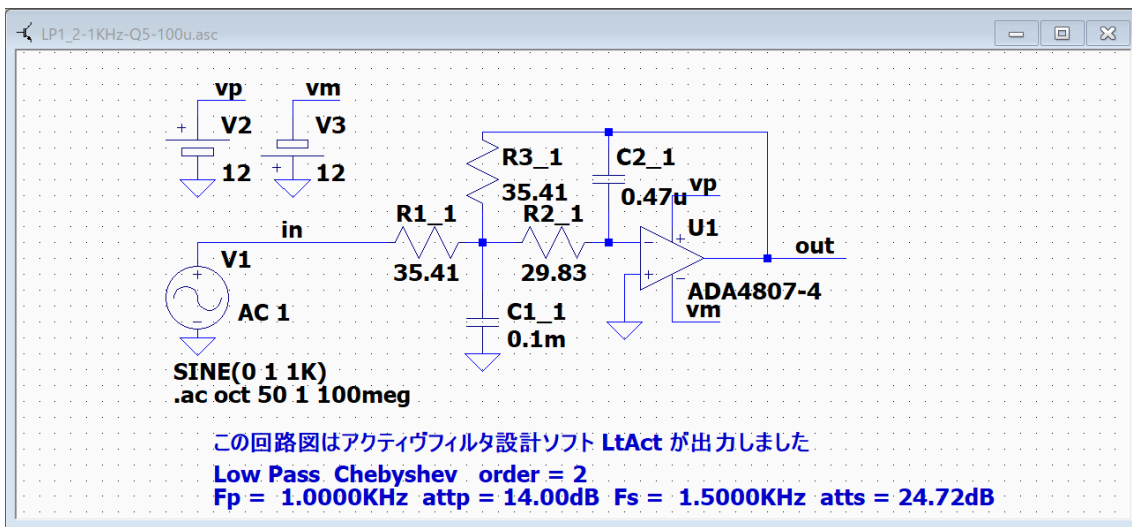
LP1 はバターワースとチェビシェフのローパスフィルタで使用する基本回路です。

フィルタの周波数と回路の Q 値ごとにコンデンサの利用可能な値を確認しました。

C1\_1 の値を 10p から 100u まで、遮断特性を確認して推奨値をまとめました。

高次数のローパスフィルタのコンデンサ値を設定する時に参考になると思います。

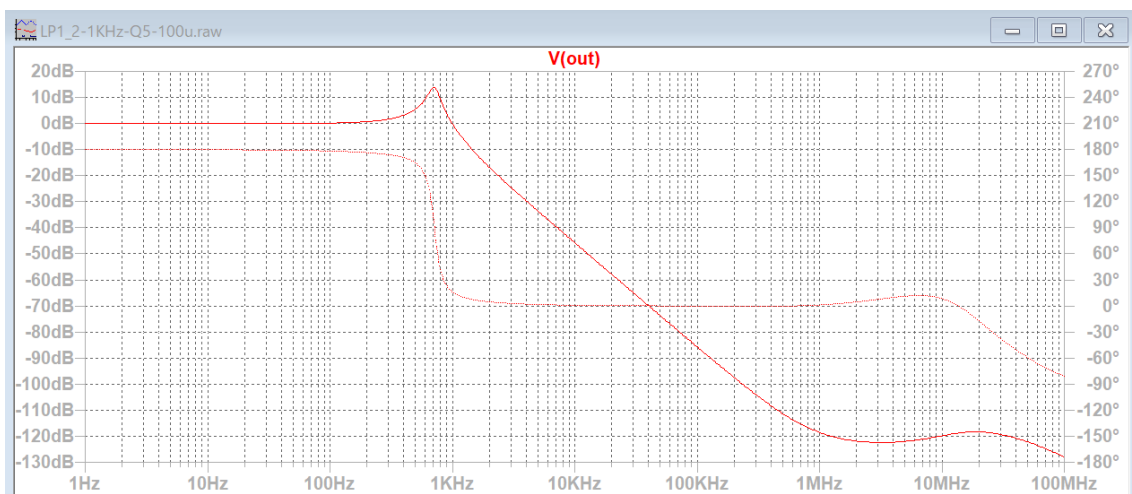
## ローパス・チェビシェフ 2 次 1KHz LP1



Q 値が 5, 2, 1 に対して、C1\_1 を 100u から 10p の間で値を変更して、遮断域において 1KHz から 100MHz まで直線的に減衰量が増加する値を探します。

ローパス・チェビシェフの「設計パラメータの入力」で、リップルを 14, 8, 2 に設定すると、Q 値がそれぞれ約 5, 2, 1 になります。

Q=5, 1KHz, C1\_1=100u の場合

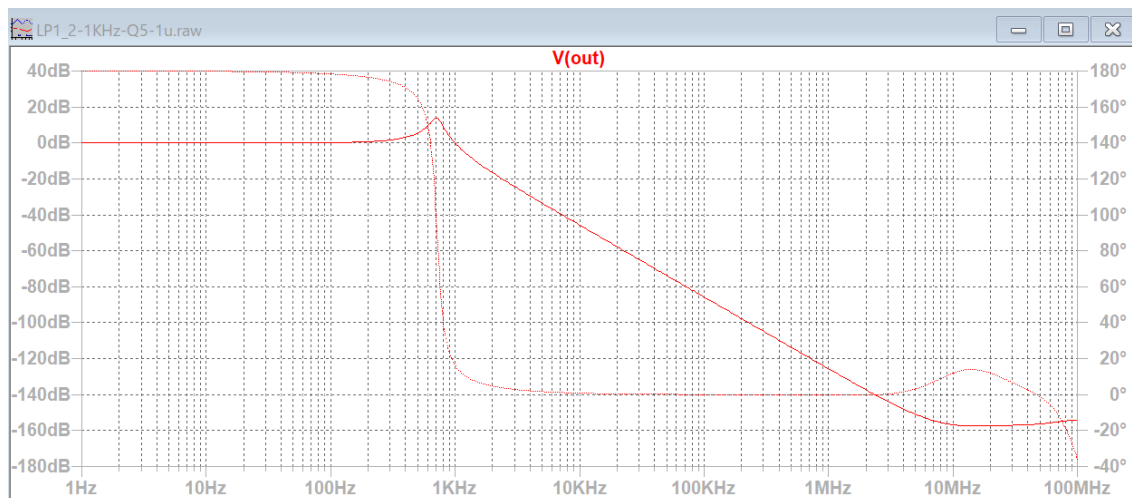


1MHz 以上で減衰量が停滞しています。

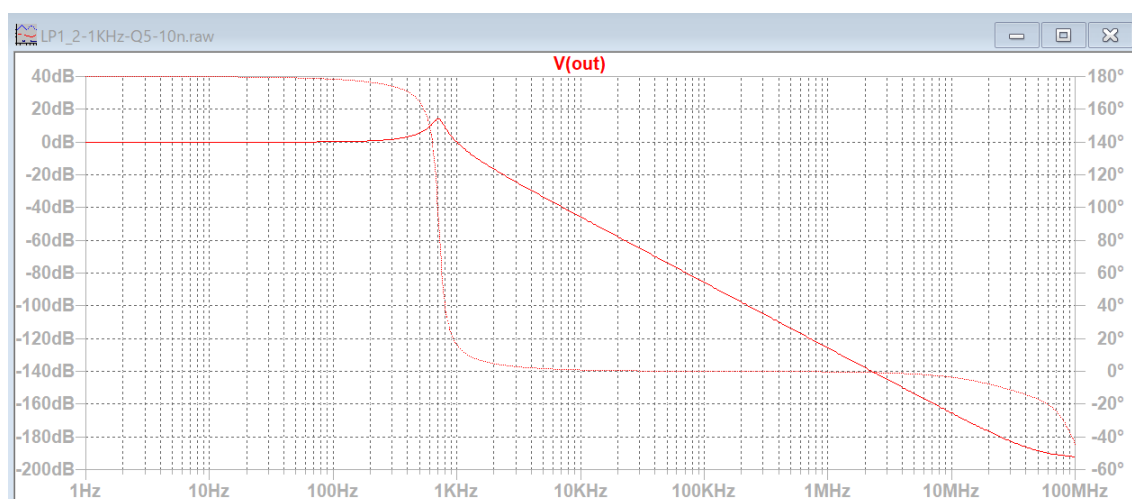
基本回路 LP1 のコンデンサ値ローパス・チェビシェフ 2 次 1KHz LP1

ローパス

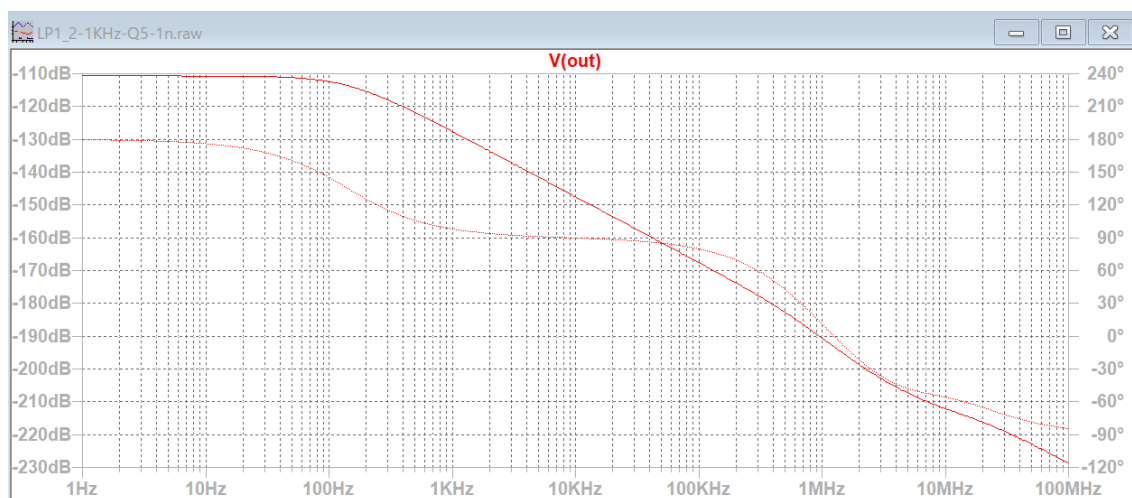
$Q=5$ , 1KHz,  $C1\_1=1\mu$  の場合 10MHz 以上で減衰量が停滞しています。



$Q=5$ , 1KHz,  $C1\_1=10n$  の場合 1KHz から 100MHz まで減衰量が直線的に増加します。



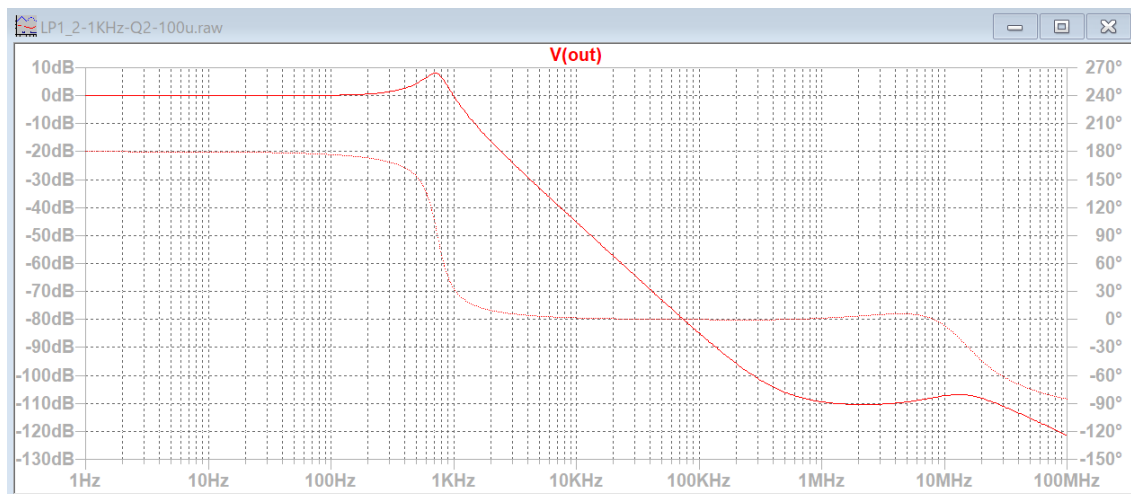
$Q=5$ , 1KHz,  $C1\_1=1n$  の場合 出力が-110dB となり、フィルタとして機能しません。



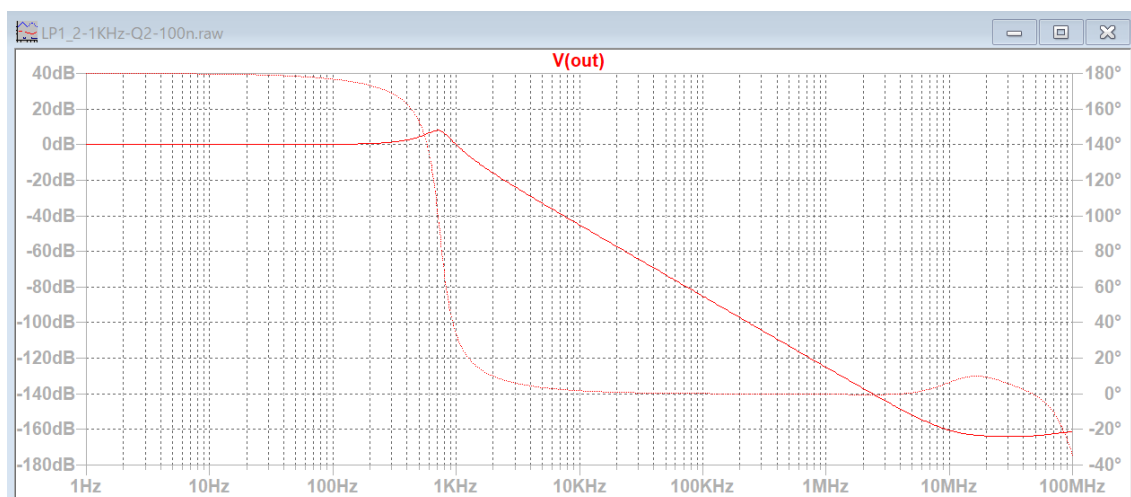
基本回路 LP1 のコンデンサ値ローパス・チェビシェフ 2次 1KHz LP1

ローパス

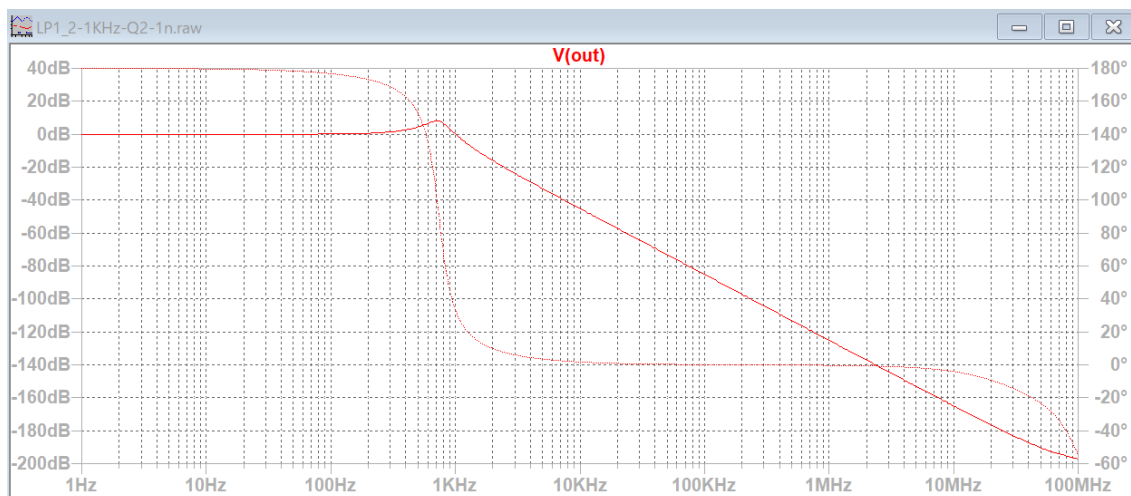
$Q=2$ ,  $1\text{KHz}$ ,  $C1\_1=100\mu$  の場合  $1\text{MHz}$  以上で減衰量が停滞しています。



$Q=2$ ,  $1\text{KHz}$ ,  $C1\_1=100\text{n}$  の場合  $10\text{MHz}$  以上で減衰量が停滞しています。



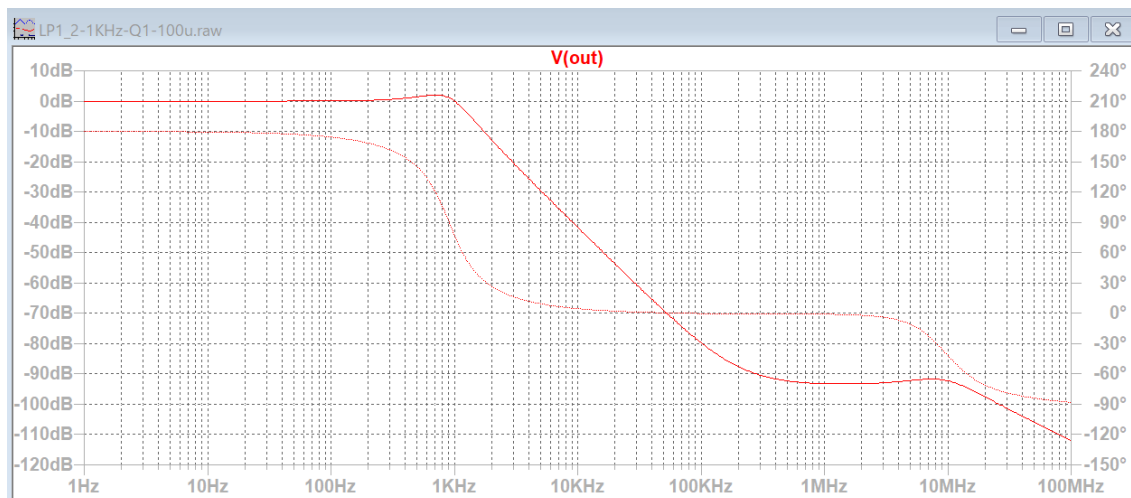
$Q=2$ ,  $1\text{KHz}$ ,  $C1\_1=1\text{n}$  の場合  $100\text{MHz}$  まで減衰量が直線的に増加します



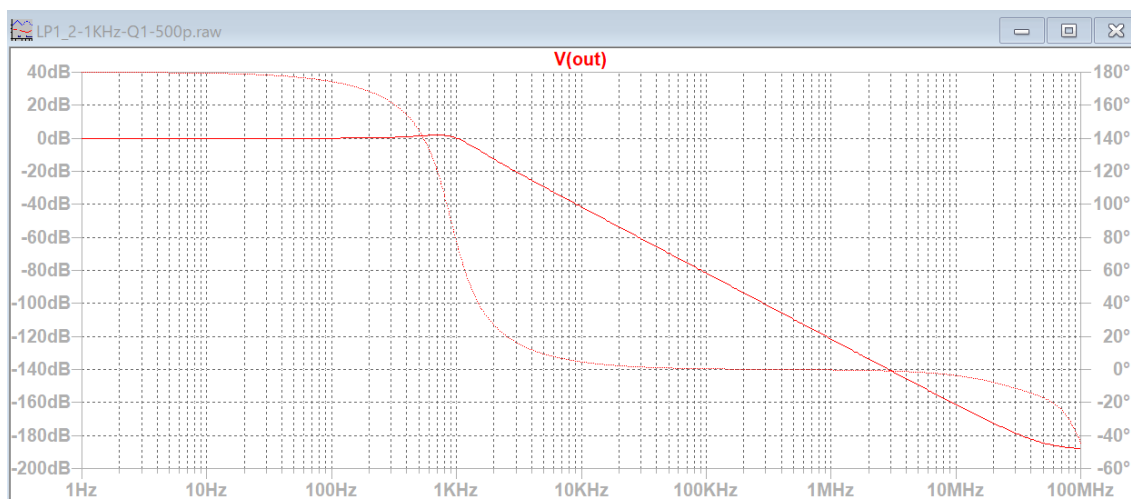
基本回路 LP1 のコンデンサ値ローパス・チェビシェフ 2次  $1\text{KHz}$  LP1

ローパス

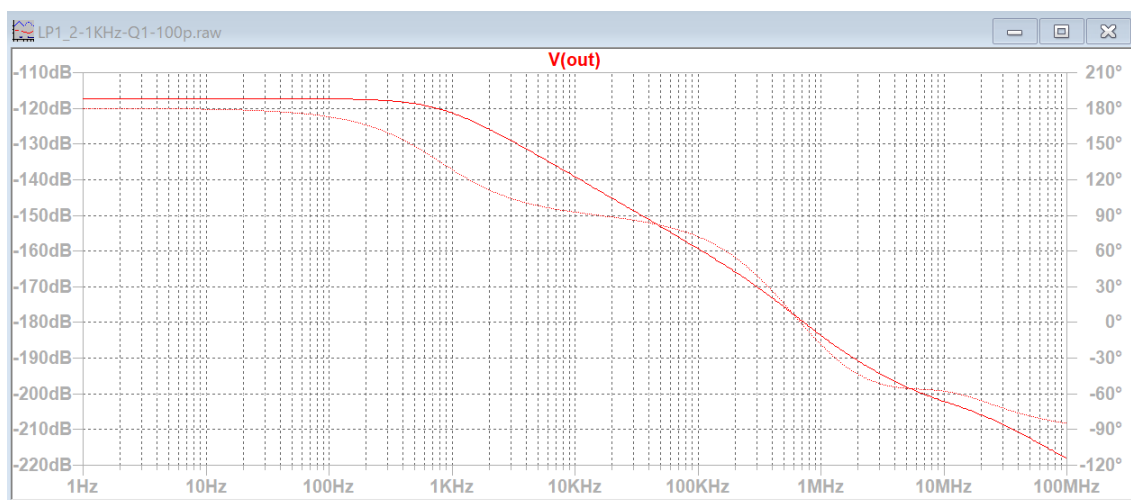
$Q=1$ ,  $1\text{KHz}$ ,  $C1\_1=100\mu$  の場合  $500\text{KHz}$  以上で減衰量が停滞しています。



$Q=1$ ,  $1\text{KHz}$ ,  $C1\_1=500\text{p}$  の場合  $100\text{MHz}$  まで直線的に減衰量が増加します。



$Q=1$ ,  $1\text{KHz}$ ,  $C1\_1=100\text{p}$  の場合 フィルタとして機能しません。



基本回路 LP1 のコンデンサ値ローパス・チェビシェフ 2次 1KHz LP1

ローパス

まとめ LP1 の C1\_1 の値

この表はオペアンプに ADA4807-4 を利用する場合の値です。

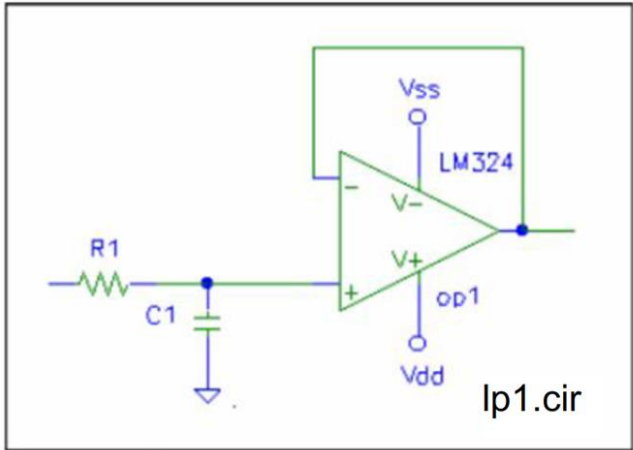
LP1	C1_1の値		
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	10n	1n	0.5n
10	1n	0.1n	0.1n
100	1n	1n	0.1n
1000	1n	1n	0.1n

表の値は参考値です。ピークが発生する程度の値が望ましい時などもありますので、希望する特性が得られなかったときは広範囲に値を変えて実験して下さい。

表の拡張について

周波数が 1KHz 以下の場合や 1MHz を越える場合、および Q 値が 10 以上の場合には、必要に応じて、これまで説明した方法によって、その周波数と Q 値に最適なコンデンサの値を探して表を拡張してから回路図を作成するようにしてください。

奇数次数のローパスフィルタには、第 1 ブロックに 1 次のフィルタが追加されます。C1 を周波数に見合った適当な値に設定して下さい。



lp1 (1次)	C1の値
周波数 KHz	
1	1n
10	0.1n
100	10p
1000	10p

図 2 - 1 1 次のローパスフィルタ基本回路 1 lp1\_1.cir

基本回路「lp1.cir」は、LP1, LP2, LP3, LP4 で利用されます。

基本回路 LP1 のコンデンサ値 まとめ LP1 の C1\_1 の値

ローパス

## 4 次 フィルタの設計手順

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  4

カットオフ周波数  $F_c$  10 KHz

周波数  $F_c$  における減衰量又はリップル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍

OK Cancel

4 次ローパス・チェビシェフフィルタを「まとめ LP1 の C1\_1 の値」を参考にして設計する手順を説明します。

伝達関数の係数をファイルに出力します。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=4

$F_p = 10.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 15.0000\text{KHz}$   $atts = 11.42\text{dB}$

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

$H_n = \text{-----}$

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	33.1949K	5.2508G	0	0	5.2508G
		$F_c = 11.5327\text{K}$	$Q = 2.1829$	GB 積=	2.5175Meg
2	80.1395K	2.4592G	0	0	2.4592G
		$F_c = 7.8926\text{K}$	$Q = 0.6188$	GB 積=	488.3923K

周波数は 10KHz、Q 値は第 1 ブロックが 2.18、第 2 ブロックが 0.62 なので、「まとめ LP1 の C1\_1 の値」を参考にして、「LP1」を選択してから、「LP1\_4-10KHz-100p100p.asc」と入力して、C1\_1 に 0.1n、C1\_2 に 0.1n を設定して回路図ファイルを作成します。

フィルタ回路の定数

2 次のフィルタ回路の定数決定

C1\_1 = 0.1 n

R1\_1 = 332.8888 K

C2\_1 = 2.4000p

R2\_1 = 850.6233K

E24 シリーズからの誤差 4.3567 %

変更後の誤差を確認する

E24 シリーズの値で近似する

次の候補の値を見る

OK E シリーズ変更

フィルタ回路の定数

2 次のフィルタ回路の定数決定

C1\_2 = 0.1 n

R1\_2 = 388.5446 K

C2\_2 = 30.0000p

R2\_2 = 348.8532K

E24 シリーズからの誤差 3.2172 %

変更後の誤差を確認する

E24 シリーズの値で近似する

次の候補の値を見る

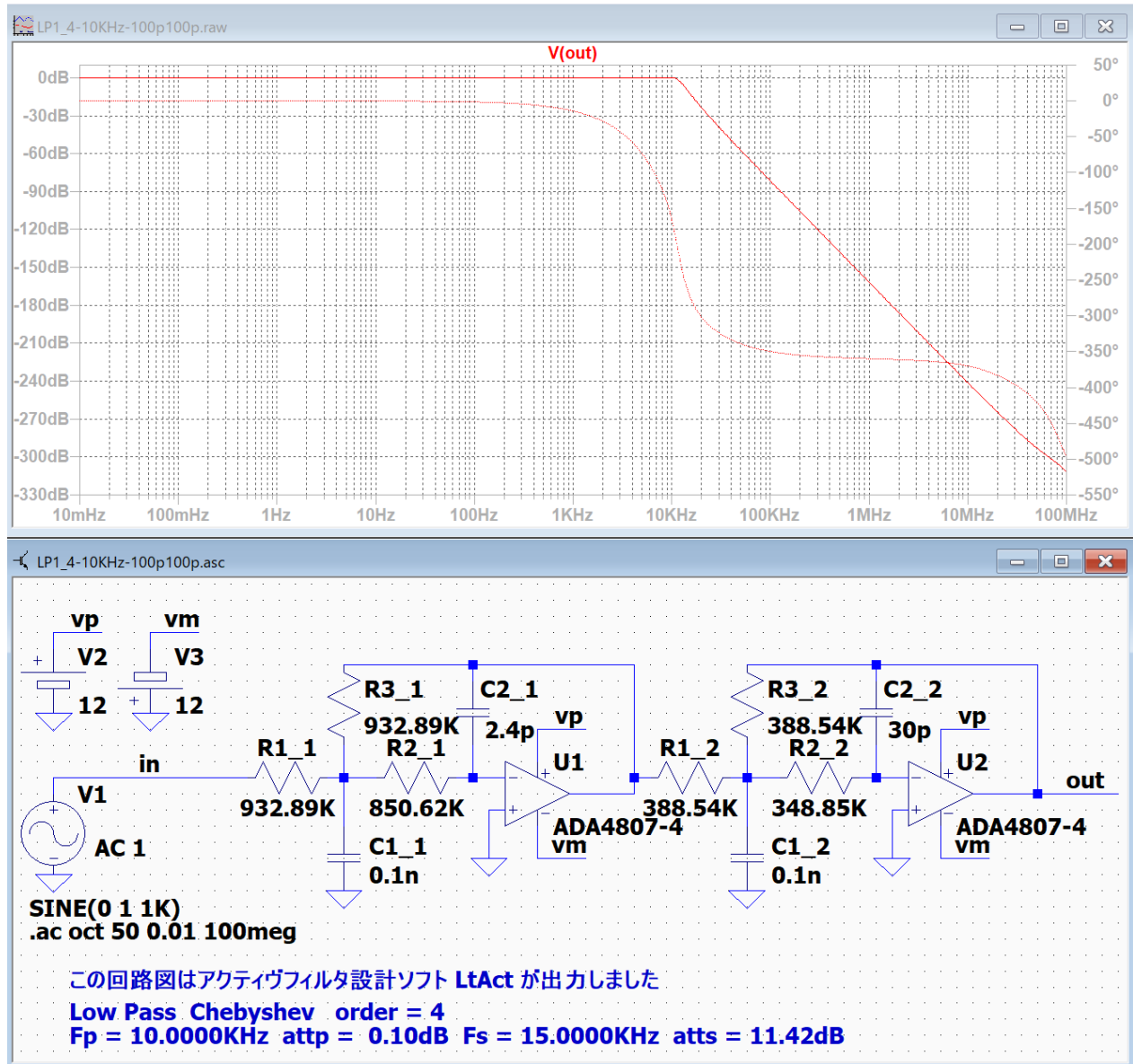
OK E シリーズ変更

基本回路 LP1 のコンデンサ値 4 次 フィルタの設計手順



ローパス

「データファイルを開く」で、「LP1\_4-10KHz-100p100p.asc」を選択して開きます。  
 LTSpice 上で、「RUN」をクリックして、回路図の「out」を確認します。



減衰量が 100MHz まで直線的に増加しています。特に問題がないので、これで完成です。

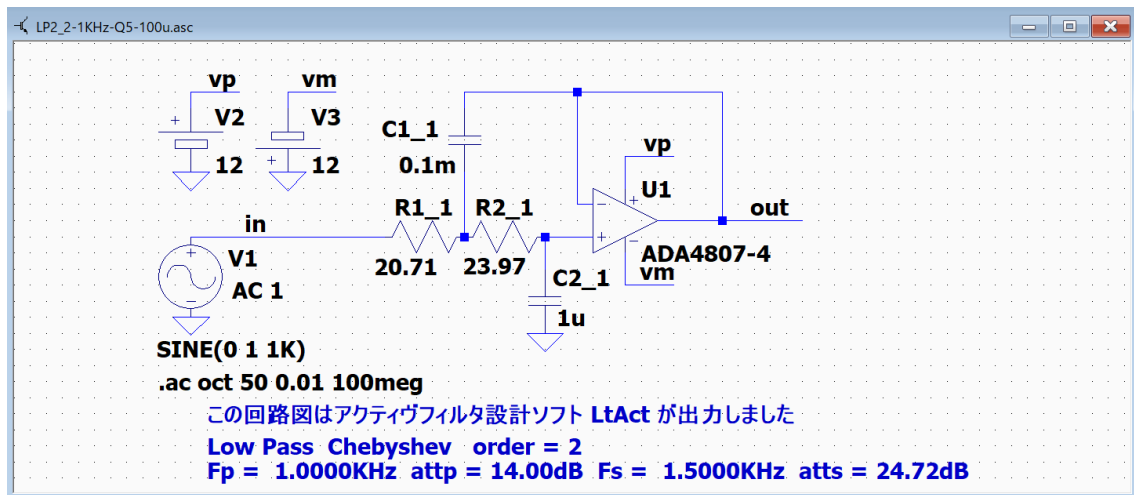


## ローパス

## 基本回路 LP2 のコンデンサ値

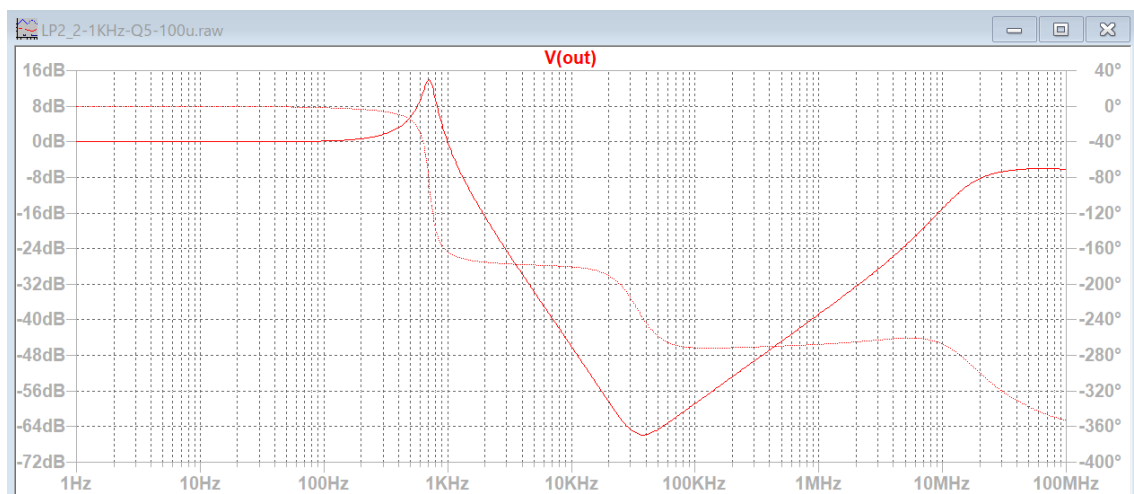
LP2 はバターワースとチェビシェフのローパスフィルタで使用される基本回路です。  
 フィルタの周波数と回路の Q 値ごとにコンデンサの利用可能な範囲を確認しました。  
 C1\_1 の値を 10p から 100u まで、遮断特性を確認して推奨値をまとめました。  
 高次数のローパスフィルタのコンデンサ値を設定する時に参考になると思います。

## ローパス・チェビシェフ 2 次 1KHz LP2



Q 値が 5, 2, 1 に対して、C1\_1 を 100u から 10p の間で値を変更して、遮断域において 1KHz から 100MHz まで直線的に減衰量が増加する値を探します。  
 ローパス・チェビシェフの「設計パラメータの入力」で、リップルを 14, 8, 2 に設定すると、Q 値がそれぞれ約 5, 2, 1 になります。

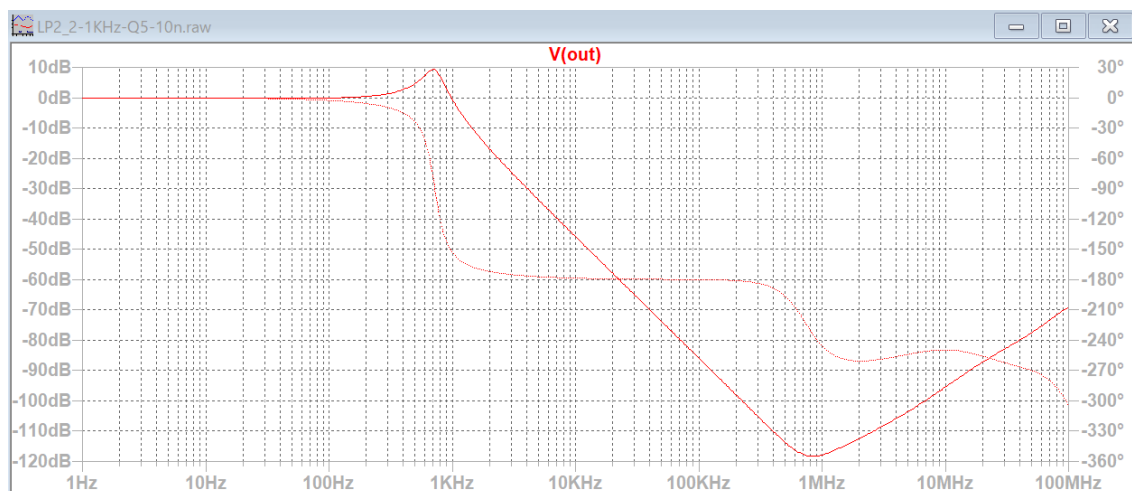
Q=5, 1KHz, C1\_1=100u の場合 40KHz から減衰量が-7dB まで減少する。



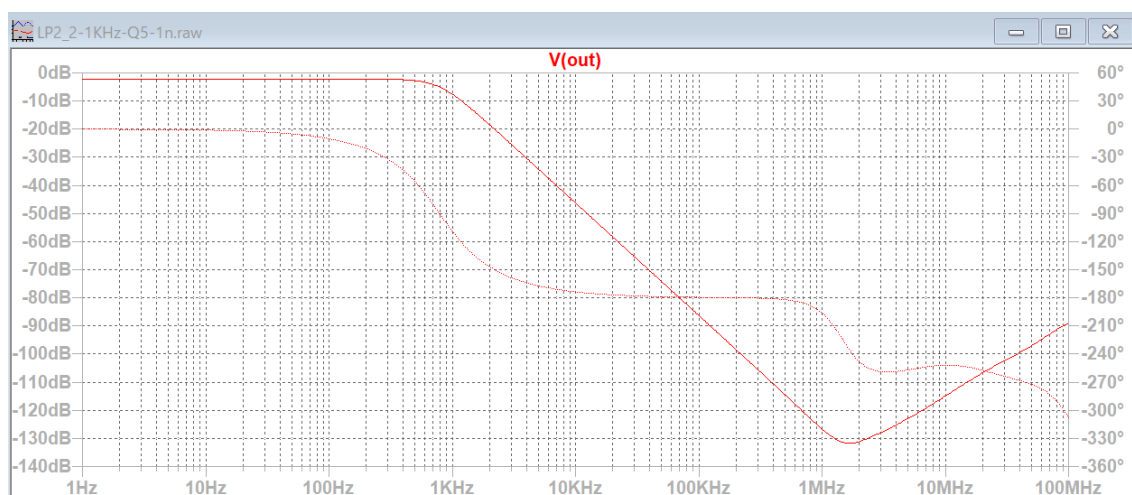
## 基本回路 LP2 のコンデンサ値ローパス・チェビシェフ 2 次 1KHz LP2

ローパス

$Q=5$ , 1KHz,  $C1\_1=10n$  の場合 800KHz から減衰量が減少するが、-70dB を確保する。



$Q=5$ , 1KHz,  $C1\_1=1n$  の場合 通過域の減衰量が -1dB になるので推奨できない。



この基本回路では、遮断域の途中から減衰量が減少する特性を示すので、出来るだけ高い周波数まで減衰量が増加するコンデンサの値を選択する。

ローパス

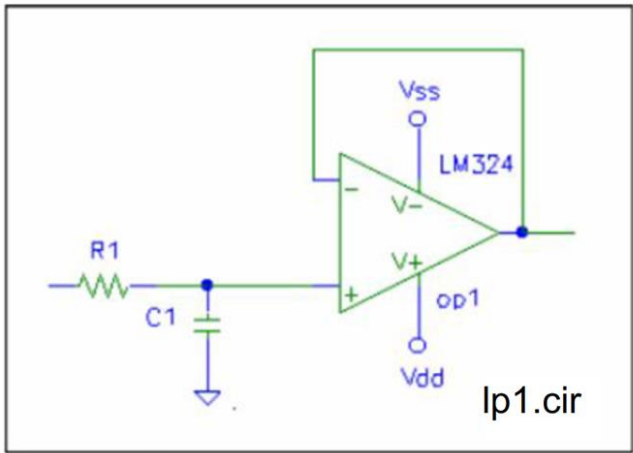
まとめ LP2 の C1\_1 の値

この表はオペアンプに ADA4807-4 を利用する場合の値です。

LP2	C1_1の値		
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	10n	1n	1n
10	1n	1n	1n
100	1n	1n	0.1n
1000	1n	0.1n	0.1n

表の値は参考値です。ピークが発生する程度の値が望ましい時などもありますので、希望する特性が得られなかったときは広範囲に値を変えて実験して下さい。

奇数次数のローパスフィルタには、第 1 ブロックに 1 次のフィルタが追加されます。C1 を周波数に見合った適当な値に設定して下さい。



lp1 (1次)	C1の値
周波数 KHz	
1	1n
10	0.1n
100	10p
1000	10p

図 2－1 1 次のローパスフィルタ基本回路 1 lp1\_1.cir

基本回路「lp1.cir」は、LP1, LP2, LP3, LP4 で利用されます。

ローパス

## 4 次 フィルタの設計手順

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

遮断特性 チェビシェフ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  4

カットオフ周波数  $F_c$  10 KHz

周波数  $F_c$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍

OK Cancel

4 次ローパス・チェビシェフフィルタを「まとめ LP2 の C1\_1 の値」を参考にして設計する手順を説明します。

伝達関数の係数をファイルに出力します。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=4

$F_p = 10.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 15.0000\text{KHz}$   $atts = 11.42\text{dB}$

2 次式の形式

$$H_n = \frac{Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4}{s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1}$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	33.1949K	5.2508G	0	0	5.2508G
		$F_c =$	11.5327K	$Q =$	2.1829 GB 積= 2.5175Meg
2	80.1395K	2.4592G	0	0	2.4592G
		$F_c =$	7.8926K	$Q =$	0.6188 GB 積=488.3923K

周波数は 10KHz、Q 値は第 1 ブロックが 2.18、第 2 ブロックが 0.62 なので、「まとめ LP2 の C1\_1 の値」を参考にして、「LP2」を選択してから、「LP2\_4-10KHz-1n1n.asc」と入力して、C1\_1 に 1n、C1\_2 に 1n を設定して回路図ファイルを作成します。

フィルタ回路の定数

2 次のフィルタ回路の定数決定

C1\_1 = 1 n

R1\_1 = 51.6266 K

C2\_1 = 51.0000p

R2\_1 = 72.3327K

E24 シリーズからの誤差 3.8821 %

変更後の誤差を確認する

次候補の値を見る

E24 シリーズの値で近似する

OK

E シリーズへ変更

フィルタ回路の定数

2 次のフィルタ回路の定数決定

C1\_2 = 1 n

R1\_2 = 20.382 K

C2\_2 = 0.6200n

R2\_2 = 32.1785K

E24 シリーズからの誤差 3.1670 %

変更後の誤差を確認する

次候補の値を見る

E24 シリーズの値で近似する

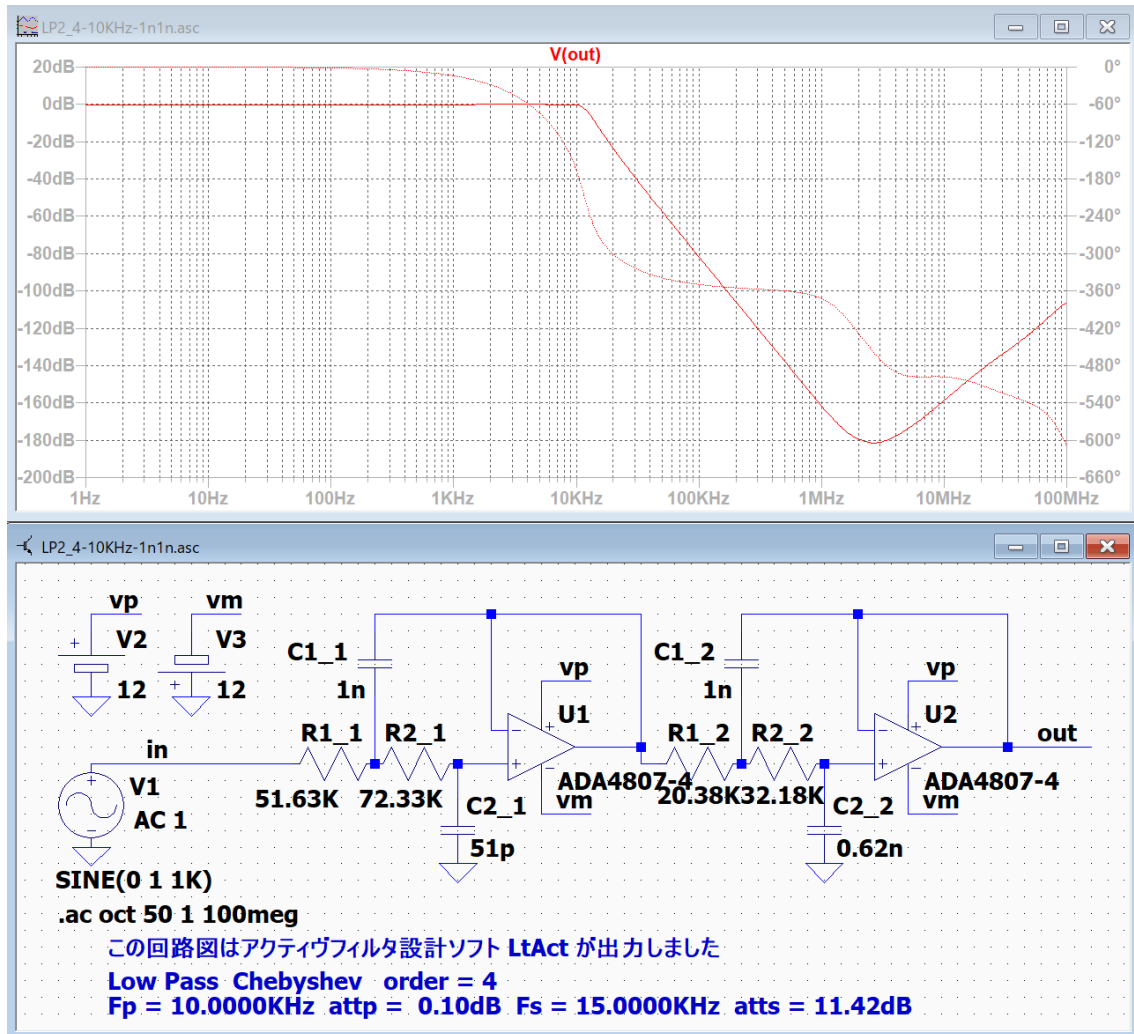
OK

E シリーズへ変更

基本回路 LP2 のコンデンサ値 4 次 フィルタの設計手順

ローパス

「データファイルを開く」で、「LP2\_4-10KHz-1n1n.asc」を選択して開きます。  
LTSpice 上で、「RUN」をクリックして、回路図の「out」を確認します。



3MHz から減衰量が減少しますが、-100dB を確保しているなので、これで完成です。

ローパス

## バターワース

LP1\_10-100KHz.asc

ローパス・バターワース 10 次 100KHz

## 設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	バターワース
設計するフィルタの次数 m(<=58)	10		
カットオフ周波数 Fc	100	KHz	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Butterworth 次数=10

Fp=100.0000KHz attp = 3.0103dB Fs=150.0000KHz atts = 35.22dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	196.5813K	394.7842G	0	0	394.7842G
		Fc=	100.0000K	Q =	3.1962 GB 積= 31.9623Meg
2	570.5013K	394.7842G	0	0	394.7842G
		Fc=	100.0000K	Q =	1.1013 GB 積= 11.0134Meg
3	888.5766K	394.7842G	0	0	394.7842G
		Fc=	100.0000K	Q =	0.7071 GB 積= 7.0711Meg
4	1.1197Meg	394.7842G	0	0	394.7842G
		Fc=	100.0000K	Q =	0.5612 GB 積= 5.6116Meg
5	1.2412Meg	394.7842G	0	0	394.7842G
		Fc=	100.0000K	Q =	0.5062 GB 積= 5.0623Meg

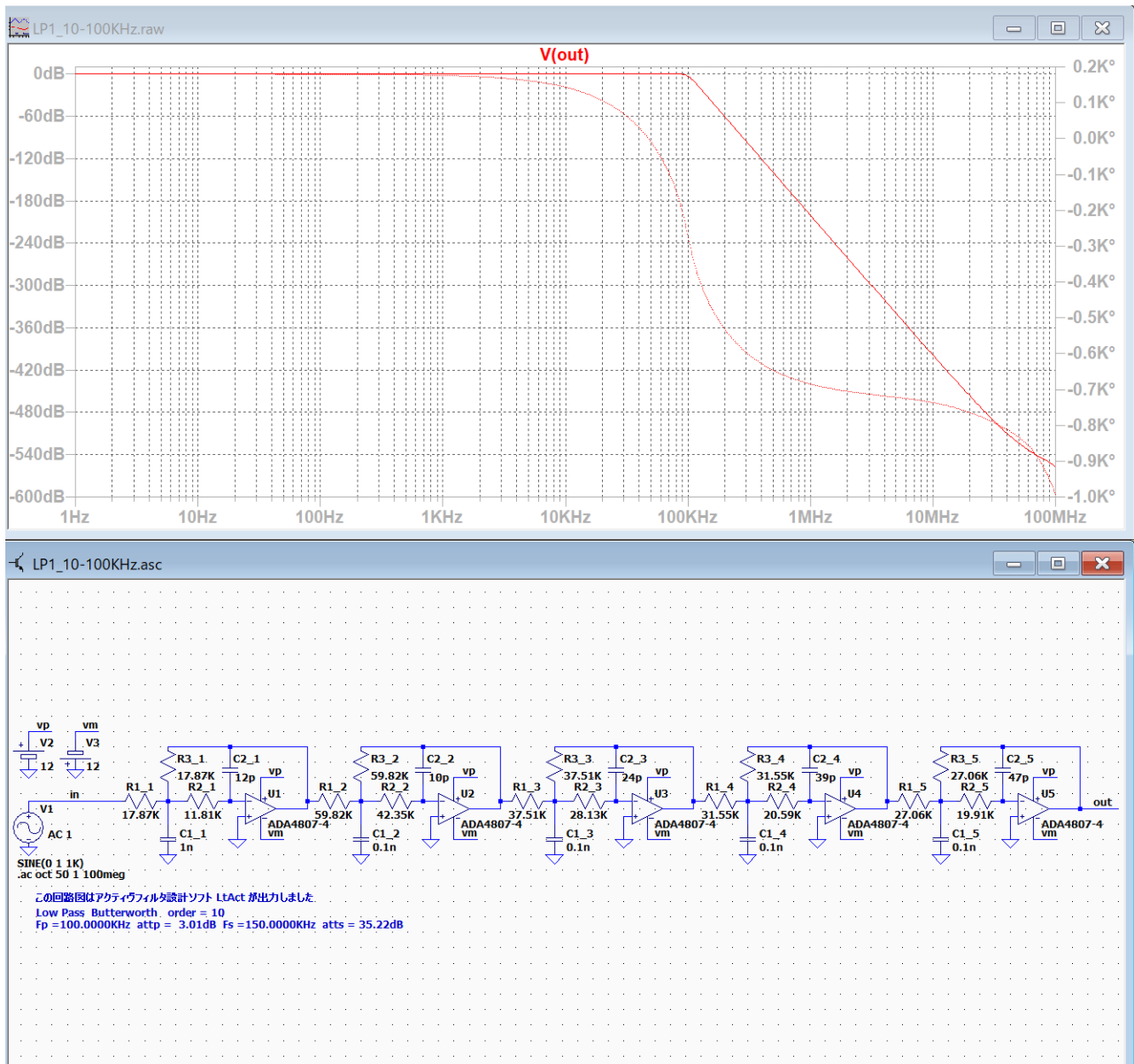
「LtAct ver.2.50」から、「伝達関数の係数と Q 値」には各ブロックのカットオフ周波数 Fc とそのブロックの Q 値および GB 積を表示します。

バターワース

LP1\_10-100KHz.asc

ローパス

## 完成した回路図



「回路図ファイルを作成する」で全ての候補値に「OK」をクリックして作成しました。

100KHz で-3.1dB, 200KHz で-60.3dB

「LtAct ver.1.45」の作成例でも、

C1\_1 = 1n, C1\_2=0.1n, C1\_3=0.1n, C1\_4=0.1n, C1\_5=0.1n でした。

バターワース

LP1\_10-100KHz.asc

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LtAct Ver.2.0 設計例\ローパス\バターワース\LP1\_10-100KHz.asc 作成日時 Tue Dec 08 20:36:18 2020

アナログ Low Pass Butterworth 次数=10

Fp=100.0000KHz attp = 3.0103dB Fs =150.0000KHz atts = 35.22dB

1 (LP1) C1\_1 = 1.0000n C2\_1 = 12.0000p  
 R1\_1 = R3\_1 = 17.8671K R2\_1 = 11.8142K 誤差 = 1.7396 %  
 2 (LP1) C1\_2 = 0.1000n C2\_2 = 10.0000p  
 R1\_2 = R3\_2 = 59.8169K R2\_2 = 42.3464K 誤差 = 3.9626 %  
 3 (LP1) C1\_3 = 0.1000n C2\_3 = 24.0000p  
 R1\_3 = R3\_3 = 37.5132K R2\_3 = 28.1349K 誤差 = 5.6551 %  
 4 (LP1) C1\_4 = 0.1000n C2\_4 = 39.0000p  
 R1\_4 = R3\_4 = 31.5510K R2\_4 = 20.5855K 誤差 = 5.4020 %  
 5 (LP1) C1\_5 = 0.1000n C2\_5 = 47.0000p  
 R1\_5 = R3\_5 = 27.0631K R2\_5 = 19.9143K 誤差 = 0.4894 %

「LtAct ver.2.30」から、「回路の構成と素子値」には各ブロックごとに基本回路名に加えて参照したテーブル名、周波数の行番号および Q 値の列番号を追加しました。

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_10-100KHz.asc 作成日時 Mon Jan 11 21:37:01 2021

アナログ Low Pass Butterworth 次数=10

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp = 3.0103dB Fs =150.0000KHz atts = 35.22dB

1 (LP1) 「LP1-2-1」 C1\_1 = 1.0000n C2\_1 = 12.0000p  
 R1\_1 = R3\_1 = 17.8671K R2\_1 = 11.8142K 誤差 = 1.74 %  
 2 (LP1) 「LP1-2-2」 C1\_2 = 0.1000n C2\_2 = 10.0000p  
 R1\_2 = R3\_2 = 59.8169K R2\_2 = 42.3464K 誤差 = 3.96 %  
 3 (LP1) 「LP1-2-2」 C1\_3 = 0.1000n C2\_3 = 24.0000p  
 R1\_3 = R3\_3 = 37.5132K R2\_3 = 28.1349K 誤差 = 5.66 %  
 4 (LP1) 「LP1-2-2」 C1\_4 = 0.1000n C2\_4 = 39.0000p  
 R1\_4 = R3\_4 = 31.5510K R2\_4 = 20.5855K 誤差 = 5.40 %  
 5 (LP1) 「LP1-2-2」 C1\_5 = 0.1000n C2\_5 = 47.0000p  
 R1\_5 = R3\_5 = 27.0631K R2\_5 = 19.9143K 誤差 = 0.49 %

バターワース

LP1\_10-100KHz.asc



ローパス

LP1\_8-100KHz.asc

ローパス・バターワース 8次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	バターワース
カットオフ付近で減衰域の周波数 $F_p$	100	KHz	
周波数 $F_p$ における減衰量又はリップル $att_p$	6	dB	
減衰量を指定する周波数を $F_s$ として, $X_s = F_s/F_p$	1.5	倍	OK
周波数 $F_s$ における減衰量 $atts$	30	dB	キャンセル

次数を入力する方法では、カットオフ周波数における減衰量は自動的に自動的に-3dB になりますが、次数を入力しない方法では  $F_p$  における減衰量を指定できます。この時、 $F_p$  の  $X_s$  倍の周波数における最低の減衰量を 30dB として最低次数のフィルタを設計します。この場合には、8 次のフィルタになります。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Low Pass Butterworth 次数=8

 $F_p = 100.0000\text{KHz}$   $att_p = 6.0000\text{dB}$   $F_s = 150.0000\text{KHz}$   $atts = 32.92\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	228.9799K	344.4000G	0	0	344.4000G

 $F_c = 93.4011\text{K}$   $Q = 2.5629$   $GB \text{ 積} = 23.9379\text{Meg}$ 

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
2	652.0795K	344.4000G	0	0	344.4000G

 $F_c = 93.4011\text{K}$   $Q = 0.9000$   $GB \text{ 積} = 8.4059\text{Meg}$ 

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
3	975.9060K	344.4000G	0	0	344.4000G

 $F_c = 93.4011\text{K}$   $Q = 0.6013$   $GB \text{ 積} = 5.6166\text{Meg}$ 

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
4	1.1512Meg	344.4000G	0	0	344.4000G

 $F_c = 93.4011\text{K}$   $Q = 0.5098$   $GB \text{ 積} = 4.7615\text{Meg}$ 

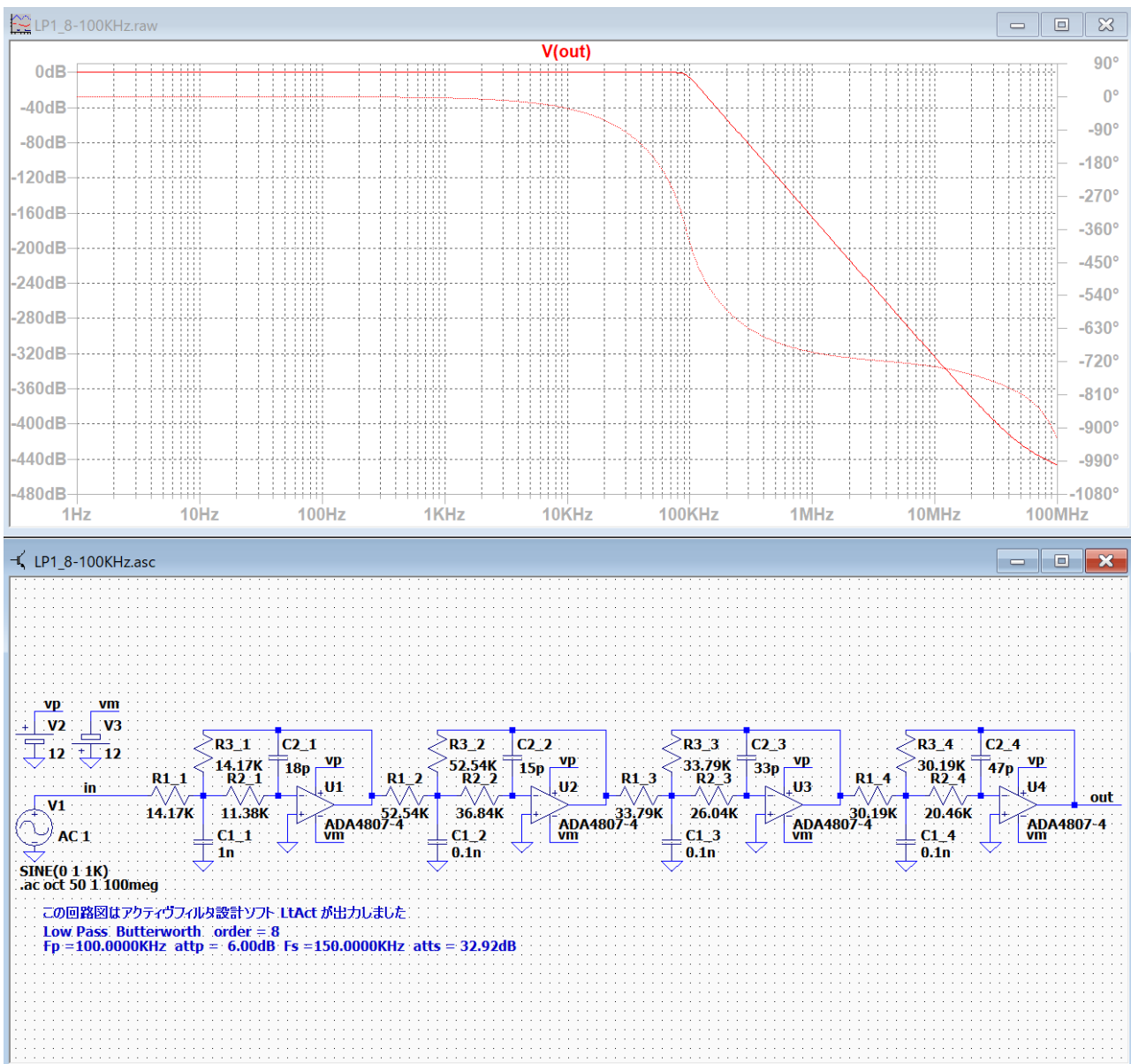
このフィルタのカットオフ周波数は  $F_c = 93.4\text{KHz}$  で、100KHz においてゲインが -6dB になります。

バターワース

LP1\_8-100KHz.asc

ローパス

## 完成した回路図



100KHz で -6dB（設計通り）, 200KHz で -53dB

「LtAct ver.1.45」の作成例でも、

C1\_1 = 1n, C1\_2=0.1n, C1\_3=0.1n, C1\_4=0.1n

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LtAct Ver.2.0 設計例\ローパス\バターワース\LP1\_8-100KHz.asc 作成日時 Tue Dec 08 20:40:16 2020

アノグ Low Pass Butterworth 次数=8

Fp=100.0000KHz attp = 6.0000dB Fs =150.0000KHz atts = 32.92dB

1 (LP1) C1\_1 = 1.0000n C2\_1 = 18.0000p  
 R1\_1 = R3\_1 = 14.1716K R2\_1 = 11.3827K 誤差 = 6.7433 %  
 2 (LP1) C1\_2 = 0.1000n C2\_2 = 15.0000p  
 R1\_2 = R3\_2 = 52.5422K R2\_2 = 36.8415K 誤差 = 3.7192 %  
 3 (LP1) C1\_3 = 0.1000n C2\_3 = 33.0000p  
 R1\_3 = R3\_3 = 33.7925K R2\_3 = 26.0377K 誤差 = 4.3770 %  
 4 (LP1) C1\_4 = 0.1000n C2\_4 = 47.0000p  
 R1\_4 = R3\_4 = 30.1884K R2\_4 = 20.4644K 誤差 = 2.3534 %

「LtAct ver.2.40」以降の表示

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_8-100KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:00:33 2021

アノグ Low Pass Butterworth 次数=8

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp = 6.0000dB Fs =150.0000KHz atts = 32.92dB

1 (LP1) 「LP1-1-1」 C1\_1 = 1.0000n C2\_1 = 18.0000p  
 R1\_1 = R3\_1 = 14.1716K R2\_1 = 11.3827K 誤差 = 6.74 %  
 2 (LP1) 「LP1-1-2」 C1\_2 = 0.1000n C2\_2 = 15.0000p  
 R1\_2 = R3\_2 = 52.5422K R2\_2 = 36.8415K 誤差 = 3.72 %  
 3 (LP1) 「LP1-1-2」 C1\_3 = 0.1000n C2\_3 = 33.0000p  
 R1\_3 = R3\_3 = 33.7925K R2\_3 = 26.0377K 誤差 = 4.38 %  
 4 (LP1) 「LP1-1-2」 C1\_4 = 0.1000n C2\_4 = 47.0000p  
 R1\_4 = R3\_4 = 30.1884K R2\_4 = 20.4644K 誤差 = 2.35 %

バターワース

LP1\_8-100KHz.asc

ローパス

LP1\_4-1Hz.asc

ローパス・バターワース 4 次 1Hz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  4

カットオフ周波数  $F_c$  1 Hz

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍

遮断特性 バターワース

OK キャンセル

非常に周波数の低いローパスフィルタを設計します。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Butterworth 次数=4

 $F_p = 1.0000 \text{ Hz}$   $attp = 3.0103\text{dB}$   $F_s = 1.5000 \text{ Hz}$   $atts = 14.25\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

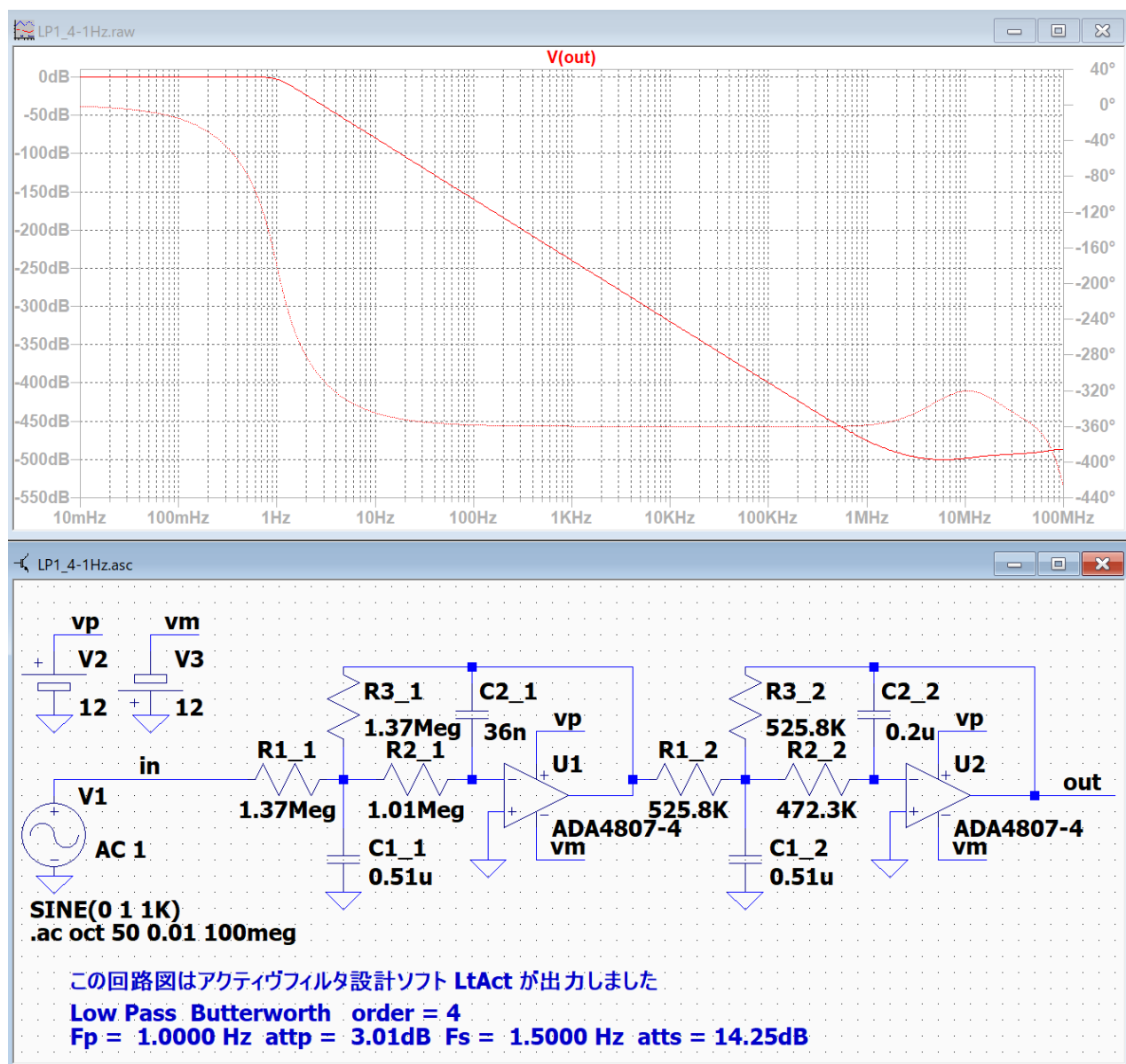
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	4.8089	39.4784	0	0	39.4784
		$F_c =$	1.0000	$Q =$	1.3066 GB 積=130.6563
2	11.6098	39.4784	0	0	39.4784
		$F_c =$	1.0000	$Q =$	0.5412 GB 積= 54.1196

バターワース

LP1\_4-1Hz.asc

ローパス

完成した回路図



1Hz で -3.02dB, 2Hz で -24.2dB, 10Hz で -80dB

Ver.2.10 では高域が改善された

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1 = 1u, C1\_2=0.1u

LtAct Ver.2.10 では、C1\_1 = 0.51u, C1\_2=0.51u

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_4-1Hz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:04:09 2021

アナログ Low Pass Butterworth 次数=4

参照モード=0

Fp = 1.0000 Hz attp = 3.0103dB Fs = 1.5000 Hz atts = 14.25dB

1 (LP1) 「LP1-0-2」 C1\_1 = 0.5100u C2\_1 = 36.0000n

R1\_1 = R3\_1 = 1.3709Meg R2\_1 = 1.0064Meg 誤差 = 5.21 %

2 (LP1) 「LP1-0-2」 C1\_2 = 0.5100u C2\_2 = 0.2000u

R1\_2 = R3\_2 = 525.8043K R2\_2 = 472.2978K 誤差 = 3.04 %

Ver.2.10 では高域が改善された

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1 = 1u, C1\_2=0.1u

LtAct Ver.2.10 では、C1\_1 = 0.51u, C1\_2=0.51u

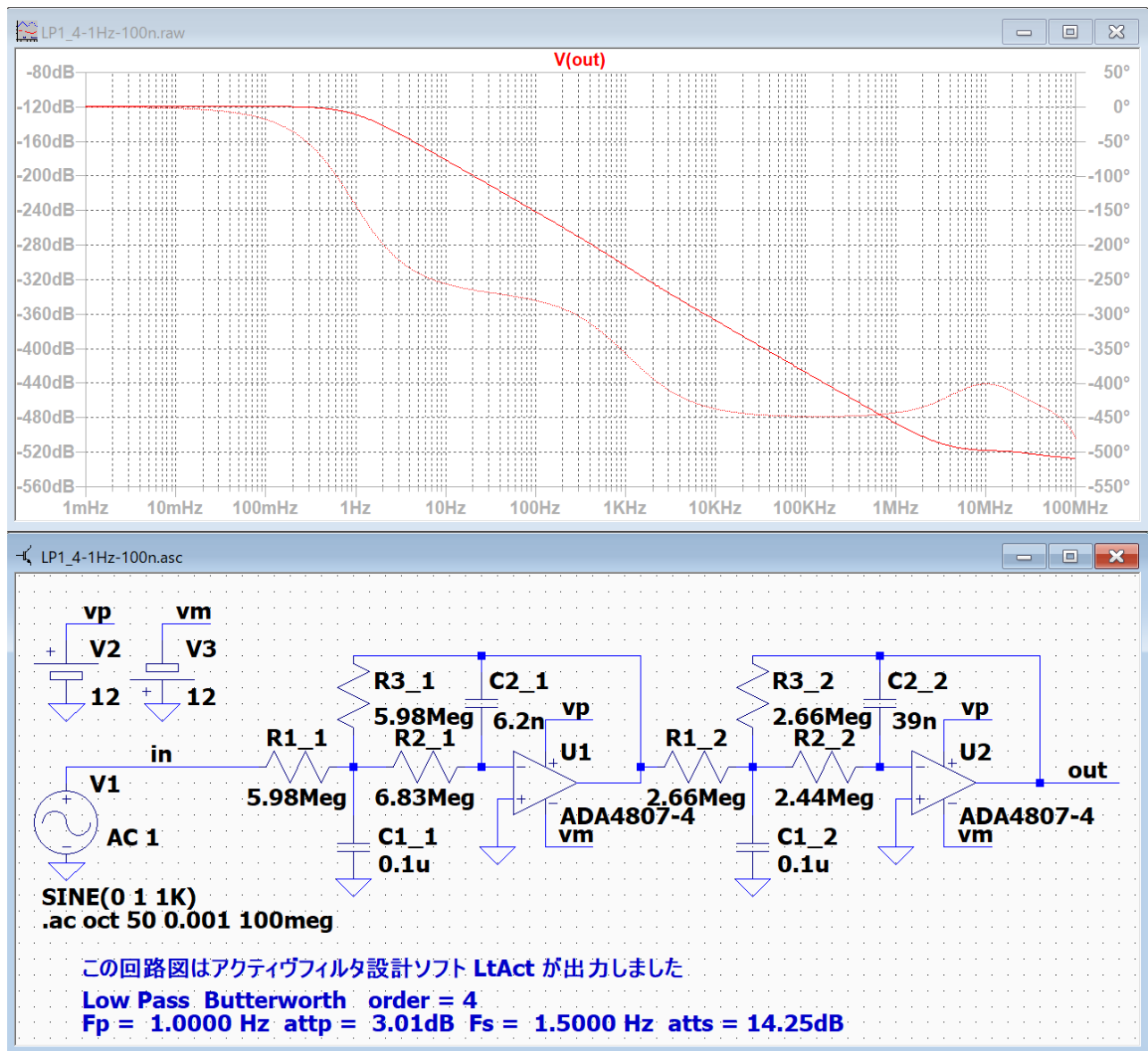
**Ver.1.45 や Ctbl200 による回路図を再現する方法**

回路図の素子値を入力する画面で、表示されている候補値に「OK」をクリックしないで、本文で示された Ver.1.45 や Ctbl200 における素子値を直接設定して「OK」を2度クリックしてください。

このように素子値を直接設定すると、推奨値のテーブルに関係なく値を入力できます。

ローパス

C1\_1 = 100n の場合 LP1\_4-1Hz-100n.asc



C1\_1 を 100n 以下にすると、出力が-120dB 以下になるので、フィルタとして動作しないことが分かります。

低い周波数のローパスフィルタでは、C1\_1 が小さすぎるとフィルタとして動作しなくなります。

バターワース

LP1\_4-1Hz.asc

ローパス

LP1\_4-1MHz.asc

ローパス・バターワース 4 次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	バターワース
設計するフィルタの次数 m(<=58)	4		
カットオフ周波数 Fc	1	Meg	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Butterworth 次数=4

Fp = 1.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 1.5000MegHz atts = 14.25dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	4.8089Meg	39.4784T	0	0	39.4784T
		Fc= 1.0000Meg	Q = 1.3066	GB 積=130.6563Meg	
2	11.6098Meg	39.4784T	0	0	39.4784T
		Fc= 1.0000Meg	Q = 0.5412	GB 積= 54.1196Meg	

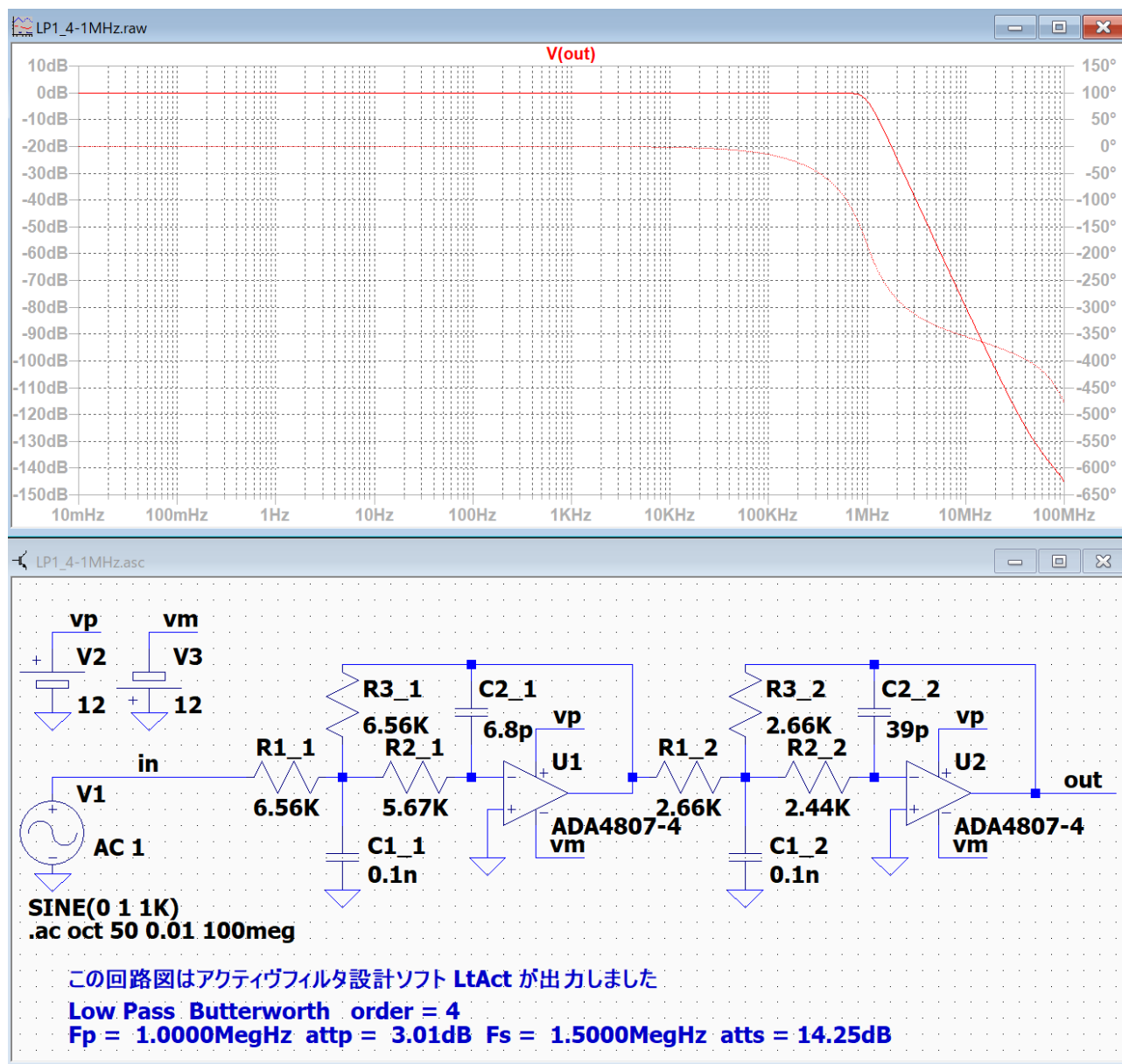
バターワース

LP1\_4-1MHz.asc



ローパス

完成した回路図



1MHz で -3.1dB, 2MHz で -24.3dB, 10MHz で -79.8dB

Ver.2.10 では高域が改善された

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1 = 1n, C1\_2=0.1n

LtAct Ver.2.10 では、C1\_1 = 0.1n, C1\_2=0.1n

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_4-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:05:52 2021

アナログ Low Pass Butterworth 次数=4

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 1.5000MegHz atts = 14.25dB

- 1 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_1 = 0.1000n C2\_1 = 6.8000p  
R1\_1 = R3\_1 = 6.5646K R2\_1 = 5.6745K 誤差 = 3.82 %
- 2 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_2 = 0.1000n C2\_2 = 39.0000p  
R1\_2 = R3\_2 = 2.6635K R2\_2 = 2.4385K 誤差 = 2.09 %

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1 = 1n, C1\_2=0.1n

LtAct Ver.2.10 では、C1\_1 = 0.1n, C1\_2=0.1n

ローパス

LP2\_6-1MHz.asc

ローパス・バターワース 6次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

カットオフ周波数  $F_c$  1 Meg

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍

遮断特性 バターワース

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Butterworth 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 1.5000MegHz atts = 21.16dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

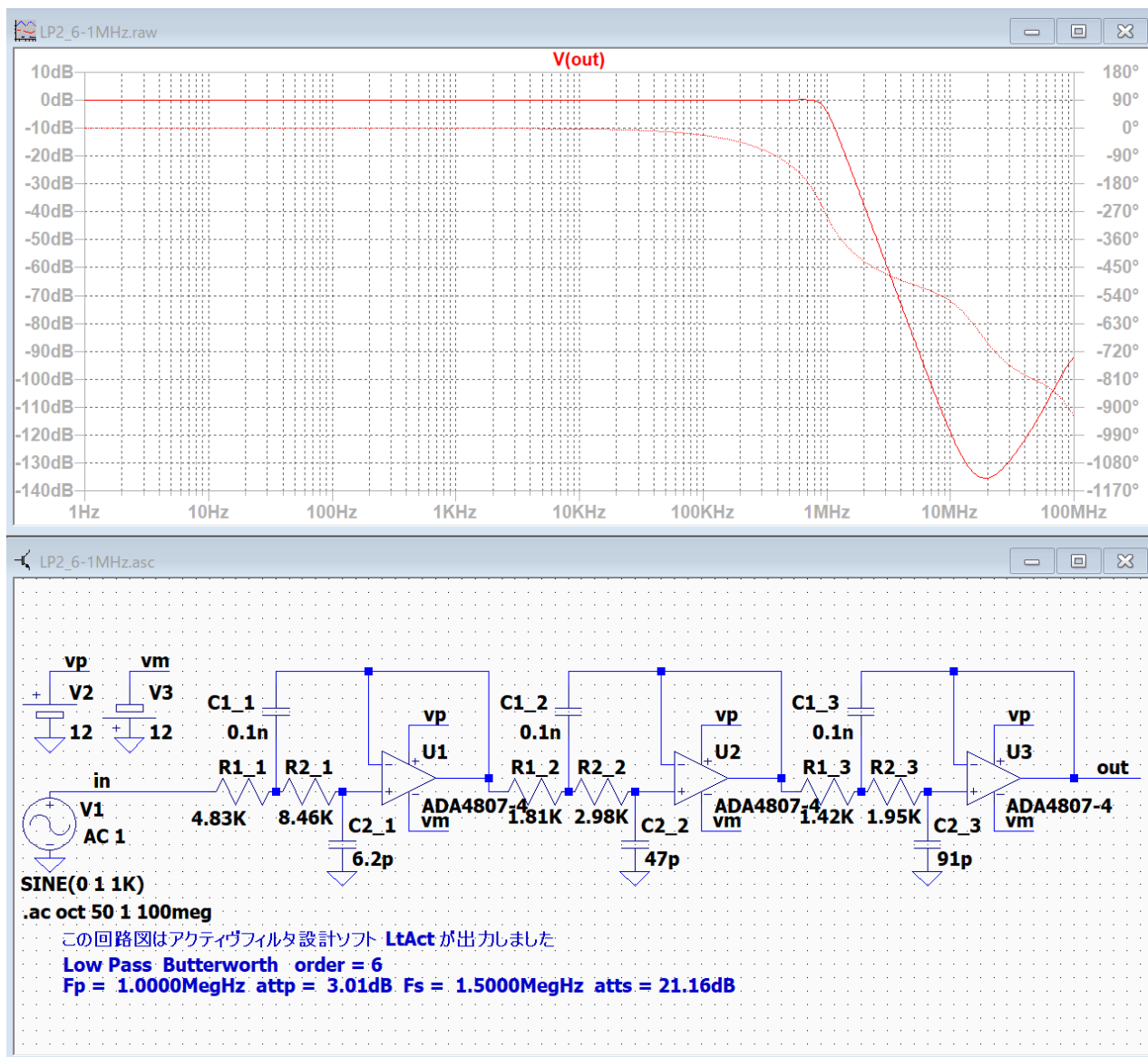
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	3.2524Meg	39.4784T	0	0	39.4784T
		Fc= 1.0000Meg	Q = 1.9319	GB 積=193.1852Meg	
2	8.8858Meg	39.4784T	0	0	39.4784T
		Fc= 1.0000Meg	Q = 0.7071	GB 積= 70.7107Meg	
3	12.1382Meg	39.4784T	0	0	39.4784T
		Fc= 1.0000Meg	Q = 0.5176	GB 積= 51.7638Meg	

バターワース

LP2\_6-1MHz.asc

ローパス

完成した回路図



1MHz で -4dB, 2MHz で-37.3dB, 10MHz で-118.8dB

LtAct Ver.1.45 設計例でも、C1\_1 = 0.1n, C1\_2=0.1n, C1\_3=0.1n

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP2\_6-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:07:59 2021

アナログ Low Pass Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 1.5000MegHz atts = 21.16dB

1 (LP2) 「LP2-3-1」 C1\_1 = 0.1000n C2\_1 = 6.2000p

R1\_1 = 4.8311K R2\_1 = 8.4568K 誤差 = 4.07 %

2 (LP2) 「LP2-3-2」 C1\_2 = 0.1000n C2\_2 = 47.0000p

R1\_2 = 1.8079K R2\_2 = 2.9810K 誤差 = 0.77 %

3 (LP2) 「LP2-3-2」 C1\_3 = 0.1000n C2\_3 = 91.0000p

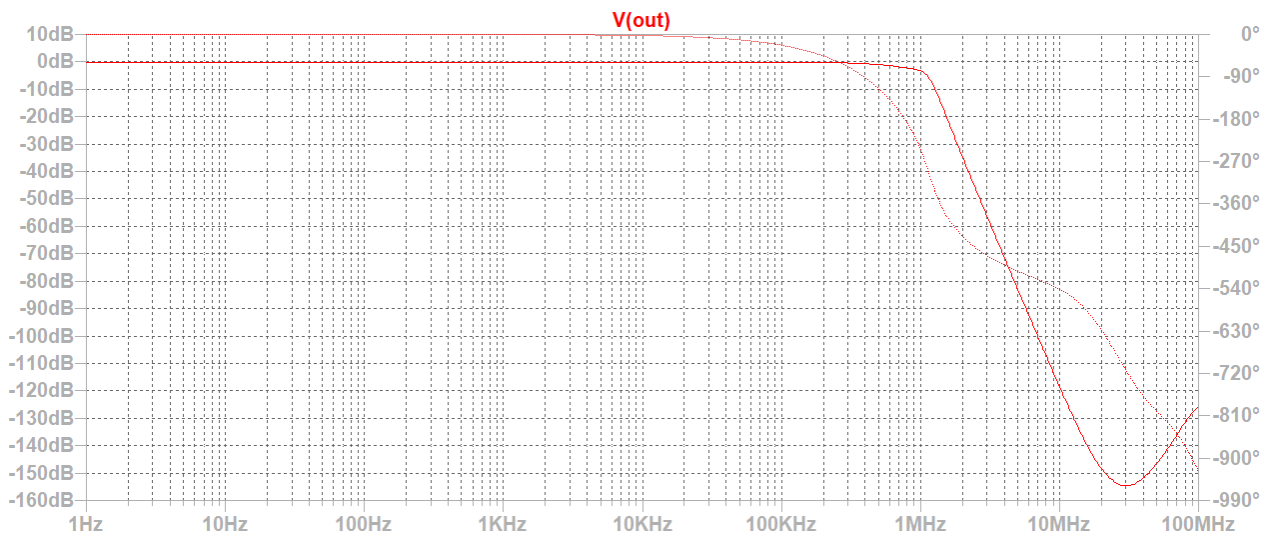
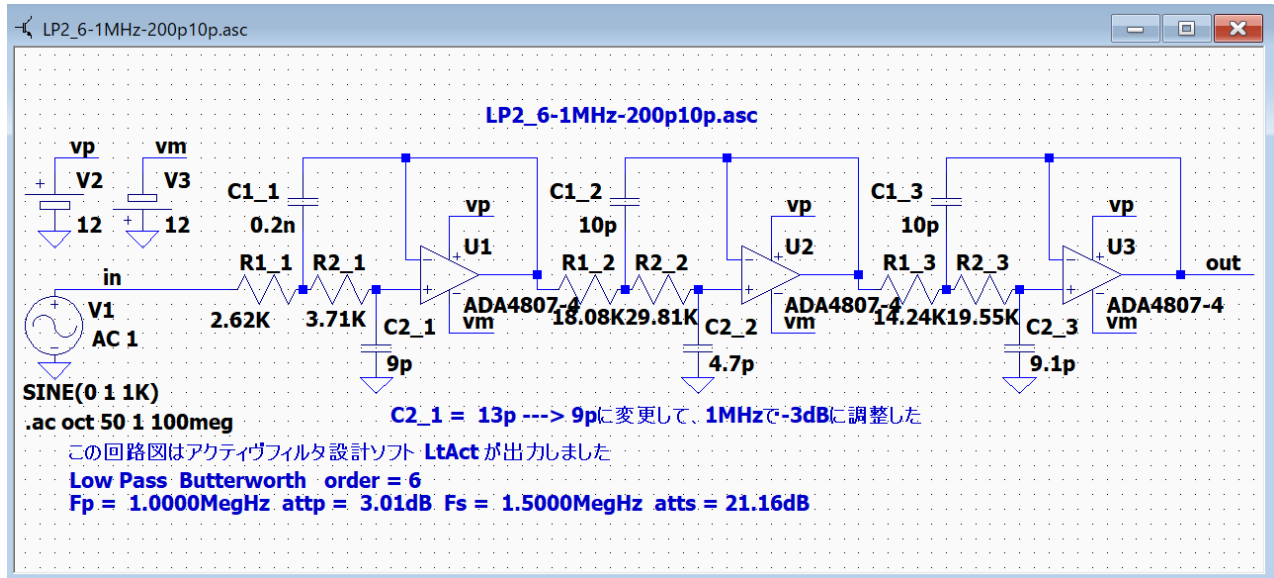
R1\_3 = 1.4240K R2\_3 = 1.9547K 誤差 = 5.82 %

LtAct Ver.1.45 設計例と同じ

ローパス

さらに調整した回路図

C1\_1 = 0.2n に設定し、C1\_2= C1\_3= 10p に設定しました。



100MHz において、-120dB を確保しています。

ローパス

LP1\_6-4MHz.asc

ローパス・バターワース 6次 4MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m (<=58)$  6

カットオフ周波数  $F_c$  4 Meg

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Butterworth 次数=6

Fp = 4.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 6.0000MegHz atts = 21.16dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

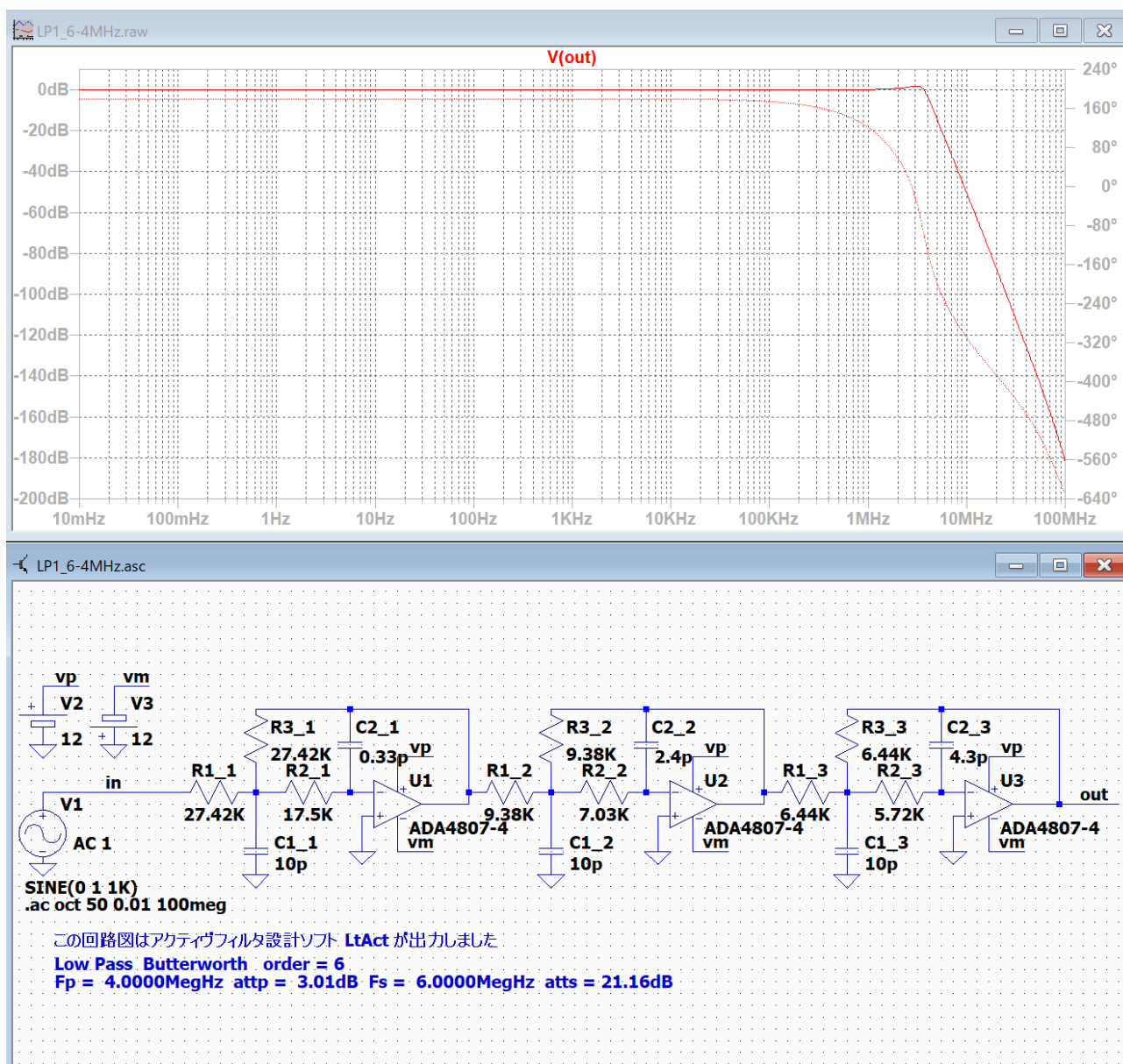
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	13.0097Meg	631.6547T	0	0	631.6547T
		Fc= 4.0000Meg	Q = 1.9319	GB 積=772.7408Meg	
2	35.5431Meg	631.6547T	0	0	631.6547T
		Fc= 4.0000Meg	Q = 0.7071	GB 積=282.8428Meg	
3	48.5527Meg	631.6547T	0	0	631.6547T
		Fc= 4.0000Meg	Q = 0.5176	GB 積=207.0553Meg	

バターワース

LP1\_6-4MHz.asc

ローパス

## 完成した回路図



4MHz で-3.04dB, 10MHz で -50.0dB

高域の特性が改善された

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1 = 11.3n, C1\_2=1.62n, C1\_3=0.5n

LtAct Ver.2.10 では、C1\_1 = 0.5n, C1\_2=50p, C1\_3=50p



ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LtAct Ver.2.0 設計例\ローパス\バターワース\LP1\_6-4MHz.asc 作成日時 Wed Dec 09 06:51:48 2020

アナログ Low Pass Butterworth 次数=6

Fp = 4.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 6.0000MegHz atts = 21.16dB

1 (LP1) C1\_1 = 10.0000p C2\_1 = 0.3300p  
 R1\_1 = R3\_1 = 27.4178K R2\_1 = 17.4974K 誤差 = 3.2515 %  
 2 (LP1) C1\_2 = 10.0000p C2\_2 = 2.4000p  
 R1\_2 = R3\_2 = 9.3783K R2\_2 = 7.0337K 誤差 = 4.4550 %  
 3 (LP1) C1\_3 = 10.0000p C2\_3 = 4.3000p  
 R1\_3 = R3\_3 = 6.4376K R2\_3 = 5.7191K 誤差 = 4.2378 %

高域の特性が改善された

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1 = 11.3n, C1\_2=1.62n, C1\_3=0.5n

LtAct Ver.2.10 では、C1\_1 = 0.5n, C1\_2=50p, C1\_3=50p

「LtAct ver.2.40」の場合

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_6-4MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:09:29 2021

アナログ Low Pass Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp = 4.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 6.0000MegHz atts = 21.16dB

1 (LP1) 「LP1-3-1」 C1\_1 = 0.1000n C2\_1 = 3.3000p  
 R1\_1 = R3\_1 = 2.7418K R2\_1 = 1.7497K 誤差 = 3.25 %  
 2 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_2 = 10.0000p C2\_2 = 2.4000p  
 R1\_2 = R3\_2 = 9.3783K R2\_2 = 7.0337K 誤差 = 4.46 %  
 3 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_3 = 10.0000p C2\_3 = 4.3000p  
 R1\_3 = R3\_3 = 6.4376K R2\_3 = 5.7191K 誤差 = 4.24 %

バターワース

LP1\_6-4MHz.asc

ローパス

## チェビシェフ

LP2\_6-100KHz.asc

ローパス・チェビシェフ 6次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  100 KHz

周波数  $F_c$  における減衰量又はリップル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍

遮断特性 チェビシェフ

OK

キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=6

 $F_p = 100.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 150.0000\text{KHz}$   $atts = 27.82\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

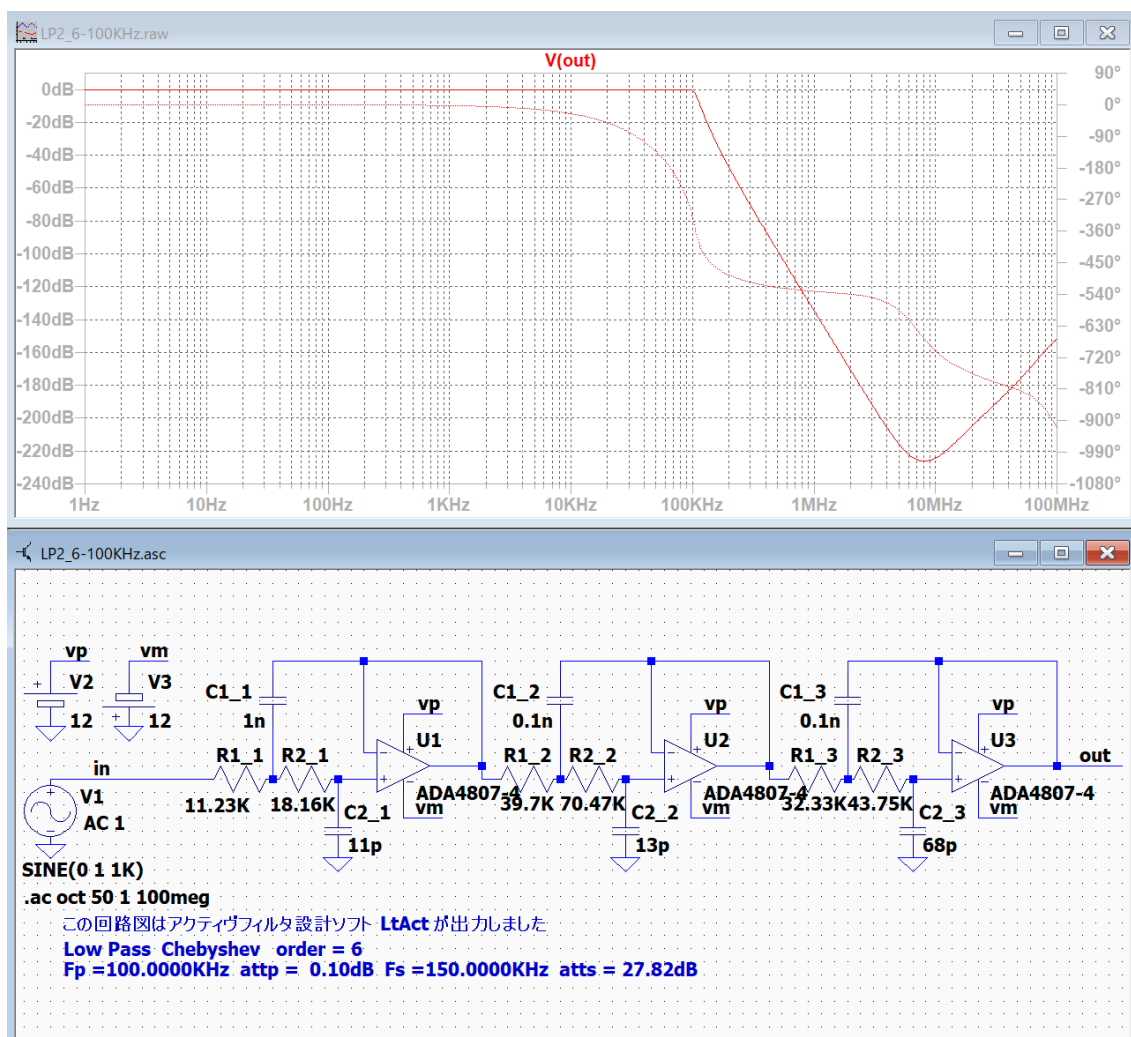
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	144.1279K	445.8640G	0	0	445.8640G
		$F_c =$	106.2726K	$Q =$	4.6329 GB 積= 49.2351Meg
2	393.7649K	274.9175G	0	0	274.9175G
		$F_c =$	83.4490K	$Q =$	1.3316 GB 積= 11.1118Meg
3	537.8928K	103.9709G	0	0	103.9709G
		$F_c =$	51.3188K	$Q =$	0.5995 GB 積= 3.0764Meg

チェビシェフ

LP2\_6-100KHz.asc

ローパス

完成した回路図



100KHz で -0.6dB, 200KHz で -47.3dB, 1MHz で -134.4dB

100MHz において、-150dB の減衰量を確保しています。

LtAct Ver.1.45 設計例でも、C1\_1 = 1n, C1\_2=0.1n, C1\_3=0.1n

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP2\_6-100KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:15:32 2021

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=6

参照モード=0

Fp =100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =150.0000KHz atts = 27.82dB

1 (LP2) 「LP2-2-0」 C1\_1 = 1.0000n C2\_1 = 11.0000p

R1\_1 = 11.2290K R2\_1 = 18.1579K 誤差 = 2.22 %

2 (LP2) 「LP2-1-2」 C1\_2 = 0.1000n C2\_2 = 13.0000p

R1\_2 = 39.7033K R2\_2 = 70.4738K 誤差 = 3.93 %

3 (LP2) 「LP2-1-2」 C1\_3 = 0.1000n C2\_3 = 68.0000p

R1\_3 = 32.3265K R2\_3 = 43.7543K 誤差 = 2.70 %

LtAct Ver.1.45 設計例と同じ

ローパス

LP1\_6-100KHz.asc

ローパス・チェビシェフ 6次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  100 KHz

周波数  $F_c$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍

遮断特性 チェビシェフ

OK

キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=6

 $F_p = 100.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 150.0000\text{KHz}$   $atts = 27.82\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

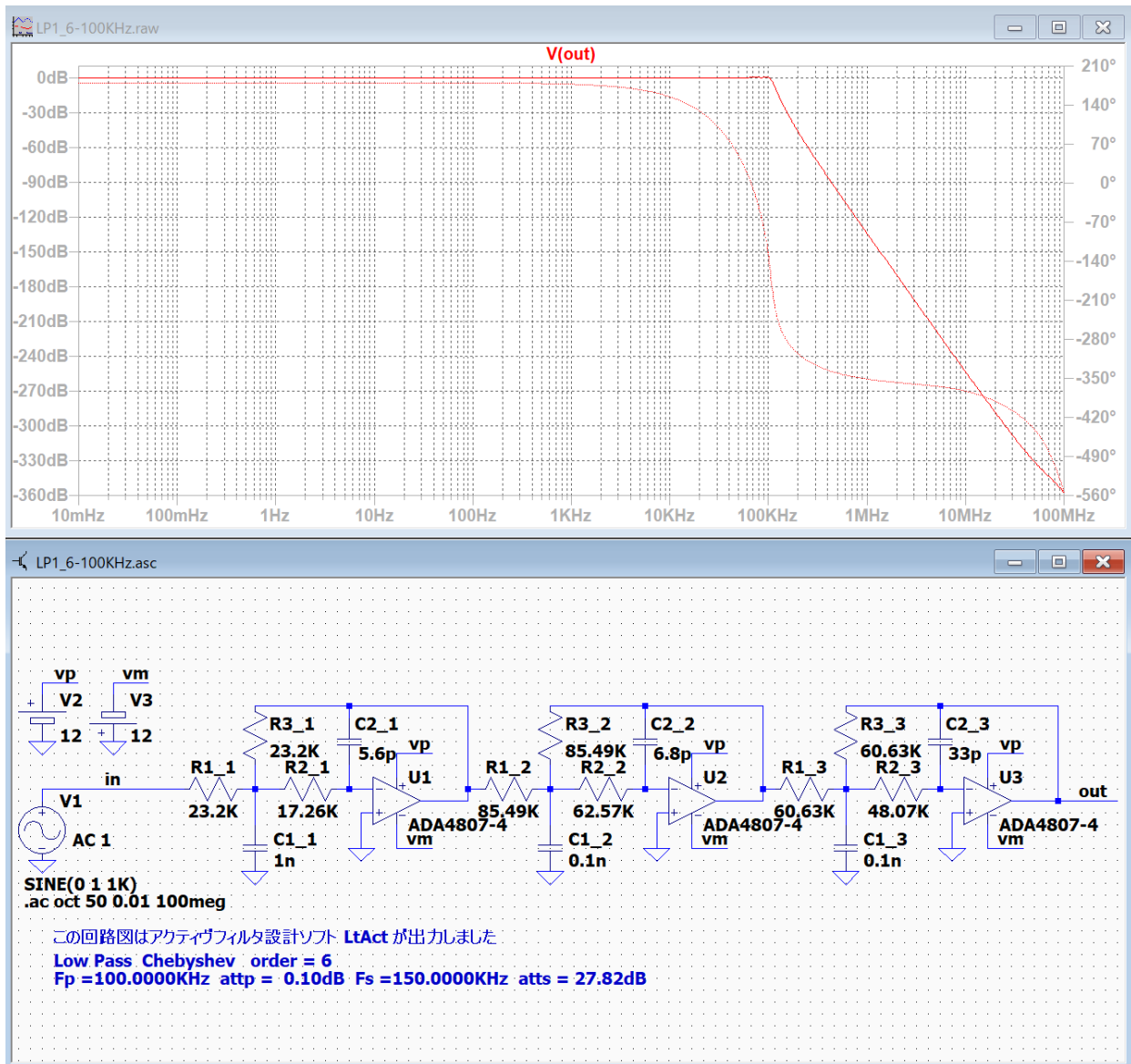
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	144.1279K	445.8640G	0	0	445.8640G
		$F_c =$	106.2726K	$Q =$	4.6329 GB 積= 49.2351Meg
2	393.7649K	274.9175G	0	0	274.9175G
		$F_c =$	83.4490K	$Q =$	1.3316 GB 積= 11.1118Meg
3	537.8928K	103.9709G	0	0	103.9709G
		$F_c =$	51.3188K	$Q =$	0.5995 GB 積= 3.0764Meg

チェビシェフ

LP1\_6-100KHz.asc

ローパス

## 完成した回路図



100KHz で 0.09dB, 200KHz で -46.4dB, 1MHz で -133.7dB

Ver.2.10 では高域が改善された

LtAct Ver.1.45 設計例では、 $C1\_1 = 1\text{n}$ ,  $C1\_2 = 1\text{n}$ ,  $C1\_3 = 0.1\text{n}$

LtAct Ver.2.10 では、 $C1\_1 = 1\text{n}$ ,  $C1\_2 = 0.1\text{n}$ ,  $C1\_3 = 0.1\text{n}$

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_6-100KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:17:09 2021

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=6

参照モード=0

Fp =100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =150.0000KHz atts = 27.82dB

- 1 (LP1) 「LP1-2-0」 C1\_1 = 1.0000n C2\_1 = 5.6000p  
R1\_1 = R3\_1 = 23.2046K R2\_1 = 17.2598K 誤差 = 5.49 %
- 2 (LP1) 「LP1-1-2」 C1\_2 = 0.1000n C2\_2 = 6.8000p  
R1\_2 = R3\_2 = 85.4888K R2\_2 = 62.5719K 誤差 = 4.18 %
- 3 (LP1) 「LP1-1-2」 C1\_3 = 0.1000n C2\_3 = 33.0000p  
R1\_3 = R3\_3 = 60.6304K R2\_3 = 48.0711K 誤差 = 3.17 %

Ver.2.10 では高域が改善された

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1 = 1n, C1\_2=1n, C1\_3=0.1n

LtAct Ver.2.10 では、C1\_1 = 1n, C1\_2=0.1n, C1\_3=0.1n

ローパス

LP1\_4-1Hz.asc

ローパス・チェビシェフ 6次 1Hz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	チェビシェフ
設計するフィルタの次数 m(<=58)	4		
カットオフ周波数 Fc	1	Hz	
周波数Fcにおける減衰量又はリップル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=4

Fp = 1.0000 Hz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000 Hz atts = 11.42dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	3.3195	52.5075	0	0	52.5075
		Fc=	1.1533	Q =	2.1829 GB 積=251.7508
2	8.0140	24.5921	0	0	24.5921
		Fc=	0.7893	Q =	0.6188 GB 積= 48.8392

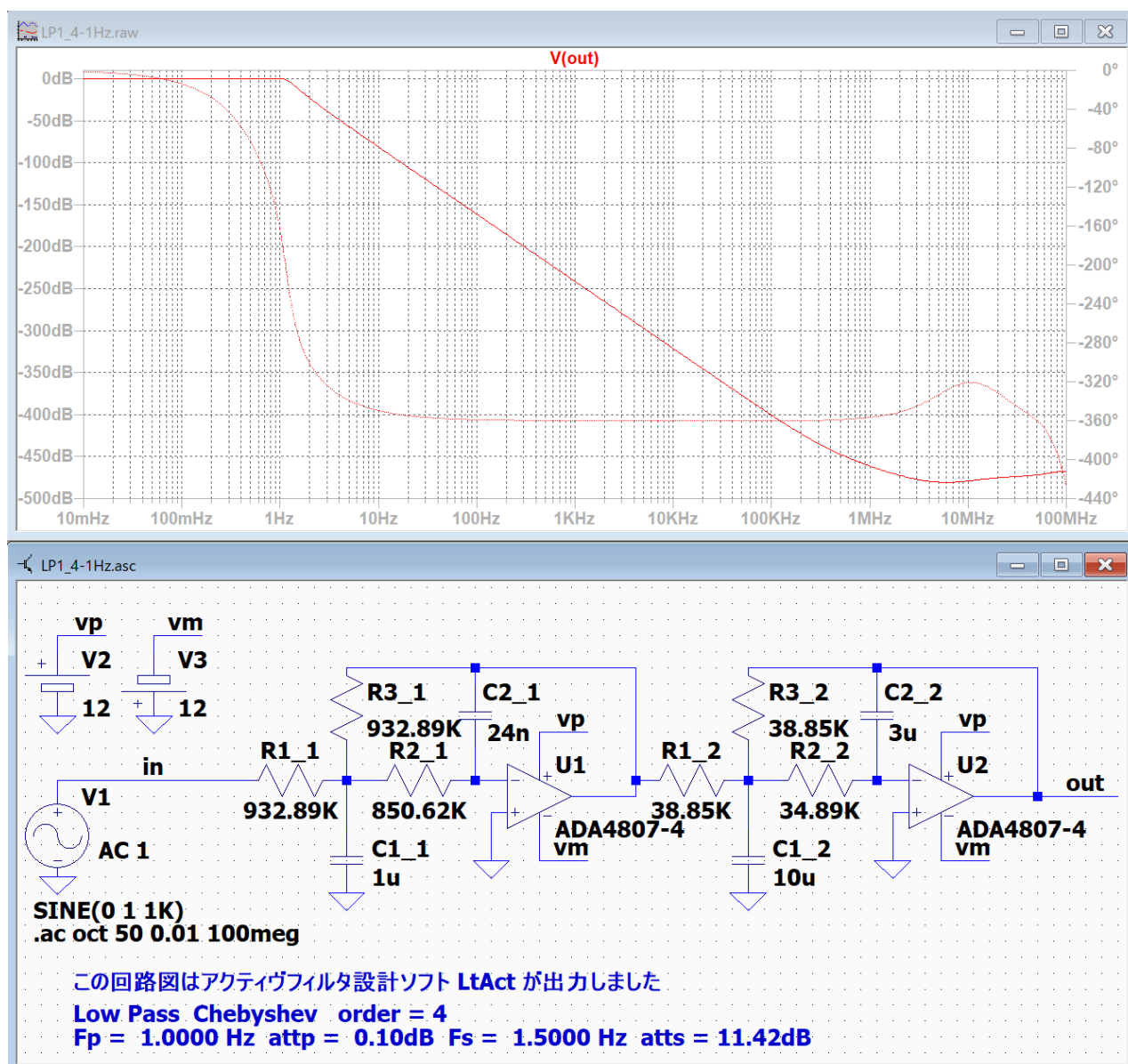
チェビシェフ

LP1\_4-1Hz.asc



ローパス

完成した回路図



1Hz で 0dB, 2Hz で -23.2dB, 10Hz で -81.5dB

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1 = 10u, C1\_2=0.1u

LtAct Ver.2.10 では、C1\_1 = 1u, C1\_2=0.1u

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LtAct Ver.2.0 設計例\ローパス\チェビシェフ\LP1\_4-1Hz.asc 作成日時 Wed Dec 09 04:52:08 2020

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=4

Fp = 1.0000 Hz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000 Hz atts = 11.42dB

1 (LP1) C1\_1 = 1.0000u C2\_1 = 24.0000n

R1\_1 = R3\_1 = 932.8888K R2\_1 = 850.6233K 誤差 = 4.3567 %

2 (LP1) C1\_2 = 10.0000u C2\_2 = 3.0000u

R1\_2 = R3\_2 = 38.8545K R2\_2 = 34.8853K 誤差 = 3.2172 %

Ver.2.10 では高域が少し改善された

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1 = 10u, C1\_2=0.1u

LtAct Ver.2.10 では、C1\_1 = 1u, C1\_2=0.1u

「LtAct ver.2.40」の場合

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_4-1Hz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:23:16 2021

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=4

参照モード=0

Fp = 1.0000 Hz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000 Hz atts = 11.42dB

1 (LP1) 「LP1-0-1」 C1\_1 = 1.0000u C2\_1 = 24.0000n

R1\_1 = R3\_1 = 932.8888K R2\_1 = 850.6233K 誤差 = 4.36 %

2 (LP1) 「LP1-0-2」 C1\_2 = 1.0000u C2\_2 = 0.3000u

R1\_2 = R3\_2 = 388.5446K R2\_2 = 348.8532K 誤差 = 3.22 %

ローパス

LP1\_4-1MHz.asc

ローパス・チェビシェフ 4次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

遮断特性 チェビシェフ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  4

カットオフ周波数  $F_c$  1 Meg

周波数  $F_c$  における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=4

 $F_p = 1.0000\text{MegHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 1.5000\text{MegHz}$   $atts = 11.42\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2 次式

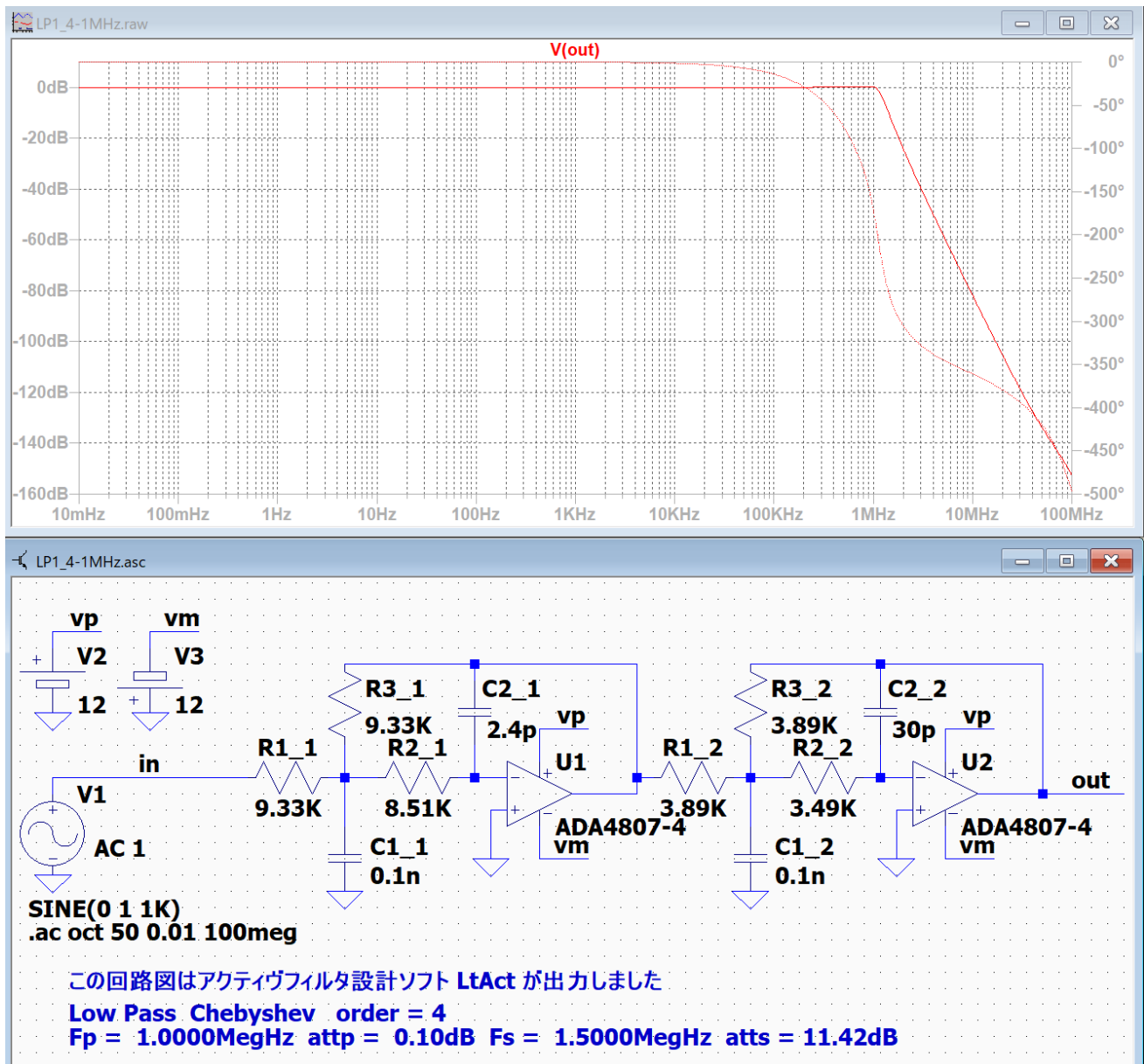
n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	3.3195Meg	52.5075T	0	0	52.5075T
		$F_c = 1.1533\text{Meg}$	$Q = 2.1829$		$\text{GB 積} = 251.7508\text{Meg}$
2	8.0140Meg	24.5921T	0	0	24.5921T
		$F_c = 789.2559\text{K}$	$Q = 0.6188$		$\text{GB 積} = 48.8392\text{Meg}$

チェビシェフ

LP1\_4-1MHz.asc

ローパス

## 完成した回路図



1MHz で 0.25dB, 2MHz で -24dB, 10MHz で -81.7dB

Ver.2.10 では高域が改善された

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1 = 1n, C1\_2=0.1n

LtAct Ver.2.10 では、C1\_1 = 0.1n, C1\_2=0.1n

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LtAct Ver.2.0 設計例\ローパス\チェビシェフ\LP1\_4-1MHz.asc 作成日時 Wed Dec 09 04:55:57 2020

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=4

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 11.42dB

1 (LP1) C1\_1 = 0.1000n C2\_1 = 2.4000p

R1\_1 = R3\_1 = 9.3289K R2\_1 = 8.5062K 誤差 = 4.3567 %

2 (LP1) C1\_2 = 0.1000n C2\_2 = 30.0000p

R1\_2 = R3\_2 = 3.8854K R2\_2 = 3.4885K 誤差 = 3.2172 %

Ver.2.10 では高域が改善された

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1 = 1n, C1\_2=0.1n

LtAct Ver.2.10 では、C1\_1 = 0.1n, C1\_2=0.1n

「LtAct ver.2.40」の場合

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_4-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:26:02 2021

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=4

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 11.42dB

1 (LP1) 「LP1-3-1」 C1\_1 = 1.0000n C2\_1 = 24.0000p

R1\_1 = R3\_1 = 932.8888 R2\_1 = 850.6233 誤差 = 4.36 %

2 (LP1) 「LP1-2-2」 C1\_2 = 0.1000n C2\_2 = 30.0000p

R1\_2 = R3\_2 = 3.8854K R2\_2 = 3.4885K 誤差 = 3.22 %

ローパス

LP1\_6-1MHz.asc

ローパス・チェビシェフ 6次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ 遮断特性 チェビシェフ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

カットオフ周波数  $F_c$  1 Meg

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=6

 $F_p = 1.0000\text{MegHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 1.5000\text{MegHz}$   $atts = 27.82\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

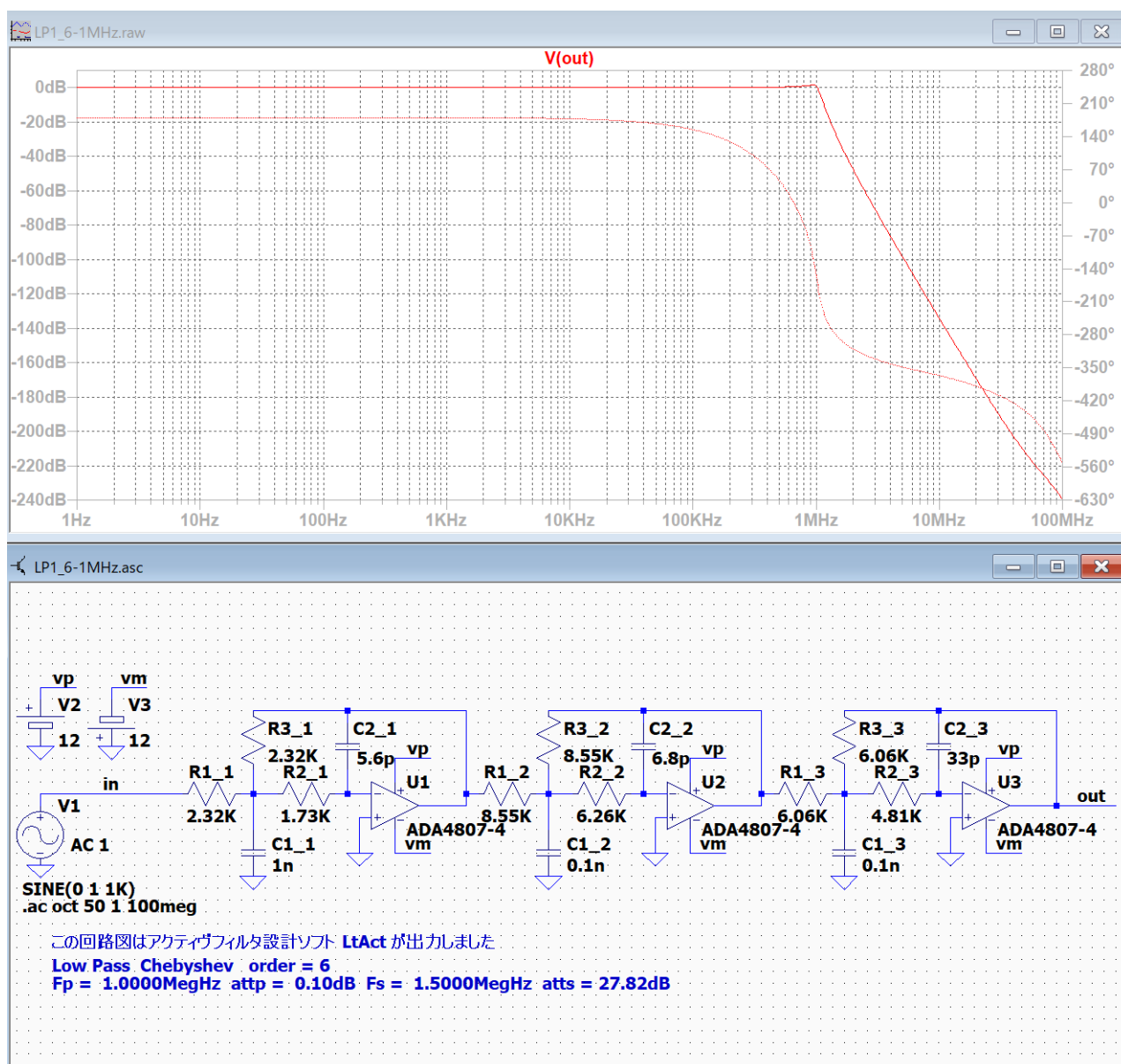
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.4413Meg	44.5864T	0	0	44.5864T
		$F_c = 1.0627\text{Meg}$	$Q = 4.6329$		$GB \text{ 積} = 492.3506\text{Meg}$
2	3.9376Meg	27.4917T	0	0	27.4917T
		$F_c = 834.4905\text{K}$	$Q = 1.3316$		$GB \text{ 積} = 111.1183\text{Meg}$
3	5.3789Meg	10.3971T	0	0	10.3971T
		$F_c = 513.1876\text{K}$	$Q = 0.5995$		$GB \text{ 積} = 30.7635\text{Meg}$

チェビシェフ

LP1\_6-1MHz.asc

ローパス

完成した回路図



1MHz で 0.86dB, 2MHz で -47.5dB, 10MHz で -134.1dB

Ver.2.10 では高域が改善されました

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1 = 1n, C1\_2=1n, C1\_3=0.1n

LtAct Ver.2.10 では、C1\_1 = 1n, C1\_2=0.1n, C1\_3=0.1n

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_6-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:29:31 2021

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 27.82dB

- 1 (LP1) 「LP1-3-0」 C1\_1 = 1.0000n C2\_1 = 5.6000p  
R1\_1 = R3\_1 = 2.3205K R2\_1 = 1.7260K 誤差 = 5.49 %
- 2 (LP1) 「LP1-2-2」 C1\_2 = 0.1000n C2\_2 = 6.8000p  
R1\_2 = R3\_2 = 8.5489K R2\_2 = 6.2572K 誤差 = 4.18 %
- 3 (LP1) 「LP1-2-2」 C1\_3 = 0.1000n C2\_3 = 33.0000p  
R1\_3 = R3\_3 = 6.0630K R2\_3 = 4.8071K 誤差 = 3.17 %

Ver.2.10 では高域が改善された

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1 = 1n, C1\_2=1n, C1\_3=0.1n

LtAct Ver.2.10 設計例では、C1\_1 = 1n, C1\_2=0.1n, C1\_3=0.1n



ローパス

LP2\_6-1MHz.asc

ローパス・チェビシェフ 6次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ 遮断特性 チェビシェフ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  1 Meg

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

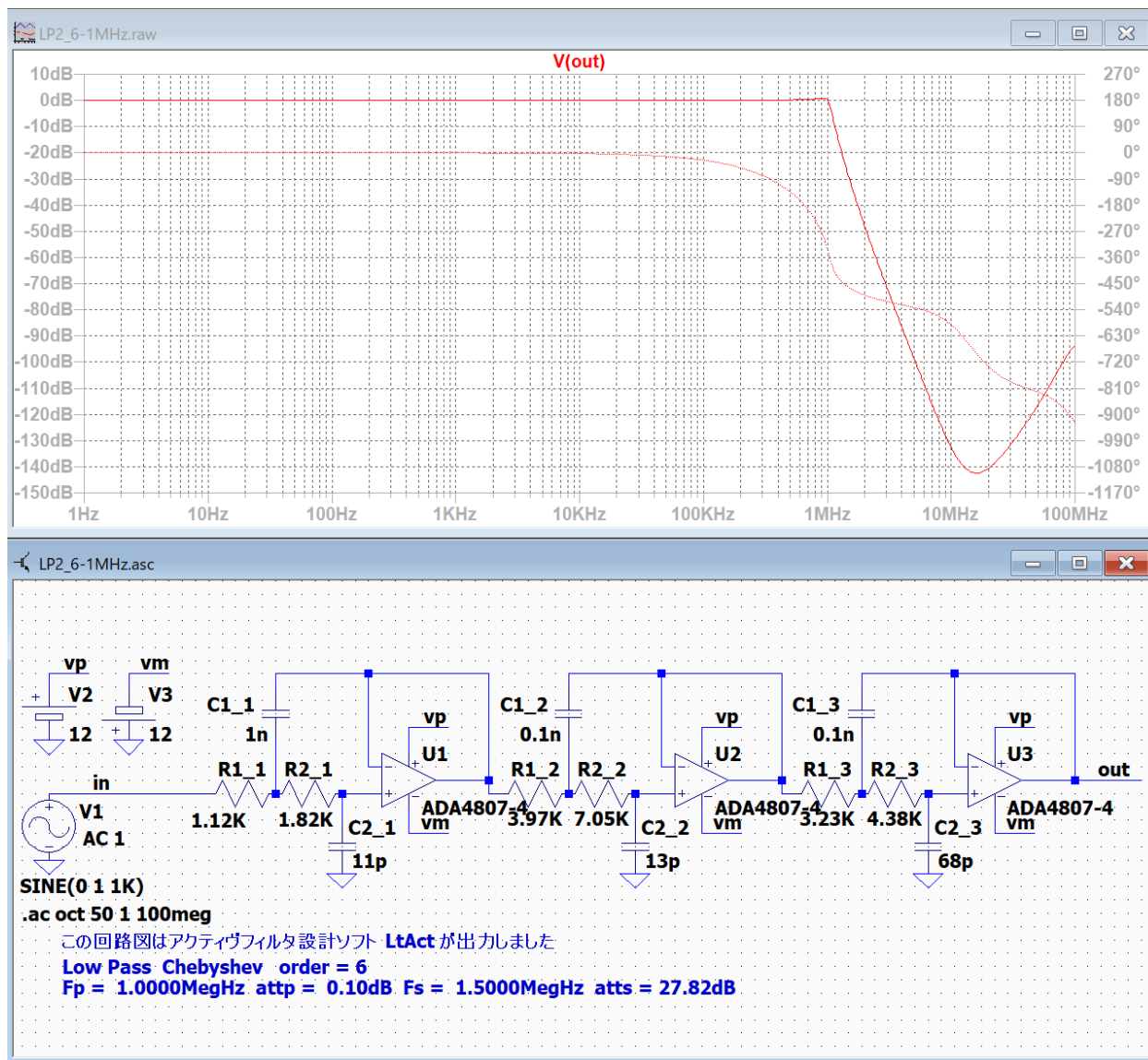
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.4413Meg	44.5864T	0	0	44.5864T
		Fc= 1.0627Meg	Q = 4.6329	GB 積=492.3506Meg	
2	3.9376Meg	27.4917T	0	0	27.4917T
		Fc= 834.4905K	Q = 1.3316	GB 積=111.1183Meg	
3	5.3789Meg	10.3971T	0	0	10.3971T
		Fc= 513.1876K	Q = 0.5995	GB 積= 30.7635Meg	

チェビシェフ

LP2\_6-1MHz.asc

ローパス

完成した回路図



1MHz で 0.14dB, 2MHz で -47.9dB, 10MHz で-132.5dB

LtAct Ver.1.45 設計例と同じ

チェビシェフ

LP2\_6-1MHz.asc

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP2\_6-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:31:25 2021

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 27.82dB

1 (LP2) 「LP2-3-0」 C1\_1 = 1.0000n C2\_1 = 11.0000p

R1\_1 = 1.1229K R2\_1 = 1.8158K 誤差 = 2.22 %

2 (LP2) 「LP2-2-2」 C1\_2 = 0.1000n C2\_2 = 13.0000p

R1\_2 = 3.9703K R2\_2 = 7.0474K 誤差 = 3.93 %

3 (LP2) 「LP2-2-2」 C1\_3 = 0.1000n C2\_3 = 68.0000p

R1\_3 = 3.2326K R2\_3 = 4.3754K 誤差 = 2.70 %

LtAct Ver.1.45 設計例と同じ

ローパス

LP2\_6-4MHz.asc

ローパス・チェビシェフ 6次 4MHz

設計パラメータの入力

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ Low Pass Chebyshev 次数=6

Fp = 4.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 6.0000MegHz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

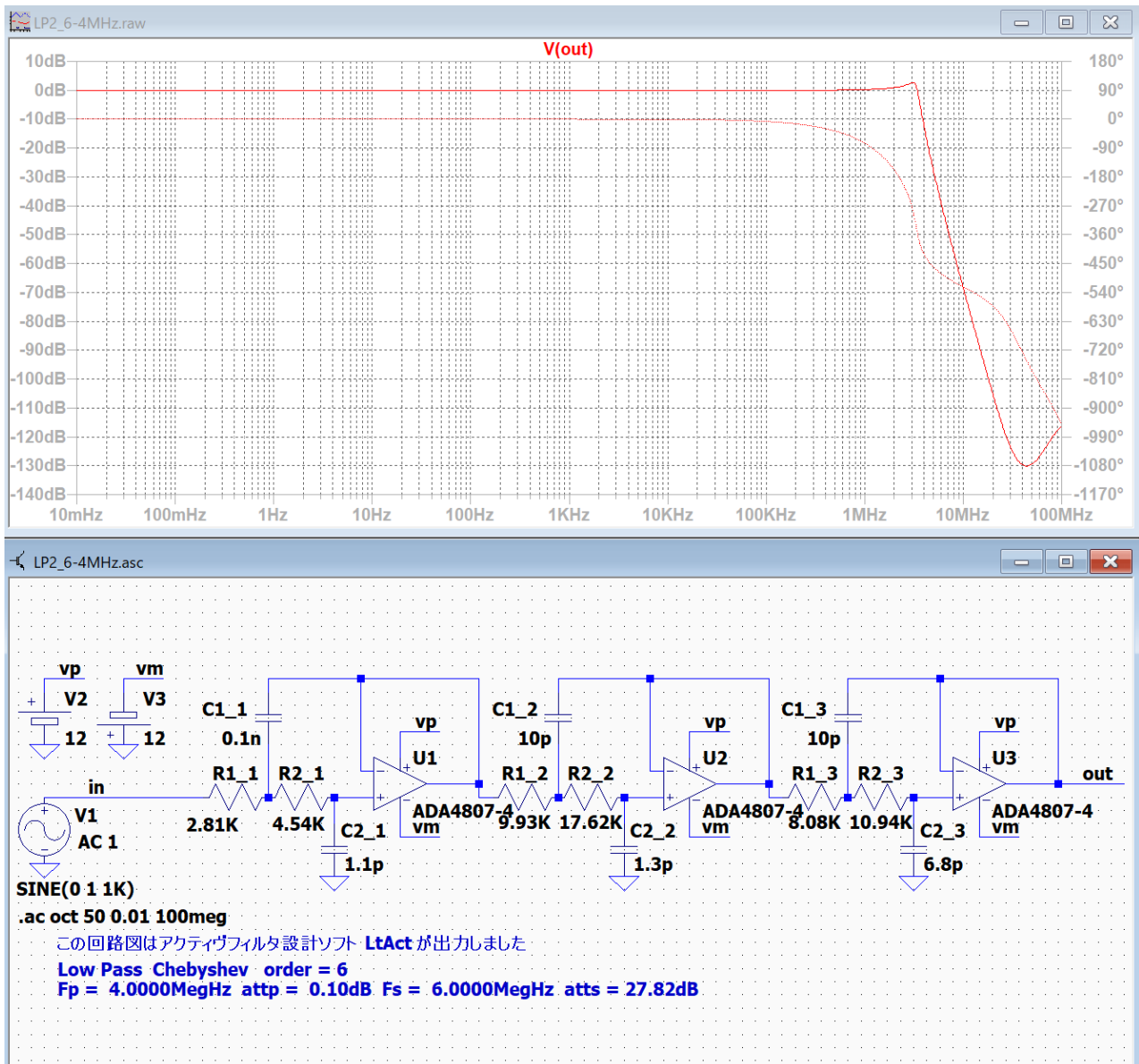
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	5.7651Meg	713.3824T	0	0	713.3824T
		Fc= 4.2509Meg	Q = 4.6329	GB 積= 1.9694G	
2	15.7506Meg	439.8679T	0	0	439.8679T
		Fc= 3.3380Meg	Q = 1.3316	GB 積=444.4732Meg	
3	21.5157Meg	166.3534T	0	0	166.3534T
		Fc= 2.0528Meg	Q = 0.5995	GB 積=123.0542Meg	

チェビシェフ

LP2\_6-4MHz.asc

ローパス

完成した回路図



4MHz で -12.2dB, 10MHz で-68.3dB

ピークは小さいが改善できそうです。

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1 = 1n, C1\_2=51p, C1\_3=10p

LtAct Ver.2.10 では、C1\_1 = 0.1n, C1\_2=10p, C1\_3=10p

C2\_1 を小さくすると、ピークの周波数が高くなりますが、リップルが現れない範囲で調整します。±1p の範囲です。

C2\_2 と C2\_3 もピークとリップルの調整に有効です。

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LtAct Ver.2.0 設計例\ローパス\チェビシェフ\LP2\_6-4MHzp.asc 作成日時 Wed Dec 09 06:05:40 2020

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=6

Fp = 4.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 6.0000MegHz atts = 27.82dB

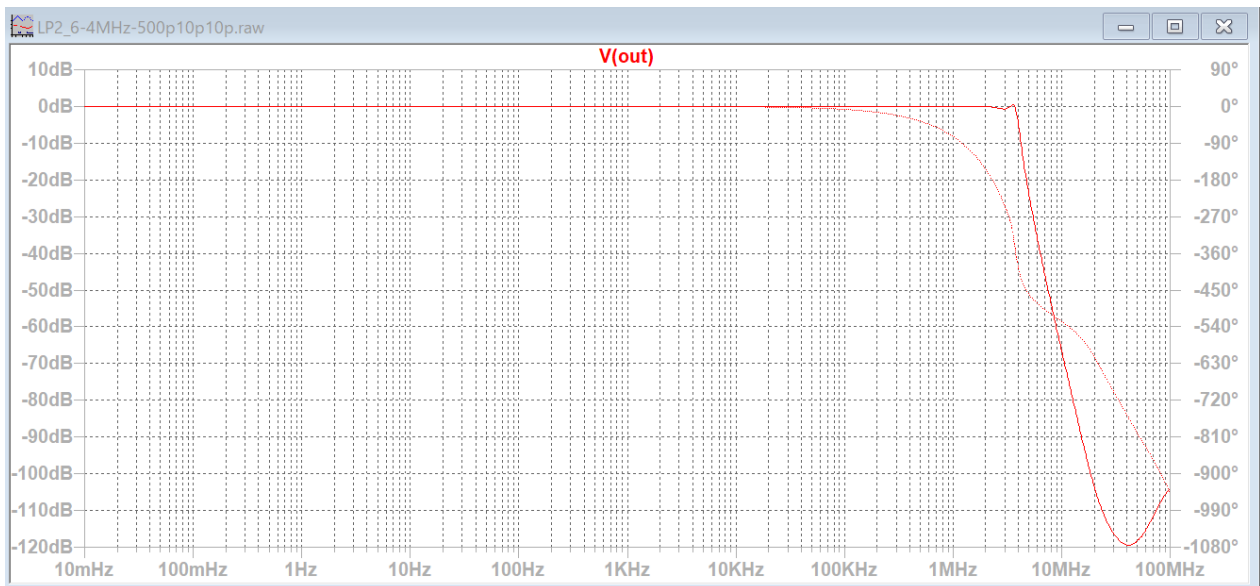
1 (LP2) C1\_1 = 0.1000n C2\_1 = 1.1000p  
 R1\_1 = 2.8072K R2\_1 = 4.5395K 誤差 = 5.2056 %  
 2 (LP2) C1\_2 = 10.0000p C2\_2 = 1.3000p  
 R1\_2 = 9.9258K R2\_2 = 17.6184K 誤差 = 2.2910 %  
 3 (LP2) C1\_3 = 10.0000p C2\_3 = 6.8000p  
 R1\_3 = 8.0816K R2\_3 = 10.9386K 誤差 = 1.5687 %

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1 = 1n, C1\_2=51p, C1\_3=10p

LtAct Ver.2.10 では、C1\_1 = 0.1n, C1\_2=10p, C1\_3=10p

LtAct Ver.2.40 では、C1\_1 = 0.1n, C1\_2=0.1n, C1\_3=0.1n

C1\_1 = 0.51n, C1\_2=10p, C1\_3=10p に変更してピークを抑制した例。



4MHz で -4.9dB, 10MHz で -66.5dB

チェビシェフ

LP2\_6-4MHz.asc

## ローパス

## 基本回路 LP3 のコンデンサ値

LP3(et1)は逆チェビシェフと楕円関数のローパスフィルタで使用される基本回路名です。

et1 は LP3, HP3, BP3 及び BE1 で利用される基本回路です。

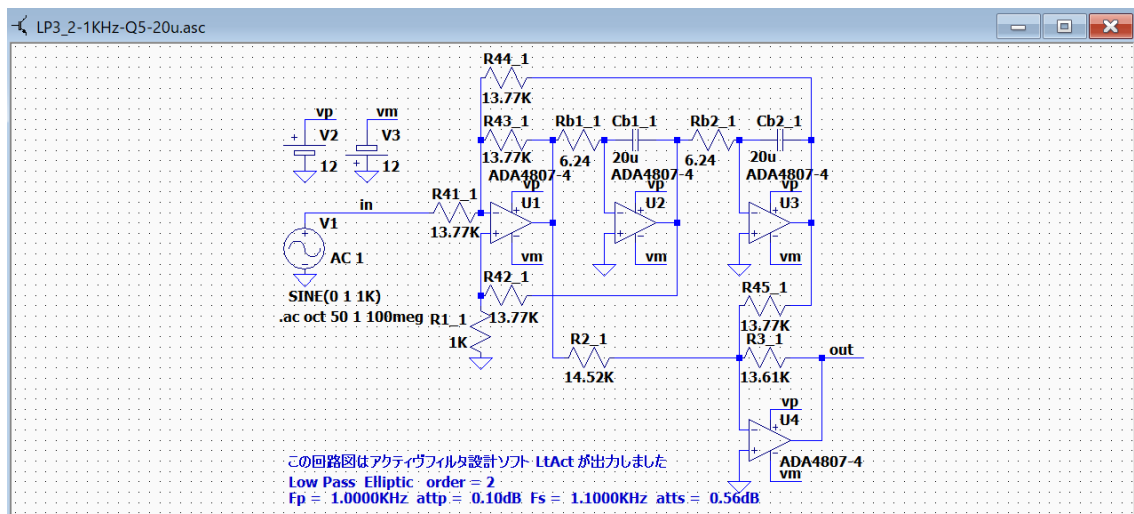
フィルタの周波数ごとにコンデンサの利用可能な範囲を確認しました。

C1\_1 の値を 10p から 100u まで変えて、回路の Q 値が約 5, 2, 1 に対して、遮断特性とピークを確認しました。出来るだけ小さいコンデンサの素子値で、ピークが小さくなる素子値を推奨値としてまとめました。

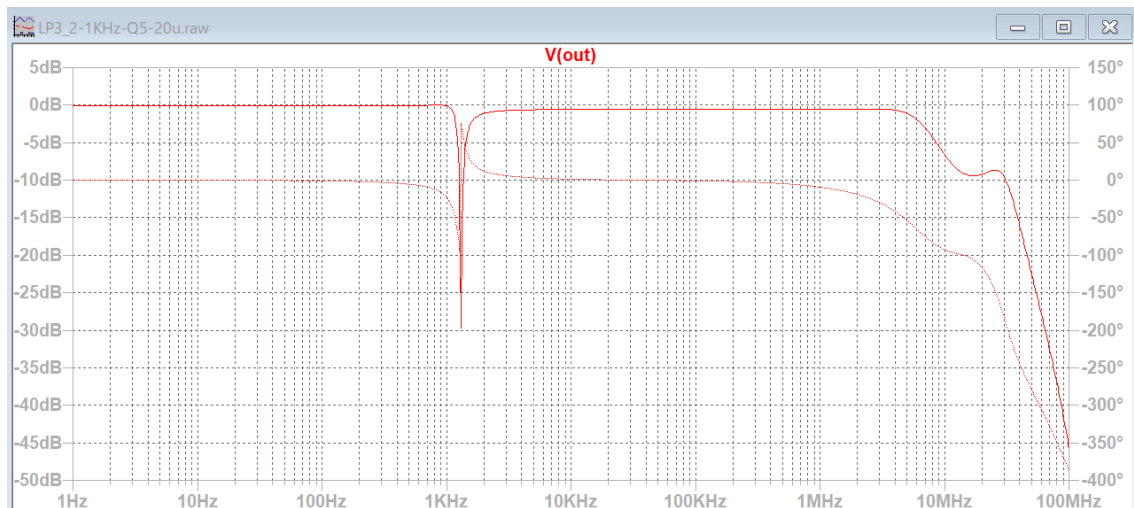
高次数のローパスフィルタのコンデンサ値を設定する時に参考になると思います。

## ローパス・楕円関数 2 次 1KHz LP3

Q=5 程度の場合 (Xs=1.1, 1.3, 2 に設定すると、それぞれ Q=5, 2, 1 程度になります)



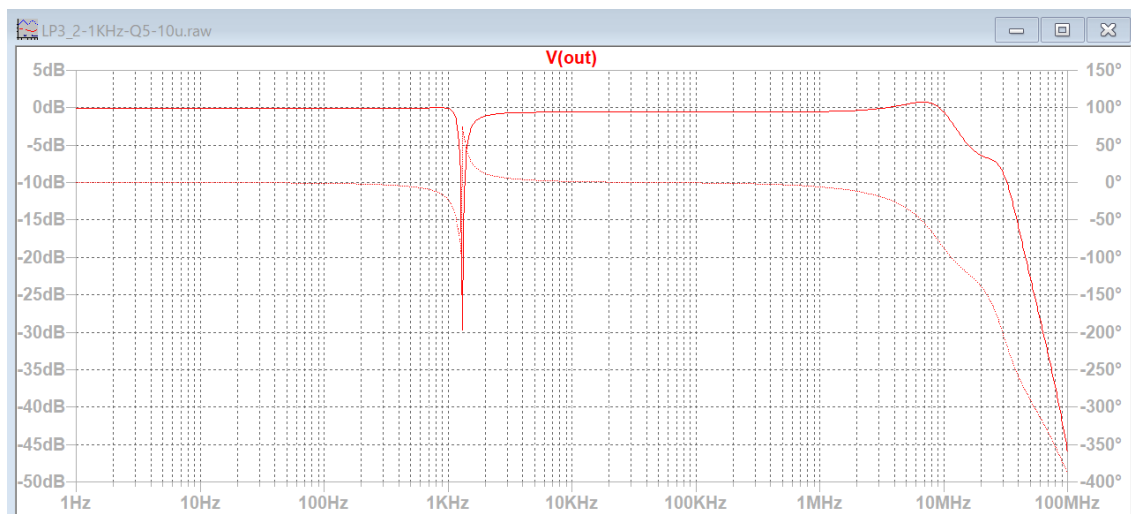
Q=5, C1\_1=20u の場合



20u では素子値が大きすぎて、遮断域内で減衰量が停滞する部分があります。

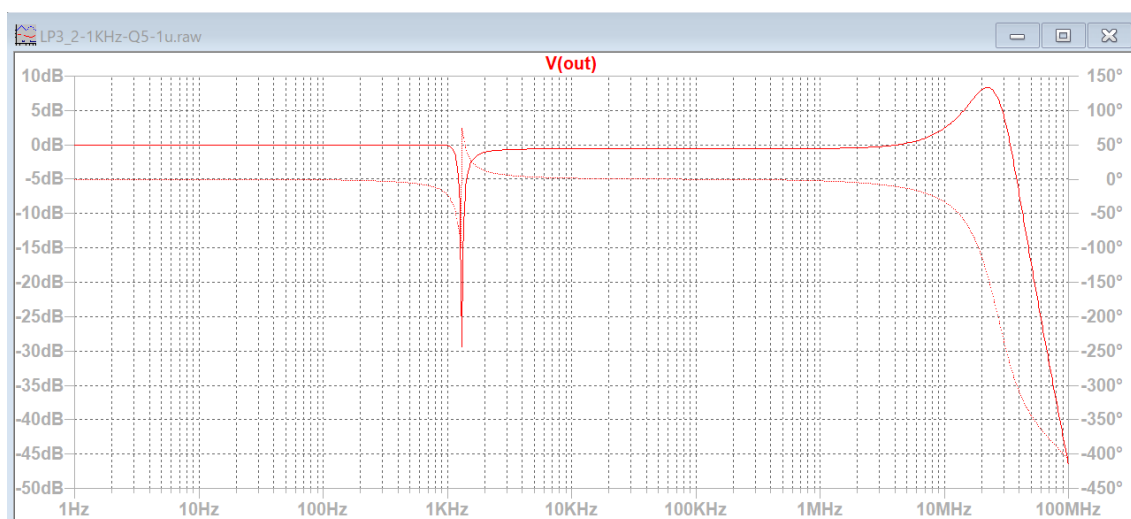
ローパス

C1\_1=10u の場合



10u にすると、減衰量が単調に増加しています。

C1\_1=1u の場合



1u にすると、ピークが発生します。

以上より、1KHz で回路の  $Q$  が 5 程度の場合には、C1\_1=10u を推奨値とします。

(10u 以下にして、遮断域にピークが発生しても回路図作成後に調整すれば良いので、まだ試す価値がある) → 「参照モード 1」として利用する

同様に、 $Q=2(X_s=1.3)$  および  $Q=1(X_s=2)$  程度の場合の推奨値を求めます。

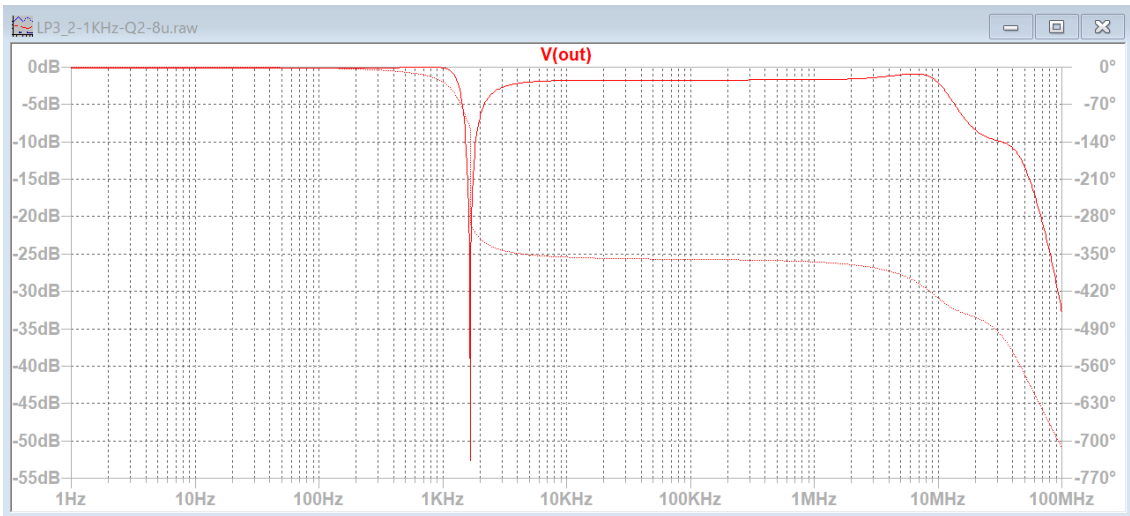
$Q < 1$  の場合は  $Q=1$  の推奨値を使用します。

基本回路 LP3 のコンデンサ値ローパス・楕円関数 2 次 1KHz LP3

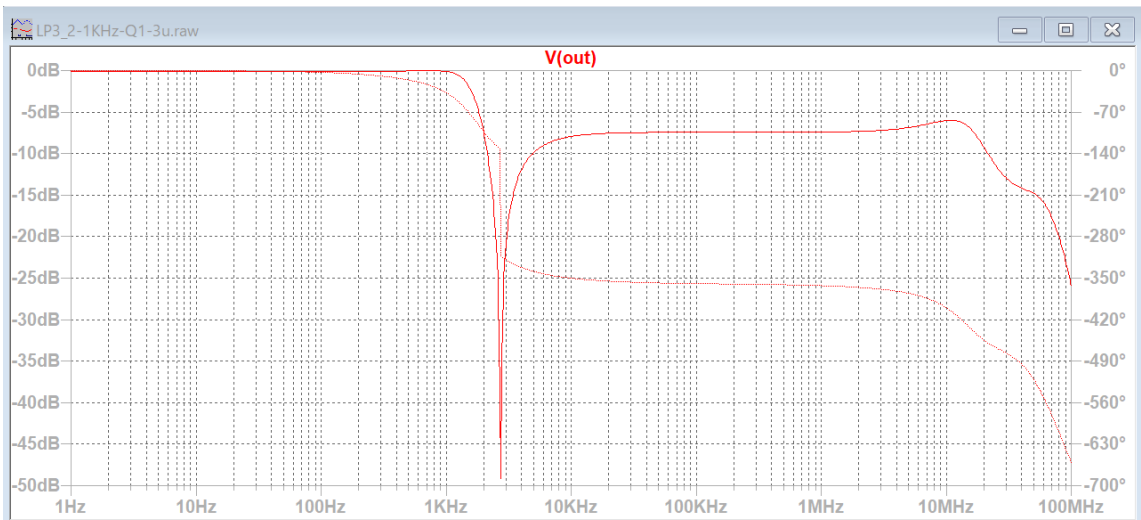


ローパス

$Q=2$ ,  $C1\_1=8.2\mu$  の場合、減衰量が単調に増加しています。



$Q=1$ ,  $C1\_1=3\mu$  の場合、減衰量が単調に増加しています。



同様にして、フィルタの周波数 1KHz から 1MHz までの推奨値を求めます。

ローパス

まとめ LP3 の Cb1\_1 の値

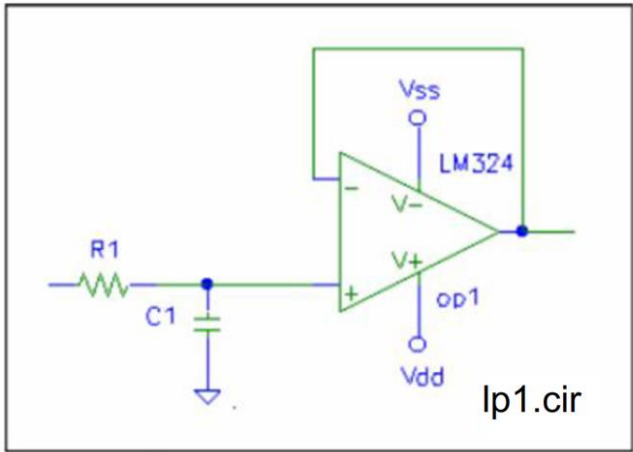
この表はオペアンプに ADA4807-4 を利用する場合の値です。

LP3(et1)	Cb1_1の値	LtAct ver.1.45	
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	10u	8.2u	3u
10	1.2u	0.9u	0.4u
100	120n	90n	40n
1000	18n	10n	4n

表の値は参考値です。ピークが発生する程度の値が望ましい時などもありますので、希望する特性が得られなかったときは広範囲に値を変えて実験して下さい。

→ 「参照モード 1」を利用する

奇数次数のローパスフィルタには、第 1 ブロックに 1 次のフィルタが追加されます。C1 を周波数に見合った適当な値に設定して下さい。



lp1 (1次)	C1の値
周波数 KHz	
1	1n
10	0.1n
100	10p
1000	10p

図 2－1 1 次のローパスフィルタ基本回路 1 lp1\_1.cir

基本回路「lp1.cir」は、LP1, LP2, LP3, LP4 で利用されます。

LP3(et1)	Cb1_1の値	LtAct ver.2.10	
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	100n	82n	30n
10	12n	9n	4n
100	1.2n	0.9n	0.4n
1000	0.18n	0.1n	40p

et1 と et2 は LtAct ver.2.10 で改訂しました。BP3, BP4, BE1, BE2 も変更しました。

「基本回路とコンデンサの推奨値」を参照して下さい。

ローパス

## LP3 回路の素子値の設定方法

4 次のローパス・楕円関数フィルタを設計します。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Elliptic 次数=4

Fp = 10.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 15.0000KHz atts = 29.06dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

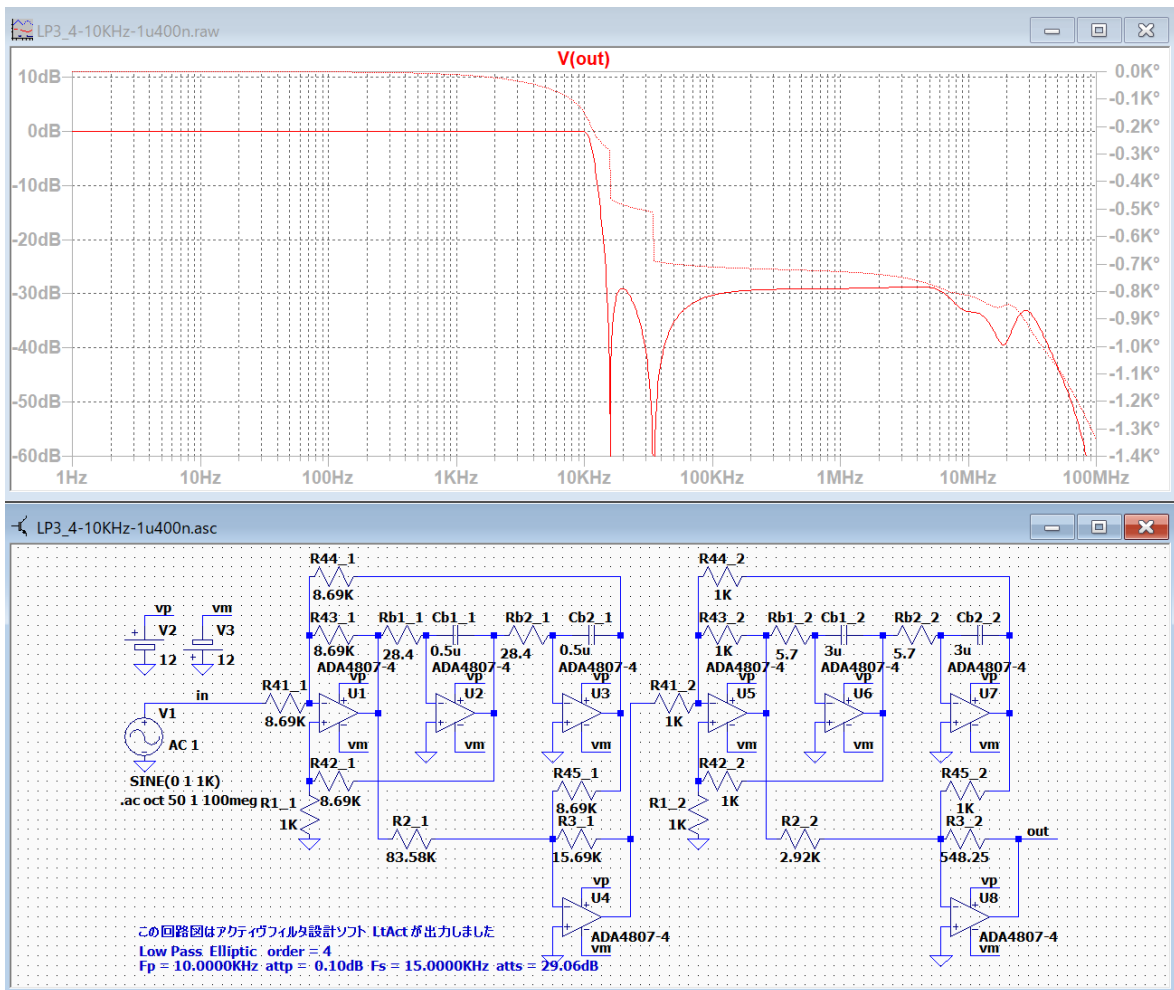
$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

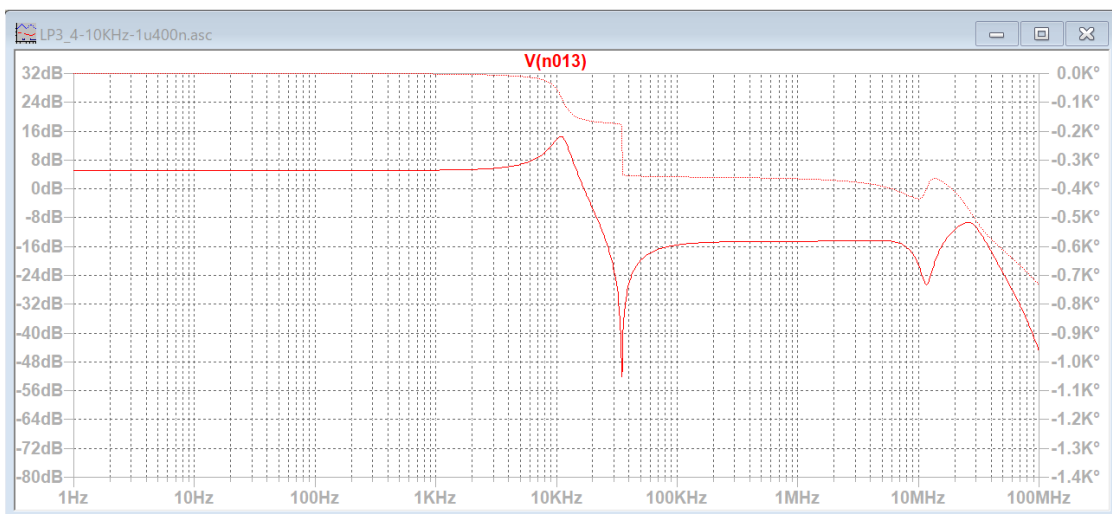
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	21.8186K	4.9666G	0.1877	0	8.9645G
		Fc=	11.2163K	Q =	3.2300 GB 積= 3.6229Meg
2	87.8055K	3.4301G	0.1877	0	1.8786G
		Fc=	9.3212K	Q =	0.6670 GB 積=621.7351K

フィルタの Q 値は 1 番目のブロックが 3.2、2 番目のブロックが 0.67 で、周波数は 10KHz ですから、「まとめ LP3 の Cb1\_1 の推奨値」を参考にして、Cb1\_1 = 1u, Cb1\_2 = 0.4u に設定して回路図を作成後、「ファイル」→「データファイルを開く」で LP3\_4-10KHz-1u400n.asc を「LTSpice」に読み込んで、「RUN」してノード「out」を確認します。

ローパス



20MHz 付近にピークがあるので、V(out)を右クリックして「Delete this Trace」をクリックしてから、オペアンプ U4 の出力ノードを確認します。



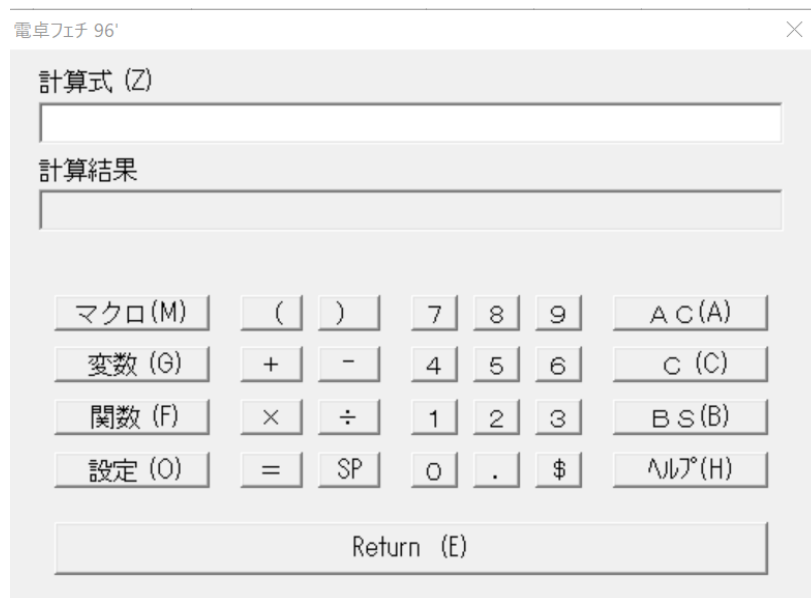
基本回路 LP3 のコンデンサ値LP3 回路の素子値の設定方法

ローパス

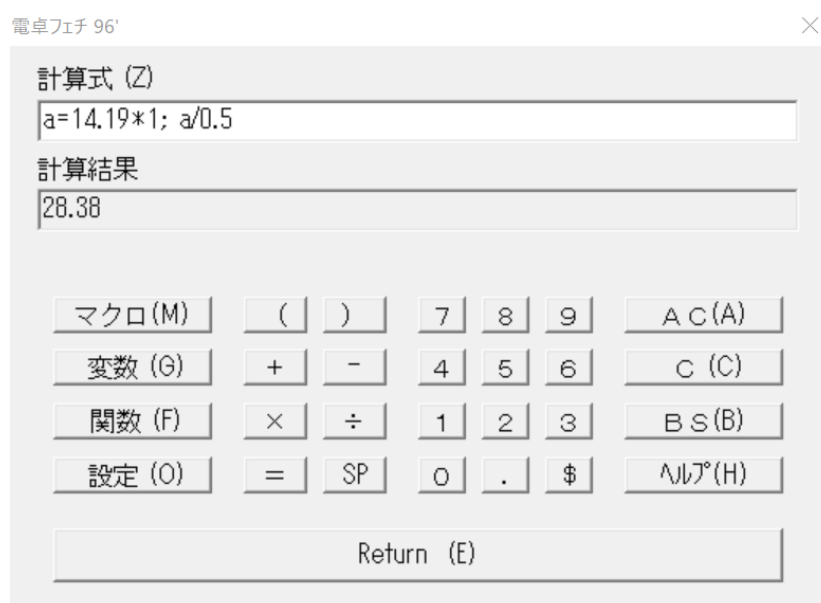
20MHz 付近にピークがあるので、Cb1\_1 と Cb2\_1 を 0.5u から 2u の範囲で調整してグラフの変化を確認して、ピークが改善される値を探します。

Cb1\_1 と Rb1\_1 を掛けた値が変化しないように、値を調整する必要があります。  
下記より、「電卓プログラム Dt\_.exe」をダウンロードして、起動してください。

<https://www.vector.co.jp/vpack/browse/person/an008575.html>



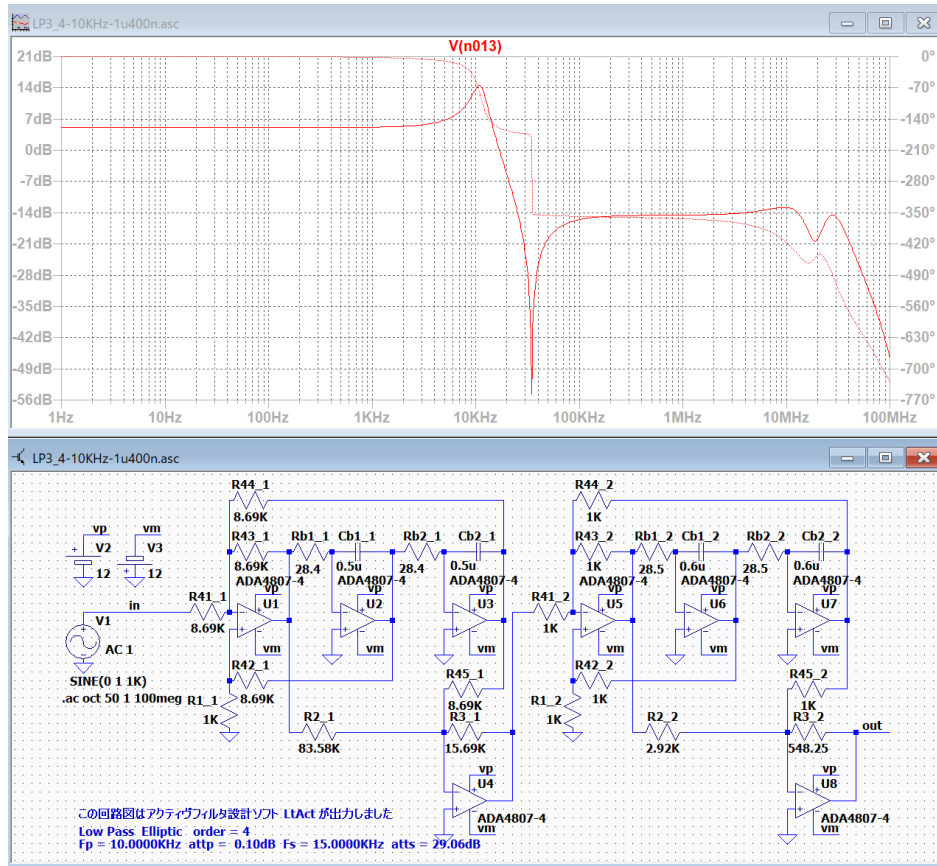
Cb1\_1 と Rb1\_1 を乗算する数式を次のように入力して「Enter」してください。



## ローパス

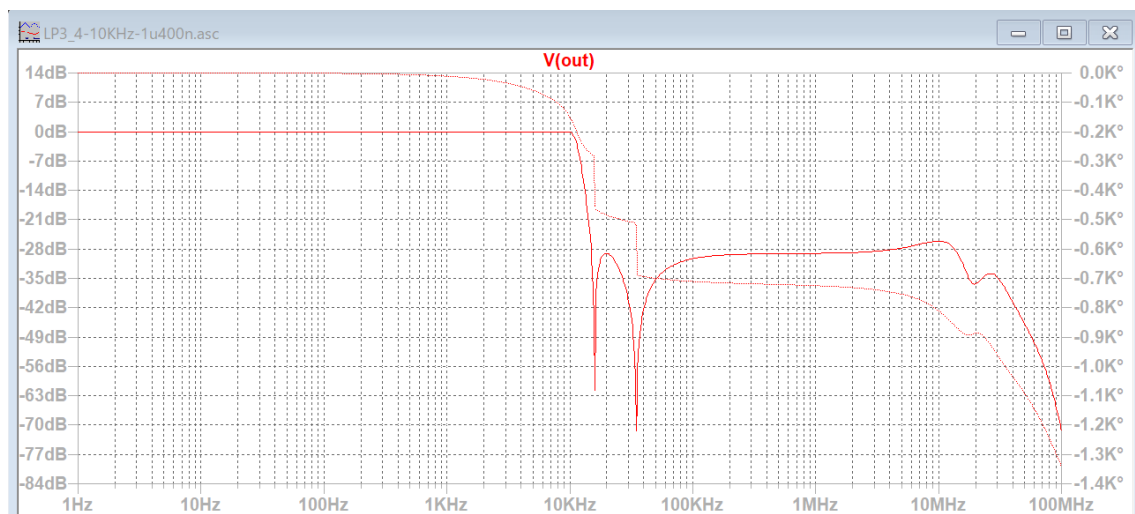
計算結果は  $Cb1\_1=0.5u$  に変更する時の  $Rb1\_1$  の値になります。

回路図で、 $Cb1\_1$  と  $Rb1\_1$  および  $Cb2\_1$  と  $Rb2\_1$  に変更すべき値を入力して再び「RUN」して下さい。



$Cb1\_1 = Cb2\_1 = 0.5u$ ,  $Rb1\_1 = Rb2\_1 = 28.4$  に変更すると、ピークが消えました。

$V(n013)$  のグラフを消して、 $V(out)$  を表示します。



基本回路 LP3 のコンデンサ値LP3 回路の素子値の設定方法

ローパス

10MHz 付近で少しピークがあるので、同様にして Cb1\_2 を 0.3u から 1.2u の間で調整します。

電卓 96' ×

計算式 (Z)

a=28.5\*0.6; a/0.3

計算結果

57.

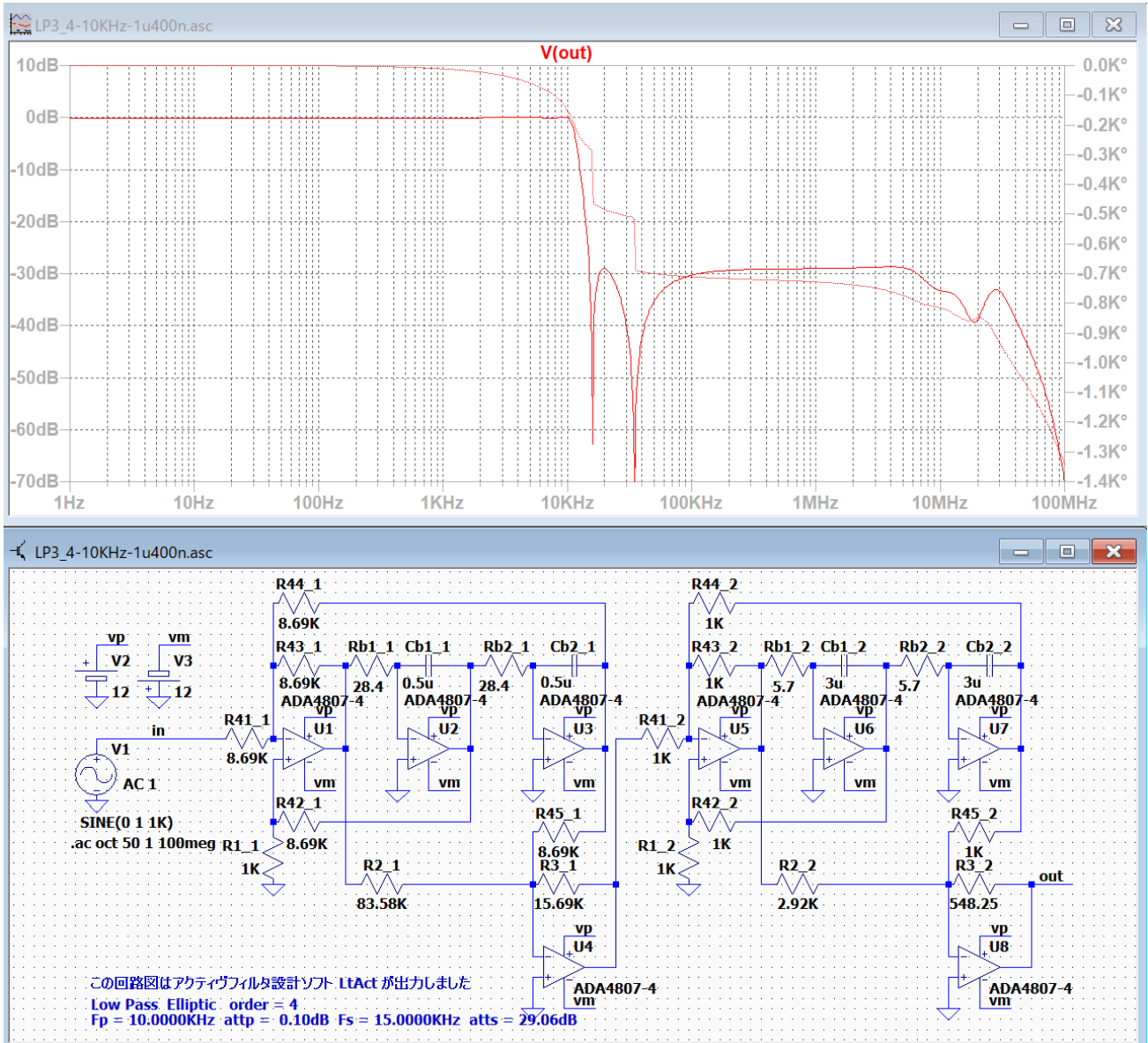
マクロ (M)	(	)	7	8	9	AC (A)
変数 (G)	+	-	4	5	6	C (C)
関数 (F)	×	÷	1	2	3	BS (B)
設定 (O)	=	SP	0	.	\$	ヘルプ (H)

Return (E)

0.3u に変更するとピークが大きくなり、1.2u にするとピークが改善されましたが、足りなかったため最終的に 3u に決定しました。

ローパス

LP3\_4-10KHz-1u400n.asc



6 次以上のフィルタも同様に、伝達関数の係数と  $Q$  値を出力して、 $Q$  値と周波数に対応した  $Cb1\_?$  を設定して、回路図を出力してから、LTSpice で第 1 ブロックから順に素子値を調整して下さい。

基本回路 LP3 のコンデンサ値LP3 回路の素子値の設定方法



ローパス

## 基本回路 LP4 のコンデンサ値

LP4(et2)は逆チェビシェフと楕円関数のローパスフィルタで使用される基本回路名です。

et2 は LP4, HP4, BP4 及び BE2 で利用される基本回路です。

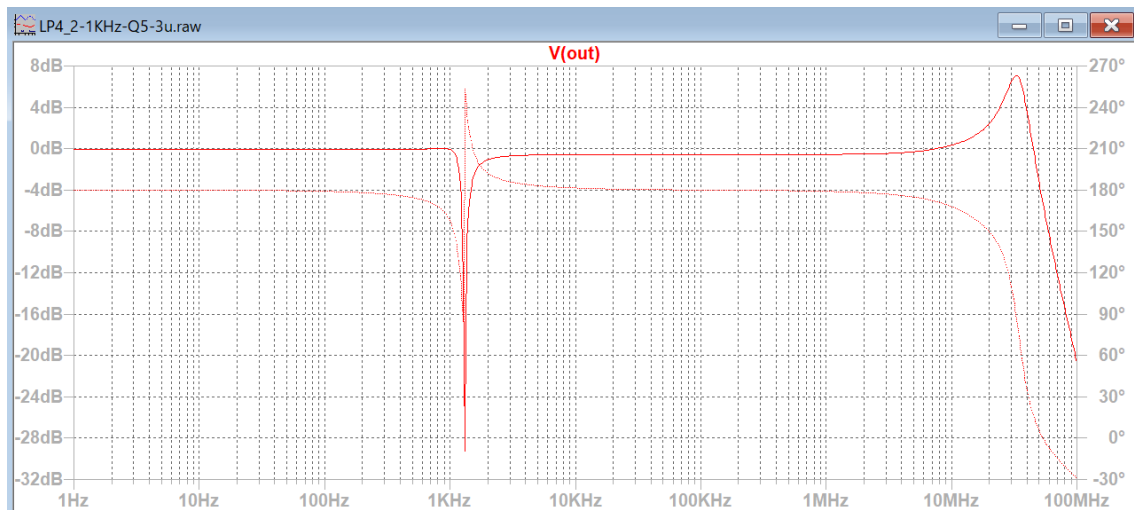
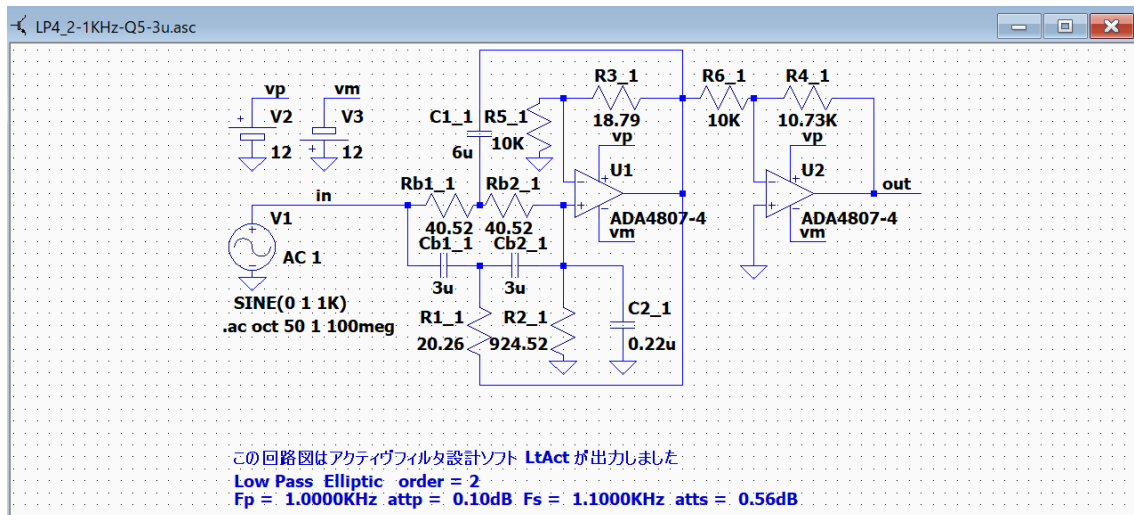
フィルタの周波数ごとにコンデンサの利用可能な範囲を確認しました。

C1\_1 の値を 10p から 100u まで変えて、回路の Q 値が約 5, 2, 1 に対して、遮断特性とピークを確認しました。出来るだけ小さいコンデンサの素子値で、ピークが小さくなる素子値を推奨値としてまとめました。

高次数のローパスフィルタのコンデンサ値を設定する時に参考になると思います。

## ローパス・楕円関数 2 次 1KHz LP4

Q=5 程度の場合 (Xs=1.1, 1.3, 2 に設定すると、それぞれ Q=5, 2, 1 程度になります)



Q=5, 1KHz の場合、C1\_1=3u の時にピークが一番小さくなりました。しかし、et2 ではピークを完全に消すことは出来ません。

ローパス

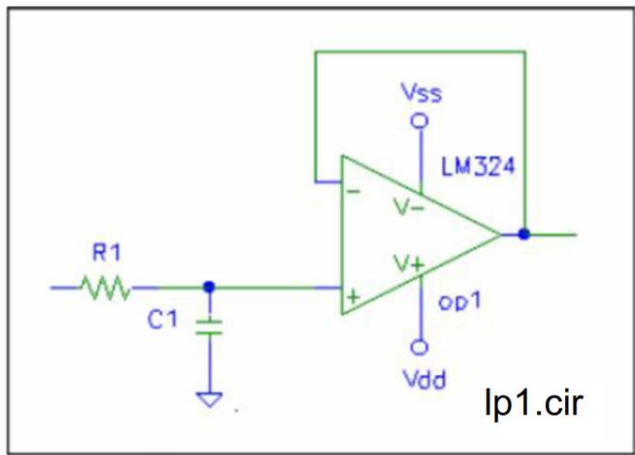
まとめ LP4 の Cb1\_1 の値

この表はオペアンプに ADA4807-4 を利用する場合の値です。

LP4(et2)	Cb1_1の値	LtAct ver.1.45	
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	3u	1u	0.1u
10	0.2u	0.1u	20n
100	20n	10n	2n
1000	2n	1n	0.2n

表の値は参考値です。ピークが発生する程度の値が望ましい時などもありますので、希望する特性が得られなかったときは広範囲に値を変えて実験して下さい。

奇数次数のローパスフィルタには、第 1 ブロックに 1 次のフィルタが追加されます。C1 を周波数に見合った適当な値に設定して下さい。



lp1 (1次)	C1の値
周波数 KHz	
1	1n
10	0.1n
100	10p
1000	10p

図 2－1 1 次のローパスフィルタ基本回路 1 lp1\_1.cir

基本回路「lp1.cir」は、LP1, LP2, LP3, LP4 で利用されます。

LP4(et2)	Cb1_1の値	LtAct ver.2.10	
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1.5u	0.5u	50n
10	0.1u	50n	10n
100	10n	5n	1n
1000	1n	500p	100p

et1 と et2 は LtAct ver.2.10 で改訂しました。BP3, BP4, BE1, BE2 も変更しました。

「基本回路とコンデンサの推奨値」を参照して下さい。

ローパス

## LP4 回路の素子値の設定方法

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  4

カットオフ周波数  $F_c$  10 KHz

周波数  $F_c$  における減衰量又はリプル attp 0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍

OK キャンセル

4 次のローパス・楕円関数フィルタを設計します。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Elliptic 次数=4

$F_p = 10.0000\text{KHz}$   $\text{attp} = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 15.0000\text{KHz}$   $\text{atts} = 29.06\text{dB}$

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

$H_n = \frac{Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4}{s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1}$

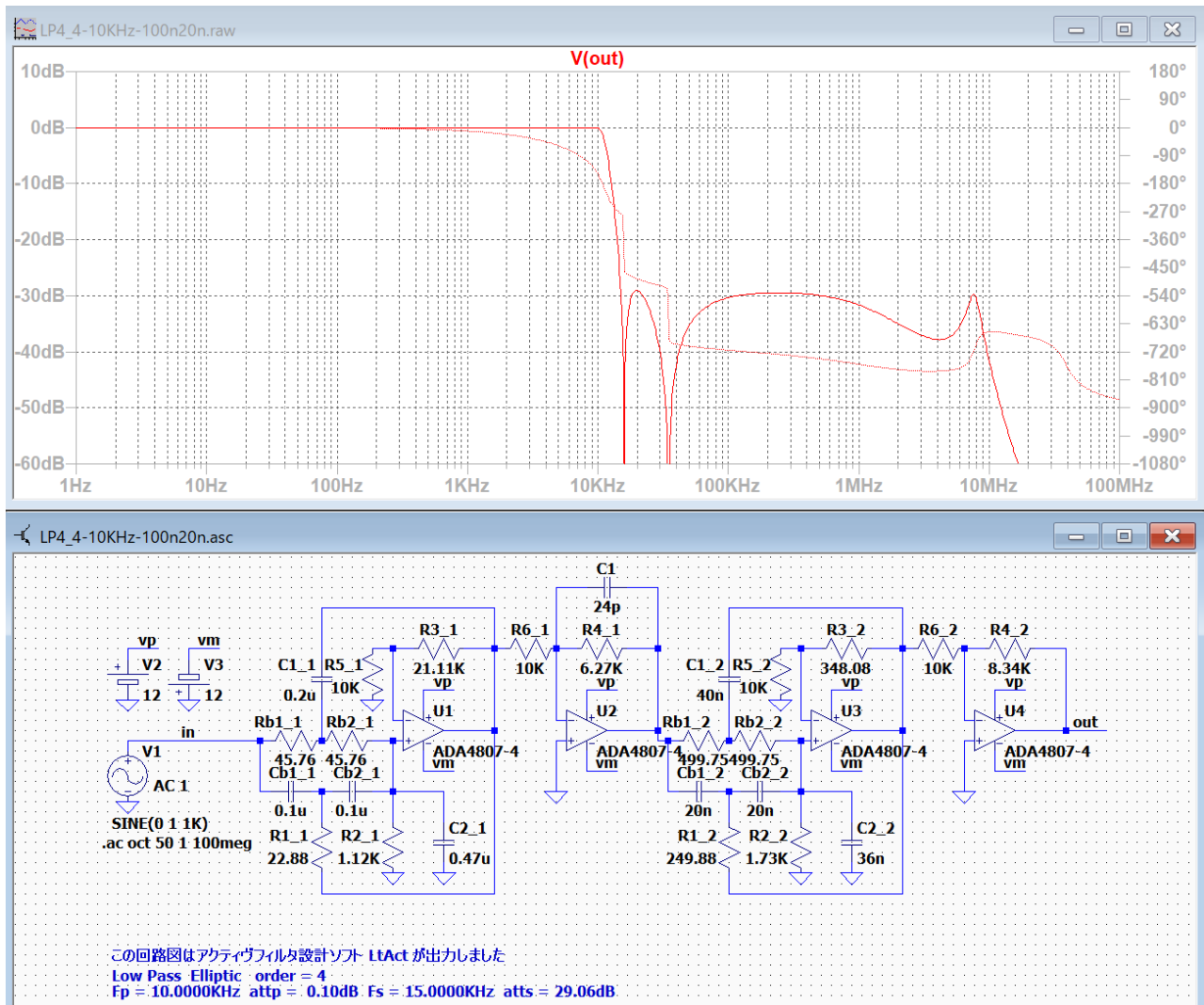
$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	21.8186K	4.9666G	0.1877	0	8.9645G
		$F_c = 11.2163\text{K}$	$Q = 3.2300$		$\text{GB 積} = 3.6229\text{Meg}$
2	87.8055K	3.4301G	0.1877	0	1.8786G
		$F_c = 9.3212\text{K}$	$Q = 0.6670$		$\text{GB 積} = 621.7351\text{K}$

フィルタの Q 値は 1 番目のブロックが 3.2、2 番目のブロックが 0.67 で、周波数は 10KHz ですから、「まとめ LP4 の Cb1\_1 の推奨値」を参考にして、 $Cb1\_1 = 0.1\mu$ 、 $Cb1\_2 = 20\text{n}$  に設定して回路図を作成後、「ファイル」→「データファイルを開く」で LP4\_4-10KHz-100n20n.asc を「LTSpice」に読み込んで、「RUN」してノード「out」を確認します。

ローパス

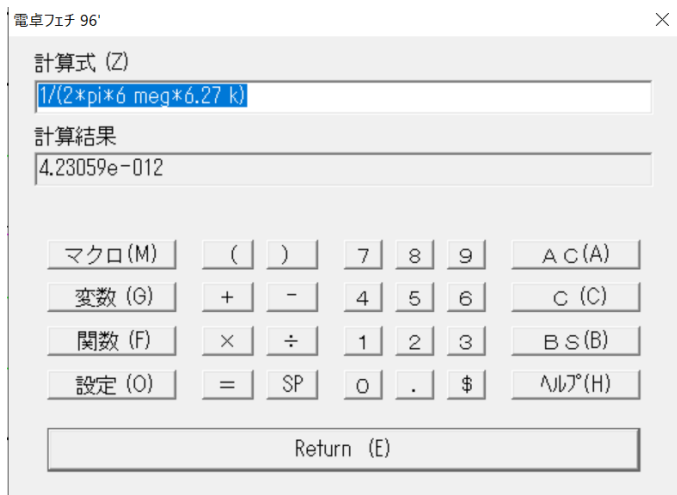


6MHz 付近にピークがあるので、V(out)を右クリックして「Delete this Trace」をクリックしてから、オペアンプ U4 の出力ノードを確認します。

## ローパス

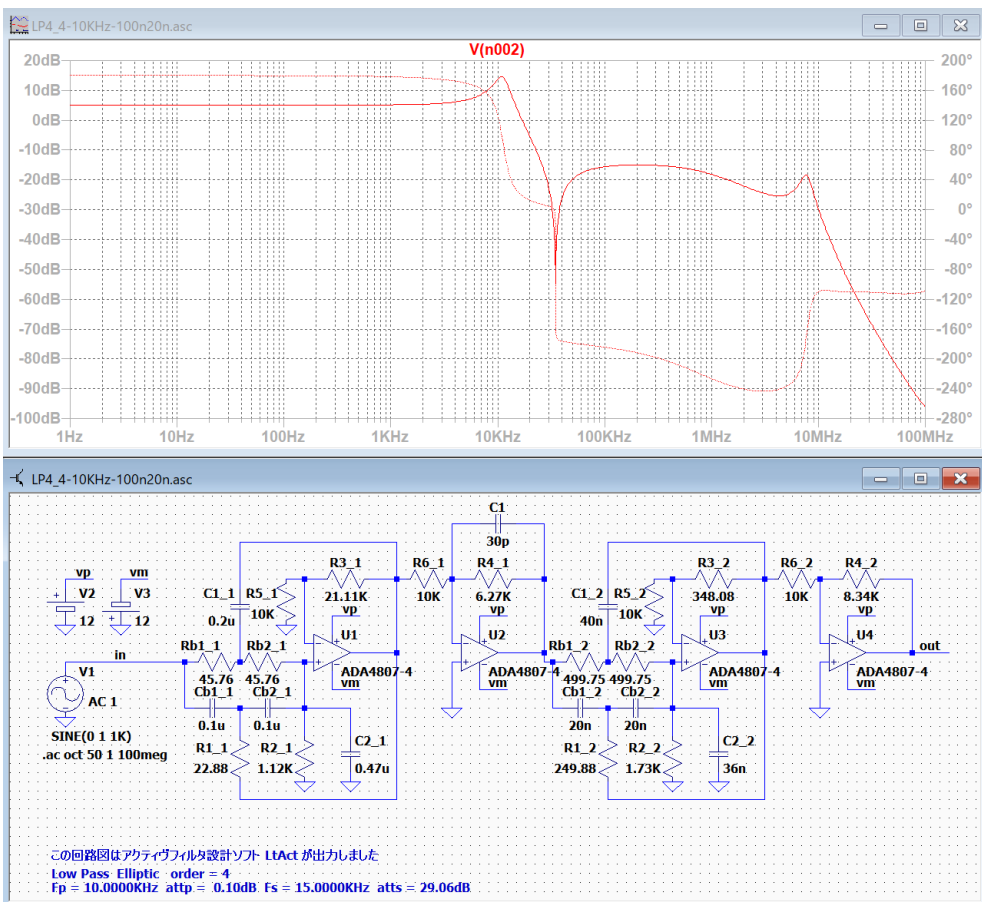
この基本回路では Cb1\_? を調整してもピークを消すことが出来ません。

各ブロック後段のゲイン調整用オペアンプ (U2 または U4) の R4\_? にコンデンサを並列接続するとローパスフィルタが形成されるのでピークを消すことが出来ます。



R4\_1 と C1 によるローパスフィルタのカットオフ周波数がピークの周波数になる C1 の値が 4p になることが分かります。

ピークを消すには、この 10 倍程度の値を設定して「RUN」して下さい。

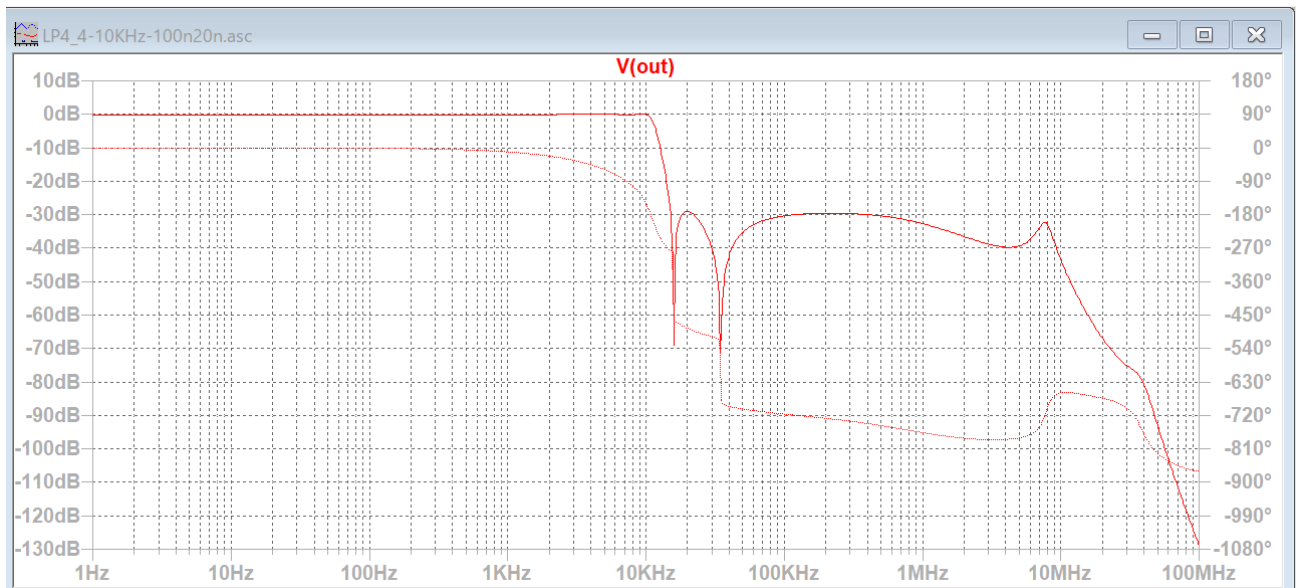


基本回路 LP4 のコンデンサ値LP4 回路の素子値の設定方法

ローパス

C1=30p でピークが消えました。

V(n002)のグラフ表示を消して、V(out)を表示します。



V(out)の遮断域にはピークが無いので、これで完成です。

ピークがある場合には、R4\_2 に C2 を並列に接続して調整して下さい。

Q 値が 2 以上のブロックでは、ピークが発生すると思います。

ローパス

## 逆チェビシェフ

LP3\_6-100KHz.asc

ローパス・逆チェビシェフ 6次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Inv. Cheb
設計するフィルタの次数 m(<=58)	3		
カットオフ周波数 Fc	100	KHz	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs=150.0000KHz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

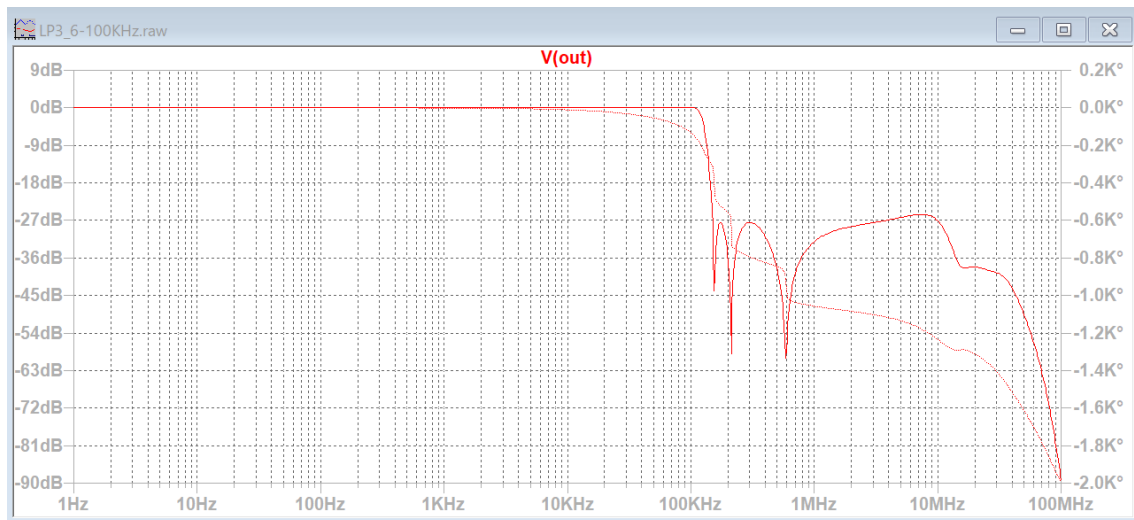
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	239.5295K	626.8175G	0.6584	0	626.8175G
		Fc=	126.0059K	Q =	3.3053 GB 積= 41.6488Meg
2	942.3546K	902.6256G	0.5081	0	902.6256G
		Fc=	151.2078K	Q =	1.0082 GB 積= 15.2445Meg
3	2.2988Meg	1.6119T	0.1216	0	1.6119T
		Fc=	202.0623K	Q =	0.5523 GB 積= 11.1598Meg

逆チェビシェフ

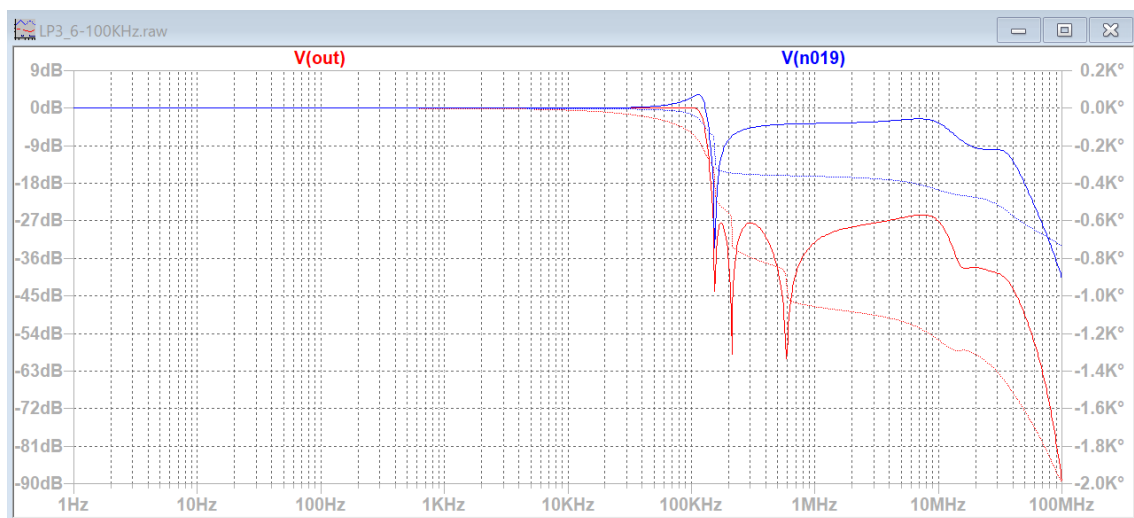
LP3\_6-100KHz.asc

ローパス

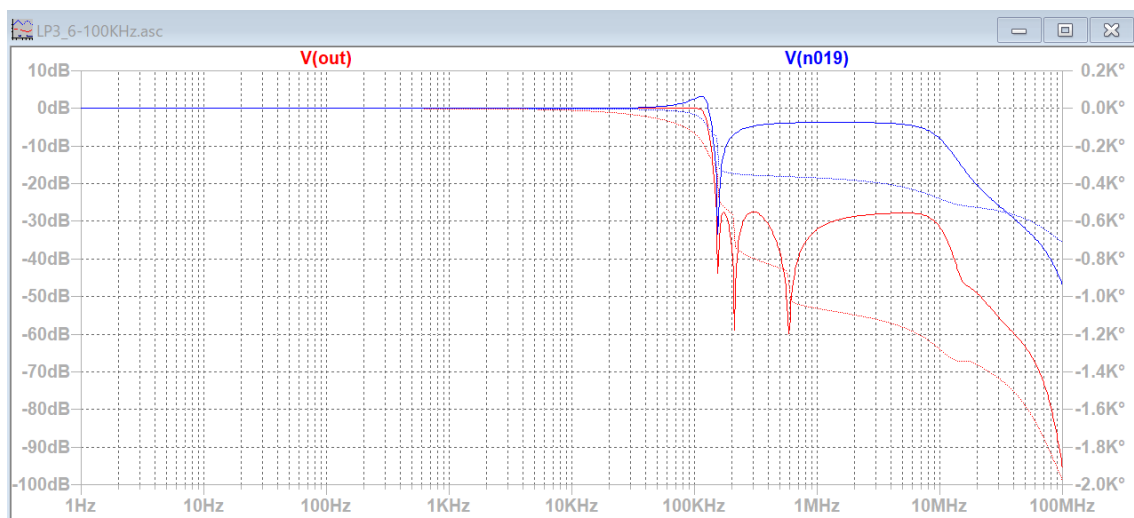
V(out)を確認する (ver.1.45 の例)



遮断域にピークがあるので、U4 の出力を確認して調整する。



ピークは第1ブロックで発生しているので、R3\_1に C1=2p を並列接続する。



逆チェビシェフ

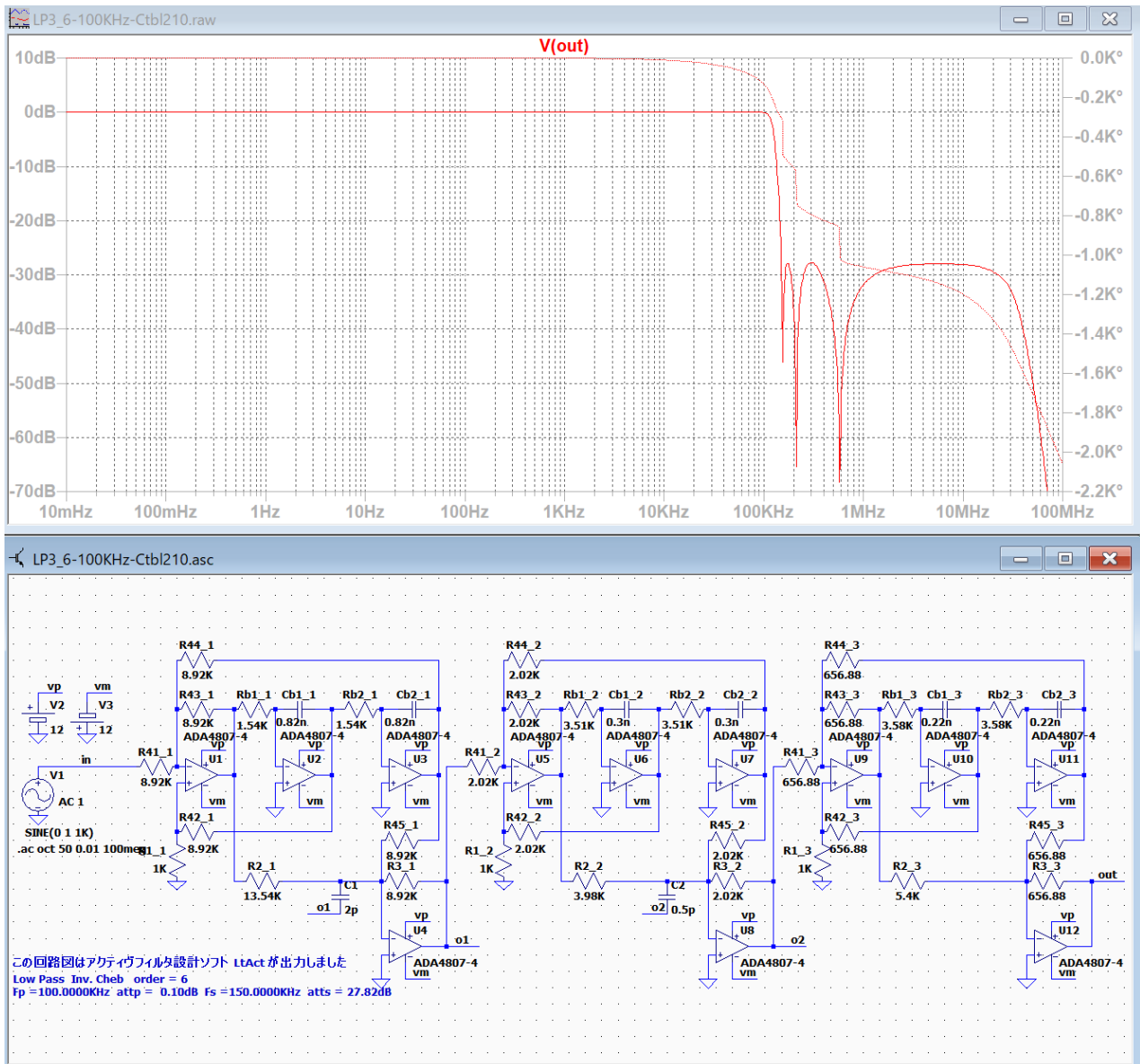
LP3\_6-100KHz.asc



ローパス

完成した回路図

LP3\_6-100KHz-Ctbl210.asc



100KHz で 0dB, 150KHz 以上で最低減衰量 -27.8dB

基本回路 LP3(et1)では、遮断域のピーク・リプルは各ブロックの R3\_?にコンデンサ C?を並列接続して調整することで抑制できます。

最初は全ブロックの C?の値を 0.001p に設定しておき、第 1 ブロックの C1 から順に調整します。最後まで調整しても治まらない時は、前段の値を微調整してやり直します。

この回路図では C1=2p を追加して、最低減衰量が設計値 27.8dB を満足しました。

逆チェビシェフ

LP3\_6-100KHz.asc

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_6-100KHz-0.asc 作成日時 Wed Jan 06 04:56:42  
2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp=0.1000dB Fs=150.0000KHz atts=27.82dB

1 (et1) 「LP3-2-1」 Rb\_1(2 個)= 1.5403K Cb\_1(2 個)= 0.8200n 誤差=2.62 %

1 R1\_1= 1.0000K R2\_1= 13.5419K R3\_1= 8.9159K R4\_1(5 個)= 8.9159K

誤差=4.95 %

2 (et1) 「LP3-2-2」 Rb\_2(2 個)= 3.5085K Cb\_2(2 個)= 0.3000n 誤差=2.61 %

2 R1\_2= 1.0000K R2\_2= 3.9847K R3\_2= 2.0245K R4\_2(5 個)= 2.0245K

誤差=2.73 %

3 (et1) 「LP3-2-2」 Rb\_3(2 個)= 3.5802K Cb\_3(2 個)= 0.2200n 誤差=0.55 %

3 R1\_3= 1.0000K R2\_3= 5.4039K R3\_3= 656.8787 R4\_3(5 個)= 656.8787 誤

差=6.16 %

LtAct Ver.1.45 設計例では、Cb1\_1=90n, Cb1\_2=40n, Cb1\_3=40n

Ctbl200 では、Cb1\_1=82n, Cb1\_2=30n, Cb1\_3=22n

Ctbl210 では、Cb1\_1=0.82n, Cb1\_2=0.30n, Cb1\_3=0.22n

「LtAct ver.2.40」から、テーブルの参照モードを表示しました。

フィルタ名	モード 0	モード 1
LP3	LP3--	HP3--
HP3	HP3--	HP3--
BP3	LP3/HP3	HP3--
BE1	LP3/HP3	HP3--

LP3-- : 各ブロックがLP3を参照する

LP3/HP3 : 第1ブロックはLP3、以降はHP3を参照

BE1は、第2ブロックがLP3、その他はHP3

フィルタ名	モード 0	モード 1
LP4	LP4--	HP4--
HP4	HP4--	HP4--
BP4	LP4/HP4	HP4--
BE2	LP4/HP4	HP4--

ローパス

## 参照モード 1 で作成した場合の素子値

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_6-100KHz-1.asc 作成日時 Wed Jan 06 04:55:19

2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp =100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =150.0000KHz atts = 27.82dB

1 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_1(2 個)= 24.7662K Cb\_1(2 個)= 51.0000p 誤差=3.09 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 13.5419K R3\_1 = 8.9159K R4\_1(5 個)= 8.9159K

誤差=4.95 %

2 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_2(2 個)= 20.6384K Cb\_2(2 個)= 51.0000p 誤差=3.09 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 3.9847K R3\_2 = 2.0245K R4\_2(5 個)= 2.0245K

誤差=2.73 %

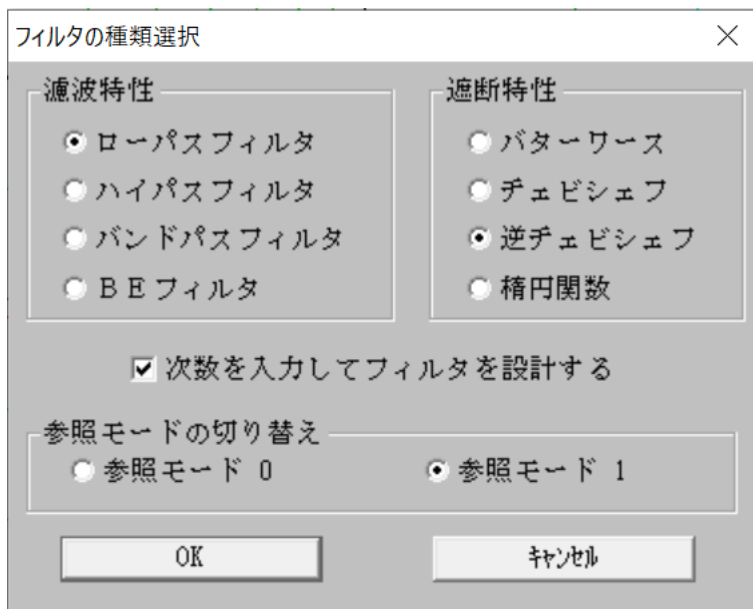
3 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_3(2 個)= 20.1962K Cb\_3(2 個)= 39.0000p 誤差=0.97 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 5.4039K R3\_3 = 656.8787 R4\_3(5 個)= 656.8787 誤

差=6.16 %

参照モード 1 にすると、基本回路「et1/et2」のコンデンサの値が小さくなります。

「フィルタの種類選択」のダイアログで参照モードを切り替えることが出来ます。  
出力された回路図を「LtSpice」で特性を確認して良好なほうを利用して下さい。



参照モードが利用できるのは、「LP3」「LP4」「BP3」「BP4」「BE1」「BE2」です。

「HP3」「HP4」は参照モードに関係なく、「HP3」「HP4」のテーブルを参照します。

ローパス

LP4\_6-100KHz.asc

ローパス・逆チェビシェフ 6次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$

カットオフ周波数  $F_c$   KHz

周波数 $F_c$ における減衰量又はリップル  $att_p$   dB

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_s/F_c$   倍

遮断特性 Inv. Cheb

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

 $F_p = 100.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 150.0000\text{KHz}$   $atts = 27.82\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

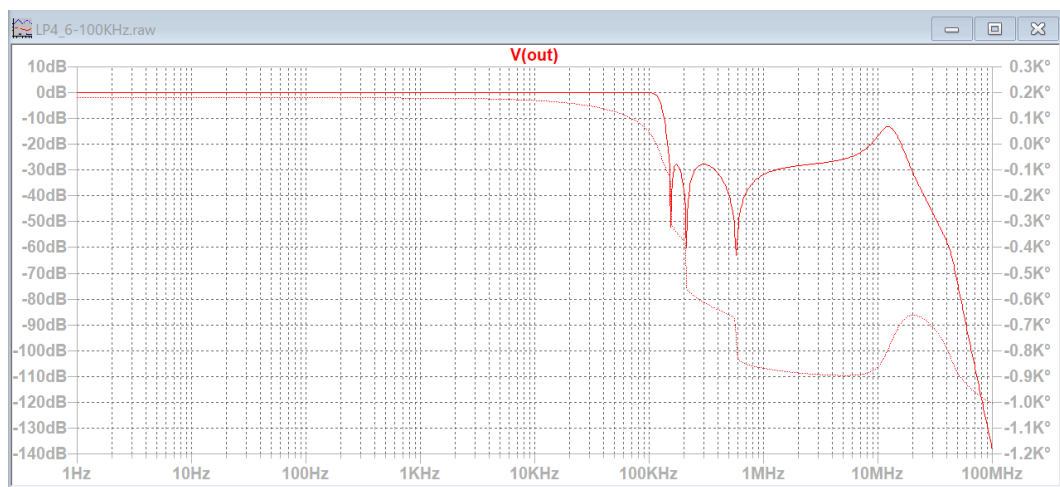
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	239.5295K	626.8175G	0.6584	0	626.8175G
		$F_c =$	126.0059K	$Q =$	3.3053 GB 積= 41.6488Meg
2	942.3546K	902.6256G	0.5081	0	902.6256G
		$F_c =$	151.2078K	$Q =$	1.0082 GB 積= 15.2445Meg
3	2.2988Meg	1.6119T	0.1216	0	1.6119T
		$F_c =$	202.0623K	$Q =$	0.5523 GB 積= 11.1598Meg

逆チェビシェフ

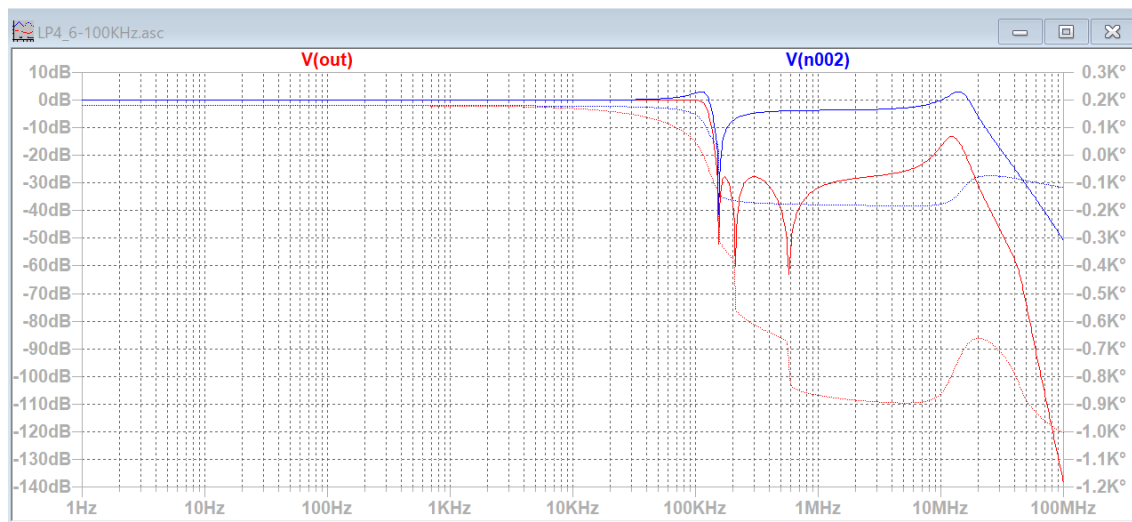
LP4\_6-100KHz.asc

ローパス

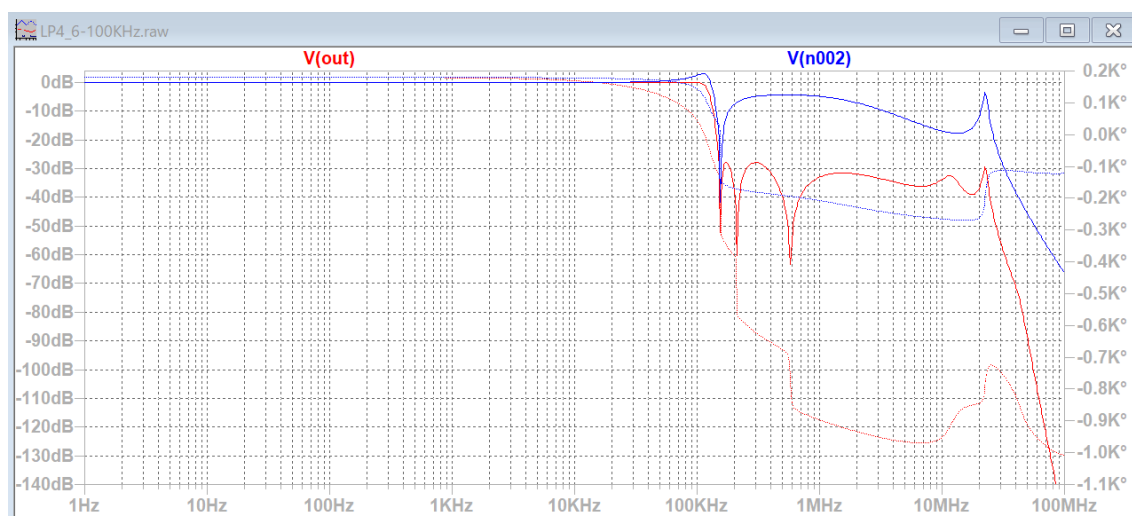
V(out)を確認する (ver.1.45 の例)



ピークがあるので、U2 の出力を確認して調整する。



14MHz にピークがある。R4\_1 に C1=9p を並列に接続する



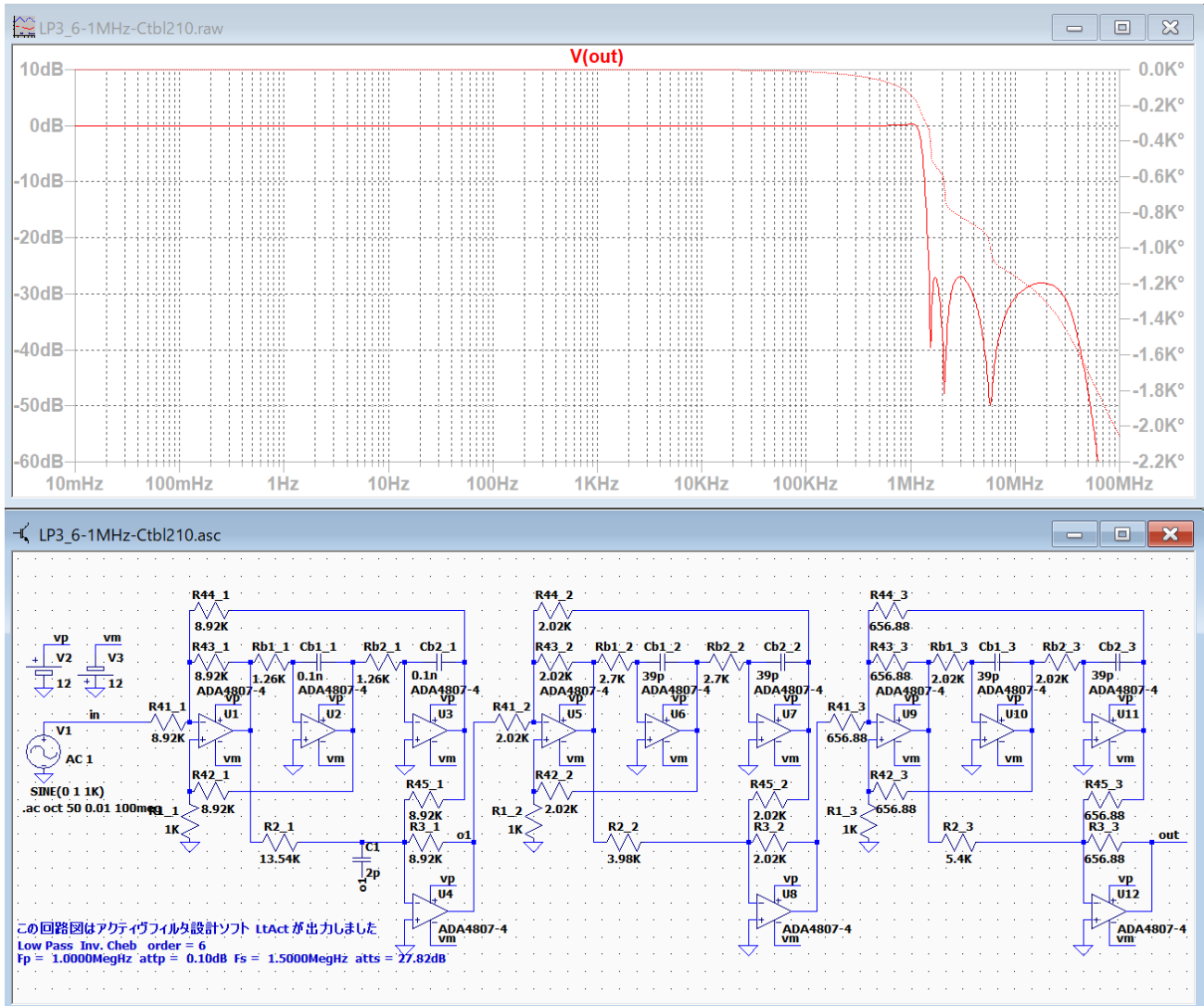
逆チェビシェフ

LP4\_6-100KHz.asc

ローパス

完成した回路図

LP4\_6-100KHz-Ctbl210.asc



100KHz で 0dB, 150KHz 以上で最低減衰量 -27.8dB

LtAct Ver.1.45 設計例では、Cb1\_1 = 10n, Cb1\_2=2n, Cb1\_3=2n

Ctbl200 では、Cb1\_1 = 7.5n, Cb1\_2=1n, Cb1\_3=0.2n

Ctbl210 では、Cb1\_1 = 3.6n, Cb1\_2=0.51n, Cb1\_3=0.1n

逆チェビシェフ

LP4\_6-100KHz.asc

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP4\_6-100KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:39:39 2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp =100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =150.0000KHz atts = 27.82dB

1 (et2) 「LP4-2-1」 Rb\_1(2 個)= 284.6886 Cb\_1(2 個)= 3.6000n R1\_1 = 142.3443

C1\_1 = 7.2000n 誤差=8.54 %

1 R2\_1 = 23.5575K C2\_1 = 1.0000n 誤差 = 1.88 %

1 R3\_1 = 494.6344 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.11 %

1 R4\_1 = 9.7590K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.47 %

2 (et2) 「LP4-2-2」 Rb\_2(2 個)= 1.4711K Cb\_2(2 個)= 0.5100n R1\_2 = 735.5525

C1\_2 = 1.0200n 誤差=3.40 %

2 R2\_2 = 10.3180K C2\_2 = 0.3900n 誤差 = 3.08 %

2 R3\_2 = 65.5866 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.68 %

2 R4\_2 = 12.7678K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.82 %

3 (et2) 「LP4-2-2」 Rb\_3(2 個)= 2.7462K Cb\_3(2 個)= 0.1000n R1\_3 = 1.3731K

C1\_3 = 0.2000n 誤差=5.58 %

3 R2\_3 = 78.7965K C2\_3 = 0.3900n 誤差 = 4.07 %

3 R3\_3 = 5.7861K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.22 %

3 R4\_3 = 6.7762K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.35 %

LtAct Ver.1.45 設計例では、Cb1\_1 = 10n, Cb1\_2=2n, Cb1\_3=2n

Ctbl200 では、Cb1\_1 = 7.5n, Cb1\_2=1n, Cb1\_3=0.2n

Ctbl210 では、Cb1\_1 = 3.6n, Cb1\_2=0.51n, Cb1\_3=0.1n

ローパス

LP3\_6-1MHz.asc

ローパス・逆チェビシェフ 6次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

カットオフ周波数  $F_c$  1 Meg

周波数  $F_c$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍

遮断特性 Inv. Cheb

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 27.82dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	2.3953Meg	62.6817T	0.6584	0	62.6817T
		Fc= 1.2601Meg	Q = 3.3053		GB 積=416.4878Meg
2	9.4235Meg	90.2626T	0.5081	0	90.2626T
		Fc= 1.5121Meg	Q = 1.0082		GB 積=152.4451Meg
3	22.9877Meg	161.1870T	0.1216	0	161.1870T
		Fc= 2.0206Meg	Q = 0.5523		GB 積=111.5976Meg

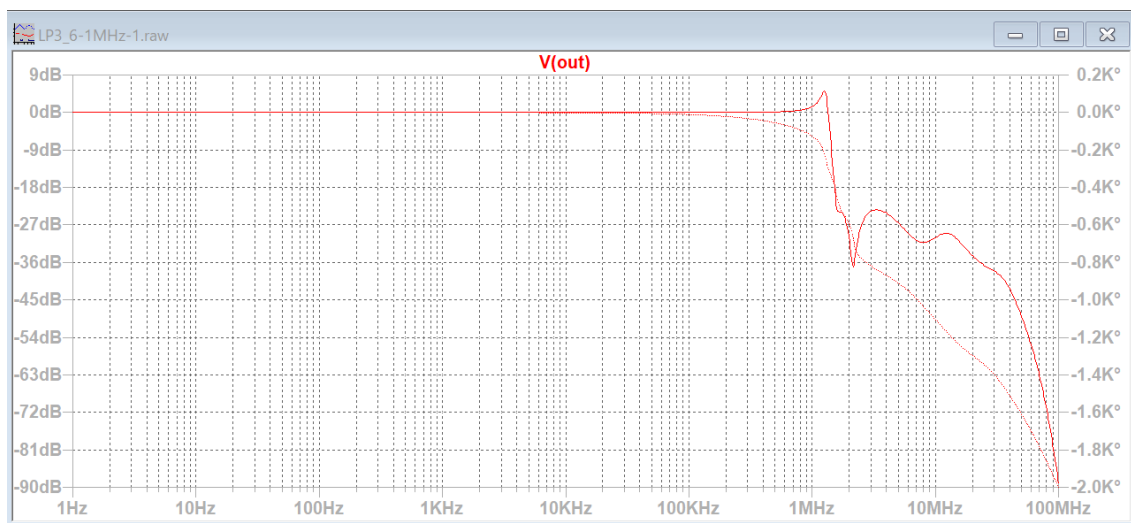
逆チェビシェフ

LP3\_6-1MHz.asc



ローパス

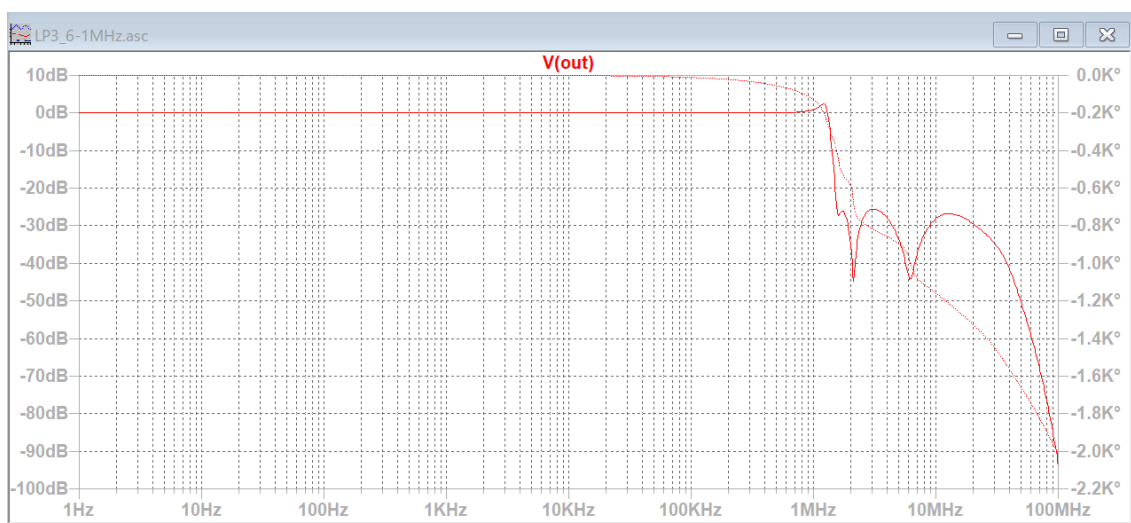
V(out)を確認する (ver.1.45 の例)



遮断域のリプルが不揃いなので、コンデンサの値が大きすぎると思われる。

Cb1\_1 = 7n, Cb1\_2 = 1n, Cb1\_3 = 1n に設定して、回路図を出力し直す。

V(out)を確認する。



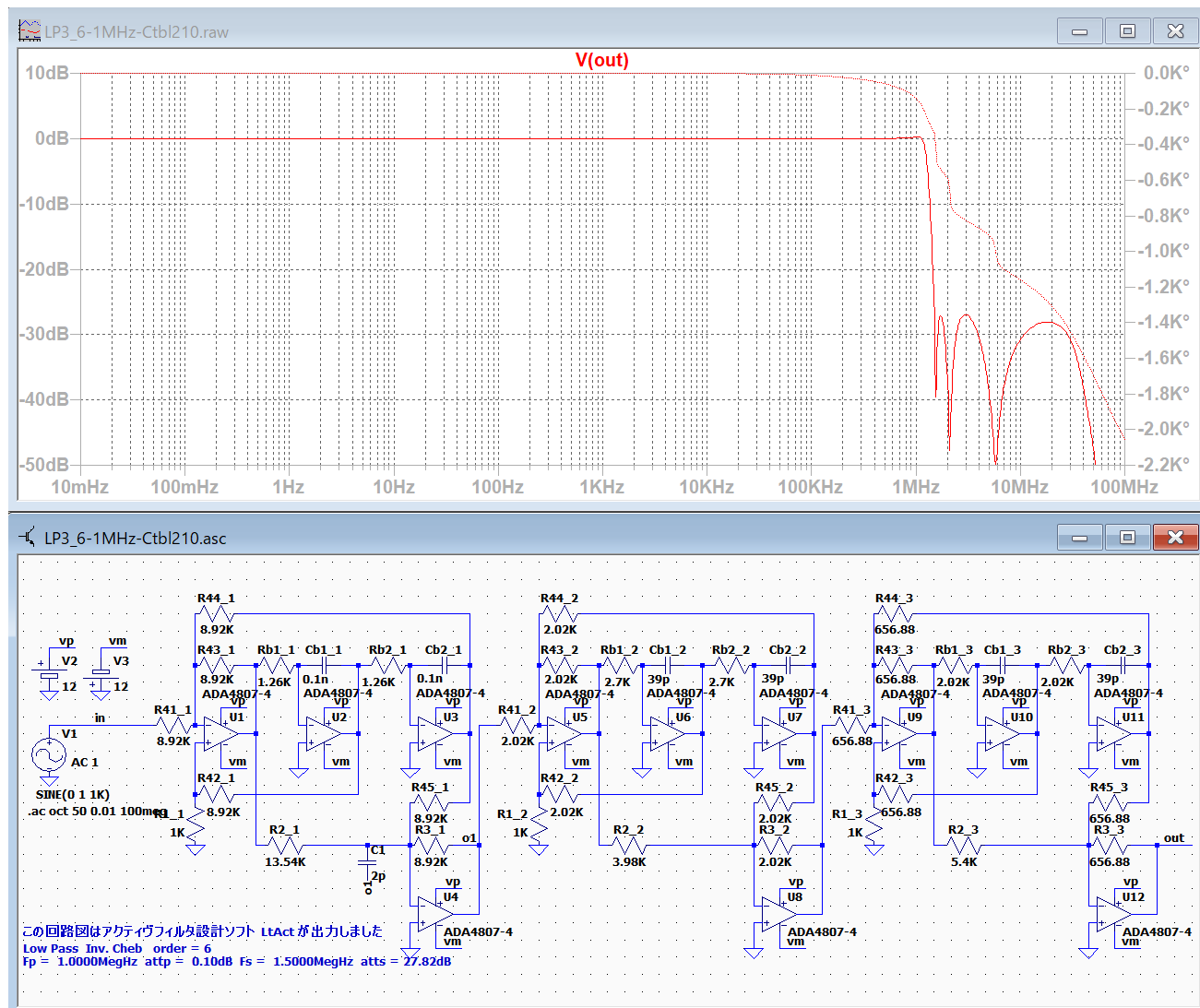
遮断域のリプルが揃った。

1MHz 付近にピークがあるので、U4 の R3\_1 に C1=10p を並列接続する

ローパス

完成した回路図

LP3\_6-1MHz-Ctbl210.asc



1MHz で 0.24dB, 1.5MHz 以上で最低減衰量 -27dB

逆チェビシェフ

LP3\_6-1MHz.asc

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_6-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:41:32 2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 27.82dB

1 (et1) 「LP3-3-1」 Rb\_1(2 個)= 1.2631K Cb\_1(2 個)= 0.1000n 誤差=2.92 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 13.5419K R3\_1 = 8.9159K R4\_1(5 個)= 8.9159K

誤差=4.95 %

2 (et1) 「LP3-3-2」 Rb\_2(2 個)= 2.6989K Cb\_2(2 個)= 39.0000p 誤差=0.04 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 3.9847K R3\_2 = 2.0245K R4\_2(5 個)= 2.0245K

誤差=2.73 %

3 (et1) 「LP3-3-2」 Rb\_3(2 個)= 2.0196K Cb\_3(2 個)= 39.0000p 誤差=0.97 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 5.4039K R3\_3 = 656.8787 R4\_3(5 個)= 656.8787 誤

差=6.16 %

LtAct Ver.1.45 の設計例以上の特性が簡単に実現できた

LtAct Ver.1.45 設計例では、Cb1\_1 = 1n, Cb1\_2 = 1n, Cb1\_3 = 1n

Ver.2.10 では、Cb1\_1 = 0.1n, Cb1\_2 = 39p, Cb1\_3 = 39p

ローパス

LP4\_6-1MHz.asc

ローパス・逆チェビシェフ 6次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

遮断特性 Inv. Cheb

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  1 Meg

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

プログラム Low Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

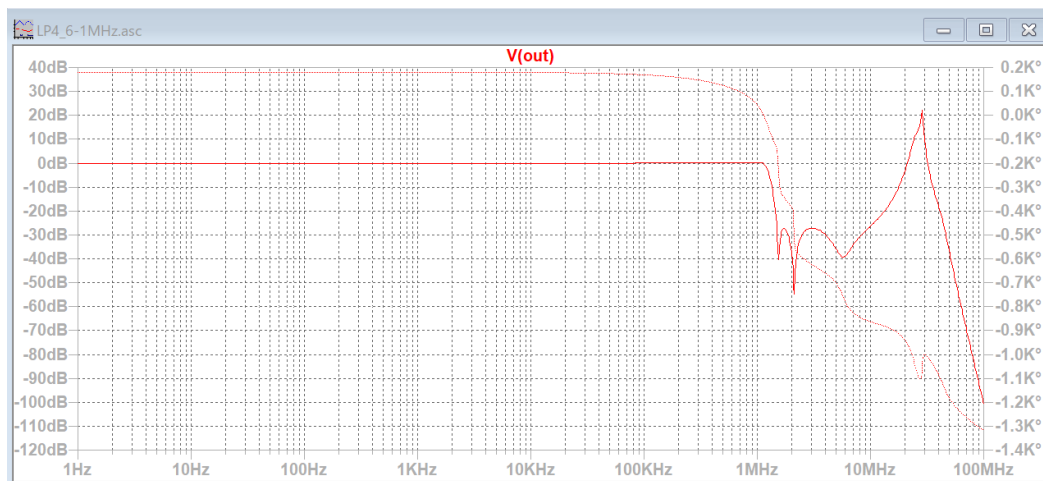
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	2.3953Meg	62.6817T	0.6584	0	62.6817T
		Fc= 1.2601Meg	Q = 3.3053	GB 積=416.4878Meg	
2	9.4235Meg	90.2626T	0.5081	0	90.2626T
		Fc= 1.5121Meg	Q = 1.0082	GB 積=152.4451Meg	
3	22.9877Meg	161.1870T	0.1216	0	161.1870T
		Fc= 2.0206Meg	Q = 0.5523	GB 積=111.5976Meg	

逆チェビシェフ

LP4\_6-1MHz.asc

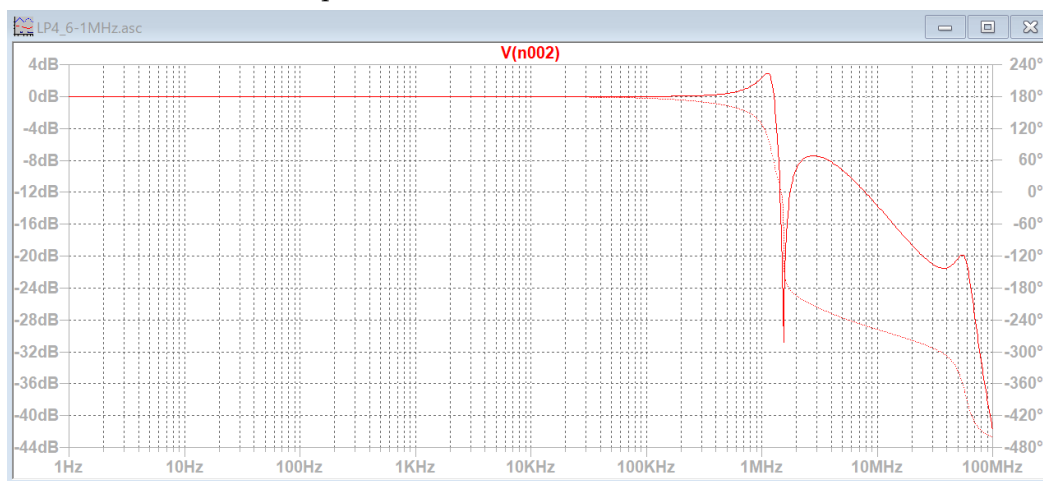
ローパス

V(out)を確認する (ver.1.45 の例)

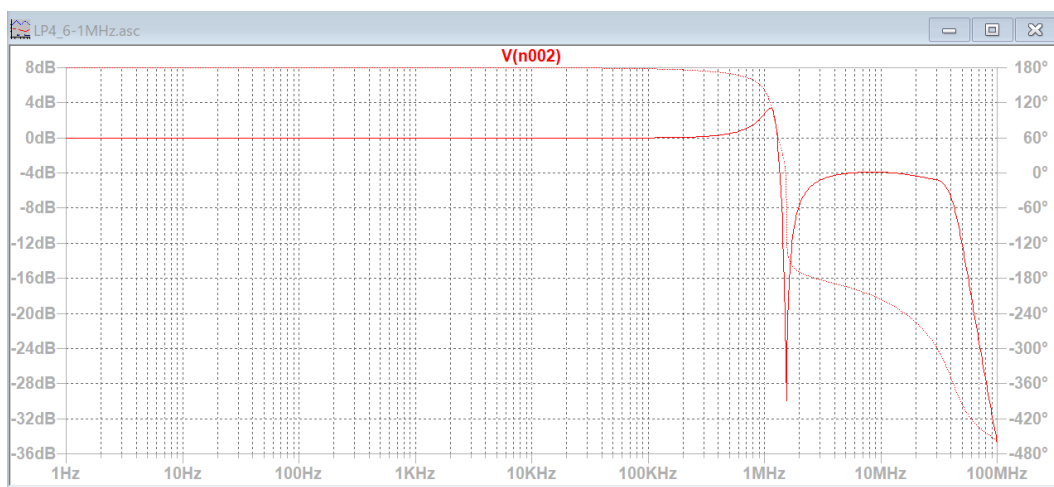


30MHz 付近にピークがあるので、R4\_1 に C1 を並列に接続して、3MHz のローパスフィルタを作ってピークを消す。 $1/(2\pi \cdot 30 \text{ meg} \cdot 9.71 \text{ k}) \cdot 10 = 5\text{p}$

U2 の出力を確認する 5p では効きすぎる



遮断域のリプルが水平になる値を探して 0.8p を接続した。

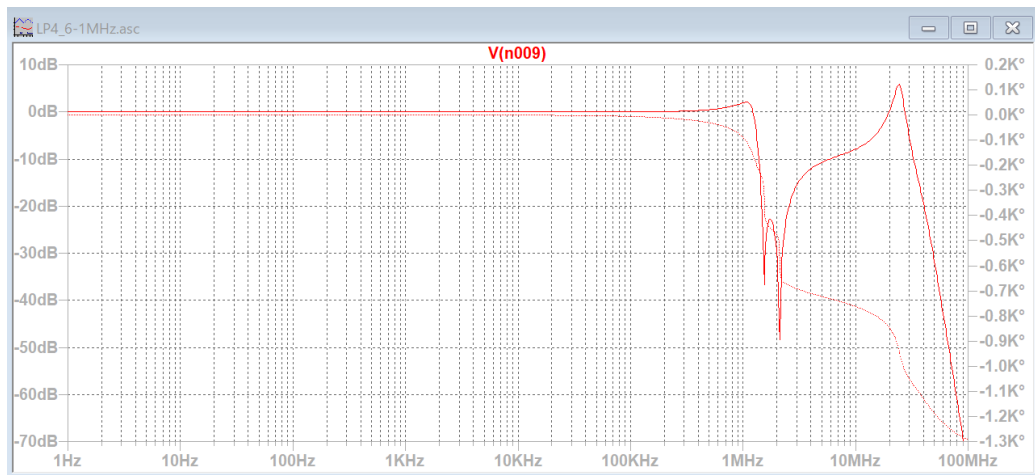


逆チェビシェフ

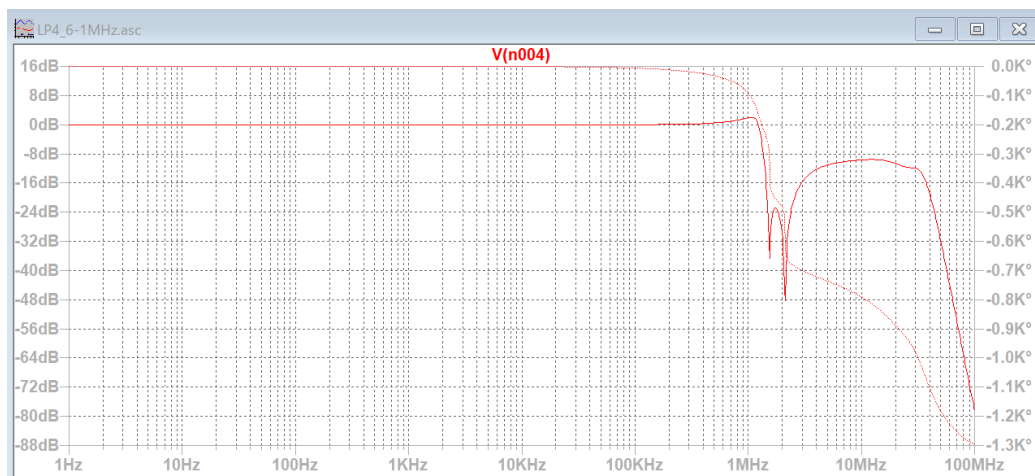
LP4\_6-1MHz.asc

ローパス

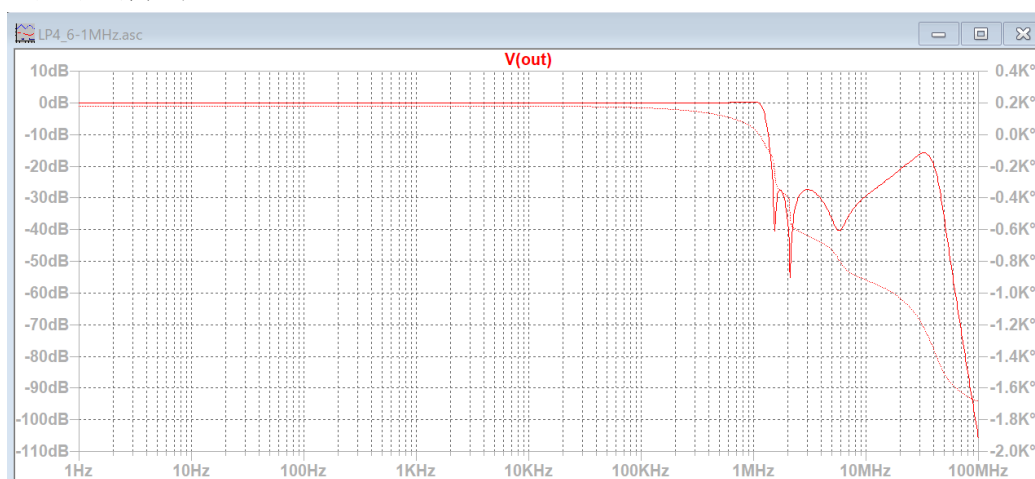
U4 の出力を確認する



R4\_2 に C2=0.6p を並列に接続してピークを消す。



V(out)を確認する

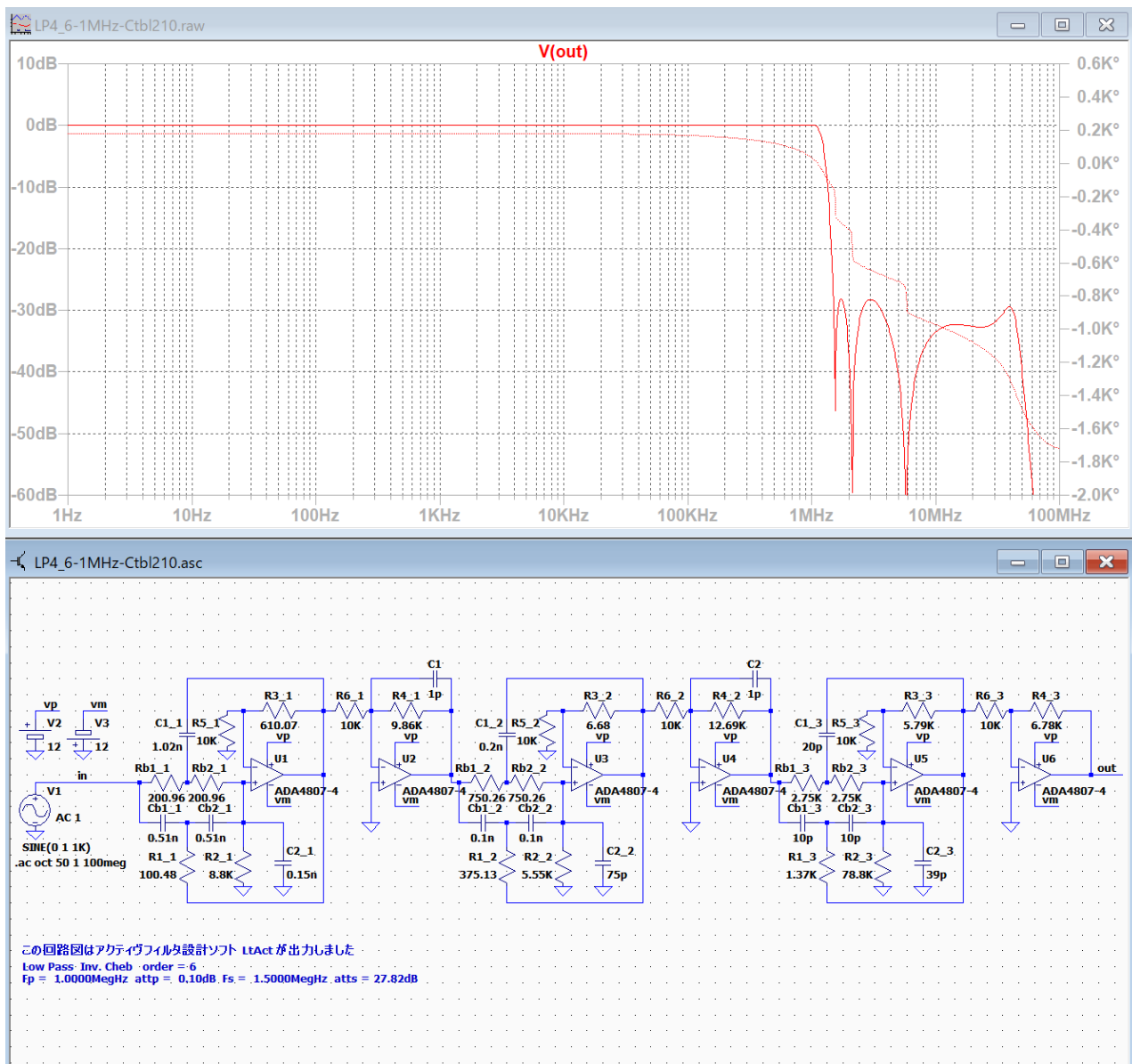


R4\_3 に C3= 1.8p を並列に接続してピークを消す。

ローパス

完成した回路図

LP4\_6-1MHz-Ctbl210.asc



1MHz で 0.1dB, 1.5MHz 以上で最低減衰量 -28dB

逆チェビシェフ

LP4\_6-1MHz.asc

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP4\_6-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:43:03 2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 27.82dB

1 (et2) 「LP4-3-1」 Rb\_1(2 個)= 200.9567 Cb\_1(2 個)= 0.5100n R1\_1 = 100.4783

C1\_1 = 1.0200n 誤差=2.07 %

1 R2\_1 = 8.7973K C2\_1 = 0.1500n 誤差 = 3.44 %

1 R3\_1 = 610.0679 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.63 %

1 R4\_1 = 9.8556K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.47 %

2 (et2) 「LP4-3-2」 Rb\_2(2 個)= 750.2636 Cb\_2(2 個)= 0.1000n R1\_2 = 375.1318

C1\_2 = 0.2000n 誤差=3.96 %

2 R2\_2 = 5.5532K C2\_2 = 75.0000p 誤差 = 0.84 %

2 R3\_2 = 6.6845 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.73 %

2 R4\_2 = 12.6936K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.41 %

3 (et2) 「LP4-3-2」 Rb\_3(2 個)= 2.7462K Cb\_3(2 個)= 10.0000p R1\_3 = 1.3731K

C1\_3 = 20.0000p 誤差=5.58 %

3 R2\_3 = 78.7965K C2\_3 = 39.0000p 誤差 = 4.07 %

3 R3\_3 = 5.7861K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.22 %

3 R4\_3 = 6.7762K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.35 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 1n, Cb1\_2=0.2n, Cb1\_3=0.2n

ver.2.10 では、Cb1\_1 = 0.51n, Cb1\_2=0.1n, Cb1\_3=10p



ローパス

LP3\_6-4MHz.asc

ローパス・逆チェビシェフ 6次 4MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Inv. Cheb
設計するフィルタの次数 m(<=58)	3		
カットオフ周波数 Fc	4		Meg
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1		dB
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5		倍
		OK	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp = 4.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 6.0000MegHz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	9.5812Meg	1002.9079T	0.6584	0	1002.9079T

Fc= 5.0402Meg Q = 3.3053 GB 積= 1.6660G

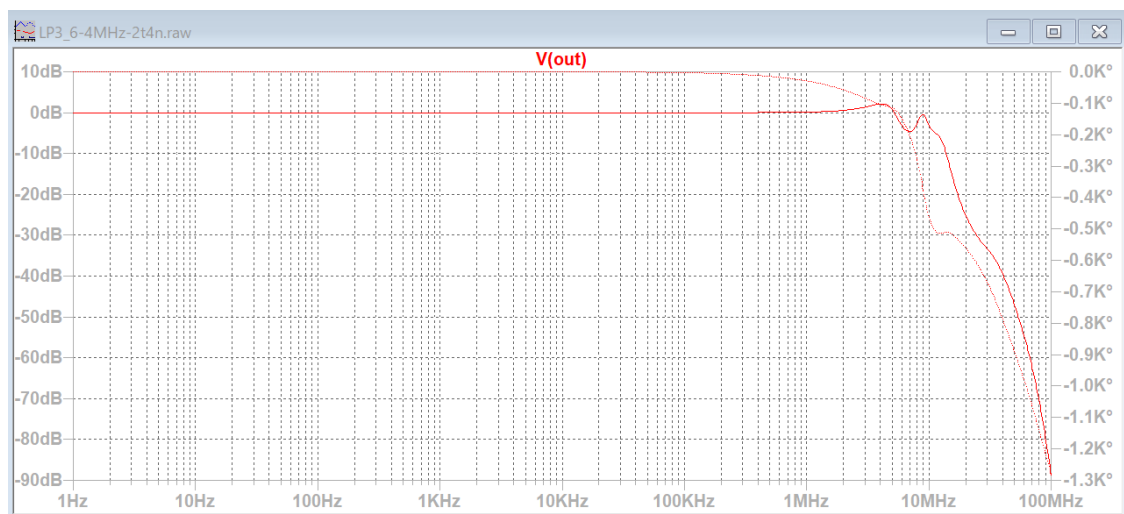
2	37.6942Meg	1444.2010T	0.5081	0	1444.2010T
---	------------	------------	--------	---	------------

Fc= 6.0483Meg Q = 1.0082 GB 積=609.7805Meg

3	91.9508Meg	2578.9927T	0.1216	0	2578.9927T
---	------------	------------	--------	---	------------

Fc= 8.0825Meg Q = 0.5523 GB 積=446.3903Meg

V(out)を確認する (ver1.45 の例)

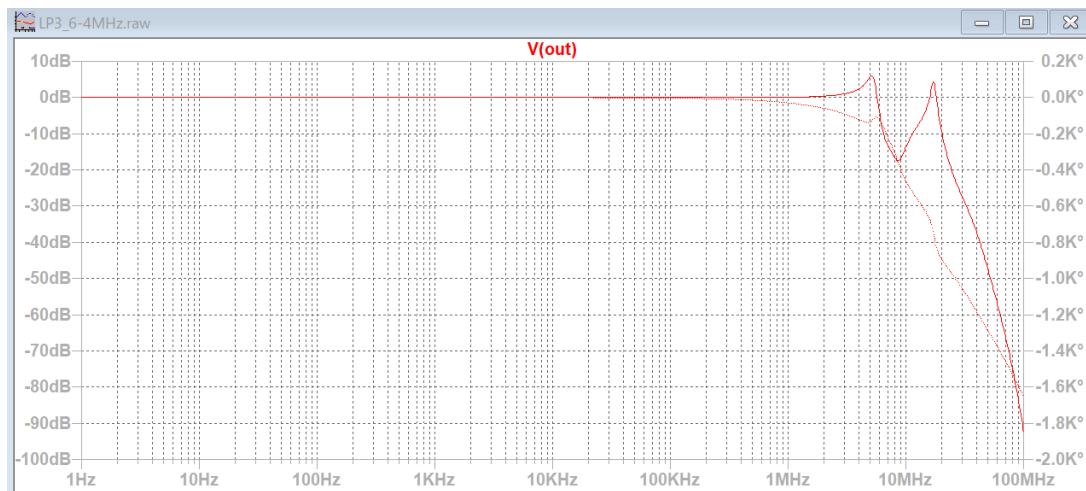


逆チェビシェフ

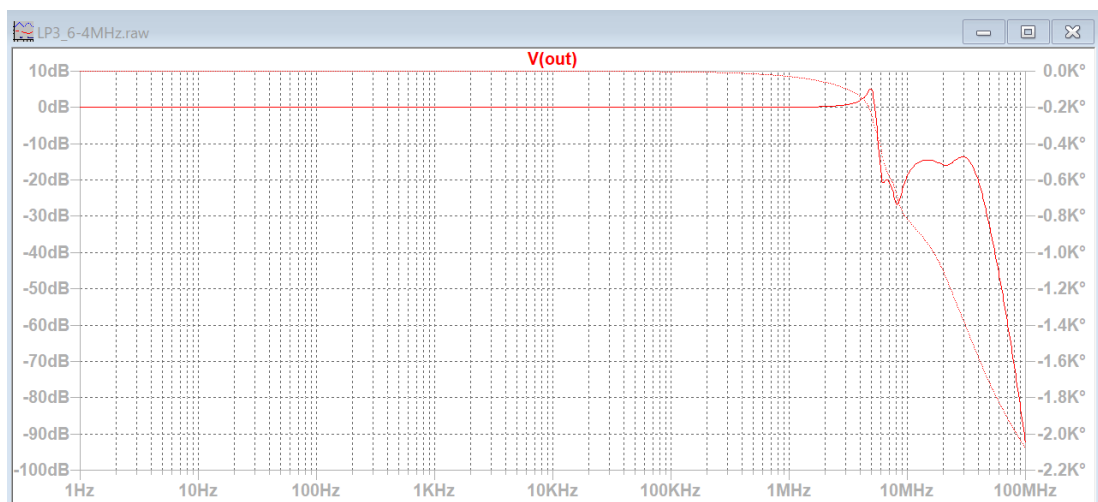
LP3\_6-4MHz.asc

ローパス

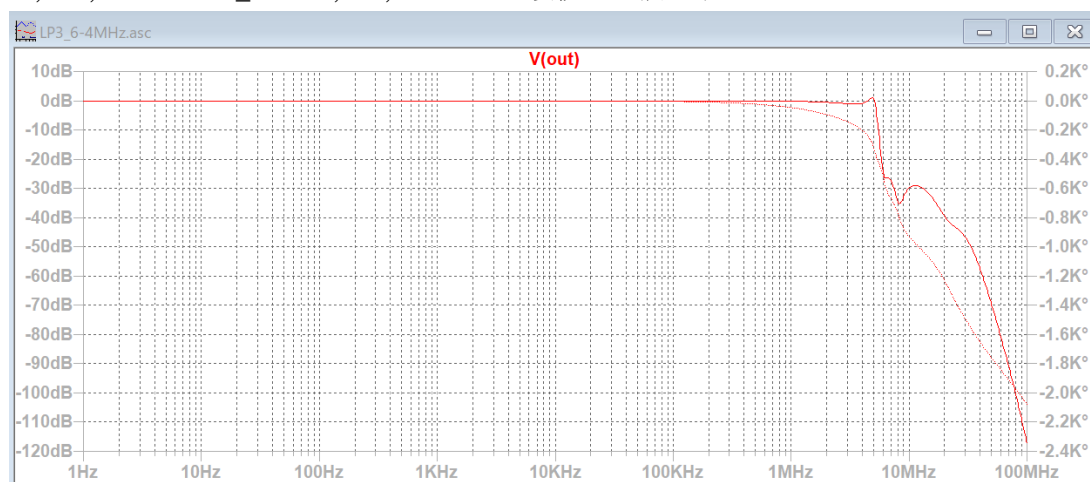
C の値が大きい！ Cb1\_1 = 1n, Cb1\_2=0.4n, Cb1\_3=0.4n に変更して、確認する



C の値が大きい！ Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2=20p, Cb1\_3=20p に変更して、確認する



U4, U8, U12 の R3\_?に C1, C2, C3 を並列接続して調整する



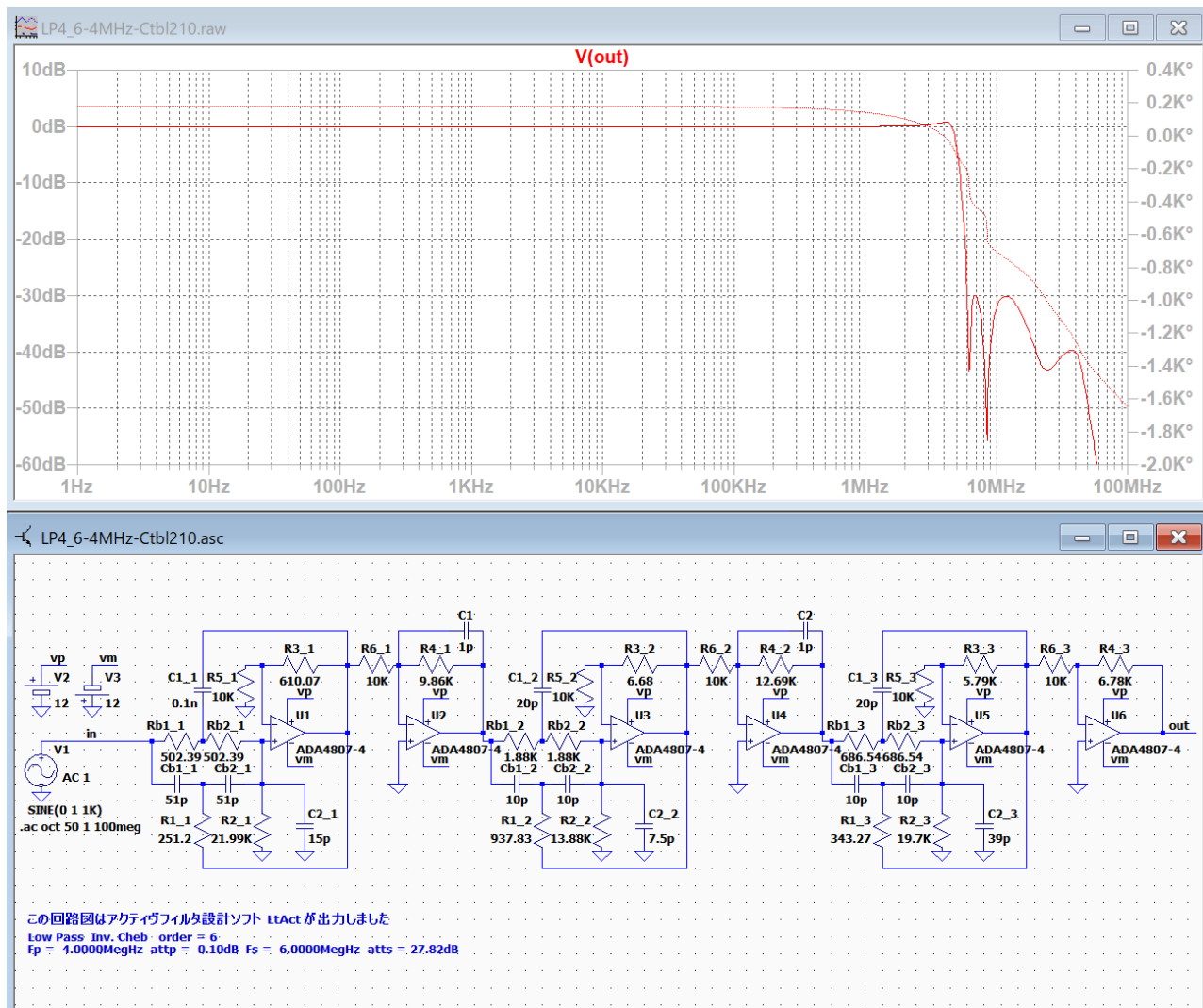
逆チェビシェフ

LP3\_6-4MHz.asc

ローパス

完成した回路図

LP3\_6-4MHz-Ctbl210.asc



4MHz で -0.15dB, 6MHz 以上で最低減衰量 -31.1dB

ver.1.45 では、Cb1\_1 = 2.5n, Cb1\_2=1n, Cb1\_3=1n

ver.2.10 では、Cb1\_1 = 10p, Cb1\_2=3.9p, Cb1\_3=3.9p

逆チェビシェフ

LP3\_6-4MHz.asc

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_6-4MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:44:44 2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp = 4.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 6.0000MegHz atts = 27.82dB

1 (et1) 「LP3-3-1」 Rb\_1(2 個)= 3.1577K Cb\_1(2 個)= 10.0000p 誤差=4.51 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 13.5419K R3\_1 = 8.9159K R4\_1(5 個)= 8.9159K

誤差=4.95 %

2 (et1) 「LP3-3-2」 Rb\_2(2 個)= 6.7472K Cb\_2(2 個)= 3.9000p 誤差=0.78 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 3.9847K R3\_2 = 2.0245K R4\_2(5 個)= 2.0245K

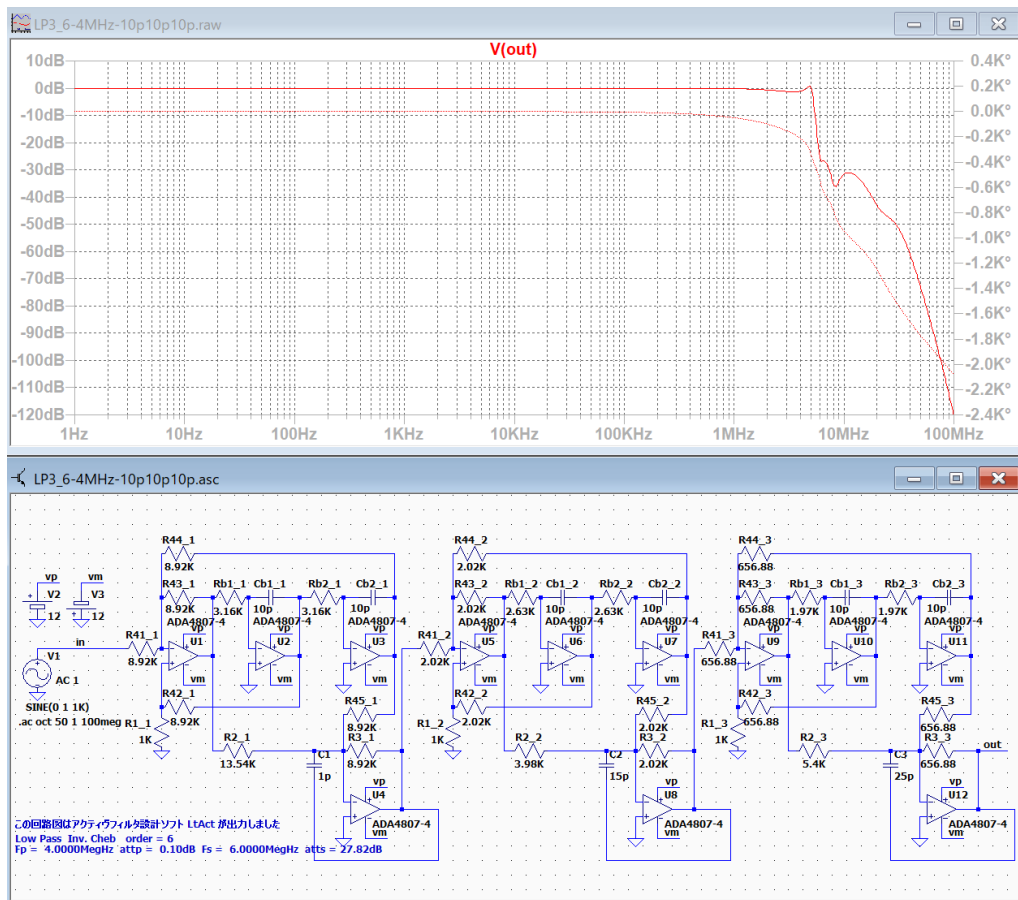
誤差=2.73 %

3 (et1) 「LP3-3-2」 Rb\_3(2 個)= 5.0491K Cb\_3(2 個)= 3.9000p 誤差=1.01 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 5.4039K R3\_3 = 656.8787 R4\_3(5 個)= 656.8787 誤

差=6.16 %

単純に、Cb1\_1=10p, Cb1\_2=10p, Cb1\_3=10p でも、同等の特性が得られました



逆チェビシェフ

LP3\_6-4MHz.asc

ローパス

LP4\_6-4MHz.asc

ローパス・逆チェビシェフ 6次 4MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  4 Meg

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍

遮断特性 Inv. Cheb

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp = 4.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 6.0000MegHz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	9.5812Meg	1002.9079T	0.6584	0	1002.9079T

Fc= 5.0402Meg Q = 3.3053 GB 積= 1.6660G

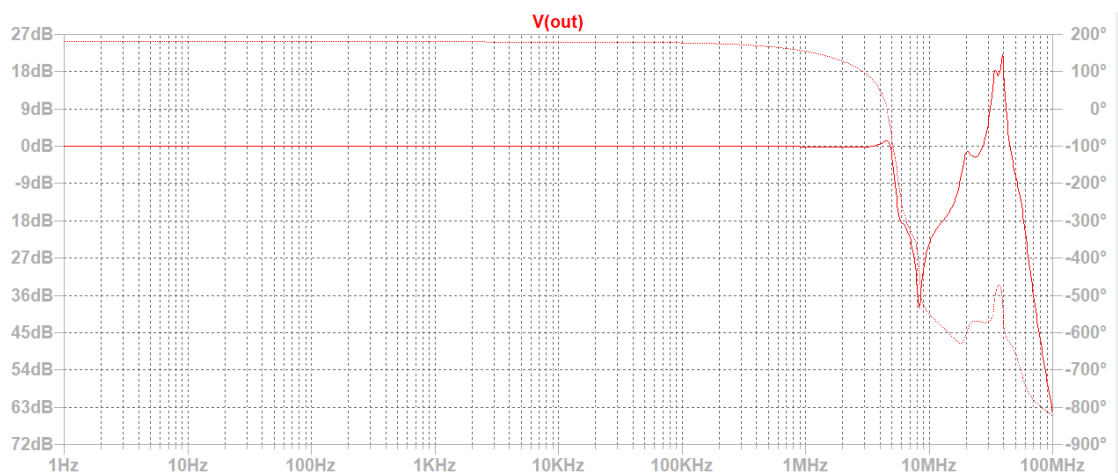
2	37.6942Meg	1444.2010T	0.5081	0	1444.2010T
---	------------	------------	--------	---	------------

Fc= 6.0483Meg Q = 1.0082 GB 積=609.7805Meg

3	91.9508Meg	2578.9927T	0.1216	0	2578.9927T
---	------------	------------	--------	---	------------

Fc= 8.0825Meg Q = 0.5523 GB 積=446.3903Meg

V(out)を確認する (ver.1.45 の例)

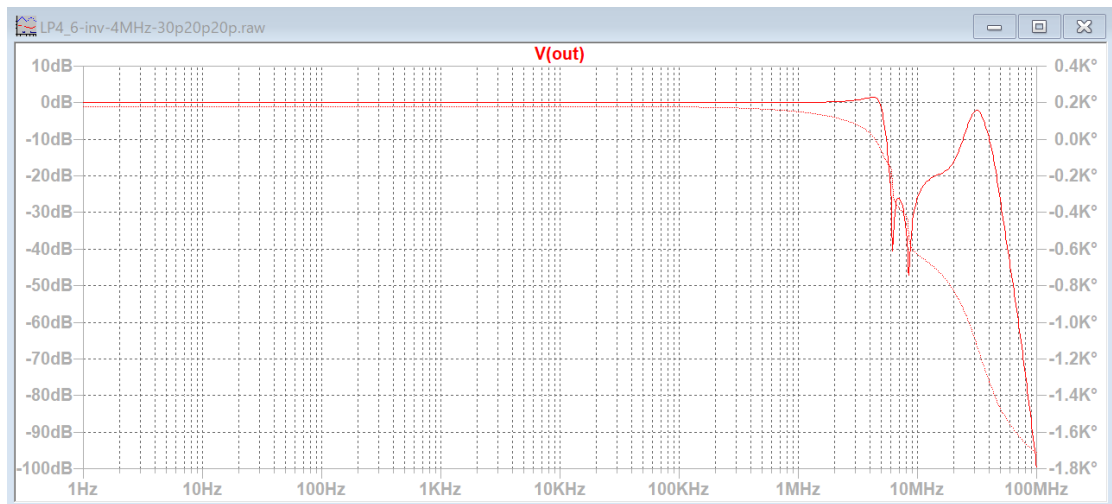


C の値が大きい！Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2=20p, Cb1\_3=20p に変更して確認する

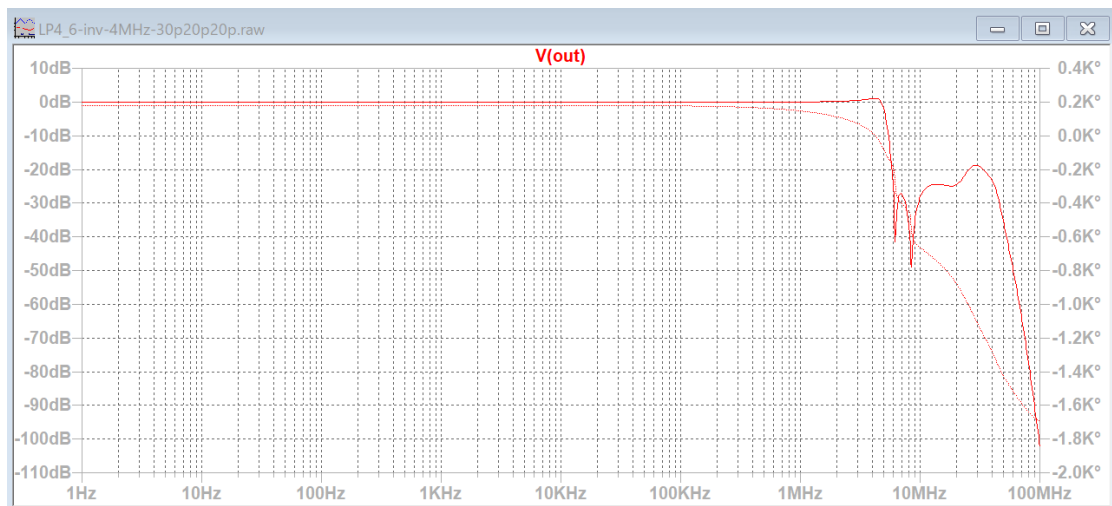
逆チェビシェフ

LP4\_6-4MHz.asc

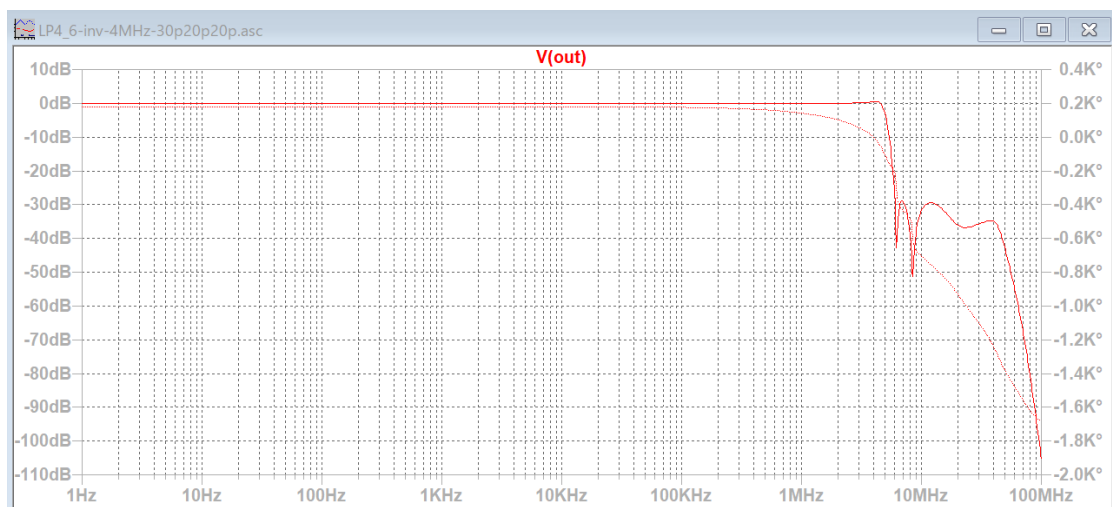
ローパス



U2 の R4\_1 に C1=1p を並列接続する。



U4 の R4\_2 に C1=1.1p を並列接続する。



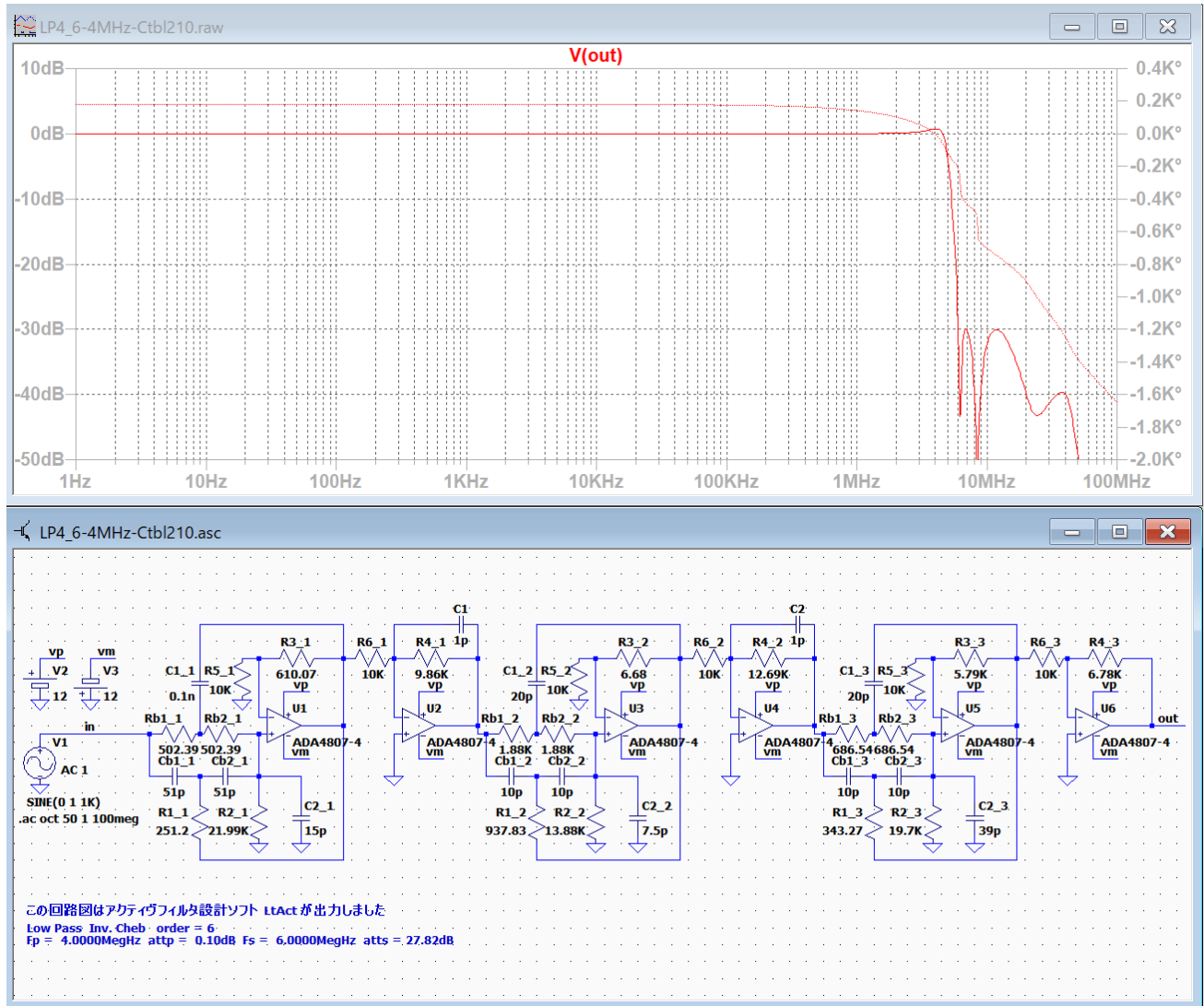
逆チェビシェフ

LP4\_6-4MHz.asc

ローパス

完成した回路図

LP4\_6-4MHz-Ctbl210.asc



4MHz で 0.7dB, 6MHz 以上で最低減衰量 -29.9dB

逆チェビシェフ

LP4\_6-4MHz.asc

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP4\_6-4MHz.asc 作成日時 Mon Jan 11 18:20:42 2021

フィルタタイプ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp = 4.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 6.0000MegHz atts = 27.82dB

1 (et2) 「LP4-3-1」 Rb\_1(2 個)= 502.3917 Cb\_1(2 個)= 51.0000p R1\_1 = 251.1959  
C1\_1 = 0.1020n 誤差=5.10 %

1 R2\_1 = 21.9933K C2\_1 = 15.0000p 誤差 = 0.03 %

1 R3\_1 = 610.0679 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.63 %

1 R4\_1 = 9.8556K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.47 %

2 (et2) 「LP4-3-2」 Rb\_2(2 個)= 1.8757K Cb\_2(2 個)= 10.0000p R1\_2 = 937.8295  
C1\_2 = 20.0000p 誤差=5.01 %

2 R2\_2 = 13.8830K C2\_2 = 7.5000p 誤差 = 6.36 %

2 R3\_2 = 6.6845 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.73 %

2 R4\_2 = 12.6936K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.41 %

3 (et2) 「LP4-3-2」 Rb\_3(2 個)= 686.5388 Cb\_3(2 個)= 10.0000p R1\_3 = 343.2694  
C1\_3 = 20.0000p 誤差=3.98 %

3 R2\_3 = 19.6991K C2\_3 = 39.0000p 誤差 = 1.53 %

3 R3\_3 = 5.7861K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.22 %

3 R4\_3 = 6.7762K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.35 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2=20p, Cb1\_3=20p

ver.2.10 では、Cb1\_1 = 51p, Cb1\_2=10p, Cb1\_3=10p

### カットオフ周波数付近のリプル発生について

回路構成が複雑な LP3\_6-4MHz.asc は Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2=20p, Cb1\_3=20p では、

カットオフ周波数付近でリプルが発生しましたが、

Cb1\_1=10p, Cb1\_2=10p, Cb1\_3=10p に小さくすると滑らかになりました。

回路構成が単純な LP4\_6-4MHz.asc は Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2=20p, Cb1\_3=20p でも、カットオフ周波数付近の特性が滑らかです。



ローパス

単純に、Cb1\_1=10p, Cb1\_2=10p, Cb1\_3=10p でも、同等の特性が得られました。



逆チェビシェフ

LP4\_6-4MHz.asc

ローパス

## 楕円関数

LP3\_6-1Hz.asc

ローパス・楕円関数 6次 1Hz

## 設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

カットオフ周波数  $F_c$  1 Hz

周波数  $F_c$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.1 倍

遮断特性 Elliptic

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

 $F_p = 1.0000 \text{ Hz}$   $attp = 0.1000 \text{ dB}$   $F_s = 1.1000 \text{ Hz}$   $atts = 29.69 \text{ dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

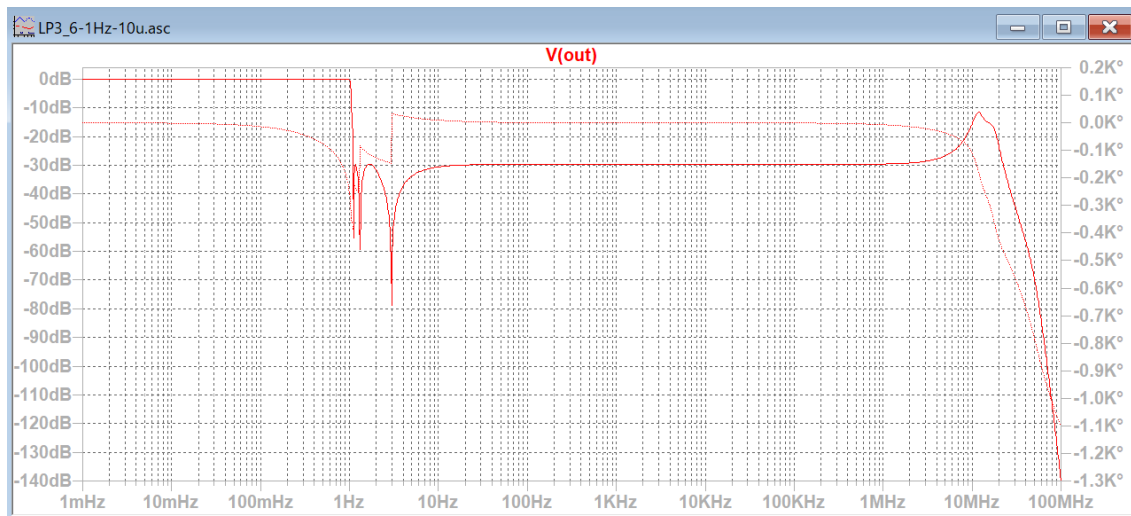
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	0.4645	41.5990	0.3201	0	111.5250
		$F_c =$	1.0265	$Q =$	13.8854 GB 積= 1.4253K
2	2.4435	37.2424	0.3201	0	21.6580
		$F_c =$	0.9713	$Q =$	2.4975 GB 積=242.5721
3	7.5369	24.7772	0.3201	0	15.7103
		$F_c =$	0.7922	$Q =$	0.6604 GB 積= 52.3212

楕円関数

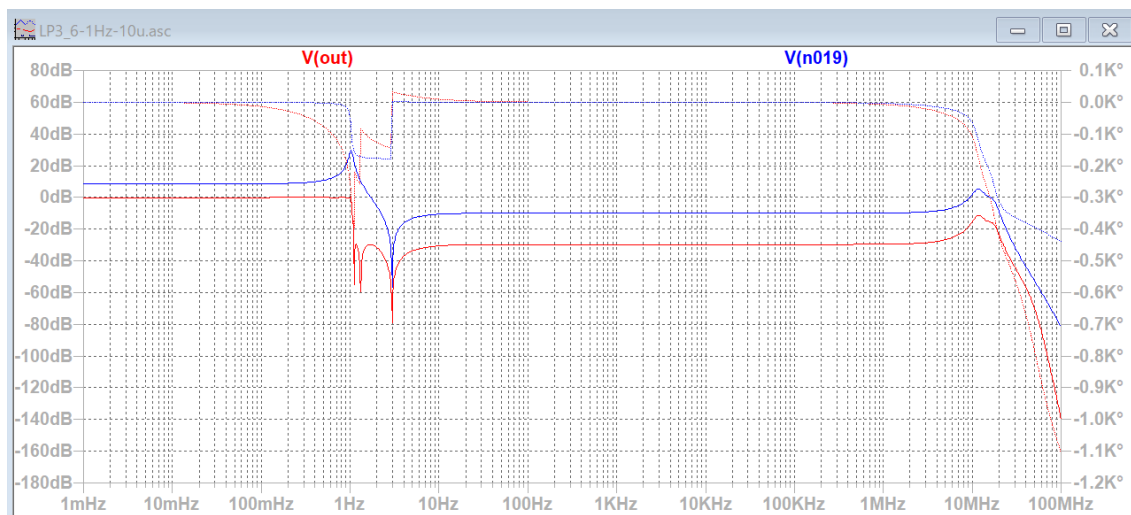
LP3\_6-1Hz.asc

ローパス

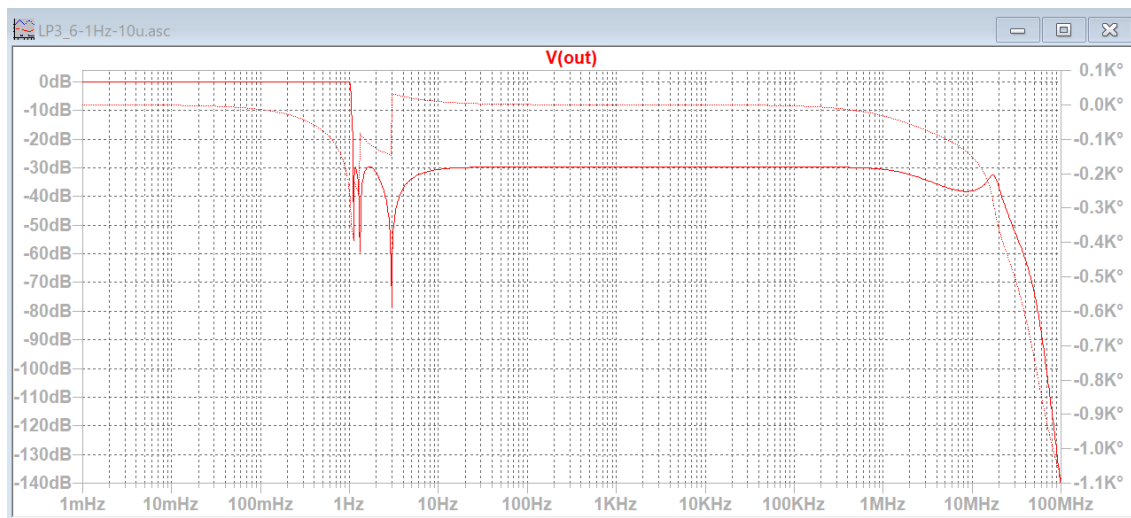
V(out)を確認する (ver.1.45 の例)



1MHz 付近にピークがあるので、U4 の出力を確認する



ピークは第1ブロックで発生しているので、R3\_1に C1=0.7p を並列接続する。



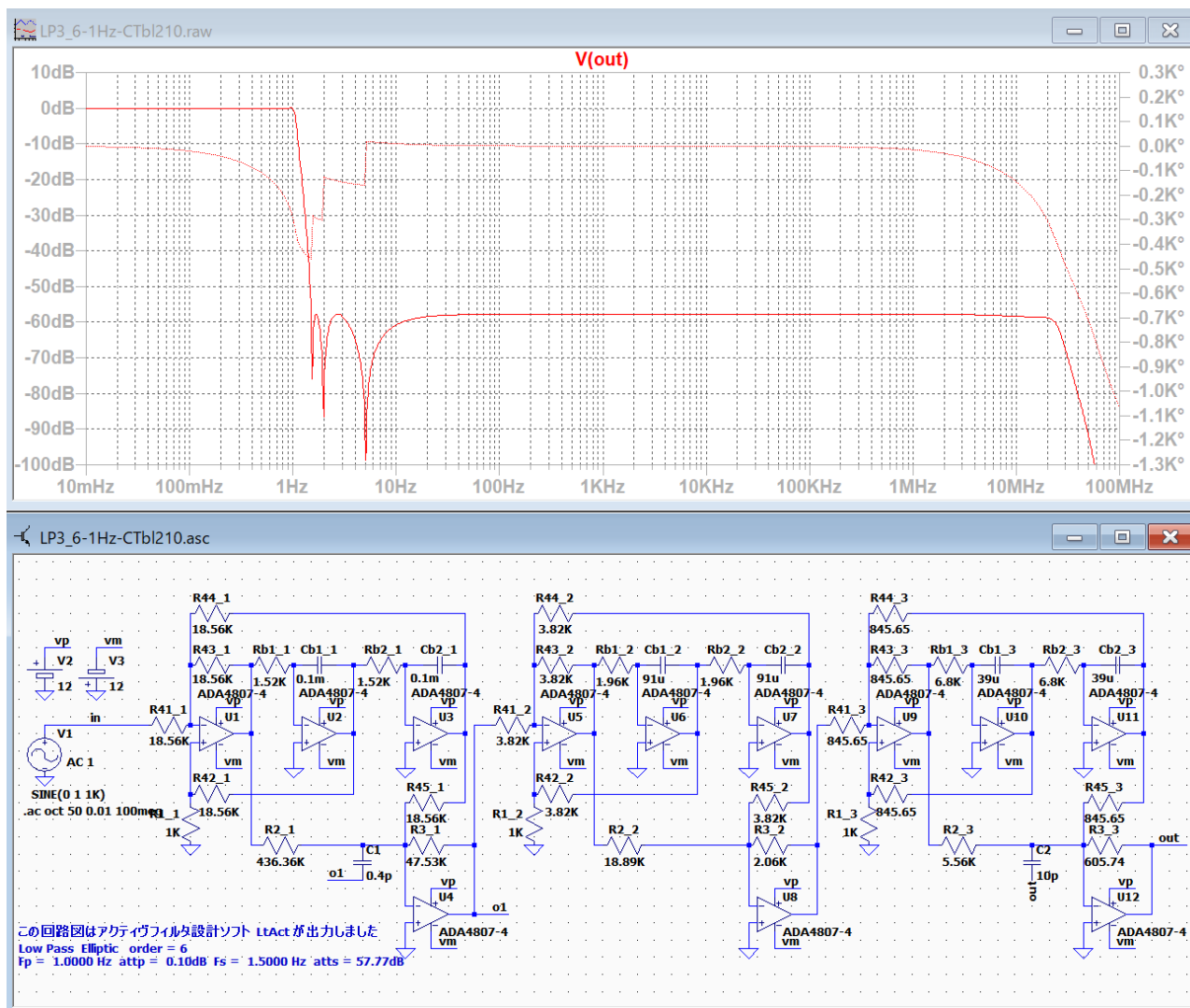
楕円関数

LP3\_6-1Hz.asc

ローパス

完成した回路図

LP3\_6-1Hz-CTbl210.asc



1Hz で 0dB, 1.5Hz 以上で最低減衰量 -57.8dB

楕円関数

LP3\_6-1Hz.asc

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_6-1Hz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:47:48 2021

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000 Hz attp = 0.1000dB Fs = 1.1000 Hz atts = 29.69dB

1 (et1) 「LP3-0-0」 Rb\_1(2 個)= 1.5505K Cb\_1(2 個)= 0.1000m 誤差=3.20 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 340.5561K R3\_1 = 108.9971K R4\_1(5 個)= 40.6561K 誤差=5.20 %

2 (et1) 「LP3-0-1」 Rb\_2(2 個)= 1.8007K Cb\_2(2 個)= 91.0000u 誤差=0.04 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 11.7967K R3\_2 = 3.7756K R4\_2(5 個)= 6.4924K 誤差=5.84 %

3 (et1) 「LP3-0-2」 Rb\_3(2 個)= 5.1512K Cb\_3(2 個)= 39.0000u 誤差=0.99 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 1.9441K R3\_3 = 622.2100 R4\_3(5 個)= 981.3105 誤差=3.47 %

ver.1.45 では、Cb1\_1 = 10u, Cb1\_2=8.2u, Cb1\_3=3u

Ctbl200 では、Cb1\_1 = 10m, Cb1\_2=9.1m, Cb1\_3=3.9m → 大きすぎる！

ver.2.10 では、Cb1\_1 = 100u, Cb1\_2=91u, Cb1\_3=39u

Ctbl200 LP3 の推奨値を 1/100 に変更して良好な結果が得られた → ver.2.10 に組み込み

ローパス

LP3\_10-100KHz.asc

ローパス・楕円関数 10 次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m (<=58)$  10

カットオフ周波数  $F_c$  100 KHz

周波数  $F_c$  における減衰量又はリップル  $att_p$  0.01 dB OK

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Elliptic 次数=10

 $F_p = 100.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.0100\text{dB}$   $F_s = 150.0000\text{KHz}$   $atts = 105.15\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

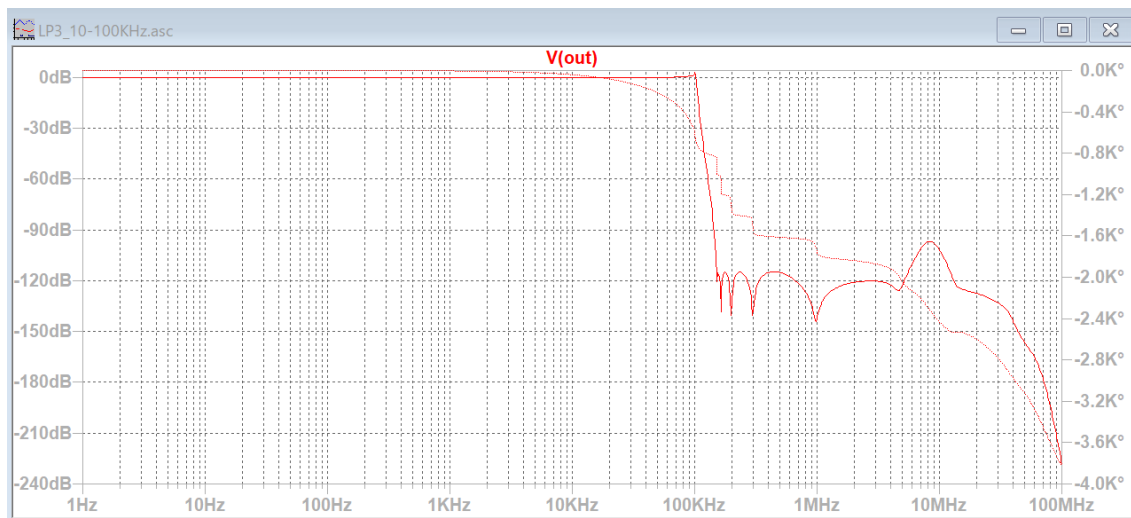
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	52.5602K	429.5562G	88.8099m	0	2.4469T
		$F_c =$	104.3110K	$Q =$	12.4696 GB 積=130.0717Meg
2	167.1609K	382.1624G	88.8099m	0	306.8082G
		$F_c =$	98.3885K	$Q =$	3.6982 GB 積= 36.3859Meg
3	303.2623K	291.0634G	88.8099m	0	137.6853G
		$F_c =$	85.8646K	$Q =$	1.7790 GB 積= 15.2753Meg
4	448.1206K	177.2753G	88.8099m	0	94.0554G
		$F_c =$	67.0107K	$Q =$	0.9396 GB 積= 6.2961Meg
5	550.4343K	92.3263G	88.8099m	0	80.3466G
		$F_c =$	48.3596K	$Q =$	0.5520 GB 積= 2.6696Meg

楕円関数

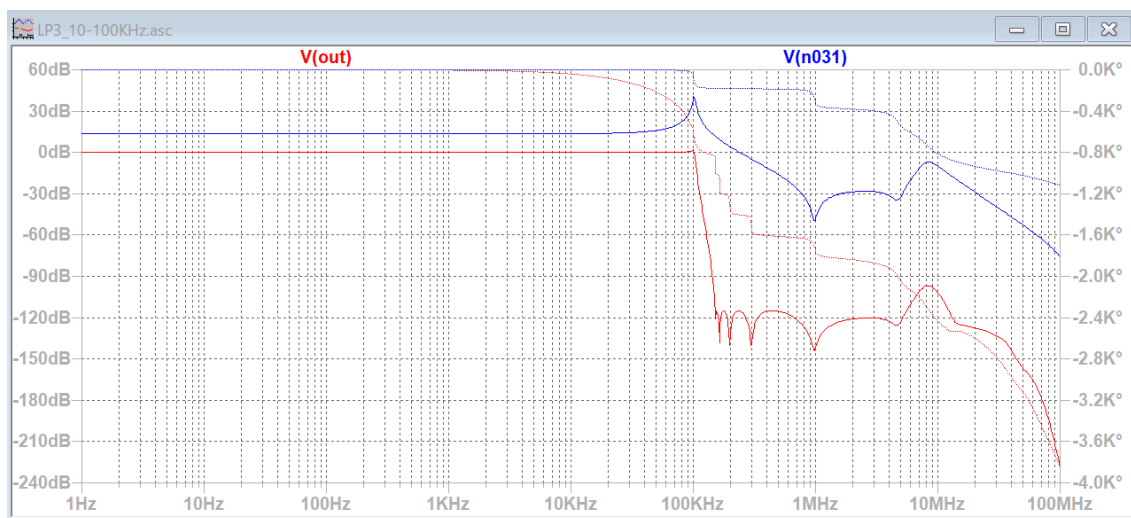
LP3\_10-100KHz.asc

ローパス

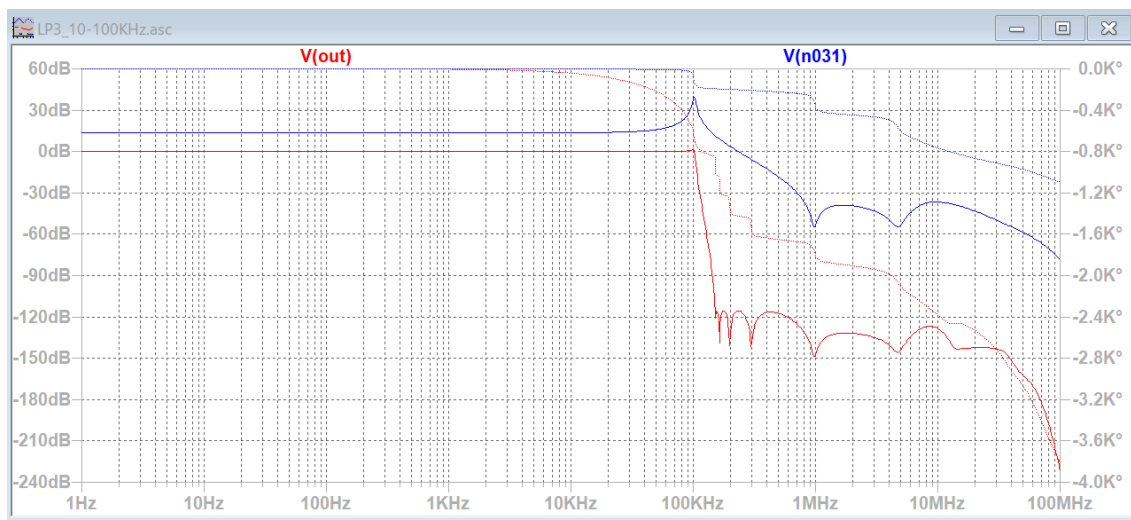
V(out)を確認する (ver.1.45 の例)



8MHz にピークがあるので、U4 の出力を確認する



ピークは第1ブロックで発生しているので、R3\_1に C1=1p を並列接続する。



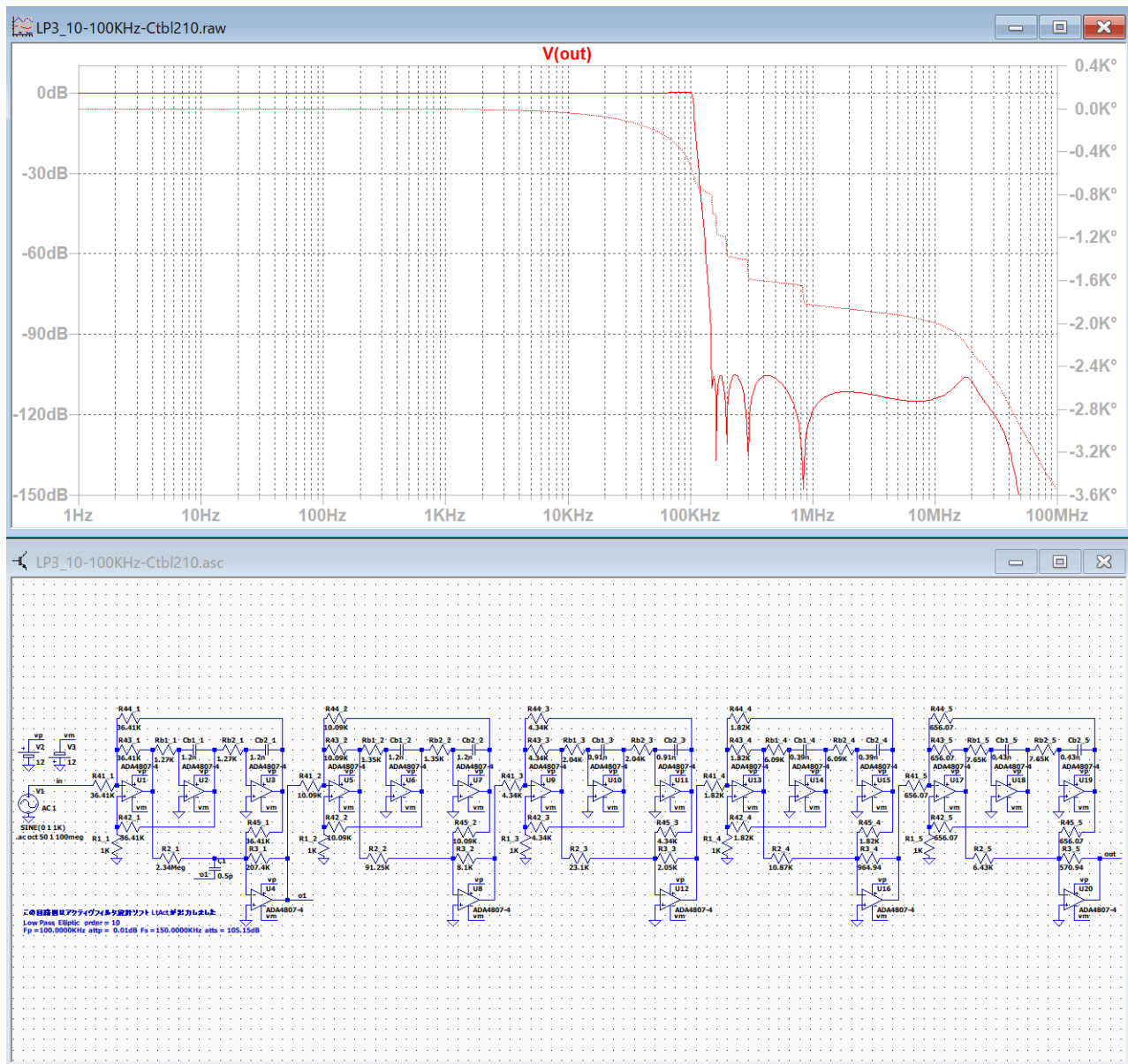
楕円関数

LP3\_10-100KHz.asc

ローパス

完成した回路図

LP3\_10-100KHz-Ctbl210.asc



100KHz で 0.1dB, 150KHz 以上で最低減衰量 -105.2dB

楕円関数

LP3\_10-100KHz.asc



ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_10-100KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:56:30  
2021

アナログ Low Pass Elliptic 次数=10

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp = 0.0100dB Fs =150.0000KHz atts = 105.15dB

1 (et1) 「LP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 1.2715K Cb\_1(2 個)= 1.2000n 誤差=2.24 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 2.3353Meg R3\_1 = 207.4006K R4\_1(5 個)= 36.4088K  
誤差=4.65 %

2 (et1) 「LP3-1-0」 Rb\_2(2 個)= 1.3480K Cb\_2(2 個)= 1.2000n 誤差=3.56 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 91.2527K R3\_2 = 8.1041K R4\_2(5 個)= 10.0946K  
誤差=1.53 %

3 (et1) 「LP3-1-1」 Rb\_3(2 個)= 2.0369K Cb\_3(2 個)= 0.9100n 誤差=1.81 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 23.1008K R3\_3 = 2.0516K R4\_3(5 個)= 4.3370K  
誤差=4.71 %

4 (et1) 「LP3-1-2」 Rb\_4(2 個)= 6.0899K Cb\_4(2 個)= 0.3900n 誤差=1.81 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 10.8652K R3\_4 = 964.9369 R4\_4(5 個)= 1.8187K 誤  
差=3.98 %

5 (et1) 「LP3-1-2」 Rb\_5(2 個)= 7.6537K Cb\_5(2 個)= 0.4300n 誤差=2.01 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 6.4288K R3\_5 = 570.9416 R4\_5(5 個)= 656.0691 誤  
差=5.44 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 120n, Cb1\_2= Cb1\_3=90n, Cb1\_4= Cb1\_5=40n

ver.2.00 では、Cb1\_1 = Cb1\_2= 120n, Cb1\_3=91n, Cb1\_4= 39n, Cb1\_5=43n

ver.2.10 では、Cb1\_1 = Cb1\_2= 1.2n, Cb1\_3=0.9n, Cb1\_4= 0.39n, Cb1\_5=0.43n

この回路図では、Cb1\_1 = Cb1\_2= 0.12n, Cb1\_3=91p, Cb1\_4= 39p, Cb1\_5=43p に、  
1/1000 まで変更しても良好な特性が得られたが、他の回路図では 1/100 が限界だった。

ver.2.10 では、推奨値を 1/100 にして用いることにする。

ローパス

LP3\_6-100KHz-Xs 16.asc

ローパス・楕円関数 6次 100KHz

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ` Low Pass Elliptic 次数=6

Fp =100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =160.0000KHz atts = 62.22dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

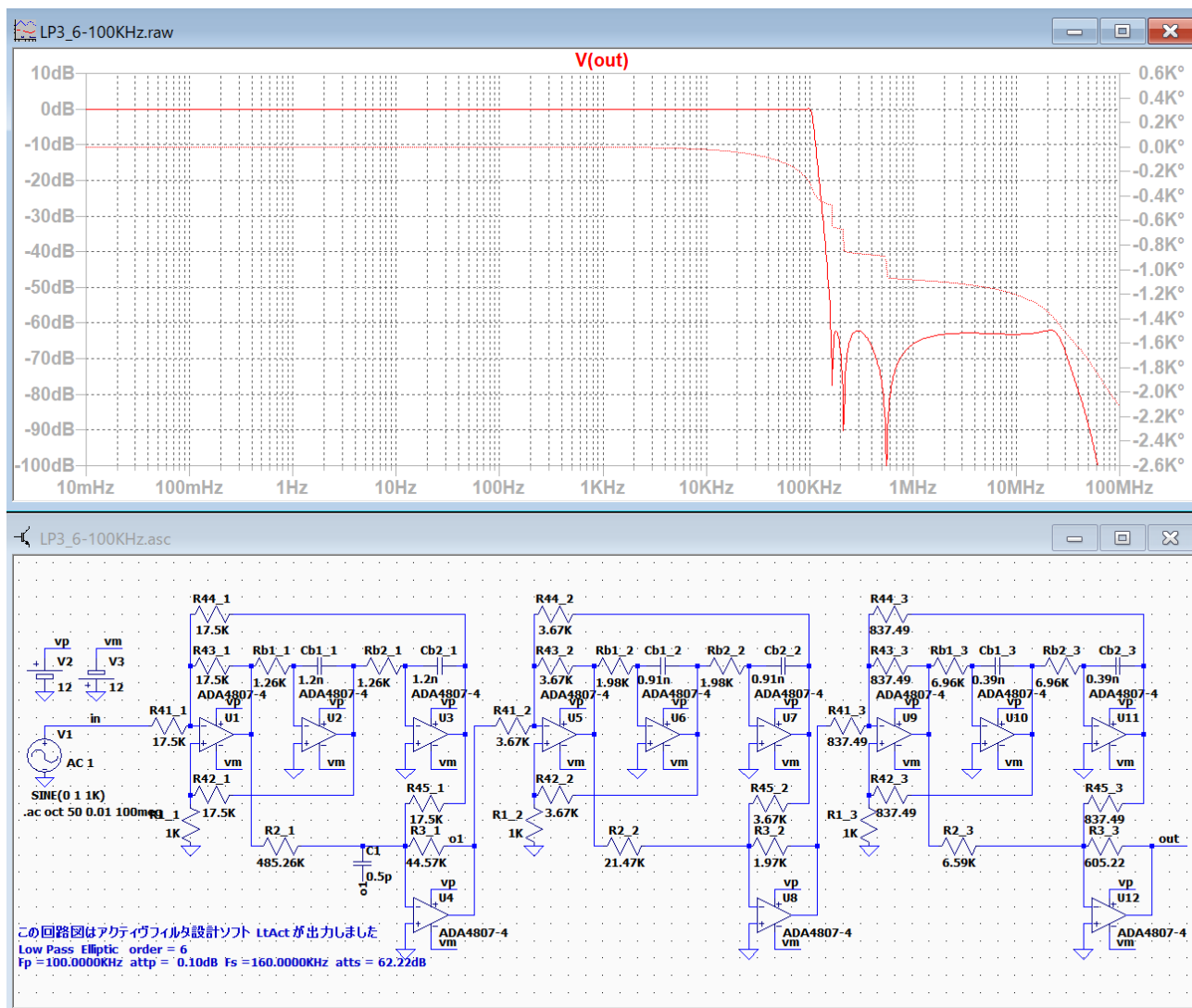
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	106.9979K	435.3520G	91.8394m	0	1.1087T
		Fc=	105.0124K	Q =	6.1666 GB 積= 64.7568Meg
2	356.2491K	307.6852G	91.8394m	0	165.2728G
		Fc=	88.2823K	Q =	1.5570 GB 積= 13.7459Meg
3	601.1882K	135.5906G	91.8394m	0	97.9850G
		Fc=	58.6050K	Q =	0.6125 GB 積= 3.5895Meg

楕円関数

LP3\_6-100KHz-Xs 16.asc

ローパス

完成した回路図



100KHz で 0dB, 160KHz で -62.2dB, 160KHz 以上で最低減衰量 -62dB

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_6-100KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:58:04 2021

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp =100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =160.0000KHz atts = 62.22dB

1 (et1) 「LP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 1.2630K Cb\_1(2 個)= 1.2000n 誤差=2.93 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 485.2644K R3\_1 = 44.5664K R4\_1(5 個)= 17.4998K

誤差=5.52 %

2 (et1) 「LP3-1-1」 Rb\_2(2 個)= 1.9811K Cb\_2(2 個)= 0.9100n 誤差=0.95 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 21.4716K R3\_2 = 1.9719K R4\_2(5 個)= 3.6711K

誤差=3.44 %

3 (et1) 「LP3-1-2」 Rb\_3(2 個)= 6.9634K Cb\_3(2 個)= 0.3900n 誤差=2.35 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 6.5899K R3\_3 = 605.2167 R4\_3(5 個)= 837.4922 誤

差=4.53 %

ローパス

LP3\_6-100KHz-Xs 12.asc

ローパス・楕円関数 6次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  100 KHz

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_s/F_c$  1.2 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アログ Low Pass Elliptic 次数=6

 $F_p = 100.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 120.0000\text{KHz}$   $atts = 39.63\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

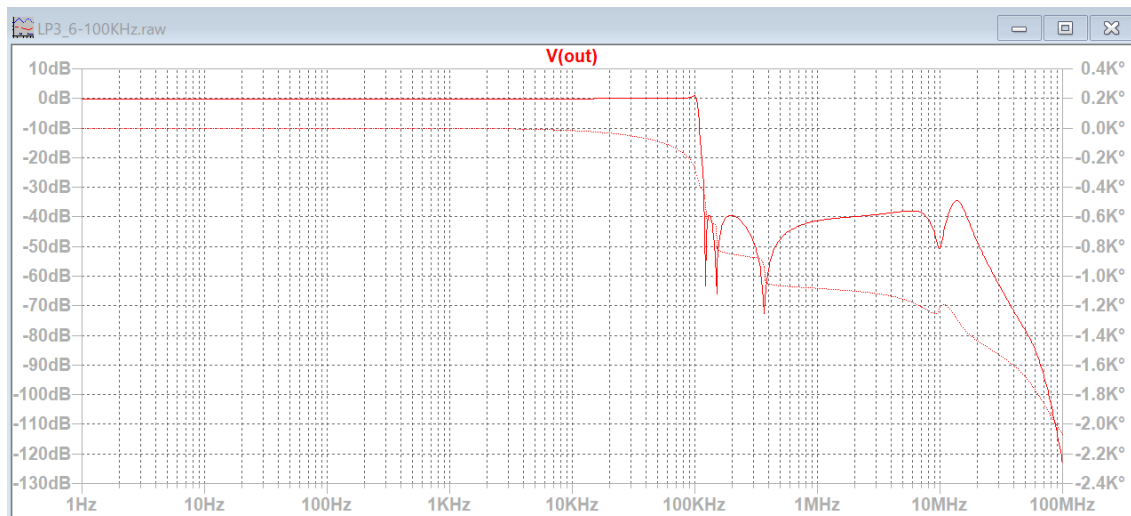
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	68.6056K	423.5025G	0.2185	0	1.1174T
		$F_c = 103.5734\text{K}$	$Q = 9.4857$		$\text{GB 積} = 98.2464\text{Meg}$
2	295.8492K	347.1491G	0.2185	0	192.8974G
		$F_c = 93.7731\text{K}$	$Q = 1.9915$		$\text{GB 積} = 18.6752\text{Meg}$
3	688.1701K	191.2836G	0.2185	0	128.9757G
		$F_c = 69.6080\text{K}$	$Q = 0.6355$		$\text{GB 積} = 4.4239\text{Meg}$

楕円関数

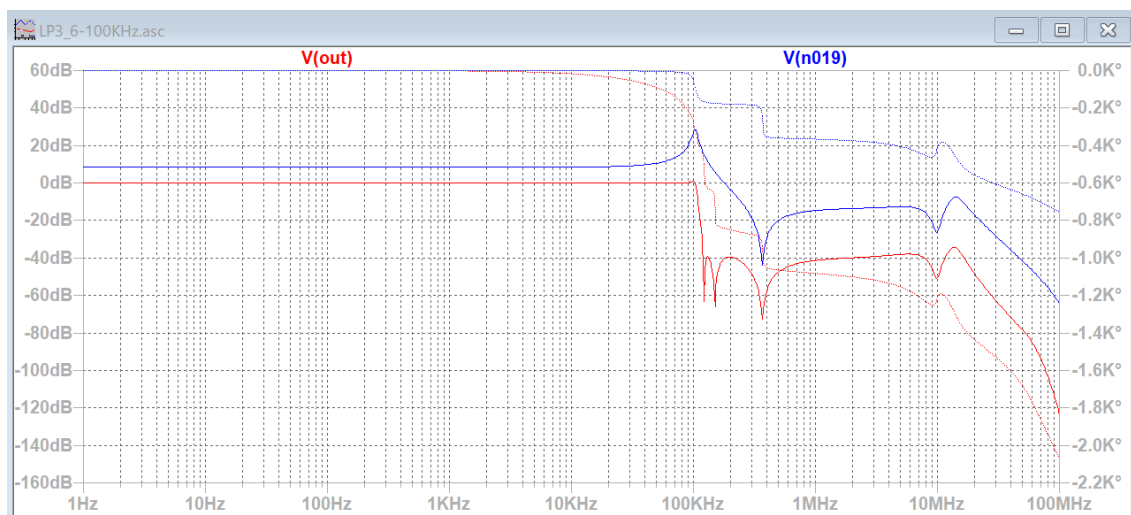
LP3\_6-100KHz-Xs 12.asc

ローパス

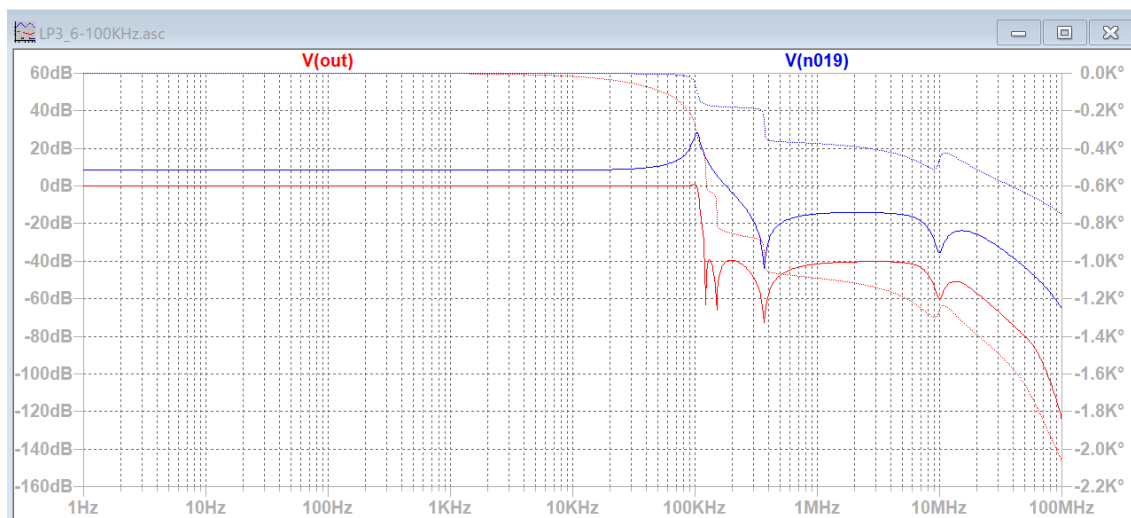
V(out)を確認する (ver.1.45 の例)



14MHz 付近にピークがあるので、U4 の出力を確認する



ピークは第1ブロックで発生しているので、R3\_1に C1=0.3p を並列接続する。



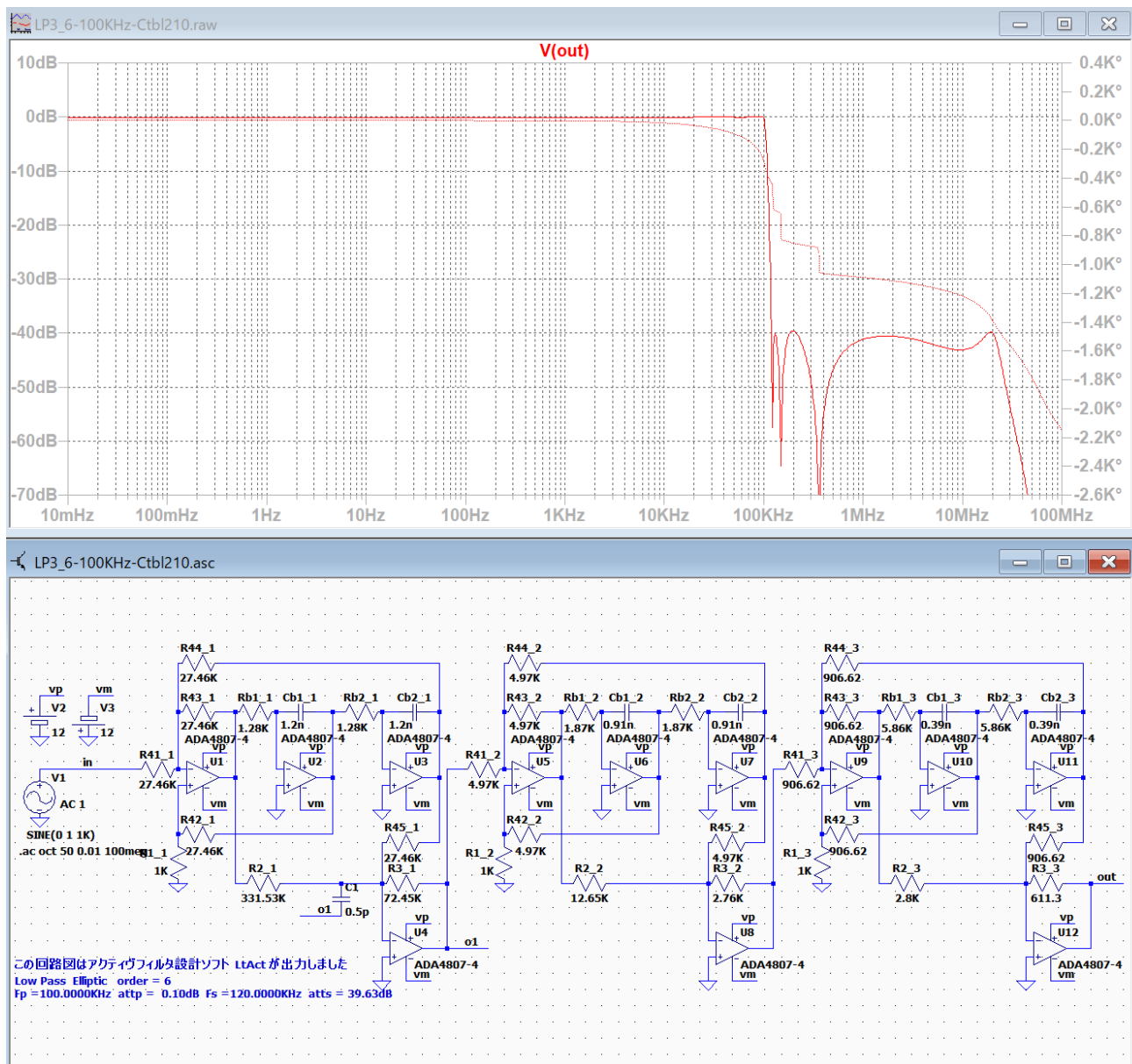
楕円関数

LP3\_6-100KHz-Xs 12.asc

ローパス

完成した回路図

LP3\_6-100KHz-Ctbl210.asc



100KHz で 0dB, 120KHz 以上で最低減衰量 -39.8dB

楕円関数

LP3\_6-100KHz-Xs 12.asc

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_6-100KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 13:59:08 2021

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp =100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =120.0000KHz atts = 39.63dB

1 (et1) 「LP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 1.2805K Cb\_1(2 個)= 1.2000n 誤差=1.52 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 331.5255K R3\_1 = 72.4459K R4\_1(5 個)= 27.4570K

誤差=3.93 %

2 (et1) 「LP3-1-1」 Rb\_2(2 個)= 1.8651K Cb\_2(2 個)= 0.9100n 誤差=3.49 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 12.6495K R3\_2 = 2.7642K R4\_2(5 個)= 4.9746K

誤差=4.41 %

3 (et1) 「LP3-1-2」 Rb\_3(2 個)= 5.8627K Cb\_3(2 個)= 0.3900n 誤差=4.48 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 2.7974K R3\_3 = 611.3018 R4\_3(5 個)= 906.6207 誤

差=3.78 %

コンデンサを Ctbl200 の 1/100 に設定すると良好だった → ver.2.10 に採用する

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 120n, Cb1\_2= 90n, Cb1\_3=40n

ver.2.10 では、 Cb1\_1 = 1.2n, Cb1\_2= 0.91n, Cb1\_3=0.39n



ローパス

LP3\_6-1MHz.asc

ローパス・楕円関数 6次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  6

カットオフ周波数  $F_c$  1 Meg

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_s/F_c$  1.2 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.2000MegHz atts = 39.63dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

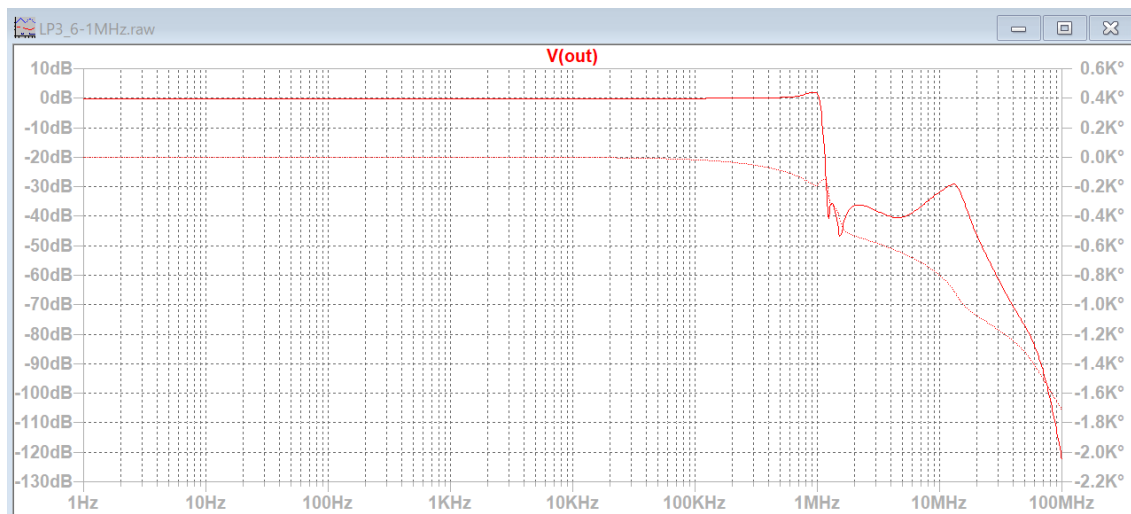
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	686.0557K	42.3503T	0.2185	0	111.7418T
		Fc= 1.0357Meg	Q = 9.4857	GB 積=982.4644Meg	
2	2.9585Meg	34.7149T	0.2185	0	19.2897T
		Fc= 937.7310K	Q = 1.9915	GB 積=186.7523Meg	
3	6.8817Meg	19.1284T	0.2185	0	12.8976T
		Fc= 696.0799K	Q = 0.6355	GB 積= 44.2387Meg	

楕円関数

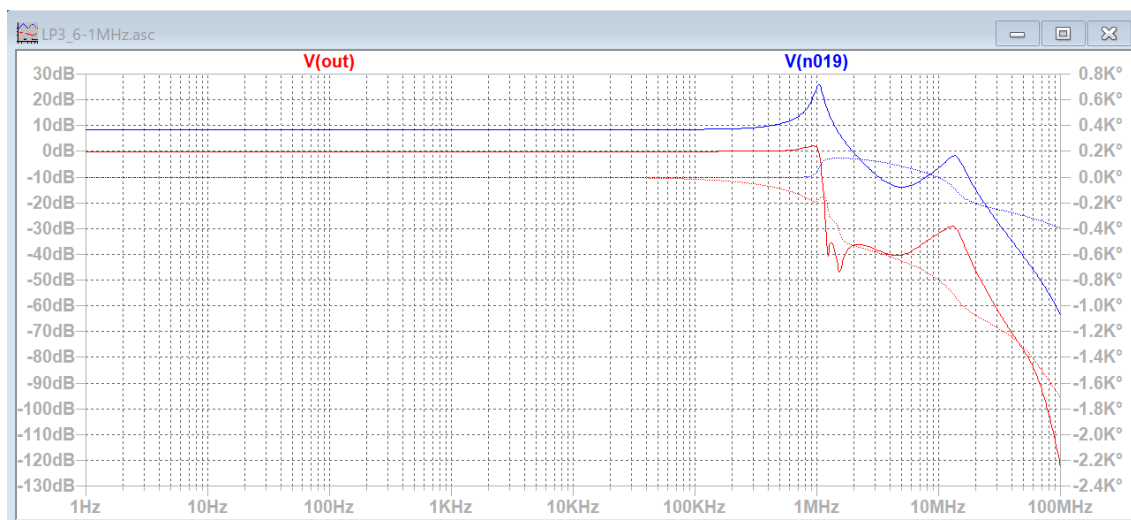
LP3\_6-1MHz.asc

ローパス

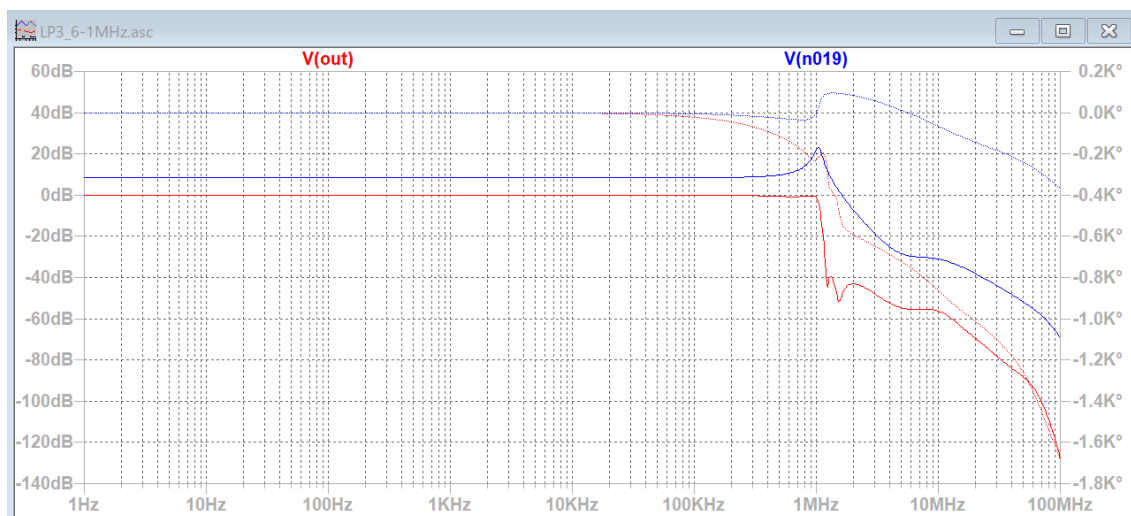
V(out)を確認する (ver.1.45 の例)



13MHz 付近にピークがあるので、U4 の出力を確認する



ピークは第 1 ブロックで発生しているので、R3\_1 に C1=2p を並列接続する。



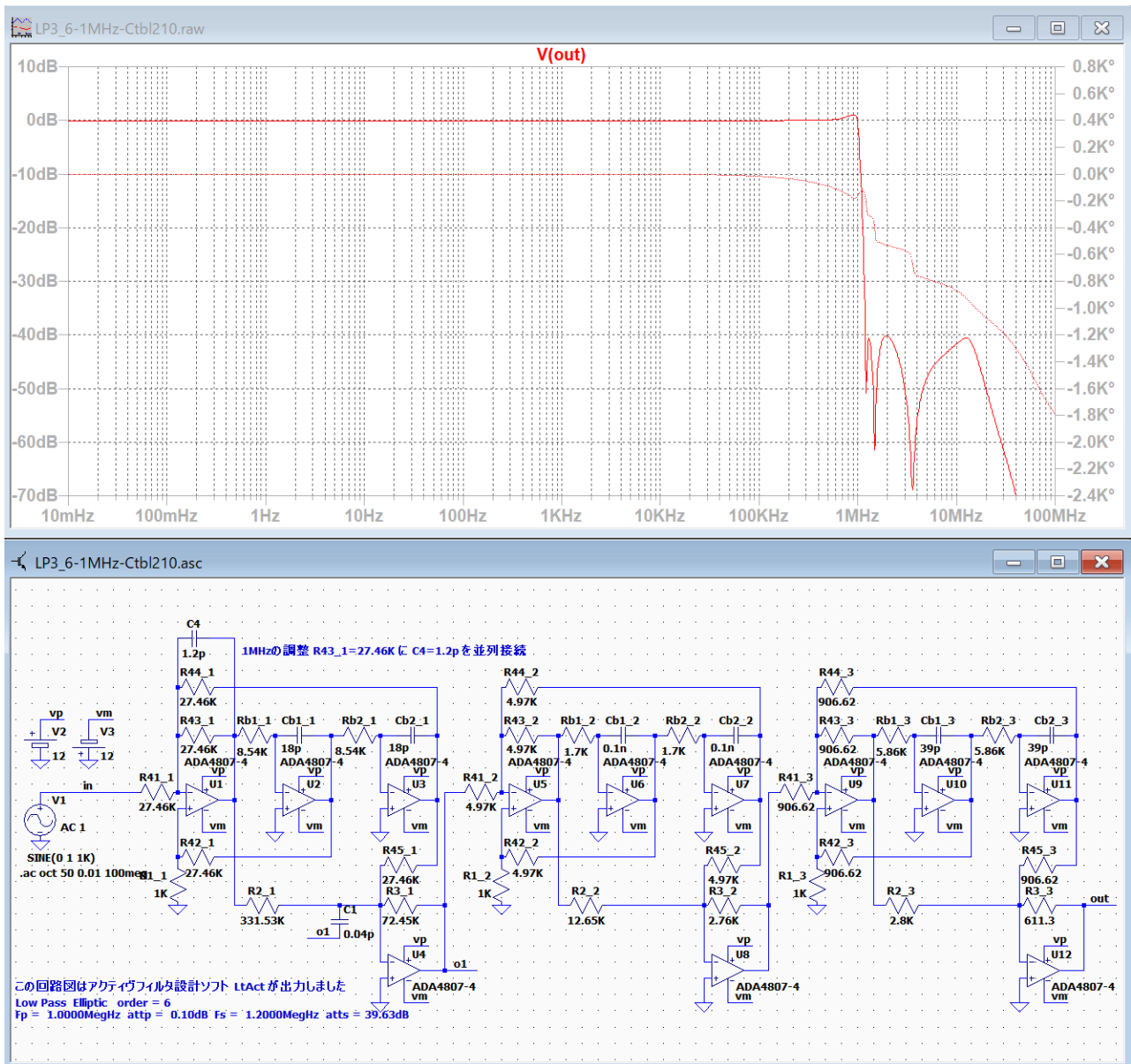
楕円関数

LP3\_6-1MHz.asc

ローパス

完成した回路図

LP3\_6-1MHz-Ctbl210.asc



1MHz で -0.6dB, 1.2MHz 以上で最低減衰量 -40.2dB

1MHz のピーク抑制 R43\_1=27.46K に C4=1.2p を並列接続

遮断域のリプル調整 C1 は最低減衰量が確保できる値 0.04p に設定

楕円関数

LP3\_6-1MHz.asc

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LtAct Ver.2.0 設計例\ローパス\楕円関数\LP3\_6-1MHz-  
18p.asc 作成日時 Wed Dec 09 14:42:47 2020 LP3\_6-1MHz-Ctbl210.asc

LP3\_6-1MHz-Ctbl210.asc

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.2000MegHz atts = 39.63dB

1 (et1) Rb\_1 (2 個) = 8.5369K Cb\_1 (2 個) = 18.0000p 誤差 = 3.9462 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 331.5255K R3\_1 = 72.4459K R4\_1 (5 個) =

27.4570K 誤差 = 3.9258 %

2 (et1) Rb\_2 (2 個) = 1.6972K Cb\_2 (2 個) = 0.1000n 誤差 = 5.7290 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 12.6495K R3\_2 = 2.7642K R4\_2 (5 個) =

4.9746K 誤差 = 4.4076 %

3 (et1) Rb\_3 (2 個) = 5.8627K Cb\_3 (2 個) = 39.0000p 誤差 = 4.4806 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 2.7974K R3\_3 = 611.3018 R4\_3 (5 個) = 906.6207

誤差 = 3.7807 %

コンデンサを Ctbl の 1/100 に設定すると良好な結果が得られた。

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 18n, Cb1\_2 = 10n, Cb1\_3 = 4n

Ctbl200 では、Cb1\_1 = 1.8n, Cb1\_2 = 10n, Cb1\_3 = 3.9n

ver.2.10 では、Cb1\_1 = 18p, Cb1\_2 = 0.1n, Cb1\_3 = 39p

「LtAct ver.2.40」の場合

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_6-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 14:01:17 2021

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.2000MegHz atts = 39.63dB

1 (et1) 「HP3-3-0」 Rb\_1(2 個)= 5.1221K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=0.43 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 331.5255K R3\_1 = 72.4459K R4\_1(5 個)= 27.4570K

誤差=3.93 %

2 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_2(2 個)= 5.6574K Cb\_2(2 個)= 30.0000p 誤差=1.02 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 12.6495K R3\_2 = 2.7642K R4\_2(5 個)= 4.9746K

誤差=4.41 %

3 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_3(2 個)= 7.6215K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=1.59 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 2.7974K R3\_3 = 611.3018 R4\_3(5 個)= 906.6207 誤

差=3.78 %

楕円関数

LP3\_6-1MHz.asc

ローパス

LP4\_6-1MHz.asc

ローパス・楕円関数 6次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  1 Meg

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_s/F_c$  1.2 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.2000MegHz atts = 39.63dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

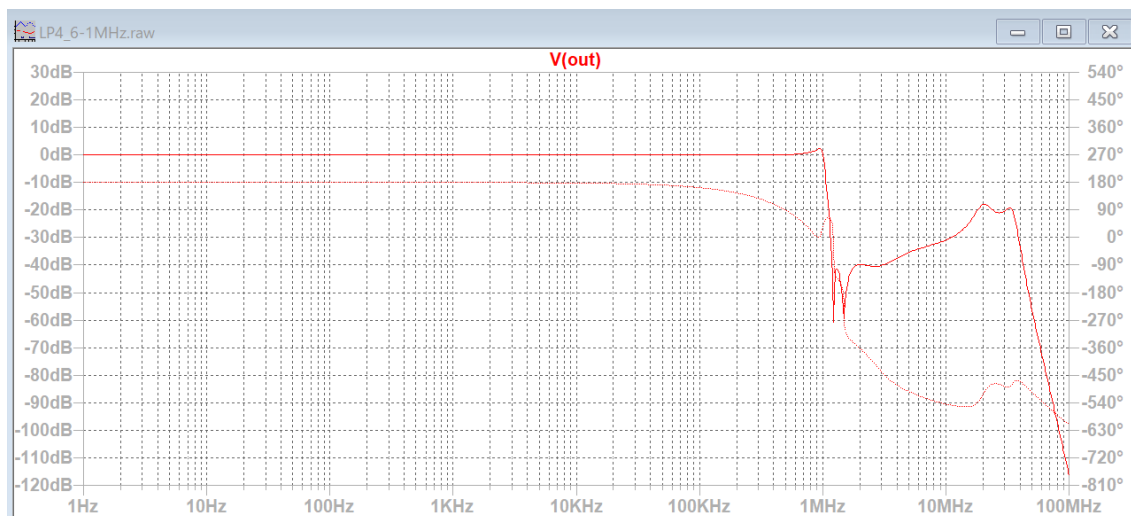
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	686.0557K	42.3503T	0.2185	0	111.7418T
		Fc=	1.0357Meg	Q =	9.4857 GB 積=982.4644Meg
2	2.9585Meg	34.7149T	0.2185	0	19.2897T
		Fc=	937.7310K	Q =	1.9915 GB 積=186.7523Meg
3	6.8817Meg	19.1284T	0.2185	0	12.8976T
		Fc=	696.0799K	Q =	0.6355 GB 積= 44.2387Meg

楕円関数

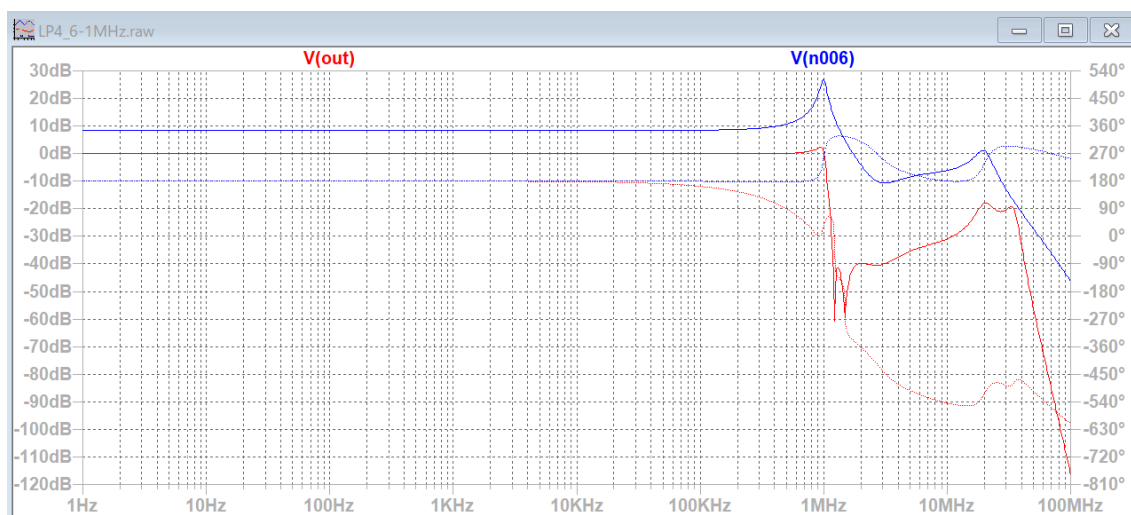
LP4\_6-1MHz.asc

ローパス

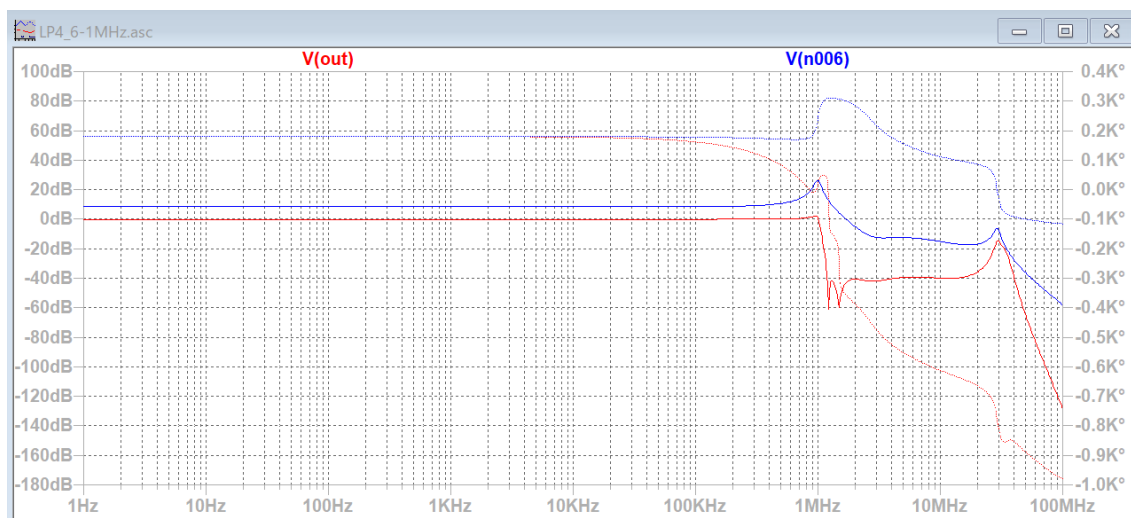
V(out)を確認する (ver.1.45 の例)



20MHz 付近にピークがあるので、U2 の出力を確認する



ピークは第1ブロックで発生しているので、R4\_1に C1=5p を並列接続する。

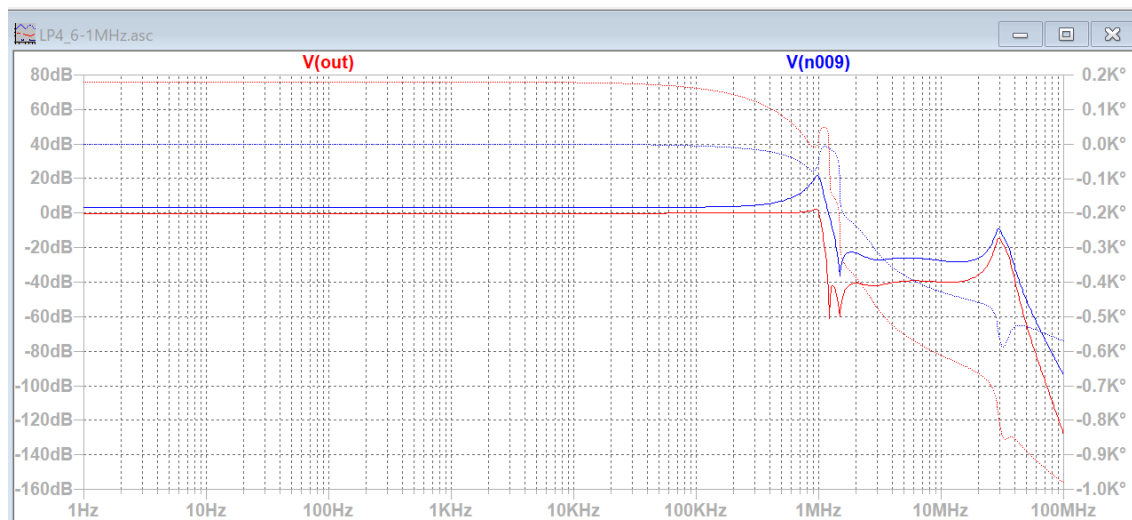


楕円関数

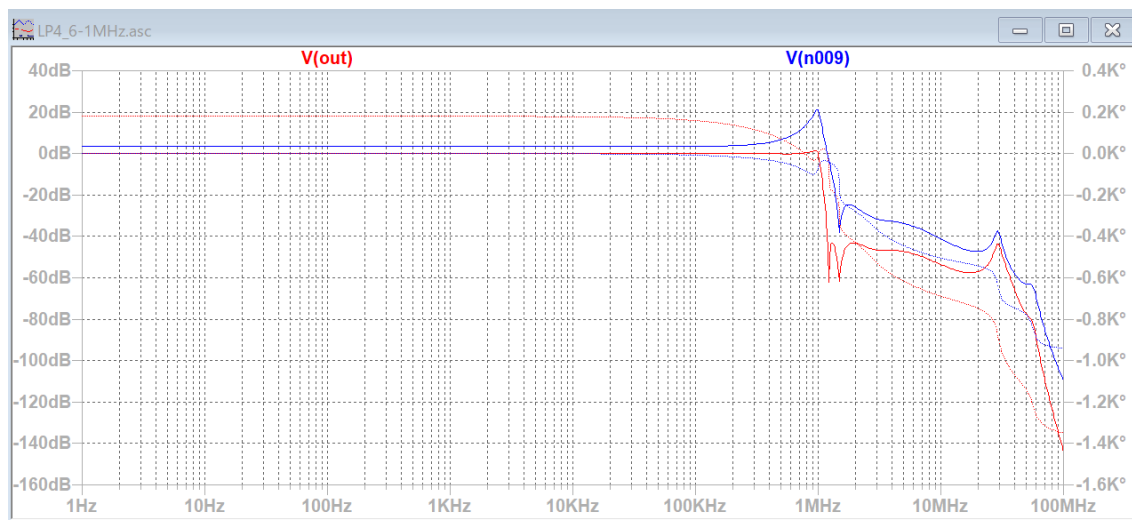
LP4\_6-1MHz.asc

ローパス

U4 の出力を確認する



R4\_2 に C1=10p を並列接続する。



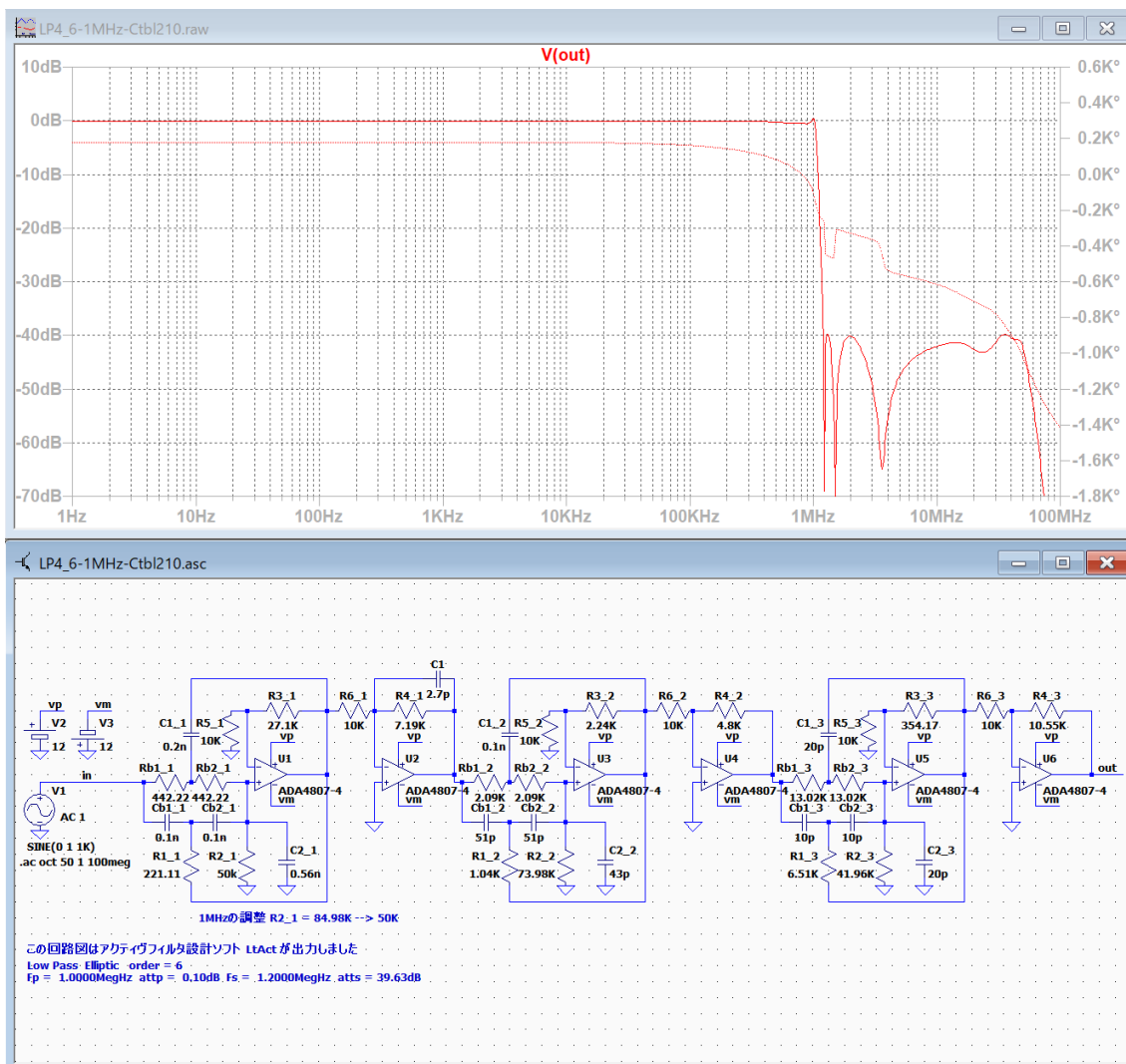
楕円関数

LP4\_6-1MHz.asc

ローパス

完成した回路図

LP4\_6-1MHz-Ctbl210.asc



1MHz で 0.4dB, 1.2MHz 以上で最低減衰量 -39.7dB

楕円関数

LP4\_6-1MHz.asc



ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LtAct Ver.2.0 設計例\ローパス\楕円関数\LP4\_6-1MHz-100p.asc 作成日時 Wed Dec 09 15:25:29 2020

LP4\_6-1MHz-Ctbl210.asc

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.2000MegHz atts = 39.63dB

1 (et2) Rb\_1 (2 個) = 442.2221 Cb\_1 (2 個) = 0.1000n R1\_1 = 221.1111 C1\_1 = 0.2000n 誤差 = 2.8091 %

1 R2\_1 = 84.9778K C2\_1 = 0.5600n 誤差 = 3.5043 %

1 R3\_1 = 27.1007K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.3715 %

1 R4\_1 = 7.1858K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.3726 %

2 (et2) Rb\_2 (2 個) = 2.0870K Cb\_2 (2 個) = 51.0000p R1\_2 = 1.0435K C1\_2 = 0.1020n 誤差 = 6.2107 %

2 R2\_2 = 73.9786K C2\_2 = 43.0000p 誤差 = 1.3806 %

2 R3\_2 = 2.2421K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.8756 %

2 R4\_2 = 4.7950K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.9822 %

3 (et2) Rb\_3 (2 個) = 13.0165K Cb\_3 (2 個) = 10.0000p R1\_3 = 6.5083K C1\_3 = 20.0000p 誤差 = 4.4845 %

3 R2\_3 = 41.9580K C2\_3 = 20.0000p 誤差 = 2.4834 %

3 R3\_3 = 354.1703 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.6460 %

3 R4\_3 = 10.5524K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 4.2417 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 2n, Cb1\_2 = 1n, Cb1\_3 = 0.2n

Ctbl200 では、Cb1\_1 = 0.2n, Cb1\_2 = 0.1n, Cb1\_3 = 20p

ver2.10 では、Cb1\_1 = 0.1n, Cb1\_2 = 51p, Cb1\_3 = 10p

ver2.40 では、Cb1\_1 = 0.1n, Cb1\_2 = 0.51n, Cb1\_3 = 0.1n

LP4 では、コンデンサを Ctbl200 の 1/2 に設定すると、良好な結果が得られた

ローパス

LP3\_6-4MHz.asc

ローパス・楕円関数 6次 4MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

カットオフ周波数  $F_c$  4 Meg

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

Fp = 4.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 6.0000MegHz atts = 57.77dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

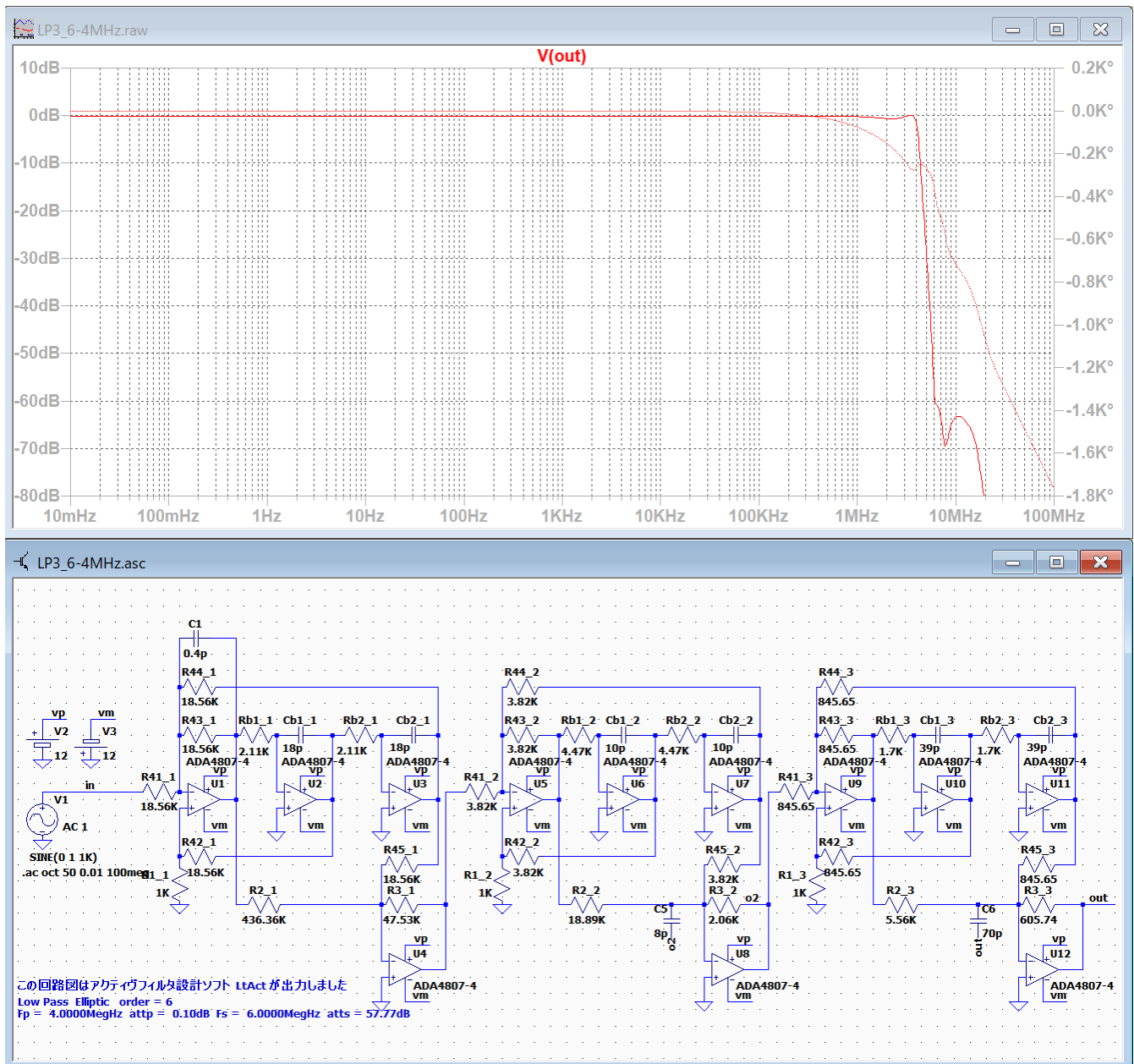
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	4.0406Meg	693.7283T	0.1089	0	1777.0278T
		Fc= 4.1919Meg	Q = 6.5185	GB 積= 2.7325G	
2	13.9430Meg	501.5189T	0.1089	0	270.1984T
		Fc= 3.5642Meg	Q = 1.6062	GB 積=572.4671Meg	
3	24.5211Meg	227.5802T	0.1089	0	163.0175T
		Fc= 2.4010Meg	Q = 0.6152	GB 積=147.7117Meg	

楕円関数

LP3\_6-4MHz.asc

ローパス

完成した回路図



4MHz で-1.6dB, 6MHz で -56.5dB, 7MHz 以上で最低減衰量-63dB

楕円関数

LP3\_6-4MHz.asc

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_6-4MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 14:07:19 2021

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp = 4.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 4.8000MegHz atts = 39.63dB

1 (et1) 「LP3-3-0」 Rb\_1(2 個)= 2.1342K Cb\_1(2 個)= 18.0000p 誤差=3.08 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 331.5255K R3\_1 = 72.4459K R4\_1(5 個)= 27.4570K

誤差=3.93 %

2 (et1) 「LP3-3-1」 Rb\_2(2 個)= 4.2431K Cb\_2(2 個)= 10.0000p 誤差=1.34 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 12.6495K R3\_2 = 2.7642K R4\_2(5 個)= 4.9746K

誤差=4.41 %

3 (et1) 「LP3-3-2」 Rb\_3(2 個)= 1.4657K Cb\_3(2 個)= 39.0000p 誤差=2.34 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 2.7974K R3\_3 = 611.3018 R4\_3(5 個)= 906.6207 誤

差=3.78 %

ローパス

LP3\_8-453KHz.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Elliptic
設計するフィルタの次数 $m(<=58)$	8		
カットオフ周波数 $F_c$	453	KHz	
周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル $att_p$	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_s/F_c$	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アログ Low Pass Elliptic 次数=8

 $F_p = 453.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 588.9000\text{KHz}$   $atts = 71.93\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

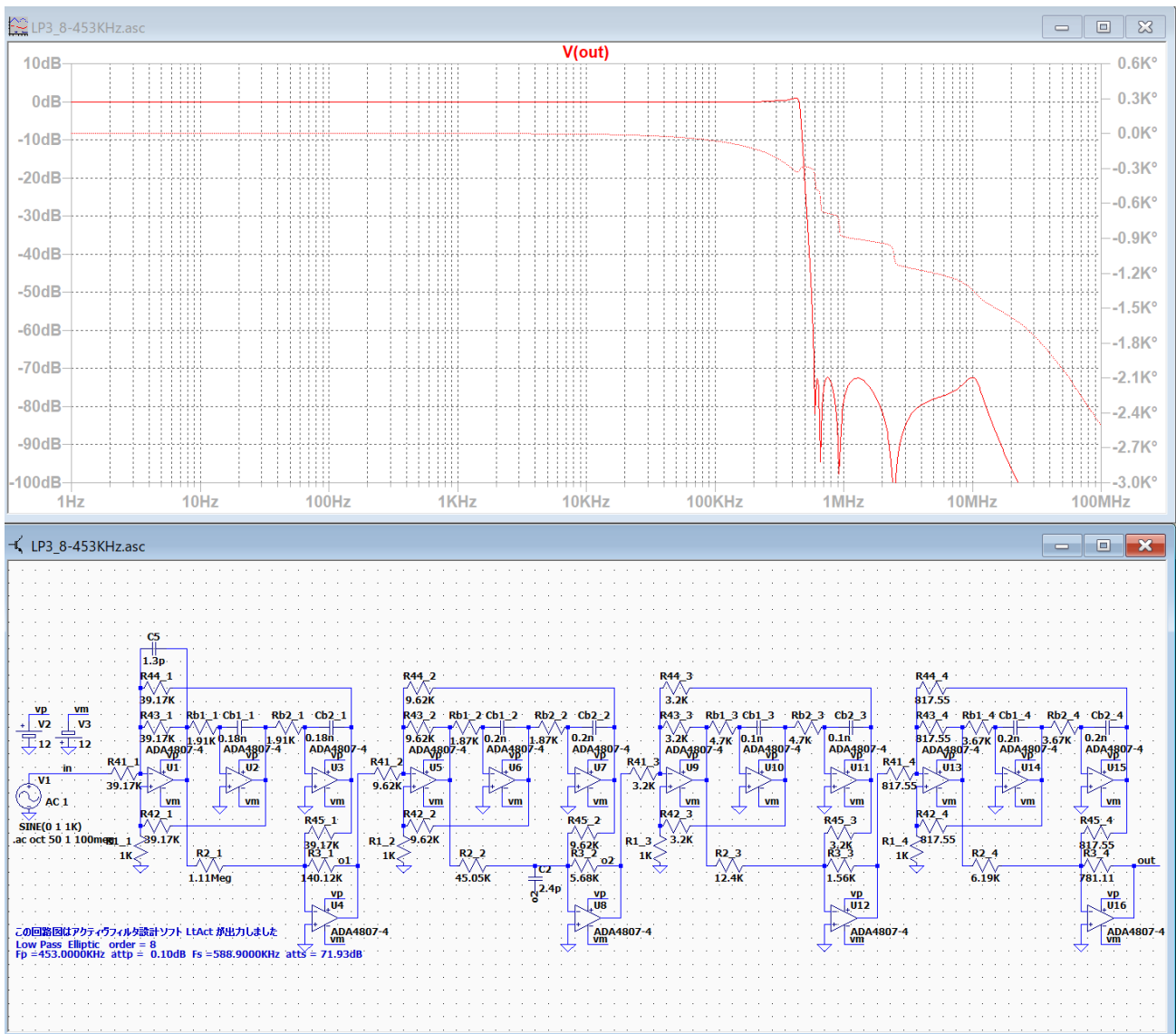
2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	217.2444K	8.4620T	0.1262	0	30.2707T
		Fc=	462.9736K	Q = 13.3902	GB 積=619.9315Meg
2	755.2395K	7.1473T	0.1262	0	4.2228T
		Fc=	425.4907K	Q = 3.5399	GB 積=150.6174Meg
3	1.5208Meg	4.5252T	0.1262	0	2.2152T
		Fc=	338.5608K	Q = 1.3988	GB 積= 47.3579Meg
4	2.2465Meg	1.8524T	0.1262	0	1.7699T
		Fc=	216.6164K	Q = 0.6059	GB 積= 13.1237Meg

中途半端なカットオフ周波数のフィルタを設計して、調整してみます。

ローパス

完成した回路図



$F_c = 453KHz$  付近のピークは、0.9dB、453KHz で -0.2dB、588.9KHz で -71.6dB

カットオフ周波数が 453KHz という中途半端な数値でも簡単にカットオフ周波数付近の調整ができます。調整は  $C5 = 1.3p$  と  $C2 = 2.4p$  だけで済みました。

ローパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_8-453KHz.asc 作成日時 Mon Jan 25 20:55:22

2021

アナログ Low Pass Elliptic 次数=8

参照モード=0

Fp =453.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =588.9000KHz atts = 71.93dB

1 (et1) 「LP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 1.9098K Cb\_1(2 個)= 0.1800n 誤差=4.72 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 1.1107Meg R3\_1 = 140.1236K R4\_1(5 個)= 39.1706K

誤差=7.13 %

2 (et1) 「LP3-2-0」 Rb\_2(2 個)= 1.8703K Cb\_2(2 個)= 0.2000n 誤差=3.76 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 45.0528K R3\_2 = 5.6835K R4\_2(5 個)= 9.6196K

誤差=6.04 %

3 (et1) 「LP3-2-2」 Rb\_3(2 個)= 4.7009K Cb\_3(2 個)= 0.1000n 誤差=0.02 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 12.4037K R3\_3 = 1.5648K R4\_3(5 個)= 3.1964K

誤差=5.12 %

4 (et1) 「LP3-2-2」 Rb\_4(2 個)= 3.6737K Cb\_4(2 個)= 0.2000n 誤差=2.01 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 6.1918K R3\_4 = 781.1117 R4\_4(5 個)= 817.5528 誤

差=4.00 %

周波数による推奨値の調整

「まとめ LP1 の C1\_1 の値」などに示されているコンデンサの推奨値は、周波数が 1KHz, 10KHz, 100KHz および 1MHz という周波数について推奨値をまとめたものです。

LP3(et1)	Cb1_1の値		
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	10u	8.2u	3u
10	1.2u	0.9u	0.4u
100	120n	90n	40n
1000	18n	10n	4n

この表を利用して、300KHz や 500KHz における推奨値を求める方法を説明します。

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

設計するフィルタの次数 m(<=58)

カットオフ周波数 Fc

周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp

最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc

遮断特性 Elliptic

4

500

KHz

0.1

dB

1.5

倍

OK

キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Elliptic 次数=4

Fp =500.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =750.0000KHz atts = 29.06dB

2 次式の形式

$$H_n = \frac{P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}}{s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}}$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.0909Meg	12.4166T	0.1877	0	22.4114T
		Fc=	560.8170K	Q =	3.2300
					GB 積=181.1448Meg
2	4.3903Meg	8.5753T	0.1877	0	4.6966T
		Fc=	466.0621K	Q =	0.6670
					GB 積= 31.0868Meg

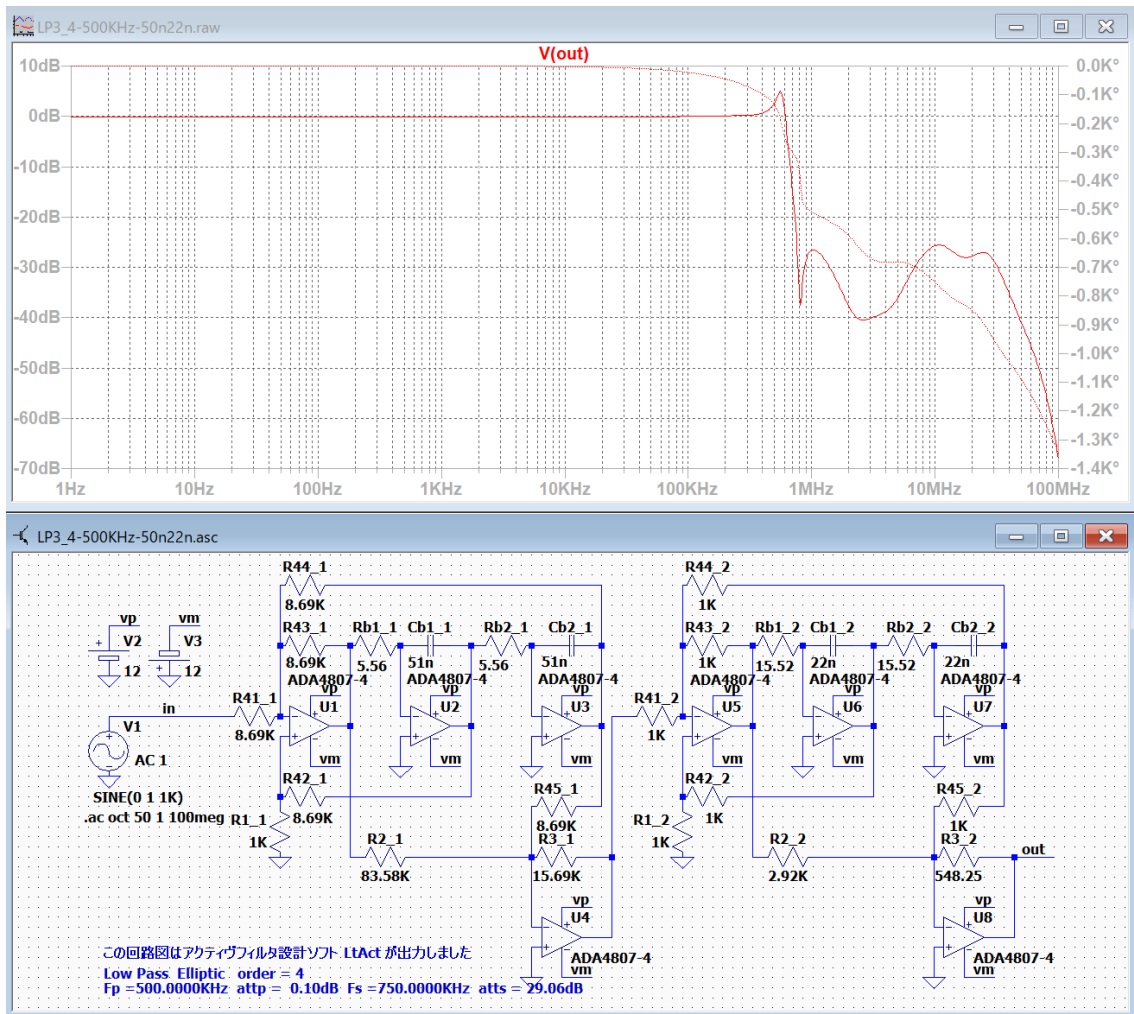
Q 値より、表の Q=2 と Q=1 の値を利用します。

500KHz は 100KHz と 1000KHz の中央の周波数なので、Q=2 の推奨値として

(90+10)/2=50n 、 Q=1 の推奨値として(40+4)/2=22n を使って回路図を作成します。



## 周波数による推奨値の調整



遮断域のピークは U8 の R3\_2 に C1 を並列に接続すれば消えますが、  
 560KHz にピークが発生しており、楕円関数の楕形のリップルが乱れています。

500KHz の推奨値は「まとめ LP1 の C1\_1 の値」の表の 100KHz から 1000KHz の間に  
 存在するので、次式により比例配分の比率を決定します。

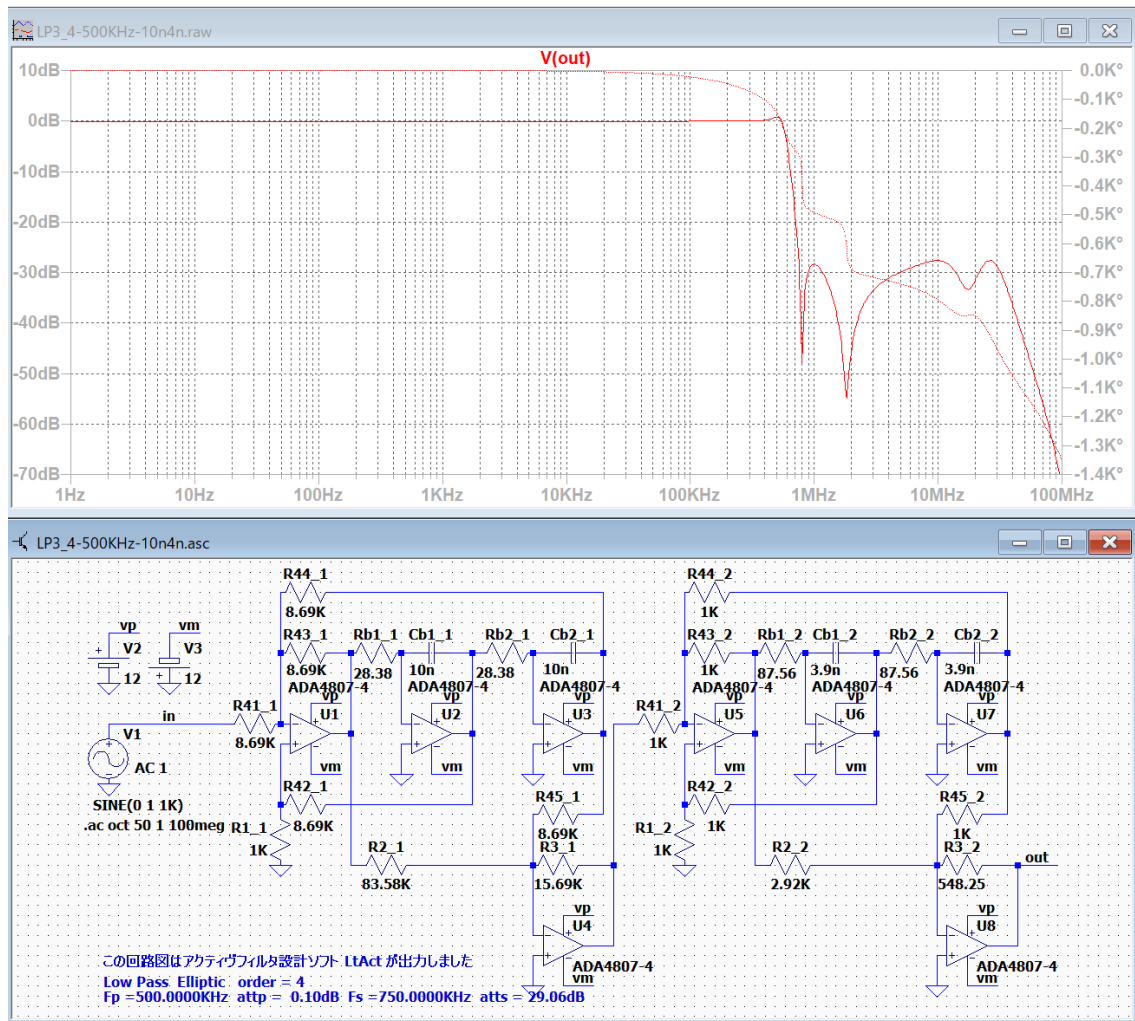
$$a = 1 - \log_{10} \frac{500}{100}; r = a^2 = 0.09$$

この比率 r によって、C1\_1 に対する推奨値は  $(90 + 10) \cdot a = 9n$  となりますが、1000KHz  
 の推奨値よりも小さくなったので 1000KHz の値 10n を採用します。

C1\_2 も 1000KHz の値 4n を採用します。

楕円関数

## 完成した回路図



遮断域のピークは U8 の R3\_2 に C1 を並列に接続すれば消すことができます。

R3\_2=10K 程度になるように回路図を作成しておけば、C1 は小さい値でピークを消すことができます。

従って、作成するフィルタの周波数 F が表の F1~F2(=10\*F1)の範囲であれば、配分比率は次式で表されます。

$$a = 1 - \log_{10} \frac{F}{F_1}; r = a^2$$

F1 に対する推奨値が C1、F2 に対する推奨値が C2 の時は、F に対する推奨値 C は次式で求められます。

$$C = (C_1 + C_2) \cdot r$$

ただし、C>C1 の場合は、C=C1、C<C2 の場合は、C=C2 とします。

C1>C2 なら、 $C = (C_1 + C_2) \cdot (1 - r)$ を使用します。

試しに、300KHz のフィルタを設計してみます。

$$C = (C1 + C2) \cdot r$$

$$a = 1 - \log_{10} \frac{300}{100}; r = a^2 = 0.273$$

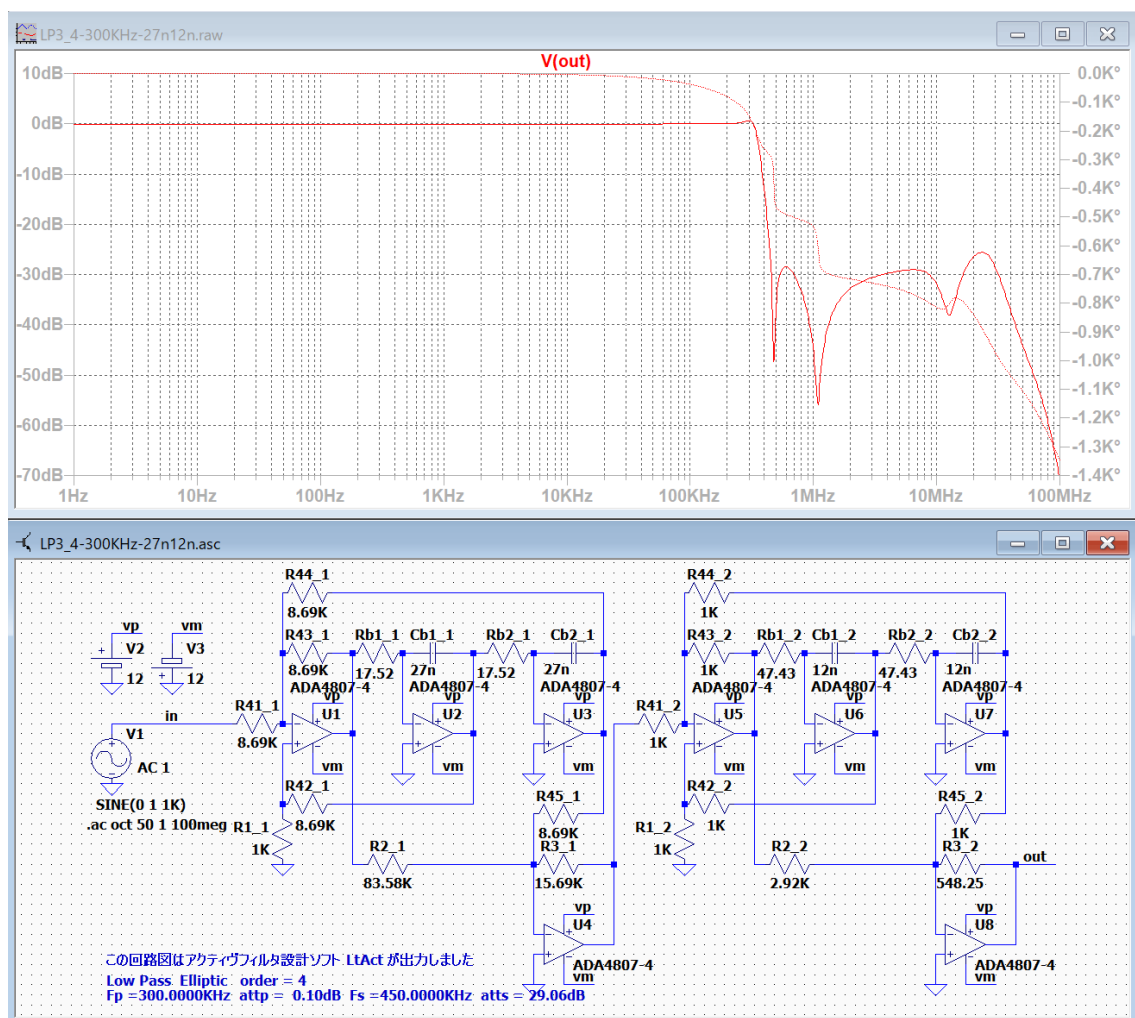
この比率によって、

$$C1\_1 = (90 + 10) \cdot 0.273 = 27.3n$$

$$C1\_2 = (40 + 4) \cdot 0.273 = 12n$$

となります。

完成した回路図



遮断域のピークは U8 の R3\_2 に C1 を並列に接続すれば消すことができます。

R3\_2=10K 程度になるように回路図を作成しておけば、C1 は小さい値でピークを消すことができます。

楕円関数

## 周波数による推奨値の調整

## もう一つの配分方法

作成するフィルタの周波数  $F$  が表の  $F1 \sim F2 (=10 \cdot F1)$  の範囲であれば、配分比率は次式で表されます。

$$a = 1 - \log_{10} \frac{F}{F1}; r = a^2$$

$F1$  に対する推奨値が  $C1$ 、 $F2$  に対する推奨値が  $C2$  の時は、 $F$  に対する推奨値  $C$  は次式で求められます。

$$C = C1 \cdot r + C2 \cdot (1 - r)$$

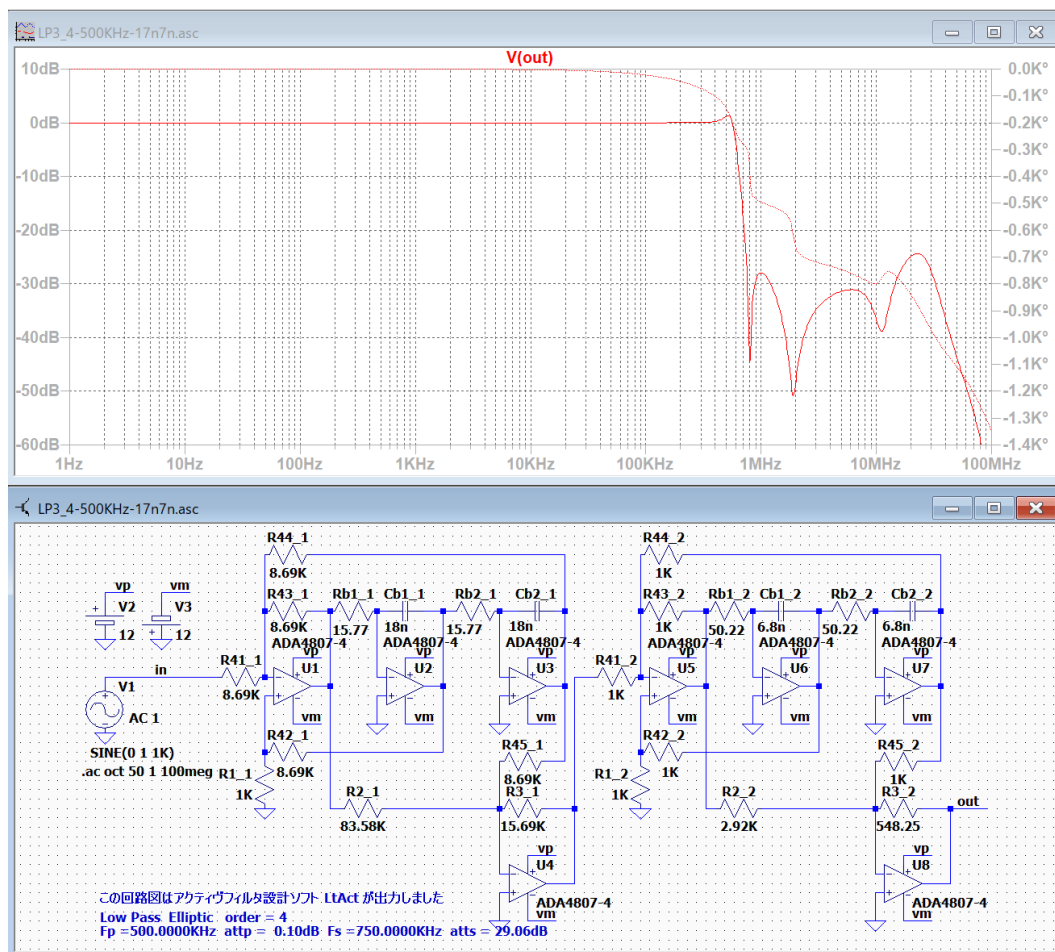
この配分方法によると、 $C$  は  $C1 \sim C2$  の範囲に収まります。

500KHz の場合を例として計算します。

$$a = 1 - \log_{10} \frac{500}{100}; r = a^2 = 0.09$$

$$C1 = 90 \cdot 0.09 + 10 \cdot (1 - 0.09) = 17.2n$$

$$C1_2 = 40 \cdot 0.09 + 4 \cdot (1 - 0.09) = 7.24n$$



最初の配分方法の方が、簡単でしかも好結果が得られるようです。

## もう一つの配分方法

## ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

## ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

データは「LtAct」をインストールしたフォルダの「OP のテストデータ」の「LtAct Ver.2.10 設計例」→「ローパス」→「ローパスフィルタ 10MHz 以上」に格納してあります。

「LP1\_4-10MHz.asc」などのファイル名は、「回路図ファイルを出力する」で全て「OK」をクリックして作成した回路図データです。

「LP1\_4-10MHz-adj.asc」などのファイル名は調整後の回路図データです。  
調整前後の周波数特性を見比べてください。「journal.txt」も参照して下さい。

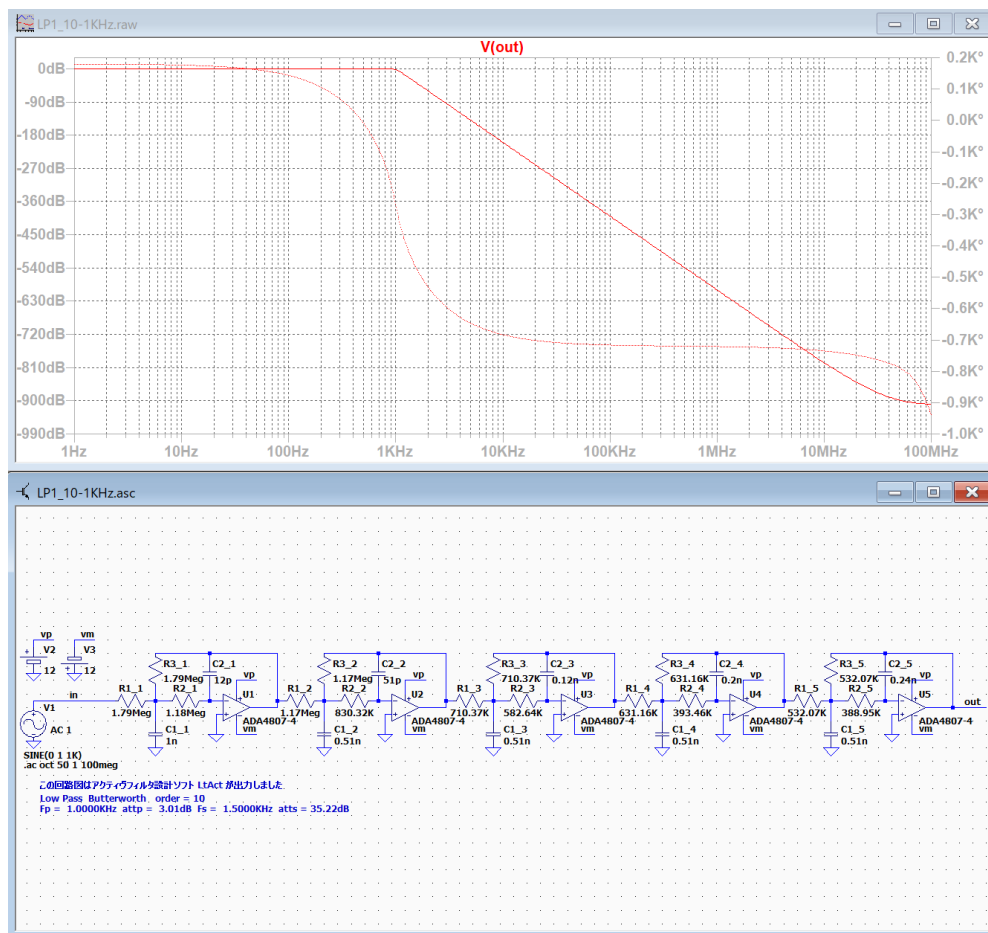
## 利用可能な周波数を調べる

まず最初に、オペアンプ ADA4807-4 を使用してローパスフィルタを作成する場合、周波数が高くなると周波数特性のグラフがどのように変化するかを確認する。

## バターワースの場合

バターワース 10 次フィルタで、1KHz の時のグラフを基準として、周波数を 1MHz 以上にした時のグラフと比較して考察する。

## LP1\_10-1KHz.asc

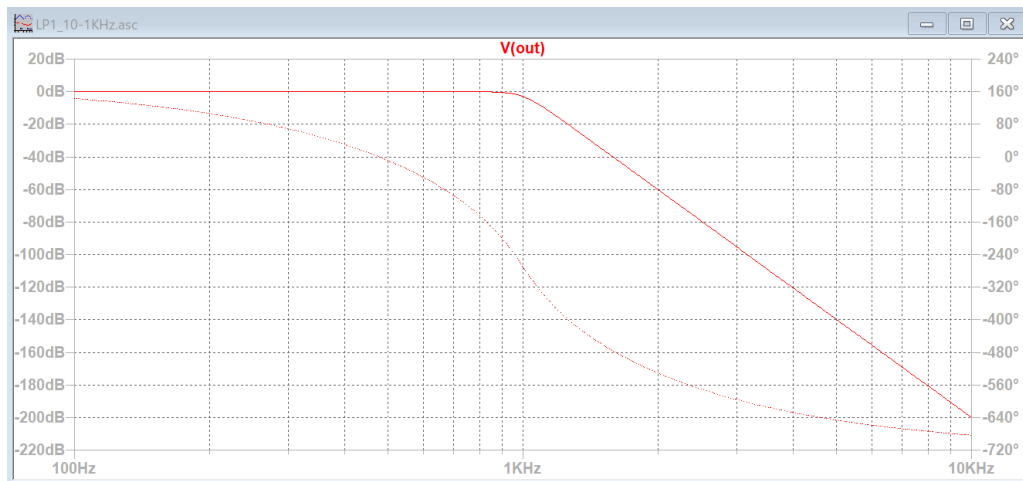


利用可能な周波数を調べる

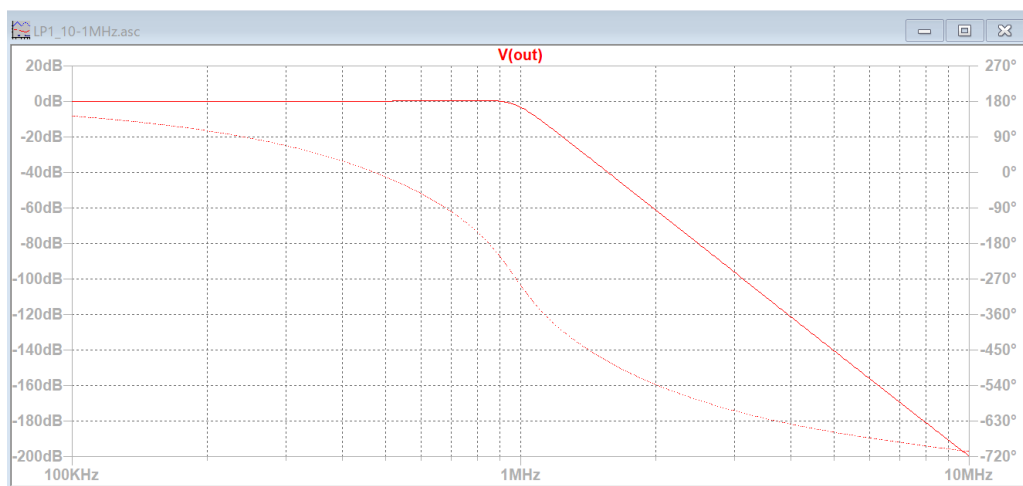
バターワースの場合

## ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

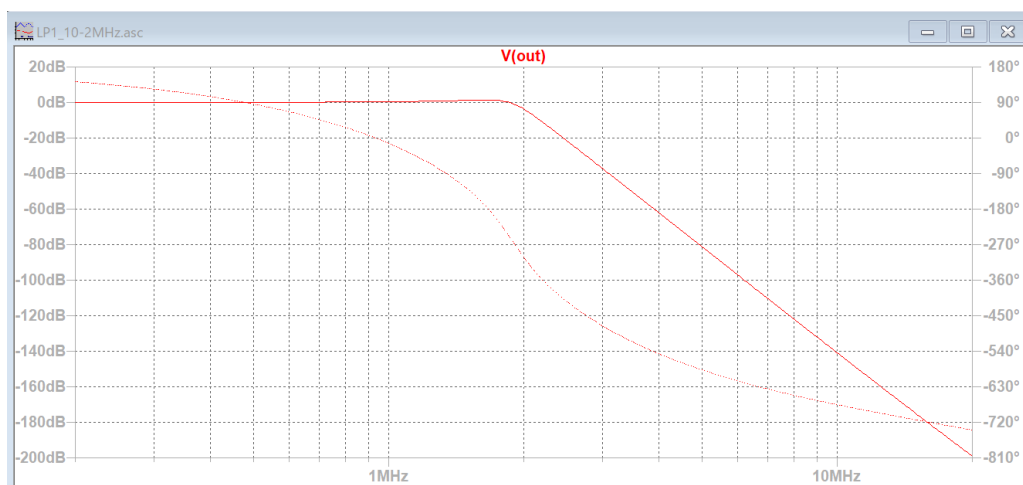
100Hz から 10KHz の範囲を拡大表示 ピークは無し 1KHz -3.03dB



1MHz の場合 800kHz 付近に 0.6dB のピークあり 1MHz -3.4dB



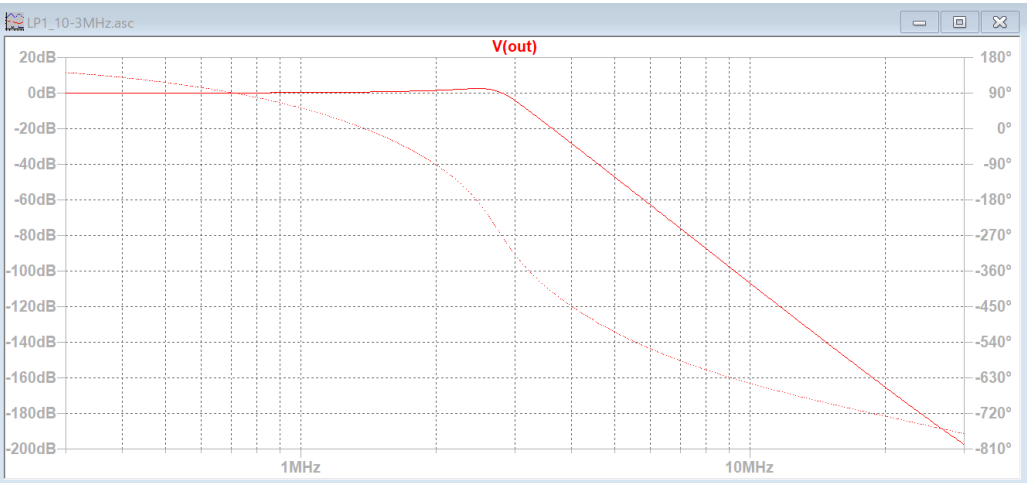
2MHz の場合 1.6MHz 付近に 1.4dB のピークあり 2MHz -3.8dB



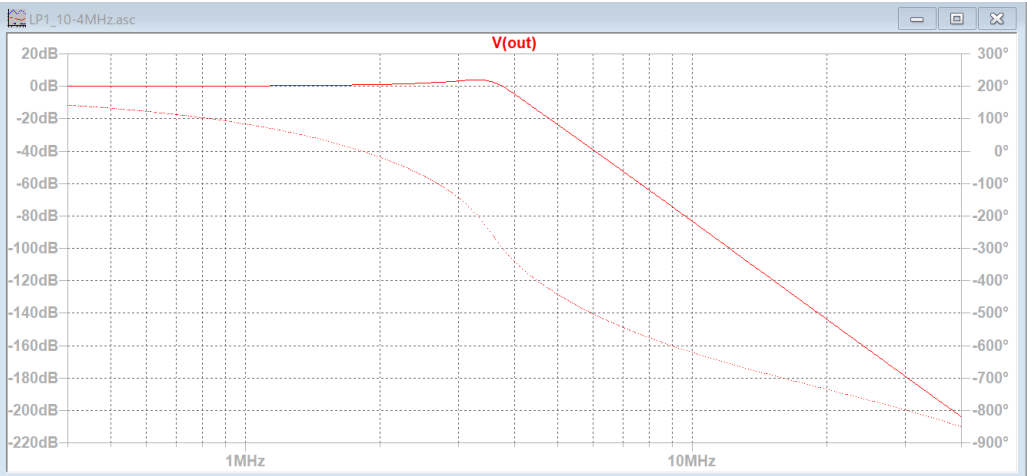
利用可能な周波数を調べる

バターワースの場合

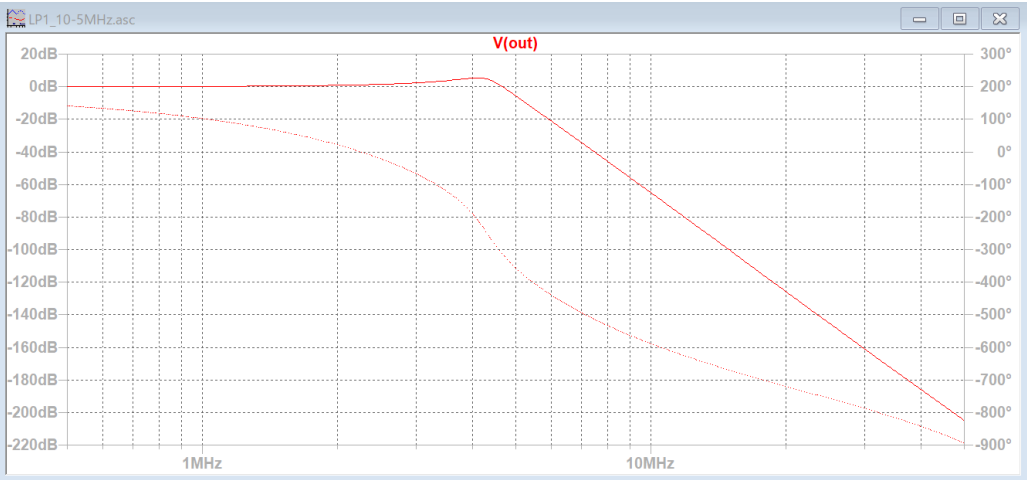
3MHz の場合      2.5MHz 付近に 2.5dB のピークあり      3MHz -4.3dB



4MHz の場合      3.3MHz 付近に 4dB のピークあり      4MHz -4.9dB



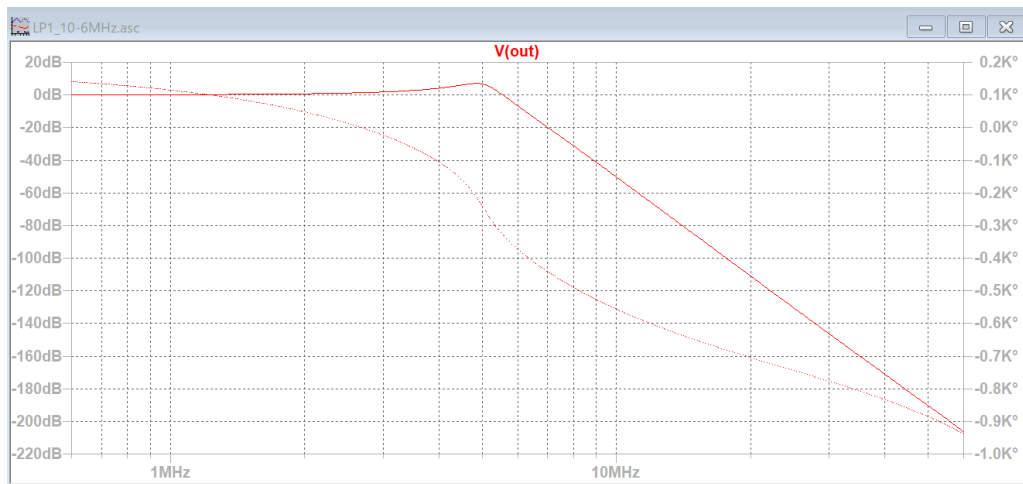
5MHz の場合      4.1MHz 付近に 5.4dB のピークあり      5MHz -5.7dB



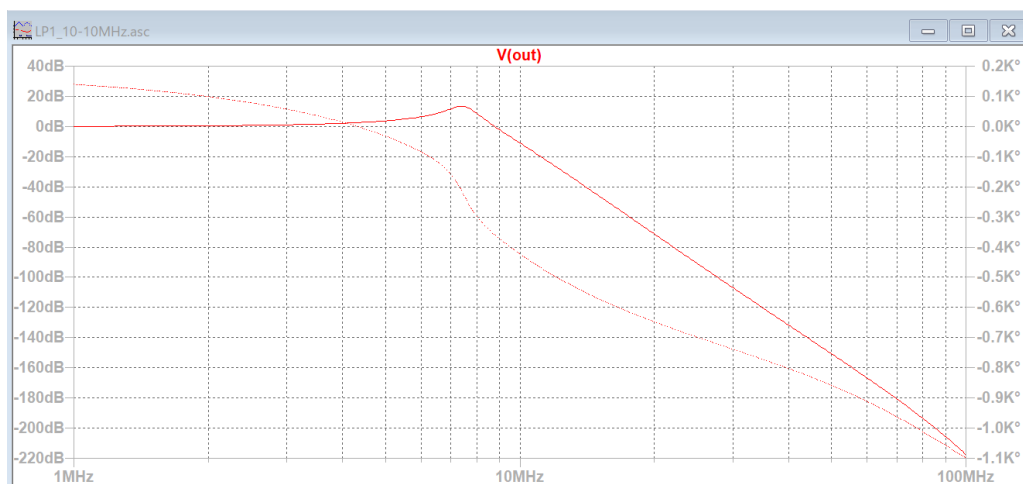
利用可能な周波数を調べる

バターワースの場合

6MHz の場合      4.8MHz 付近に 7dB のピークあり      6MHz -6.7dB



10MHz の場合      7.4MHz 付近に 13.4dB のピークあり      10MHz -10.0dB

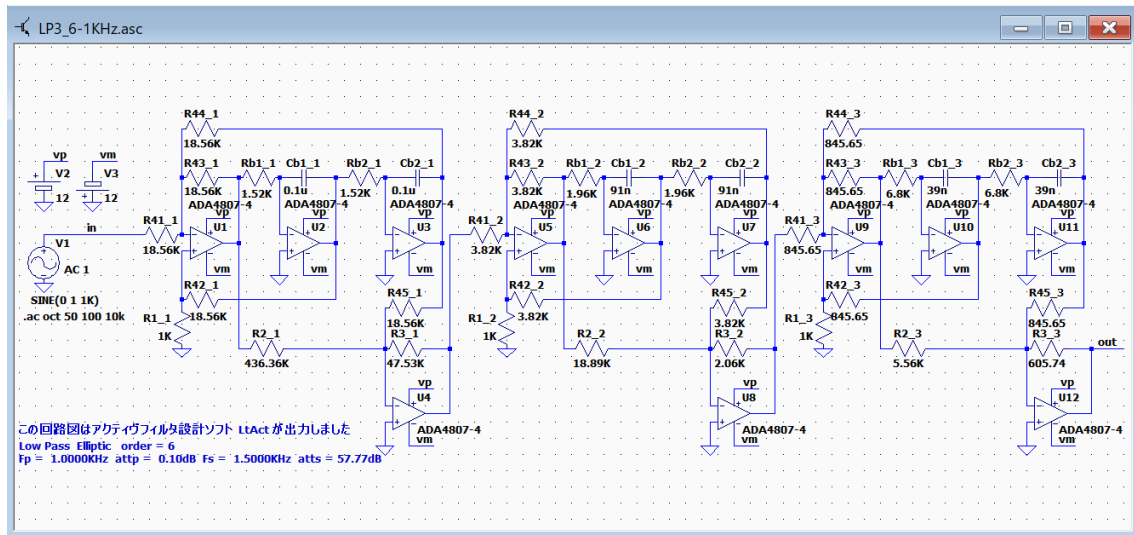


以上の実験結果より、ADA4807-4 を使用して 10 次バターワースローパスフィルタを作成  
すると利用可能な周波数の上限は 2MHz 程度であると考えられます。



### 楕円関数の場合

次は、楕円関数 6 次フィルタで、1KHz の時のグラフを基準として、周波数を 1MHz 以上にした時のグラフと比較して考察する。



1KHz の場合 1KHz -0.03dB, 1.5KHz 以上 -57.7dB 遮断域に楕型リプルあり

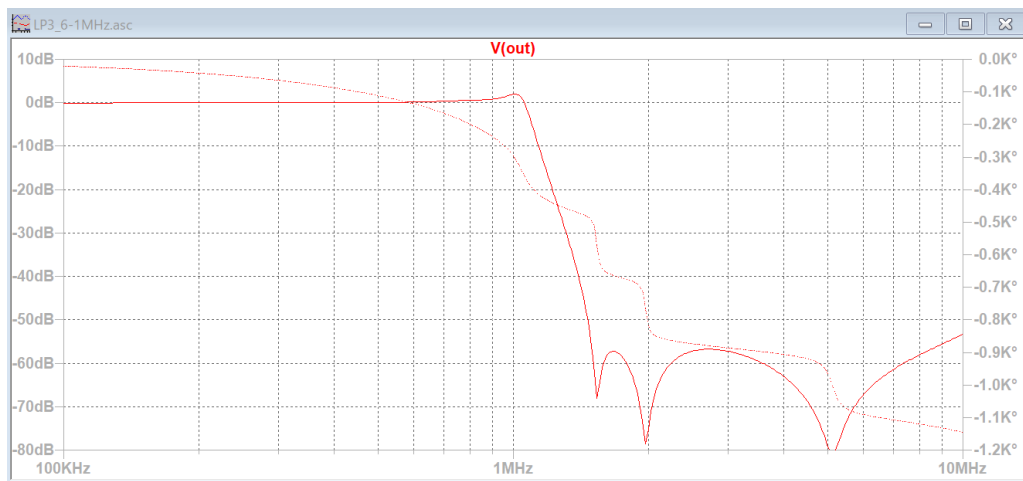


利用可能な周波数を調べる

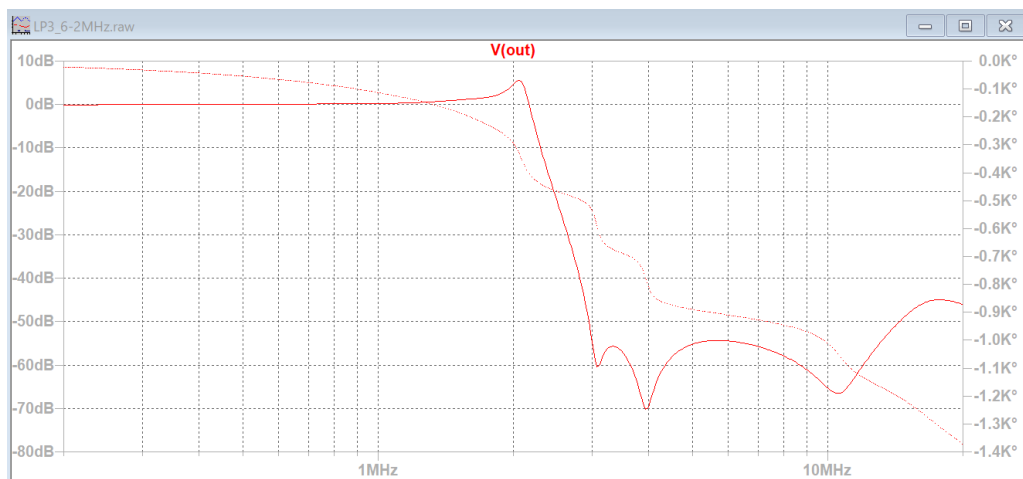
楕円関数の場合

## ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

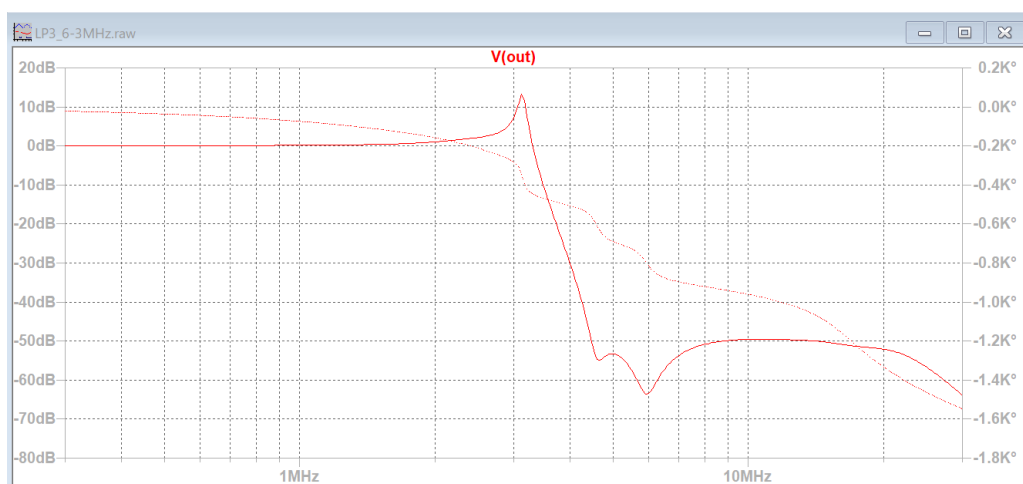
1MHz の場合      1MHz 2dB, 1.5MHz 以上 -56dB    遮断域に楕型リプルあり



2MHz の場合      2MHz 5.6dB, 3MHz 以上 -54.4dB    遮断域に楕型リプルあり



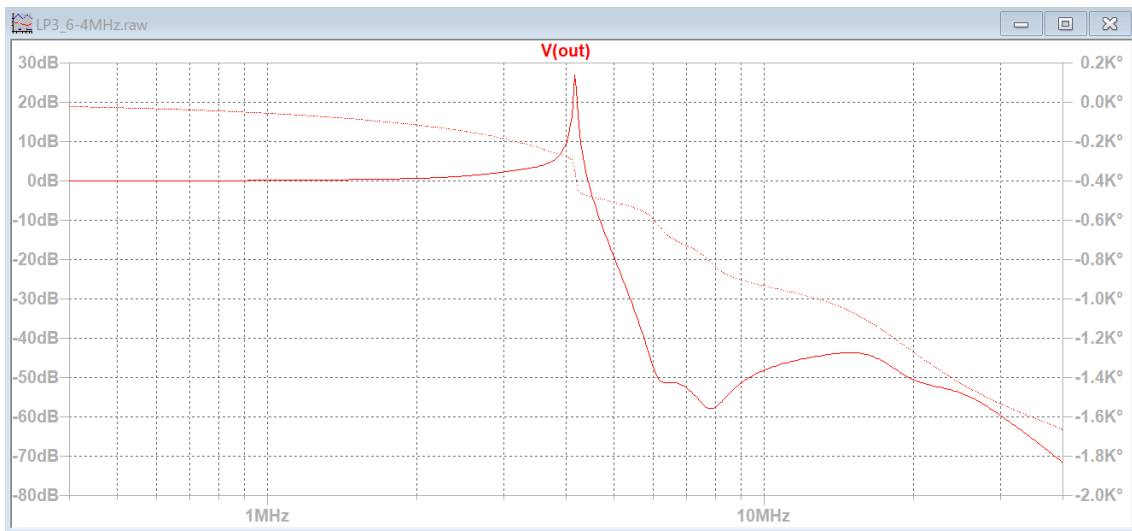
3MHz の場合      3MHz 13.3dB, 4.5MHz 以上 -49.5dB    楕型が崩れ始めた



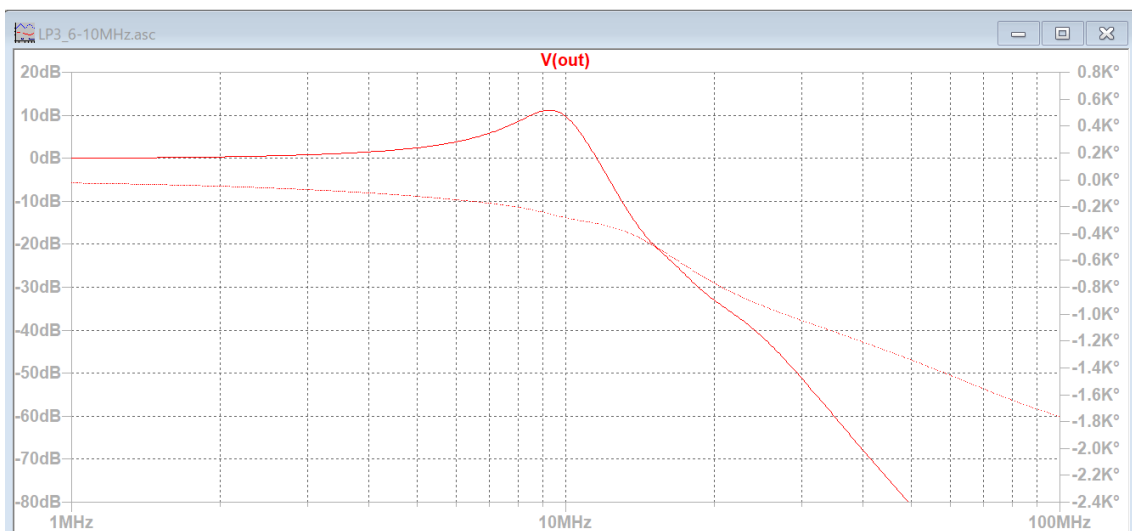
利用可能な周波数を調べる

楕円関数の場合

4MHz の場合      4MHz 26.9dB, 6MHz 以上 -43.6dB    楕型が崩れた



10MHz の場合      10MHz 11.2dB, 15MHz -19.9dB    楕型が崩壊した



以上の実験結果より、ADA4807-4 を使用して 6 次楕円関数ローパスフィルタを作成すると利用可能な周波数の上限は バターワース同様 2MHz 程度であると考えられます。

楕円関数や逆チェビシェフでは楕形リプルが崩れ始めると遮断能力が急激に低下すると同時にピークが大きくなります。

「LtAct ver.2.50」から、「伝達関数の係数と Q 値」にブロックごとのカットオフ周波数と Q 値に加えて、オペアンプに必要とされる「GB 積」を表示しました。  
回路を実装する前に、オペアンプの「GB 積」をスペックシートで確認して下さい。

## ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

## バターワース

LP1\_4-10MHz.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	バターワース
設計するフィルタの次数 m(<=58)	4		
カットオフ周波数 Fc	10	Meg	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Butterworth 次数=4

Fp = 10.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 15.0000MegHz atts = 14.25dB

Pn\_2 \* s^2 + Pn\_3 \* s + Pn\_4

Hn = -----

s^2 + Pn\_0 \* s + Pn\_1

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	48.0894Meg	3947.8418T	0	0	3947.8418T

Fc= 10.0000Meg Q = 1.3066 GB 積= 1.3066G

2	116.0981Meg	3947.8418T	0	0	3947.8418T
---	-------------	------------	---	---	------------

Fc= 10.0000Meg Q = 0.5412 GB 積=541.1962Meg

第1ブロックに必要な「GB 積」は 1.3GHz です。オペアンプ「ADA4807-4」の「GB 積」は 200MHz なので、要求仕様を実現することは困難だと想像できます。

10MHz 以上になると、LtAct が出力した回路図の (C1\_1 や Cb1\_1 などの) 素子値を調整しなければ希望する特性が得られません。参考のために、回路の素子値と調整前の回路図と周波数特性グラフおよび各ブロックのカットオフ周波数と Q 値を最初に表示します。

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_4-10MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 14:09:51 2021

アナログ Low Pass Butterworth 次数=4

参照モード=0

Fp = 10.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 15.0000MegHz atts = 14.25dB

1 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_1 = 10.0000p C2\_1 = 0.6800p

R1\_1 = R3\_1 = 6.5646K R2\_1 = 5.6745K 誤差 = 3.82 %

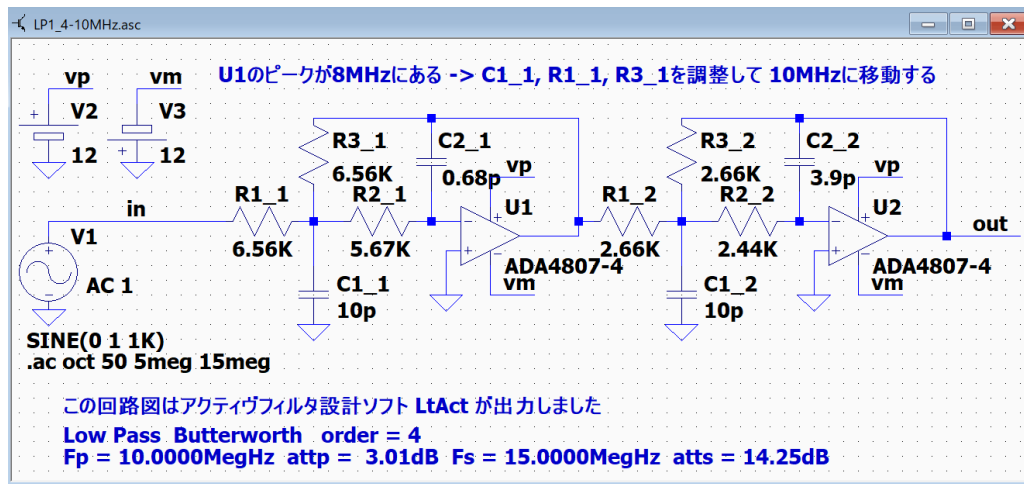
2 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_2 = 10.0000p C2\_2 = 3.9000p

R1\_2 = R3\_2 = 2.6635K R2\_2 = 2.4385K 誤差 = 2.09 %

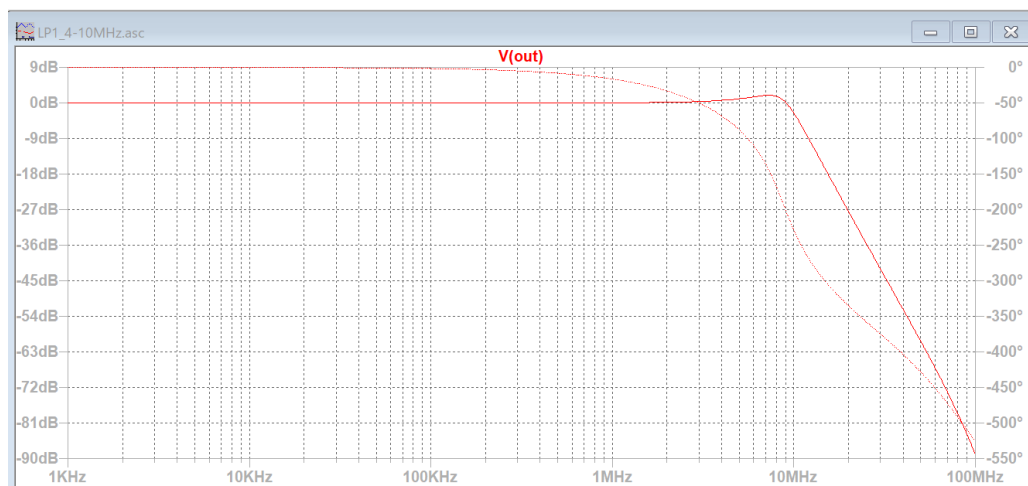
バターワース

LP1\_4-10MHz.asc

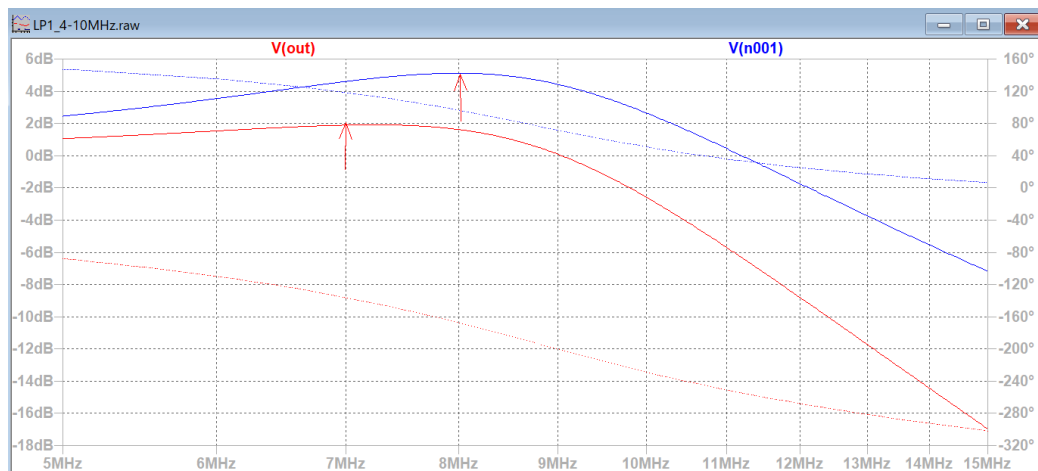
調整前の回路図



調整前の周波数特性 「V(out)は 7MHz に約 2dB のピークがある」



5MHz から 15MHz までの拡大表示 「U1 の出力のピークは 8MHz にある」



各ブロックのカットオフ周波数

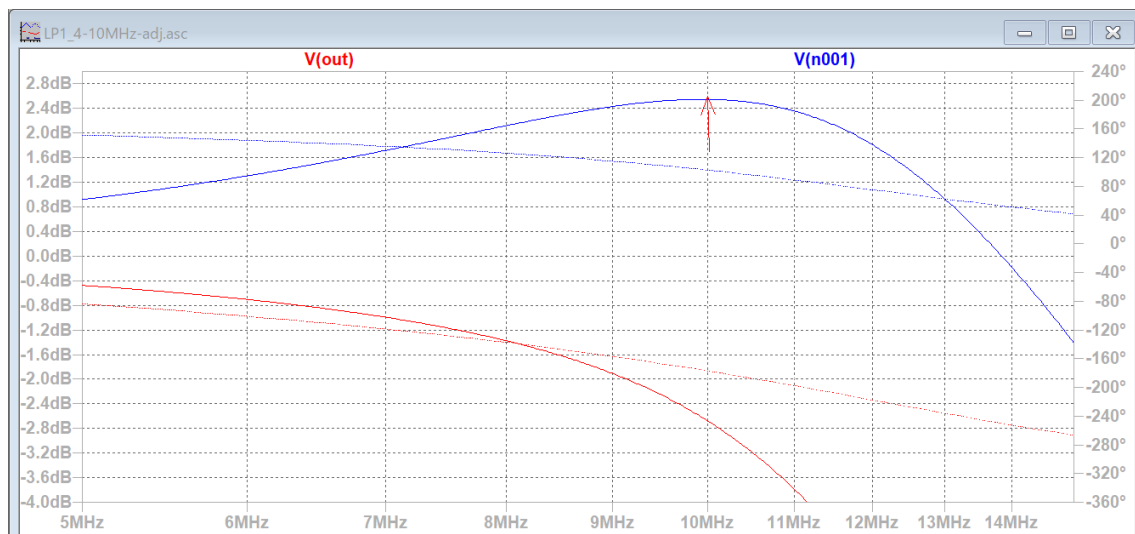
1	$F_c =$	10.0000Meg	$Q =$	1.3066
2	$F_c =$	10.0000Meg	$Q =$	0.5412

U1 のピークは 10MHz 付近にあるべきである。

### 調整の方針

U1 のピークを 10MHz に移動してから、V(out)のゲインを調整する。

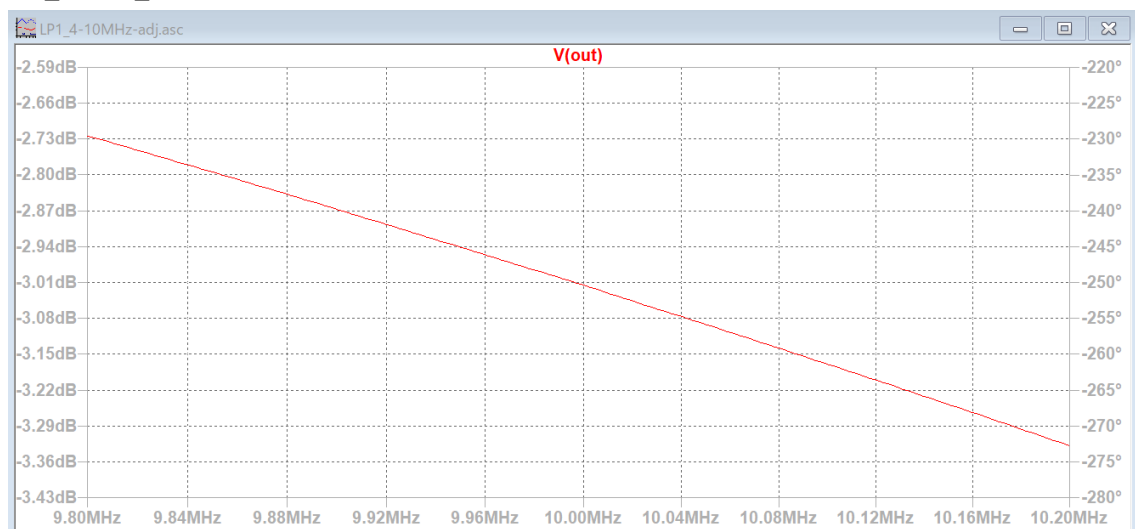
まず U1 の C1\_1 を 10p から 5p に変更した。



U1 のピークが 10MHz に移動したことが分かる。

V(out)は 10MHz で -2.8dB なので、R1\_1 と R3\_1 を調整して -3dB に調整する。

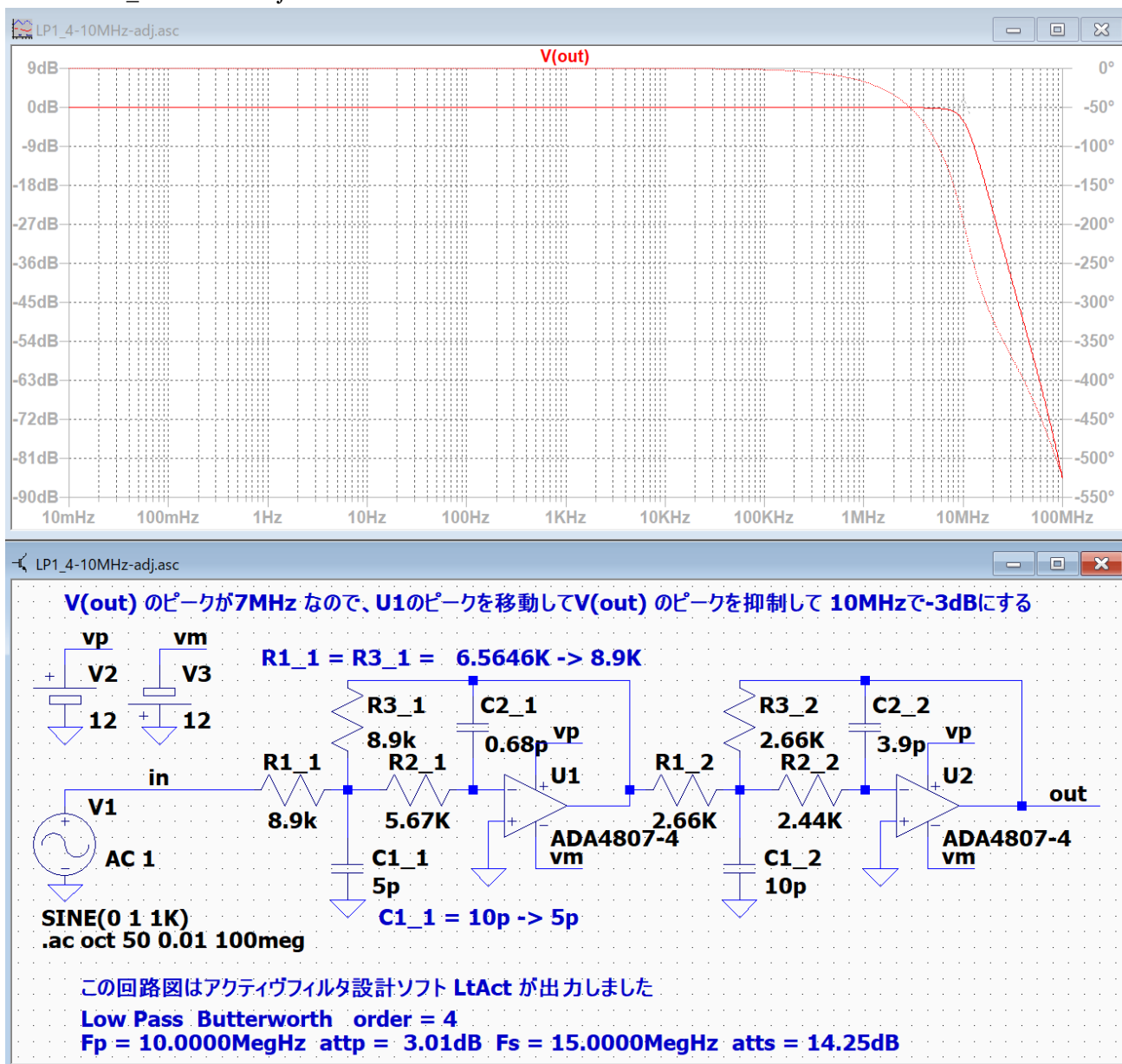
R1\_1= R3\_1 = 6.56k -> 8.9K に変更した。



## ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

## 完成した回路図

LP1\_4-10MHz-adj.asc



10MHz で -3.01dB, 15MHz で -14dB, 20MHz で -24.1dB に調整出来た。

ADA4807-4 を使用して 1MHz 以上のローパスフィルタを作成すると、GB 積が不足して、カットオフ周波数が低くなったりピークが発生します。

「伝達関数の係数と Q 値」を参照して、必要とされる GB 積が使用するオペアンプの GB 積を大幅に超えるブロックの素子値を調整することである程度は改善することが出来ます。

# LP1\_4-30MHz.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	バターワース
設計するフィルタの次数 m(<=58)	4		
カットオフ周波数 Fc	30	Meg	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Butterworth 次数=4

Fp = 30.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 45.0000MegHz atts = 14.25dB

2 次式の形式

$$H_n = \frac{Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4}{s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1}$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	144.2683Meg	35530.5758T	0	0	35530.5758T
	Fc= 30.0000Meg Q = 1.3066 GB 積= 3.9197G				
2	348.2944Meg	35530.5758T	0	0	35530.5758T
	Fc= 30.0000Meg Q = 0.5412 GB 積= 1.6236G				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_4-30MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 15:50:37 2021

アナログ Low Pass Butterworth 次数=4

参照モード=0

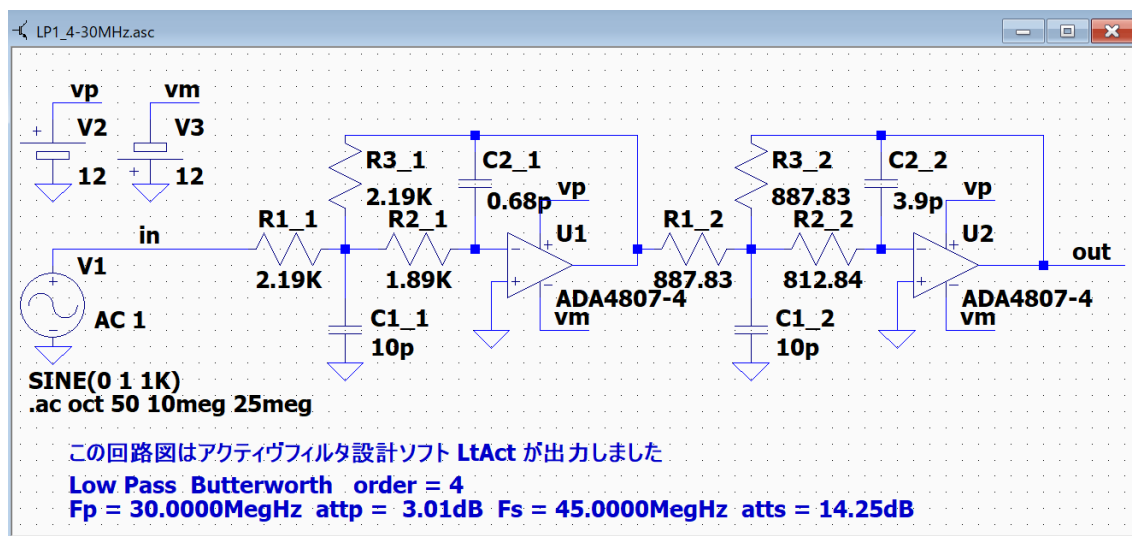
Fp = 30.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 45.0000MegHz atts = 14.25dB

- 1 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_1 = 10.0000p C2\_1 = 0.6800p  
R1\_1 = R3\_1 = 2.1882K R2\_1 = 1.8915K 誤差 = 4.87 %
- 2 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_2 = 10.0000p C2\_2 = 3.9000p  
R1\_2 = R3\_2 = 887.8292 R2\_2 = 812.8375 誤差 = 2.65 %



## ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

調整前の回路図



各ブロックのカットオフ周波数

1

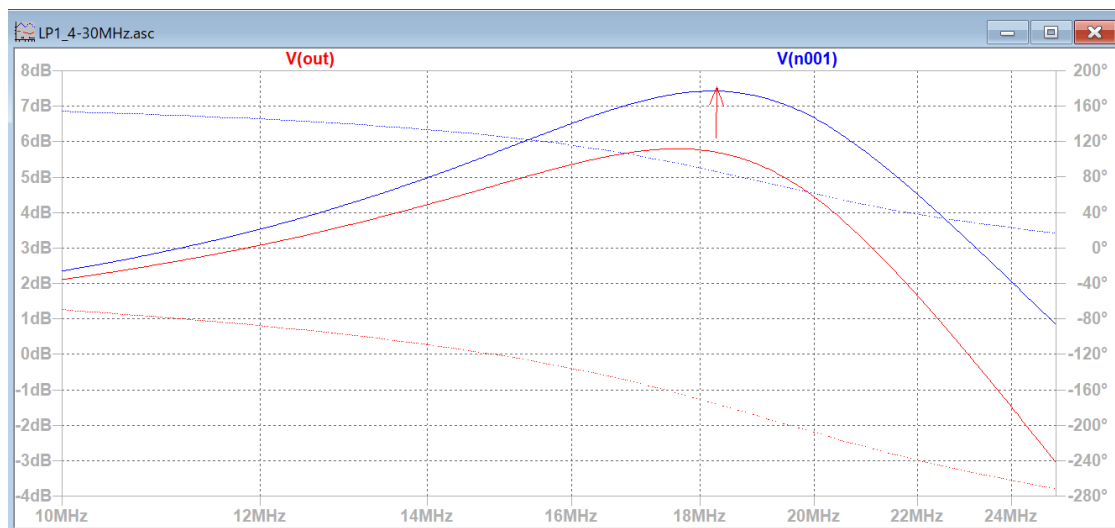
Fc= 30.0000Meg Q = 1.3066

2

Fc= 30.0000Meg Q = 0.5412

U1 のピークは 30MHz 付近にあるべきである。

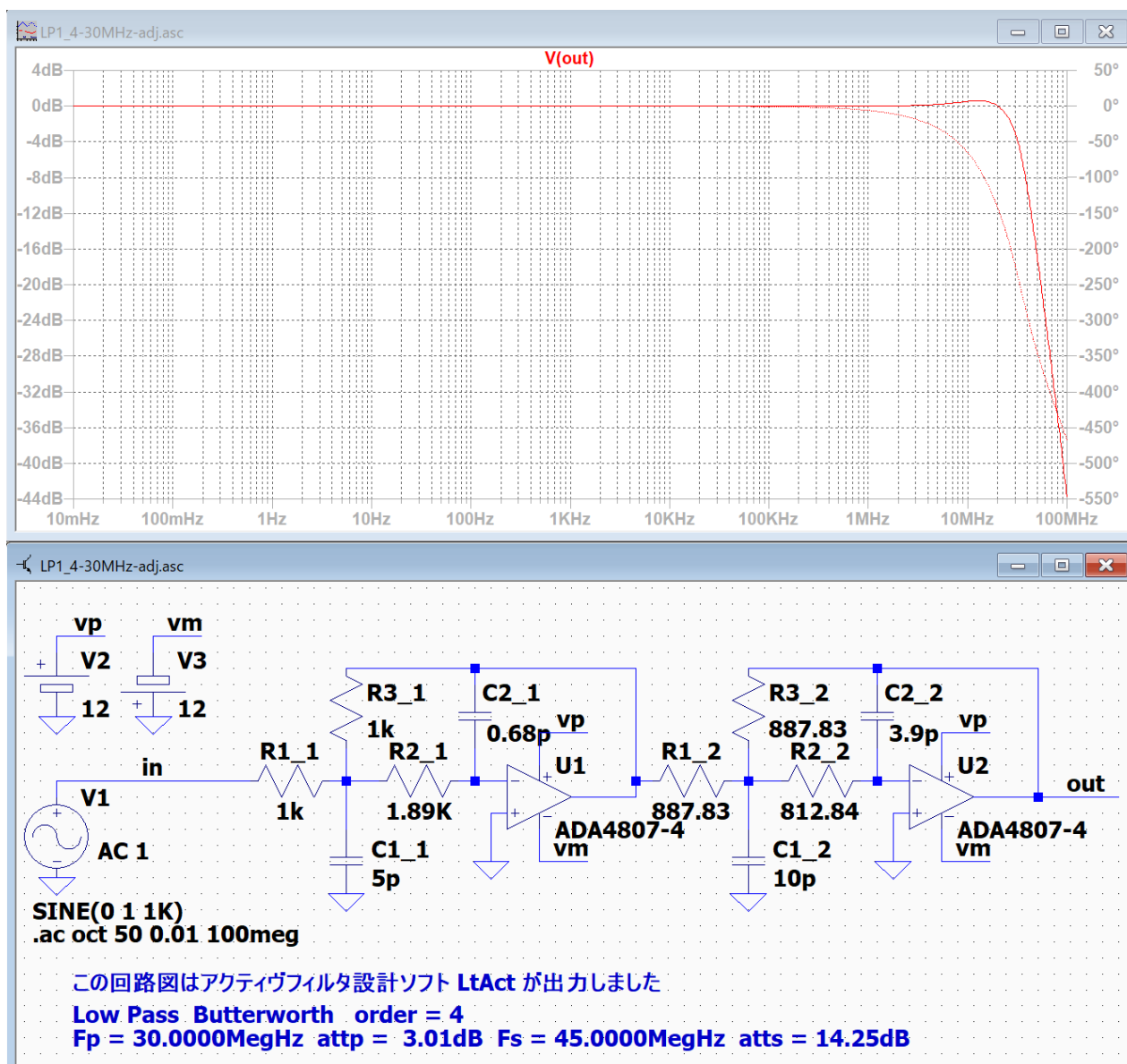
U1 のピークが 18MHz 付近なので、30MHz 付近に移動します。



C1\_1 を 10p から 5p に変更し、更に R1\_1= R3\_1 = 2.19k -&gt; 1K に変更しました。

完成した回路図

LP1\_4-30MHz-adj.asc



ピークは 0.5dB, 30MHz で -3dB, 45MHz で-13.2dB に調整出来た。

LP1\_4-50MHz.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ 遮断特性 バターワース

設計するフィルタの次数  $m (<=58)$  4

カットオフ周波数  $F_c$  50 Meg

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s / F_c$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Butterworth 次数=4

$F_p = 50.0000 \text{ MegHz}$   $\text{attp} = 3.0103 \text{ dB}$   $F_s = 75.0000 \text{ MegHz}$   $\text{atts} = 14.25 \text{ dB}$

2 次式の形式

$$H_n = \frac{P_{n_2} * s^2 + P_{n_3} * s + P_{n_4}}{s^2 + P_{n_0} * s + P_{n_1}}$$

2 次式

n	$P_{n_0}$	$P_{n_1}$	$P_{n_2}$	$P_{n_3}$	$P_{n_4}$
1	240.4471 Meg	98696.0440 T	0	0	98696.0440 T
	$F_c = 50.0000 \text{ Meg}$ $Q = 1.3066$ $\text{GB 積} = 6.5328 \text{ G}$				
2	580.4906 Meg	98696.0440 T	0	0	98696.0440 T
	$F_c = 50.0000 \text{ Meg}$ $Q = 0.5412$ $\text{GB 積} = 2.7060 \text{ G}$				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_4-50MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 15:52:02 2021

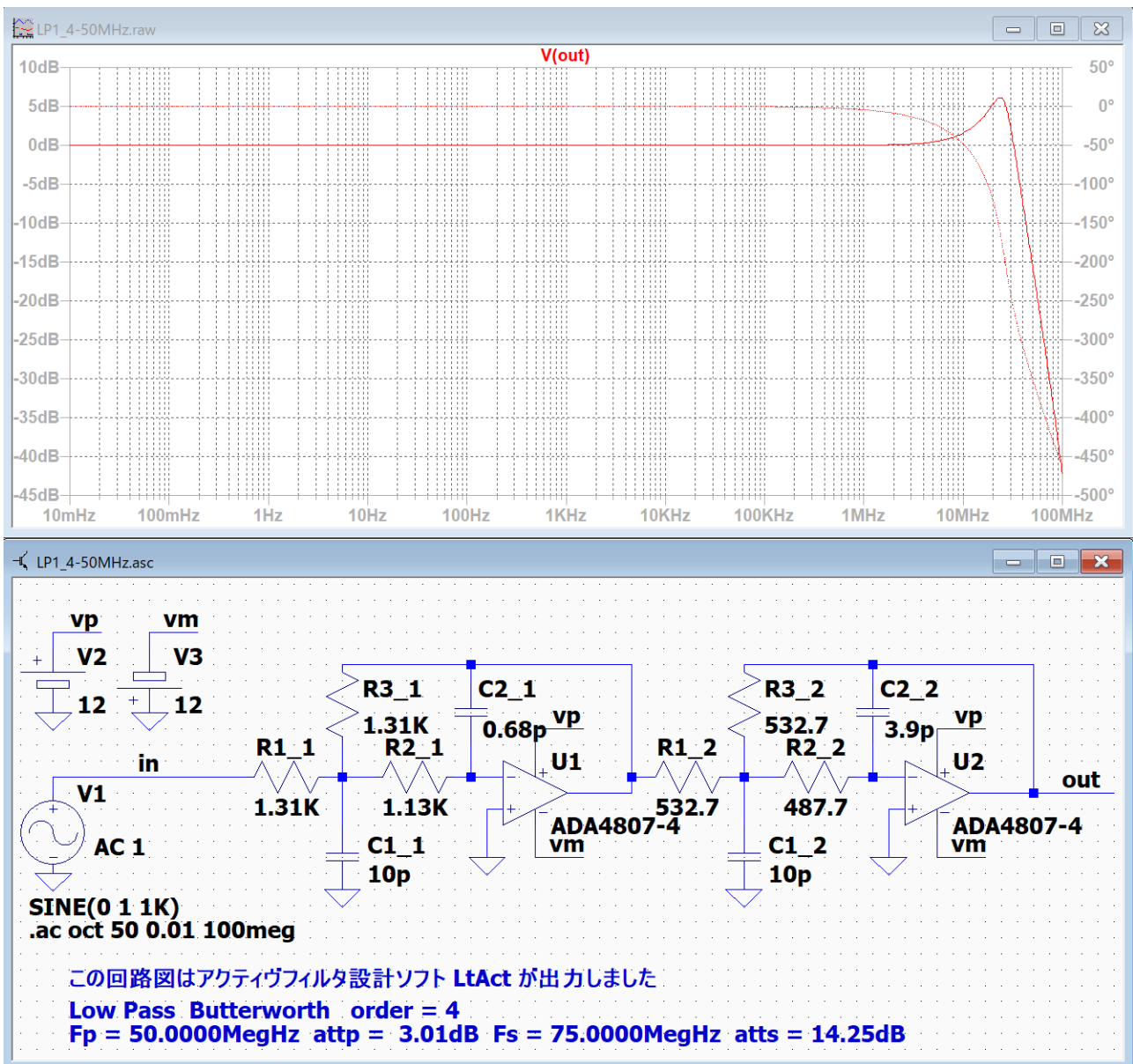
アナログ Low Pass Butterworth 次数=4

参照モード=0

$F_p = 50.0000 \text{ MegHz}$   $\text{attp} = 3.0103 \text{ dB}$   $F_s = 75.0000 \text{ MegHz}$   $\text{atts} = 14.25 \text{ dB}$

- 1 (LP1) 「LP1-3-2」  $C1_1 = 10.0000 \text{ p}$   $C2_1 = 0.6800 \text{ p}$   
 $R1_1 = R3_1 = 1.3129 \text{ K}$   $R2_1 = 1.1349 \text{ K}$  誤差 = 3.23 %
- 2 (LP1) 「LP1-3-2」  $C1_2 = 10.0000 \text{ p}$   $C2_2 = 3.9000 \text{ p}$   
 $R1_2 = R3_2 = 532.6975$   $R2_2 = 487.7025$  誤差 = 5.60 %

調整前の回路図と周波数特性

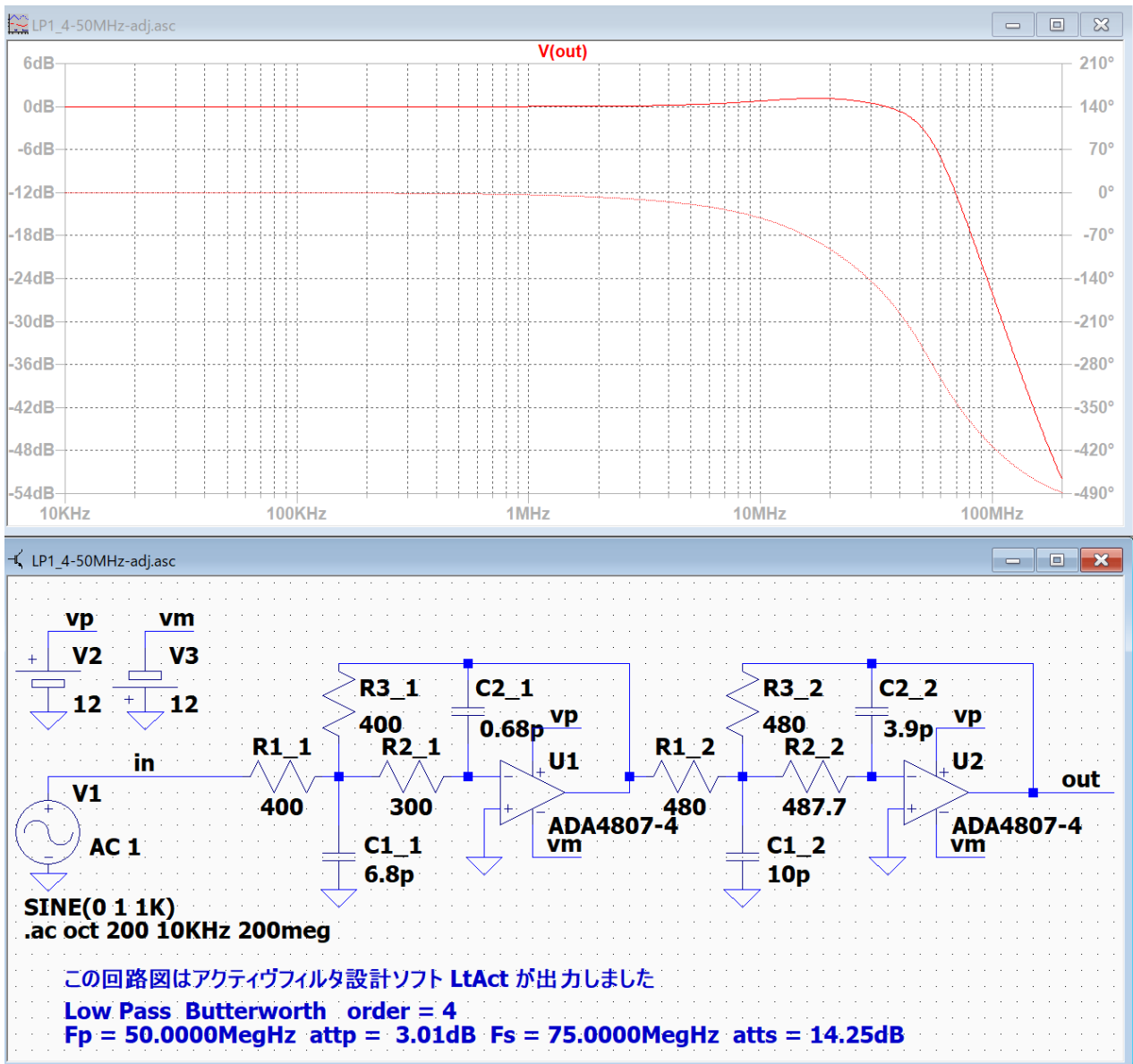


第1ブロック及び第2ブロックに必要とされる「GB 積」が「ADA4807-4」の「GB 積」を大幅に超えているので、2つのブロックを調整しなければならない。

各ブロックのカットオフ周波数

1	$F_c = 50.0000\text{Meg}$	$Q = 1.3066$
2	$F_c = 50.0000\text{Meg}$	$Q = 0.5412$

完成した回路図



ピーク 1.1dB, 50MHz で -3.0dB, 75MHz で -14.8dB, 100MHz で -26dB

C1\_1 = 10.0000p -> 6.8p に変更

R1\_1 = R3\_1 = 1.3129K -> 400 に変更、 R2\_1 = 1.1349K -> 300 に変更

R1\_2 = R3\_2 = 532.6975 -> 480 に変更

ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

LP2\_4-40MHz.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	バターワース
設計するフィルタの次数 $m(<=58)$	4		
カットオフ周波数 $F_c$	40	Meg	OK
最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_s/F_c$	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Butterworth 次数=4

Fp = 40.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 60.0000MegHz atts = 14.25dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	192.3577Meg	63165.4682T	0	0	63165.4682T
			Fc= 40.0000Meg	Q = 1.3066	GB 積= 5.2263G
2	464.3925Meg	63165.4682T	0	0	63165.4682T
			Fc= 40.0000Meg	Q = 0.5412	GB 積= 2.1648G

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP2\_4-40MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 15:53:59 2021

アナログ Low Pass Butterworth 次数=4

参照モード=0

Fp = 40.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 60.0000MegHz atts = 14.25dB

1 (LP2) 「LP2-3-2」 C1\_1 = 5.1000p C2\_1 = 0.6800p  
 R1\_1 = 1.5691K R2\_1 = 2.9092K 誤差 = 3.69 %  
 2 (LP2) 「LP2-3-2」 C1\_2 = 10.0000p C2\_2 = 8.2000p  
 R1\_2 = 359.4105 R2\_2 = 537.1748 誤差 = 4.25 %

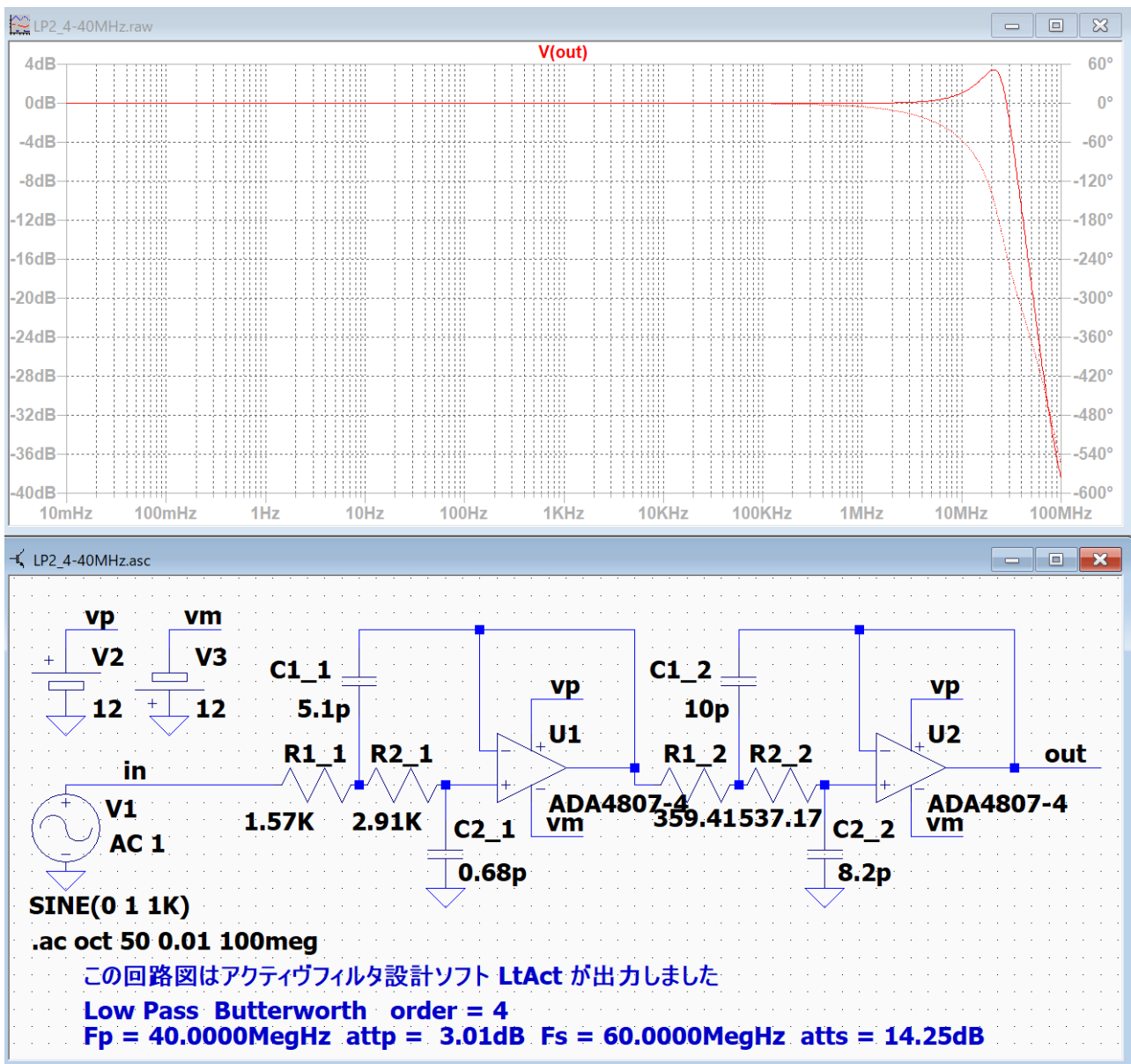
各ブロックのカットオフ周波数

1	Fc= 40.0000Meg	Q = 1.3066
2	Fc= 40.0000Meg	Q = 0.5412

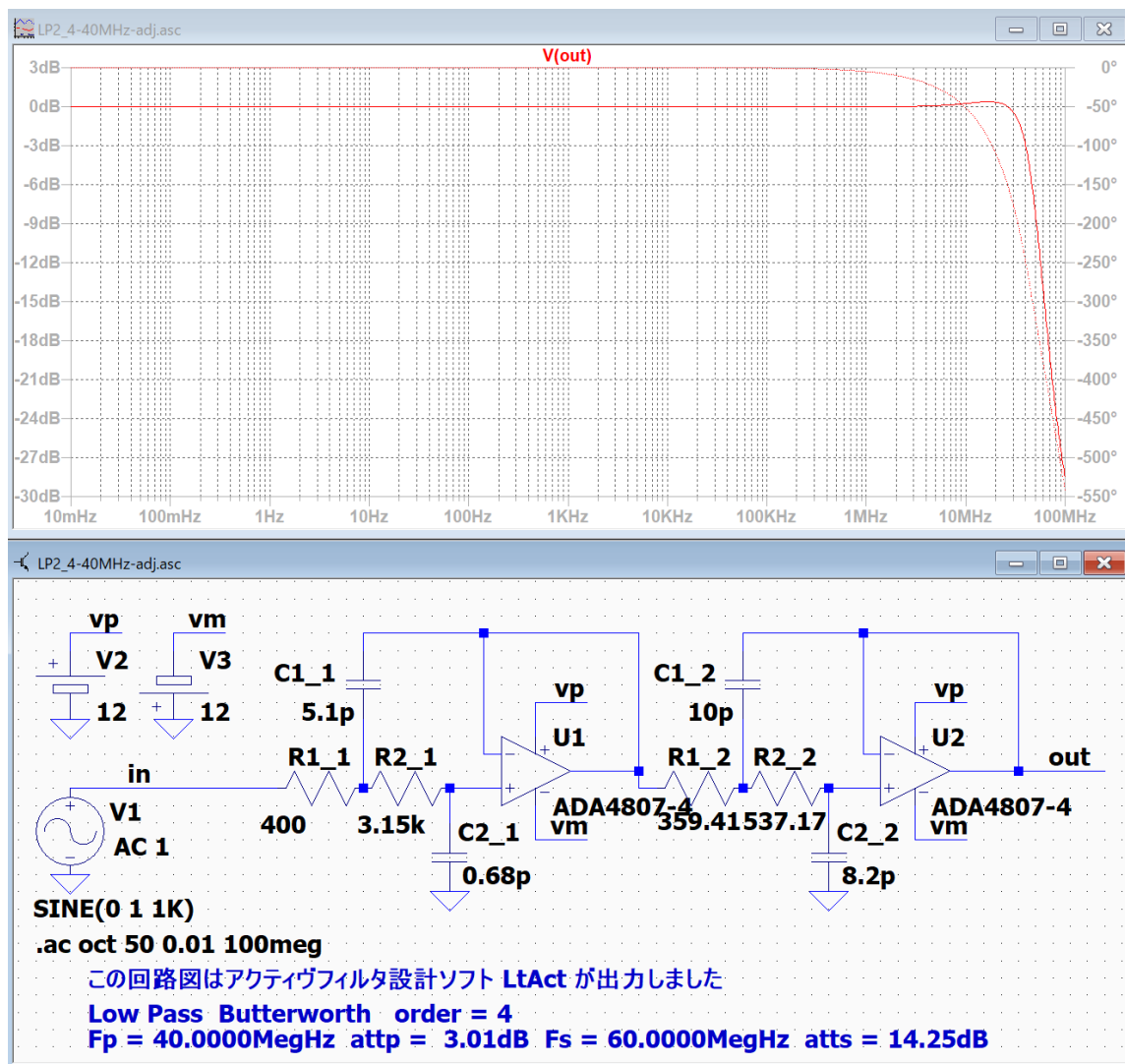
バターワース

LP2\_4-40MHz.asc

調整前の回路図と周波数特性



完成した回路図



ピーク 0.4dB, 40MHz で -3dB, 60MHz で-14.1dB, 80MHz で -23.2dB

R1\_1 = 1.5691K -> 400 に変更、R2\_1 = 2.9092K -> 3.15K に変更



ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

LP1\_6-10MHz.asc

設計パラメータの入力		遮断特性		バターワース	
フィルタの種類	ローパスフィルタ	設計するフィルタの次数 m(<=58)	6		
カットオフ周波数 Fc	10	Meg		OK	
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍		キャンセル	

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Butterworth 次数=6

Fp = 10.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 15.0000MegHz atts = 21.16dB

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	32.5242Meg	3947.8418T	0	0	3947.8418T

Fc= 10.0000Meg Q = 1.9319 GB 積= 1.9319G

2	88.8577Meg	3947.8418T	0	0	3947.8418T
---	------------	------------	---	---	------------

Fc= 10.0000Meg Q = 0.7071 GB 積=707.1069Meg

3	121.3818Meg	3947.8418T	0	0	3947.8418T
---	-------------	------------	---	---	------------

Fc= 10.0000Meg Q = 0.5176 GB 積=517.6382Meg

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_6-10MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 15:55:35 2021

アナログ Low Pass Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp = 10.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 15.0000MegHz atts = 21.16dB

1 (LP1) 「LP1-3-1」 C1\_1 = 0.1000n C2\_1 = 3.3000p

R1\_1 = R3\_1 = 1.0967K R2\_1 = 699.8968 誤差 = 2.86 %

2 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_2 = 10.0000p C2\_2 = 2.4000p

R1\_2 = R3\_2 = 3.7513K R2\_2 = 2.8135K 誤差 = 5.66 %

3 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_3 = 10.0000p C2\_3 = 4.3000p

R1\_3 = R3\_3 = 2.5750K R2\_3 = 2.2876K 誤差 = 6.18 %

各ブロックのカットオフ周波数

1 Fc= 10.0000Meg Q = 1.9319

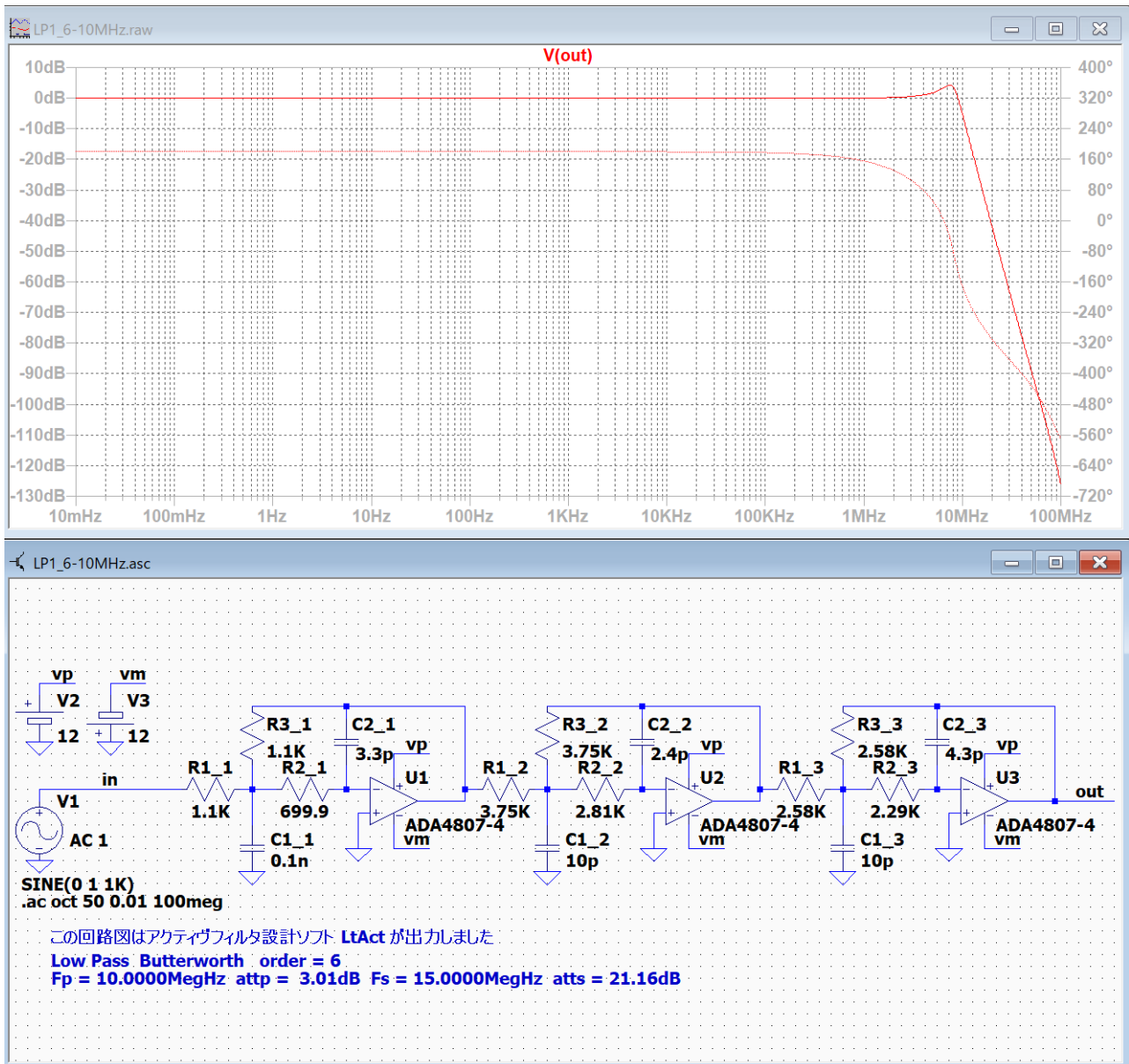
2 Fc= 10.0000Meg Q = 0.7071

3 Fc= 10.0000Meg Q = 0.7071

バターワース

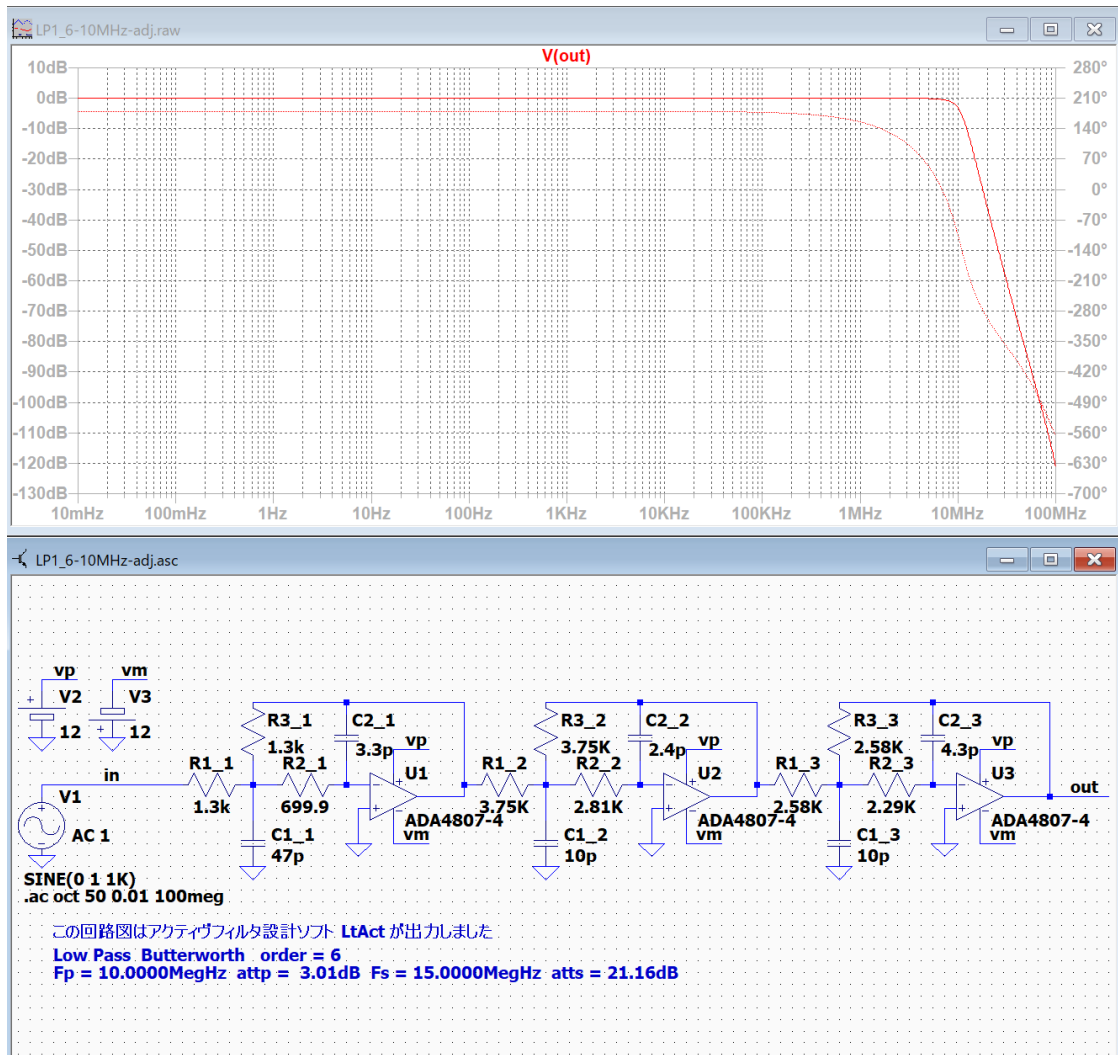
LP1\_6-10MHz.asc

調整前の回路図と周波数特性



## ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

完成した回路図



10MHz で -3.05dB, 15MHz で -20.1dB, 20MHz で -36dB に調整出来た

C1\_1 = 0.1000n → 47p に変更、R1\_1 = R3\_1 = 1.0967K → 1.3K に変更

LP1\_10-10MHz.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  10

カットオフ周波数  $F_c$  10 Meg

遮断特性 パターワース

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Butterworth 次数=10

$F_p = 10.0000\text{MegHz}$   $\text{attp} = 3.0103\text{dB}$   $F_s = 15.0000\text{MegHz}$   $\text{atts} = 35.22\text{dB}$

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

$H_n = \text{-----}$

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	19.6581Meg	3947.8418T	0	0	3947.8418T
			$F_c = 10.0000\text{Meg}$	$Q = 3.1962$	$\text{GB 積} = 3.1962\text{G}$
2	57.0501Meg	3947.8418T	0	0	3947.8418T
			$F_c = 10.0000\text{Meg}$	$Q = 1.1013$	$\text{GB 積} = 1.1013\text{G}$
3	88.8577Meg	3947.8418T	0	0	3947.8418T
			$F_c = 10.0000\text{Meg}$	$Q = 0.7071$	$\text{GB 積} = 707.1069\text{Meg}$
4	111.9672Meg	3947.8418T	0	0	3947.8418T
			$F_c = 10.0000\text{Meg}$	$Q = 0.5612$	$\text{GB 積} = 561.1632\text{Meg}$
5	124.1166Meg	3947.8418T	0	0	3947.8418T
			$F_c = 10.0000\text{Meg}$	$Q = 0.5062$	$\text{GB 積} = 506.2327\text{Meg}$

## ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\sample\LP1\_10-10MHz-adj.asc 作成日時 Tue Dec 22 11:18:09 2020

アナログ Low Pass Butterworth 次数=10

Fp = 10.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 15.0000MegHz atts = 35.22dB

1 (LP1) C1\_1 = 10.0000p C2\_1 = 0.1200p  
 R1\_1 = R3\_1 = 17.8671K R2\_1 = 11.8142K 誤差 = 1.7396 %  
 2 (LP1) C1\_2 = 10.0000p C2\_2 = 1.0000p  
 R1\_2 = R3\_2 = 5.9817K R2\_2 = 4.2346K 誤差 = 3.9626 %  
 3 (LP1) C1\_3 = 10.0000p C2\_3 = 2.4000p  
 R1\_3 = R3\_3 = 3.7513K R2\_3 = 2.8135K 誤差 = 5.6551 %  
 4 (LP1) C1\_4 = 10.0000p C2\_4 = 3.9000p  
 R1\_4 = R3\_4 = 3.1551K R2\_4 = 2.0586K 誤差 = 5.4020 %  
 5 (LP1) C1\_5 = 10.0000p C2\_5 = 4.7000p  
 R1\_5 = R3\_5 = 2.7063K R2\_5 = 1.9914K 誤差 = 0.4894 %

「LtAct ver.2.40」の場合

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_10-10MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 15:56:45 2021

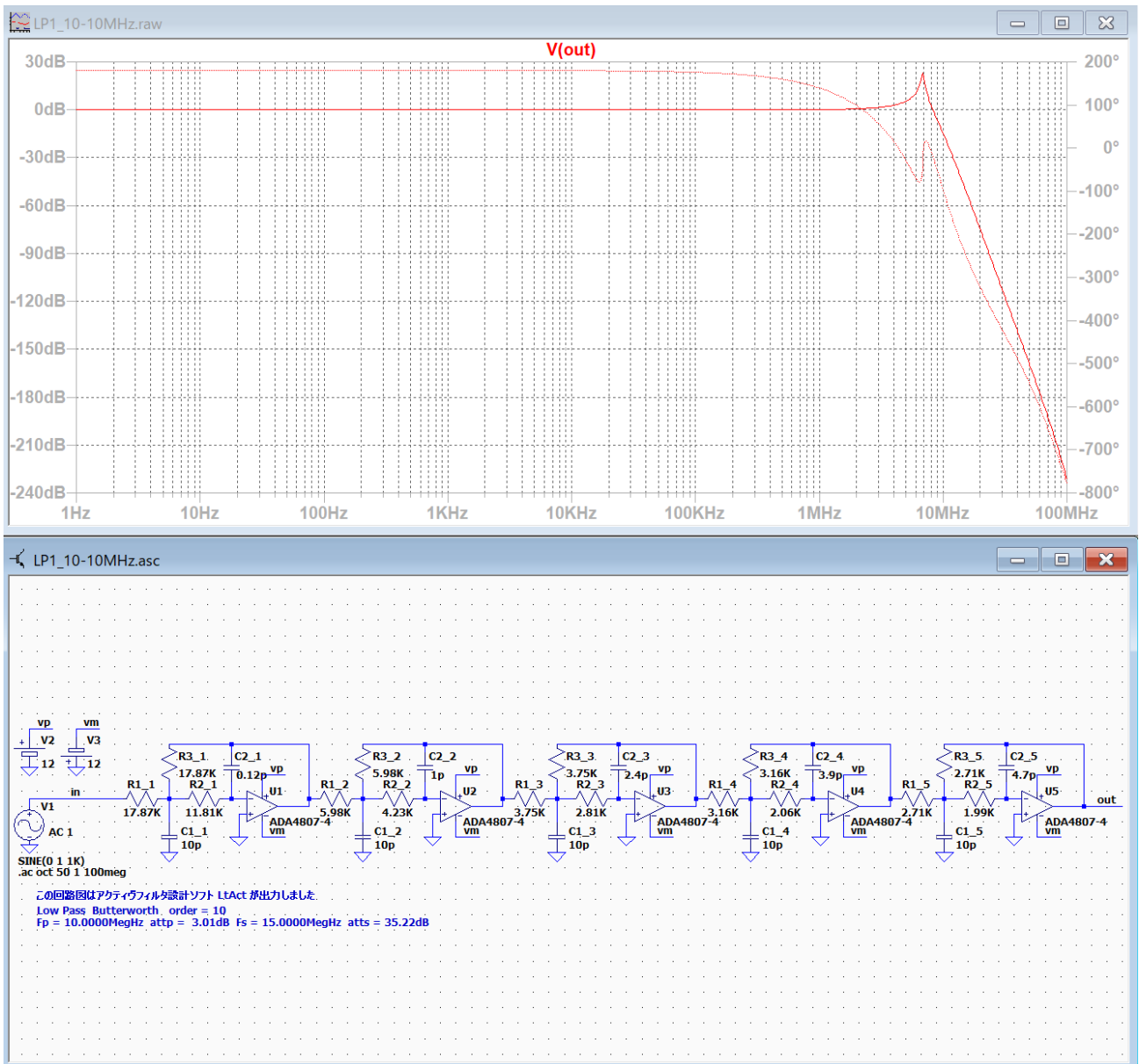
アナログ Low Pass Butterworth 次数=10

参照モード=0

Fp = 10.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 15.0000MegHz atts = 35.22dB

1 (LP1) 「LP1-3-1」 C1\_1 = 0.1000n C2\_1 = 1.2000p  
 R1\_1 = R3\_1 = 1.7867K R2\_1 = 1.1814K 誤差 = 1.74 %  
 2 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_2 = 10.0000p C2\_2 = 1.0000p  
 R1\_2 = R3\_2 = 5.9817K R2\_2 = 4.2346K 誤差 = 3.96 %  
 3 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_3 = 10.0000p C2\_3 = 2.4000p  
 R1\_3 = R3\_3 = 3.7513K R2\_3 = 2.8135K 誤差 = 5.66 %  
 4 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_4 = 10.0000p C2\_4 = 3.9000p  
 R1\_4 = R3\_4 = 3.1551K R2\_4 = 2.0586K 誤差 = 5.40 %  
 5 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_5 = 10.0000p C2\_5 = 4.7000p  
 R1\_5 = R3\_5 = 2.7063K R2\_5 = 1.9914K 誤差 = 0.49 %

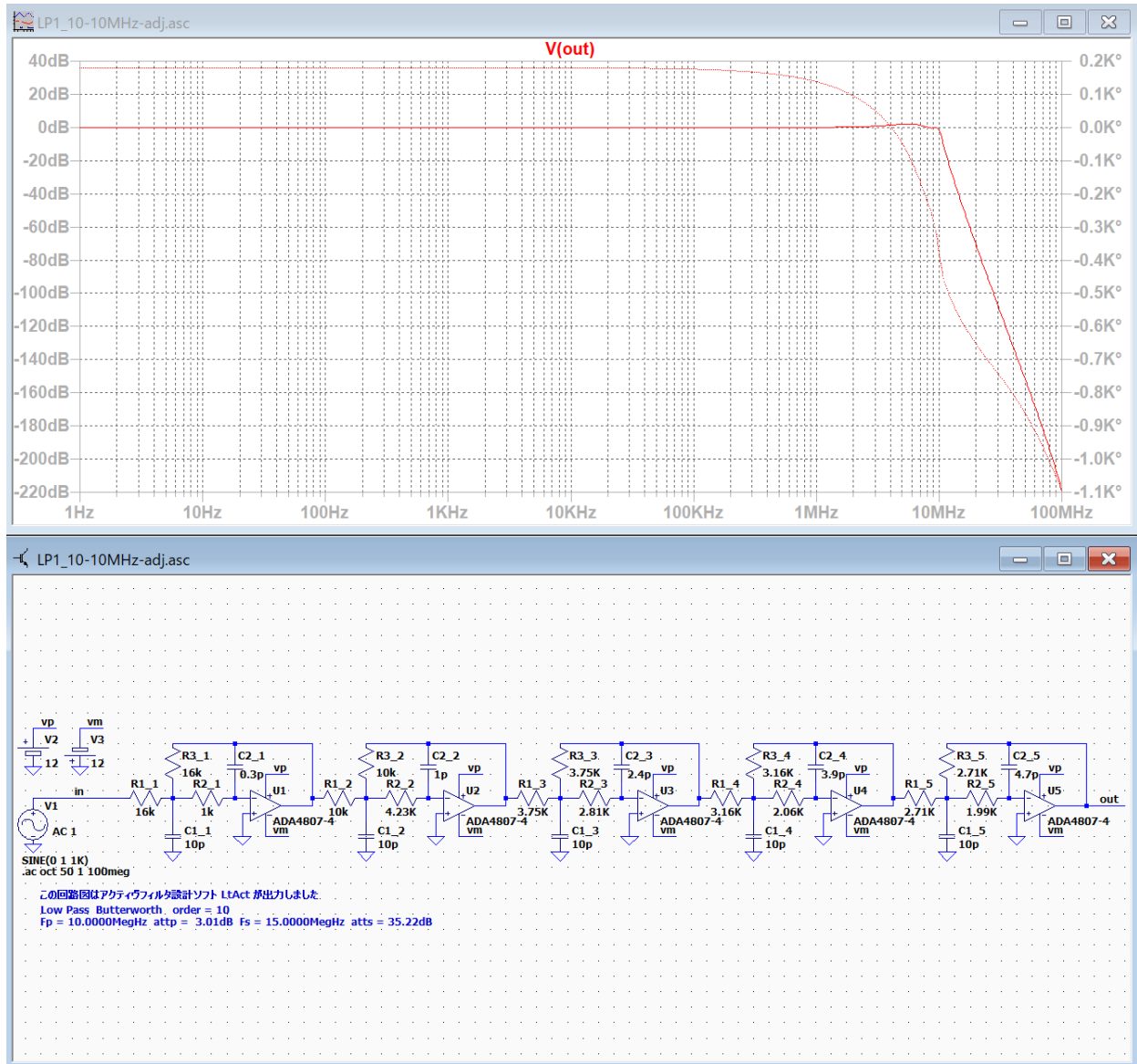
調整前の回路図と周波数特性



各ブロックのカットオフ周波数

1	$F_c = 10.0000\text{Meg}$	$Q = 3.1962$
2	$F_c = 10.0000\text{Meg}$	$Q = 1.1013$
3	$F_c = 10.0000\text{Meg}$	$Q = 0.7071$
4	$F_c = 10.0000\text{Meg}$	$Q = 0.5612$
5	$F_c = 10.0000\text{Meg}$	$Q = 0.5062$

完成した回路図



10MHz で -1.43dB, 15MHz で -44.14dB, 20MHz で -70.6dB バターワース特性ではない

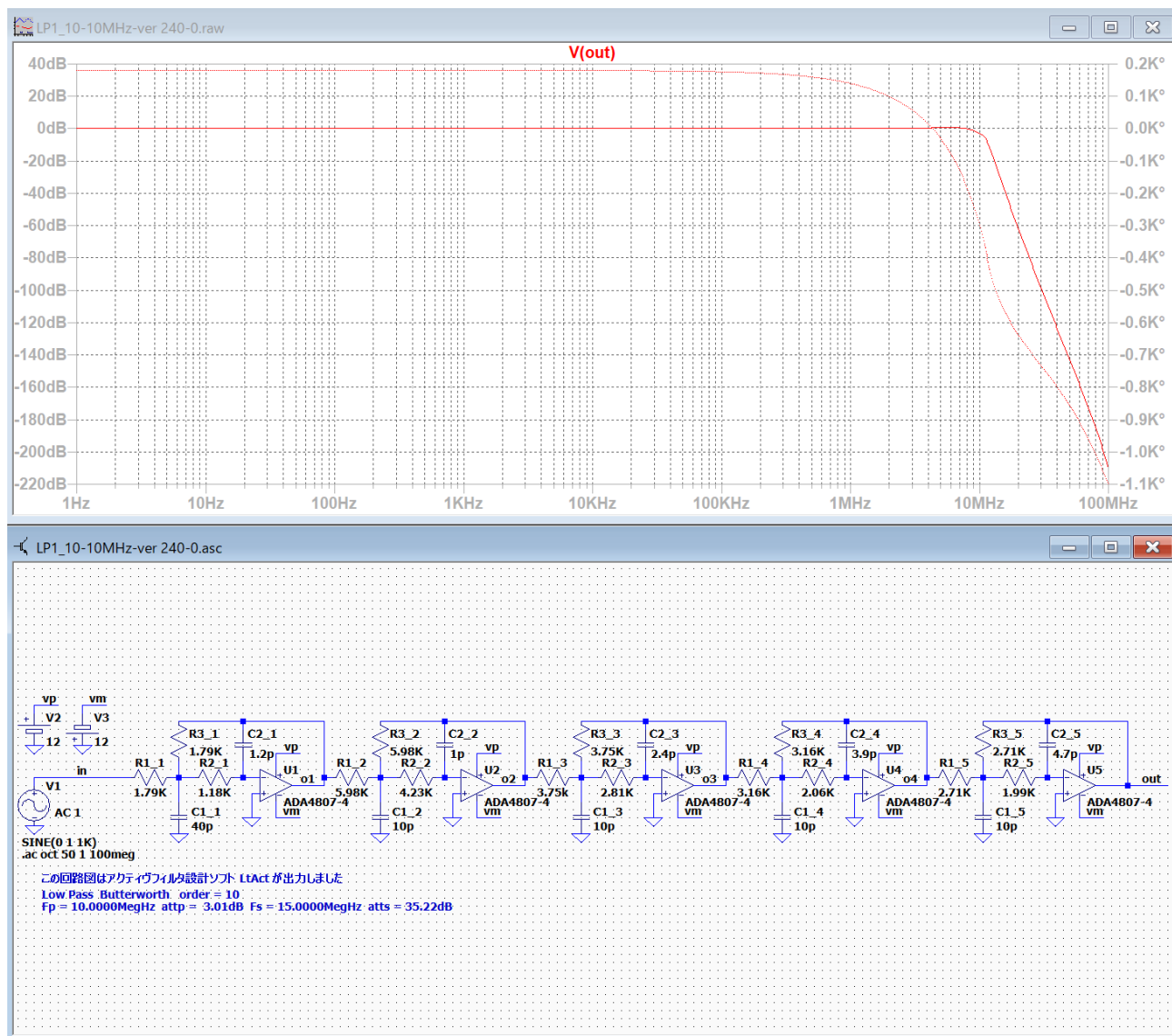
Q 値 3.19 でも、なんとか調整出来た。C1\_1 = 10.0000p に設定して回路図を作成した。

R1\_1 = R3\_1 = 17.8671K -> 16K に変更、R2\_1 = 11.8142K -> 1K に変更

C2\_1 = 0.1200p -> 0.3p に変更、R1\_2 = R3\_2 = 5.9817K -> 10K に変更

ver.2.40 を調整した場合

LP1\_10-10MHz-ver 240-0.asc



C1\_1 = 0.1n を 40p に変更しただけで、ほぼバターワース特性に調整出来ました。  
10MHz で -3.0dB(3.01dB)、15MHz で -33.9dB(-35.2dB)、20MHz で -61.6dB(60.2dB)  
カッコ内はバターワース特性の減衰量です。



チェビシェフ

LP1\_8-10MHz.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類    ローパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$     8

カットオフ周波数  $F_c$     10    Meg

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル  $attp$     0.1    dB    OK

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_s/F_c$     1.5    倍    キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=8

$F_p = 10.0000\text{MegHz}$     $attp = 0.1000\text{dB}$     $F_s = 15.0000\text{MegHz}$     $atts = 44.53\text{dB}$

2 次式の形式

$$H_n = \frac{P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}}{s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}}$$

2 次式

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	8.0400Meg	4222.1845T	0	0	4222.1845T
			$F_c = 10.3416\text{Meg}$	$Q = 8.0819$	$GB \text{ 積} = 8.3580\text{G}$
2	22.8959Meg	3153.9062T	0	0	3153.9062T
			$F_c = 8.9381\text{Meg}$	$Q = 2.4528$	$GB \text{ 積} = 2.1924\text{G}$
3	34.2662Meg	1643.1326T	0	0	1643.1326T
			$F_c = 6.4514\text{Meg}$	$Q = 1.1830$	$GB \text{ 積} = 763.1804\text{Meg}$
4	40.4197Meg	574.8543T	0	0	574.8543T
			$F_c = 3.8159\text{Meg}$	$Q = 0.5932$	$GB \text{ 積} = 226.3523\text{Meg}$

チェビシェフ

LP1\_8-10MHz.asc

## ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_8-10MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 16:07:17 2021

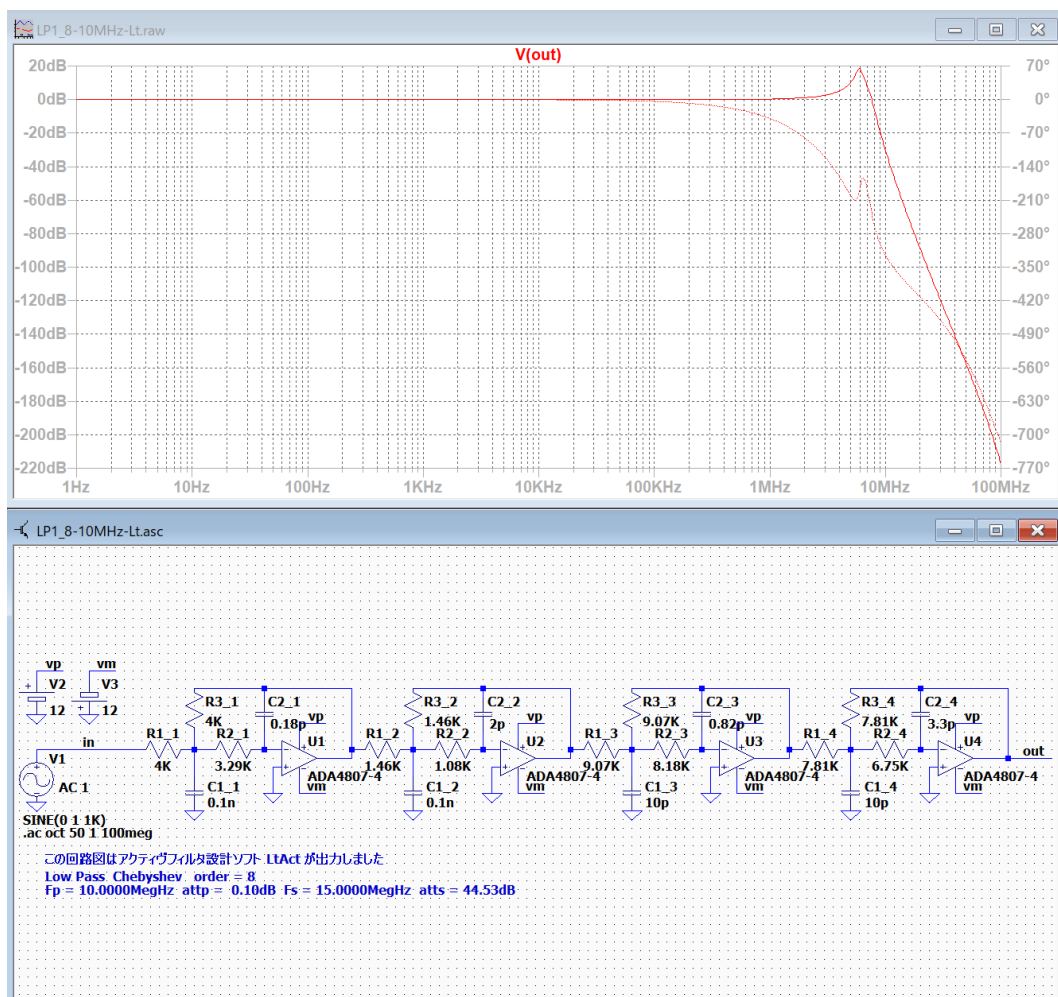
アナログ Low Pass Chebyshev 次数=8

参照モード=0

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 15.0000MegHz atts = 44.53dB

- 1 (LP1) 「LP1-3-0」 C1\_1 = 0.1000n C2\_1 = 0.1800p  
 R1\_1 = R3\_1 = 4.0000K R2\_1 = 3.2895K 誤差 = 2.52 %
- 2 (LP1) 「LP1-3-1」 C1\_2 = 0.1000n C2\_2 = 2.0000p  
 R1\_2 = R3\_2 = 1.4640K R2\_2 = 1.0829K 誤差 = 2.92 %
- 3 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_3 = 10.0000p C2\_3 = 0.8200p  
 R1\_3 = R3\_3 = 9.0748K R2\_3 = 8.1786K 誤差 = 0.38 %
- 4 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_4 = 10.0000p C2\_4 = 3.3000p  
 R1\_4 = R3\_4 = 7.8130K R2\_4 = 6.7470K 誤差 = 4.08 %

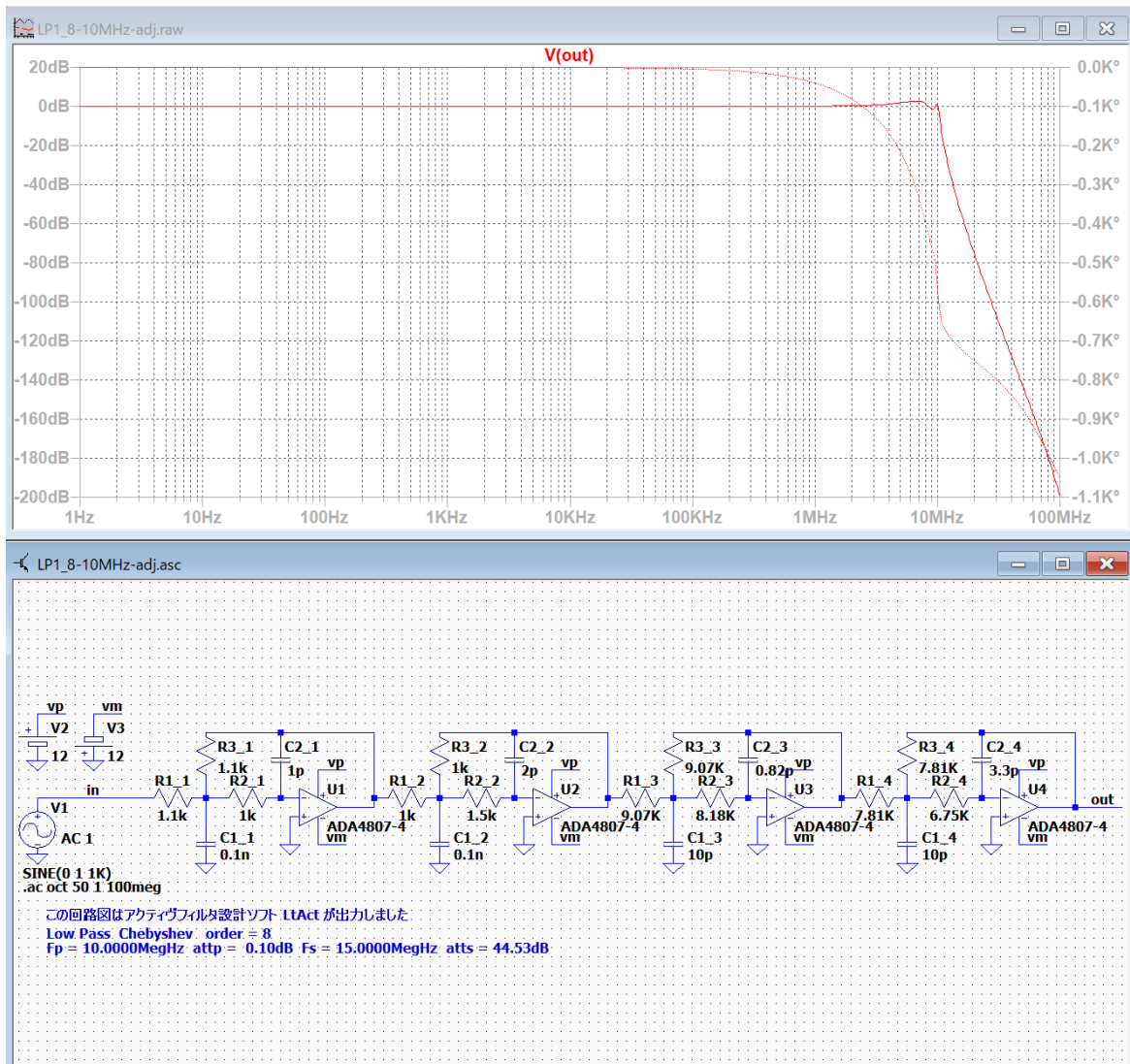
調整前の回路図と周波数特性



各ブロックのカットオフ周波数

1	$F_c =$	10.3416Meg	$Q =$	8.0819
2	$F_c =$	8.9381Meg	$Q =$	2.4528
3	$F_c =$	6.4514Meg	$Q =$	1.1830
4	$F_c =$	3.8159Meg	$Q =$	0.5932

完成した回路図



10MHz で 1.16dB, 15MHz で -51.0dB, 20MHz で -75.5dB

C2\_1 = 0.1800p -> 1p に変更、

R1\_1 = R3\_1 = 4.0000K -> 1.1K に変更、R2\_1 = 3.2895K -> 1K に変更

R1\_2 = R3\_2 = 1.4640K -> 1K に変更、R2\_2 = 1.0829K -> 1.5K に変更

Q 値が 8 なので調整不能と思ったが、なんとか調整できた。

# LP1\_4-30MHz.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	チェビシェフ
設計するフィルタの次数 m(<=58)	4		
カットオフ周波数 Fc	30		Meg
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1		dB
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5		倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=4

Fp = 8.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 12.0000MegHz atts = 11.42dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	26.5559Meg	3360.4822T	0	0	3360.4822T

Fc= 9.2262Meg Q = 2.1829 GB 積= 2.0140G

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
2	64.1116Meg	1573.8930T	0	0	1573.8930T

Fc= 6.3140Meg Q = 0.6188 GB 積=390.7138Meg

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_4-30MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 16:10:48 2021

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=4

参照モード=0

Fp = 30.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 45.0000MegHz atts = 11.42dB

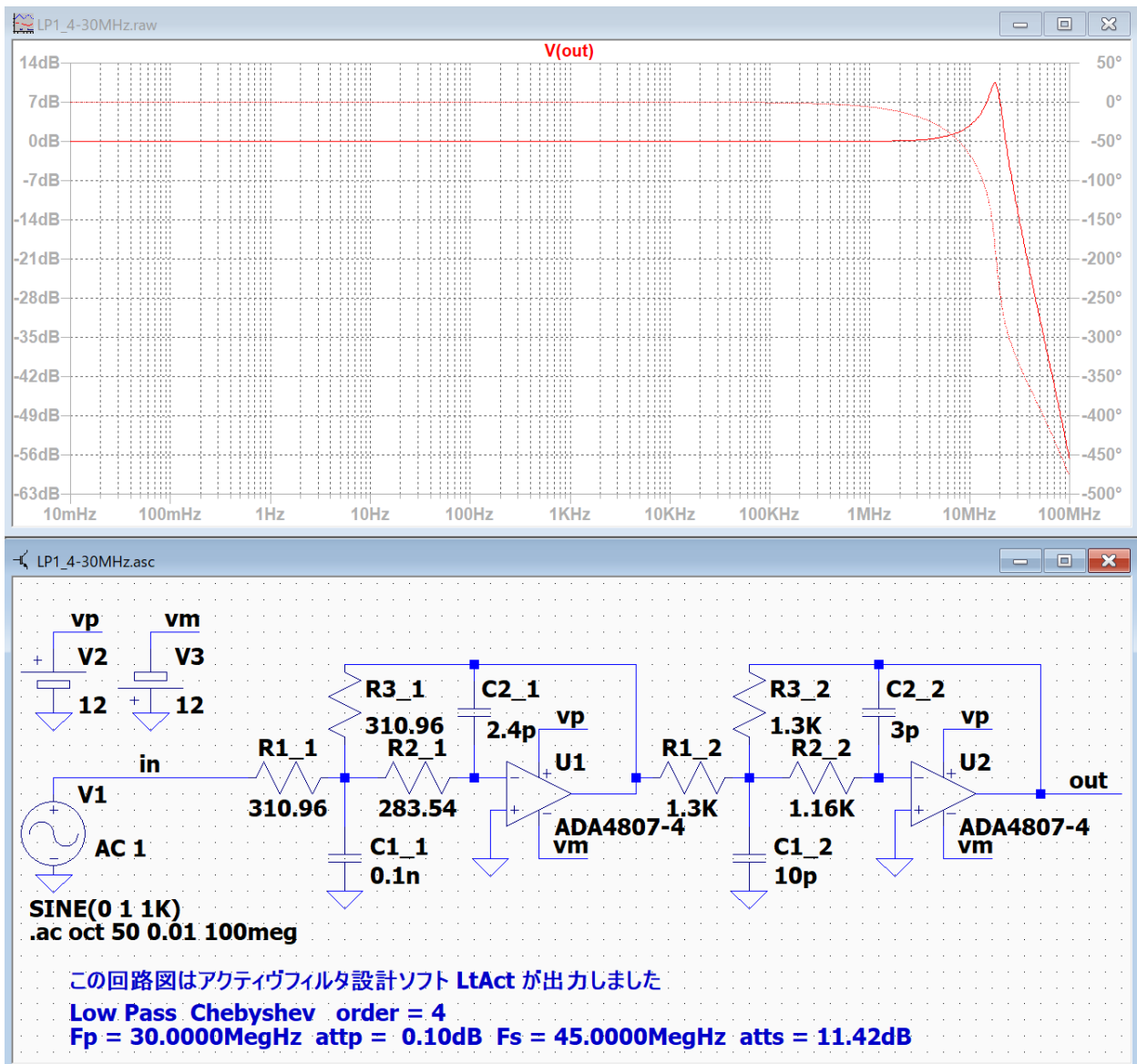
1 (LP1) 「LP1-3-1」 C1\_1 = 0.1000n C2\_1 = 2.4000p

R1\_1 = R3\_1 = 310.9629 R2\_1 = 283.5411 誤差 = 5.94 %

2 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_2 = 10.0000p C2\_2 = 3.0000p

R1\_2 = R3\_2 = 1.2951K R2\_2 = 1.1628K 誤差 = 3.22 %

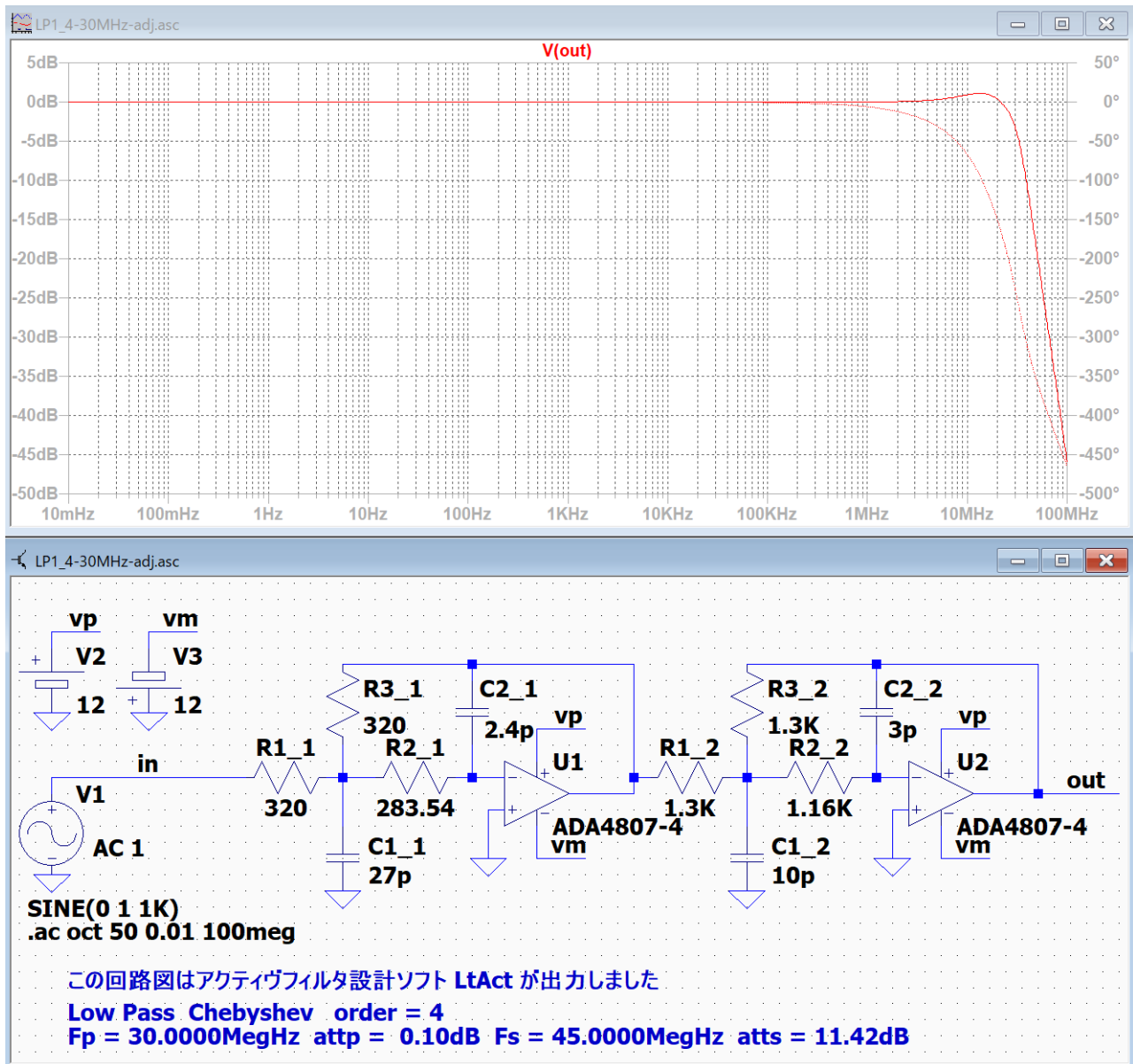
調整前の回路図と周波数特性



各ブロックのカットオフ周波数

1	$F_c = 34.5981\text{Meg}$	$Q = 2.1829$
2	$F_c = 23.6777\text{Meg}$	$Q = 0.6188$

完成した回路図



ピーク 1.1dB, 30MHz で -3.1dB, 45MHz で-15.3dB に調整出来た

C1\_1 = 0.1000n -> 27p に変更、R1\_1 = R3\_1 = 310.9629 -> 320 に変更

# LP2\_4-30MHz.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類

ローパスフィルタ

遮断特性

チェビシェフ

設計するフィルタの次数 m(<=58)

4

カットオフ周波数 Fc

30

Meg

周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp

0.1

dB

OK

最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc

1.5

倍

キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=4

Fp = 8.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 12.0000MegHz atts = 11.42dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	26.5559Meg	3360.4822T	0	0	3360.4822T

Fc= 9.2262Meg Q= 2.1829 GB 積= 2.0140G

2	64.1116Meg	1573.8930T	0	0	1573.8930T
---	------------	------------	---	---	------------

Fc= 6.3140Meg Q= 0.6188 GB 積=390.7138Meg

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP2\_4-30MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 16:08:43 2021

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=4

参照モード=0

Fp = 30.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 45.0000MegHz atts = 11.42dB

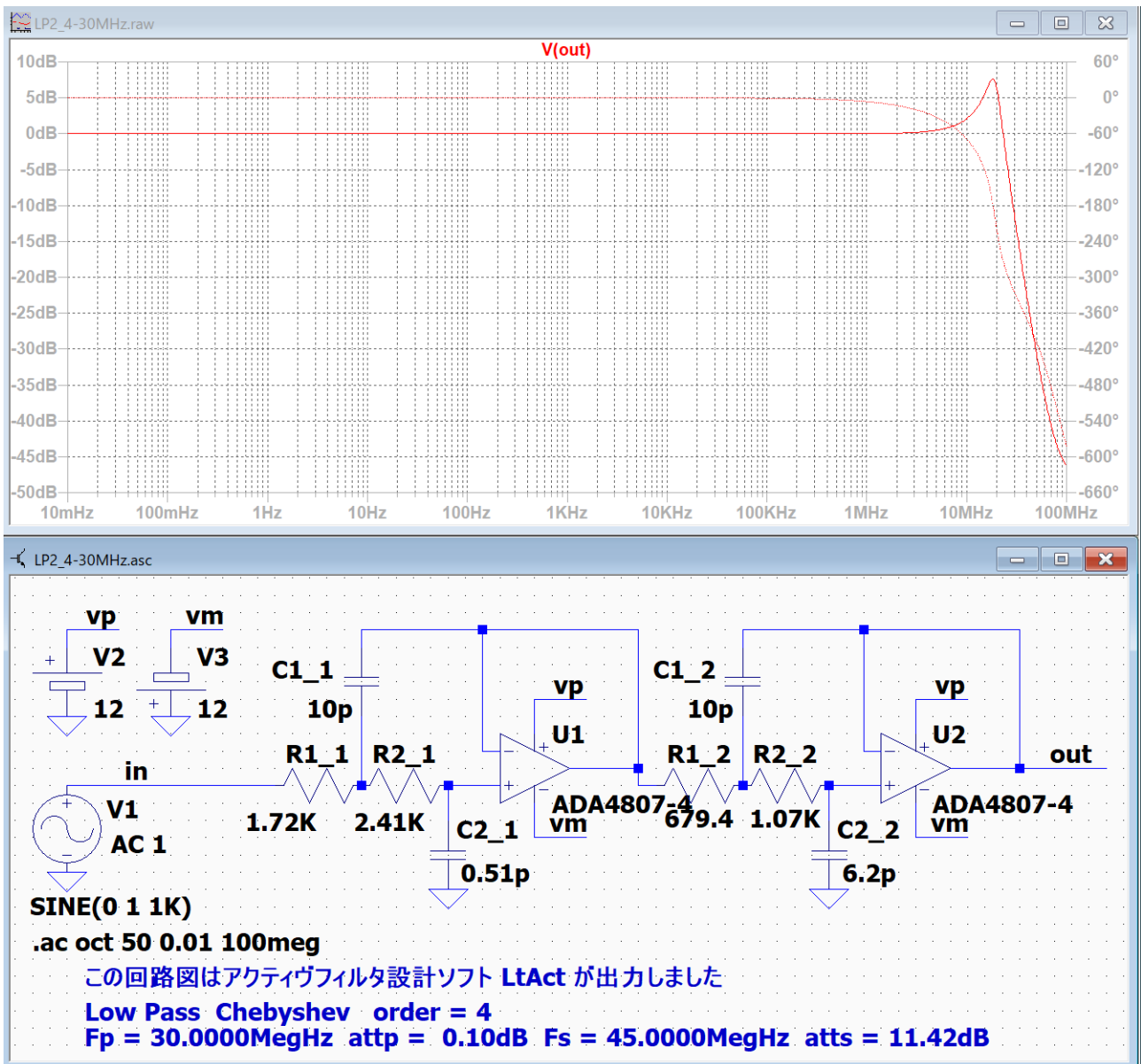
1 (LP1) 「LP1-3-1」 C1\_1 = 0.1000n C2\_1 = 2.4000p

R1\_1 = R3\_1 = 310.9629 R2\_1 = 283.5411 誤差 = 5.94 %

2 (LP1) 「LP1-3-2」 C1\_2 = 10.0000p C2\_2 = 3.0000p

R1\_2 = R3\_2 = 1.2951K R2\_2 = 1.1628K 誤差 = 3.22 %

調整前の回路図と周波数特性

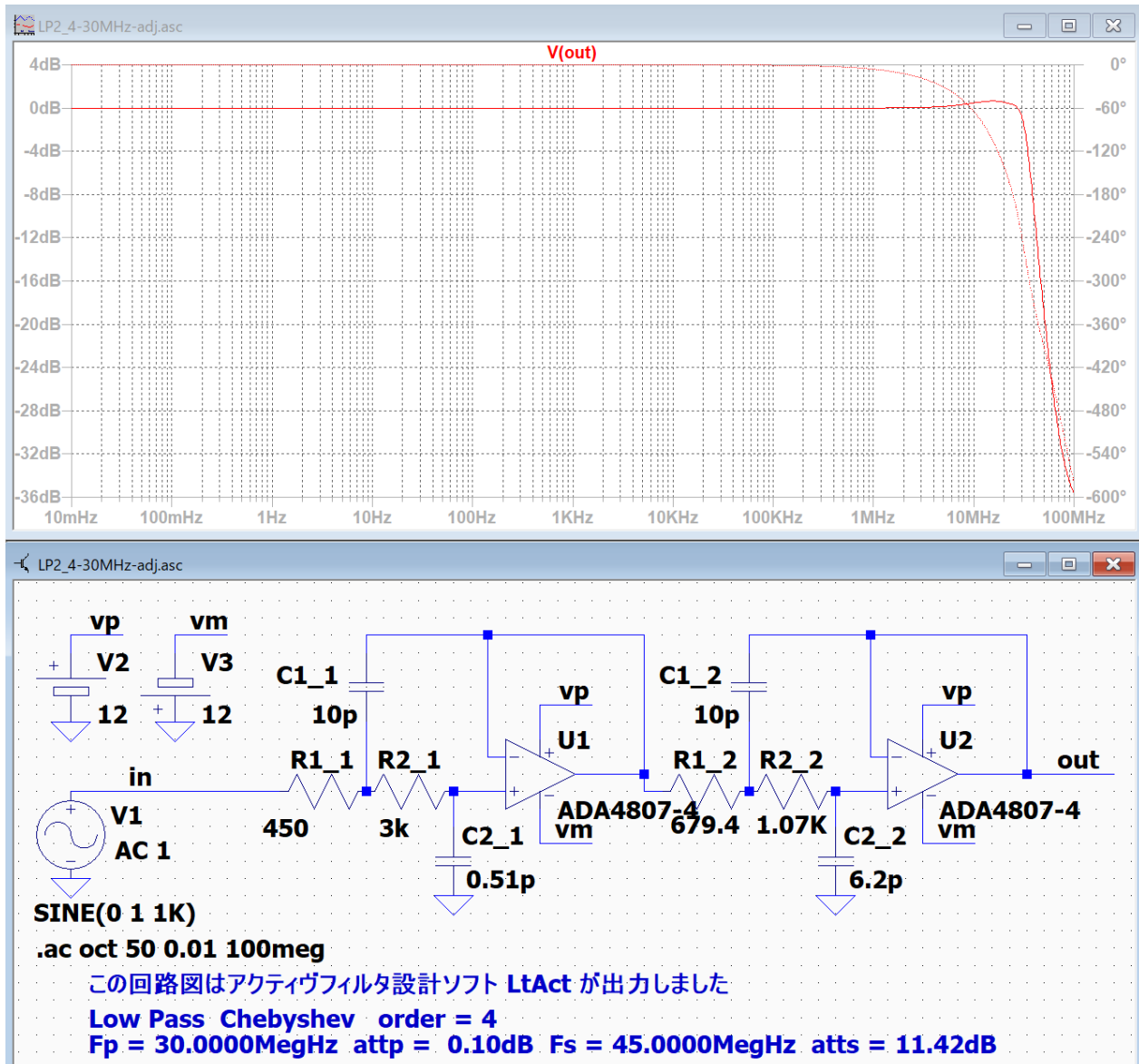




各ブロックのカットオフ周波数

1	$F_c = 34.5981\text{Meg}$	$Q = 2.1829$
2	$F_c = 23.6777\text{Meg}$	$Q = 0.6188$

完成した回路図



ピーク 0.6dB, 30MHz で -0.8dB, 45MHz で -14.5dB に調整出来た

$R1\_1 = 1.7209K \rightarrow 450$  に変更、 $R2\_1 = 2.4111K \rightarrow 3K$  に変更

## ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

## 逆チェビシェフ

LP3\_6-10MHz.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ 遮断特性 Inv. Cheb

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  6

カットオフ周波数  $F_c$  10 Meg

周波数  $F_c$  における減衰量又はリップル attp 0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 15.0000MegHz atts = 27.82dB

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	23.9530Meg	6268.1746T	0.6584	0	6268.1746T

Fc= 12.6006Meg Q = 3.3053 GB 積= 4.1649G

2	94.2355Meg	9026.2563T	0.5081	0	9026.2563T
---	------------	------------	--------	---	------------

Fc= 15.1208Meg Q = 1.0082 GB 積= 1.5245G

3	229.8770Meg	16118.7045T	0.1216	0	16118.7045T
---	-------------	-------------	--------	---	-------------

Fc= 20.2062Meg Q = 0.5523 GB 積= 1.1160G

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_6-10MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 16:13:07 2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 15.0000MegHz atts = 27.82dB

1 (et1) 「LP3-3-1」 Rb\_1(2 個)= 1.2631K Cb\_1(2 個)= 10.0000p 誤差=2.92 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 13.5419K R3\_1 = 8.9159K R4\_1(5 個)= 8.9159K  
誤差=4.95 %

2 (et1) 「LP3-3-2」 Rb\_2(2 個)= 2.6989K Cb\_2(2 個)= 3.9000p 誤差=0.04 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 3.9847K R3\_2 = 2.0245K R4\_2(5 個)= 2.0245K  
誤差=2.73 %

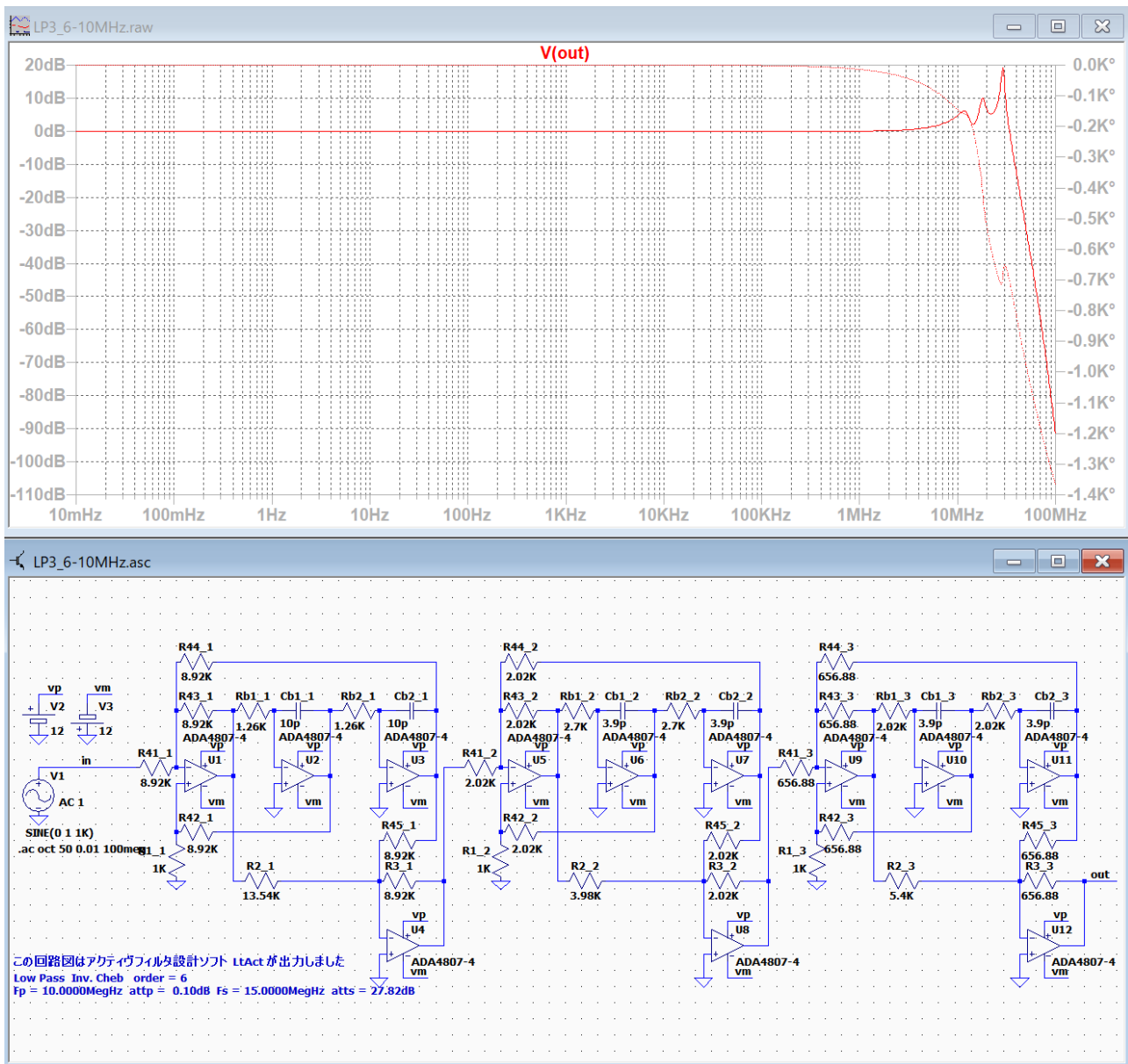
3 (et1) 「LP3-3-2」 Rb\_3(2 個)= 2.0196K Cb\_3(2 個)= 3.9000p 誤差=0.97 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 5.4039K R3\_3 = 656.8787 R4\_3(5 個)= 656.8787  
誤差=6.16 %

逆チェビシェフ

LP3\_6-10MHz.asc

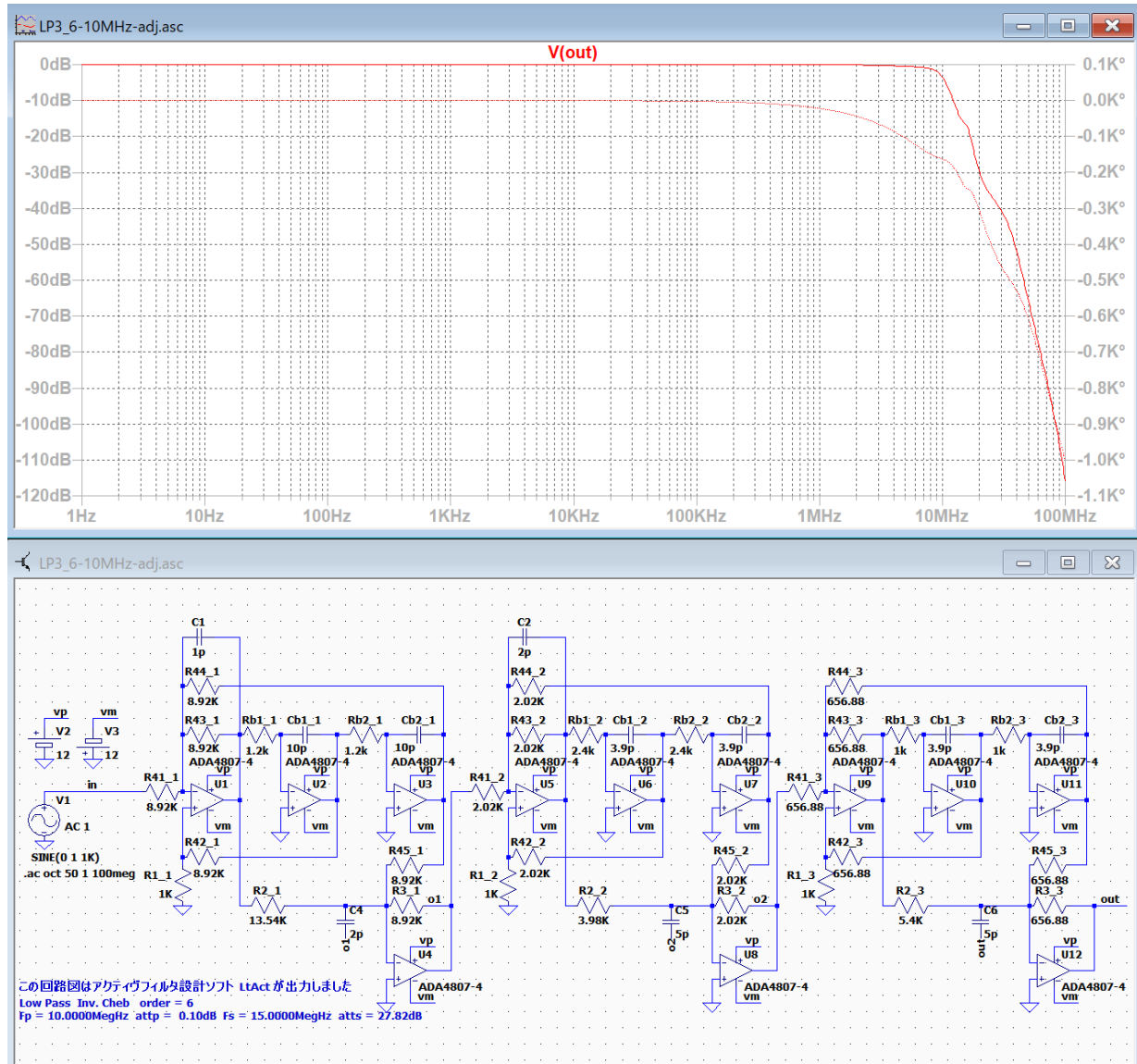
調整前の回路図と周波数特性



各ブロックのカットオフ周波数

1	$F_c = 12.6006\text{Meg}$	$Q = 3.3053$
2	$F_c = 15.1208\text{Meg}$	$Q = 1.0082$
3	$F_c = 20.2062\text{Meg}$	$Q = 0.5523$

完成した回路図



10MHz で -3.4dB, 15MHz で -16dB, 20MHz で -29.8dB に調整出来た。

Cb1\_1 だけ 18p を 10p に変更して設定した。

Rb\_1 (2 個) = 1.2631K -> 1.2K に変更、Rb\_2 (2 個) = 2.6989K -> 2.4K に変更

Rb\_3 (2 個) = 2.0196K -> 1K に変更、C1 から C6 を追加

LtAct は各ブロックのカットオフ周波数  $F_c$  に対応する素子値を設定していますが、  
10MHz 以上で  $Q$  値が 2 を超えると、設計の減衰量を達成するのは困難になります。

# LP3\_4-30MHz.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Inv. Cheb
設計するフィルタの次数 m(<=58)	4		
カットオフ周波数 Fc	30		Meg
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1		dB
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5		倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=4

Fp = 30.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 45.0000MegHz atts = 11.42dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	99.9250Meg	71254.7810T	0.7608	0	71254.7810T

Fc= 42.4842Meg Q = 2.6714 GB 積= 11.3491G

2	652.4450Meg	192711.7527T	0.3530	0	192711.7527T
---	-------------	--------------	--------	---	--------------

Fc= 69.8674Meg Q = 0.6728 GB 積= 4.7009G

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_4-30MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 16:14:50 2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=4

参照モード=0

Fp = 30.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 45.0000MegHz atts = 11.42dB

1 (et1) 「LP3-3-1」 Rb\_1(2 個)=374.6218 Cb\_1(2 個)= 10.0000p 誤差=3.90 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 9.2196K R3\_1 = 7.0141K R4\_1(5 個)= 7.0141K

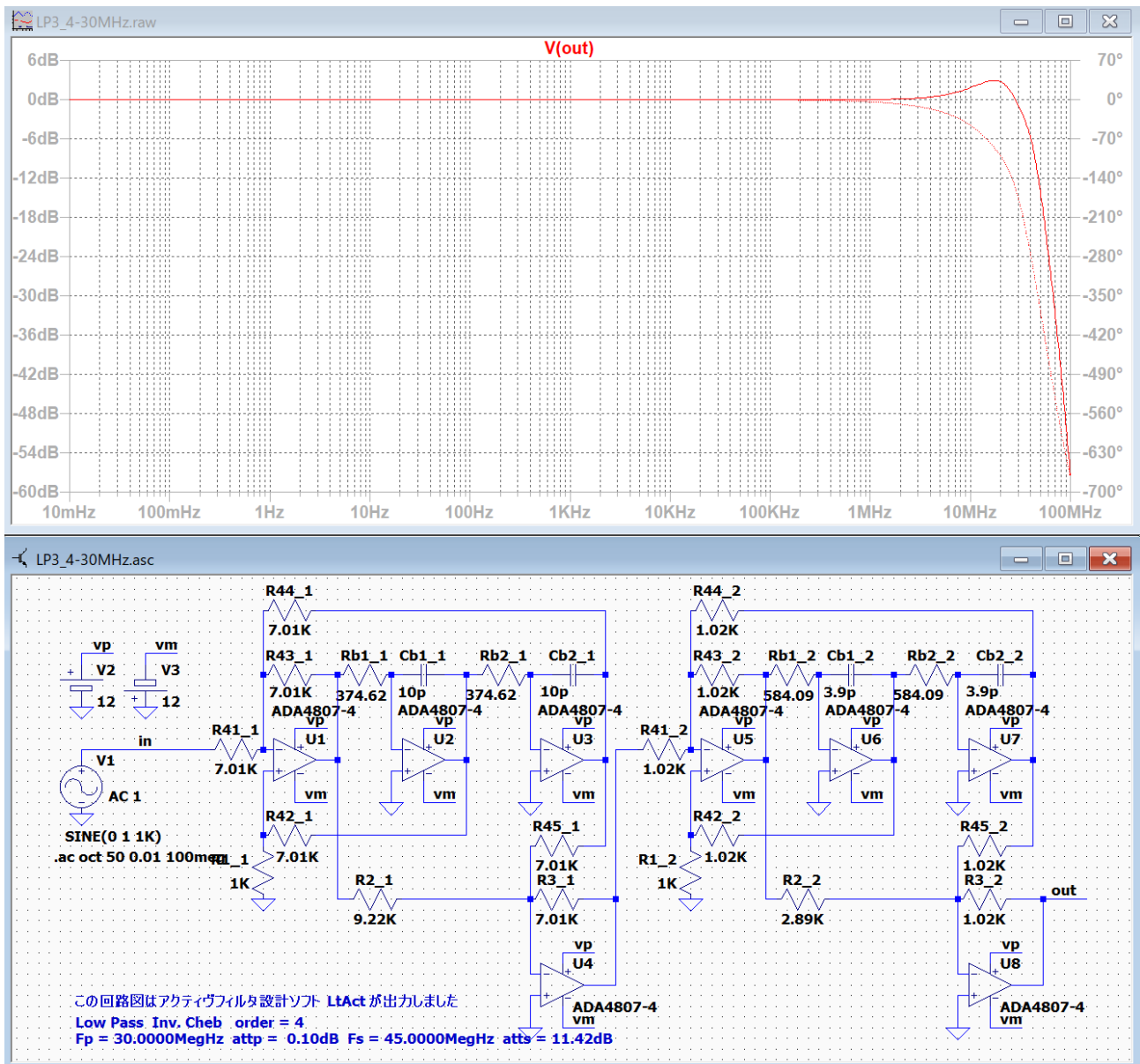
誤差=4.51 %

2 (et1) 「LP3-3-2」 Rb\_2(2 個)=584.0920 Cb\_2(2 個)= 3.9000p 誤差=4.12 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 2.8851K R3\_2 = 1.0185K R4\_2(5 個)= 1.0185K

誤差=4.74 %

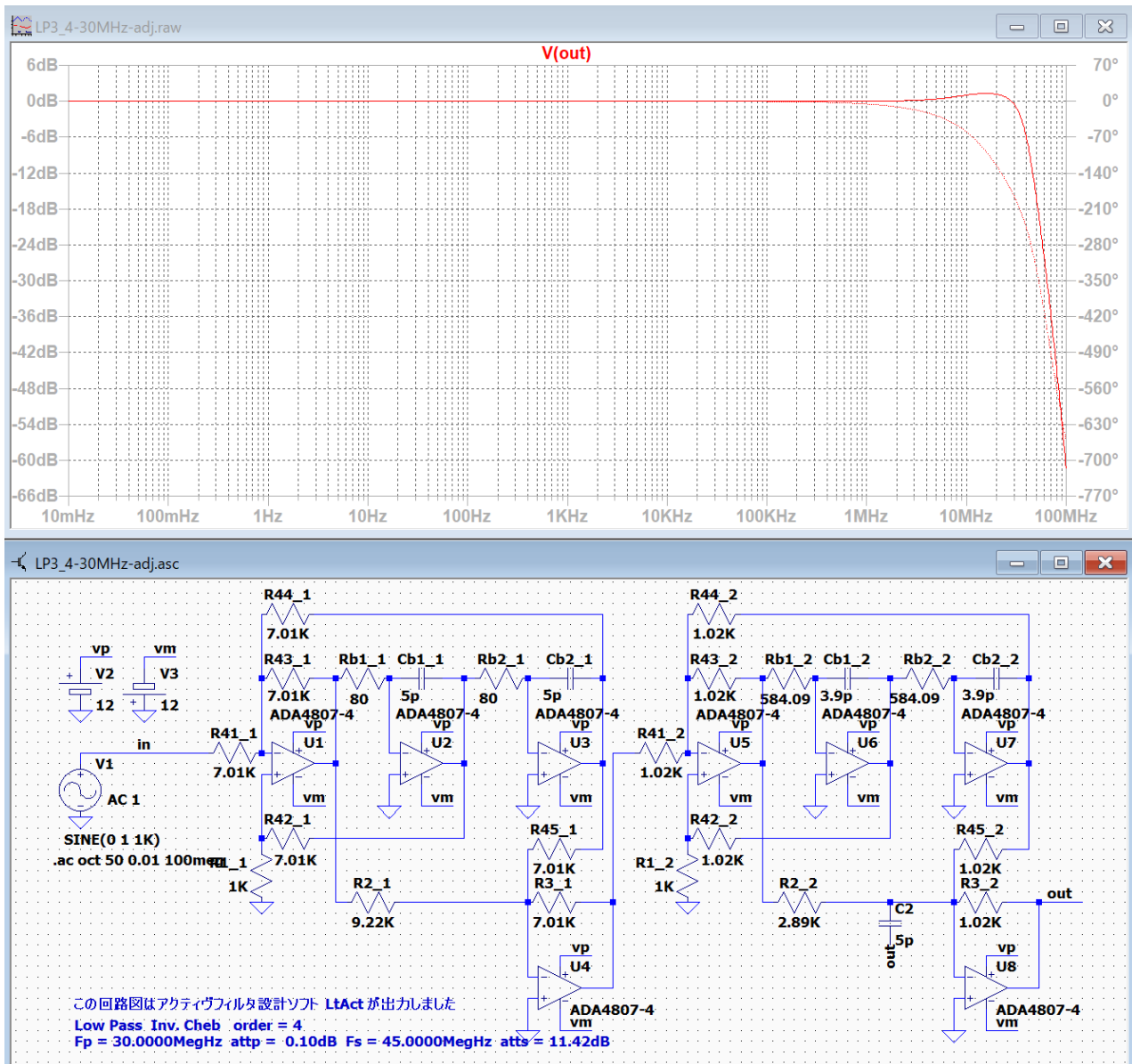
調整前の回路図と周波数特性



各ブロックのカットオフ周波数

1	$F_c = 42.4842\text{Meg}$	$Q = 2.6714$
2	$F_c = 69.8674\text{Meg}$	$Q = 0.6728$

完成した回路図



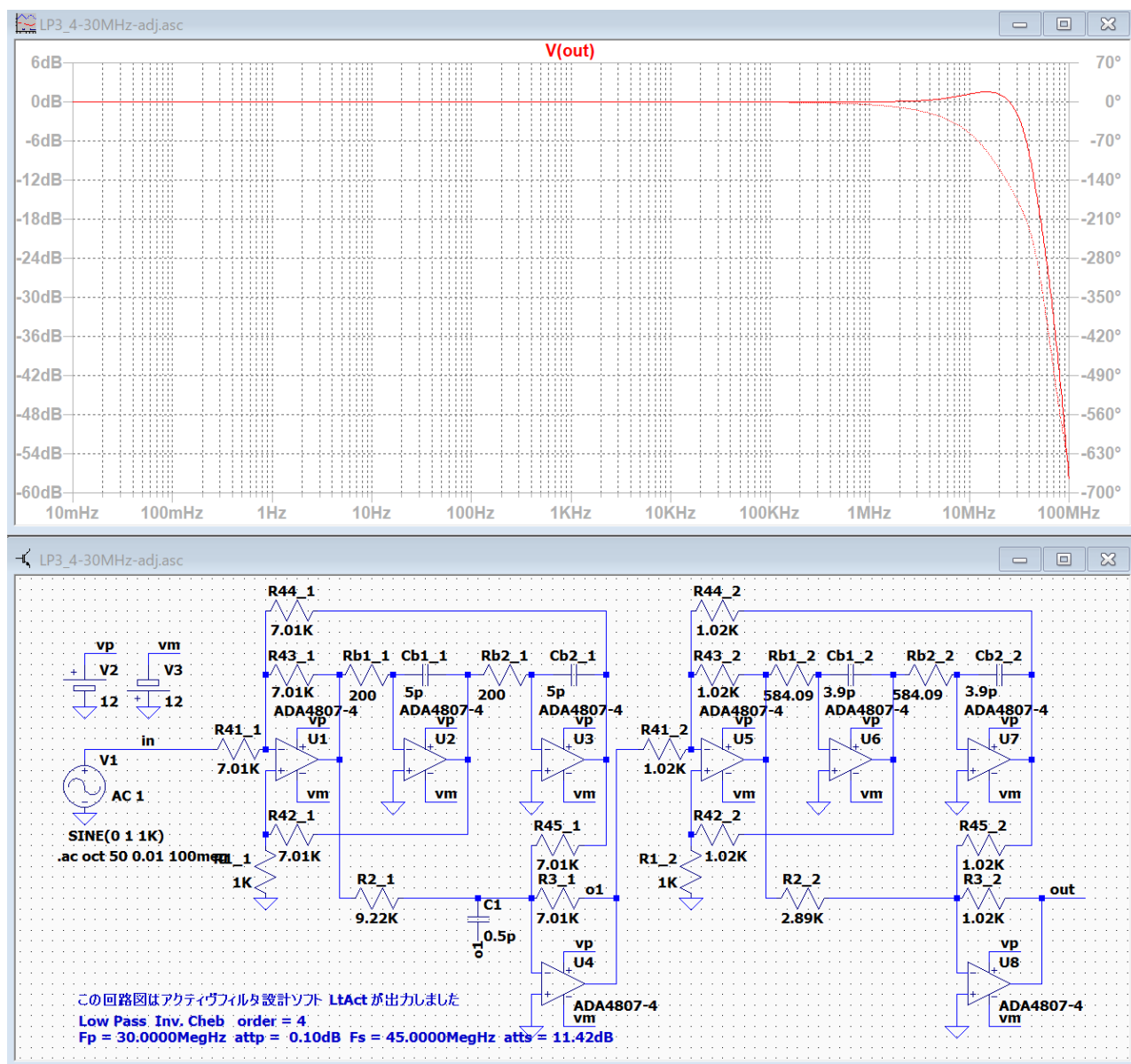
ピーク 0.3dB, 30MHz で -0.5dB, 45MHz で -10.8dB に調整できた

$R_{b1}$  (2 個) = 374.6218  $\rightarrow$  80 に変更、 $C_{b1}$  (2 個) = 10.0000p  $\rightarrow$  5p に変更

$C_2 = 5\text{p}$  追加

逆チェビシェフは  $Q$  値があまり大きくないので、設計に近い減衰量を達成できた。

別の調整例



ピーク 1.5dB, 30MHz で -1.7dB, 45MHz で -12.2dB に調整できた

Rb\_1 (2 個) = 374.6218  $\rightarrow$  200 に変更、Cb\_1 (2 個) = 10.0000p  $\rightarrow$  5p に変更

C1 = 0.5p 追加

ピークをある程度許容すると、Fs における減衰量を達成できた。



ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

LP4\_4-30MHz.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ 遮断特性 Inv. Cheb  
 設計するフィルタの次数 m(<=58) 4  
 カットオフ周波数 Fc 30 Meg  
 周波数Fcにおける減衰量又はリップル attp 0.1 dB  
 最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc 1.5 倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ Low Pass Inv. Cheb 次数=4

Fp = 30.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 45.0000MegHz atts = 11.42dB

2 次式の形式

$$H_n = \frac{P_{n_2} * s^2 + P_{n_3} * s + P_{n_4}}{s^2 + P_{n_0} * s + P_{n_1}}$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	99.9250Meg	71254.7810T	0.7608	0	71254.7810T

Fc= 42.4842Meg Q = 2.6714 GB 積= 11.3491G

2	652.4450Meg	192711.7527T	0.3530	0	192711.7527T
---	-------------	--------------	--------	---	--------------

Fc= 69.8674Meg Q = 0.6728 GB 積= 4.7009G

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP4\_4-30MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 16:16:21 2021

アノグ Low Pass Inv. Cheb 次数=4

参照モード=0

Fp = 30.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 45.0000MegHz atts = 11.42dB

1 (et2) 「LP4-3-1」 Rb\_1(2 個)= 64.0697 Cb\_1(2 個)= 51.0000p R1\_1 = 32.0349  
 C1\_1 = 0.1020n 誤差=4.83 %

1 R2\_1 = 1.4404K C2\_1 = 11.0000p 誤差 = 4.14 %

1 R3\_1 = 132.4407 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.84 %

1 R4\_1 = 10.7473K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.35 %

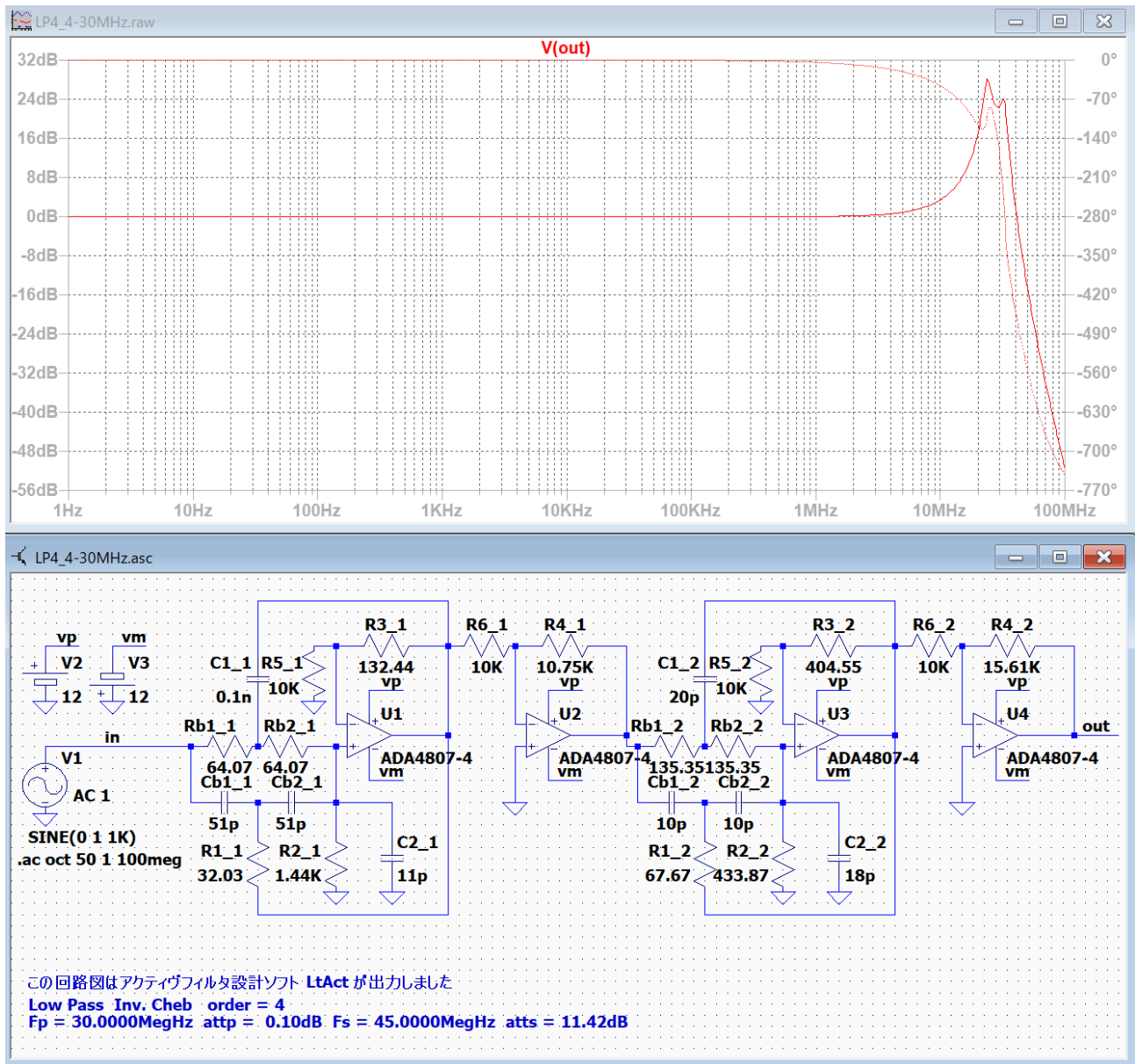
2 (et2) 「LP4-3-2」 Rb\_2(2 個)= 135.3466 Cb\_2(2 個)= 10.0000p R1\_2 = 67.6733  
 C1\_2 = 20.0000p 誤差=3.98 %

2 R2\_2 = 433.8693 C2\_2 = 18.0000p 誤差 = 0.89 %

2 R3\_2 = 404.5490 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.60 %

2 R4\_2 = 15.6076K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.51 %

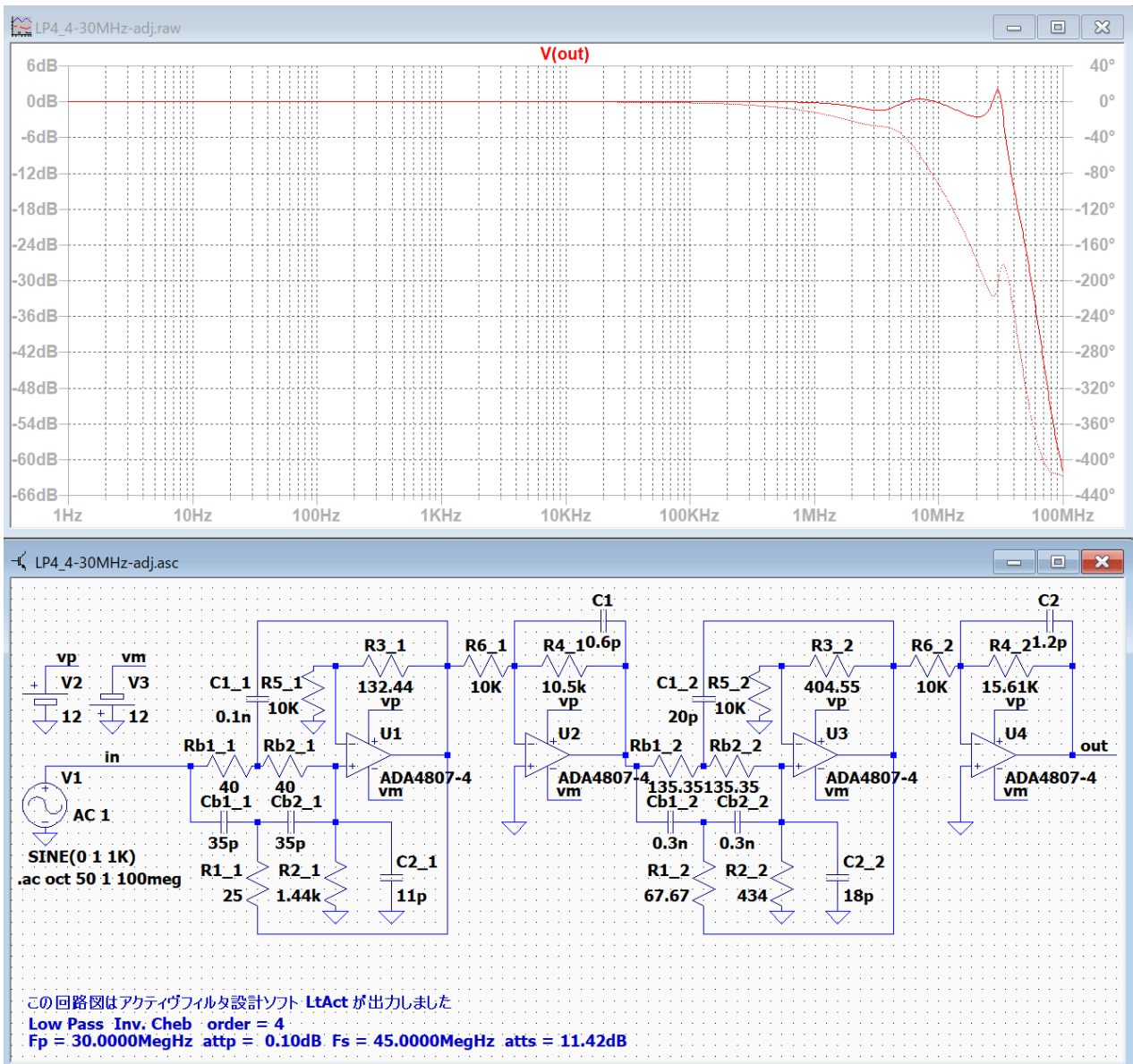
調整前の回路図と周波数特性



各ブロックのカットオフ周波数

1	$F_c = 42.4842\text{Meg}$	$Q = 2.6714$
2	$F_c = 69.8674\text{Meg}$	$Q = 0.6728$

完成した回路図



30MHz 2.1dB, 45dB -19.5dB

通過域に 2.5dB 程度のリップルが残った。基本回路 LP4 は調整が難しい。

Rb\_1 (2 個) = 64.0697 -> 40 に変更、Cb\_1 (2 個) = 51.0000p -> 35p に変更

R4\_1 = 10.7473K -> 10.5K に変更、Cb\_2 (2 個) = 10.0000p -> 0.3n に変更、

C1 = 0.6p 追加、C2 = 1.2p 追加

## ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

## 楕円関数

LP3\_6-10MHz.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Elliptic
設計するフィルタの次数 m(<=58)	6		
カットオフ周波数 Fc	10	Meg	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ Low Pass Elliptic 次数=6

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 15.0000MegHz atts = 57.77dB

Pn\_2 \* s^2 + Pn\_3 \* s + Pn\_4

Hn = -----

s^2 + Pn\_0 \* s + Pn\_1

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
---	------	------	------	------	------

1	10.1015Meg	4335.8016T	0.1089	0	11106.4238T
---	------------	------------	--------	---	-------------

Fc= 10.4798Meg Q = 6.5185 GB 積= 6.8313G

2	34.8576Meg	3134.4929T	0.1089	0	1688.7398T
---	------------	------------	--------	---	------------

Fc= 8.9105Meg Q = 1.6062 GB 積= 1.4312G

3	61.3027Meg	1422.3763T	0.1089	0	1018.8593T
---	------------	------------	--------	---	------------

Fc= 6.0024Meg Q = 0.6152 GB 積=369.2793Meg

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_6-10MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 16:19:49 2021

アノグ Low Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 15.0000MegHz atts = 57.77dB

1 (et1) 「LP3-3-0」 Rb\_1(2 個)= 1.5187K Cb\_1(2 個)= 10.0000p 誤差=1.23 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 436.3590K R3\_1 = 47.5314K R4\_1(5 個)= 18.5556K

誤差=3.51 %

2 (et1) 「LP3-3-1」 Rb\_2(2 個)= 1.7861K Cb\_2(2 個)= 10.0000p 誤差=0.78 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 18.8863K R3\_2 = 2.0572K R4\_2(5 個)= 3.8185K

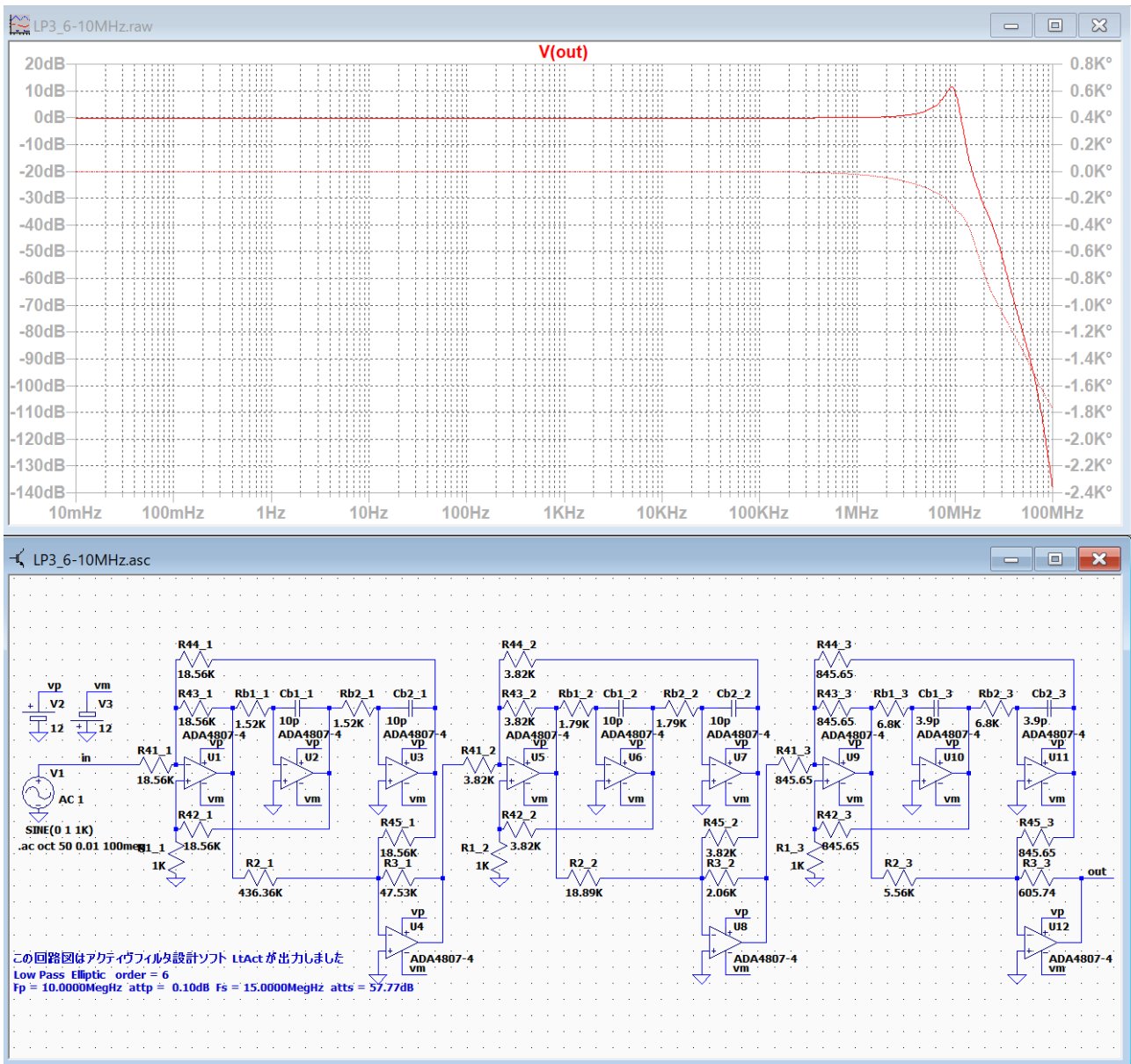
誤差=5.86 %

3 (et1) 「LP3-3-2」 Rb\_3(2 個)= 6.7987K Cb\_3(2 個)= 3.9000p 誤差=0.02 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 5.5610K R3\_3 = 605.7440 R4\_3(5 個)= 845.6476 誤

差=3.90 %

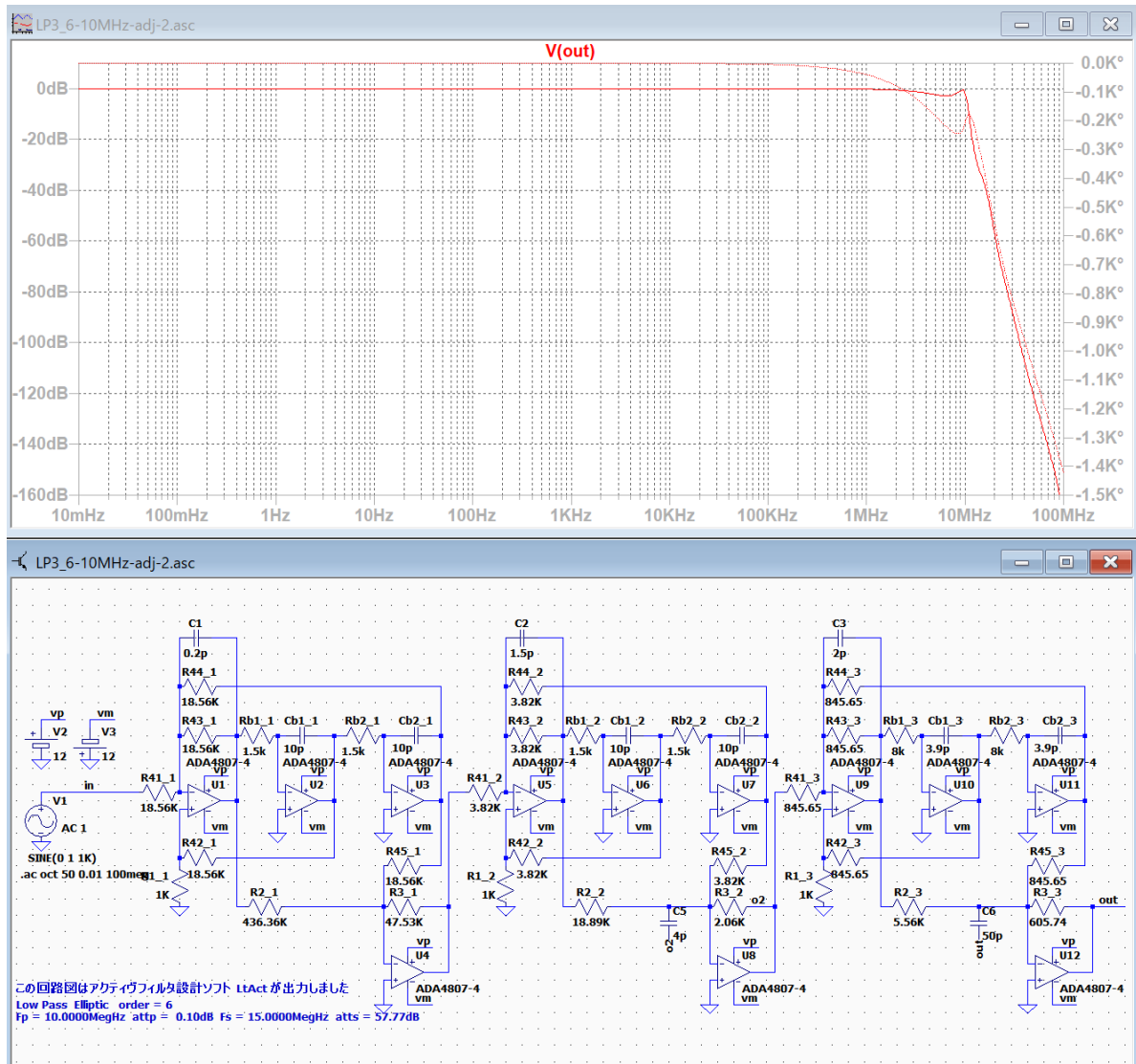
調整前の回路図と周波数特性



各ブロックのカットオフ周波数

1	$F_c =$	10.4798Meg	$Q =$	6.5185
2	$F_c =$	8.9105Meg	$Q =$	1.6062
3	$F_c =$	6.0024Meg	$Q =$	0.6152

完成した回路図



10MHz で -1.48dB, 15MHz で -35.2dB, 20MHz で -57.3dB

Rb\_1 (2 個) = 1.5187K -> 1.5K に変更、Rb\_2 (2 個) = 1.7861K -> 1.5K に変更

Rb\_3 (2 個) = 6.7987K -> 8K に変更、C1 から C6 追加

Q 値が大きいので、各ブロックのカットオフ周波数  $F_c$  が実現できない。

設計では 15MHz で -57.77dB だが、この調整では 23dB ほど性能が悪い。

# LP3\_4-20MHz.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Elliptic
設計するフィルタの次数 m(<=58)	4		
カットオフ周波数 Fc	20	Meg	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アサグ Low Pass Elliptic 次数=4

Fp = 20.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 30.0000MegHz atts = 29.06dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	43.6371Meg	19866.5261T	0.1877	0	35858.1971T

Fc= 22.4327Meg Q = 3.2300 GB 積= 7.2458G

2	175.6111Meg	13720.4096T	0.1877	0	7514.5081T
---	-------------	-------------	--------	---	------------

Fc= 18.6425Meg Q = 0.6670 GB 積= 1.2435G

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_4-20MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 16:21:42 2021

アサグ Low Pass Elliptic 次数=4

参照モード=0

Fp = 20.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 30.0000MegHz atts = 29.06dB

1 (et1) 「LP3-3-1」 Rb\_1(2 個)=709.4782 Cb\_1(2 個)= 10.0000p 誤差=4.15 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 83.5758K R3\_1 = 15.6852K R4\_1(5 個)= 8.6900K

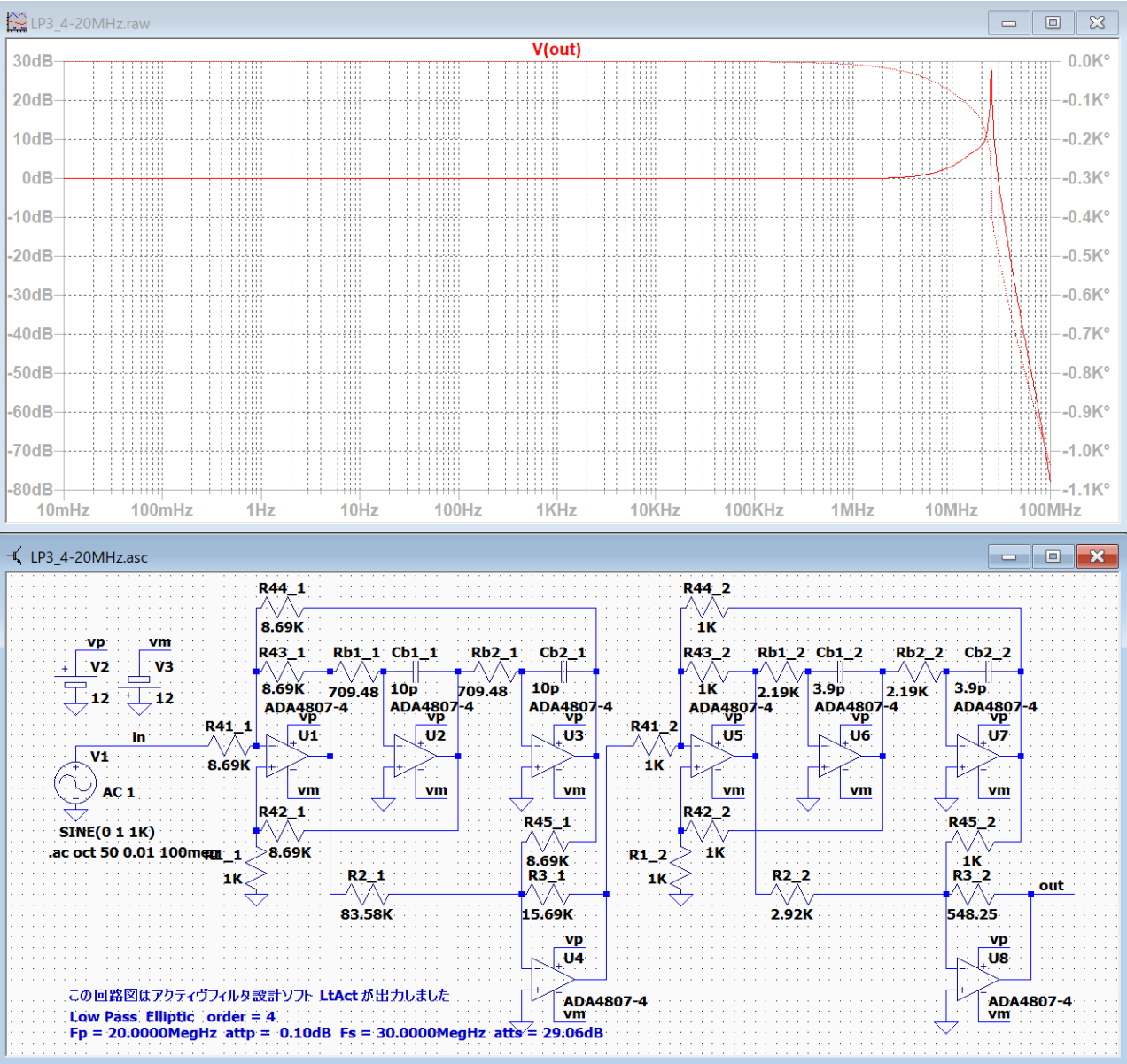
誤差=5.46 %

2 (et1) 「LP3-3-2」 Rb\_2(2 個)= 2.1890K Cb\_2(2 個)= 3.9000p 誤差=0.50 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 2.9213K R3\_2 = 548.2506 R4\_2(5 個)= 1.0010K 誤

差=3.44 %

調整前の回路図と周波数特性

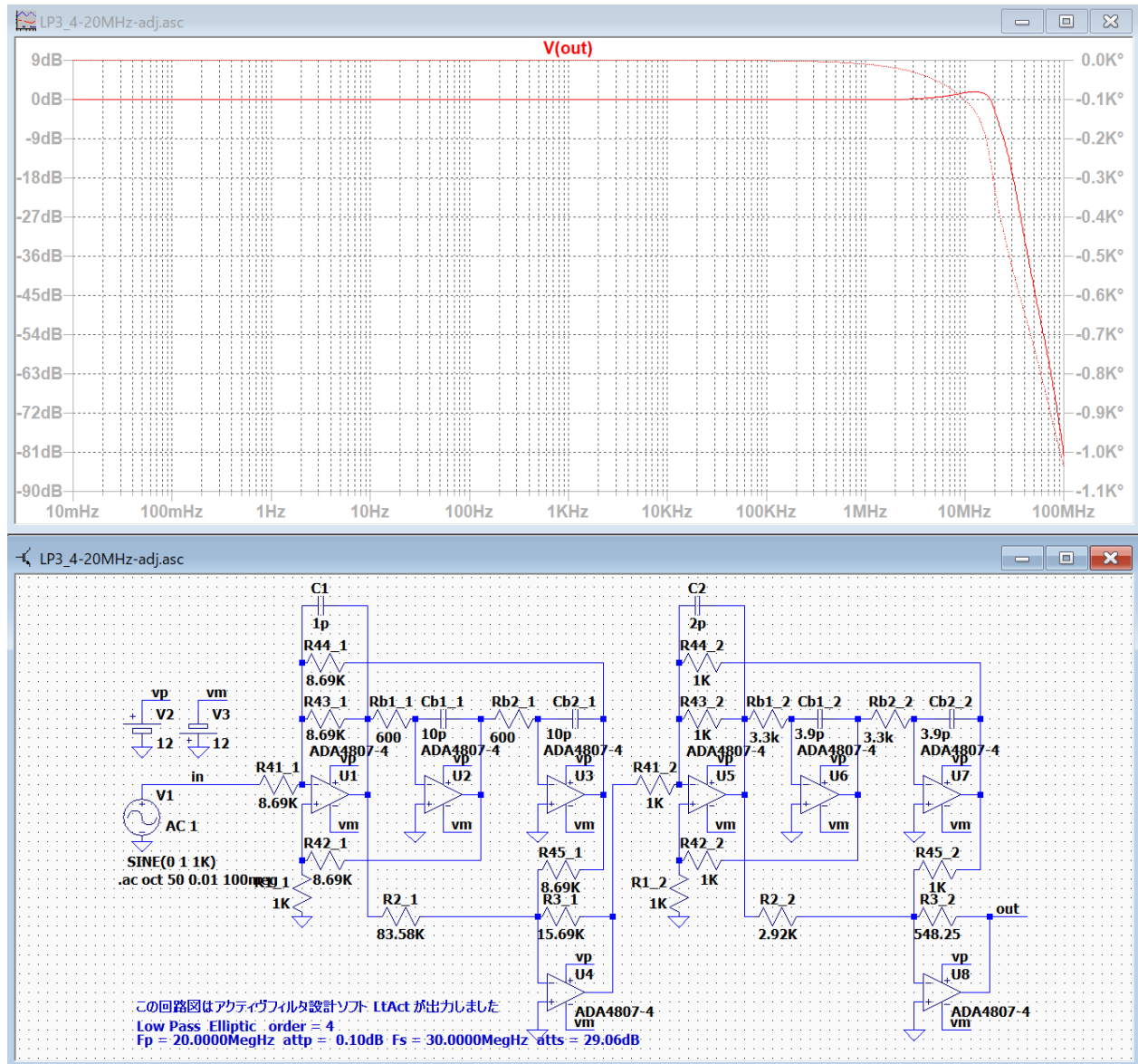




各ブロックのカットオフ周波数

1	$F_c = 22.4327\text{Meg}$	$Q = 3.2300$
2	$F_c = 18.6425\text{Meg}$	$Q = 0.6670$

完成した回路図



ピーク 1.8dB, 20MHz で -2.4dB, 30MHz で -16.6dB に調整出来た。

C1 = 1p, C2 = 2p を追加

Rb\_1 (2 個) = 709.4782 → 600, Rb\_2 (2 個) = 2.1890K → 3.3K に変更

設計では 30MHz で -29dB だが、この調整では 12dB ほど性能が悪い。

逆チェビシェフと楕円関数の 10MHz 以上では、GB 積不足により遮断域のリプルを発生させることが出来なかったため、あまり良い性能は得られなかった。

ローパスフィルタ 10MHz 以上の調整例

LP3\_6-20MHz.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Elliptic
設計するフィルタの次数 $m(<=58)$	6		
カットオフ周波数 $F_c$	20	Meg	
周波数 $F_c$ における減衰量又はリップル $att_p$	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_s/F_c$	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ Low Pass Elliptic 次数=6

Fp = 20.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 30.0000MegHz atts = 57.77dB

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	20.2029Meg	17343.2066T	0.1089	0	44425.6952T

Fc= 20.9597Meg Q = 6.5185 GB 積= 13.6627G

2	69.7151Meg	12537.9716T	0.1089	0	6754.9594T
---	------------	-------------	--------	---	------------

Fc= 17.8211Meg Q = 1.6062 GB 積= 2.8623G

3	122.6054Meg	5689.5051T	0.1089	0	4075.4371T
---	-------------	------------	--------	---	------------

Fc= 12.0049Meg Q = 0.6152 GB 積=738.5587Meg

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_6-20MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 16:22:45 2021

アノグ Low Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp = 20.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 30.0000MegHz atts = 57.77dB

1 (et1) 「LP3-3-0」 Rb\_1(2 個)=421.8546 Cb\_1(2 個)= 18.0000p 誤差=1.93 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 436.3590K R3\_1 = 47.5314K R4\_1(5 個)= 18.5556K

誤差=3.51 %

2 (et1) 「LP3-3-1」 Rb\_2(2 個)=893.0718 Cb\_2(2 個)= 10.0000p 誤差=1.90 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 18.8863K R3\_2 = 2.0572K R4\_2(5 個)= 3.8185K

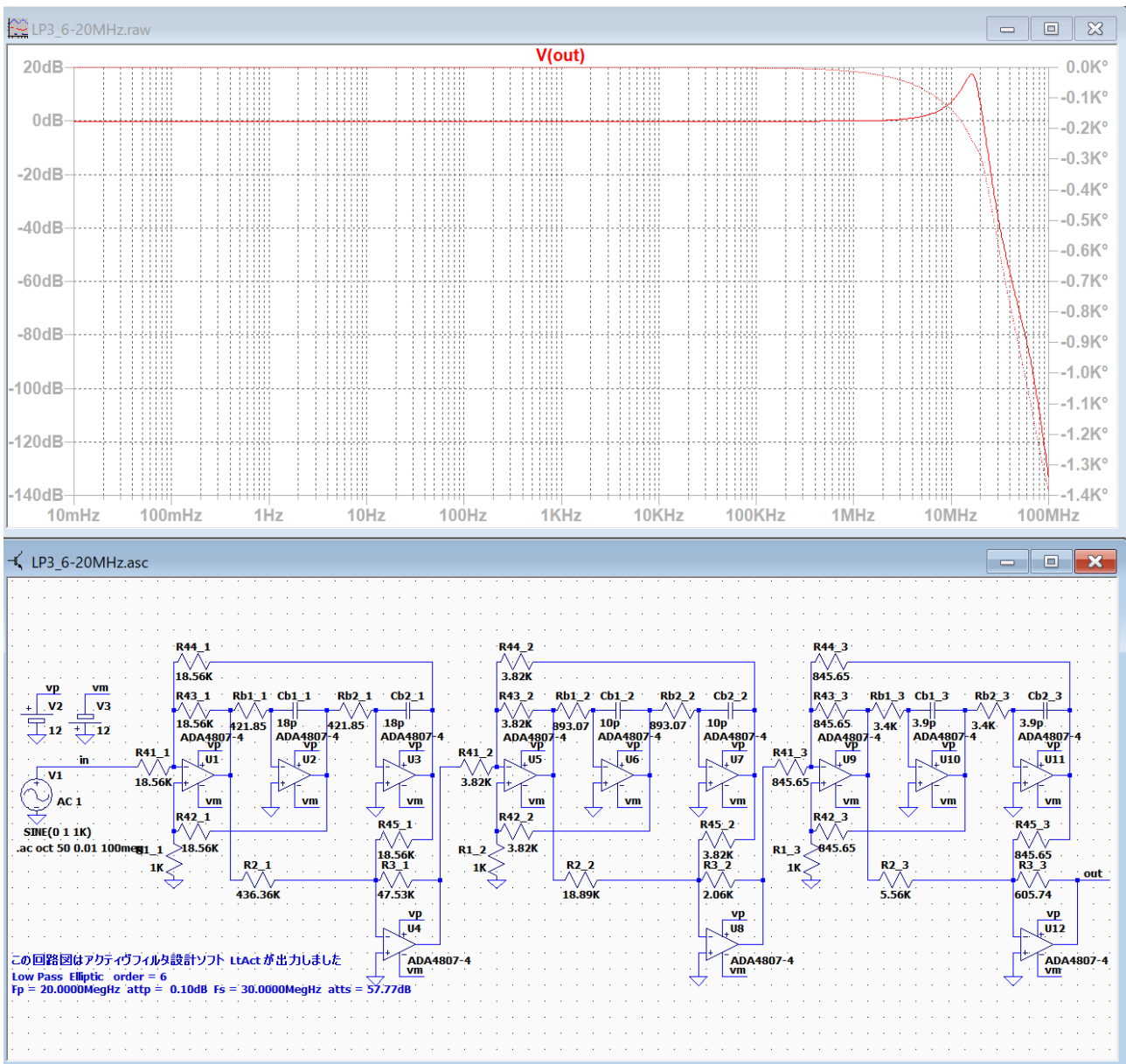
誤差=5.86 %

3 (et1) 「LP3-3-2」 Rb\_3(2 個)= 3.3994K Cb\_3(2 個)= 3.9000p 誤差=2.92 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 5.5610K R3\_3 = 605.7440 R4\_3(5 個)= 845.6476 誤

差=3.90 %

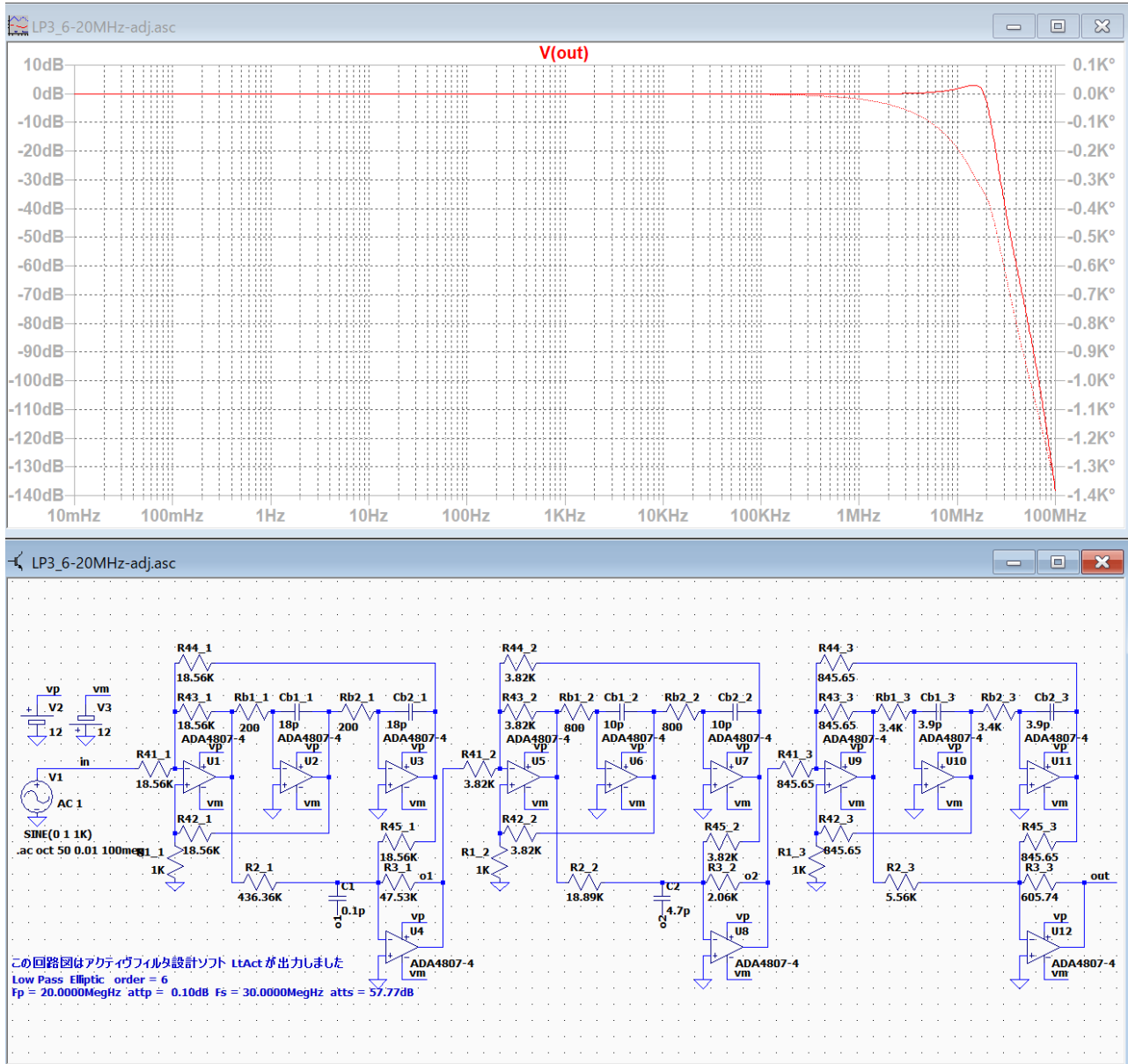
調整前の回路図と周波数特性



各ブロックのカットオフ周波数

1	$F_c =$	20.9597Meg	$Q =$	6.5185
2	$F_c =$	17.8211Meg	$Q =$	1.6062
3	$F_c =$	12.0049Meg	$Q =$	0.6152

完成した回路図



ピーク 3dB, 20MHz で -3.2dB, 30MHz で -40dB に調整出来た

$R_{b\_1}$  (2 個) = 421.8546  $\rightarrow$  2000,  $R_{b\_2}$  (2 個) = 893.0718  $\rightarrow$  800,  $C_1 = 0.1p$ ,  $C_2 = 4.7p$

設計では 30MHz で -57.77dB だが、この調整では 18dB ほど性能が悪い。

逆チェビシェフと楕円関数の 10MHz 以上では、GB 積不足により遮断域のリプルを発生させることが出来なかったため、あまり良い性能は得られなかった。

## ハイパス

## ハイパス

## 基本回路 HP1 のコンデンサ値

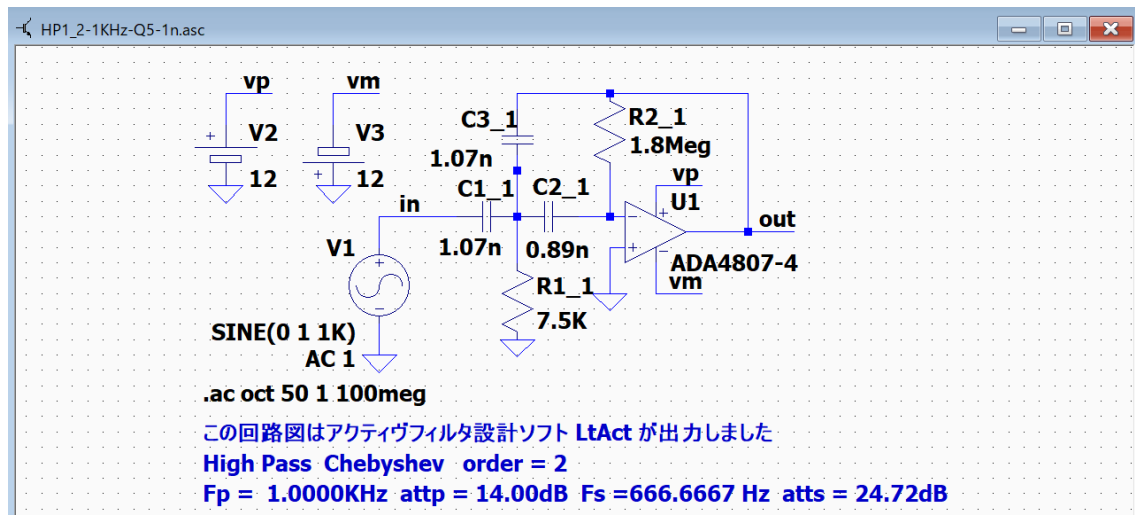
HP1 はバターワースとチェビシェフのハイパスフィルタで使用する基本回路です。

フィルタの周波数と回路の Q 値ごとにコンデンサの利用可能な値を確認しました。

C1\_1 の値を 10p から 100u まで、遮断特性を確認して推奨値をまとめました。

高次数のハイパスフィルタのコンデンサ値を設定する時に参考になると思います。

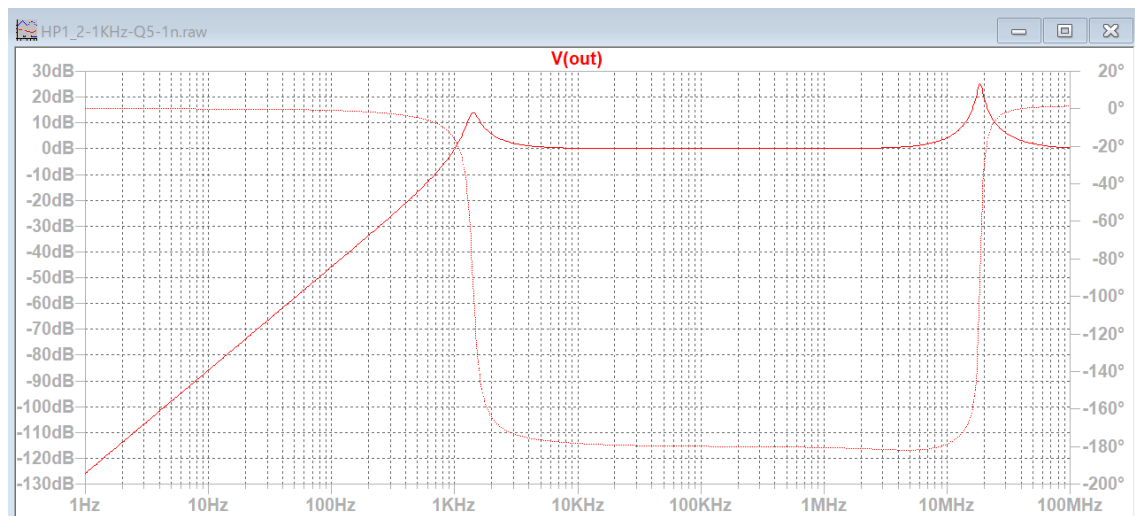
## ハイパス・チェビシェフ 2 次 1KHz HP1



Q 値が 5, 2, 1 に対して、C1\_1 を 100u から 10p の間で値を変更して、遮断域において 1KHz から 1Hz まで直線的に減衰量が増加する値を探します。

ハイパス・チェビシェフの「設計パラメータの入力」で、リップルを 14, 8, 2 に設定すると、Q 値がそれぞれ約 5, 2, 1 になります。

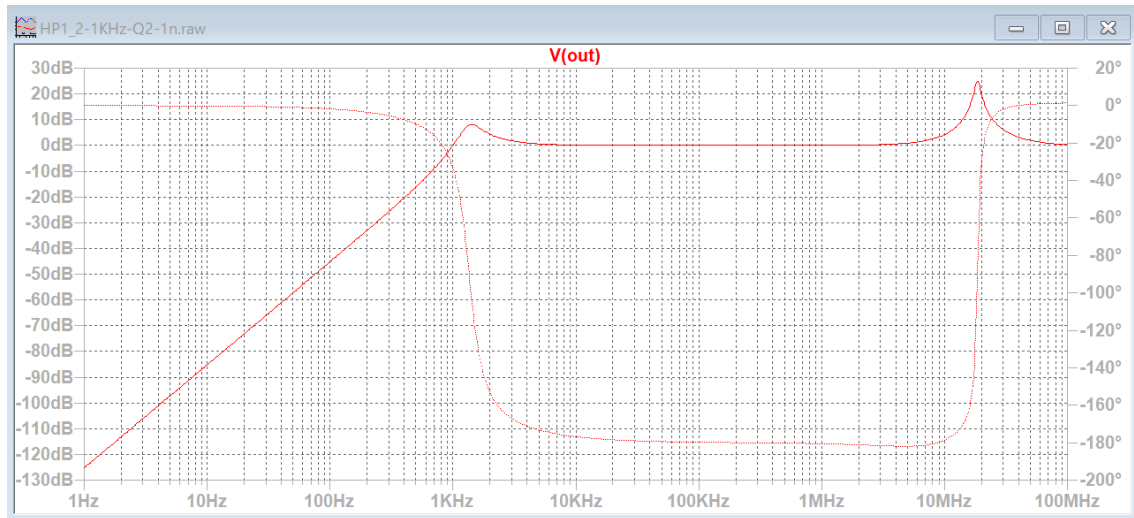
Q=5, 1KHz, C1\_1=1n の場合 1KHz 付近および 20MHz 付近にピークがある



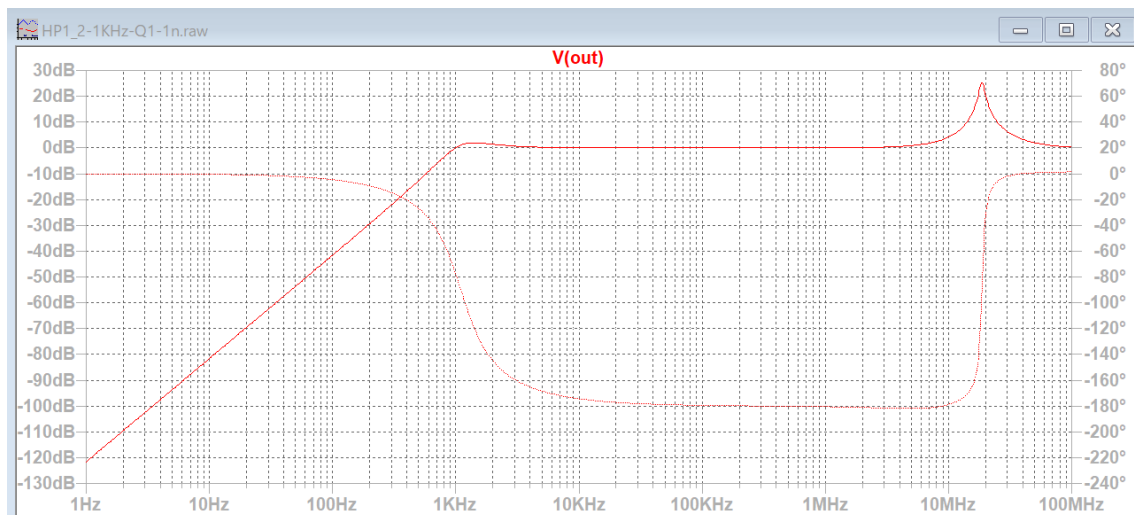
基本回路 HP1 のコンデンサ値ハイパス・チェビシェフ 2 次 1KHz HP1

ハイパス

$Q=2$ , 1KHz,  $C1\_1=1n$  の場合  $Q=5$  の場合とほぼ同じ位置にピークがある



$Q=1$ , 1KHz,  $C1\_1=1n$  の場合  $Q=5$  の場合とほぼ同じ位置にピークがある



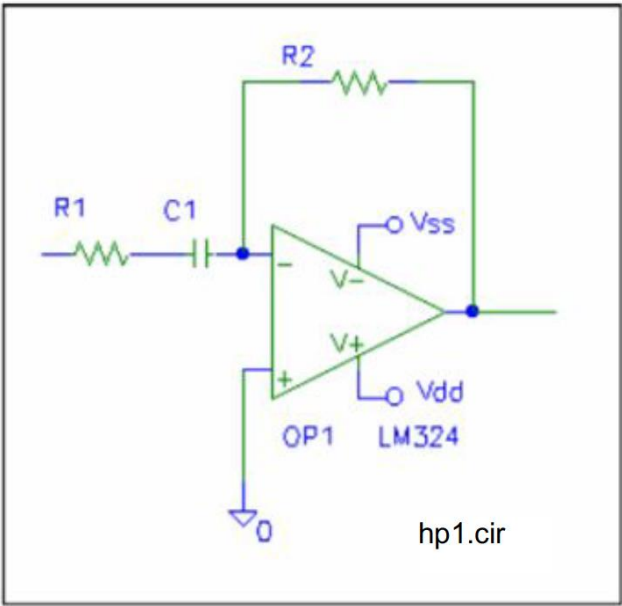
ハイパス

まとめ HP1 の C1\_1 の値

この表はオペアンプに ADA4807-4 を利用する場合の値です。

HP1	C1_1の値		
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	50p	50p	50p
1000	30p	30p	30p

奇数次数のハイパスフィルタには、第 1 ブロックに 1 次のフィルタが追加されます。C1 を周波数に見合った適当な値に設定して下さい。



hp1 (1次)	C1の値
周波数 KHz	
1	1n
10	0.1 n
100	10 p
1000	10p

図 4－1 1 次のハイパスフィルタ基本回路 1 hp1\_1.cir

基本回路「hp1.cir」は、HP1, HP2, HP3, HP4 で利用されます。

ハイパス

## 4 次 フィルタの設計手順

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$

カットオフ周波数  $F_c$   KHz

周波数  $F_c$  における減衰量又はリプル  $att_p$   dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s =$   倍

遮断特性 チェビシェフ

OK キャンセル

4 次ハイパス・チェビシェフフィルタを「まとめ HP1 の C1\_1 の値」を参考にして設計する手順を説明します。

伝達関数の係数をファイルに出力します。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Chebyshev 次数=4

$F_p = 10.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 6.6667\text{KHz}$   $atts = 11.42\text{dB}$

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

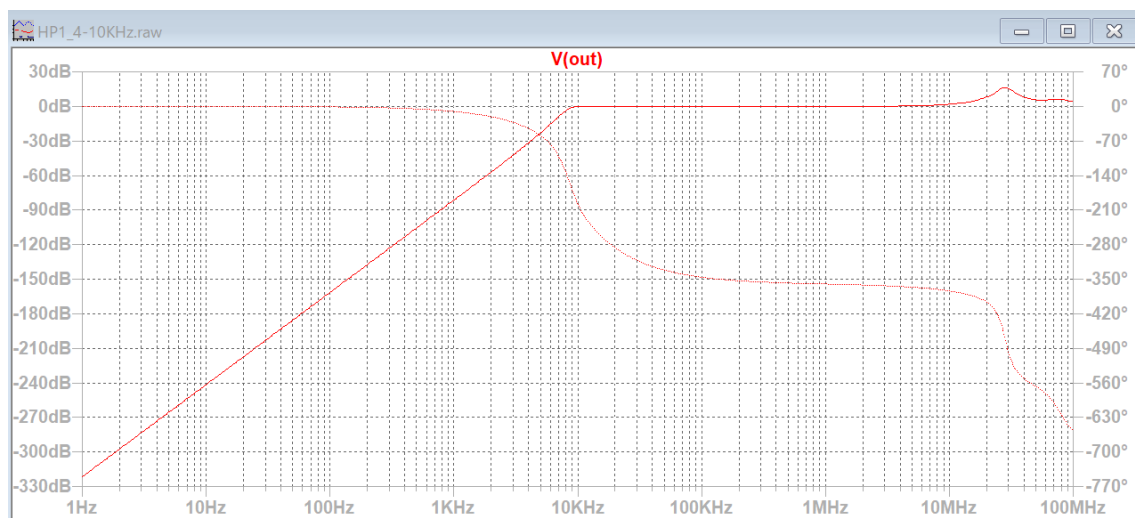
$H_n = \frac{Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4}{s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1}$

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	24.9580K	2.9682G	1.0000	0	0
		$F_c =$	8.6710K	$Q =$	2.1829 GB 積= 1.8928Meg
2	128.6504K	6.3376G	1.0000	0	0
		$F_c =$	12.6702K	$Q =$	0.6188 GB 積=784.0312K

Q 値より  $C1\_1=C1\_2=100\text{p}$  に設定して回路図ファイルを出力して  $V(\text{out})$ を確認します。

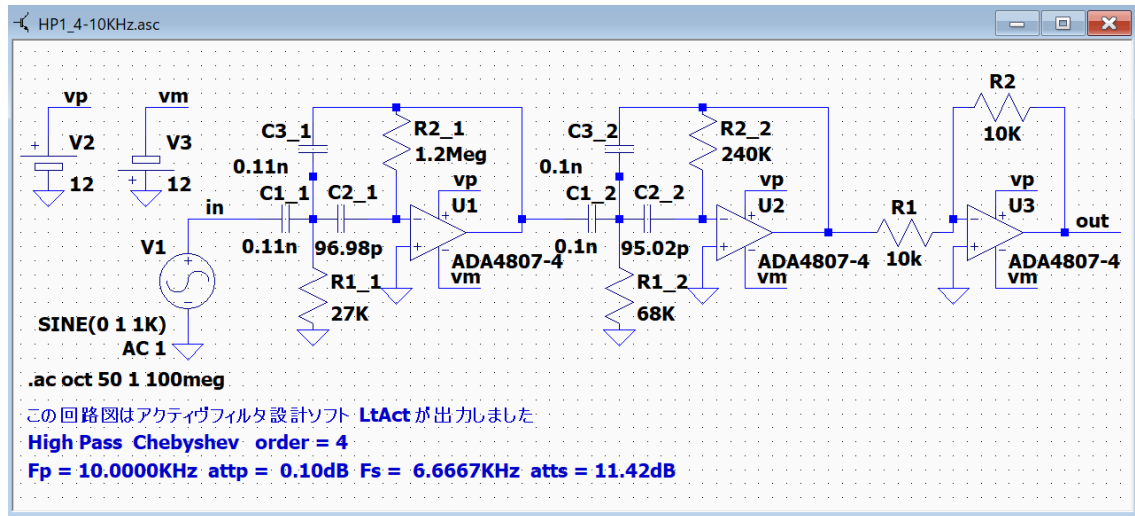


基本回路 HP1 のコンデンサ値 4 次 フィルタの設計手順

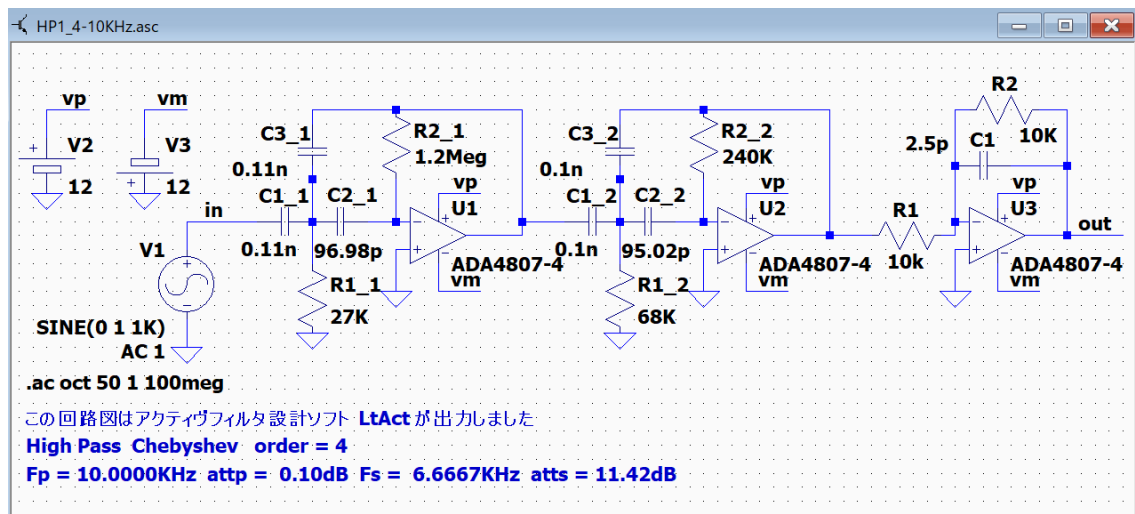
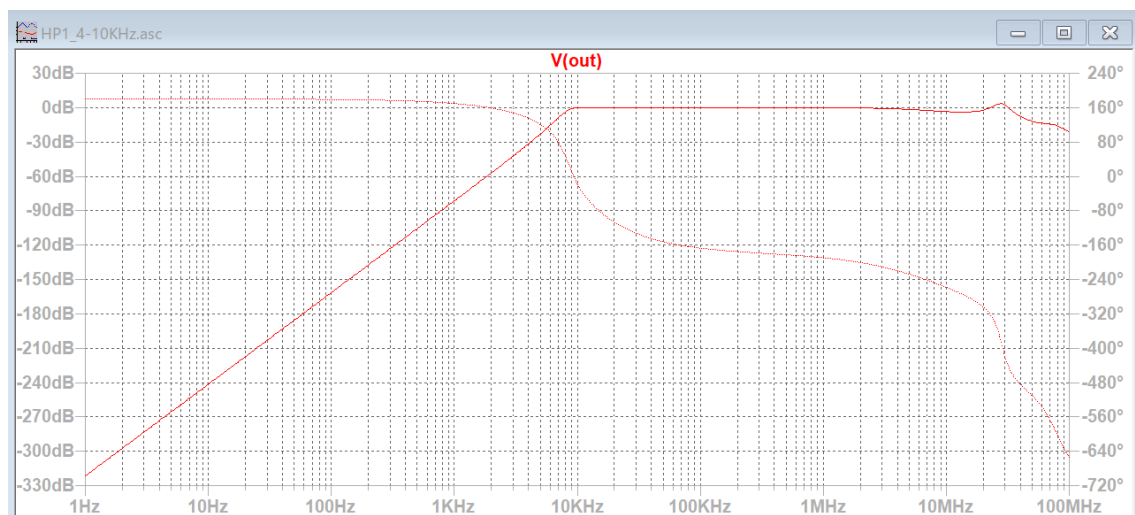


ハイパス

30MHz 付近にピークがあるので、オペアンプを追加して調整します。



R2 に C1= 2.5p を並列接続します。「out」のラベルを移動します。



基本回路 HP1 のコンデンサ値 4次 フィルタの設計手順

## ハイパス

## 基本回路 HP2 のコンデンサ値

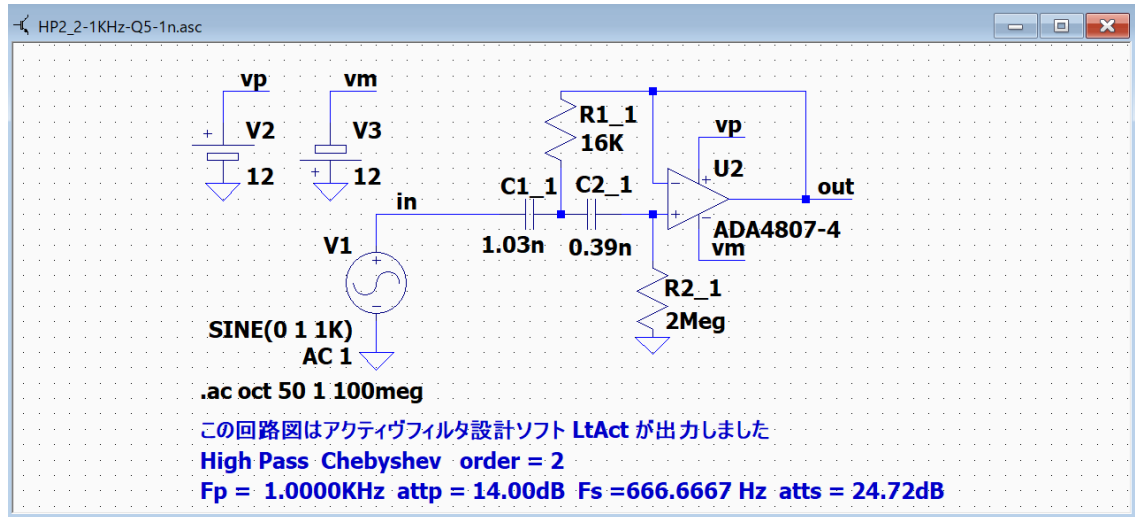
HP2 はバターワースとチェビシェフのハイパスフィルタで使用される基本回路です。

フィルタの周波数と回路の  $Q$  値ごとにコンデンサの利用可能な範囲を確認しました。

$C1\_1$  の値を 10p から 100u まで、遮断特性を確認して推奨値をまとめました。

高次数のハイパスフィルタのコンデンサ値を設定する時に参考になると思います。

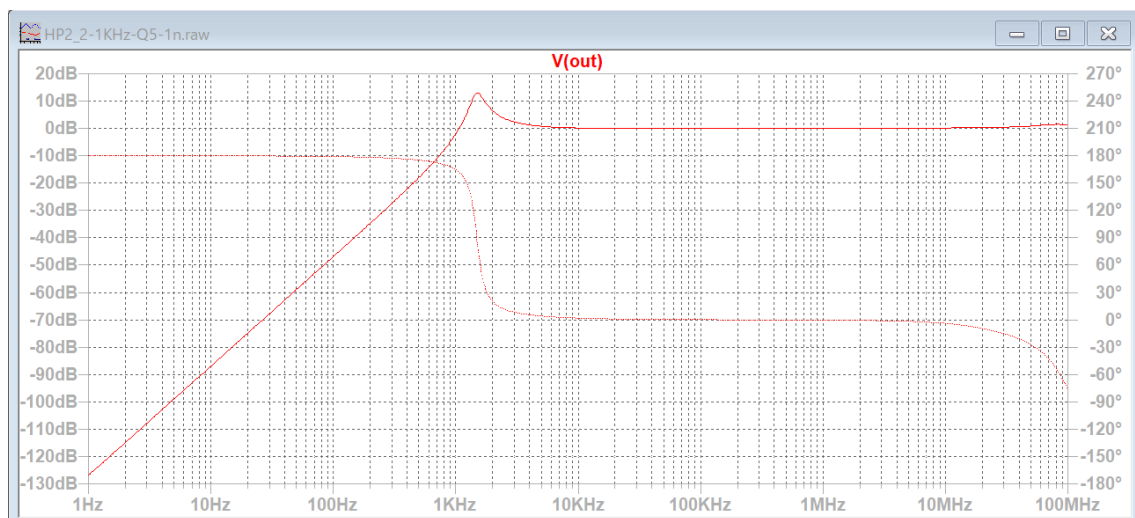
## ハイパス・チェビシェフ 2 次 1KHz HP2



$Q$  値が 5, 2, 1 に対して、 $C1\_1$  を 100u から 10p の間で値を変更して、遮断域において 1KHz から 1Hz まで直線的に減衰量が増加する値を探します。

ハイパス・チェビシェフの「設計パラメータの入力」で、リップルを 14, 8, 2 に設定すると、 $Q$  値がそれぞれ約 5, 2, 1 になります。

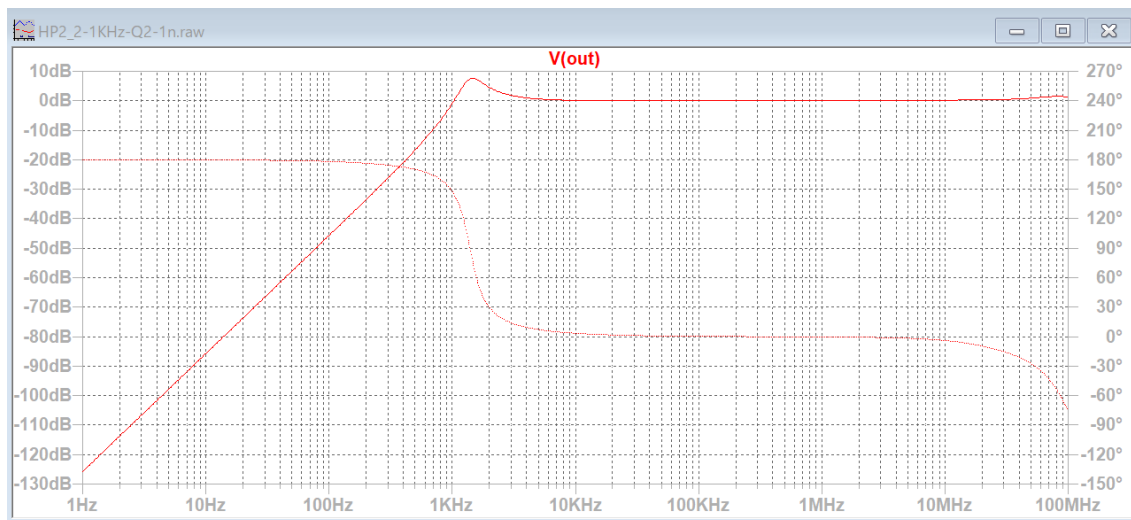
$Q=5$ , 1KHz,  $C1\_1=1n$  の場合 1KHz 付近にピークがあります



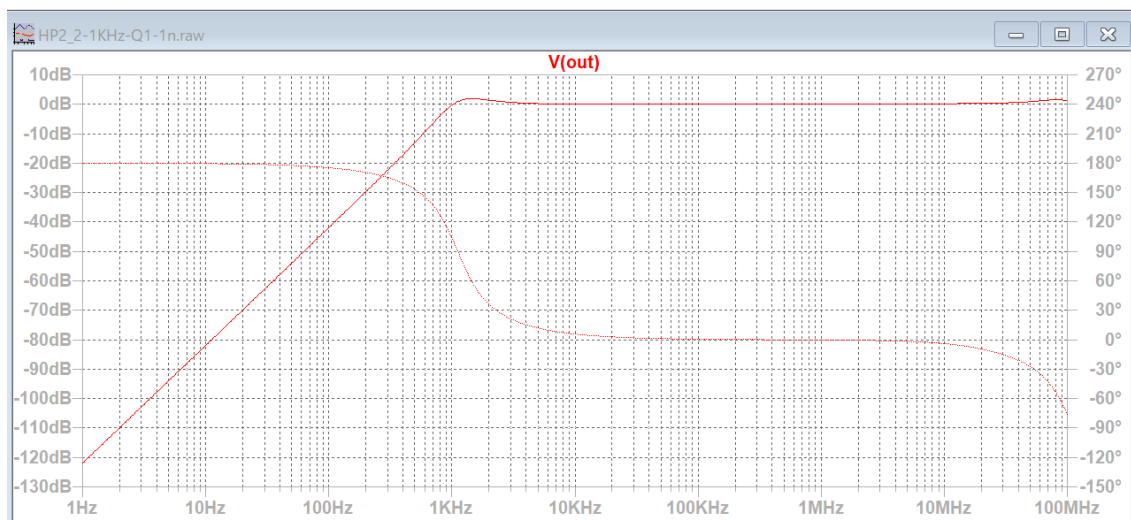
基本回路 HP2 のコンデンサ値ハイパス・チェビシェフ 2 次 1KHz HP2

ハイパス

Q=2, 1KHz, C1\_1=1n の場合 1KHz 付近にピークがあります



Q=1, 1KHz, C1\_1=1n の場合 1KHz 付近にピークがあります



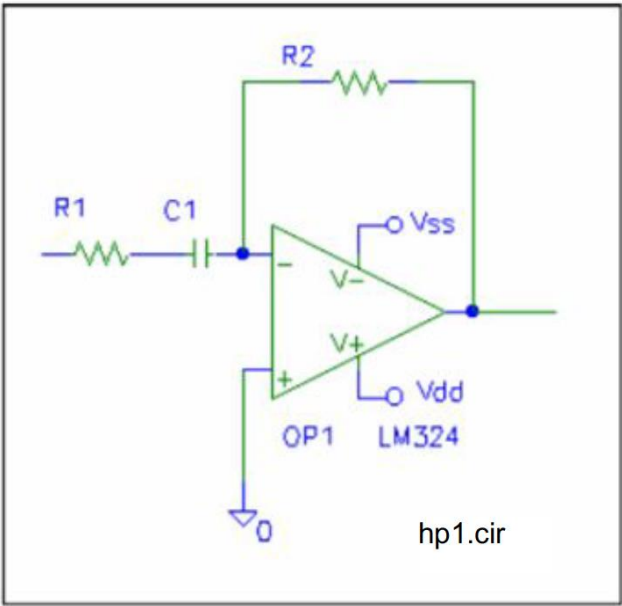
ハイパス

まとめ HP2 の C1\_1 の値

この表はオペアンプに ADA4807-4 を利用する場合の値です。

HP2	C1_1の値		
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	50p	50p	50p
1000	30p	30p	30p

奇数次数のハイパスフィルタには、第 1 ブロックに 1 次のフィルタが追加されます。C1 を周波数に見合った適当な値に設定して下さい。



hp1 (1次)	C1の値
周波数 KHz	
1	1n
10	0.1 n
100	10 p
1000	10p

図 4－1 1 次のハイパスフィルタ基本回路 1 hp1\_1.cir

基本回路「hp1.cir」は、HP1, HP2, HP3, HP4 で利用されます。

ハイパス

## 4 次 フィルタの設計手順

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$

カットオフ周波数  $F_c$   KHz

周波数  $F_c$  における減衰量又はリプル  $att_p$   dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s =$   倍

遮断特性 チェビシェフ

OK キャンセル

4 次ハイパス・チェビシェフフィルタを「まとめ HP2 の C1\_1 の値」を参考にして設計する手順を説明します。

伝達関数の係数をファイルに出力します。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Chebyshev 次数=4

$F_p = 10.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 6.6667\text{KHz}$   $atts = 11.42\text{dB}$

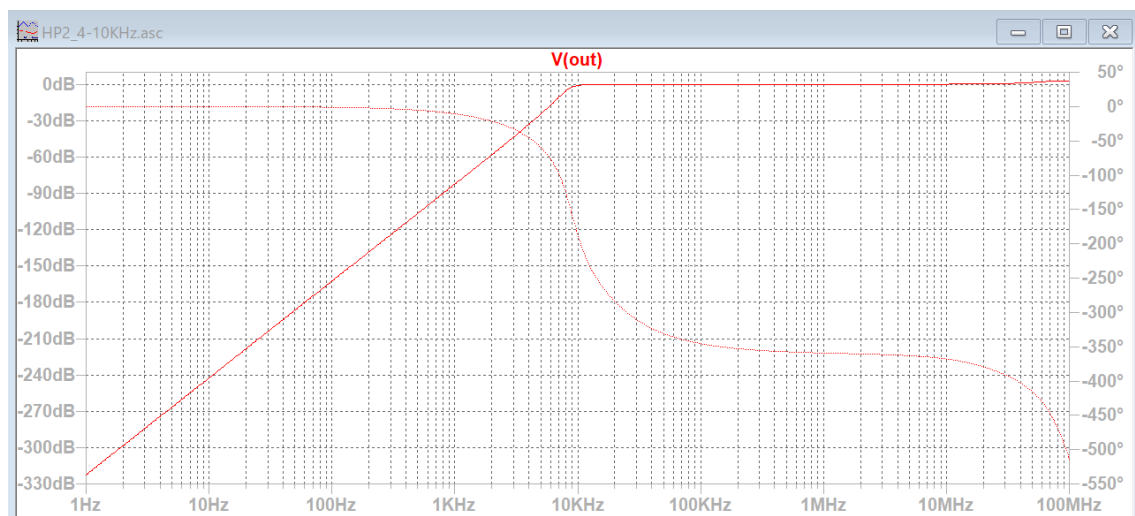
2 次式の形式

$$H_n = \frac{Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4}{s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1}$$

2 次式

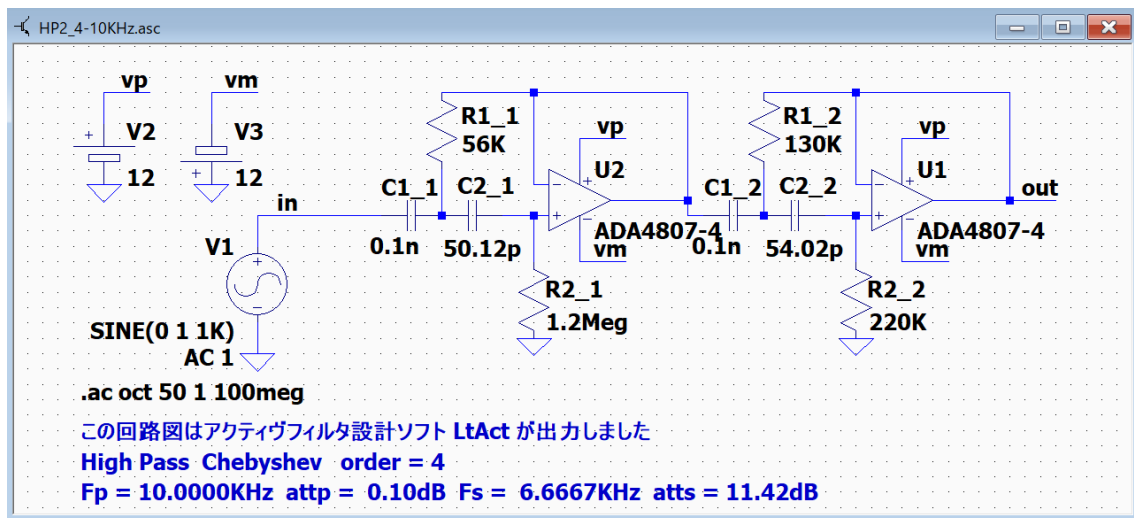
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	24.9580K	2.9682G	1.0000	0	0
		$F_c =$	8.6710K	$Q =$	2.1829 GB 積= 1.8928Meg
2	128.6504K	6.3376G	1.0000	0	0
		$F_c =$	12.6702K	$Q =$	0.6188 GB 積=784.0312K

Q 値より  $C1\_1=C1\_2=100\text{p}$  に設定して回路図ファイルを出力して  $V(\text{out})$ を確認します。



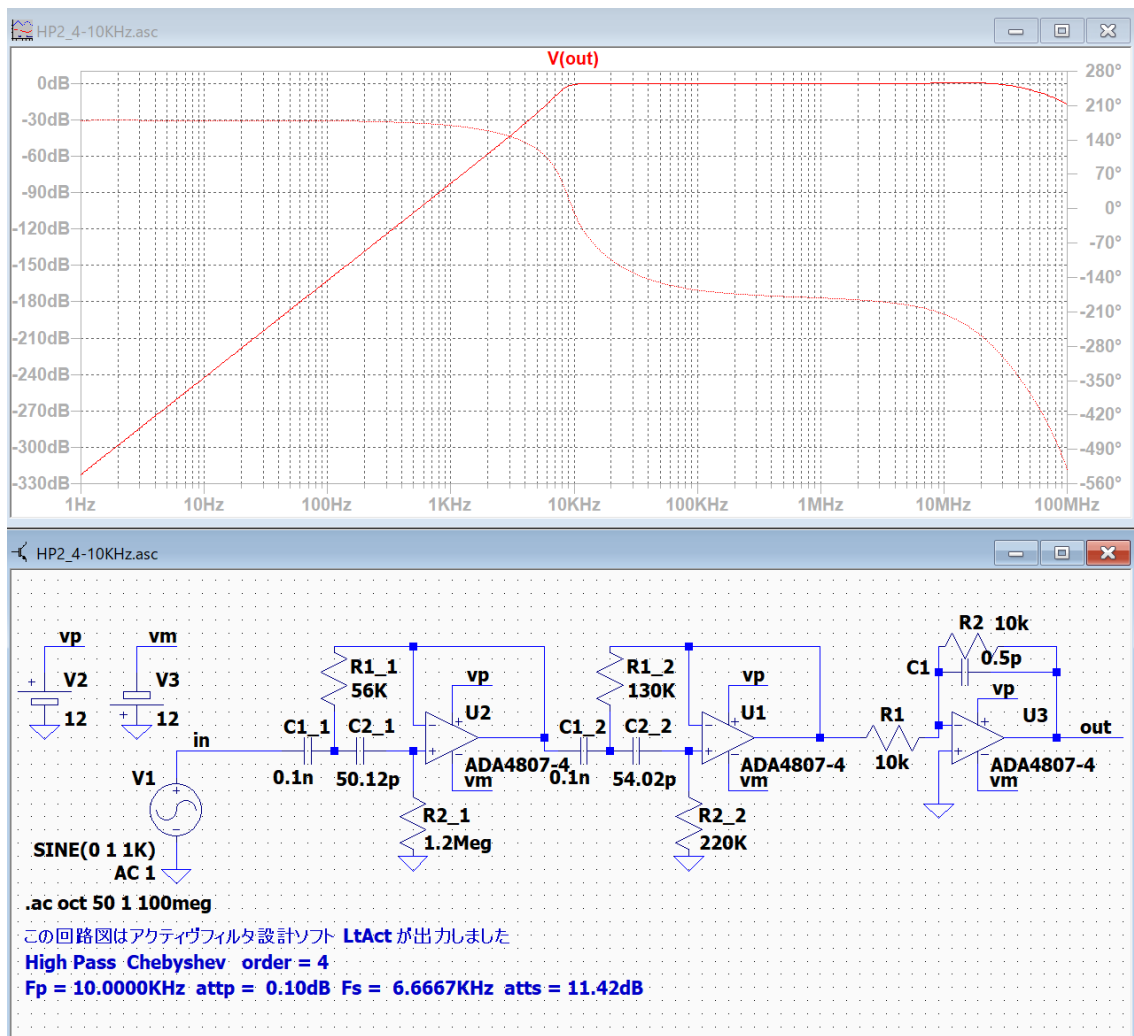
基本回路 HP2 のコンデンサ値 4 次 フィルタの設計手順

ハイパス



80MHz 付近に 3dB 程度のピークがあります。

特に問題は無いですが気になる場合は、次のようにオペアンプを追加して調整します。



基本回路 HP2 のコンデンサ値 4 次 フィルタの設計手順

ハイパス

## バターワース

HP1\_6-1KHz.asc

ハイパス・バターワース 6次 1KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ 遮断特性 バターワース

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  1 KHz

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Butterworth 次数=6

Fp = 1.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 666.6667 Hz atts = 21.16dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

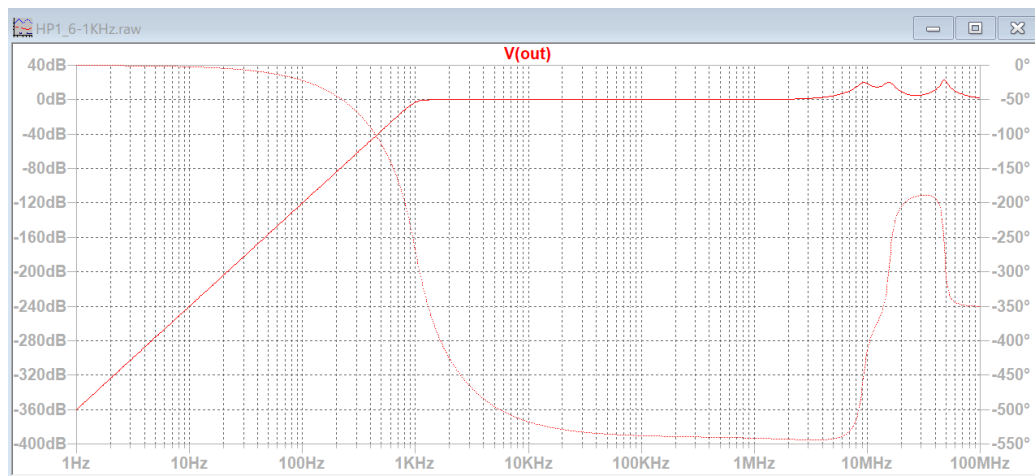
Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	3.2524K	39.4784Meg	1.0000	0	0
	Fc=		1.0000K	Q = 1.9319	GB 積=193.1852K
2	8.8858K	39.4784Meg	1.0000	0	0
	Fc=		1.0000K	Q = 0.7071	GB 積= 70.7107K
3	12.1382K	39.4784Meg	1.0000	0	0
	Fc=		1.0000K	Q = 0.5176	GB 積= 51.7638K

V(out)を確認する (ver.1.45 の例)



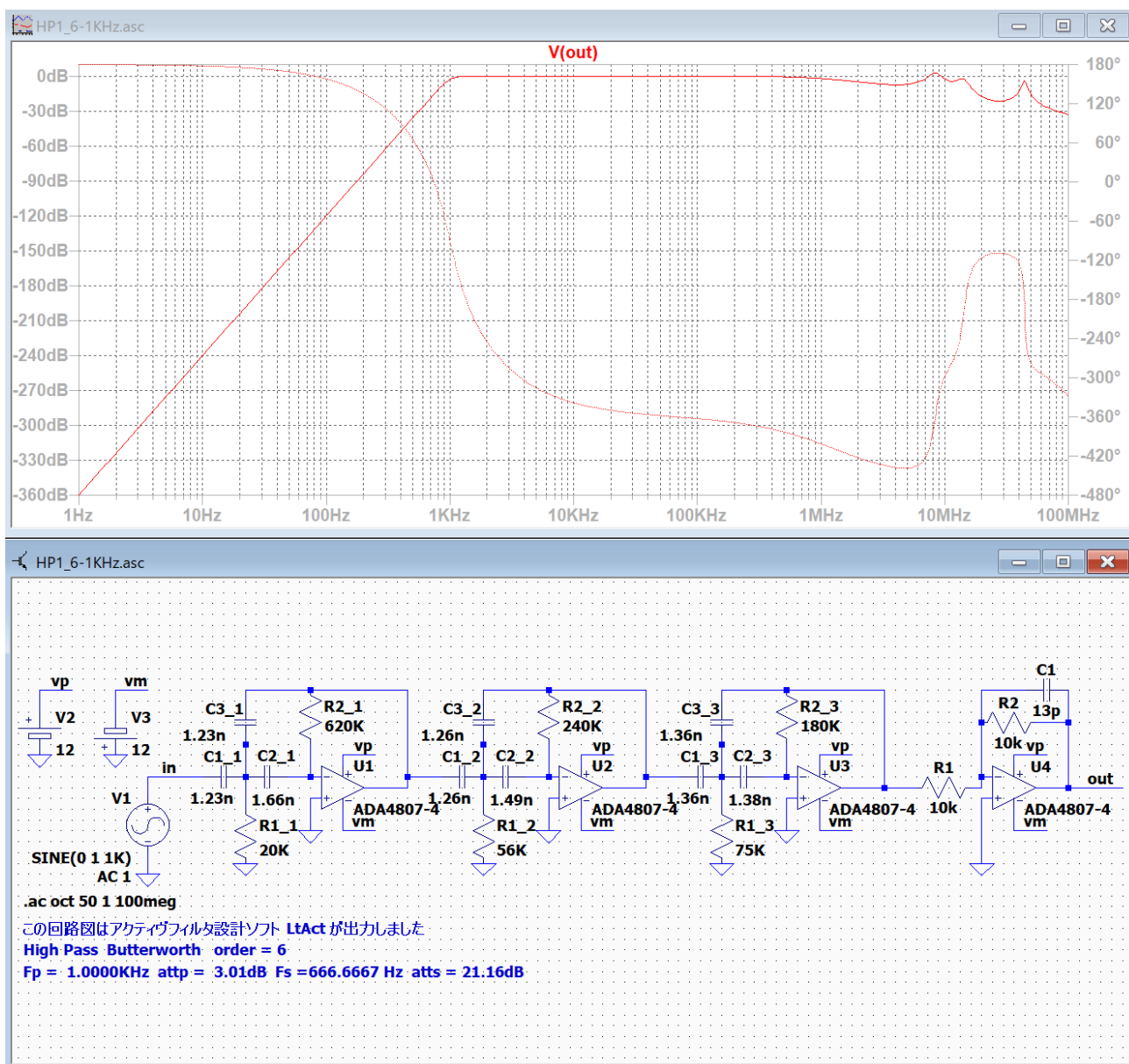
バターワース

HP1\_6-1KHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP1\_6-1KHz.asc



1KHz で -3.03dB, 500Hz で -36.1dB, 100Hz で -120dB

10MHz 付近にピークがあるので、オペアンプを追加して調整した。

HP1 に追加するオペアンプ回路は容易に調整できるので、以後の設計例では省略する。

バターワース

HP1\_6-1KHz.asc



ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP1\_6-1KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 16:25:06 2021

アナログ High Pass Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 666.6667 Hz atts = 21.16dB

1 (HP1) 「HP1-0-1」 R1\_1 = 20.0000K R2\_1 = 620.0000K

C1\_1 = C3\_1 = 1.2276n C2\_1 = 1.6640n 誤差 = 3.85 %

2 (HP1) 「HP1-0-2」 R1\_2 = 56.0000K R2\_2 = 240.0000K

C1\_2 = C3\_2 = 1.2643n C2\_2 = 1.4907n 誤差 = 0.62 %

3 (HP1) 「HP1-0-2」 R1\_3 = 75.0000K R2\_3 = 180.0000K

C1\_3 = C3\_3 = 1.3599n C2\_3 = 1.3798n 誤差 = 5.78 %

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3=1n

ver.2.10 では、C1\_1= 1.23n, C1\_2= 1.26n, C1\_3= 1.36n

周波数特性は同等と言えるので、ver.2.10 でもすべて 1n を設定しても良い。

ハイパス

HP2\_6-1KHz.asc

ハイパス・バターワース 6次 1KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ハイパスフィルタ	遮断特性	バターワース
設計するフィルタの次数 m(<=58)	3		
カットオフ周波数 Fc	1	KHz	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fc/Fs	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Butterworth 次数=6

Fp = 1.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 666.6667 Hz atts = 21.16dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

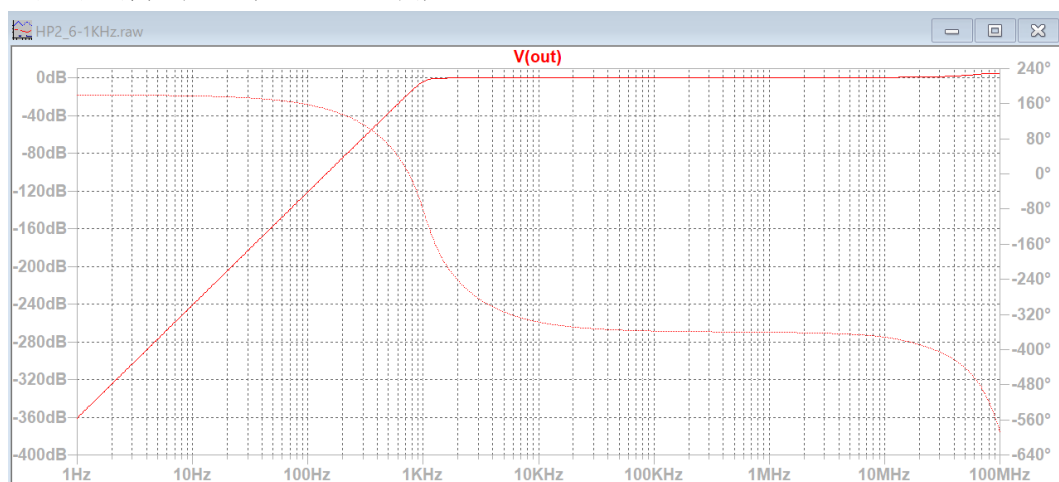
Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	3.2524K	39.4784Meg	1.0000	0	0
	Fc=		1.0000K	Q = 1.9319	GB 積=193.1852K
2	8.8858K	39.4784Meg	1.0000	0	0
	Fc=		1.0000K	Q = 0.7071	GB 積= 70.7107K
3	12.1382K	39.4784Meg	1.0000	0	0
	Fc=		1.0000K	Q = 0.5176	GB 積= 51.7638K

V(out)を確認する (ver.1.45 の例)



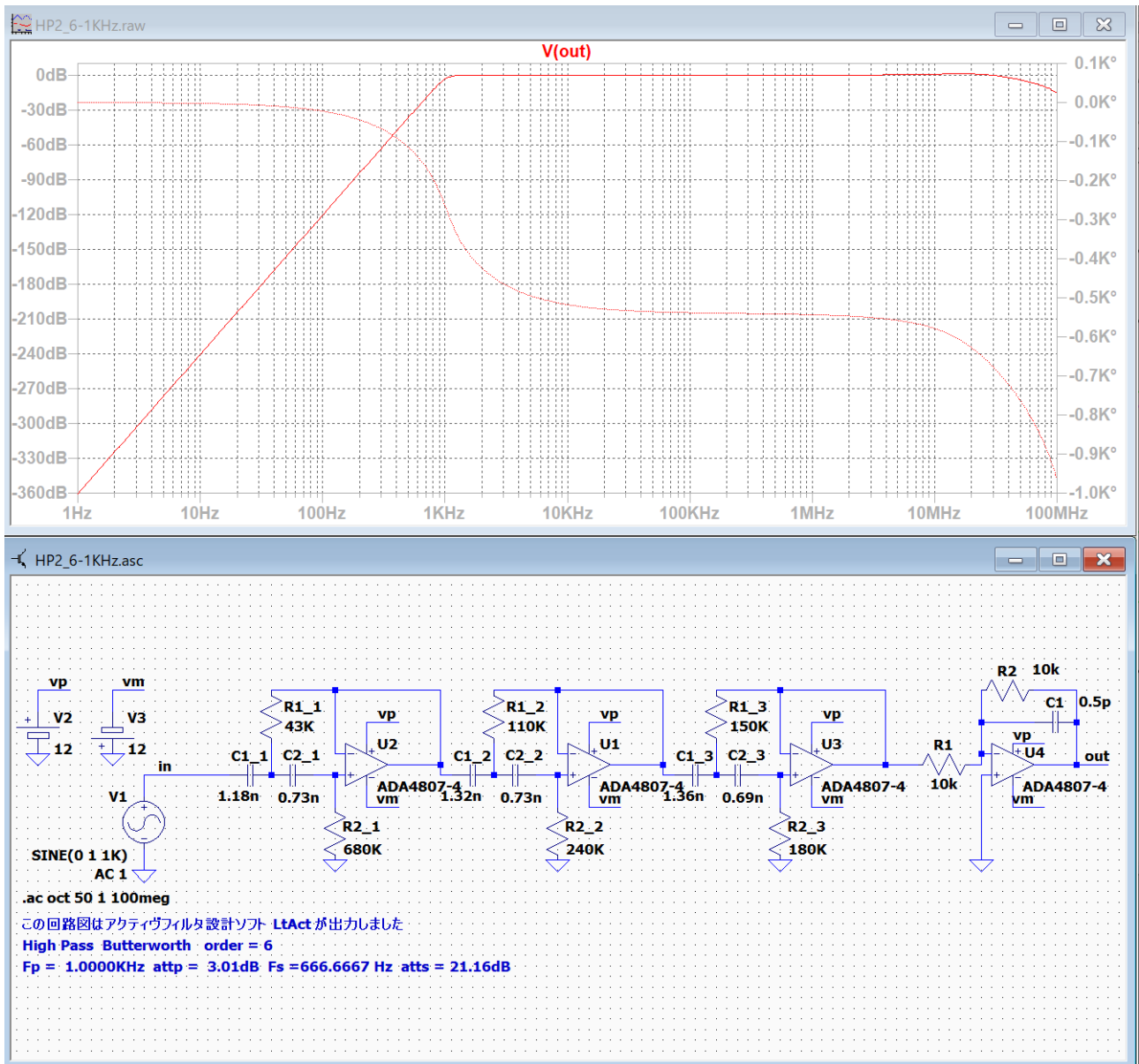
バターワース

HP2\_6-1KHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP2\_6-1KHz.asc



1KHz で -3.69dB, 500Hz で -36.9dB, 100Hz で -120.6dB

80MHz 付近にピークがあったので、オペアンプを追加して調整した。

HP2 の追加のオペアンプ回路は容易に調整できるので、以後の設計例では省略する。

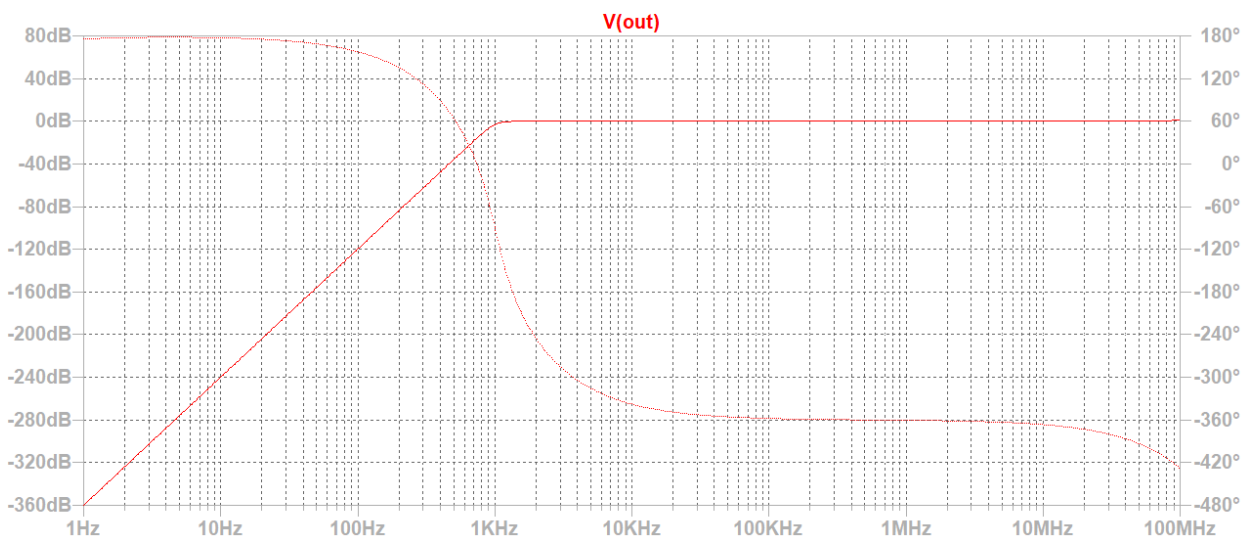
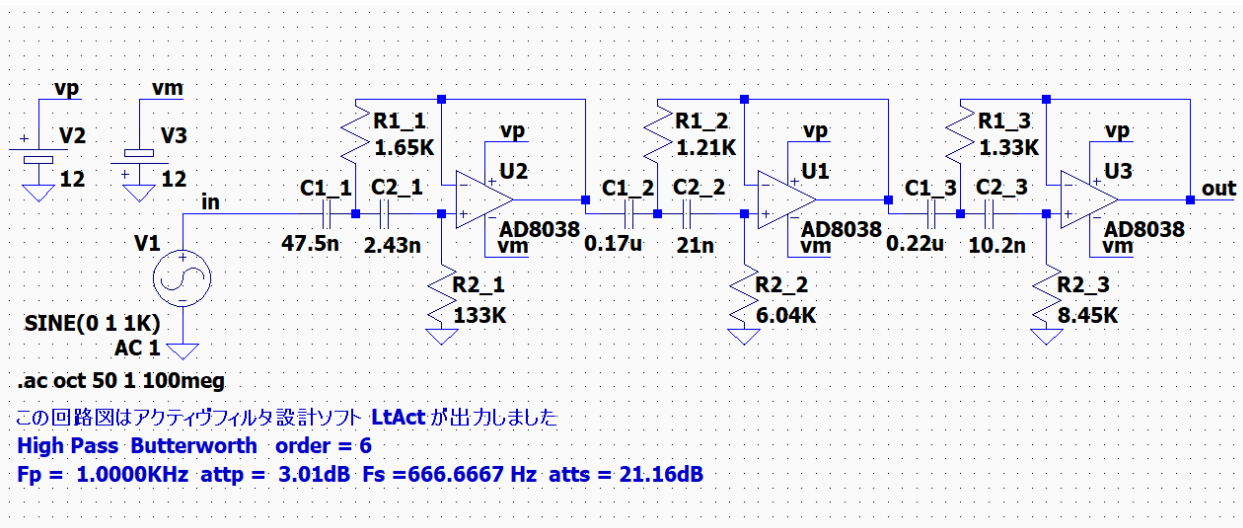
バターワース

HP2\_6-1KHz.asc

## ハイパス

設定値によっては、ピークが発生しないこともあります。

下図では、100MHz までまったくピークが発生しません。



ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP2\_6-1KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 16:27:37 2021

アナログ High Pass Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 666.6667 Hz atts = 21.16dB

1 (HP2) 「HP2-0-1」 R1\_1 = 43.0000K R2\_1 = 680.0000K

C1\_1 = 1.1847n C2\_1 = 0.7312n 誤差 = 2.56 %

2 (HP2) 「HP2-0-2」 R1\_2 = 110.0000K R2\_2 = 240.0000K

C1\_2 = 1.3184n C2\_2 = 0.7277n 誤差 = 3.06 %

3 (HP2) 「HP2-0-2」 R1\_3 = 150.0000K R2\_3 = 180.0000K

C1\_3 = 1.3599n C2\_3 = 0.6899n 誤差 = 1.43 %

LtAct Ver.1.45 設計例と同じ特性

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3=1n

ver.2.10 では、C1\_1= 1.18n, C1\_2= 1.32n, C1\_3=1.36n

周波数特性は同等と言えるので、ver.2.10 でもすべて 1n を設定しても良い。

ハイパス

HP1\_6-100KHz.asc

ハイパス・バターワース 6次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$

カットオフ周波数  $F_c$   KHz

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_c/F_s$   倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ High Pass Butterworth 次数=6

Fp=100.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 66.6667KHz atts = 21.16dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

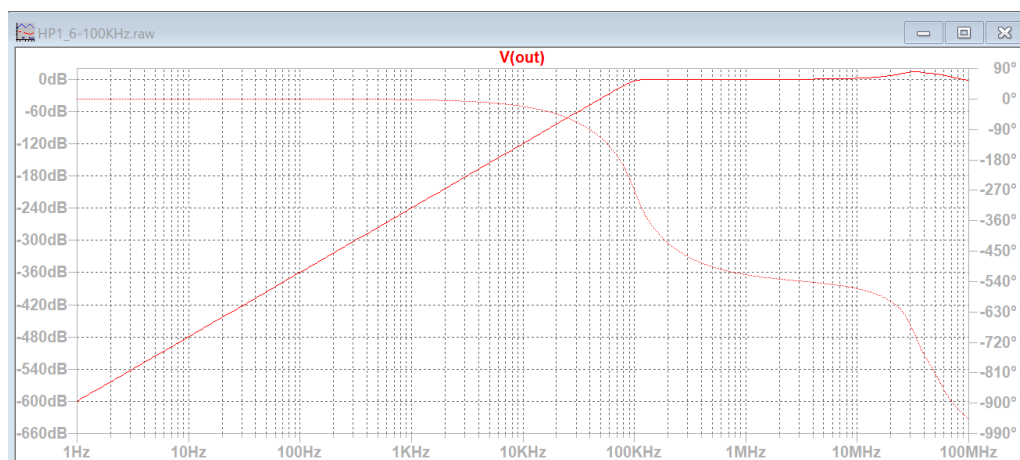
Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	325.2416K	394.7842G	1.0000	0	0
	Fc= 100.0000K Q= 1.9319 GB 積= 19.3185Meg				
2	888.5766K	394.7842G	1.0000	0	0
	Fc= 100.0000K Q= 0.7071 GB 積= 7.0711Meg				
3	1.2138Meg	394.7842G	1.0000	0	0
	Fc= 100.0000K Q= 0.5176 GB 積= 5.1764Meg				

V(out)を確認する (ver.1.45 の例)



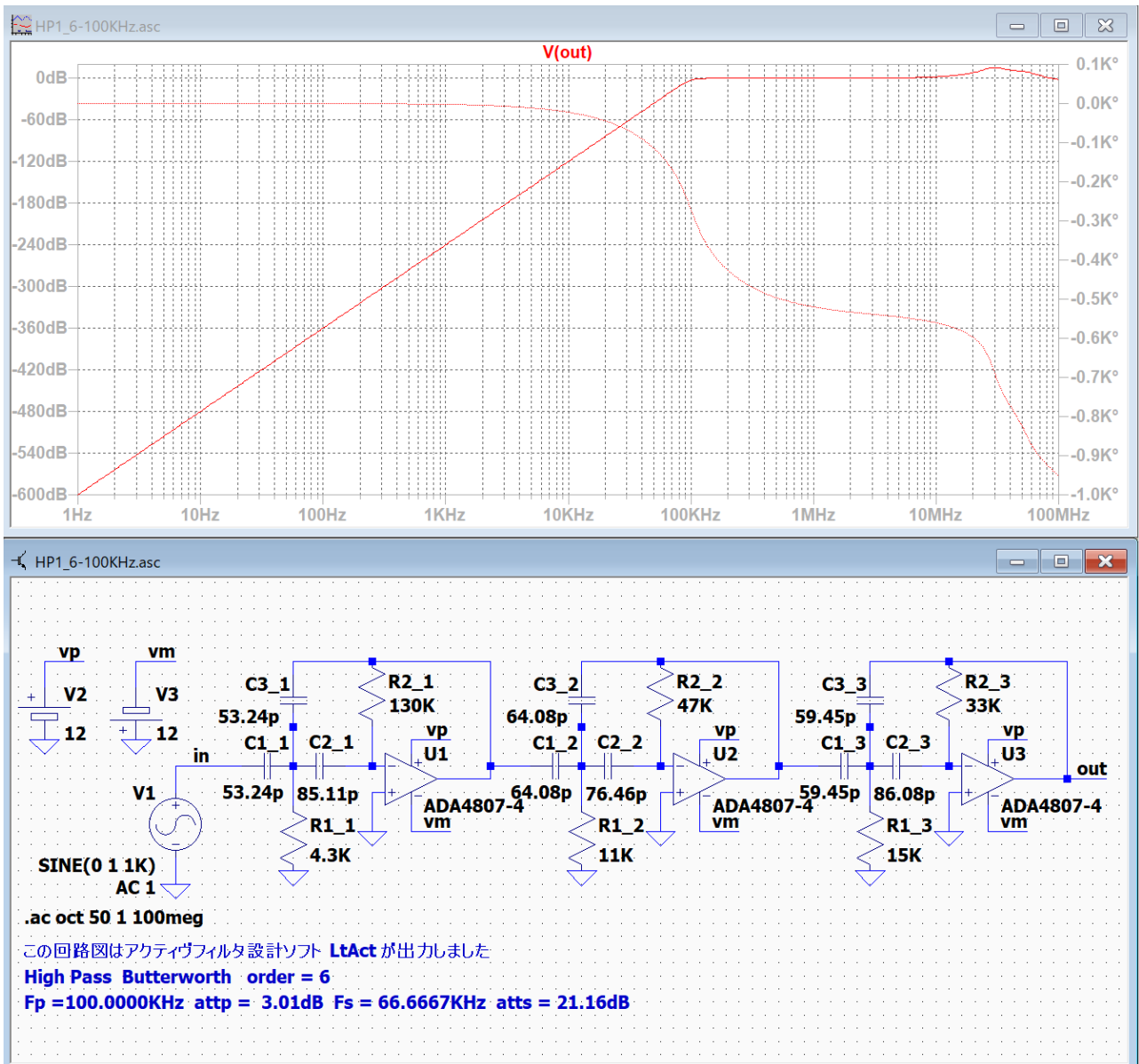
バターワース

HP1\_6-100KHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP1\_6-100KHz.asc



100KHz で -3.04dB, 50KHz で -36.1dB, 10KHz で -120dB

HP1 に追加するオペアンプ回路は容易に調整できるので省略する。

バターワース

HP1\_6-100KHz.asc

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP1\_6-100KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 16:30:11 2021

アナログ High Pass Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp =100.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 66.6667KHz atts = 21.16dB

1 (HP1) 「HP1-2-1」 R1\_1 = 4.3000K R2\_1 = 130.0000K

C1\_1 = C3\_1 = 53.2408p C2\_1 = 85.1107p 誤差 = 3.65 %

2 (HP1) 「HP1-2-2」 R1\_2 = 11.0000K R2\_2 = 47.0000K

C1\_2 = C3\_2 = 64.0783p C2\_2 = 76.4608p 誤差 = 1.91 %

3 (HP1) 「HP1-2-2」 R1\_3 = 15.0000K R2\_3 = 33.0000K

C1\_3 = C3\_3 = 59.4493p C2\_3 = 86.0773p 誤差 = 4.74 %

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1=50p, C1\_2=50p, C1\_3=50p

ver.2.10 では、C1\_1=53p, C1\_2=64p, C1\_3=59p



ハイパス

HP2\_6-100KHz.asc

ハイパス・バターワース 6次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$

カットオフ周波数  $F_c$   KHz

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_c/F_s$   倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Butterworth 次数=6

 $F_p = 100.0000\text{KHz}$   $\text{attp} = 3.0103\text{dB}$   $F_s = 66.6667\text{KHz}$   $\text{atts} = 21.16\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	325.2416K	394.7842G	1.0000	0	0
		$F_c = 100.0000\text{K}$	$Q = 1.9319$	GB 積= 19.3185Meg	
2	888.5766K	394.7842G	1.0000	0	0
		$F_c = 100.0000\text{K}$	$Q = 0.7071$	GB 積= 7.0711Meg	
3	1.2138Meg	394.7842G	1.0000	0	0
		$F_c = 100.0000\text{K}$	$Q = 0.5176$	GB 積= 5.1764Meg	

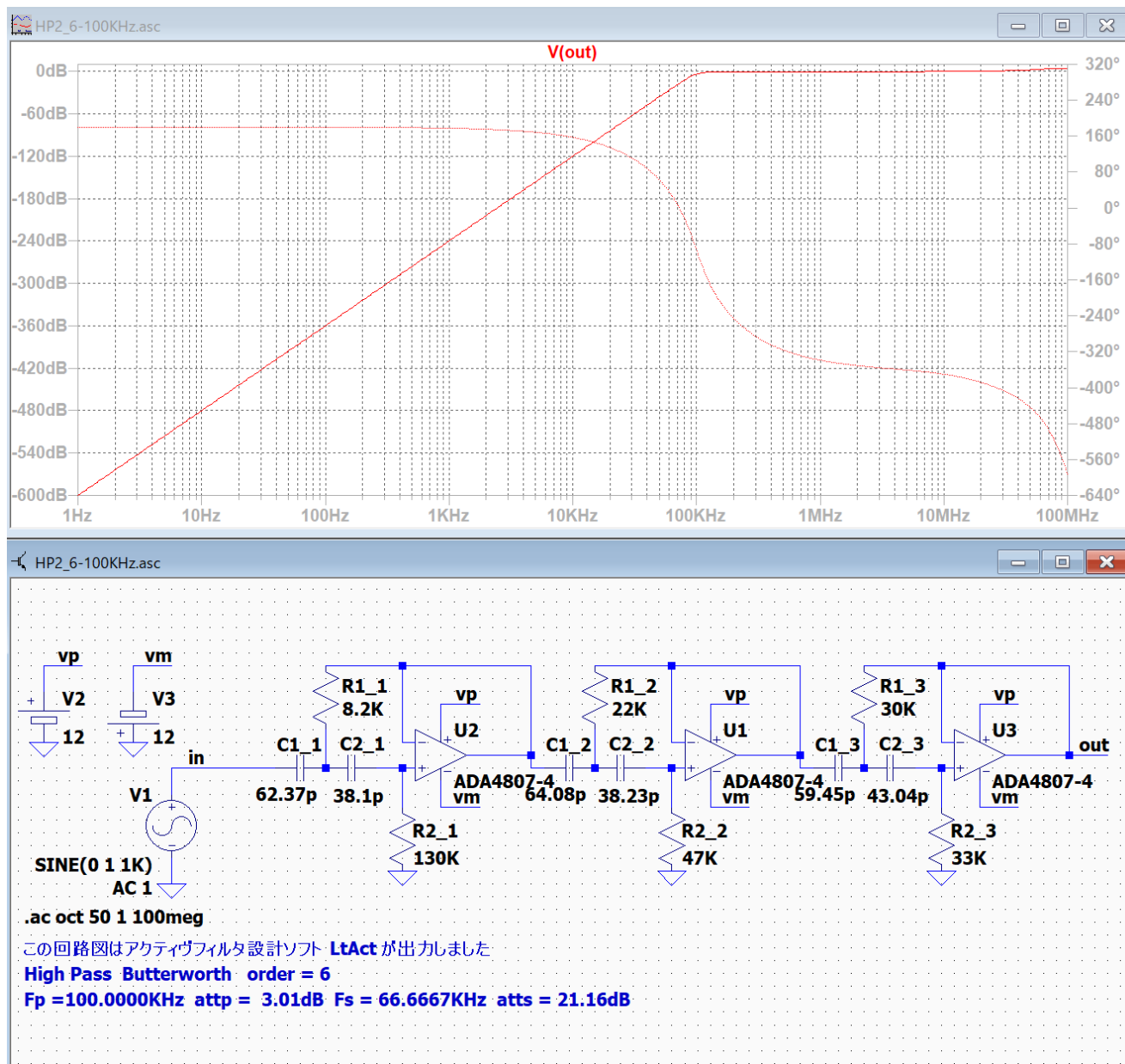
バターワース

HP2\_6-100KHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP2\_6-100KHz.asc



100KHz で -4dB, 50KHz で -36.3dB, 10KHz で -120dB

バターワース

HP2\_6-100KHz.asc

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP2\_6-100KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 16:31:37 2021

アナログ High Pass Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp =100.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 66.6667KHz atts = 21.16dB

1 (HP2)「HP2-2-1」 R1\_1 = 8.2000K R2\_1 = 130.0000K

C1\_1 = 62.3717p C2\_1 = 38.0974p 誤差 = 2.37 %

2 (HP2)「HP2-2-2」 R1\_2 = 22.0000K R2\_2 = 47.0000K

C1\_2 = 64.0783p C2\_2 = 38.2304p 誤差 = 2.01 %

3 (HP2)「HP2-2-2」 R1\_3 = 30.0000K R2\_3 = 33.0000K

C1\_3 = 59.4493p C2\_3 = 43.0386p 誤差 = 0.09 %

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1=50p, C1\_2=50p, C1\_3=50p

ver.2.10 では、C1\_1=62p, C1\_2=64p, C1\_3=59p

特性は同等

ハイパス

HP1\_6-1MHz.asc

ハイパス・バターワース 6次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$

カットオフ周波数  $F_c$   Meg

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_c/F_s$   倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Butterworth 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 666.6667KHz atts = 21.16dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	3.2524Meg	39.4784T	1.0000	0	0
		Fc= 1.0000Meg	Q = 1.9319	GB 積=193.1852Meg	
2	8.8858Meg	39.4784T	1.0000	0	0
		Fc= 1.0000Meg	Q = 0.7071	GB 積= 70.7107Meg	
3	12.1382Meg	39.4784T	1.0000	0	0
		Fc= 1.0000Meg	Q = 0.5176	GB 積= 51.7638Meg	

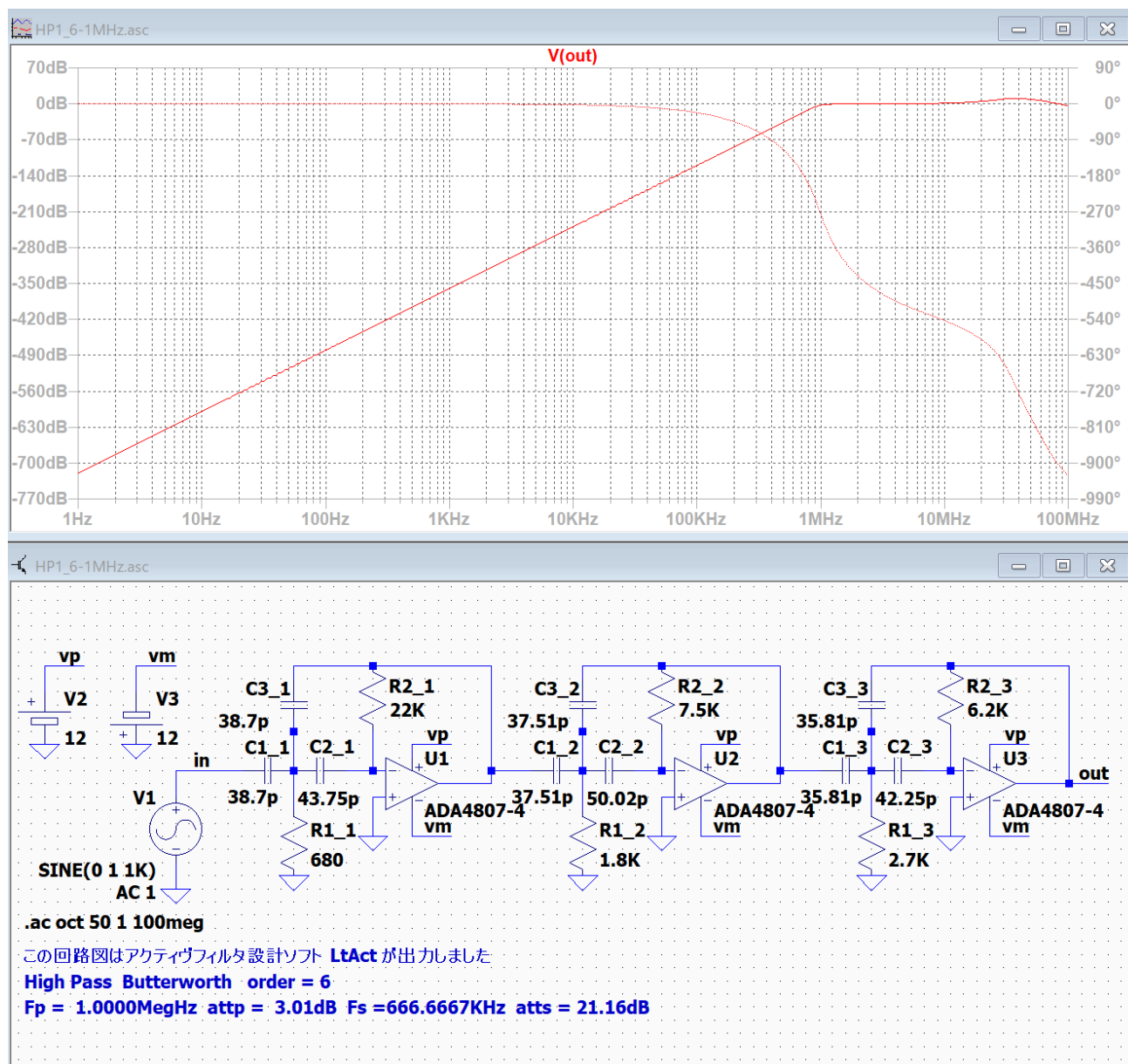
バターワース

HP1\_6-1MHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP1\_6-1MHz.asc



1MHz で -2.9dB, 500KHz で -36dB, 100KHz で -120dB

バターワース

HP1\_6-1MHz.asc

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP1\_6-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 16:34:08 2021

アナログ High Pass Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs =666.6667KHz atts = 21.16dB

1 (HP1) 「HP1-3-1」 R1\_1 = 680.0000 R2\_1 = 22.0000K

C1\_1 = C3\_1 = 38.7022p C2\_1 = 43.7495p 誤差 = 1.71 %

2 (HP1) 「HP1-3-2」 R1\_2 = 1.8000K R2\_2 = 7.5000K

C1\_2 = C3\_2 = 37.5132p C2\_2 = 50.0176p 誤差 = 1.96 %

3 (HP1) 「HP1-3-2」 R1\_3 = 2.7000K R2\_3 = 6.2000K

C1\_3 = C3\_3 = 35.8103p C2\_3 = 42.2549p 誤差 = 1.76 %

LtAct Ver.1.45 設計例と同等の特性

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3=30p

Ver.2.10 では、C1\_1= 39p, C1\_2= 38p, C1\_3=36p

ハイパス

HP2\_6-1MHz.asc

ハイパス・バターワース 6次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

カットオフ周波数  $F_c$  1 Meg

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ High Pass Butterworth 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 666.6667KHz atts = 21.16dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	3.2524Meg	39.4784T	1.0000	0	0
		Fc= 1.0000Meg	Q = 1.9319	GB 積=193.1852Meg	
2	8.8858Meg	39.4784T	1.0000	0	0
		Fc= 1.0000Meg	Q = 0.7071	GB 積= 70.7107Meg	
3	12.1382Meg	39.4784T	1.0000	0	0
		Fc= 1.0000Meg	Q = 0.5176	GB 積= 51.7638Meg	

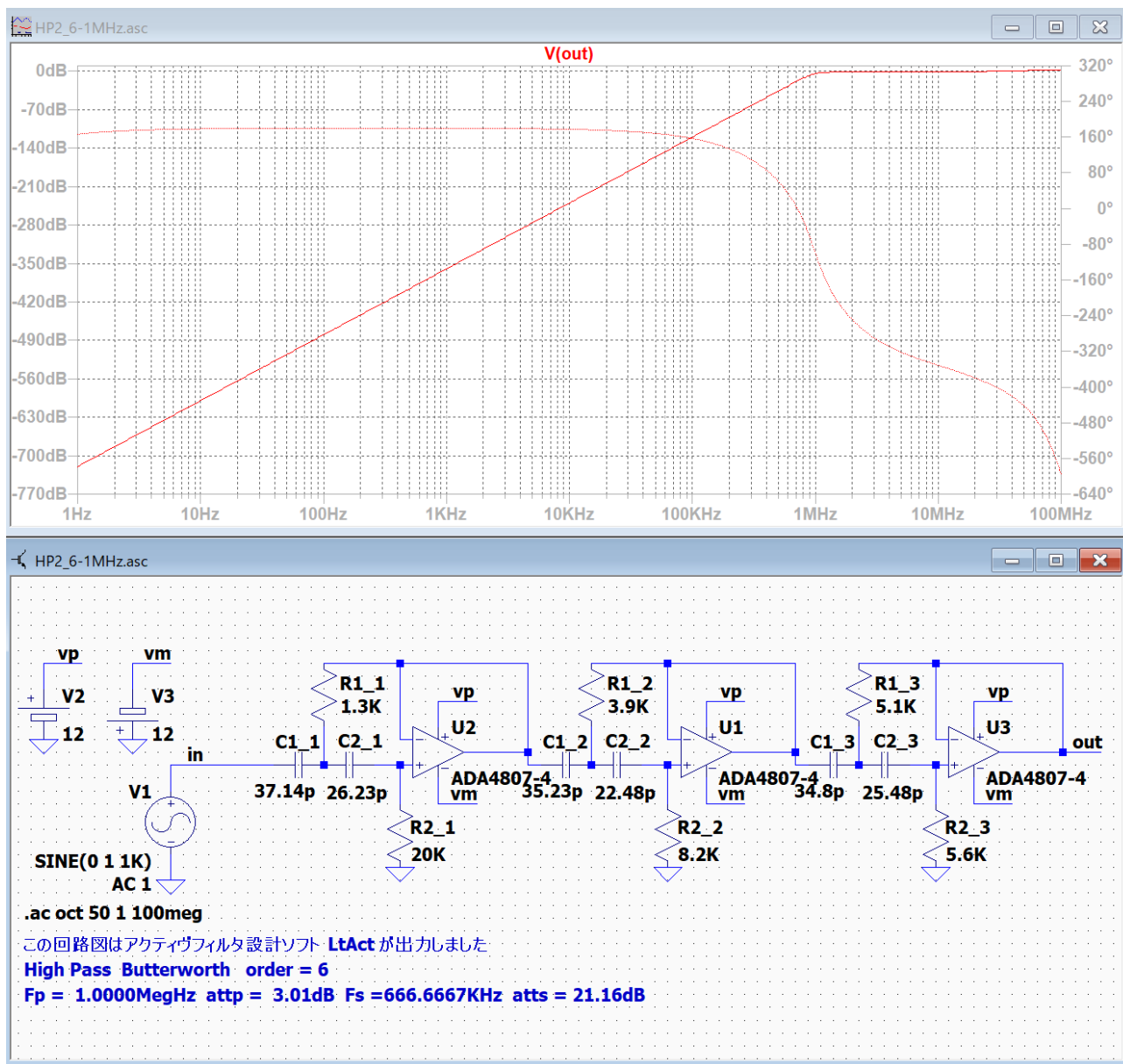
バターワース

HP2\_6-1MHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP2\_6-1MHz.asc



1MHz で -4.3dB, 500KHz で -36.1dB, 100KHz で -120dB

バターワース

HP2\_6-1MHz.asc



ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP2\_6-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 16:35:07 2021

アナログ High Pass Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs =666.6667KHz atts = 21.16dB

1 (HP2) 「HP2-3-1」 R1\_1 = 1.3000K R2\_1 = 20.0000K

C1\_1 = 37.1441p C2\_1 = 26.2287p 誤差 = 2.94 %

2 (HP2) 「HP2-3-2」 R1\_2 = 3.9000K R2\_2 = 8.2000K

C1\_2 = 35.2296p C2\_2 = 22.4830p 誤差 = 2.15 %

3 (HP2) 「HP2-3-2」 R1\_3 = 5.1000K R2\_3 = 5.6000K

C1\_3 = 34.8035p C2\_3 = 25.4835p 誤差 = 5.82 %

LtAct Ver.1.45 設計例と同等の特性

LtAct Ver.1.45 設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3=30p

ver.2.10 では、 C1\_1= 37p, C1\_2= 35p, C1\_3=35p

ハイパス

チェビシェフ

HP1\_6-1KHz.asc

ハイパス・チェビシェフ 6次 1KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

遮断特性 チェビシェフ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$

カットオフ周波数  $F_c$   KHz

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル  $att_p$   dB

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s =$   倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ High Pass Chebyshev 次数=6

 $F_p = 1.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 666.6667\text{ Hz}$   $atts = 27.82\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.2762K	34.9556Meg	1.0000	0	0
	Fc= 940.9764 Q = 4.6329 GB 積=435.9451K				
2	5.6545K	56.6914Meg	1.0000	0	0
	Fc= 1.1983K Q = 1.3316 GB 積=159.5670K				
3	20.4241K	149.9021Meg	1.0000	0	0
	Fc= 1.9486K Q = 0.5995 GB 積=116.8111K				

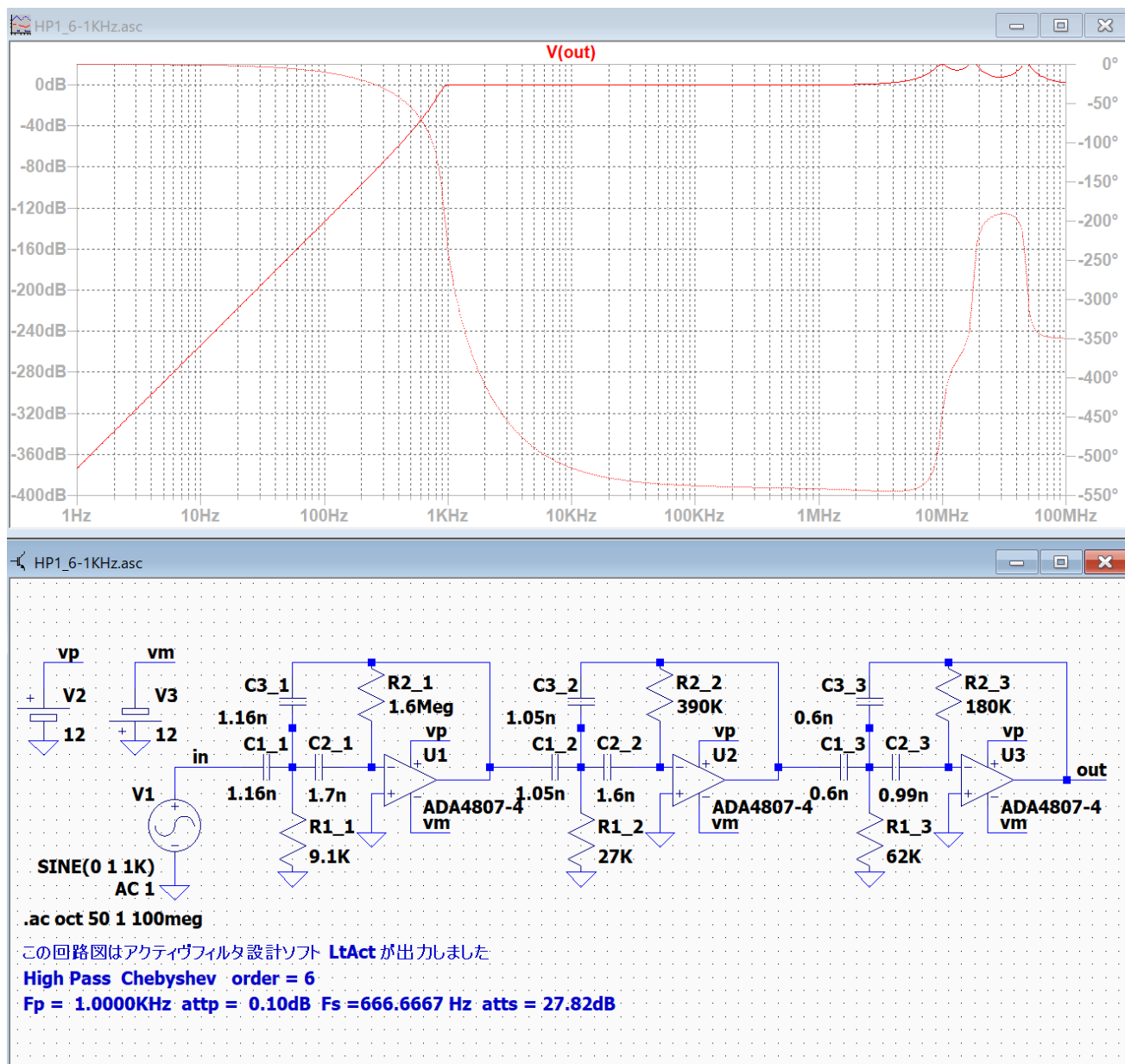
チェビシェフ

HP1\_6-1KHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP1\_6-1KHz.asc



1KHz で -0.1dB, 500Hz で -46.1dB, 100Hz で -133.5dB

チェビシェフ

HP1\_6-1KHz.asc

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP1\_6-1KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 18:43:26 2021

アナログ High Pass Chebyshev 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 27.82dB

1 (HP1) 「HP1-0-0」 R1\_1 = 9.1000K R2\_1 = 1.6000Meg  
C1\_1 = C3\_1 = 1.1564n C2\_1 = 1.6991n 誤差 = 5.83 %  
2 (HP1) 「HP1-0-2」 R1\_2 = 27.0000K R2\_2 = 390.0000K  
C1\_2 = C3\_2 = 1.0474n C2\_2 = 1.5994n 誤差 = 0.04 %  
3 (HP1) 「HP1-0-2」 R1\_3 = 62.0000K R2\_3 = 180.0000K  
C1\_3 = C3\_3 = 0.6037n C2\_3 = 0.9901n 誤差 = 1.00 %

ver.1.45 と同等の特性

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3=1n

ver.2.10 では、C1\_1= 1.16n, C1\_2= 1.05n, C1\_3=0.6n

ハイパス

HP2\_6-1KHz.asc

ハイパス・チェビシェフ 6次 1KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$

カットオフ周波数  $F_c$   KHz

周波数 $F_c$ における減衰量又はリップル  $att_p$   dB

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s =$   倍

遮断特性 チェビシェフ

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ High Pass Chebyshev 次数=6

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =666.6667 Hz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.2762K	34.9556Meg	1.0000	0	0
	Fc= 940.9764 Q = 4.6329 GB 積=435.9451K				
2	5.6545K	56.6914Meg	1.0000	0	0
	Fc= 1.1983K Q = 1.3316 GB 積=159.5670K				
3	20.4241K	149.9021Meg	1.0000	0	0
	Fc= 1.9486K Q = 0.5995 GB 積=116.8111K				

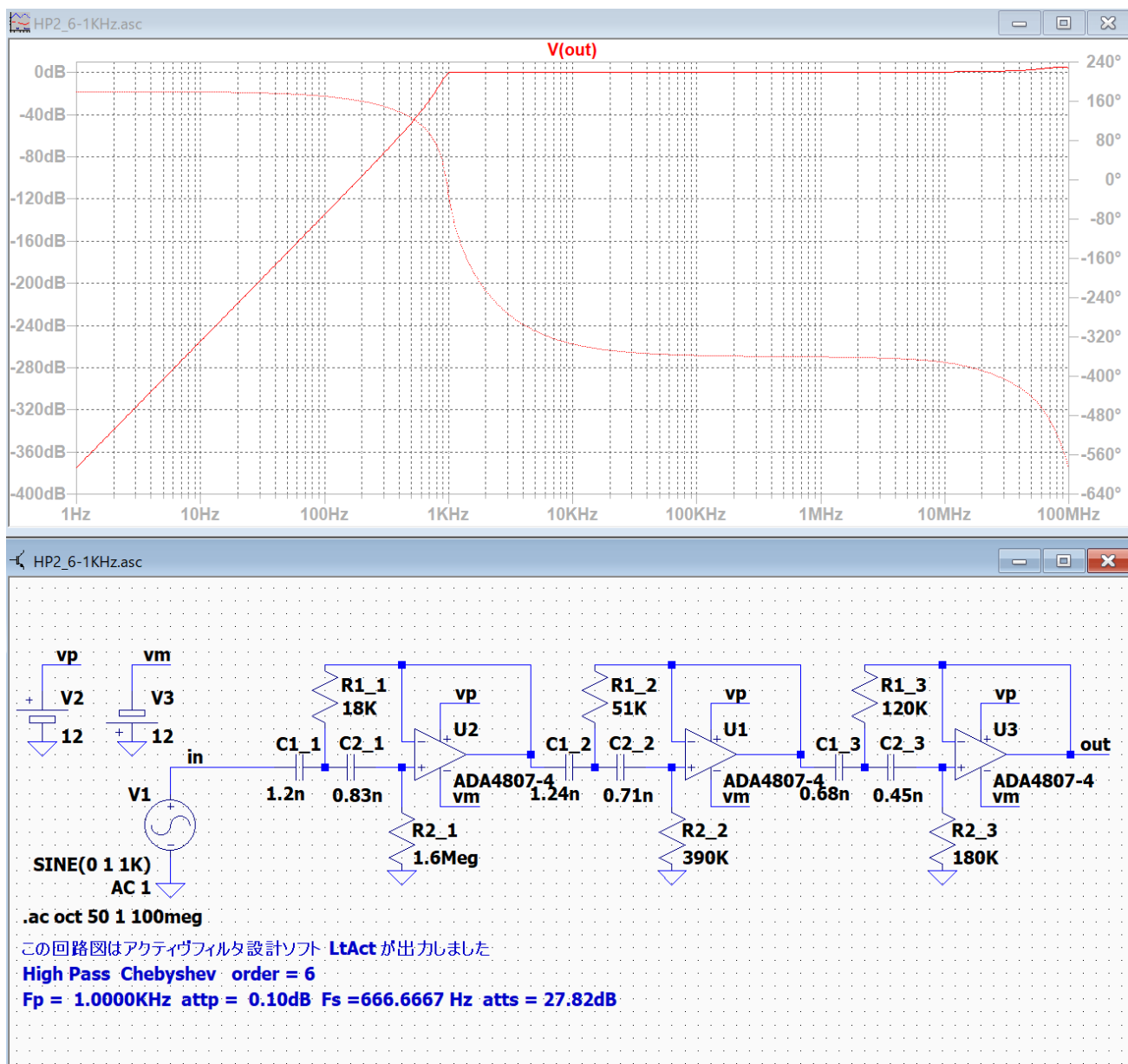
チェビシェフ

HP2\_6-1KHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP2\_6-1KHz.asc



1KHz で -0.45dB, 500Hz で -47.8dB, 100Hz で -134.8dB

チェビシェフ

HP2\_6-1KHz.asc

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP2\_6-1KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 18:44:48 2021

アナログ High Pass Chebyshev 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 27.82dB

1 (HP2) 「HP2-0-0」 R1\_1 = 18.0000K R2\_1 = 1.6000Meg

C1\_1 = 1.2015n C2\_1 = 0.8268n 誤差 = 0.82 %

2 (HP2) 「HP2-0-2」 R1\_2 = 51.0000K R2\_2 = 390.0000K

C1\_2 = 1.2412n C2\_2 = 0.7145n 誤差 = 4.83 %

3 (HP2) 「HP2-0-2」 R1\_3 = 120.0000K R2\_3 = 180.0000K

C1\_3 = 0.6837n C2\_3 = 0.4517n 誤差 = 4.04 %

ver.1.45 と同等の特性

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3=1n

ver.2.10 では、C1\_1= 1.2n, C1\_2= 1.24n, C1\_3= 0.68n

ハイパス

HP1\_6-100KHz.asc

ハイパス・チェビシェフ 6次 100KHz

設計パラメータの入力

✕

フィルタの種類	ハイパスフィルタ	遮断特性	チェビシェフ
設計するフィルタの次数 m(<=58)	3		
カットオフ周波数 Fc	100		KHz
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1		dB
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs =	1.5		倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Chebyshev 次数=6

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 66.6667KHz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	127.6161K	349.5562G	1.0000	0	0
		Fc=	94.0976K	Q =	4.6329
					GB 積= 43.5945Meg
2	565.4502K	566.9139G	1.0000	0	0
		Fc=	119.8337K	Q =	1.3316
					GB 積= 15.9567Meg
3	2.0424Meg	1.4990T	1.0000	0	0
		Fc=	194.8606K	Q =	0.5995
					GB 積= 11.6811Meg

チェビシェフ

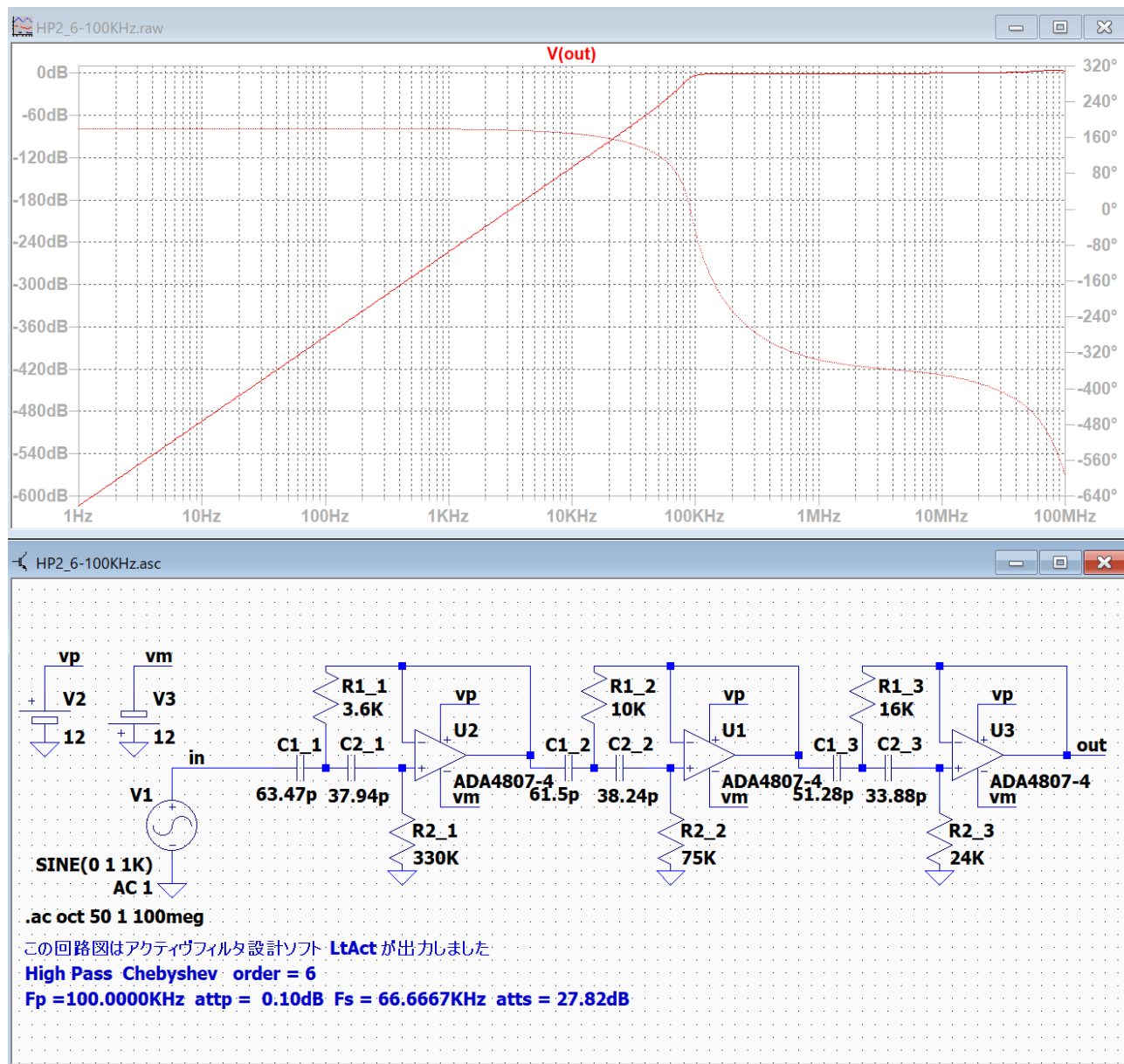
HP1\_6-100KHz.asc



ハイパス

完成した回路図

HP1\_6-100KHz.asc



100KHz で -3.2dB, 50KHz で -47.8dB, 10KHz で -133.8dB

チェビシェフ

HP1\_6-100KHz.asc

## ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LtAct Ver.2.0 設計例\ハイパス\チェビシェフ\HP1\_6-100KHz.asc 作成日時 Wed Dec 09 19:26:11 2020

アナログ High Pass Chebyshev 次数=6

Fp = 100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 66.6667KHz atts = 27.82dB

1 (HP2) R1\_1 = 3.6000K R2\_1 = 330.0000K

C1\_1 = 63.4728p C2\_1 = 37.9384p 誤差 = 2.7983 %

2 (HP2) R1\_2 = 10.0000K R2\_2 = 75.0000K

C1\_2 = 61.4981p C2\_2 = 38.2437p 誤差 = 1.9776 %

3 (HP2) R1\_3 = 16.0000K R2\_3 = 24.0000K

C1\_3 = 51.2756p C2\_3 = 33.8805p 誤差 = 2.5989 %

高域の揺らぎが無い

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3=50p

ver.2.10 では、C1\_1= 63p, C1\_2= 61p, C1\_3=52p

ver.2.40 では、C1\_1= 63p, C1\_2= 58p, C1\_3=47p

ハイパス

HP2\_6-100KHz.asc

ハイパス・チェビシェフ 6次 100KHz

設計パラメータの入力

✕

フィルタの種類	ハイパスフィルタ	遮断特性	チェビシェフ
設計するフィルタの次数 m(<=58)	3		
カットオフ周波数 Fc	100		KHz
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1		dB
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs =	1.5		倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Chebyshev 次数=6

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 66.6667KHz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	127.6161K	349.5562G	1.0000	0	0
		Fc=	94.0976K	Q =	4.6329 GB 積= 43.5945Meg
2	565.4502K	566.9139G	1.0000	0	0
		Fc=	119.8337K	Q =	1.3316 GB 積= 15.9567Meg
3	2.0424Meg	1.4990T	1.0000	0	0
		Fc=	194.8606K	Q =	0.5995 GB 積= 11.6811Meg

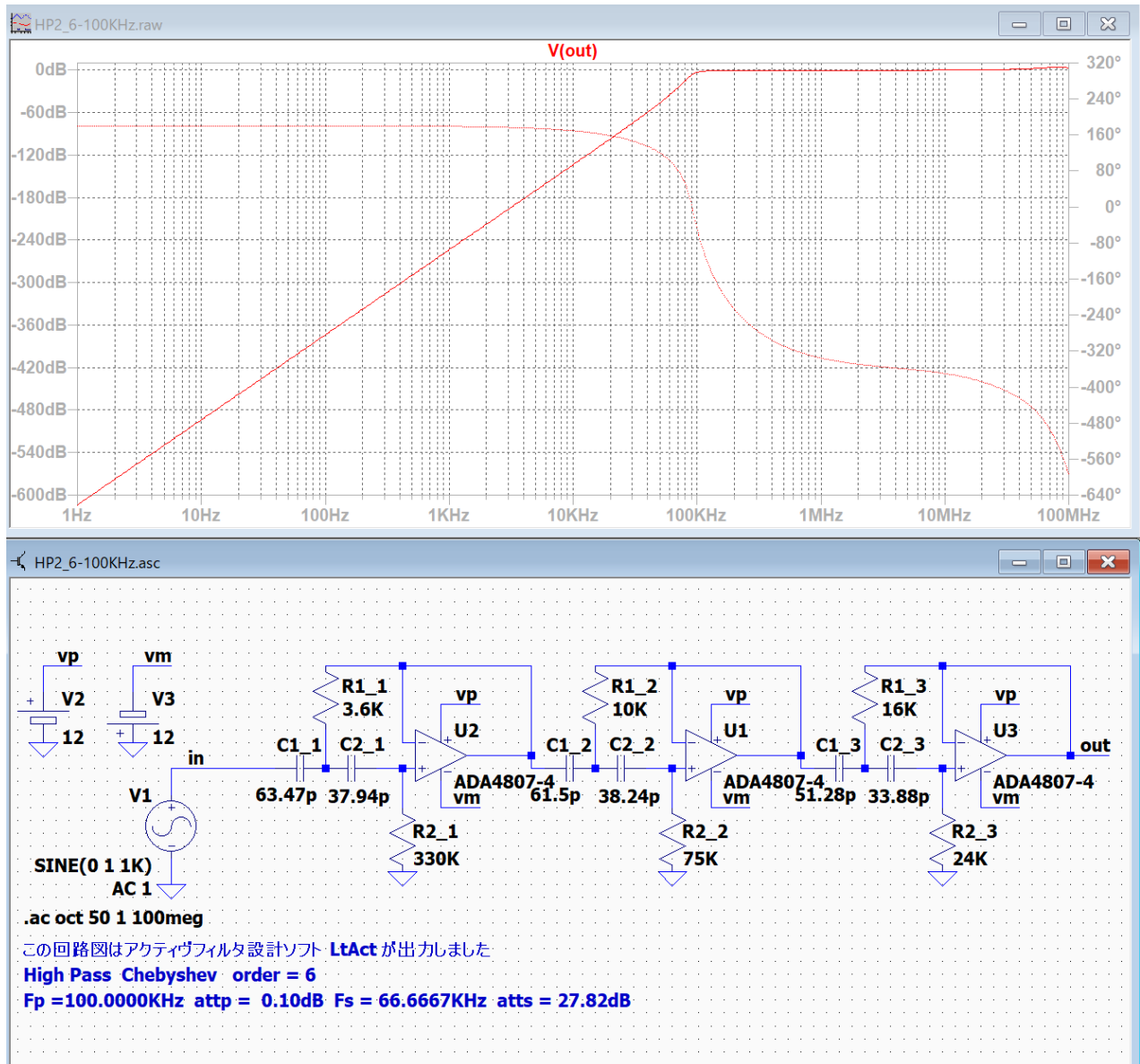
チェビシェフ

HP2\_6-100KHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP2\_6-100KHz.asc



100KHz で -3.2dB, 50KHz で -46.5dB, 10KHz で -133.8dB

チェビシェフ

HP2\_6-100KHz.asc

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP2\_6-100KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 18:48:46 2021

アナログ High Pass Chebyshev 次数=6

参照モード=0

Fp =100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 66.6667KHz atts = 27.82dB

1 (HP2)「HP2-1-0」 R1\_1 = 3.6000K R2\_1 = 330.0000K

C1\_1 = 63.4728p C2\_1 = 37.9384p 誤差 = 2.80 %

2 (HP2)「HP2-2-2」 R1\_2 = 10.0000K R2\_2 = 75.0000K

C1\_2 = 61.4981p C2\_2 = 38.2437p 誤差 = 1.98 %

3 (HP2)「HP2-2-2」 R1\_3 = 16.0000K R2\_3 = 24.0000K

C1\_3 = 51.2756p C2\_3 = 33.8805p 誤差 = 2.60 %

ver.1.45 と同等の特性

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3=50p

ver.2.10 では、C1\_1= 63p, C1\_2= 61p, C1\_3=51p

ハイパス

HP1\_6-1MHz.asc

ハイパス・チェビシェフ 6次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m (<=58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  1 Meg

周波数  $F_c$  における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s =$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ High Pass Chebyshev 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs =666.6667KHz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.2762Meg	34.9556T	1.0000	0	0
		Fc= 940.9764K	Q = 4.6329	GB 積=435.9451Meg	
2	5.6545Meg	56.6914T	1.0000	0	0
		Fc= 1.1983Meg	Q = 1.3316	GB 積=159.5670Meg	
3	20.4241Meg	149.9021T	1.0000	0	0
		Fc= 1.9486Meg	Q = 0.5995	GB 積=116.8111Meg	

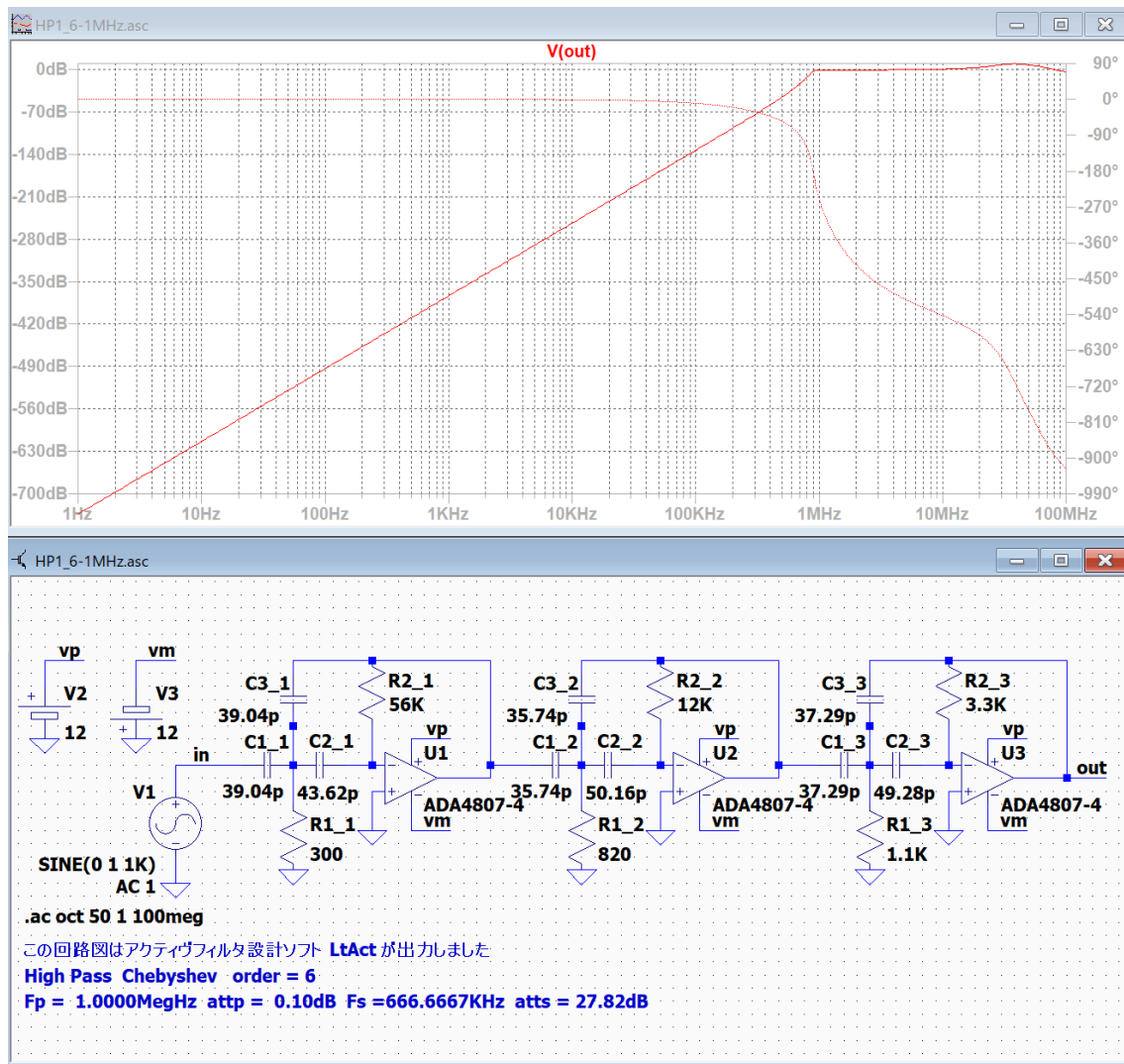
チェビシェフ

HP1\_6-1MHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP1\_6-1MHz.asc



1MHz で -1.2dB, 500KHz で -45.8dB, 100KHz で -133.5dB

チェビシェフ

HP1\_6-1MHz.asc

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP1\_6-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 18:50:45 2021

アナログ High Pass Chebyshev 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667KHz atts = 27.82dB

1 (HP1) 「HP1-2-0」 R1\_1 = 300.0000 R2\_1 = 56.0000K

C1\_1 = C3\_1 = 39.0351p C2\_1 = 43.6233p 誤差 = 1.43 %

2 (HP1) 「HP1-3-2」 R1\_2 = 820.0000 R2\_2 = 12.0000K

C1\_2 = C3\_2 = 35.7386p C2\_2 = 50.1592p 誤差 = 1.68 %

3 (HP1) 「HP1-3-2」 R1\_3 = 1.1000K R2\_3 = 3.3000K

C1\_3 = C3\_3 = 37.2914p C2\_3 = 49.2808p 誤差 = 3.49 %

ver.1.45 と同じ特性

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3=30p

ver.2.10 では、C1\_1= 39p, C1\_2= 36p, C1\_3=37p



ハイパス

HP2\_6-1MHz.asc

ハイパス・チェビシェフ 6次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m (<=58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  1 Meg

周波数  $F_c$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s =$  1.5 倍

遮断特性 チェビシェフ

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アノグ High Pass Chebyshev 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs =666.6667KHz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

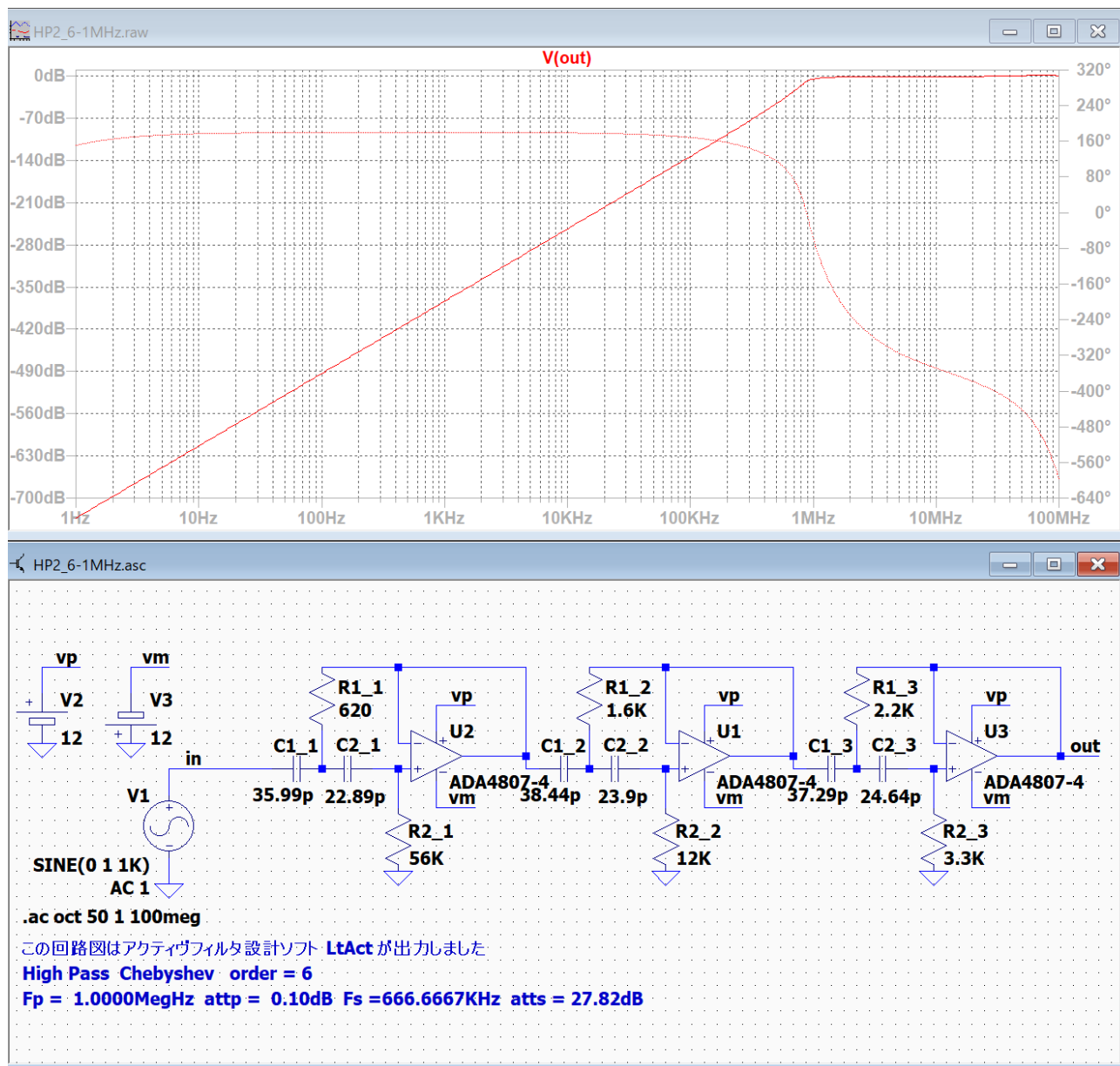
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.2762Meg	34.9556T	1.0000	0	0
		Fc= 940.9764K	Q = 4.6329	GB 積=435.9451Meg	
2	5.6545Meg	56.6914T	1.0000	0	0
		Fc= 1.1983Meg	Q = 1.3316	GB 積=159.5670Meg	
3	20.4241Meg	149.9021T	1.0000	0	0
		Fc= 1.9486Meg	Q = 0.5995	GB 積=116.8111Meg	

チェビシェフ

HP2\_6-1MHz.asc

ハイパス

完成した回路図



1MHz で -5.2dB, 500KHz で -46.2dB, 100KHz で -133.5dB

チェビシェフ

HP2\_6-1MHz.asc

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP2\_6-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 18:51:50 2021

アナログ High Pass Chebyshev 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs =666.6667KHz atts = 27.82dB

1 (HP2) 「HP2-2-0」 R1\_1 = 620.0000 R2\_1 = 56.0000K

C1\_1 = 35.9898p C2\_1 = 22.8941p 誤差 = 3.91 %

2 (HP2) 「HP2-3-2」 R1\_2 = 1.6000K R2\_2 = 12.0000K

C1\_2 = 38.4363p C2\_2 = 23.9023p 誤差 = 0.41 %

3 (HP2) 「HP2-3-2」 R1\_3 = 2.2000K R2\_3 = 3.3000K

C1\_3 = 37.2914p C2\_3 = 24.6404p 誤差 = 2.60 %

ver.1.45 と同じ特性

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3=30p

ver.2.10 では、C1\_1= 36p, C1\_2= 38p, C1\_3=37p

## ハイパス

## 基本回路 HP3 のコンデンサ値

HP3(et1)は逆チェビシェフと楕円関数のハイパスフィルタで使用される基本回路名です。

et1 は LP3, HP3, BP3 及び BE1 で利用される基本回路です。

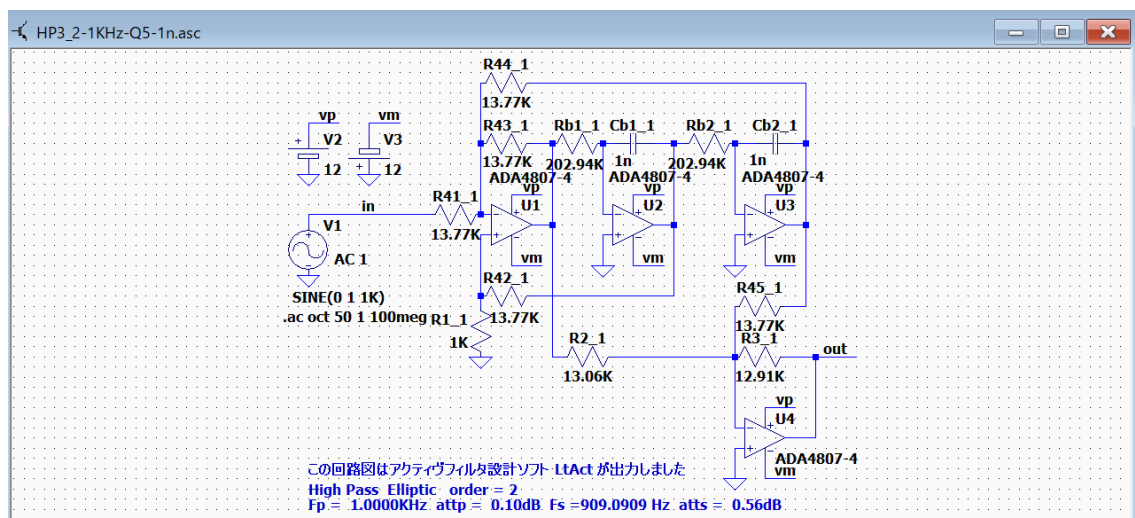
フィルタの周波数ごとにコンデンサの利用可能な範囲を確認しました。

C1\_1 の値を 10p から 100u まで変えて、回路の Q 値が約 5, 2, 1 に対して、遮断特性とピークを確認しました。出来るだけ小さいコンデンサの素子値で、ピークが小さくなる素子値を推奨値としてまとめました。

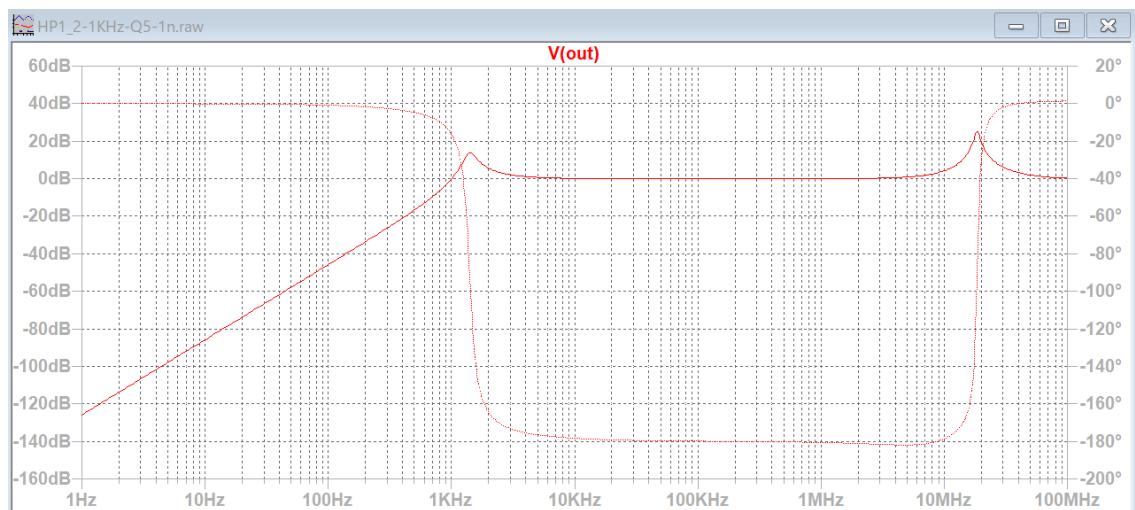
高次数のハイパスフィルタのコンデンサ値を設定する時に参考になると思います。

## ハイパス・楕円関数 2 次 1KHz HP3

Q=5 程度の場合 (Xs=1.1, 1.3, 2 に設定すると、それぞれ Q=5, 2, 1 程度になります)



Q=5, 1KHz, C1\_1=1n の場合

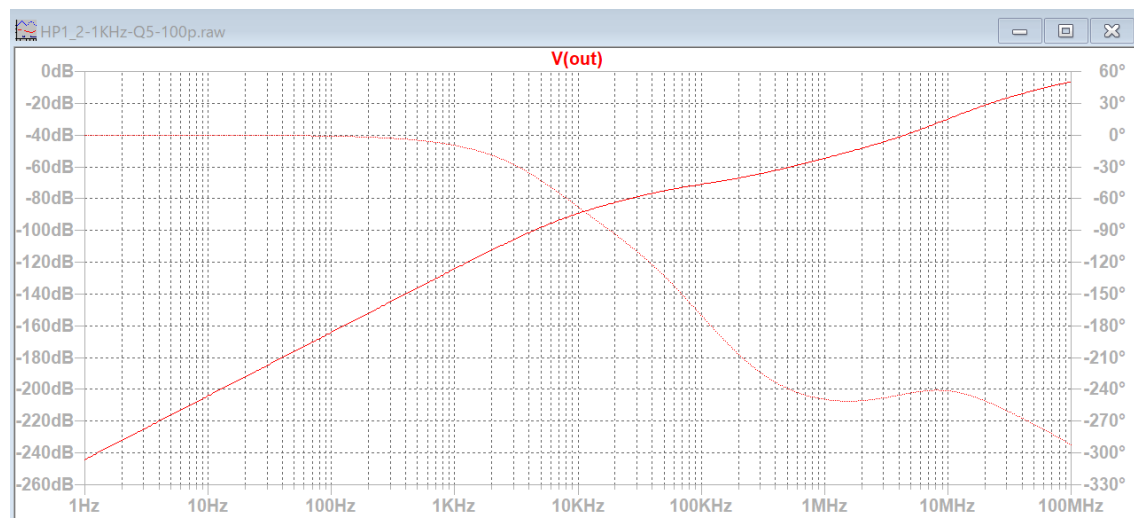


1KHz と 20MHz 付近にピークがあります。

基本回路 HP3 のコンデンサ値ハイパス・楕円関数 2 次 1KHz HP3

ハイパス

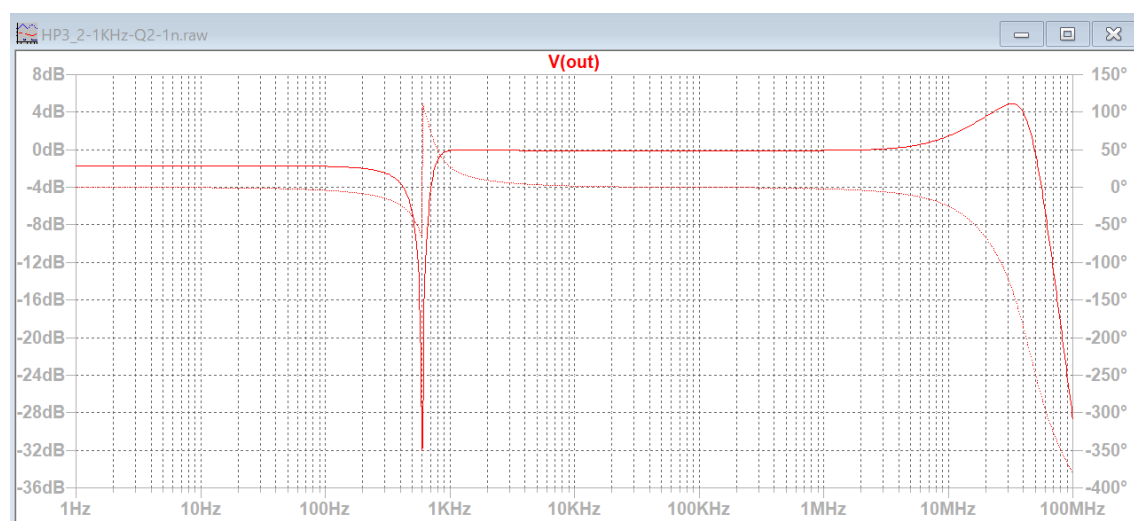
Q=5, 1KHz, C1\_1=100p の場合



フィルタとして機能しません。

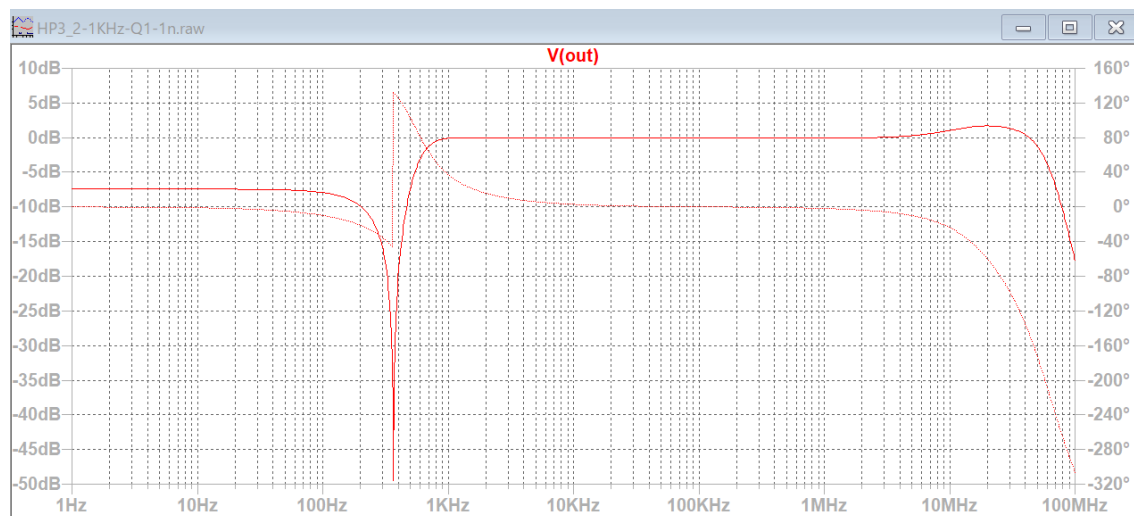
Q=5, 1KHz では C1\_1=1n を推奨値とします。

Q=2, 1KHz, C1\_1=1n の場合



基本回路 HP3 のコンデンサ値ハイパス・楕円関数 2次 1KHz HP3

ハイパス

 $Q=1$ , 1KHz,  $C1\_1=1n$  の場合 $Q < 1$  の場合は  $Q=1$  の推奨値を使用します。

同様にして周波数が 1MHz までのコンデンサの推奨値を探します。

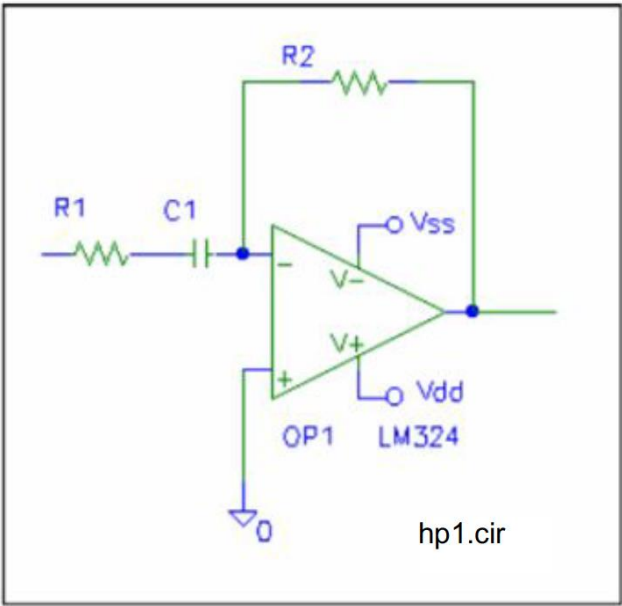
ハイパス

まとめ HP3 の Cb1\_1 の値

この表はオペアンプに ADA4807-4 を利用する場合の値です。

HP3(et1)	Cb1_1の値		
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	50p	50p	50p
1000	30p	30p	30p

奇数次数のハイパスフィルタには、第 1 ブロックに 1 次のフィルタが追加されます。C1 を周波数に見合った適当な値に設定して下さい。



hp1 (1次)	C1の値
周波数 KHz	
1	1n
10	0.1 n
100	10 p
1000	10p

図 4－1 1 次のハイパスフィルタ基本回路 1 hp1\_1.cir

基本回路「hp1.cir」は、HP1, HP2, HP3, HP4 で利用されます。

ハイパス

## HP3 回路の設計手順

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  4

カットオフ周波数  $F_c$  10 KHz

周波数 $F_c$ における減衰量又はリップル attp 0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍

OK キャンセル

4 次のハイパス・楕円関数フィルタを設計します。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アノグ High Pass Elliptic 次数=4

 $F_p = 10.0000\text{KHz}$  attp = 0.1000dB  $F_s = 6.6667\text{KHz}$  atts = 29.06dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

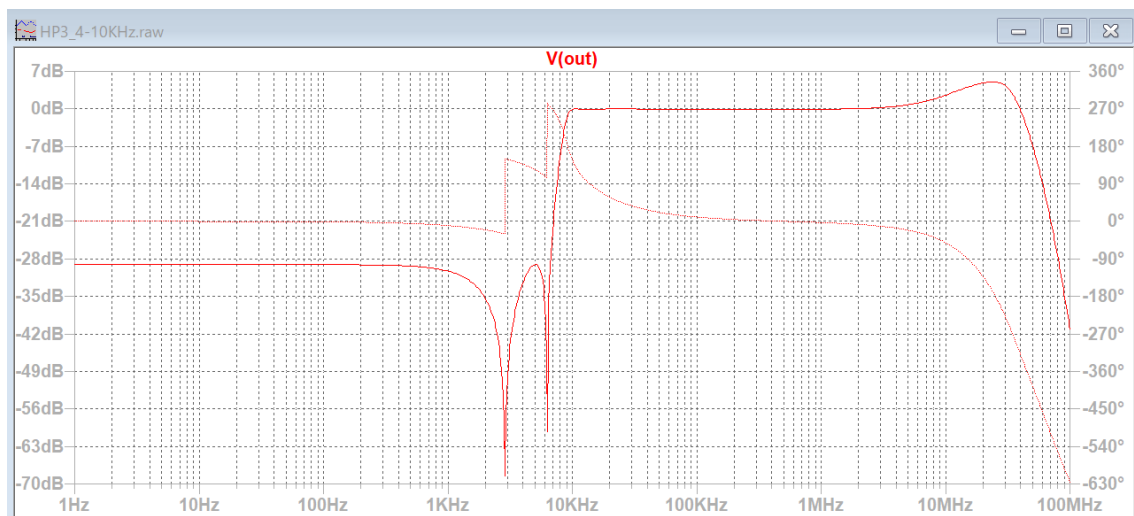
$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	17.3430K	3.1380G	1.8050	0	588.9327Meg
		$F_c = 8.9156\text{K}$	$Q = 3.2300$		GB 積 = 2.8797Meg
2	101.0589K	4.5437G	0.5477	0	852.7476Meg
		$F_c = 10.7282\text{K}$	$Q = 0.6670$		GB 積 = 715.5797K

Q 値より、「まとめ HP3 の Cb1\_1 の推奨値」を参考にして、Cb1\_1 = Cb1\_2 = 100p に設定して回路図を作成後、「ファイル」→「データファイルを開く」で

HP3\_4-10KHz.asc を「LTSpice」に読み込んで、「RUN」して V(out)を確認します。





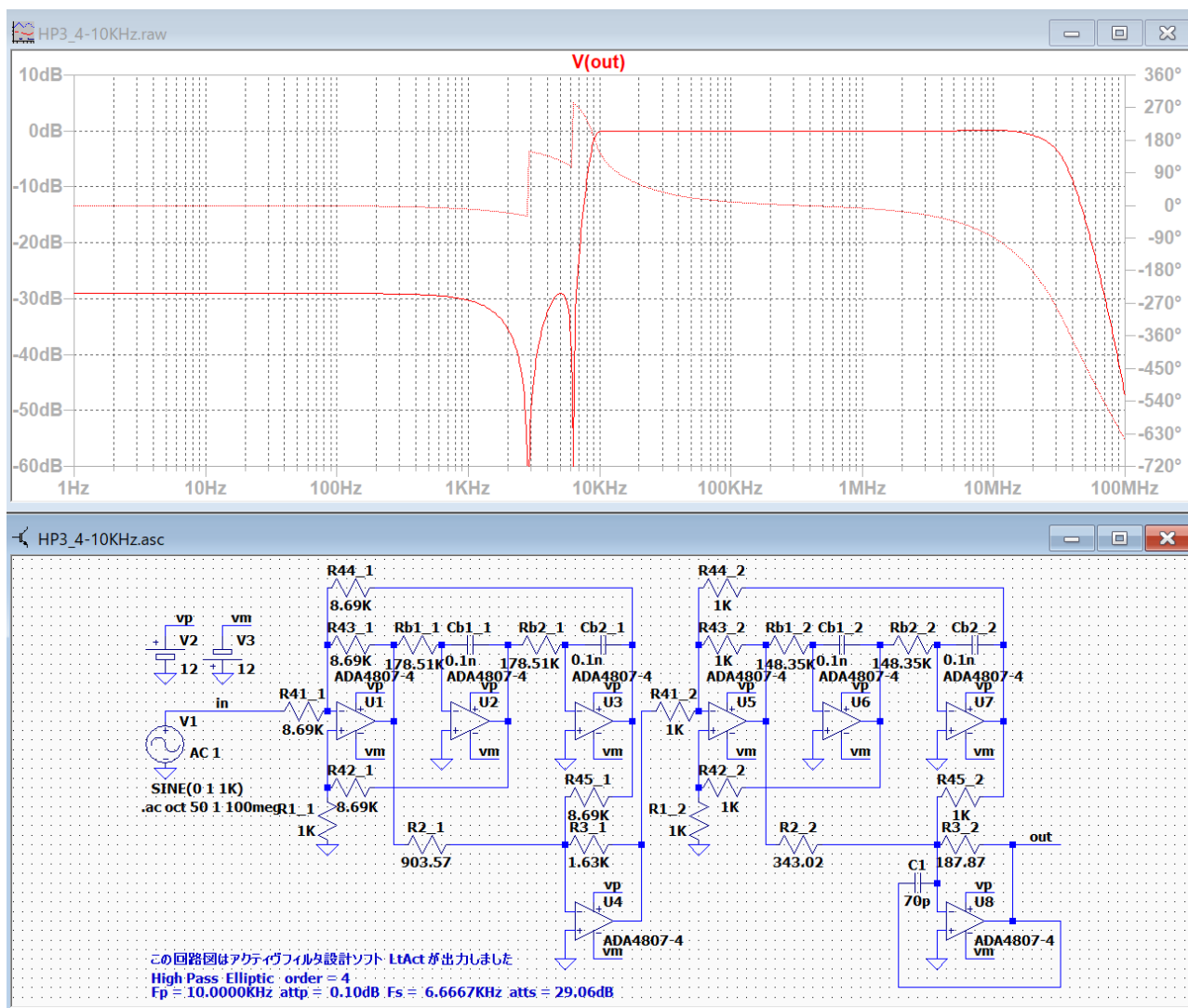
ハイパス

25MHz にピークがあるので、U8 の R3\_2 に C1 を並列接続して調整します。

$C1=70p$  に決定します。

### 完成した回路図

HP3\_4-10KHz.asc



## 基本回路 HP3 のコンデンサ値      HP3 回路の設計手順

## ハイパス

## 基本回路 HP4 のコンデンサ値

HP4(et2)は逆チェビシェフと楕円関数のハイパスフィルタで使用される基本回路名です。

et2 は LP4, HP4, BP4 及び BE2 で利用される基本回路です。

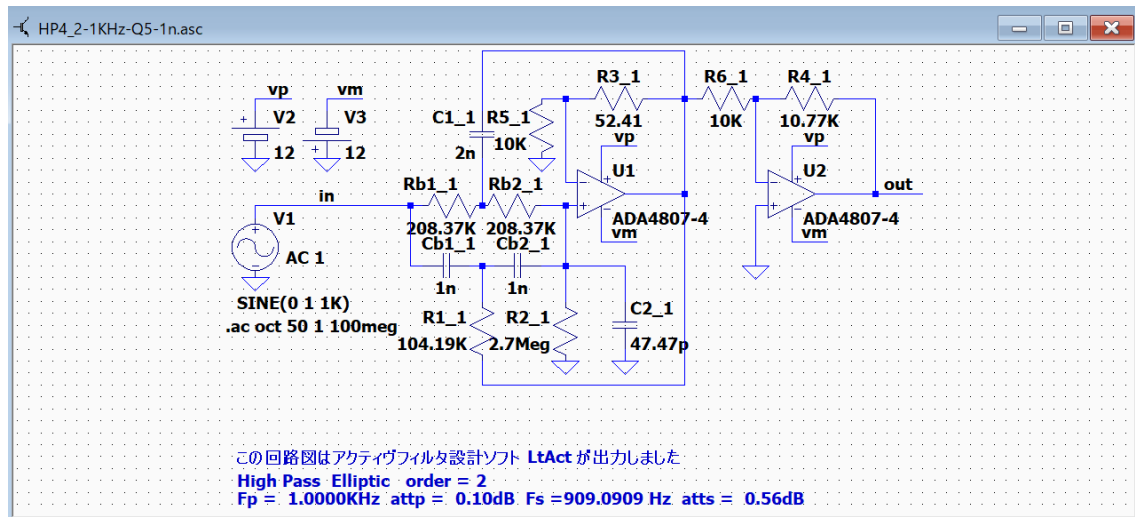
フィルタの周波数ごとにコンデンサの利用可能な範囲を確認しました。

C1\_1 の値を 10p から 100u まで変えて、回路の Q 値が約 5, 2, 1 に対して、遮断特性とピークを確認しました。出来るだけ小さいコンデンサの素子値で、ピークが小さくなる素子値を推奨値としてまとめました。

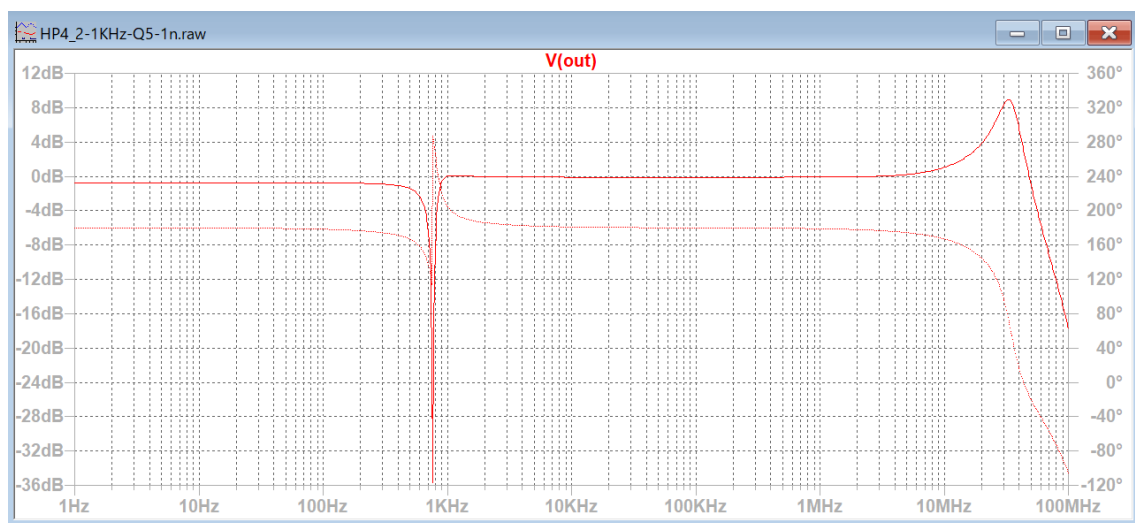
高次数のハイパスフィルタのコンデンサ値を設定する時に参考になると思います。

## ハイパス・楕円関数 2次 1KHz HP4

Q=5 程度の場合 (Xs=1.1, 1.3, 2 に設定すると、それぞれ Q=5, 2, 1 程度になります)



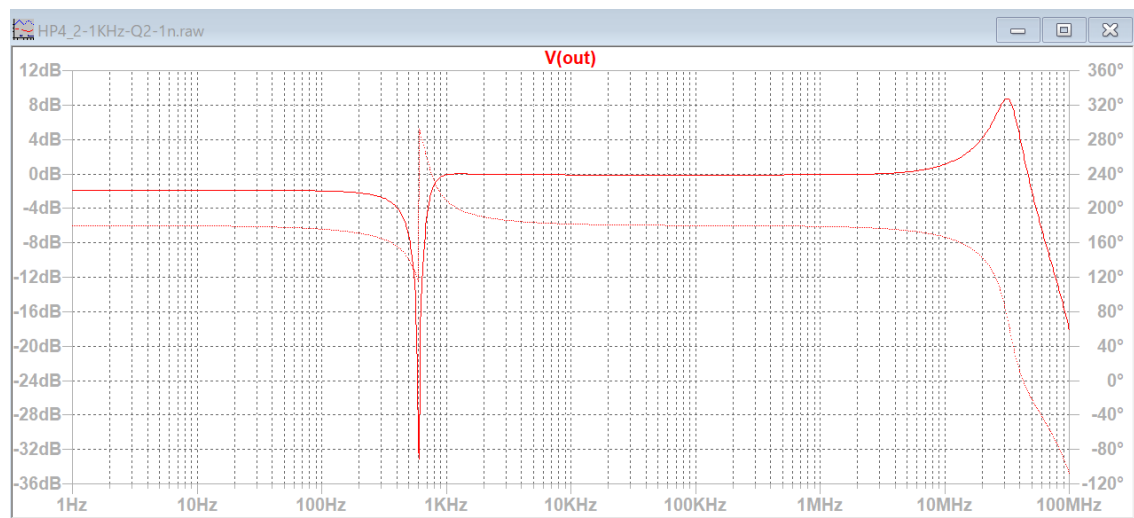
Q=5, 1KHz, C1\_1=1n の場合



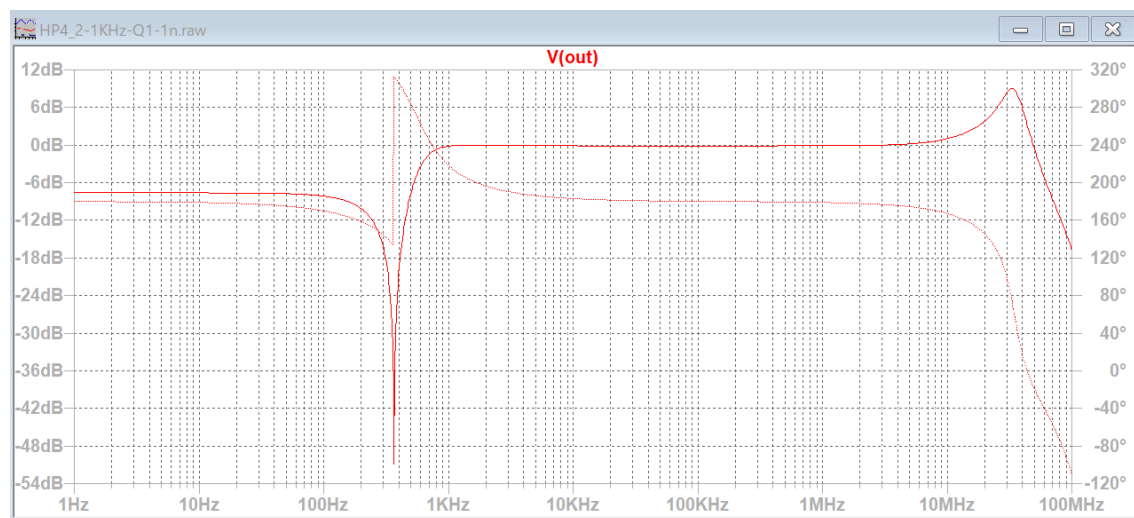
基本回路 HP4 のコンデンサ値ハイパス・楕円関数 2次 1KHz HP4

ハイパス

Q=2, 1KHz, C1\_1=1n の場合



Q=1, 1KHz, C1\_1=1n の場合



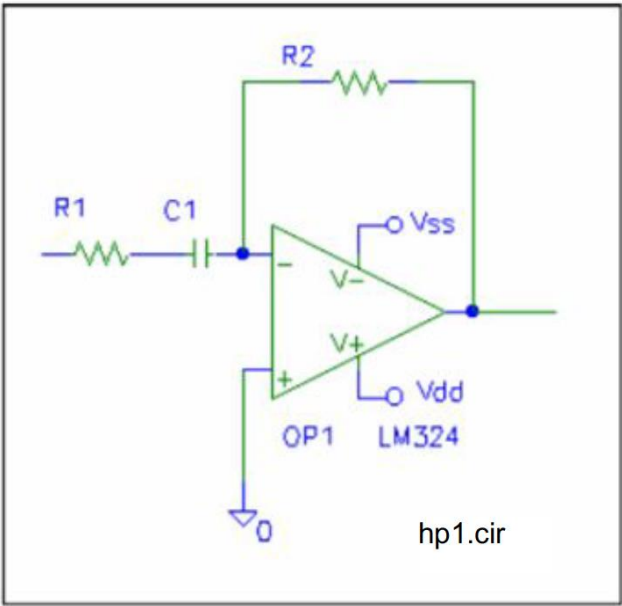
ハイパス

まとめ HP4 の Cb1\_1 の値

この表はオペアンプに ADA4807-4 を利用する場合の値です。

HP4(et2)	Cb1_1の値		
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	75p	75p	75p
1000	200p	200p	200p

奇数次数のハイパスフィルタには、第 1 ブロックに 1 次のフィルタが追加されます。C1 を周波数に見合った適当な値に設定して下さい。



hp1 (1次)	C1の値
周波数 KHz	
1	1n
10	0.1 n
100	10 p
1000	10p

図 4－1 1 次のハイパスフィルタ基本回路 1 hp1\_1.cir

基本回路「hp1.cir」は、HP1, HP2, HP3, HP4 で利用されます。

## ハイパス

## HP4 回路の設計手順

4 次のハイパス・楕円関数フィルタを設計します。

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ  
 設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  4  
 カットオフ周波数  $F_c$  10 KHz  
 周波数  $F_c$  における減衰量又はリップル  $att_p$  0.1 dB  
 最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Elliptic 次数=4

$F_p = 10.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 6.6667\text{KHz}$   $atts = 29.06\text{dB}$

2 次式の形式

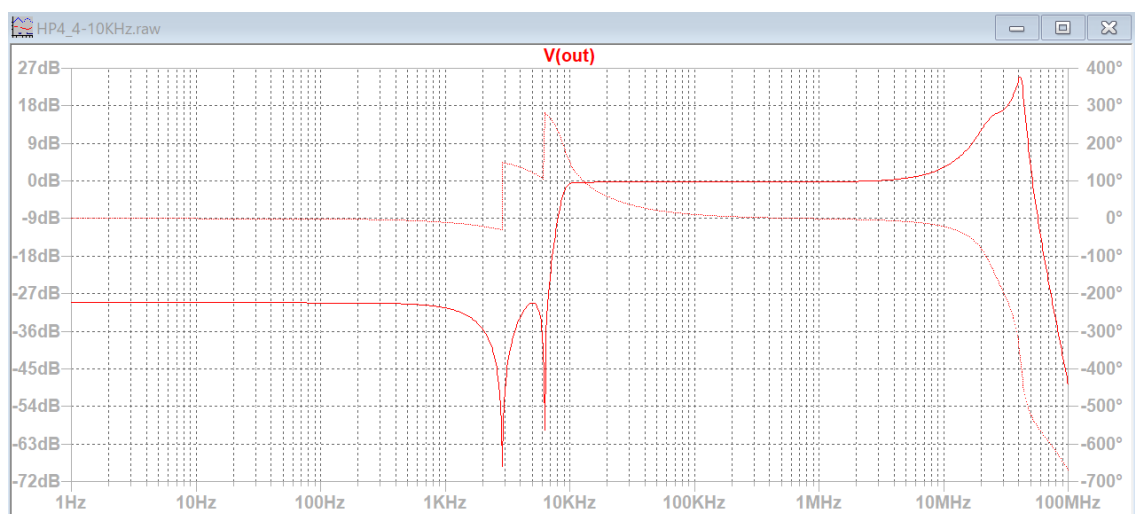
$$H_n = \frac{P_{n_2} * s^2 + P_{n_3} * s + P_{n_4}}{s^2 + P_{n_0} * s + P_{n_1}}$$

2 次式

n	$P_{n_0}$	$P_{n_1}$	$P_{n_2}$	$P_{n_3}$	$P_{n_4}$
1	17.3430K	3.1380G	1.8050	0	588.9327Meg
		$F_c =$	8.9156K	$Q =$	3.2300 GB 積= 2.8797Meg
2	101.0589K	4.5437G	0.5477	0	852.7476Meg
		$F_c =$	10.7282K	$Q =$	0.6670 GB 積=715.5797K

Q 値より、「まとめ HP3 の  $C_{b1\_1}$  の推奨値」を参考にして、 $C_{b1\_1} = C_{b1\_2} = 100\text{p}$  に設定して回路図を作成後、「ファイル」→「データファイルを開く」で

LP4\_4-10KHz.asc を「LTSpice」に読み込んで、「RUN」して  $V(\text{out})$ を確認します。

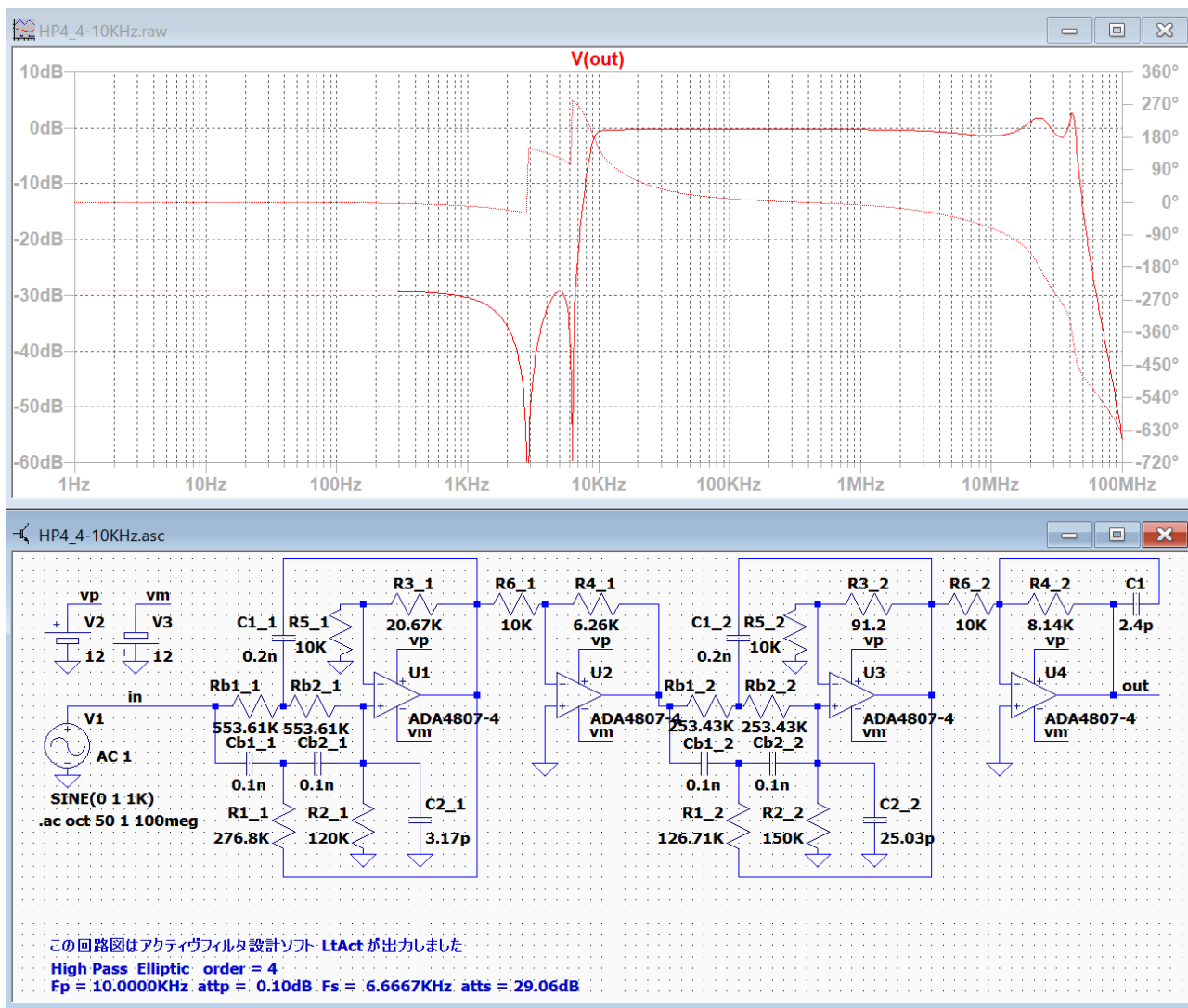


ハイパス

40MHz 付近にピークがあるので、U4 の R4\_2 に C1 を並列接続して調節する。  
C1=2.4p に決定する。

完成した回路図

HP4\_4-10KHz.asc



ハイパス

## 逆チェビシェフ

HP3\_6-1KHz.asc

ハイパス・逆チェビシェフ 6次 1KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ハイパスフィルタ	遮断特性	Inv. Cheb
設計するフィルタの次数 m(<=58)	3		
カットオフ周波数 Fc	1	KHz	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fc/Fs	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.5086K	24.8644Meg	1.0000	0	16.3706Meg
		Fc= 793.6142	Q = 3.3053	GB 積=262.3137K	
2	4.1216K	17.2668Meg	1.0000	0	8.7730Meg
		Fc= 661.3420	Q = 1.0082	GB 積= 66.6754K	
3	5.6302K	9.6692Meg	1.0000	0	1.1754Meg
		Fc= 494.8971	Q = 0.5523	GB 積= 27.3328K	

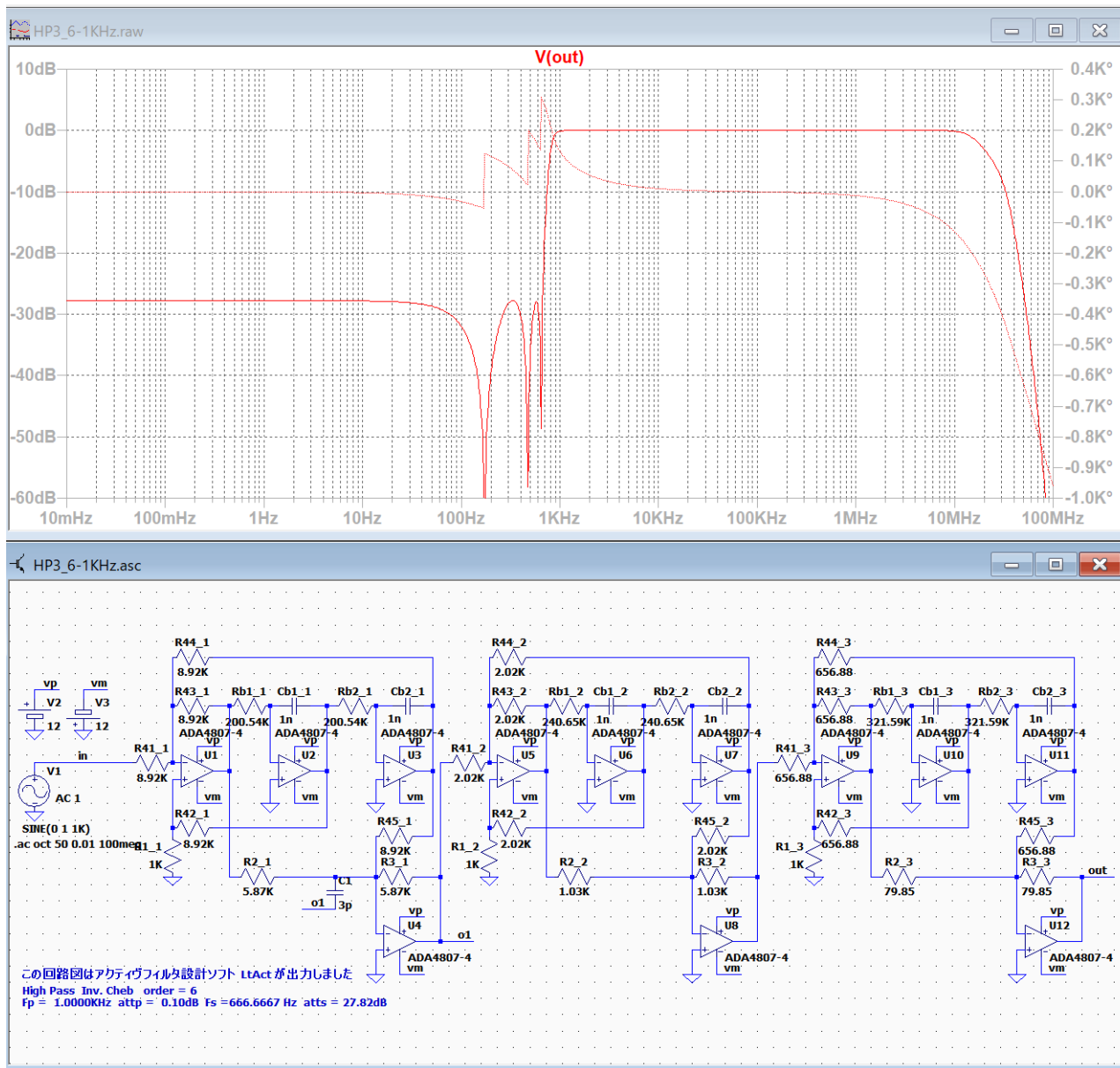
逆チェビシェフ

HP3\_6-1KHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP3\_6-1KHz.asc



1KHz で -0.1dB, 666Hz 以下で最低減衰量 -27.9dB

逆チェビシェフ

HP3\_6-1KHz.asc



ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP3\_6-1KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 18:54:04 2021

アナログ High Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 27.82dB

1 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_1(2 個)=200.5445K Cb\_1(2 個)= 1.0000n 誤差=0.27 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 5.8702K R3\_1 = 5.8702K R4\_1(5 個)= 8.9159K

誤差=6.83 %

2 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_2(2 個)=240.6546K Cb\_2(2 個)= 1.0000n 誤差=0.27 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 1.0286K R3\_2 = 1.0286K R4\_2(5 個)= 2.0245K

誤差=4.12 %

3 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_3(2 個)=321.5921K Cb\_3(2 個)= 1.0000n 誤差=2.61 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 79.8483 R3\_3 = 79.8483 R4\_3(5 個)= 656.8787 誤

差=5.19 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= Cb1\_2 =Cb1\_3=1n

ver.2.10 でも、 Cb1\_1= Cb1\_2 =Cb1\_3=1n

ハイパス

HP4\_6-1KHz.asc

ハイパス・逆チェビシェフ 6次 1KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  1 KHz

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍

遮断特性 Inv. Cheb

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =666.6667 Hz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.5086K	24.8644Meg	1.0000	0	16.3706Meg
		Fc= 793.6142	Q = 3.3053	GB 積=262.3137K	
2	4.1216K	17.2668Meg	1.0000	0	8.7730Meg
		Fc= 661.3420	Q = 1.0082	GB 積= 66.6754K	
3	5.6302K	9.6692Meg	1.0000	0	1.1754Meg
		Fc= 494.8971	Q = 0.5523	GB 積= 27.3328K	

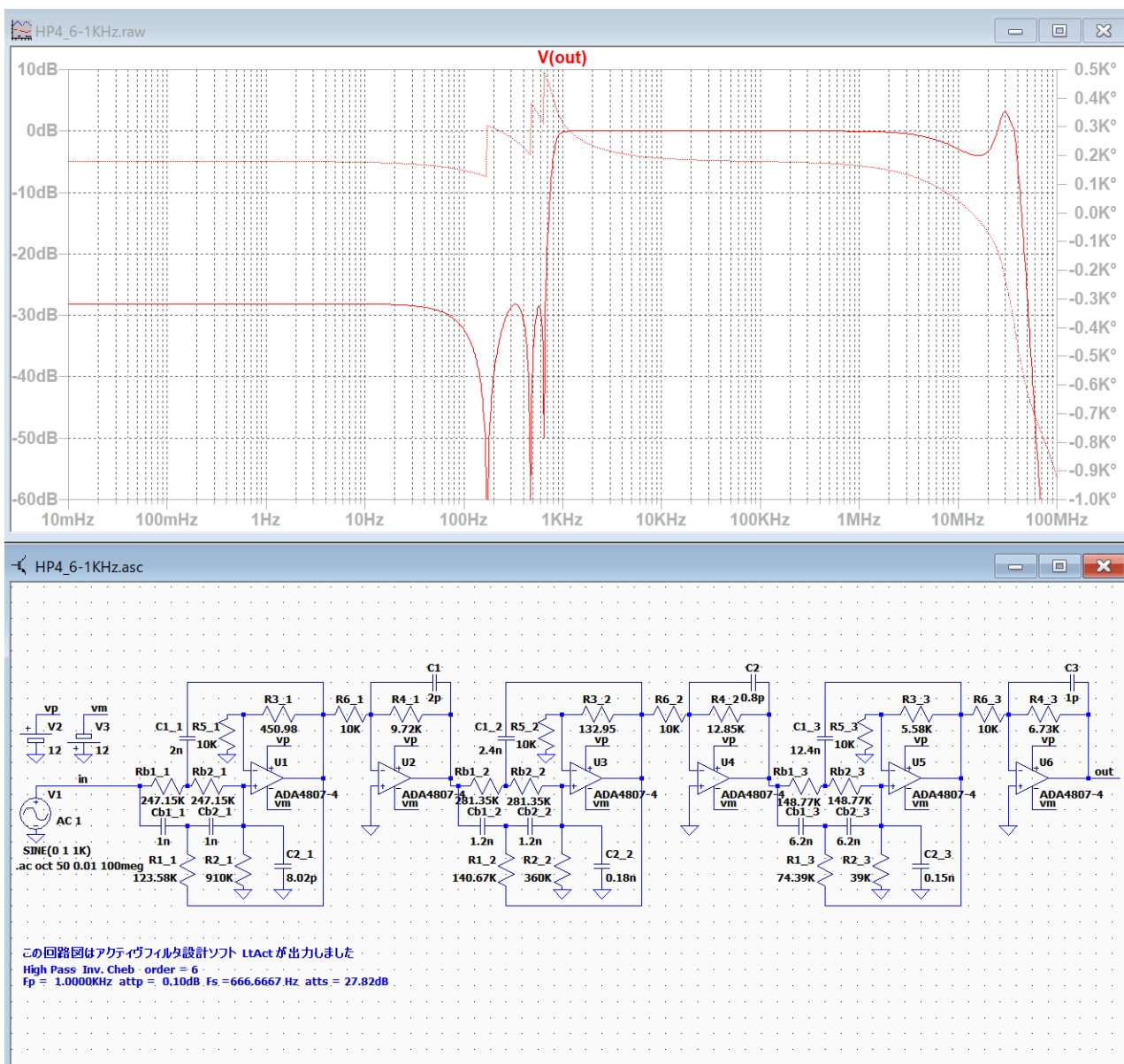
逆チェビシェフ

HP4\_6-1KHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP4\_6-1KHz.asc



1KHz で -0.2dB, 666Hz 以下で最低減衰量 -28.1dB

30MHz で

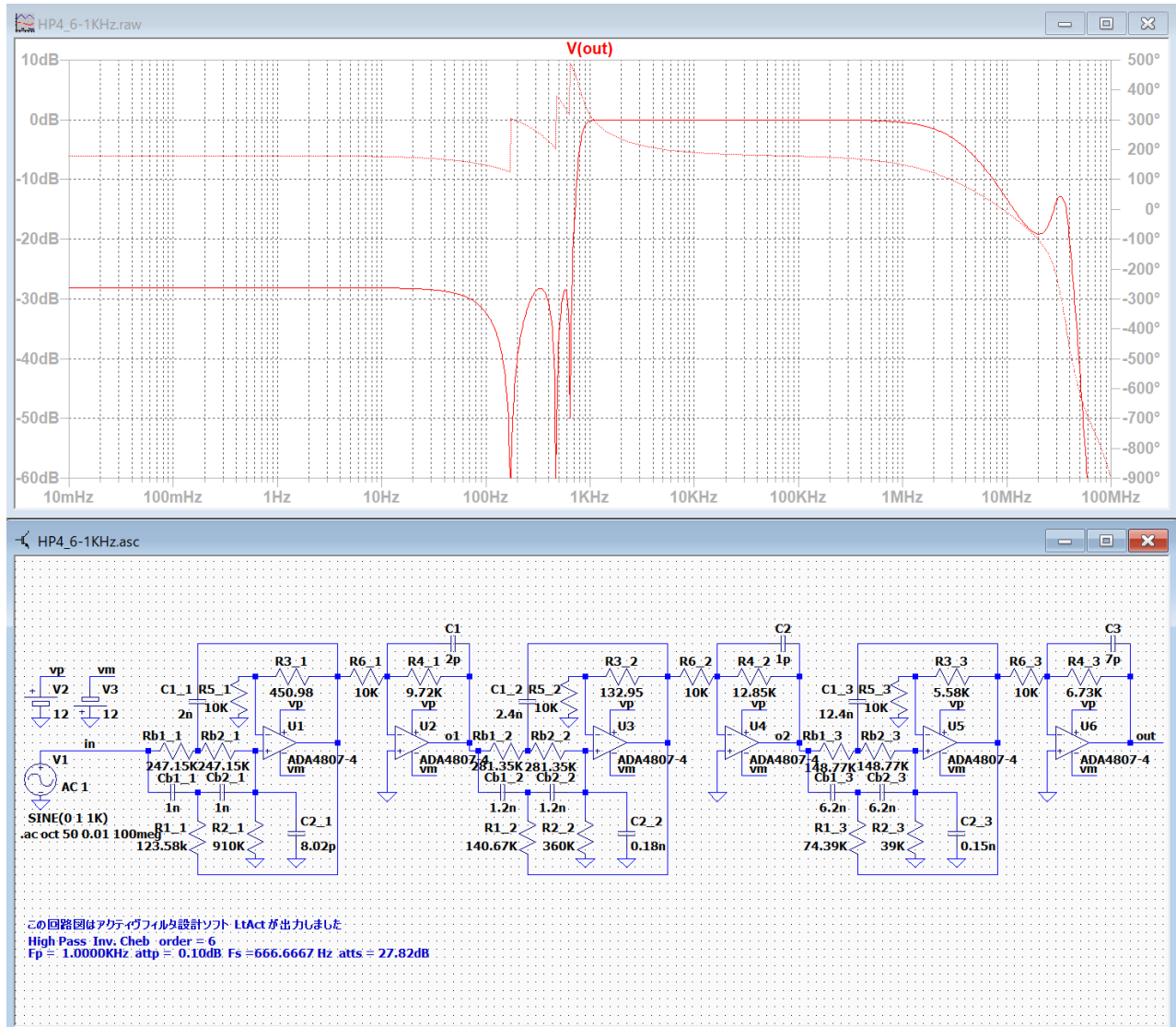
逆チェビシェフ

HP4\_6-1KHz.asc

ハイパス

さらに調整した場合

HP4\_6-1KHz-adj.asc



C1=2p, C2=2p, C3=7p に変更した

1KHz で -0.2dB, 1MHz で -0.44dB, 666Hz 以下で最低減衰量 -28.1dB

20MHz で -20dB, 32MHz で -13dB, 40MHz 以上で -20dB 以下

逆チェビシェフ

HP4\_6-1KHz.asc

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP4\_6-1KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 18:55:31 2021

フィルタ High Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 27.82dB

1 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_1(2 個)= 247.1540K Cb\_1(2 個)= 1.0000n R1\_1 = 123.5770K  
C1\_1 = 2.0000n 誤差=4.09 %

1 R2\_1 = 910.0000K C2\_1 = 8.0160p 誤差 = 2.30 %

1 R3\_1 = 450.9757 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.22 %

1 R4\_1 = 9.7219K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.86 %

2 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_2(2 個)= 281.3488K Cb\_2(2 個)= 1.2000n R1\_2 = 140.6744K  
C1\_2 = 2.4000n 誤差=7.76 %

2 R2\_2 = 360.0000K C2\_2 = 0.1813n 誤差 = 0.74 %

2 R3\_2 = 132.9514 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.22 %

2 R4\_2 = 12.8516K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.15 %

3 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_3(2 個)= 148.7728K Cb\_3(2 個)= 6.2000n R1\_3 = 74.3864K  
C1\_3 = 12.4000n 誤差=3.43 %

3 R2\_3 = 39.0000K C2\_3 = 0.1518n 誤差 = 1.17 %

3 R3\_3 = 5.5770K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.41 %

3 R4\_3 = 6.7340K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.98 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= Cb1\_2 =Cb1\_3=1n

ver.2.10 では、Cb1\_1= 5.6n, Cb1\_2 = 1n, Cb1\_3=1n

ハイパス

HP3\_6-100KHz.asc

ハイパス・逆チェビシェフ 6次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ 遮断特性 Inv. Cheb

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  100 KHz

周波数 $F_c$ における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ High Pass Inv. Cheb 次数=6

 $F_p = 100.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 66.6667\text{KHz}$   $atts = 27.82\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	150.8612K	248.6442G	1.0000	0	163.7061G
		$F_c =$	79.3614K	$Q =$	3.3053 GB 積= 26.2314Meg
2	412.1606K	172.6680G	1.0000	0	87.7298G
		$F_c =$	66.1342K	$Q =$	1.0082 GB 積= 6.6675Meg
3	563.0218K	96.6917G	1.0000	0	11.7536G
		$F_c =$	49.4897K	$Q =$	0.5523 GB 積= 2.7333Meg

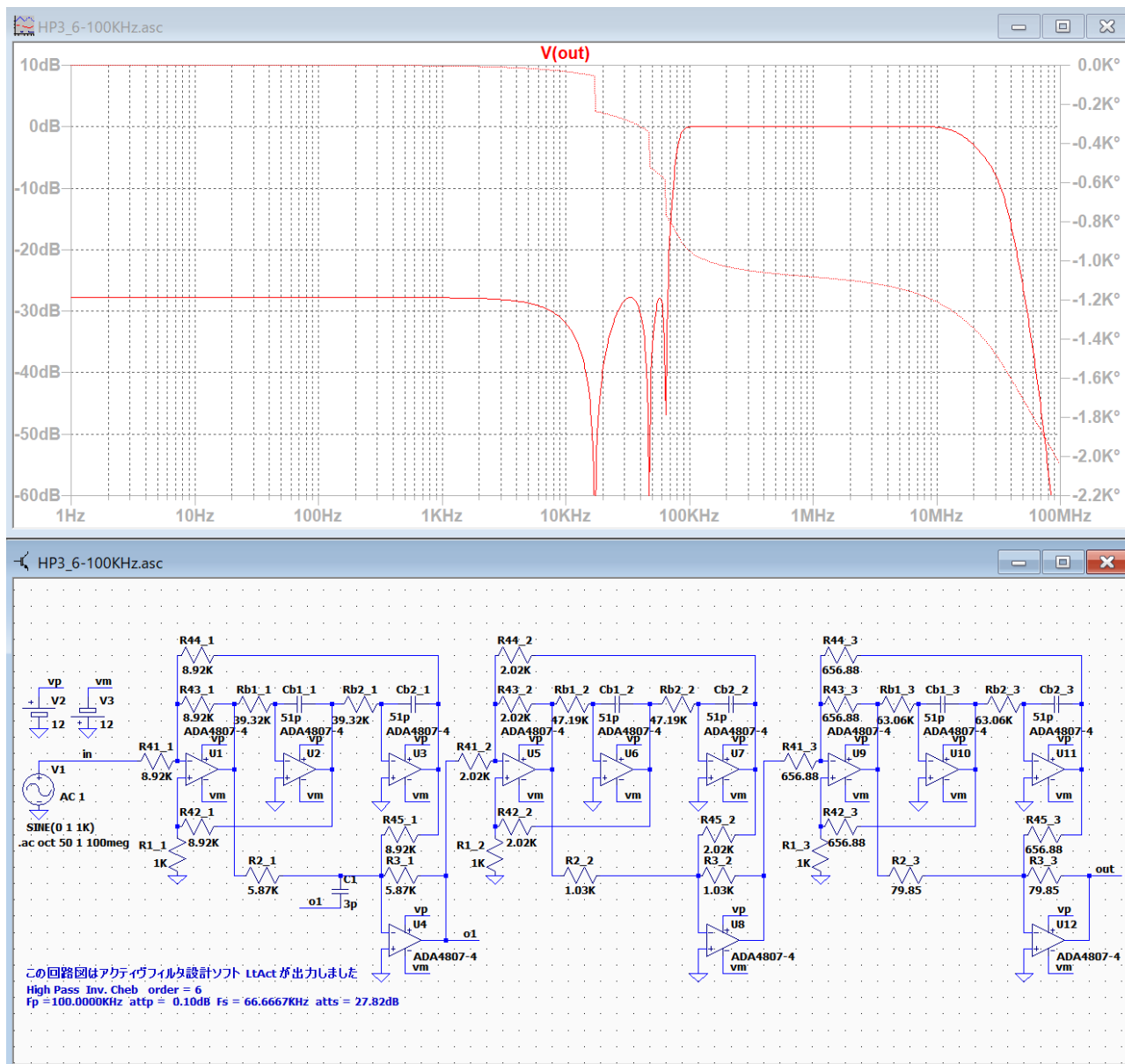
逆チェビシェフ

HP3\_6-100KHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP3\_6-100KHz.asc



100KHz で -0.05dB, 66.6KHz 以下で最低減衰量 -27.7dB

逆チェビシェフ

HP3\_6-100KHz.asc

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP3\_6-100KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 18:58:54 2021

フィルタ High Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp =100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 66.6667KHz atts = 27.82dB

1 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_1(2 個)= 39.3225K Cb\_1(2 個)= 51.0000p 誤差=0.82 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 5.8702K R3\_1 = 5.8702K R4\_1(5 個)= 8.9159K

誤差=6.83 %

2 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_2(2 個)= 47.1872K Cb\_2(2 個)= 51.0000p 誤差=0.40 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 1.0286K R3\_2 = 1.0286K R4\_2(5 個)= 2.0245K

誤差=4.12 %

3 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_3(2 個)= 63.0573K Cb\_3(2 個)= 51.0000p 誤差=1.68 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 79.8483 R3\_3 = 79.8483 R4\_3(5 個)= 656.8787 誤

差=5.19 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= Cb1\_2 =Cb1\_3=50p

ver.2.10 では、 Cb1\_1= 51p, Cb1\_2 =51p, Cb1\_3=51p

特性は同等



ハイパス

HP4\_6-100KHz.asc

ハイパス・逆チェビシェフ 6次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ 遮断特性 Inv. Cheb

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  100 KHz

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アログ High Pass Inv. Cheb 次数=6

 $F_p = 100.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 66.6667\text{KHz}$   $atts = 27.82\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	150.8612K	248.6442G	1.0000	0	163.7061G
		$F_c =$	79.3614K	$Q =$	3.3053 GB 積= 26.2314Meg
2	412.1606K	172.6680G	1.0000	0	87.7298G
		$F_c =$	66.1342K	$Q =$	1.0082 GB 積= 6.6675Meg
3	563.0218K	96.6917G	1.0000	0	11.7536G
		$F_c =$	49.4897K	$Q =$	0.5523 GB 積= 2.7333Meg

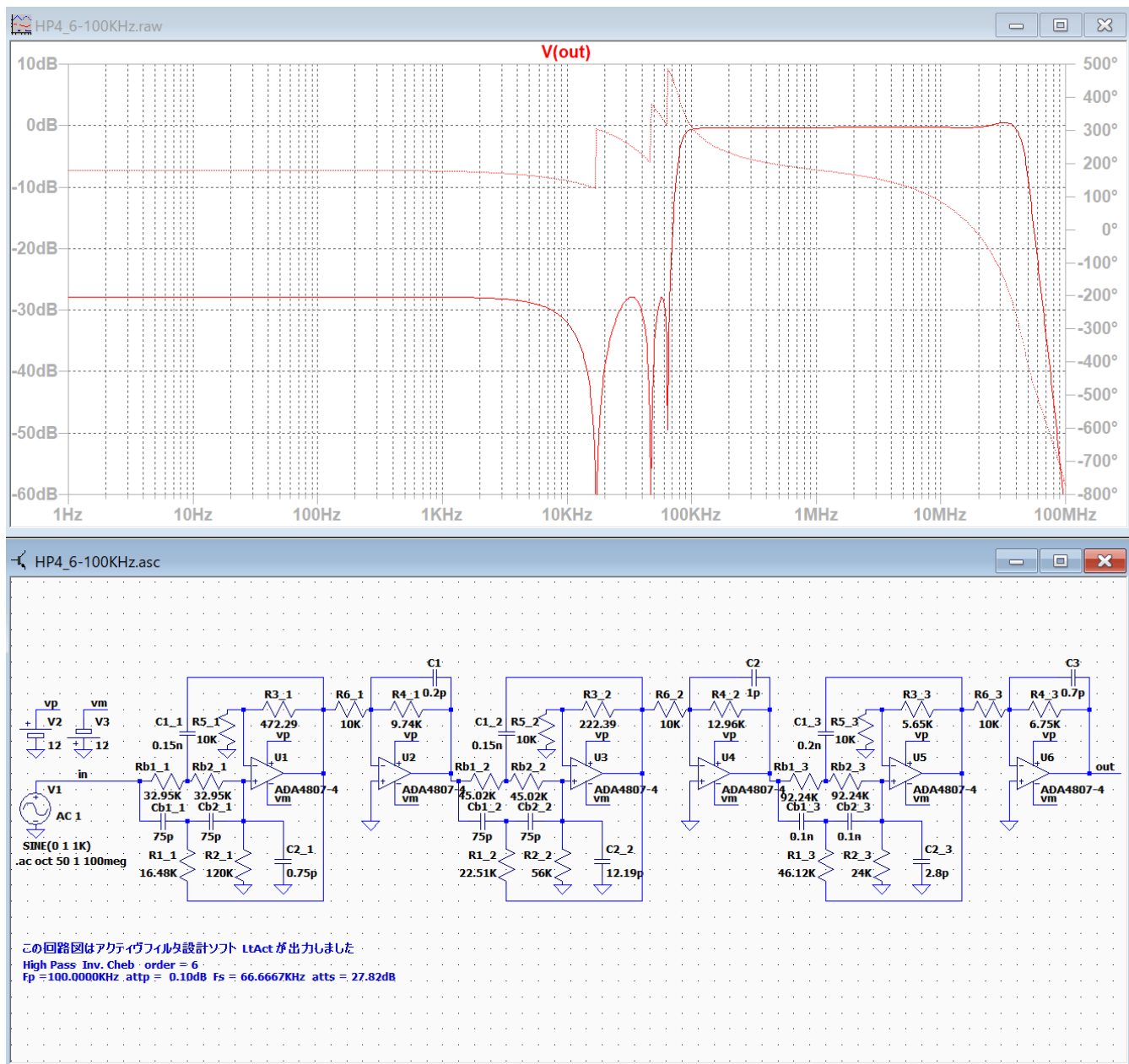
逆チェビシェフ

HP4\_6-100KHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP4\_6-100KHz.asc



100KHz で -0.6dB, 66.6KHz 以下で最低減衰量 -27.9dB

逆チェビシェフ

HP4\_6-100KHz.asc

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP4\_6-100KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 19:00:14 2021

アナログ High Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp = 100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 66.6667KHz atts = 27.82dB

1 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_1(2 個)= 32.9539K Cb\_1(2 個)= 75.0000p R1\_1 = 16.4769K  
C1\_1 = 0.1500n 誤差=2.90 %

1 R2\_1 = 120.0000K C2\_1 = 0.7502p 誤差 = 0.03 %

1 R3\_1 = 472.2947 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.49 %

1 R4\_1 = 9.7400K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.67 %

2 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_2(2 個)= 45.0158K Cb\_2(2 個)= 75.0000p R1\_2 = 22.5079K  
C1\_2 = 0.1500n 誤差=4.95 %

2 R2\_2 = 56.0000K C2\_2 = 12.1850p 誤差 = 1.52 %

2 R3\_2 = 222.3879 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.07 %

2 R4\_2 = 12.9611K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.30 %

3 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_3(2 個)= 92.2391K Cb\_3(2 個)= 0.1000n R1\_3 = 46.1196K  
C1\_3 = 0.2000n 誤差=2.33 %

3 R2\_3 = 24.0000K C2\_3 = 2.7959p 誤差 = 3.43 %

3 R3\_3 = 5.6471K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.83 %

3 R4\_3 = 6.7483K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.77 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= Cb1\_2 =Cb1\_3=75p

ver.2.10 では、Cb1\_1= 75p, Cb1\_2 = 75p, Cb1\_3=0.1n

同等の特性

ハイパス

HP3\_6-1MHz.asc

ハイパス・逆チェビシェフ 6次 1MHz

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アログ High Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667KHz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.5086Meg	24.8644T	1.0000	0	16.3706T
		Fc= 793.6142K	Q= 3.3053	GB 積=262.3137Meg	
2	4.1216Meg	17.2668T	1.0000	0	8.7730T
		Fc= 661.3420K	Q= 1.0082	GB 積= 66.6754Meg	
3	5.6302Meg	9.6692T	1.0000	0	1.1754T
		Fc= 494.8971K	Q= 0.5523	GB 積= 27.3328Meg	

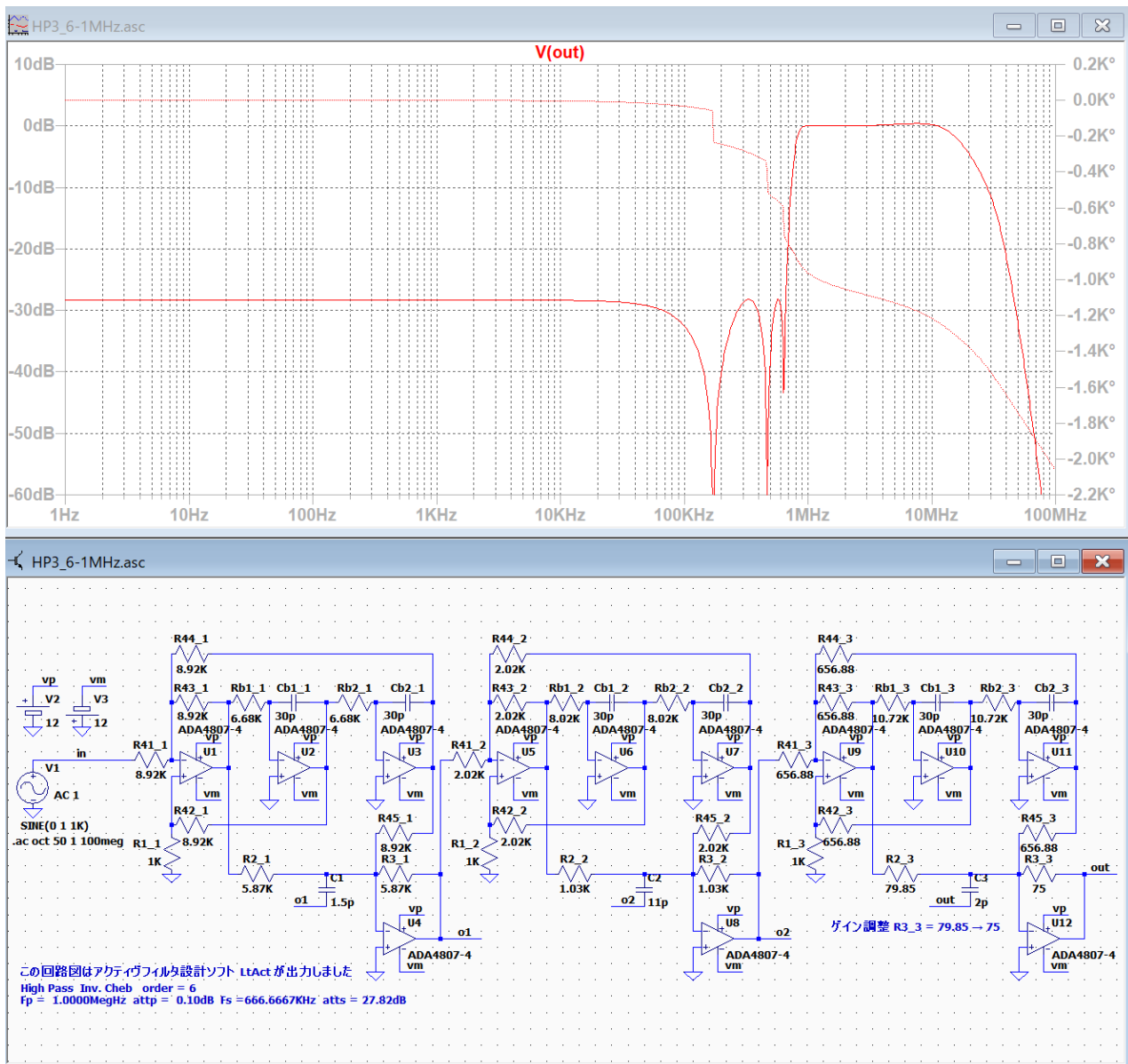
逆チェビシェフ

HP3\_6-1MHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP3\_6-1MHz.asc



1MHz で -0dB, 666.6KHz 以下で最低減衰量 -28.2dB

逆チェビシェフ

HP3\_6-1MHz.asc

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP3\_6-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 19:02:21 2021

アナログ High Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs =666.6667KHz atts = 27.82dB

1 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_1(2 個)= 6.6848K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=1.72 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 5.8702K R3\_1 = 5.8702K R4\_1(5 個)= 8.9159K

誤差=6.83 %

2 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_2(2 個)= 8.0218K Cb\_2(2 個)= 30.0000p 誤差=2.22 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 1.0286K R3\_2 = 1.0286K R4\_2(5 個)= 2.0245K

誤差=4.12 %

3 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_3(2 個)= 10.7197K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=2.61 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 79.8483 R3\_3 = 79.8483 R4\_3(5 個)= 656.8787 誤

差=5.19 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= Cb1\_2 =Cb1\_3=30p

ver.2.10 でも、 Cb1\_1= Cb1\_2 =Cb1\_3=30p

ハイパス

HP4\_6-1MHz.asc

ハイパス・逆チェビシェフ 6次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

遮断特性 Inv. Cheb

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  6

カットオフ周波数  $F_c$  1 Meg

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル attp 0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ High Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs =666.6667KHz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

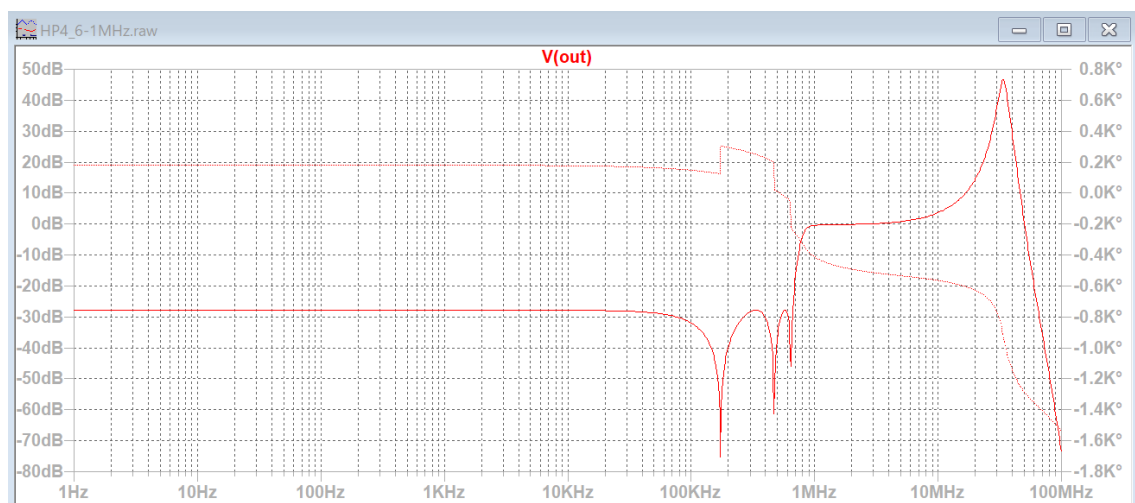
Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.5086Meg	24.8644T	1.0000	0	16.3706T
		Fc= 793.6142K	Q= 3.3053	GB 積=262.3137Meg	
2	4.1216Meg	17.2668T	1.0000	0	8.7730T
		Fc= 661.3420K	Q= 1.0082	GB 積= 66.6754Meg	
3	5.6302Meg	9.6692T	1.0000	0	1.1754T
		Fc= 494.8971K	Q= 0.5523	GB 積= 27.3328Meg	

V(out)を確認する。(ver.1.45 の例)



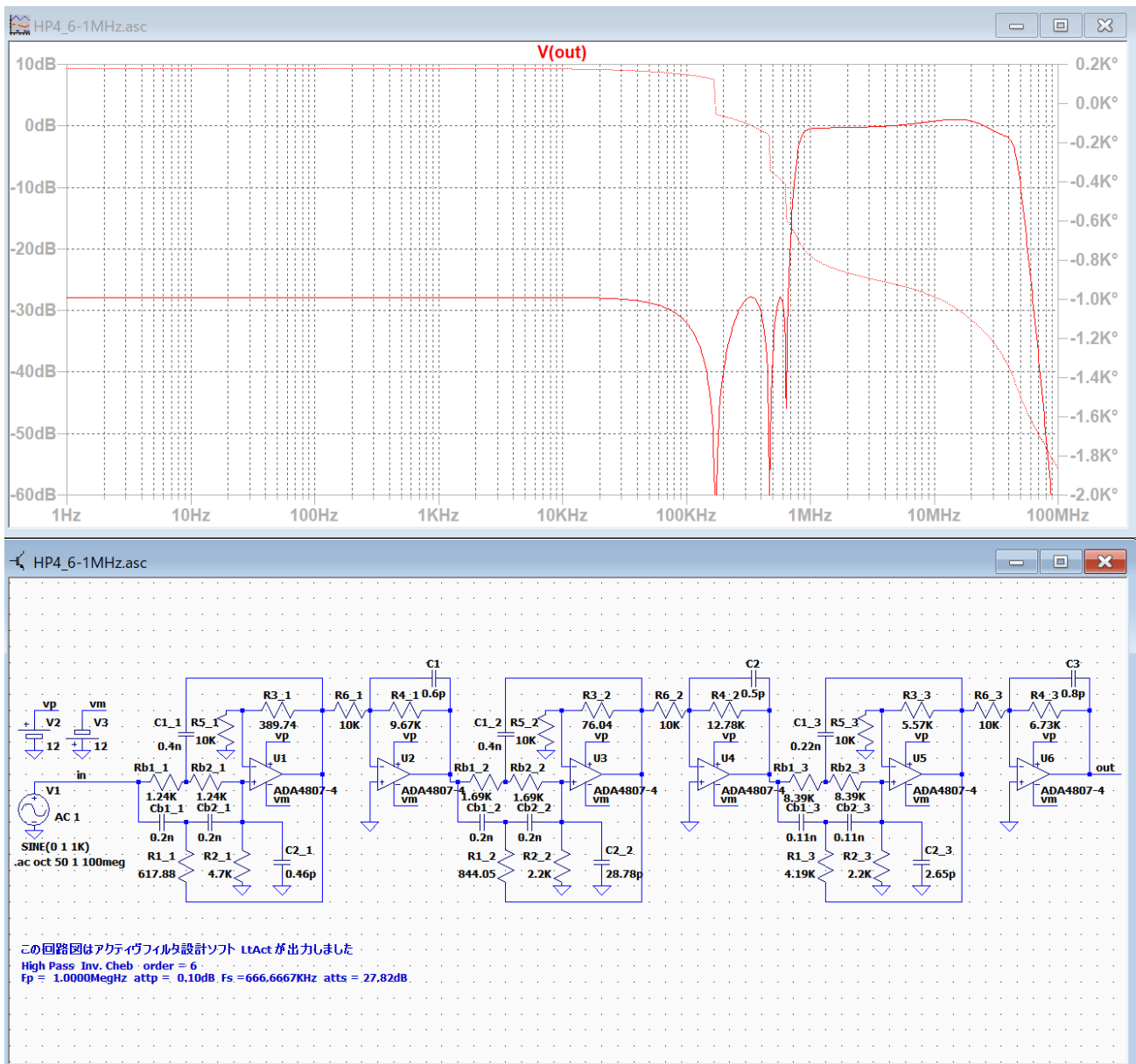
逆チェビシェフ

HP4\_6-1MHz.asc

ハイパス

30MHz 付近にピークがあるので、U2, U4, U6 の R4\_?に順に C?を並列接続してピークを抑制する。

完成した回路図



1MHz で -0.5dB, 666.6KHz 以下で最低減衰量 -27.8dB

逆チェビシェフ

HP4\_6-1MHz.asc



ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP4\_6-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 19:03:34 2021

フィルタ High Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs =666.6667KHz atts = 27.82dB

1 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_1(2 個)= 1.2358K Cb\_1(2 個)= 0.2000n R1\_1 = 617.8850  
C1\_1 = 0.4000n 誤差=3.84 %

1 R2\_1 = 4.7000K C2\_1 = 0.4618p 誤差 = 1.78 %

1 R3\_1 = 389.7402 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.07 %

1 R4\_1 = 9.6693K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.42 %

2 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_2(2 個)= 1.6881K Cb\_2(2 個)= 0.2000n R1\_2 = 844.0465  
C1\_2 = 0.4000n 誤差=6.45 %

2 R2\_2 = 2.2000K C2\_2 = 28.7805p 誤差 = 4.24 %

2 R3\_2 = 76.0372 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.36 %

2 R4\_2 = 12.7809K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.71 %

3 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_3(2 個)= 8.3854K Cb\_3(2 個)= 0.1100n R1\_3 = 4.1927K  
C1\_3 = 0.2200n 誤差=3.38 %

3 R2\_3 = 2.2000K C2\_3 = 2.6507p 誤差 = 1.86 %

3 R3\_3 = 5.5693K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.55 %

3 R4\_3 = 6.7325K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.00 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= Cb1\_2 =Cb1\_3=200p

ver.2.10 では、Cb1\_1= Cb1\_2 =200p , Cb1\_3=110p

ハイパス

楕円関数

HP3\_6-1KHz.asc

ハイパス・楕円関数 6次 1KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ハイパスフィルタ	遮断特性	Elliptic
設計するフィルタの次数 m(<=58)	3		
カットオフ周波数 Fc	1	KHz	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fc/Fs	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アログ High Pass Elliptic 次数=6

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 57.77dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	919.7602	35.9460Meg	2.5616	0	3.9155Meg
		Fc=	954.2128	Q =	6.5185 GB 積=622.0076K
2	4.3903K	49.7224Meg	0.5388	0	5.4161Meg
		Fc=	1.1223K	Q =	1.6062 GB 積=180.2532K
3	17.0147K	109.5734Meg	0.7163	0	11.9355Meg
		Fc=	1.6660K	Q =	0.6152 GB 積=102.4944K

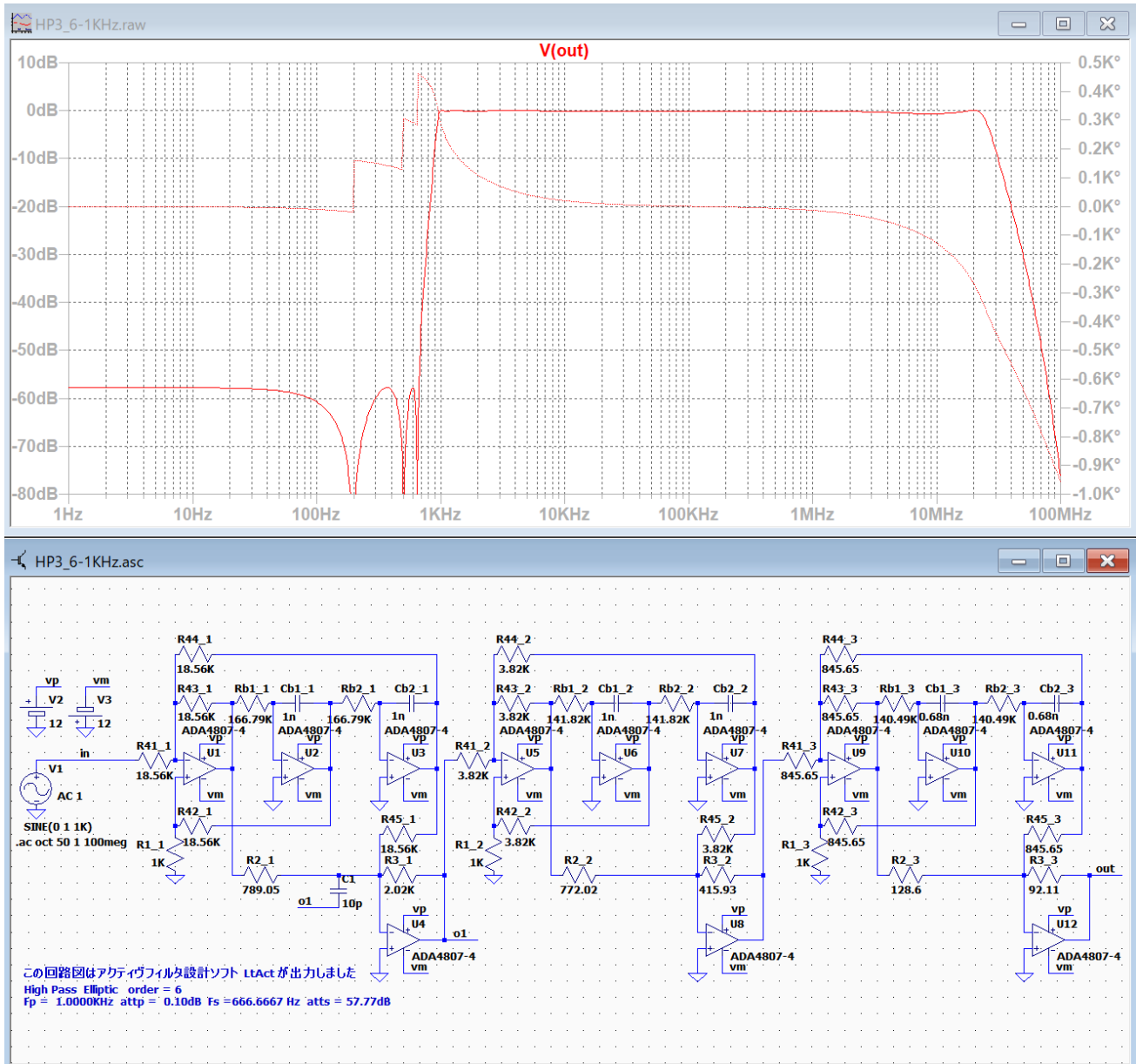
楕円関数

HP3\_6-1KHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP3\_6-1KHz.asc



1KHz で -0.1dB, 666.6KHz 以下で最低減衰量 -57.8dB

第 1 ブロックに C1 を追加して 20MHz 付近のピークを抑制した。

楕円関数

HP3\_6-1KHz.asc

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP3\_6-1KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 19:06:00 2021

フィルタ High Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 57.77dB

1 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_1(2 個)=166.7919K Cb\_1(2 個)= 1.0000n 誤差=4.07 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 789.0548 R3\_1 = 2.0212K R4\_1(5 個)= 18.5556K 誤差=5.04 %

2 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_2(2 個)=141.8156K Cb\_2(2 個)= 1.0000n 誤差=5.77 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 772.0206 R3\_2 = 415.9339 R4\_2(5 個)= 3.8185K 誤差=4.91 %

3 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_3(2 個)=140.4878K Cb\_3(2 個)= 0.6800n 誤差=6.77 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 128.5956 R3\_3 = 92.1141 R4\_3(5 個)= 845.6476 誤差=3.44 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= Cb1\_2 =Cb1\_3=1n

ver.2.10 では、 Cb1\_1= Cb1\_2 =1n, Cb1\_3= 0.68n

ハイパス

HP4\_6-1KHz.asc

ハイパス・楕円関数 6次 1KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  1 KHz

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ High Pass Elliptic 次数=6

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =666.6667 Hz atts = 57.77dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	919.7602	35.9460Meg	2.5616	0	3.9155Meg
		Fc= 954.2128	Q = 6.5185	GB 積=622.0076K	
2	4.3903K	49.7224Meg	0.5388	0	5.4161Meg
		Fc= 1.1223K	Q = 1.6062	GB 積=180.2532K	
3	17.0147K	109.5734Meg	0.7163	0	11.9355Meg
		Fc= 1.6660K	Q = 0.6152	GB 積=102.4944K	

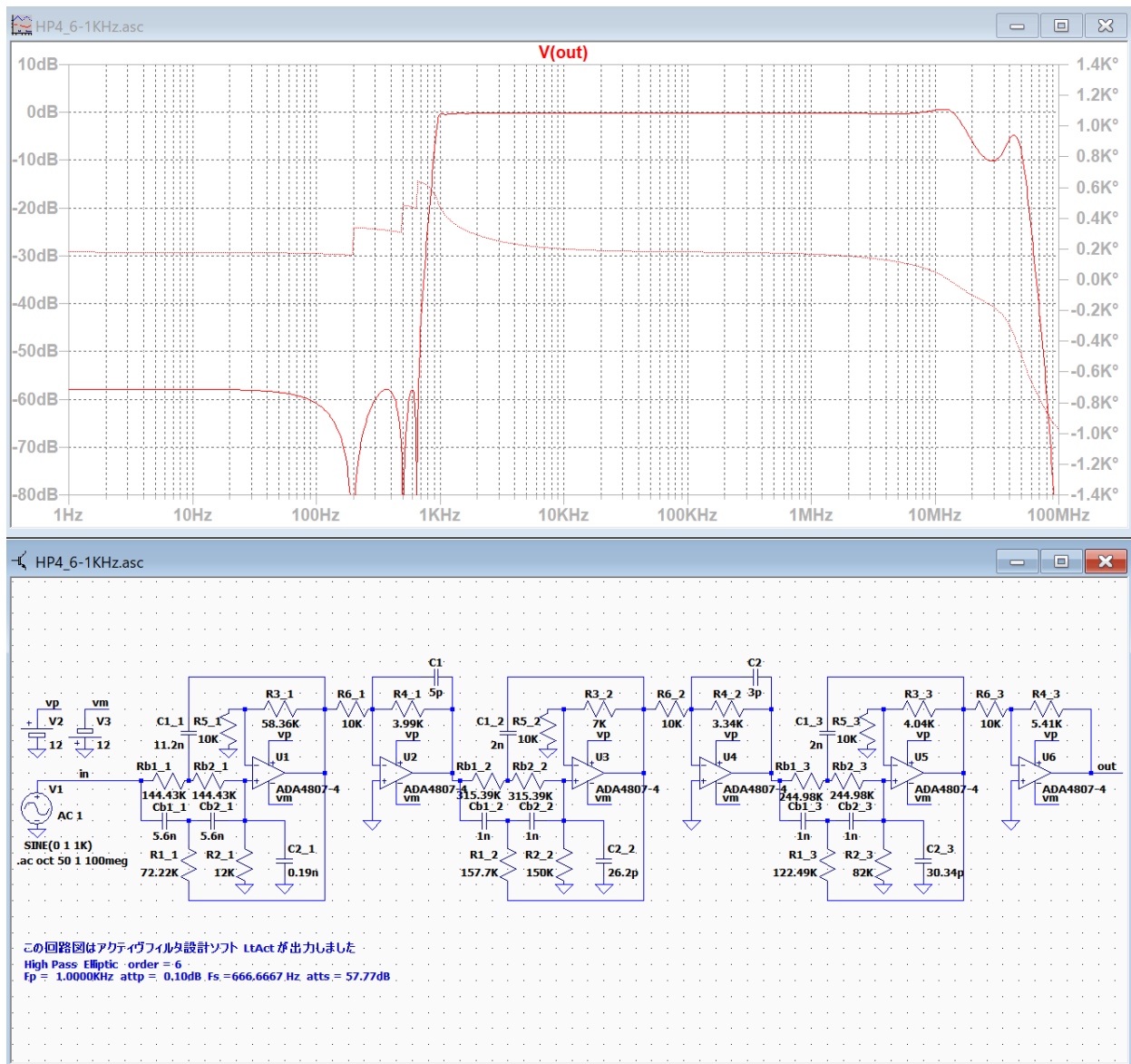
楕円関数

HP4\_6-1KHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP4\_6-1KHz.asc



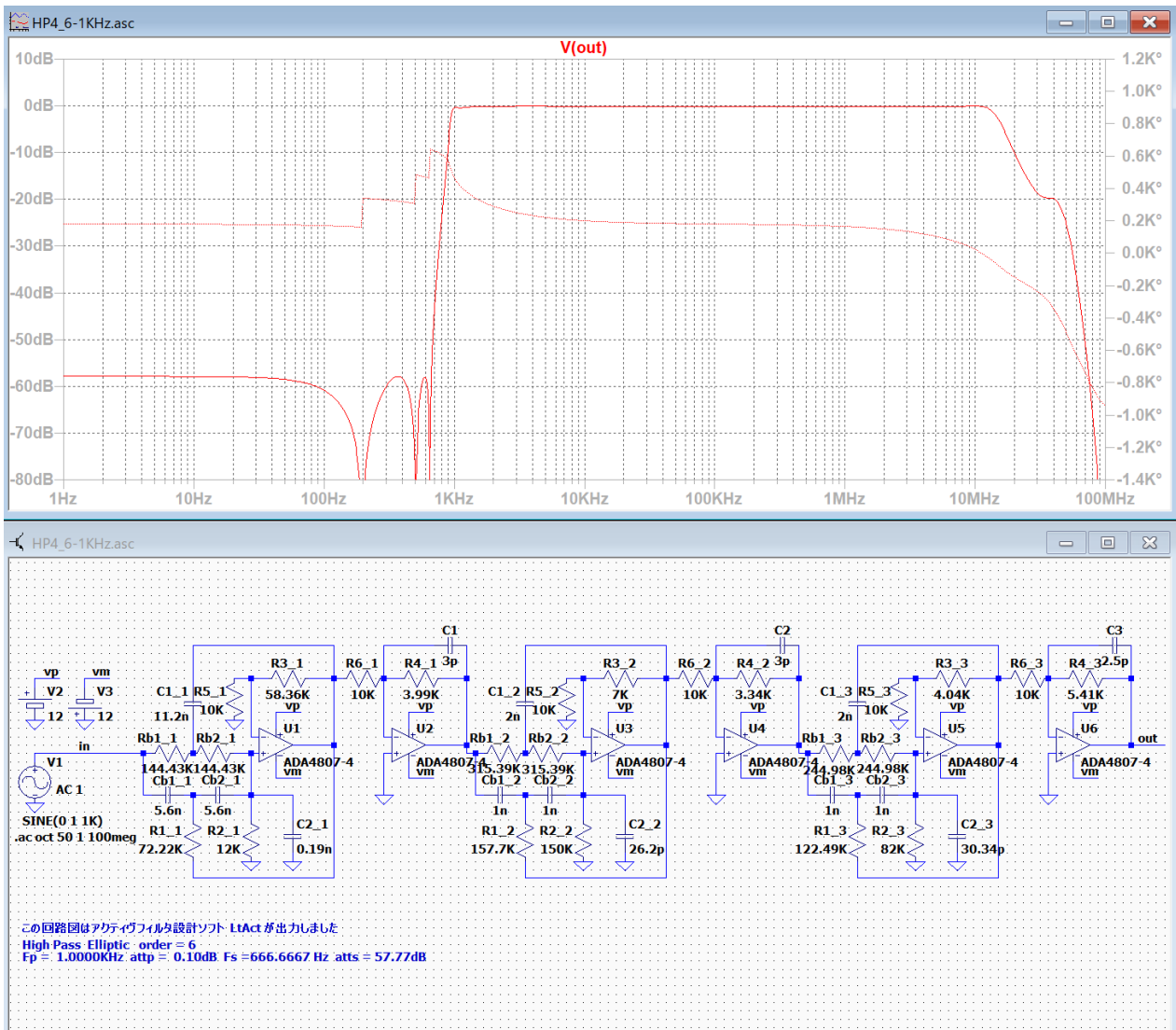
1KHz で -0.5dB, 666.6KHz 以下で最低減衰量 -57.8dB

楕円関数

HP4\_6-1KHz.asc

ハイパス

さらに調整した場合



20MHz 以上で減衰量が単調に増加するようになった。

U6 に  $C3 = 2.5p$  を追加して、 $C1=5p$  から  $3p$  に変更した

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP4\_6-1KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 19:06:57 2021

アナログ High Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 57.77dB

1 (et2) 「HP4-0-0」 Rb\_1(2 個)= 144.4346K Cb\_1(2 個)= 5.6000n R1\_1 = 72.2173K  
C1\_1 = 11.2000n 誤差=5.73 %

1 R2\_1 = 12.0000K C2\_1 = 0.1853n 誤差 = 2.85 %

1 R3\_1 = 58.3636K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.05 %

1 R4\_1 = 3.9949K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.38 %

2 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_2(2 個)= 315.3940K Cb\_2(2 個)= 1.0000n R1\_2 = 157.6970K  
C1\_2 = 2.0000n 誤差=4.86 %

2 R2\_2 = 150.0000K C2\_2 = 26.2025p 誤差 = 3.04 %

2 R3\_2 = 7.0011K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.87 %

2 R4\_2 = 3.3350K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.05 %

3 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_3(2 個)= 244.9792K Cb\_3(2 個)= 1.0000n R1\_3 = 122.4896K  
C1\_3 = 2.0000n 誤差=2.87 %

3 R2\_3 = 82.0000K C2\_3 = 30.3435p 誤差 = 1.13 %

3 R3\_3 = 4.0364K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.38 %

3 R4\_3 = 5.4129K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.46 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= Cb1\_2 =Cb1\_3=1n

ver.2.10 では、Cb1\_1= 5.6n, Cb1\_2 = Cb1\_3= 1n



ハイパス

HP3\_6-100KHz.asc

ハイパス・楕円関数 6次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  100 KHz

周波数 $F_c$ における減衰量又はリップル  $att_p$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Elliptic 次数=6

 $F_p = 100.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 66.6667\text{KHz}$   $atts = 57.77\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	91.9760K	359.4596G	2.5616	0	39.1549G
		$F_c =$	95.4213K	$Q =$	6.5185 GB 積= 62.2008Meg
2	439.0251K	497.2241G	0.5388	0	54.1612G
		$F_c =$	112.2267K	$Q =$	1.6062 GB 積= 18.0253Meg
3	1.7015Meg	1.0957T	0.7163	0	119.3552G
		$F_c =$	166.5991K	$Q =$	0.6152 GB 積= 10.2494Meg

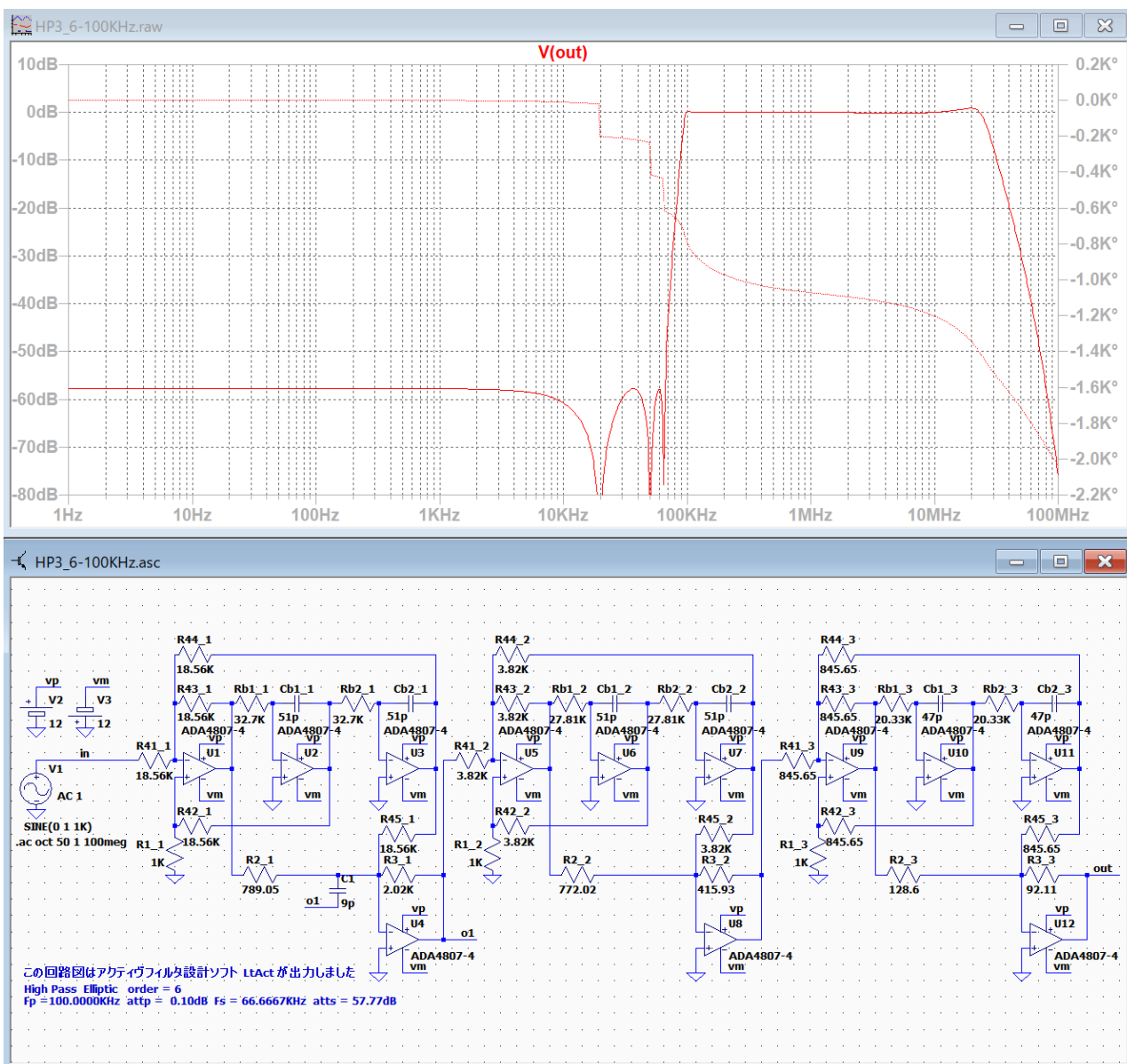
楕円関数

HP3\_6-100KHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP3\_6-100KHz.asc



100KHz で 0.1dB, 66.6KHz 以下で最低減衰量 -57.8dB

楕円関数

HP3\_6-100KHz.asc

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP3\_6-100KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 19:08:07 2021

フィルタ High Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 66.6667KHz atts = 57.77dB

1 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_1(2 個)= 32.7043K Cb\_1(2 個)= 51.0000p 誤差=0.90 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 789.0548 R3\_1 = 2.0212K R4\_1(5 個)= 18.5556K 誤差=5.04 %

2 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_2(2 個)= 27.8070K Cb\_2(2 個)= 51.0000p 誤差=2.90 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 772.0206 R3\_2 = 415.9339 R4\_2(5 個)= 3.8185K 誤差=4.91 %

3 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_3(2 個)= 20.3259K Cb\_3(2 個)= 47.0000p 誤差=1.60 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 128.5956 R3\_3 = 92.1141 R4\_3(5 個)= 845.6476 誤差=3.44 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= Cb1\_2 =Cb1\_3=51p

ver.2.10 では、Cb1\_1= Cb1\_2 = 51p, Cb1\_3=47p

ハイパス

HP4\_6-100KHz.asc

ハイパス・楕円関数 6次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  100 KHz

周波数 $F_c$ における減衰量又はリップル  $att_p$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Elliptic 次数=6

 $F_p = 100.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 66.6667\text{KHz}$   $atts = 57.77\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	91.9760K	359.4596G	2.5616	0	39.1549G
		$F_c =$	95.4213K	$Q =$	6.5185 GB 積= 62.2008Meg
2	439.0251K	497.2241G	0.5388	0	54.1612G
		$F_c =$	112.2267K	$Q =$	1.6062 GB 積= 18.0253Meg
3	1.7015Meg	1.0957T	0.7163	0	119.3552G
		$F_c =$	166.5991K	$Q =$	0.6152 GB 積= 10.2494Meg

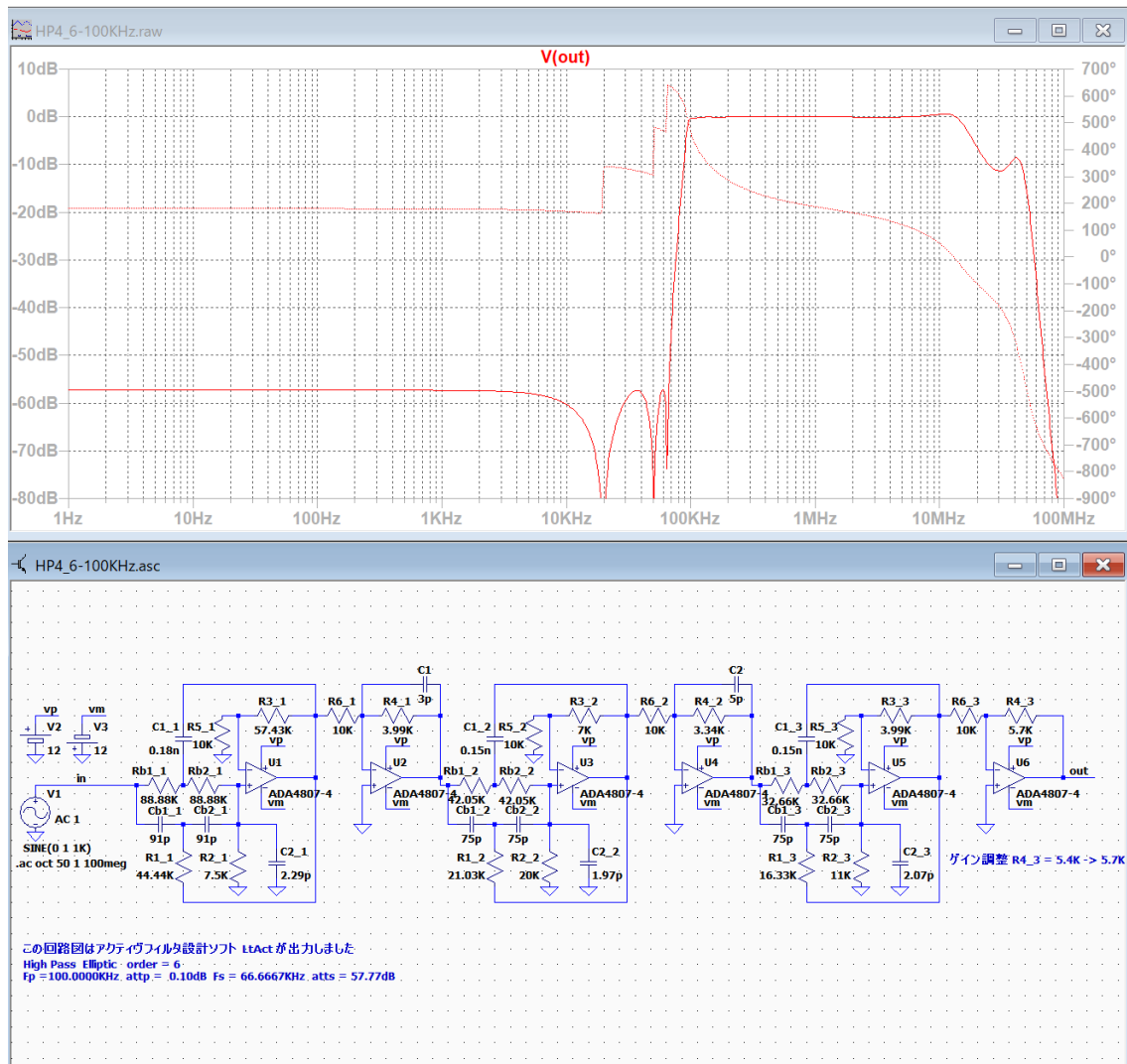
楕円関数

HP4\_6-100KHz.asc

ハイパス

完成した回路図

HP4\_6-100KHz.asc



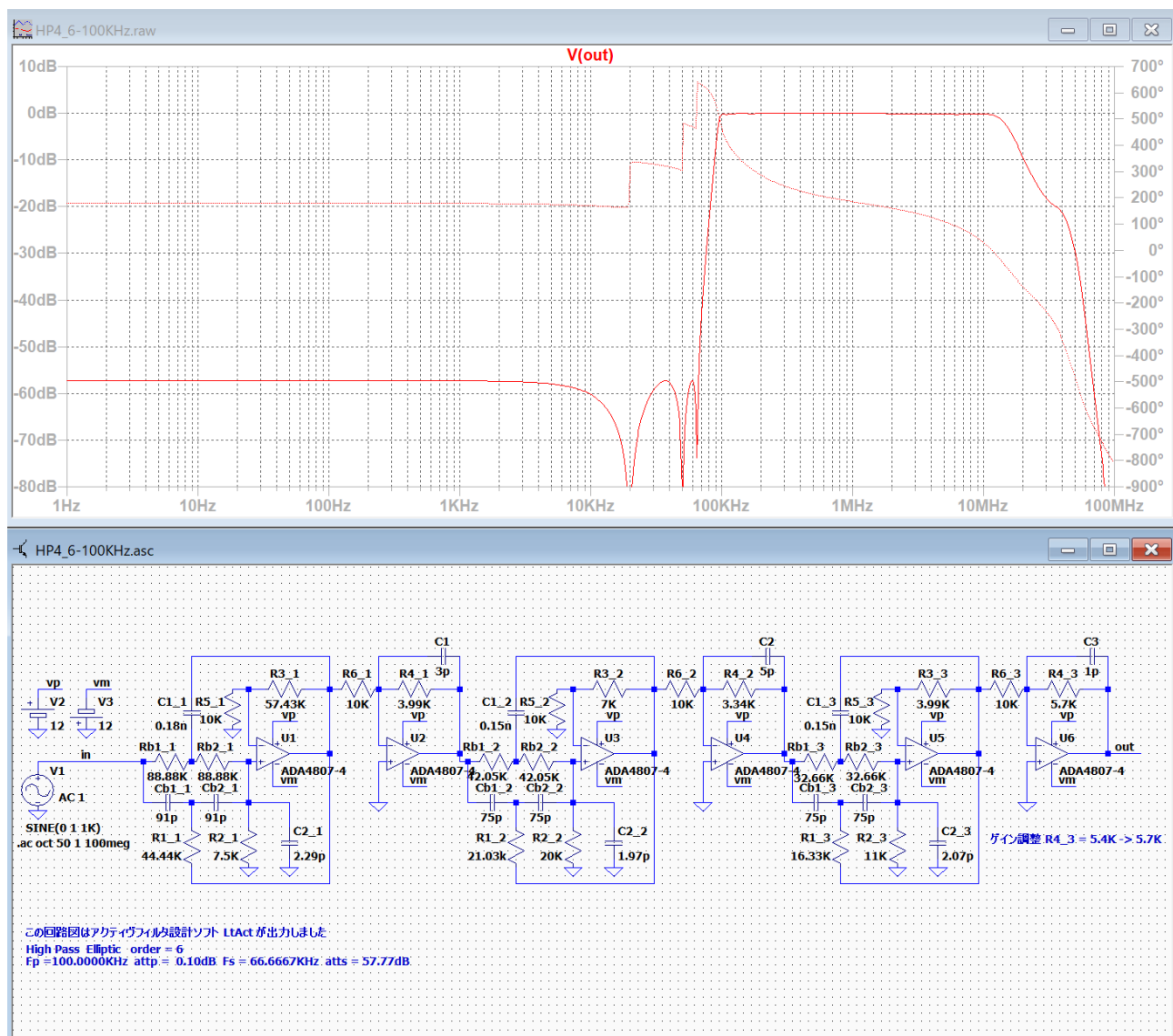
100KHz で -0.27dB, 66.6KHz 以下で最低減衰量 -57.3dB

楕円関数

HP4\_6-100KHz.asc

ハイパス

さらに調整した場合



20MHz 以上が単調に減衰するようになった。

U6 に C3 = 1p を追加した

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP4\_6-100KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 19:09:21 2021

アナログ High Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp = 100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 66.6667KHz atts = 57.77dB

1 (et2) 「HP4-1-0」 Rb\_1(2 個)= 88.8828K Cb\_1(2 個)= 91.0000p R1\_1 = 44.4414K  
C1\_1 = 0.1820n 誤差=4.17 %

1 R2\_1 = 7.5000K C2\_1 = 2.2944p 誤差 = 4.11 %

1 R3\_1 = 57.4277K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.49 %

1 R4\_1 = 3.9905K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.27 %

2 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_2(2 個)= 42.0525K Cb\_2(2 個)= 75.0000p R1\_2 = 21.0263K  
C1\_2 = 0.1500n 誤差=5.15 %

2 R2\_2 = 20.0000K C2\_2 = 1.9652p 誤差 = 1.77 %

2 R3\_2 = 7.0011K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.87 %

2 R4\_2 = 3.3350K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.05 %

3 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_3(2 個)= 32.6639K Cb\_3(2 個)= 75.0000p R1\_3 = 16.3319K  
C1\_3 = 0.1500n 誤差=2.28 %

3 R2\_3 = 11.0000K C2\_3 = 2.0693p 誤差 = 3.35 %

3 R3\_3 = 3.9895K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.24 %

3 R4\_3 = 5.4029K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.65 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= Cb1\_2 =Cb1\_3=75p

ver.2.10 では、Cb1\_1= 91p, Cb1\_2 = Cb1\_3= 75p

ハイパス

HP3\_6-1MHz.asc

ハイパス・楕円関数 6次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  3

カットオフ周波数  $F_c$  1 Meg

周波数  $F_c$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アログ High Pass Elliptic 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667KHz atts = 57.77dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	919.7602K	35.9460T	2.5616	0	3.9155T
		Fc= 954.2128K	Q = 6.5185	GB 積=622.0076Meg	
2	4.3903Meg	49.7224T	0.5388	0	5.4161T
		Fc= 1.1223Meg	Q = 1.6062	GB 積=180.2532Meg	
3	17.0147Meg	109.5734T	0.7163	0	11.9355T
		Fc= 1.6660Meg	Q = 0.6152	GB 積=102.4944Meg	

楕円関数

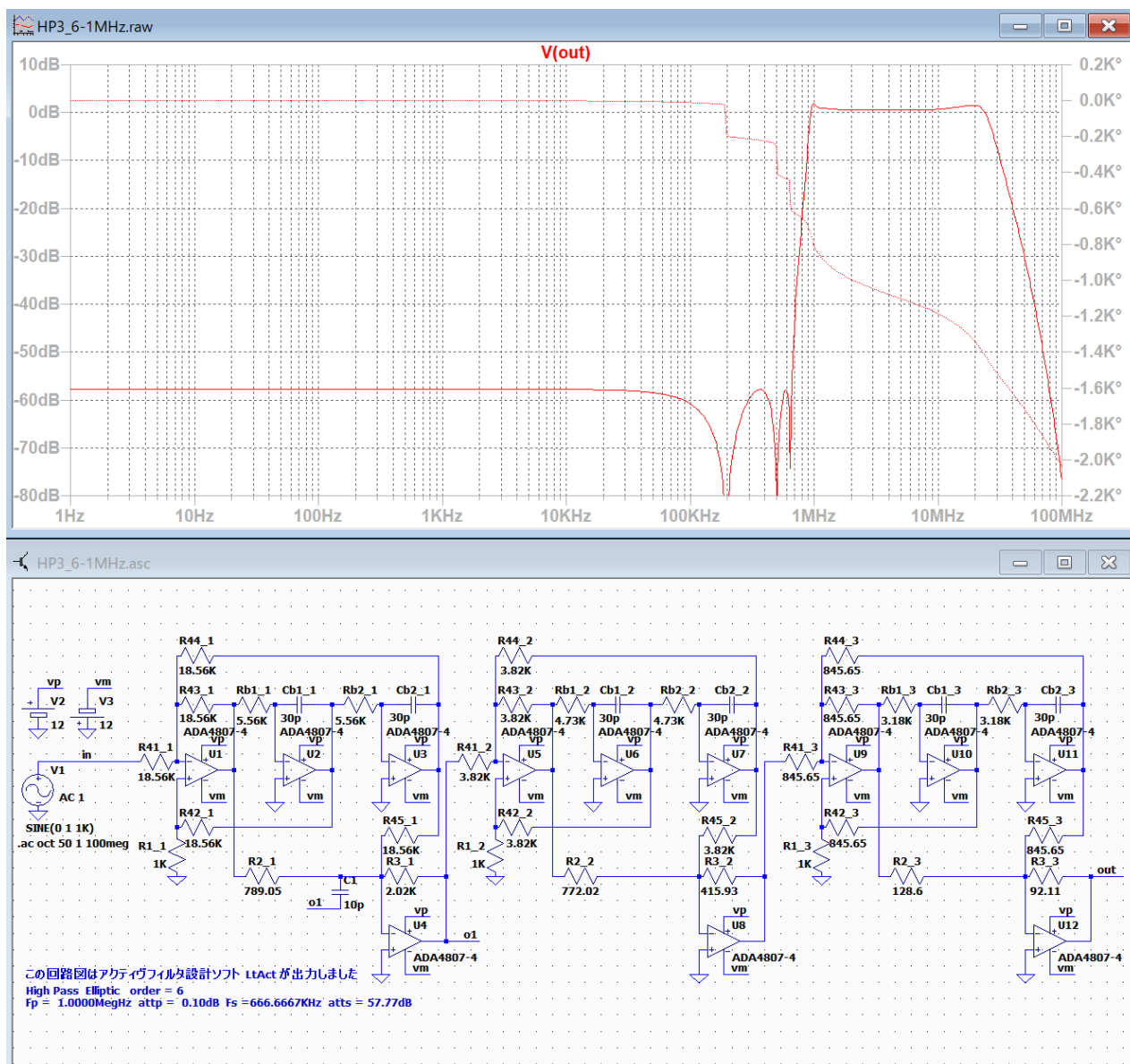
HP3\_6-1MHz.asc



ハイパス

完成した回路

HP3\_6-1MHz.asc



1MHz で 1.8dB, 666KHz 以下で最低減衰量 -57.8dB

楕円関数

HP3\_6-1MHz.asc

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP3\_6-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 19:11:10 2021

アナログ High Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs =666.6667KHz atts = 57.77dB

1 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 5.5597K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=0.72 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 789.0548 R3\_1 = 2.0212K R4\_1(5 個)= 18.5556K 誤差=5.04 %

2 (et1) 「HP3-3-1」 Rb\_2(2 個)= 4.7272K Cb\_2(2 個)= 30.0000p 誤差=0.58 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 772.0206 R3\_2 = 415.9339 R4\_2(5 個)= 3.8185K 誤差=4.91 %

3 (et1) 「HP3-3-2」 Rb\_3(2 個)= 3.1844K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=3.63 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 128.5956 R3\_3 = 92.1141 R4\_3(5 個)= 845.6476 誤差=3.44 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= 27n, Cb1\_2 = 3n, Cb1\_3=2n

ver.2.10 では、Cb1\_1= Cb1\_2 = Cb1\_3= 30p

ハイパス

HP4\_6-1MHz.asc

ハイパス・楕円関数 6次 1MHz

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ` High Pass Elliptic 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs =666.6667KHz atts = 57.77dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

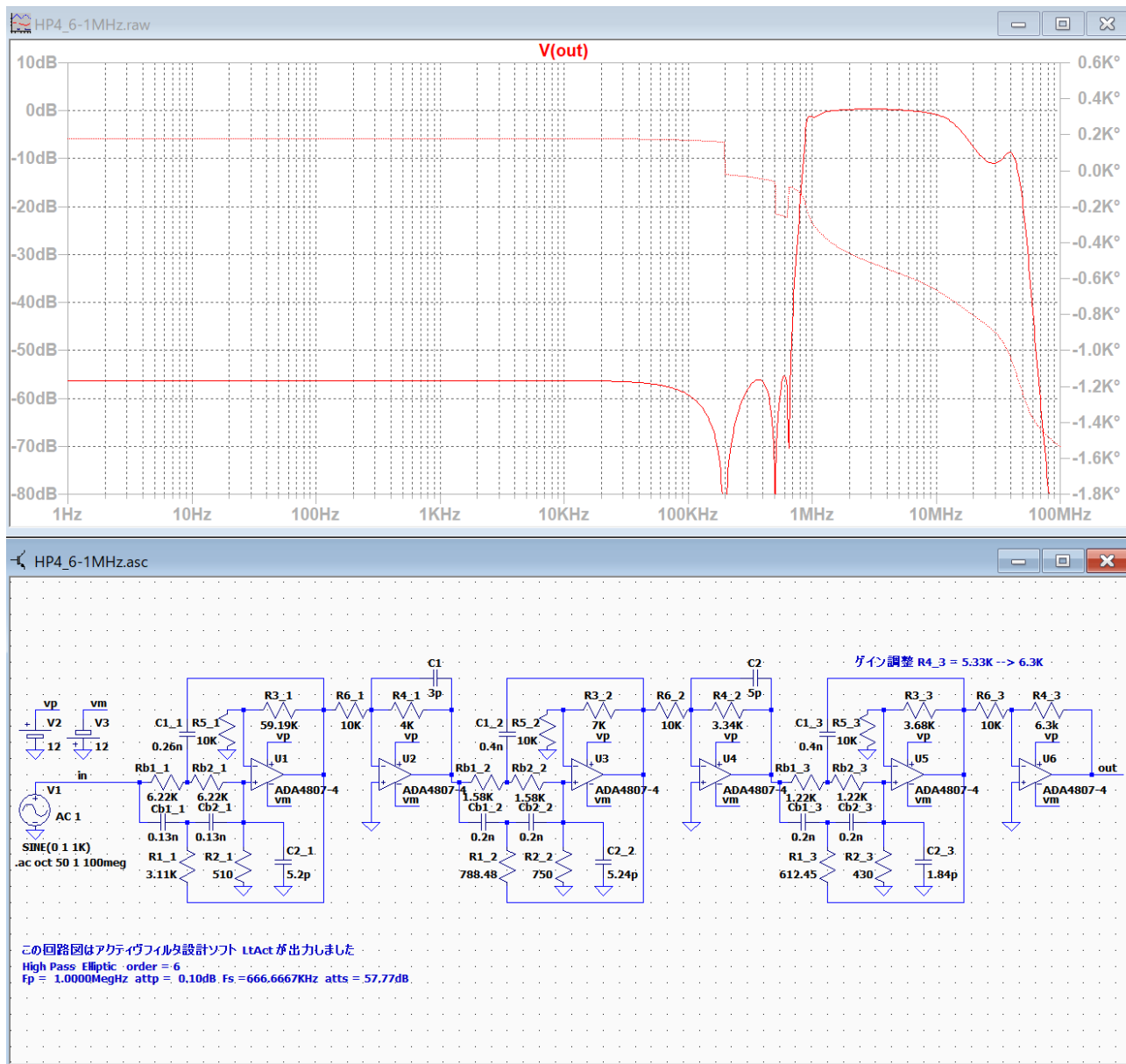
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	919.7602K	35.9460T	2.5616	0	3.9155T
		Fc= 954.2128K	Q = 6.5185	GB 積=622.0076Meg	
2	4.3903Meg	49.7224T	0.5388	0	5.4161T
		Fc= 1.1223Meg	Q = 1.6062	GB 積=180.2532Meg	
3	17.0147Meg	109.5734T	0.7163	0	11.9355T
		Fc= 1.6660Meg	Q = 0.6152	GB 積=102.4944Meg	

V(out)を確認して、ピークがあれば U2, U4, U6 の R4\_?に順に C?を並列接続してピークを抑制する。

ハイパス

完成した回路図

HP4\_6-1MHz.asc



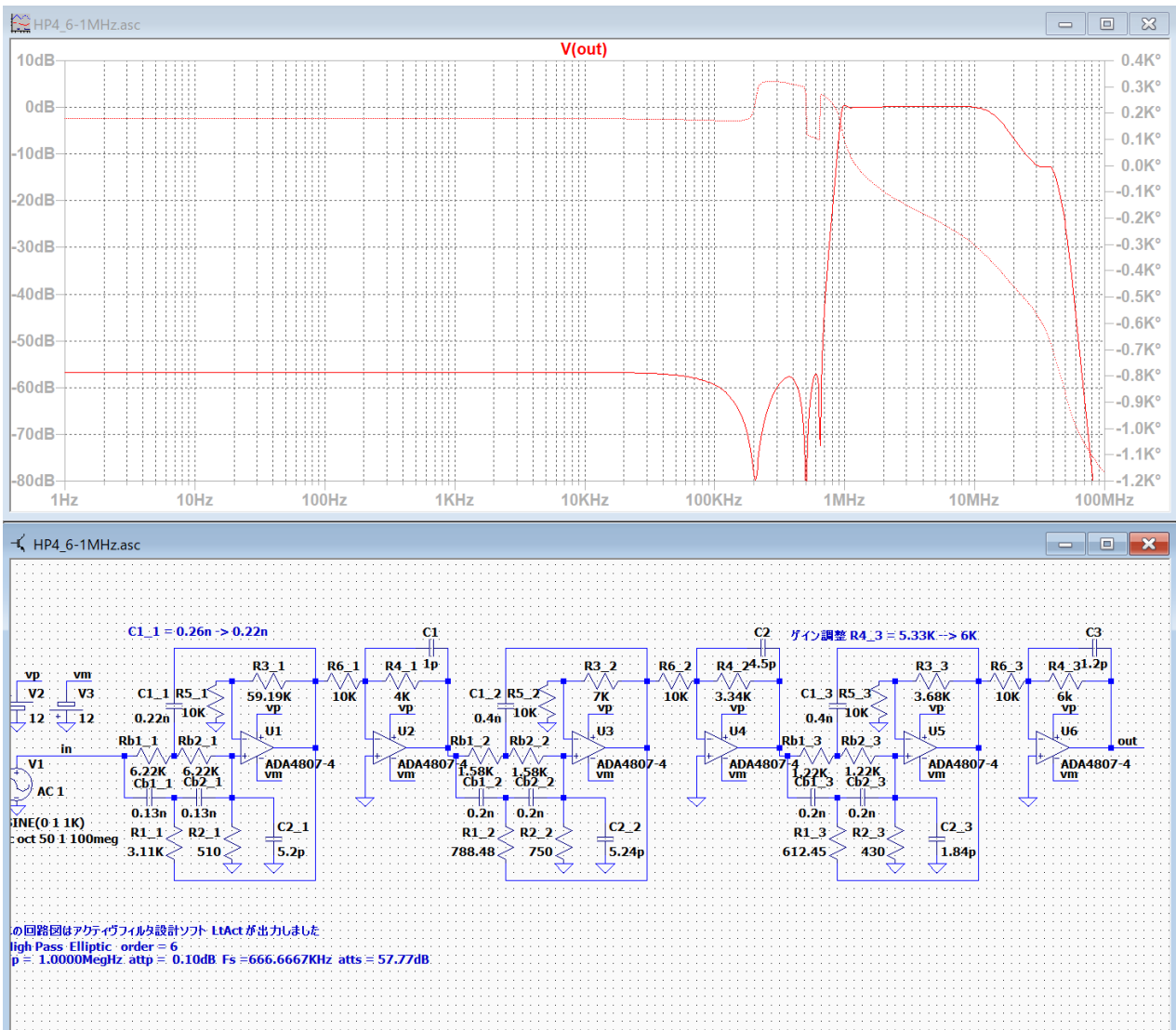
1MHz で -1.4dB, 666KHz 以下で最低減衰量 -55.4dB

楕円関数

HP4\_6-1MHz.asc

ハイパス

さらに調整した場合



1MHz で 0.33dB, 10MHz で 0dB, 666KHz 以下で最低減衰量 -55.4dB

C1\_1 = 0.26n を 0.22n に変更 ゲイン調整 R4\_3 = 5.33K --&gt; 6K に変更

C1 = 3p を 1p に変更、C2=5p を 4.5p に変更 U6 に C3=1.2p を追加

1MHz のゲインを調整するために、C1\_1 = 0.26n を 0.22n に変更した

ハイパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP4\_6-1MHz.asc 作成日時 Tue Jan 12 19:12:09 2021

アナログ High Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667KHz atts = 57.77dB

1 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_1(2 個)= 6.2218K Cb\_1(2 個)= 0.1300n R1\_1 = 3.1109K  
C1\_1 = 0.2600n 誤差=5.26 %

1 R2\_1 = 510.0000 C2\_1 = 5.2045p 誤差 = 2.01 %

1 R3\_1 = 59.1894K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.75 %

1 R4\_1 = 3.9987K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.47 %

2 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_2(2 個)= 1.5770K Cb\_2(2 個)= 0.2000n R1\_2 = 788.4850  
C1\_2 = 0.4000n 誤差=4.94 %

2 R2\_2 = 750.0000 C2\_2 = 5.2405p 誤差 = 2.68 %

2 R3\_2 = 7.0011K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.87 %

2 R4\_2 = 3.3350K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.05 %

3 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_3(2 個)= 1.2249K Cb\_3(2 個)= 0.2000n R1\_3 = 612.4479  
C1\_3 = 0.4000n 誤差=3.45 %

3 R2\_3 = 430.0000 C2\_3 = 1.8426p 誤差 = 2.31 %

3 R3\_3 = 3.6764K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.08 %

3 R4\_3 = 5.3341K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 4.39 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= Cb1\_2 = Cb1\_3= 200p

ver.2.10 では、Cb1\_1= 130p, Cb1\_2 = Cb1\_3= 200p

## バンドパス

## バンドパス

## 基本回路 BP1 のコンデンサ値

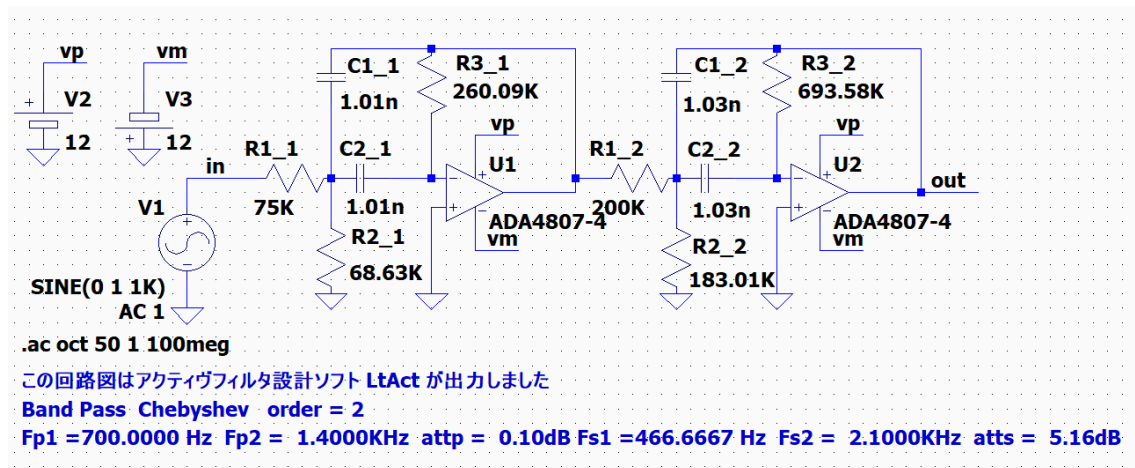
BP1 はバターワースとチェビシェフのバンドパスフィルタで使用する基本回路です。

フィルタの周波数と回路の Q 値ごとにコンデンサの利用可能な値を確認しました。

C1\_1 の値を 10p から 100u まで、遮断特性を確認して推奨値をまとめました。

高次数のバンドパスフィルタのコンデンサ値を設定する時に参考になると思います。

## バンドパス・チェビシェフ 2 次 0.7KHz-1.4KHz BP1

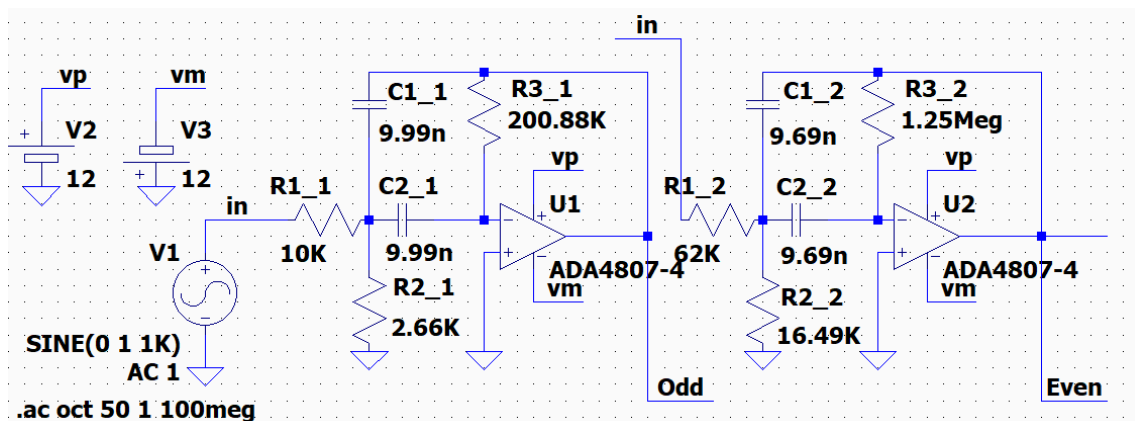


Fp1 と Fp2 の幾何平均が 1 KHz になるように、Fp1=0.707 K, Fp2=1.414 K と設定して 2 つのコンデンサ C1\_1, C1\_2 の値を同時に確認する。

Q=5, 2, 1 に対するパラメータの設定は、それぞれ attp = 3, 0.5, 0.1 dB になります。

バンドパスフィルタは 1 次のフィルタが 2 つ縦続接続されて 2 次のフィルタを構成しています。1 番目のブロックは通過域右端 Fp2 用のバンドパスフィルタで、2 番目のブロックは通過域左端 Fp1 用のバンドパスフィルタです。

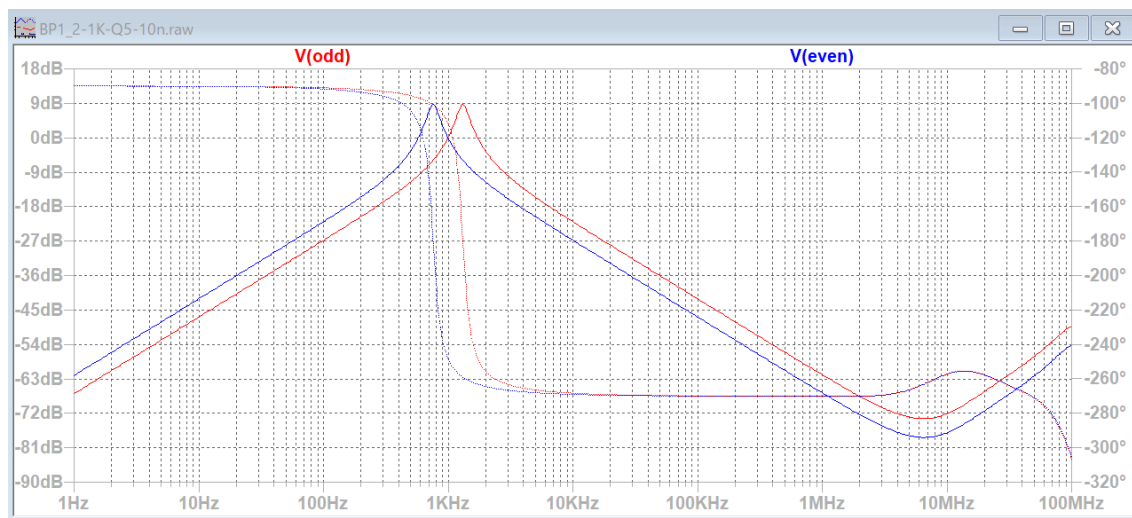
2 つのフィルタそれぞれに最適なコンデンサの値を探すために、2 番目のブロックの R1\_2 を入力 in に接続します。



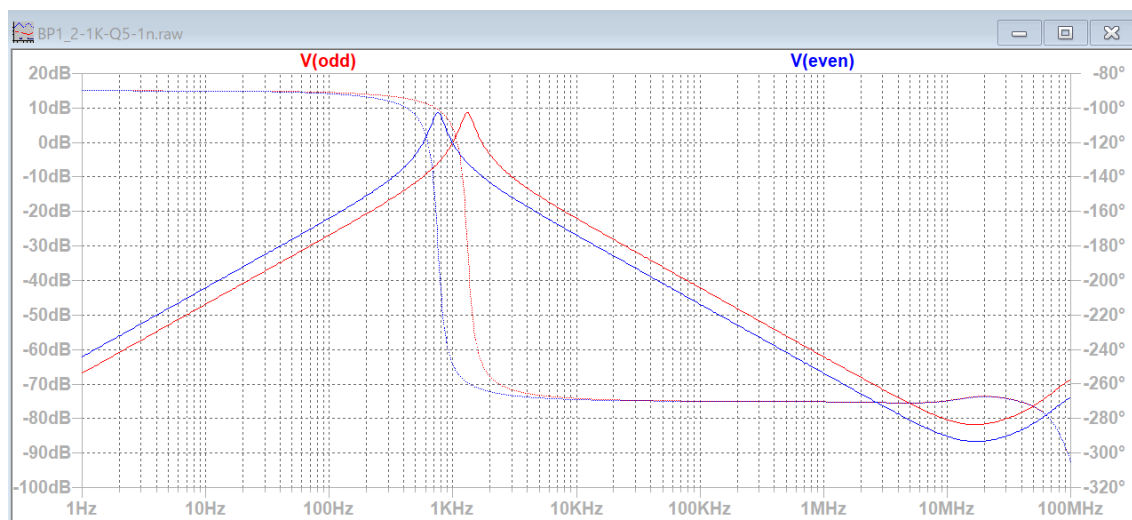
## 基本回路 BP1 のコンデンサ値バンドパス・チェビシェフ 2 次 0.7KHz-1.4KHz BP1

## バンドパス

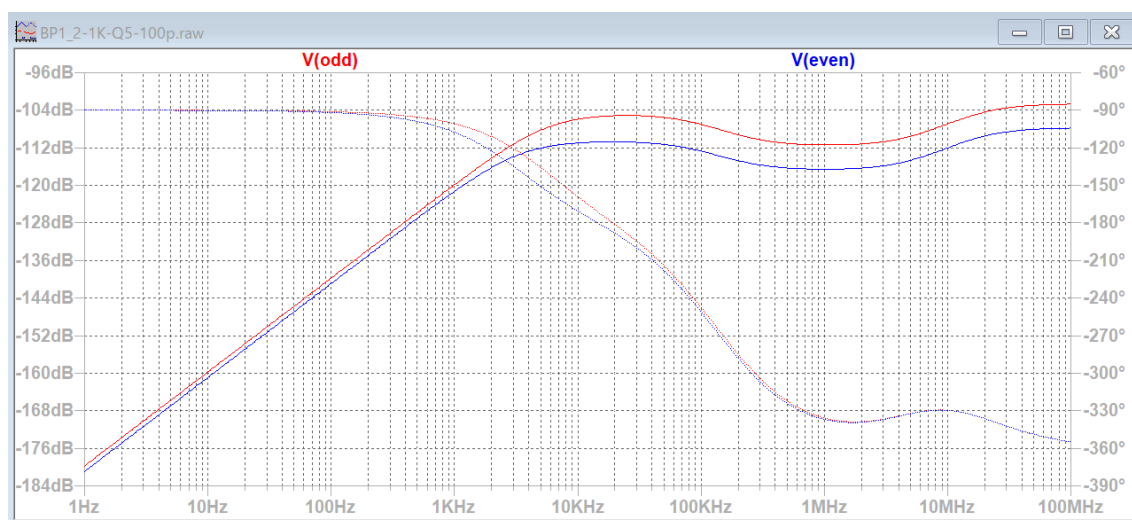
Q=5, 1KHz, C1\_1=C1\_2=10n の場合



Q=5, 1KHz, C1\_1=C1\_2=1n の場合



Q=5, 1KHz, C1\_1=C1\_2=100p の場合 フィルタとして機能しません。

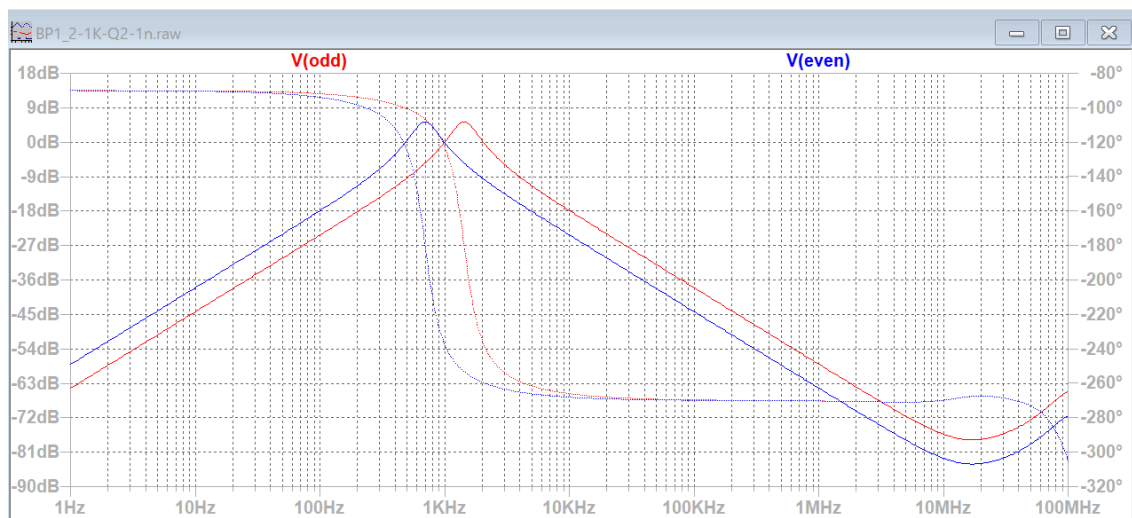


基本回路 BP1 のコンデンサ値バンドパス・チェビシェフ 2次 0.7KHz-1.4KHz BP1

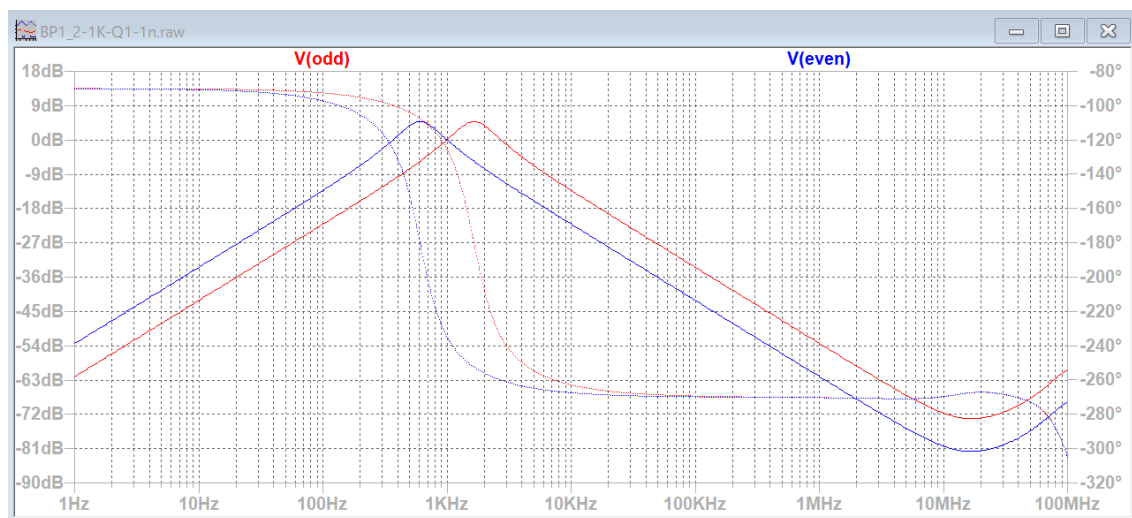


## バンドパス

Q=2, 1KHz, C1\_1=C1\_2=1n の場合



Q=1, 1KHz, C1\_1=C1\_2=1n の場合



以上の結果より、 $Q=5 \sim 1$ , 1KHz に対する  $C1_1$  の推奨値を 1n とする。

同様にして、10KHz, 100KHz, 1MHz に対する推奨値を探して表を作成する。

バンドパス

まとめ BP1 の C1\_1 の値

この表はオペアンプに ADA4807-4 を利用する場合の値です。

BP1	C1_1の値		
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	50p	50p	50p
1000	30p	30p	30p

BP1 を使用するバンドパスフィルタは、次数の個数だけ基本回路 BP1 が使用されます。

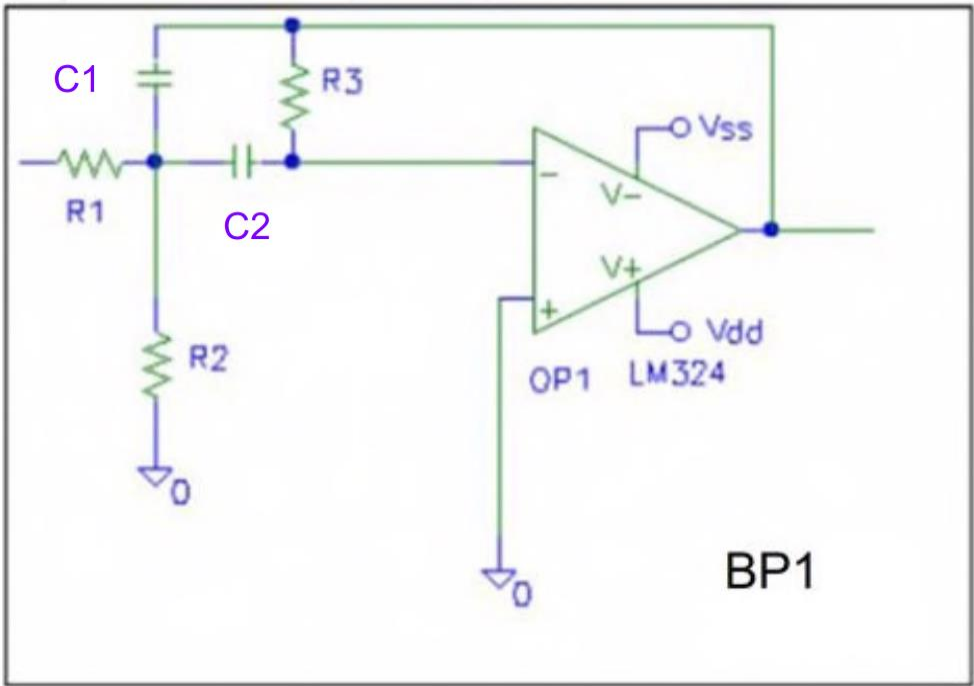


図6-1 1次のバンドパスフィルタ基本回路 1 bpat1.cir

奇数次数の BP1 フィルタの第 1 ブロックは表より周波数 $Fc = \sqrt{Fp1 \cdot Fp2}$ に見合った C1\_1 の値を設定して下さい。

BP1 フィルタは  $Fp2 / Fp1 > 5$  の場合は設計ができません。

バンドパス

## 4 次 フィルタの設計手順

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

遮断特性 チェビシェフ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  4

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$  1 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p1} \times x_s)$  4 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍 キャンセル

4 次バンドパス・チェビシェフフィルタを「まとめ BP1 の C1\_1 の値」を参考にして設計する手順を説明します。

伝達関数の係数をファイルに出力します。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=4

$F_{p1} = 1.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 4.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$

$F_{s1} = 666.6667\text{ Hz}$   $F_{s2} = 6.0000\text{KHz}$   $atts = 18.64\text{dB}$

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

$Hn = \text{-----}$

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	8.2078K	740.3432Meg	0	47.0694K	0
	Fc=		4.3305K	Q = 3.3151	GB 積= 8.2327Meg
2	1.7507K	33.6827Meg	0	10.0398K	0
	Fc=		923.6840	Q = 3.3151	GB 積= 1.7560Meg
3	16.3846K	337.8946Meg	0	21.7620K	0
	Fc=		2.9256K	Q = 1.1219	GB 積=435.9436K
4	7.6573K	73.8003Meg	0	10.1704K	0
	Fc=		1.3673K	Q = 1.1219	GB 積=203.7365K

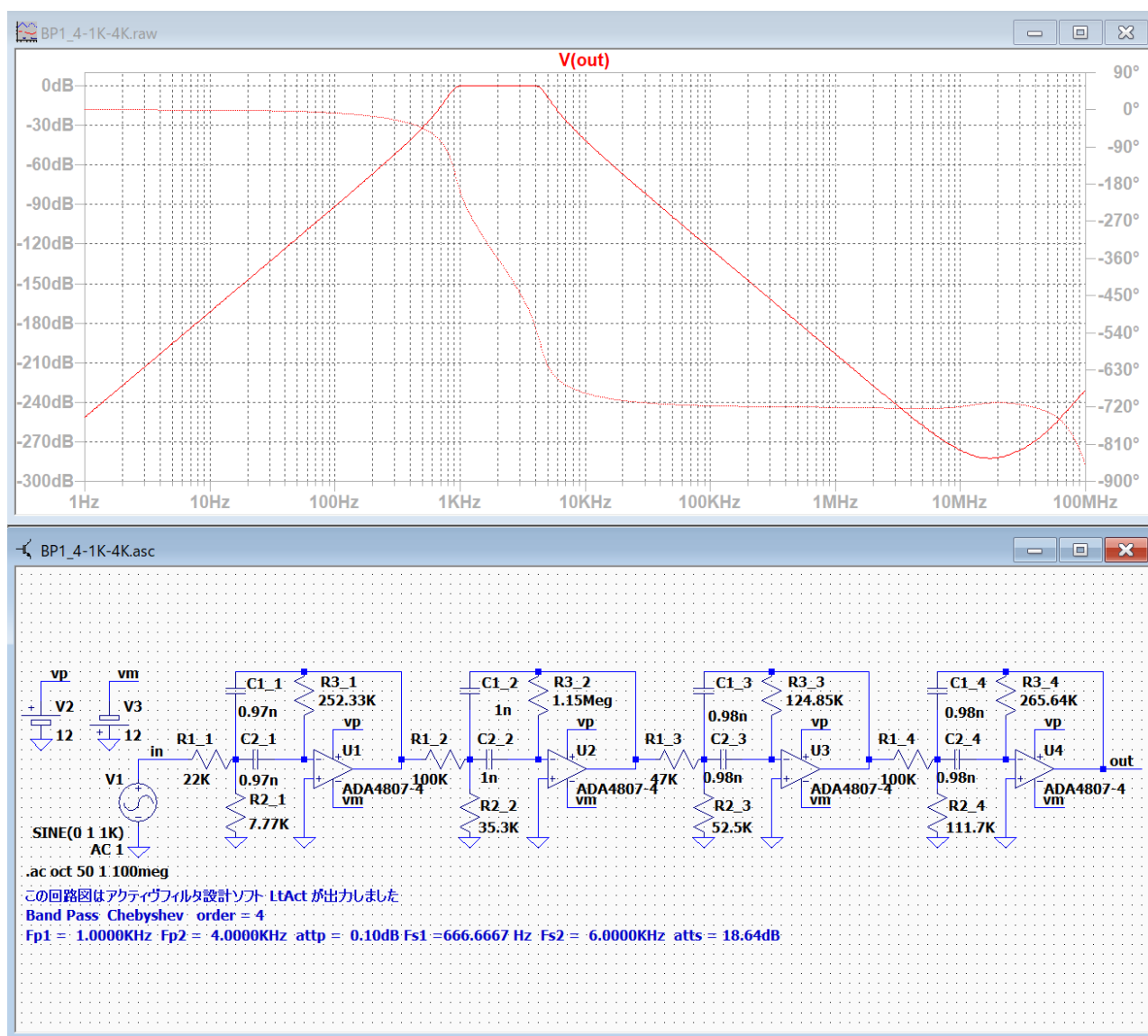
$F_{p1}=1\text{KHz}$ ,  $F_{p2}=4\text{KHz}$  より幾何平均が  $2\text{KHz}$  になるので、 $1\text{KHz}$  の値を参考にする。

Q 値より  $C1\_1=C1\_2=1\text{n}$  に設定して回路図ファイルを出力して  $V(\text{out})$ を確認します。

基本回路 BP1 のコンデンサ値 4 次 フィルタの設計手順

バンドパス

完成した回路図

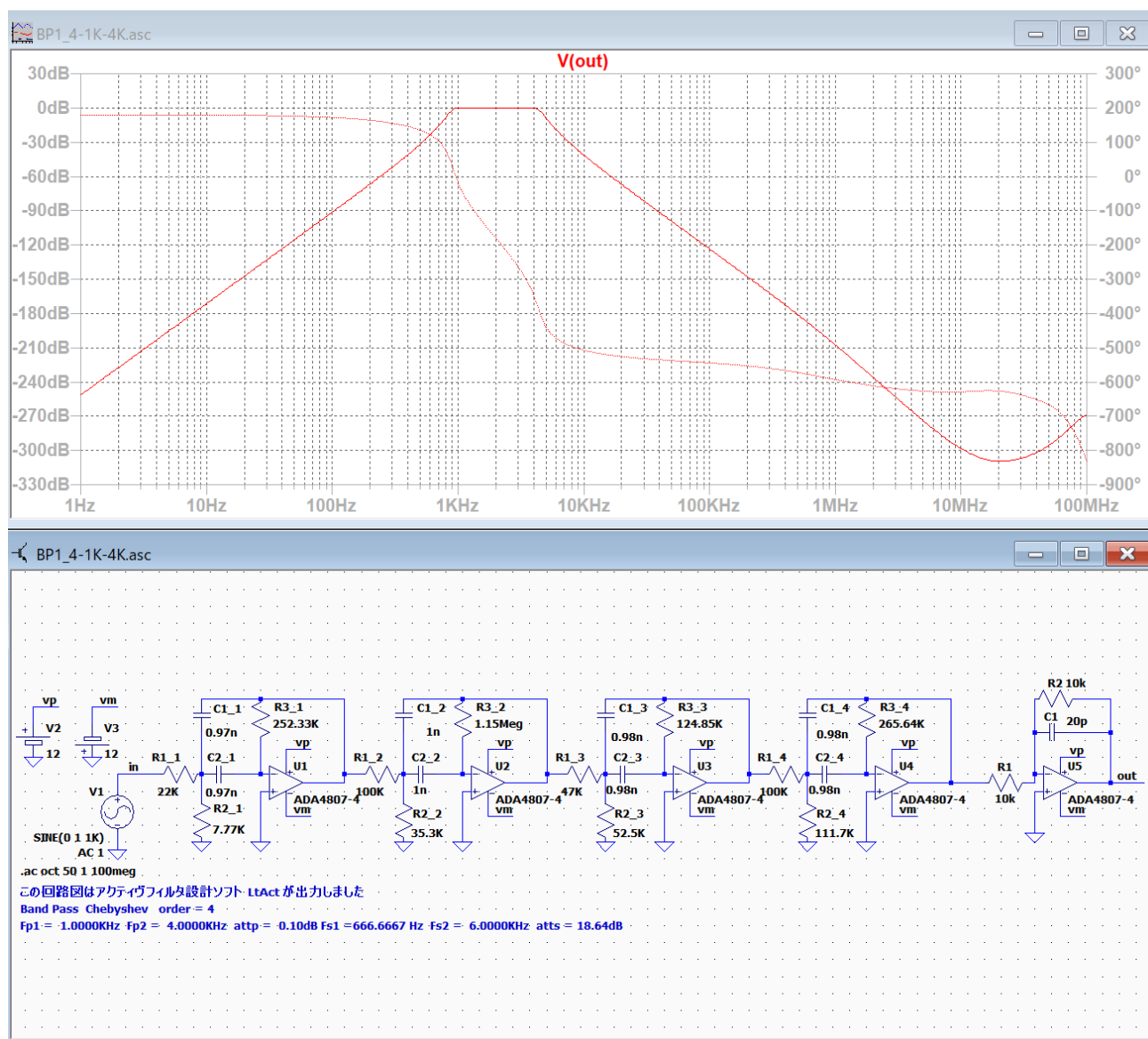


20MHz から遮断特性が落ちていますが、-230dB 以上なので問題はないと思います。

それでも、次のようにオペアンプを追加すると改善出来ます。

基本回路 BP1 のコンデンサ値 4 次 フィルタの設計手順

## バンドパス



100MHz で-270dB に改善できました。

## バンドパス

## 基本回路 BP2 のコンデンサ値

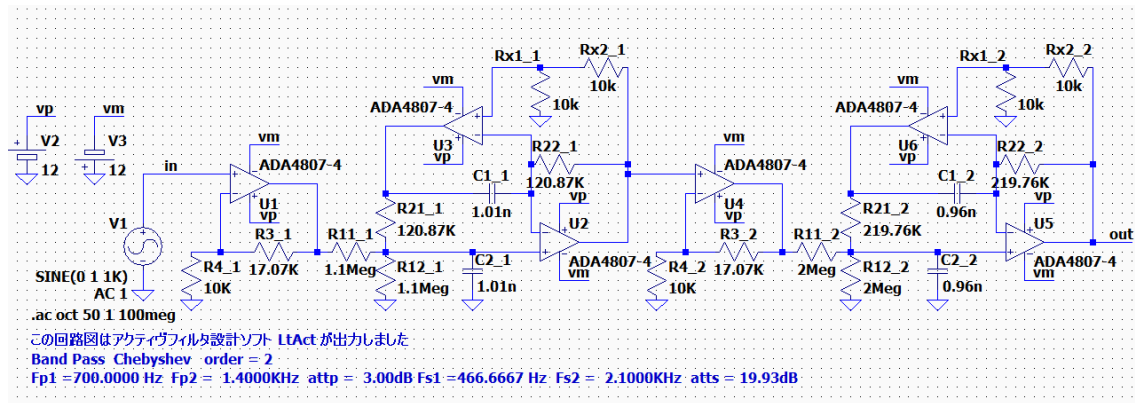
BP2 はバターワースとチェビシェフのバンドパスフィルタで使用される基本回路です。

フィルタの周波数と回路の Q 値ごとにコンデンサの利用可能な範囲を確認しました。

C1\_1 の値を 10p から 100u まで、遮断特性を確認して推奨値をまとめました。

高次数のバンドパスフィルタのコンデンサ値を設定する時に参考になると思います。

## バンドパス・チェビシェフ 2 次 0.7KHz-1.4KHz BP2

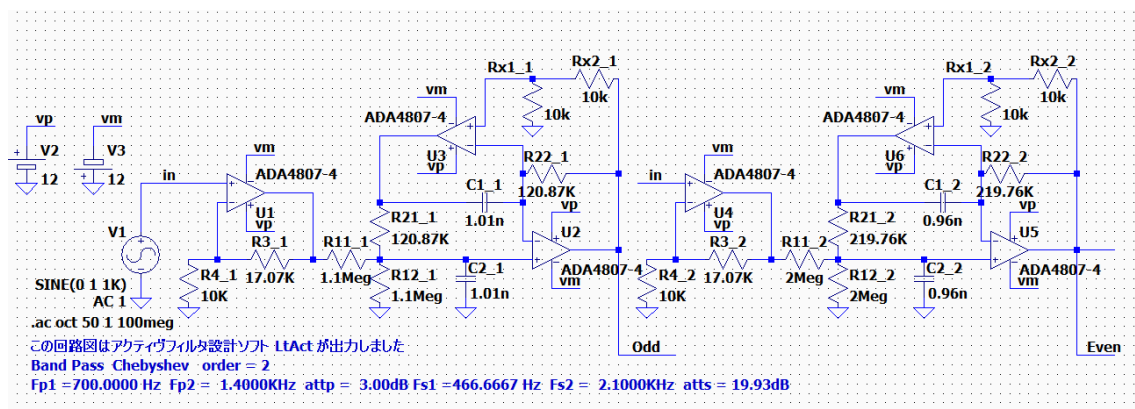


Fp1 と Fp2 の幾何平均が 1 KHz になるように、Fp1=0.707 K, Fp2=1.414 K と設定して 2 つのコンデンサ C1\_1, C1\_2 の値を同時に確認する。

Q=5, 2, 1 に対するパラメータの設定は、それぞれ attp = 3, 0.5, 0.1 dB になります。

バンドパスフィルタは 1 次のフィルタが 2 つ縦続接続されて 2 次のフィルタを構成しています。1 番目のブロックは通過域右端 Fp2 用のバンドパスフィルタで、2 番目のブロックは通過域左端 Fp1 用のバンドパスフィルタです。

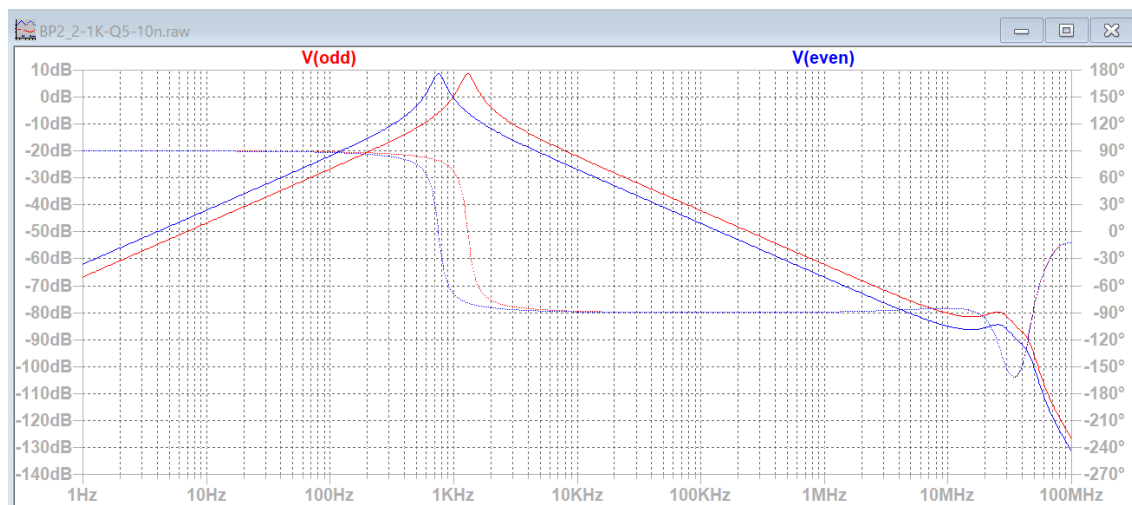
2 つのフィルタそれぞれに最適なコンデンサの値を探すために、2 番目のブロックの R1\_2 を入力 in に接続します。



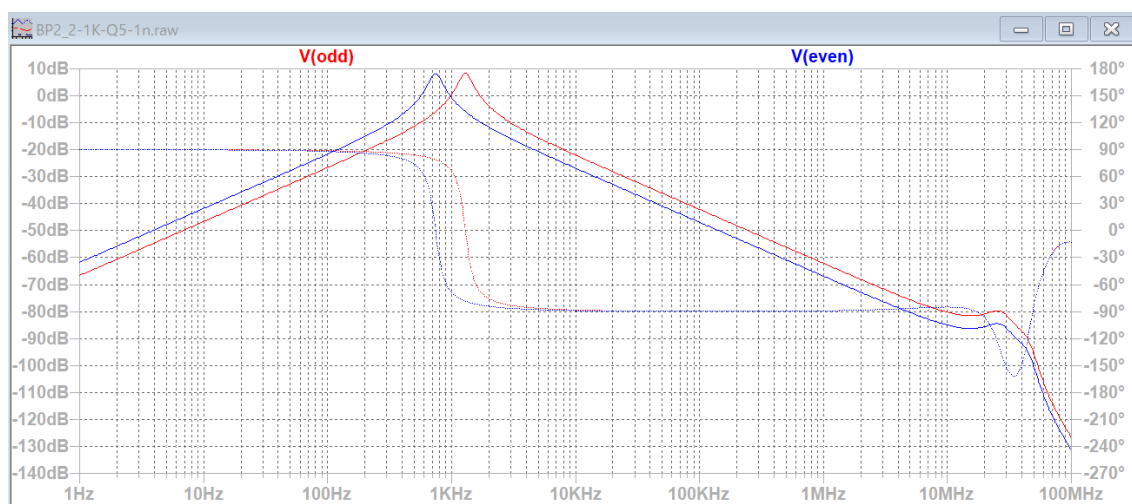
## 基本回路 BP2 のコンデンサ値バンドパス・チェビシェフ 2 次 0.7KHz-1.4KHz BP2

## バンドパス

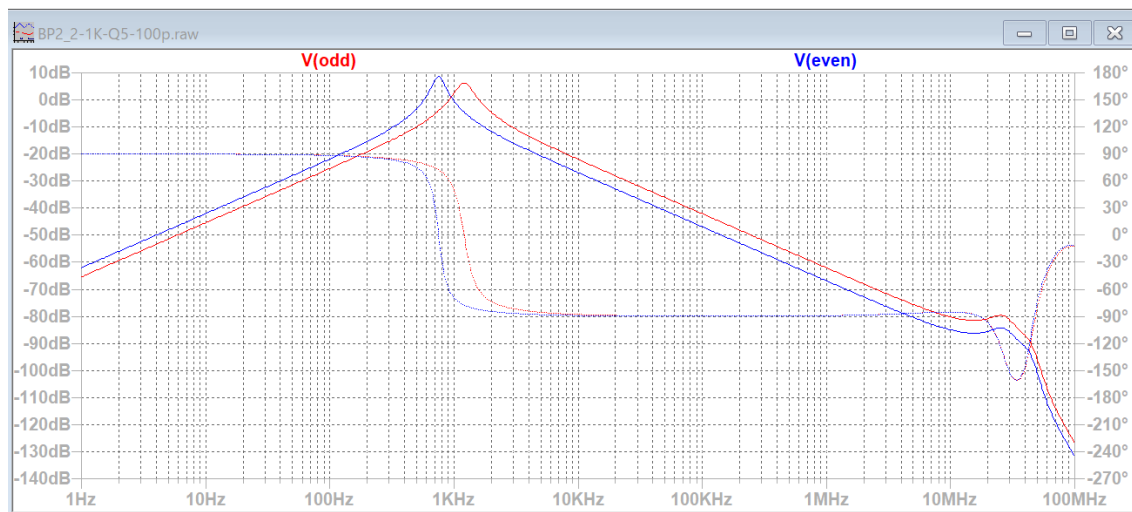
Q=5, 1KHz, C1\_1=10n の場合



Q=5, 1KHz, C1\_1=1n の場合



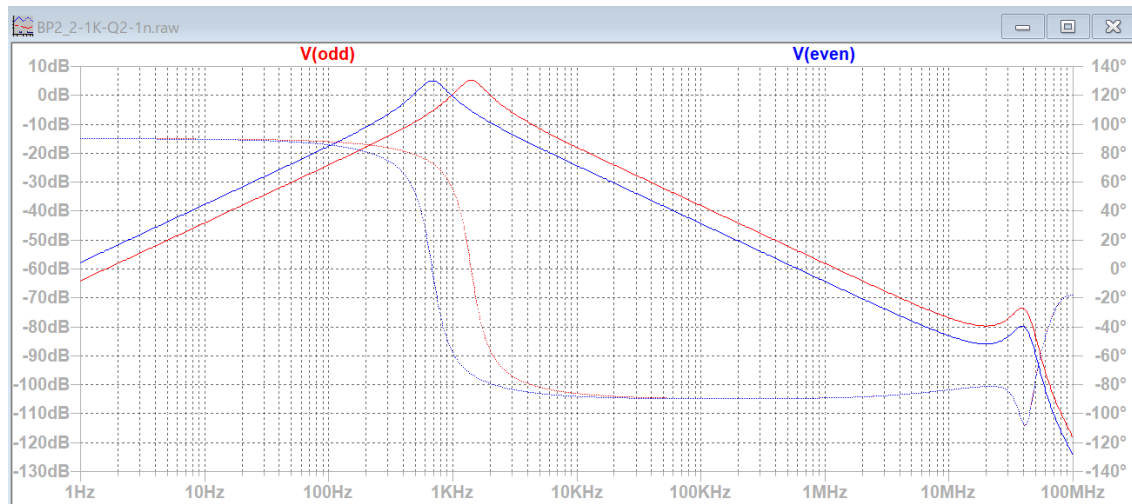
Q=5, 1KHz, C1\_1=100p の場合



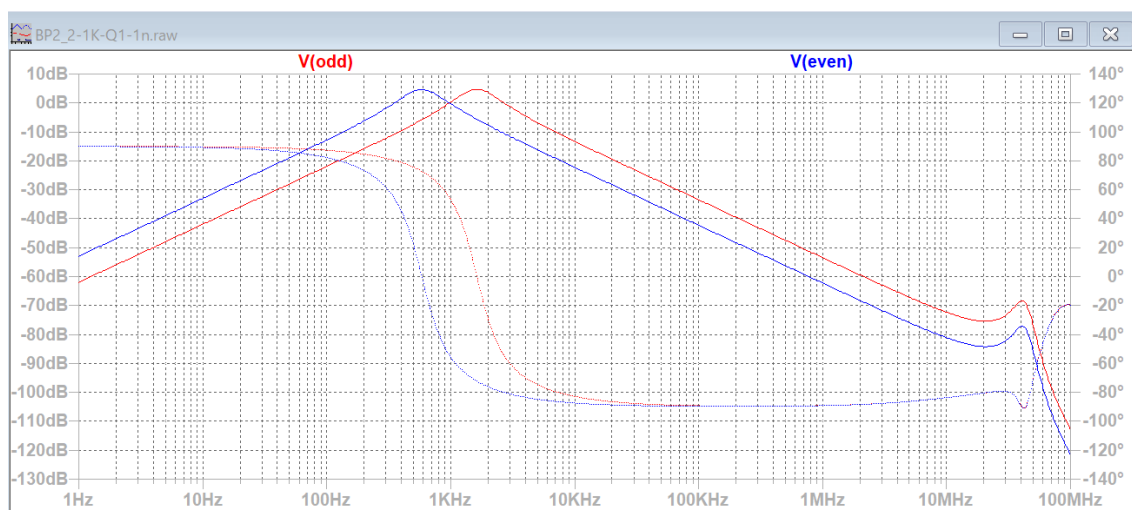
基本回路 BP2 のコンデンサ値バンドパス・チェビシェフ 2次 0.7KHz-1.4KHz BP2

## バンドパス

Q=2, 1KHz, C1\_1=1n の場合



Q=1, 1KHz, C1\_1=1n の場合



以上の結果より、Q=5~1, 1KHz に対する C1\_1 の推奨値を 1n とする。

同様に、10KHz, 100KHz, 1MHz に対する推奨値を探して表を作成する。



バンドパス

まとめ BP2 の C1\_1 の値

この表はオペアンプに ADA4807-4 を利用する場合の値です。

BP2	C1_1の値		
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	50p	50p	50p
1000	30p	30p	30p

BP2 を使用するバンドパスフィルタは、次数の個数だけ基本回路 BP2 が使用されます。

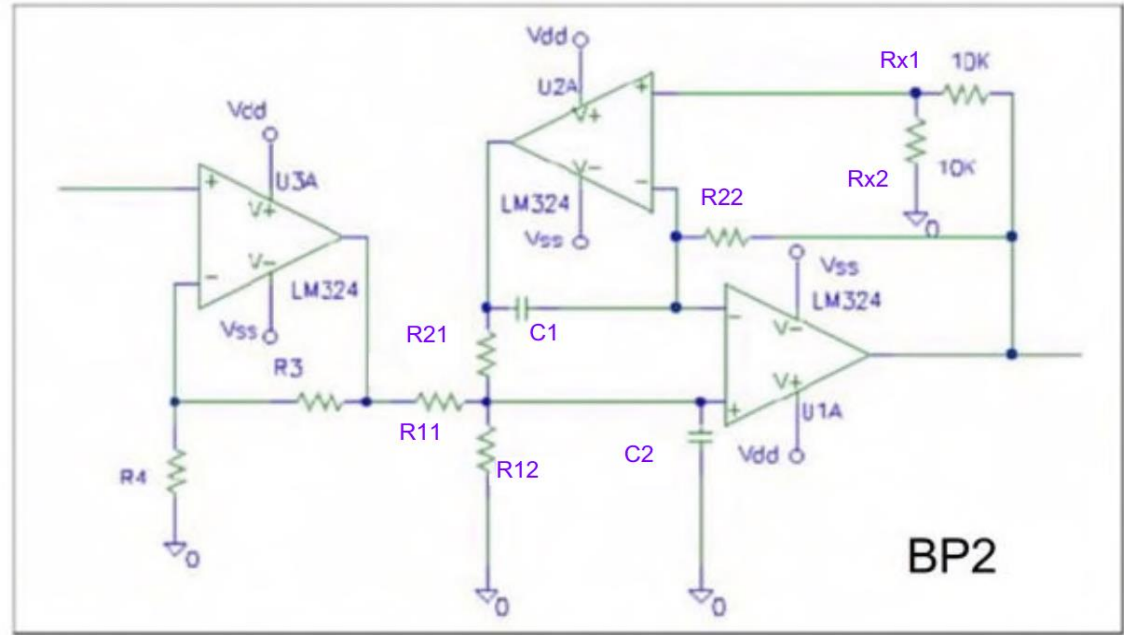


図6-2 1次のバンドパスフィルタ基本回路 bpat2\_1.cir

LtAct は Fp2 と Fp1 に対する 2 個の BP2 フィルタをペアとして同時に計算しますので、表を参照して Fp2 の C1\_1 を設定したら、Fp1 の値は LTact が計算して表示するのでその値をそのまま設定して下さい。

奇数次数の BP2 フィルタでは、1 番目のブロックは周波数 $F_c = \sqrt{F_{p1} \cdot F_{p2}}$  に見合った C1\_1 の値を設定して下さい。

バンドパス

## 4 次 フィルタの設計手順

4 次バンドパス・チェビシェフフィルタを「まとめ BP2 の C1\_1 の値」を参考にして設計する手順を説明します。

伝達関数の係数をファイルに出力します。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=4

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 4.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 666.6667 Hz Fs2 = 6.0000KHz atts = 18.64dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	8.2078K	740.3432Meg	0	47.0694K	0
	Fc= 4.3305K Q= 3.3151 GB 積= 8.2327Meg				
2	1.7507K	33.6827Meg	0	10.0398K	0
	Fc= 923.6840 Q= 3.3151 GB 積= 1.7560Meg				
3	16.3846K	337.8946Meg	0	21.7620K	0
	Fc= 2.9256K Q= 1.1219 GB 積= 435.9436K				
4	7.6573K	73.8003Meg	0	10.1704K	0
	Fc= 1.3673K Q= 1.1219 GB 積= 203.7365K				

Fp1=1KHz, Fp2=4KHz より幾何平均が 2KHz になるので、1KHz の値を参考にする。

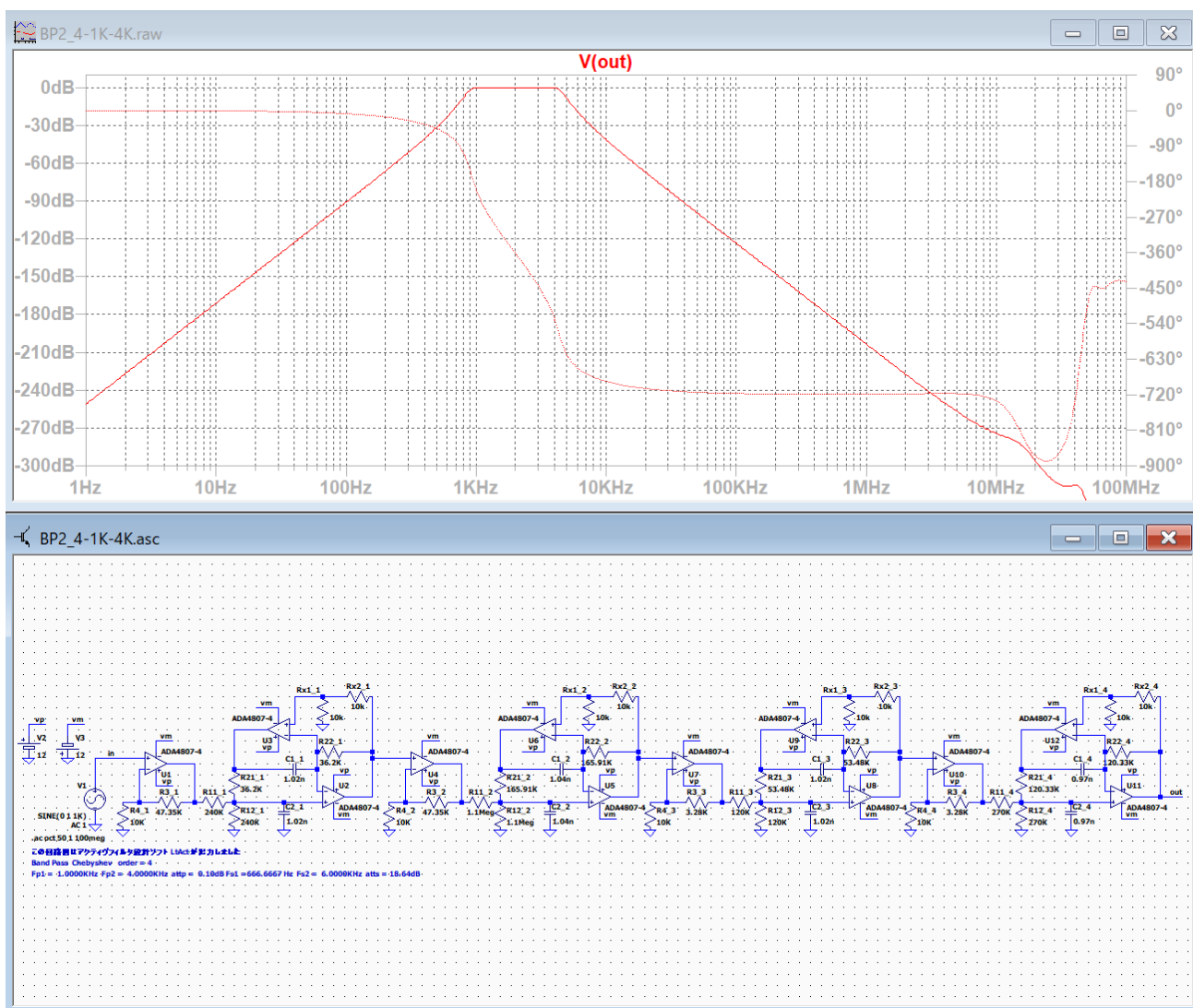
Q 値より C1\_1=1n, C1\_2 は LtAct の表示, C1\_3=1n, C1\_4 は LtAct の表示 に設定して回路図ファイルを出力して V(out)を確認します。

Fp2 / Fp1 < 10 ならば、C1\_2 に C1\_1 と同じ数値を設定しても正常に動作します。

Fp2 / Fp1 > 10 ならば、C1\_2 は LtAct の表示をそのまま設定するのが良いです。

バンドパス

完成した回路図



LtAct の表示は C1\_2=10n ですが、C1\_1 と同じ 1n を設定しても正常に動作しました。

バンドパス

バターワース


注意：基本回路として「BP1」を利用する場合には、バンドパスの通過域の下端と上端の比が5を超えると、回路図が作れない場合がありますので「BP2」を利用して下さい。

$F_{p2} / F_{p1} = 6$  の場合

設計パラメータの入力

フィルタの種類	バンドパスフィルタ	遮断特性	バターワース
設計するフィルタの次数 $m(<=58)$	2		
通過帯域 下端の周波数 $F_{p1}$ : ( $F_{s1} = F_{p1}/x_s$ )	1	KHz	OK
通過帯域 上端の周波数 $F_{p2}$ : ( $F_{s2} = F_{p2}*x_s$ )	6	KHz	キャンセル
最低減衰量に達する周波数を $F_{s1}$ として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$	1.5	倍	

アクティブフィルタの設計プログラム



現在の伝達関数は希望の回路形式に変換出来ません！！

パラメータの入力に戻って、

フィルタの次数、周波数、リップル又は周波数の比率などを

変更して伝達関数を計算しなおして、もう一度やりなおして下さい

どうしてもこの画面に戻る場合には、回路形式を変更して下さい

OK

バターワース

バンドパス

BP2\_6-10Hz - 10KHz.asc

バンドパス・バターワース 6 次 10Hz - 10KHz

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Butterworth 次数=6

Fp1 = 10.0000 Hz Fp2 = 10.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 6.6667 Hz Fs2 = 15.0000KHz atts = 21.19dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	32.4592K	3.9468G	0	1.9847Meg	0
		Fc= 9.9987K	Q = 1.9355	GB 積=118.3250Meg	
2	32.4678	3.9489K	0	1.9852K	0
		Fc= 10.0013	Q = 1.9355	GB 積=118.3566K	
3	88.6799K	3.9400G	0	1.9829Meg	0
		Fc= 9.9900K	Q = 0.7078	GB 積= 15.8115Meg	
4	88.8573	3.9557K	0	1.9869K	0
		Fc= 10.0100	Q = 0.7078	GB 積= 15.8431K	
5	121.1388K	3.9331G	0	1.9812Meg	0
		Fc= 9.9813K	Q = 0.5177	GB 積= 8.4513Meg	
6	121.5925	3.9626K	0	1.9886K	0
		Fc= 10.0187	Q = 0.5177	GB 積= 8.4829K	

奇数ブロックの中心周波数は 10KHz、偶数ブロックの中心周波数は 10Hz となります。

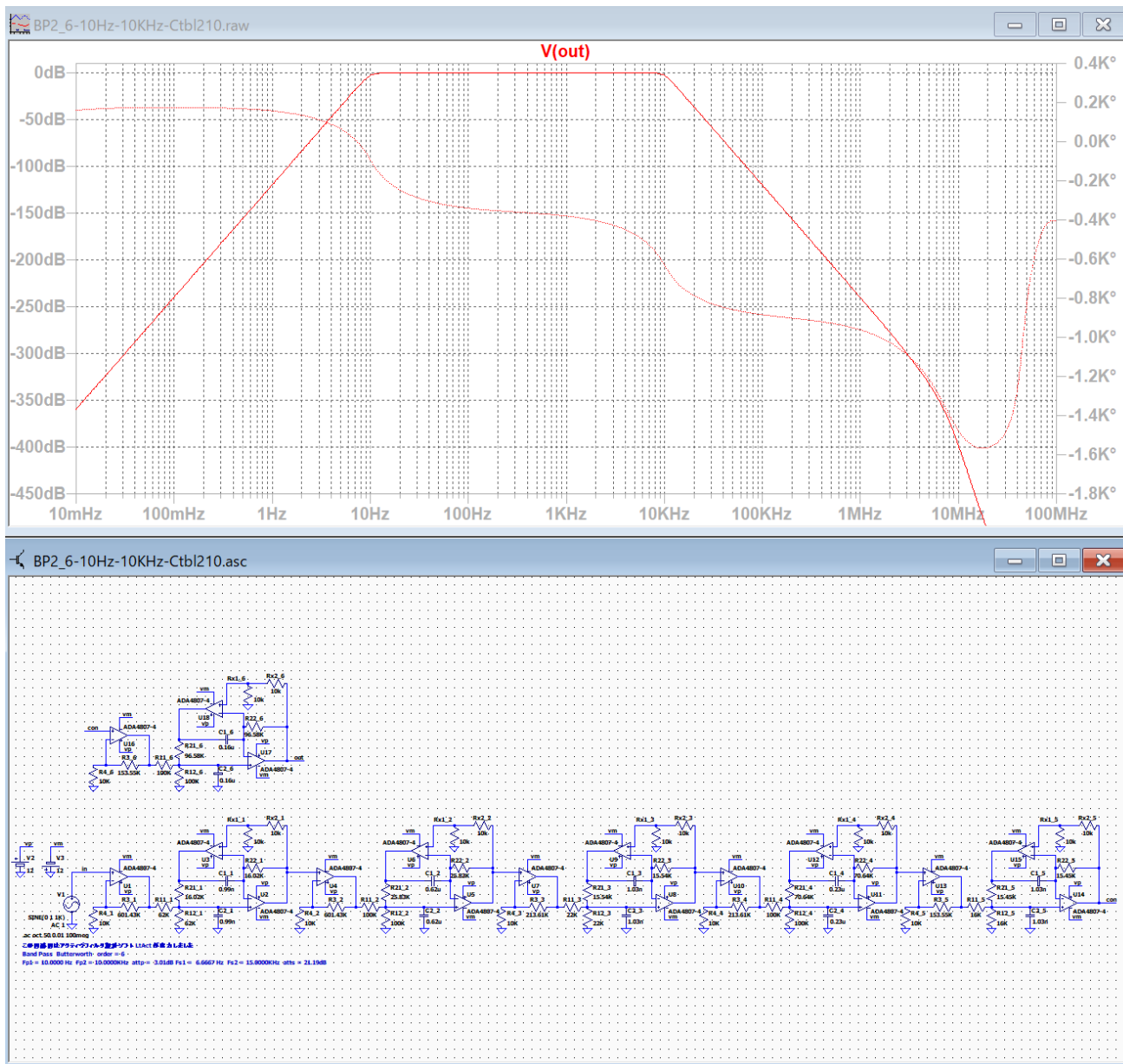
バターワース

BP2\_6-10Hz - 10KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP2\_6-10Hz-10KHz-Ctbl210.asc



10Hz で-3.03dB, 10KHz で -2.98dB, 1Hz で -119.8dB, 100KHz で -120dB

バターワース

BP2\_6-10Hz - 10KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP2\_6-10-10K.asc 作成日時 Thu Jan 07 12:12:37 2021

アナログ Band Pass Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 10.0000 Hz Fp2 = 10.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 6.6667 Hz Fs2 = 15.0000KHz atts = 21.19dB

1(BP2)「BP2-0-1」 R1\_1 (2 個) = 62.0000K C1\_1(2 個)= 1.0000n R2\_1(2 個)=  
16.0169K 誤差=0.11 %

1 R3\_1 = 601.4346K R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.09 %

2(BP2)「BP2-0-1」 R1\_2 (2 個) = 10.0000K C1\_2(2 個)= 6.1599u R2\_2(2 個)=  
2.5834K 誤差=4.56 %

2 R3\_2 = 601.4346K R4\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.09 %

3(BP2)「BP2-0-2」 R1\_3 (2 個) = 22.0000K C1\_3(2 個)= 1.0000n R2\_3(2 個)=  
15.5408K 誤差=2.96 %

3 R3\_3 = 213.6074K R4\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.99 %

4(BP2)「BP2-0-2」 R1\_4 (2 個) = 10.0000K C1\_4(2 個)= 2.2508u R2\_4(2 個)=  
7.0640K 誤差=4.37 %

4 R3\_4 = 213.6074K R4\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.99 %

5(BP2)「BP2-0-2」 R1\_5 (2 個) = 16.0000K C1\_5(2 個)= 1.0000n R2\_5(2 個)=  
15.4527K 誤差=2.93 %

5 R3\_5 = 153.5499K R4\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.31 %

6(BP2)「BP2-0-2」 R1\_6 (2 個) = 10.0000K C1\_6(2 個)= 1.6448u R2\_6(2 個)=  
9.6580K 誤差=4.47 %

6 R3\_6 = 153.5499K R4\_6 = 10.0000K 誤差 = 2.31 %

ver.1.45 の設計例では、C1\_1=10n, C1\_3=10n, C1\_5=10n,

C1\_2=6.2u, C1\_4=2u, C1\_6=1.6u

ver.2.10,ver.2.40 では、C1\_1=1n, C1\_3=1n, C1\_5=1n,

C1\_2=6.2u, C1\_4=2u, C1\_6=1.6u 同等の特性が得られた

偶数ブロックは、

Fp2 / Fp1 = 10 程度なら、表の値をそのまま利用可能

Fp2 / Fp1 = 100 程度なら、表の値を 10 倍にして利用する

Fp2 / Fp1 = 1000 程度なら、表の値を 100 倍にして利用するのが良いと思われる。

バンドパス

BP1\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス・バターワース 6 次 10KHz - 30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	バンドパスフィルタ	遮断特性	バターワース
設計するフィルタの次数 m(<=58)	3		
通過帯域 下端の周波数 Fp1 : (Fs1 = Fp1/xs)	10	KHz	OK
通過帯域 上端の周波数 Fp2 : (Fs2 = Fp2*xs)	30	KHz	キャンセル
最低減衰量に達する周波数をFs1として、Xs = Fp1/Fs1	1.5	倍	

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Butterworth 次数=6

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 6.6667KHz Fs2 = 45.0000KHz atts = 33.91dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	48.4688K	34.6236G	0	214.8599K	0
		Fc=	29.6146K	Q=	3.8390 GB 積= 50.3991Meg
2	16.5795K	4.0513G	0	73.4961K	0
		Fc=	10.1301K	Q=	3.8390 GB 積= 17.2398Meg
3	124.6528K	27.8224G	0	192.6048K	0
		Fc=	26.5471K	Q=	1.3381 GB 積= 5.4888Meg
4	53.0625K	5.0416G	0	81.9885K	0
		Fc=	11.3007K	Q=	1.3381 GB 積= 2.3365Meg
5	142.7435K	16.9024G	0	150.1219K	0
		Fc=	20.6916K	Q=	0.9108 GB 積= 1.9820Meg
6	100.0202K	8.2987G	0	105.1903K	0
		Fc=	14.4986K	Q=	0.9108 GB 積= 1.3888Meg

バターワース

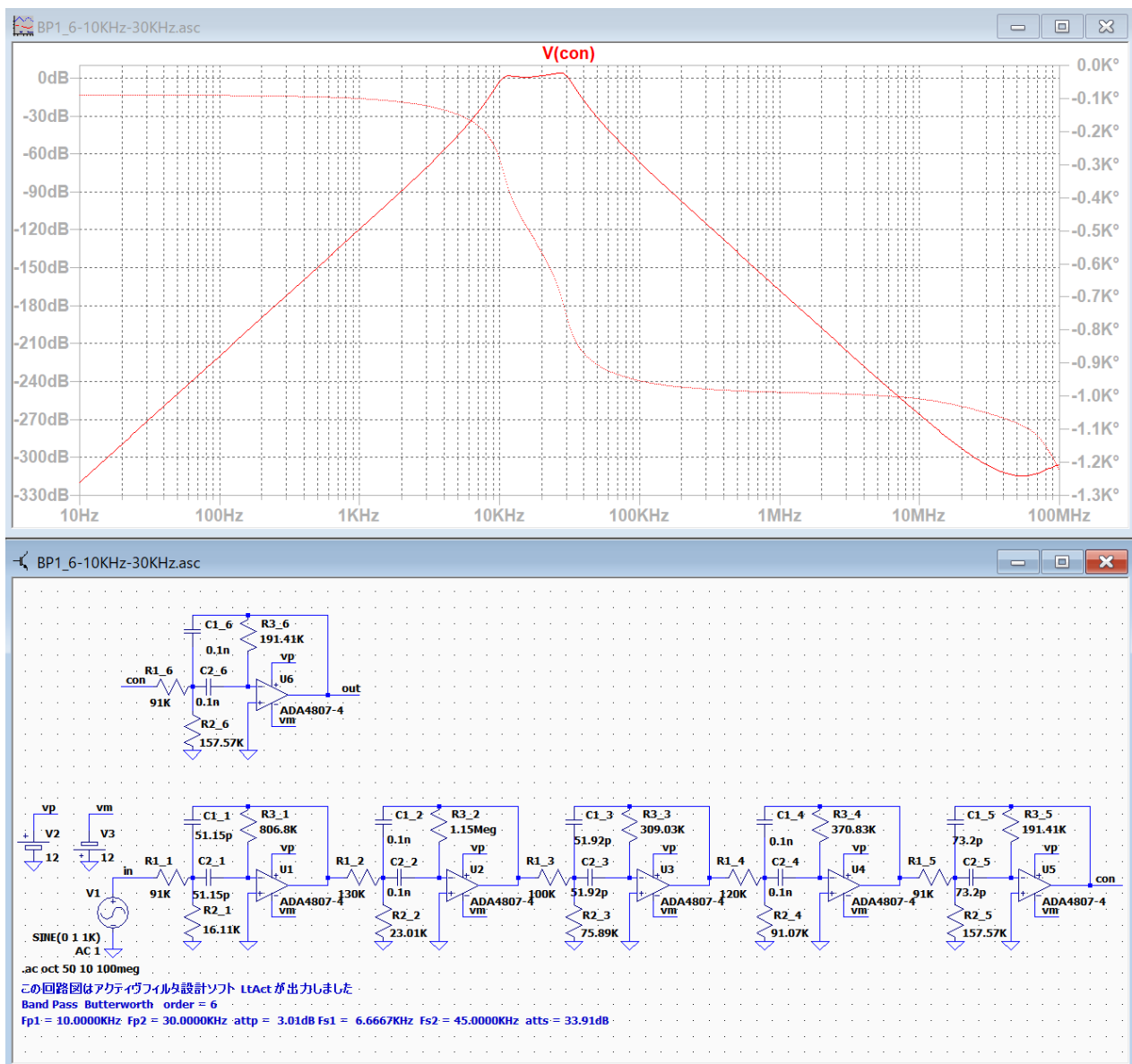
BP1\_6-10KHz - 30KHz.asc



バンドパス

完成した回路図

BP1\_6-10KHz-30KHz.asc



10KHz で-4.3dB, 30KHz で -2.1dB, 1KHz で -141.9dB, 300KHz で -140.1dB

バターワース

BP1\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP1\_6-10KHz-30KHz.asc 作成日時 Tue Jan 12

19:22:36 2021

アナログ Band Pass Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 6.6667KHz Fs2 = 45.0000KHz atts = 33.91dB

1(BP1)「BP1-1-0」 R1\_1 = 91.0000K C1\_1 = 51.1450p R2\_1 = 16.1078K R3\_1 =  
806.7970K 誤差=1.79 %

2(BP1)「BP1-1-0」 R1\_2 = 130.0000K C1\_2 = 0.1047n R2\_2 = 23.0112K R3\_2 =  
1.1526Meg 誤差=7.43 %

3(BP1)「BP1-1-2」 R1\_3 = 100.0000K C1\_3 = 51.9198p R2\_3 = 75.8901K R3\_3 =  
309.0259K 誤差=3.61 %

4(BP1)「BP1-1-2」 R1\_4 = 120.0000K C1\_4 = 0.1016n R2\_4 = 91.0681K R3\_4 =  
370.8311K 誤差=3.34 %

5(BP1)「BP1-1-2」 R1\_5 = 91.0000K C1\_5 = 73.2006p R2\_5 = 157.5660K R3\_5 =  
191.4077K 誤差=5.35 %

6(BP1)「BP1-1-2」 R1\_6 = 91.0000K C1\_6 = 0.1045n R2\_6 = 157.5660K R3\_6 =  
191.4077K 誤差=6.39 %

Fp2 / Fp1 &lt; 10 なので、

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3= C1\_4= C1\_5= C1\_6=100p

ver.2.10 の設計例では、C1\_1= 51p, C1\_2= 0.1n, C1\_3= 52p,

C1\_4= 0.1n, C1\_5= 73p, C1\_6=0.1n

バンドパス

BP2\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス・バターワース 6 次 10KHz - 30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	バンドパスフィルタ	遮断特性	バターワース
設計するフィルタの次数 m(<=58)	3		
通過帯域 下端の周波数 Fp1 : (Fs1 = Fp1/xs)	10	KHz	OK
通過帯域 上端の周波数 Fp2 : (Fs2 = Fp2*xs)	30	KHz	キャンセル
最低減衰量に達する周波数をFs1として、Xs = Fp1/Fs1	1.5	倍	

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Butterworth 次数=6

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 6.6667KHz Fs2 = 45.0000KHz atts = 33.91dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	48.4688K	34.6236G	0	214.8599K	0
		Fc=	29.6146K	Q=	3.8390 GB 積= 50.3991Meg
2	16.5795K	4.0513G	0	73.4961K	0
		Fc=	10.1301K	Q=	3.8390 GB 積= 17.2398Meg
3	124.6528K	27.8224G	0	192.6048K	0
		Fc=	26.5471K	Q=	1.3381 GB 積= 5.4888Meg
4	53.0625K	5.0416G	0	81.9885K	0
		Fc=	11.3007K	Q=	1.3381 GB 積= 2.3365Meg
5	142.7435K	16.9024G	0	150.1219K	0
		Fc=	20.6916K	Q=	0.9108 GB 積= 1.9820Meg
6	100.0202K	8.2987G	0	105.1903K	0
		Fc=	14.4986K	Q=	0.9108 GB 積= 1.3888Meg

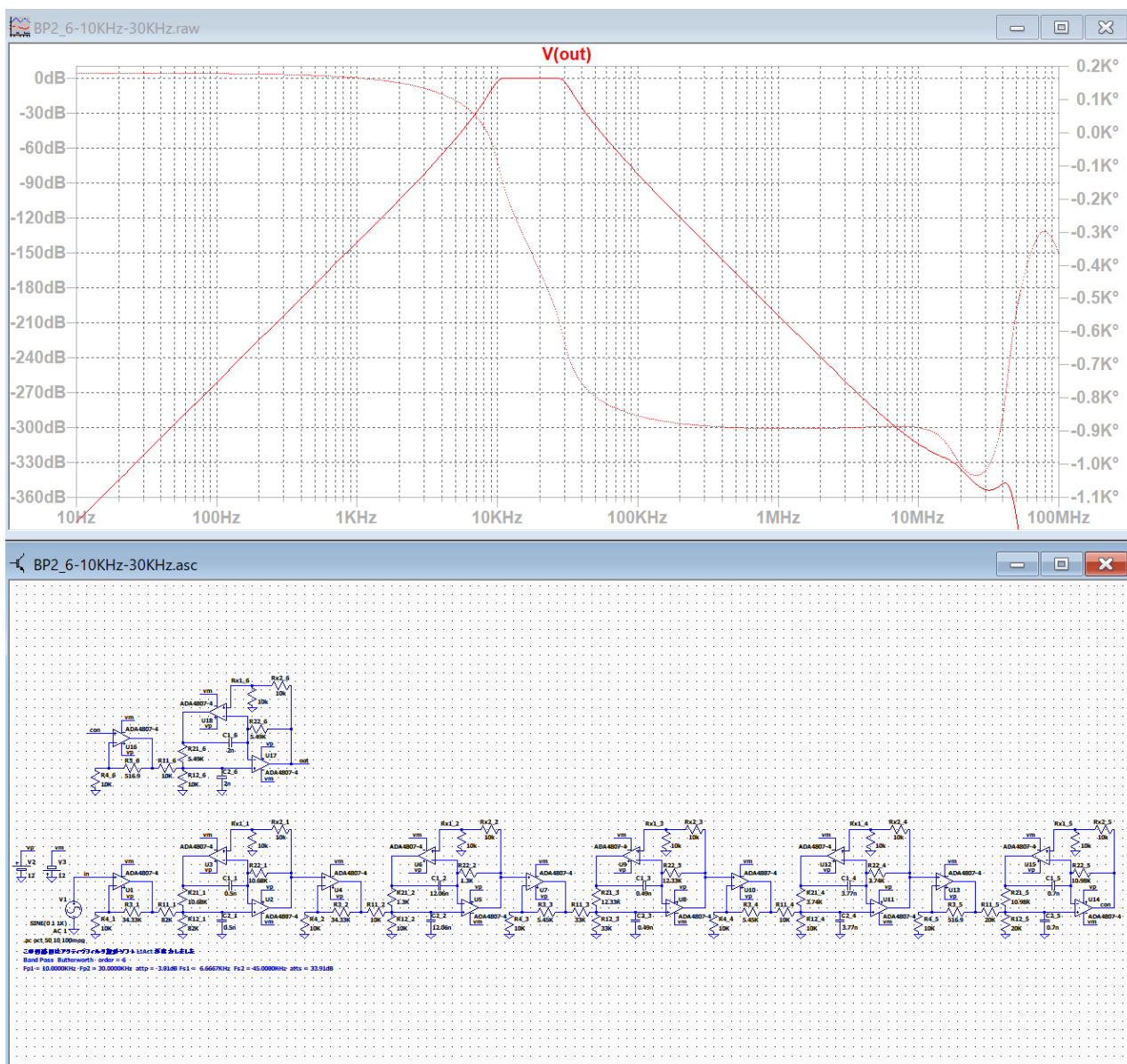
バターワース

BP2\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP2\_6-10KHz-30KHz.asc



10KHz で-3dB, 30KHz で -3.04dB, 1KHz で -140.9dB, 300KHz で -141dB

バターワース

BP2\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP2\_6-10K-30K-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 12:18:46  
2021

アナログ Band Pass Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 6.6667KHz Fs2 = 45.0000KHz atts = 33.91dB

1(BP2)「BP2-1-0」 R1\_1 (2 個) = 82.0000K C1\_1(2 個)= 0.5000n R2\_1(2 個)=  
10.6797K 誤差=3.60 %

1 R3\_1 = 34.3295K R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.87 %

2(BP2)「BP2-1-0」 R1\_2 (2 個) = 10.0000K C1\_2(2 個)= 12.0631n R2\_2(2 個)=  
1.3024K 誤差=0.55 %

2 R3\_2 = 34.3295K R4\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.87 %

3(BP2)「BP2-1-2」 R1\_3 (2 個) = 33.0000K C1\_3(2 個)= 0.5000n R2\_3(2 個)=  
12.3307K 誤差=3.35 %

3 R3\_3 = 5.4513K R4\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.73 %

4(BP2)「BP2-1-2」 R1\_4 (2 個) = 10.0000K C1\_4(2 個)= 3.7691n R2\_4(2 個)=  
3.7366K 誤差=5.04 %

4 R3\_4 = 5.4513K R4\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.73 %

5(BP2)「BP2-1-2」 R1\_5 (2 個) = 20.0000K C1\_5(2 個)= 0.7022n R2\_5(2 個)=  
10.9795K 誤差=3.17 %

5 R3\_5 = 516.9047 R4\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.34 %

6(BP2)「BP2-1-2」 R1\_6 (2 個) = 10.0000K C1\_6(2 個)= 1.9996n R2\_6(2 個)=  
5.4897K 誤差=2.01 %

6 R3\_6 = 516.9047 R4\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.34 %

ver.1.45 の設計例では、C1\_1=C1\_2= C1\_3= C1\_4= C1\_5= C1\_6=100p

ver.2.10, ver.2.40 では、C1\_1= 0.5n, C1\_2= 12n, C1\_3= 0.49n,

C1\_4= 3.8n, C1\_5= 0.7n, C1\_6=2n

バンドパス

BP1\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス・バターワース 6 次 100KHz - 300KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

遮断特性 バターワース

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1}$  : ( $F_{s1} = F_{p1}/x_s$ ) 100 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2}$  : ( $F_{s2} = F_{p2} \times x_s$ ) 300 KHz

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

OK

キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Butterworth 次数=6

 $F_{p1} = 100.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 300.0000\text{KHz}$   $attp = 3.0103\text{dB}$  $F_{s1} = 66.6667\text{KHz}$   $F_{s2} = 450.0000\text{KHz}$   $atts = 33.91\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $Hn = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	484.6882K	3.4624T	0	2.1486Meg	0
		Fc= 296.1462K	Q= 3.8390	GB 積=503.9907Meg	
2	165.7951K	405.1260G	0	734.9613K	0
		Fc= 101.3014K	Q= 3.8390	GB 積=172.3978Meg	
3	1.2465Meg	2.7822T	0	1.9260Meg	0
		Fc= 265.4715K	Q= 1.3381	GB 積= 54.8881Meg	
4	530.6250K	504.1580G	0	819.8845K	0
		Fc= 113.0065K	Q= 1.3381	GB 積= 23.3649Meg	
5	1.4274Meg	1.6902T	0	1.5012Meg	0
		Fc= 206.9164K	Q= 0.9108	GB 積= 19.8199Meg	
6	1.0002Meg	829.8745G	0	1.0519Meg	0
		Fc= 144.9861K	Q= 0.9108	GB 積= 13.8878Meg	

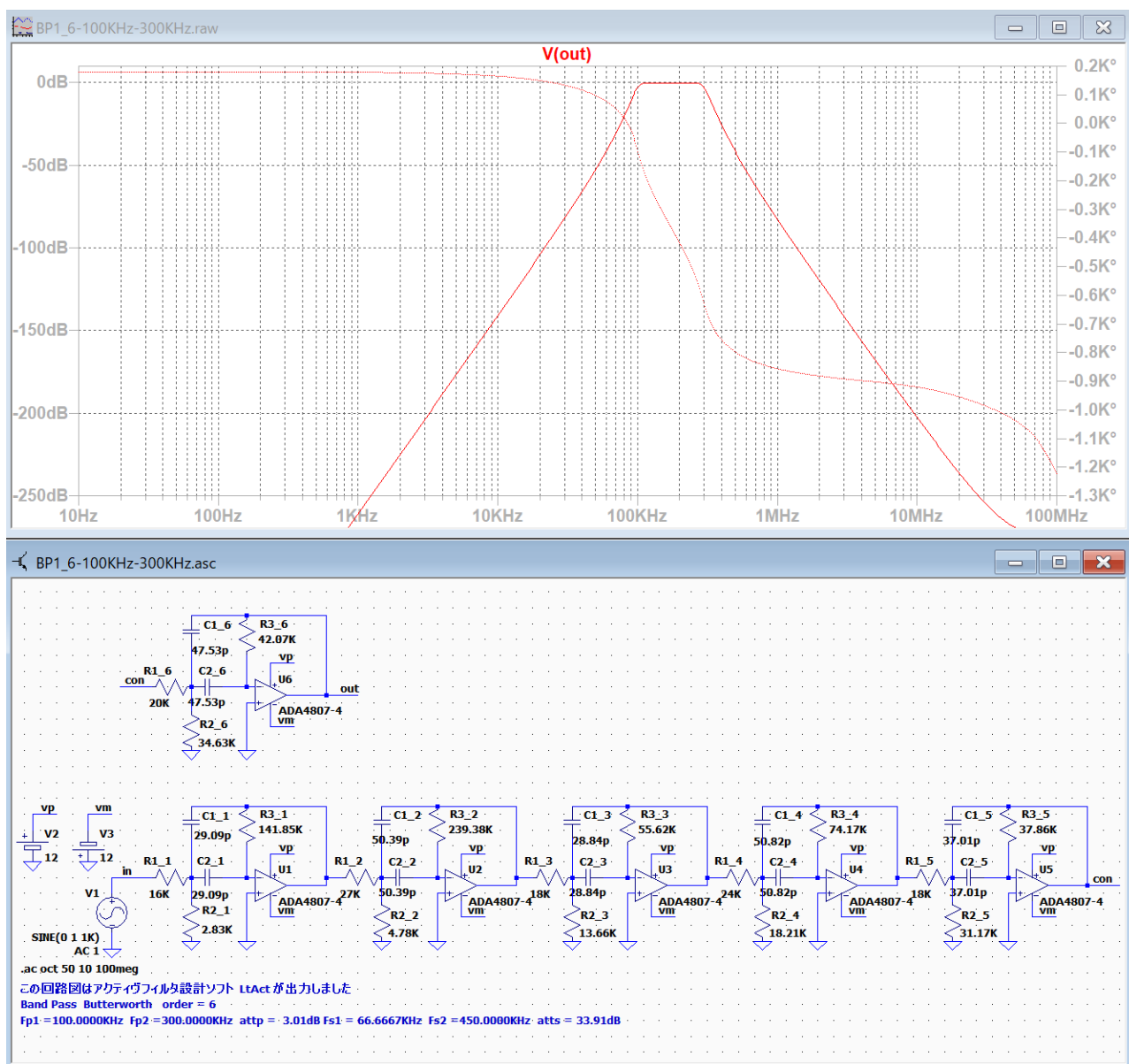
バターワース

BP1\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP1\_6-100KHz-300KHz.asc



100KHz で-3.1dB, 300KHz で -3.4dB, 10KHz で -141dB, 3MHz で -141dB

バターワース

BP1\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP1\_6-100KHz-300KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13

10:59:33 2021

アナログ Band Pass Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 66.6667KHz Fs2 =450.0000KHz atts = 33.91dB

1(BP1)「BP1-2-0」 R1\_1 = 16.0000K C1\_1 = 29.0887p R2\_1 = 2.8321K R3\_1 =  
141.8544K 誤差=8.03 %

2(BP1)「BP1-2-0」 R1\_2 = 27.0000K C1\_2 = 50.3932p R2\_2 = 4.7792K R3\_2 =  
239.3793K 誤差=2.07 %

3(BP1)「BP1-2-2」 R1\_3 = 18.0000K C1\_3 = 28.8443p R2\_3 = 13.6602K R3\_3 =  
55.6247K 誤差=6.31 %

4(BP1)「BP1-2-2」 R1\_4 = 24.0000K C1\_4 = 50.8202p R2\_4 = 18.2136K R3\_4 =  
74.1662K 誤差=1.66 %

5(BP1)「BP1-2-2」 R1\_5 = 18.0000K C1\_5 = 37.0070p R2\_5 = 31.1669K R3\_5 =  
37.8609K 誤差=5.52 %

6(BP1)「BP1-2-2」 R1\_6 = 20.0000K C1\_6 = 47.5329p R2\_6 = 34.6299K R3\_6 =  
42.0676K 誤差=4.67 %

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3= C1\_4= C1\_5= C1\_6=50p

ver.2.10 では、C1\_1= 30p, C1\_2= 50p, C1\_3= 29p,

C1\_4= 51p, C1\_5= 37p, C1\_6=48p

Fp2 / Fp1 が小さい時は、奇数ブロックの C1\_? と偶数ブロックの C1\_? の比も小さい。



バンドパス

BP2\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス・バターワース 6 次 100KHz - 300KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

遮断特性 バターワース

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1}$  : ( $F_{s1} = F_{p1}/x_s$ ) 100 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2}$  : ( $F_{s2} = F_{p2} \cdot x_s$ ) 300 KHz

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

OK

キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Butterworth 次数=6

 $F_{p1} = 100.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 300.0000\text{KHz}$   $\text{attp} = 3.0103\text{dB}$  $F_{s1} = 66.6667\text{KHz}$   $F_{s2} = 450.0000\text{KHz}$   $\text{atts} = 33.91\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	484.6882K	3.4624T	0	2.1486Meg	0
		Fc= 296.1462K	Q= 3.8390	GB 積=503.9907Meg	
2	165.7951K	405.1260G	0	734.9613K	0
		Fc= 101.3014K	Q= 3.8390	GB 積=172.3978Meg	
3	1.2465Meg	2.7822T	0	1.9260Meg	0
		Fc= 265.4715K	Q= 1.3381	GB 積= 54.8881Meg	
4	530.6250K	504.1580G	0	819.8845K	0
		Fc= 113.0065K	Q= 1.3381	GB 積= 23.3649Meg	
5	1.4274Meg	1.6902T	0	1.5012Meg	0
		Fc= 206.9164K	Q= 0.9108	GB 積= 19.8199Meg	
6	1.0002Meg	829.8745G	0	1.0519Meg	0
		Fc= 144.9861K	Q= 0.9108	GB 積= 13.8878Meg	

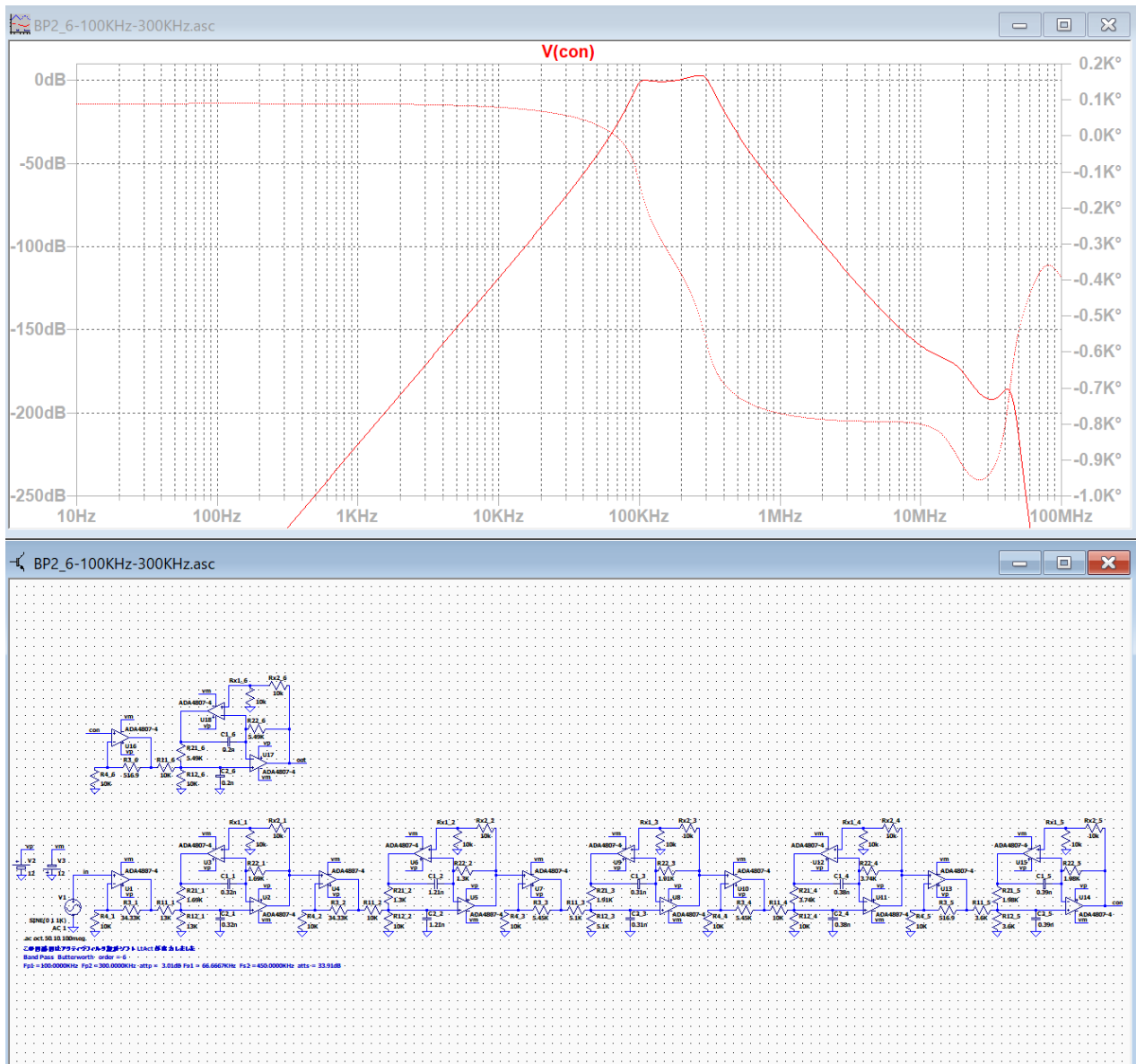
バターワース

BP2\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP2\_6-100KHz-300KHz.asc



バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LtAct Ver.2.1 設計例\バンドパス\バターワース\BP2\_6-100KHz-300KHz.asc 作成日時 Thu Dec 10 19:40:26 2020

アナログ Band Pass Butterworth 次数=6

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 66.6667KHz Fs2 =450.0000KHz atts = 33.91dB

1 (BP2) R1\_1 (2 個) = 13.0000K C1\_1 (2 個) = 0.3174n R2\_1 (2 個) = 1.6931K 誤差 = 6.7809 %

1 R3\_1 = 34.3295K R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.8728 %

2 (BP2) R1\_2 (2 個) = 10.0000K C1\_2 (2 個) = 1.2063n R2\_2 (2 個) = 1.3024K 誤差 = 0.5546 %

2 R3\_2 = 34.3295K R4\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.8728 %

3 (BP2) R1\_3 (2 個) = 5.1000K C1\_3 (2 個) = 0.3146n R2\_3 (2 個) = 1.9057K 誤差 = 6.7856 %

3 R3\_3 = 5.4513K R4\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.7278 %

4 (BP2) R1\_4 (2 個) = 10.0000K C1\_4 (2 個) = 0.3769n R2\_4 (2 個) = 3.7366K 誤差 = 5.0413 %

4 R3\_4 = 5.4513K R4\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.7278 %

5 (BP2) R1\_5 (2 個) = 3.6000K C1\_5 (2 個) = 0.3892n R2\_5 (2 個) = 1.9763K 誤差 = 1.2165 %

5 R3\_5 = 516.9047 R4\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.3358 %

6 (BP2) R1\_6 (2 個) = 10.0000K C1\_6 (2 個) = 0.2000n R2\_6 (2 個) = 5.4897K 誤差 = 2.0087 %

6 R3\_6 = 516.9047 R4\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.3358 %

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3= C1\_4= C1\_5= C1\_6=50p

ver.2.10, ver.2.40 では、C1\_1= 0.3n, C1\_2= 1.2n, C1\_3= 0.3n,

C1\_4= 0.4n, C1\_5= 0.4n, C1\_6=0.2n

バターワース

BP2\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス

BP1\_6-600KHz - 1.2MHz.asc

バンドパス・バターワース 6次 600KHz - 1.2MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1}$  : ( $F_{s1} = F_{p1}/x_s$ )  KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2}$  : ( $F_{s2} = F_{p2} \cdot x_s$ )  Meg

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$   倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Butterworth 次数=6

 $F_{p1} = 600.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 1.2000\text{MegHz}$   $attp = 3.0103\text{dB}$  $F_{s1} = 400.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 1.8000\text{MegHz}$   $atts = 44.16\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.2921Meg	55.7052T	0	5.2776Meg	0
		Fc= 1.1879Meg	Q = 5.7762	GB 積= 2.8025G	
2	659.3265K	14.5040T	0	2.6930Meg	0
		Fc= 606.1284K	Q = 5.7762	GB 積= 1.4300G	
3	3.3309Meg	47.3251T	0	4.8644Meg	0
		Fc= 1.0949Meg	Q = 2.0653	GB 積=330.2384Meg	
4	2.0006Meg	17.0723T	0	2.9217Meg	0
		Fc= 657.6073K	Q = 2.0653	GB 積=198.3481Meg	
5	3.9941Meg	34.5202T	0	4.1545Meg	0
		Fc= 935.0968K	Q = 1.4710	GB 積=143.0791Meg	
6	3.2888Meg	23.4052T	0	3.4209Meg	0
		Fc= 769.9741K	Q = 1.4710	GB 積=117.8137Meg	

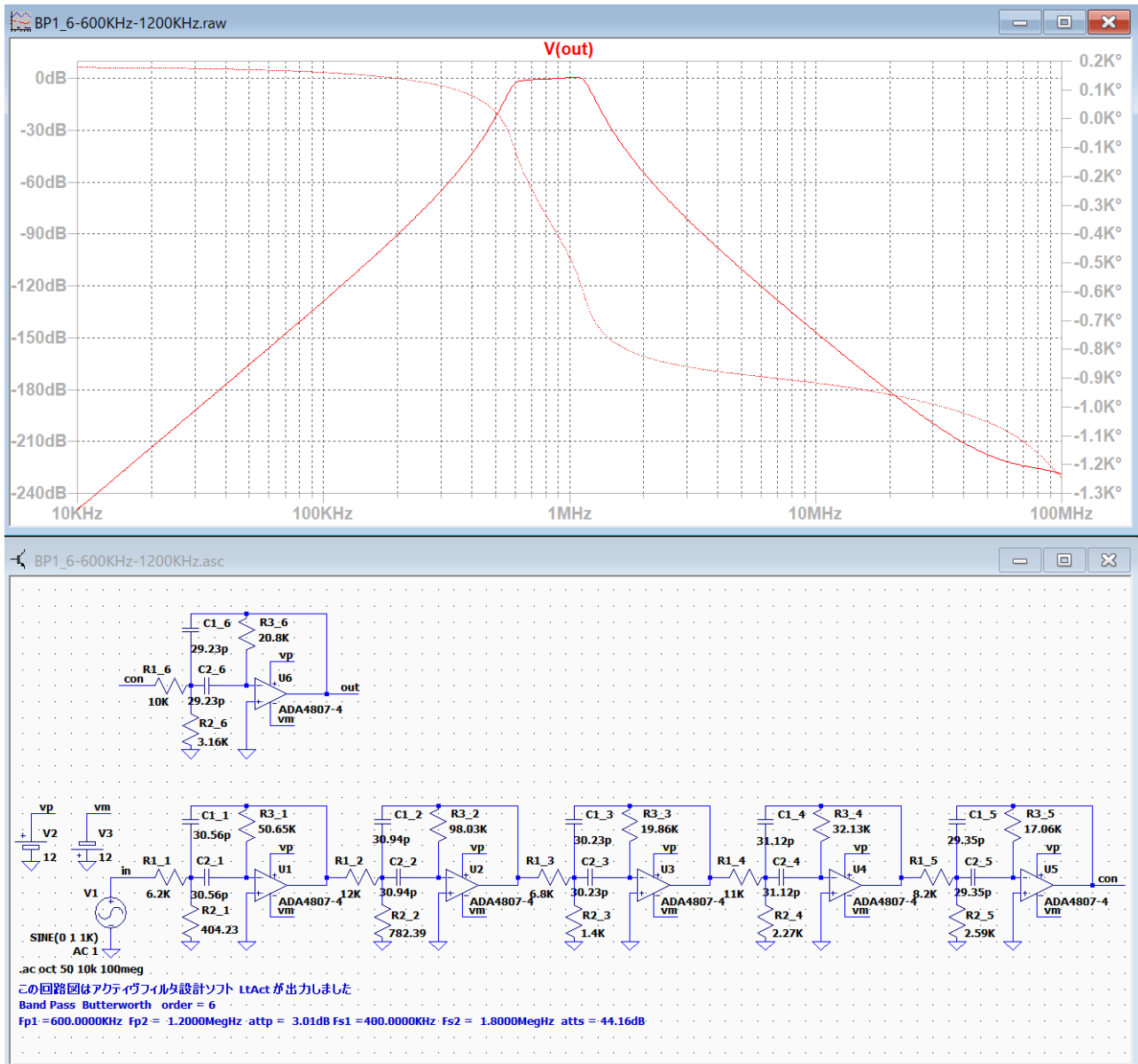
バターワース

BP1\_6-600KHz - 1.2MHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP1\_6-600KHz-1200KHz.asc



600KHz で -1.44dB, 1.2MHz で -1.06dB, 60KHz で -130.8dB, 12MHz で -129.3dB

バターワース

BP1\_6-600KHz - 1.2MHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP1\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Mon Jan 11  
18:34:44 2021

アナログ Band Pass Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp1 =600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 3.0103dB

Fs1 =400.0000KHz Fs2 = 1.8000MegHz atts = 44.16dB

1(BP1)「BP1-3-0」 R1\_1 = 6.2000K C1\_1 = 30.5616p R2\_1 = 404.2347 R3\_1 =  
50.6466K 誤差=4.03 %

2(BP1)「BP1-2-0」 R1\_2 = 12.0000K C1\_2 = 30.9449p R2\_2 = 782.3898 R3\_2 =  
98.0257K 誤差=5.52 %

3(BP1)「BP1-3-1」 R1\_3 = 6.8000K C1\_3 = 30.2315p R2\_3 = 1.4045K R3\_3 =  
19.8615K 誤差=6.88 %

4(BP1)「BP1-2-1」 R1\_4 = 11.0000K C1\_4 = 31.1154p R2\_4 = 2.2720K R3\_4 =  
32.1289K 誤差=5.50 %

5(BP1)「BP1-2-2」 R1\_5 = 8.2000K C1\_5 = 29.3538p R2\_5 = 2.5944K R3\_5 =  
17.0587K 誤差=7.20 %

6(BP1)「BP1-2-2」 R1\_6 = 10.0000K C1\_6 = 29.2320p R2\_6 = 3.1639K R3\_6 =  
20.8033K 誤差=6.35 %

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3= C1\_4= C1\_5= C1\_6= 30p

ver.2.10 でも、 C1\_1= C1\_2= C1\_3= C1\_4= C1\_5= C1\_6= 30p

ver.2.40 でも ver.2.10 と同じ。

バンドパス

BP2\_6-600KHz - 1.2MHz.asc

バンドパス・バターワース 6次 600KHz - 1.2MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1}$  : ( $F_{s1} = F_{p1}/x_s$ )  KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2}$  : ( $F_{s2} = F_{p2}*x_s$ )  Meg

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$   倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Band Pass Butterworth 次数=6

 $F_{p1} = 600.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 1.2000\text{MegHz}$   $attp = 3.0103\text{dB}$  $F_{s1} = 400.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 1.8000\text{MegHz}$   $atts = 44.16\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

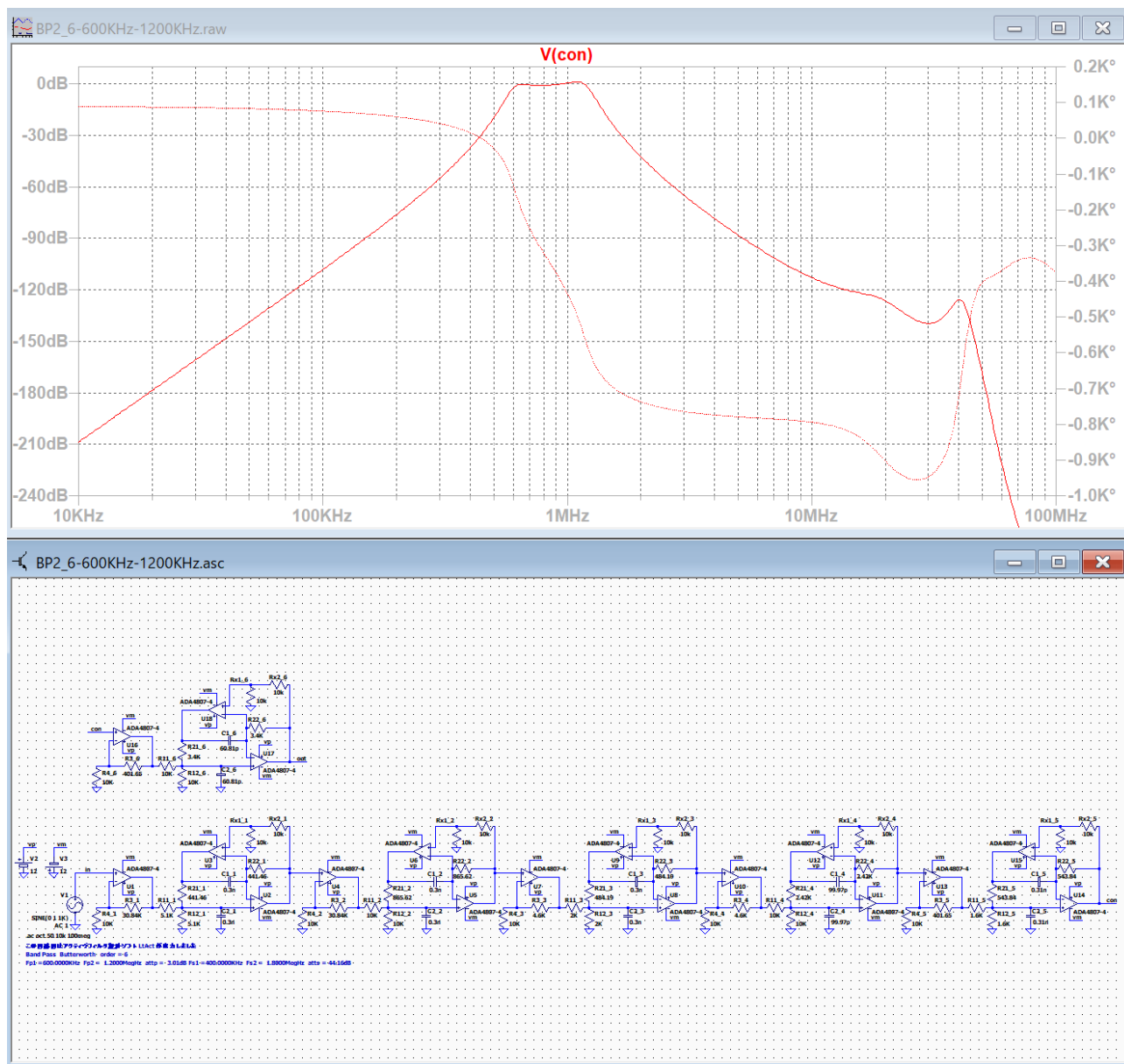
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.2921Meg	55.7052T	0	5.2776Meg	0
		Fc= 1.1879Meg	Q = 5.7762	GB 積= 2.8025G	
2	659.3265K	14.5040T	0	2.6930Meg	0
		Fc= 606.1284K	Q = 5.7762	GB 積= 1.4300G	
3	3.3309Meg	47.3251T	0	4.8644Meg	0
		Fc= 1.0949Meg	Q = 2.0653	GB 積=330.2384Meg	
4	2.0006Meg	17.0723T	0	2.9217Meg	0
		Fc= 657.6073K	Q = 2.0653	GB 積=198.3481Meg	
5	3.9941Meg	34.5202T	0	4.1545Meg	0
		Fc= 935.0968K	Q = 1.4710	GB 積=143.0791Meg	
6	3.2888Meg	23.4052T	0	3.4209Meg	0
		Fc= 769.9741K	Q = 1.4710	GB 積=117.8137Meg	

バターワース

BP2\_6-600KHz - 1.2MHz.asc

バンドパス

完成した回路図



600KHz で -3.95dB, 1.2MHz で -5.82dB, 60KHz で -155.8dB, 12MHz で -143.7dB

バターワース

BP2\_6-600KHz - 1.2MHz.asc



バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LtAct Ver.2.1 設計例\バンドパス\バターワース\BP2\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Thu Dec 10 19:42:16 2020

アナログ Band Pass Butterworth 次数=6

Fp1 =600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 3.0103dB

Fs1 =400.0000KHz Fs2 = 1.8000MegHz atts = 44.16dB

1 (BP2) R1\_1 (2 個) = 5.1000K C1\_1 (2 個) = 0.3035n R2\_1 (2 個) = 441.4650 誤差 = 2.8413 %

1 R3\_1 = 30.8441K R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.7365 %

2 (BP2) R1\_2 (2 個) = 10.0000K C1\_2 (2 個) = 0.3033n R2\_2 (2 個) = 865.6176 誤差 = 5.2441 %

2 R3\_2 = 30.8441K R4\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.7365 %

3 (BP2) R1\_3 (2 個) = 2.0000K C1\_3 (2 個) = 0.3002n R2\_3 (2 個) = 484.1855 誤差 = 2.9307 %

3 R3\_3 = 4.6040K R4\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.0841 %

4 (BP2) R1\_4 (2 個) = 10.0000K C1\_4 (2 個) = 99.9705p R2\_4 (2 個) = 2.4209K 誤差 = 0.8649 %

4 R3\_4 = 4.6040K R4\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.0841 %

5 (BP2) R1\_5 (2 個) = 1.6000K C1\_5 (2 個) = 0.3130n R2\_5 (2 個) = 543.8419 誤差 = 5.0971 %

5 R3\_5 = 401.6521 R4\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.9010 %

6 (BP2) R1\_6 (2 個) = 10.0000K C1\_6 (2 個) = 60.8123p R2\_6 (2 個) = 3.3990K 誤差 = 3.5071 %

6 R3\_6 = 401.6521 R4\_6 = 10.0000K 誤差 = 2.9010 %

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3= C1\_4= C1\_5= C1\_6= 30p

ver.2.10, ver.2.40 では、C1\_1= 0.3n, C1\_2= 0.3n, C1\_3= 0.3n,

C1\_4= 0.1n, C1\_5= 0.3n, C1\_6= 60p

バターワース

BP2\_6-600KHz - 1.2MHz.asc

## バンドパス

## チェビシェフ

注意：基本回路として「BP1」を利用する場合には、バンドパスの通過域の下端と上端の比が 4 を超えると、回路図が作れない場合がありますので「BP2」を利用して下さい。

$F_{p2} / F_{p1} = 6$  の場合

設計パラメータの入力

フィルタの種類	バンドパスフィルタ	遮断特性	チェビシェフ
設計するフィルタの次数 $m(<=58)$	2		
通過帯域 下端の周波数 $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$	1	KHz	
通過帯域 上端の周波数 $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p1}*x_s)$	6	KHz	
周波数 $F_{p1}, F_{p2}$ における減衰量又はリップル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数を $F_{s1}$ として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$	1.5	倍	キャンセル


$x_s$  の値が小さい時も、回路図が作れない場合がありますので「BP2」を利用して下さい。

$x_s = 1.1$  の場合

設計パラメータの入力

フィルタの種類	バンドパスフィルタ	遮断特性	チェビシェフ
設計するフィルタの次数 $m(<=58)$	2		
通過帯域 下端の周波数 $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$	1	KHz	
通過帯域 上端の周波数 $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p1}*x_s)$	3	KHz	
周波数 $F_{p1}, F_{p2}$ における減衰量又はリップル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数を $F_{s1}$ として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$	1.1	倍	キャンセル

アクティブフィルタの設計プログラム

 現在の伝達関数は希望の回路形式に変換出来ません！！

パラメータの入力に戻って、

フィルタの次数、周波数、リップル又は周波数の比率などを

変更して伝達関数を計算しなおして、もう一度やりなおして下さい

どうしてもこの画面に戻る場合には、回路形式を変更して下さい

OK

## チェビシェフ

バンドパス

BP2\_6-0.01Hz-7Hz.asc

バンドパス・チェビシェフ 6 次フィルタ 0.01Hz ~ 7Hz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$  10 mHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p1} \times x_s)$  7 Hz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=6

 $F_{p1} = 10.0000\text{mHz}$   $F_{p2} = 7.0000\text{ Hz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 6.6667\text{mHz}$   $F_{s2} = 10.5000\text{ Hz}$   $atts = 27.87\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	10.0618	2.1839K	0	1.3121K	0
		Fc=	7.4377	Q = 4.6445	GB 積=450.4681K
2	12.7322m	3.4969m	0	1.6603	0
		Fc=	9.4116m	Q = 4.6445	GB 積=570.0209
3	27.4678	1.3472K	0	809.2249	0
		Fc=	5.8417	Q = 1.3363	GB 積= 22.9975K
4	56.3433m	5.6686m	0	1.6599	0
		Fc=	11.9828m	Q = 1.3363	GB 積= 47.1736
5	37.3944	505.8759	0	304.9483	0
		Fc=	3.5797	Q = 0.6015	GB 積= 1.7558K
6	0.2043	15.0963m	0	1.6659	0
		Fc=	19.5549m	Q = 0.6015	GB 積= 9.5916

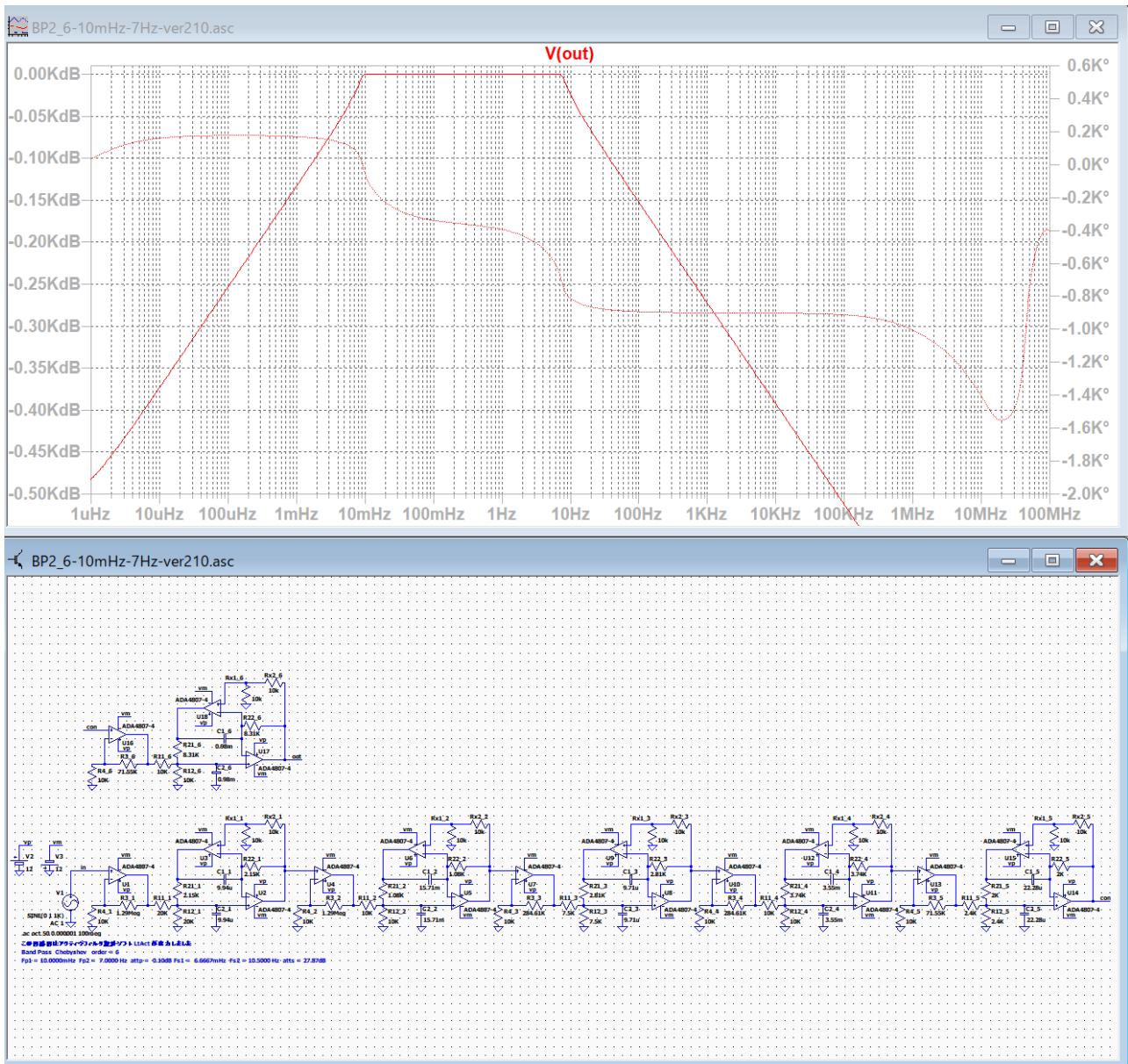
チェビシェフ

BP2\_6-0.01Hz-7Hz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP2\_6-10mHz-7Hz-ver210.asc



10mHz で-0.1dB, 7Hz で -0.1dB, 1mHz で -133.5dB, 70Hz で -133.6dB

チェビシェフ

BP2\_6-0.01Hz-7Hz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP2\_6-0p01-7Hz.asc 作成日時 Thu Jan 07 12:22:59  
2021

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 10.0000mHz Fp2 = 7.0000 Hz attp = 0.1000dB

Fs1 = 6.6667mHz Fs2 = 10.5000 Hz atts = 27.87dB

1(BP2)「BP2-0-0」 R1\_1 (2 個) = 20.0000K C1\_1(2 個)= 10.0000u R2\_1(2 個)=  
2.1531K 誤差=2.18 %

1 R3\_1 = 1.2940Meg R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.46 %

2(BP2)「BP2-0-0」 R1\_2 (2 個) = 10.0000K C1\_2(2 個)= 15.7082m R2\_2(2  
個)= 1.0765K 誤差=2.86 %

2 R3\_2 = 1.2940Meg R4\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.46 %

3(BP2)「BP2-0-2」 R1\_3 (2 個) = 7.5000K C1\_3(2 個)= 10.0000u R2\_3(2 個)=  
2.8063K 誤差=3.79 %

3 R3\_3 = 284.6083K R4\_3 = 10.0000K 誤差 = 5.13 %

4(BP2)「BP2-0-2」 R1\_4 (2 個) = 10.0000K C1\_4(2 個)= 3.5497m R2\_4(2  
個)= 3.7417K 誤差=4.04 %

4 R3\_4 = 284.6083K R4\_4 = 10.0000K 誤差 = 5.13 %

5(BP2)「BP2-0-2」 R1\_5 (2 個) = 2.4000K C1\_5(2 個)= 21.8962u R2\_5(2 個)=  
1.9951K 誤差=0.53 %

5 R3\_5 = 71.5491K R4\_5 = 10.0000K 誤差 = 4.82 %

6(BP2)「BP2-0-2」 R1\_6 (2 個) = 10.0000K C1\_6(2 個)= 0.9791m R2\_6(2  
個)= 8.3129K 誤差=2.53 %

6 R3\_6 = 71.5491K R4\_6 = 10.0000K 誤差 = 4.82 %

LtAct ver.1.45 の設計例と同等の特性が得られた

ver.2.00 では、すべてのブロックを推奨値の 10 倍に変更していたが、ver.2.10 では  
奇数ブロックの C1\_? を 推奨値の 100 倍に、偶数ブロックは 10 倍に変更した。

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= 10u, C1\_3= 10u, C1\_5= 10u,

C1\_2= 1m, C1\_4= 1m, C1\_6= 1m

ver.2.10, ver.2.40 では、C1\_1= 10u, C1\_3= 10u, C1\_5= 22u,

C1\_2= 16m, C1\_4= 3.5m, C1\_6= 1m

偶数ブロックの値は許容範囲が広いと思われる。

バンドパス

BP1\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス・チェビシェフ 6 次フィルタ 10KHz - 30KHz

設計パラメータの入力

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=6

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 6.6667KHz Fs2 = 45.0000KHz atts = 43.71dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	21.9270K	37.6442G	0	238.0891K	0
		Fc=	30.8794K	Q = 8.8485	GB 積=296.6881Meg
2	6.8986K	3.7262G	0	74.9071K	0
		Fc=	9.7152K	Q = 8.8485	GB 積= 93.3434Meg
3	55.6165K	28.4701G	0	162.5867K	0
		Fc=	26.8543K	Q = 3.0338	GB 積= 23.8169Meg
4	23.1364K	4.9269G	0	67.6359K	0
		Fc=	11.1714K	Q = 3.0338	GB 積= 9.9078Meg
5	62.7281K	16.5644G	0	76.2664K	0
		Fc=	20.4837K	Q = 2.0518	GB 積= 5.1098Meg
6	44.8505K	8.4681G	0	54.5304K	0
		Fc=	14.6458K	Q = 2.0518	GB 積= 3.6535Meg

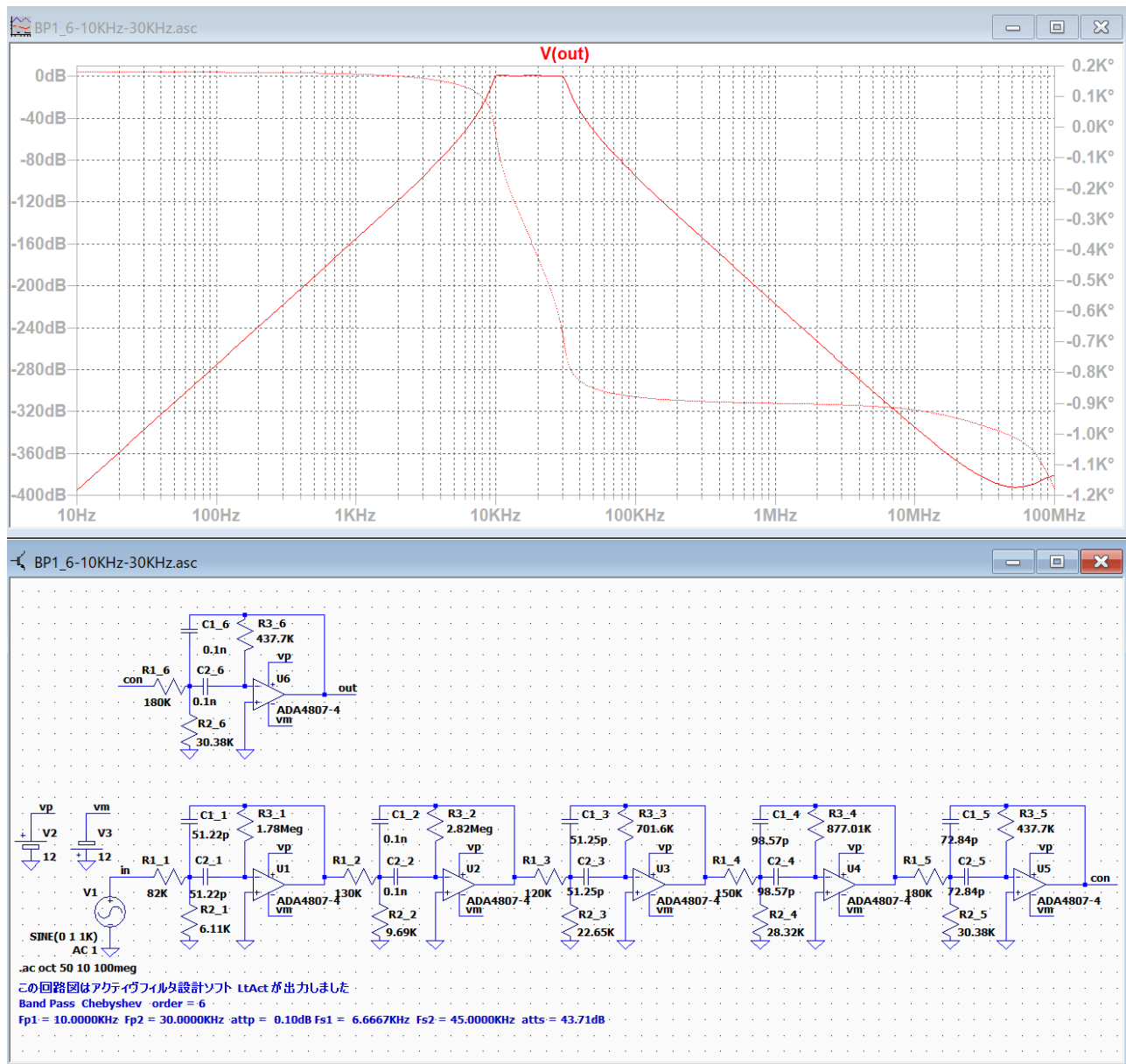
チェビシェフ

BP1\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP1\_6-10KHz-30KHz-Ctbl210.asc



10KHz で 0.28dB, 30KHz で -0.04dB, 1KHz で -155dB, 300KHz で -154.2dB

チェビシェフ

BP1\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP1\_6-10KHz-30KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 11:32:58 2021

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 6.6667KHz Fs2 = 45.0000KHz atts = 43.71dB

1(BP1)「BP1-1-0」 R1\_1 = 82.0000K C1\_1 = 51.2208p R2\_1 = 6.1096K R3\_1 = 1.7808Meg 誤差=1.88 %

2(BP1)「BP1-0-0」 R1\_2 = 130.0000K C1\_2 = 0.1027n R2\_2 = 9.6860K R3\_2 = 2.8232Meg 誤差=6.03 %

3(BP1)「BP1-1-1」 R1\_3 = 120.0000K C1\_3 = 51.2547p R2\_3 = 22.6546K R3\_3 = 701.6044K 誤差=4.25 %

4(BP1)「BP1-1-1」 R1\_4 = 150.0000K C1\_4 = 98.5670p R2\_4 = 28.3182K R3\_4 = 877.0055K 誤差=6.16 %

5(BP1)「BP1-1-1」 R1\_5 = 180.0000K C1\_5 = 72.8441p R2\_5 = 30.3805K R3\_5 = 437.6973K 誤差=3.66 %

6(BP1)「BP1-1-1」 R1\_6 = 180.0000K C1\_6 = 0.1019n R2\_6 = 30.3805K R3\_6 = 437.6973K 誤差=2.84 %

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3= C1\_4= C1\_5= C1\_6=100p

Ctbl200 では、C1\_1= C1\_2= C1\_3= C1\_4= C1\_5= C1\_6=100p

ver.210 では、C1\_1= 51p, C1\_2= 0.1n, C1\_3= 51p,

C1\_4= 0.1n, C1\_5= 73p, C1\_6=100p



バンドパス

BP2\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス・チェビシェフ 6 次フィルタ 10KHz - 30KHz

設計パラメータの入力

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=6

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 6.6667KHz Fs2 = 45.0000KHz atts = 43.71dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	21.9270K	37.6442G	0	238.0891K	0
		Fc=	30.8794K	Q = 8.8485	GB 積=296.6881Meg
2	6.8986K	3.7262G	0	74.9071K	0
		Fc=	9.7152K	Q = 8.8485	GB 積= 93.3434Meg
3	55.6165K	28.4701G	0	162.5867K	0
		Fc=	26.8543K	Q = 3.0338	GB 積= 23.8169Meg
4	23.1364K	4.9269G	0	67.6359K	0
		Fc=	11.1714K	Q = 3.0338	GB 積= 9.9078Meg
5	62.7281K	16.5644G	0	76.2664K	0
		Fc=	20.4837K	Q = 2.0518	GB 積= 5.1098Meg
6	44.8505K	8.4681G	0	54.5304K	0
		Fc=	14.6458K	Q = 2.0518	GB 積= 3.6535Meg

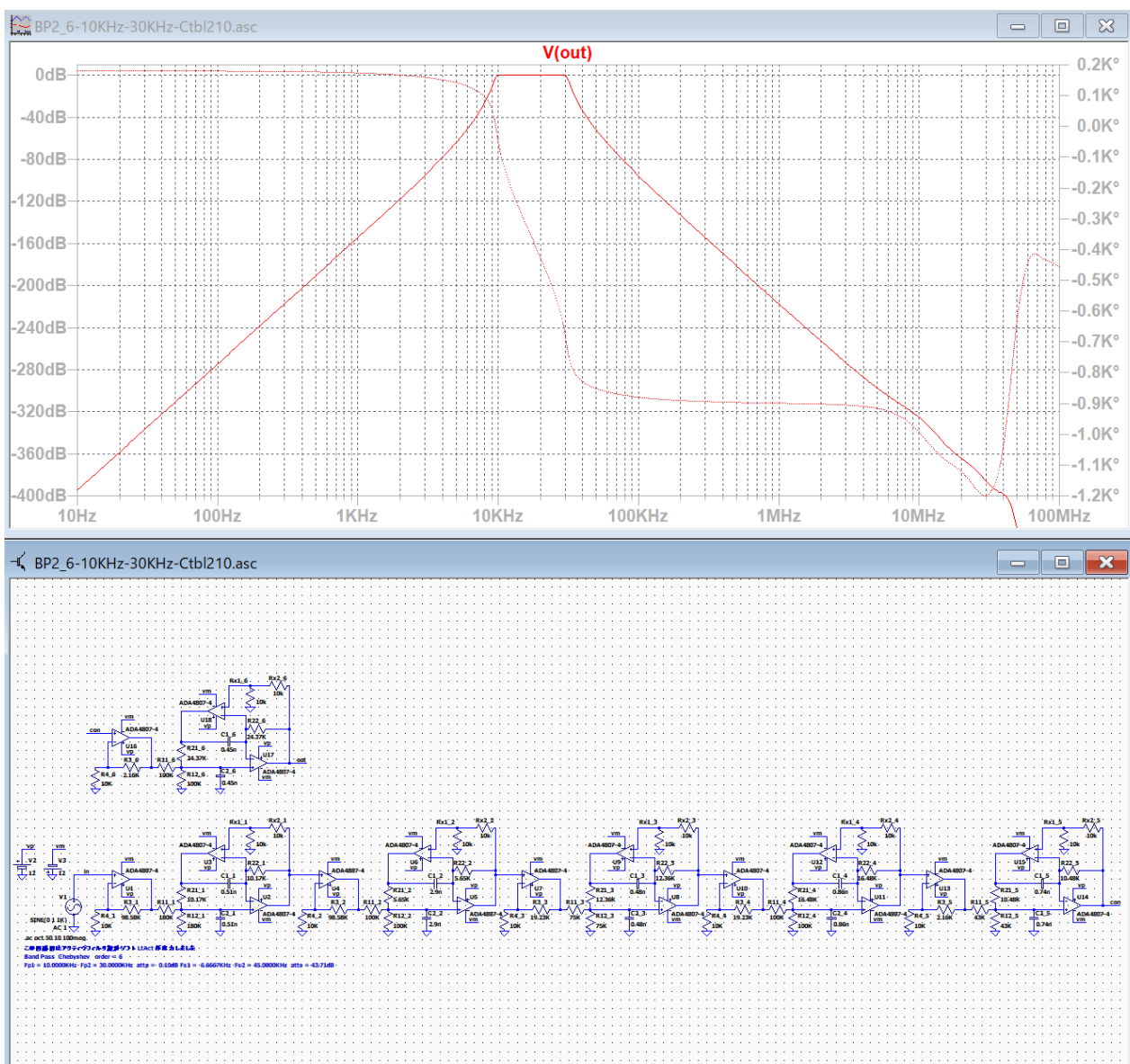
チェビシェフ

BP2\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP2\_6-10KHz-30KHz-Ctbl210.asc



10KHz で 0.14dB, 30KHz で 0.3dB, 1KHz で -154.4dB, 300KHz で -154.6dB

チェビシェフ

BP2\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP2\_6-10KHz-30KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 11:34:17 2021

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 6.6667KHz Fs2 = 45.0000KHz atts = 43.71dB

1(BP2)「BP2-1-0」 R1\_1 (2 個) = 180.0000K C1\_1(2 個)= 0.5067n R2\_1(2 個)= 10.1712K 誤差=1.80 %

1 R3\_1 = 98.5828K R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.44 %

2(BP2)「BP2-0-0」 R1\_2 (2 個) = 100.0000K C1\_2(2 個)= 2.8991n R2\_2(2 個)= 5.6507K 誤差=3.59 %

2 R3\_2 = 98.5828K R4\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.44 %

3(BP2)「BP2-1-1」 R1\_3 (2 個) = 75.0000K C1\_3(2 個)= 0.4795n R2\_3(2 個)= 12.3606K 誤差=3.52 %

3 R3\_3 = 19.2335K R4\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.99 %

4(BP2)「BP2-1-1」 R1\_4 (2 個) = 100.0000K C1\_4(2 個)= 0.8644n R2\_4(2 個)= 16.4809K 誤差=5.91 %

4 R3\_4 = 19.2335K R4\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.99 %

5(BP2)「BP2-1-1」 R1\_5 (2 個) = 43.0000K C1\_5(2 個)= 0.7415n R2\_5(2 個)= 10.4788K 誤差=4.71 %

5 R3\_5 = 2.1583K R4\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.93 %

6(BP2)「BP2-1-1」 R1\_6 (2 個) = 100.0000K C1\_6(2 個)= 0.4459n R2\_6(2 個)= 24.3694K 誤差=3.88 %

6 R3\_6 = 2.1583K R4\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.93 %

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3= C1\_4= C1\_5= C1\_6=100p

ver.210 では、C1\_1= 0.5n, C1\_2= 2.9n, C1\_3= 0.5n,

C1\_4 = 0.9n, C1\_5= 0.7n, C1\_6= 0.5n

ver.240 では、C1\_1= 0.5n, C1\_2= 29n, C1\_3= 0.5n,

C1\_4 = 9n, C1\_5= 0.7n, C1\_6= 4.5n 偶数ブロックが 10 倍になる

バンドパス

BP1\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス・チェビシェフ 6 次フィルタ 100KHz - 300KHz

設計パラメータの入力

✕

フィルタの種類	バンドパスフィルタ		遮断特性	チェビシェフ
設計するフィルタの次数 m(<=58)	6			
通過帯域 下端の周波数 Fp1 : (Fs1 = Fp1/xs)	100	KHz		
通過帯域 上端の周波数 Fp2 : (Fs2 = Fp1*xs)	300	KHz		
周波数Fp1,Fp2における減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK	
最低減衰量に達する周波数をFs1として、Xs = Fp1/Fs1	1.5	倍	キャンセル	

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=6

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 66.6667KHz Fs2 =450.0000KHz atts = 43.71dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	219.2697K	3.7644T	0	2.3809Meg	0
		Fc= 308.7941K	Q= 8.8485	GB 積= 2.9669G	
2	68.9862K	372.6185G	0	749.0708K	0
		Fc= 97.1521K	Q= 8.8485	GB 積=933.4337Meg	
3	556.1655K	2.8470T	0	1.6259Meg	0
		Fc= 268.5435K	Q= 3.0338	GB 積=238.1694Meg	
4	231.3642K	492.6894G	0	676.3590K	0
		Fc= 111.7138K	Q= 3.0338	GB 積= 99.0782Meg	
5	627.2806K	1.6564T	0	762.6639K	0
		Fc= 204.8368K	Q= 2.0518	GB 積= 51.0982Meg	
6	448.5050K	846.8110G	0	545.3040K	0
		Fc= 146.4581K	Q= 2.0518	GB 積= 36.5351Meg	

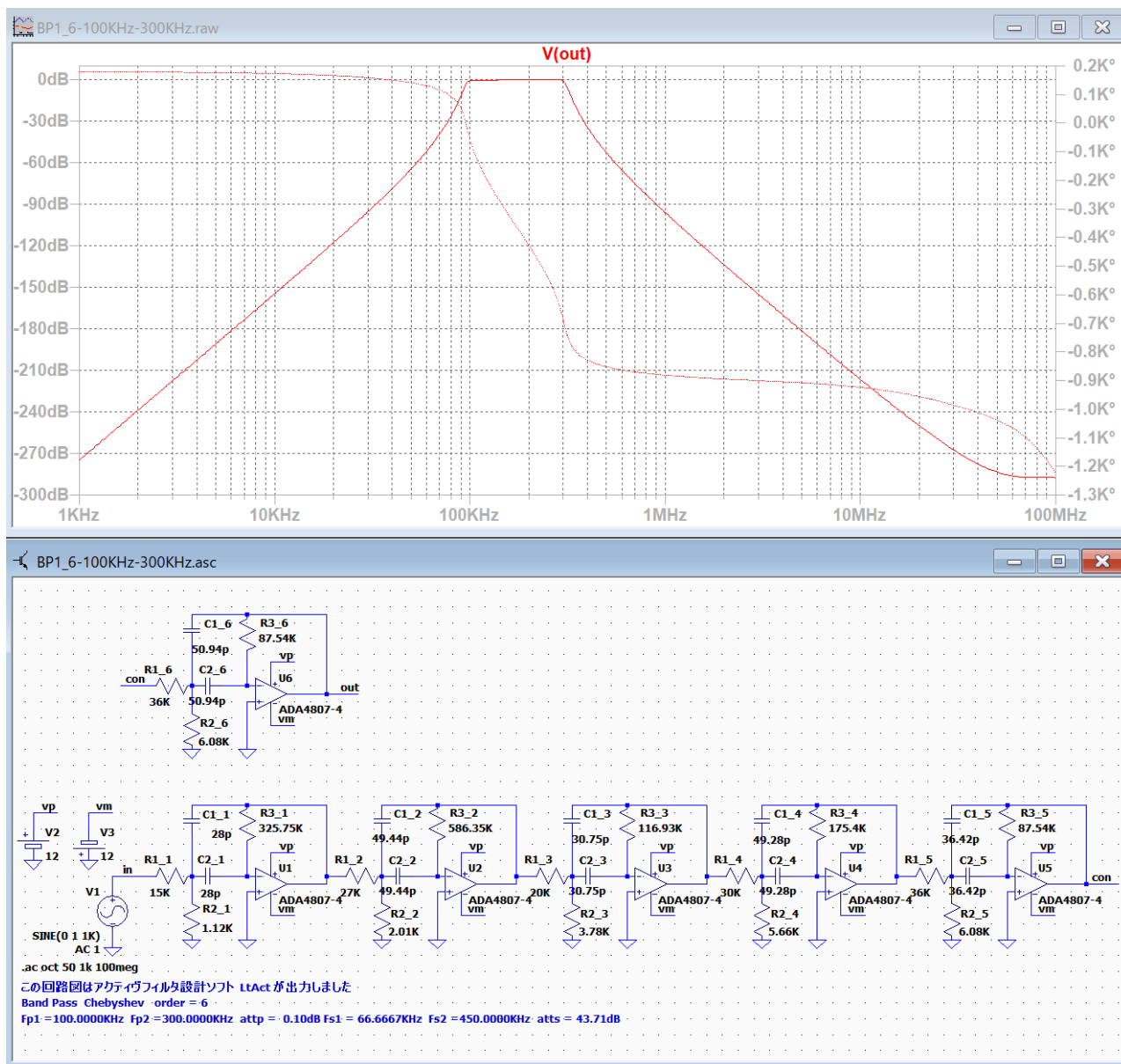
チェビシェフ

BP1\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP1\_6-100KHz-300KHz.asc



100KHz で-0.72dB, 300KHz で -0.75dB, 10KHz で -154.5dB, 3MHz で -155dB

チェビシェフ

BP1\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP1\_6-100KHz-300KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 11:36:16 2021

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=6

参照モード=0

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 66.6667KHz Fs2 =450.0000KHz atts = 43.71dB

1(BP1)「BP1-2-0」 R1\_1 = 15.0000K C1\_1 = 28.0007p R2\_1 = 1.1176K R3\_1 = 325.7483K 誤差=4.12 %

2(BP1)「BP1-1-0」 R1\_2 = 27.0000K C1\_2 = 49.4440p R2\_2 = 2.0117K R3\_2 = 586.3469K 誤差=5.52 %

3(BP1)「BP1-2-1」 R1\_3 = 20.0000K C1\_3 = 30.7528p R2\_3 = 3.7758K R3\_3 = 116.9341K 誤差=4.87 %

4(BP1)「BP1-2-1」 R1\_4 = 30.0000K C1\_4 = 49.2835p R2\_4 = 5.6636K R3\_4 = 175.4011K 誤差=4.50 %

5(BP1)「BP1-2-1」 R1\_5 = 36.0000K C1\_5 = 36.4220p R2\_5 = 6.0761K R3\_5 = 87.5395K 誤差=4.60 %

6(BP1)「BP1-2-1」 R1\_6 = 36.0000K C1\_6 = 50.9400p R2\_6 = 6.0761K R3\_6 = 87.5395K 誤差=4.45 %

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3= C1\_4= C1\_5= C1\_6=50p

ver.2.10 の設計例では、C1\_1= 28p, C1\_2= 49p, C1\_3= 31p,

C1\_4= 50p, C1\_5= 36p, C1\_6=51p

バンドパス

BP2\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス・チェビシェフ 6 次フィルタ 100KHz - 300KHz

設計パラメータの入力

✕

フィルタの種類	バンドパスフィルタ		遮断特性	チェビシェフ
設計するフィルタの次数 m(<=58)	6			
通過帯域 下端の周波数 Fp1 : (Fs1 = Fp1/xs)	100	KHz		
通過帯域 上端の周波数 Fp2 : (Fs2 = Fp1*xs)	300	KHz		
周波数Fp1,Fp2における減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK	
最低減衰量に達する周波数をFs1として、Xs = Fp1/Fs1	1.5	倍	キャンセル	

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=6

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 66.6667KHz Fs2 =450.0000KHz atts = 43.71dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	219.2697K	3.7644T	0	2.3809Meg	0
		Fc= 308.7941K	Q= 8.8485	GB 積= 2.9669G	
2	68.9862K	372.6185G	0	749.0708K	0
		Fc= 97.1521K	Q= 8.8485	GB 積=933.4337Meg	
3	556.1655K	2.8470T	0	1.6259Meg	0
		Fc= 268.5435K	Q= 3.0338	GB 積=238.1694Meg	
4	231.3642K	492.6894G	0	676.3590K	0
		Fc= 111.7138K	Q= 3.0338	GB 積= 99.0782Meg	
5	627.2806K	1.6564T	0	762.6639K	0
		Fc= 204.8368K	Q= 2.0518	GB 積= 51.0982Meg	
6	448.5050K	846.8110G	0	545.3040K	0
		Fc= 146.4581K	Q= 2.0518	GB 積= 36.5351Meg	

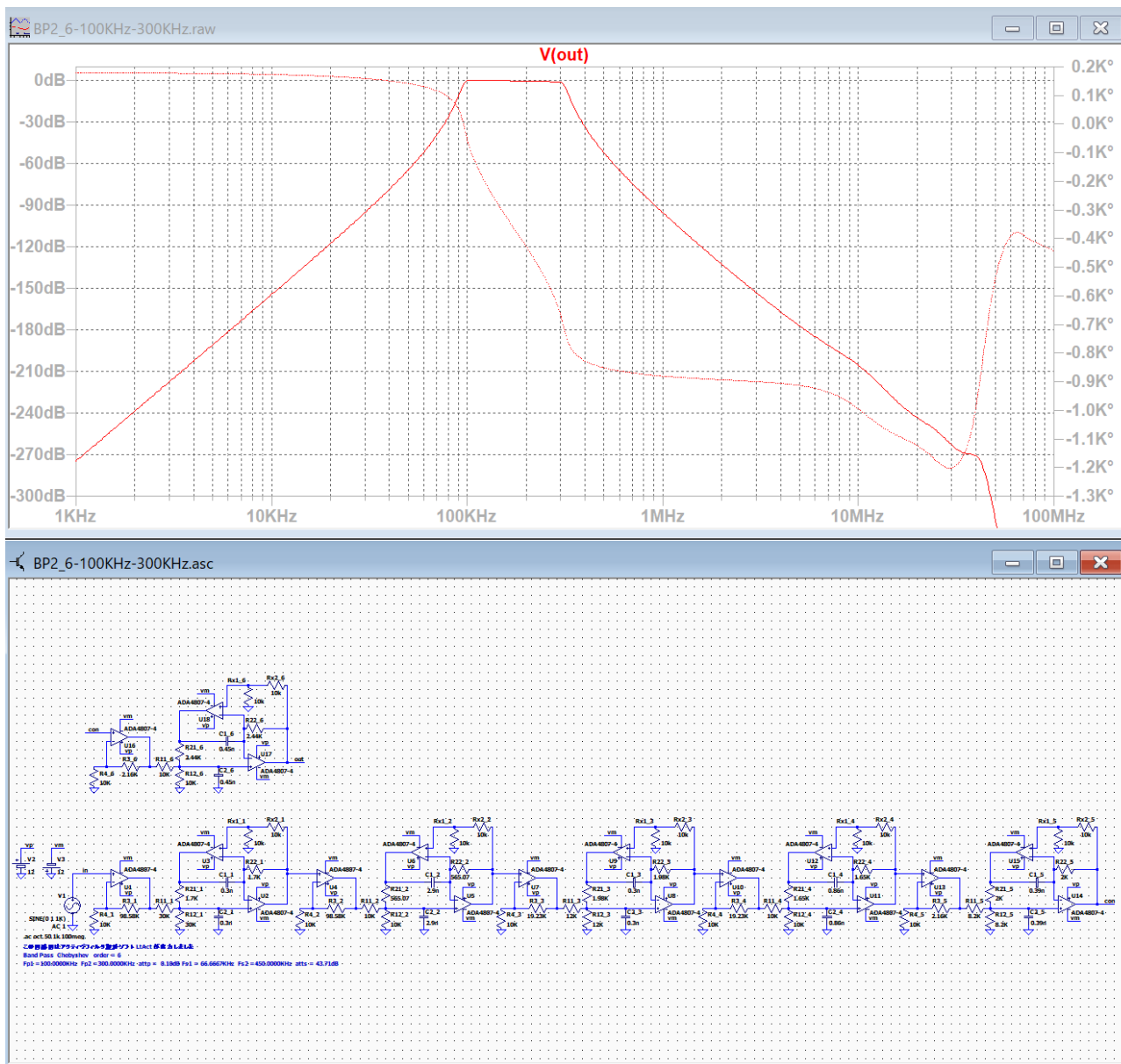
チェビシェフ

BP2\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP2\_6-100KHz-300KHz.asc



100KHz で-0.09dB, 300KHz で -1.34dB, 10KHz で -154.4dB, 3MHz で -153.1dB

チェビシェフ

BP2\_6-100KHz - 300KHz.asc



バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LtAct Ver.2.1 設計例\バンドパス\チェビシェフ\BP2\_6-100KHz-300KHz.asc 作成日時 Thu Dec 10 20:00:28 2020

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=6

Fp1 = 100.0000KHz Fp2 = 300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 66.6667KHz Fs2 = 450.0000KHz atts = 43.71dB

1 (BP2) R1\_1 (2 個) = 30.0000K C1\_1 (2 個) = 0.3040n R2\_1 (2 個) = 1.6952K  
誤差 = 5.7709 %

1 R3\_1 = 98.5828K R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.4376 %

2 (BP2) R1\_2 (2 個) = 10.0000K C1\_2 (2 個) = 2.8991n R2\_2 (2 個) = 565.0669  
誤差 = 3.5929 %

2 R3\_2 = 98.5828K R4\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.4376 %

3 (BP2) R1\_3 (2 個) = 12.0000K C1\_3 (2 個) = 0.2997n R2\_3 (2 個) = 1.9777K  
誤差 = 1.1328 %

3 R3\_3 = 19.2335K R4\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.9852 %

4 (BP2) R1\_4 (2 個) = 10.0000K C1\_4 (2 個) = 0.8644n R2\_4 (2 個) = 1.6481K  
誤差 = 5.9109 %

4 R3\_4 = 19.2335K R4\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.9852 %

5 (BP2) R1\_5 (2 個) = 8.2000K C1\_5 (2 個) = 0.3888n R2\_5 (2 個) = 1.9983K  
誤差 = 0.3141 %

5 R3\_5 = 2.1583K R4\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.9341 %

6 (BP2) R1\_6 (2 個) = 10.0000K C1\_6 (2 個) = 0.4459n R2\_6 (2 個) = 2.4369K  
誤差 = 3.8797 %

6 R3\_6 = 2.1583K R4\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.9341 %

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_2= C1\_3= C1\_4= C1\_5= C1\_6=50p

ver.2.10, ver.2.40 では、C1\_1= 0.3n, C1\_2= 3n, C1\_3= 0.3n,

C1\_4= 0.9n, C1\_5= 0.4n, C1\_6= 0.4n

バンドパス

BP1\_6-600KHz - 1200KHz.asc

バンドパス・チェビシェフ 6 次フィルタ 600KHz - 1200KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

遮断特性 チェビシェフ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$  600 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p1} \times x_s)$  1.2 Meg

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=6

 $F_{p1} = 600.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 1.2000\text{MegHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 400.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 1.8000\text{MegHz}$   $atts = 55.36\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	583.7797K	59.0546T	0	5.7747Meg	0
		Fc= 1.2231Meg	Q = 13.1637	GB 積= 15.9261G	
2	280.9879K	13.6814T	0	2.7795Meg	0
		Fc= 588.6886K	Q = 13.1637	GB 積= 7.6656G	
3	1.4945Meg	48.9394T	0	4.1280Meg	0
		Fc= 1.1134Meg	Q = 4.6808	GB 積= 1.4395G	
4	868.0447K	16.5092T	0	2.3976Meg	0
		Fc= 646.6704K	Q = 4.6808	GB 積=836.0468Meg	
5	1.7762Meg	34.7921T	0	2.1404Meg	0
		Fc= 938.7734K	Q = 3.3208	GB 積=375.6721Meg	
6	1.4511Meg	23.2222T	0	1.7487Meg	0
		Fc= 766.9586K	Q = 3.3208	GB 積=306.9164Meg	

チェビシェフ

BP1\_6-600KHz - 1200KHz.asc



バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP1\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 11:41:05 2021

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=6

参照モード=0

Fp1 =600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 0.1000dB

Fs1 =400.0000KHz Fs2 = 1.8000MegHz atts = 55.36dB

1(BP1)「BP1-3-0」 R1\_1 = 5.6000K C1\_1 = 30.9228p R2\_1 = 164.5368 R3\_1 = 110.7904K 誤差=4.13 %

2(BP1)「BP1-2-0」 R1\_2 = 12.0000K C1\_2 = 29.9811p R2\_2 = 352.5788 R3\_2 = 237.4080K 誤差=2.37 %

3(BP1)「BP1-3-0」 R1\_3 = 8.2000K C1\_3 = 29.5427p R2\_3 = 551.6255 R3\_3 = 45.2971K 誤差=4.34 %

4(BP1)「BP1-2-0」 R1\_4 = 13.0000K C1\_4 = 32.0839p R2\_4 = 874.5283 R3\_4 = 71.8125K 誤差=6.66 %

5(BP1)「BP1-2-1」 R1\_5 = 16.0000K C1\_5 = 29.1997p R2\_5 = 924.7171 R3\_5 = 38.5616K 誤差=3.37 %

6(BP1)「BP1-2-1」 R1\_6 = 20.0000K C1\_6 = 28.5928p R2\_6 = 1.1559K R3\_6 = 48.2020K 誤差=6.71 %

ver.1.45 の設計例では、C1\_1 ~ C1\_6 = 30p

ver.2.10 でも、 C1\_1 ~ C1\_6 = 30p

バンドパス

BP2\_6-600KHz - 1200KHz.asc

バンドパス・チェビシェフ 6 次フィルタ 600KHz - 1200KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

遮断特性 チェビシェフ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/X_s)$  600 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p1} \times X_s)$  1.2 Meg

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル atp 0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=6

 $F_{p1} = 600.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 1.2000\text{MegHz}$   $atp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 400.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 1.8000\text{MegHz}$   $atts = 55.36\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	583.7797K	59.0546T	0	5.7747Meg	0
		Fc= 1.2231Meg	Q = 13.1637	GB 積= 15.9261G	
2	280.9879K	13.6814T	0	2.7795Meg	0
		Fc= 588.6886K	Q = 13.1637	GB 積= 7.6656G	
3	1.4945Meg	48.9394T	0	4.1280Meg	0
		Fc= 1.1134Meg	Q = 4.6808	GB 積= 1.4395G	
4	868.0447K	16.5092T	0	2.3976Meg	0
		Fc= 646.6704K	Q = 4.6808	GB 積=836.0468Meg	
5	1.7762Meg	34.7921T	0	2.1404Meg	0
		Fc= 938.7734K	Q = 3.3208	GB 積=375.6721Meg	
6	1.4511Meg	23.2222T	0	1.7487Meg	0
		Fc= 766.9586K	Q = 3.3208	GB 積=306.9164Meg	

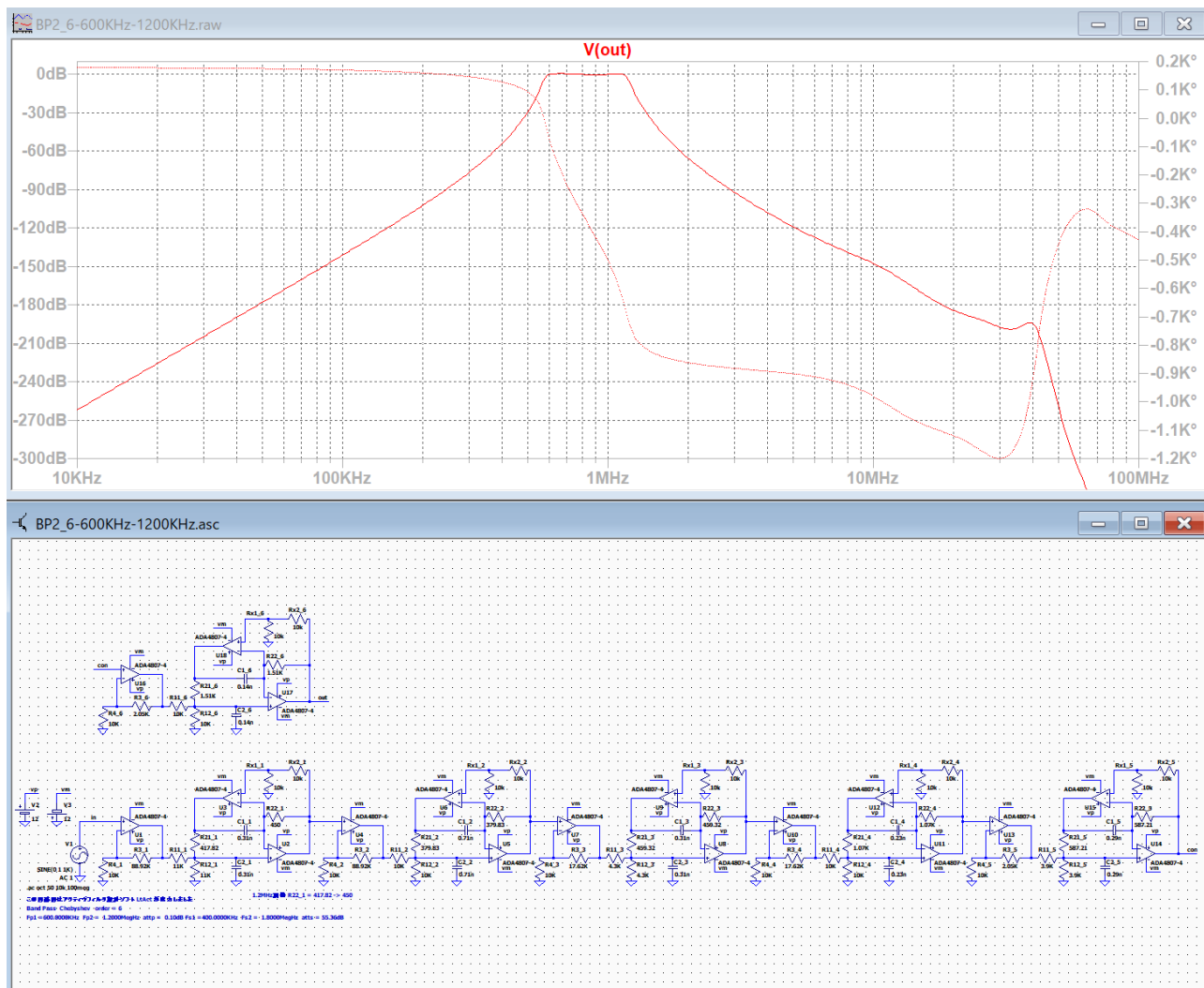
チェビシェフ

BP2\_6-600KHz - 1200KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP2\_6-600KHz-1200KHz.asc



600KHz で-0.11dB, 1.2MHz で -5.33dB, 60KHz で -168.4dB, 12MHz で -156.6dB

ゲイン調整

1.2MHz 調整 R22\_1 = 417.82 -&gt; 450

チェビシェフ

BP2\_6-600KHz・1200KHz.asc

## バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LtAct Ver.2.1 設計例\バンドパス\チェビシェフ\BP2\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Thu Dec 10 20:02:26 2020

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=6

Fp1 = 600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 400.0000KHz Fs2 = 1.8000MegHz atts = 55.36dB

1 (BP2) R1\_1 (2 個) = 11.0000K C1\_1 (2 個) = 0.3114n R2\_1 (2 個) = 417.8158  
誤差 = 4.6925 %

1 R3\_1 = 88.9200K R4\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.3392 %

2 (BP2) R1\_2 (2 個) = 10.0000K C1\_2 (2 個) = 0.7118n R2\_2 (2 個) = 379.8326  
誤差 = 5.2052 %

2 R3\_2 = 88.9200K R4\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.3392 %

3 (BP2) R1\_3 (2 個) = 4.3000K C1\_3 (2 個) = 0.3112n R2\_3 (2 個) = 459.3226  
誤差 = 4.2869 %

3 R3\_3 = 17.6202K R4\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.1554 %

4 (BP2) R1\_4 (2 個) = 10.0000K C1\_4 (2 個) = 0.2304n R2\_4 (2 個) = 1.0682K  
誤差 = 5.1203 %

4 R3\_4 = 17.6202K R4\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.1554 %

5 (BP2) R1\_5 (2 個) = 3.9000K C1\_5 (2 個) = 0.2887n R2\_5 (2 個) = 587.2067  
誤差 = 6.0619 %

5 R3\_5 = 2.0505K R4\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.4622 %

6 (BP2) R1\_6 (2 個) = 10.0000K C1\_6 (2 個) = 0.1378n R2\_6 (2 個) = 1.5057K  
誤差 = 5.6886 %

6 R3\_6 = 2.0505K R4\_6 = 10.0000K 誤差 = 2.4622 %

ver.1.45 の設計例では、C1\_1= C1\_3= C1\_5= 30p, C1\_2= C1\_4= C1\_6= 30p

ver.2.10, ver.2.40 では、C1\_1= 0.3n, C1\_3= 0.3n, C1\_5= 0.29n,

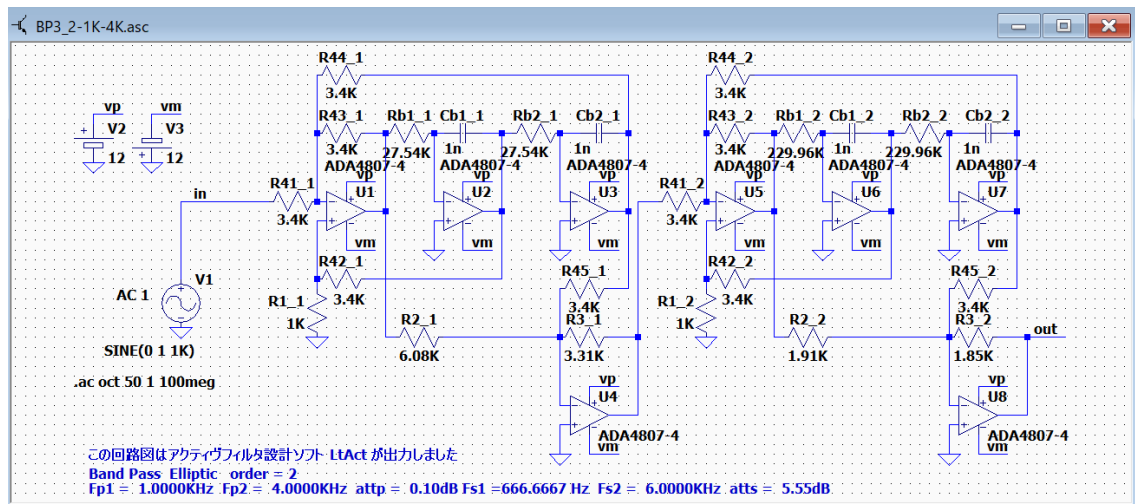
C1\_2= 0.7n, C1\_4= 0.23n, C1\_6= 0.14n

## バンドパス

## 基本回路 BP3(et1)のコンデンサ値

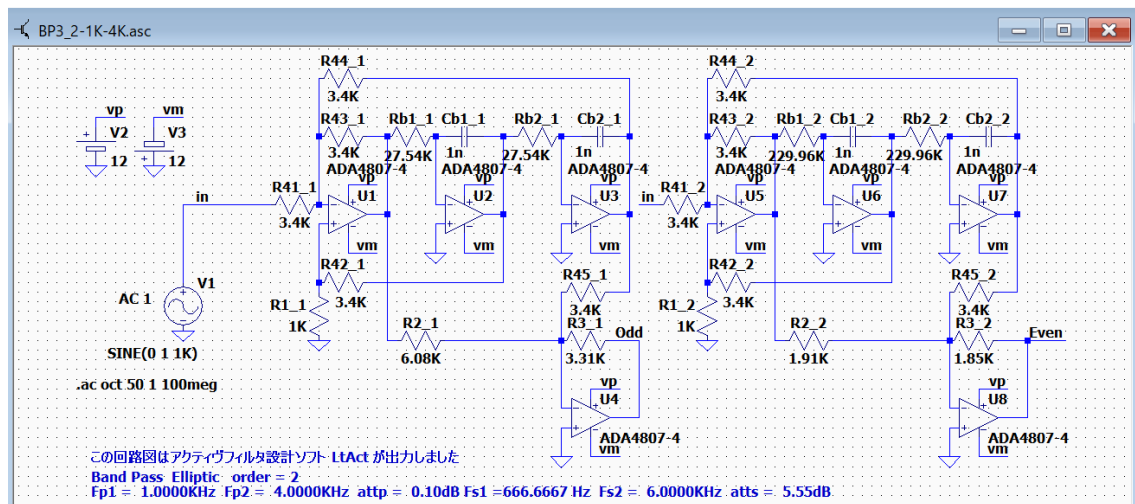
BP3(et1)は逆チェビシェフと楕円関数のバンドパスフィルタで使用される基本回路です。

## バンドパス・楕円関数 2次 1KHz-4KHz BP3



BP3 を使用するバンドパスフィルタは 1 次の et1 フィルタが 2 つ縦続接続されて 2 次のフィルタを構成しています。

2 つのブロックそれぞれの出力を確認するために、2 番目のブロックの R41\_2 を入力 in に接続します。

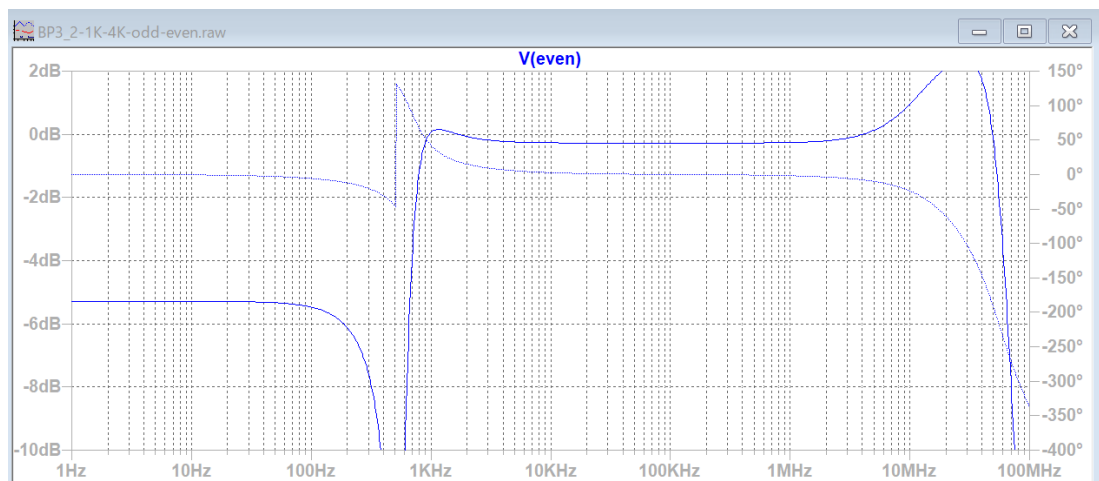
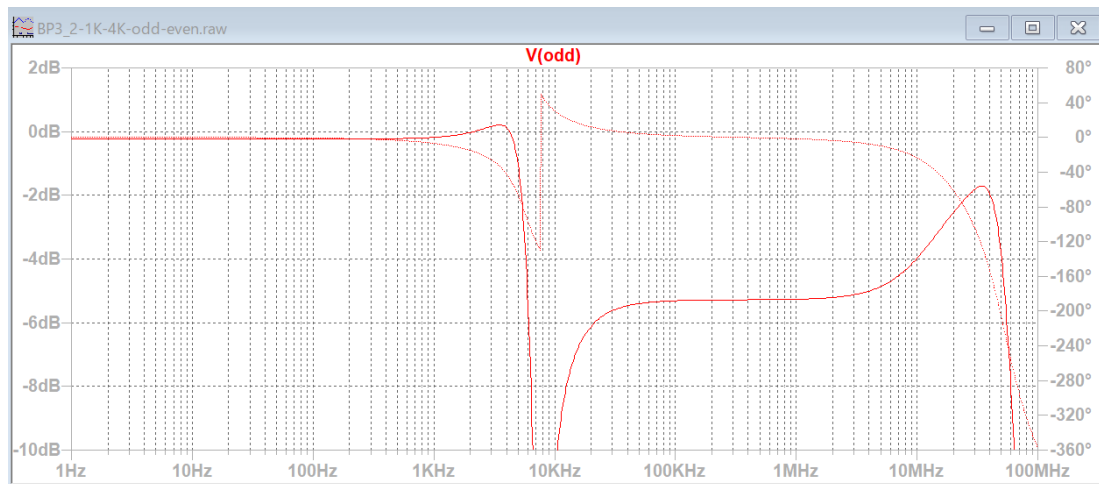


## 基本回路 BP3(et1)のコンデンサ値バンドパス・楕円関数 2次 1KHz-4KHz BP3



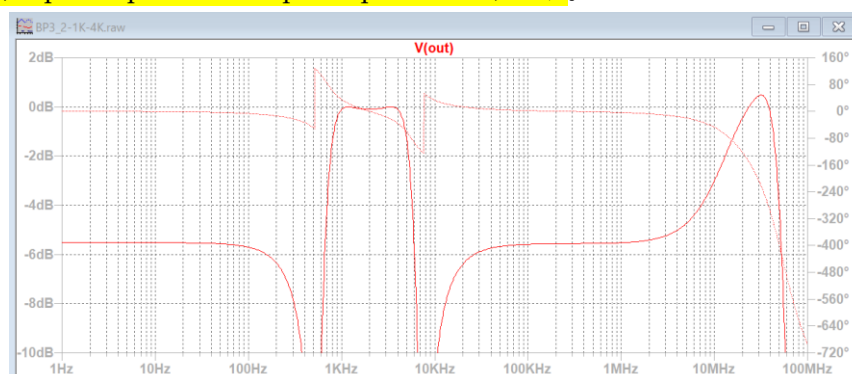
## バンドパス

「Odd」と「Even」を確認します。



「Odd」は  $F_{p2}$  に対するローパスフィルタ、「Even」は  $F_{p1}$  に対するハイパスフィルタであることが分かります。

周波数は、 $F_{p2} > F_{p1}$  なので  $F_{p1} \sim F_{p2}$  が通過域です。

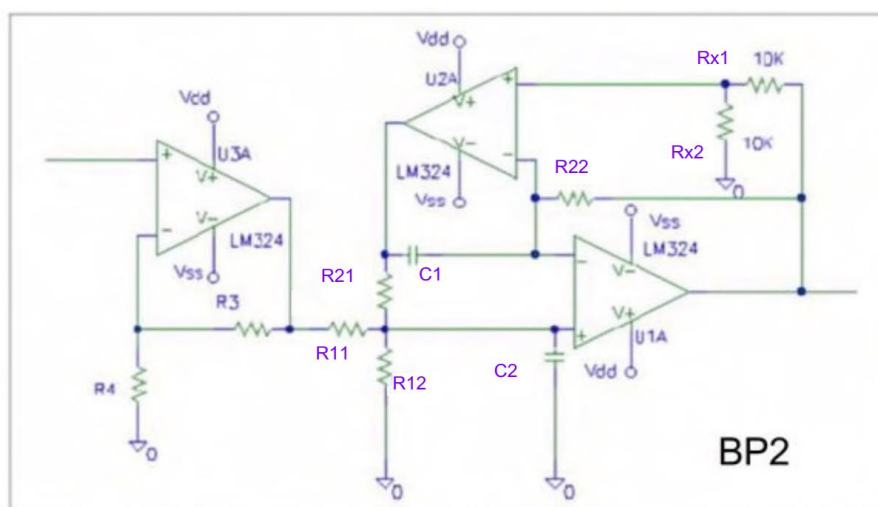


従って、すでに作成した LP3(et1)と HP3(et1)の表をそのまま利用することが出来ます。

「参照モード 1」では、LP3 の代わりに HP3 を利用します。

基本回路 BP3(et1)のコンデンサ値バンドパス・楕円関数 2 次 1KHz-4KHz BP3

BP3(et1)	Cb1_1の値	奇数ブロック用	
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	10u	8.2u	3u
10	1.2u	0.9u	0.4u
100	120n	90n	40n
1000	18n	10n	4n
BP3(et1)	Cb1_1の値	偶数ブロック用	
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	50p	50p	50p
1000	30p	30p	30p



基本回路 BP3(et1)のコンデンサ値まとめ BP3(et1)の Cb1\_1 の値

バンドパス

## 4 次 フィルタの設計手順

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  4

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$  1 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} * x_s)$  10 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

遮断特性 Inv. Cheb

OK キャンセル

4 次バンドパス・チェビシェフフィルタを「まとめ BP3 の Cb1\_1 の値」を参考にして設計する手順を説明します。

伝達関数の係数をファイルに出力します。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=4

$F_{p1} = 1.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 10.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$

$F_{s1} = 666.6667\text{ Hz}$   $F_{s2} = 15.0000\text{KHz}$   $atts = 31.82\text{dB}$

2 次式の形式

$$H_n = \frac{P_{n_2} * s^2 + P_{n_3} * s + P_{n_4}}{s^2 + P_{n_0} * s + P_{n_1}}$$

2 次式

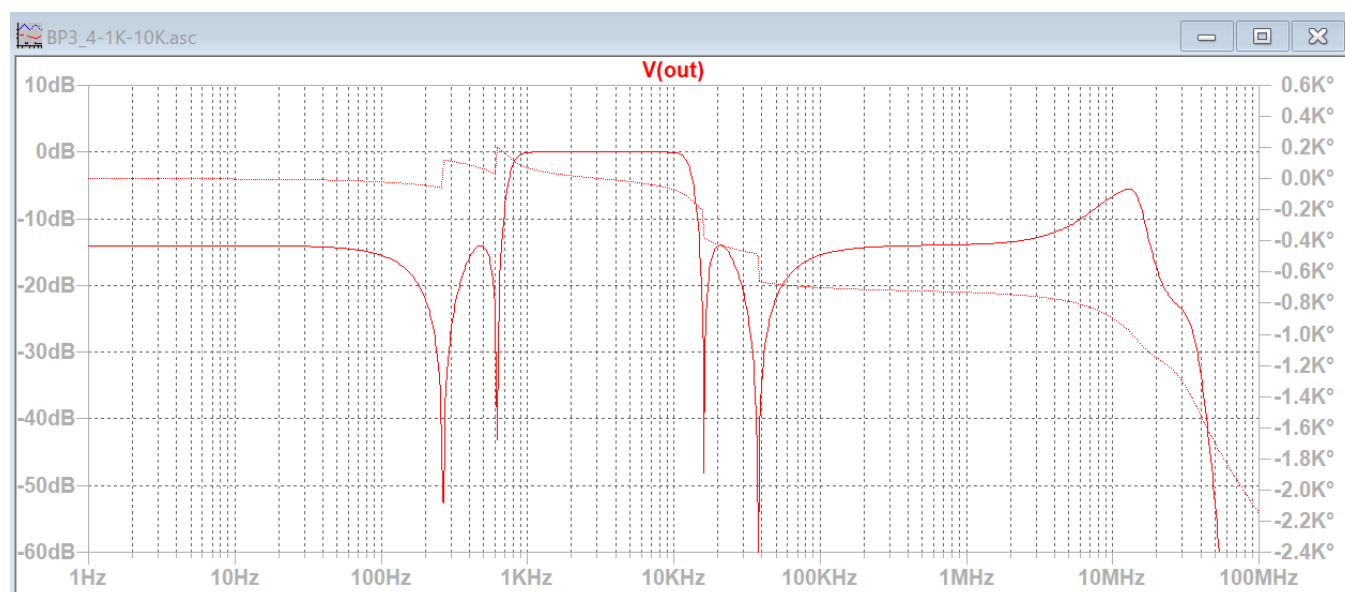
n	$P_{n_0}$	$P_{n_1}$	$P_{n_2}$	$P_{n_3}$	$P_{n_4}$
1	19.3456K	4.7816G	0.1292	0	5.9285G
	$F_c = 11.0054\text{K}$ $Q = 3.5744$ GB 積= 3.9338Meg				
2	1.5972K	32.5949Meg	1.2399	0	4.2107Meg
	$F_c = 908.6464$ $Q = 3.5744$ GB 積=324.7871K				
3	68.2278K	2.7042G	0.2085	0	2.0772G
	$F_c = 8.2764\text{K}$ $Q = 0.7622$ GB 積=630.8172K				
4	9.9604K	57.6335Meg	0.7681	0	12.0177Meg
	$F_c = 1.2083\text{K}$ $Q = 0.7622$ GB 積= 92.0913K				

「まとめ BP3(et1)の Cb1\_1 の値」を参照して、奇数ブロックは周波数 10KHz、偶数ブロックは周波数 1KHz で、対応する Q 値より値を求めます。

$C1_1=0.9\mu$ ,  $C1_2=1\text{n}$ ,  $C1_3=0.4\mu$ ,  $C1_4=1\text{n}$  に設定して回路図ファイルを出力して V(out)を確認します。

基本回路 BP3(et1)のコンデンサ値4 次 フィルタの設計手順

## バンドパス



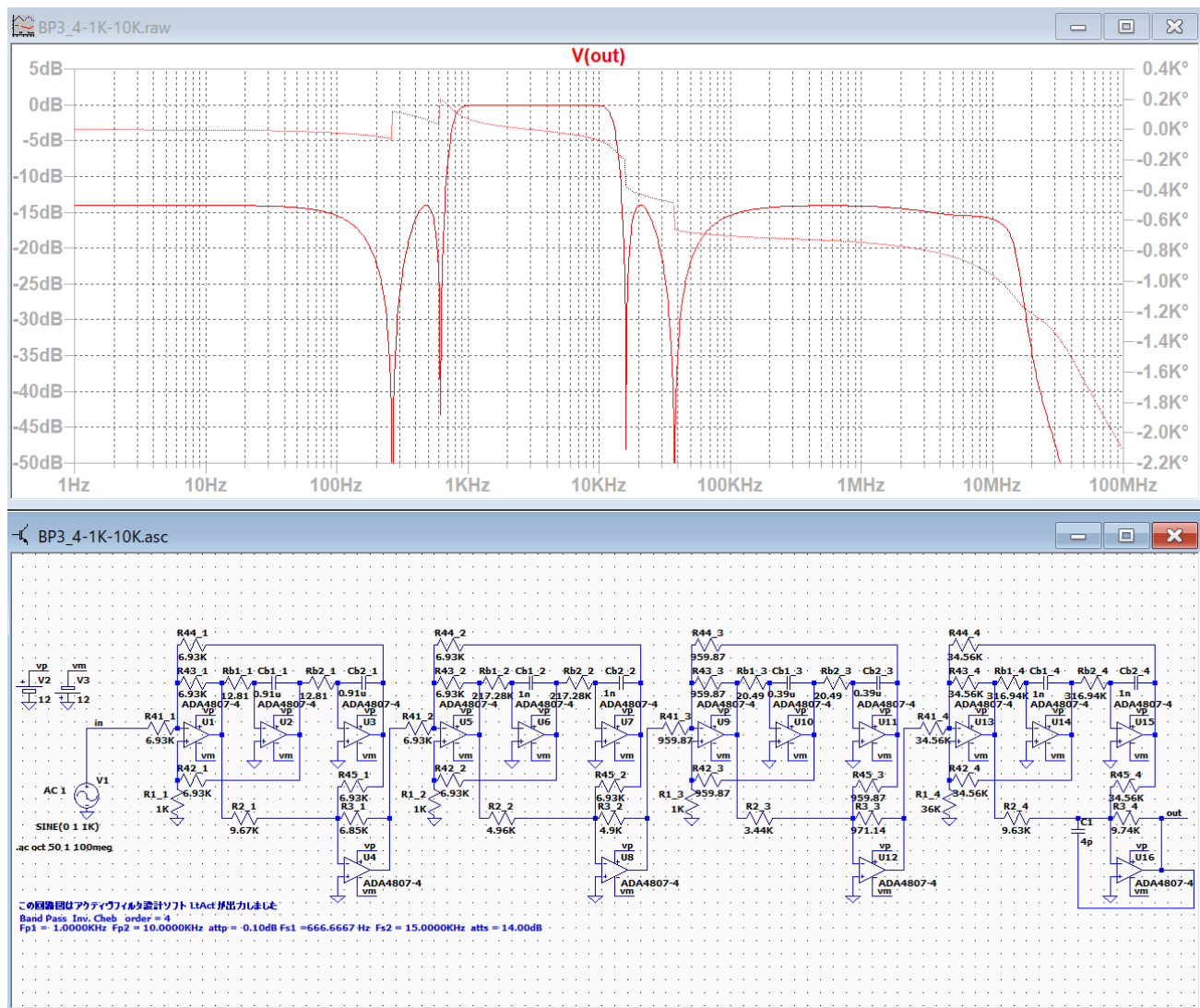
10MHz 付近にピークがあるので、U16 の R3\_4 に C1 を並列接続して調整したいが、R3\_4=270 を 10K 程度に増加してから行いたいと思う。

「回路図ファイルを作成する」に戻って、R1\_4=1K を設定するところで、R1\_4=36K に設定すると R3\_4 を 9.7K に変更することが出来る。

C1 を並列接続して、4p に設定するとピークを消すことが出来た。

バンドパス

完成した回路図



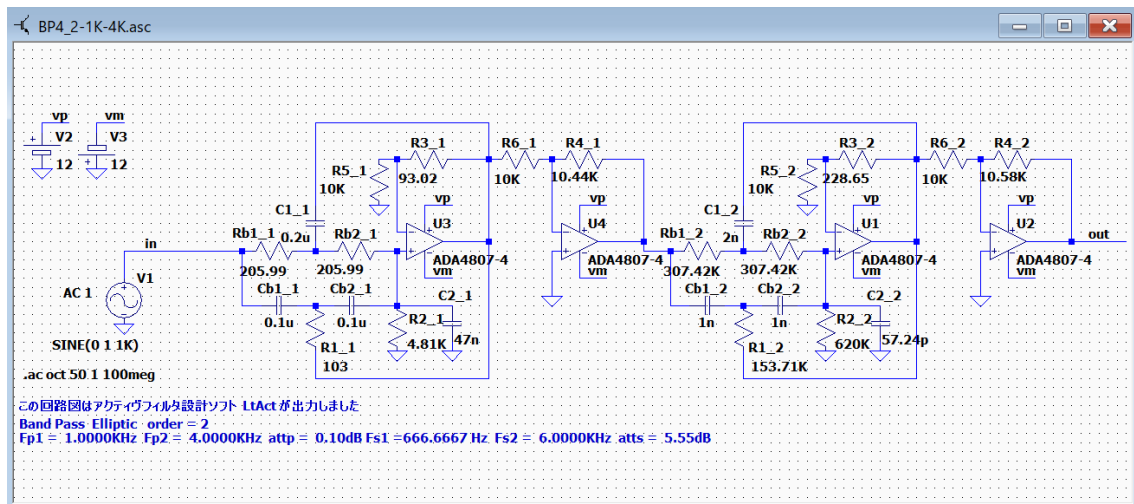
基本回路 BP3(et1)のコンデンサ値4次 フィルタの設計手順

## バンドパス

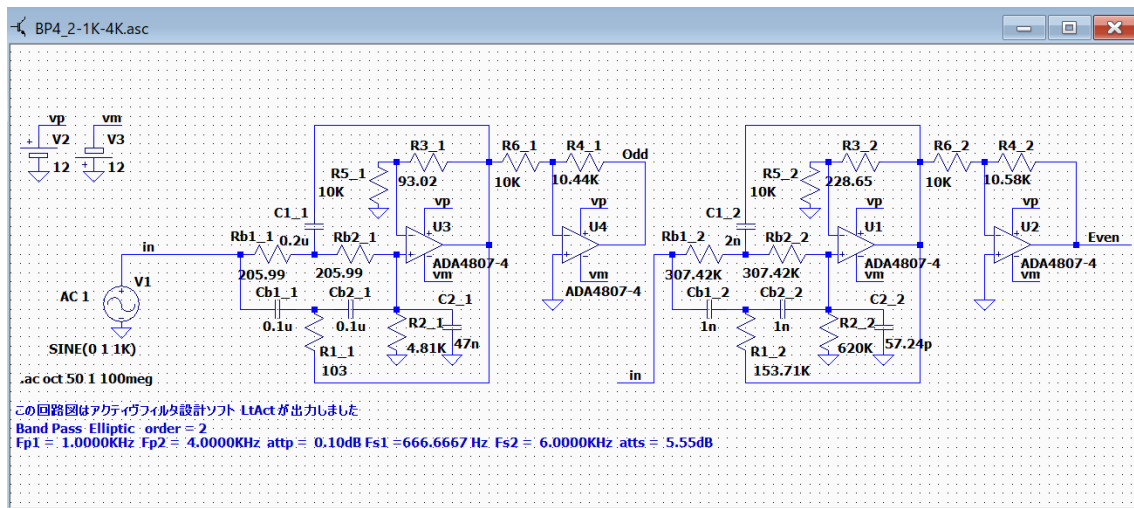
## 基本回路 BP4(et2)のコンデンサ値

BP4(et2)は逆チェビシェフと楕円関数のバンドパスフィルタで使用される基本回路です。

## バンドパス・楕円関数 2次 1KHz-4KHz BP4



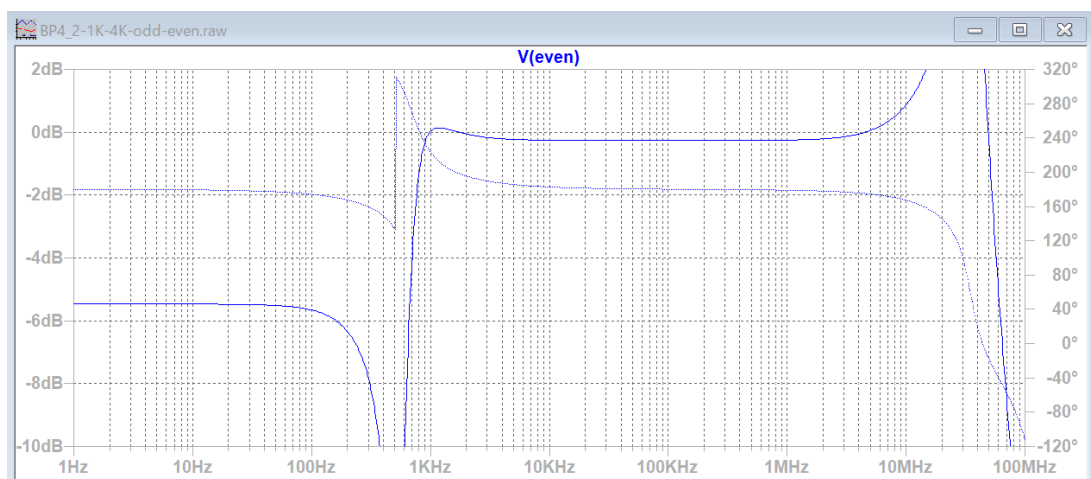
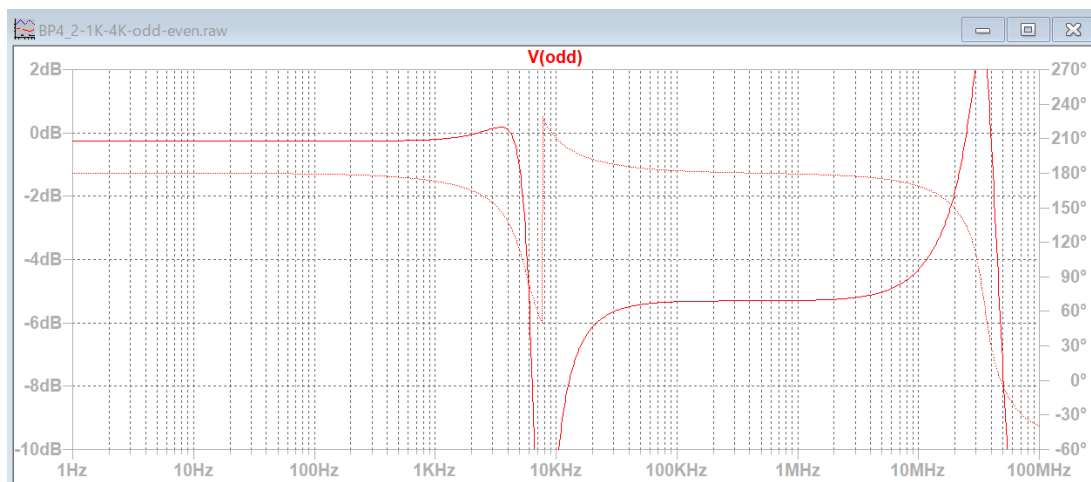
BP4 を使用するバンドパスフィルタは 1 次の et2 フィルタが 2 つ縦続接続されて 2 次のフィルタを構成しています。2 つのブロックそれぞれの出力を確認するために、2 番目のブロックの Rb1\_2 を入力 in に接続します。



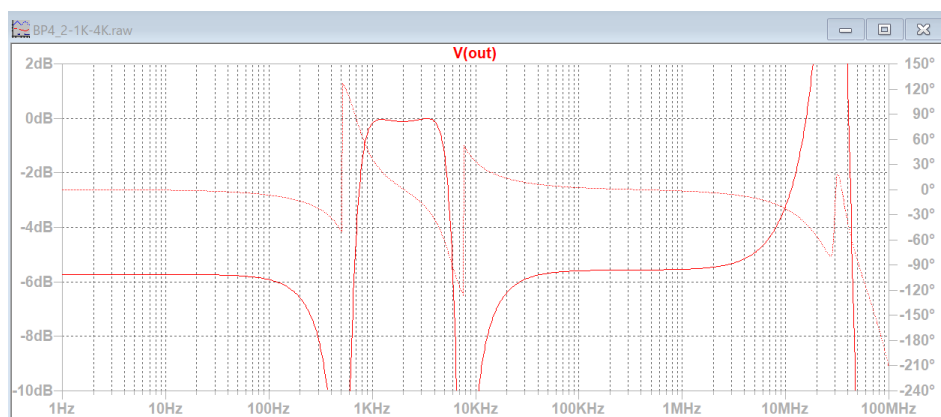
## 基本回路 BP4(et2)のコンデンサ値バンドパス・楕円関数 2次 1KHz-4KHz BP4

## バンドパス

「Odd」と「Even」を確認します。



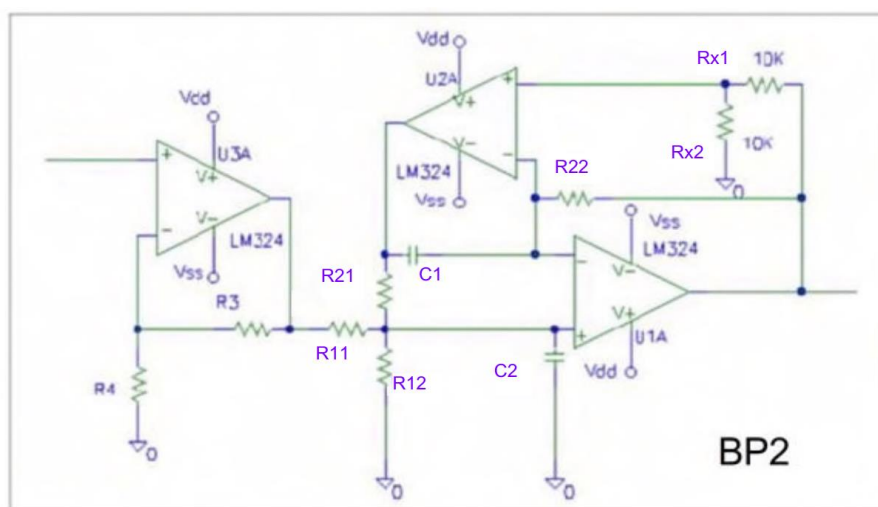
「Odd」は Fp2 に対するローパスフィルタ、「Even」は Fp1 に対するハイパスフィルタであることが分かります。



従って、すでに作成した LP4(et2)と HP4(et2)の表をそのまま利用することが出来ます。

「参照モード 1」では、LP4 の代わりに HP4 を利用します。

BP4(et2)	Cb1_1の値	奇数ブロック用	
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	3u	1u	0.1u
10	0.2u	0.1u	20n
100	20n	10n	2n
1000	2n	1n	0.2n
BP4(et2)	Cb1_1の値	偶数ブロック用	
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	75p	75p	75p
1000	200p	200p	200p



基本回路 BP4(et2)のコンデンサ値まとめ BP4(et2)の Cb1\_1 の値



## バンドパス

## 4 次 フィルタの設計手順

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  4

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/X_s)$  1 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \cdot X_s)$  10 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

OK キャンセル

4 次バンドパス・チェビシェフフィルタを「まとめ BP4 の Cb1\_1 の値」を参考にして設計する手順を説明します。

伝達関数の係数をファイルに出力します。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=4

$F_{p1} = 1.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 10.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$

$F_{s1} = 666.6667\text{ Hz}$   $F_{s2} = 15.0000\text{KHz}$   $atts = 31.82\text{dB}$

2 次式の形式

$$H_n = \frac{P_{n\_2} \cdot s^2 + P_{n\_3} \cdot s + P_{n\_4}}{s^2 + P_{n\_0} \cdot s + P_{n\_1}}$$

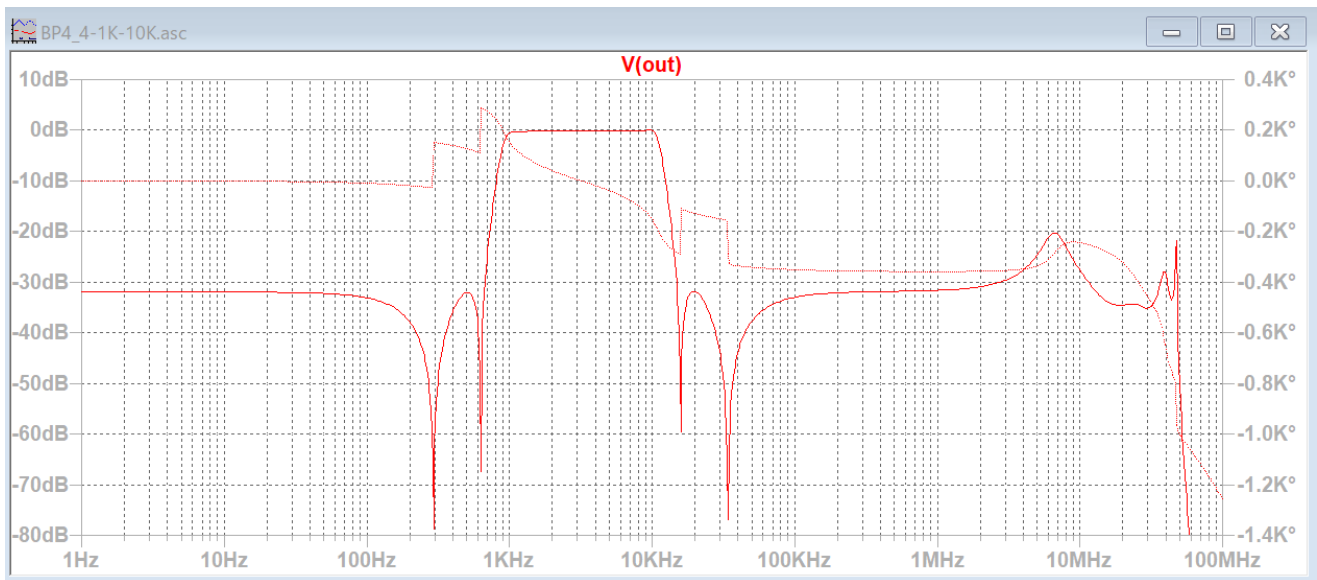
2 次式

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	19.3456K	4.7816G	0.1292	0	5.9285G
	$F_c = 11.0054\text{K}$ $Q = 3.5744$ GB 積= 3.9338Meg				
2	1.5972K	32.5949Meg	1.2399	0	4.2107Meg
	$F_c = 908.6464$ $Q = 3.5744$ GB 積=324.7871K				
3	68.2278K	2.7042G	0.2085	0	2.0772G
	$F_c = 8.2764\text{K}$ $Q = 0.7622$ GB 積=630.8172K				
4	9.9604K	57.6335Meg	0.7681	0	12.0177Meg
	$F_c = 1.2083\text{K}$ $Q = 0.7622$ GB 積= 92.0913K				

「まとめ BP4(et2)の Cb1\_1 の値」を参照して、奇数ブロックは周波数 10KHz、偶数ブロックは周波数 1KHz で、対応する Q 値より値を求めます。

$C1\_1=0.1\mu$ ,  $C1\_2=1\text{n}$ ,  $C1\_3=20\text{n}$ ,  $C1\_4=1\text{n}$  に設定して回路図ファイルを出力して V(out)を確認します。

## バンドパス

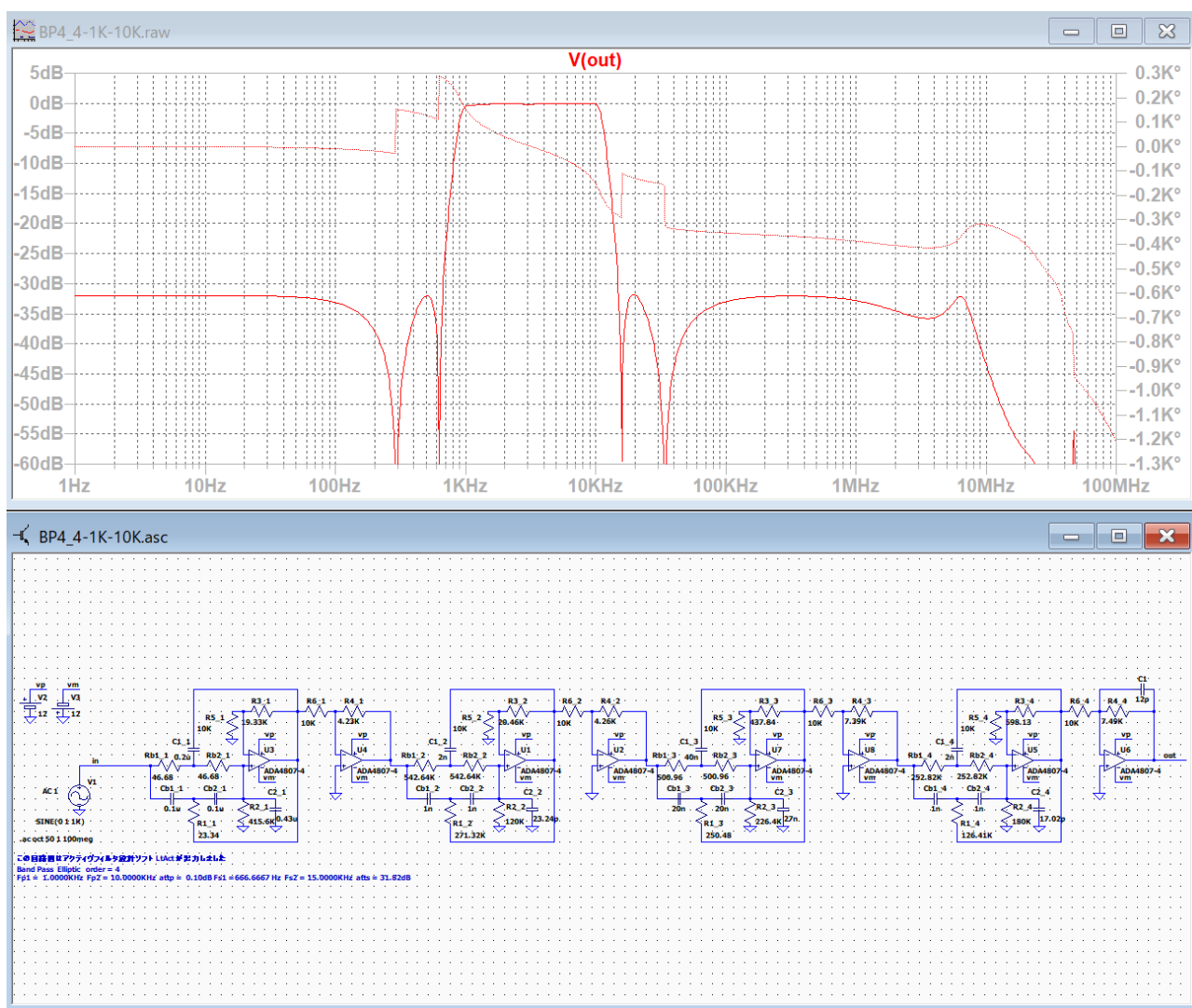


7MHz 付近にピークがあるので、U6 の R4\_4 に C1 を並列接続して調整します。

C1=12p にするとピークが消えました。

## バンドパス

## 完成した回路図



バンドパス

## 逆チェビシェフ

BP3\_6-980Hz-1020Hz.asc

バンドパス・逆チェビシェフ 6 次フィルタ 980Hz・1020Hz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$   Hz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \times x_s)$   KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$   dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$   倍

遮断特性 Inv. Cheb

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 980.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 1.0200 \text{ KHz}$   $attp = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 653.3333 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 1.5300 \text{ KHz}$   $atts = 174.64 \text{ dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

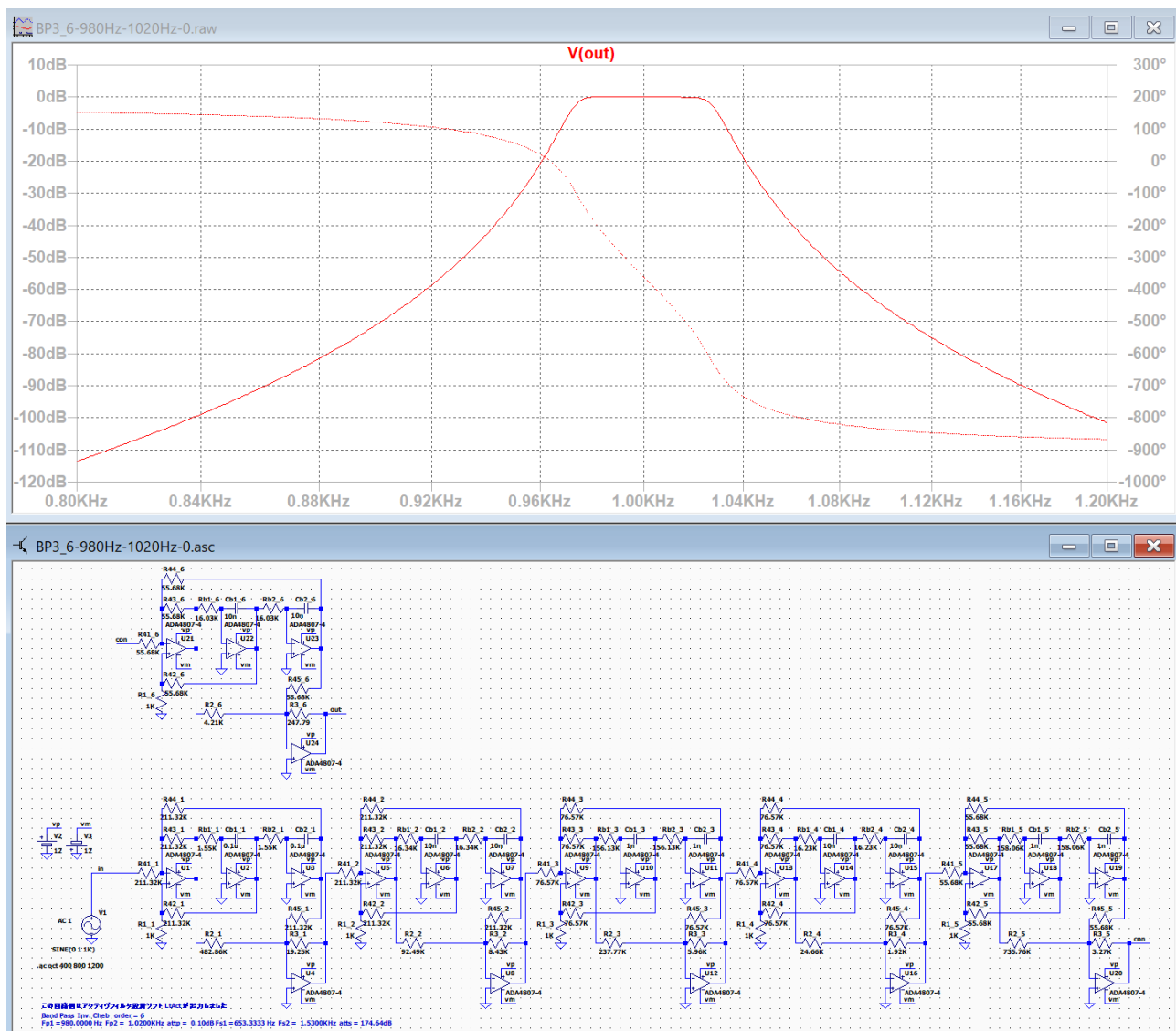
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	91.1369	41.6043Meg	39.8710m	0	3.7902Meg
		Fc=	1.0266K	Q = 70.7741	GB 積= 7.2655Meg
2	86.4455	37.4312Meg	91.1024m	0	1.4924Meg
		Fc=	973.7273	Q = 70.7741	GB 積= 6.8915Meg
3	247.7006	41.0223Meg	25.0586m	0	3.1920Meg
		Fc=	1.0194K	Q = 25.8573	GB 積= 2.6358Meg
4	238.2830	37.9623Meg	77.8116m	0	951.2829K
		Fc=	980.6099	Q = 25.8573	GB 積= 2.5356Meg
5	334.8575	40.0276Meg	4.4501m	0	2.3537Meg
		Fc=	1.0069K	Q = 18.8938	GB 積= 1.9025Meg
6	330.1313	38.9056Meg	58.8021m	0	173.1323K
		Fc=	992.7194	Q = 18.8938	GB 積= 1.8756Meg

逆チェビシェフ

BP3\_6-980Hz-1020Hz.asc

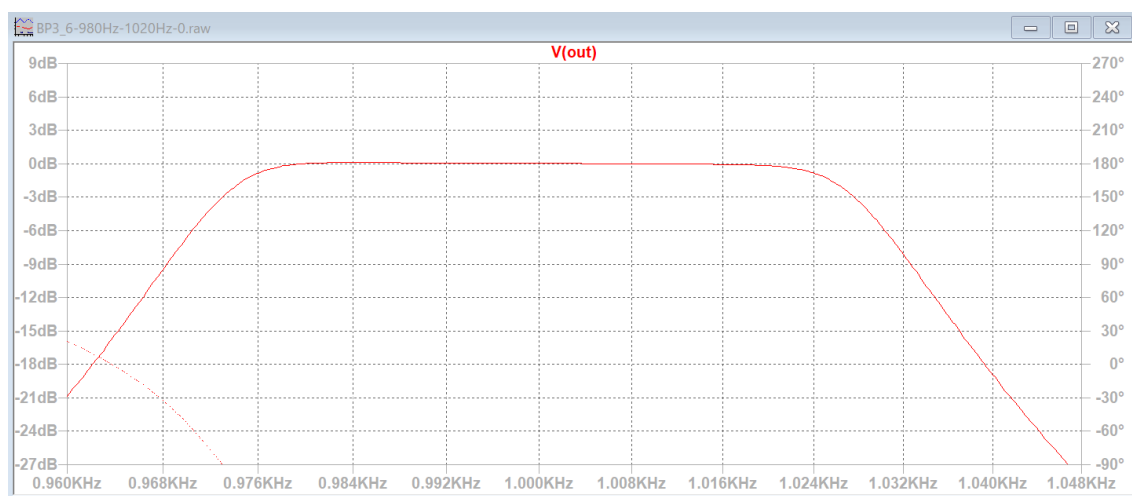
## バンドパス

## 調整前の特性



## 逆チェビシェフ

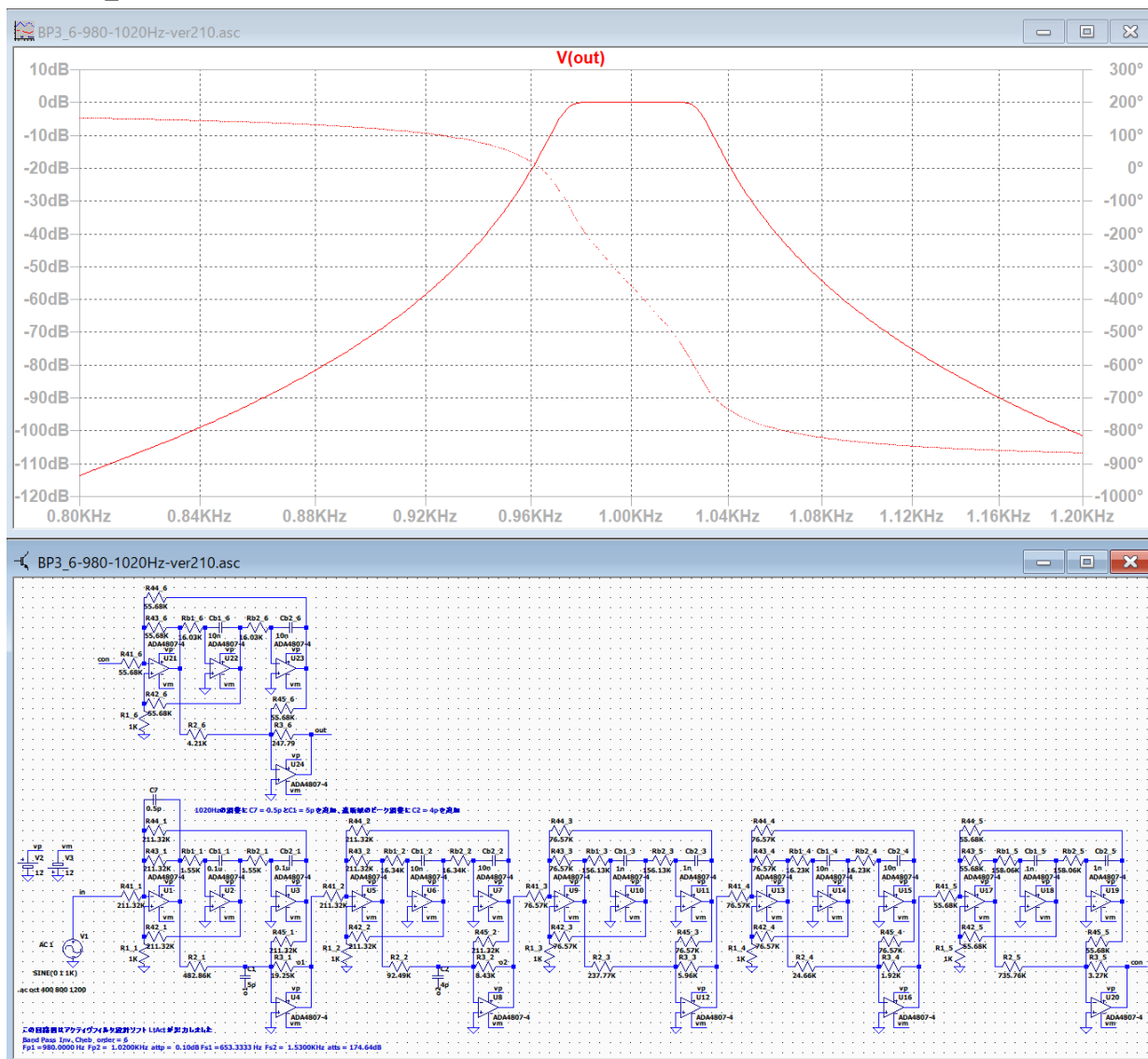
BP3\_6-980Hz-1020Hz.asc



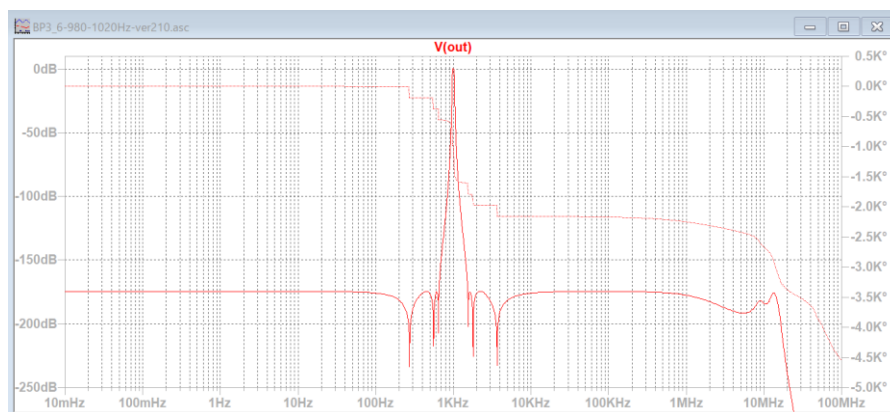
バンドパス

完成した回路図

BP3\_6-980Hz-1020Hz-ver210.asc



全帯域の表示



逆チェビシェフ

BP3\_6-980Hz-1020Hz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-980-1020-0.asc 作成日時 Thu Jan 07 09:39:34 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp1 =980.0000 Hz Fp2 = 1.0200KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =653.3333 Hz Fs2 = 1.5300KHz atts = 174.64dB

- 1 (et1) 「LP3-0-0」 Rb\_1(2 個)= 1.5504K Cb\_1(2 個)= 0.1000u 誤差=3.20 %  
 1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 482.8565K R3\_1 = 19.2520K R4\_1(5 個)= 211.3224K 誤差=6.25 %
- 2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 16.3449K Cb\_2(2 個)= 10.0000n 誤差=2.11 %  
 2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 92.4853K R3\_2 = 8.4256K R4\_2(5 個)= 211.3224K 誤差=5.16 %
- 3 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_3(2 個)=156.1313K Cb\_3(2 個)= 1.0000n 誤差=2.48 %  
 3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 237.7695K R3\_3 = 5.9582K R4\_3(5 個)= 76.5719K 誤差=4.64 %
- 4 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_4(2 個)= 16.2302K Cb\_4(2 個)= 10.0000n 誤差=1.42 %  
 4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 24.6594K R3\_4 = 1.9188K R4\_4(5 個)= 76.5719K 誤差=5.41 %
- 5 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_5(2 個)=158.0594K Cb\_5(2 個)= 1.0000n 誤差=1.23 %  
 5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 735.7632K R3\_5 = 3.2742K R4\_5(5 個)= 55.6814K 誤差=2.17 %
- 6 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_6(2 個)= 16.0322K Cb\_6(2 個)= 10.0000n 誤差=0.20 %  
 6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 4.2139K R3\_6 = 247.7855 R4\_6(5 個)= 55.6814K 誤差=3.79 %

奇数ブロックの Cb1 を 10 倍に変更すると好結果が得られる。

ver.2.10 では、  
                   C1\_1= 0.1u, C1\_3= 10n, C1\_5= 1n,  
                   C1\_2= 10n, C1\_4= 1n, C1\_6= 10n

## バンドパス

参照モード 1 で作成した場合 通過域のゲインが 約 0.15dB 増加しているが調整可能

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-980Hz-1020Hz-1.asc 作成日時 Thu Jan 07

10:47:23 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 =980.0000 Hz Fp2 = 1.0200KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =653.3333 Hz Fs2 = 1.5300KHz atts = 174.64dB

1 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_1(2 個)=155.0355K Cb\_1(2 個)= 1.0000n 誤差=3.20 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 482.8565K R3\_1 = 19.2520K R4\_1(5 個)= 211.3224K 誤差=6.25 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 16.3449K Cb\_2(2 個)= 10.0000n 誤差=2.11 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 92.4853K R3\_2 = 8.4256K R4\_2(5 個)= 211.3224K 誤差=5.16 %

3 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_3(2 個)=156.1313K Cb\_3(2 個)= 1.0000n 誤差=2.48 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 237.7695K R3\_3 = 5.9582K R4\_3(5 個)= 76.5719K 誤差=4.64 %

4 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_4(2 個)= 16.2302K Cb\_4(2 個)= 10.0000n 誤差=1.42 %

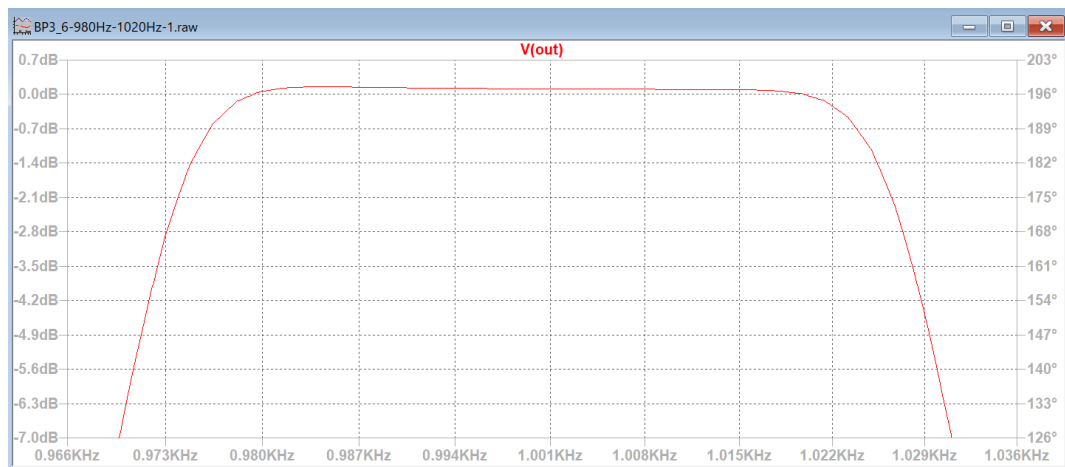
4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 24.6594K R3\_4 = 1.9188K R4\_4(5 個)= 76.5719K 誤差=5.41 %

5 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_5(2 個)=158.0594K Cb\_5(2 個)= 1.0000n 誤差=1.23 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 735.7632K R3\_5 = 3.2742K R4\_5(5 個)= 55.6814K 誤差=2.17 %

6 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_6(2 個)= 16.0322K Cb\_6(2 個)= 10.0000n 誤差=0.20 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 4.2139K R3\_6 = 247.7855 R4\_6(5 個)= 55.6814K 誤差=3.79 %





バンドパス

BP4\_6-980Hz-1020Hz.asc

バンドパス・逆チェビシェフ 6 次フィルタ 980Hz - 1020Hz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	バンドパスフィルタ		遮断特性	Inv. Cheb
設計するフィルタの次数 m(<=58)	3			
通過帯域 下端の周波数 Fp1 : (Fs1 = Fp1/xs)	980	Hz		
通過帯域 上端の周波数 Fp2 : (Fs2 = Fp2*xs)	1.02	KHz		
周波数Fp1,Fp2における減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK	
最低減衰量に達する周波数をFs1として、Xs = Fp1/Fs1	1.5	倍	キャンセル	

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp1 =980.0000 Hz Fp2 = 1.0200KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =653.3333 Hz Fs2 = 1.5300KHz atts = 174.64dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

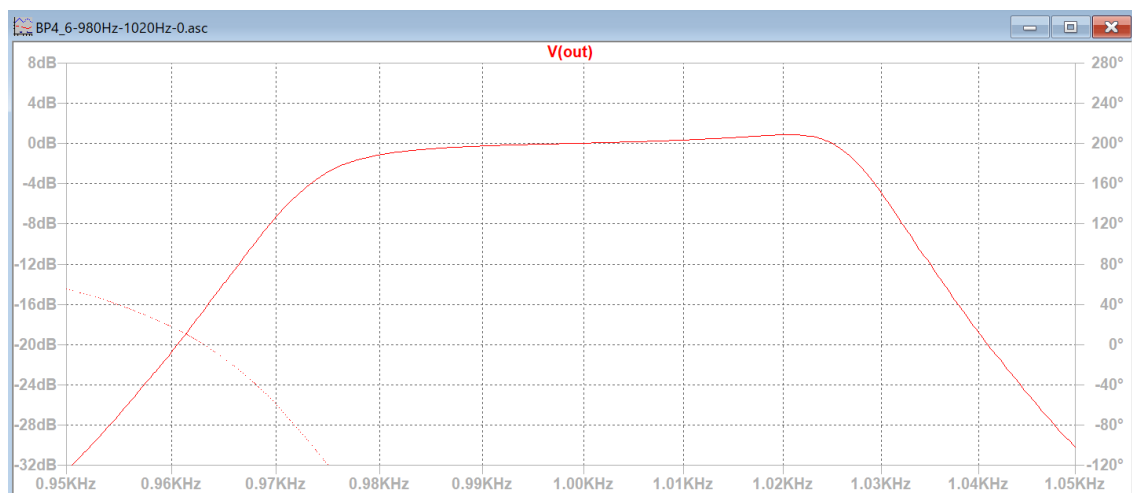
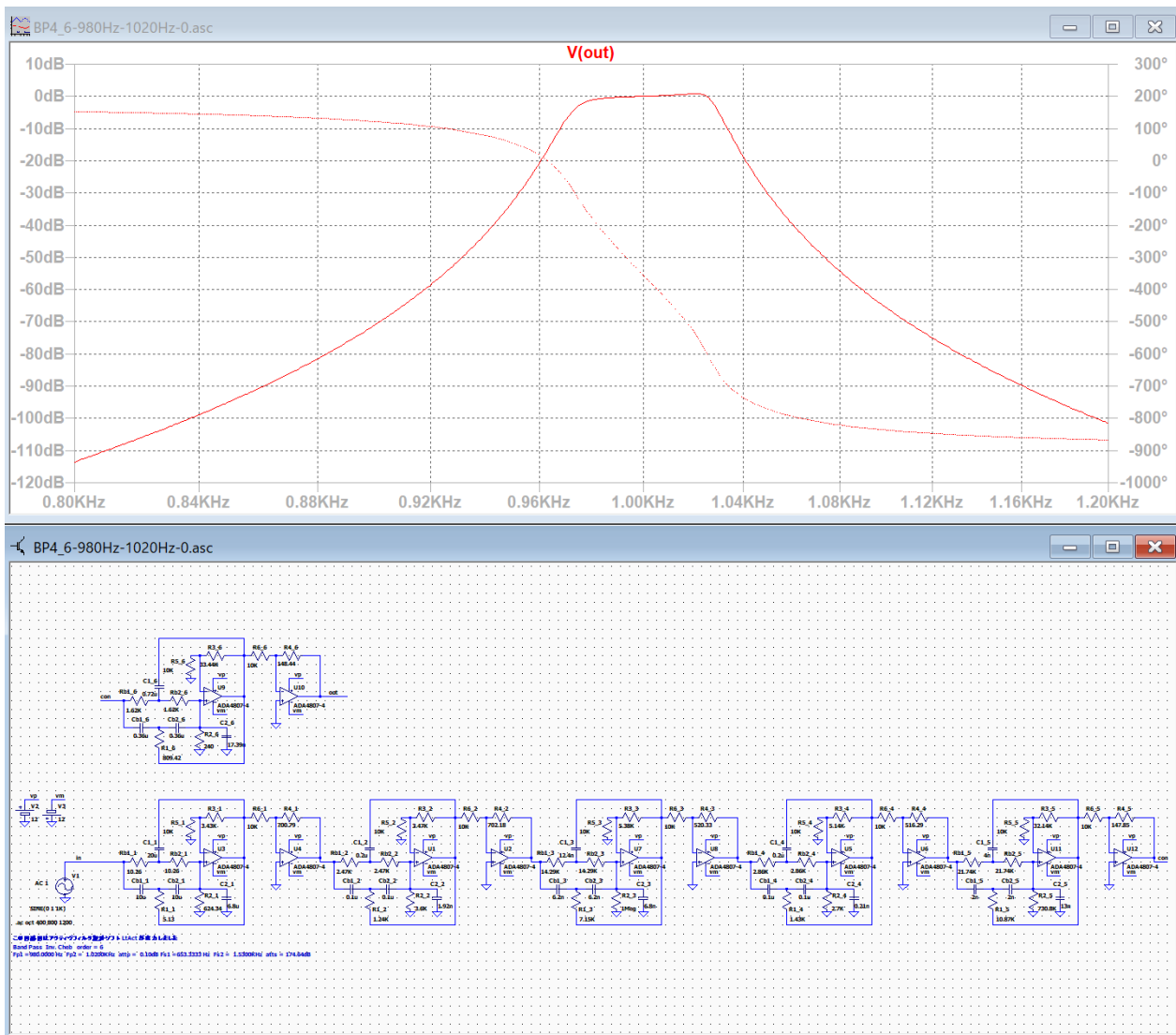
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	91.1369	41.6043Meg	39.8710m	0	3.7902Meg
		Fc=	1.0266K	Q = 70.7741	GB 積= 7.2655Meg
2	86.4455	37.4312Meg	91.1024m	0	1.4924Meg
		Fc=	973.7273	Q = 70.7741	GB 積= 6.8915Meg
3	247.7006	41.0223Meg	25.0586m	0	3.1920Meg
		Fc=	1.0194K	Q = 25.8573	GB 積= 2.6358Meg
4	238.2830	37.9623Meg	77.8116m	0	951.2829K
		Fc=	980.6099	Q = 25.8573	GB 積= 2.5356Meg
5	334.8575	40.0276Meg	4.4501m	0	2.3537Meg
		Fc=	1.0069K	Q = 18.8938	GB 積= 1.9025Meg
6	330.1313	38.9056Meg	58.8021m	0	173.1323K
		Fc=	992.7194	Q = 18.8938	GB 積= 1.8756Meg

逆チェビシェフ

BP4\_6-980Hz-1020Hz.asc

## バンドパス

## 調整前の特性



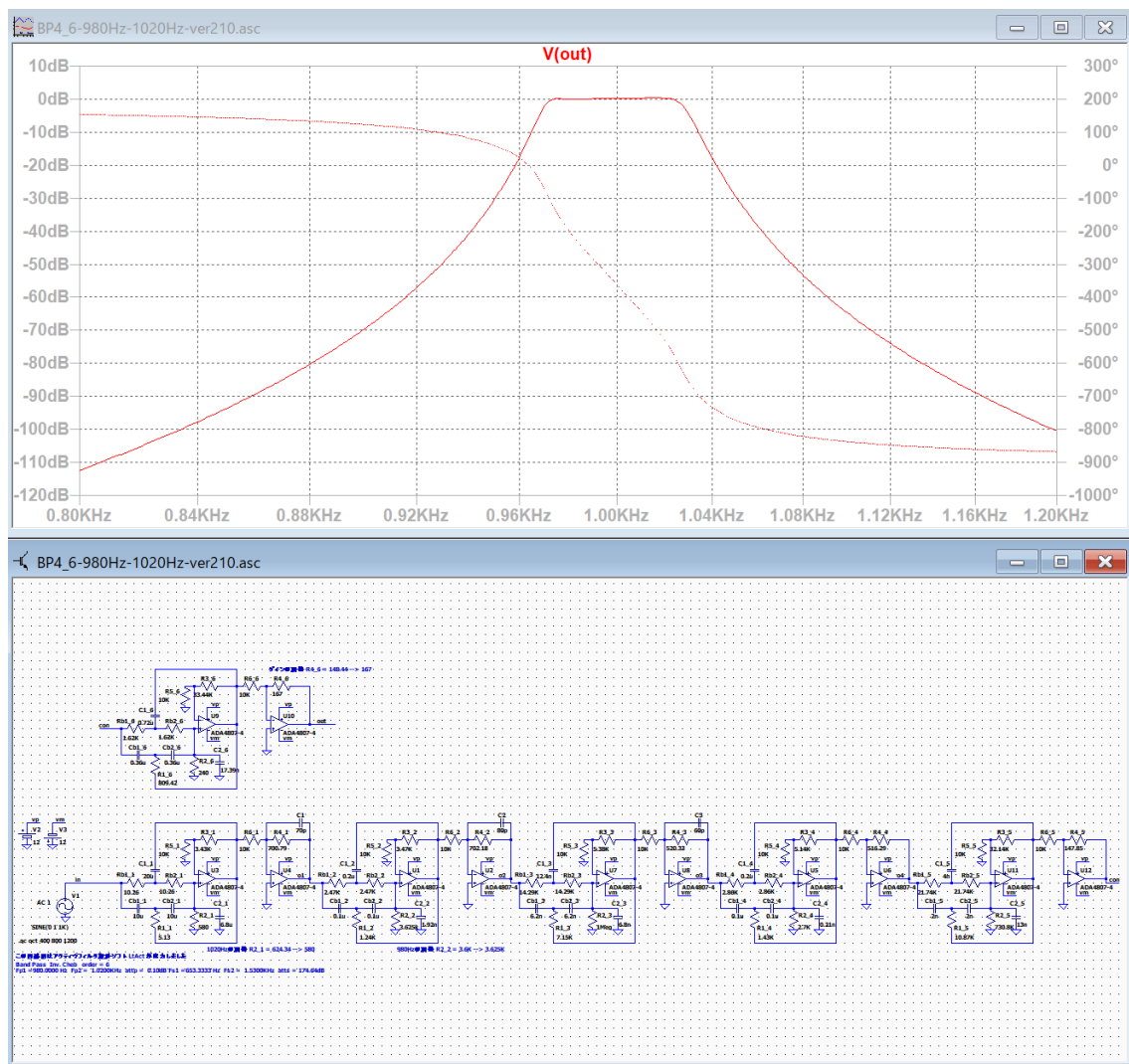
## 逆チェビシェフ

BP4\_6-980Hz-1020Hz.asc

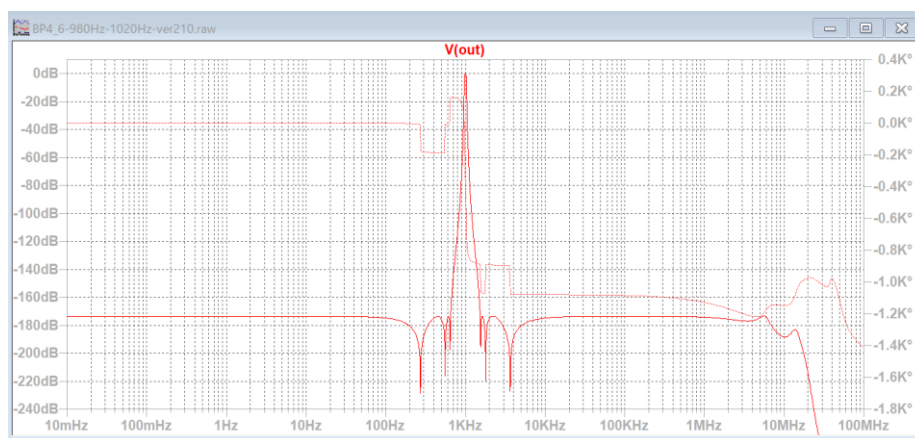
バンドパス

完成した回路図

BP4\_6-980Hz-1020Hz-ver210.asc



全帯域の表示



逆チェビシェフ

BP4\_6-980Hz-1020Hz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_6-980Hz-1020Hz-0.asc 作成日時 Thu Jan 07

10:54:17 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp1 =980.0000 Hz Fp2 = 1.0200KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =653.3333 Hz Fs2 = 1.5300KHz atts = 174.64dB

1 (et2) 「LP4-0-0」 Rb\_1(2 個)= 10.2564 Cb\_1(2 個)= 10.0000u R1\_1 = 5.1282

C1\_1 = 20.0000u 誤差=2.56 %

1 R2\_1 = 624.3426 C2\_1 = 6.8000u 誤差 = 0.70 %

1 R3\_1 = 3.4270K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.71 %

1 R4\_1 = 700.7943 R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.97 %

2 (et2) 「HP4-0-0」 Rb\_2(2 個)= 2.4707K Cb\_2(2 個)= 0.1000u R1\_2 = 1.2353K

C1\_2 = 0.2000u 誤差=4.05 %

2 R2\_2 = 3.6000K C2\_2 = 1.9187n 誤差 = 4.24 %

2 R3\_2 = 3.4720K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.69 %

2 R4\_2 = 702.1839 R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.16 %

3 (et2) 「HP4-0-0」 Rb\_3(2 個)= 14.2907K Cb\_3(2 個)= 6.2000n R1\_3 = 7.1454K

C1\_3 = 12.4000n 誤差=7.64 %

3 R2\_3 = 1.0043Meg C2\_3 = 6.8000n 誤差 = 0.43 %

3 R3\_3 = 5.3798K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 4.09 %

3 R4\_3 = 520.3320 R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.99 %

4 (et2) 「HP4-0-0」 Rb\_4(2 個)= 2.8600K Cb\_4(2 個)= 0.1000u R1\_4 = 1.4300K

C1\_4 = 0.2000u 誤差=6.92 %

4 R2\_4 = 2.7000K C2\_4 = 0.2149n 誤差 = 2.39 %

4 R3\_4 = 5.1360K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.70 %

4 R4\_4 = 516.2941 R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.22 %

5 (et2) 「HP4-0-0」 Rb\_5(2 個)= 21.7408K Cb\_5(2 個)= 2.0000n R1\_5 = 10.8704K

C1\_5 = 4.0000n 誤差=3.02 %

5 R2\_5 = 730.8008K C2\_5 = 13.0000n 誤差 = 2.63 %

5 R3\_5 = 32.1391K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.68 %

5 R4\_5 = 147.8454 R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.46 %

6 (et2) 「HP4-0-0」 Rb\_6(2 個)= 1.6188K Cb\_6(2 個)= 0.3600u R1\_6 = 809.4220

C1\_6 = 0.7200u 誤差=4.52 %

6 R2\_6 = 240.0000 C2\_6 = 17.3896n 誤差 = 3.51 %

6 R3\_6 = 33.4400K R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.32 %

6 R4\_6 = 148.4415 R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.05 %

逆チェビシェフ

BP4\_6-980Hz-1020Hz.asc

バンドパス

ver.1.45 の設計例では、 $Cb1\_1 \sim Cb1\_6 = 0.11\mu$

ver.2.10 では、 $C1\_1 = 10\mu$ ,  $C1\_3 = 6.2n$ ,  $C1\_5 = 2n$ ,  
 $C1\_2 = 0.1\mu$ ,  $C1\_4 = 0.1\mu$ ,  $C1\_6 = 0.36\mu$

$Cb1\_?$  は  $2n$  から  $10\mu$  までの広い範囲の値で良好な結果が得られることが分かった。  
 全ての  $Cb1\_?$  を ver.2.10 の  $C1\_1 = 10\mu$  の  $1/100$  に統一して良いかも知れない。

参照モード 1 で作成した場合 第 2 ブロック以降は参照モード 0 と同じ

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_6-980Hz-1020Hz-1.asc 作成日時 Thu Jan 07

10:55:04 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

$Fp1 = 980.0000\text{ Hz}$   $Fp2 = 1.0200\text{ KHz}$   $attp = 0.1000\text{ dB}$

$Fs1 = 653.3333\text{ Hz}$   $Fs2 = 1.5300\text{ KHz}$   $atts = 174.64\text{ dB}$

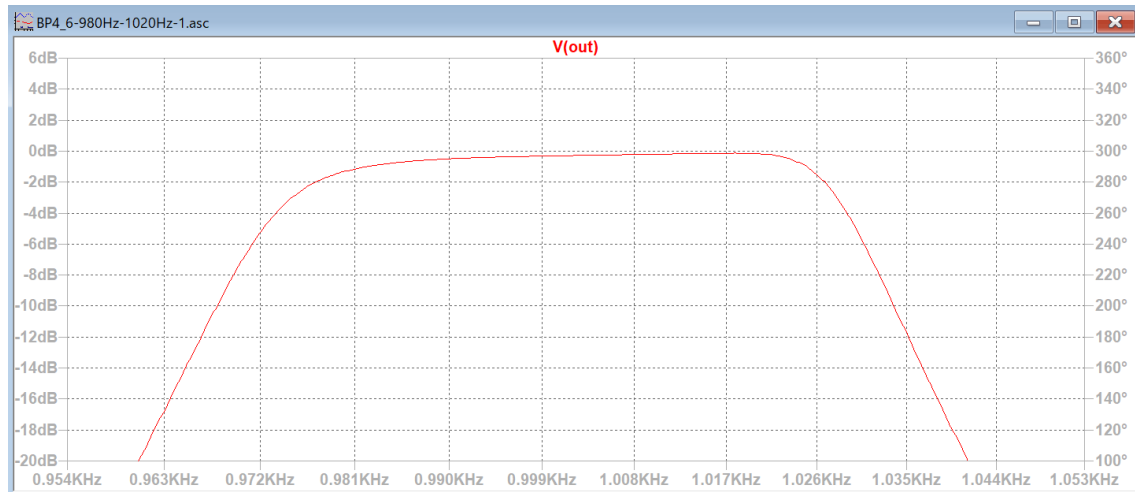
1 (et2) 「HP4-0-0」  $Rb\_1(2\text{ 個}) = 13.6752\text{ K}$   $Cb\_1(2\text{ 個}) = 7.5000n$   $R1\_1 = 6.8376\text{ K}$

$C1\_1 = 15.0000n$  誤差=4.97 %

1  $R2\_1 = 832.4568\text{ K}$   $C2\_1 = 5.1000n$  誤差 = 1.50 %

1  $R3\_1 = 3.4270\text{ K}$   $R5\_1 = 10.0000\text{ K}$  誤差 = 3.71 %

1  $R4\_1 = 700.7943$   $R6\_1 = 10.0000\text{ K}$  誤差 = 2.97 %



980Hz のゲインが  $-1.2\text{ dB}$  に低下しているが調整可能。

バンドパス

BP4\_6-980Hz-1020KHz.asc

バンドパス・逆チェビシェフ 6 次フィルタ 980Hz・1020KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  3

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$  980 Hz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \times x_s)$  1.02 Meg

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

遮断特性 Inv. Cheb

OK キャンセル

バンドパス・逆チェビシェフ 6 次フィルタ 980Hz・1020KHz のパラメータを入力する時に間違えて 980Hz - 1020KHz のパラメータを入力しましたが設計例として表示します。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アサグ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

$F_{p1} = 980.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 1.0200 \text{ MegHz}$   $attp = 0.1000 \text{ dB}$

$F_{s1} = 653.3333 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 1.5300 \text{ MegHz}$   $atts = 27.85 \text{ dB}$

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

$Hn = \text{-----}$

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	2.4416Meg	65.1779T	0.6579	0	65.1662T
		$F_c = 1.2849 \text{ Meg}$	$Q = 3.3065$		$GB \text{ 積} = 424.8520 \text{ Meg}$
2	1.4783K	23.8931Meg	0.9998	0	15.7204Meg
		$F_c = 777.9578$	$Q = 3.3065$		$GB \text{ 積} = 257.2310 \text{ K}$
3	9.6041Meg	93.7534T	0.5075	0	93.7534T
		$F_c = 1.5410 \text{ Meg}$	$Q = 1.0082$		$GB \text{ 積} = 155.3648 \text{ Meg}$
4	4.0425K	16.6106Meg	1.0000	0	8.4292Meg
		$F_c = 648.6534$	$Q = 1.0082$		$GB \text{ 積} = 65.3960 \text{ K}$
5	23.4097Meg	167.1369T	0.1213	0	167.1669T
		$F_c = 2.0576 \text{ Meg}$	$Q = 0.5523$		$GB \text{ 積} = 113.6310 \text{ Meg}$
6	5.5273K	9.3175Meg	1.0002	0	1.1299Meg
		$F_c = 485.8141$	$Q = 0.5523$		$GB \text{ 積} = 26.8294 \text{ K}$

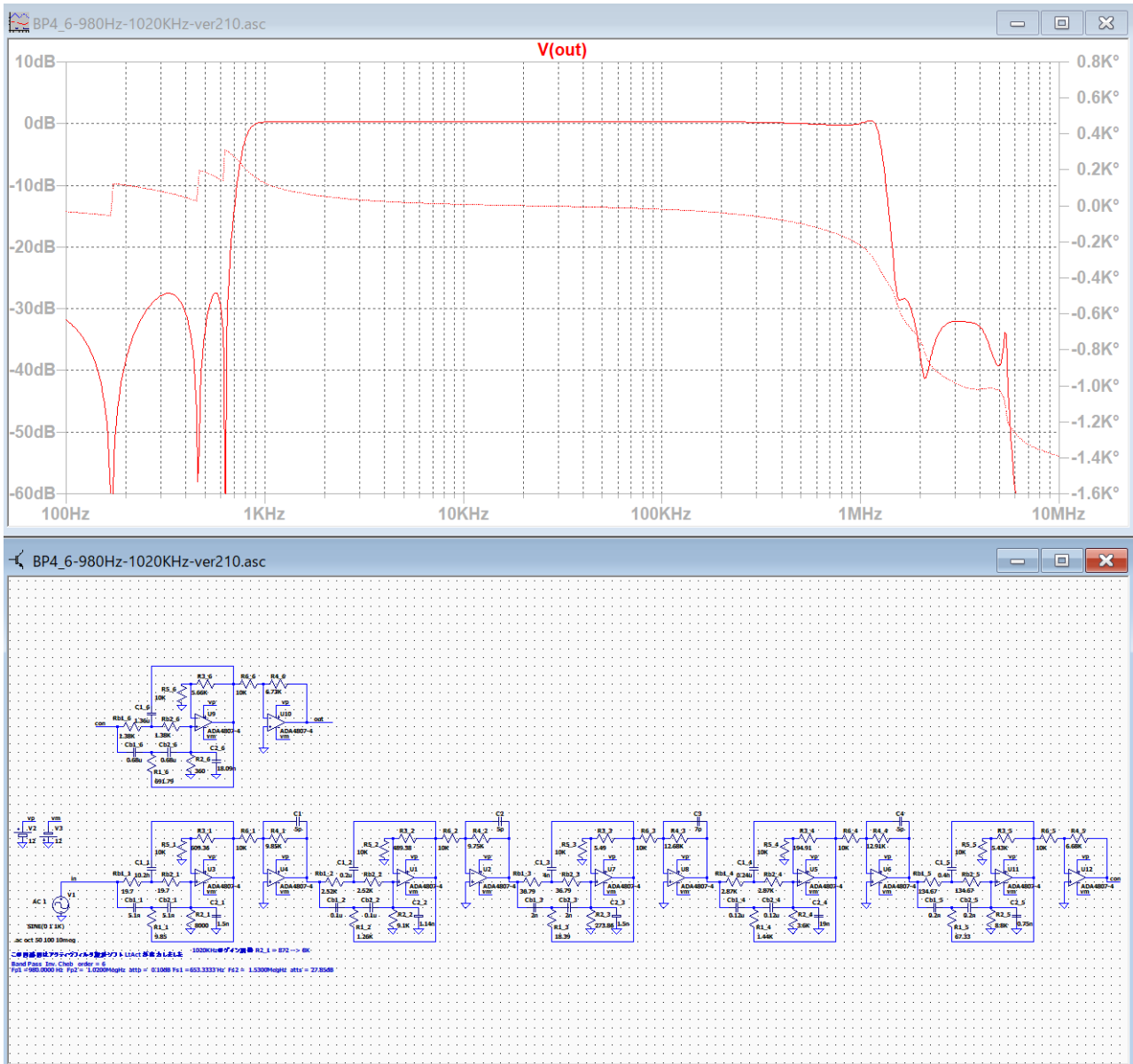
逆チェビシェフ

BP4\_6-980Hz-1020KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP4\_6-980Hz-1020KHz-ver210.asc



980Hz で 0.25dB, 1.2MHz で -0.4dB, 653Hz 以下で -27.4dB, 1.53MHz 以上で -28.3dB

逆チェビシェフ

BP4\_6-980Hz-1020KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_6-980Hz-1020KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13

12:47:57 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp1 =980.0000 Hz Fp2 = 1.0200MegHz attp = 0.1000dB

Fs1 =653.3333 Hz Fs2 = 1.5300MegHz atts = 27.85dB

1 (et2) 「LP4-3-1」 Rb\_1(2 個)= 19.7022 Cb\_1(2 個)= 5.1000n R1\_1 = 9.8511

C1\_1 = 10.2000n 誤差=2.90 %

1 R2\_1 = 872.4477 C2\_1 = 1.5000n 誤差 = 4.30 %

1 R3\_1 = 609.3588 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.75 %

1 R4\_1 = 9.8496K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.53 %

2 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_2(2 個)= 2.5219K Cb\_2(2 個)= 0.1000u R1\_2 = 1.2610K

C1\_2 = 0.2000u 誤差=5.74 %

2 R2\_2 = 9.1000K C2\_2 = 1.1405n 誤差 = 3.55 %

2 R3\_2 = 489.3830 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.96 %

2 R4\_2 = 9.7492K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.57 %

3 (et2) 「HP4-3-2」 Rb\_3(2 個)= 36.7855 Cb\_3(2 個)= 2.0000n R1\_3 = 18.3927

C1\_3 = 4.0000n 誤差=3.92 %

3 R2\_3 = 273.8600 C2\_3 = 1.5000n 誤差 = 1.41 %

3 R3\_3 = 5.4880 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.04 %

3 R4\_3 = 12.6795K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.53 %

4 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_4(2 個)= 2.8703K Cb\_4(2 個)= 0.1200u R1\_4 = 1.4351K

C1\_4 = 0.2400u 誤差=6.39 %

4 R2\_4 = 3.6000K C2\_4 = 18.9992n 誤差 = 5.26 %

4 R3\_4 = 194.9110 R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.61 %

4 R4\_4 = 12.9148K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.66 %

5 (et2) 「HP4-3-2」 Rb\_5(2 個)= 134.6691 Cb\_5(2 個)= 0.2000n R1\_5 = 67.3346

C1\_5 = 0.4000n 誤差=4.39 %

5 R2\_5 = 8.8039K C2\_5 = 0.7500n 誤差 = 3.36 %

5 R3\_5 = 5.4281K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 3.17 %

5 R4\_5 = 6.6812K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.78 %

6 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_6(2 個)= 1.3836K Cb\_6(2 個)= 0.6800u R1\_6 = 691.7945

C1\_6 = 1.3600u 誤差=7.67 %

6 R2\_6 = 360.0000 C2\_6 = 18.0942n 誤差 = 0.52 %

6 R3\_6 = 5.6570K R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.01 %

逆チェビシェフ

BP4\_6-980Hz-1020KHz.asc



バンドパス

6 R4\_6 = 6.7280K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.07 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1=1n, Cb1\_2=0.2n, Cb1\_3=0.2n, Cb1\_4=0.2n, Cb1\_5=0.2n,  
Cb1\_6=0.2n

ver.2.10 では、Cb1\_1=5.1n, Cb1\_2=0.1u, Cb1\_3=2n, Cb1\_4=0.12u,  
Cb1\_5=0.2n, Cb1\_6=0.68u

バンドパス

BP3\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス・逆チェビシェフ 6 次フィルタ 10KHz - 30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1}$  : ( $F_{s1} = F_{p1}/x_s$ )  KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2}$  : ( $F_{s2} = F_{p2} \times x_s$ )  KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$   dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$   倍

遮断特性 Inv. Cheb

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 10.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 30.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 6.6667\text{KHz}$   $F_{s2} = 45.0000\text{KHz}$   $atts = 43.71\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	51.0707K	46.9550G	0.4913	0	41.3675G
		Fc=	34.4874K	Q = 4.2430	GB 積= 14.6329Meg
2	12.8817K	2.9873G	0.8810	0	1.4677G
		Fc=	8.6988K	Q = 4.2430	GB 積= 3.6909Meg
3	174.3641K	46.6373G	0.3124	0	43.3320G
		Fc=	34.3706K	Q = 1.2385	GB 積= 4.2569Meg
4	44.2797K	3.0077G	0.9291	0	939.6492Meg
		Fc=	8.7284K	Q = 1.2385	GB 積= 1.0810Meg
5	296.1524K	34.1142G	44.6349m	0	39.7043G
		Fc=	29.3960K	Q = 0.6237	GB 積= 1.8333Meg
6	102.8161K	4.1118G	1.1639	0	183.5278Meg
		Fc=	10.2055K	Q = 0.6237	GB 積=636.4817K

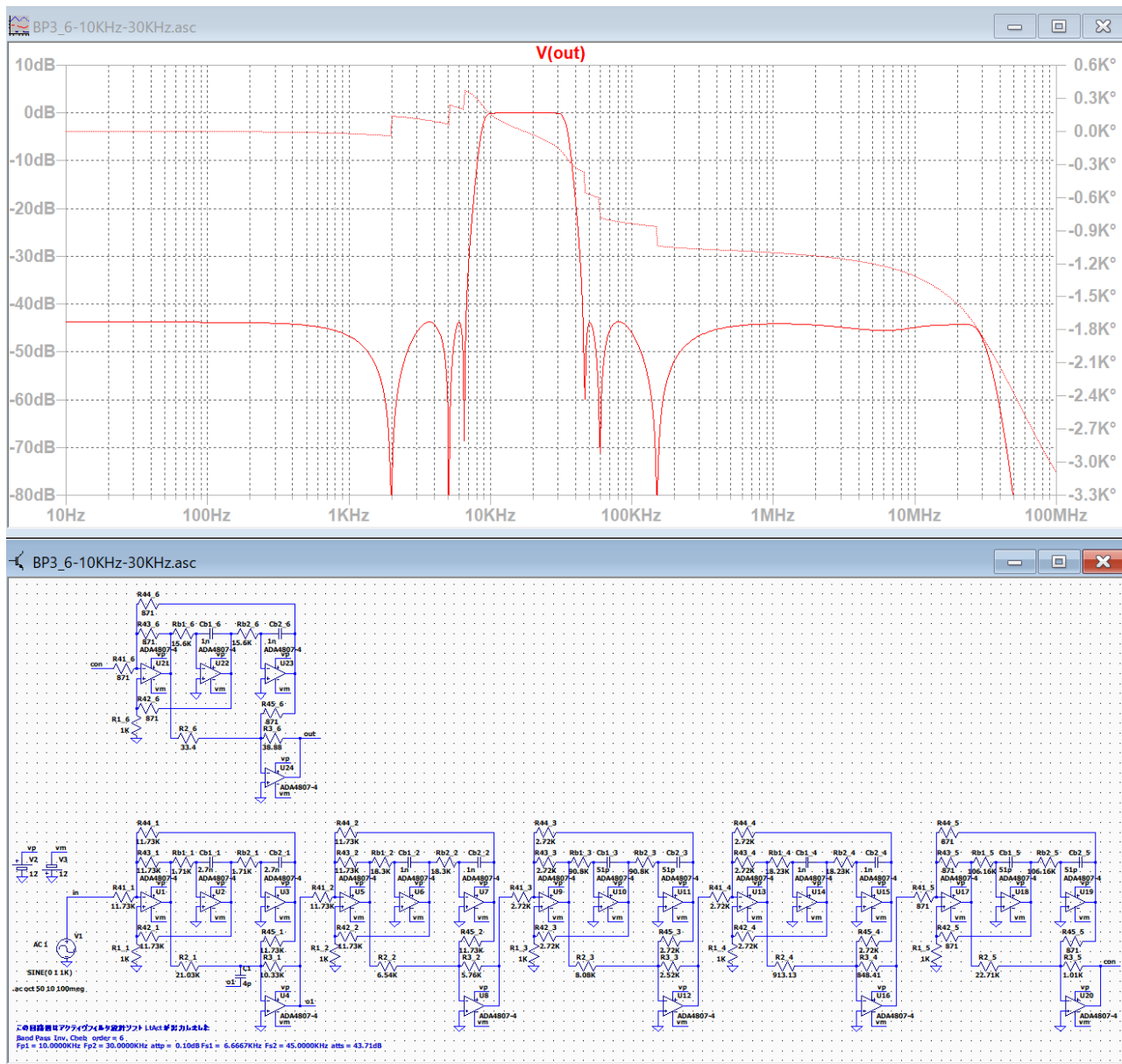
逆チェビシェフ

BP3\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP3\_6-10KHz-30KHz.asc



10KHz で -0.14dB, 30KHz で -0.13dB, 6.6KHz 以下で -43.8dB, 45KHz 以上で -43.7dB

逆チェビシェフ

BP3\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-10KHz-30KHz-0.asc 作成日時 Wed Jan 06

05:10:21 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 6.6667KHz Fs2 = 45.0000KHz atts = 43.71dB

1 (et1) 「LP3-1-0」 Rb\_1(2 個)= 1.7092K Cb\_1(2 個)= 2.7000n 誤差=5.31 %  
 1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 21.0317K R3\_1 = 10.3332K R4\_1(5 個)= 11.7289K  
 誤差=6.08 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 18.2962K Cb\_2(2 個)= 1.0000n 誤差=1.62 %  
 2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 6.5409K R3\_2 = 5.7626K R4\_2(5 個)= 11.7289K  
 誤差=5.38 %

3 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_3(2 個)= 90.7952K Cb\_3(2 個)= 51.0000p 誤差=0.23 %  
 3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 8.0762K R3\_3 = 2.5232K R4\_3(5 個)= 2.7156K  
 誤差=5.15 %

4 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_4(2 個)= 18.2342K Cb\_4(2 個)= 1.0000n 誤差=1.28 %  
 4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 913.1254 R3\_4 = 848.4097 R4\_4(5 個)= 2.7156K 誤  
 差=3.41 %

5 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_5(2 個)= 106.1603K Cb\_5(2 個)= 51.0000p 誤差=3.62 %  
 5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 22.7115K R3\_5 = 1.0137K R4\_5(5 個)= 870.9991 誤  
 差=5.63 %

6 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_6(2 個)= 15.5950K Cb\_6(2 個)= 1.0000n 誤差=2.60 %  
 6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 33.4034 R3\_6 = 38.8770 R4\_6(5 個)= 870.9991 誤  
 差=4.65 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= 1.2u, Cb1\_2= 100p, Cb1\_3= 0.4u,

Cb1\_4= 100p, Cb1\_5= 0.4u, Cb1\_6=100p

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1= 2.7n, Cb1\_2= 1n, Cb1\_3= 51p,

Cb1\_4= 1n, Cb1\_5= 51p, Cb1\_6=1n

## バンドパス

「LtAct ver.2.30」から、「回路の構成と素子値」は各ブロックごとに基本回路名に加えて参照したテーブル名とその周波数の行番号およびQ値の列番号を追加しました。

「LtAct ver.2.40」から、「回路の構成と素子値」に「参照モード」を追加しました。

基本回路名は「LP1」「LP2」「HP1」「HP2」「BP1」「BP2」「et1」「et2」

テーブル名は「LP1」「LP2」「LP3」「LP4」「HP1」「HP2」「HP3」「HP4」「BP1」「BP2」

各ブロックごとに参照したテーブルは、「HP3-1-2」の書式で表示されます。

「HP3」はテーブル名で、「1」は周波数の行番号（0から3まで）です。

「0」なら1KHz、「1」なら10KHz、「2」なら100KHz、「3」は1000KHzです。

次の「2」はQ値の列番号（0から2まで）です。

「0」なら $Q > 5$ 、「1」なら $Q < 3.5$ 、「2」なら $Q < 1.5$ を表します。

## 参照モード

「LtAct ver.2.40」から、逆チェビシェフと楕円関数の基本回路「et1」「et2」において、どのテーブルを参照して素子値を計算するかを選択可能としました。

テーブル参照のモード		
フィルタ名	モード 0	モード 1
LP3	LP3--	HP3--
HP3	HP3--	HP3--
BP3	LP3/HP3	HP3--
BE1	LP3/HP3	HP3--
LP3-- : 各ブロックがLP3を参照する		
LP3/HP3 : 第1ブロックはLP3、以降はHP3を参照		
BE1は、第2ブロックがLP3、その他はHP3		
フィルタ名	モード 0	モード 1
LP4	LP4--	HP4--
HP4	HP4--	HP4--
BP4	LP4/HP4	HP4--
BE2	LP4/HP4	HP4--

参照テーブルは本文書の「基本回路とコンデンサの推奨値」で確認できます。

バンドパス

## 「参照モード 1」で作成した回路図の素子値

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-10KHz-30KHz-1.asc 作成日時 Wed Jan 06  
05:10:42 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 6.6667KHz Fs2 = 45.0000KHz atts = 43.71dB

1 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_1(2 個)= 90.4876K Cb\_1(2 個)= 51.0000p 誤差=0.57 %  
1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 21.0317K R3\_1 = 10.3332K R4\_1(5 個)= 11.7289K  
誤差=6.08 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 18.2962K Cb\_2(2 個)= 1.0000n 誤差=1.62 %  
2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 6.5409K R3\_2 = 5.7626K R4\_2(5 個)= 11.7289K  
誤差=5.38 %

3 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_3(2 個)= 90.7952K Cb\_3(2 個)= 51.0000p 誤差=0.23 %  
3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 8.0762K R3\_3 = 2.5232K R4\_3(5 個)= 2.7156K  
誤差=5.15 %

4 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_4(2 個)= 18.2342K Cb\_4(2 個)= 1.0000n 誤差=1.28 %  
4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 913.1254 R3\_4 = 848.4097 R4\_4(5 個)= 2.7156K 誤  
差=3.41 %

5 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_5(2 個)=106.1603K Cb\_5(2 個)= 51.0000p 誤差=3.62 %  
5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 22.7115K R3\_5 = 1.0137K R4\_5(5 個)= 870.9991 誤  
差=5.63 %

6 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_6(2 個)= 15.5950K Cb\_6(2 個)= 1.0000n 誤差=2.60 %  
6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 33.4034 R3\_6 = 38.8770 R4\_6(5 個)= 870.9991 誤  
差=4.65 %

バンドパス

BP4\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス・逆チェビシェフ 6 次フィルタ 10KHz - 30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1}$  : ( $F_{s1} = F_{p1}/x_s$ )  KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2}$  : ( $F_{s2} = F_{p2} \times x_s$ )  KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$   dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$   倍

遮断特性 Inv. Cheb

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 10.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 30.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 6.6667\text{KHz}$   $F_{s2} = 45.0000\text{KHz}$   $atts = 43.71\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	51.0707K	46.9550G	0.4913	0	41.3675G
		Fc=	34.4874K	Q = 4.2430	GB 積= 14.6329Meg
2	12.8817K	2.9873G	0.8810	0	1.4677G
		Fc=	8.6988K	Q = 4.2430	GB 積= 3.6909Meg
3	174.3641K	46.6373G	0.3124	0	43.3320G
		Fc=	34.3706K	Q = 1.2385	GB 積= 4.2569Meg
4	44.2797K	3.0077G	0.9291	0	939.6492Meg
		Fc=	8.7284K	Q = 1.2385	GB 積= 1.0810Meg
5	296.1524K	34.1142G	44.6349m	0	39.7043G
		Fc=	29.3960K	Q = 0.6237	GB 積= 1.8333Meg
6	102.8161K	4.1118G	1.1639	0	183.5278Meg
		Fc=	10.2055K	Q = 0.6237	GB 積=636.4817K

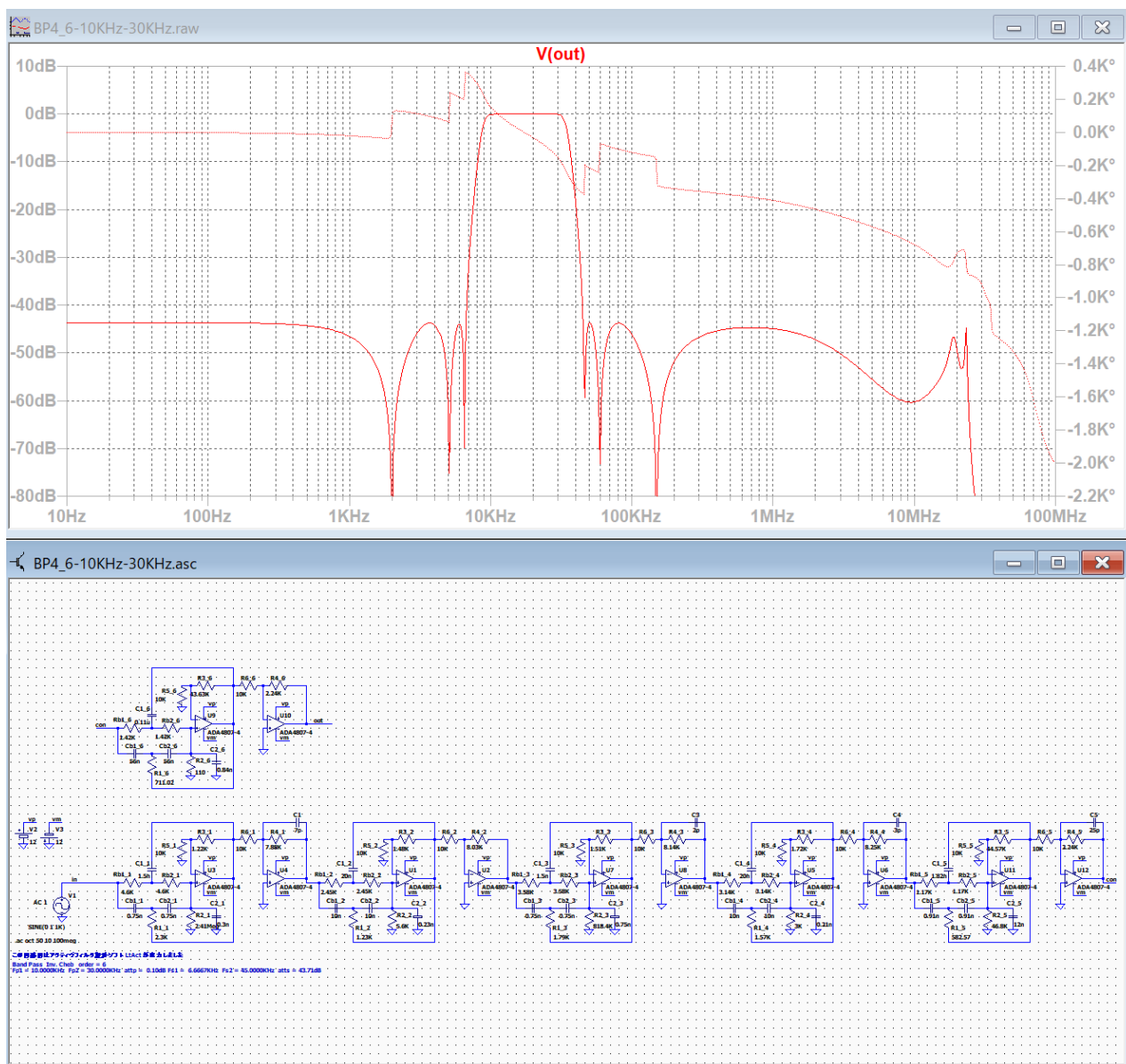
逆チェビシェフ

BP4\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP4\_6-10KHz-30KHz.asc



10KHz で -0.13dB, 30KHz で -0.1dB, 6.6KHz 以下で -43.7dB, 45KHz 以上で -43.7dB

逆チェビシェフ

BP4\_6-10KHz - 30KHz.asc



バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_6-10KHz-30KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13

12:53:43 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 6.6667KHz Fs2 = 45.0000KHz atts = 43.71dB

1 (et2) 「HP4-1-0」 Rb\_1(2 個)= 4.5950K Cb\_1(2 個)= 0.7500n R1\_1 = 2.2975K

C1\_1 = 1.5000n 誤差=4.82 %

1 R2\_1 = 2.4071Meg C2\_1 = 0.3000n 誤差 = 0.30 %

1 R3\_1 = 1.2175K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.44 %

1 R4\_1 = 7.8838K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.01 %

2 (et2) 「HP4-0-0」 Rb\_2(2 個)= 2.4500K Cb\_2(2 個)= 10.0000n R1\_2 = 1.2250K

C1\_2 = 20.0000n 誤差=2.89 %

2 R2\_2 = 5.6000K C2\_2 = 0.2282n 誤差 = 3.61 %

2 R3\_2 = 1.4766K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.58 %

2 R4\_2 = 8.0269K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.16 %

3 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_3(2 個)= 3.5802K Cb\_3(2 個)= 0.7500n R1\_3 = 1.7901K

C1\_3 = 1.5000n 誤差=0.78 %

3 R2\_3 = 818.4037K C2\_3 = 0.7500n 誤差 = 0.20 %

3 R3\_3 = 1.5105K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.69 %

3 R4\_3 = 8.1427K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.70 %

4 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_4(2 個)= 3.1445K Cb\_4(2 個)= 10.0000n R1\_4 = 1.5723K

C1\_4 = 20.0000n 誤差=4.92 %

4 R2\_4 = 3.0000K C2\_4 = 0.2057n 誤差 = 2.79 %

4 R3\_4 = 1.7195K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 4.68 %

4 R4\_4 = 8.2542K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.66 %

5 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_5(2 個)= 1.1651K Cb\_5(2 個)= 0.9100n R1\_5 = 582.5688

C1\_5 = 1.8200n 誤差=5.02 %

5 R2\_5 = 46.7967K C2\_5 = 12.0000n 誤差 = 0.43 %

5 R3\_5 = 44.5700K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 3.52 %

5 R4\_5 = 2.2390K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.74 %

6 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_6(2 個)= 1.4220K Cb\_6(2 個)= 56.0000n R1\_6 = 711.0209

C1\_6 = 0.1120u 誤差=7.23 %

6 R2\_6 = 110.0000 C2\_6 = 0.8377n 誤差 = 2.11 %

6 R3\_6 = 43.6314K R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.45 %

逆チェビシェフ

BP4\_6-10KHz - 30KHz.asc

バンドパス

6 R4\_6 = 2.2350K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.57 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= 0.2u, Cb1\_2= 100p, Cb1\_3= 20n,  
Cb1\_4= 100p, Cb1\_5= 20n, Cb1\_6=100p  
ver.2.10 では、Cb1\_1= 0.75n, Cb1\_2= 10n, Cb1\_3= 0.75n,  
Cb1\_4= 10n, Cb1\_5= 0.91n, Cb1\_6= 56n

バンドパス

BP3\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス・逆チェビシェフ 6 次フィルタ 100KHz - 300KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$  100 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \times x_s)$  300 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 100.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 300.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 66.6667\text{KHz}$   $F_{s2} = 450.0000\text{KHz}$   $atts = 43.71\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	510.7072K	4.6955T	0.4913	0	4.1368T
		Fc=	344.8744K	Q =	4.2430 GB 積=146.3287Meg
2	128.8165K	298.7312G	0.8810	0	146.7712G
		Fc=	86.9882K	Q =	4.2430 GB 積= 36.9087Meg
3	1.7436Meg	4.6637T	0.3124	0	4.3332T
		Fc=	343.7058K	Q =	1.2385 GB 積= 42.5693Meg
4	442.7970K	300.7659G	0.9291	0	93.9649G
		Fc=	87.2840K	Q =	1.2385 GB 積= 10.8105Meg
5	2.9615Meg	3.4114T	44.6349m	0	3.9704T
		Fc=	293.9597K	Q =	0.6237 GB 積= 18.3333Meg
6	1.0282Meg	411.1750G	1.1639	0	18.3528G
		Fc=	102.0548K	Q =	0.6237 GB 積= 6.3648Meg

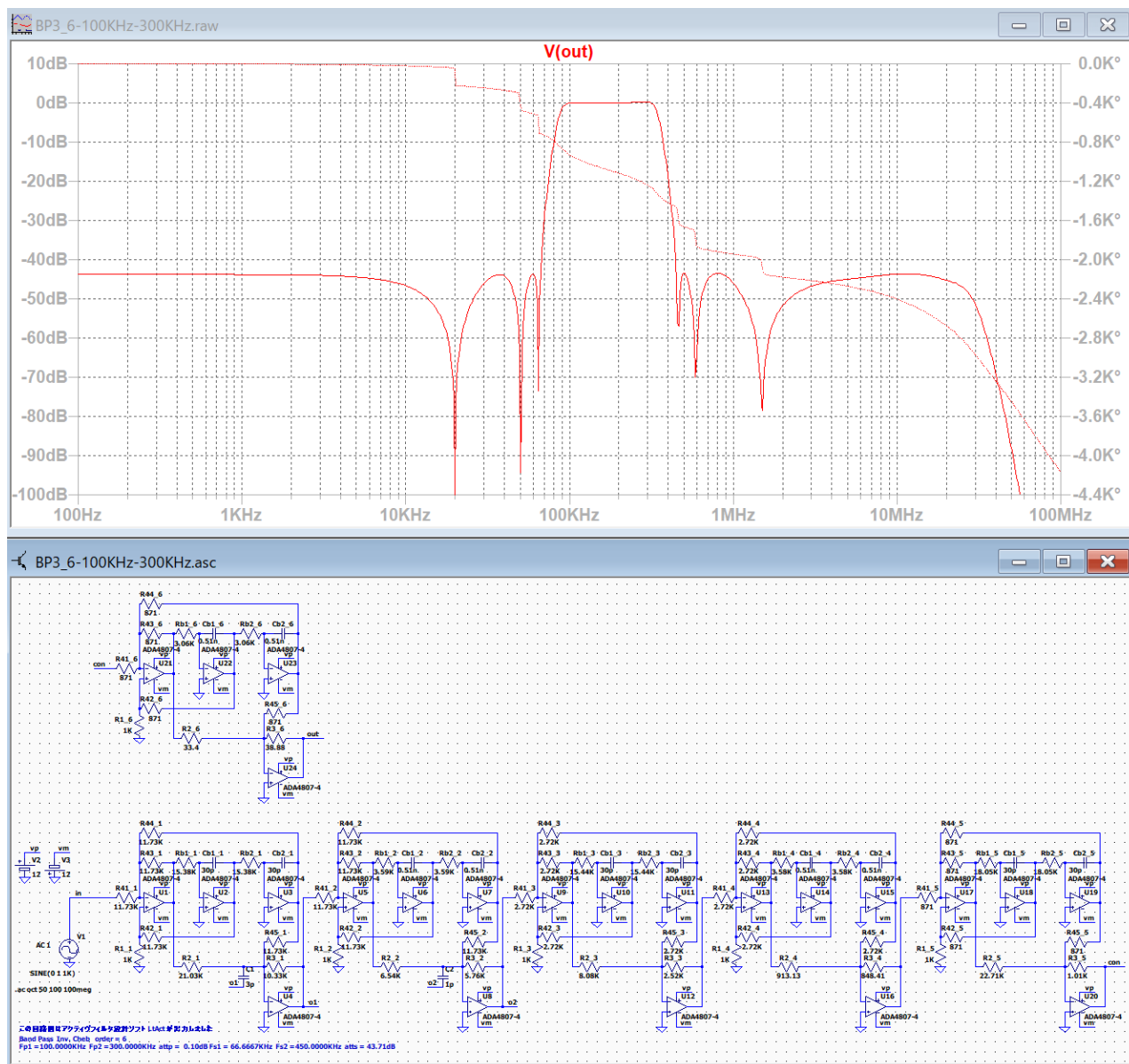
逆チェビシェフ

BP3\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP3\_6-100KHz-300KHz.asc



100KHz で -0.03dB, 300KHz で 0.17dB,  
66KHz 以下で -43.8dB, 450KHz 以上で -43.5dB

逆チェビシェフ

BP3\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-100KHz-300KHz-1.asc 作成日時 Wed Jan 13  
13:23:57 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 66.6667KHz Fs2 =450.0000KHz atts = 43.71dB

1 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 15.3829K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=2.49 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 21.0317K R3\_1 = 10.3332K R4\_1(5 個)= 11.7289K

誤差=6.08 %

2 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_2(2 個)= 3.5875K Cb\_2(2 個)= 0.5100n 誤差=0.35 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 6.5409K R3\_2 = 5.7626K R4\_2(5 個)= 11.7289K

誤差=5.38 %

3 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_3(2 個)= 15.4352K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=2.82 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 8.0762K R3\_3 = 2.5232K R4\_3(5 個)= 2.7156K

誤差=5.15 %

4 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_4(2 個)= 3.5753K Cb\_4(2 個)= 0.5100n 誤差=0.69 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 913.1254 R3\_4 = 848.4097 R4\_4(5 個)= 2.7156K 誤

差=3.41 %

5 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_5(2 個)= 18.0473K Cb\_5(2 個)= 30.0000p 誤差=0.26 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 22.7115K R3\_5 = 1.0137K R4\_5(5 個)= 870.9991 誤

差=5.63 %

6 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_6(2 個)= 3.0579K Cb\_6(2 個)= 0.5100n 誤差=1.89 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 33.4034 R3\_6 = 38.8770 R4\_6(5 個)= 870.9991 誤

差=4.65 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= 120p (120n を入力ミス) , Cb1\_2= 50p, Cb1\_3= 40n,

Cb1\_4= 50p, Cb1\_5= 40n, Cb1\_6=50p

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1= 30p, Cb1\_2= 0.51n, Cb1\_3= 30p,

Cb1\_4= 0.51n, Cb1\_5= 30p, Cb1\_6= 0.51n

ver.1.45 では奇数ブロックが低周波数向きの素子値になっているのに、正常に動作するの  
が不思議な気がする。素子値の許容範囲が広いためだと思われる。

バンドパス

BP4\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス・逆チェビシェフ 6 次フィルタ 100KHz - 300KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  3

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$  100 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \times x_s)$  300 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 100.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 300.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 66.6667\text{KHz}$   $F_{s2} = 450.0000\text{KHz}$   $atts = 43.71\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	510.7072K	4.6955T	0.4913	0	4.1368T
		Fc=	344.8744K	Q =	4.2430 GB 積=146.3287Meg
2	128.8165K	298.7312G	0.8810	0	146.7712G
		Fc=	86.9882K	Q =	4.2430 GB 積= 36.9087Meg
3	1.7436Meg	4.6637T	0.3124	0	4.3332T
		Fc=	343.7058K	Q =	1.2385 GB 積= 42.5693Meg
4	442.7970K	300.7659G	0.9291	0	93.9649G
		Fc=	87.2840K	Q =	1.2385 GB 積= 10.8105Meg
5	2.9615Meg	3.4114T	44.6349m	0	3.9704T
		Fc=	293.9597K	Q =	0.6237 GB 積= 18.3333Meg
6	1.0282Meg	411.1750G	1.1639	0	18.3528G
		Fc=	102.0548K	Q =	0.6237 GB 積= 6.3648Meg

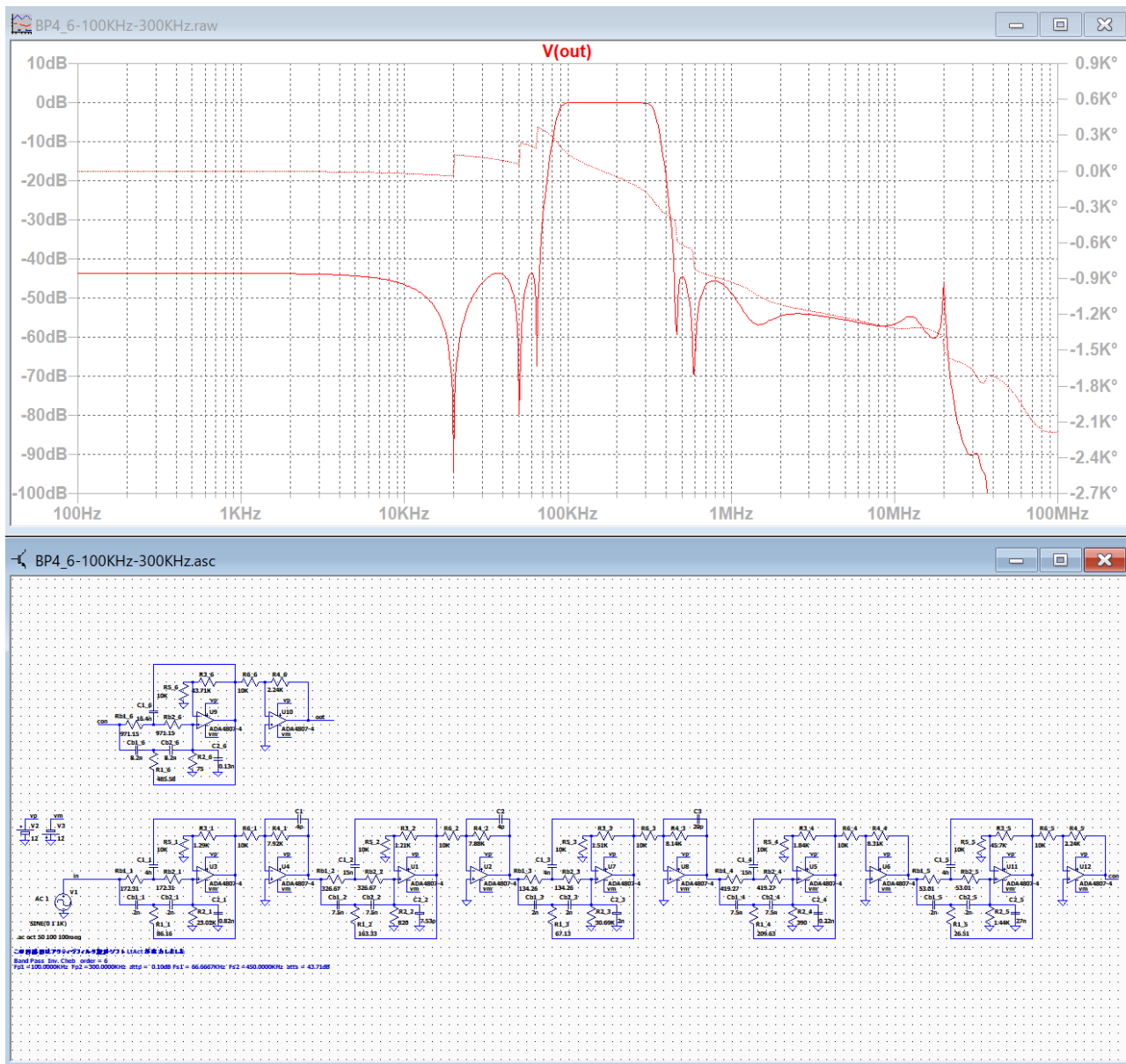
逆チェビシェフ

BP4\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP4\_6-100KHz-300KHz.asc



100KHz で -0.07dB, 300KHz で -0.19dB,  
 66KHz 以下で -43.7dB, 450KHz 以上で -44.5dB

逆チェビシェフ

BP4\_6-100KHz - 300KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_6-100KHz-300KHz-1.asc 作成日時 Wed Jan 13  
13:13:39 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 100.0000KHz Fp2 = 300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 66.6667KHz Fs2 = 450.0000KHz atts = 43.71dB

1 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_1(2 個)= 172.3140 Cb\_1(2 個)= 2.0000n R1\_1 = 86.1570

C1\_1 = 4.0000n 誤差=7.03 %

1 R2\_1 = 23.0191K C2\_1 = 0.8200n 誤差 = 4.26 %

1 R3\_1 = 1.2866K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.04 %

1 R4\_1 = 7.9226K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.50 %

2 (et2) 「HP4-1-0」 Rb\_2(2 個)= 326.6685 Cb\_2(2 個)= 7.5000n R1\_2 = 163.3342

C1\_2 = 15.0000n 誤差=2.28 %

2 R2\_2 = 820.0000 C2\_2 = 7.5255p 誤差 = 0.34 %

2 R3\_2 = 1.2063K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.52 %

2 R4\_2 = 7.8775K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 4.09 %

3 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_3(2 個)= 134.2562 Cb\_3(2 個)= 2.0000n R1\_3 = 67.1281

C1\_3 = 4.0000n 誤差=4.24 %

3 R2\_3 = 30.6901K C2\_3 = 2.0000n 誤差 = 2.25 %

3 R3\_3 = 1.5105K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.69 %

3 R4\_3 = 8.1427K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.70 %

4 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_4(2 個)= 419.2697 Cb\_4(2 個)= 7.5000n R1\_4 = 209.6349

C1\_4 = 15.0000n 誤差=5.26 %

4 R2\_4 = 390.0000 C2\_4 = 0.2221n 誤差 = 0.94 %

4 R3\_4 = 1.8362K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.97 %

4 R4\_4 = 8.3148K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.38 %

5 (et2) 「HP4-3-2」 Rb\_5(2 個)= 53.0138 Cb\_5(2 個)= 2.0000n R1\_5 = 26.5069

C1\_5 = 4.0000n 誤差=4.91 %

5 R2\_5 = 1.4363K C2\_5 = 27.0000n 誤差 = 4.43 %

5 R3\_5 = 45.7043K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.83 %

5 R4\_5 = 2.2436K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.94 %

6 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_6(2 個)= 971.1505 Cb\_6(2 個)= 8.2000n R1\_6 = 485.5753

C1\_6 = 16.4000n 誤差=5.01 %

6 R2\_6 = 75.0000 C2\_6 = 0.1293n 誤差 = 0.56 %

6 R3\_6 = 43.7076K R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.62 %

逆チェビシェフ

BP4\_6-100KHz - 300KHz.asc



バンドパス

6 R4\_6 = 2.2354K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.58 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= 20n, Cb1\_2= 75p, Cb1\_3= 2n,  
Cb1\_4= 75p, Cb1\_5= 2n, Cb1\_6=75p

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1= 2n, Cb1\_2= 7.5n, Cb1\_3= 2n,  
Cb1\_4= 7.5n, Cb1\_5= 2n, Cb1\_6=8.2n

ver.1.45 では奇数ブロックが低周波数向きの素子値になっているのに、正常に動作するのが不思議な気がする。素子値の許容範囲が広いためだと思われる。

バンドパス

BP3\_6-600KHz - 1200KHz.asc

バンドパス・逆チェビシェフ 6 次フィルタ 600KHz - 1200KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$   KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \times x_s)$   Meg

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$   dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{p1}/F_{s1}$   倍

遮断特性 Inv. Cheb

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 600.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 1.2000\text{MegHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 400.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 1.8000\text{MegHz}$   $atts = 55.36\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.5340Meg	69.2361T	0.3952	0	52.8569T
		Fc=	1.3243Meg	Q =	5.4243 GB 積=718.3426Meg
2	629.7684K	11.6695T	0.7634	0	4.6120T
		Fc=	543.6833K	Q =	5.4243 GB 積=294.9110Meg
3	4.7368Meg	62.9972T	0.2388	0	49.6018T
		Fc=	1.2632Meg	Q =	1.6756 GB 積=211.6685Meg
4	2.1373Meg	12.8252T	0.7874	0	3.0626T
		Fc=	569.9697K	Q =	1.6756 GB 積= 95.5052Meg
5	6.7028Meg	42.2095T	32.3808m	0	39.2226T
		Fc=	1.0340Meg	Q =	0.9693 GB 積=100.2247Meg
6	4.5138Meg	19.1414T	0.9292	0	619.8159G
		Fc=	696.3180K	Q =	0.9693 GB 積= 67.4928Meg

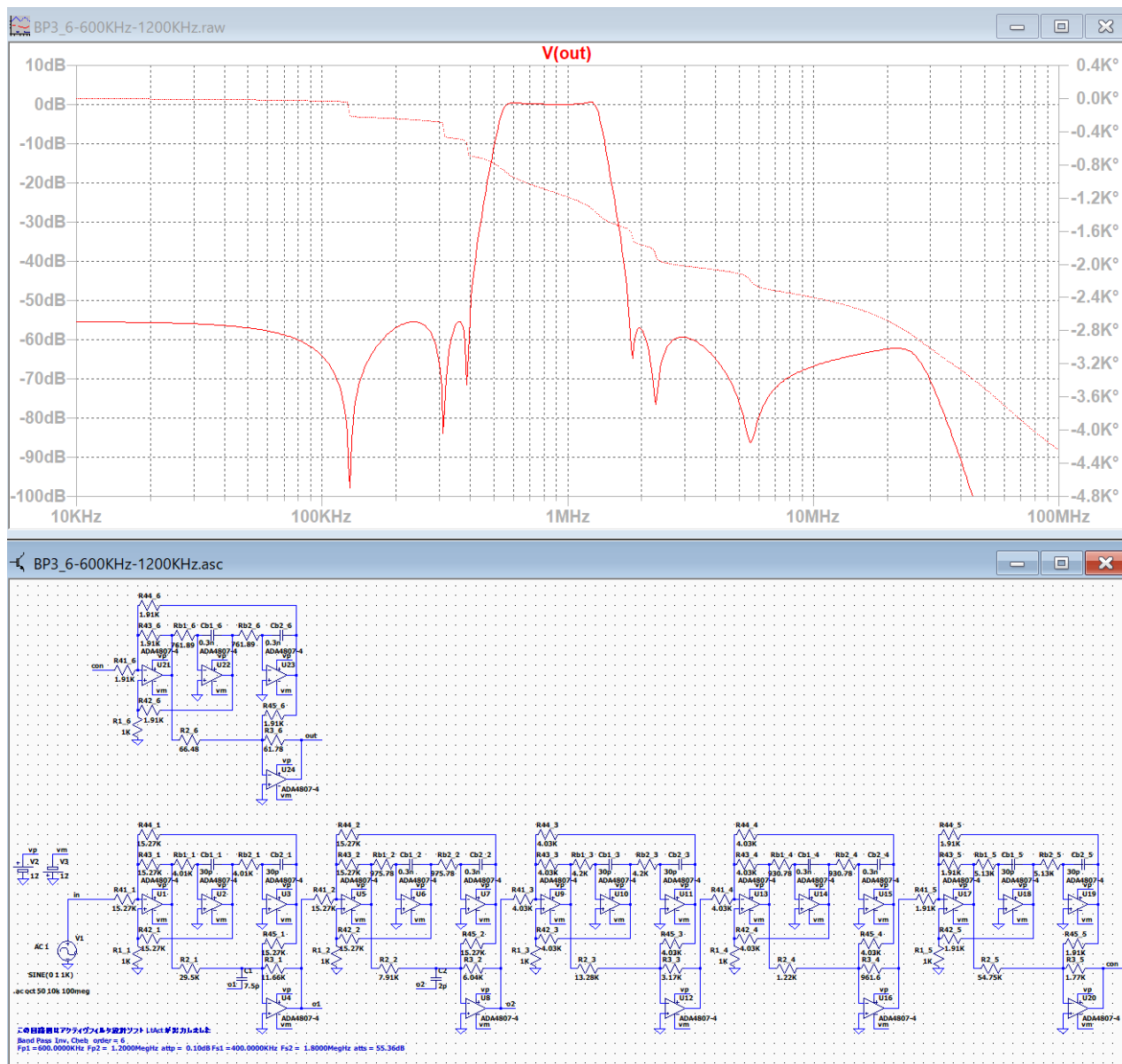
逆チェビシェフ

BP3\_6-600KHz - 1200KHz.asc

バンドパス

### 完成した回路図

BP3\_6-600KHz-1200KHz.asc



600KHz で 0.45dB, 1.2MHz で 0.53dB,  
400KHz 以下で -55.3dB, 1.8MHz 以上で -57.0dB

LtAct が出力した素子値は変更せずに、ピークの調整だけを行って良好な結果を得た。

## 逆チェビシェフ

BP3\_6-600KHz - 1200KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Mon Jan 11  
18:44:00 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 =600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 0.1000dB

Fs1 =400.0000KHz Fs2 = 1.8000MegHz atts = 55.36dB

1 (et1) 「HP3-3-0」 Rb\_1(2 個)= 4.0060K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=2.65 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 29.5022K R3\_1 = 11.6598K R4\_1(5 個)= 15.2729K

誤差=3.81 %

2 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_2(2 個)=975.7823 Cb\_2(2 個)= 0.3000n 誤差=2.48 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 7.9066K R3\_2 = 6.0362K R4\_2(5 個)= 15.2729K

誤差=4.93 %

3 (et1) 「HP3-3-1」 Rb\_3(2 個)= 4.1997K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=2.39 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 13.2774K R3\_3 = 3.1706K R4\_3(5 個)= 4.0269K

誤差=5.56 %

4 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_4(2 個)=930.7804 Cb\_4(2 個)= 0.3000n 誤差=2.23 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 1.2213K R3\_4 = 961.6041 R4\_4(5 個)= 4.0269K 誤

差=5.38 %

5 (et1) 「HP3-3-2」 Rb\_5(2 個)= 5.1307K Cb\_5(2 個)= 30.0000p 誤差=0.60 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 54.7497K R3\_5 = 1.7728K R4\_5(5 個)= 1.9078K

誤差=5.56 %

6 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_6(2 個)=761.8884 Cb\_6(2 個)= 0.3000n 誤差=1.56 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 66.4819 R3\_6 = 61.7775 R4\_6(5 個)= 1.9078K

誤差=5.36 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= 18n, Cb1\_2= 30p, Cb1\_3= 4n,

Cb1\_4= 30p, Cb1\_5= 4n, Cb1\_6=30p

ver.2.10, ver.2.10 では、Cb1\_1= 30p, Cb1\_2= 0.3n, Cb1\_3= 30p,

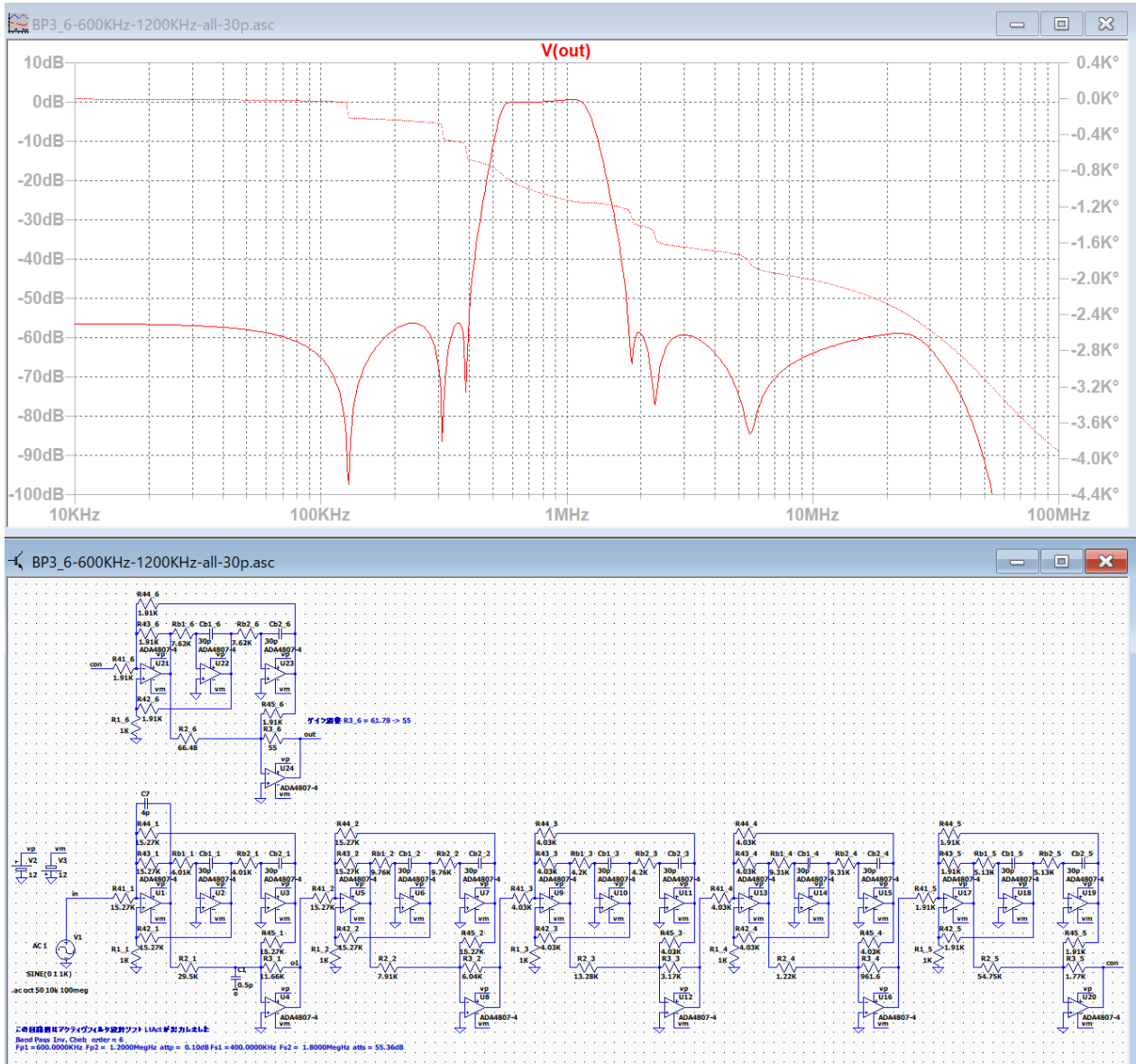
Cb1\_4= 0.3n, Cb1\_5= 30p, Cb1\_6= 0.3n

これだけ許容範囲が広いなら、全てを 30p にしても良好な結果が得られるかも知れない！  
実験してみた。

バンドパス

実験した回路図

BP3\_6-600KHz-1200KHz-all-30p.asc



BP3\_6-600KHz-1200KHz.asc の Cb1\_? の値は  $C_{max}=0.3n$  から  $C_{min}=30p$  の範囲です。

全ての Cb1\_? を  $C_{min} = 30p$  にしても好結果が得られます！

600KHz で -0.02dB, 1.2MHz で -1.44dB → **しかし通過域が 1.2MHz より少し狭い！**

$C_{av} = \sqrt{C_{max} \cdot C_{min}} = 94p \approx 100p$  なので、全ての Cb1\_? を  $C_{av}=100p$  の値に設定すると良好な特性を実現しながら、素子値を統一できるかも知れません。

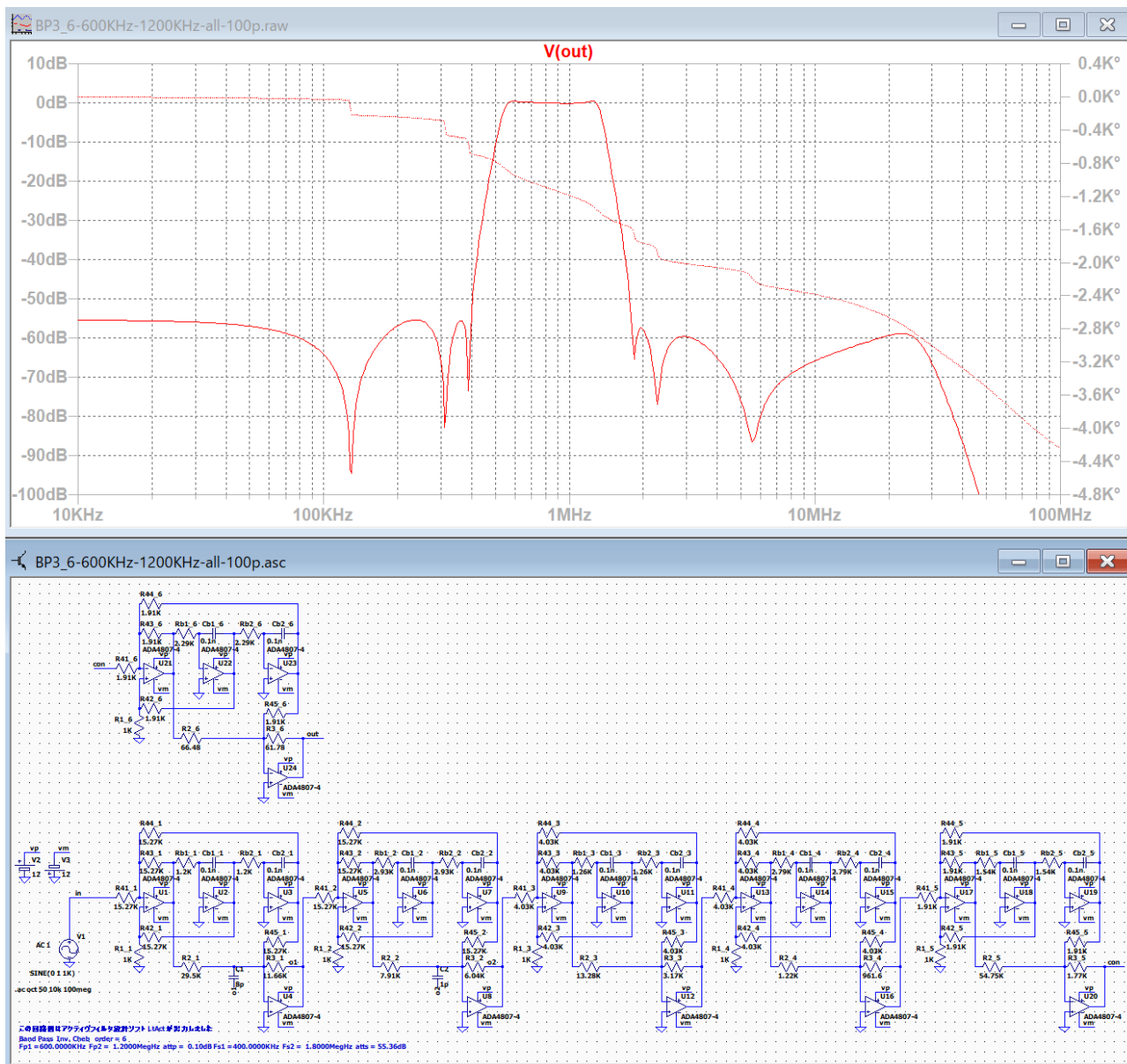
全てを 100p にして  $C1 = 8p$ ,  $C2 = 1p$  を追加すると好結果がえられました。バンドパスでは Cb1\_? を  $C_{av}$  程度に設定するのが良い。BP3\_6-600KHz-1200KHz-all-100p.asc 参照

逆チェビシェフ

BP3\_6-600KHz・1200KHz.asc

バンドパス

BP3\_6-600KHz-1200KHz-all-100p.asc



600KHz で 0.36dB, 1.2MHz で 0.28dB,  
 400KH 以下で -55.37dB, 1.8MHz 以上で -57.50dB

LtAct が出力した素子値の幾何平均を設定してピークを調整すると好結果が得られる。

逆チェビシェフ

BP3\_6-600KHz・1200KHz.asc

バンドパス

BP4\_6-600KHz - 1200KHz.asc

バンドパス・逆チェビシェフ 6 次フィルタ 600KHz - 1200KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$   KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \times x_s)$   Meg

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$   dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{p1}/F_{s1}$   倍

遮断特性 Inv. Cheb

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 600.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 1.2000\text{MegHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 400.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 1.8000\text{MegHz}$   $atts = 55.36\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.5340Meg	69.2361T	0.3952	0	52.8569T
		$F_c = 1.3243\text{Meg}$	$Q = 5.4243$		$GB \text{ 積} = 718.3426\text{Meg}$
2	629.7684K	11.6695T	0.7634	0	4.6120T
		$F_c = 543.6833\text{K}$	$Q = 5.4243$		$GB \text{ 積} = 294.9110\text{Meg}$
3	4.7368Meg	62.9972T	0.2388	0	49.6018T
		$F_c = 1.2632\text{Meg}$	$Q = 1.6756$		$GB \text{ 積} = 211.6685\text{Meg}$
4	2.1373Meg	12.8252T	0.7874	0	3.0626T
		$F_c = 569.9697\text{K}$	$Q = 1.6756$		$GB \text{ 積} = 95.5052\text{Meg}$
5	6.7028Meg	42.2095T	32.3808m	0	39.2226T
		$F_c = 1.0340\text{Meg}$	$Q = 0.9693$		$GB \text{ 積} = 100.2247\text{Meg}$
6	4.5138Meg	19.1414T	0.9292	0	619.8159G
		$F_c = 696.3180\text{K}$	$Q = 0.9693$		$GB \text{ 積} = 67.4928\text{Meg}$

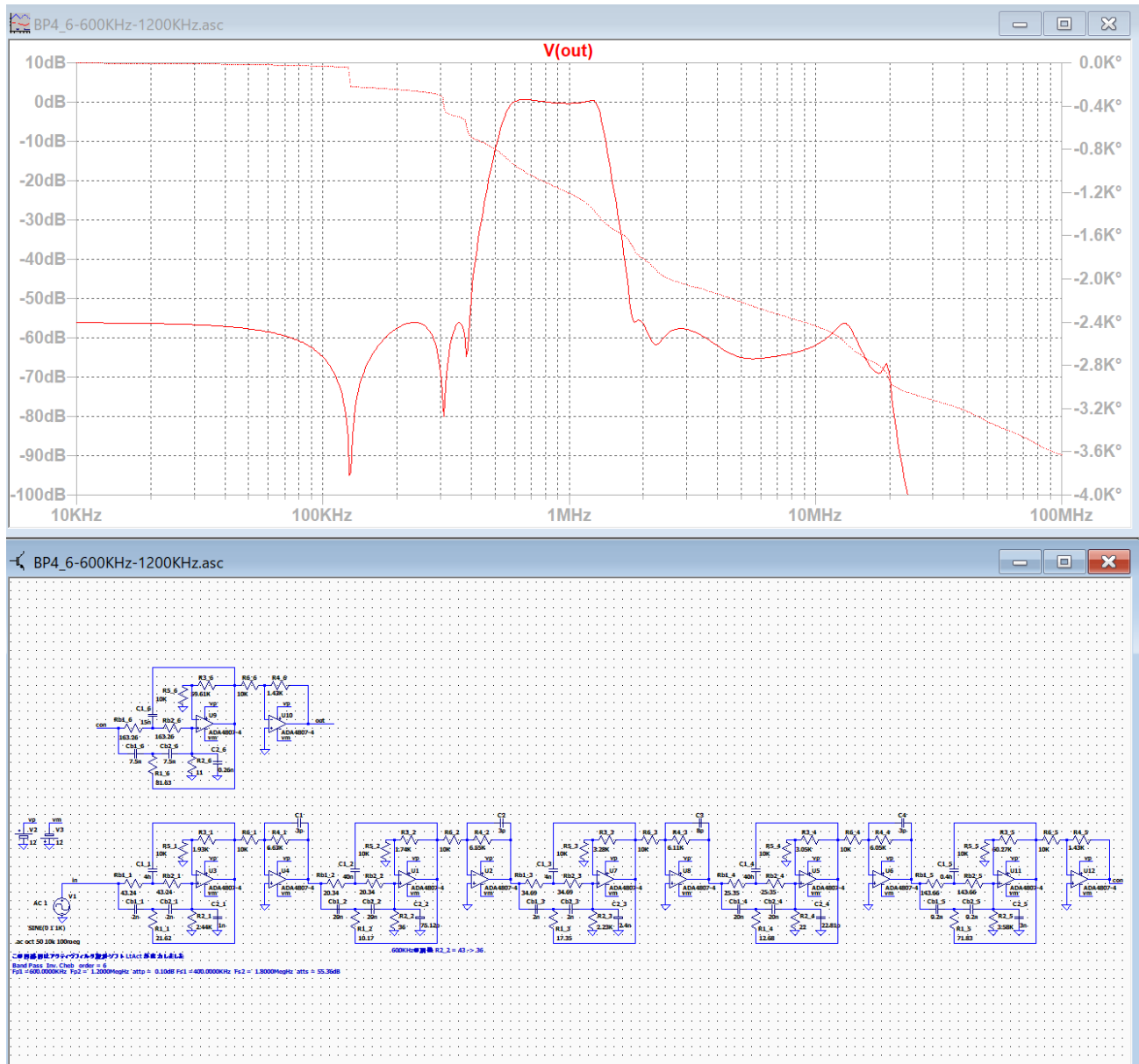
逆チェビシェフ

BP4\_6-600KHz - 1200KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP4\_6-600KHz-1200KHz.asc



600KHz で 0.13dB, 1.2MHz で 0.30dB,  
 400KHz 以下で -56.0dB, 1.8MHz 以上で -55.5dB

逆チェビシェフ

BP4\_6-600KHz・1200KHz.asc



バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Mon Jan 11  
18:46:00 2021

アナログ Band Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 =600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 0.1000dB

Fs1 =400.0000KHz Fs2 = 1.8000MegHz atts = 55.36dB

1 (et2) 「HP4-3-0」 Rb\_1(2 個)= 43.2352 Cb\_1(2 個)= 2.0000n R1\_1 = 21.6176

C1\_1 = 4.0000n 誤差=3.11 %

1 R2\_1 = 2.4443K C2\_1 = 1.0000n 誤差 = 1.81 %

1 R3\_1 = 1.9252K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.88 %

1 R4\_1 = 6.6283K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.59 %

2 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_2(2 個)= 20.3428 Cb\_2(2 個)= 20.0000n R1\_2 = 10.1714

C1\_2 = 40.0000n 誤差=3.45 %

2 R2\_2 = 43.0000 C2\_2 = 75.1240p 誤差 = 0.17 %

2 R3\_2 = 1.7388K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.52 %

2 R4\_2 = 6.5523K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.78 %

3 (et2) 「HP4-3-1」 Rb\_3(2 個)= 34.6926 Cb\_3(2 個)= 2.0000n R1\_3 = 17.3463

C1\_3 = 4.0000n 誤差=5.89 %

3 R2\_3 = 2.2255K C2\_3 = 2.4000n 誤差 = 1.15 %

3 R3\_3 = 3.2843K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.48 %

3 R4\_3 = 6.1118K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.44 %

4 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_4(2 個)= 25.3519 Cb\_4(2 個)= 20.0000n R1\_4 = 12.6760

C1\_4 = 40.0000n 誤差=6.42 %

4 R2\_4 = 22.0000 C2\_4 = 22.8073p 誤差 = 3.54 %

4 R3\_4 = 3.0522K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.71 %

4 R4\_4 = 6.0462K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.54 %

5 (et2) 「HP4-3-2」 Rb\_5(2 個)= 143.6632 Cb\_5(2 個)= 0.2000n R1\_5 = 71.8316

C1\_5 = 0.4000n 誤差=6.72 %

5 R2\_5 = 3.5806K C2\_5 = 3.0000n 誤差 = 0.54 %

5 R3\_5 = 60.2750K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.86 %

5 R4\_5 = 1.4284K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 5.01 %

6 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_6(2 個)= 163.2567 Cb\_6(2 個)= 7.5000n R1\_6 = 81.6283

C1\_6 = 15.0000n 誤差=2.05 %

6 R2\_6 = 11.0000 C2\_6 = 0.2595n 誤差 = 4.05 %

6 R3\_6 = 59.6076K R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 4.01 %

逆チェビシェフ

BP4\_6-600KHz - 1200KHz.asc

バンドパス

$$6 \quad R4\_6 = 1.4273K \quad R6\_6 = 10.0000K \quad \text{誤差} = 5.09 \%$$

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= 2n, Cb1\_2= 0.2n, Cb1\_3= 0.2n,  
Cb1\_4= 0.2n, Cb1\_5= 0.2n, Cb1\_6=0.2n

ver.2.10, ver.2.10 では、Cb1\_1= 2n, Cb1\_2= 20n, Cb1\_3= 2n,  
Cb1\_4= 20n, Cb1\_5= 0.2n, Cb1\_6=7.5n

$C_{av} = \sqrt{C_{max} \cdot C_{min}} = \sqrt{20n \cdot 2n} \approx 6.8n$  なので、すべての Cb1\_? を Cav=6.8n 以上に設定しても良いと思います。

## バンドパス

## 楕円関数

BP3\_6-0.01Hz-1Hz.asc

バンドパス・楕円関数 6 次フィルタ 0.01Hz - 1Hz

## 設計パラメータの入力

フィルタの種類	バンドパスフィルタ		遮断特性	Elliptic
設計するフィルタの次数 m(<=58)	6			
通過帯域 下端の周波数 Fp1 : (Fs1 = Fp1/xs)	10	mHz		
通過帯域 上端の周波数 Fp2 : (Fs2 = Fp2*xs)	1	Hz		
周波数Fp1,Fp2における減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK	
最低減衰量に達する周波数をFs1として、Xs = Fp1/Fs1	1.5	倍	キャンセル	

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

Fp1 = 10.0000mHz Fp2 = 1.0000 Hz attp = 0.1000dB

Fs1 = 6.6667mHz Fs2 = 1.5000 Hz atts = 58.17dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	0.9965	43.2885	67.6378m	0	68.6662
		Fc=	1.0471	Q =	6.6024 GB 積=691.3672
2	9.0881m	3.6004m	1.5862	0	0.2435m
		Fc=	9.5498m	Q =	6.6024 GB 積= 6.3052
3	3.4152	31.3051	0.1473	0	22.7975
		Fc=	0.8905	Q =	1.6383 GB 積=145.8883
4	43.0685m	4.9786m	0.7282	0	0.7335m
		Fc=	11.2298m	Q =	1.6383 GB 積= 1.8398
5	5.8875	13.6531	0.1252	0	11.7041
		Fc=	0.5881	Q =	0.6276 GB 積= 36.9080
6	0.1702	11.4153m	0.8573	0	1.4287m
		Fc=	17.0045m	Q =	0.6276 GB 積= 1.0672

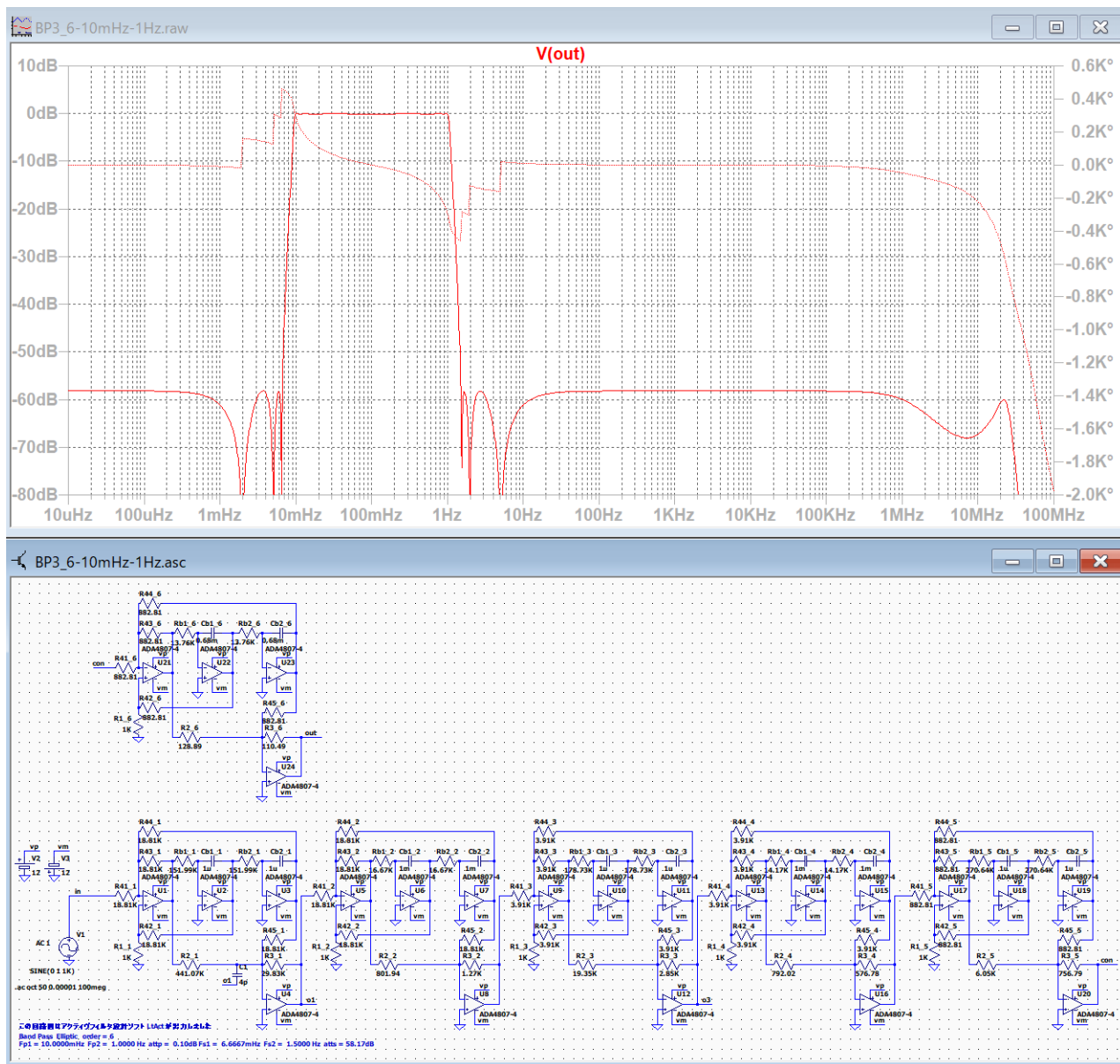
楕円関数

BP3\_6-0.01Hz-1Hz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP3\_6-10mHz-1Hz.asc



10mHz で -0.16dB, 1Hz で -0.13dB,  
 6.6mHz 以下で -58.1dB, 1.5Hz 以上で -58.2dB

楕円関数

BP3\_6-0.01Hz-1Hz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-10mHz-1Hz.asc 作成日時 Wed Jan 13 13:33:28 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000mHz Fp2 = 1.0000 Hz attp = 0.1000dB

Fs1 = 6.6667mHz Fs2 = 1.5000 Hz atts = 58.17dB

1 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_1(2 個)=151.9895K Cb\_1(2 個)= 1.0000u 誤差=1.31 %  
 1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 441.0681K R3\_1 = 29.8329K R4\_1(5 個)= 18.8072K 誤差=5.00 %  
 2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 16.6658K Cb\_2(2 個)= 1.0000m 誤差=4.00 %  
 2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 801.9431 R3\_2 = 1.2721K R4\_2(5 個)= 18.8072K 誤差=5.32 %  
 3 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_3(2 個)=178.7280K Cb\_3(2 個)= 1.0000u 誤差=0.71 %  
 3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 19.3511K R3\_3 = 2.8510K R4\_3(5 個)= 3.9149K 誤差=6.22 %  
 4 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_4(2 個)= 14.1725K Cb\_4(2 個)= 1.0000m 誤差=5.84 %  
 4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 792.0188 R3\_4 = 576.7770 R4\_4(5 個)= 3.9149K 誤差=4.59 %  
 5 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_5(2 個)=270.6354K Cb\_5(2 個)= 1.0000u 誤差=0.23 %  
 5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 6.0467K R3\_5 = 756.7863 R4\_5(5 個)= 882.8060 誤差=4.09 %  
 6 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_6(2 個)= 13.7641K Cb\_6(2 個)= 0.6800m 誤差=5.55 %  
 6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 128.8872 R3\_6 = 110.4886 R4\_6(5 個)= 882.8060 誤差=3.23 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= 10m, Cb1\_2= 1m, Cb1\_3= 8.2m,

Cb1\_4= 1m, Cb1\_5= 3m, Cb1\_6= 1m

ver.2.10 では、Cb1\_1= 1u, Cb1\_2= 1m, Cb1\_3= 1u,

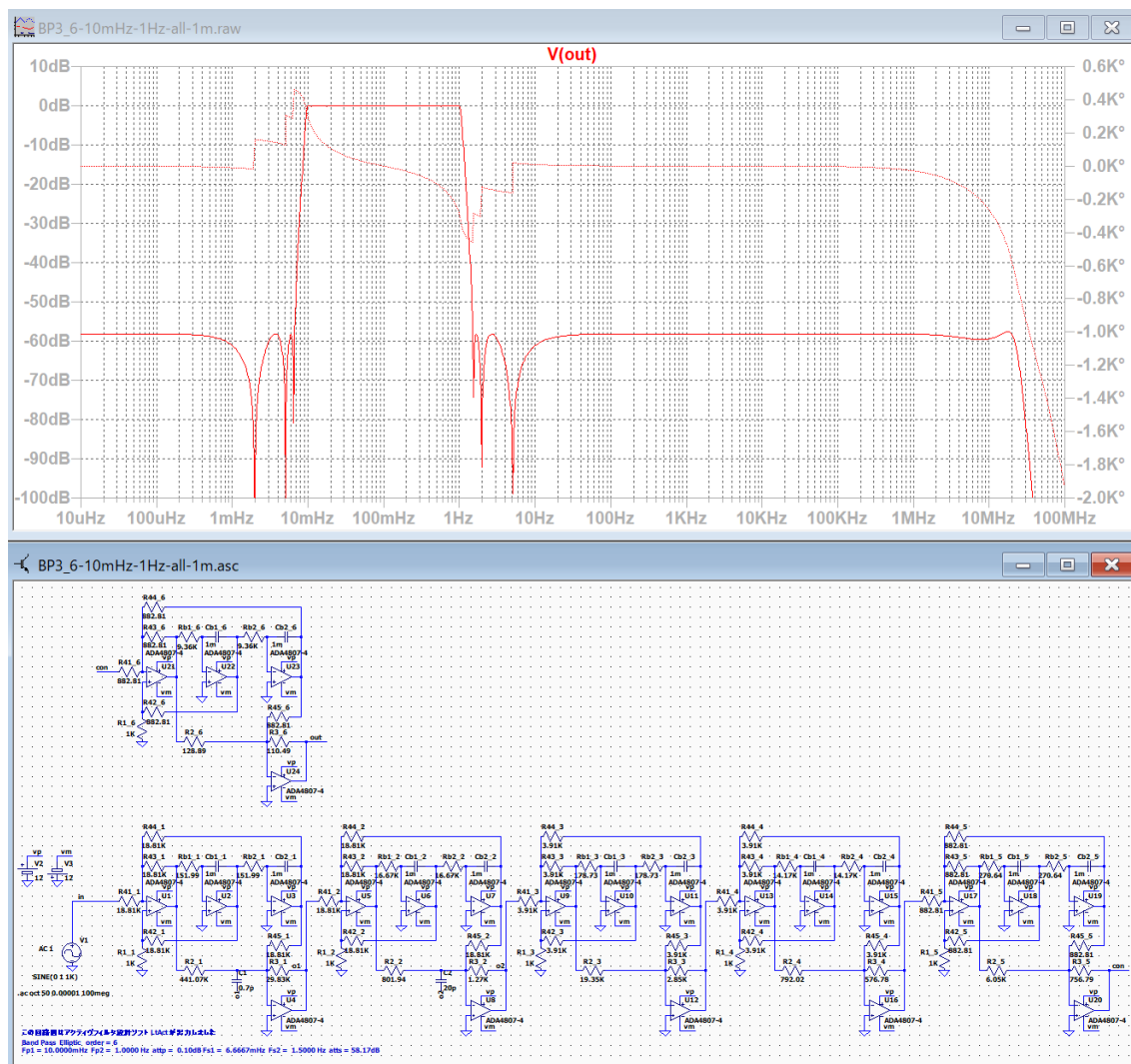
Cb1\_4= 1m, Cb1\_5= 1u, Cb1\_6= 0.68m

Fp2/Fp1 が大きくて、しかも周波数が低い時はすべての Cb1\_? を同じ値に揃えることは出来ないのか？ すべての Cb1\_? を Cb1\_2= 1m の値に統一して実験してみた。

バンドパス

実験した回路図

BP3\_6-10mHz-1Hz-all-1m.asc



周波数が低い上に  $F_{p2} / F_{p1} = 100$  の回路であっても、すべての  $Cb1\_?$  を LtAct ver.2.10 で作成した回路図の  $Cb1\_2$  の値に統一しても良好な特性が得られることが分かった。

楕円関数

BP3\_6-0.01Hz-1Hz.asc

バンドパス

BP3\_6-0.01Hz-20Hz.asc

バンドパス・楕円関数 6 次フィルタ 0.01Hz - 20Hz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \times x_s)$

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$

遮断特性 Elliptic

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 10.0000\text{mHz}$   $F_{p2} = 20.0000\text{ Hz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 6.6667\text{mHz}$   $F_{s2} = 30.0000\text{ Hz}$   $atts = 57.79\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	20.1892	17.3418K	68.0377m	0	27.7430K
		Fc=	20.9588	Q =	6.5227 GB 積= 13.6708K
2	9.1921m	3.5949m	1.5998	0	0.2446m
		Fc=	9.5425m	Q =	6.5227 GB 積= 6.2243
3	69.6439	12.5371K	0.1483	0	9.1987K
		Fc=	17.8204	Q =	1.6077 GB 積= 2.8651K
4	43.8608m	4.9726m	0.7337	0	0.7377m
		Fc=	11.2231m	Q =	1.6077 GB 積= 1.8044
5	122.3626	5.6775K	0.1285	0	4.8084K
		Fc=	11.9922	Q =	0.6158 GB 積=738.4596
6	0.1702	10.9806m	0.8469	0	1.4112m
		Fc=	16.6776m	Q =	0.6158 GB 積= 1.0270

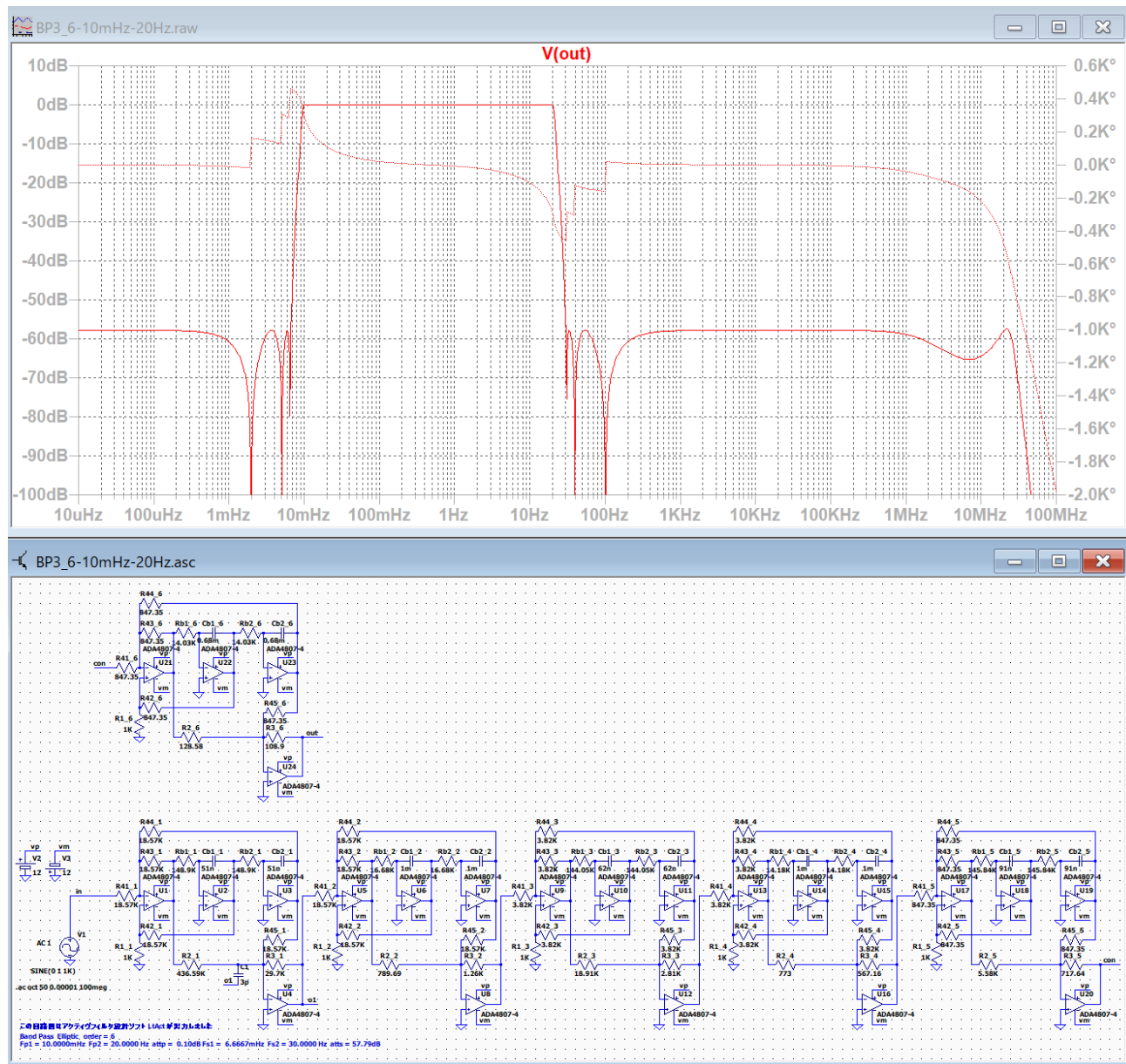
楕円関数

BP3\_6-0.01Hz-20Hz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP3\_6-10mHz-20Hz.asc



10mHz で -0.14dB, 20Hz で -0.12dB,  
6.6mHz 以下で -57.8dB, 30Hz 以上で -57.5dB

楕円関数

BP3\_6-0.01Hz-20Hz.asc



バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-10mHz-20Hz.asc 作成日時 Wed Jan 13 13:35:28 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000mHz Fp2 = 20.0000 Hz attp = 0.1000dB

Fs1 = 6.6667mHz Fs2 = 30.0000 Hz atts = 57.79dB

1 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_1(2 個)=148.8959K Cb\_1(2 個)= 51.0000n 誤差=0.74 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 436.5930K R3\_1 = 29.7048K R4\_1(5 個)= 18.5681K

誤差=3.55 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 16.6785K Cb\_2(2 個)= 1.0000m 誤差=4.07 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 789.6912 R3\_2 = 1.2633K R4\_2(5 個)= 18.5681K 誤

差=5.70 %

3 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_3(2 個)=144.0490K Cb\_3(2 個)= 62.0000n 誤差=4.13 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 18.9094K R3\_3 = 2.8052K R4\_3(5 個)= 3.8232K

誤差=6.42 %

4 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_4(2 個)= 14.1810K Cb\_4(2 個)= 1.0000m 誤差=5.77 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 773.0006 R3\_4 = 567.1642 R4\_4(5 個)= 3.8232K 誤

差=3.81 %

5 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_5(2 個)=145.8415K Cb\_5(2 個)= 91.0000n 誤差=2.85 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 5.5840K R3\_5 = 717.6432 R4\_5(5 個)= 847.3542 誤

差=5.55 %

6 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_6(2 個)= 14.0339K Cb\_6(2 個)= 0.6800m 誤差=6.88 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 128.5840 R3\_6 = 108.9007 R4\_6(5 個)= 847.3542 誤

差=3.56 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1=10m, Cb1\_2=1m, Cb1\_3=8.2m,

Cb1\_4=1m, Cb1\_5=3m, Cb1\_6=1m

ver.2.10 では、

Cb1\_1=51n, Cb1\_2=1m, Cb1\_3=62n,

Cb1\_4=1m, Cb1\_5=91n, Cb1\_6=0.68m

バンドパス

BP4\_4-1Hz-10Hz.asc

バンドパス・楕円関数 6 次フィルタ 1Hz - 10Hz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  4

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1}$  : ( $F_{s1} = F_{p1}/X_s$ ) 1 Hz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2}$  : ( $F_{s2} = F_{p2} \times X_s$ ) 10 Hz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

遮断特性 Elliptic

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=4

 $F_{p1} = 1.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 10.0000 \text{ Hz}$   $att_p = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 0.6667 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 15.0000 \text{ Hz}$   $atts = 31.82 \text{ dB}$ 

2 次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2 次式

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	19.3456	4.7816K	0.1292	0	5.9285K
		$F_c =$	11.0054	$Q =$	3.5744
					GB 積= 3.9338K
2	1.5972	32.5949	1.2399	0	4.2107
		$F_c =$	0.9086	$Q =$	3.5744
					GB 積=324.7871
3	68.2278	2.7042K	0.2085	0	2.0772K
		$F_c =$	8.2764	$Q =$	0.7622
					GB 積=630.8172
4	9.9604	57.6335	0.7681	0	12.0177
		$F_c =$	1.2083	$Q =$	0.7622
					GB 積= 92.0913

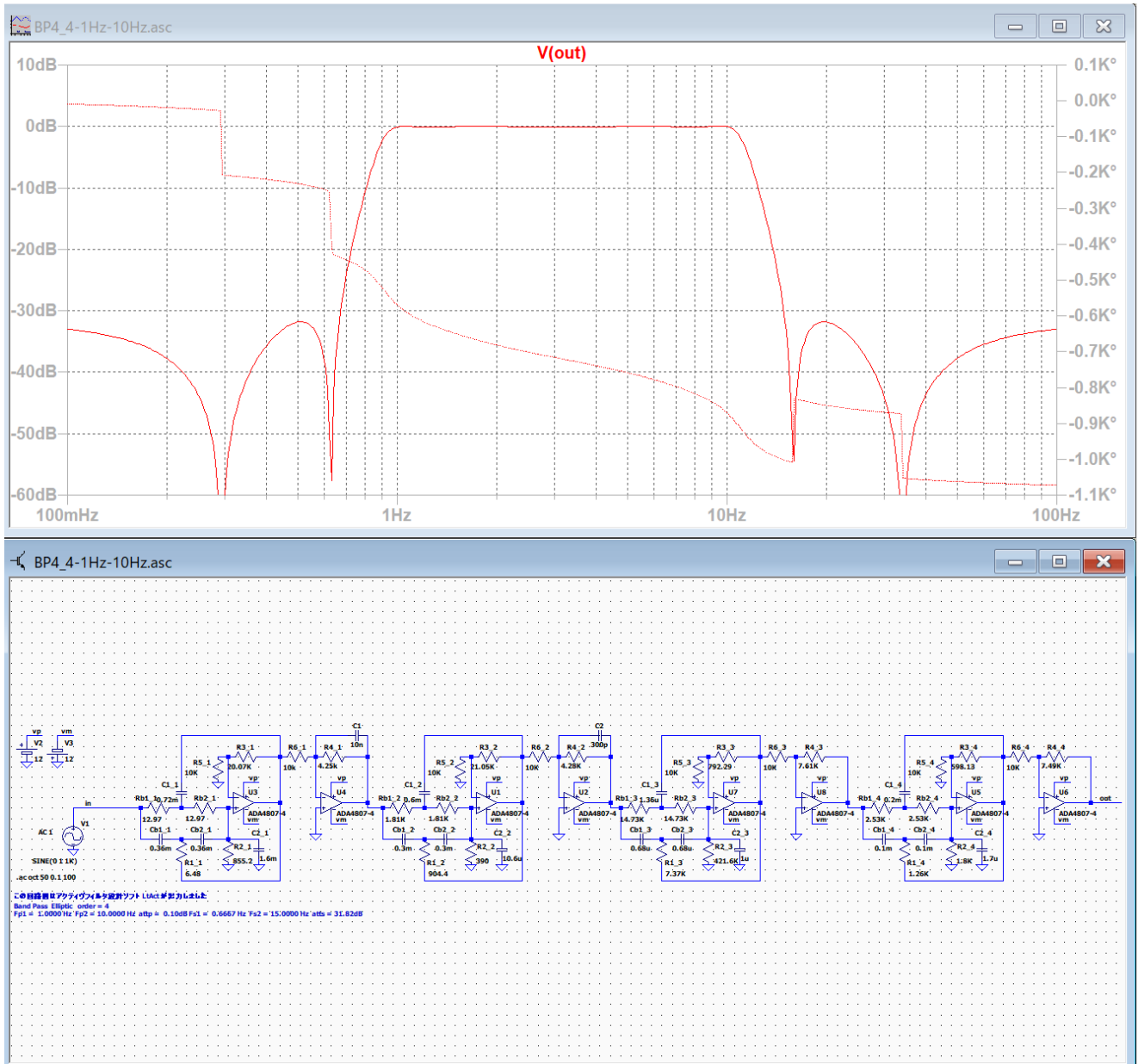
楕円関数

BP4\_4-1Hz-10Hz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP4\_4-1Hz-10Hz.asc



1Hz で -0.08dB, 10Hz で -0.04dB,  
 0.66Hz 以下で -32.0dB, 15 Hz 以上で -32.0dB

楕円関数

BP4\_4-1Hz-10Hz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_4-1Hz-10Hz.asc 作成日時 Wed Jan 13 13:38:05  
2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=4

参照モード=0

Fp1 = 1.0000 Hz Fp2 = 10.0000 Hz attp = 0.1000dB

Fs1 = 0.6667 Hz Fs2 = 15.0000 Hz atts = 31.82dB

1 (et2) 「LP4-0-0」 Rb\_1(2 個)= 12.9666 Cb\_1(2 個)= 0.3600m R1\_1 = 6.4833  
C1\_1 = 0.7200m 誤差=6.04 %

1 R2\_1 = 855.2030 C2\_1 = 1.6000m 誤差 = 4.12 %

1 R3\_1 = 20.0655K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.33 %

1 R4\_1 = 4.2489K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.20 %

2 (et2) 「HP4-0-0」 Rb\_2(2 個)= 1.8088K Cb\_2(2 個)= 0.3000m R1\_2 = 904.4008  
C1\_2 = 0.6000m 誤差=3.43 %

2 R2\_2 = 390.0000 C2\_2 = 10.5971u 誤差 = 3.80 %

2 R3\_2 = 21.0465K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 4.53 %

2 R4\_2 = 4.2757K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.57 %

3 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_3(2 個)= 14.7342K Cb\_3(2 個)= 0.6800u R1\_3 = 7.3671K  
C1\_3 = 1.3600u 誤差=5.10 %

3 R2\_3 = 421.5986K C2\_3 = 1.0000u 誤差 = 1.99 %

3 R3\_3 = 792.2892 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.50 %

3 R4\_3 = 7.6148K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.51 %

4 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_4(2 個)= 2.5282K Cb\_4(2 個)= 0.1000m R1\_4 =  
1.2641K C1\_4 = 0.2000m 誤差=5.81 %

4 R2\_4 = 1.8000K C2\_4 = 1.7017u 誤差 = 5.78 %

4 R3\_4 = 598.1304 R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.66 %

4 R4\_4 = 7.4944K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.08 %

ver.2.10 では、 Cb1\_1= 0.36m, Cb1\_2= 0.3m, Cb1\_3= 0.68u, Cb1\_4= 0.1m

バンドパス

BP3\_6-20Hz-16KHz.asc

バンドパス・楕円関数 6 次フィルタ 20Hz - 16KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$   Hz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \times x_s)$   KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $att_p$   dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$   倍

遮断特性 Elliptic

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 20.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 16.0000 \text{ KHz}$   $att_p = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 13.3333 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 24.0000 \text{ KHz}$   $atts = 57.82 \text{ dB}$ 

2 次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2 次式

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	16.1350K	11.0974G	68.0061m	0	17.7415G
		$F_c =$	16.7661K	$Q =$	6.5289 GB 積= 10.9464Meg
2	18.3678	14.3813K	1.5987	0	978.0159
		$F_c =$	19.0862	$Q =$	6.5289 GB 積= 12.4612K
3	55.6297K	8.0229G	0.1483	0	5.8831G
		$F_c =$	14.2556K	$Q =$	1.6101 GB 積= 2.2953Meg
4	87.5963	19.8925K	0.7333	0	2.9494K
		$F_c =$	22.4473	$Q =$	1.6101 GB 積= 3.6143K
5	97.5986K	3.6221G	0.1282	0	3.0707G
		$F_c =$	9.5786K	$Q =$	0.6166 GB 積= 590.6606K
6	340.4019	44.0614K	0.8478	0	5.6506K
		$F_c =$	33.4079	$Q =$	0.6166 GB 積= 2.0601K

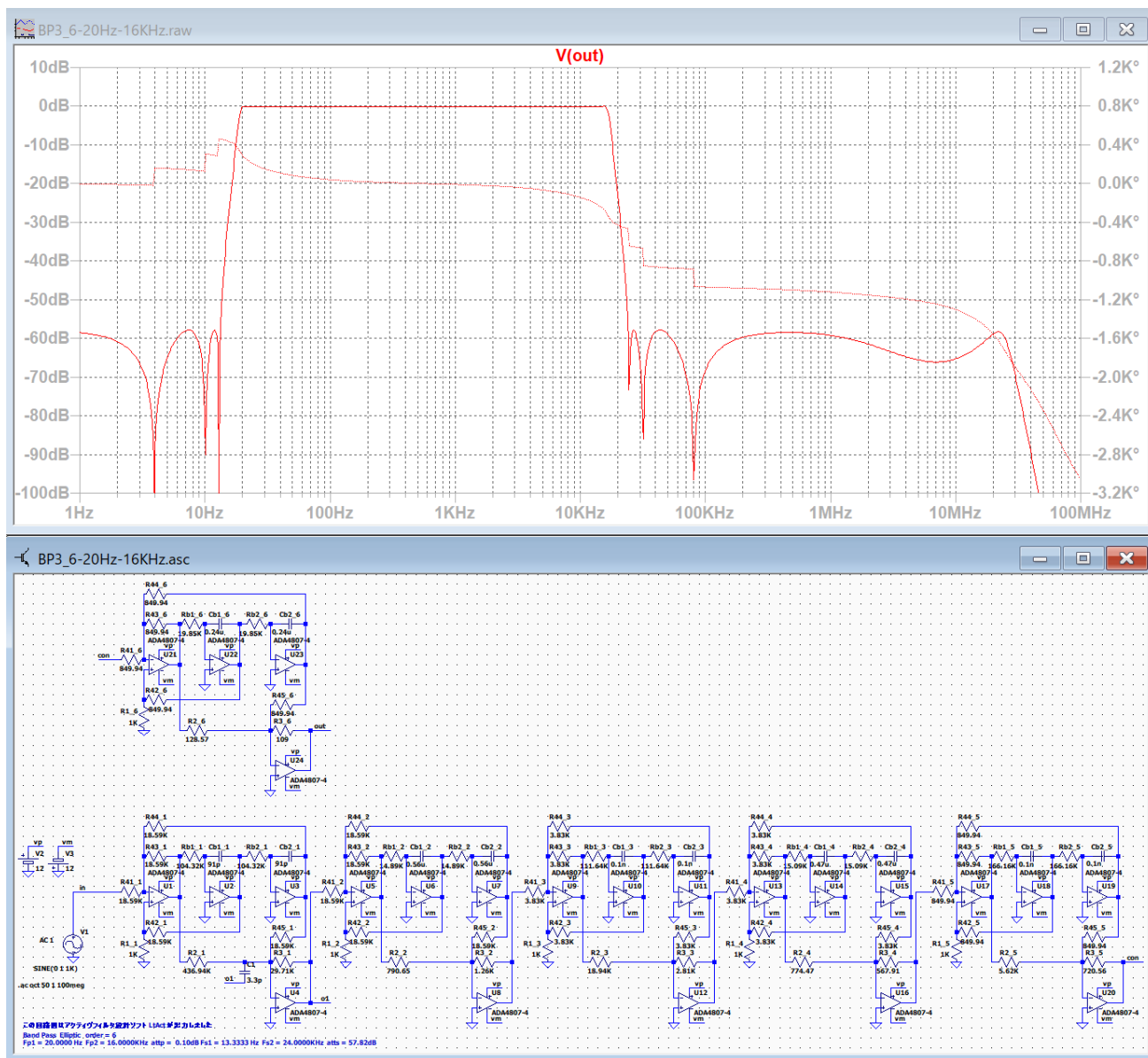
楕円関数

BP3\_6-20Hz-16KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP3\_6-20Hz-16KHz.asc



20Hz で -0.12dB, 16KHz で -0.11dB,  
13.3Hz 以下で -58.0dB, 24KHz 以上で -57.9dB

楕円関数

BP3\_6-20Hz-16KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-20Hz-16KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 13:43:52 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 16.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 13.3333 Hz Fs2 = 24.0000KHz atts = 57.82dB

1 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_1(2 個)=104.3152K Cb\_1(2 個)= 91.0000p 誤差=4.14 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 436.9444K R3\_1 = 29.7149K R4\_1(5 個)= 18.5868K

誤差=3.66 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 14.8906K Cb\_2(2 個)= 0.5600u 誤差=0.73 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 790.6472 R3\_2 = 1.2640K R4\_2(5 個)= 18.5868K 誤

差=5.64 %

3 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_3(2 個)=111.6439K Cb\_3(2 個)= 0.1000n 誤差=1.47 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 18.9441K R3\_3 = 2.8088K R4\_3(5 個)= 3.8304K

誤差=6.57 %

4 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_4(2 個)= 15.0854K Cb\_4(2 個)= 0.4700u 誤差=0.57 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 774.4745 R3\_4 = 567.9140 R4\_4(5 個)= 3.8304K 誤

差=3.90 %

5 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_5(2 個)=166.1572K Cb\_5(2 個)= 0.1000n 誤差=3.71 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 5.6187K R3\_5 = 720.5614 R4\_5(5 個)= 849.9427 誤

差=5.40 %

6 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_6(2 個)= 19.8500K Cb\_6(2 個)= 0.2400u 誤差=0.76 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 128.5715 R3\_6 = 108.9999 R4\_6(5 個)= 849.9427 誤

差=3.81 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1=1.2u, Cb1\_2=1m, Cb1\_3=0.9u,

Cb1\_4=1m, Cb1\_5=0.4u, Cb1\_6=1m

Cb1\_2= Cb1\_4= Cb1\_6=1u の入力間違い！

低周波数側のコンデンサは桁違いに大きくても正常に動作するようだ。

しかも、遮断域にピークが発生しなかった！

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1= 91p, Cb1\_2= 0.56u, Cb1\_3= 0.1n,

Cb1\_4= 0.47u, Cb1\_5= 0.1n, Cb1\_6= 0.24u

バンドパス

BP3\_10-20Hz-100KHz.asc

バンドパス・楕円関数 10 次フィルタ 20Hz - 100KHz

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=10

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 100.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 13.3333 Hz Fs2 = 150.0000KHz atts = 115.21dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	37.0999K	407.5936G	32.2844m	0	889.4356G
		Fc=	101.6094K	Q =	17.2084 GB 積=174.8537Meg
2	7.1868	15.2951K	2.1822	0	493.7923
		Fc=	19.6832	Q =	17.2084 GB 積= 33.8717K
3	117.2506K	355.2967G	85.1231m	0	294.0514G
		Fc=	94.8671K	Q =	5.0837 GB 積= 48.2277Meg
4	26.0563	17.5464K	0.8276	0	1.4936K
		Fc=	21.0821	Q =	5.0837 GB 積= 10.7175K
5	210.1735K	256.5795G	0.1080	0	167.4001G
		Fc=	80.6179K	Q =	2.4101 GB 積= 19.4296Meg
6	64.6764	24.2973K	0.6524	0	2.6236K
		Fc=	24.8084	Q =	2.4101 GB 積= 5.9790K
7	305.9504K	136.4860G	95.2852m	0	100.9118G
		Fc=	58.7982K	Q =	1.2075 GB 積= 7.1000Meg
8	176.9916	45.6763K	0.7394	0	4.3523K

楕円関数

BP3\_10-20Hz-100KHz.asc

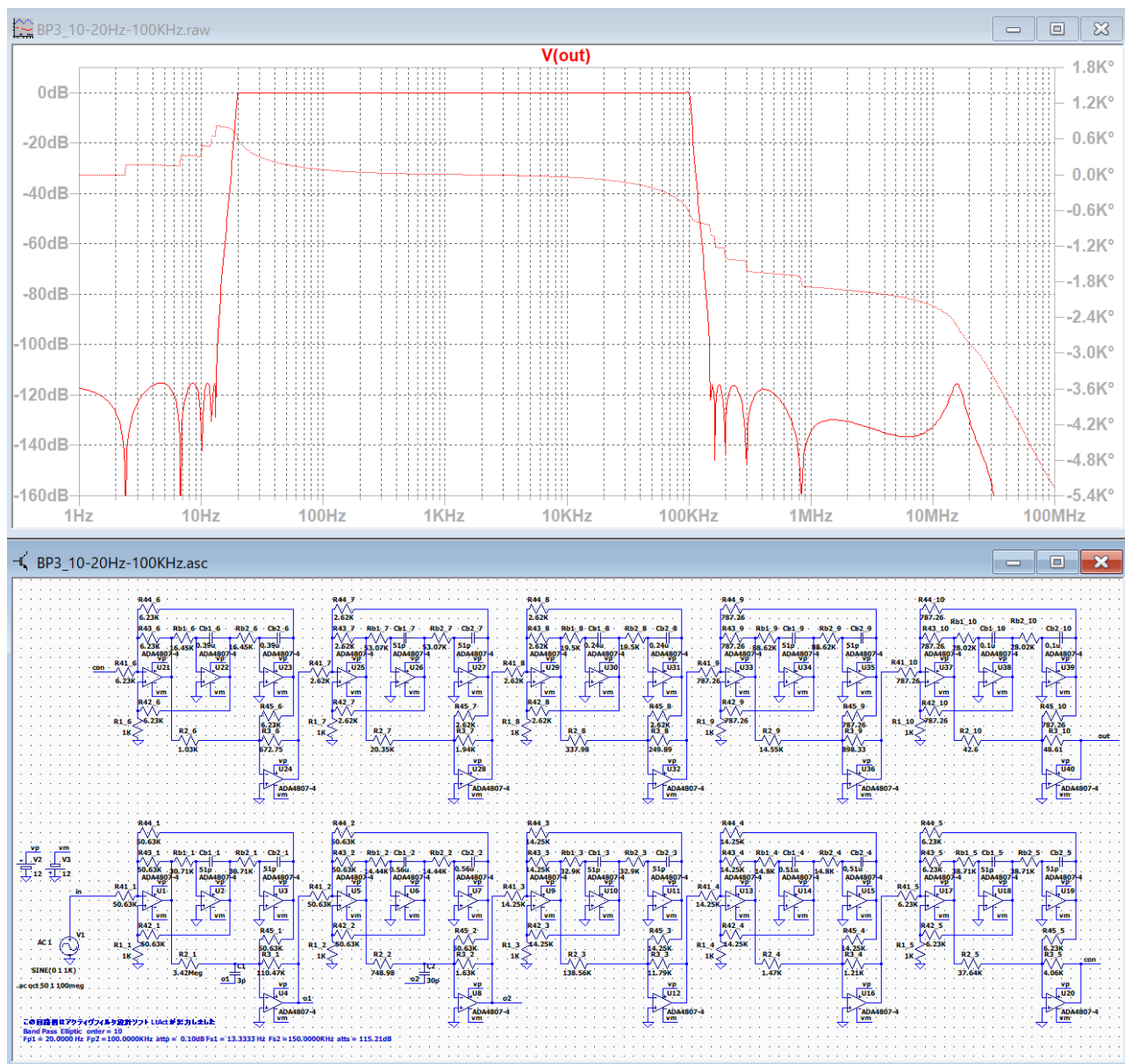


バンドパス

		Fc=	34.0146	Q =	1.2075	GB 積=	4.1073K
9	371.3704K	48.9496G	61.7393m		0	55.8557G	
		Fc=	35.2123K	Q =	0.5958	GB 積=	2.0978Meg
10	599.0285	127.3591K	1.1411		0	7.8631K	
		Fc=	56.7983	Q =	0.5958	GB 積=	3.3838K

バンドパス

完成した回路図



20Hz で -0.22dB, 100KHz で 0.09dB,  
13.3Hz 以下で -115.0dB, 150KHz 以上で -115.5dB

楕円関数

BP3\_10-20Hz-100KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_10-20Hz-100KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13

13:48:02 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=10

参照モード=1

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 100.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 13.3333 Hz Fs2 = 150.0000KHz atts = 115.21dB

1 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 30.7126K Cb\_1(2 個)= 51.0000p 誤差=2.32 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 3.4219Meg R3\_1 = 110.4726K R4\_1(5 個)= 50.6253K

誤差=3.66 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 14.4390K Cb\_2(2 個)= 0.5600u 誤差=3.89 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 748.9835 R3\_2 = 1.6344K R4\_2(5 個)= 50.6253K 誤

差=2.24 %

3 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_3(2 個)= 32.8953K Cb\_3(2 個)= 51.0000p 誤差=0.32 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 138.5587K R3\_3 = 11.7945K R4\_3(5 個)= 14.2511K 誤

差=8.29 %

4 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_4(2 個)= 14.8025K Cb\_4(2 個)= 0.5100u 誤差=1.33 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 1.4658K R3\_4 = 1.2131K R4\_4(5 個)= 14.2511K

誤差=5.85 %

5 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_5(2 個)= 38.7096K Cb\_5(2 個)= 51.0000p 誤差=0.75 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 37.6439K R3\_5 = 4.0648K R4\_5(5 個)= 6.2303K

誤差=5.45 %

6 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_6(2 個)= 16.4497K Cb\_6(2 個)= 0.3900u 誤差=2.73 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 1.0311K R3\_6 = 672.7479 R4\_6(5 個)= 6.2303K 誤

差=3.24 %

7 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_7(2 個)= 53.0745K Cb\_7(2 個)= 51.0000p 誤差=3.91 %

7 R1\_7 = 1.0000K R2\_7 = 20.3494K R3\_7 = 1.9390K R4\_7(5 個)= 2.6225K

誤差=4.64 %

8 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_8(2 個)= 19.4959K Cb\_8(2 個)= 0.2400u 誤差=2.59 %

8 R1\_8 = 1.0000K R2\_8 = 337.9833 R3\_8 = 249.8901 R4\_8(5 個)= 2.6225K 誤

差=5.47 %

9 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_9(2 個)= 88.6248K Cb\_9(2 個)= 51.0000p 誤差=2.68 %

9 R1\_9 = 1.0000K R2\_9 = 14.5505K R3\_9 = 898.3350 R4\_9(5 個)= 787.2642 誤

差=5.34 %

10 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_10(2 個)= 28.0211K Cb\_10(2 個)= 0.1000u 誤差=3.64 %

楕円関数

BP3\_10-20Hz-100KHz.asc

バンドパス

10 R1\_10 = 1.0000K R2\_10 = 42.5956 R3\_10 = 48.6051 R4\_10(5 個)= 787.2642  
誤差=5.39 %

ver.1.45 の設計例では、間違えて BP3\_6-20Hz-100KHz.asc を掲載していました。

ver.2.10 では、  
Cb1\_1= 51p, Cb1\_2= 0.56u, Cb1\_3= 51p,  
Cb1\_4= 0.51u, Cb1\_5= 51p, Cb1\_6= 0.39u  
Cb1\_7= 51p, Cb1\_8= 0.24u, Cb1\_9= 51p,  
Cb1\_10= 0.1u

バンドパス

BP3\_6-200KHz-800KHz.asc

バンドパス・楕円関数 6 次フィルタ 200KHz - 800KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  3

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$  200 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \times x_s)$  800 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.2 倍

遮断特性 Elliptic

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 200.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 800.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 133.3333\text{KHz}$   $F_{s2} = 1.2000\text{MegHz}$   $atts = 69.08\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2 次式

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	557.6915K	26.8276T	57.2913m	0	33.0440T
		$F_c = 824.3485\text{K}$	$Q = 9.2875$	$\text{GB 積} = 765.6098\text{Meg}$	
2	131.3084K	1.4872T	1.2317	0	85.2053G
		$F_c = 194.0927\text{K}$	$Q = 9.2875$	$\text{GB 積} = 180.2627\text{Meg}$	
3	1.6795Meg	20.6508T	0.1243	0	11.7204T
		$F_c = 723.2497\text{K}$	$Q = 2.7058$	$\text{GB 積} = 195.6978\text{Meg}$	
4	513.7053K	1.9321T	0.5676	0	240.2234G
		$F_c = 221.2238\text{K}$	$Q = 2.7058$	$\text{GB 積} = 59.8590\text{Meg}$	
5	2.2005Meg	10.5443T	0.1118	0	6.6558T
		$F_c = 516.8078\text{K}$	$Q = 1.4756$	$\text{GB 積} = 76.2627\text{Meg}$	
6	1.3182Meg	3.7839T	0.6312	0	423.0177G
		$F_c = 309.5930\text{K}$	$Q = 1.4756$	$\text{GB 積} = 45.6851\text{Meg}$	

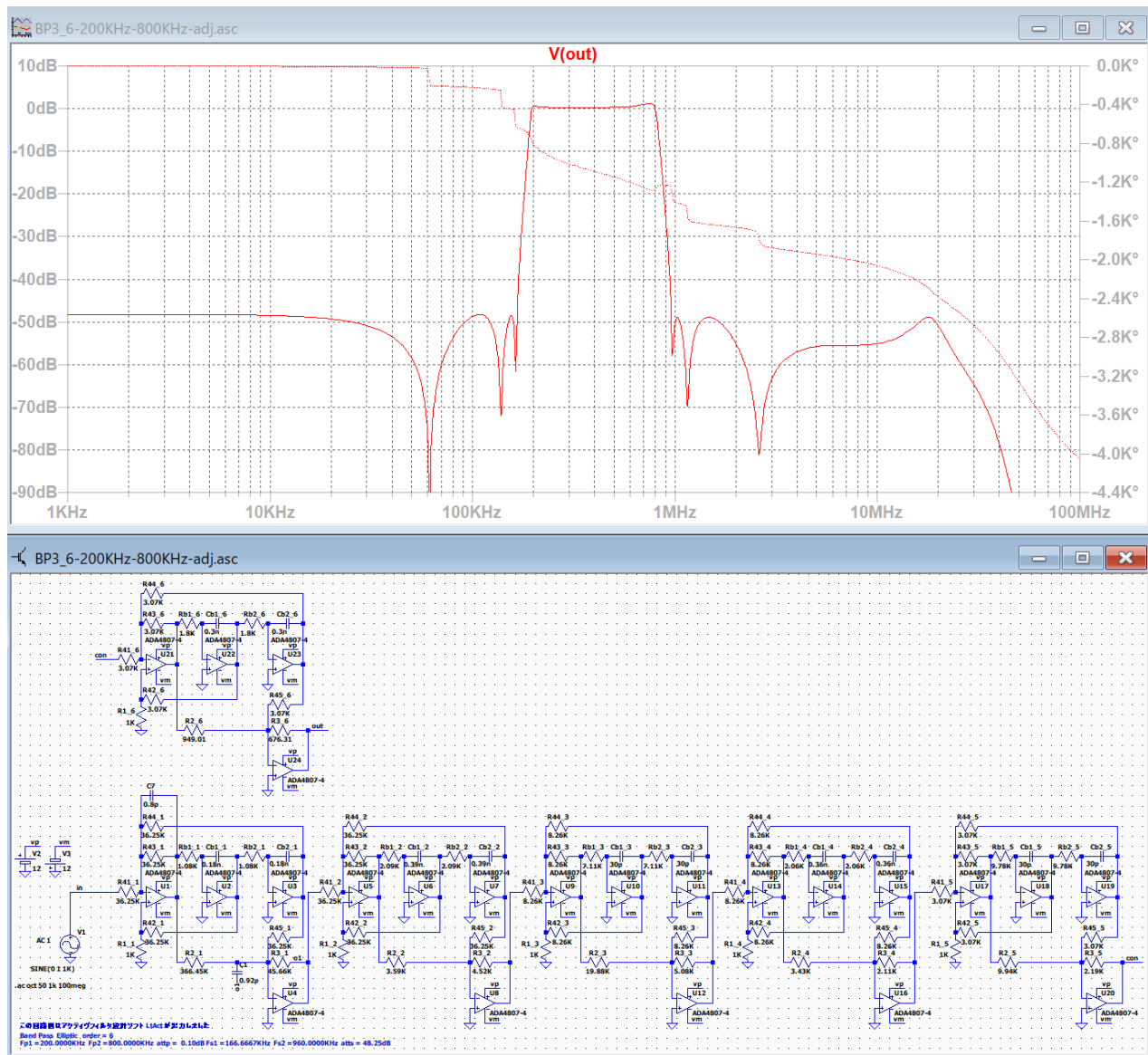
楕円関数

BP3\_6-200KHz-800KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP3\_6-200KHz-800KHz-adj.asc



200KHz で 0.6dB, 800KHz で -0.15dB

166KHz 以下で -48.27dB, 960KHz 以上で -49.0dB

楕円関数

BP3\_6-200KHz-800KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-200KHz-800KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13

13:54:38 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp1 =200.0000KHz Fp2 =800.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =133.3333KHz Fs2 = 1.2000MegHz atts = 69.08dB

1 (et1) 「LP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 1.0726K Cb\_1(2 個)= 0.1800n 誤差=2.55 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 577.5202K R3\_1 = 33.0869K R4\_1(5 個)= 26.8624K

誤差=3.09 %

2 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_2(2 個)= 2.1025K Cb\_2(2 個)= 0.3900n 誤差=4.63 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 1.2495K R3\_2 = 1.5390K R4\_2(5 個)= 26.8624K

誤差=4.73 %

3 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_3(2 個)= 7.3352K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=2.25 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 32.4892K R3\_3 = 4.0395K R4\_3(5 個)= 7.1174K

誤差=5.86 %

4 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_4(2 個)= 2.1801K Cb\_4(2 個)= 0.3300n 誤差=0.91 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 1.5592K R3\_4 = 884.9435 R4\_4(5 個)= 7.1174K 誤

差=5.89 %

5 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_5(2 個)= 10.2653K Cb\_5(2 個)= 30.0000p 誤差=2.58 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 19.3497K R3\_5 = 2.1632K R4\_5(5 個)= 3.4269K

誤差=5.28 %

6 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_6(2 個)= 1.7136K Cb\_6(2 個)= 0.3000n 誤差=5.04 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 606.9339 R3\_6 = 383.1107 R4\_6(5 個)= 3.4269K 誤

差=4.65 %

バンドパス

BP4\_6-200KHz-800KHz.asc

バンドパス・楕円関数 6 次フィルタ 200KHz - 800KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/X_s)$  200 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \times X_s)$  800 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として,  $X_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.2 倍 キャンセル

遮断特性 Elliptic

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 200.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 800.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 166.6667\text{KHz}$   $F_{s2} = 960.0000\text{KHz}$   $atts = 48.25\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	414.8086K	26.5284T	0.1246	0	33.4163T
		Fc= 819.7386K	Q= 12.4167	GB 積= 1.0178G	
2	98.7682K	1.5040T	1.2596	0	187.4089G
		Fc= 195.1842K	Q= 12.4167	GB 積=242.3551Meg	
3	1.5201Meg	21.9984T	0.2553	0	13.5255T
		Fc= 746.4753K	Q= 3.0854	GB 積=230.3171Meg	
4	436.4895K	1.8137T	0.6148	0	463.0132G
		Fc= 214.3407K	Q= 3.0854	GB 積= 66.1326Meg	
5	2.5110Meg	11.6089T	0.2202	0	8.2731T
		Fc= 542.2713K	Q= 1.3569	GB 積= 73.5798Meg	
6	1.3663Meg	3.4369T	0.7126	0	756.9735G
		Fc= 295.0554K	Q= 1.3569	GB 積= 40.0355Meg	

楕円関数

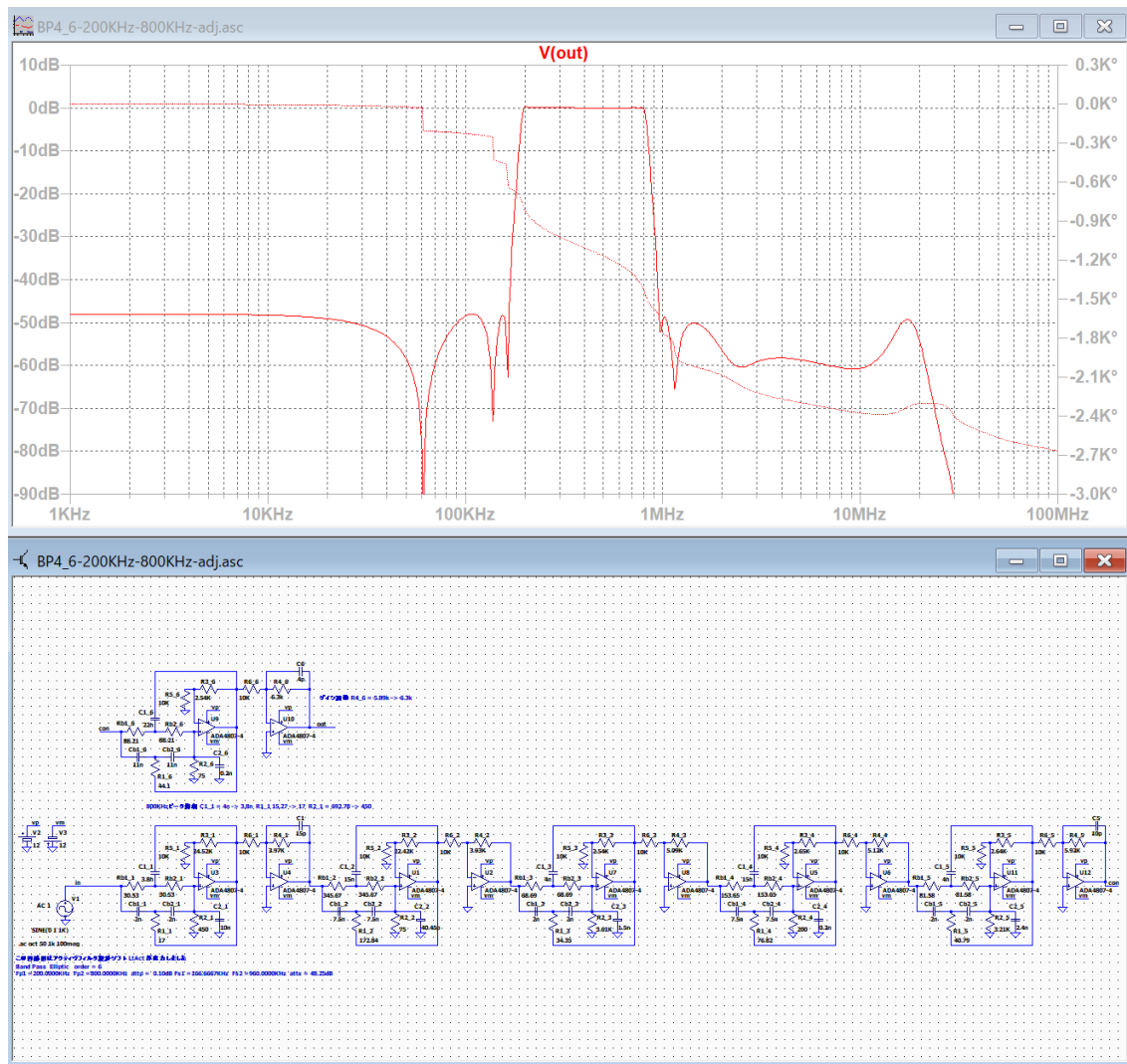
BP4\_6-200KHz-800KHz.asc



バンドパス

完成した回路図

BP4\_6-200KHz-800KHz-adj.asc



200KHz で 0.2dB, 800KHz で -0.08dB

166khZ 以下で -48dB, 960KHz 以上で -48.7dB

800KHz ピーク調整 C1\_1 = 4n -&gt; 3.8n R1\_1 15.27 -&gt; 17 R2\_1 = 692.78 -&gt; 450

ゲイン調整 R4\_6 = 5.89k -&gt; 6.3k

楕円関数

BP4\_6-200KHz-800KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_6-200KHz-800KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13

13:59:39 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 =200.0000KHz Fp2 =800.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =166.6667KHz Fs2 =960.0000KHz atts = 48.25dB

1 (et2) 「HP4-3-0」 Rb\_1(2 個)= 30.5325 Cb\_1(2 個)= 2.0000n R1\_1 = 15.2662

C1\_1 = 4.0000n 誤差=3.51 %

1 R2\_1 = 692.7847 C2\_1 = 10.0000n 誤差 = 1.85 %

1 R3\_1 = 24.5238K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.14 %

1 R4\_1 = 3.9702K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.77 %

2 (et2) 「HP4-1-0」 Rb\_2(2 個)= 345.6745 Cb\_2(2 個)= 7.5000n R1\_2 = 172.8372

C1\_2 = 15.0000n 誤差=5.86 %

2 R2\_2 = 75.0000 C2\_2 = 40.4461p 誤差 = 3.58 %

2 R3\_2 = 22.4249K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.89 %

2 R4\_2 = 3.9267K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.68 %

3 (et2) 「HP4-3-1」 Rb\_3(2 個)= 68.6918 Cb\_3(2 個)= 2.0000n R1\_3 = 34.3459

C1\_3 = 4.0000n 誤差=4.76 %

3 R2\_3 = 3.6147K C2\_3 = 1.5000n 誤差 = 0.41 %

3 R3\_3 = 2.5398K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 5.50 %

3 R4\_3 = 5.0895K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.21 %

4 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_4(2 個)= 153.6470 Cb\_4(2 個)= 7.5000n R1\_4 = 76.8235

C1\_4 = 15.0000n 誤差=3.36 %

4 R2\_4 = 200.0000 C2\_4 = 0.1993n 誤差 = 0.35 %

4 R3\_4 = 2.6497K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.90 %

4 R4\_4 = 5.1189K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.37 %

5 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_5(2 個)= 81.5818 Cb\_5(2 個)= 2.0000n R1\_5 = 40.7909

C1\_5 = 4.0000n 誤差=5.08 %

5 R2\_5 = 3.2121K C2\_5 = 2.4000n 誤差 = 2.74 %

5 R3\_5 = 2.6444K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.10 %

5 R4\_5 = 5.9223K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 4.69 %

6 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_6(2 個)= 88.2072 Cb\_6(2 個)= 11.0000n R1\_6 = 44.1036

C1\_6 = 22.0000n 誤差=4.04 %

6 R2\_6 = 75.0000 C2\_6 = 0.1981n 誤差 = 0.95 %

6 R3\_6 = 2.5370K R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 5.40 %

6 R4\_6 = 5.8891K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 4.91 %

楕円関数

BP4\_6-200KHz-800KHz.asc

バンドパス

BP3\_6-99Hz-101Hz.asc

バンドパス・楕円関数 6 次フィルタ 99Hz - 101Hz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$  99 Hz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \cdot x_s)$  101 Hz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

遮断特性 Elliptic

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 99.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 101.0000 \text{ Hz}$   $attp = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 66.0000 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 151.5000 \text{ Hz}$   $atts = 239.58 \text{ dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

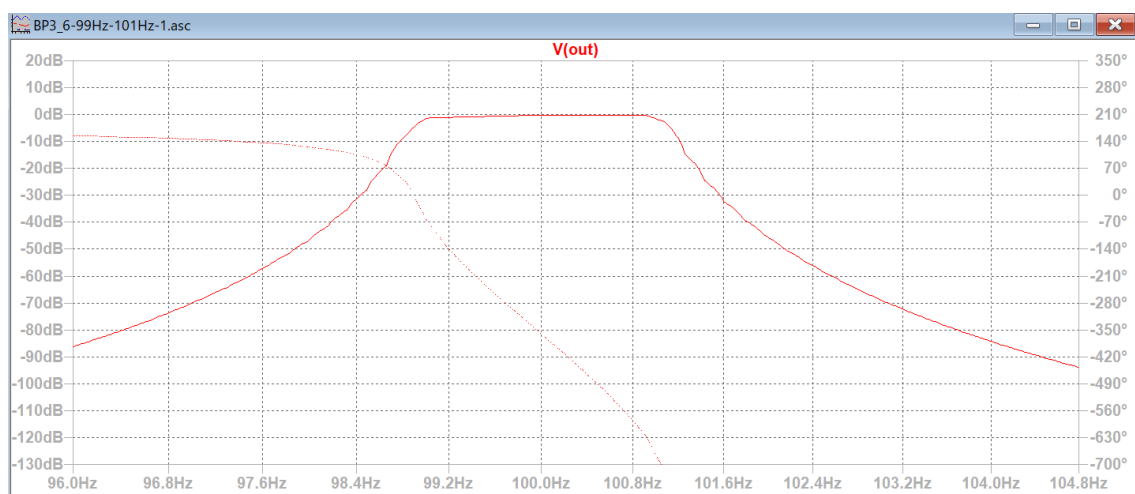
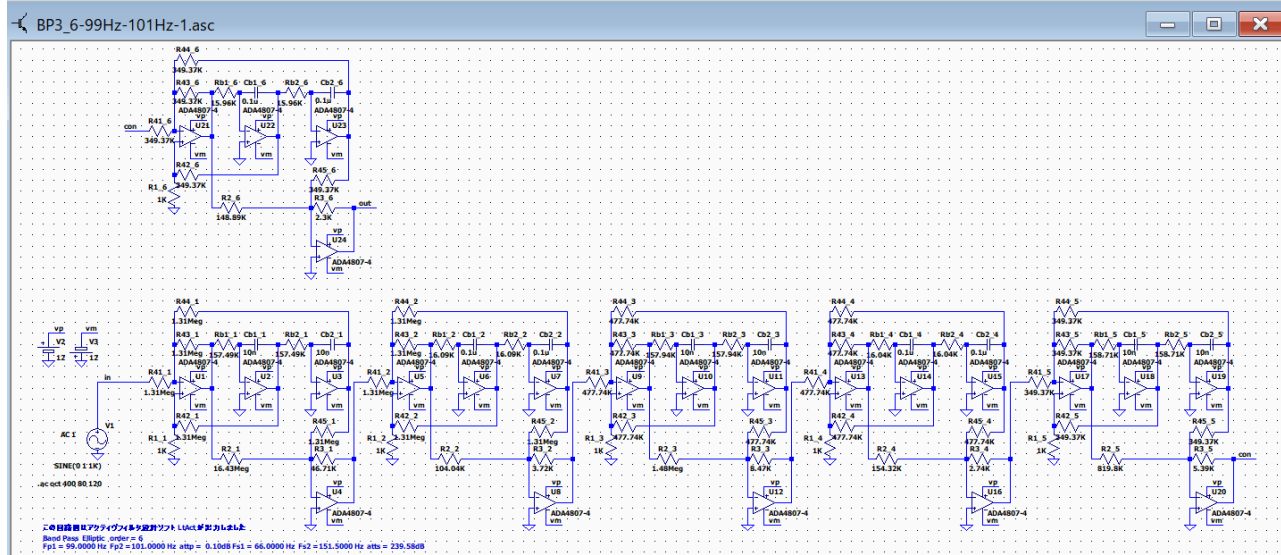
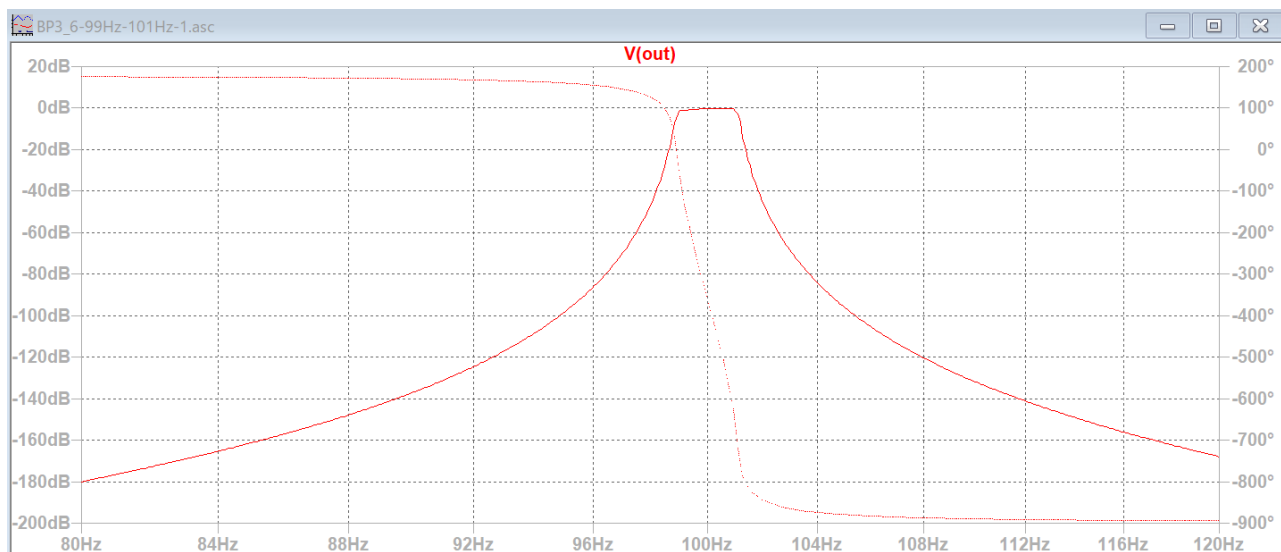
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.4560	403.1747K	2.8437m	0	14.4060K
		Fc=	101.0571	Q = 436.0869	GB 積= 4.4070Meg
2	1.4256	386.4909K	35.7315m	0	1.0991K
		Fc=	98.9441	Q = 436.0869	GB 積= 4.3148Meg
3	3.9677	400.8992K	5.7292m	0	7.1102K
		Fc=	100.7715	Q = 159.5789	GB 積= 1.6081Meg
4	3.9068	388.6847K	17.7357m	0	2.2269K
		Fc=	99.2245	Q = 159.5789	GB 積= 1.5834Meg
5	5.3949	396.9866K	6.5806m	0	6.1299K
		Fc=	100.2786	Q = 116.7907	GB 積= 1.1712Meg
6	5.3644	392.5154K	15.4412m	0	2.5830K
		Fc=	99.7123	Q = 116.7907	GB 積= 1.1645Meg

楕円関数

BP3\_6-99Hz-101Hz.asc

## バンドパス

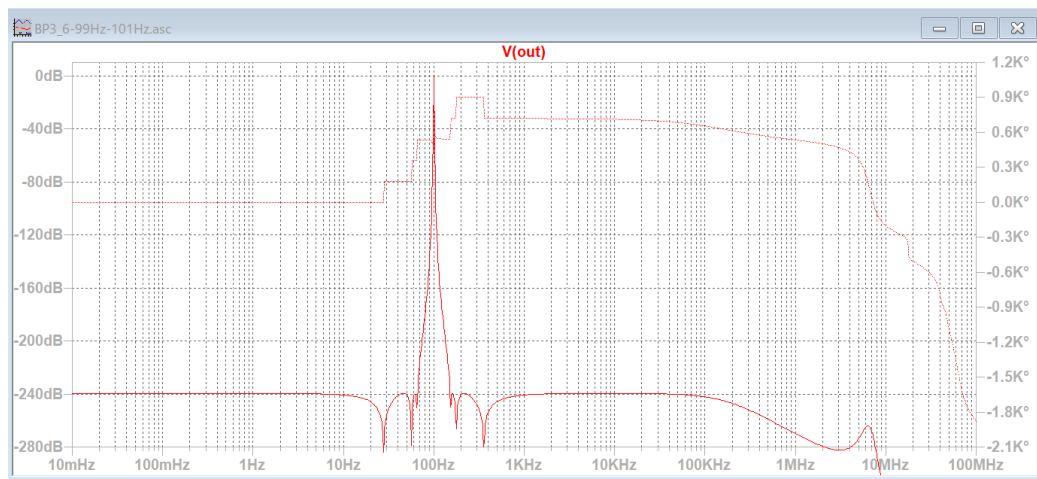
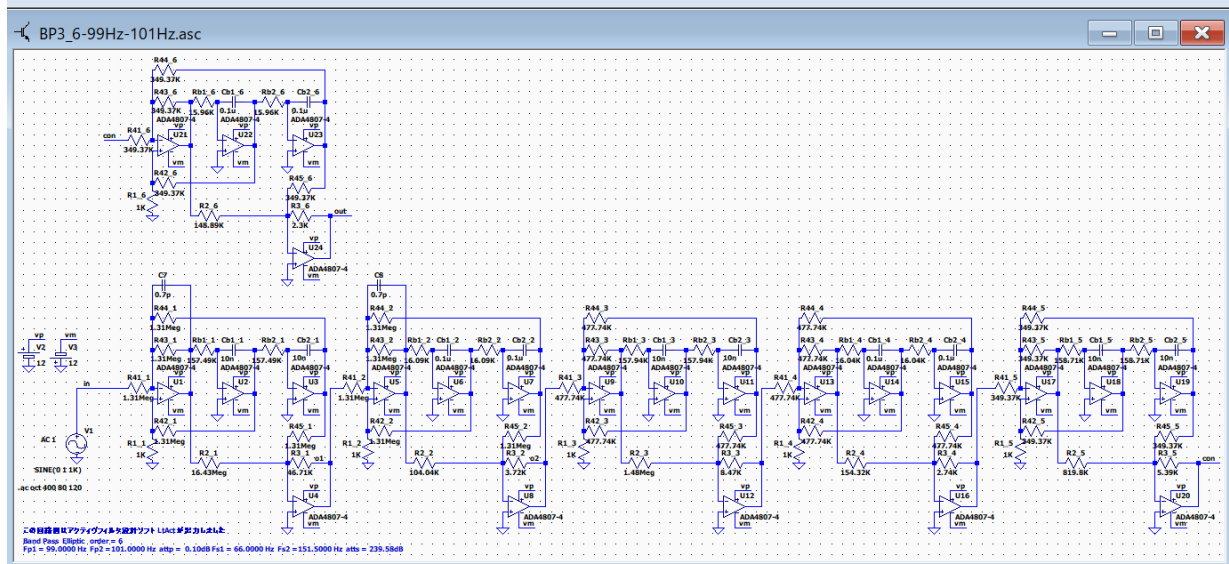
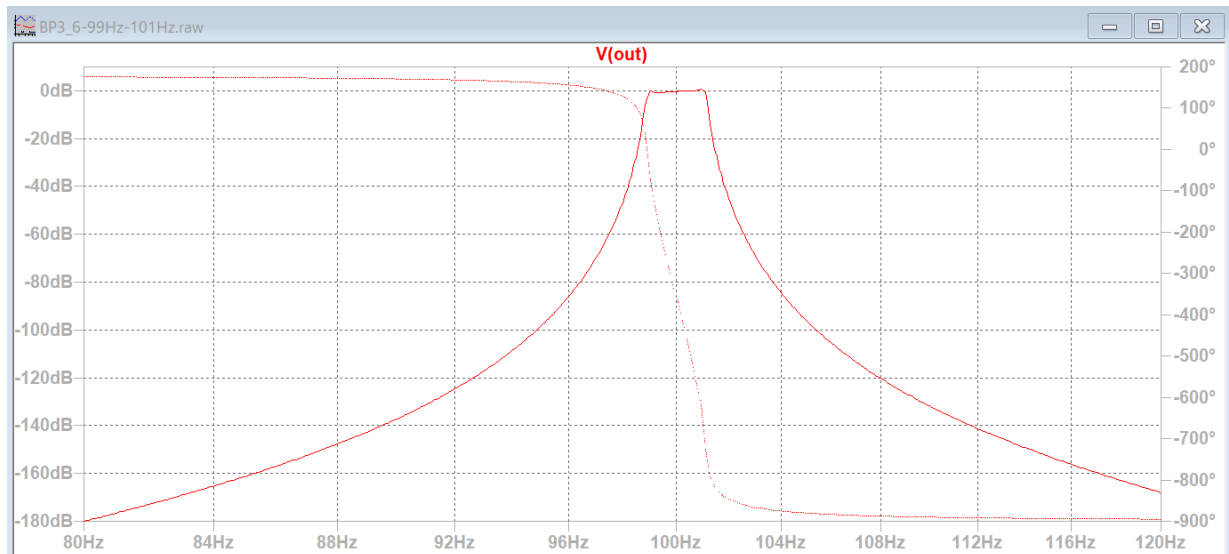
### 調整前特性



バンドパス

完成した回路図

BP3\_6-99Hz-101Hz.asc



楕円関数

BP3\_6-99Hz-101Hz.asc

## バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-99Hz-101Hz-1.asc 作成日時 Wed Jan 06

05:25:01 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 99.0000 Hz Fp2 = 101.0000 Hz attp = 0.1000dB

Fs1 = 66.0000 Hz Fs2 = 151.5000 Hz atts = 239.58dB

1 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_1(2 個)=157.4901K Cb\_1(2 個)= 10.0000n 誤差=1.59 %  
 1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 16.4257Meg R3\_1 = 46.7104K R4\_1(5 個)=  
 1.3073Meg 誤差=2.72 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 16.0853K Cb\_2(2 個)= 0.1000u 誤差=0.53 %  
 2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 104.0403K R3\_2 = 3.7175K R4\_2(5 個)= 1.3073Meg  
 誤差=5.04 %

3 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_3(2 個)=157.9365K Cb\_3(2 個)= 10.0000n 誤差=1.31 %  
 3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 1.4789Meg R3\_3 = 8.4730K R4\_3(5 個)= 477.7368K  
 誤差=3.88 %

4 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_4(2 個)= 16.0399K Cb\_4(2 個)= 0.1000u 誤差=0.25 %  
 4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 154.3248K R3\_4 = 2.7371K R4\_4(5 個)= 477.7368K 誤  
 差=3.51 %

5 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_5(2 個)=158.7128K Cb\_5(2 個)= 10.0000n 誤差=0.81 %  
 5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 819.7962K R3\_5 = 5.3947K R4\_5(5 個)= 349.3720K 誤  
 差=4.87 %

6 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_6(2 個)= 15.9614K Cb\_6(2 個)= 0.1000u 誤差=0.24 %  
 6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 148.8916K R3\_6 = 2.2991K R4\_6(5 個)= 349.3720K 誤  
 差=5.33 %

通過域が 99Hz から 101Hz という超狭帯域のバンドパスフィルタを設計してみました。

第 1、第 2 ブロックの Q 値が 436 で第 3 ブロック以降の Q 値も 100 を越える厳しい条件  
 でしたが、LtAct が出力した回路図に C7 = C8 = 0.7p を追加して、通過域両端のゲイン  
 を調整しただけで好結果が得られました。

99Hz で -0.07dB, 101Hz で 0.02dB

90Hz(111Hz)で -137dB, 80Hz(125Hz)で -180dB

66Hz 以下及び 151.5Hz 以上の最低減衰量は -239.5dB

バンドパス

参照モード 0 では、第 1 ブロックが Cb\_1=1u になり、特性が悪くなった。

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-99Hz-101Hz-0.asc 作成日時 Wed Jan 06

05:25:42 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 99.0000 Hz Fp2 = 101.0000 Hz attp = 0.1000dB

Fs1 = 66.0000 Hz Fs2 = 151.5000 Hz atts = 239.58dB

1 (et1) 「LP3-0-0」 Rb\_1(2 個)= 1.5749K Cb\_1(2 個)= 1.0000u 誤差=1.59 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 16.4257Meg R3\_1 = 46.7104K R4\_1(5 個)=

1.3073Meg 誤差=2.72 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 16.0853K Cb\_2(2 個)= 0.1000u 誤差=0.53 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 104.0403K R3\_2 = 3.7175K R4\_2(5 個)= 1.3073Meg

誤差=5.04 %

3 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_3(2 個)=157.9365K Cb\_3(2 個)= 10.0000n 誤差=1.31 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 1.4789Meg R3\_3 = 8.4730K R4\_3(5 個)= 477.7368K

誤差=3.88 %

4 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_4(2 個)= 16.0399K Cb\_4(2 個)= 0.1000u 誤差=0.25 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 154.3248K R3\_4 = 2.7371K R4\_4(5 個)= 477.7368K 誤

差=3.51 %

5 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_5(2 個)=158.7128K Cb\_5(2 個)= 10.0000n 誤差=0.81 %

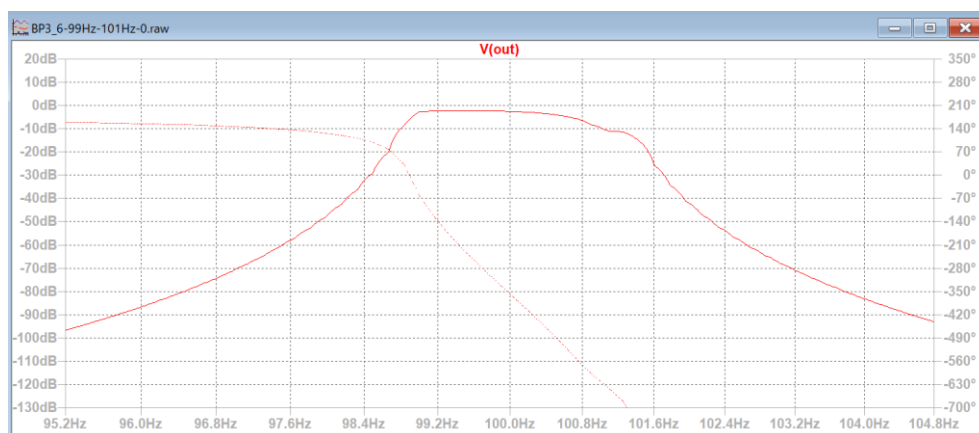
5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 819.7962K R3\_5 = 5.3947K R4\_5(5 個)= 349.3720K 誤

差=4.87 %

6 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_6(2 個)= 15.9614K Cb\_6(2 個)= 0.1000u 誤差=0.24 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 148.8916K R3\_6 = 2.2991K R4\_6(5 個)= 349.3720K 誤

差=5.33 %



狭帯域のバンドパスフィルタの場合は、「参照モード 1」を試して下さい。

バンドパス

BP3\_6-9p9Hz-10p1Hz.asc

バンドパス・楕円関数 6 次フィルタ 9.9Hz – 10.1Hz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$  9.9 Hz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \times x_s)$  10.1 Hz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

遮断特性 Elliptic

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 9.9000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 10.1000 \text{ Hz}$   $att_p = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 6.6000 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 15.1500 \text{ Hz}$   $atts = 239.58 \text{ dB}$ 

2 次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2 次式

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	0.1456	4.0317K	2.8437m	0	144.0604
		$F_c =$	10.1057	$Q = 436.0869$	GB 積=440.6968K
2	0.1426	3.8649K	35.7315m	0	10.9908
		$F_c =$	9.8944	$Q = 436.0869$	GB 積=431.4822K
3	0.3968	4.0090K	5.7292m	0	71.1022
		$F_c =$	10.0772	$Q = 159.5789$	GB 積=160.8101K
4	0.3907	3.8868K	17.7357m	0	22.2686
		$F_c =$	9.9225	$Q = 159.5789$	GB 積=158.3414K
5	0.5395	3.9699K	6.5806m	0	61.2994
		$F_c =$	10.0279	$Q = 116.7907$	GB 積=117.1160K
6	0.5364	3.9252K	15.4412m	0	25.8297
		$F_c =$	9.9712	$Q = 116.7907$	GB 積=116.4546K

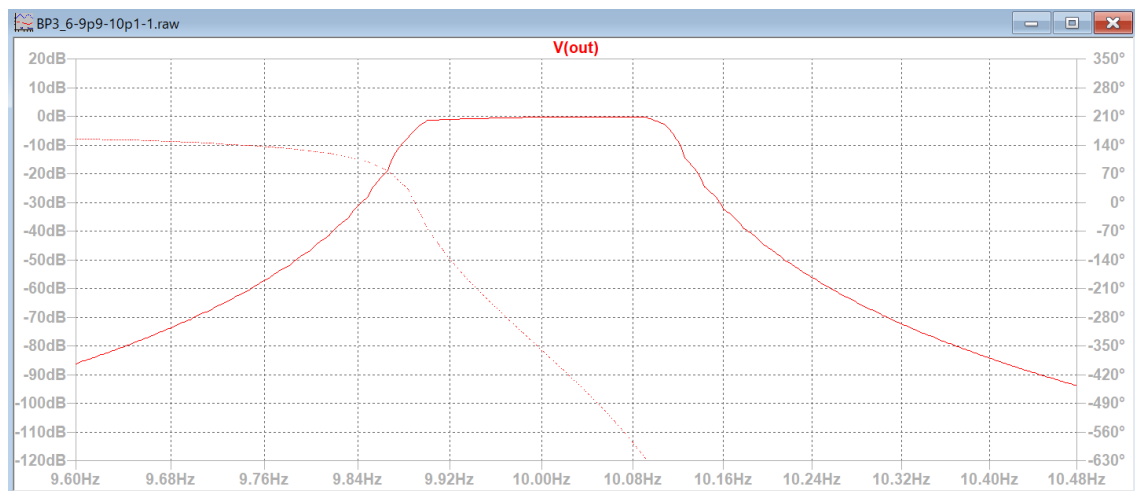
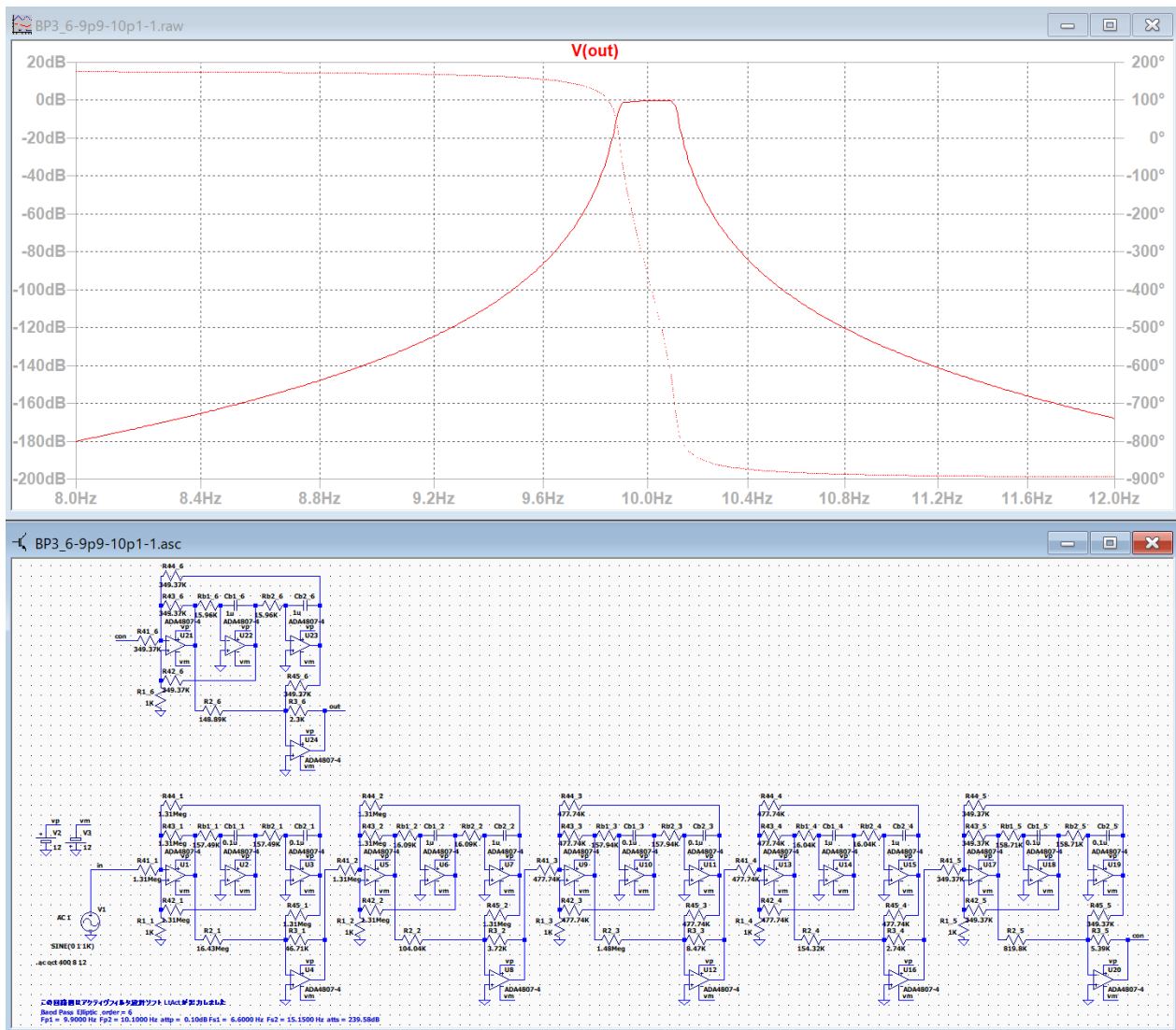
楕円関数

BP3\_6-9p9Hz-10p1Hz.asc



## バンドパス

## 調整前の特性



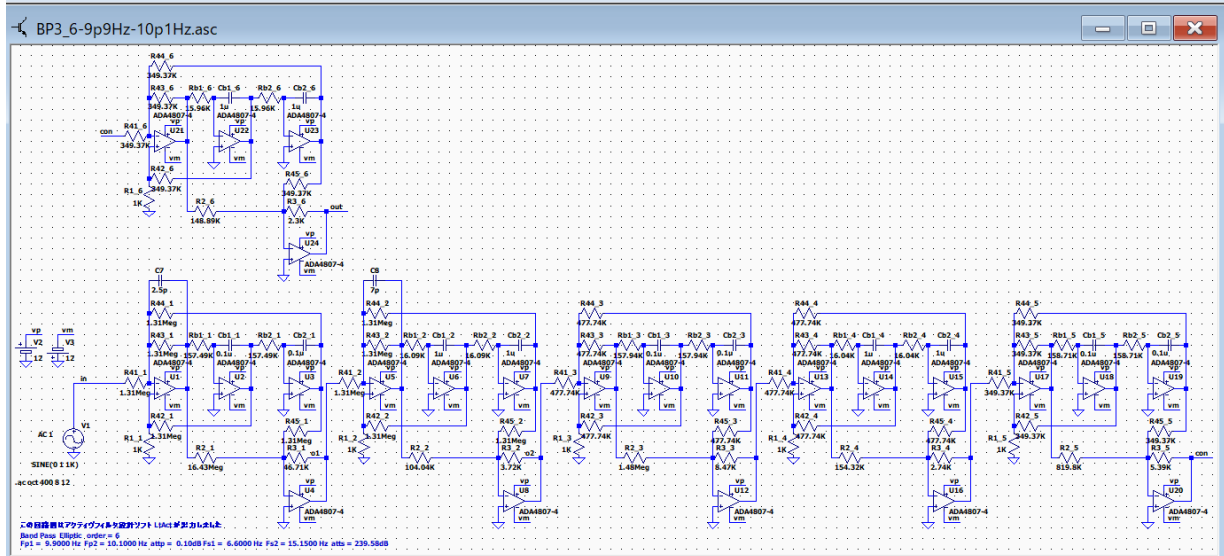
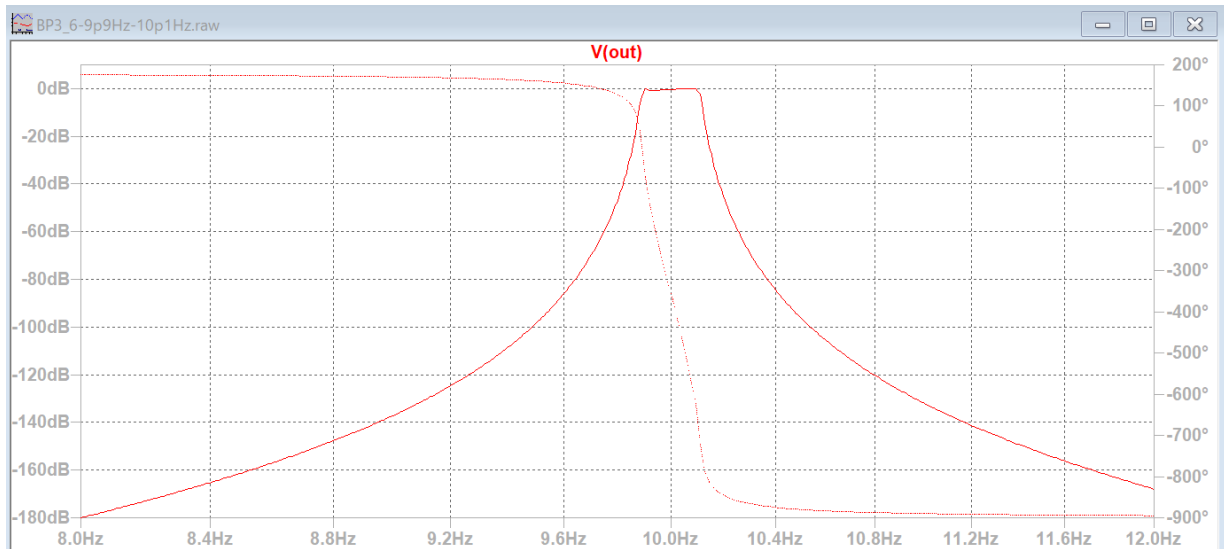
楕円関数

BP3\_6-9p9Hz-10p1Hz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP3\_6-9p9Hz-10p1Hz.asc



バンドパス

## 参照モード 1 で作成した素子値

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-9p9-10p1Hz-1.asc 作成日時 Wed Jan 06

05:20:31 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 9.9000 Hz Fp2 = 10.1000 Hz attp = 0.1000dB

Fs1 = 6.6000 Hz Fs2 = 15.1500 Hz atts = 239.58dB

1 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_1(2 個)=157.4901K Cb\_1(2 個)= 0.1000u 誤差=1.59 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 16.4257Meg R3\_1 = 46.7104K R4\_1(5 個)=

1.3073Meg 誤差=2.72 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 16.0853K Cb\_2(2 個)= 1.0000u 誤差=0.53 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 104.0403K R3\_2 = 3.7175K R4\_2(5 個)= 1.3073Meg

誤差=5.04 %

3 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_3(2 個)=157.9365K Cb\_3(2 個)= 0.1000u 誤差=1.31 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 1.4789Meg R3\_3 = 8.4730K R4\_3(5 個)= 477.7368K

誤差=3.88 %

4 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_4(2 個)= 16.0399K Cb\_4(2 個)= 1.0000u 誤差=0.25 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 154.3248K R3\_4 = 2.7371K R4\_4(5 個)= 477.7368K 誤

差=3.51 %

5 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_5(2 個)=158.7128K Cb\_5(2 個)= 0.1000u 誤差=0.81 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 819.7962K R3\_5 = 5.3947K R4\_5(5 個)= 349.3720K 誤

差=4.87 %

6 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_6(2 個)= 15.9614K Cb\_6(2 個)= 1.0000u 誤差=0.24 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 148.8916K R3\_6 = 2.2991K R4\_6(5 個)= 349.3720K 誤

差=5.33 %

## 通過域が 9.9Hz から 10.1Hz のバンドパスフィルタも設計してみました。

BP3\_6-99Hz-101Hz.asc と同様に、LtAct が出力した回路図に C7 = 2.5p と C8 = 7p を追加して、通過域両端のゲインを調整しただけで好結果が得られました。

10Hz という低周波数にも関わらず数 p のコンデンサで調整できたのは驚きです。

9.9Hz で 0.04dB, 10.1Hz で 0.0dB 9.0Hz(11.1Hz)で -137dB, 8.0Hz(12.5Hz)で -180dB  
6.6Hz 以下及び 15.15Hz 以上の最低減衰量は -239.5dB

Cb\_?を 1u に設定しても、同等の好結果が得られました。BP3\_6-9p9Hz-10p1Hz-1u.asc

狭帯域のバンドパスフィルタの場合は、「参照モード 1」を試して下さい。

バンドパス

参照モード 0 では、第 1 ブロックが  $Cb_1=10u$  になり、特性が悪くなった。

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-9p9-10p1Hz-0.asc 作成日時 Wed Jan 06

05:21:09 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 9.9000 Hz Fp2 = 10.1000 Hz attp = 0.1000dB

Fs1 = 6.6000 Hz Fs2 = 15.1500 Hz atts = 239.58dB

1 (et1) 「LP3-0-0」 Rb\_1(2 個)= 1.5749K Cb\_1(2 個)= 10.0000u 誤差=1.59 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 16.4257Meg R3\_1 = 46.7104K R4\_1(5 個)=

1.3073Meg 誤差=2.72 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 16.0853K Cb\_2(2 個)= 1.0000u 誤差=0.53 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 104.0403K R3\_2 = 3.7175K R4\_2(5 個)= 1.3073Meg

誤差=5.04 %

3 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_3(2 個)=157.9365K Cb\_3(2 個)= 0.1000u 誤差=1.31 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 1.4789Meg R3\_3 = 8.4730K R4\_3(5 個)= 477.7368K

誤差=3.88 %

4 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_4(2 個)= 16.0399K Cb\_4(2 個)= 1.0000u 誤差=0.25 %

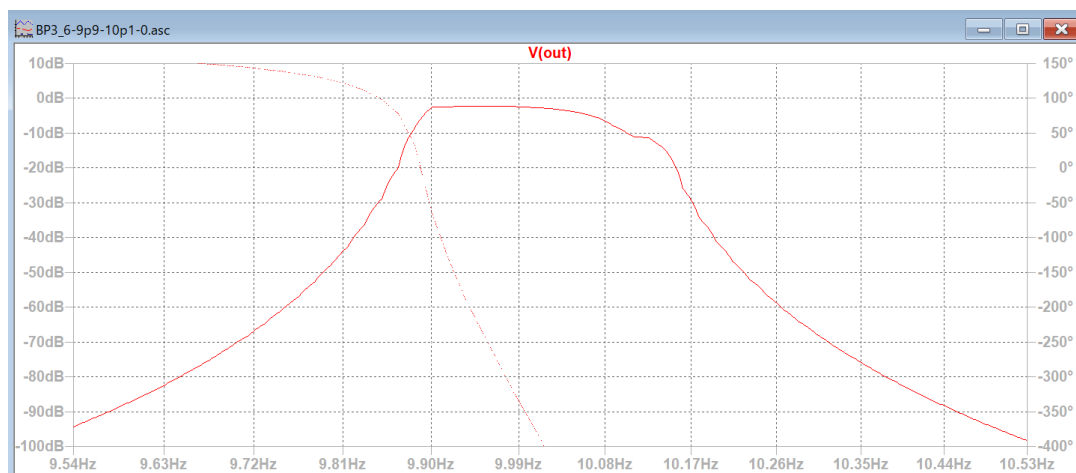
4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 154.3248K R3\_4 = 2.7371K R4\_4(5 個)= 477.7368K 誤差=3.51 %

5 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_5(2 個)=158.7128K Cb\_5(2 個)= 0.1000u 誤差=0.81 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 819.7962K R3\_5 = 5.3947K R4\_5(5 個)= 349.3720K 誤差=4.87 %

6 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_6(2 個)= 15.9614K Cb\_6(2 個)= 1.0000u 誤差=0.24 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 148.8916K R3\_6 = 2.2991K R4\_6(5 個)= 349.3720K 誤差=5.33 %



楕円関数

BP3\_6-9p9Hz-10p1Hz.asc

バンドパス

BP3\_6-10KHz-30KHz.asc

バンドパス・楕円関数 6 次フィルタ 10KHz - 30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  3

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$  10 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \times x_s)$  30 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

遮断特性 Elliptic

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 10.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 30.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 6.6667\text{KHz}$   $F_{s2} = 45.0000\text{KHz}$   $atts = 73.77\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	18.1195K	37.3882G	53.4114m	0	41.2712G
		Fc=	30.7743K	Q = 10.6714	GB 積= 32.8405Meg
2	5.7397K	3.7517G	1.1039	0	200.3830Meg
		Fc=	9.7484K	Q = 10.6714	GB 積= 10.4029Meg
3	52.9660K	29.6954G	0.1160	0	15.0929G
		Fc=	27.4262K	Q = 3.2535	GB 積= 8.9230Meg
4	21.1246K	4.7236G	0.5083	0	547.9423Meg
		Fc=	10.9385K	Q = 3.2535	GB 積= 3.5588Meg
5	68.6413K	17.2806G	0.1104	0	9.2270G
		Fc=	20.9218K	Q = 1.9151	GB 積= 4.0068Meg
6	47.0445K	8.1172G	0.5340	0	896.2898Meg
		Fc=	14.3391K	Q = 1.9151	GB 積= 2.7461Meg

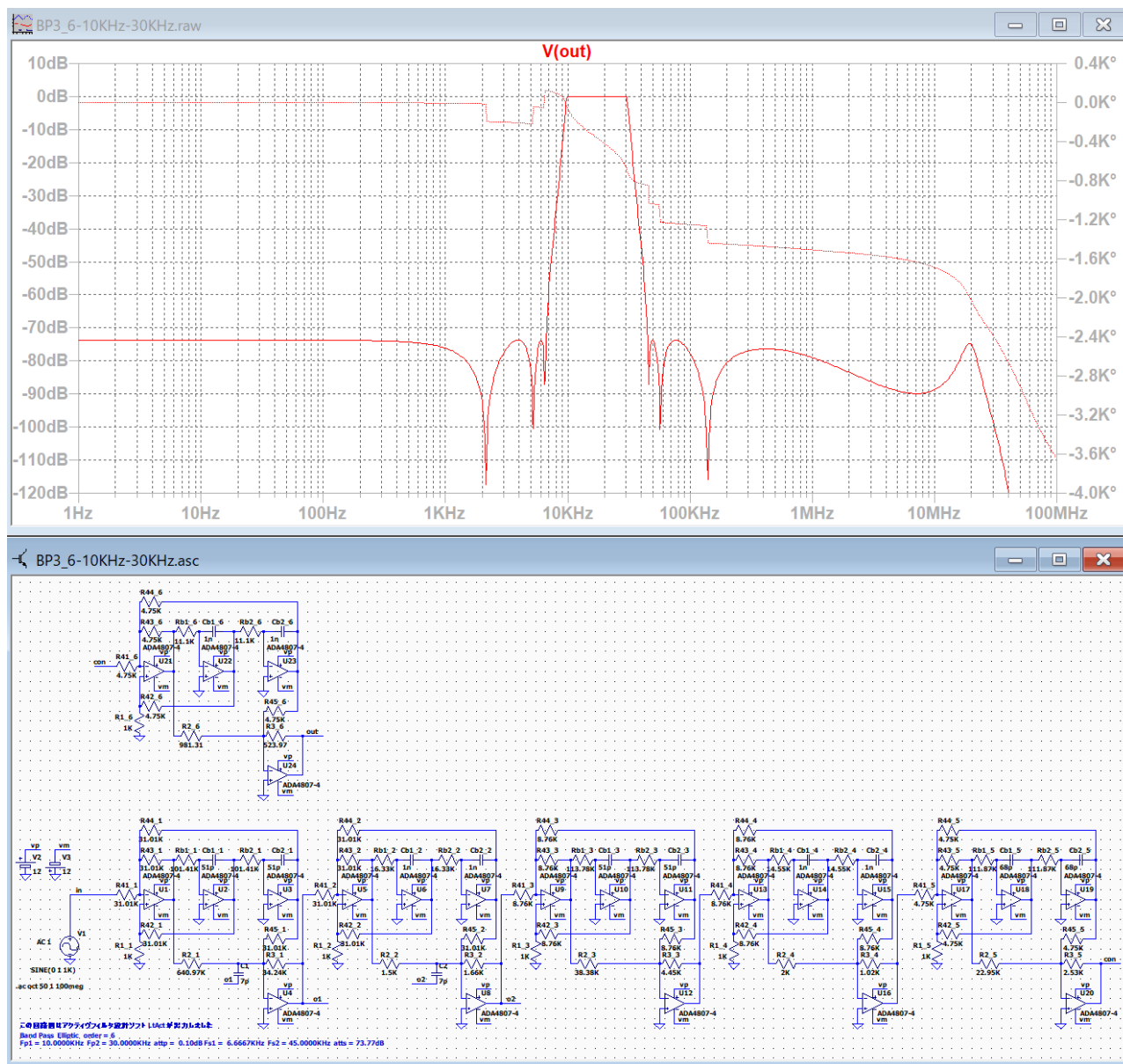
楕円関数

BP3\_6-10KHz-30KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP3\_6-10KHz-30KHz.asc



10KHz で -0.09dB, 30KHz で -0.02dB,  
6.6KHz 以下で -73.7dB, 45KHz 以上で -73.8dB

楕円関数

BP3\_6-10KHz-30KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-10KHz-30KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13

14:21:25 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 6.6667KHz Fs2 = 45.0000KHz atts = 73.77dB

1 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_1(2 個)=101.4057K Cb\_1(2 個)= 51.0000p 誤差=1.39 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 640.9737K R3\_1 = 34.2353K R4\_1(5 個)= 31.0142K

誤差=5.87 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 16.3262K Cb\_2(2 個)= 1.0000n 誤差=2.00 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 1.5007K R3\_2 = 1.6565K R4\_2(5 個)= 31.0142K

誤差=4.73 %

3 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_3(2 個)=113.7850K Cb\_3(2 個)= 51.0000p 誤差=3.33 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 38.3837K R3\_3 = 4.4526K R4\_3(5 個)= 8.7604K

誤差=5.42 %

4 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_4(2 個)= 14.5500K Cb\_4(2 個)= 1.0000n 誤差=3.09 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 1.9994K R3\_4 = 1.0162K R4\_4(5 個)= 8.7604K

誤差=4.19 %

5 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_5(2 個)=111.8696K Cb\_5(2 個)= 68.0000p 誤差=1.67 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 22.9469K R3\_5 = 2.5338K R4\_5(5 個)= 4.7453K

誤差=6.77 %

6 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_6(2 個)= 11.0994K Cb\_6(2 個)= 1.0000n 誤差=0.90 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 981.3149 R3\_6 = 523.9749 R4\_6(5 個)= 4.7453K 誤

差=3.41 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= 1.2u, Cb1\_2= 100p, Cb1\_3= 0.9u,

Cb1\_4= 100p, Cb1\_5= 0.4u, Cb1\_6= 100p

ver.2.10 では、

Cb1\_1= 51p, Cb1\_2= 1n, Cb1\_3= 51p,

Cb1\_4= 1n, Cb1\_5= 68p, Cb1\_6= 1n

バンドパス

BP4\_6-10KHz-30KHz.asc

バンドパス・楕円関数 6 次フィルタ 10KHz - 30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$  10 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \times x_s)$  30 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

遮断特性 Elliptic

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 10.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 30.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 6.6667\text{KHz}$   $F_{s2} = 45.0000\text{KHz}$   $atts = 73.77\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	18.1195K	37.3882G	53.4114m	0	41.2712G
		Fc=	30.7743K	Q = 10.6714	GB 積= 32.8405Meg
2	5.7397K	3.7517G	1.1039	0	200.3830Meg
		Fc=	9.7484K	Q = 10.6714	GB 積= 10.4029Meg
3	52.9660K	29.6954G	0.1160	0	15.0929G
		Fc=	27.4262K	Q = 3.2535	GB 積= 8.9230Meg
4	21.1246K	4.7236G	0.5083	0	547.9423Meg
		Fc=	10.9385K	Q = 3.2535	GB 積= 3.5588Meg
5	68.6413K	17.2806G	0.1104	0	9.2270G
		Fc=	20.9218K	Q = 1.9151	GB 積= 4.0068Meg
6	47.0445K	8.1172G	0.5340	0	896.2898Meg
		Fc=	14.3391K	Q = 1.9151	GB 積= 2.7461Meg

楕円関数

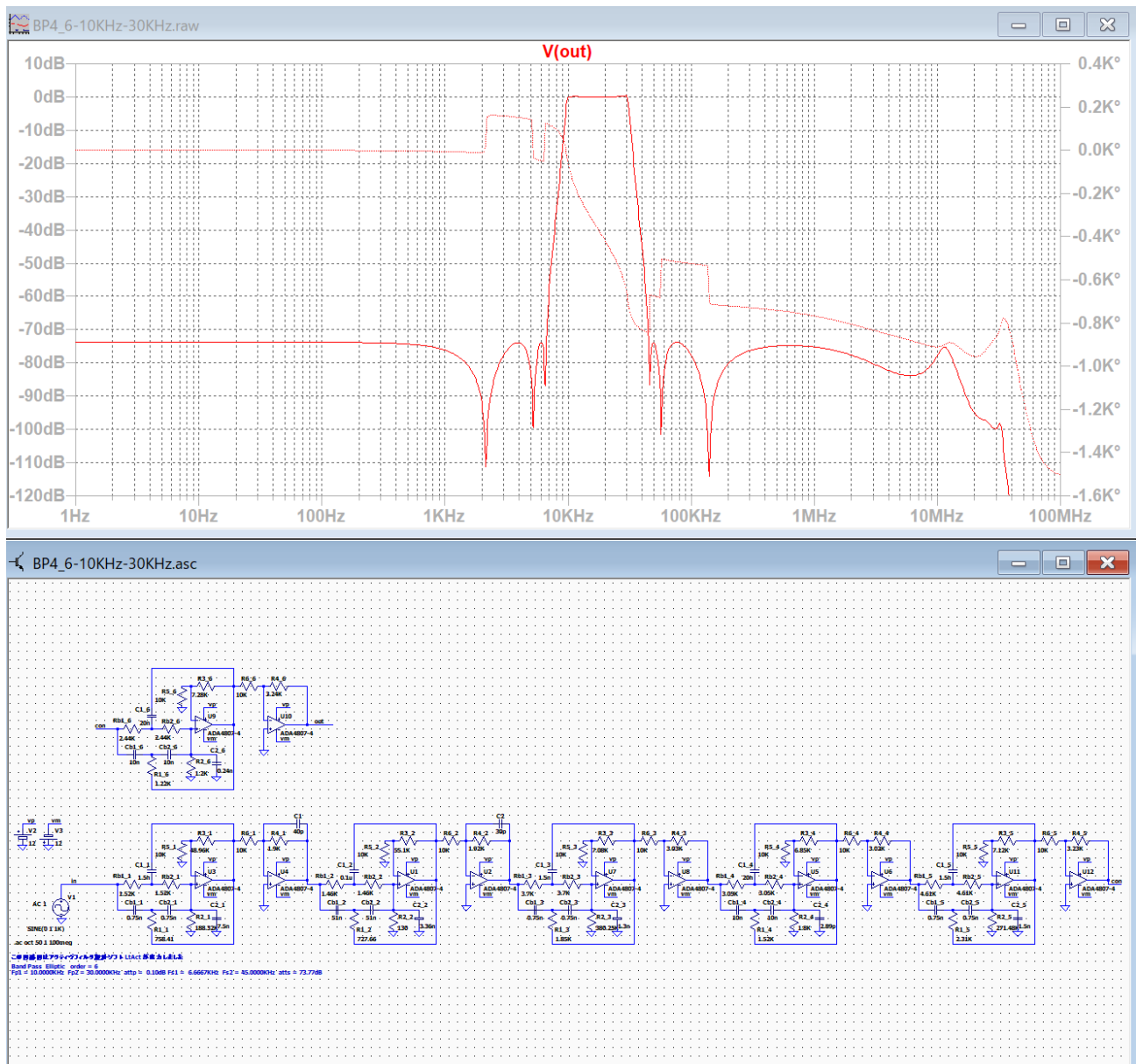
BP4\_6-10KHz-30KHz.asc



バンドパス

完成した回路図

BP4\_6-10KHz-30KHz.asc



10KHz で -0.28dB, 30KHz で 0.25dB,  
 6.6KHz 以下で -73.8dB, 45KHz 以上で -73.8dB

楕円関数

BP4\_6-10KHz-30KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_6-10KHz-30KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13

14:22:50 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 6.6667KHz Fs2 = 45.0000KHz atts = 73.77dB

1 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_1(2 個)= 1.5168K Cb\_1(2 個)= 0.7500n R1\_1 = 758.4061

C1\_1 = 1.5000n 誤差=1.57 %

1 R2\_1 = 188.3215K C2\_1 = 7.5000n 誤差 = 4.42 %

1 R3\_1 = 48.9581K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.00 %

1 R4\_1 = 1.9024K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 5.13 %

2 (et2) 「HP4-0-0」 Rb\_2(2 個)= 1.4553K Cb\_2(2 個)= 51.0000n R1\_2 = 727.6554

C1\_2 = 0.1020u 誤差=4.76 %

2 R2\_2 = 130.0000 C2\_2 = 3.3589n 誤差 = 1.75 %

2 R3\_2 = 55.0975K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.64 %

2 R4\_2 = 1.9191K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 4.22 %

3 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_3(2 個)= 3.6964K Cb\_3(2 個)= 0.7500n R1\_3 = 1.8482K

C1\_3 = 1.5000n 誤差=3.69 %

3 R2\_3 = 380.2540K C2\_3 = 1.3000n 誤差 = 2.56 %

3 R3\_3 = 7.0756K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.89 %

3 R4\_3 = 3.0344K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.13 %

4 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_4(2 個)= 3.0456K Cb\_4(2 個)= 10.0000n R1\_4 = 1.5228K

C1\_4 = 20.0000n 誤差=2.12 %

4 R2\_4 = 1.8000K C2\_4 = 2.8877p 誤差 = 3.89 %

4 R3\_4 = 6.8521K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.76 %

4 R4\_4 = 3.0177K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.59 %

5 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_5(2 個)= 4.6124K Cb\_5(2 個)= 0.7500n R1\_5 = 2.3062K

C1\_5 = 1.5000n 誤差=4.49 %

5 R2\_5 = 271.4767K C2\_5 = 1.5000n 誤差 = 0.54 %

5 R3\_5 = 7.1168K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 4.45 %

5 R4\_5 = 3.2255K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.31 %

6 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_6(2 個)= 2.4408K Cb\_6(2 個)= 10.0000n R1\_6 = 1.2204K

C1\_6 = 20.0000n 誤差=2.36 %

6 R2\_6 = 1.2000K C2\_6 = 0.2402n 誤差 = 0.07 %

6 R3\_6 = 7.2815K R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 3.00 %

楕円関数

BP4\_6-10KHz-30KHz.asc

バンドパス

6 R4\_6 = 3.2381K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.91 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= 20n, Cb1\_2= 75p, Cb1\_3= 10n,

Cb1\_4= 75p, Cb1\_5= 2n, Cb1\_6=75p

ver.2.10 では、

Cb1\_1= 0.75n, Cb1\_2= 51n, Cb1\_3= 0.75n,

Cb1\_4= 10n, Cb1\_5= 0.75n, Cb1\_6= 10n

バンドパス

BP3\_6-100KHz-300KHz.asc

バンドパス・楕円関数 6 次フィルタ 100KHz - 300KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1}$  : ( $F_{s1} = F_{p1}/x_s$ ) 100 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2}$  : ( $F_{s2} = F_{p2} \times x_s$ ) 300 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

遮断特性 Elliptic

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 100.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 300.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 66.6667\text{KHz}$   $F_{s2} = 450.0000\text{KHz}$   $atts = 73.77\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $Hn = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	181.1947K	3.7388T	53.4114m	0	4.1271T
		Fc=	307.7426K	Q = 10.6714	GB 積=328.4048Meg
2	57.3973K	375.1693G	1.1039	0	20.0383G
		Fc=	97.4841K	Q = 10.6714	GB 積=104.0293Meg
3	529.6601K	2.9695T	0.1160	0	1.5093T
		Fc=	274.2617K	Q = 3.2535	GB 積= 89.2304Meg
4	211.2459K	472.3589G	0.5083	0	54.7942G
		Fc=	109.3846K	Q = 3.2535	GB 積= 35.5880Meg
5	686.4130K	1.7281T	0.1104	0	922.6990G
		Fc=	209.2181K	Q = 1.9151	GB 積= 40.0675Meg
6	470.4447K	811.7159G	0.5340	0	89.6290G
		Fc=	143.3911K	Q = 1.9151	GB 積= 27.4610Meg

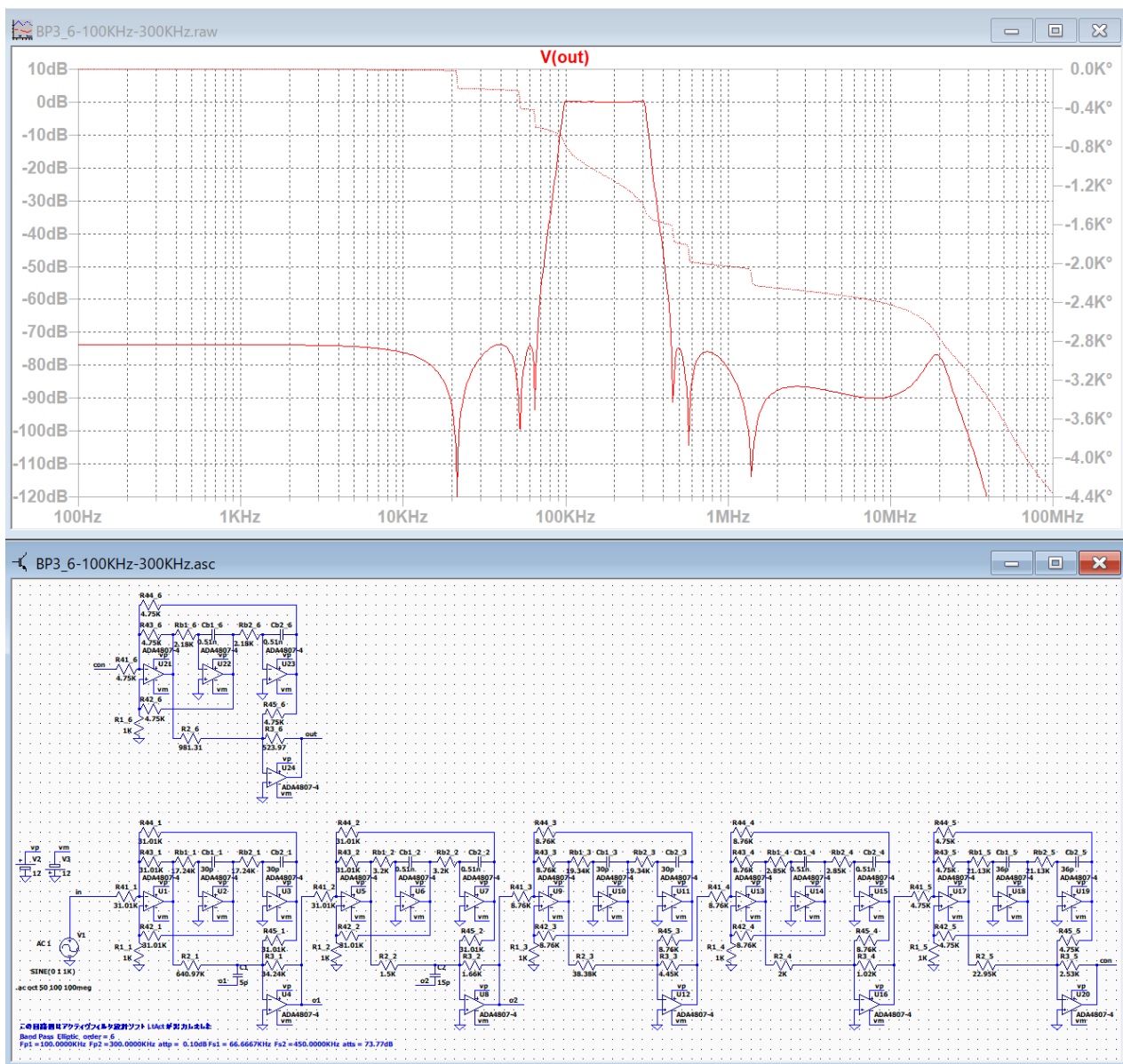
楕円関数

BP3\_6-100KHz-300KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP3\_6-100KHz-300KHz.asc



100KHz で 0.24dB, 300KHz で 0.49dB,  
 66.6KHz 以下で -73.8dB, 450KHz 以上で -74.8dB

楕円関数

BP3\_6-100KHz-300KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-100KHz-300KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13

14:25:38 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 66.6667KHz Fs2 =450.0000KHz atts = 73.77dB

1 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 17.2390K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=4.41 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 640.9737K R3\_1 = 34.2353K R4\_1(5 個)= 31.0142K

誤差=5.87 %

2 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_2(2 個)= 3.2012K Cb\_2(2 個)= 0.5100n 誤差=3.09 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 1.5007K R3\_2 = 1.6565K R4\_2(5 個)= 31.0142K

誤差=4.73 %

3 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_3(2 個)= 19.3434K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=3.39 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 38.3837K R3\_3 = 4.4526K R4\_3(5 個)= 8.7604K

誤差=5.42 %

4 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_4(2 個)= 2.8529K Cb\_4(2 個)= 0.5100n 誤差=5.15 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 1.9994K R3\_4 = 1.0162K R4\_4(5 個)= 8.7604K

誤差=4.19 %

5 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_5(2 個)= 21.1309K Cb\_5(2 個)= 36.0000p 誤差=4.11 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 22.9469K R3\_5 = 2.5338K R4\_5(5 個)= 4.7453K

誤差=6.77 %

6 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_6(2 個)= 2.1763K Cb\_6(2 個)= 0.5100n 誤差=1.09 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 981.3149 R3\_6 = 523.9749 R4\_6(5 個)= 4.7453K 誤

差=3.41 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= 18n, Cb1\_2= 50p, Cb1\_3= 10n,

Cb1\_4= 50p, Cb1\_5= 4n, Cb1\_6=50p

ver.2.10 では、

Cb1\_1= 30p, Cb1\_2= 0.51n, Cb1\_3= 30p,

Cb1\_4= 0.51n, Cb1\_5= 36p, Cb1\_6= 0.51n

バンドパス

BP4\_6-100KHz-300KHz.asc

バンドパス・楕円関数 6 次フィルタ 100KHz - 300KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  6

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$  100 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \times x_s)$  300 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

遮断特性 Elliptic

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 100.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 300.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 66.6667\text{KHz}$   $F_{s2} = 450.0000\text{KHz}$   $atts = 73.77\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $Hn = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	181.1947K	3.7388T	53.4114m	0	4.1271T
		Fc=	307.7426K	Q = 10.6714	GB 積=328.4048Meg
2	57.3973K	375.1693G	1.1039	0	20.0383G
		Fc=	97.4841K	Q = 10.6714	GB 積=104.0293Meg
3	529.6601K	2.9695T	0.1160	0	1.5093T
		Fc=	274.2617K	Q = 3.2535	GB 積= 89.2304Meg
4	211.2459K	472.3589G	0.5083	0	54.7942G
		Fc=	109.3846K	Q = 3.2535	GB 積= 35.5880Meg
5	686.4130K	1.7281T	0.1104	0	922.6990G
		Fc=	209.2181K	Q = 1.9151	GB 積= 40.0675Meg
6	470.4447K	811.7159G	0.5340	0	89.6290G
		Fc=	143.3911K	Q = 1.9151	GB 積= 27.4610Meg

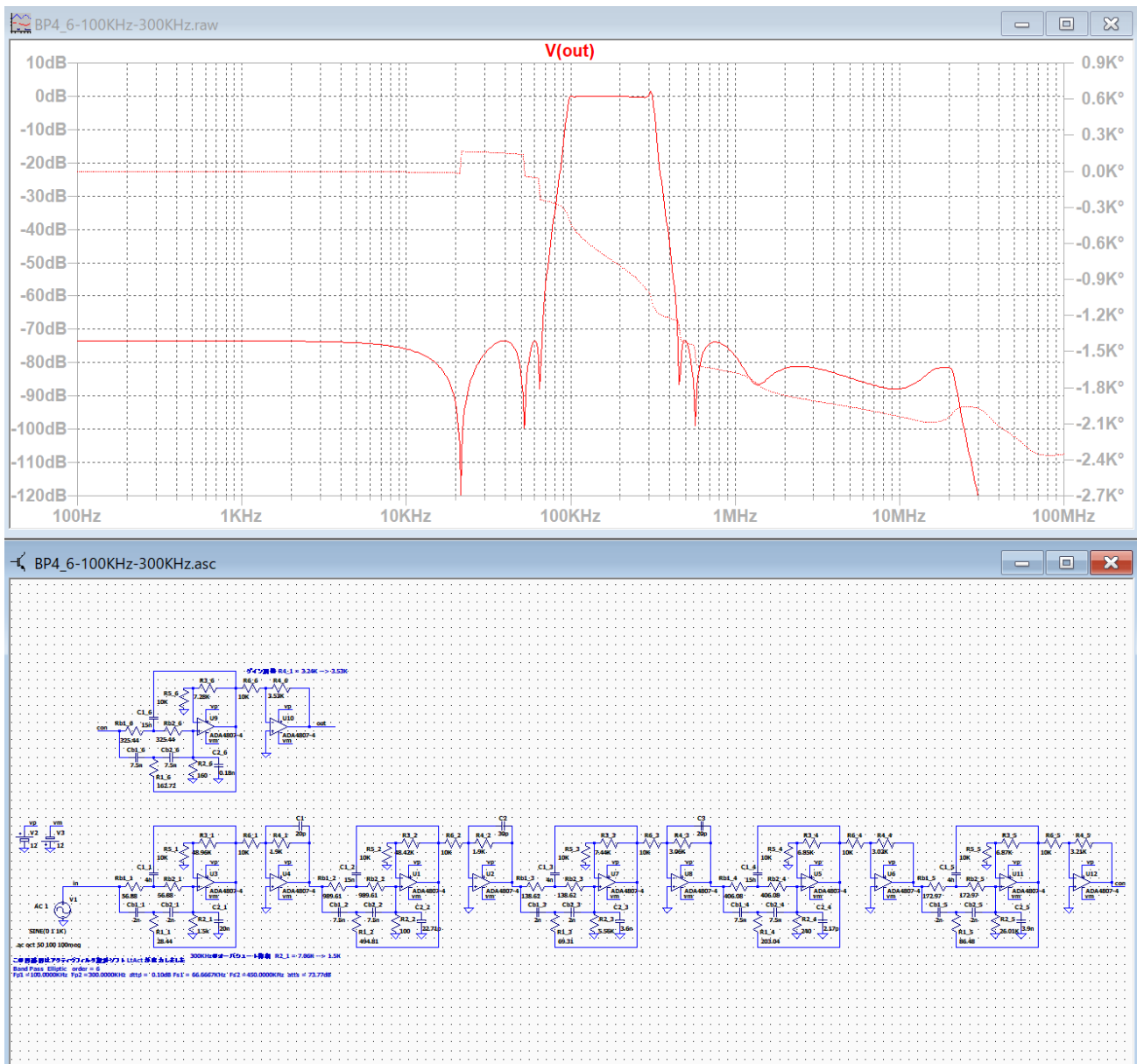
楕円関数

BP4\_6-100KHz-300KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP4\_6-100KHz-300KHz.asc



100KHz で -0.08dB, 300KHz で 0.64dB,  
 66.6KHz 以下で -73.5dB, 450KHz 以上で -73.4dB

楕円関数

BP4\_6-100KHz-300KHz.asc



バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_6-100KHz-300KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13

14:26:48 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 100.0000KHz Fp2 = 300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 66.6667KHz Fs2 = 450.0000KHz atts = 73.77dB

1 (et2) 「HP4-3-0」 Rb\_1(2 個)= 56.8805 Cb\_1(2 個)= 2.0000n R1\_1 = 28.4402

C1\_1 = 4.0000n 誤差=5.86 %

1 R2\_1 = 7.0621K C2\_1 = 20.0000n 誤差 = 3.71 %

1 R3\_1 = 48.9581K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.00 %

1 R4\_1 = 1.9024K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 5.13 %

2 (et2) 「HP4-1-0」 Rb\_2(2 個)= 989.6113 Cb\_2(2 個)= 7.5000n R1\_2 = 494.8057

C1\_2 = 15.0000n 誤差=3.25 %

2 R2\_2 = 100.0000 C2\_2 = 22.7078p 誤差 = 3.12 %

2 R3\_2 = 48.4242K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.94 %

2 R4\_2 = 1.9008K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 5.22 %

3 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_3(2 個)= 138.6164 Cb\_3(2 個)= 2.0000n R1\_3 = 69.3082

C1\_3 = 4.0000n 誤差=6.96 %

3 R2\_3 = 5.5588K C2\_3 = 3.6000n 誤差 = 0.74 %

3 R3\_3 = 7.4360K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.86 %

3 R4\_3 = 3.0604K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.97 %

4 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_4(2 個)= 406.0815 Cb\_4(2 個)= 7.5000n R1\_4 = 203.0408

C1\_4 = 15.0000n 誤差=4.23 %

4 R2\_4 = 240.0000 C2\_4 = 2.1658p 誤差 = 1.58 %

4 R3\_4 = 6.8521K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.76 %

4 R4\_4 = 3.0177K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.59 %

5 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_5(2 個)= 172.9666 Cb\_5(2 個)= 2.0000n R1\_5 = 86.4833

C1\_5 = 4.0000n 誤差=7.05 %

5 R2\_5 = 26.0085K C2\_5 = 3.9000n 誤差 = 3.81 %

5 R3\_5 = 6.8745K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.08 %

5 R4\_5 = 3.2063K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.92 %

6 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_6(2 個)= 325.4360 Cb\_6(2 個)= 7.5000n R1\_6 = 162.7180

C1\_6 = 15.0000n 誤差=2.18 %

6 R2\_6 = 160.0000 C2\_6 = 0.1801n 誤差 = 0.07 %

6 R3\_6 = 7.2815K R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 3.00 %

楕円関数

BP4\_6-100KHz-300KHz.asc

バンドパス

6 R4\_6 = 3.2381K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.91 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= 20n, Cb1\_2= 75p, Cb1\_3= 10n,  
Cb1\_4= 75p, Cb1\_5= 24n, Cb1\_6=50p  
ver.2.10 では、Cb1\_1= 2n, Cb1\_2= 7.5n, Cb1\_3= 2n,  
Cb1\_4=7.5n, Cb1\_5= 2n, Cb1\_6= 7.5n

バンドパス

BP3\_6-600KHz - 1200KHz.asc

バンドパス・楕円関数 6 次フィルタ 600KHz - 1200KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

通過帯域 下端の周波数  $Fp1 : (Fs1 = Fp1/xs)$  600 KHz

通過帯域 上端の周波数  $Fp2 : (Fs2 = Fp2*xs)$  1200 KHz

周波数  $Fp1, Fp2$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $Fs1$  として、 $Xs = Fp1/Fs1$  1.5 倍

遮断特性 Elliptic

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

 $Fp1 = 600.0000\text{KHz}$   $Fp2 = 1.2000\text{MegHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $Fs1 = 400.0000\text{KHz}$   $Fs2 = 1.8000\text{MegHz}$   $atts = 85.44\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $Hn = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	517.3183K	58.8882T	44.7370m	0	49.5831T
			$Fc = 1.2213\text{Meg}$	$Q = 14.8339$	$GB \text{ 積} = 1.8117\text{G}$
2	249.7020K	13.7201T	0.8420	0	613.7950G
			$Fc = 589.5198\text{K}$	$Q = 14.8339$	$GB \text{ 積} = 874.4896\text{Meg}$
3	1.4488Meg	49.8298T	96.8516m	0	19.3800T
			$Fc = 1.1235\text{Meg}$	$Q = 4.8723$	$GB \text{ 積} = 547.3868\text{Meg}$
4	826.4529K	16.2142T	0.3889	0	1.5704T
			$Fc = 640.8670\text{K}$	$Q = 4.8723$	$GB \text{ 積} = 312.2464\text{Meg}$
5	1.8747Meg	35.3431T	99.9837m	0	13.3152T
			$Fc = 946.1772\text{K}$	$Q = 3.1712$	$GB \text{ 積} = 300.0493\text{Meg}$
6	1.5077Meg	22.8602T	0.3767	0	2.2856T
			$Fc = 760.9571\text{K}$	$Q = 3.1712$	$GB \text{ 積} = 241.3127\text{Meg}$

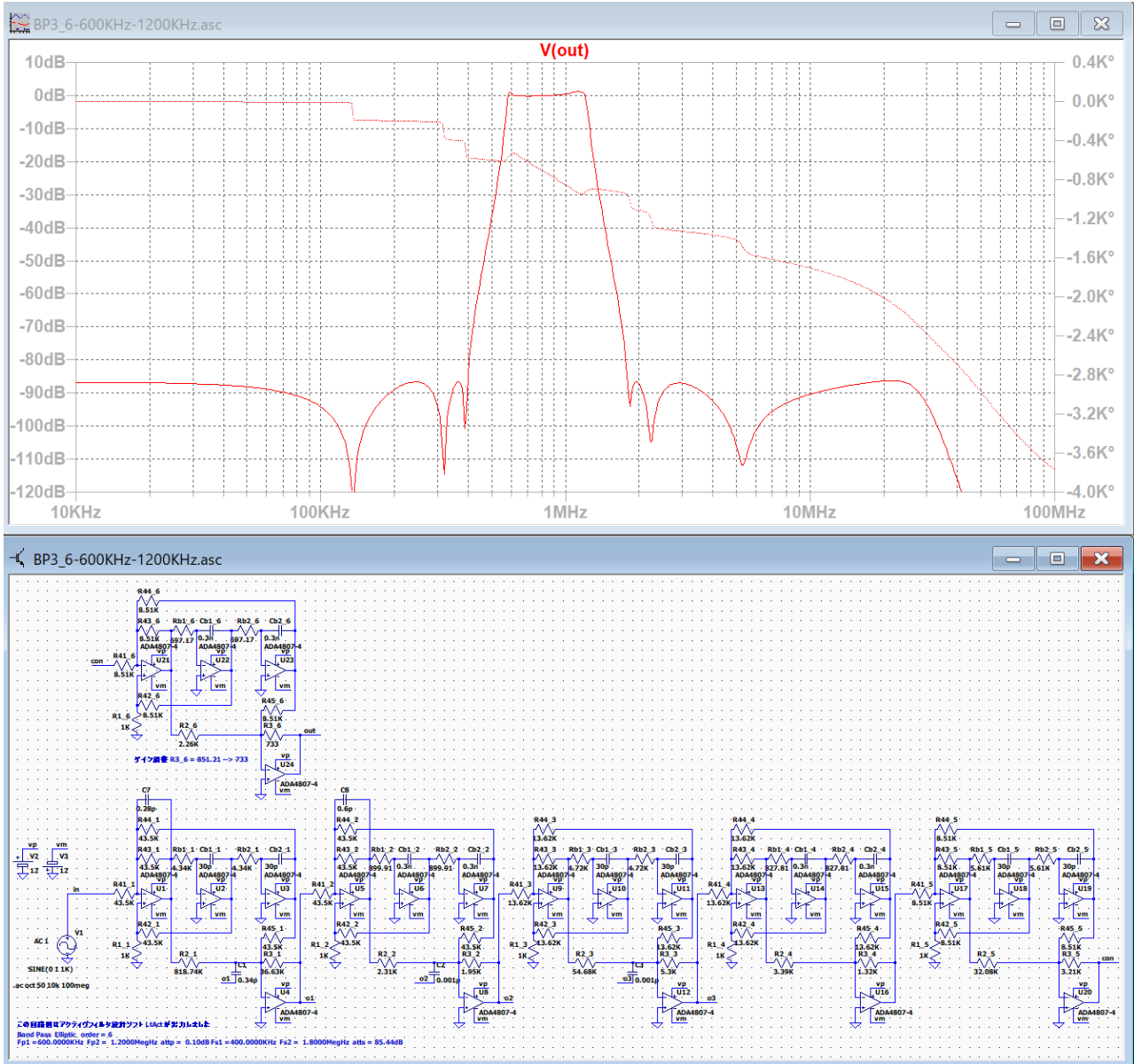
楕円関数

BP3\_6-600KHz - 1200KHz.asc

バンドパス

完成した回路図

BP3\_6-600KHz-1200KHz.asc



600KHz で 0.7dB, 1.2MHz で 0.0dB

400KHz 以下で -86.7dB, 1.8MHz 以上で -86.2dB

$Cb1\_?$ を  $Cav = \sqrt{Cmax \cdot Cmin} = \sqrt{30p \cdot 0.3n} = 94p \approx 100p$  に設定して、ピーク調整用のコンデンサを追加すると好結果が得られた。

BP3\_6-600KHz-1200KHz-all-100p.asc 及び BP3\_6-600KHz-1200KHz-100p.asc 参照

楕円関数

BP3\_6-600KHz・1200KHz.asc

## バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13  
14:28:40 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 =600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 0.1000dB

Fs1 =400.0000KHz Fs2 = 1.8000MegHz atts = 85.44dB

1 (et1) 「HP3-3-0」 Rb\_1(2 個)= 4.3437K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=1.01 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 818.7388K R3\_1 = 36.6279K R4\_1(5 個)= 43.5018K

誤差=2.07 %

2 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_2(2 個)=899.9130 Cb\_2(2 個)= 0.3000n 誤差=1.12 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 2.3114K R3\_2 = 1.9461K R4\_2(5 個)= 43.5018K

誤差=4.87 %

3 (et1) 「HP3-3-0」 Rb\_3(2 個)= 4.7221K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=0.47 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 54.6804K R3\_3 = 5.2959K R4\_3(5 個)= 13.6168K

誤差=6.33 %

4 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_4(2 個)=827.8107 Cb\_4(2 個)= 0.3000n 誤差=0.94 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 3.3909K R3\_4 = 1.3188K R4\_4(5 個)= 13.6168K

誤差=5.45 %

5 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_5(2 個)= 5.6069K Cb\_5(2 個)= 30.0000p 誤差=0.12 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 32.0791K R3\_5 = 3.2074K R4\_5(5 個)= 8.5135K

誤差=5.49 %

6 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_6(2 個)=697.1702 Cb\_6(2 個)= 0.3000n 誤差=2.46 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 2.2594K R3\_6 = 851.2138 R4\_6(5 個)= 8.5135K 誤

差=5.82 %

## BP3 のピーク調整方法

Fp2 のピークを抑制するには、R43\_1 に並列に C7 を追加して調整する。

Fp1 のピークを抑制するには、R43\_2 に並列に C8 を追加して調整する。

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= 50n, Cb1\_2= 30p, Cb1\_3= 18n,

Cb1\_4= 30p, Cb1\_5= 3.9n, Cb1\_6= 30p

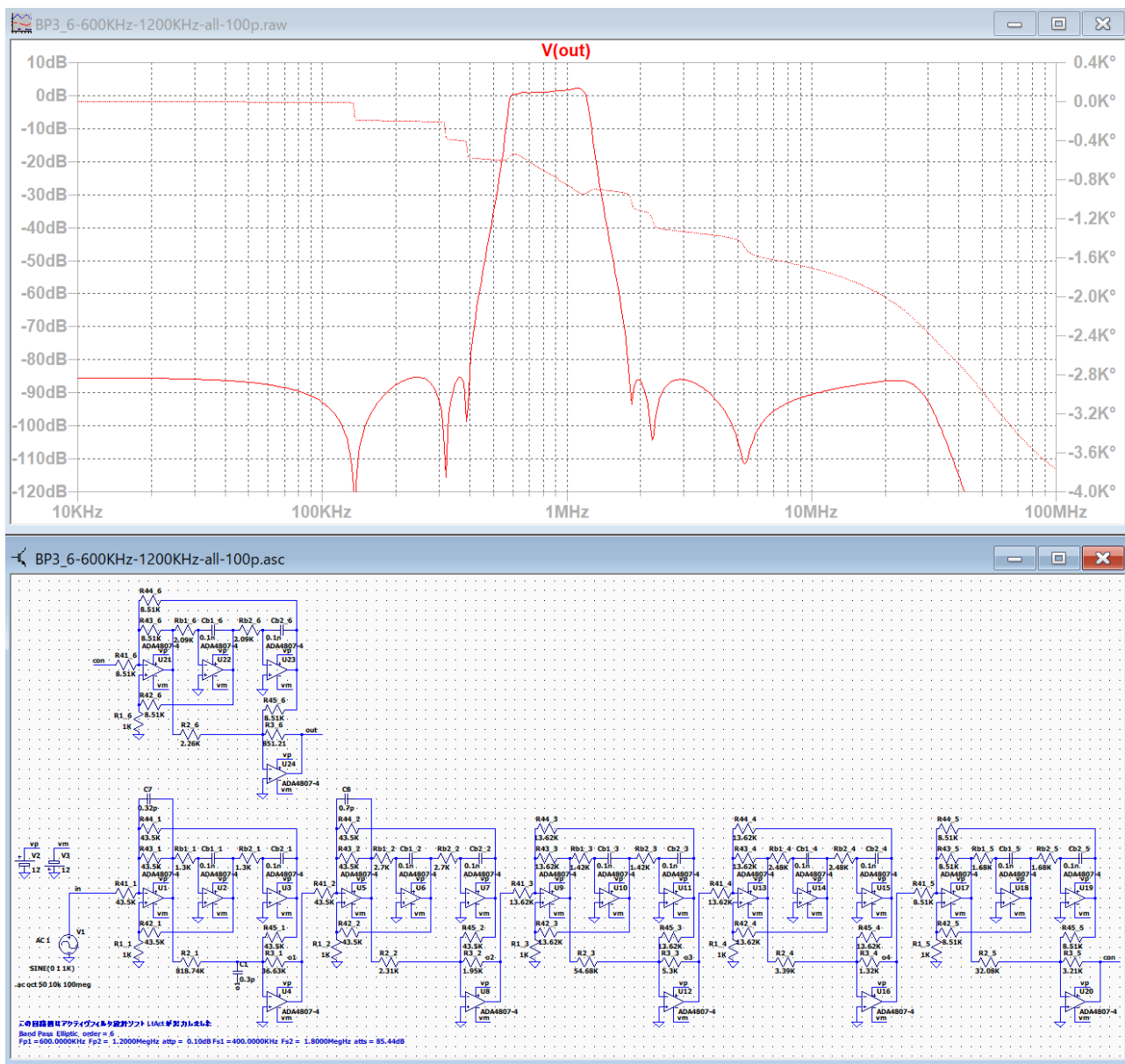
ver.2.10 では、

Cb1\_1= 30p, Cb1\_2= 0.3n, Cb1\_3= 30p,

Cb1\_4= 0.3n, Cb1\_5= 30p, Cb1\_6= 0.3n

バンドパス

BP3\_6-600KHz-1200KHz-all-100p.asc



LtAct が出力した素子値の幾何平均を全てのブロックに設定した。

600KHz で 0.3dB, 1.2MHz で -0.27dB,

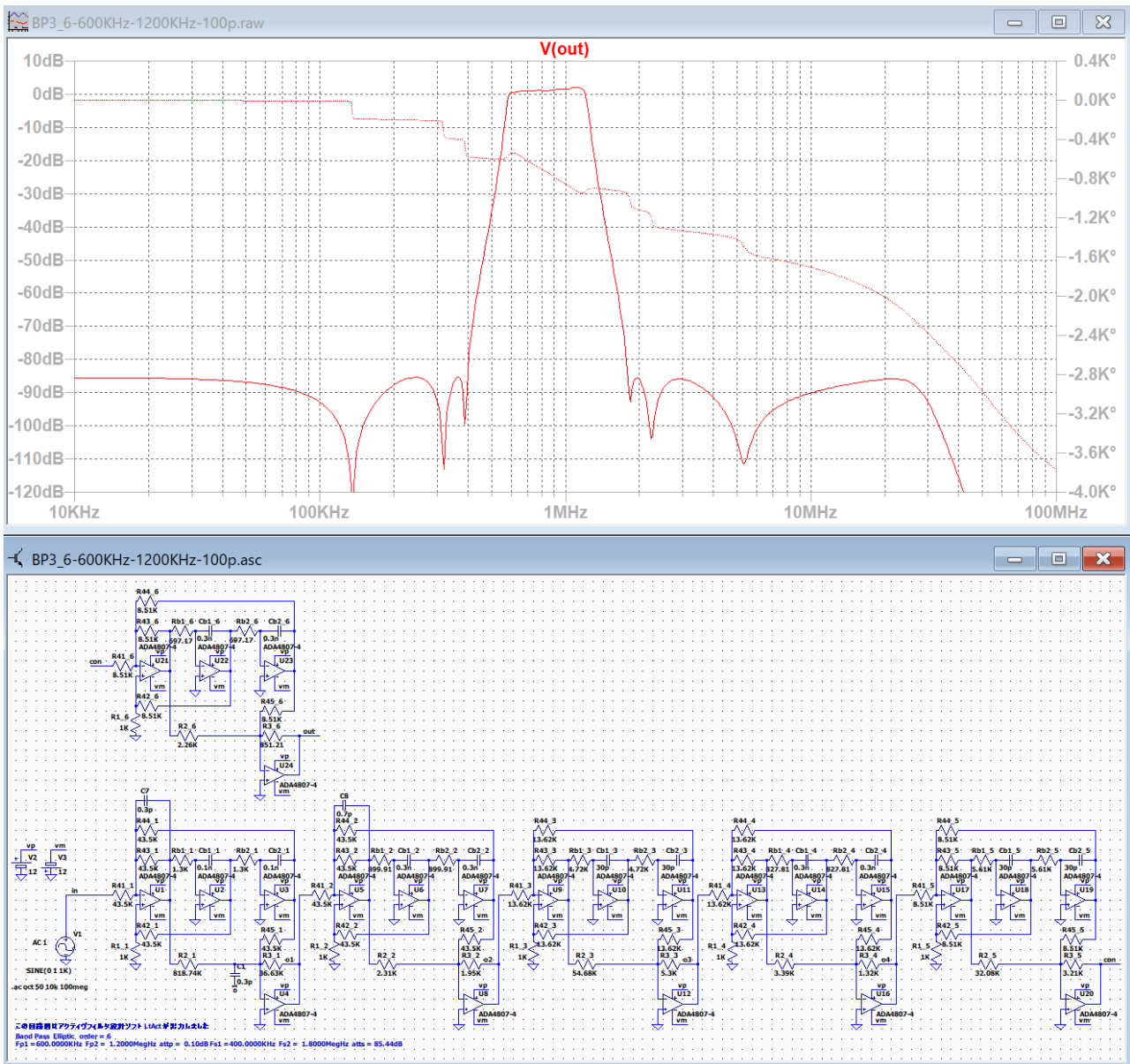
400KH 以下で -85.3dB, 1.8MHz 以上で -85.9dB

楕円関数

BP3\_6-600KHz・1200KHz.asc

バンドパス

## BP3\_6-600KHz-1200KHz-100p.asc



第1ブロックだけ 100p に設定した。

600KHz で 0.4dB, 1.2MHz で 0.36dB,  
400KH 以下で -85.45dB, 1.8MHz 以上で -85.36dB

BP3\_6-600KHz-1200KHz.asc のグラフがいちばん綺麗に見える。

楕円関数

BP3\_6-600KHz・1200KHz.asc

バンドパス

BP4\_6-600KHz - 1200KHz.asc

バンドパス・楕円関数6次フィルタ 600KHz - 1200KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

通過帯域 下端の周波数  $Fp1 : (Fs1 = Fp1/xs)$  600 KHz

通過帯域 上端の周波数  $Fp2 : (Fs2 = Fp2*xs)$  1200 KHz

周波数  $Fp1, Fp2$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $Fs1$  として、 $Xs = Fp1/Fs1$  1.5 倍

遮断特性 Elliptic

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

 $Fp1 = 600.0000\text{KHz}$   $Fp2 = 1.2000\text{MegHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $Fs1 = 400.0000\text{KHz}$   $Fs2 = 1.8000\text{MegHz}$   $atts = 85.44\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $Hn = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	517.3183K	58.8882T	44.7370m	0	49.5831T
		Fc= 1.2213Meg Q= 14.8339 GB積= 1.8117G			
2	249.7020K	13.7201T	0.8420	0	613.7950G
		Fc= 589.5198K Q= 14.8339 GB積=874.4896Meg			
3	1.4488Meg	49.8298T	96.8516m	0	19.3800T
		Fc= 1.1235Meg Q= 4.8723 GB積=547.3868Meg			
4	826.4529K	16.2142T	0.3889	0	1.5704T
		Fc= 640.8670K Q= 4.8723 GB積=312.2464Meg			
5	1.8747Meg	35.3431T	99.9837m	0	13.3152T
		Fc= 946.1772K Q= 3.1712 GB積=300.0493Meg			
6	1.5077Meg	22.8602T	0.3767	0	2.2856T
		Fc= 760.9571K Q= 3.1712 GB積=241.3127Meg			

楕円関数

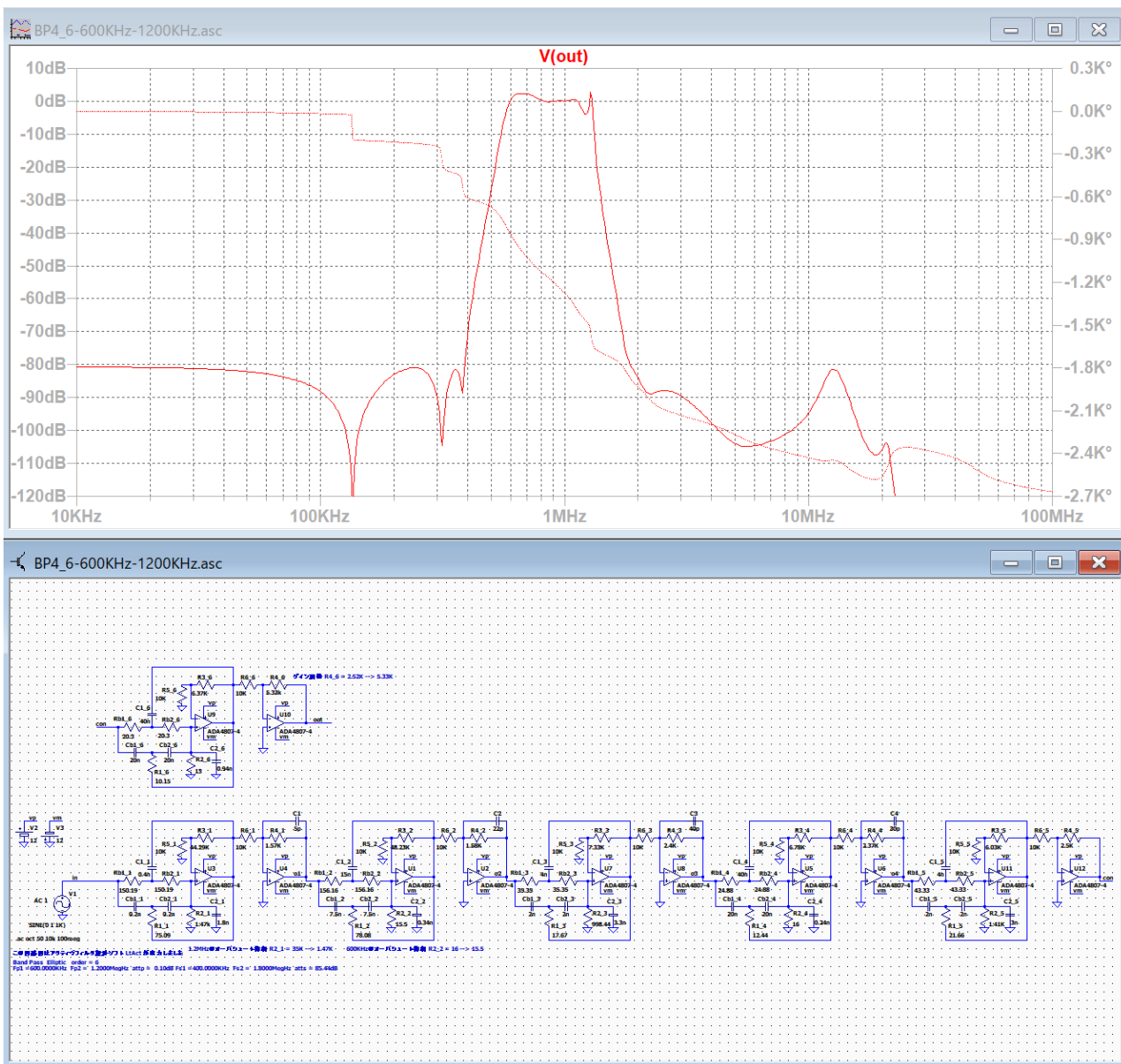
BP4\_6-600KHz - 1200KHz.asc



バンドパス

完成した回路図

BP4\_6-600KHz-1200KHz.asc



600KHz で 0.08dB, 1.2MHz で -3.4dB,  
 400KHz 以下で -80.9dB, 1.8MHz 以上で -80.0dB

楕円関数

BP4\_6-600KHz - 1200KHz.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13

14:30:17 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 =600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 0.1000dB

Fs1 =400.0000KHz Fs2 = 1.8000MegHz atts = 85.44dB

1 (et2) 「HP4-3-0」 Rb\_1(2 個)= 150.1886 Cb\_1(2 個)= 0.2000n R1\_1 = 75.0943

C1\_1 = 0.4000n 誤差=2.51 %

1 R2\_1 = 31.5489K C2\_1 = 1.8000n 誤差 = 4.60 %

1 R3\_1 = 44.2857K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.90 %

1 R4\_1 = 1.5658K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.18 %

2 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_2(2 個)= 156.1635 Cb\_2(2 個)= 7.5000n R1\_2 = 78.0818

C1\_2 = 15.0000n 誤差=4.65 %

2 R2\_2 = 16.0000 C2\_2 = 0.3386n 誤差 = 2.55 %

2 R3\_2 = 48.2297K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.55 %

2 R4\_2 = 1.5766K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.49 %

3 (et2) 「HP4-3-0」 Rb\_3(2 個)= 35.3465 Cb\_3(2 個)= 2.0000n R1\_3 = 17.6732

C1\_3 = 4.0000n 誤差=3.62 %

3 R2\_3 = 998.4359 C2\_3 = 3.3000n 誤差 = 0.16 %

3 R3\_3 = 7.3260K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.38 %

3 R4\_3 = 2.4037K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.15 %

4 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_4(2 個)= 24.8829 Cb\_4(2 個)= 20.0000n R1\_4 = 12.4415

C1\_4 = 40.0000n 誤差=5.61 %

4 R2\_4 = 16.0000 C2\_4 = 0.2358n 誤差 = 1.78 %

4 R3\_4 = 6.7824K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.26 %

4 R4\_4 = 2.3721K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.18 %

5 (et2) 「HP4-3-1」 Rb\_5(2 個)= 43.3272 Cb\_5(2 個)= 2.0000n R1\_5 = 21.6636

C1\_5 = 4.0000n 誤差=3.04 %

5 R2\_5 = 1.4075K C2\_5 = 3.0000n 誤差 = 6.57 %

5 R3\_5 = 6.0294K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.83 %

5 R4\_5 = 2.4950K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 3.81 %

6 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_6(2 個)= 20.2996 Cb\_6(2 個)= 20.0000n R1\_6 = 10.1498

C1\_6 = 40.0000n 誤差=3.26 %

6 R2\_6 = 13.0000 C2\_6 = 0.9421n 誤差 = 3.41 %

6 R3\_6 = 6.3686K R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 2.65 %

楕円関数

BP4\_6-600KHz - 1200KHz.asc

バンドパス

6 R4\_6 = 2.5184K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 4.70 %

BP4 のピーク調整方法

Fp2 のピークを抑制するには、R2\_1 を調整する。

Fp1 のピークを抑制するには、R2\_2 を調整する。

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1= 2n, Cb1\_2= 0.2n, Cb1\_3= 2n,  
Cb1\_4= 0.2n, Cb1\_5= 1n, Cb1\_6= 0.2n  
ver.2.10 では、Cb1\_1= 0.2n, Cb1\_2= 7.5n, Cb1\_3= 2n,  
Cb1\_4= 20n, Cb1\_5= 2n, Cb1\_6= 20n

バンドパス

BP3\_10-20Hz-90KHz-Xs 1p1.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類	バンドパスフィルタ			遮断特性	Elliptic
設計するフィルタの次数 m(<=58)	10				
通過帯域 下端の周波数 Fp1 : (Fs1 = Fp1/xs)	20	Hz			
通過帯域 上端の周波数 Fp2 : (Fs2 = Fp2*xs)	90	KHz			
周波数Fp1,Fp2における減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK		
最低減衰量に達する周波数をFs1として、Xs = Fp1/Fs1	1.1	倍	キャンセル		

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=10

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 90.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 18.1818 Hz Fs2 = 99.0000KHz atts = 68.39dB

 $Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$ 

Hn = -----

 $s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$ 

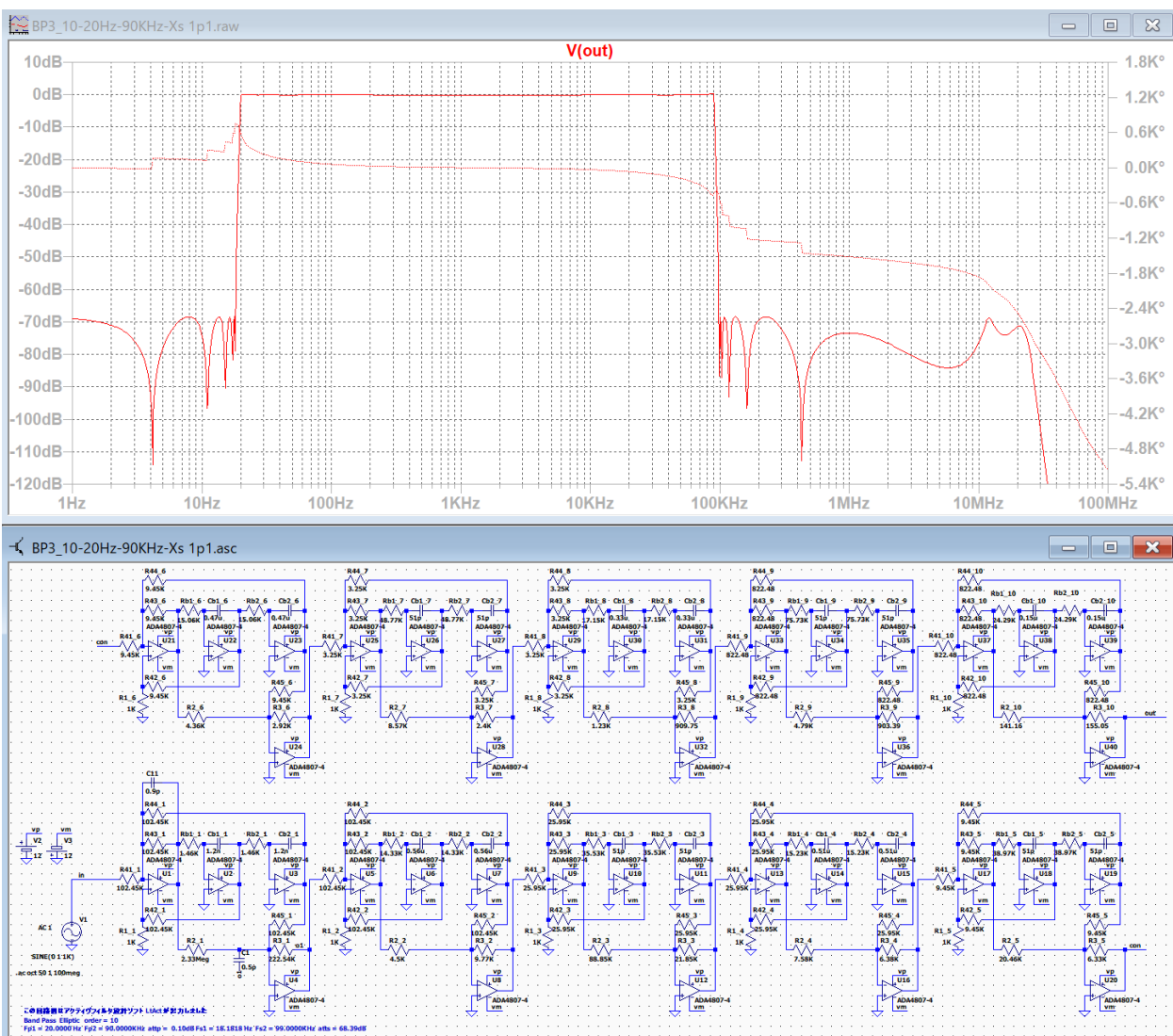
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	16.5386K	325.2641G	95.3221m	0	706.5330G
		Fc=	90.7691K	Q = 34.4841	GB 積=313.0090Meg
2	3.6132	15.5249K	2.1722	0	1.4799K
		Fc=	19.8305	Q = 34.4841	GB 積= 68.3838K
3	61.4337K	304.6362G	0.2459	0	256.4887G
		Fc=	87.8438K	Q = 8.9843	GB 積= 78.9215Meg
4	14.3304	16.5761K	0.8420	0	4.0765K
		Fc=	20.4909	Q = 8.9843	GB 積= 18.4097K
5	144.4626K	253.1416G	0.3092	0	169.4937G
		Fc=	80.0759K	Q = 3.4828	GB 積= 27.8887Meg
6	40.5531	19.9481K	0.6696	0	6.1688K
		Fc=	22.4787	Q = 3.4828	GB 積= 7.8288K
7	283.9704K	161.6527G	0.2801	0	119.4831G
		Fc=	63.9899K	Q = 1.4159	GB 積= 9.0600Meg
8	124.8310	31.2379K	0.7391	0	8.7508K
		Fc=	28.1294	Q = 1.4159	GB 積= 3.9827K
9	426.2182K	67.0417G	0.1885	0	73.6373G
		Fc=	41.2091K	Q = 0.6075	GB 積= 2.5034Meg
10	451.7720	75.3216K	1.0984	0	14.1990K
		Fc=	43.6797	Q = 0.6075	GB 積= 2.6535K

楕円関数

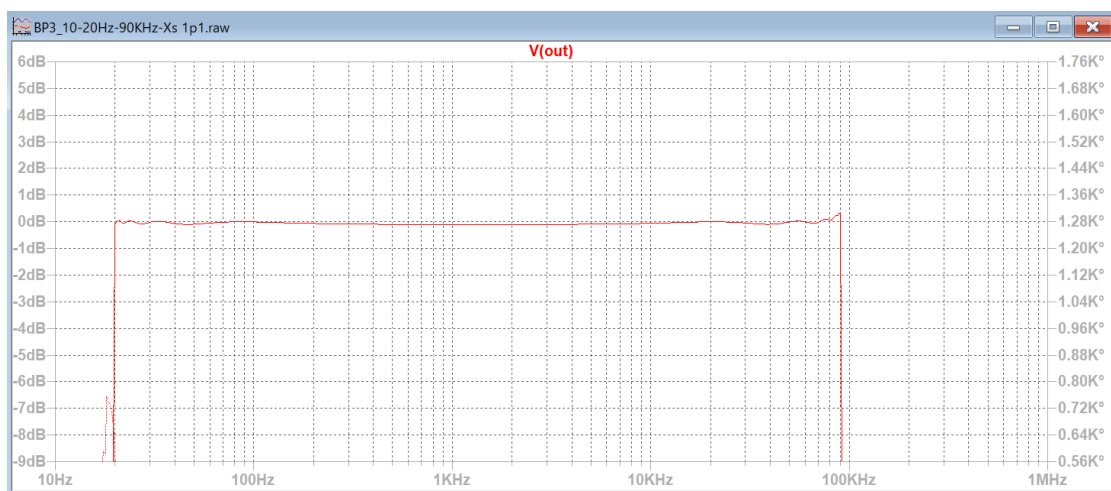
BP3\_10-20Hz-90KHz-Xs 1p1.asc

バンドパス

完成した回路図



通過域の拡大



楕円関数

BP3\_10-20Hz-90KHz-Xs 1p1.asc

バンドパス

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_10-20Hz-90KHz-Xs 1p1.asc 作成日時 Wed Jan 27  
16:05:25 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=10

参照モード=0

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 90.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 18.1818 Hz Fs2 = 99.0000KHz atts = 68.39dB

1 (et1) 「LP3-1-0」 Rb\_1(2 個)= 1.4612K Cb\_1(2 個)= 1.2000n 誤差=2.66 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 2.3347Meg R3\_1 = 222.5450K R4\_1(5 個)= 102.4522K  
誤差=3.86 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 14.3317K Cb\_2(2 個)= 0.5600u 誤差=4.66 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 4.4959K R3\_2 = 9.7660K R4\_2(5 個)= 102.4522K 誤  
差=5.52 %

3 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_3(2 個)= 35.5254K Cb\_3(2 個)= 51.0000p 誤差=1.34 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 88.8524K R3\_3 = 21.8511K R4\_3(5 個)= 25.9529K  
誤差=4.75 %

4 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_4(2 個)= 15.2296K Cb\_4(2 個)= 0.5100u 誤差=1.51 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 7.5806K R3\_4 = 6.3825K R4\_4(5 個)= 25.9529K  
誤差=5.06 %

5 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_5(2 個)= 38.9716K Cb\_5(2 個)= 51.0000p 誤差=0.07 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 20.4572K R3\_5 = 6.3262K R4\_5(5 個)= 9.4483K  
誤差=4.75 %

6 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_6(2 個)= 15.0644K Cb\_6(2 個)= 0.4700u 誤差=0.43 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 4.3638K R3\_6 = 2.9218K R4\_6(5 個)= 9.4483K  
誤差=4.78 %

7 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_7(2 個)= 48.7684K Cb\_7(2 個)= 51.0000p 誤差=3.63 %

7 R1\_7 = 1.0000K R2\_7 = 8.5687K R3\_7 = 2.4004K R4\_7(5 個)= 3.2476K  
誤差=4.60 %

8 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_8(2 個)= 17.1453K Cb\_8(2 個)= 0.3300u 誤差=4.98 %

8 R1\_8 = 1.0000K R2\_8 = 1.2308K R3\_8 = 909.7541 R4\_8(5 個)= 3.2476K 誤  
差=2.98 %

9 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_9(2 個)= 75.7281K Cb\_9(2 個)= 51.0000p 誤差=0.96 %

9 R1\_9 = 1.0000K R2\_9 = 4.7922K R3\_9 = 903.3910 R4\_9(5 個)= 822.4756 誤  
差=2.08 %

10 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_10(2 個)= 24.2912K Cb\_10(2 個)= 0.1500u 誤差=1.20 %

バンドパス

10 R1\_10 = 1.0000K R2\_10 = 141.1587 R3\_10 = 155.0460 R4\_10(5 個)= 822.4756  
誤差=7.04 %

急峻な阻止特性のフィルタを設計してみました。

20Hz で -0.06dB, 90KHz で 0.36dB,

18.18Hz 以下で最低減衰量 -68.2dB, 98.9KHz 以上で最低減衰量 -68.4dB

バンドパス

BP3\_10-10Hz-100KHz-Xs 1p2.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  10

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$  10 Hz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \cdot x_s)$  100 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.01 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.2 倍

OK キャンセル

リプルが 0.01dB で阻止特性が急峻なフィルタを設計して、通過域上端におけるゲイン調整と阻止域におけるピークを調整してみました。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=10

$F_{p1} = 10.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 100.0000 \text{ KHz}$   $attp = 0.0100 \text{ dB}$

$F_{s1} = 8.3333 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 120.0000 \text{ KHz}$   $atts = 74.92 \text{ dB}$

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

$H_n = \text{-----}$

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	35.7660K	419.4301G	74.0575m	0	1.0089T
		$F_c =$	103.0742K	$Q =$	18.1075 GB 積=186.6418Meg
2	3.3664	3.7159K	2.4055	0	275.1878
		$F_c =$	9.7018	$Q =$	18.1075 GB 積= 17.5675K
3	124.0526K	390.0195G	0.1959	0	354.6454G
		$F_c =$	99.3947K	$Q =$	5.0343 GB 積= 50.0381Meg
4	12.5568	3.9961K	0.9093	0	782.8964
		$F_c =$	10.0609	$Q =$	5.0343 GB 積= 5.0649K
5	261.3429K	323.7284G	0.2556	0	225.6261G
		$F_c =$	90.5546K	$Q =$	2.1771 GB 積= 19.7147Meg
6	31.8706	4.8144K	0.6970	0	1.2306K
		$F_c =$	11.0431	$Q =$	2.1771 GB 積= 2.4042K
7	457.3365K	220.3315G	0.2461	0	159.4841G

楕円関数

BP3\_10-10Hz-100KHz-Xs 1p2.asc



バンドパス

		Fc=	74.7065K	Q =	1.0264	GB 積=	7.6676Meg
8	81.9443	7.0736K	0.7238		0	1.7409K	
		Fc=	13.3857	Q =	1.0264	GB 積=	1.3739K
9	633.6715K	125.1068G	0.1967		0	113.3081G	
		Fc=	56.2938K	Q =	0.5582	GB 積=	3.1422Meg
10	199.9599	12.4577K	0.9057		0	2.4504K	
		Fc=	17.7639	Q =	0.5582	GB 積=	991.5526

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP3\_10-10Hz-100KHz-Xs 1p2.asc 作成日時 Thu Jan 28 13:44:58 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=10

参照モード=0

Fp1 = 10.0000 Hz Fp2 = 100.0000KHz attp = 0.0100dB

Fs1 = 8.3333 Hz Fs2 = 120.0000KHz atts = 74.92dB

1 (et1) 「LP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 1.2867K Cb\_1(2 個)= 1.2000n 誤差=1.03 %  
 1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 1.7320Meg R3\_1 = 128.2687K R4\_1(5 個)= 53.3226K  
 誤差=6.02 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 16.4048K Cb\_2(2 個)= 1.0000u 誤差=2.47 %  
 2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 1.6416K R3\_2 = 3.9489K R4\_2(5 個)= 53.3226K  
 誤差=5.19 %

3 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_3(2 個)= 31.3969K Cb\_3(2 個)= 51.0000p 誤差=4.45 %  
 3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 65.4551K R3\_3 = 12.8237K R4\_3(5 個)= 14.1028K  
 誤差=7.58 %

4 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_4(2 個)= 15.8192K Cb\_4(2 個)= 1.0000u 誤差=1.14 %  
 4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 3.0386K R3\_4 = 2.7630K R4\_4(5 個)= 14.1028K  
 誤差=6.88 %

5 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_5(2 個)= 34.4619K Cb\_5(2 個)= 51.0000p 誤差=4.24 %  
 5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 15.0823K R3\_5 = 3.8551K R4\_5(5 個)= 5.5313K  
 誤差=1.79 %

6 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_6(2 個)= 14.4122K Cb\_6(2 個)= 1.0000u 誤差=4.08 %  
 6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 2.0286K R3\_6 = 1.4138K R4\_6(5 個)= 5.5313K  
 誤差=6.38 %

7 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_7(2 個)= 41.7726K Cb\_7(2 個)= 51.0000p 誤差=2.94 %

楕円関数

BP3\_10-10Hz-100KHz-Xs 1p2.asc

バンドパス

7 R1\_7 = 1.0000K R2\_7 = 6.1147K R3\_7 = 1.5049K R4\_7(5 個) = 2.0791K

誤差=4.07 %

8 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_8(2 個) = 14.4999K Cb\_8(2 個) = 0.8200u 誤差=3.45 %

8 R1\_8 = 1.0000K R2\_8 = 706.9244 R3\_8 = 511.6980 R4\_8(5 個) = 2.0791K 誤

差=5.39 %

9 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_9(2 個) = 55.4357K Cb\_9(2 個) = 51.0000p 誤差=1.02 %

9 R1\_9 = 1.0000K R2\_9 = 3.1059K R3\_9 = 610.9318 R4\_9(5 個) = 674.5479 誤

差=3.81 %

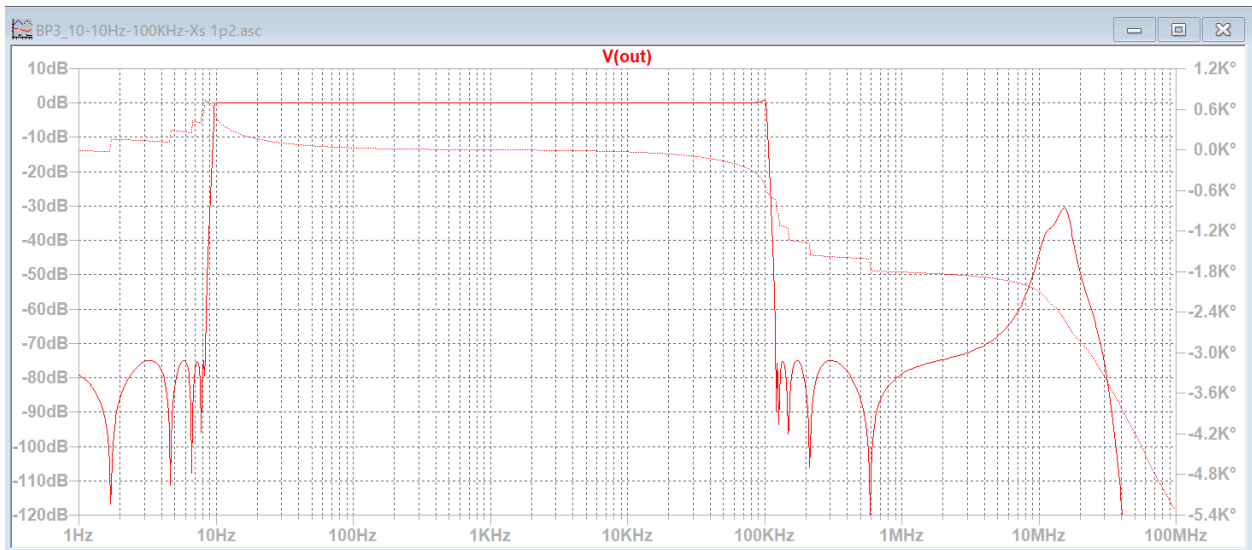
10 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_10(2 個) = 14.4507K Cb\_10(2 個) = 0.6200u 誤差=3.80 %

10 R1\_10 = 1.0000K R2\_10 = 146.4982 R3\_10 = 132.6820 R4\_10(5 個) = 674.5479

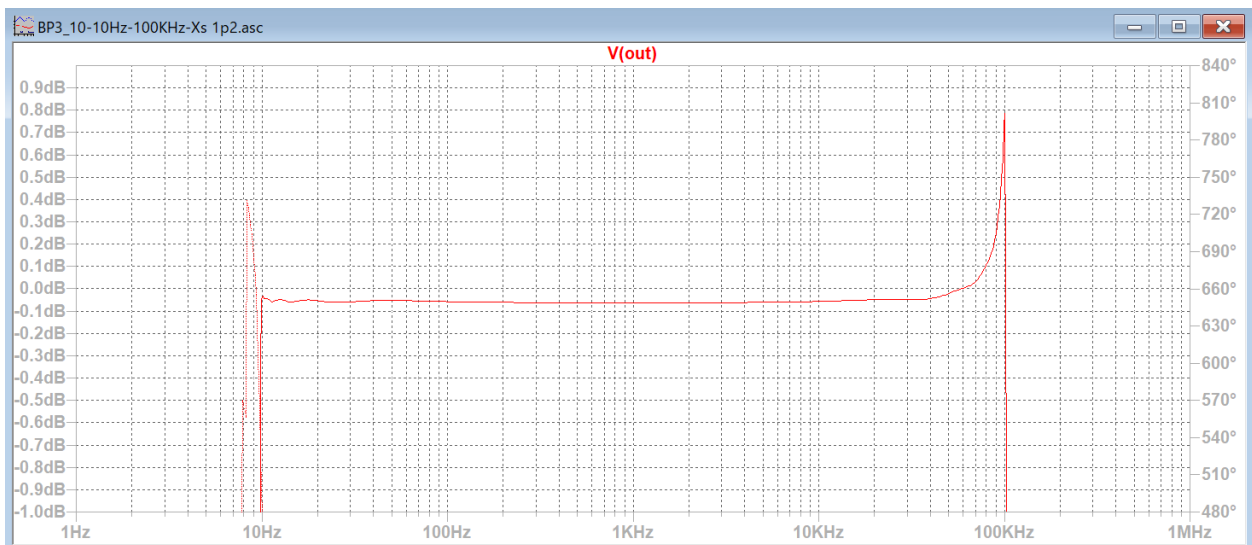
誤差=3.23 %

## バンドパス

## 調整前の周波数特性



## 通過域を拡大表示



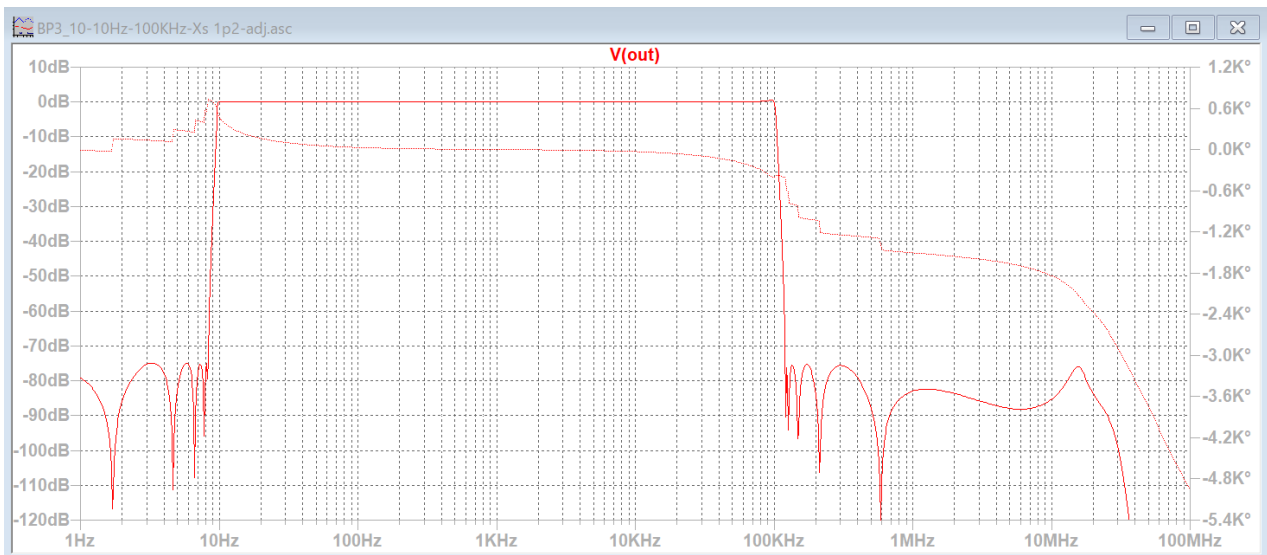
10Hz で -0.05dB、100KHz で 0.75dB、102.16KHz で 0dB

100.7KHz で 0.8dB、15MHz 付近にピーク

バンドパス

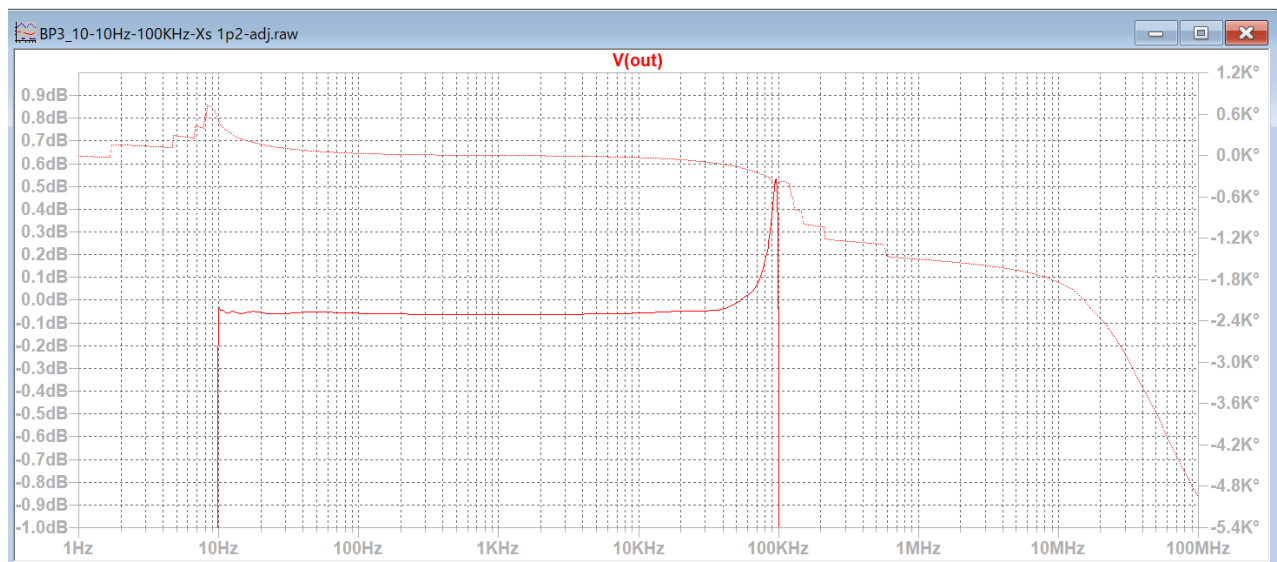
調整後の周波数特性

BP3\_10-10Hz-100KHz-Xs 1p2-adj.asc



15MHz 付近のピークを調整済

通過域の拡大表示



10Hz で -0.05dB、100KHz で 0dB、100.2KHz で -0.1dB

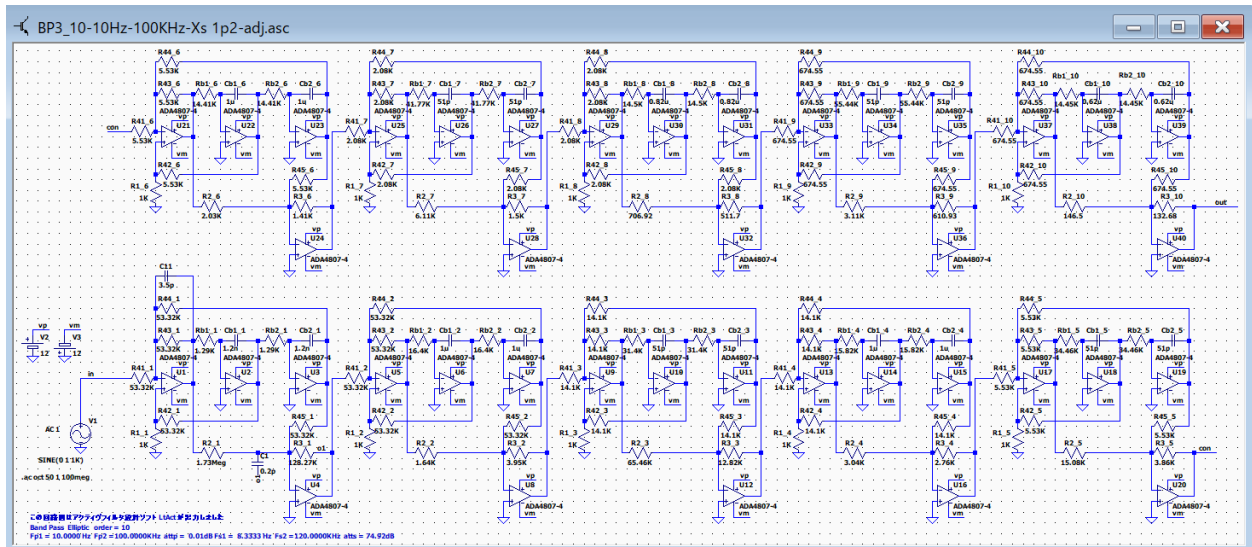
96KHz で 0.5dB

楕円関数

BP3\_10-10Hz-100KHz-Xs 1p2.asc

バンドパス

完成した回路図



バンドパス

BP4\_10-10Hz-100KHz-Xs 1p2.asc

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  10

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/X_s)$  10 Hz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \times X_s)$  100 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.01 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.2 倍

OK Cancel

リップルが 0.01dB で阻止特性が急峻なフィルタを設計して、通過域上端におけるゲイン調整と阻止域におけるピークを調整してみました。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=10

$F_{p1} = 10.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 100.0000 \text{ KHz}$   $attp = 0.0100 \text{ dB}$

$F_{s1} = 8.3333 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 120.0000 \text{ KHz}$   $atts = 74.92 \text{ dB}$

2 次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

$H_n = \text{-----}$

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2 次式

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	35.7660K	419.4301G	74.0575m	0	1.0089T
		$F_c =$	103.0742K	$Q =$	18.1075 GB 積=186.6418Meg
2	3.3664	3.7159K	2.4055	0	275.1878
		$F_c =$	9.7018	$Q =$	18.1075 GB 積= 17.5675K
3	124.0526K	390.0195G	0.1959	0	354.6454G
		$F_c =$	99.3947K	$Q =$	5.0343 GB 積= 50.0381Meg
4	12.5568	3.9961K	0.9093	0	782.8964
		$F_c =$	10.0609	$Q =$	5.0343 GB 積= 5.0649K
5	261.3429K	323.7284G	0.2556	0	225.6261G
		$F_c =$	90.5546K	$Q =$	2.1771 GB 積= 19.7147Meg
6	31.8706	4.8144K	0.6970	0	1.2306K
		$F_c =$	11.0431	$Q =$	2.1771 GB 積= 2.4042K
7	457.3365K	220.3315G	0.2461	0	159.4841G

楕円関数

BP4\_10-10Hz-100KHz-Xs 1p2.asc

バンドパス

		Fc=	74.7065K	Q =	1.0264	GB 積=	7.6676Meg
8	81.9443	7.0736K	0.7238		0	1.7409K	
		Fc=	13.3857	Q =	1.0264	GB 積=	1.3739K
9	633.6715K	125.1068G	0.1967		0	113.3081G	
		Fc=	56.2938K	Q =	0.5582	GB 積=	3.1422Meg
10	199.9599	12.4577K	0.9057		0	2.4504K	
		Fc=	17.7639	Q =	0.5582	GB 積=	991.5526

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BP4\_10-10Hz-100KHz-Xs 1p2.asc 作成日時 Thu Jan 28 09:39:04 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=10

参照モード=0

Fp1 = 10.0000 Hz Fp2 = 100.0000KHz attp = 0.0100dB

Fs1 = 8.3333 Hz Fs2 = 120.0000KHz atts = 74.92dB

1 (et2) 「LP4-2-0」 Rb\_1(2 個)= 27.0926 Cb\_1(2 個)= 10.0000n R1\_1 = 13.5463  
C1\_1 = 20.0000n 誤差=4.05 %

1 R2\_1 = 3.3966K C2\_1 = 0.1600u 誤差 = 2.85 %

1 R3\_1 = 79.2405K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.48 %

1 R4\_1 = 2.7386K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.41 %

2 (et2) 「HP4-0-0」 Rb\_2(2 個)= 1.3749K Cb\_2(2 個)= 68.0000u R1\_2 = 687.4663  
C1\_2 = 0.1360m 誤差=7.10 %

2 R2\_2 = 82.0000 C2\_2 = 2.1491u 誤差 = 2.37 %

2 R3\_2 = 83.1588K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.39 %

2 R4\_2 = 2.7454K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.65 %

3 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_3(2 個)= 495.5040 Cb\_3(2 個)= 1.5000n R1\_3 = 247.7520  
C1\_3 = 3.0000n 誤差=4.28 %

3 R2\_3 = 12.8217K C2\_3 = 3.0000n 誤差 = 1.39 %

3 R3\_3 = 9.0407K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.66 %

3 R4\_3 = 5.1447K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.87 %

4 (et2) 「HP4-0-0」 Rb\_4(2 個)= 2.8400K Cb\_4(2 個)= 12.0000u R1\_4 = 1.4200K  
C1\_4 = 24.0000u 誤差=7.49 %

4 R2\_4 = 1.5000K C2\_4 = 0.1880u 誤差 = 4.25 %

4 R3\_4 = 8.4417K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.86 %

4 R4\_4 = 5.0852K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.29 %

楕円関数

BP4\_10-10Hz-100KHz-Xs 1p2.asc

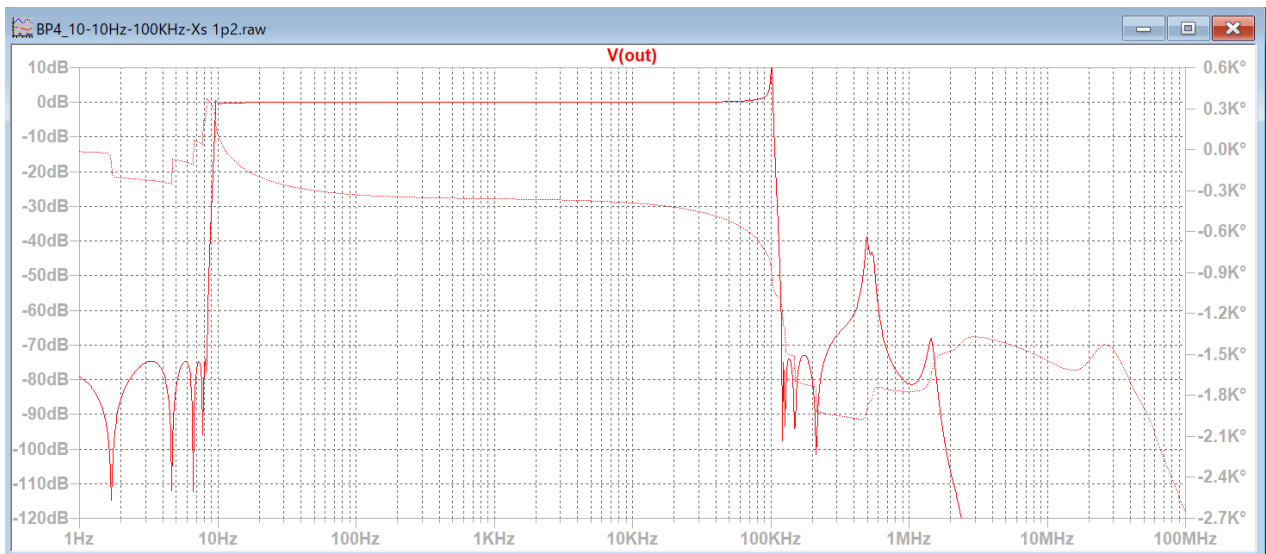
バンドパス

5 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_5(2 個)= 1.1696K Cb\_5(2 個)= 0.9100n R1\_5 = 584.8159  
 C1\_5 = 1.8200n 誤差=5.09 %  
 5 R2\_5 = 84.4903K C2\_5 = 0.8200n 誤差 = 2.95 %  
 5 R3\_5 = 2.6260K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.82 %  
 5 R4\_5 = 5.6729K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.28 %  
 6 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_6(2 個)= 2.3799K Cb\_6(2 個)= 10.0000u R1\_6 = 1.1899K  
 C1\_6 = 20.0000u 誤差=1.20 %  
 6 R2\_6 = 2.7000K C2\_6 = 66.2853n 誤差 = 2.59 %  
 6 R3\_6 = 2.5190K R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 4.72 %  
 6 R4\_6 = 5.6411K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 0.73 %  
 7 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_7(2 個)= 1.6563K Cb\_7(2 個)= 0.7500n R1\_7 = 828.1695  
 C1\_7 = 1.5000n 誤差=3.54 %  
 7 R2\_7 = 165.2703K C2\_7 = 0.7500n 誤差 = 3.19 %  
 7 R3\_7 = 789.1486 R5\_7 = 10.0000K 誤差 = 3.91 %  
 7 R4\_7 = 6.8434K R6\_7 = 10.0000K 誤差 = 0.63 %  
 8 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_8(2 個)= 2.0391K Cb\_8(2 個)= 10.0000u R1\_8 = 1.0195K  
 C1\_8 = 20.0000u 誤差=2.71 %  
 8 R2\_8 = 2.0000K C2\_8 = 0.1666u 誤差 = 3.97 %  
 8 R3\_8 = 864.5213 R5\_8 = 10.0000K 誤差 = 5.15 %  
 8 R4\_8 = 6.8844K R6\_8 = 10.0000K 誤差 = 1.23 %  
 9 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_9(2 個)= 1.7567K Cb\_9(2 個)= 0.7500n R1\_9 = 878.3708  
 C1\_9 = 1.5000n 誤差=4.36 %  
 9 R2\_9 = 24.4309K C2\_9 = 1.6000n 誤差 = 1.76 %  
 9 R3\_9 = 33.3786 R5\_9 = 10.0000K 誤差 = 1.13 %  
 9 R4\_9 = 10.3249K R6\_9 = 10.0000K 誤差 = 3.15 %  
 10 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_10(2 個)= 1.9225K Cb\_10(2 個)= 10.0000u R1\_10 =  
 961.2606 C1\_10 = 20.0000u 誤差=5.70 %  
 10 R2\_10 = 820.0000 C2\_10 = 1.1778u 誤差 = 1.89 %  
 10 R3\_10 = 437.0772 R5\_10 = 10.0000K 誤差 = 1.62 %  
 10 R4\_10 = 10.7217K R6\_10 = 10.0000K 誤差 = 2.60 %

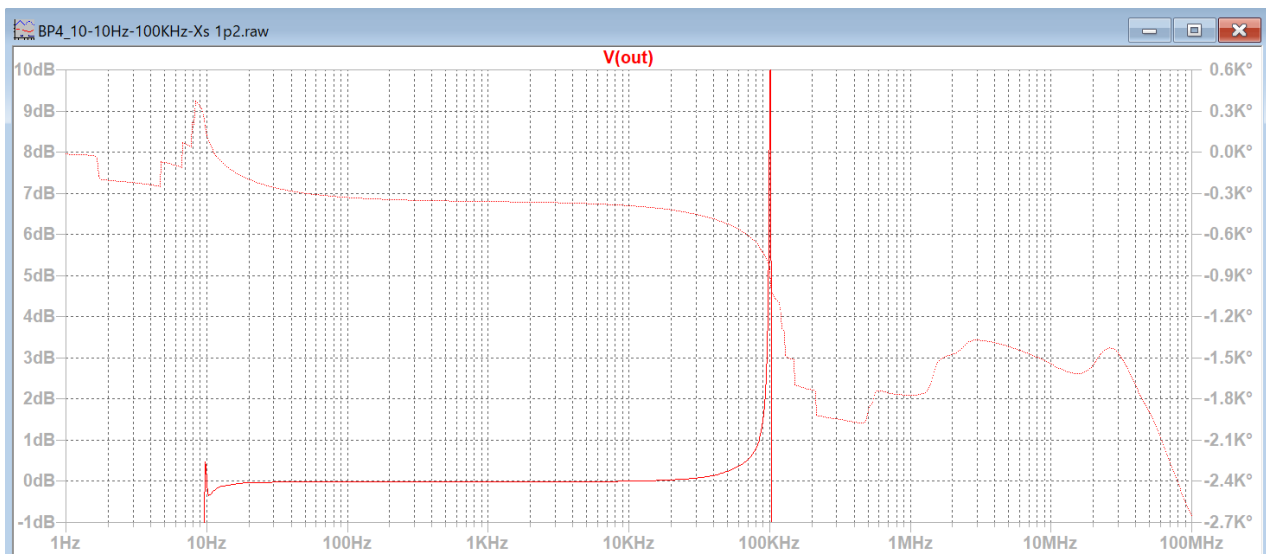


## バンドパス

## 調整前の周波数特性



## 通過域の拡大表示

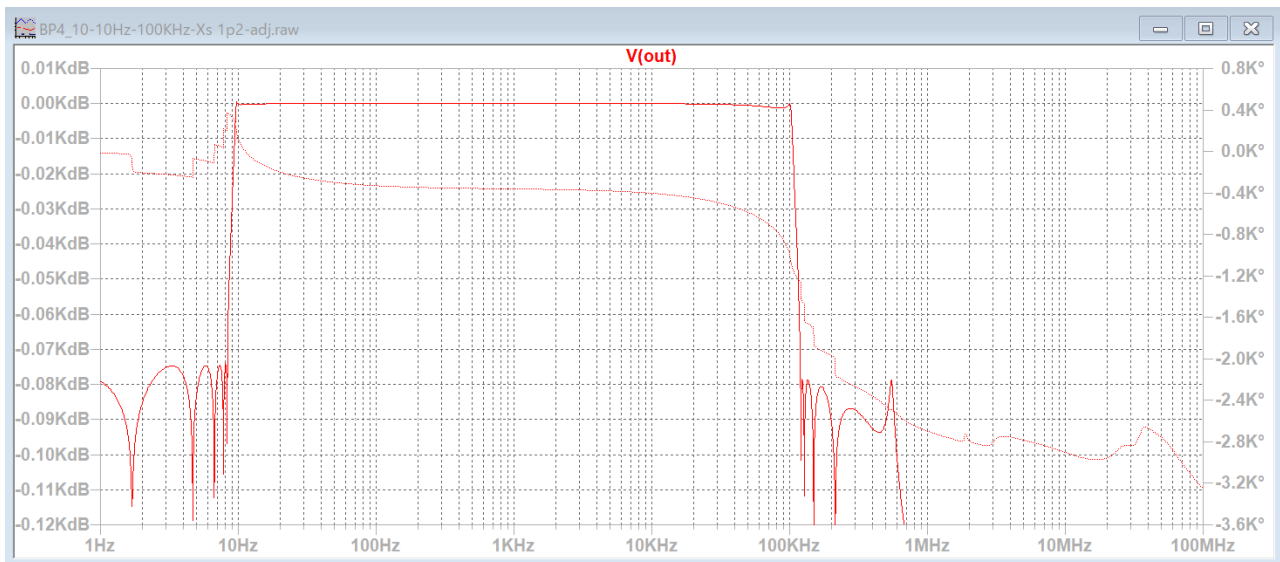


10Hz で -0.08dB、100KHz で 8.4dB、103.75KHz で 0dB  
9.7Hz で 0.46dB、102KHz で 11.7dB、500KHz 付近にピーク

バンドパス

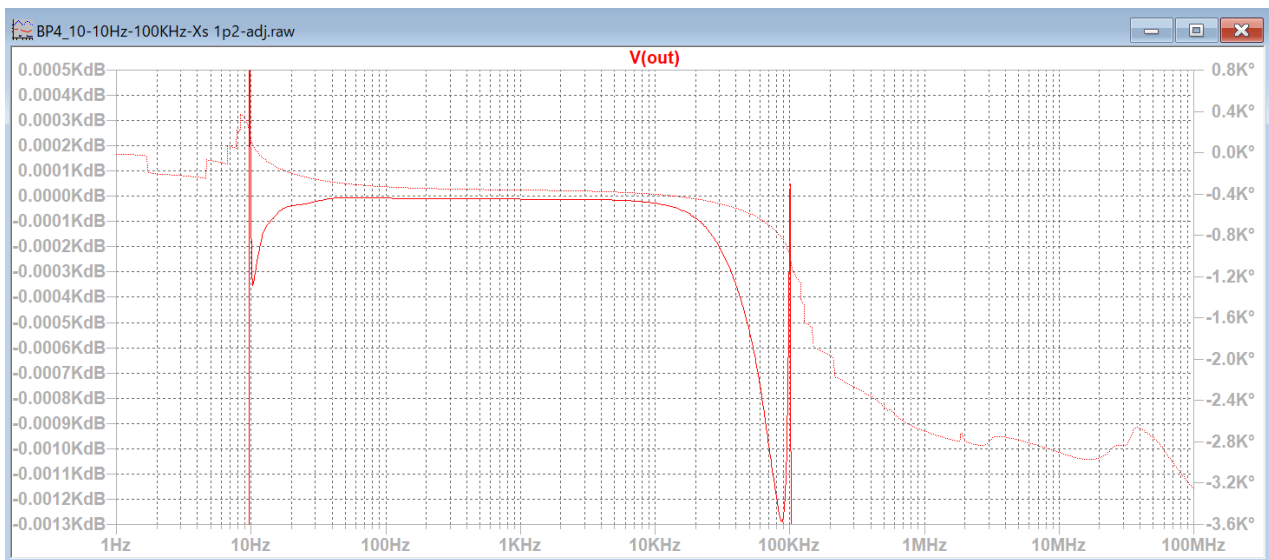
調整後の周波数特性

BP4\_10-10Hz-100KHz-Xs 1p2-adj.asc



500KHz 付近のピークを調整済

通過域の拡大表示



10Hz で -0.09dB、100KHz で 0dB

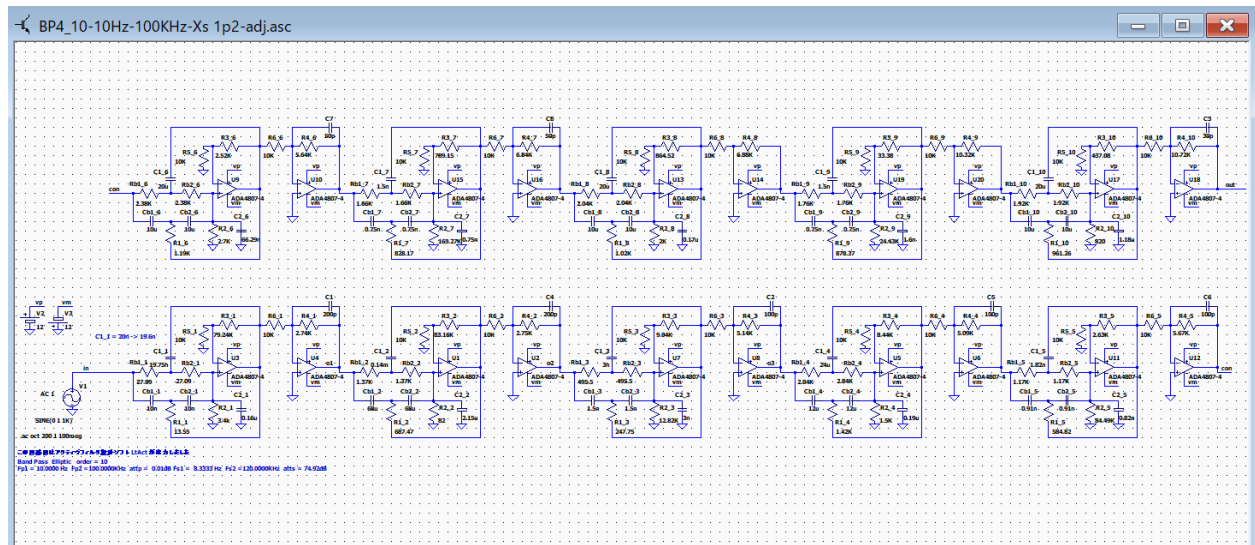
9.75Hz で 0.58dB、87.9KHz で -1.29dB、102KHz で -1.09dB

楕円関数

BP4\_10-10Hz-100KHz-Xs 1p2.asc

バンドパス

完成した回路図



100KHz のゲインは  $C1\_1 = 20n$  を  $19.75n$  に変更して調整した

500KHz 付近のピークは、 $C1 \sim C10$  によって調整した

基本回路 BP4 では、通過域端のゲイン調整および遮断域のピーク調整は難しい。

通過域上端 ( $F_{p2} = 100KHz$ ) のゲイン調整は第 1 ブロックの  $C1\_1$  で行い、  
通過域下端 ( $F_{p1} = 10Hz$ ) のゲイン調整は第 2 ブロックの  $C1\_2$  で行う。

阻止域のピークは、第 1 ブロックの  $R4\_1$  に接続する  $C1$  で行い、必要に応じて第 2 ブロックの  $R4\_2$  に接続する  $C2$  などを追加する。

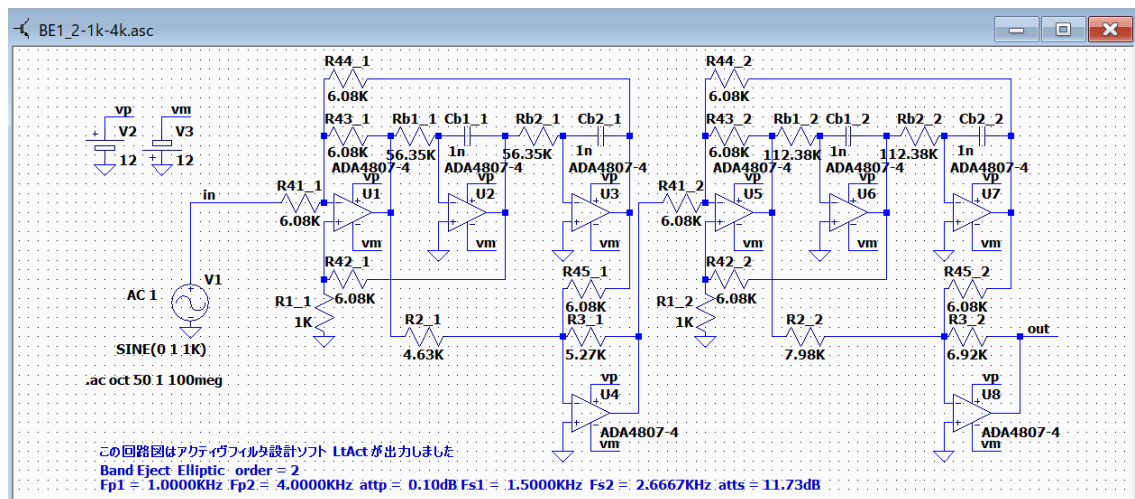
## バンドプロジェクト

## バンドプロジェクト

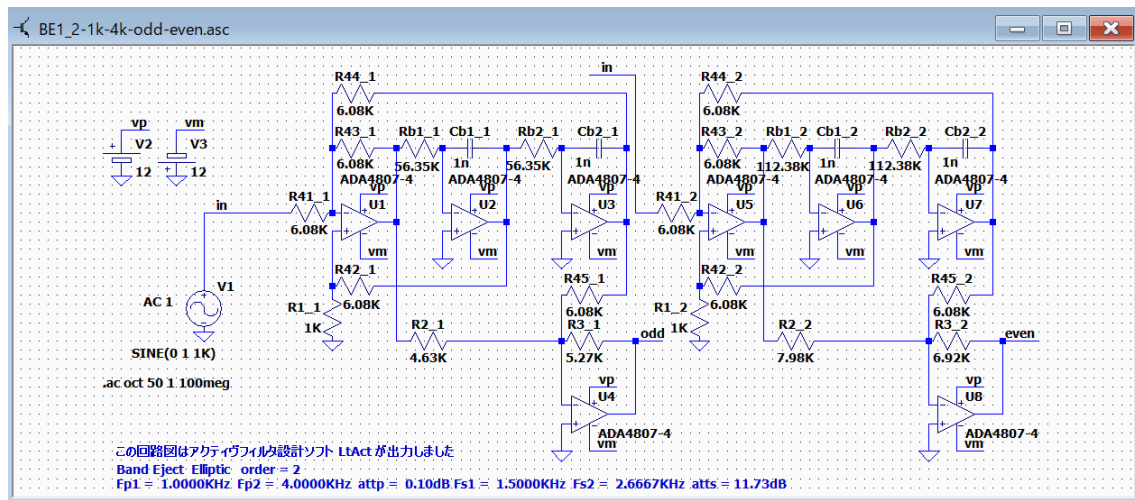
## 基本回路 BE1(et1)のコンデンサ値

BE1(et1)はバターワース、チェビシェフ、逆チェビシェフおよび楕円関数のバンドエリミネーションフィルタで使用する基本回路です。

BE・楕円関数 2次 1KHz-10KHz BE1



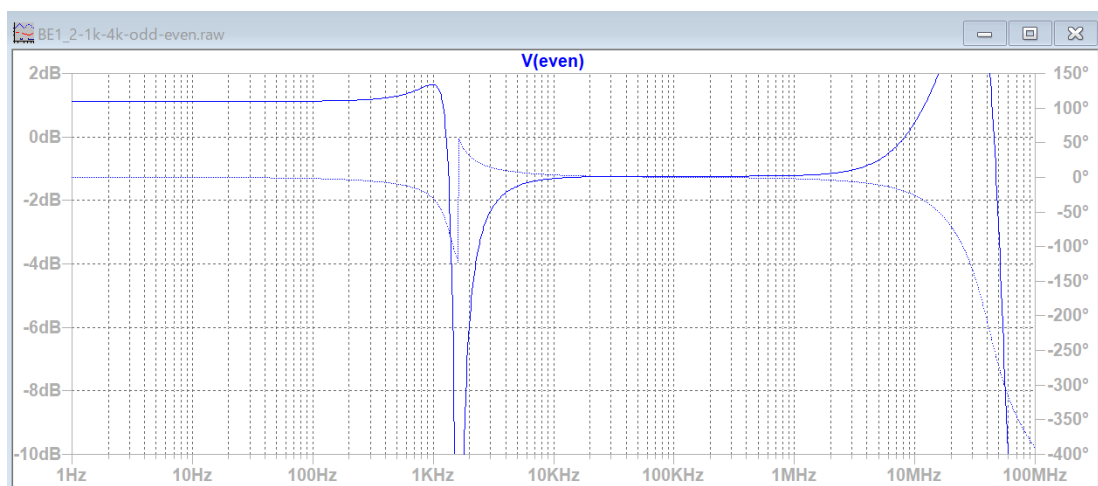
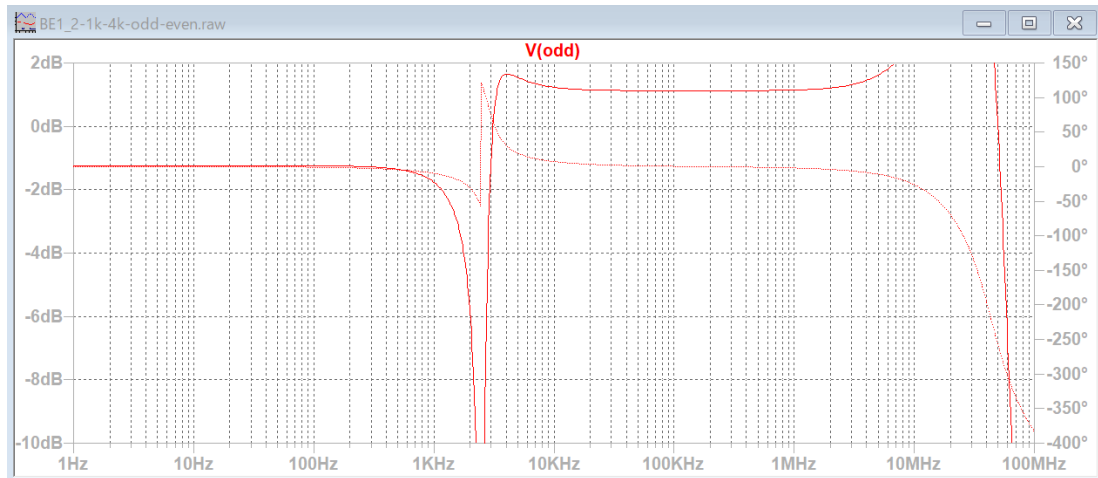
et1 を使用する BE フィルタは 1 次の et1 フィルタが 2 つ縦続接続されて 2 次のフィルタを構成しています。2 つのブロックそれぞれの出力を確認するために、2 番目のブロックの R41\_2 を入力 in に接続します。



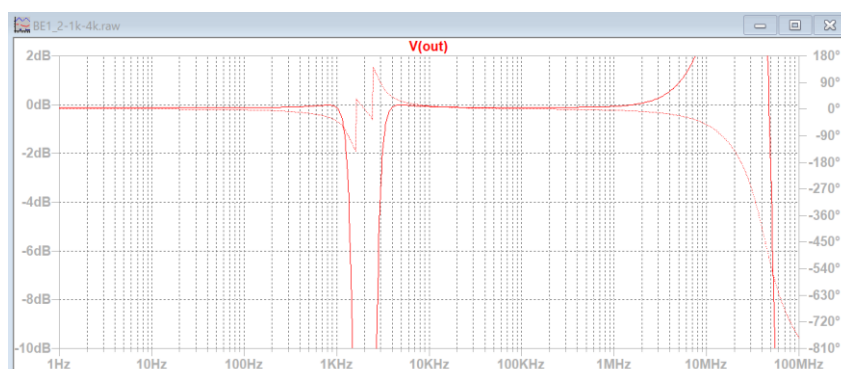
基本回路 BE1(et1)のコンデンサ値BE・楕円関数 2次 1KHz-10KHz BE1

## バンドプロジェクト

「Odd」と「Even」を確認します。



「Odd」は  $F_{p2}$  に対するハイパスフィルタ、「Even」は  $F_{p1}$  に対するローパスフィルタであることが分かります。周波数は、 $F_{p2} > F_{p1}$  なので  $F_{p1} \sim F_{p2}$  が遮断域です。  
(BP3 ではローパス、ハイパスの順でした)



従って、すでに作成した LP3(et1)と HP3(et1)の表をそのまま利用することが出来ます。

「参照モード 1」では、LP3 の代わりに HP3 が利用されます。

基本回路 BE1(et1)のコンデンサ値BE・楕円関数 2 次 1KHz-10KHz BE1

まとめ BE1(et1)の Cb1\_1 の値

この表はオペアンプに ADA4807-4 を利用する場合の値です。

BE1(et1)	Cb1_1の値	奇数ブロック用	
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	50p	50p	50p
1000	30p	30p	30p
BE1(et1)	Cb1_1の値	偶数ブロック用	
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	10u	8.2u	3u
10	1.2u	0.9u	0.4u
100	120n	90n	40n
1000	18n	10n	4n

奇数次数の BE1 フィルタでは、第 1 ブロックが BE フィルタとして動作します。

「まとめ BE1 の Cb1\_1 の値」の「偶数ブロック用」を参照して、周波数 $F_c = \sqrt{F_{p1} \cdot F_{p2}}$ に見合った Cb1\_1 の値に設定して下さい。

奇数次数のフィルタでは、後続のブロックは表の奇数と偶数が反転します。

## 4 次 フィルタの設計手順

設計パラメータの入力

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Elliptic 次数=4

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 4.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 1.5000KHz Fs2 = 2.6667KHz atts = 51.21dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

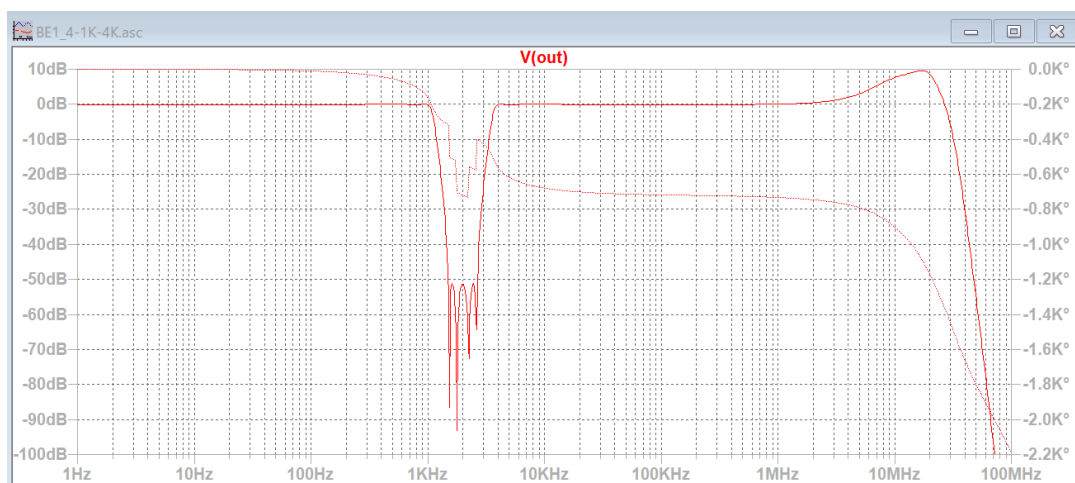
2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	5.2395K	532.1756Meg	2.1255	0	422.6842Meg
		Fc=	3.6715K	Q = 4.4029	GB 積= 1.6166Meg
2	1.5547K	46.8581Meg	0.7943	0	99.5976Meg
		Fc=	1.0895K	Q = 4.4029	GB 積=479.6826K
3	28.2507K	568.0421Meg	1.1103	0	299.5740Meg
		Fc=	3.7932K	Q = 0.8436	GB 積=320.0156K
4	7.8536K	43.8994Meg	0.5274	0	48.7427Meg
		Fc=	1.0545K	Q = 0.8436	GB 積= 88.9632K

「まとめ BE1(et1)の Cb1\_1 の値」を参照して、奇数ブロックは周波数 4KHz、偶数ブロックは周波数 1KHz で、対応する Q 値より値を求めます。

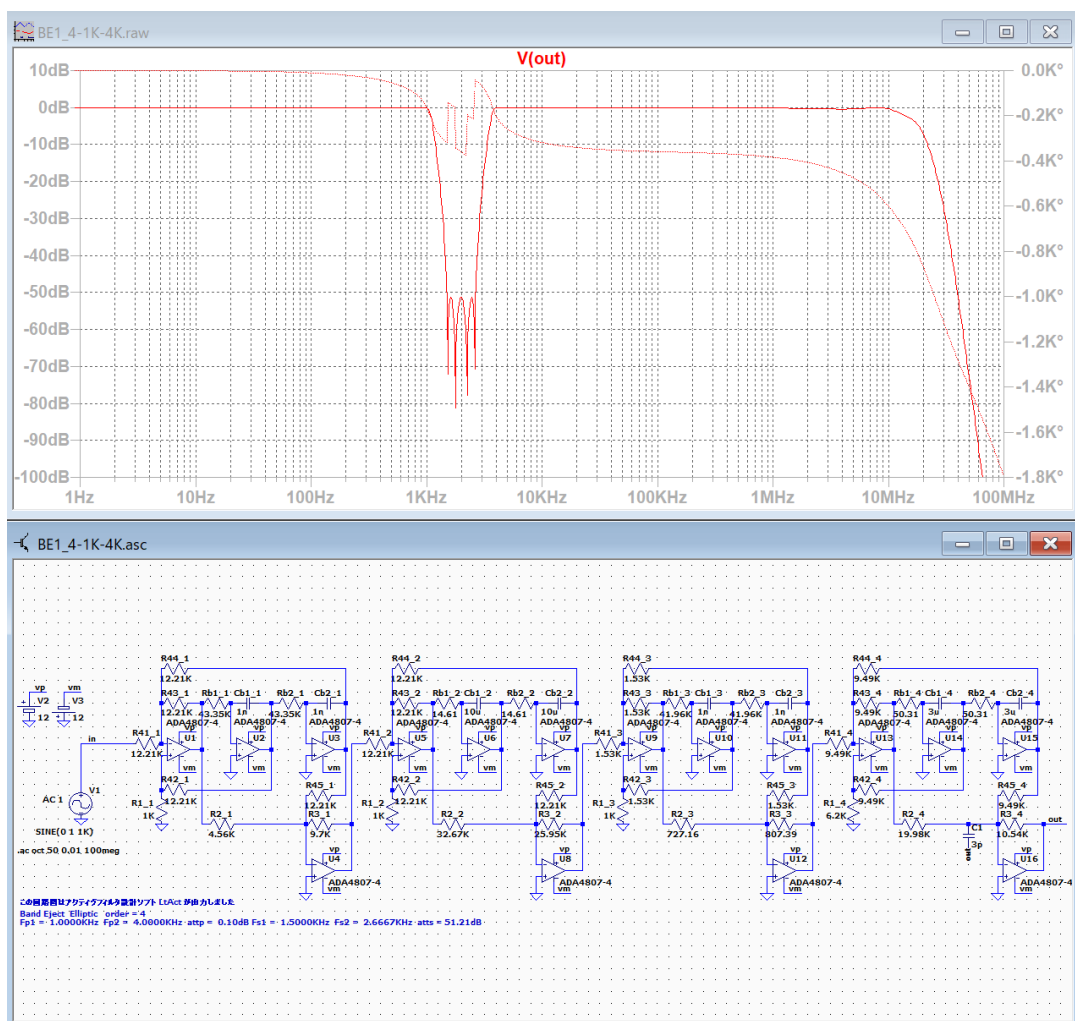
C1\_1=1n, C1\_2=10u, C1\_3=1n, C1\_4=3u に設定して回路図ファイルを出力して V(out)を確認します。

最後のブロックでピークの調整が出来るように、R3\_4 が 10K 程度になるように設定します。



20MHz 付近にピークがあるので、U16 の R3\_4 に C1 を並列接続して調整します。C1=3p でピークが消えました。

### 完成した回路図



### 基本回路 BE1(et1)のコンデンサ値4次 フィルタの設計手順



## 3 次 フィルタの設計手順

設計パラメータの入力

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アタク Band Eject Elliptic 次数=3

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 4.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 1.5000KHz Fs2 = 2.6667KHz atts = 31.32dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	17.9459K	157.9137Meg	1.0000	0	157.9137Meg
		Fc=	2.0000K	Q = 0.7002	GB 積=140.0472K
2	7.1824K	458.0467Meg	1.3232	0	346.1756Meg
		Fc=	3.4062K	Q = 2.9798	GB 積= 1.0150Meg
3	2.4762K	54.4415Meg	0.7558	0	72.0349Meg
		Fc=	1.1743K	Q = 2.9798	GB 積=349.9216K

奇数次数フィルタなので、「まとめ BE1(et1)の Cb1\_1 の値」の奇数と偶数を入れ替えて参照しますので、偶数ブロックは周波数 4KHz、奇数ブロックは周波数 1KHz で、対応する Q 値より値を求めます。

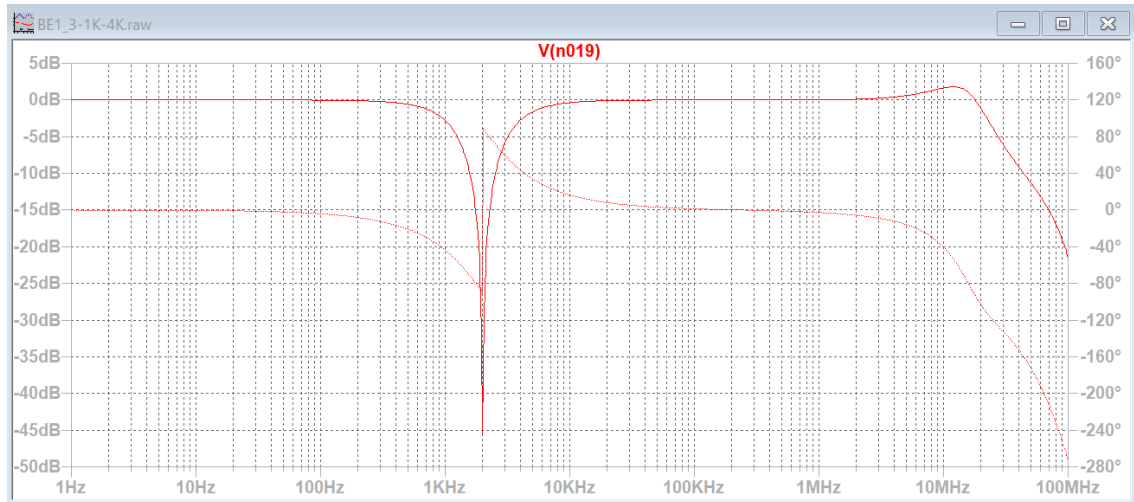
第 1 ブロックは  $Fc = \sqrt{Fp1 \cdot Fp2} = 2KHz$  で偶数ブロック用の表の値を参照します。

C1\_1=3u, C1\_2=1n, C1\_3=8.2u に設定して V(out)を確認します。

各ブロックでピークの調整が出来るように、R3\_?が 10K 程度になるように設定します。

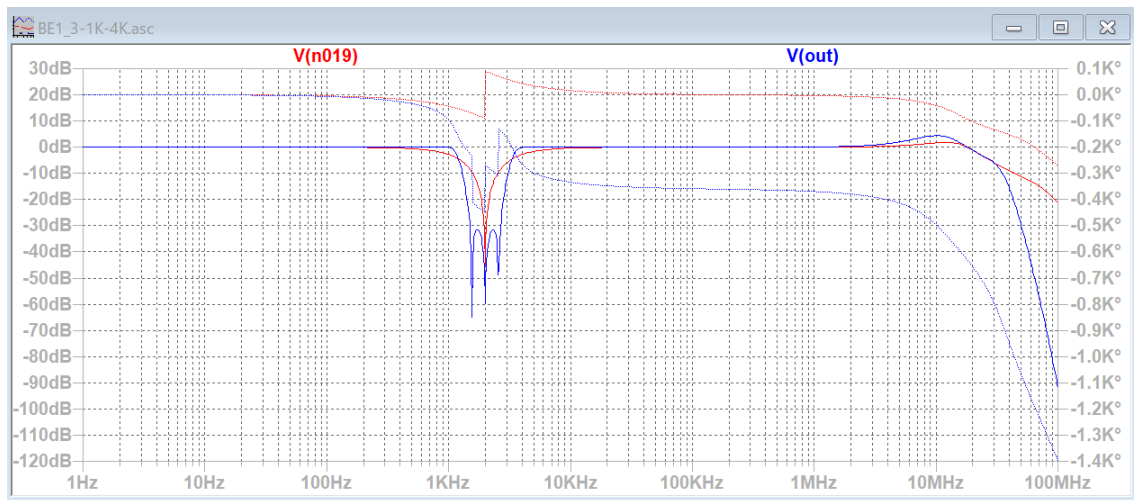
## バンドプロジェクト

U4 の出力を確認します。



奇数次数の BE フィルタでは、1 番目のブロックが 1 次の BE フィルタとして動作していることが確認できました。12MHz 付近にピークがあります。

V(out)を確認します。



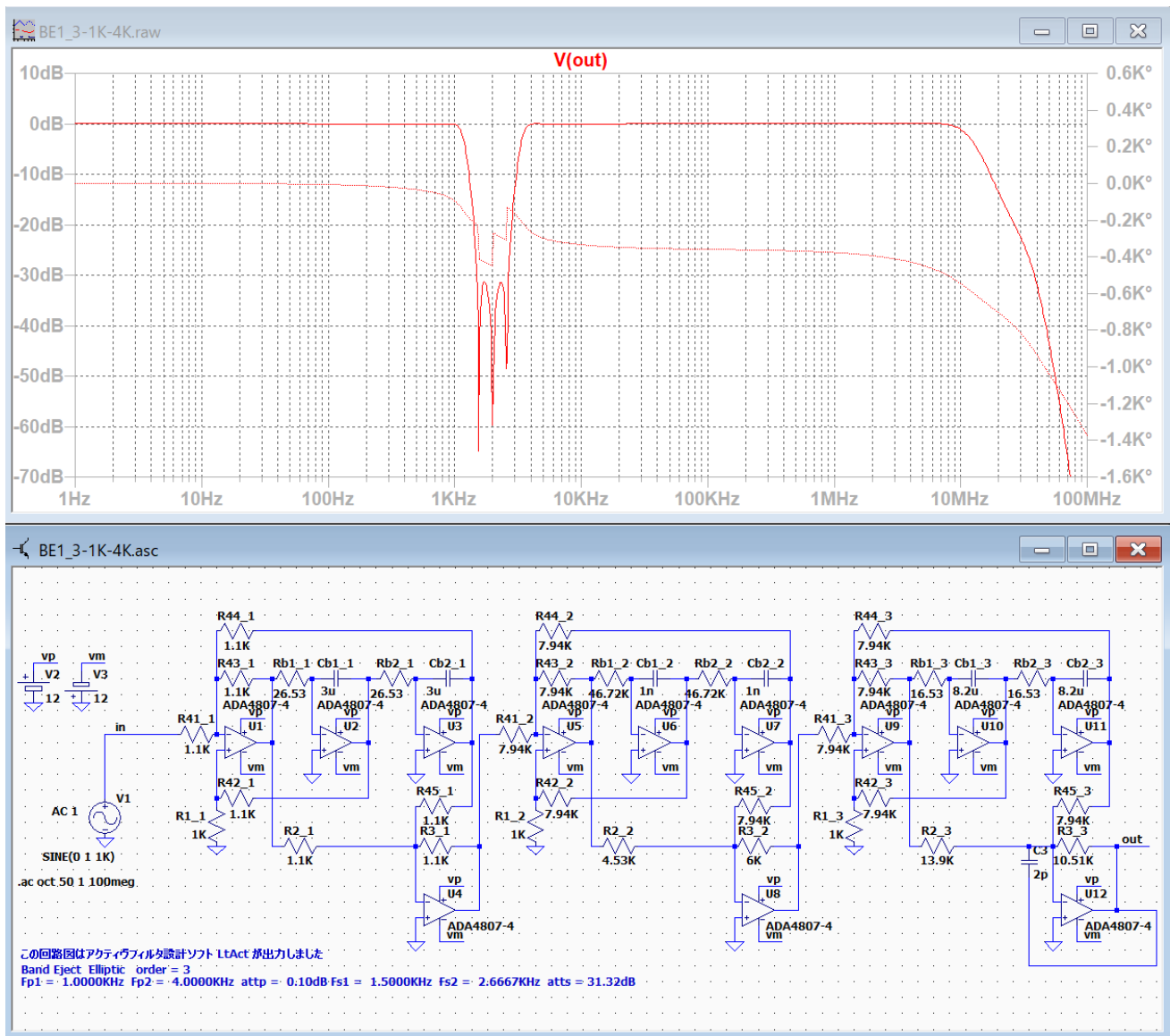
V(out)では 12MHz のピークは無く、10MHz 付近にピークがあります。

第 1 ブロックの U4 及び第 2 ブロックの U8 の出力を確認するとピークは 12MHz で小さいので、第 3 ブロックの U12 の R3\_3 に C3 を接続して調整します。

C3=2p でピークが消えました。

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図



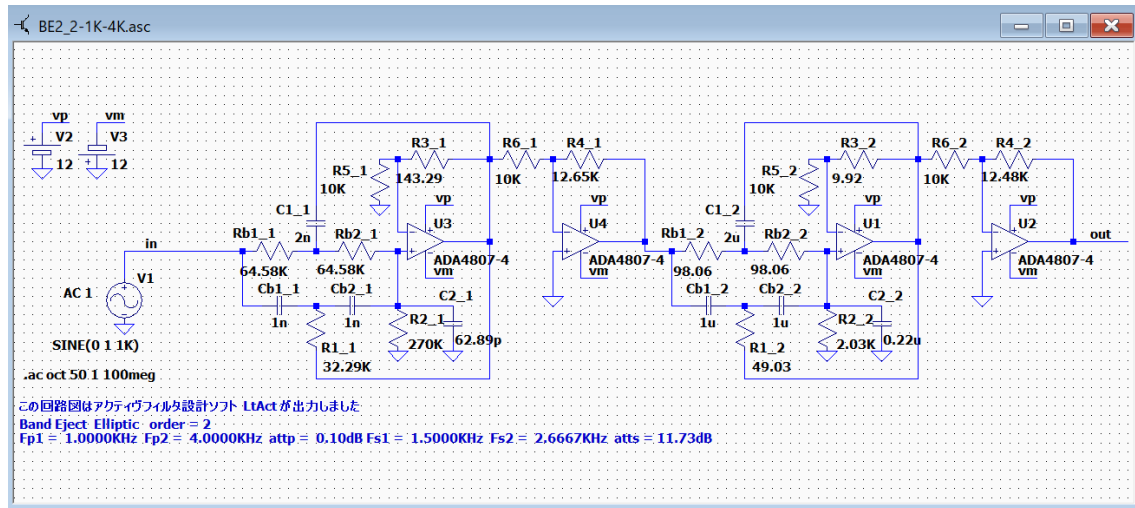
この例のように、各種フィルタではピークが発生する恐れがある場合には、それを調整しやすく素子値を入力する時に準備しておくことで作業が楽になります。

## バンドプロジェクト

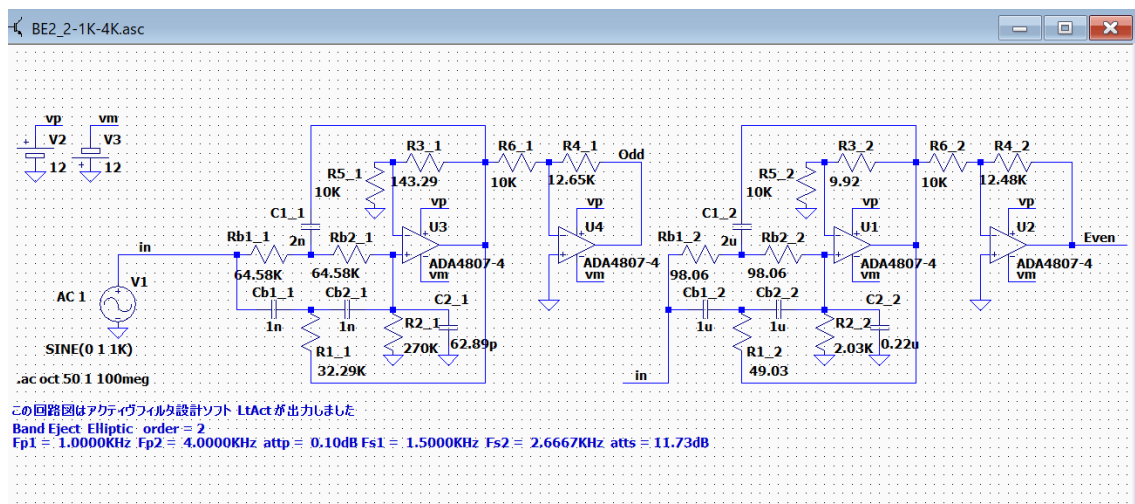
## 基本回路 BE2(et2)のコンデンサ値

BE2(et2)はバターワース、チェビシェフ、逆チェビシェフおよび楕円関数のバンドエリミネーションフィルタで使用される基本回路です。

## BE・楕円関数 2次 1KHz-4KHz BE2



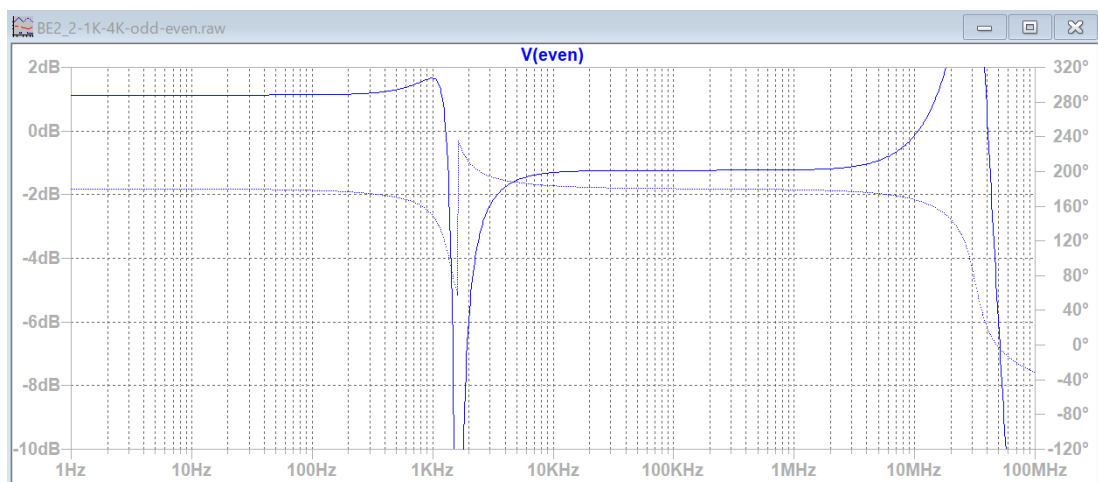
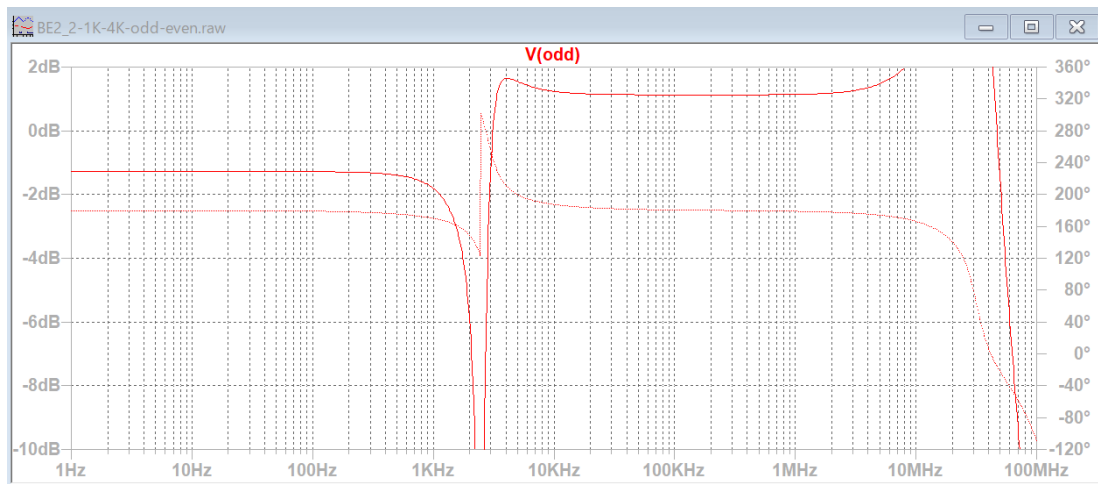
et2 を使用する BE フィルタは 1 次の et2 フィルタが 2 つ縦続接続されて 2 次のフィルタを構成しています。2 つのブロックそれぞれの出力を確認するために、2 番目のブロックの Rb1\_2 を入力 in に接続します。



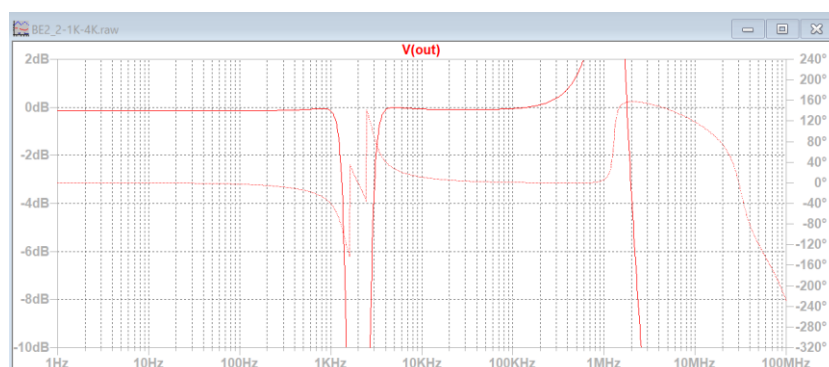
## 基本回路 BE2(et2)のコンデンサ値BE・楕円関数 2次 1KHz-4KHz BE2

## バンドイジェクト

「Odd」と「Even」を確認します。



「Odd」は  $F_{p2}$  に対するハイパスフィルタ、「Even」は  $F_{p1}$  に対するローパスフィルタであることが分かります。周波数は、 $F_{p2} > F_{p1}$  なので  $F_{p1} \sim F_{p2}$  が遮断域です。  
(BP4 ではローパス、ハイパスの順でした)



従って、すでに作成した LP4(et2)と HP4(et2)の表をそのまま利用することが出来ます。

「参照モード 1」では、LP4 の代わりに HP4 が利用されます。

基本回路 BE2(et2)のコンデンサ値BE・楕円関数 2 次 1KHz-4KHz BE2

まとめ BE2(et2)の Cb1\_1 の値

この表はオペアンプに ADA4807-4 を利用する場合の値です。

BE2(et2)	Cb1_1の値	奇数ブロック用	
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	75p	75p	75p
1000	200p	200p	200p
BE2(et2)	Cb1_1の値	偶数ブロック用	
周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	3u	1u	0.1u
10	0.2u	0.1u	20n
100	20n	10n	2n
1000	2n	1n	0.2n

奇数次数の BE2 フィルタでは、第 1 ブロックが BE フィルタとして動作します。

「まとめ BE2 の Cb1\_1 の値」の「偶数ブロック用」を参照して、周波数 $F_c = \sqrt{F_{p1} \cdot F_{p2}}$ に見合った Cb1\_1 の値に設定して下さい。

奇数次数のフィルタでは、後続のブロックは表の奇数と偶数が反転します。

## バンドイジェクト

## 4 次 フィルタの設計手順

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  4

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * X_s)$  1 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$  4 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < X_s < 2.0000$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Band Eject Elliptic 次数=4

 $F_{p1} = 1.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 4.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 1.5000\text{KHz}$   $F_{s2} = 2.6667\text{KHz}$   $atts = 51.21\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2 次式

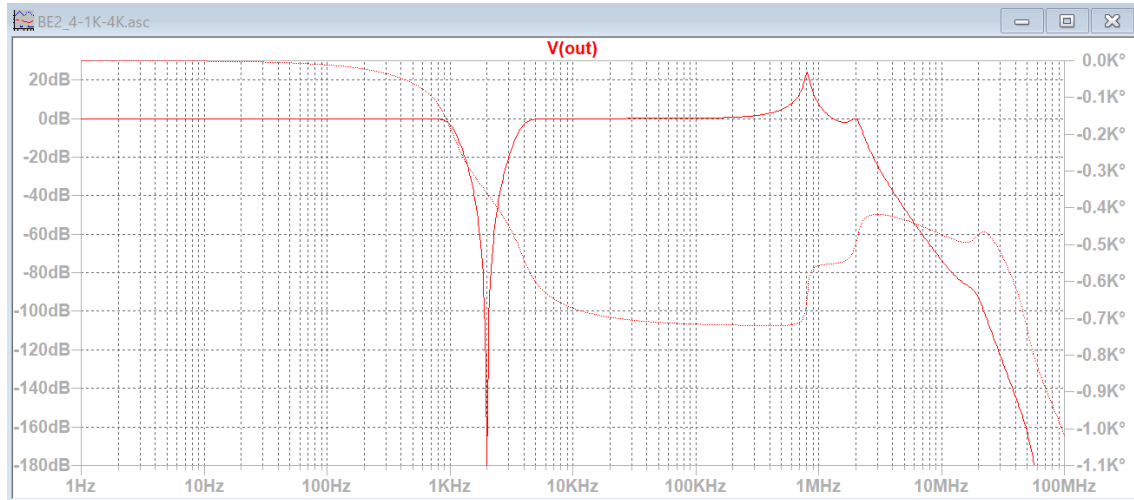
n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	5.2395K	532.1756Meg	2.1255	0	422.6842Meg
		$F_c =$	3.6715K	$Q =$	4.4029 GB 積= 1.6166Meg
2	1.5547K	46.8581Meg	0.7943	0	99.5976Meg
		$F_c =$	1.0895K	$Q =$	4.4029 GB 積=479.6826K
3	28.2507K	568.0421Meg	1.1103	0	299.5740Meg
		$F_c =$	3.7932K	$Q =$	0.8436 GB 積=320.0156K
4	7.8536K	43.8994Meg	0.5274	0	48.7427Meg
		$F_c =$	1.0545K	$Q =$	0.8436 GB 積= 88.9632K

「まとめ BE2(et2)の  $C_{b1\_1}$  の値」を参照して、奇数ブロックは周波数 4KHz、偶数ブロックは周波数 1KHz で、対応する Q 値より値を求めます。

$C_{1\_1}=1n$ ,  $C_{1\_2}=1u$ ,  $C_{1\_3}=1n$ ,  $C_{1\_4}=0.1u$  に設定して回路図ファイルを出力して V(out)を確認します。

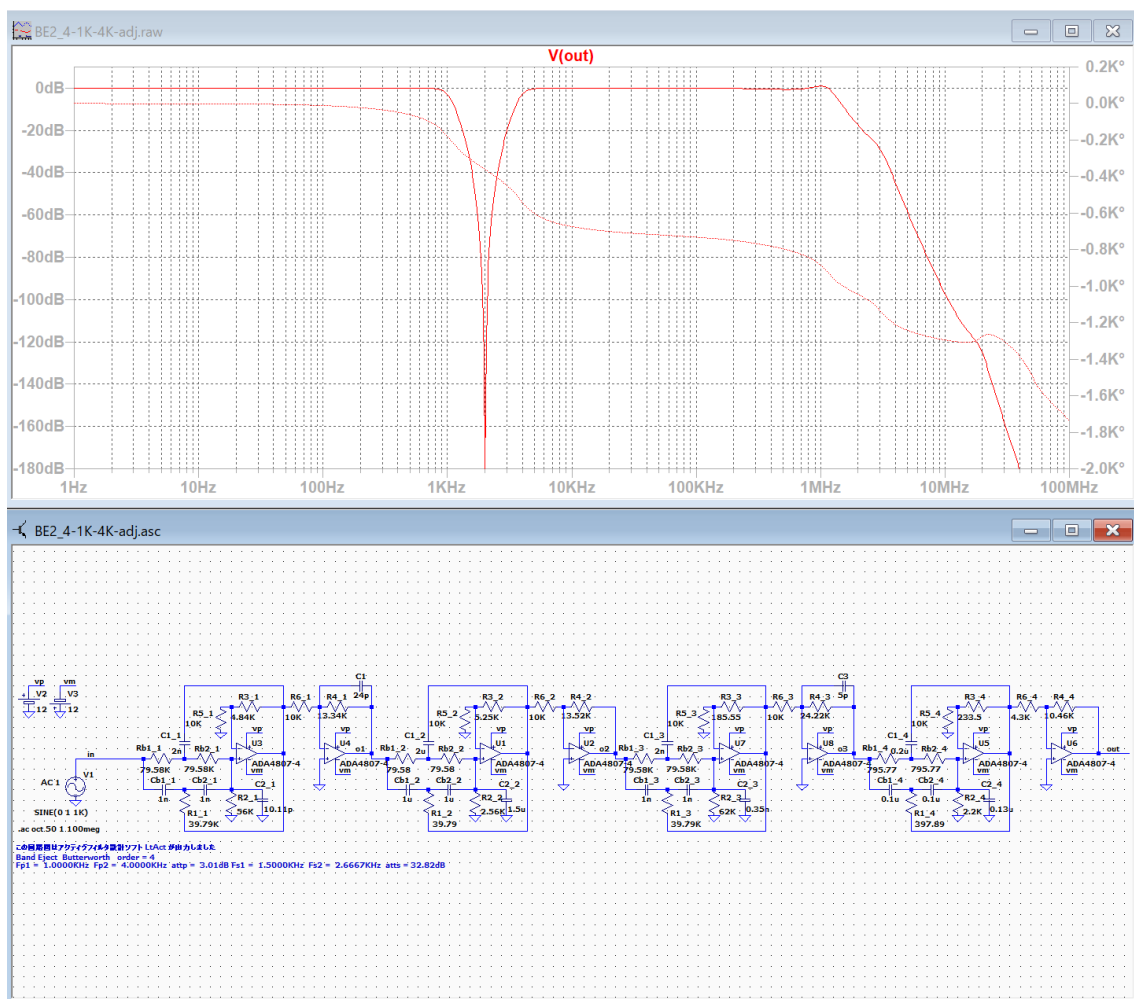
最後のブロックでピークの調整が出来るように、 $R_{4\_4}$  が 10K 程度になるように設定します。

## バンドイジェクト



やはり、0.8MHz 付近にピークがあるので、U6 の R4\_4 に C1 を並列接続して調整します。C1=24p と C3=5p でピークが治まりました。

## 完成した回路図



基本回路 BE2(et2)のコンデンサ値4次 フィルタの設計手順



## 3 次 フィルタの設計手順

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  3

阻止帯域 下端の周波数  $Fp1 : (Fs1 = Fp1 \cdot xs)$  1 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $Fp2 : (Fs2 = Fp2 / xs)$  4 KHz

周波数  $Fp1, Fp2$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $Fs1$  として、 $x_s = Fs1 / Fp1$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < x_s < 2.0000$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Elliptic 次数=3

$Fp1 = 1.0000\text{KHz}$   $Fp2 = 4.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$

$Fs1 = 1.5000\text{KHz}$   $Fs2 = 2.6667\text{KHz}$   $atts = 31.32\text{dB}$

2 次式の形式

$$Pn\_2 \cdot s^2 + Pn\_3 \cdot s + Pn\_4$$

$Hn = \text{-----}$

$$s^2 + Pn\_0 \cdot s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	17.9459K	157.9137Meg	1.0000	0	157.9137Meg
		$Fc =$	2.0000K	$Q =$	0.7002 GB 積=140.0472K
2	7.1824K	458.0467Meg	1.3232	0	346.1756Meg
		$Fc =$	3.4062K	$Q =$	2.9798 GB 積= 1.0150Meg
3	2.4762K	54.4415Meg	0.7558	0	72.0349Meg
		$Fc =$	1.1743K	$Q =$	2.9798 GB 積=349.9216K

奇数次数フィルタなので、「まとめ BE2(et2)の  $Cb1\_1$  の値」の奇数と偶数を入れ替えて参照しますので、偶数ブロックは周波数 4KHz、奇数ブロックは周波数 1KHz で、対応する Q 値より値を求めます。

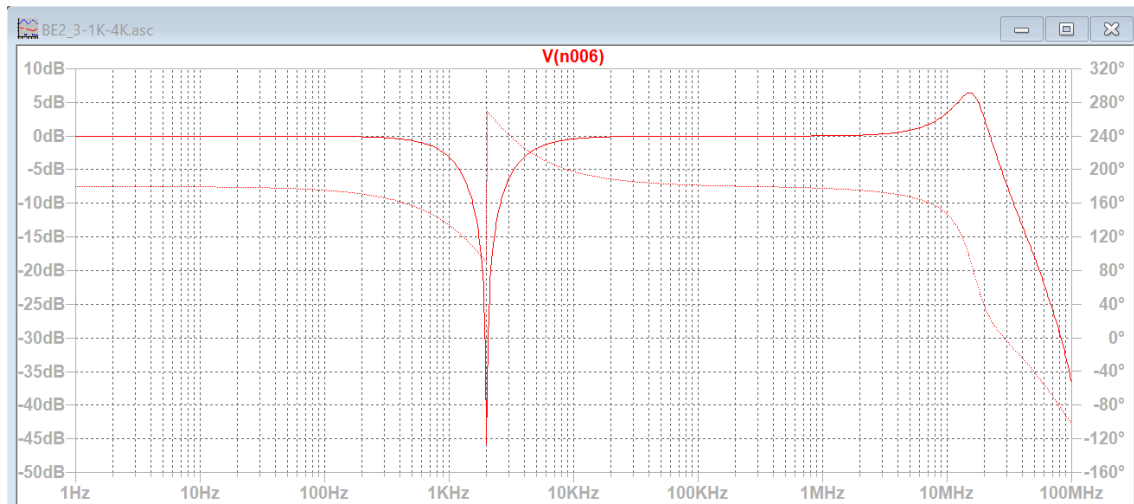
第 1 ブロックは  $Fc = \sqrt{Fp1 \cdot Fp2} = 2\text{KHz}$  で偶数ブロック用の表の値を参照します。

$C1\_1=0.1\mu$ ,  $C1\_2=1n$ ,  $C1\_3=1\mu$  に設定して  $V(out)$ を確認します。

各ブロックでピークの調整が出来るように、 $R4\_?$ が 10K 程度になるように設定します。

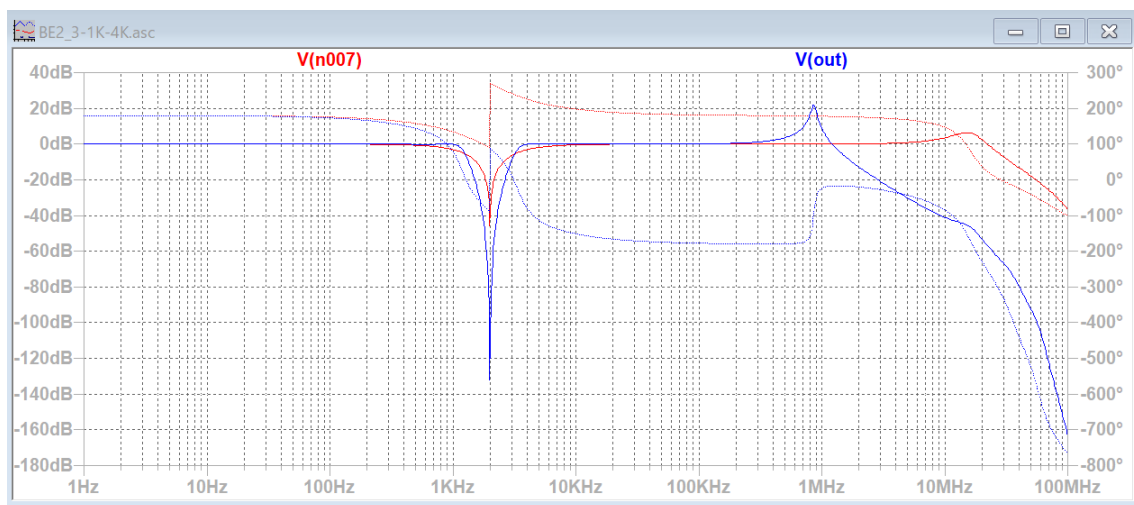
## バンドプロジェクト

U4 の出力を確認します。



奇数次数の BE フィルタでは、1 番目のブロックが 1 次の BE フィルタとして動作していることが確認できました。

V(out)を確認します。



0.8MHz 付近にピークがあります。

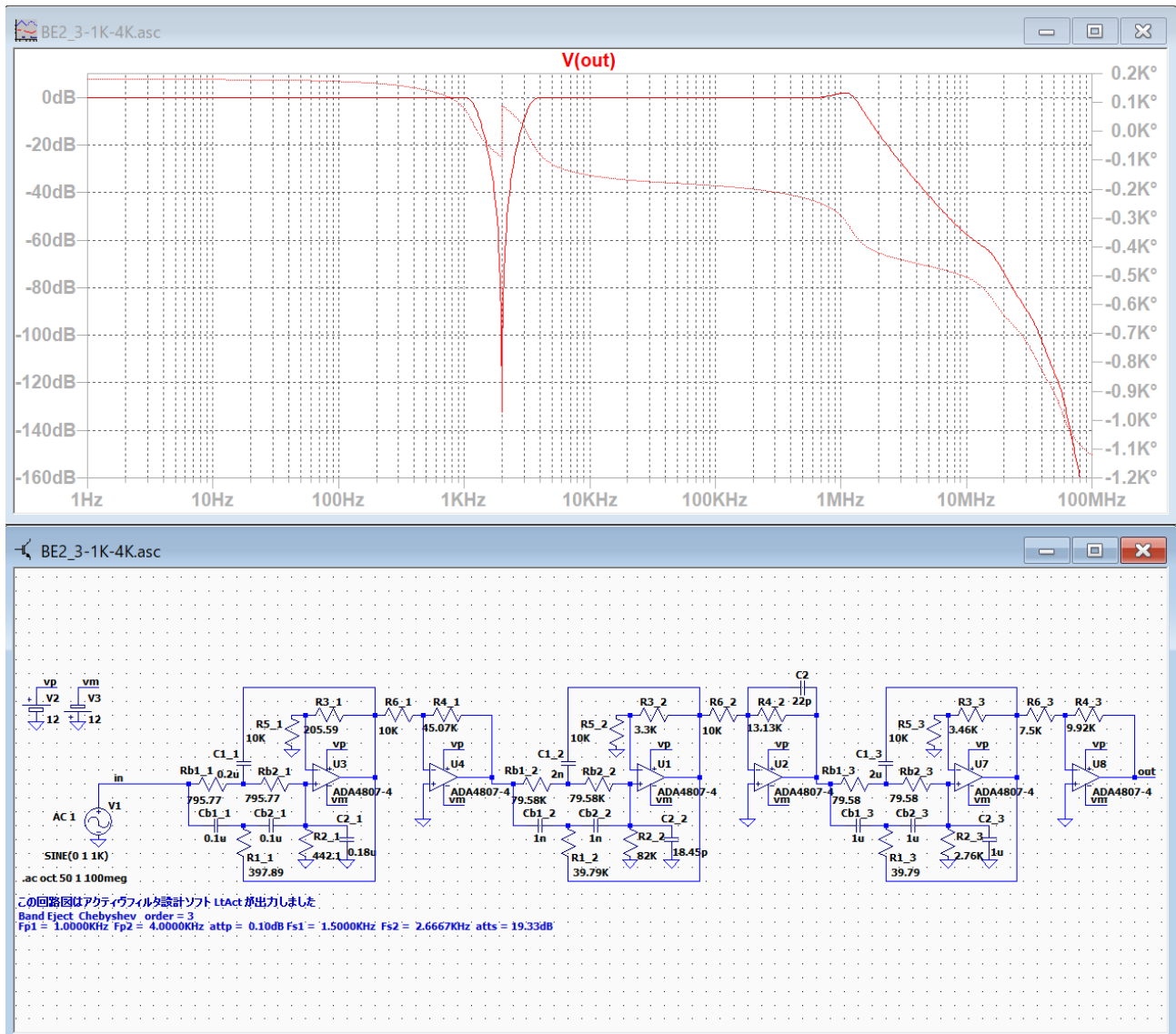
第 2 ブロックの U2 の出力を確認すると、ここでピークが発生していることが分かります。第 2 ブロックの U2 の R4\_2 に C2 を接続して調整します。

C2=22p でピークが治まりました。

第一ブロックでは 15MHz 付近にピークがあります。第 1 ブロックの U4 の R4\_1 に C1=0.2p を接続すれば抑制できますが、これを付けなくても U2 の R4\_2 に C2=22p を接続するだけで十分です。

## バンドイジェクト

## 完成した回路図



## バンドイジェクト

## バターワース

BE1\_6-10KHz-30KHz.asc

バンドエリミネーション・バターワース 6次 10KHz-30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * x_s)$  10 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / x_s)$  30 KHz

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < x_s < 1.7321$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

 $F_{p1} = 10.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 30.0000\text{KHz}$   $\text{attp} = 3.0103\text{dB}$  $F_{s1} = 15.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 20.0000\text{KHz}$   $\text{atts} = 72.25\text{dB}$ 

2次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2次式

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	48.4688K	34.6236G	1.7098	0	20.2501G
		$F_c =$	29.6146K	$Q =$	3.8390 GB 積= 11.3692Meg
2	16.5795K	4.0513G	0.5849	0	6.9268G
		$F_c =$	10.1301K	$Q =$	3.8390 GB 積= 3.8890Meg
3	124.6528K	27.8224G	1.5327	0	18.1526G
		$F_c =$	26.5471K	$Q =$	1.3381 GB 積= 3.5523Meg
4	53.0625K	5.0416G	0.6524	0	7.7272G
		$F_c =$	11.3007K	$Q =$	1.3381 GB 積= 1.5122Meg
5	142.7435K	16.9024G	1.1946	0	14.1487G
		$F_c =$	20.6916K	$Q =$	0.9108 GB 積= 1.8846Meg
6	100.0202K	8.2987G	0.8371	0	9.9139G
		$F_c =$	14.4986K	$Q =$	0.9108 GB 積= 1.3205Meg

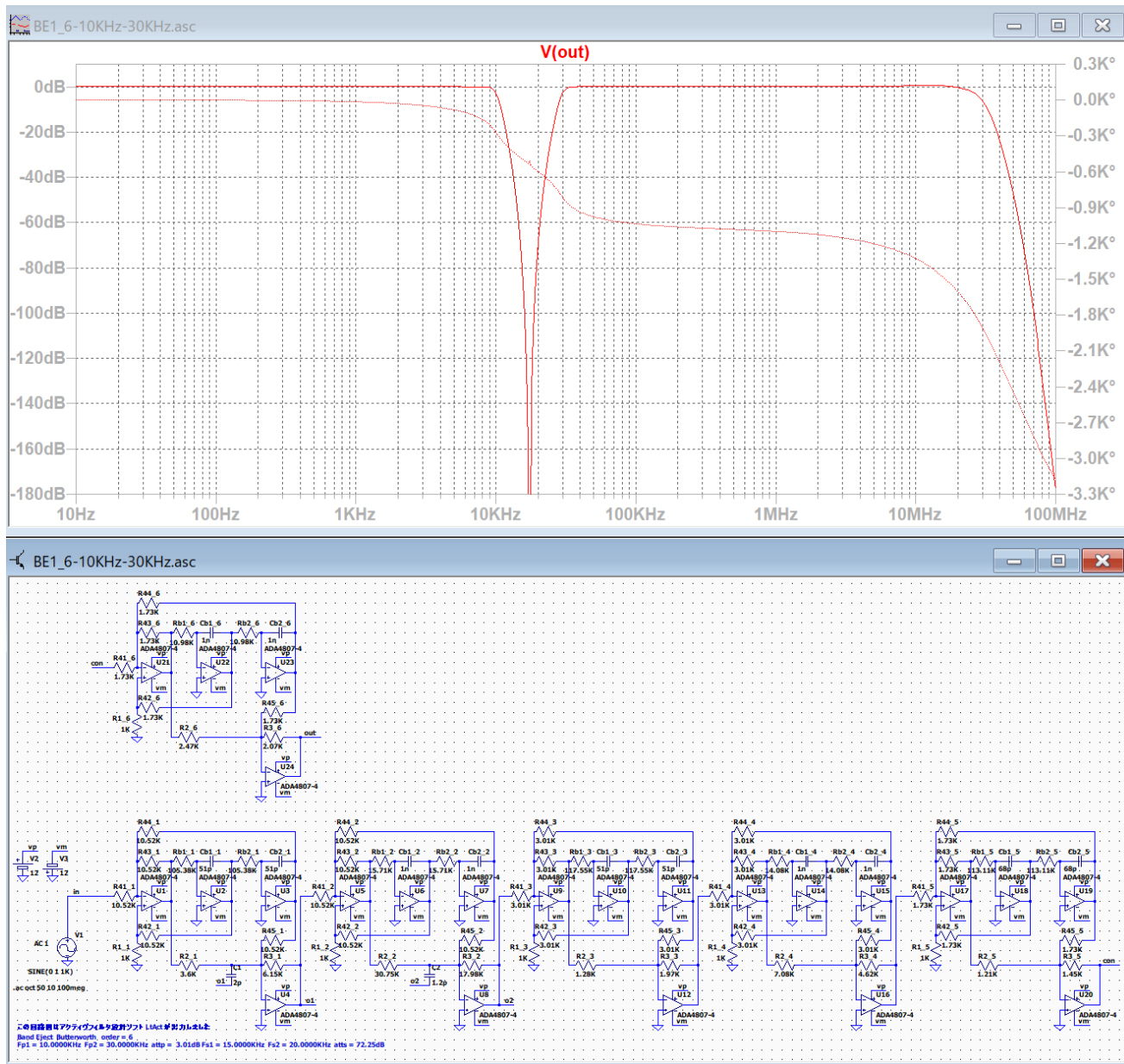
バターワース

BE1\_6-10KHz-30KHz.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-10KHz-30KHz.asc



10KHz で -2.98dB, 30KHz で -2.90dB,

15KHz 以上, 20KHz 以下で → -71.8dB

バターワース

BE1\_6-10KHz-30KHz.asc

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-10KHz-30KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 15:54:01 2021

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 15.0000KHz Fs2 = 20.0000KHz atts = 72.25dB

1 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_1(2 個)=105.3765K Cb\_1(2 個)= 51.0000p 誤差=4.39 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 3.5976K R3\_1 = 6.1511K R4\_1(5 個)= 10.5171K 誤差=4.66 %

2 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_2(2 個)= 15.7110K Cb\_2(2 個)= 1.0000n 誤差=1.84 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 30.7460K R3\_2 = 17.9822K R4\_2(5 個)= 10.5171K 誤差=5.19 %

3 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_3(2 個)=117.5526K Cb\_3(2 個)= 51.0000p 誤差=2.08 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 1.2832K R3\_3 = 1.9667K R4\_3(5 個)= 3.0144K 誤差=2.19 %

4 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_4(2 個)= 14.0837K Cb\_4(2 個)= 1.0000n 誤差=6.51 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 7.0813K R3\_4 = 4.6201K R4\_4(5 個)= 3.0144K 誤差=4.36 %

5 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_5(2 個)=113.1140K Cb\_5(2 個)= 68.0000p 誤差=2.75 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 1.2139K R3\_5 = 1.4501K R4\_5(5 個)= 1.7324K 誤差=5.33 %

6 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_6(2 個)= 10.9773K Cb\_6(2 個)= 1.0000n 誤差=0.21 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 2.4723K R3\_6 = 2.0695K R4\_6(5 個)= 1.7324K 誤差=5.92 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 100p, Cb1\_2= 1.2u, Cb1\_3 = 100p,

Cb1\_4 = 0.9u, Cb1\_5= 100p, Cb1\_6 = 0.4u

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 51p, Cb1\_2 = 1n, Cb1\_3 = 51p,

Cb1\_4 = 1n, Cb1\_5 = 68p, Cb1\_6 = 1n

## バンドイジェクト

BE2\_6-10KHz-30KHz.asc

バンドエリミネーション・バターワース 6次 10KHz-30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 バターワース

設計するフィルタの次数  $m (<=58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * X_s)$  10 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$  30 KHz

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < X_s < 1.7321$  1.5 倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

 $F_{p1} = 10.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 30.0000\text{KHz}$   $\text{attp} = 3.0103\text{dB}$  $F_{s1} = 15.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 20.0000\text{KHz}$   $\text{atts} = 72.25\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

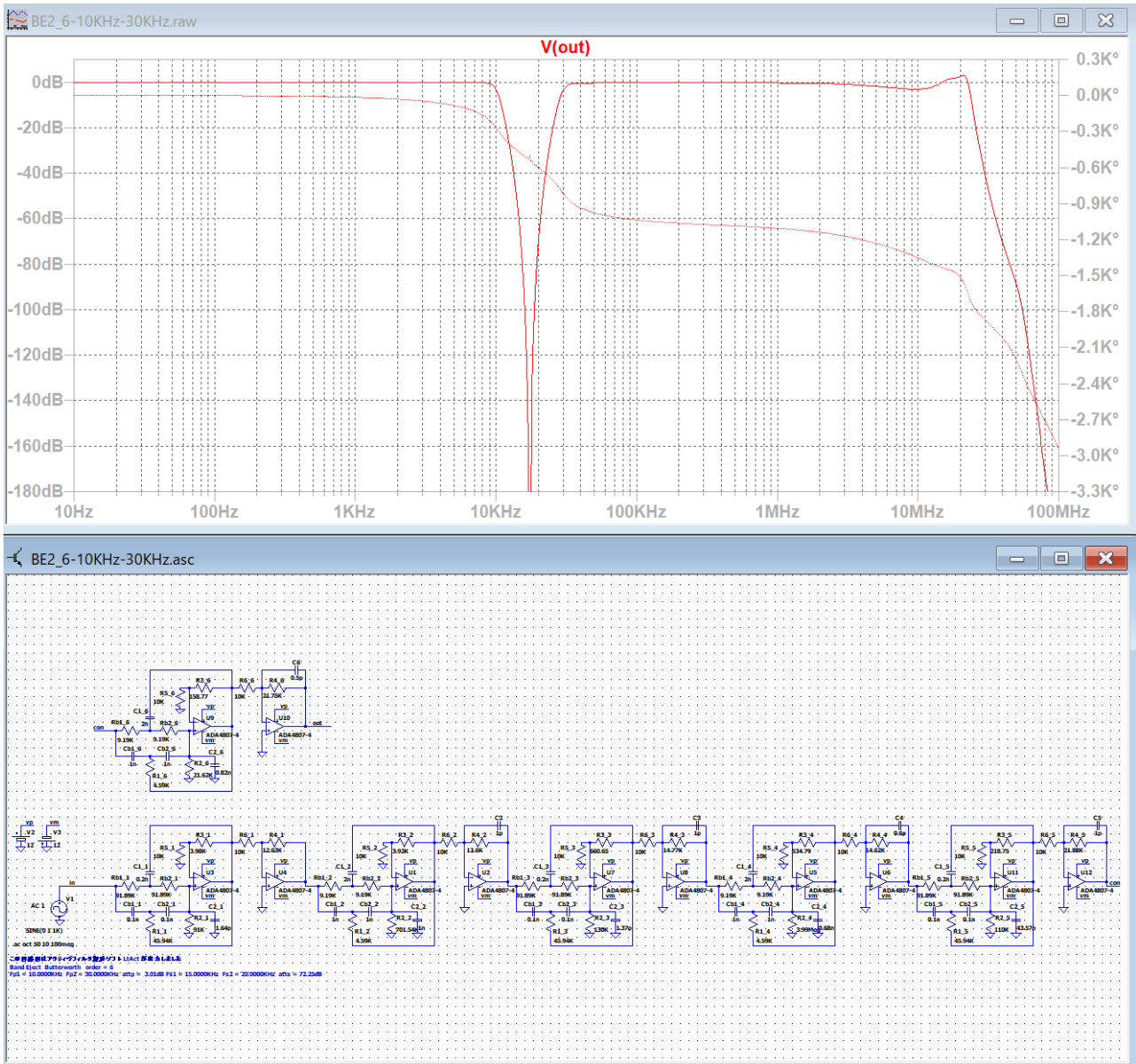
2 次式

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	48.4688K	34.6236G	1.7098	0	20.2501G
		$F_c =$	29.6146K	$Q =$	3.8390 GB 積= 11.3692Meg
2	16.5795K	4.0513G	0.5849	0	6.9268G
		$F_c =$	10.1301K	$Q =$	3.8390 GB 積= 3.8890Meg
3	124.6528K	27.8224G	1.5327	0	18.1526G
		$F_c =$	26.5471K	$Q =$	1.3381 GB 積= 3.5523Meg
4	53.0625K	5.0416G	0.6524	0	7.7272G
		$F_c =$	11.3007K	$Q =$	1.3381 GB 積= 1.5122Meg
5	142.7435K	16.9024G	1.1946	0	14.1487G
		$F_c =$	20.6916K	$Q =$	0.9108 GB 積= 1.8846Meg
6	100.0202K	8.2987G	0.8371	0	9.9139G
		$F_c =$	14.4986K	$Q =$	0.9108 GB 積= 1.3205Meg

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE2\_6-10KHz-30KHz.asc



10KHz で -3.20dB, 30KHz で -3.70dB,  
15KHz 以上, 20KHz 以下で → -72.2dB

バターワース

BE2\_6-10KHz-30KHz.asc



## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-10KHz-30KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13

15:55:25 2021

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 15.0000KHz Fs2 = 20.0000KHz atts = 72.25dB

1 (et2) 「HP4-1-0」 Rb\_1(2 個)= 91.0000K Cb\_1(2 個)= 0.1000n R1\_1 = 47.0000K

C1\_1 = 0.2000n 誤差=2.49 %

1 R2\_1 = 91.0000K C2\_1 = 1.3098p 誤差 = 0.75 %

1 R3\_1 = 3.9229K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.58 %

1 R4\_1 = 12.6022K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.16 %

2 (et2) 「HP4-1-0」 Rb\_2(2 個)= 9.1888K Cb\_2(2 個)= 1.0000n R1\_2 = 4.5944K

C1\_2 = 2.0000n 誤差=2.49 %

2 R2\_2 = 701.5367K C2\_2 = 1.0000n 誤差 = 3.07 %

2 R3\_2 = 3.9229K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.58 %

2 R4\_2 = 12.6022K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.16 %

3 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_3(2 個)= 91.8881K Cb\_3(2 個)= 0.1000n R1\_3 = 45.9441K

C1\_3 = 0.2000n 誤差=2.49 %

3 R2\_3 = 130.0000K C2\_3 = 1.3727p 誤差 = 5.30 %

3 R3\_3 = 660.6501 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.93 %

3 R4\_3 = 14.7719K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.54 %

4 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_4(2 個)= 9.1888K Cb\_4(2 個)= 1.0000n R1\_4 = 4.5944K

C1\_4 = 2.0000n 誤差=2.49 %

4 R2\_4 = 3.9861Meg C2\_4 = 0.6800n 誤差 = 2.16 %

4 R3\_4 = 534.7949 R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 4.64 %

4 R4\_4 = 14.6160K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.63 %

5 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_5(2 個)= 91.8881K Cb\_5(2 個)= 0.1000n R1\_5 = 45.9441K

C1\_5 = 0.2000n 誤差=2.49 %

5 R2\_5 = 110.0000K C2\_5 = 43.5676p 誤差 = 1.30 %

5 R3\_5 = 218.7487 R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 0.57 %

5 R4\_5 = 21.8772K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 0.56 %

6 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_6(2 個)= 9.1888K Cb\_6(2 個)= 1.0000n R1\_6 = 4.5944K

C1\_6 = 2.0000n 誤差=2.49 %

6 R2\_6 = 21.6247K C2\_6 = 0.8200n 誤差 = 1.74 %

6 R3\_6 = 158.7709 R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 0.77 %

バンドプロジェクト

6 R4\_6 = 21.7535K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.13 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 100p, Cb1\_2 = 0.2u, Cb1\_3 = 100p,

Cb1\_4 = 0.1u, Cb1\_5 = 100p, Cb1\_6 = 20n

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 0.1n, Cb1\_2 = 1n, Cb1\_3 = 0.1n,

Cb1\_4 = 1n, Cb1\_5 = 0.1n, Cb1\_6 = 1n

## バンドイジェクト

BE1\_6-100KHz-300KHz.asc

バンドエリミネーション・バターワース 6次 100KHz-300KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $Fp1 : (Fs1 = Fp1 * xs)$  100 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $Fp2 : (Fs2 = Fp2 / xs)$  300 KHz

最低減衰量に達する周波数を  $Fs1$  として、 $Xs = Fs1 / Fp1$  を次の範囲で 1.5 倍

入力して下さい  $1 < Xs < 1.7321$

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

 $Fp1 = 100.0000\text{KHz}$   $Fp2 = 300.0000\text{KHz}$   $attp = 3.0103\text{dB}$  $Fs1 = 150.0000\text{KHz}$   $Fs2 = 200.0000\text{KHz}$   $atts = 72.25\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	484.6882K	3.4624T	1.7098	0	2.0250T
		Fc= 296.1462K	Q= 3.8390	GB 積=113.6919Meg	
2	165.7951K	405.1260G	0.5849	0	692.6847G
		Fc= 101.3014K	Q= 3.8390	GB 積= 38.8901Meg	
3	1.2465Meg	2.7822T	1.5327	0	1.8153T
		Fc= 265.4715K	Q= 1.3381	GB 積= 35.5233Meg	
4	530.6250K	504.1580G	0.6524	0	772.7230G
		Fc= 113.0065K	Q= 1.3381	GB 積= 15.1216Meg	
5	1.4274Meg	1.6902T	1.1946	0	1.4149T
		Fc= 206.9164K	Q= 0.9108	GB 積= 18.8458Meg	
6	1.0002Meg	829.8745G	0.8371	0	991.3950G
		Fc= 144.9861K	Q= 0.9108	GB 積= 13.2052Meg	

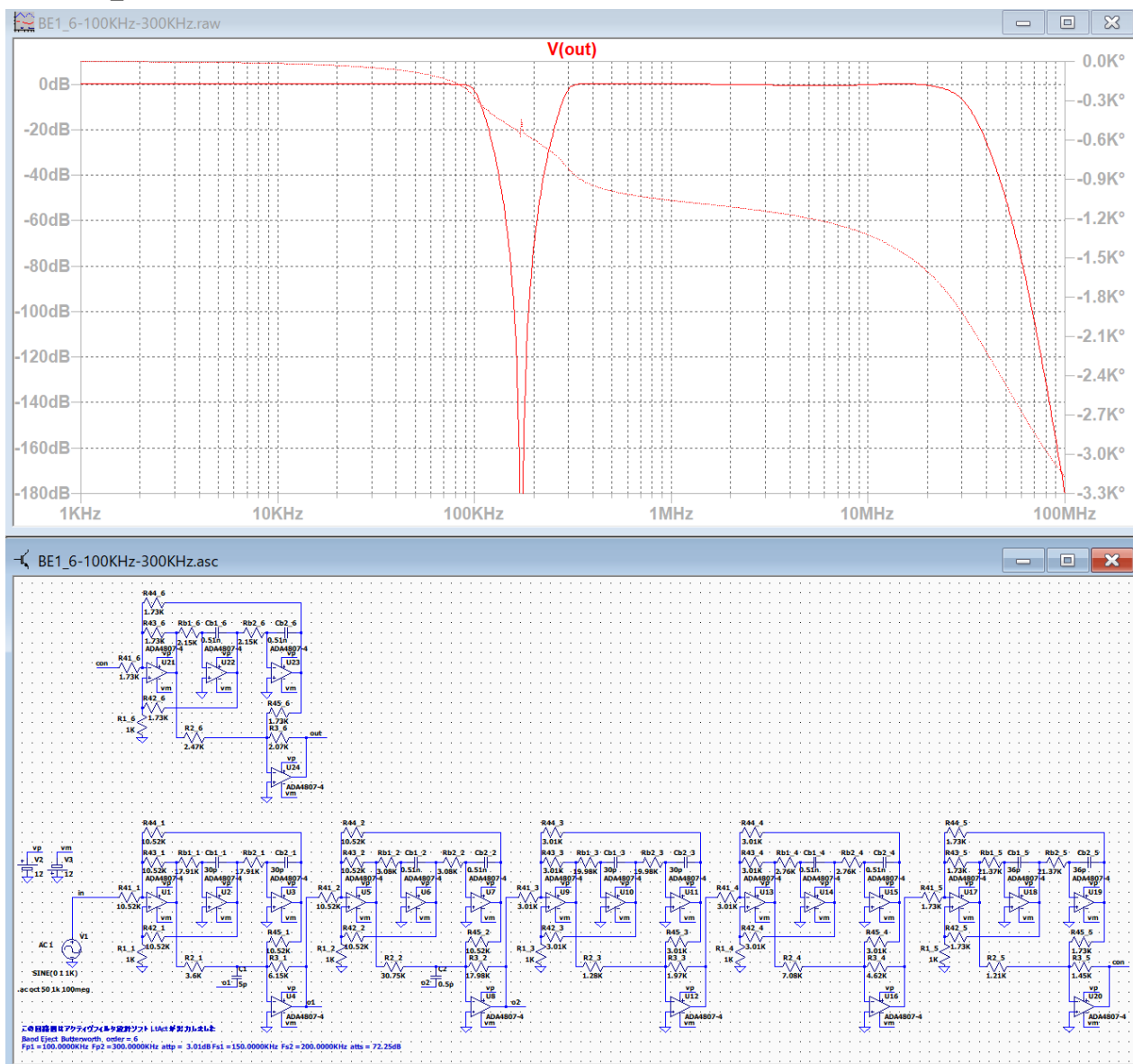
バターワース

BE1\_6-100KHz-300KHz.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-100KHz-300KHz.asc



100KHz で -2.88dB, 300KHz で -2.39dB,  
150KHz 以上, 200KHz 以下で → -71.4dB

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-100KHz-300KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13

15:59:03 2021

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

参照モード=1

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 =150.0000KHz Fs2 =200.0000KHz atts = 72.25dB

1 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 17.9140K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=0.48 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 3.5976K R3\_1 = 6.1511K R4\_1(5 個)= 10.5171K

誤差=4.66 %

2 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_2(2 個)= 3.0806K Cb\_2(2 個)= 0.5100n 誤差=2.62 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 30.7460K R3\_2 = 17.9822K R4\_2(5 個)= 10.5171K

誤差=5.19 %

3 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_3(2 個)= 19.9839K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=0.08 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 1.2832K R3\_3 = 1.9667K R4\_3(5 個)= 3.0144K

誤差=2.19 %

4 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_4(2 個)= 2.7615K Cb\_4(2 個)= 0.5100n 誤差=2.23 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 7.0813K R3\_4 = 4.6201K R4\_4(5 個)= 3.0144K

誤差=4.36 %

5 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_5(2 個)= 21.3660K Cb\_5(2 個)= 36.0000p 誤差=2.97 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 1.2139K R3\_5 = 1.4501K R4\_5(5 個)= 1.7324K

誤差=5.33 %

6 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_6(2 個)= 2.1524K Cb\_6(2 個)= 0.5100n 誤差=2.21 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 2.4723K R3\_6 = 2.0695K R4\_6(5 個)= 1.7324K

誤差=5.92 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 50p, Cb1\_2 = 120n, Cb1\_3 = 50p,

Cb1\_4 = 90n, Cb1\_5 = 50p, Cb1\_6 = 40n

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2 = 0.5n, Cb1\_3 = 30p,

Cb1\_4 = 0.5n, Cb1\_5 = 36p, Cb1\_6 = 0.5n

## バンドイジェクト

BE2\_6-100KHz-300KHz.asc

バンドエリミネーション・バターワース 6次 100KHz-300KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $Fp1 : (Fs1 = Fp1 * xs)$  100 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $Fp2 : (Fs2 = Fp2 / xs)$  300 KHz

最低減衰量に達する周波数を  $Fs1$  として、 $Xs = Fs1 / Fp1$  を次の範囲で 1.5 倍

入力して下さい  $1 < Xs < 1.7321$

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

 $Fp1 = 100.0000\text{KHz}$   $Fp2 = 300.0000\text{KHz}$   $attp = 3.0103\text{dB}$  $Fs1 = 150.0000\text{KHz}$   $Fs2 = 200.0000\text{KHz}$   $atts = 72.25\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	484.6882K	3.4624T	1.7098	0	2.0250T
		Fc= 296.1462K	Q= 3.8390	GB 積=113.6919Meg	
2	165.7951K	405.1260G	0.5849	0	692.6847G
		Fc= 101.3014K	Q= 3.8390	GB 積= 38.8901Meg	
3	1.2465Meg	2.7822T	1.5327	0	1.8153T
		Fc= 265.4715K	Q= 1.3381	GB 積= 35.5233Meg	
4	530.6250K	504.1580G	0.6524	0	772.7230G
		Fc= 113.0065K	Q= 1.3381	GB 積= 15.1216Meg	
5	1.4274Meg	1.6902T	1.1946	0	1.4149T
		Fc= 206.9164K	Q= 0.9108	GB 積= 18.8458Meg	
6	1.0002Meg	829.8745G	0.8371	0	991.3950G
		Fc= 144.9861K	Q= 0.9108	GB 積= 13.2052Meg	

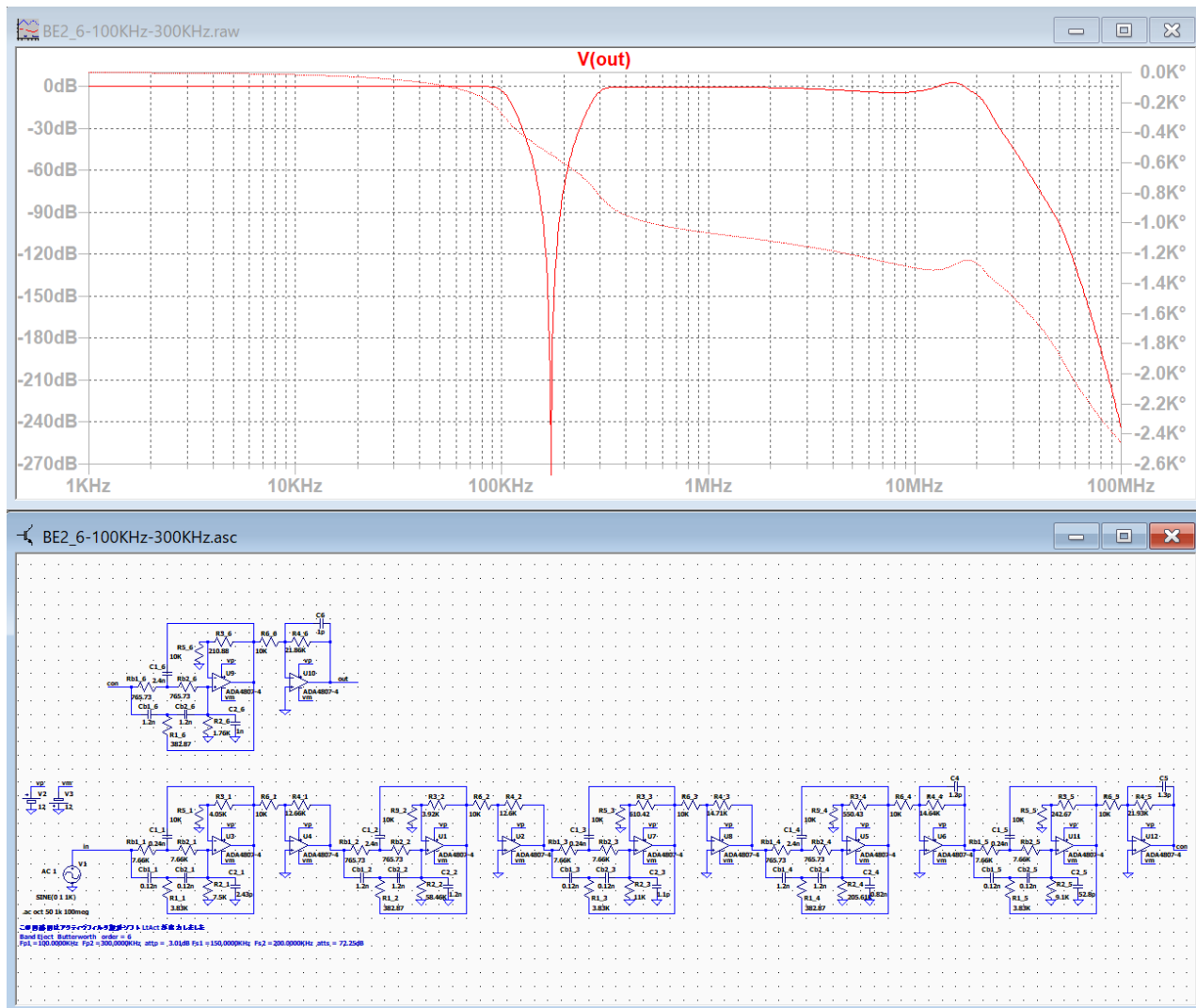
バターワース

BE2\_6-100KHz-300KHz.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE2\_6-100KHz-300KHz.asc



100KHz で -3.0dB, 300KHz で -3.38dB,  
 150KHz 以上, 200KHz 以下で → -72.0dB

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-100KHz-300KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 16:00:15 2021

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

参照モード=1

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 =150.0000KHz Fs2 =200.0000KHz atts = 72.25dB

1 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_1(2 個)= 7.6573K Cb\_1(2 個)= 0.1200n R1\_1 = 3.8287K  
C1\_1 = 0.2400n 誤差=2.77 %

1 R2\_1 = 7.5000K C2\_1 = 2.4329p 誤差 = 1.35 %

1 R3\_1 = 4.0477K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.65 %

1 R4\_1 = 12.6649K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.65 %

2 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_2(2 個)= 765.7346 Cb\_2(2 個)= 1.2000n R1\_2 = 382.8673  
C1\_2 = 2.4000n 誤差=2.77 %

2 R2\_2 = 58.4614K C2\_2 = 1.2000n 誤差 = 4.21 %

2 R3\_2 = 3.9229K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.58 %

2 R4\_2 = 12.6022K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.16 %

3 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_3(2 個)= 7.6573K Cb\_3(2 個)= 0.1200n R1\_3 = 3.8287K  
C1\_3 = 0.2400n 誤差=2.77 %

3 R2\_3 = 11.0000K C2\_3 = 1.1002p 誤差 = 0.02 %

3 R3\_3 = 610.4168 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.57 %

3 R4\_3 = 14.7101K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.97 %

4 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_4(2 個)= 765.7346 Cb\_4(2 個)= 1.2000n R1\_4 = 382.8673  
C1\_4 = 2.4000n 誤差=2.77 %

4 R2\_4 = 205.6139K C2\_4 = 0.8200n 誤差 = 2.73 %

4 R3\_4 = 550.4299 R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.74 %

4 R4\_4 = 14.6356K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.49 %

5 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_5(2 個)= 7.6573K Cb\_5(2 個)= 0.1200n R1\_5 = 3.8287K  
C1\_5 = 0.2400n 誤差=2.77 %

5 R2\_5 = 9.1000K C2\_5 = 52.7957p 誤差 = 3.40 %

5 R3\_5 = 242.6657 R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.10 %

5 R4\_5 = 21.9262K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 0.34 %

6 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_6(2 個)= 765.7346 Cb\_6(2 個)= 1.2000n R1\_6 = 382.8673  
C1\_6 = 2.4000n 誤差=2.77 %

6 R2\_6 = 1.7633K C2\_6 = 1.0000n 誤差 = 2.08 %

6 R3\_6 = 210.8797 R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 4.32 %



バンドプロジェクト

6 R4\_6 = 21.8611K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 0.64 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 75p, Cb1\_2 = 20n, Cb1\_3 = 75p,

Cb1\_4 = 10n, Cb1\_5 = 75p, Cb1\_6 = 2n

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 0.12n, Cb1\_2 = 1.2n, Cb1\_3 = 0.12n,

Cb1\_4 = 1.2n, Cb1\_5 = 0.12n, Cb1\_6 = 1.2n

バンドイジェクト

BE1\_6-600KHz-1200KHz.asc

バンドエリミネーション・バターワース 6次 600KHz-1200KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 **BEフィルタ** 遮断特性 **バターワース**

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (Fs1 = F_{p1} * Xs)$   KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (Fs2 = F_{p2} / Xs)$   Meg

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $Xs = Fs1 / F_{p1}$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < Xs < 1.4142$   倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

 $F_{p1} = 600.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 1.2000\text{MegHz}$   $attp = 3.0103\text{dB}$  $F_{s1} = 900.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 800.0000\text{KHz}$   $atts = 93.38\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.2921Meg	55.7052T	1.3999	0	39.7918T
		Fc= 1.1879Meg	Q= 5.7762	GB 積=686.1387Meg	
2	659.3265K	14.5040T	0.7143	0	20.3044T
		Fc= 606.1284K	Q= 5.7762	GB 積=350.1133Meg	
3	3.3309Meg	47.3251T	1.2903	0	36.6768T
		Fc= 1.0949Meg	Q= 2.0653	GB 積=226.1280Meg	
4	2.0006Meg	17.0723T	0.7750	0	22.0289T
		Fc= 657.6073K	Q= 2.0653	GB 積=135.8172Meg	
5	3.9941Meg	34.5202T	1.1020	0	31.3244T
		Fc= 935.0968K	Q= 1.4710	GB 積=137.5542Meg	
6	3.2888Meg	23.4052T	0.9074	0	25.7930T
		Fc= 769.9741K	Q= 1.4710	GB 積=113.2644Meg	

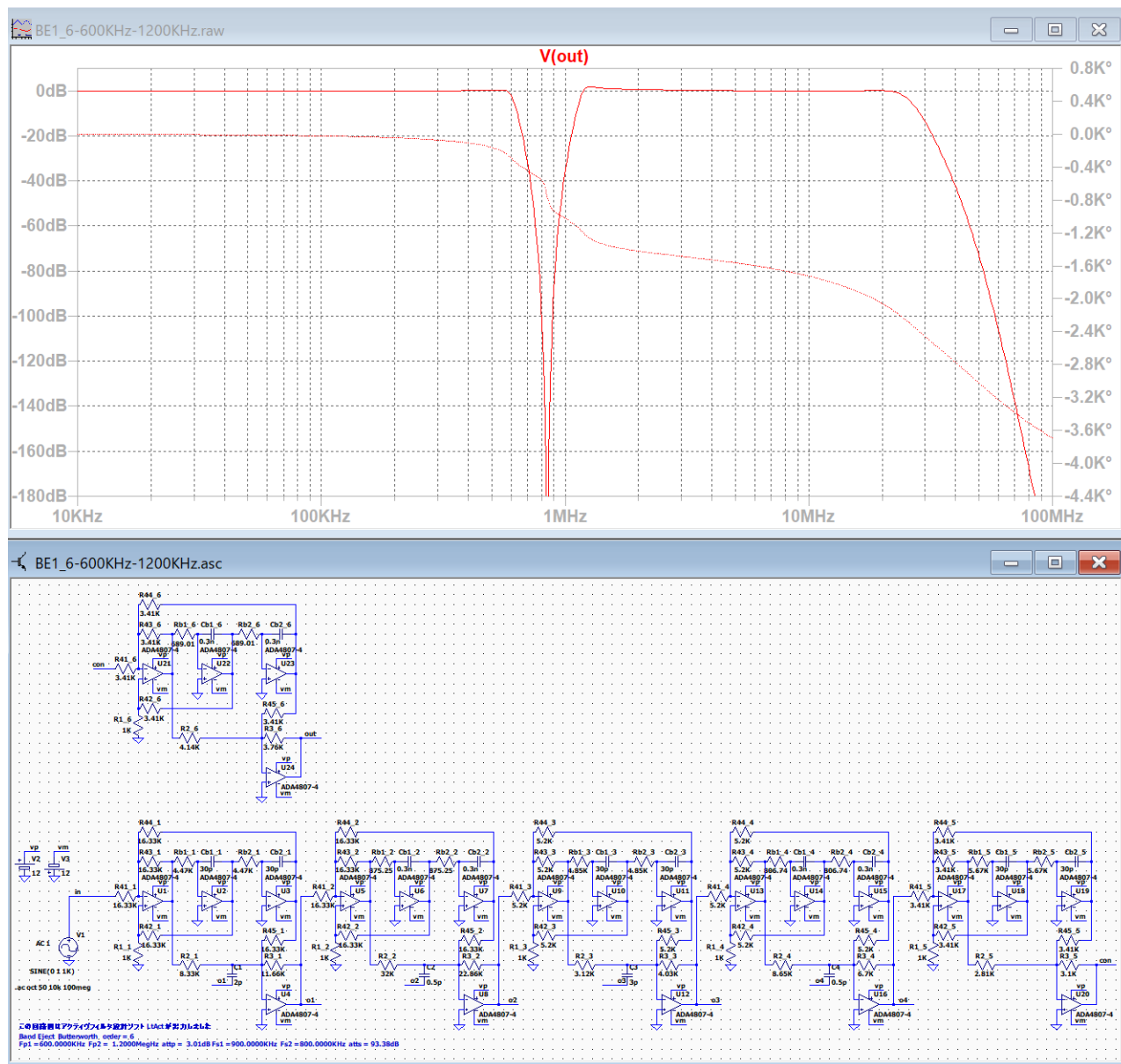
バターワース

BE1\_6-600KHz-1200KHz.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-600KHz-1200KHz.asc



600KHz で -1.94dB, 1.2MHz で -0.64dB,  
900KHz 以上, 800KHz 以下 → -215dB

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13  
16:03:38 2021

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

参照モード=1

Fp1 =600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 3.0103dB

Fs1 =900.0000KHz Fs2 =800.0000KHz atts = 93.38dB

1 (et1) 「HP3-3-0」 Rb\_1(2 個)= 4.4661K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=3.72 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 8.3320K R3\_1 = 11.6640K R4\_1(5 個)= 16.3287K 誤  
差=3.85 %

2 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_2(2 個)=875.2544 Cb\_2(2 個)= 0.3000n 誤差=3.97 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 32.0003K R3\_2 = 22.8587K R4\_2(5 個)= 16.3287K 誤  
差=5.28 %

3 (et1) 「HP3-3-1」 Rb\_3(2 個)= 4.8454K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=3.00 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 3.1208K R3\_3 = 4.0269K R4\_3(5 個)= 5.1960K 誤  
差=5.32 %

4 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_4(2 個)=806.7377 Cb\_4(2 個)= 0.3000n 誤差=1.64 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 8.6510K R3\_4 = 6.7045K R4\_4(5 個)= 5.1960K 誤  
差=5.69 %

5 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_5(2 個)= 5.6734K Cb\_5(2 個)= 30.0000p 誤差=1.29 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 2.8104K R3\_5 = 3.0971K R4\_5(5 個)= 3.4130K 誤  
差=6.02 %

6 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_6(2 個)=689.0058 Cb\_6(2 個)= 0.3000n 誤差=1.31 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 4.1450K R3\_6 = 3.7613K R4\_6(5 個)= 3.4130K 誤  
差=6.21 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2= 18n, Cb1\_3 = 30p,

Cb1\_4 = 10n, Cb1\_5= 30p, Cb1\_6 = 4n

ver.2.10. ver.2.40 では、Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2 = 0.3n, Cb1\_3 = 30p,

Cb1\_4 = 0.3n, Cb1\_5 = 30p, Cb1\_6 = 0.3n

## バンドイジェクト

BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc

バンドエリミネーション・バターワース 6次 600KHz-1200KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  3

遮断特性 バターワース

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (Fs1 = F_{p1} * Xs)$  600 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (Fs2 = F_{p2} / Xs)$  1.2 Meg

最低減衰量に達する周波数を  $Fs1$  として、 $Xs = Fs1 / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < Xs < 1.4142$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アタック Band Eject Butterworth 次数=6

 $F_{p1} = 600.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 1.2000\text{MegHz}$   $attp = 3.0103\text{dB}$  $Fs1 = 900.0000\text{KHz}$   $Fs2 = 800.0000\text{KHz}$   $atts = 93.38\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.2921Meg	55.7052T	1.3999	0	39.7918T
		Fc= 1.1879Meg	Q = 5.7762	GB 積=686.1387Meg	
2	659.3265K	14.5040T	0.7143	0	20.3044T
		Fc= 606.1284K	Q = 5.7762	GB 積=350.1133Meg	
3	3.3309Meg	47.3251T	1.2903	0	36.6768T
		Fc= 1.0949Meg	Q = 2.0653	GB 積=226.1280Meg	
4	2.0006Meg	17.0723T	0.7750	0	22.0289T
		Fc= 657.6073K	Q = 2.0653	GB 積=135.8172Meg	
5	3.9941Meg	34.5202T	1.1020	0	31.3244T
		Fc= 935.0968K	Q = 1.4710	GB 積=137.5542Meg	
6	3.2888Meg	23.4052T	0.9074	0	25.7930T
		Fc= 769.9741K	Q = 1.4710	GB 積=113.2644Meg	

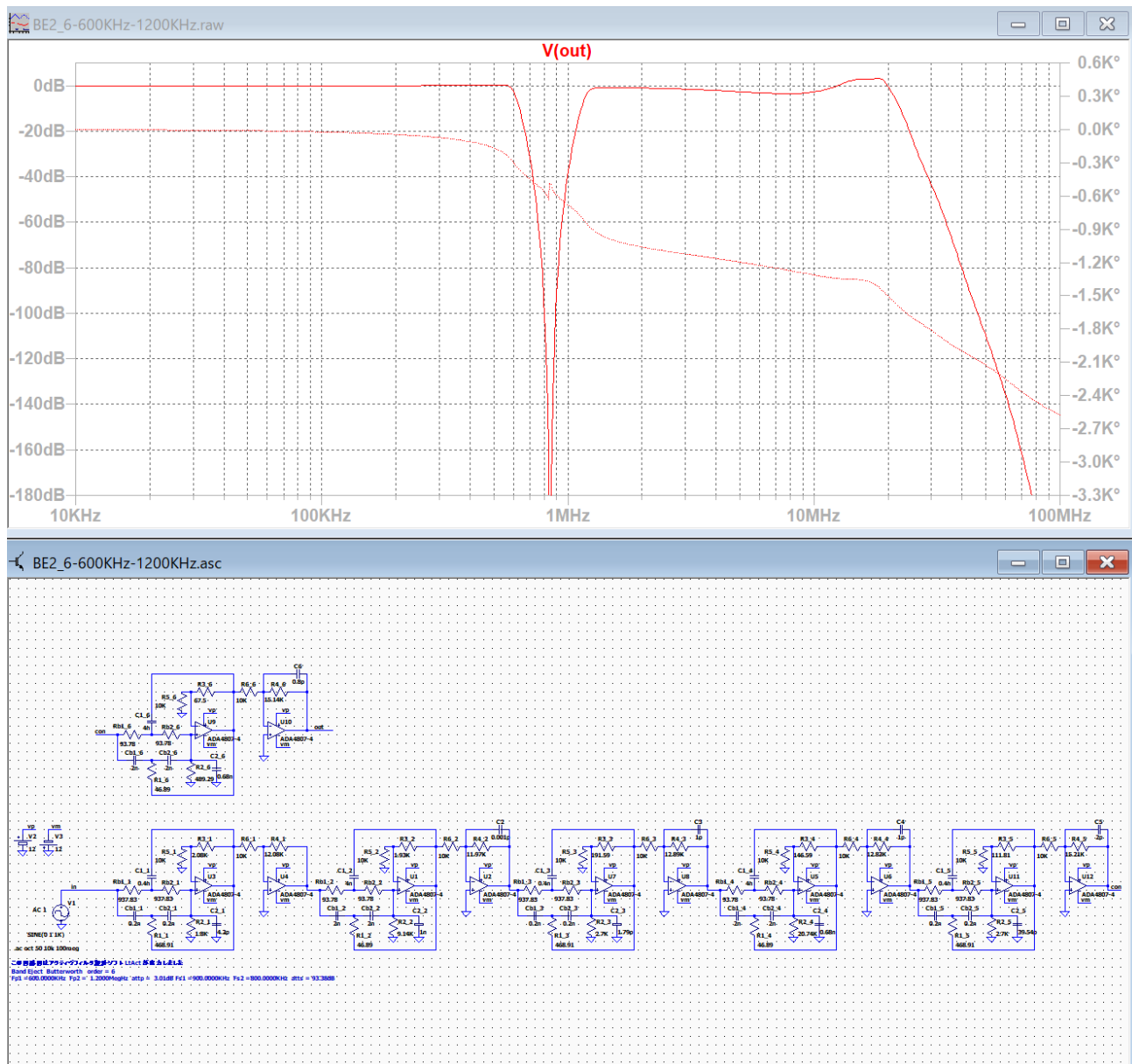
バターワース

BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc

## バンドイジェクト

## 完成した回路図

BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc



600KHz で -2.27dB, 1.2MHz で -3.29dB,  
 900KHz 以上, 800KHz 以下で → -220dB

バターワース

BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13  
16:04:58 2021

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

参照モード=1

Fp1 =600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 3.0103dB

Fs1 =900.0000KHz Fs2 =800.0000KHz atts = 93.38dB

1 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_1(2 個)= 937.8295 Cb\_1(2 個)= 0.2000n R1\_1 = 468.9147  
C1\_1 = 0.4000n 誤差=3.89 %

1 R2\_1 = 1.8000K C2\_1 = 4.1980p 誤差 = 2.43 %

1 R3\_1 = 2.0787K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.79 %

1 R4\_1 = 12.0765K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.63 %

2 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_2(2 個)= 93.7829 Cb\_2(2 個)= 2.0000n R1\_2 = 46.8915  
C1\_2 = 4.0000n 誤差=3.89 %

2 R2\_2 = 9.1353K C2\_2 = 1.0000n 誤差 = 0.39 %

2 R3\_2 = 1.9330K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.47 %

2 R4\_2 = 11.9723K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.23 %

3 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_3(2 個)= 937.8295 Cb\_3(2 個)= 0.2000n R1\_3 = 468.9147  
C1\_3 = 0.4000n 誤差=3.89 %

3 R2\_3 = 2.7000K C2\_3 = 1.7866p 誤差 = 0.75 %

3 R3\_3 = 191.5873 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 4.39 %

3 R4\_3 = 12.8869K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.88 %

4 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_4(2 個)= 93.7829 Cb\_4(2 個)= 2.0000n R1\_4 = 46.8915  
C1\_4 = 4.0000n 誤差=3.89 %

4 R2\_4 = 20.7409K C2\_4 = 0.6800n 誤差 = 3.57 %

4 R3\_4 = 146.5898 R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.33 %

4 R4\_4 = 12.8319K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.31 %

5 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_5(2 個)= 937.8295 Cb\_5(2 個)= 0.2000n R1\_5 = 468.9147  
C1\_5 = 0.4000n 誤差=3.89 %

5 R2\_5 = 2.7000K C2\_5 = 39.5434p 誤差 = 1.37 %

5 R3\_5 = 111.8084 R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.62 %

5 R4\_5 = 15.2080K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.37 %

6 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_6(2 個)= 93.7829 Cb\_6(2 個)= 2.0000n R1\_6 = 46.8915  
C1\_6 = 4.0000n 誤差=3.89 %

6 R2\_6 = 489.2942 C2\_6 = 0.6800n 誤差 = 3.94 %

6 R3\_6 = 67.5024 R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 0.74 %

$$6 \quad R4\_6 = 15.1425K \quad R6\_6 = 10.0000K \quad \text{誤差} = 0.94 \%$$

ver.1.45 の設計例では、 $Cb1\_1 = 2n$ ,  $Cb1\_2 = 2n$ ,  $Cb1\_3 = 2n$ ,

$$Cb1\_4 = 2n, Cb1\_5 = 2n, Cb1\_6 = 2n$$

ver.2.10, ver.2.40 では、 $Cb1\_1 = 0.2n$ ,  $Cb1\_2 = 2n$ ,  $Cb1\_3 = 0.2n$ ,

$$Cb1\_4 = 2n, Cb1\_5 = 0.2n, Cb1\_6 = 2n$$

BE1, BE2 フィルタは、奇数ブロック（高周波数）に偶数ブロック（低周波数）が連結した回路構成が複数組使われます。奇数ブロックの  $Cb1\_?$  を小さく設定しすぎると、後続の偶数ブロックに伝達される信号が微弱になりすぎて好結果が得られないことがあります。従って、奇数ブロックの  $Cb1\_?$  を大きめに設定した方が好結果が期待できます。

これは BP3, BP4 フィルタでも同様の現象が起こります。



## バンドイジェクト

BE1\_6-49Hz-51Hz.asc

バンドエリミネーション・バターワース 6次 49Hz - 51Hz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 B E フィルタ

遮断特性 バターワース

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1}$  : ( $F_{s1} = F_{p1} * x_s$ ) 49 Hz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2}$  : ( $F_{s2} = F_{p2} / x_s$ ) 51 Hz

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < x_s < 1.0202$  1.01 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

 $F_{p1} = 49.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 51.0000 \text{ Hz}$   $attp = 3.0103 \text{ dB}$  $F_{s1} = 49.4900 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 50.4950 \text{ Hz}$   $atts = 35.86 \text{ dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	3.3152	102.5436K	1.0195	0	100.5813K
		Fc=	50.9653	Q =	96.5913 GB 積=492.2802K
2	3.1896	94.9169K	0.9809	0	96.7687K
		Fc=	49.0334	Q =	96.5913 GB 積=473.6199K
3	9.0115	101.4876K	1.0142	0	100.0621K
		Fc=	50.7022	Q =	35.3518 GB 積=179.2414K
4	8.7601	95.9045K	0.9860	0	97.2708K
		Fc=	49.2878	Q =	35.3518 GB 積=174.2414K
5	12.2010	99.6836K	1.0052	0	99.1688K
		Fc=	50.2495	Q =	25.8771 GB 積=130.0311K
6	12.0753	97.6401K	0.9948	0	98.1470K
		Fc=	49.7318	Q =	25.8771 GB 積=128.6914K

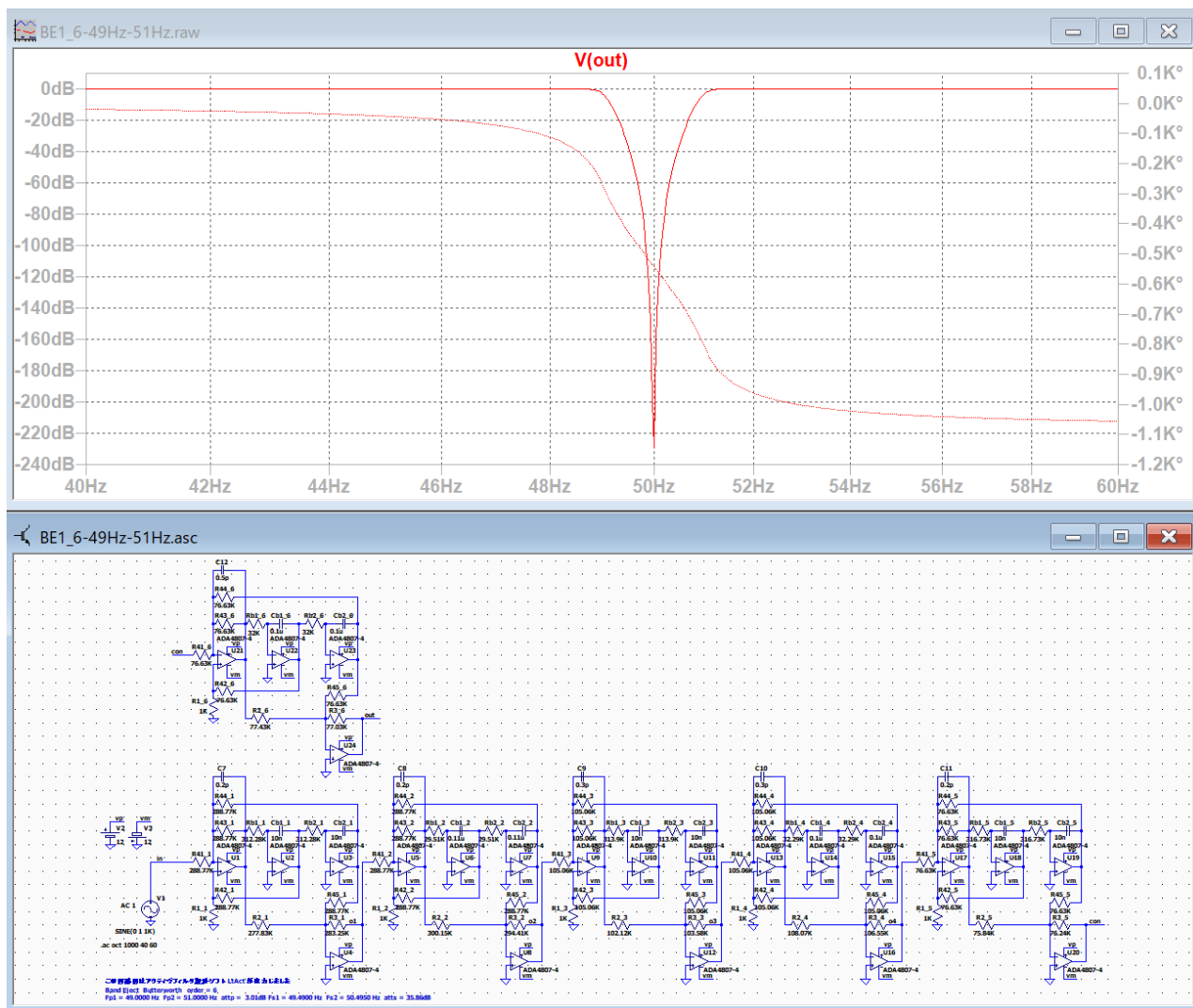
バターワース

BE1\_6-49Hz-51Hz.asc

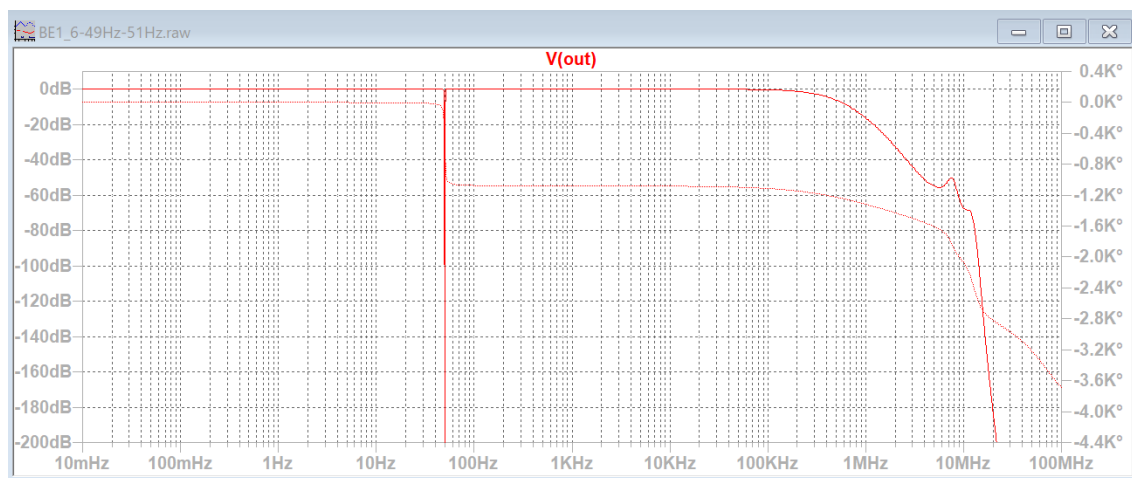
## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-49Hz-51Hz.asc



## 全帯域の表示



## バターワース

BE1\_6-49Hz-51Hz.asc

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-49Hz-51Hz.asc 作成日時 Wed Feb 03 15:41:06  
2021

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 49.0000 Hz Fp2 = 51.0000 Hz attp = 3.0103dB

Fs1 = 49.4900 Hz Fs2 = 50.4950 Hz atts = 35.86dB

1 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_1(2 個)=312.2812K Cb\_1(2 個)= 10.0000n 誤差=3.93 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 277.8277K R3\_1 = 283.2479K R4\_1(5 個)= 288.7739K 誤  
差=6.70 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 29.5077K Cb\_2(2 個)= 0.1100u 誤差=1.67 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 300.1513K R3\_2 = 294.4076K R4\_2(5 個)= 288.7739K 誤  
差=4.33 %

3 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_3(2 個)=313.9016K Cb\_3(2 個)= 10.0000n 誤差=4.43 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 102.1249K R3\_3 = 103.5798K R4\_3(5 個)= 105.0554K 誤  
差=6.20 %

4 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_4(2 個)= 32.2909K Cb\_4(2 個)= 0.1000u 誤差=2.20 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 108.0701K R3\_4 = 106.5521K R4\_4(5 個)= 105.0554K 誤  
差=5.98 %

5 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_5(2 個)=316.7292K Cb\_5(2 個)= 10.0000n 誤差=4.19 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 75.8417K R3\_5 = 76.2354K R4\_5(5 個)= 76.6312K 誤  
差=2.90 %

6 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_6(2 個)= 32.0026K Cb\_6(2 個)= 0.1000u 誤差=3.12 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 77.4290K R3\_6 = 77.0291K R4\_6(5 個)= 76.6312K 誤  
差=4.62 %

## バンドイジェクト

BE1\_6-20Hz-20KHz-0.asc

バンドエリミネーション・バターワース 6次 20Hz－20KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 バターワース

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * x_s)$  20 Hz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / x_s)$  20 KHz

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < x_s < 31.6228$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

 $F_{p1} = 20.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 20.0000 \text{ KHz}$   $attp = 3.0103 \text{ dB}$  $F_{s1} = 30.0000 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 13.3333 \text{ KHz}$   $atts = 21.23 \text{ dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	64.9183K	15.7872G	31.6186	0	499.3002Meg
		Fc=	19.9973K	Q =	1.9355 GB 積= 3.8704Meg
2	64.9357	15.7956K	31.6270m	0	499.4335K
		Fc=	20.0027	Q =	1.9355 GB 積= 3.8714K
3	177.3599K	15.7598G	31.5912	0	498.8683Meg
		Fc=	19.9800K	Q =	0.7078 GB 積= 1.4142Meg
4	177.7146	15.8229K	31.6544m	0	499.8660K
		Fc=	20.0200	Q =	0.7078 GB 積= 1.4170K
5	242.2777K	15.7324G	31.5637	0	498.4344Meg
		Fc=	19.9627K	Q =	0.5177 GB 積= 1.0335Meg
6	243.1850	15.8505K	31.6819m	0	500.3011K
		Fc=	20.0374	Q =	0.5177 GB 積= 1.0374K

バターワース

BE1\_6-20Hz-20KHz-0.asc

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-20Hz-20KHz-0.asc 作成日時 Fri Feb 05

15:54:57 2021

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 20.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 30.0000 Hz Fs2 = 13.3333KHz atts = 21.23dB

1 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_1(2 個)=106.1175K Cb\_1(2 個)= 75.0000p 誤差=3.66 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 4.8077 R3\_1 = 152.0115 R4\_1(5 個)= 4.8064K 誤差=3.42 %

2 (et1) 「LP3-0-1」 Rb\_2(2 個)=185.0392 Cb\_2(2 個)= 43.0000u 誤差=2.72 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 4.8051Meg R3\_2 = 151.9709K R4\_2(5 個)= 4.8064K 誤差=3.37 %

3 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_3(2 個)=106.2093K Cb\_3(2 個)= 75.0000p 誤差=3.57 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 1.1257 R3\_3 = 35.5621 R4\_3(5 個)= 1.1234K 誤差=3.33 %

4 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_4(2 個)= 14.1961K Cb\_4(2 個)= 0.5600u 誤差=5.66 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 1.1212Meg R3\_4 = 35.4911K R4\_4(5 個)= 1.1234K 誤差=3.16 %

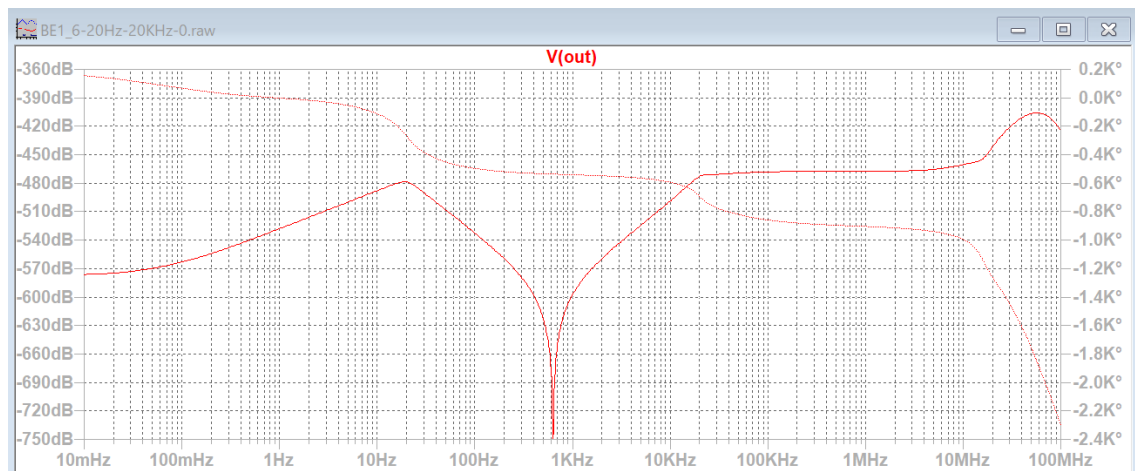
5 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_5(2 個)=106.3018K Cb\_5(2 個)= 75.0000p 誤差=3.48 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 0.5552 R3\_5 = 17.5240 R4\_5(5 個)= 553.1235 誤差=3.11 %

6 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_6(2 個)= 14.1837K Cb\_6(2 個)= 0.5600u 誤差=5.75 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 551.0598K R3\_6 = 17.4586K R4\_6(5 個)= 553.1235 誤差=3.71 %

全て「OK」をクリックすると、フィルタとして動作しません。

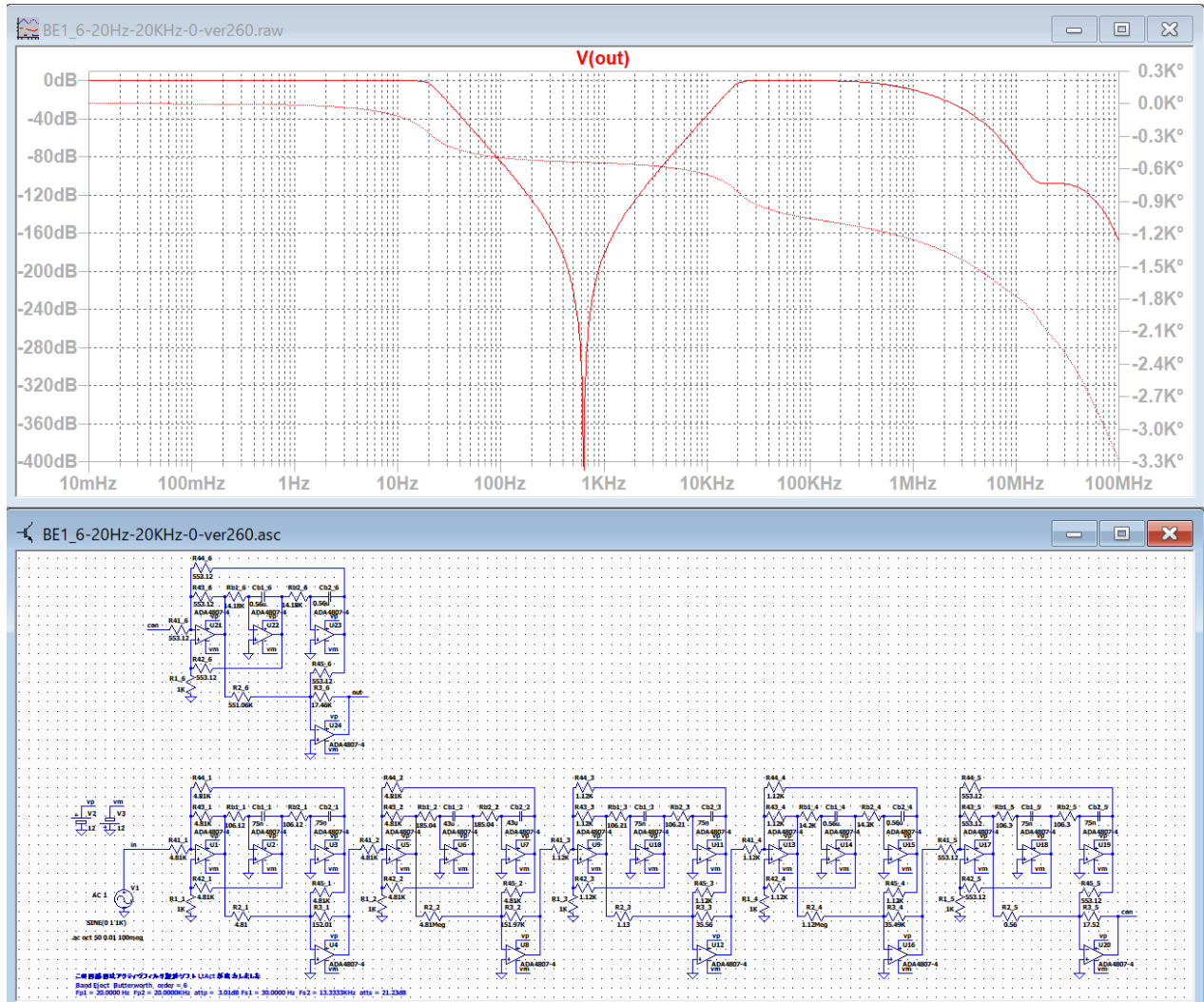




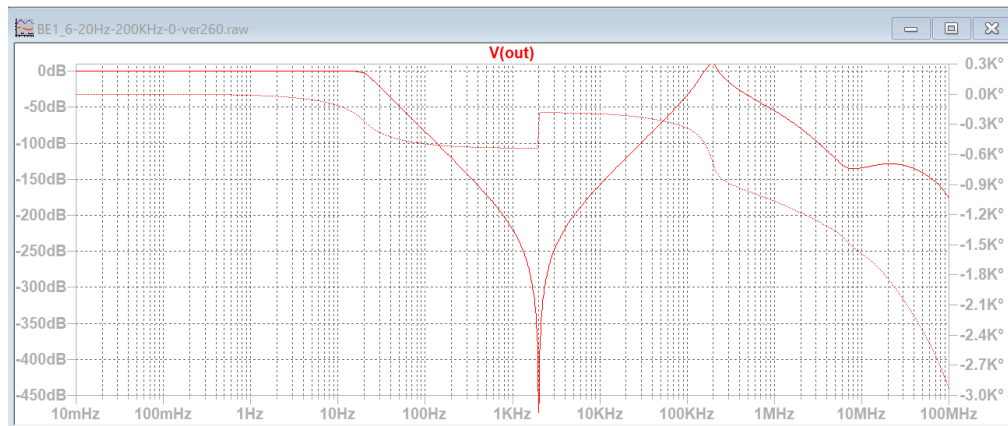
## バンドイジェクト

ver.2.60 で作成した回路図

BE1\_6-20Hz-20KHz-0-ver260.asc



参照モード 1 でも動作。Fp2 / Fp1 = 10000 では、どちらのモードでも動作しません。



バターワース

BE1\_6-20Hz-20KHz-0.asc

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-20Hz-20KHz-0-ver260.asc 作成日時 Sat Feb 06  
06:59:35 2021

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 20.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 30.0000 Hz Fs2 = 13.3333KHz atts = 21.23dB

1 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_1(2 個)=106.1175 Cb\_1(2 個)= 75.0000n 誤差=3.66 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 4.8077 R3\_1 = 152.0115 R4\_1(5 個)= 4.8064K 誤  
差=3.42 %

2 (et1) 「LP3-0-1」 Rb\_2(2 個)=185.0392 Cb\_2(2 個)= 43.0000u 誤差=2.72 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 4.8051Meg R3\_2 = 151.9709K R4\_2(5 個)= 4.8064K  
誤差=3.37 %

3 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_3(2 個)=106.2093 Cb\_3(2 個)= 75.0000n 誤差=3.57 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 1.1257 R3\_3 = 35.5621 R4\_3(5 個)= 1.1234K  
誤差=3.33 %

4 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_4(2 個)= 14.1961K Cb\_4(2 個)= 0.5600u 誤差=5.66 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 1.1212Meg R3\_4 = 35.4911K R4\_4(5 個)= 1.1234K  
誤差=3.16 %

5 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_5(2 個)=106.3018 Cb\_5(2 個)= 75.0000n 誤差=3.48 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 0.5552 R3\_5 = 17.5240 R4\_5(5 個)= 553.1235 誤  
差=3.11 %

6 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_6(2 個)= 14.1837K Cb\_6(2 個)= 0.5600u 誤差=5.75 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 551.0598K R3\_6 = 17.4586K R4\_6(5 個)= 553.1235 誤  
差=3.71 %

正常に動作する



## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-20Hz-200KHz-1-ver260.asc 作成日時 Sat Feb

06 07:17:19 2021

正常に動作する

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 200.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 30.0000 Hz Fs2 = 133.3333KHz atts = 21.17dB

1 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_1(2 個)= 142.1026K Cb\_1(2 個)= 0.5600n R1\_1 = 71.0513K

C1\_1 = 1.1200n 誤差=7.25 %

1 R2\_1 = 27.0000 C2\_1 = 14.7673p 誤差 = 1.58 %

1 R3\_1 = 26.1792Meg R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.14 %

1 R4\_1 = 401.9692 R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.98 %

2 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_2(2 個)= 14.2103K Cb\_2(2 個)= 5.6000n R1\_2 = 7.1051K

C1\_2 = 11.2000n 誤差=7.25 %

2 R2\_2 = 397.1717K C2\_2 = 30.0000u 誤差 = 1.81 %

2 R3\_2 = 26.6473Meg R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.32 %

2 R4\_2 = 401.9705 R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.98 %

3 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_3(2 個)= 142.1026K Cb\_3(2 個)= 0.5600n R1\_3 = 71.0513K

C1\_3 = 1.1200n 誤差=7.25 %

3 R2\_3 = 27.0000 C2\_3 = 14.8183p 誤差 = 1.23 %

3 R3\_3 = 25.9432Meg R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 4.07 %

3 R4\_3 = 405.6592 R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.86 %

4 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_4(2 個)= 14.2103K Cb\_4(2 個)= 5.6000n R1\_4 = 7.1051K

C1\_4 = 11.2000n 誤差=7.25 %

4 R2\_4 = 396.1442K C2\_4 = 30.0000u 誤差 = 1.55 %

4 R3\_4 = 26.4071Meg R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.25 %

4 R4\_4 = 405.6606 R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.86 %

5 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_5(2 個)= 142.1026K Cb\_5(2 個)= 0.5600n R1\_5 = 71.0513K

C1\_5 = 1.1200n 誤差=7.25 %

5 R2\_5 = 27.0000 C2\_5 = 14.8694p 誤差 = 0.88 %

5 R3\_5 = 25.8069Meg R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 4.62 %

5 R4\_5 = 407.8365 R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 4.37 %

6 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_6(2 個)= 14.2103K Cb\_6(2 個)= 5.6000n R1\_6 = 7.1051K

C1\_6 = 11.2000n 誤差=7.25 %

6 R2\_6 = 395.1213K C2\_6 = 30.0000u 誤差 = 1.30 %

6 R3\_6 = 26.2683Meg R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 2.79 %

6 R4\_6 = 407.8379 R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 4.37 %

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-20Hz-200KHz-0-ver260.asc 作成日時 Sat Feb 06 07:14:00 2021

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6 参照モード=0

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 =200.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 30.0000 Hz Fs2 =133.3333KHz atts = 21.17dB

1 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_1(2 個)= 20.4048 Cb\_1(2 個)= 39.0000n 誤差=1.98 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 0.4797 R3\_1 = 47.9670 R4\_1(5 個)= 4.7966K

誤差=3.49 %

2 (et1) 「LP3-0-1」 Rb\_2(2 個)=185.0614 Cb\_2(2 個)= 43.0000u 誤差=2.73 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 47.9651Meg R3\_2 = 479.6572K R4\_2(5 個)= 4.7966K

誤差=3.49 %

3 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_3(2 個)= 20.4065 Cb\_3(2 個)= 39.0000n 誤差=1.99 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 0.1122 R3\_3 = 11.2164 R4\_3(5 個)= 1.1215K 誤

差=3.34 %

4 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_4(2 個)= 14.2088K Cb\_4(2 個)= 0.5600u 誤差=5.57 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 11.2131Meg R3\_4 = 112.1420K R4\_4(5 個)= 1.1215K

誤差=3.31 %

5 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_5(2 個)= 20.4083 Cb\_5(2 個)= 39.0000n 誤差=2.00 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 55.3142m R3\_5 = 5.5304 R4\_5(5 個)= 552.9351 誤

差=2.18 %

6 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_6(2 個)= 14.2076K Cb\_6(2 個)= 0.5600u 誤差=5.58 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 5.5273Meg R3\_6 = 55.2832K R4\_6(5 個)= 552.9351

誤差=2.25 %

Fp2 / Fp1 = 10000 では、どちらのモードでも動作しません。

## バンドイジェクト

BE2\_6-20Hz-20KHz-0.asc

バンドエリミネーション・バターワース 6次 20Hz－20KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 バターワース

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * x_s)$  20 Hz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / x_s)$  20 KHz

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < x_s < 31.6228$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

 $F_{p1} = 20.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 20.0000 \text{ KHz}$   $attp = 3.0103 \text{ dB}$  $F_{s1} = 30.0000 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 13.3333 \text{ KHz}$   $atts = 21.23 \text{ dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

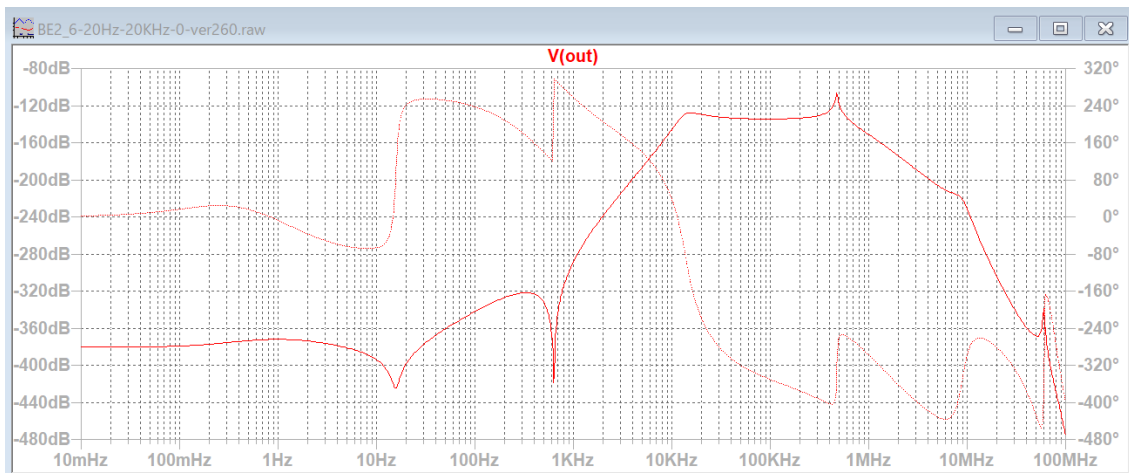
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	64.9183K	15.7872G	31.6186	0	499.3002Meg
		Fc=	19.9973K	Q =	1.9355 GB 積= 3.8704Meg
2	64.9357	15.7956K	31.6270m	0	499.4335K
		Fc=	20.0027	Q =	1.9355 GB 積= 3.8714K
3	177.3599K	15.7598G	31.5912	0	498.8683Meg
		Fc=	19.9800K	Q =	0.7078 GB 積= 1.4142Meg
4	177.7146	15.8229K	31.6544m	0	499.8660K
		Fc=	20.0200	Q =	0.7078 GB 積= 1.4170K
5	242.2777K	15.7324G	31.5637	0	498.4344Meg
		Fc=	19.9627K	Q =	0.5177 GB 積= 1.0335Meg
6	243.1850	15.8505K	31.6819m	0	500.3011K
		Fc=	20.0374	Q =	0.5177 GB 積= 1.0374K

バターワース

BE2\_6-20Hz-20KHz-0.asc

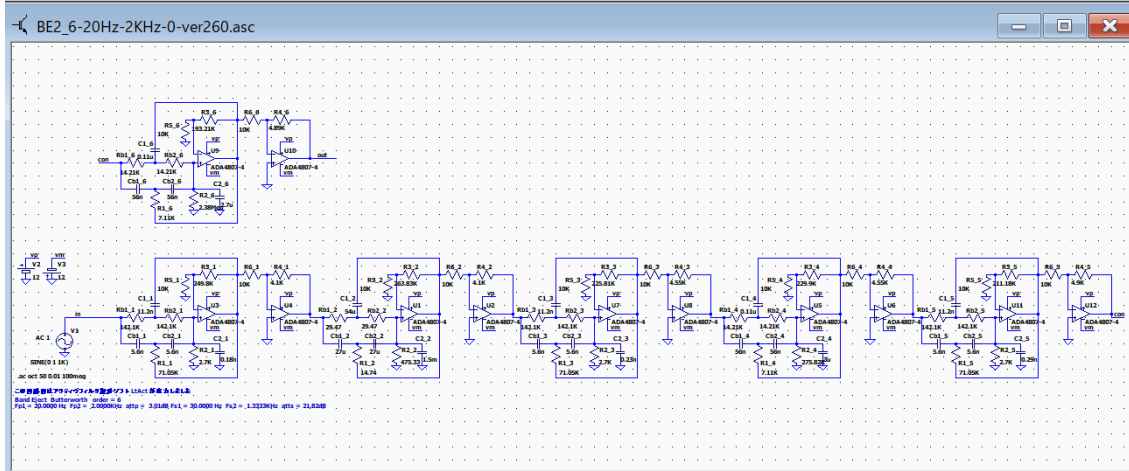
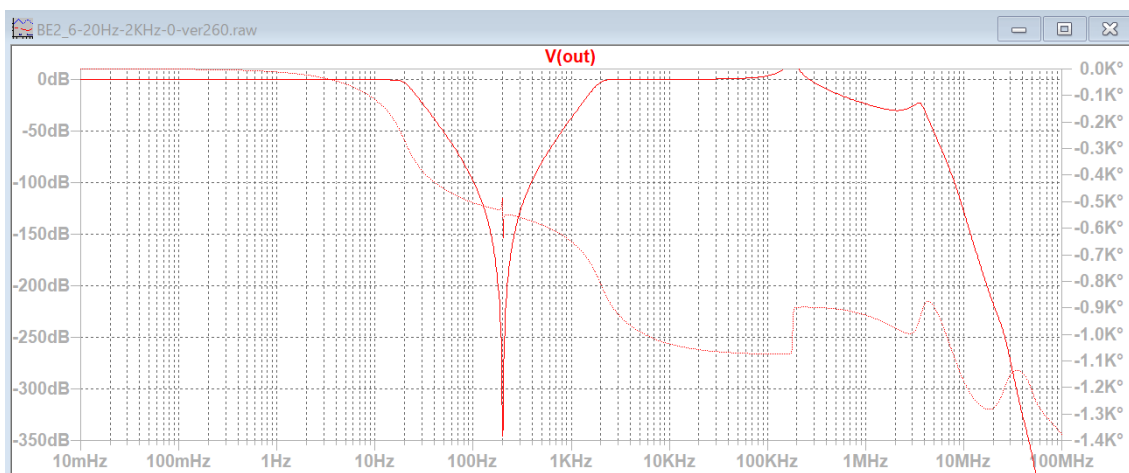
## バンドイジェクト

BE2\_6-20Hz-20KHz-0-ver260.asc



BE2 の場合には、 $F_{p2} / F_{p1} = 1000$  では動作しません。

BE2 では、 $F_{p2} / F_{p1} = 100$  程度までは正常に動作します。



バターワース

BE2\_6-20Hz-20KHz-0.asc

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-20Hz-20KHz-0-ver260.asc 作成日時 Sat Feb 06

07:24:56 2021

Fp2 / Fp1 = 1000 では正常に動作しない

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 20.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 30.0000 Hz Fs2 = 13.3333KHz atts = 21.23dB

1 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_1(2 個)= 251.6461K Cb\_1(2 個)= 1.0000n R1\_1 = 125.8230K

C1\_1 = 2.0000n 誤差=5.70 %

1 R2\_1 = 470.0000 C2\_1 = 36.0603p 誤差 = 0.17 %

1 R3\_1 = 2.6335Meg R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.53 %

1 R4\_1 = 1.2824K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.38 %

2 (et2) 「LP4-0-1」 Rb\_2(2 個)= 49.3424 Cb\_2(2 個)= 5.1000u R1\_2 = 24.6712

C1\_2 = 10.2000u 誤差=4.75 %

2 R2\_2 = 1.6418K C2\_2 = 2.7000m 誤差 = 2.55 %

2 R3\_2 = 2.6039Meg R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.69 %

2 R4\_2 = 1.2823K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.38 %

3 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_3(2 個)= 251.6461K Cb\_3(2 個)= 1.0000n R1\_3 = 125.8230K

C1\_3 = 2.0000n 誤差=5.70 %

3 R2\_3 = 470.0000 C2\_3 = 36.9890p 誤差 = 2.67 %

3 R3\_3 = 2.5574Meg R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 5.57 %

3 R4\_3 = 1.3215K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.63 %

4 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_4(2 個)= 25.1646K Cb\_4(2 個)= 10.0000n R1\_4 = 12.5823K

C1\_4 = 20.0000n 誤差=5.70 %

4 R2\_4 = 2.1842Meg C2\_4 = 5.1000u 誤差 = 0.72 %

4 R3\_4 = 2.4359Meg R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.47 %

4 R4\_4 = 1.3214K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.62 %

5 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_5(2 個)= 251.6461K Cb\_5(2 個)= 1.0000n R1\_5 = 125.8230K

C1\_5 = 2.0000n 誤差=5.70 %

5 R2\_5 = 470.0000 C2\_5 = 37.9242p 誤差 = 2.84 %

5 R3\_5 = 2.5133Meg R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 4.51 %

5 R4\_5 = 1.3458K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 3.40 %

6 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_6(2 個)= 25.1646K Cb\_6(2 個)= 10.0000n R1\_6 = 12.5823K

C1\_6 = 20.0000n 誤差=5.70 %

6 R2\_6 = 2.0275Meg C2\_6 = 5.1000u 誤差 = 1.35 %

6 R3\_6 = 2.3939Meg R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 0.26 %

6 R4\_6 = 1.3456K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 3.39 %

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-20Hz-2KHz-0-ver260.asc 作成日時 Sat Feb 06

07:27:47 2021

Fp2 / Fp1 = 100 なら正常に動作する

アナログ Band Eject Butterworth 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 2.0000KHz attp = 3.0103dB

Fs1 = 30.0000 Hz Fs2 = 1.3333KHz atts = 21.82dB

1 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_1(2 個)= 142.1026K Cb\_1(2 個)= 5.6000n R1\_1 = 71.0513K

C1\_1 = 11.2000n 誤差=7.25 %

1 R2\_1 = 2.7000K C2\_1 = 0.1830n 誤差 = 1.65 %

1 R3\_1 = 249.8030K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.92 %

1 R4\_1 = 4.0954K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.77 %

2 (et2) 「LP4-0-1」 Rb\_2(2 個)= 29.4731 Cb\_2(2 個)= 27.0000u R1\_2 = 14.7366

C1\_2 = 54.0000u 誤差=4.48 %

2 R2\_2 = 475.3256 C2\_2 = 1.5000m 誤差 = 1.12 %

2 R3\_2 = 263.8304K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.34 %

2 R4\_2 = 4.0995K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 4.87 %

3 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_3(2 個)= 142.1026K Cb\_3(2 個)= 5.6000n R1\_3 = 71.0513K

C1\_3 = 11.2000n 誤差=7.25 %

3 R2\_3 = 2.7000K C2\_3 = 0.2348n 誤差 = 2.22 %

3 R3\_3 = 225.8090K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.57 %

3 R4\_3 = 4.5510K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.27 %

4 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_4(2 個)= 14.2103K Cb\_4(2 個)= 56.0000n R1\_4 = 7.1051K

C1\_4 = 0.1120u 誤差=7.25 %

4 R2\_4 = 275.8160K C2\_4 = 3.0000u 誤差 = 2.11 %

4 R3\_4 = 229.8961K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 4.30 %

4 R4\_4 = 4.5527K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.23 %

5 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_5(2 個)= 142.1026K Cb\_5(2 個)= 5.6000n R1\_5 = 71.0513K

C1\_5 = 11.2000n 誤差=7.25 %

5 R2\_5 = 2.7000K C2\_5 = 0.2903n 誤差 = 3.33 %

5 R3\_5 = 211.1836K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 4.17 %

5 R4\_5 = 4.8962K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 4.01 %

6 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_6(2 個)= 14.2103K Cb\_6(2 個)= 56.0000n R1\_6 = 7.1051K

C1\_6 = 0.1120u 誤差=7.25 %

6 R2\_6 = 2.3785Meg C2\_6 = 2.7000u 誤差 = 0.91 %

6 R3\_6 = 193.2140K R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 3.51 %

6 R4\_6 = 4.8862K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 3.81 %

## バンドイジェクト

## チェビシェフ

BE1\_6-10KHz-30KHz.asc

バンドエリミネーション・チェビシェフ 6次 10KHz-30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1}$  : ( $F_{s1} = F_{p1} \times x_s$ ) 10 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2}$  : ( $F_{s2} = F_{p2} / x_s$ ) 30 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で入力して下さい  $1 < x_s < 1.7321$  1.5 倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=6

 $F_{p1} = 10.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 30.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 15.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 20.0000\text{KHz}$   $atts = 85.19\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	18.8324K	33.3355G	1.6777	0	19.8698G
		Fc=	29.0585K	Q = 9.6950	GB 積= 28.1723Meg
2	6.6908K	4.2078G	0.5961	0	7.0594G
		Fc=	10.3240K	Q = 9.6950	GB 積= 10.0091Meg
3	87.5904K	40.6822G	1.8534	0	21.9504G
		Fc=	32.1013K	Q = 2.3027	GB 積= 7.3921Meg
4	25.4996K	3.4479G	0.5396	0	6.3903G
		Fc=	9.3454K	Q = 2.3027	GB 積= 2.1520Meg
5	338.8288K	57.6125G	2.2056	0	26.1215G
		Fc=	38.2013K	Q = 0.7084	GB 積= 2.7062Meg
6	69.6538K	2.4347G	0.4534	0	5.3699G
		Fc=	7.8531K	Q = 0.7084	GB 積=556.3151K

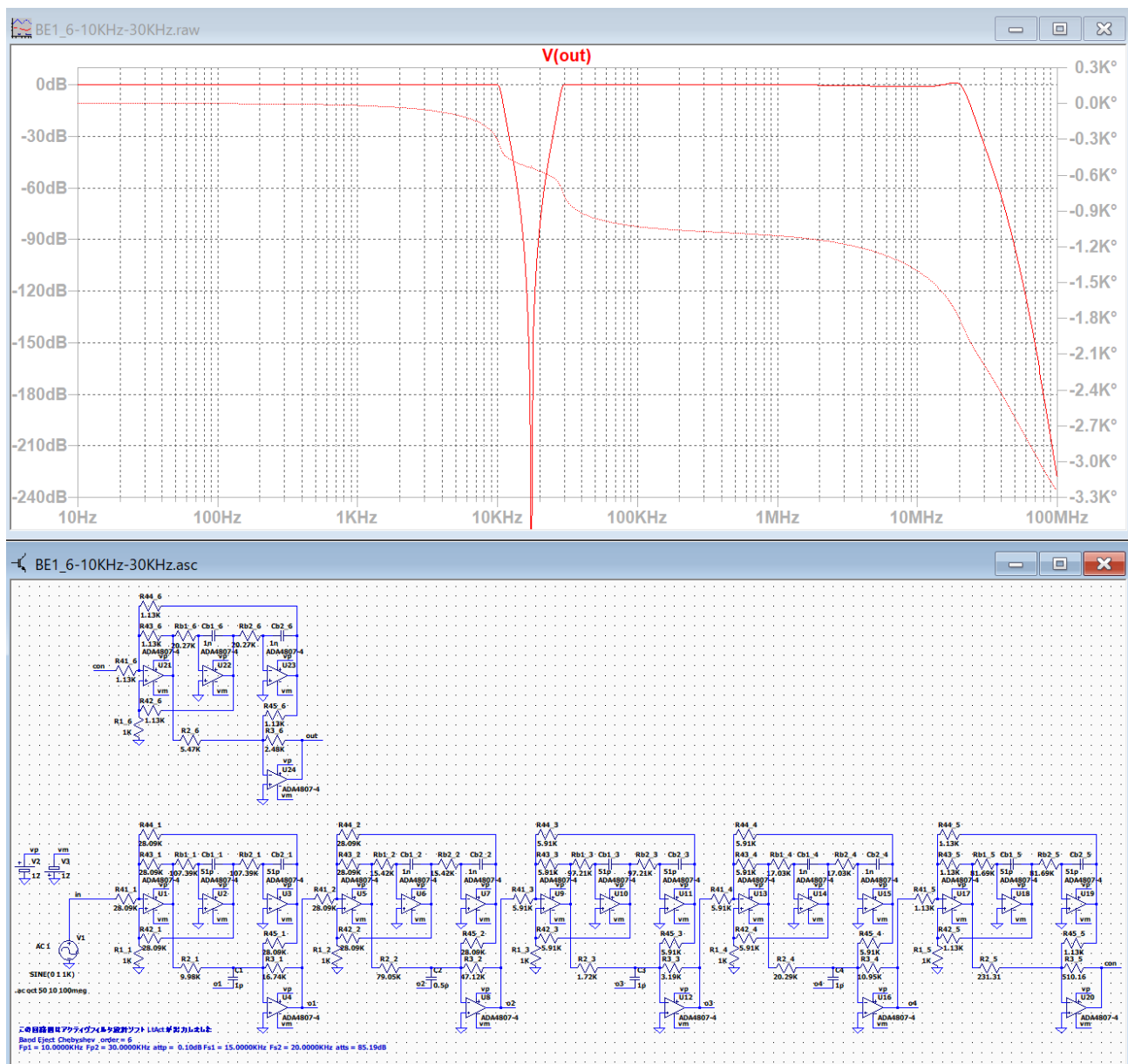
チェビシェフ

BE1\_6-10KHz-30KHz.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-10KHz-30KHz.asc



チェビシェフ

BE1\_6-10KHz-30KHz.asc



## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-10KHz-30KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13

16:07:39 2021

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 15.0000KHz Fs2 = 20.0000KHz atts = 85.19dB

1 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_1(2 個)=107.3931K Cb\_1(2 個)= 51.0000p 誤差=2.43 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 9.9781K R3\_1 = 16.7402K R4\_1(5 個)= 28.0850K

誤差=5.88 %

2 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_2(2 個)= 15.4160K Cb\_2(2 個)= 1.0000n 誤差=2.70 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 79.0497K R3\_2 = 47.1181K R4\_2(5 個)= 28.0850K

誤差=5.38 %

3 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_3(2 個)= 97.2138K Cb\_3(2 個)= 51.0000p 誤差=2.87 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 1.7200K R3\_3 = 3.1878K R4\_3(5 個)= 5.9082K

誤差=7.64 %

4 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_4(2 個)= 17.0302K Cb\_4(2 個)= 1.0000n 誤差=5.69 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 20.2946K R3\_4 = 10.9501K R4\_4(5 個)= 5.9082K

誤差=5.17 %

5 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_5(2 個)= 81.6905K Cb\_5(2 個)= 51.0000p 誤差=0.38 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 231.3092 R3\_5 = 510.1650 R4\_5(5 個)= 1.1252K 誤

差=4.37 %

6 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_6(2 個)= 20.2664K Cb\_6(2 個)= 1.0000n 誤差=1.31 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 5.4735K R3\_6 = 2.4817K R4\_6(5 個)= 1.1252K

誤差=4.60 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 0.1n, Cb1\_2= 1.2u, Cb1\_3 = 0.1n,

Cb1\_4 = 1.2u, Cb1\_5= 0.1n, Cb1\_6 = 0.9u

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 51p, Cb1\_2 = 1n, Cb1\_3 = 51p,

Cb1\_4 = 1n, Cb1\_5 = 51p, Cb1\_6 = 1n

バンドイジェクト

BE2\_6-10KHz-30KHz.asc

バンドエリミネーション・チェビシェフ 6次 10KHz-30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 チェビシェフ

設計するフィルタの次数  $m (<=58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * X_s)$  10 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$  30 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < X_s < 1.7321$  1.5 倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ Band Eject Chebyshev 次数=6

 $F_{p1} = 10.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 30.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 15.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 20.0000\text{KHz}$   $atts = 85.19\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	18.8324K	33.3355G	1.6777	0	19.8698G
		Fc=	29.0585K	Q = 9.6950	GB 積= 28.1723Meg
2	6.6908K	4.2078G	0.5961	0	7.0594G
		Fc=	10.3240K	Q = 9.6950	GB 積= 10.0091Meg
3	87.5904K	40.6822G	1.8534	0	21.9504G
		Fc=	32.1013K	Q = 2.3027	GB 積= 7.3921Meg
4	25.4996K	3.4479G	0.5396	0	6.3903G
		Fc=	9.3454K	Q = 2.3027	GB 積= 2.1520Meg
5	338.8288K	57.6125G	2.2056	0	26.1215G
		Fc=	38.2013K	Q = 0.7084	GB 積= 2.7062Meg
6	69.6538K	2.4347G	0.4534	0	5.3699G
		Fc=	7.8531K	Q = 0.7084	GB 積=556.3151K

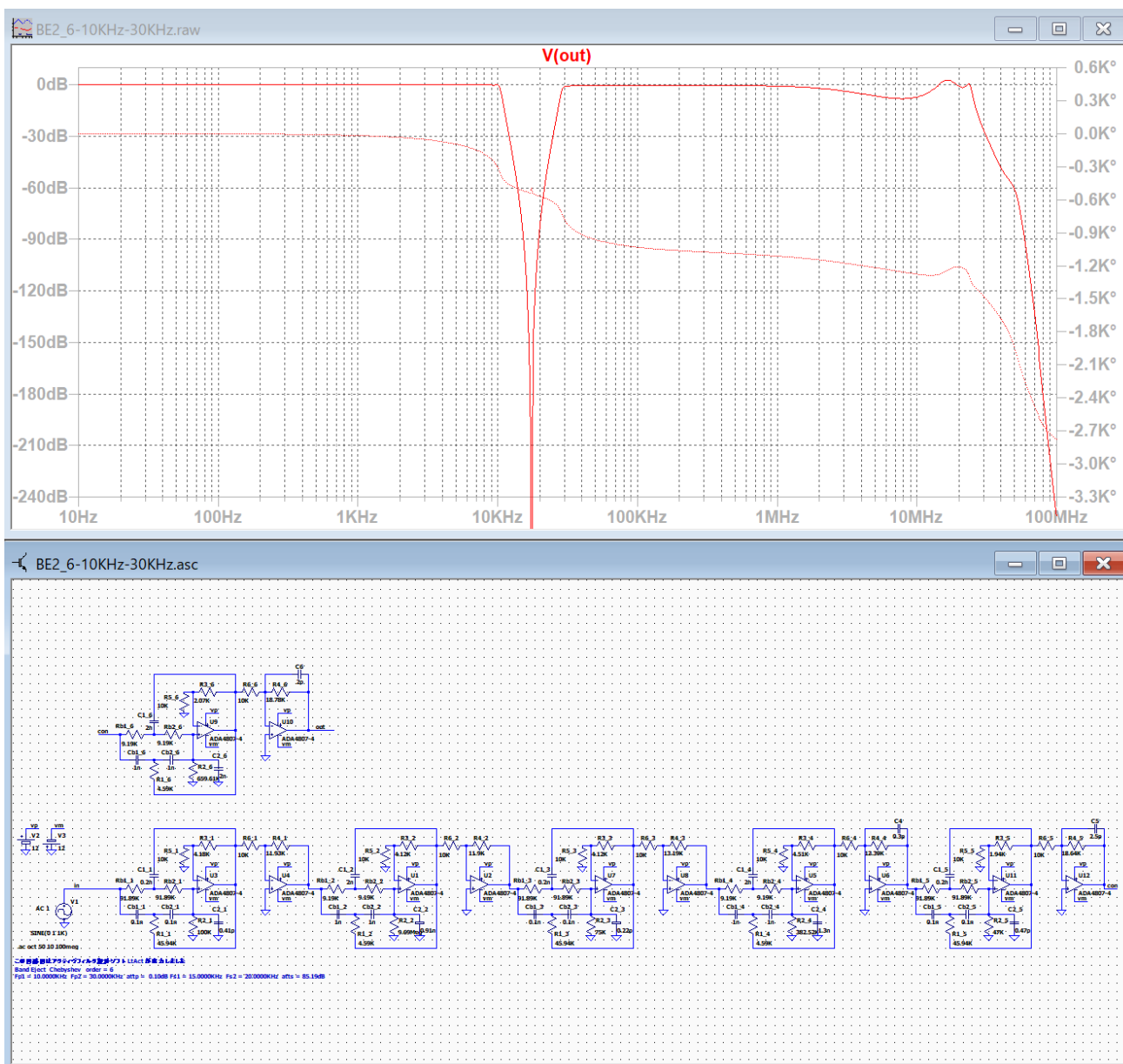
チェビシェフ

BE2\_6-10KHz-30KHz.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE2\_6-10KHz-30KHz.asc



## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-10KHz-30KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13  
16:10:44 2021

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 15.0000KHz Fs2 = 20.0000KHz atts = 85.19dB

1 (et2) 「HP4-1-0」 Rb\_1(2 個)= 91.8881K Cb\_1(2 個)= 0.1000n R1\_1 = 45.9441K  
C1\_1 = 0.2000n 誤差=2.49 %

1 R2\_1 = 100.0000K C2\_1 = 0.4104p 誤差 = 4.77 %

1 R3\_1 = 4.1788K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.90 %

1 R4\_1 = 11.9296K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.59 %

2 (et2) 「HP4-1-0」 Rb\_2(2 個)= 9.1888K Cb\_2(2 個)= 1.0000n R1\_2 = 4.5944K  
C1\_2 = 2.0000n 誤差=2.49 %

2 R2\_2 = 9.6864Meg C2\_2 = 0.9100n 誤差 = 3.24 %

2 R3\_2 = 4.1213K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 4.34 %

2 R4\_2 = 11.9031K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.81 %

3 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_3(2 個)= 91.8881K Cb\_3(2 個)= 0.1000n R1\_3 = 45.9441K  
C1\_3 = 0.2000n 誤差=2.49 %

3 R2\_3 = 75.0000K C2\_3 = 0.2239p 誤差 = 1.73 %

3 R3\_3 = 4.1159K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 4.47 %

3 R4\_3 = 13.1884K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.43 %

4 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_4(2 個)= 9.1888K Cb\_4(2 個)= 1.0000n R1\_4 = 4.5944K  
C1\_4 = 2.0000n 誤差=2.49 %

4 R2\_4 = 382.5172K C2\_4 = 1.3000n 誤差 = 1.96 %

4 R3\_4 = 4.5113K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 4.18 %

4 R4\_4 = 13.3855K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.88 %

5 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_5(2 個)= 91.8881K Cb\_5(2 個)= 0.1000n R1\_5 = 45.9441K  
C1\_5 = 0.2000n 誤差=2.49 %

5 R2\_5 = 47.0000K C2\_5 = 0.4694p 誤差 = 0.13 %

5 R3\_5 = 1.9421K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.98 %

5 R4\_5 = 18.6420K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 3.44 %

6 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_6(2 個)= 9.1888K Cb\_6(2 個)= 1.0000n R1\_6 = 4.5944K  
C1\_6 = 2.0000n 誤差=2.49 %

6 R2\_6 = 659.6061K C2\_6 = 2.0000n 誤差 = 3.09 %

6 R3\_6 = 2.0692K R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 3.34 %

バンドプロジェクト

6 R4\_6 = 18.7834K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 4.17 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 0.1n, Cb1\_2 = 1.2u, Cb1\_3 = 0.1n,  
Cb1\_4 = 1.2u, Cb1\_5 = 0.1n, Cb1\_6 = 0.9u  
ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 0.1n, Cb1\_2 = 1n, Cb1\_3 = 0.1n,  
Cb1\_4 = 1n, Cb1\_5 = 0.1n, Cb1\_6 = 1n

## バンドイジェクト

BE1\_6-100KHz-300KHz.asc

バンドエリミネーション・チェビシェフ 6次 100KHz-300KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  6

遮断特性 チェビシェフ

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * X_s)$  100 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$  300 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < X_s < 1.7321$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アタック Band Eject Chebyshev 次数=6

 $F_{p1} = 100.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 300.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 150.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 200.0000\text{KHz}$   $atts = 85.19\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

Hn = -----

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	188.3240K	3.3335T	1.6777	0	1.9870T
		Fc=	290.5853K	Q =	9.6950 GB 積=281.7225Meg
2	66.9082K	420.7800G	0.5961	0	705.9404G
		Fc=	103.2399K	Q =	9.6950 GB 積=100.0911Meg
3	875.9042K	4.0682T	1.8534	0	2.1950T
		Fc=	321.0127K	Q =	2.3027 GB 積= 73.9210Meg
4	254.9961K	344.7926G	0.5396	0	639.0274G
		Fc=	93.4543K	Q =	2.3027 GB 積= 21.5201Meg
5	3.3883Meg	5.7612T	2.2056	0	2.6122T
		Fc=	382.0132K	Q =	0.7084 GB 積= 27.0618Meg
6	696.5383K	243.4701G	0.4534	0	536.9864G
		Fc=	78.5313K	Q =	0.7084 GB 積= 5.5632Meg

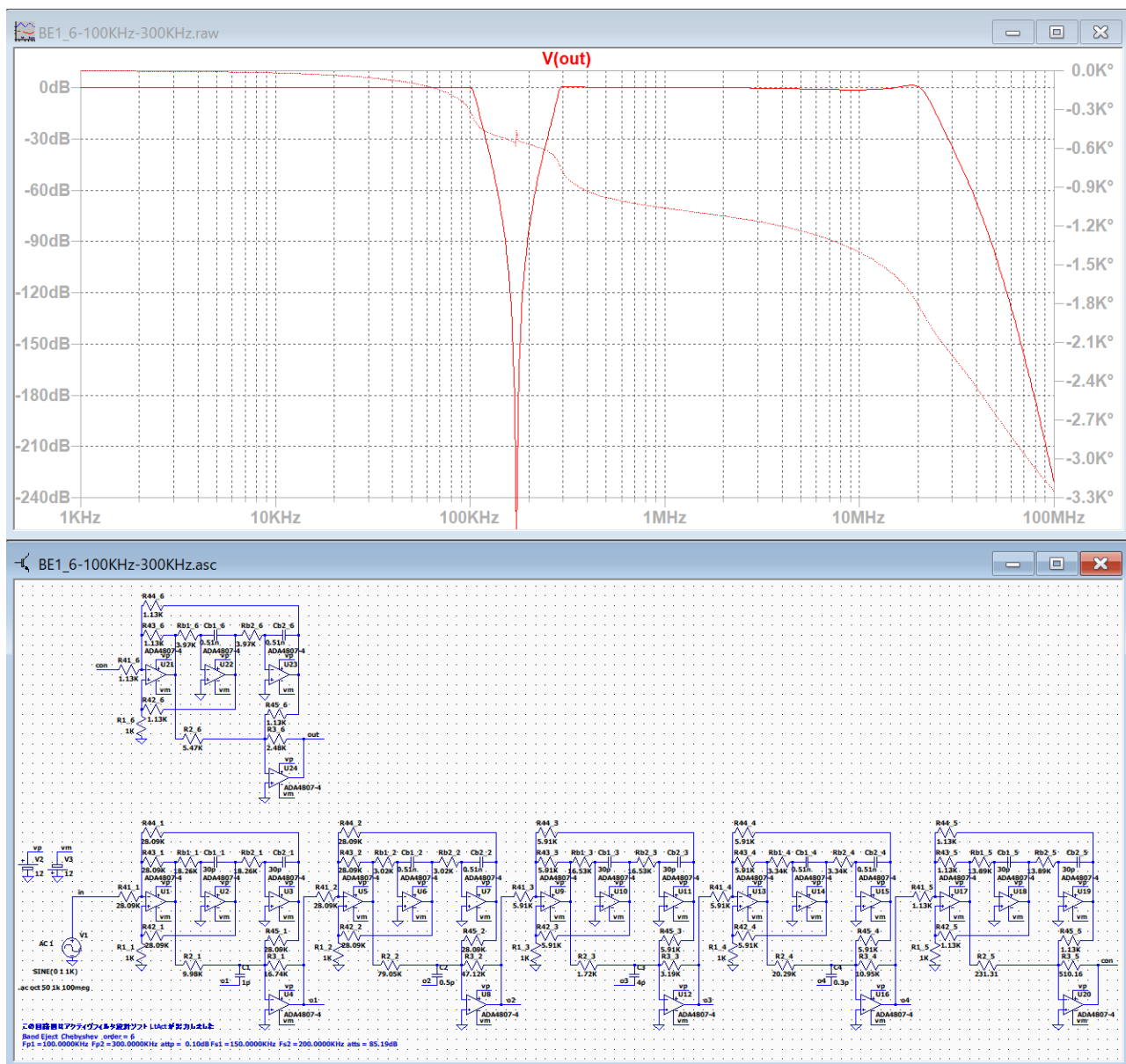
チェビシェフ

BE1\_6-100KHz-300KHz.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-100KHz-300KHz.asc



100KHz で 0.05dB, 300KHz で 0.83dB,  
 150KHz 以上, 200KHz 以下で → -83.9dB

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-100KHz-300KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 16:19:03 2021

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=6

参照モード=1

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =150.0000KHz Fs2 =200.0000KHz atts = 85.19dB

1 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 18.2568K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=1.41 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 9.9781K R3\_1 = 16.7402K R4\_1(5 個)= 28.0850K 誤差=5.88 %

2 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_2(2 個)= 3.0228K Cb\_2(2 個)= 0.5100n 誤差=0.75 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 79.0497K R3\_2 = 47.1181K R4\_2(5 個)= 28.0850K 誤差=5.38 %

3 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_3(2 個)= 16.5263K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=3.18 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 1.7200K R3\_3 = 3.1878K R4\_3(5 個)= 5.9082K 誤差=7.64 %

4 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_4(2 個)= 3.3393K Cb\_4(2 個)= 0.5100n 誤差=1.18 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 20.2946K R3\_4 = 10.9501K R4\_4(5 個)= 5.9082K 誤差=5.17 %

5 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_5(2 個)= 13.8874K Cb\_5(2 個)= 30.0000p 誤差=6.39 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 231.3092 R3\_5 = 510.1650 R4\_5(5 個)= 1.1252K 誤差=4.37 %

6 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_6(2 個)= 3.9738K Cb\_6(2 個)= 0.5100n 誤差=1.86 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 5.4735K R3\_6 = 2.4817K R4\_6(5 個)= 1.1252K 誤差=4.60 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 10p, Cb1\_2 = 18n, Cb1\_3 = 51p,

Cb1\_4 = 91n, Cb1\_5 = 51p, Cb1\_6 = 39n

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2 = 0.5n, Cb1\_3 = 30p,

Cb1\_4 = 0.5n, Cb1\_5 = 30p, Cb1\_6 = 0.5n



## バンドイジェクト

BE2\_6-100KHz-300KHz.asc

バンドエリミネーション・チェビシェフ 6次 100KHz-300KHz

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ Band Eject Chebyshev 次数=6

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =150.0000KHz Fs2 =200.0000KHz atts = 85.19dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	188.3240K	3.3335T	1.6777	0	1.9870T
		Fc=	290.5853K	Q =	9.6950 GB 積=281.7225Meg
2	66.9082K	420.7800G	0.5961	0	705.9404G
		Fc=	103.2399K	Q =	9.6950 GB 積=100.0911Meg
3	875.9042K	4.0682T	1.8534	0	2.1950T
		Fc=	321.0127K	Q =	2.3027 GB 積= 73.9210Meg
4	254.9961K	344.7926G	0.5396	0	639.0274G
		Fc=	93.4543K	Q =	2.3027 GB 積= 21.5201Meg
5	3.3883Meg	5.7612T	2.2056	0	2.6122T
		Fc=	382.0132K	Q =	0.7084 GB 積= 27.0618Meg
6	696.5383K	243.4701G	0.4534	0	536.9864G
		Fc=	78.5313K	Q =	0.7084 GB 積= 5.5632Meg

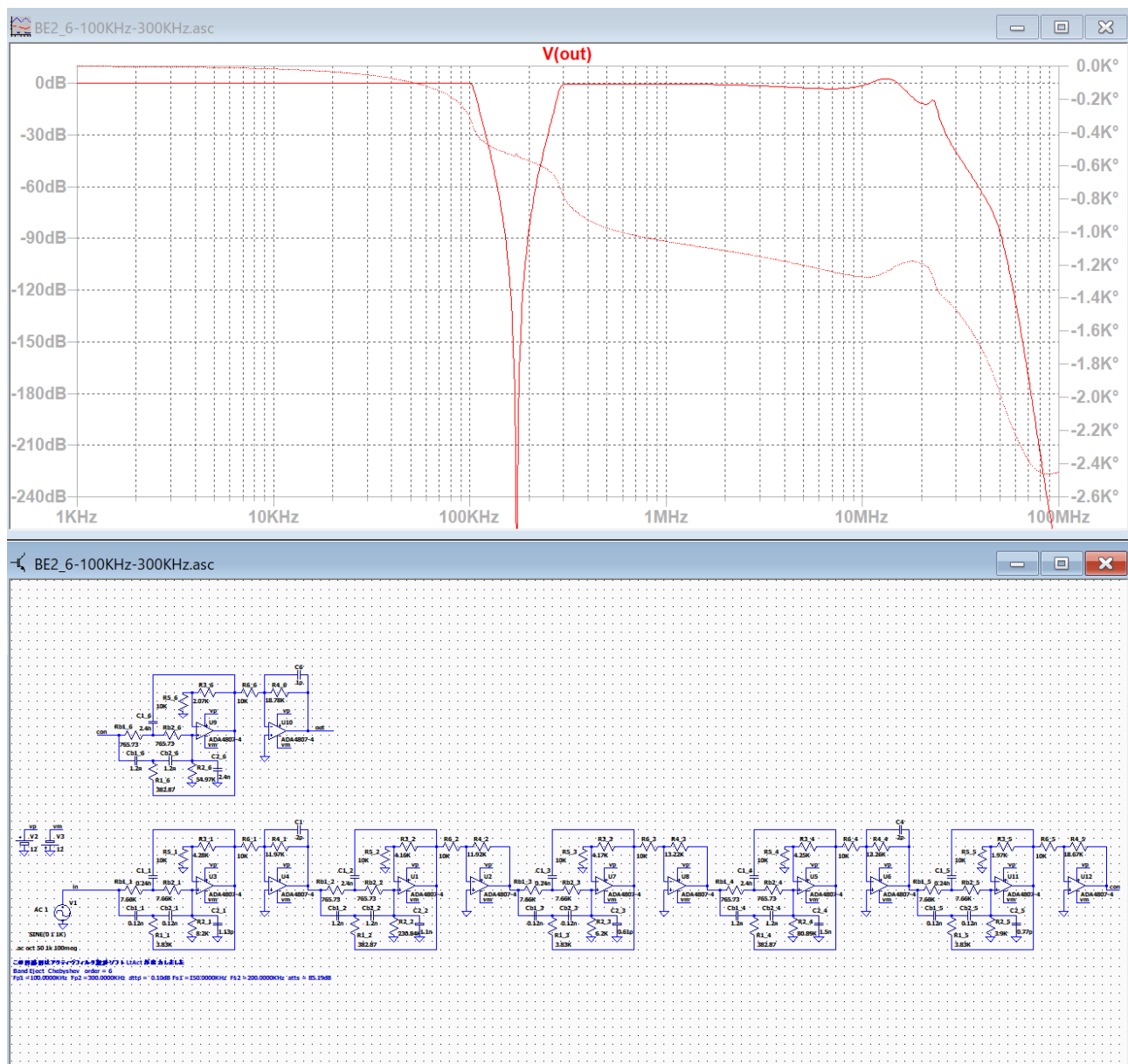
チェビシェフ

BE2\_6-100KHz-300KHz.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE2\_6-100KHz-300KHz.asc



100KHz で -0.05dB, 300KHz で -0.59dB,  
 150KHz 以上, 200KHz 以下で → -84.7dB

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-100KHz-300KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13

16:22:35 2021

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=6

参照モード=1

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =150.0000KHz Fs2 =200.0000KHz atts = 85.19dB

1 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_1(2 個)= 7.6573K Cb\_1(2 個)= 0.1200n R1\_1 = 3.8287K

C1\_1 = 0.2400n 誤差=2.77 %

1 R2\_1 = 8.2000K C2\_1 = 1.1295p 誤差 = 2.61 %

1 R3\_1 = 4.2754K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.58 %

1 R4\_1 = 11.9736K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.22 %

2 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_2(2 個)= 765.7346 Cb\_2(2 個)= 1.2000n R1\_2 = 382.8673

C1\_2 = 2.4000n 誤差=2.77 %

2 R2\_2 = 230.8391K C2\_2 = 1.1000n 誤差 = 3.97 %

2 R3\_2 = 4.1644K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.26 %

2 R4\_2 = 11.9230K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.65 %

3 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_3(2 個)= 7.6573K Cb\_3(2 個)= 0.1200n R1\_3 = 3.8287K

C1\_3 = 0.2400n 誤差=2.77 %

3 R2\_3 = 6.2000K C2\_3 = 0.6138p 誤差 = 1.01 %

3 R3\_3 = 4.1681K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.16 %

3 R4\_3 = 13.2151K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.63 %

4 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_4(2 個)= 765.7346 Cb\_4(2 個)= 1.2000n R1\_4 = 382.8673

C1\_4 = 2.4000n 誤差=2.77 %

4 R2\_4 = 80.8949K C2\_4 = 1.5000n 誤差 = 1.37 %

4 R3\_4 = 4.2471K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.25 %

4 R4\_4 = 13.2550K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.92 %

5 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_5(2 個)= 7.6573K Cb\_5(2 個)= 0.1200n R1\_5 = 3.8287K

C1\_5 = 0.2400n 誤差=2.77 %

5 R2\_5 = 3.9000K C2\_5 = 0.7694p 誤差 = 2.52 %

5 R3\_5 = 1.9658K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.74 %

5 R4\_5 = 18.6685K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 3.58 %

6 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_6(2 個)= 765.7346 Cb\_6(2 個)= 1.2000n R1\_6 = 382.8673

C1\_6 = 2.4000n 誤差=2.77 %

6 R2\_6 = 54.9672K C2\_6 = 2.4000n 誤差 = 1.88 %

6 R3\_6 = 2.0692K R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 3.34 %

バンドプロジェクト

6 R4\_6 = 18.7834K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 4.17 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 0.2n, Cb1\_2 = 2n, Cb1\_3 = 75p,

Cb1\_4 = 10n, Cb1\_5 = 75p, Cb1\_6 = 2n

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 0.12n, Cb1\_2 = 1.2n, Cb1\_3 = 0.12n,

Cb1\_4 = 1.2n, Cb1\_5 = 0.12n, Cb1\_6 = 1.2n

## バンドイジェクト

BE1\_6-600KHz-1200KHz.asc

バンドエリミネーション・チェビシェフ 6次 600KHz-1200KHz


設計パラメータの入力

フィルタの種類	BEフィルタ		
設計するフィルタの次数 $m(<=58)$	6		
阻止帯域 下端の周波数 $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * X_s)$	600	KHz	
阻止帯域 上端の周波数 $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$	1.2	Meg	
周波数 $F_{p1}, F_{p2}$ における減衰量又はリプル $att_p$	0.1	dB	
最低減衰量に達する周波数を $F_{s1}$ として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$ を次の範囲で			
入力して下さい	$1 < X_s < 1.4142$	1.5	倍

OK キャンセル

$X_s$  がデフォルトの 1.5 のままで「OK」を入力すると、次のメッセージが表示されます。

アクティブフィルタの設計プログラム

 **acosh 関数の引数が異常です!!**

OK

$F_{s1} = 600 * 1.5 = 900\text{KHz} > F_{s2} = 1200 / 1.5 = 800\text{KHz}$  となるためです。

パラメータの入力ダイアログの最下行に表示されている範囲の数値に変更する必要があります。 $X_s$  の最大値は 1.4142 ですが、ここでは  $X_s = 1.3$  に設定しました。

## バンドイジェクト

設計パラメータの入力

フィルタの種類 **BEフィルタ** 遮断特性 **チェビシェフ**

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * X_s)$

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$   dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < X_s < 1.4142$   倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=6

 $F_{p1} = 600.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 1.2000\text{MegHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 780.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 923.0769\text{KHz}$   $atts = 87.73\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $Hn = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

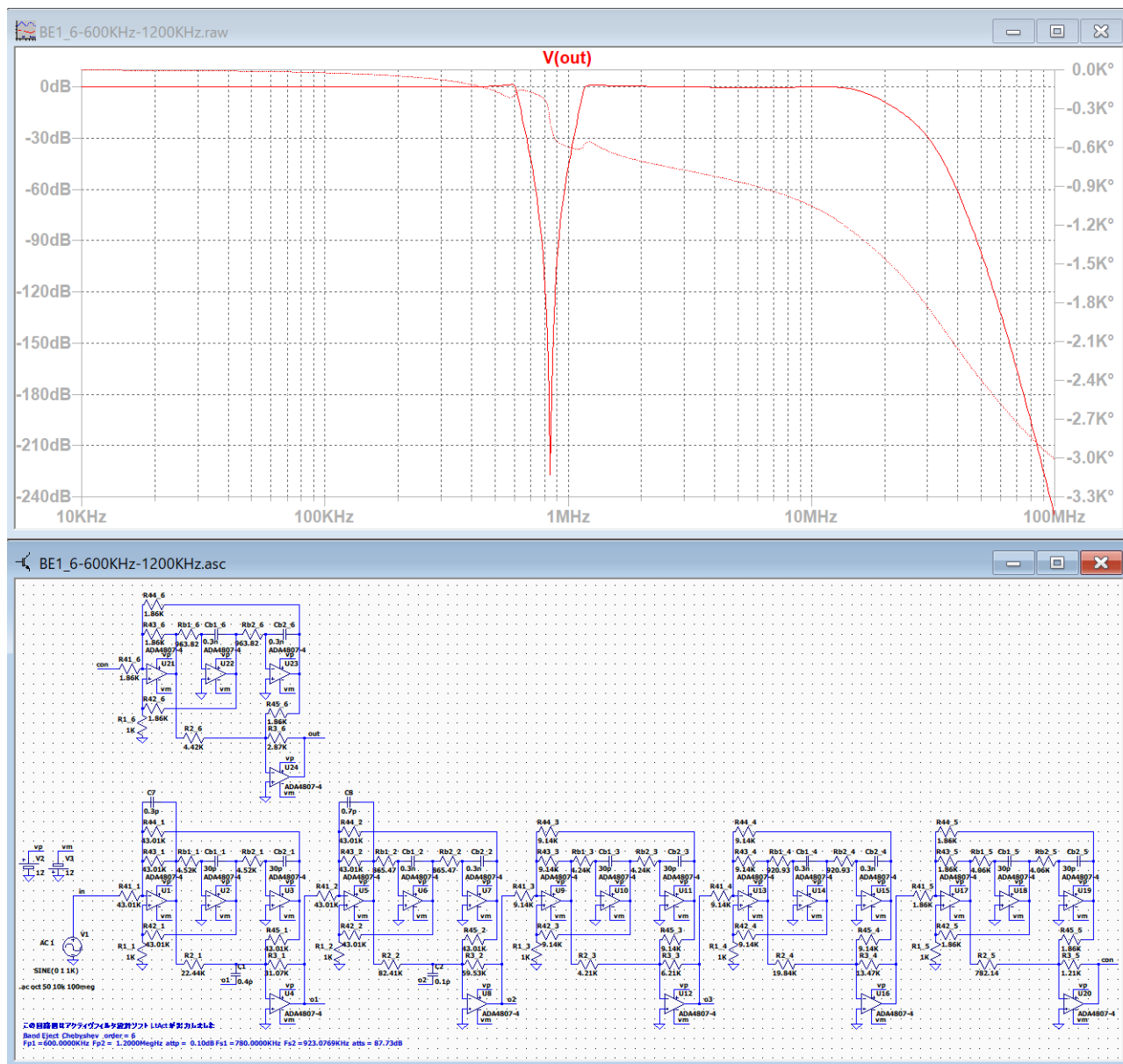
2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	503.1306K	54.4671T	1.3843	0	39.3472T
		$F_c = 1.1746\text{Meg}$	$Q = 14.6685$	$GB \text{ 積} = 1.7230G$	
2	262.5660K	14.8337T	0.7224	0	20.5339T
		$F_c = 612.9785K$	$Q = 14.6685$	$GB \text{ 積} = 899.1491\text{Meg}$	
3	2.3223Meg	61.6711T	1.4730	0	41.8685T
		$F_c = 1.2499\text{Meg}$	$Q = 3.3816$	$GB \text{ 積} = 422.6473\text{Meg}$	
4	1.0704Meg	13.1009T	0.6789	0	19.2973T
		$F_c = 576.0650K$	$Q = 3.3816$	$GB \text{ 積} = 194.7998\text{Meg}$	
5	8.6251Meg	67.5487T	1.5416	0	43.8182T
		$F_c = 1.3081\text{Meg}$	$Q = 0.9529$	$GB \text{ 積} = 124.6451\text{Meg}$	
6	3.6294Meg	11.9610T	0.6487	0	18.4387T
		$F_c = 550.4324K$	$Q = 0.9529$	$GB \text{ 積} = 52.4506\text{Meg}$	

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-600KHz-1200KHz.asc



600KHz で 0.9dB, 1.2MHz で 0.77dB,  
780KHz 以上, 923KHz 以下で → -227dB

## バンドインジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13  
16:27:10 2021

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=6

参照モード=1

Fp1 =600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 0.1000dB

Fs1 =780.0000KHz Fs2 =923.0769KHz atts = 87.73dB

1 (et1) 「HP3-3-0」 Rb\_1(2 個)= 4.5166K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=4.06 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 22.4431K R3\_1 = 31.0673K R4\_1(5 個)= 43.0056K

誤差=3.96 %

2 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_2(2 個)=865.4734 Cb\_2(2 個)= 0.3000n 誤差=5.14 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 82.4075K R3\_2 = 59.5314K R4\_2(5 個)= 43.0056K

誤差=4.18 %

3 (et1) 「HP3-3-1」 Rb\_3(2 個)= 4.2446K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=1.30 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 4.2148K R3\_3 = 6.2083K R4\_3(5 個)= 9.1447K

誤差=2.08 %

4 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_4(2 個)=920.9317 Cb\_4(2 個)= 0.3000n 誤差=1.19 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 19.8407K R3\_4 = 13.4699K R4\_4(5 個)= 9.1447K

誤差=3.61 %

5 (et1) 「HP3-3-2」 Rb\_5(2 個)= 4.0557K Cb\_5(2 個)= 30.0000p 誤差=3.84 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 782.1375 R3\_5 = 1.2057K R4\_5(5 個)= 1.8587K 誤

差=5.20 %

6 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_6(2 個)=963.8180 Cb\_6(2 個)= 0.3000n 誤差=3.75 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 4.4171K R3\_6 = 2.8653K R4\_6(5 個)= 1.8587K

誤差=6.25 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2= 6.8n, Cb1\_3 = 30p,

Cb1\_4 = 6.8n, Cb1\_5= 30p, Cb1\_6 = 10n

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2 = 1.2n, Cb1\_3 = 30p,

Cb1\_4 = 0.3n, Cb1\_5 = 30p, Cb1\_6 = 0.3n



## バンドイジェクト

BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc

バンドエリミネーション・チェビシェフ 6次 600KHz-1200KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

遮断特性 チェビシェフ

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * X_s)$  600 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$  1.2 Meg

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル attp 0.1 dB


最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < X_s < 1.4142$  1.5 倍

OK キャンセル

$X_s$  がデフォルトの 1.5 のままで「OK」を入力すると、次のメッセージが表示されます。

アクティブフィルタの設計プログラム

 a c o s h 関数の引数が異常です！！

OK

$F_{s1} = 600 * 1.5 = 900\text{KHz} > F_{s2} = 1200 / 1.5 = 800\text{KHz}$  となるためです。

パラメータの入力ダイアログの最下行に表示されている範囲の数値に変更する必要があります。 $X_s$  の最大値は 1.4142 ですが、ここでは  $X_s = 1.3$  に設定しました。

## バンドイジェクト

設計パラメータの入力

フィルタの種類 **BEフィルタ** 遮断特性 **チェビシェフ**

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * X_s)$

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$   dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < X_s < 1.4142$   倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=6

 $F_{p1} = 600.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 1.2000\text{MegHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 780.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 923.0769\text{KHz}$   $atts = 87.73\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $Hn = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	503.1306K	54.4671T	1.3843	0	39.3472T
		$F_c = 1.1746\text{Meg}$	$Q = 14.6685$	$GB \text{ 積} = 1.7230\text{G}$	
2	262.5660K	14.8337T	0.7224	0	20.5339T
		$F_c = 612.9785\text{K}$	$Q = 14.6685$	$GB \text{ 積} = 899.1491\text{Meg}$	
3	2.3223Meg	61.6711T	1.4730	0	41.8685T
		$F_c = 1.2499\text{Meg}$	$Q = 3.3816$	$GB \text{ 積} = 422.6473\text{Meg}$	
4	1.0704Meg	13.1009T	0.6789	0	19.2973T
		$F_c = 576.0650\text{K}$	$Q = 3.3816$	$GB \text{ 積} = 194.7998\text{Meg}$	
5	8.6251Meg	67.5487T	1.5416	0	43.8182T
		$F_c = 1.3081\text{Meg}$	$Q = 0.9529$	$GB \text{ 積} = 124.6451\text{Meg}$	
6	3.6294Meg	11.9610T	0.6487	0	18.4387T
		$F_c = 550.4324\text{K}$	$Q = 0.9529$	$GB \text{ 積} = 52.4506\text{Meg}$	

The screenshot displays the ADS1248 evaluation board schematic and its frequency response plot. The plot, titled "BE2\_6-600KHz-1200KHz.raw", shows the magnitude response (left y-axis, 0dB to -240dB) and phase response (right y-axis, 0.3K° to -2.7K°) versus frequency (x-axis, 10KHz to 100MHz). The magnitude response shows a sharp drop at approximately 1MHz, indicating a resonance or filter cutoff. The phase response shows a corresponding shift. The schematic, titled "BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc", shows the board layout with various components labeled, including resistors (R1.0, R1.1, R1.2, R1.3, R1.4, R1.5, R1.6, R1.7, R1.8, R1.9, R2.0, R2.1, R2.2, R2.3, R2.4, R2.5, R2.6, R2.7, R2.8, R2.9, R3.0, R3.1, R3.2, R3.3, R3.4, R3.5, R3.6, R3.7, R3.8, R3.9, R4.0, R4.1, R4.2, R4.3, R4.4, R4.5, R4.6, R4.7, R4.8, R4.9, R5.0, R5.1, R5.2, R5.3, R5.4, R5.5, R5.6, R5.7, R5.8, R5.9, R6.0, R6.1, R6.2, R6.3, R6.4, R6.5, R6.6, R6.7, R6.8, R6.9, R7.0, R7.1, R7.2, R7.3, R7.4, R7.5, R7.6, R7.7, R7.8, R7.9, R8.0, R8.1, R8.2, R8.3, R8.4, R8.5, R8.6, R8.7, R8.8, R8.9, R9.0, R9.1, R9.2, R9.3, R9.4, R9.5, R9.6, R9.7, R9.8, R9.9, R10.0, R10.1, R10.2, R10.3, R10.4, R10.5, R10.6, R10.7, R10.8, R10.9, R11.0, R11.1, R11.2, R11.3, R11.4, R11.5, R11.6, R11.7, R11.8, R11.9, R12.0, R12.1, R12.2, R12.3, R12.4, R12.5, R12.6, R12.7, R12.8, R12.9, R13.0, R13.1, R13.2, R13.3, R13.4, R13.5, R13.6, R13.7, R13.8, R13.9, R14.0, R14.1, R14.2, R14.3, R14.4, R14.5, R14.6, R14.7, R14.8, R14.9, R15.0, R15.1, R15.2, R15.3, R15.4, R15.5, R15.6, R15.7, R15.8, R15.9, R16.0, R16.1, R16.2, R16.3, R16.4, R16.5, R16.6, R16.7, R16.8, R16.9, R17.0, R17.1, R17.2, R17.3, R17.4, R17.5, R17.6, R17.7, R17.8, R17.9, R18.0, R18.1, R18.2, R18.3, R18.4, R18.5, R18.6, R18.7, R18.8, R18.9, R19.0, R19.1, R19.2, R19.3, R19.4, R19.5, R19.6, R19.7, R19.8, R19.9, R20.0, R20.1, R20.2, R20.3, R20.4, R20.5, R20.6, R20.7, R20.8, R20.9, R21.0, R21.1, R21.2, R21.3, R21.4, R21.5, R21.6, R21.7, R21.8, R21.9, R22.0, R22.1, R22.2, R22.3, R22.4, R22.5, R22.6, R22.7, R22.8, R22.9, R23.0, R23.1, R23.2, R23.3, R23.4, R23.5, R23.6, R23.7, R23.8, R23.9, R24.0, R24.1, R24.2, R24.3, R24.4, R24.5, R24.6, R24.7, R24.8, R24.9, R25.0, R25.1, R25.2, R25.3, R25.4, R25.5, R25.6, R25.7, R25.8, R25.9, R26.0, R26.1, R26.2, R26.3, R26.4, R26.5, R26.6, R26.7, R26.8, R26.9, R27.0, R27.1, R27.2, R27.3, R27.4, R27.5, R27.6, R27.7, R27.8, R27.9, R28.0, R28.1, R28.2, R28.3, R28.4, R28.5, R28.6, R28.7, R28.8, R28.9, R29.0, R29.1, R29.2, R29.3, R29.4, R29.5, R29.6, R29.7, R29.8, R29.9, R30.0, R30.1, R30.2, R30.3, R30.4, R30.5, R30.6, R30.7, R30.8, R30.9, R31.0, R31.1, R31.2, R31.3, R31.4, R31.5, R31.6, R31.7, R31.8, R31.9, R32.0, R32.1, R32.2, R32.3, R32.4, R32.5, R32.6, R32.7, R32.8, R32.9, R33.0, R33.1, R33.2, R33.3, R33.4, R33.5, R33.6, R33.7, R33.8, R33.9, R34.0, R34.1, R34.2, R34.3, R34.4, R34.5, R34.6, R34.7, R34.8, R34.9, R35.0, R35.1, R35.2, R35.3, R35.4, R35.5, R35.6, R35.7, R35.8, R35.9, R36.0, R36.1, R36.2, R36.3, R36.4, R36.5, R36.6, R36.7, R36.8, R36.9, R37.0, R37.1, R37.2, R37.3, R37.4, R37.5, R37.6, R37.7, R37.8, R37.9, R38.0, R38.1, R38.2, R38.3, R38.4, R38.5, R38.6, R38.7, R38.8, R38.9, R39.0, R39.1, R39.2, R39.3, R39.4, R39.5, R39.6, R39.7, R39.8, R39.9, R40.0, R40.1, R40.2, R40.3, R40.4, R40.5, R40.6, R40.7, R40.8, R40.9, R41.0, R41.1, R41.2, R41.3, R41.4, R41.5, R41.6, R41.7, R41.8, R41.9, R42.0, R42.1, R42.2, R42.3, R42.4, R42.5, R42.6, R42.7, R42.8, R42.9, R43.0, R43.1, R43.2, R43.3, R43.4, R43.5, R43.6, R43.7, R43.8, R43.9, R44.0, R44.1, R44.2, R44.3, R44.4, R44.5, R44.6, R44.7, R44.8, R44.9, R45.0, R45.1, R45.2, R45.3, R45.4, R45.5, R45.6, R45.7, R45.8, R45.9, R46.0, R46.1, R46.2, R46.3, R46.4, R46.5, R46.6, R46.7, R46.8, R46.9, R47.0, R47.1, R47.2, R47.3, R47.4, R47.5, R47.6, R47.7, R47.8, R47.9, R48.0, R48.1, R48.2, R48.3, R48.4, R48.5, R48.6, R48.7, R48.8, R48.9, R49.0, R49.1, R49.2, R49.3, R49.4, R49.5, R49.6, R49.7, R49.8, R49.9, R50.0, R50.1, R50.2, R50.3, R50.4, R50.5, R50.6, R50.7, R50.8, R50.9, R51.0, R51.1, R51.2, R51.3, R51.4, R51.5, R51.6, R51.7, R51.8, R51.9, R52.0, R52.1, R52.2, R52.3, R52.4, R52.5, R52.6, R52.7, R52.8, R52.9, R53.0, R53.1, R53.2, R53.3, R53.4, R53.5, R53.6, R53.7, R53.8, R53.9, R54.0, R54.1, R54.2, R54.3, R54.4, R54.5, R54.6, R54.7, R54.8, R54.9, R55.0, R55.1, R55.2, R55.3, R55.4, R55.5, R55.6, R55.7, R55.8, R55.9, R56.0, R56.1, R56.2, R56.3, R56.4, R56.5, R56.6, R56.7, R56.8, R56.9, R57.0, R57.1, R57.2, R57.3, R57.4, R57.5, R57.6, R57.7, R57.8, R57.9, R58.0, R58.1, R58.2, R58.3, R58.4, R58.5, R58.6, R58.7, R58.8, R58.9, R59.0, R59.1, R59.2, R59.3, R59.4, R59.5, R59.6, R59.7, R59.8, R59.9, R60.0, R60.1, R60.2, R60.3, R60.4, R60.5, R60.6, R60.7, R60.8, R60.9, R61.0, R61.1, R61.2, R61.3, R61.4, R61.5, R61.6, R61.7, R61.8, R61.9, R62.0, R62.1, R62.2, R62.3, R62.4, R62.5, R62.6, R62.7, R62.8, R62.9, R63.0, R63.1, R63.2, R63.3, R63.4, R63.5, R63.6, R63.7, R63.8, R63.9, R64.0, R64.1, R64.2, R64.3, R64.4, R64.5, R64.6, R64.7, R64.8, R64.9, R65.0, R65.1, R65.2, R65.3, R65.4, R65.5, R65.6, R65.7, R65.8, R65.9, R66.0, R66.1, R66.2, R66.3, R66.4, R66.5, R66.6, R66.7, R66.8, R66.9, R67.0, R67.1, R67.2, R67.3, R67.4, R67.5, R

チェビシェフ

BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 16:28:06 2021

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=6

参照モード=1

Fp1 =600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 0.1000dB

Fs1 =780.0000KHz Fs2 =923.0769KHz atts = 87.73dB

1 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_1(2 個)= 937.8295 Cb\_1(2 個)= 0.2000n R1\_1 = 468.9147  
C1\_1 = 0.4000n 誤差=3.89 %

1 R2\_1 = 2.0000K C2\_1 = 1.1285p 誤差 = 2.52 %

1 R3\_1 = 2.1342K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.08 %

1 R4\_1 = 11.5367K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.02 %

2 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_2(2 個)= 93.7829 Cb\_2(2 個)= 2.0000n R1\_2 = 46.8915  
C1\_2 = 4.0000n 誤差=3.89 %

2 R2\_2 = 4.2893K C2\_2 = 1.0000n 誤差 = 0.25 %

2 R3\_2 = 2.3631K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.56 %

2 R4\_2 = 11.6864K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.68 %

3 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_3(2 個)= 937.8295 Cb\_3(2 個)= 0.2000n R1\_3 = 468.9147  
C1\_3 = 0.4000n 誤差=3.89 %

3 R2\_3 = 1.6000K C2\_3 = 0.1215p 誤差 = 1.27 %

3 R3\_3 = 1.8435K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.36 %

3 R4\_3 = 12.4521K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.63 %

4 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_4(2 個)= 93.7829 Cb\_4(2 個)= 2.0000n R1\_4 = 46.8915  
C1\_4 = 4.0000n 誤差=3.89 %

4 R2\_4 = 13.4085K C2\_4 = 1.2000n 誤差 = 3.05 %

4 R3\_4 = 1.9308K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.59 %

4 R4\_4 = 12.5187K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.84 %

5 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_5(2 個)= 937.8295 Cb\_5(2 個)= 0.2000n R1\_5 = 468.9147  
C1\_5 = 0.4000n 誤差=3.89 %

5 R2\_5 = 1.1000K C2\_5 = 13.8324p 誤差 = 6.02 %

5 R3\_5 = 4.8146 R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.38 %

5 R4\_5 = 17.5396K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.63 %

6 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_6(2 個)= 93.7829 Cb\_6(2 個)= 2.0000n R1\_6 = 46.8915  
C1\_6 = 4.0000n 誤差=3.89 %

6 R2\_6 = 1.0523K C2\_6 = 1.8000n 誤差 = 4.53 %

6 R3\_6 = 180.3076 R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 0.17 %

バンドプロジェクト

6 R4\_6 = 17.8416K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 0.89 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 0.2n, Cb1\_2 = 2n, Cb1\_3 = 0.2n,

Cb1\_4 = 2n, Cb1\_5 = 0.2n, Cb1\_6 = 1n

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 0.2n, Cb1\_2 = 2n, Cb1\_3 = 0.2n,

Cb1\_4 = 2n, Cb1\_5 = 0.2n, Cb1\_6 = 2n

## バンドイジェクト

BE1\_6-chev-49Hz-51Hz.asc

バンドエリミネーション・チェビシェフ 6次 49Hz - 51Hz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * x_s)$  20 Hz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / x_s)$  20 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < x_s < 31.6228$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=6

 $F_{p1} = 49.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 51.0000 \text{ Hz}$   $att_p = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 49.4900 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 50.4950 \text{ Hz}$   $atts = 45.98 \text{ dB}$ 

2次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2次式

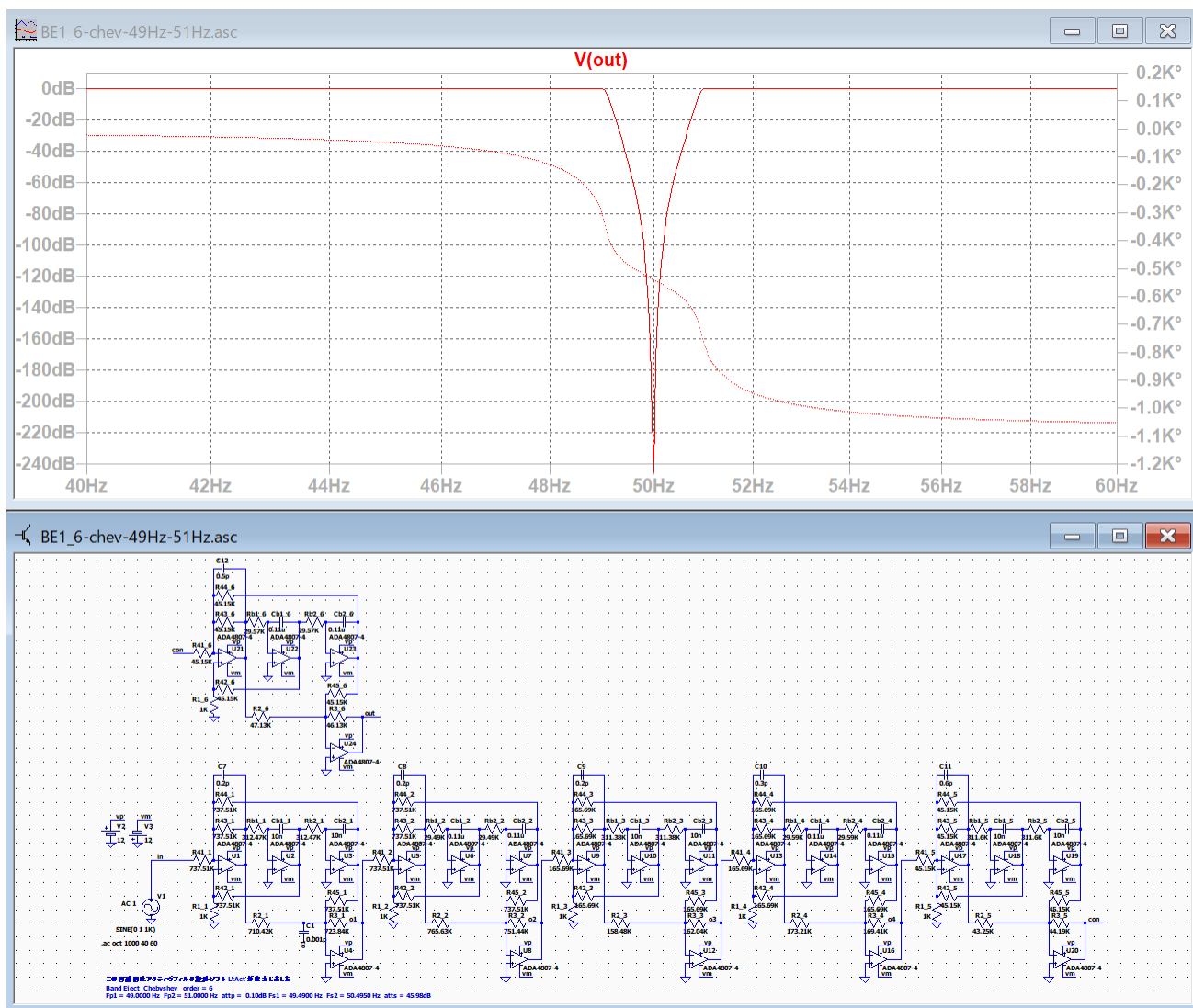
n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	1.3000	102.4187K	1.0189	0	100.5200K
		$F_c =$	50.9342	$Q = 246.1691$	GB 積= 1.2538Meg
2	1.2523	95.0326K	0.9815	0	96.8276K
		$F_c =$	49.0633	$Q = 246.1691$	GB 積= 1.2078Meg
3	5.7801	103.1390K	1.0225	0	100.8729K
		$F_c =$	51.1130	$Q = 55.5617$	GB 積=283.9929K
4	5.5289	94.3689K	0.9780	0	96.4889K
		$F_c =$	48.8917	$Q = 55.5617$	GB 積=271.6505K
5	20.8634	102.9939K	1.0217	0	100.8019K
		$F_c =$	51.0771	$Q = 15.3822$	GB 積= 78.5680K
6	19.9848	94.5019K	0.9787	0	96.5569K
		$F_c =$	48.9261	$Q = 15.3822$	GB 積= 75.2593K

チェビシェフ

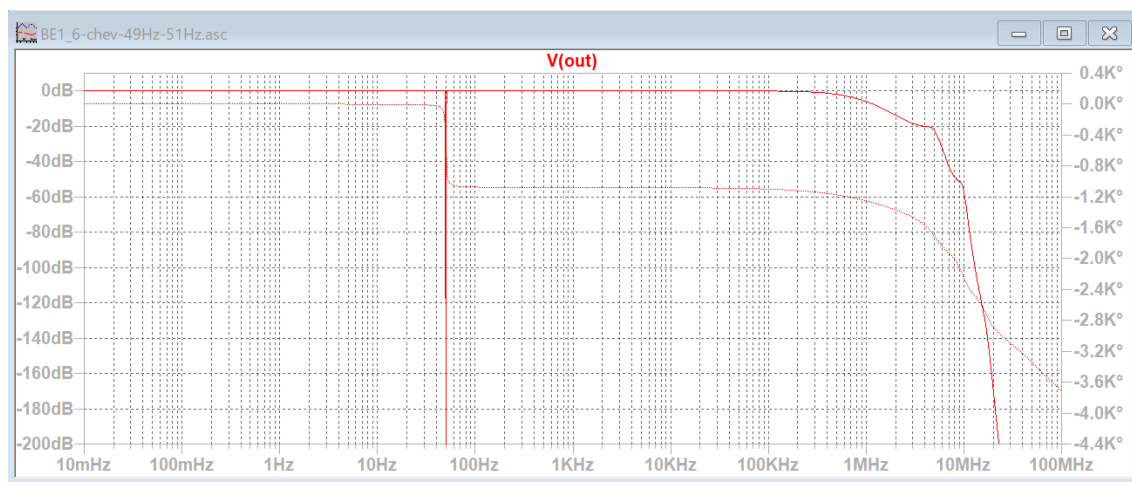
BE1\_6-chev-49Hz-51Hz.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図



## 全帯域の表示



## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-chev-49Hz-51Hz.asc 作成日時 Thu Feb 04  
21:25:13 2021

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=6 参照モード=1

Fp1 = 49.0000 Hz Fp2 = 51.0000 Hz attp = 0.1000dB

Fs1 = 49.4900 Hz Fs2 = 50.4950 Hz atts = 45.98dB

1 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_1(2 個)=312.4715K Cb\_1(2 個)= 10.0000n 誤差=3.99 %  
1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 710.4165K R3\_1 = 723.8352K R4\_1(5 個)= 737.5073K 誤  
差=5.85 %  
2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 29.4897K Cb\_2(2 個)= 0.1100u 誤差=1.73 %  
2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 765.6312K R3\_2 = 751.4377K R4\_2(5 個)= 737.5073K 誤  
差=2.66 %  
3 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_3(2 個)=311.3784K Cb\_3(2 個)= 10.0000n 誤差=3.65 %  
3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 158.4845K R3\_3 = 162.0449K R4\_3(5 個)= 165.6852K 誤  
差=3.78 %  
4 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_4(2 個)= 29.5933K Cb\_4(2 個)= 0.1100u 誤差=1.37 %  
4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 173.2131K R3\_4 = 169.4073K R4\_4(5 個)= 165.6852K 誤  
差=7.61 %  
5 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_5(2 個)=311.5977K Cb\_5(2 個)= 10.0000n 誤差=3.72 %  
5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 43.2455K R3\_5 = 44.1859K R4\_5(5 個)= 45.1467K 誤  
差=4.94 %  
6 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_6(2 個)= 29.5724K Cb\_6(2 個)= 0.1100u 誤差=1.45 %  
6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 47.1316K R3\_6 = 46.1285K R4\_6(5 個)= 45.1467K 誤  
差=4.53 %



## バンドイジェクト

BE1\_6-20Hz-20KHz-0.asc

バンドエリミネーション・チェビシェフ 6次 20Hz－20KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 B Eフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * x_s)$  20 Hz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / x_s)$  20 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < x_s < 31.6228$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アノグ Band Eject Chebyshev 次数=6

 $F_{p1} = 20.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 20.0000 \text{ KHz}$   $attp = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 30.0000 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 13.3333 \text{ KHz}$   $atts = 27.90 \text{ dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	25.4689K	13.9851G	29.7593	0	469.9408Meg
		Fc=	18.8215K	Q = 4.6433	GB 積= 8.7393Meg
2	28.7584	17.8309K	33.6029m	0	530.6355K
		Fc=	21.2523	Q = 4.6433	GB 積= 9.8680K
3	112.8982K	22.6539G	37.8758	0	598.1106Meg
		Fc=	23.9548K	Q = 1.3332	GB 積= 3.1936Meg
4	78.6980	11.0077K	26.4021m	0	416.9250K
		Fc=	16.6981	Q = 1.3332	GB 積= 2.2261K
5	407.9665K	59.8286G	61.5523	0	971.9957Meg
		Fc=	38.9291K	Q = 0.5996	GB 積= 2.3340Meg
6	107.6801	4.1680K	16.2463m	0	256.5518K
		Fc=	10.2751	Q = 0.5996	GB 積=616.0493

チェビシェフ

BE1\_6-20Hz-20KHz-0.asc

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-20Hz-20KHz-0.asc 作成日時 Fri Feb 05

16:10:23 2021

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 20.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 30.0000 Hz Fs2 = 13.3333KHz atts = 27.90dB

1 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_1(2 個)=103.1224K Cb\_1(2 個)= 82.0000p 誤差=3.03 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 14.5997 R3\_1 = 434.4773 R4\_1(5 個)= 12.9298K 誤差=2.98 %

2 (et1) 「LP3-0-0」 Rb\_2(2 個)=146.8397 Cb\_2(2 個)= 51.0000u 誤差=2.15 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 11.4508Meg R3\_2 = 384.7813K R4\_2(5 個)= 12.9298K 誤差=4.20 %

3 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_3(2 個)=118.6425K Cb\_3(2 個)= 56.0000p 誤差=1.14 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 2.0909 R3\_3 = 79.1931 R4\_3(5 個)= 2.9995K 誤差=5.61 %

4 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_4(2 個)= 14.0166K Cb\_4(2 個)= 0.6800u 誤差=7.02 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 4.3030Meg R3\_4 = 113.6084K R4\_4(5 個)= 2.9995K 誤差=3.18 %

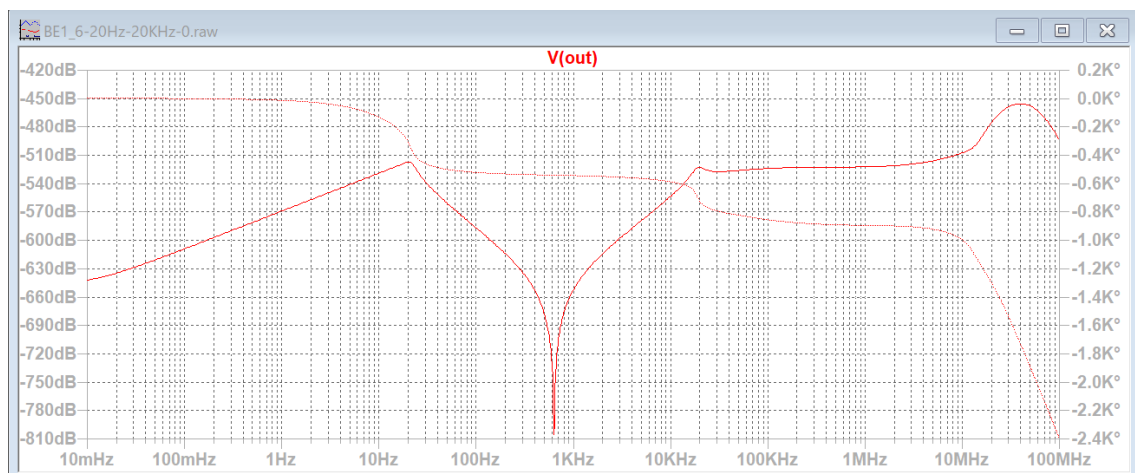
5 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_5(2 個)= 80.1633K Cb\_5(2 個)= 51.0000p 誤差=2.29 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 0.2108 R3\_5 = 12.9754 R4\_5(5 個)= 798.6689 誤差=5.12 %

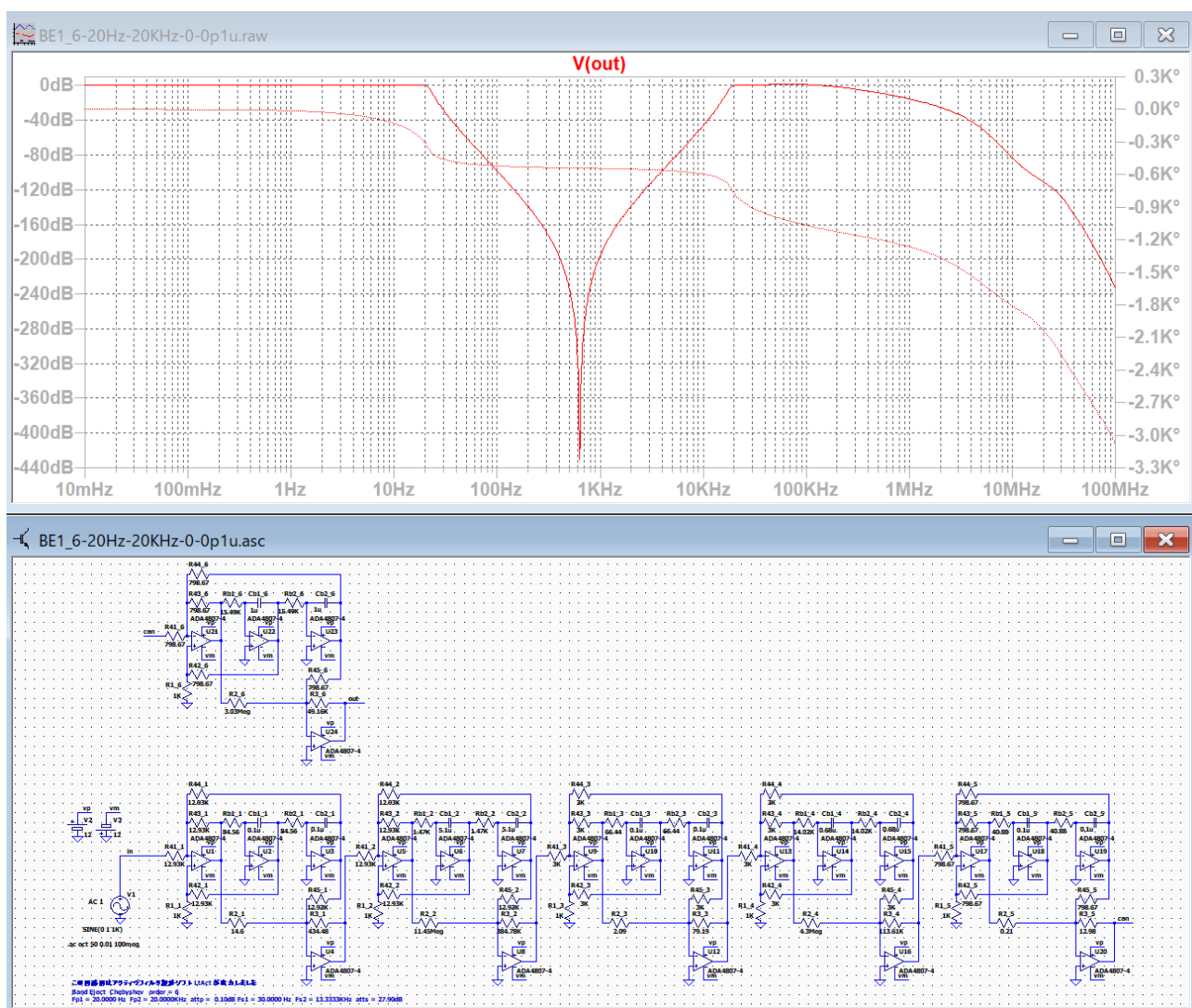
6 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_6(2 個)= 15.4894K Cb\_6(2 個)= 1.0000u 誤差=3.16 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 3.0259Meg R3\_6 = 49.1599K R4\_6(5 個)= 798.6689 誤差=4.68 %

全て「OK」をクリックすると、フィルタとして動作しません。



### 完成した回路図



Cb\_1 = Cb\_3 = Cb\_5 = 0.1u に変更し、Cb\_2 = 5.1u に変更しました。

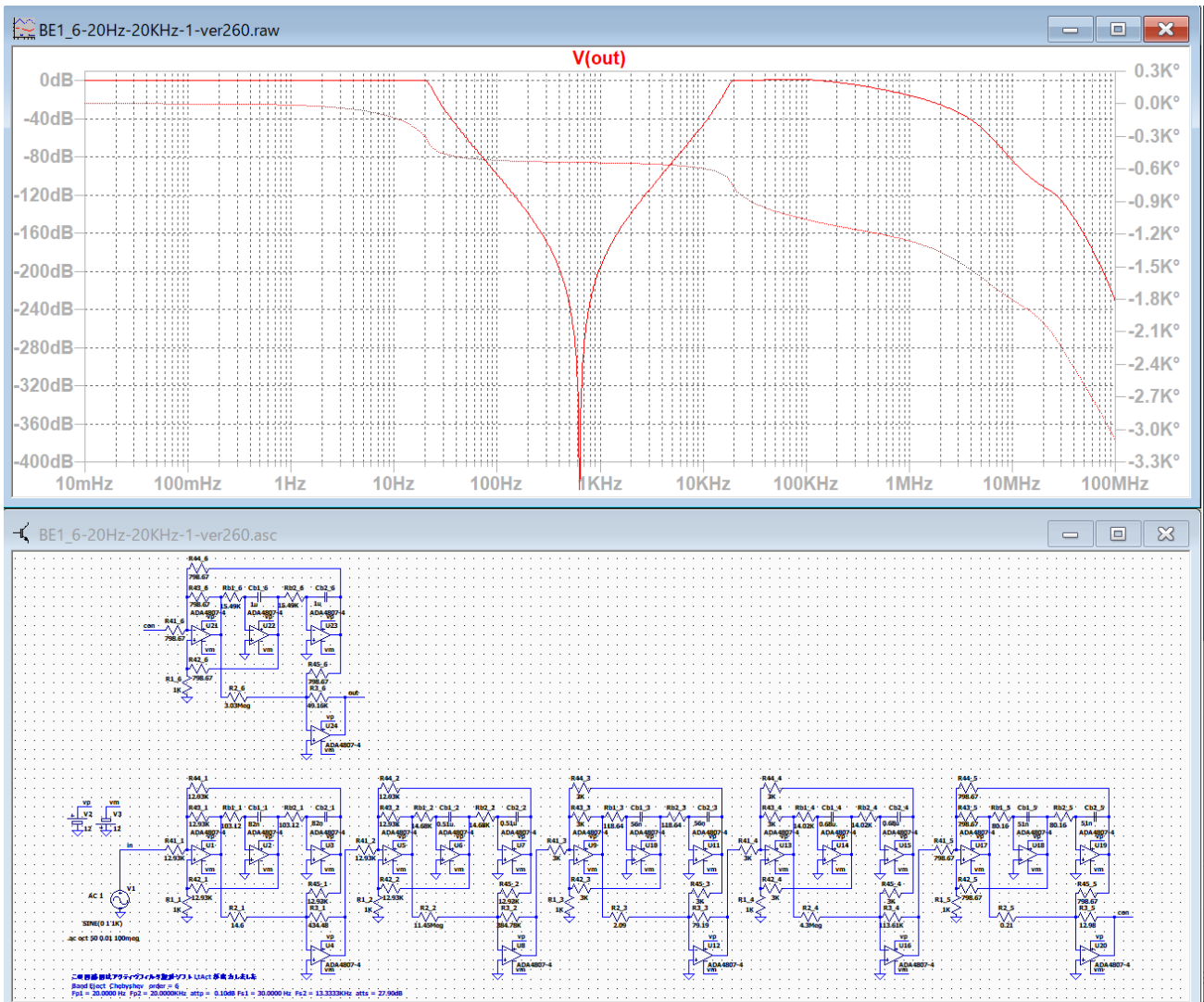
奇数ブロックのコンデンサを増加すると正常に動作するようです。

「LtAct ver.2.60」では、バターワースとチェビシェフの BE フィルタでは、阻止域の上端と下端の倍率 ( $Fp2 / Fp1$ ) が 10 以上の場合には倍率に応じて最大 1000 倍まで、奇数ブロックのコンデンサを増加するように変更しました。

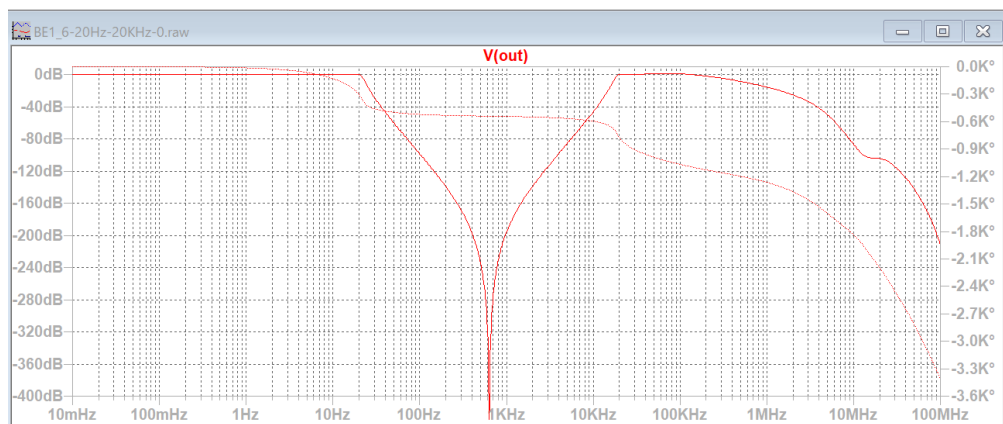
## バンドイジェクト

ver.2.60 で作成した回路図

BE1\_6-20Hz-20KHz-1-ver260.asc



参照モード 1 で作成しました。参照モード 0 でも下図のようにほぼ同等になります。



チェビシェフ

BE1\_6-20Hz-20KHz-0.asc

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-20Hz-20KHz-1.asc 作成日時 Tue Feb 09

15:24:19 2021

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 20.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 30.0000 Hz Fs2 = 13.3333KHz atts = 27.90dB

1 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_1(2 個)=103.1224 Cb\_1(2 個)= 82.0000n 誤差=3.03 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 14.5997 R3\_1 = 434.4773 R4\_1(5 個)= 12.9298K 誤差=2.98 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 14.6840K Cb\_2(2 個)= 0.5100u 誤差=2.15 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 11.4508Meg R3\_2 = 384.7813K R4\_2(5 個)= 12.9298K 誤差=4.20 %

3 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_3(2 個)=118.6425 Cb\_3(2 個)= 56.0000n 誤差=1.14 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 2.0909 R3\_3 = 79.1931 R4\_3(5 個)= 2.9995K 誤差=5.61 %

4 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_4(2 個)= 14.0166K Cb\_4(2 個)= 0.6800u 誤差=7.02 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 4.3030Meg R3\_4 = 113.6084K R4\_4(5 個)= 2.9995K 誤差=3.18 %

5 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_5(2 個)= 80.1633 Cb\_5(2 個)= 51.0000n 誤差=2.29 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 0.2108 R3\_5 = 12.9754 R4\_5(5 個)= 798.6689 誤差=5.12 %

6 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_6(2 個)= 15.4894K Cb\_6(2 個)= 1.0000u 誤差=3.16 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 3.0259Meg R3\_6 = 49.1599K R4\_6(5 個)= 798.6689 誤差=4.68 %

参照モード=0 では、

2 (et1) 「LP3-0-0」 Rb\_2(2 個)=146.8397 Cb\_2(2 個)= 51.0000u 誤差=2.15 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 11.4508Meg R3\_2 = 384.7813K R4\_2(5 個)= 12.9298K 誤差=4.20 %

になります。

## バンドイジェクト

BE2\_6-20Hz-20KHz-0.asc

バンドエリミネーション・チェビシェフ 6次 20Hz－20KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 B Eフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * x_s)$  20 Hz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / x_s)$  20 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < x_s < 31.6228$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アノグ Band Eject Chebyshev 次数=6

 $F_{p1} = 20.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 20.0000 \text{ KHz}$   $attp = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 30.0000 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 13.3333 \text{ KHz}$   $atts = 27.90 \text{ dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

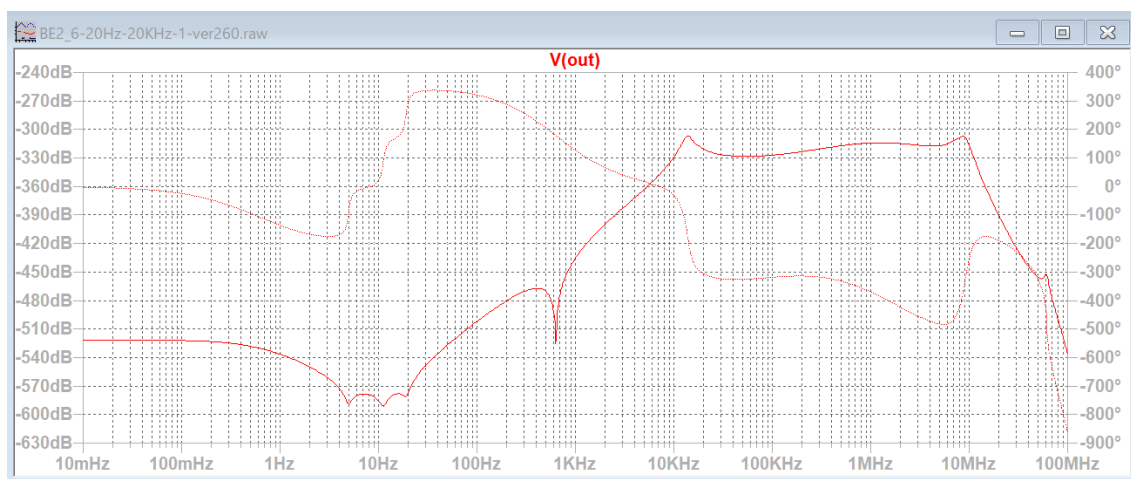
2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	25.4689K	13.9851G	29.7593	0	469.9408Meg
		Fc=	18.8215K	Q = 4.6433	GB 積= 8.7393Meg
2	28.7584	17.8309K	33.6029m	0	530.6355K
		Fc=	21.2523	Q = 4.6433	GB 積= 9.8680K
3	112.8982K	22.6539G	37.8758	0	598.1106Meg
		Fc=	23.9548K	Q = 1.3332	GB 積= 3.1936Meg
4	78.6980	11.0077K	26.4021m	0	416.9250K
		Fc=	16.6981	Q = 1.3332	GB 積= 2.2261K
5	407.9665K	59.8286G	61.5523	0	971.9957Meg
		Fc=	38.9291K	Q = 0.5996	GB 積= 2.3340Meg
6	107.6801	4.1680K	16.2463m	0	256.5518K
		Fc=	10.2751	Q = 0.5996	GB 積=616.0493

チェビシェフ

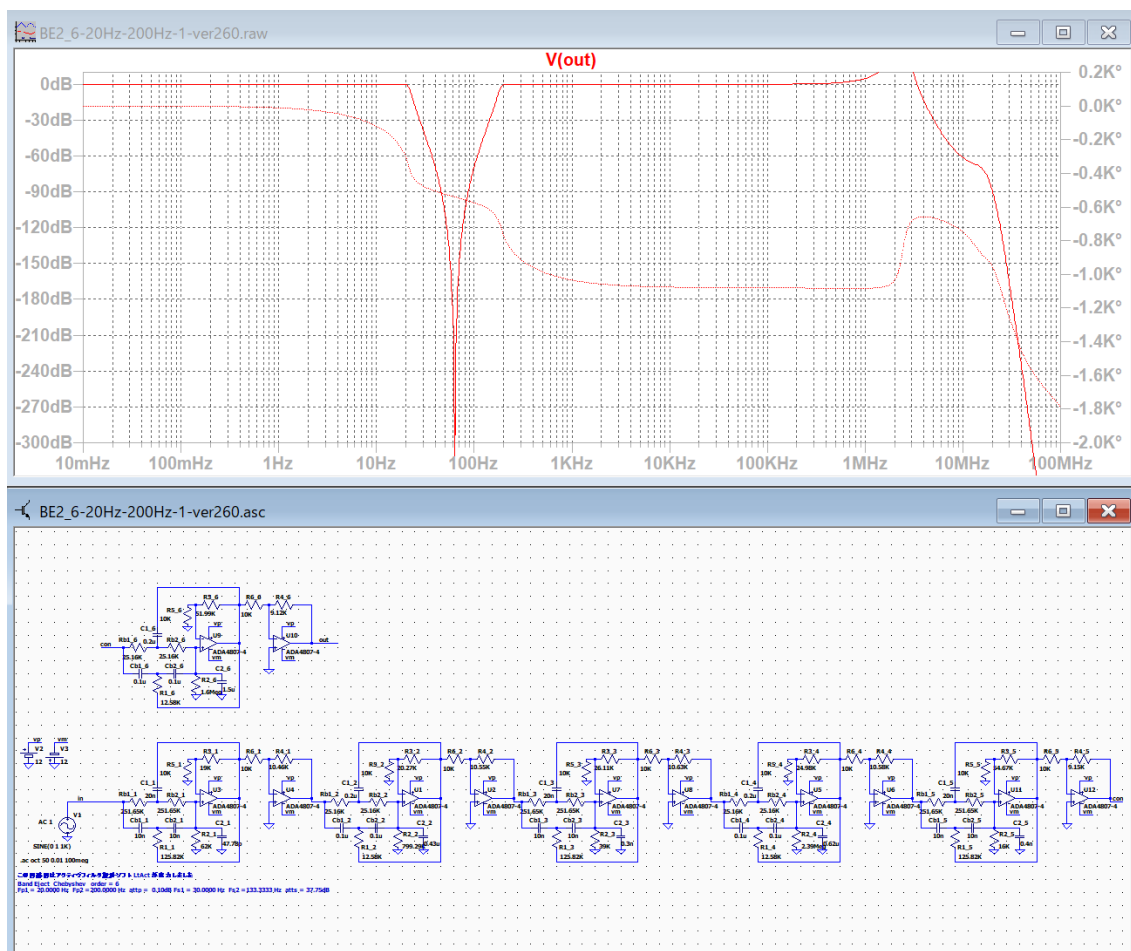
BE2\_6-20Hz-20KHz-0.asc

## バンドプロジェクト



BE2 の場合には、 $F_{p2} / F_{p1} = 1000$  では動作しません。

BE2 では、 $F_{p2} / F_{p1} = 10$  程度までは正常に動作します。



## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-20Hz-200Hz-1-ver260.asc 作成日時 Sat Feb 06

09:19:37 2021

Fp2 / Fp1 = 10 程度までは正常に動作する

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 200.0000 Hz attp = 0.1000dB

Fs1 = 30.0000 Hz Fs2 = 133.3333 Hz atts = 37.75dB

1 (et2) 「HP4-0-0」 Rb\_1(2 個)= 251.6461K Cb\_1(2 個)= 10.0000n R1\_1 = 125.8230K

C1\_1 = 20.0000n 誤差=5.70 %

1 R2\_1 = 62.0000K C2\_1 = 47.7763p 誤差 = 1.62 %

1 R3\_1 = 19.0044K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 5.24 %

1 R4\_1 = 10.4602K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.40 %

2 (et2) 「HP4-0-0」 Rb\_2(2 個)= 25.1646K Cb\_2(2 個)= 0.1000u R1\_2 = 12.5823K

C1\_2 = 0.2000u 誤差=5.70 %

2 R2\_2 = 799.2855K C2\_2 = 0.4300u 誤差 = 2.59 %

2 R3\_2 = 20.2744K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.35 %

2 R4\_2 = 10.5516K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 4.25 %

3 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_3(2 個)= 251.6461K Cb\_3(2 個)= 10.0000n R1\_3 = 125.8230K

C1\_3 = 20.0000n 誤差=5.70 %

3 R2\_3 = 39.0000K C2\_3 = 0.2976n 誤差 = 0.82 %

3 R3\_3 = 26.1072K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.42 %

3 R4\_3 = 10.6303K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.48 %

4 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_4(2 個)= 25.1646K Cb\_4(2 個)= 0.1000u R1\_4 = 12.5823K

C1\_4 = 0.2000u 誤差=5.70 %

4 R2\_4 = 2.3923Meg C2\_4 = 0.6200u 誤差 = 0.32 %

4 R3\_4 = 24.9776K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.91 %

4 R4\_4 = 10.5751K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 4.02 %

5 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_5(2 個)= 251.6461K Cb\_5(2 個)= 10.0000n R1\_5 = 125.8230K

C1\_5 = 20.0000n 誤差=5.70 %

5 R2\_5 = 16.0000K C2\_5 = 0.3993n 誤差 = 2.32 %

5 R3\_5 = 54.6679K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.44 %

5 R4\_5 = 9.1546K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 0.60 %

6 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_6(2 個)= 25.1646K Cb\_6(2 個)= 0.1000u R1\_6 = 12.5823K

C1\_6 = 0.2000u 誤差=5.70 %

6 R2\_6 = 1.6020Meg C2\_6 = 1.5000u 誤差 = 0.12 %

6 R3\_6 = 51.9916K R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.91 %

6 R4\_6 = 9.1215K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 0.24 %



## バンドイジェクト

## 逆チェビシェフ

BE1\_6-10KHz-30KHz-Xs 15.asc

バンドエリミネーション・逆チェビシェフ 6次 10KHz-30KHz

## 設計パラメータの入力

フィルタの種類	BEフィルタ		遮断特性	Inv. Cheb
設計するフィルタの次数 m(<=58)	6			
阻止帯域 下端の周波数 Fp1 : (Fs1 = Fp1*xs)	10	KHz		
阻止帯域 上端の周波数 Fp2 : (Fs2 = Fp2/xs)	30	KHz		
周波数Fp1,Fp2における減衰量又はリップル attp	0.1	dB		
最低減衰量に達する周波数をFs1として、 $Xs = Fs1/Fp1$ を次の範囲で	1.5		倍	
入力して下さい	1 < Xs < 1.7321			
			OK	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アタク Band Eject Inv. Cheb 次数=6

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 15.0000KHz Fs2 = 20.0000KHz atts = 85.19dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

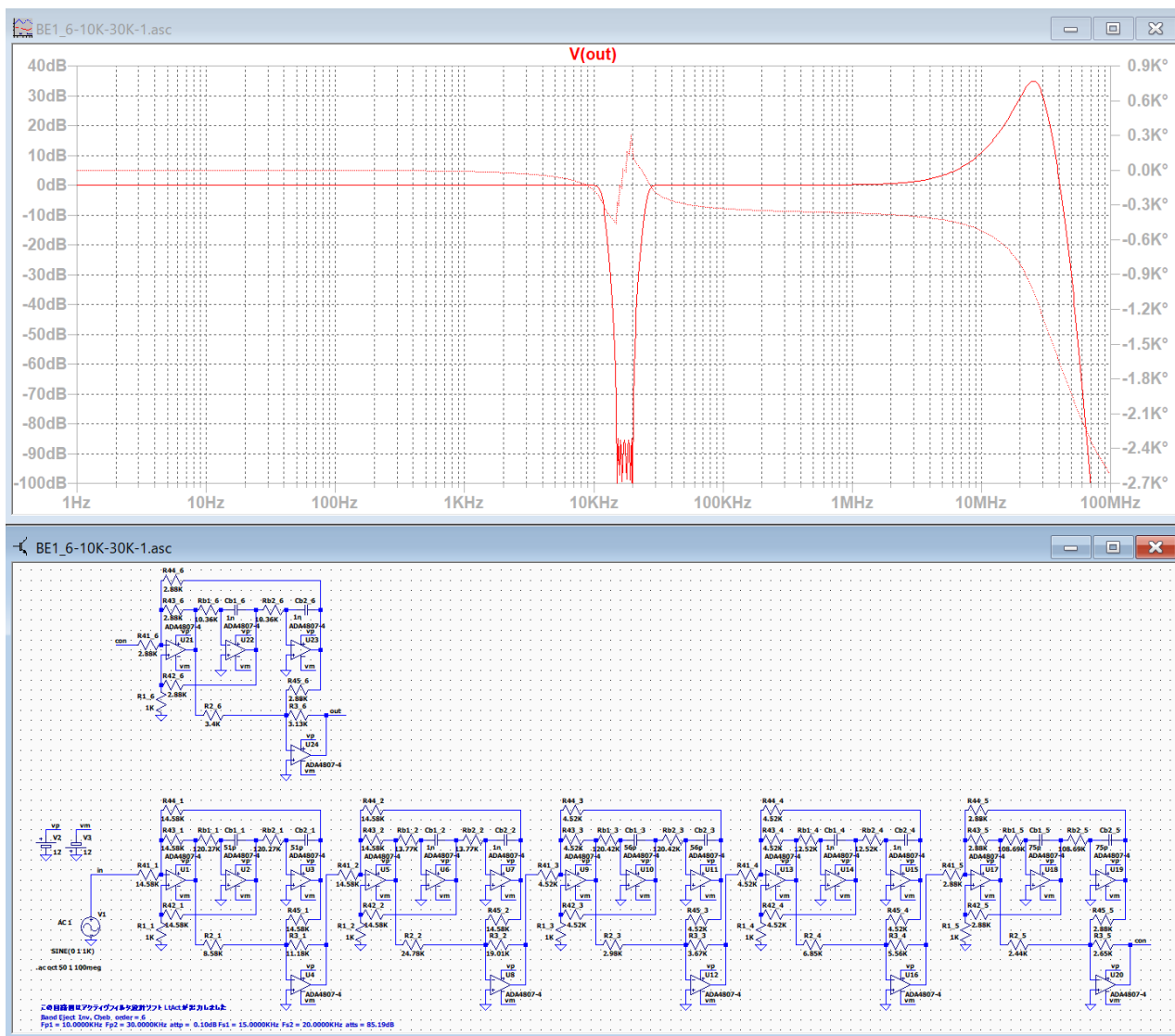
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	31.3947K	26.5782G	1.3037	0	20.3872G
		Fc=	25.9468K	Q = 5.1929	GB 積= 13.4738Meg
2	13.9898K	5.2776G	0.7671	0	6.8802G
		Fc=	11.5621K	Q = 5.1929	GB 積= 6.0041Meg
3	80.5907K	21.9915G	1.2307	0	17.8697G
		Fc=	23.6019K	Q = 1.8401	GB 積= 4.3430Meg
4	43.4021K	6.3783G	0.8126	0	7.8496G
		Fc=	12.7108K	Q = 1.8401	GB 積= 2.3389Meg
5	94.7848K	15.0495G	1.0859	0	13.8587G
		Fc=	19.5246K	Q = 1.2943	GB 積= 2.5270Meg
6	74.5926K	9.3205G	0.9209	0	10.1214G
		Fc=	15.3652K	Q = 1.2943	GB 積= 1.9887Meg

逆チェビシェフ

BE1\_6-10KHz-30KHz-Xs 15.asc

## バンドプロジェクト

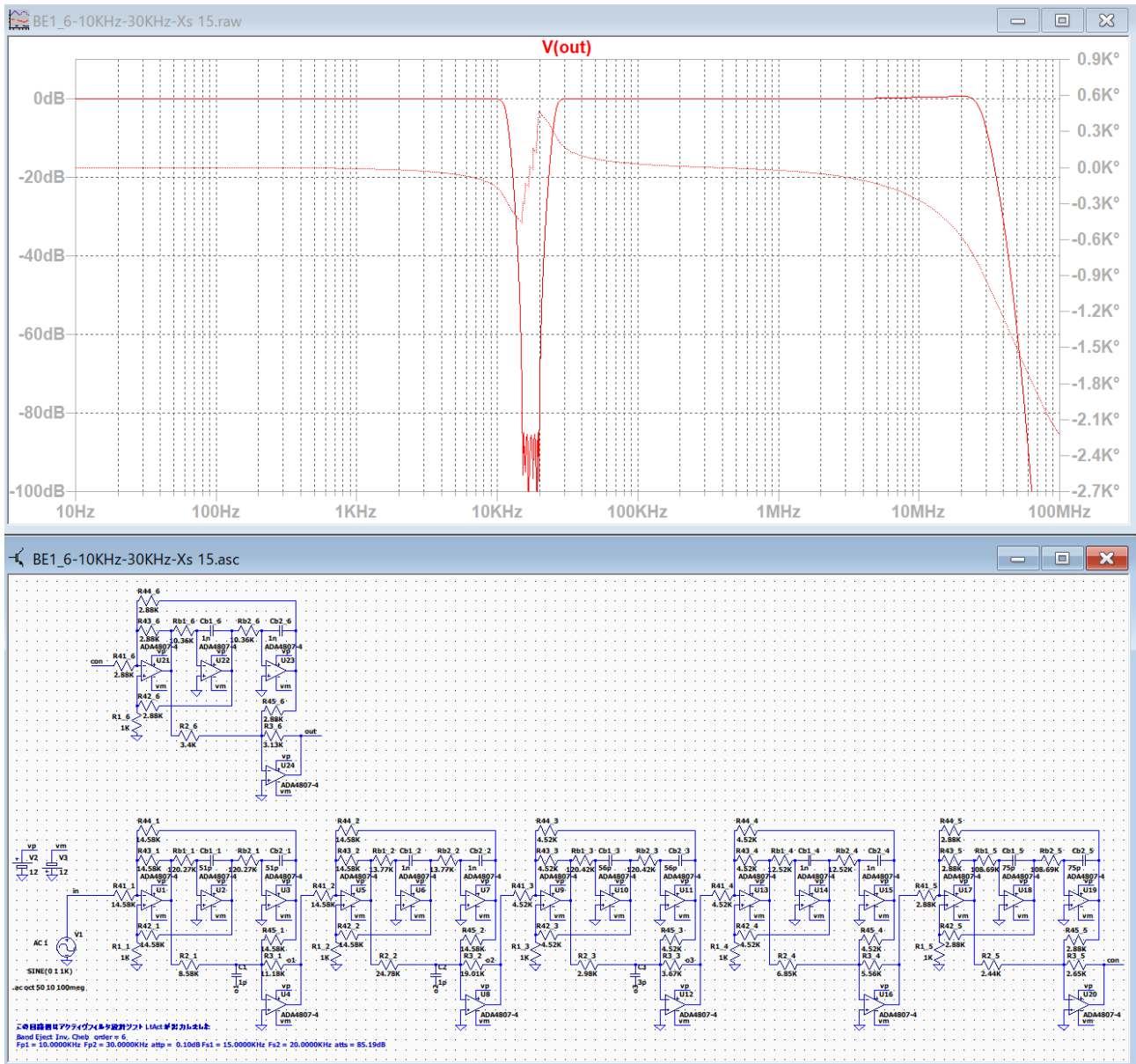
## 調整前の特性



## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-10KHz-30KHz-Xs 15.asc



10KHz で -0.11dB, 30KHz で -0.08dB,  
 15KHz 以上, 20KHz 以下で → -85dB

逆チェビシェフ

BE1\_6-10KHz-30KHz-Xs 15.asc

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-10K-30K-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 10:17:39 2021

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 15.0000KHz Fs2 = 20.0000KHz atts = 85.19dB

1 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_1(2 個)=120.2727K Cb\_1(2 個)= 51.0000p 誤差=0.23 %  
 1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 8.5779K R3\_1 = 11.1827K R4\_1(5 個)= 14.5786K 誤差=5.52 %  
 2 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_2(2 個)= 13.7652K Cb\_2(2 個)= 1.0000n 誤差=5.56 %  
 2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 24.7771K R3\_2 = 19.0056K R4\_2(5 個)= 14.5786K 誤差=6.75 %  
 3 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_3(2 個)=120.4161K Cb\_3(2 個)= 56.0000p 誤差=0.35 %  
 3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 2.9846K R3\_3 = 3.6731K R4\_3(5 個)= 4.5203K 誤差=4.47 %  
 4 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_4(2 個)= 12.5212K Cb\_4(2 個)= 1.0000n 誤差=3.82 %  
 4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 6.8461K R3\_4 = 5.5630K R4\_4(5 個)= 4.5203K 誤差=4.09 %  
 5 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_5(2 個)=108.6868K Cb\_5(2 個)= 75.0000p 誤差=1.21 %  
 5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 2.4446K R3\_5 = 2.6547K R4\_5(5 個)= 2.8828K 誤差=4.77 %  
 6 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_6(2 個)= 10.3581K Cb\_6(2 個)= 1.0000n 誤差=3.46 %  
 6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 3.3995K R3\_6 = 3.1305K R4\_6(5 個)= 2.8828K 誤差=6.52 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 0.1n, Cb1\_2= 1.2u, Cb1\_3 = 0.1n,

Cb1\_4 = 0.9u, Cb1\_5= 0.1n, Cb1\_6 = 0.4u

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 51p, Cb1\_2 = 1n, Cb1\_3 = 56p,

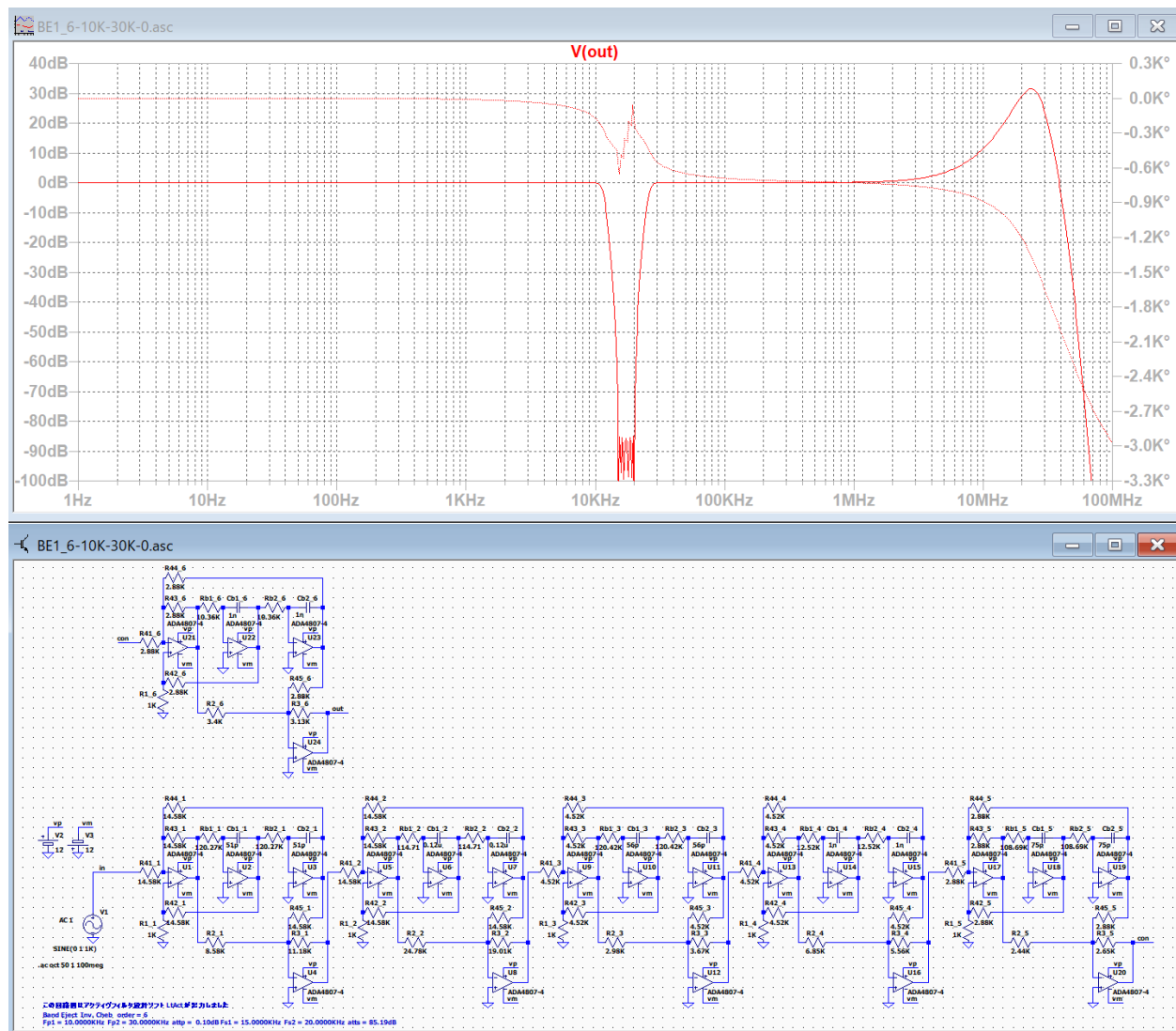
Cb1\_4 = 1n, Cb1\_5 = 75p, Cb1\_6 = 1n

## バンドイジェクト

参照モード 0 で作成した場合

Cb1\_1 = 51p, Cb1\_2 = 0.12u, Cb1\_3 = 56p,

Cb1\_4 = 1n, Cb1\_5 = 75p, Cb1\_6 = 1n



参照モード 1 の場合とほとんど同じ特性が得られました。

## バンドイジェクト

BE2\_6-10KHz-30KHz-Xs 15.asc

バンドエリミネーション・逆チェビシェフ 6次 10KHz-30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 Inv. Cheb

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $Fp1 : (Fs1 = Fp1 * xs)$  10 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $Fp2 : (Fs2 = Fp2 / xs)$  30 KHz

周波数  $Fp1, Fp2$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $Fs1$  として、 $Xs = Fs1 / Fp1$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < Xs < 1.7321$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

 $Fp1 = 10.0000\text{KHz}$   $Fp2 = 30.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $Fs1 = 15.0000\text{KHz}$   $Fs2 = 20.0000\text{KHz}$   $atts = 85.19\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $Hn = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

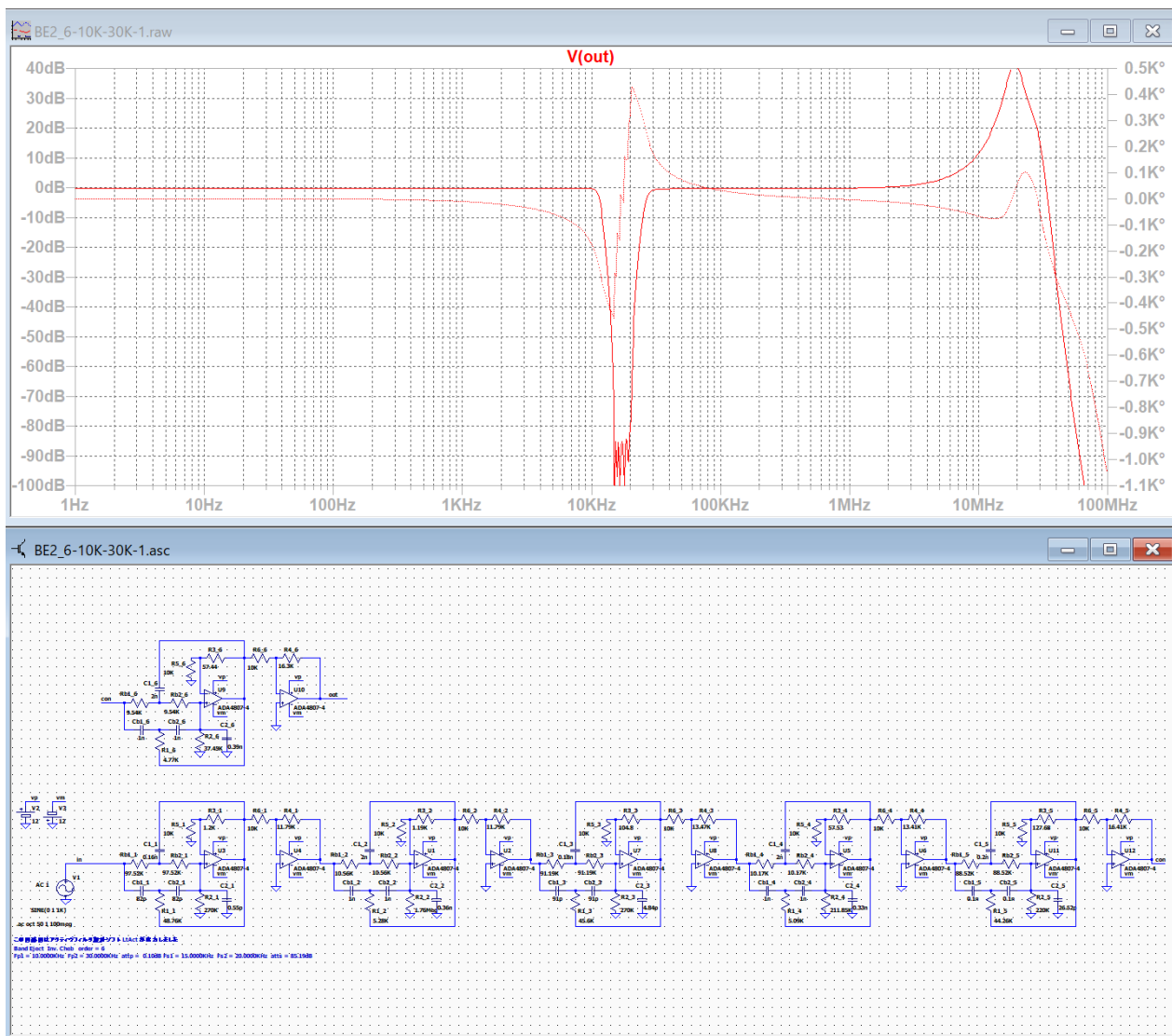
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	31.3947K	26.5782G	1.3037	0	20.3872G
		Fc=	25.9468K	Q = 5.1929	GB 積= 13.4738Meg
2	13.9898K	5.2776G	0.7671	0	6.8802G
		Fc=	11.5621K	Q = 5.1929	GB 積= 6.0041Meg
3	80.5907K	21.9915G	1.2307	0	17.8697G
		Fc=	23.6019K	Q = 1.8401	GB 積= 4.3430Meg
4	43.4021K	6.3783G	0.8126	0	7.8496G
		Fc=	12.7108K	Q = 1.8401	GB 積= 2.3389Meg
5	94.7848K	15.0495G	1.0859	0	13.8587G
		Fc=	19.5246K	Q = 1.2943	GB 積= 2.5270Meg
6	74.5926K	9.3205G	0.9209	0	10.1214G
		Fc=	15.3652K	Q = 1.2943	GB 積= 1.9887Meg

逆チェビシェフ

BE2\_6-10KHz-30KHz-Xs 15.asc

バンドプロジェクト

### 調整前特性



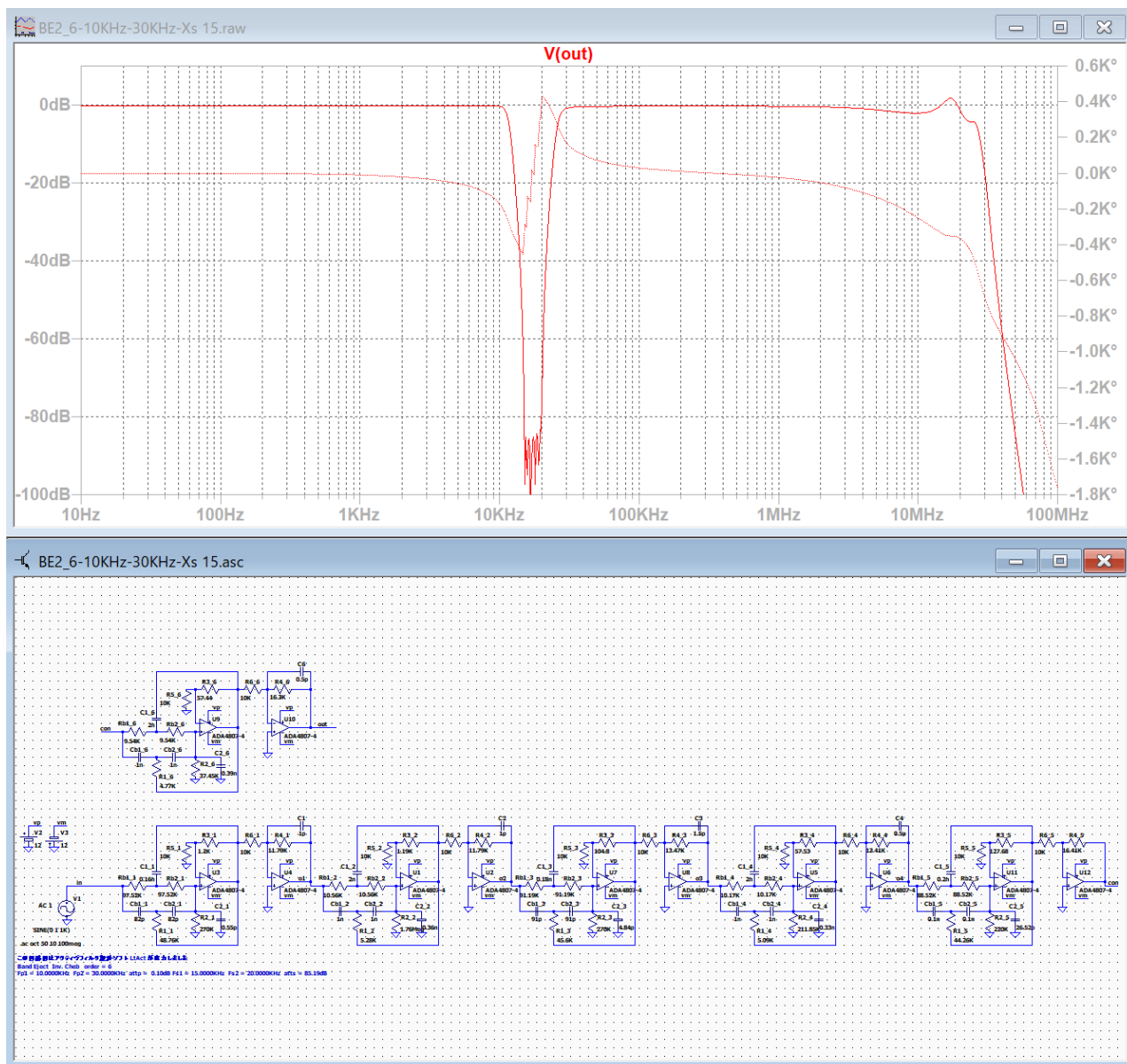
## 逆チェビシエフ

BE2\_6-10KHz-30KHz-Xs 15.asc

## バンドイジェクト

## 完成した回路図

BE2\_6-10KHz-30KHz-Xs 15.asc



10KHz で -0.38dB, 30KHz で -0.95dB,  
 15KHz 以上, 20KHz 以下で → -84.4dB



## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-10K-30K-1.asc 作成日時 Thu Jan 07 10:24:46

2021 アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 15.0000KHz Fs2 = 20.0000KHz atts = 85.19dB

1 (et2) 「HP4-1-0」 Rb\_1(2 個)= 97.5194K Cb\_1(2 個)= 82.0000p R1\_1 = 48.7597K  
C1\_1 = 0.1640n 誤差=5.04 %

1 R2\_1 = 270.0000K C2\_1 = 0.5503p 誤差 = 1.77 %

1 R3\_1 = 1.2034K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.28 %

1 R4\_1 = 11.7925K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.76 %

2 (et2) 「HP4-1-0」 Rb\_2(2 個)= 10.5588K Cb\_2(2 個)= 1.0000n R1\_2 = 5.2794K  
C1\_2 = 2.0000n 誤差=5.39 %

2 R2\_2 = 1.7556Meg C2\_2 = 0.3600n 誤差 = 2.53 %

2 R3\_2 = 1.1949K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.43 %

2 R4\_2 = 11.7853K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.82 %

3 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_3(2 個)= 91.1947K Cb\_3(2 個)= 91.0000p R1\_3 = 45.5974K  
C1\_3 = 0.1820n 誤差=3.27 %

3 R2\_3 = 270.0000K C2\_3 = 4.8365p 誤差 = 2.82 %

3 R3\_3 = 104.8050 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 4.58 %

3 R4\_3 = 13.4736K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.51 %

4 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_4(2 個)= 10.1744K Cb\_4(2 個)= 1.0000n R1\_4 = 5.0872K  
C1\_4 = 2.0000n 誤差=1.73 %

4 R2\_4 = 211.8529K C2\_4 = 0.3300n 誤差 = 3.85 %

4 R3\_4 = 57.5308 R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.66 %

4 R4\_4 = 13.4115K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.07 %

5 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_5(2 個)= 88.5196K Cb\_5(2 個)= 0.1000n R1\_5 = 44.2598K  
C1\_5 = 0.2000n 誤差=3.99 %

5 R2\_5 = 220.0000K C2\_5 = 26.5207p 誤差 = 1.81 %

5 R3\_5 = 127.6828 R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.81 %

5 R4\_5 = 16.4097K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.50 %

6 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_6(2 個)= 9.5385K Cb\_6(2 個)= 1.0000n R1\_6 = 4.7692K  
C1\_6 = 2.0000n 誤差=4.82 %

6 R2\_6 = 37.4464K C2\_6 = 0.3900n 誤差 = 3.86 %

6 R3\_6 = 57.4379 R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 2.50 %

6 R4\_6 = 16.2979K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.83 %

## バンドプロジェクト

ver.1.45 の設計例では、 $Cb1\_1 = 0.1n$ ,  $Cb1\_2 = 0.2u$ ,  $Cb1\_3 = 0.1n$ ,

$Cb1\_4 = 0.1u$ ,  $Cb1\_5 = 0.1n$ ,  $Cb1\_6 = 20n$

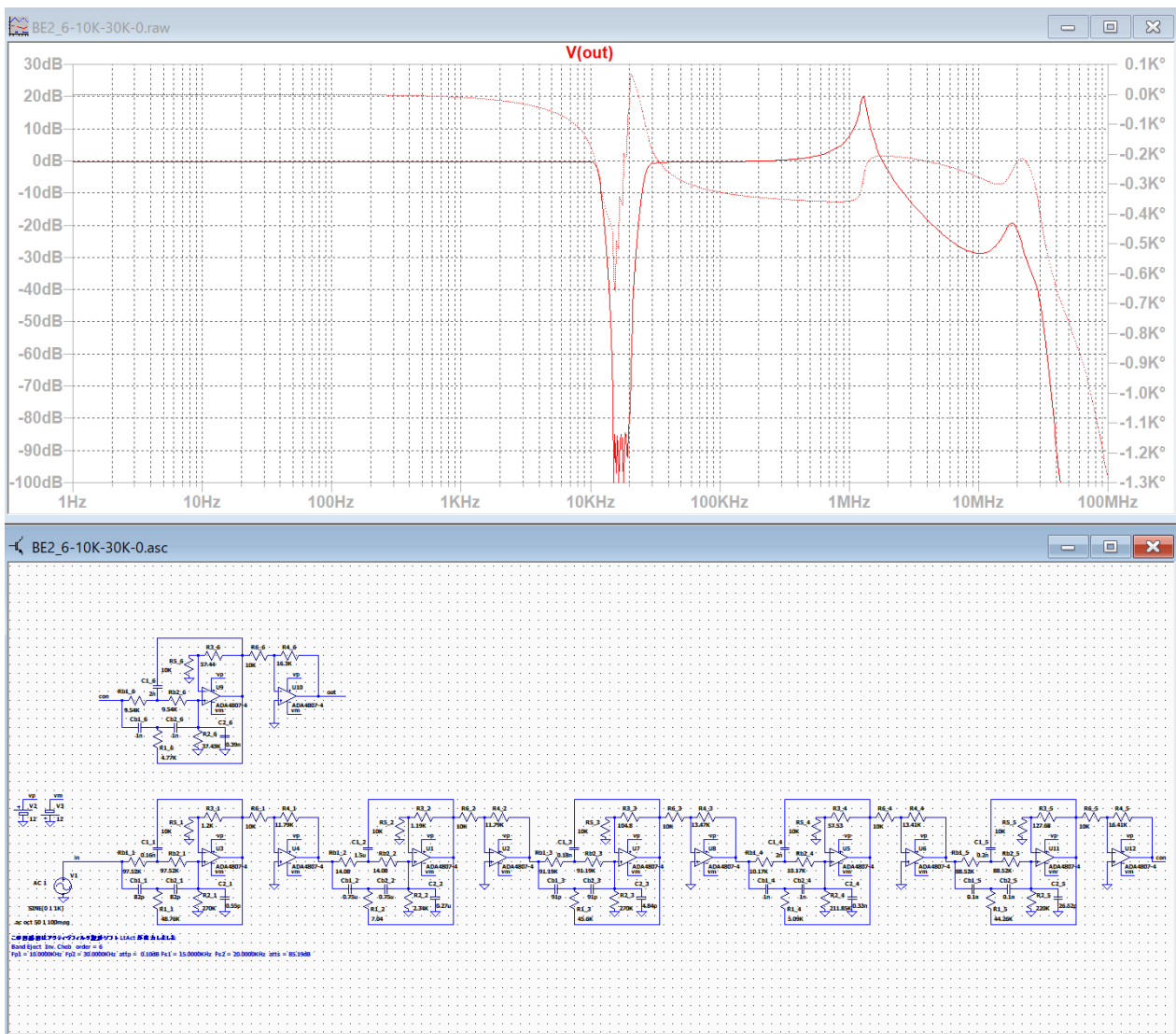
ver.2.10, ver.2.40 では、 $Cb1\_1 = 82p$ ,  $Cb1\_2 = 1n$ ,  $Cb1\_3 = 91p$ ,

$Cb1\_4 = 1n$ ,  $Cb1\_5 = 0.1n$ ,  $Cb1\_6 = 1n$

参照モード 0 で作成した場合

$Cb1\_1 = 82p$ ,  $Cb1\_2 = 0.75u$ ,  $Cb1\_3 = 91p$ ,

$Cb1\_4 = 1n$ ,  $Cb1\_5 = 0.1n$ ,  $Cb1\_6 = 1n$



1MHz 以上の特性が悪い！

## バンドイジェクト

BE1\_6-10KHz-30KHz-Xs 13.asc

バンドエリミネーション・逆チェビシェフ 6次 10KHz-30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 Inv. Cheb

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  3

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1}$  : ( $F_{s1} = F_{p1} * X_s$ ) 10 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2}$  : ( $F_{s2} = F_{p2} / X_s$ ) 30 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < X_s < 1.7321$  1.3 倍

OK キャンセル

遮断特性を少し急峻にしてみた。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アタック Band Eject Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 10.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 30.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 13.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 23.0769\text{KHz}$   $atts = 45.82\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	26.7312K	27.4754G	1.1541	0	23.8062G
		Fc=	26.3811K	Q = 6.2009	GB 積= 16.3586Meg
2	11.5227K	5.1053G	0.8665	0	5.8921G
		Fc=	11.3718K	Q = 6.2009	GB 積= 7.0515Meg
3	68.3952K	22.4286G	1.1219	0	19.9919G
		Fc=	23.8353K	Q = 2.1897	GB 積= 5.2191Meg
4	36.1165K	6.2540G	0.8914	0	7.0163G
		Fc=	12.5864K	Q = 2.1897	GB 積= 2.7560Meg
5	80.0543K	15.1189G	1.0480	0	14.4267G
		Fc=	19.5695K	Q = 1.5359	GB 積= 3.0058Meg
6	62.7113K	9.2777G	0.9542	0	9.7229G
		Fc=	15.3300K	Q = 1.5359	GB 積= 2.3546Meg

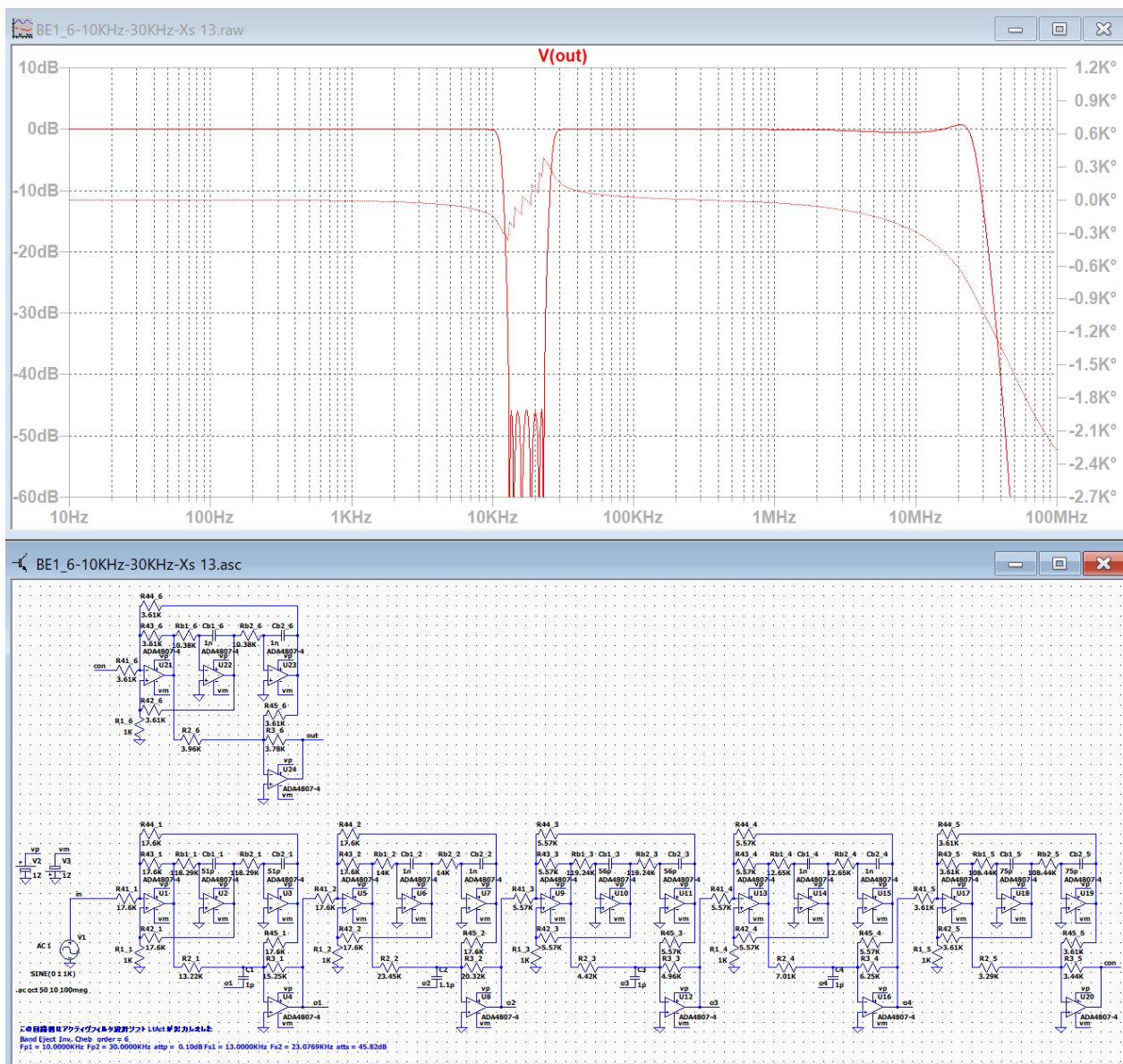
逆チェビシェフ

BE1\_6-10KHz-30KHz-Xs 13.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-10KHz-30KHz-Xs 13.asc



10KHz で -0.12dB, 30KHz で -0.09dB,  
15KHz 以上, 20KHz 以下で → -45.6dB

Xs 15 よりも遮断域の減衰が急峻になるが、最低減衰量は低下する。

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-10KHz-30KHz-Xs 13.asc 作成日時 Wed Jan 13 18:13:13 2021

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 13.0000KHz Fs2 = 23.0769KHz atts = 45.82dB

1 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_1(2 個)=118.2927K Cb\_1(2 個)= 51.0000p 誤差=1.44 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 13.2151K R3\_1 = 15.2519K R4\_1(5 個)= 17.6026K 誤差=3.24 %

2 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_2(2 個)= 13.9956K Cb\_2(2 個)= 1.0000n 誤差=7.11 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 23.4468K R3\_2 = 20.3157K R4\_2(5 個)= 17.6026K 誤差=3.62 %

3 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_3(2 個)=119.2370K Cb\_3(2 個)= 56.0000p 誤差=0.64 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 4.4247K R3\_3 = 4.9639K R4\_3(5 個)= 5.5690K 誤差=3.97 %

4 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_4(2 個)= 12.6450K Cb\_4(2 個)= 1.0000n 誤差=2.81 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 7.0092K R3\_4 = 6.2477K R4\_4(5 個)= 5.5690K 誤差=3.13 %

5 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_5(2 個)=108.4373K Cb\_5(2 個)= 75.0000p 誤差=1.44 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 3.2850K R3\_5 = 3.4427K R4\_5(5 個)= 3.6078K 誤差=4.17 %

6 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_6(2 個)= 10.3819K Cb\_6(2 個)= 1.0000n 誤差=3.68 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 3.9623K R3\_6 = 3.7809K R4\_6(5 個)= 3.6078K 誤差=3.53 %

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 51p, Cb1\_2 = 1n, Cb1\_3 = 56p,

Cb1\_4 = 1n, Cb1\_5 = 75p, Cb1\_6 = 1n

## バンドイジェクト

BE2\_6-10KHz-30KHz-Xs 13.asc

バンドエリミネーション・逆チェビシェフ 6次 10KHz-30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 Inv. Cheb

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  3

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1}$  : ( $F_{s1} = F_{p1} * X_s$ ) 10 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2}$  : ( $F_{s2} = F_{p2} / X_s$ ) 30 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル attp 0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < X_s < 1.7321$  1.3 倍

OK キャンセル

遮断特性を少し急峻にしてみた。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アタク Band Eject Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 10.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 30.0000\text{KHz}$  attp = 0.1000dB $F_{s1} = 13.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 23.0769\text{KHz}$  atts = 45.82dB

2次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

Hn = -----

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	26.7312K	27.4754G	1.1541	0	23.8062G
		Fc=	26.3811K	Q = 6.2009	GB 積= 16.3586Meg
2	11.5227K	5.1053G	0.8665	0	5.8921G
		Fc=	11.3718K	Q = 6.2009	GB 積= 7.0515Meg
3	68.3952K	22.4286G	1.1219	0	19.9919G
		Fc=	23.8353K	Q = 2.1897	GB 積= 5.2191Meg
4	36.1165K	6.2540G	0.8914	0	7.0163G
		Fc=	12.5864K	Q = 2.1897	GB 積= 2.7560Meg
5	80.0543K	15.1189G	1.0480	0	14.4267G
		Fc=	19.5695K	Q = 1.5359	GB 積= 3.0058Meg
6	62.7113K	9.2777G	0.9542	0	9.7229G
		Fc=	15.3300K	Q = 1.5359	GB 積= 2.3546Meg

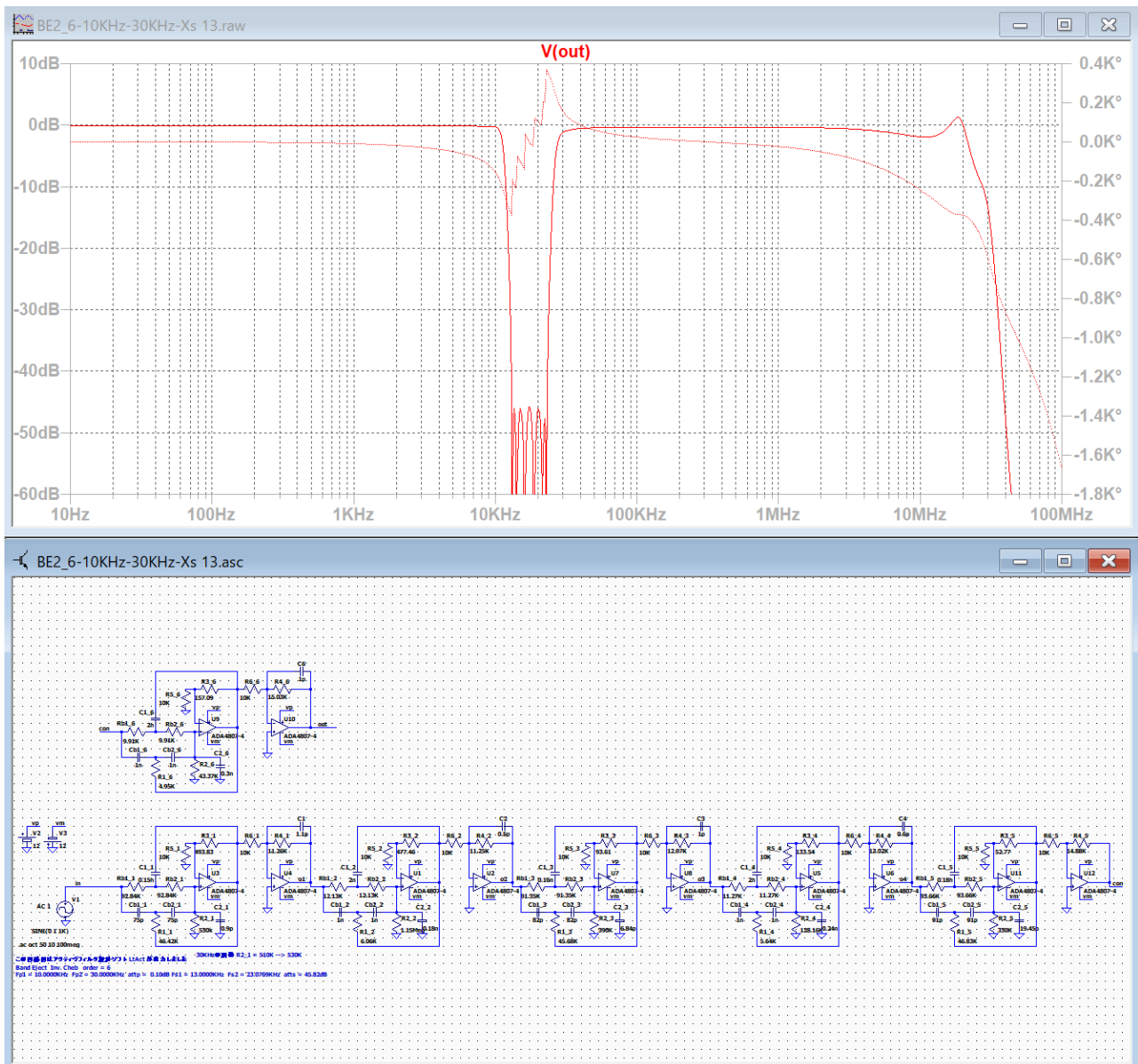
逆チェビシェフ

BE2\_6-10KHz-30KHz-Xs 13.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE2\_6-10KHz-30KHz-Xs 13.asc



10KHz で -0.32dB, 30KHz で -1.20dB,  
 15KHz 以上, 20KHz 以下で → -45.7dB

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-10KHz-30KHz-Xs 13.asc 作成日時 Wed Jan 13 18:18:56 2021

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 13.0000KHz Fs2 = 23.0769KHz atts = 45.82dB

1 (et2) 「HP4-1-0」 Rb\_1(2 個)= 92.8367K Cb\_1(2 個)= 75.0000p R1\_1 = 46.4184K  
C1\_1 = 0.1500n 誤差=2.34 %

1 R2\_1 = 510.0000K C2\_1 = 0.9026p 誤差 = 0.82 %

1 R3\_1 = 493.8298 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.27 %

1 R4\_1 = 11.2628K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.33 %

2 (et2) 「HP4-1-0」 Rb\_2(2 個)= 12.1266K Cb\_2(2 個)= 1.0000n R1\_2 = 6.0633K  
C1\_2 = 2.0000n 誤差=2.48 %

2 R2\_2 = 1.1540Meg C2\_2 = 0.1800n 誤差 = 3.99 %

2 R3\_2 = 477.4555 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.56 %

2 R4\_2 = 11.2468K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.19 %

3 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_3(2 個)= 91.3549K Cb\_3(2 個)= 82.0000p R1\_3 = 45.6775K  
C1\_3 = 0.1640n 誤差=3.81 %

3 R2\_3 = 390.0000K C2\_3 = 6.8366p 誤差 = 0.54 %

3 R3\_3 = 93.6101 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.79 %

3 R4\_3 = 12.9681K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.25 %

4 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_4(2 個)= 11.2713K Cb\_4(2 個)= 1.0000n R1\_4 = 5.6356K  
C1\_4 = 2.0000n 誤差=2.49 %

4 R2\_4 = 128.1596K C2\_4 = 0.2400n 誤差 = 1.44 %

4 R3\_4 = 133.5449 R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.65 %

4 R4\_4 = 13.0183K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.14 %

5 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_5(2 個)= 93.6594K Cb\_5(2 個)= 91.0000p R1\_5 = 46.8297K  
C1\_5 = 0.1820n 誤差=3.07 %

5 R2\_5 = 330.0000K C2\_5 = 19.4457p 誤差 = 2.85 %

5 R3\_5 = 52.7658 R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 3.35 %

5 R4\_5 = 14.8801K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 0.81 %

6 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_6(2 個)= 9.9066K Cb\_6(2 個)= 1.0000n R1\_6 = 4.9533K  
C1\_6 = 2.0000n 誤差=3.11 %

6 R2\_6 = 43.3693K C2\_6 = 0.3000n 誤差 = 0.85 %

6 R3\_6 = 157.0922 R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.85 %



6 R4\_6 = 15.0314K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 0.21 %

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 75p, Cb1\_2 = 1n, Cb1\_3 = 82p,  
Cb1\_4 = 1n, Cb1\_5 = 91p, Cb1\_6 = 1n

## バンドイジェクト

BE1\_6-100KHz-300KHz-Xs 15.asc

バンドエリミネーション・逆チェビシェフ 6次 100KHz-300KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

遮断特性 Inv. Cheb

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} \times X_s)$  100 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$  300 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で入力して下さい  $1 < X_s < 1.7321$  1.5 倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 100.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 300.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 150.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 200.0000\text{KHz}$   $atts = 85.19\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	313.9472K	2.6578T	1.3037	0	2.0387T
		Fc=	259.4676K	Q = 5.1929	GB 積=134.7377Meg
2	139.8981K	527.7598G	0.7671	0	688.0247G
		Fc=	115.6214K	Q = 5.1929	GB 積= 60.0405Meg
3	805.9073K	2.1992T	1.2307	0	1.7870T
		Fc=	236.0194K	Q = 1.8401	GB 積= 43.4300Meg
4	434.0214K	637.8330G	0.8126	0	784.9565G
		Fc=	127.1082K	Q = 1.8401	GB 積= 23.3892Meg
5	947.8476K	1.5050T	1.0859	0	1.3859T
		Fc=	195.2459K	Q = 1.2943	GB 積= 25.2700Meg
6	745.9265K	932.0484G	0.9209	0	1.0121T
		Fc=	153.6524K	Q = 1.2943	GB 積= 19.8867Meg

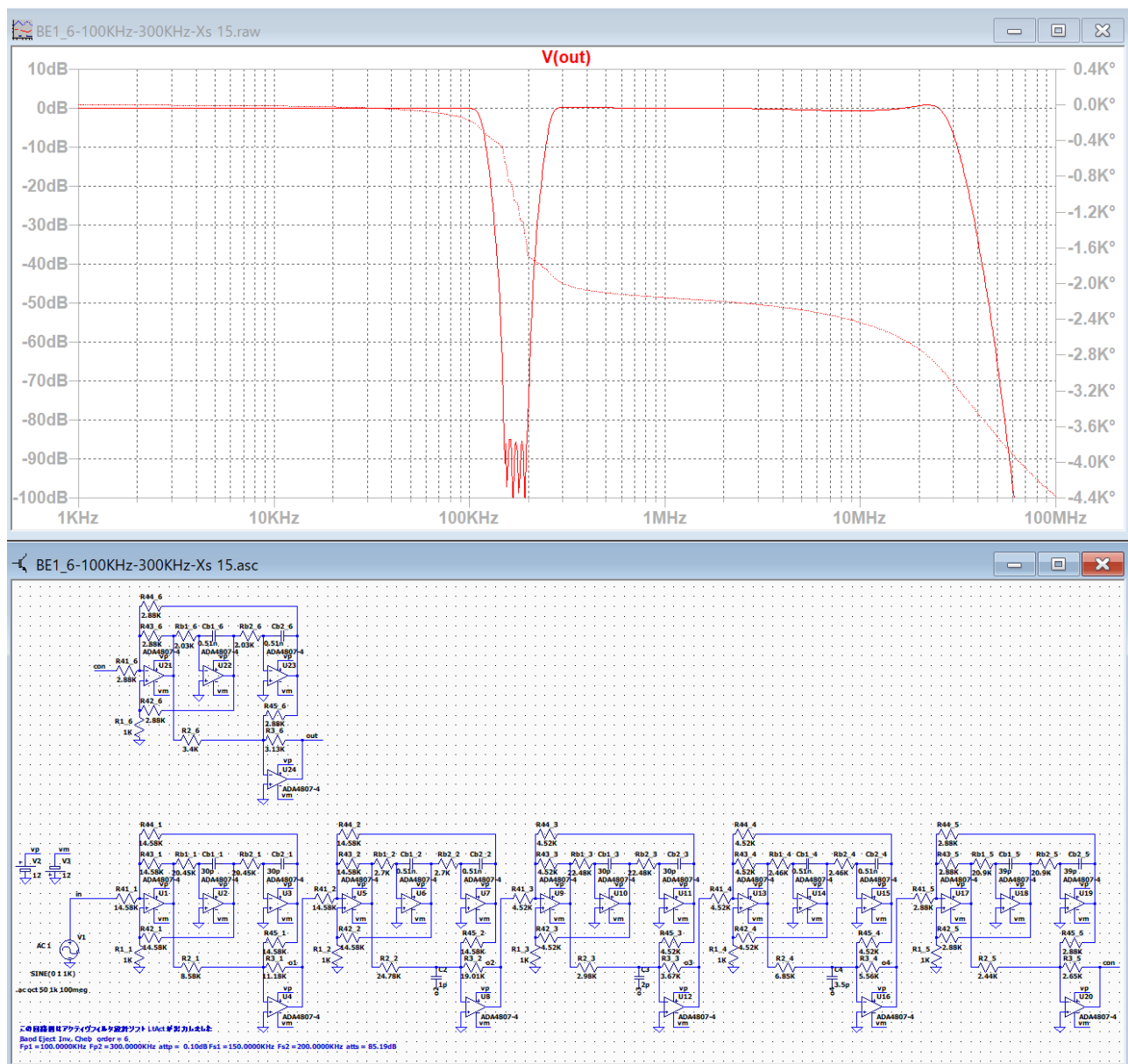
逆チェビシェフ

BE1\_6-100KHz-300KHz-Xs 15.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-100KHz-300KHz-Xs 15.asc



100KHz で -0.05dB, 300KHz で 0.20dB,  
 150KHz 以上, 200KHz 以下で → -85.0dB

逆チェビシェフ

BE1\_6-100KHz-300KHz-Xs 15.asc

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-100KHz-300KHz-Xs 15.asc 作成日時 Wed Jan 13 18:22:31 2021

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =150.0000KHz Fs2 =200.0000KHz atts = 85.19dB

1 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 20.4464K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=2.18 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 8.5779K R3\_1 = 11.1827K R4\_1(5 個)= 14.5786K 誤差=5.52 %

2 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_2(2 個)= 2.6991K Cb\_2(2 個)= 0.5100n 誤差=0.04 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 24.7771K R3\_2 = 19.0056K R4\_2(5 個)= 14.5786K 誤差=6.75 %

3 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_3(2 個)= 22.4777K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=2.13 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 2.9846K R3\_3 = 3.6731K R4\_3(5 個)= 4.5203K 誤差=4.47 %

4 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_4(2 個)= 2.4551K Cb\_4(2 個)= 0.5100n 誤差=2.25 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 6.8461K R3\_4 = 5.5630K R4\_4(5 個)= 4.5203K 誤差=4.09 %

5 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_5(2 個)= 20.9013K Cb\_5(2 個)= 39.0000p 誤差=4.31 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 2.4446K R3\_5 = 2.6547K R4\_5(5 個)= 2.8828K 誤差=4.77 %

6 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_6(2 個)= 2.0310K Cb\_6(2 個)= 0.5100n 誤差=1.53 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 3.3995K R3\_6 = 3.1305K R4\_6(5 個)= 2.8828K 誤差=6.52 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 51p, Cb1\_2 = 120n, Cb1\_3 = 51p,

Cb1\_4 = 91n, Cb1\_5 = 51p, Cb1\_6 = 39n

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2 = 0.5n, Cb1\_3 = 30p,

Cb1\_4 = 0.5n, Cb1\_5 = 39p, Cb1\_6 = 0.5n

## バンドイジェクト

BE2\_6-100KHz-300KHz-Xs 15.asc

バンドエリミネーション・逆チェビシェフ 6次 100KHz-300KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 Inv. Cheb

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} \times X_s)$  100 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$  300 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で入力して下さい  $1 < X_s < 1.7321$  1.5 倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 100.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 300.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 150.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 200.0000\text{KHz}$   $atts = 85.19\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	313.9472K	2.6578T	1.3037	0	2.0387T
		Fc=	259.4676K	Q = 5.1929	GB 積=134.7377Meg
2	139.8981K	527.7598G	0.7671	0	688.0247G
		Fc=	115.6214K	Q = 5.1929	GB 積= 60.0405Meg
3	805.9073K	2.1992T	1.2307	0	1.7870T
		Fc=	236.0194K	Q = 1.8401	GB 積= 43.4300Meg
4	434.0214K	637.8330G	0.8126	0	784.9565G
		Fc=	127.1082K	Q = 1.8401	GB 積= 23.3892Meg
5	947.8476K	1.5050T	1.0859	0	1.3859T
		Fc=	195.2459K	Q = 1.2943	GB 積= 25.2700Meg
6	745.9265K	932.0484G	0.9209	0	1.0121T
		Fc=	153.6524K	Q = 1.2943	GB 積= 19.8867Meg

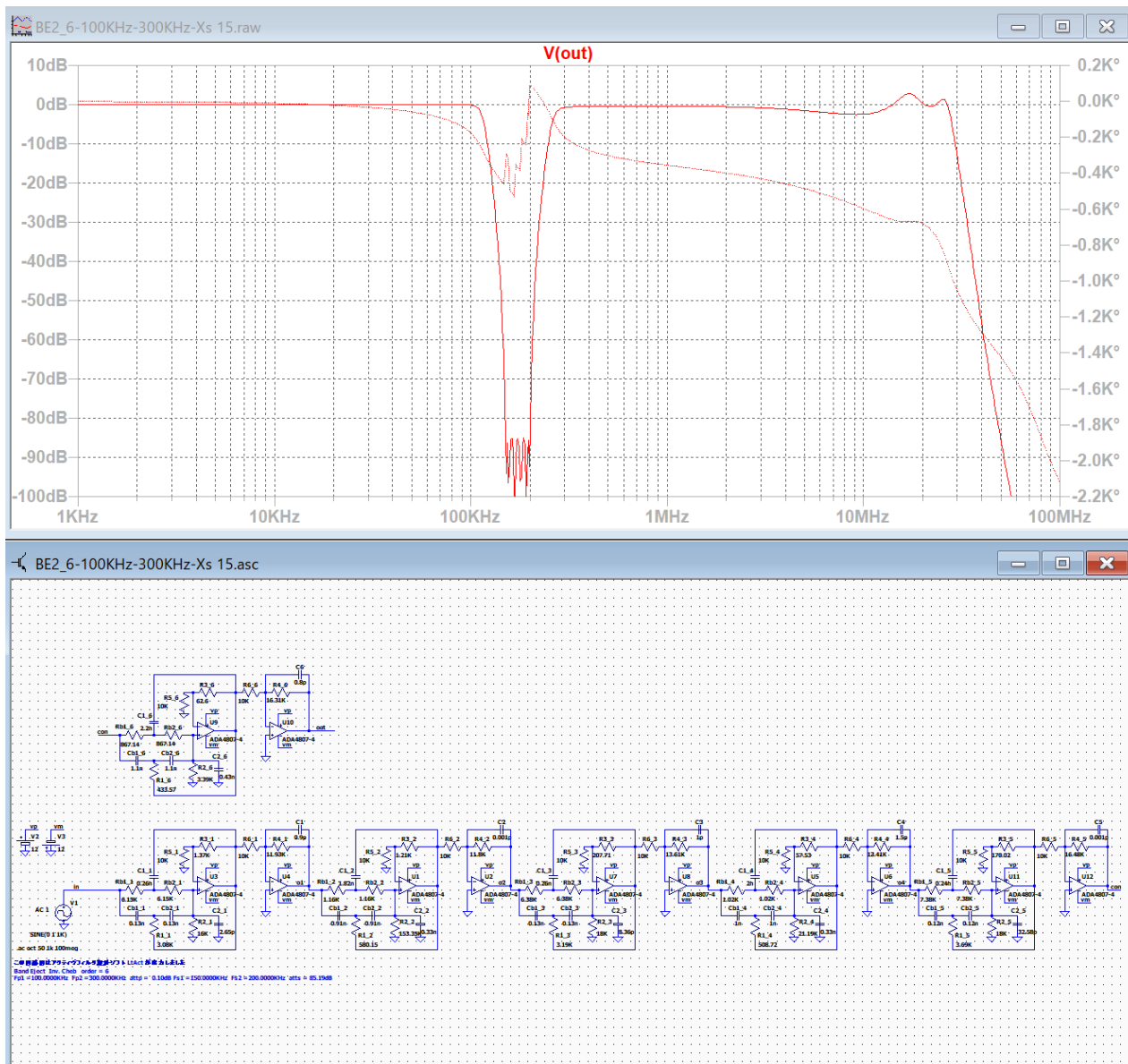
逆チェビシェフ

BE2\_6-100KHz-300KHz-Xs 15.asc

## バンドイジェクト

## 完成した回路図

BE2\_6-100KHz-300KHz-Xs 15.asc



100KHz で -0.08dB, 300KHz で -0.74dB,  
 150KHz 以上, 200KHz 以下で → -85.0dB

逆チェビシェフ

BE2\_6-100KHz-300KHz-Xs 15.asc

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-100KHz-300KHz-Xs 15.asc 作成日時 Wed Jan 13 18:24:41 2021

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =150.0000KHz Fs2 =200.0000KHz atts = 85.19dB

1 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_1(2 個)= 6.1512K Cb\_1(2 個)= 0.1300n R1\_1 = 3.0756K  
C1\_1 = 0.2600n 誤差=4.63 %

1 R2\_1 = 16.0000K C2\_1 = 2.6522p 誤差 = 1.80 %

1 R3\_1 = 1.3710K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 5.18 %

1 R4\_1 = 11.9326K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.56 %

2 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_2(2 個)= 1.1603K Cb\_2(2 個)= 0.9100n R1\_2 = 580.1532  
C1\_2 = 1.8200n 誤差=5.00 %

2 R2\_2 = 153.3522K C2\_2 = 0.3300n 誤差 = 2.19 %

2 R3\_2 = 1.2139K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.14 %

2 R4\_2 = 11.8014K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.68 %

3 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_3(2 個)= 6.3836K Cb\_3(2 個)= 0.1300n R1\_3 = 3.1918K  
C1\_3 = 0.2600n 誤差=5.88 %

3 R2\_3 = 18.0000K C2\_3 = 8.3588p 誤差 = 1.90 %

3 R3\_3 = 207.7099 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.71 %

3 R4\_3 = 13.6066K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 4.46 %

4 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_4(2 個)= 1.0174K Cb\_4(2 個)= 1.0000n R1\_4 = 508.7189  
C1\_4 = 2.0000n 誤差=1.73 %

4 R2\_4 = 21.1853K C2\_4 = 0.3300n 誤差 = 3.85 %

4 R3\_4 = 57.5308 R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.66 %

4 R4\_4 = 13.4115K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.07 %

5 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_5(2 個)= 7.3766K Cb\_5(2 個)= 0.1200n R1\_5 = 3.6883K  
C1\_5 = 0.2400n 誤差=2.92 %

5 R2\_5 = 18.0000K C2\_5 = 32.5830p 誤差 = 1.28 %

5 R3\_5 = 170.0240 R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 5.87 %

5 R4\_5 = 16.4763K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.89 %

6 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_6(2 個)= 867.1358 Cb\_6(2 個)= 1.1000n R1\_6 = 433.5679  
C1\_6 = 2.2000n 誤差=5.01 %

6 R2\_6 = 3.3939K C2\_6 = 0.4300n 誤差 = 2.77 %

6 R3\_6 = 62.6038 R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 0.96 %

バンドプロジェクト

6 R4\_6 = 16.3062K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.88 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 75p, Cb1\_2 = 20n, Cb1\_3 = 75p,

Cb1\_4 = 10n, Cb1\_5 = 75p, Cb1\_6 = 2n

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 0.13n, Cb1\_2 = 0.91n, Cb1\_3 = 0.13n,

Cb1\_4 = 1n, Cb1\_5 = 0.12n, Cb1\_6 = 1.1n



## バンドイジェクト

BE1\_6-100KHz-300KHz-Xs 13.asc

バンドエリミネーション・逆チェビシェフ 6次 100KHz-300KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 Inv. Cheb

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * X_s)$  100 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$  300 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < X_s < 1.7321$  1.3 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 100.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 300.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 130.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 230.7692\text{KHz}$   $atts = 45.82\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	267.3121K	2.7475T	1.1541	0	2.3806T
		Fc=	263.8106K	Q=	6.2009 GB 積=163.5858Meg
2	115.2274K	510.5263G	0.8665	0	589.2114G
		Fc=	113.7180K	Q=	6.2009 GB 積= 70.5152Meg
3	683.9525K	2.2429T	1.1219	0	1.9992T
		Fc=	238.3532K	Q=	2.1897 GB 積= 52.1910Meg
4	361.1646K	625.4035G	0.8914	0	701.6281G
		Fc=	125.8637K	Q=	2.1897 GB 積= 27.5598Meg
5	800.5433K	1.5119T	1.0480	0	1.4427T
		Fc=	195.6952K	Q=	1.5359 GB 積= 30.0577Meg
6	627.1133K	927.7740G	0.9542	0	972.2874G
		Fc=	153.2997K	Q=	1.5359 GB 積= 23.5460Meg

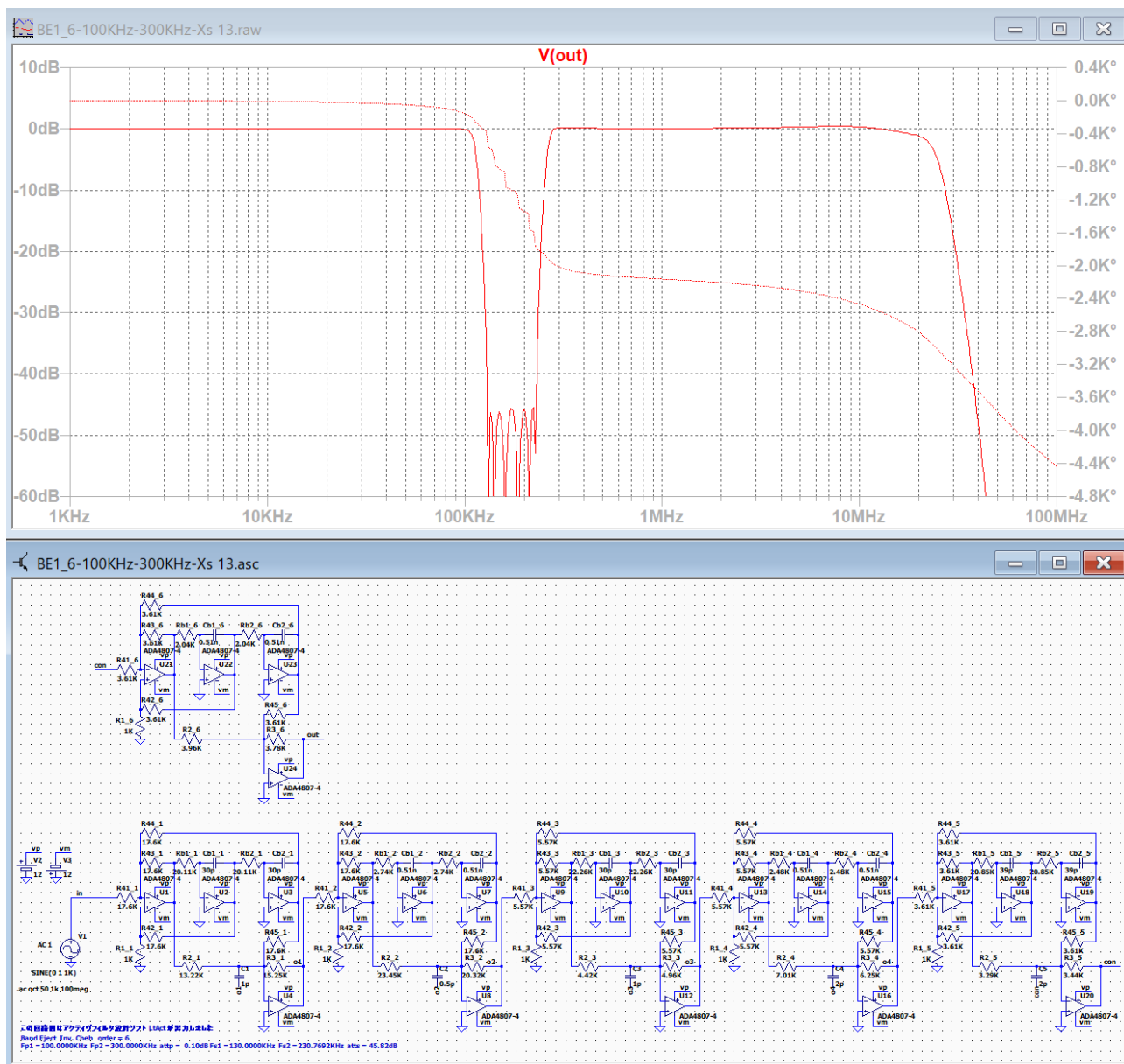
逆チェビシェフ

BE1\_6-100KHz-300KHz-Xs 13.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-100KHz-300KHz-Xs 13.asc



100KHz で -0.08dB, 300KHz で 0.20dB,  
 150KHz 以上, 200KHz 以下で → -45.5dB

逆チェビシェフ

BE1\_6-100KHz-300KHz-Xs 13.asc

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-100KHz-300KHz-Xs 13.asc 作成日時 Wed Jan 13 18:29:46 2021

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =130.0000KHz Fs2 =230.7692KHz atts = 45.82dB

1 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 20.1098K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=0.55 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 13.2151K R3\_1 = 15.2519K R4\_1(5 個)= 17.6026K 誤差=3.24 %

2 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_2(2 個)= 2.7442K Cb\_2(2 個)= 0.5100n 誤差=1.61 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 23.4468K R3\_2 = 20.3157K R4\_2(5 個)= 17.6026K 誤差=3.62 %

3 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_3(2 個)= 22.2576K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=1.16 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 4.4247K R3\_3 = 4.9639K R4\_3(5 個)= 5.5690K 誤差=3.97 %

4 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_4(2 個)= 2.4794K Cb\_4(2 個)= 0.5100n 誤差=3.20 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 7.0092K R3\_4 = 6.2477K R4\_4(5 個)= 5.5690K 誤差=3.13 %

5 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_5(2 個)= 20.8533K Cb\_5(2 個)= 39.0000p 誤差=4.09 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 3.2850K R3\_5 = 3.4427K R4\_5(5 個)= 3.6078K 誤差=4.17 %

6 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_6(2 個)= 2.0357K Cb\_6(2 個)= 0.5100n 誤差=1.75 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 3.9623K R3\_6 = 3.7809K R4\_6(5 個)= 3.6078K 誤差=3.53 %

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2 = 0.51n, Cb1\_3 = 30p,

Cb1\_4 = 0.51n, Cb1\_5 = 39p, Cb1\_6 = 0.51n

## バンドイジェクト

BE2\_6-100KHz-300KHz-Xs 13.asc

バンドエリミネーション・逆チェビシェフ 6次 100KHz-300KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 Inv. Cheb

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * X_s)$  100 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$  300 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < X_s < 1.7321$  1.3 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 100.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 300.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 130.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 230.7692\text{KHz}$   $atts = 45.82\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

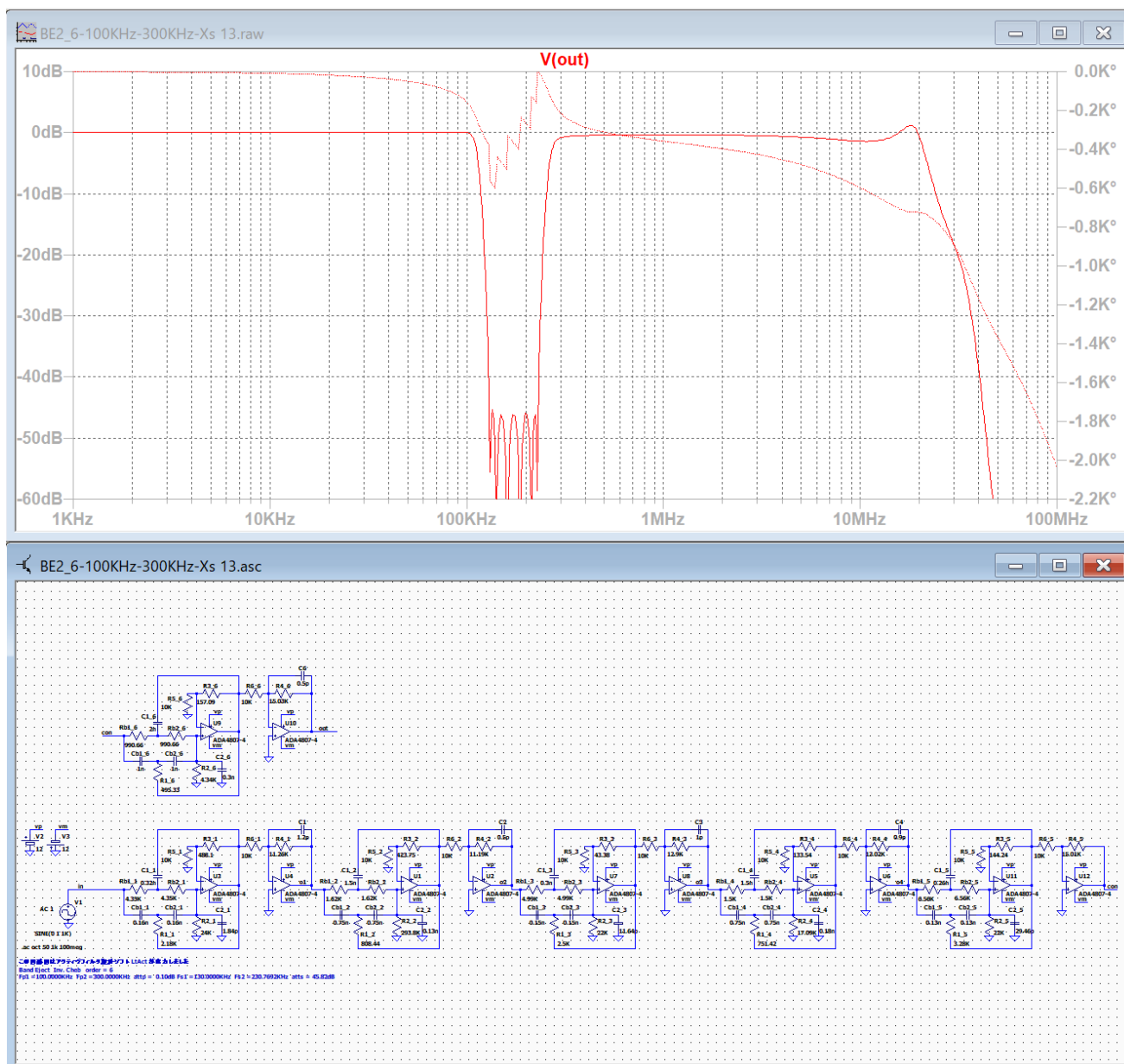
2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	267.3121K	2.7475T	1.1541	0	2.3806T
		Fc=	263.8106K	Q = 6.2009	GB 積=163.5858Meg
2	115.2274K	510.5263G	0.8665	0	589.2114G
		Fc=	113.7180K	Q = 6.2009	GB 積= 70.5152Meg
3	683.9525K	2.2429T	1.1219	0	1.9992T
		Fc=	238.3532K	Q = 2.1897	GB 積= 52.1910Meg
4	361.1646K	625.4035G	0.8914	0	701.6281G
		Fc=	125.8637K	Q = 2.1897	GB 積= 27.5598Meg
5	800.5433K	1.5119T	1.0480	0	1.4427T
		Fc=	195.6952K	Q = 1.5359	GB 積= 30.0577Meg
6	627.1133K	927.7740G	0.9542	0	972.2874G
		Fc=	153.2997K	Q = 1.5359	GB 積= 23.5460Meg

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE2\_6-100KHz-300KHz-Xs 13.asc



100KHz で 0.01dB, 300KHz で -0.85dB,  
 150KHz 以上, 200KHz 以下で → -45.3dB

逆チェビシェフ

BE2\_6-100KHz-300KHz-Xs 13.asc

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-100KHz-300KHz-Xs 13.asc 作成日時 Wed Jan 13 18:30:46 2021

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =130.0000KHz Fs2 =230.7692KHz atts = 45.82dB

1 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_1(2 個)= 4.3517K Cb\_1(2 個)= 0.1600n R1\_1 = 2.1759K  
C1\_1 = 0.3200n 誤差=3.52 %

1 R2\_1 = 24.0000K C2\_1 = 1.8401p 誤差 = 2.18 %

1 R3\_1 = 488.1021 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.71 %

1 R4\_1 = 11.2572K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.29 %

2 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_2(2 個)= 1.6169K Cb\_2(2 個)= 0.7500n R1\_2 = 808.4379  
C1\_2 = 1.5000n 誤差=1.77 %

2 R2\_2 = 293.7978K C2\_2 = 0.1300n 誤差 = 2.11 %

2 R3\_2 = 423.7549 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.47 %

2 R4\_2 = 11.1939K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.73 %

3 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_3(2 個)= 4.9941K Cb\_3(2 個)= 0.1500n R1\_3 = 2.4970K  
C1\_3 = 0.3000n 誤差=4.43 %

3 R2\_3 = 22.0000K C2\_3 = 11.6431p 誤差 = 3.06 %

3 R3\_3 = 43.3829 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.88 %

3 R4\_3 = 12.9045K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.74 %

4 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_4(2 個)= 1.5028K Cb\_4(2 個)= 0.7500n R1\_4 = 751.4186  
C1\_4 = 1.5000n 誤差=0.27 %

4 R2\_4 = 17.0879K C2\_4 = 0.1800n 誤差 = 5.34 %

4 R3\_4 = 133.5449 R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.65 %

4 R4\_4 = 13.0183K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.14 %

5 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_5(2 個)= 6.5562K Cb\_5(2 個)= 0.1300n R1\_5 = 3.2781K  
C1\_5 = 0.2600n 誤差=5.39 %

5 R2\_5 = 22.0000K C2\_5 = 29.4594p 誤差 = 1.84 %

5 R3\_5 = 144.2449 R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 3.99 %

5 R4\_5 = 15.0129K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 0.09 %

6 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_6(2 個)= 990.6641 Cb\_6(2 個)= 1.0000n R1\_6 = 495.3321  
C1\_6 = 2.0000n 誤差=3.11 %

6 R2\_6 = 4.3369K C2\_6 = 0.3000n 誤差 = 0.85 %

6 R3\_6 = 157.0922 R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 1.85 %

6 R4\_6 = 15.0314K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 0.21 %

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 0.16n, Cb1\_2 = 0.75n, Cb1\_3 = 0.15n,  
Cb1\_4 = 0.75n, Cb1\_5 = 0.13n, Cb1\_6 = 1n

## バンドイジェクト

BE1\_6-600KHz-1200KHz.asc

バンドエリミネーション・逆チェビシェフ 6次 600KHz-1200KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 B Eフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  3

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} \times x_s)$  600 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / x_s)$  1.2 Meg

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で入力して下さい  $1 < X_s < 1.4142$  1.3 倍

遮断特性 Inv. Cheb

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 600.0000 \text{ KHz}$   $F_{p2} = 1.2000 \text{ MegHz}$   $att_p = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 780.0000 \text{ KHz}$   $F_{s2} = 923.0769 \text{ KHz}$   $atts = 87.73 \text{ dB}$ 

2次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2次式

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	851.6207K	46.9246T	1.1845	0	39.6164T
		$F_c = 1.0902 \text{ Meg}$	$Q = 8.0437$		$GB \text{ 積} = 876.9495 \text{ Meg}$
2	515.8672K	17.2180T	0.8443	0	20.3943T
		$F_c = 660.4078 \text{ K}$	$Q = 8.0437$		$GB \text{ 積} = 531.2100 \text{ Meg}$
3	2.2129Meg	41.2972T	1.1356	0	36.3648T
		$F_c = 1.0228 \text{ Meg}$	$Q = 2.9040$		$GB \text{ 積} = 297.0130 \text{ Meg}$
4	1.5231Meg	19.5643T	0.8806	0	22.2179T
		$F_c = 703.9670 \text{ K}$	$Q = 2.9040$		$GB \text{ 積} = 204.4313 \text{ Meg}$
5	2.7293Meg	32.6760T	1.0490	0	31.1484T
		$F_c = 909.7760 \text{ K}$	$Q = 2.0944$		$GB \text{ 積} = 190.5432 \text{ Meg}$
6	2.3742Meg	24.7261T	0.9533	0	25.9387T
		$F_c = 791.4039 \text{ K}$	$Q = 2.0944$		$GB \text{ 積} = 165.7514 \text{ Meg}$

逆チェビシェフ

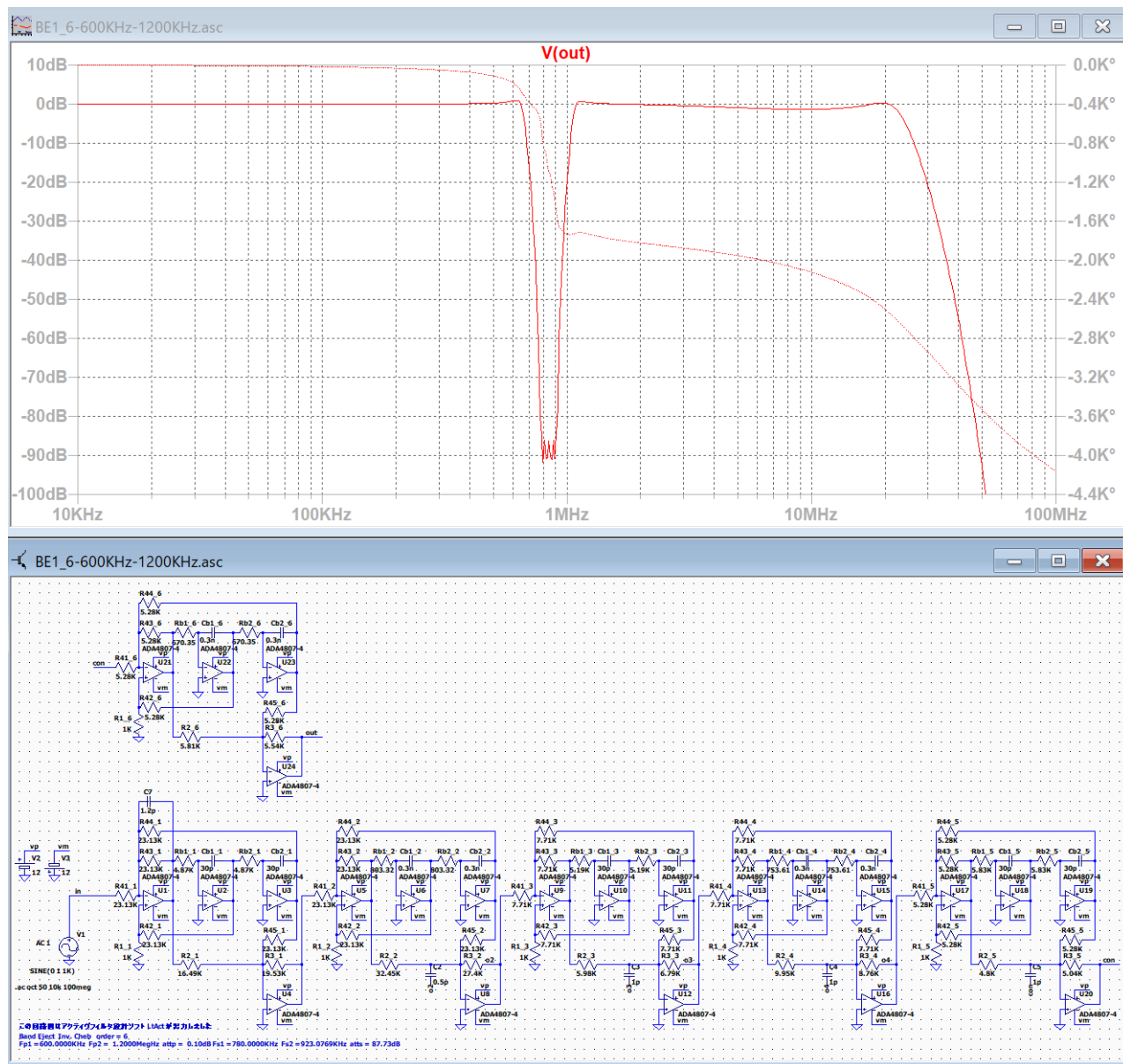
BE1\_6-600KHz-1200KHz.asc



## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-600KHz-1200KHz.asc



600KHz で 0.82dB, 1.2MHz で 0.49dB, 780KHz 以上, 923KHz 以下で  $\rightarrow$  -86dB

## バンドインジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13  
18:33:08 2021

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 =600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 0.1000dB

Fs1 =780.0000KHz Fs2 =923.0769KHz atts = 87.73dB

1 (et1) 「HP3-3-0」 Rb\_1(2 個)= 4.8661K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=3.41 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 16.4870K R3\_1 = 19.5285K R4\_1(5 個)= 23.1310K 誤  
差=5.35 %

2 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_2(2 個)=803.3167 Cb\_2(2 個)= 0.3000n 誤差=2.08 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 32.4524K R3\_2 = 27.3981K R4\_2(5 個)= 23.1310K 誤  
差=4.37 %

3 (et1) 「HP3-3-1」 Rb\_3(2 個)= 5.1870K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=1.68 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 5.9798K R3\_3 = 6.7909K R4\_3(5 個)= 7.7120K 誤  
差=4.60 %

4 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_4(2 個)=753.6100 Cb\_4(2 個)= 0.3000n 誤差=0.48 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 9.9459K R3\_4 = 8.7580K R4\_4(5 個)= 7.7120K 誤  
差=4.81 %

5 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_5(2 個)= 5.8313K Cb\_5(2 個)= 30.0000p 誤差=3.97 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 4.8008K R3\_5 = 5.0362K R4\_5(5 個)= 5.2832K 誤  
差=4.25 %

6 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_6(2 個)=670.3487 Cb\_6(2 個)= 0.3000n 誤差=1.44 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 5.8141K R3\_6 = 5.5423K R4\_6(5 個)= 5.2832K 誤  
差=5.16 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 30p , Cb1\_2= 6.8n, Cb1\_3 = 30p,

Cb1\_4 = 10n, Cb1\_5= 30p, Cb1\_6 = 10n

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2 = 0.3n, Cb1\_3 = 30p,

Cb1\_4 = 0.3n, Cb1\_5 = 30p, Cb1\_6 = 0.3n

## バンドイジェクト

BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc

バンドエリミネーション・逆チェビシェフ 6次 600KHz-1200KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 B Eフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  3

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * x_s)$  600 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / x_s)$  1.2 Meg

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < x_s < 1.4142$  1.3 倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 600.0000 \text{ KHz}$   $F_{p2} = 1.2000 \text{ MegHz}$   $att_p = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 780.0000 \text{ KHz}$   $F_{s2} = 923.0769 \text{ KHz}$   $atts = 87.73 \text{ dB}$ 

2次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2次式

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	851.6207K	46.9246T	1.1845	0	39.6164T
		$F_c = 1.0902 \text{ Meg}$	$Q = 8.0437$		$GB \text{ 積} = 876.9495 \text{ Meg}$
2	515.8672K	17.2180T	0.8443	0	20.3943T
		$F_c = 660.4078 \text{ K}$	$Q = 8.0437$		$GB \text{ 積} = 531.2100 \text{ Meg}$
3	2.2129Meg	41.2972T	1.1356	0	36.3648T
		$F_c = 1.0228 \text{ Meg}$	$Q = 2.9040$		$GB \text{ 積} = 297.0130 \text{ Meg}$
4	1.5231Meg	19.5643T	0.8806	0	22.2179T
		$F_c = 703.9670 \text{ K}$	$Q = 2.9040$		$GB \text{ 積} = 204.4313 \text{ Meg}$
5	2.7293Meg	32.6760T	1.0490	0	31.1484T
		$F_c = 909.7760 \text{ K}$	$Q = 2.0944$		$GB \text{ 積} = 190.5432 \text{ Meg}$
6	2.3742Meg	24.7261T	0.9533	0	25.9387T
		$F_c = 791.4039 \text{ K}$	$Q = 2.0944$		$GB \text{ 積} = 165.7514 \text{ Meg}$

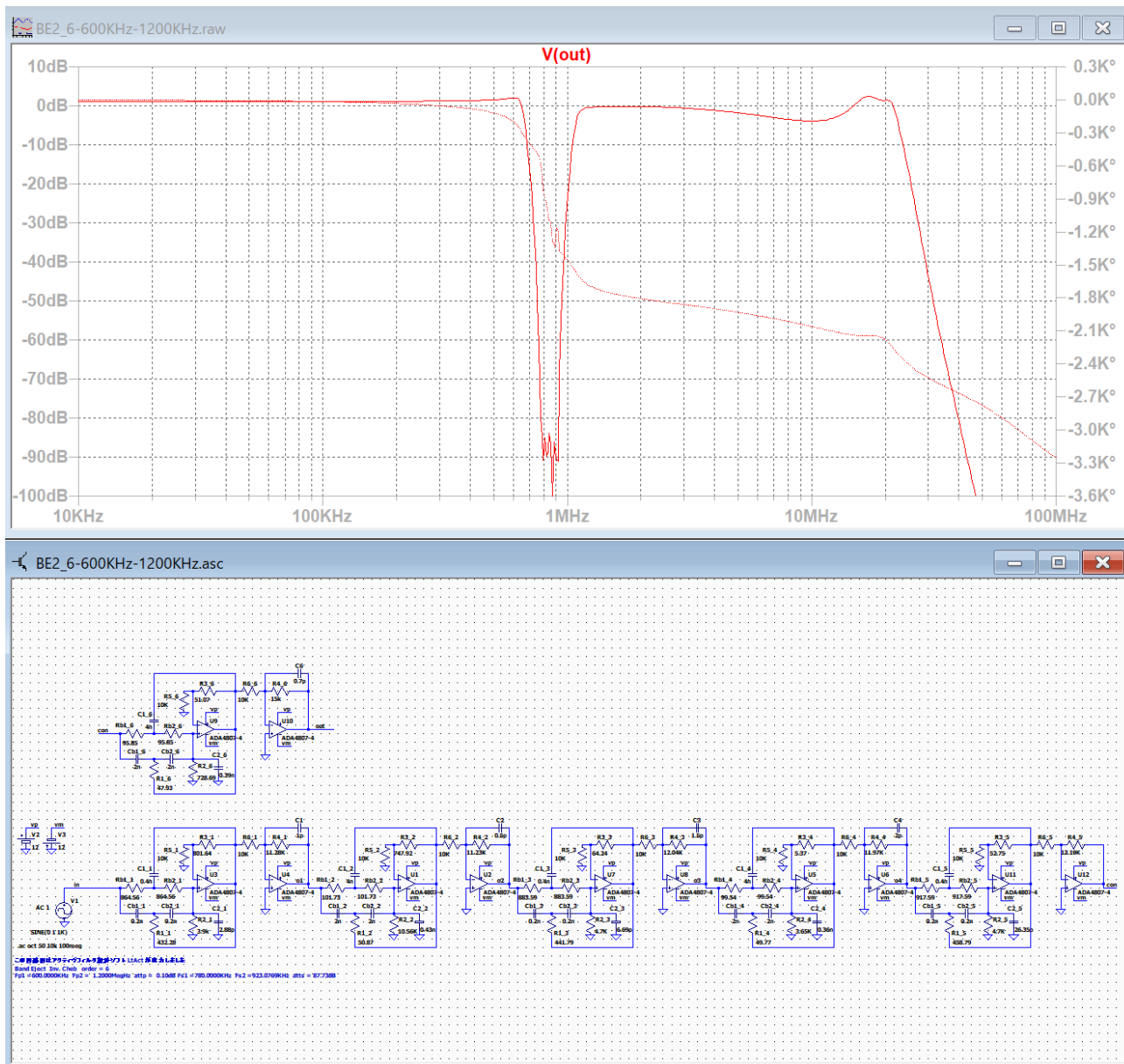
逆チェビシェフ

BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc



600KHz で 2.01dB, 1.2MHz で -0.50dB, 780KHz 以上, 923KHz 以下で → -84.0dB  
 10MHz 付近のリプル -3.6dB ~ 2.9dB

R4\_6 = 13.1829 -> 15K に変更

逆チェビシェフ

BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 18:34:11 2021

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 =600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 0.1000dB

Fs1 =780.0000KHz Fs2 =923.0769KHz atts = 87.73dB

1 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_1(2 個)= 864.5609 Cb\_1(2 個)= 0.2000n R1\_1 = 432.2805  
C1\_1 = 0.4000n 誤差=5.75 %

1 R2\_1 = 3.9000K C2\_1 = 2.8784p 誤差 = 4.22 %

1 R3\_1 = 801.6363 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.29 %

1 R4\_1 = 11.2813K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.49 %

2 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_2(2 個)= 101.7307 Cb\_2(2 個)= 2.0000n R1\_2 = 50.8654  
C1\_2 = 4.0000n 誤差=3.04 %

2 R2\_2 = 10.5648K C2\_2 = 0.4300n 誤差 = 4.12 %

2 R3\_2 = 747.9171 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.28 %

2 R4\_2 = 11.2327K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.07 %

3 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_3(2 個)= 883.5855 Cb\_3(2 個)= 0.2000n R1\_3 = 441.7927  
C1\_3 = 0.4000n 誤差=4.72 %

3 R2\_3 = 4.7000K C2\_3 = 6.6938p 誤差 = 1.59 %

3 R3\_3 = 64.2366 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.48 %

3 R4\_3 = 12.0392K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.33 %

4 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_4(2 個)= 99.5404 Cb\_4(2 個)= 2.0000n R1\_4 = 49.7702  
C1\_4 = 4.0000n 誤差=3.55 %

4 R2\_4 = 3.6504K C2\_4 = 0.3600n 誤差 = 1.38 %

4 R3\_4 = 5.3726 R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 4.23 %

4 R4\_4 = 11.9692K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.26 %

5 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_5(2 個)= 917.5886 Cb\_5(2 個)= 0.2000n R1\_5 = 458.7943  
C1\_5 = 0.4000n 誤差=3.59 %

5 R2\_5 = 4.7000K C2\_5 = 26.3499p 誤差 = 2.47 %

5 R3\_5 = 52.7540 R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 3.32 %

5 R4\_5 = 13.1851K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.40 %

6 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_6(2 個)= 95.8517 Cb\_6(2 個)= 2.0000n R1\_6 = 47.9258  
C1\_6 = 4.0000n 誤差=5.36 %

6 R2\_6 = 728.6932 C2\_6 = 0.3900n 誤差 = 2.92 %

6 R3\_6 = 51.0707 R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 0.14 %

バンドプロジェクト

$$6 \quad R4\_6 = 13.1829K \quad R6\_6 = 10.0000K \quad \text{誤差} = 1.39 \%$$

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 200p, Cb1\_2 = 2n, Cb1\_3 = 200p,

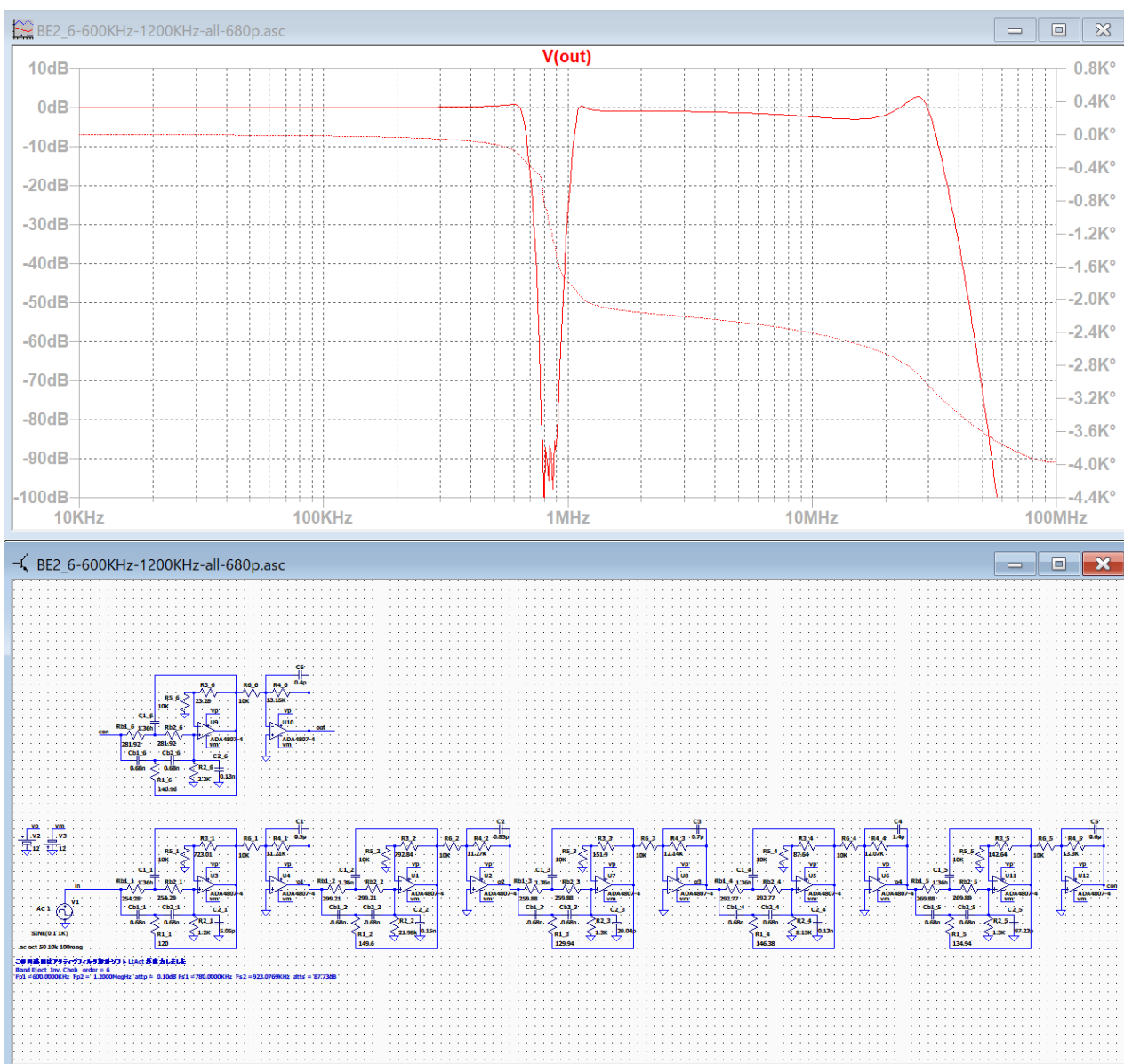
$$Cb1\_4 = 1n, Cb1\_5 = 200p, Cb1\_6 = 1n$$

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 200p, Cb1\_2 = 2n, Cb1\_3 = 200p,

$$Cb1\_4 = 2n, Cb1\_5 = 200p, Cb1\_6 = 2n$$

最大値と最小値の幾何平均は、 $C_{av} = \sqrt{C_{max} \cdot C_{min}} = \sqrt{2n \cdot 200p} = 0.63n \approx 0.68n$

BE2\_6-600KHz-1200KHz-all-680p.asc



600KHz で 0.77dB, 1.2MHz で -0.20dB, 780KHz 以上, 923KHz 以下で  $\rightarrow$  -85.4dB  
10MHz 付近のリプル -2.9dB  $\sim$  2.8dB

LtAct が出力した素子値の最大値と最小値の幾何平均  $0.68n$  を設定してピークを調整すると同等の遮断性能で、高周波数域の通過帯域幅が広がった。

## バンドイジェクト

BE1\_6-inv-49Hz-51Hz.asc

バンドエリミネーション・逆チェビシェフ 6次 49Hz - 51Hz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  6

遮断特性 Inv. Cheb

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * x_s)$  49 Hz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / x_s)$  51 Hz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < x_s < 1.0202$  1.01 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 49.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 51.0000 \text{ Hz}$   $attp = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 49.4900 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 50.4950 \text{ Hz}$   $atts = 45.98 \text{ dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.9440	101.6526K	1.0053	0	101.1205K
		Fc=	50.7434	Q = 164.0097	GB 積=832.2407K
2	1.8867	95.7488K	0.9948	0	96.2527K
		Fc=	49.2478	Q = 164.0097	GB 積=807.7119K
3	5.2901	100.8411K	1.0038	0	100.4544K
		Fc=	50.5404	Q = 60.0286	GB 積=303.3872K
4	5.1755	96.5193K	0.9962	0	96.8909K
		Fc=	49.4456	Q = 60.0286	GB 積=296.8148K
5	7.1767	99.4507K	1.0014	0	99.3109K
		Fc=	50.1908	Q = 43.9417	GB 積=220.5469K
6	7.1194	97.8688K	0.9986	0	98.0066K
		Fc=	49.7900	Q = 43.9417	GB 積=218.7859K

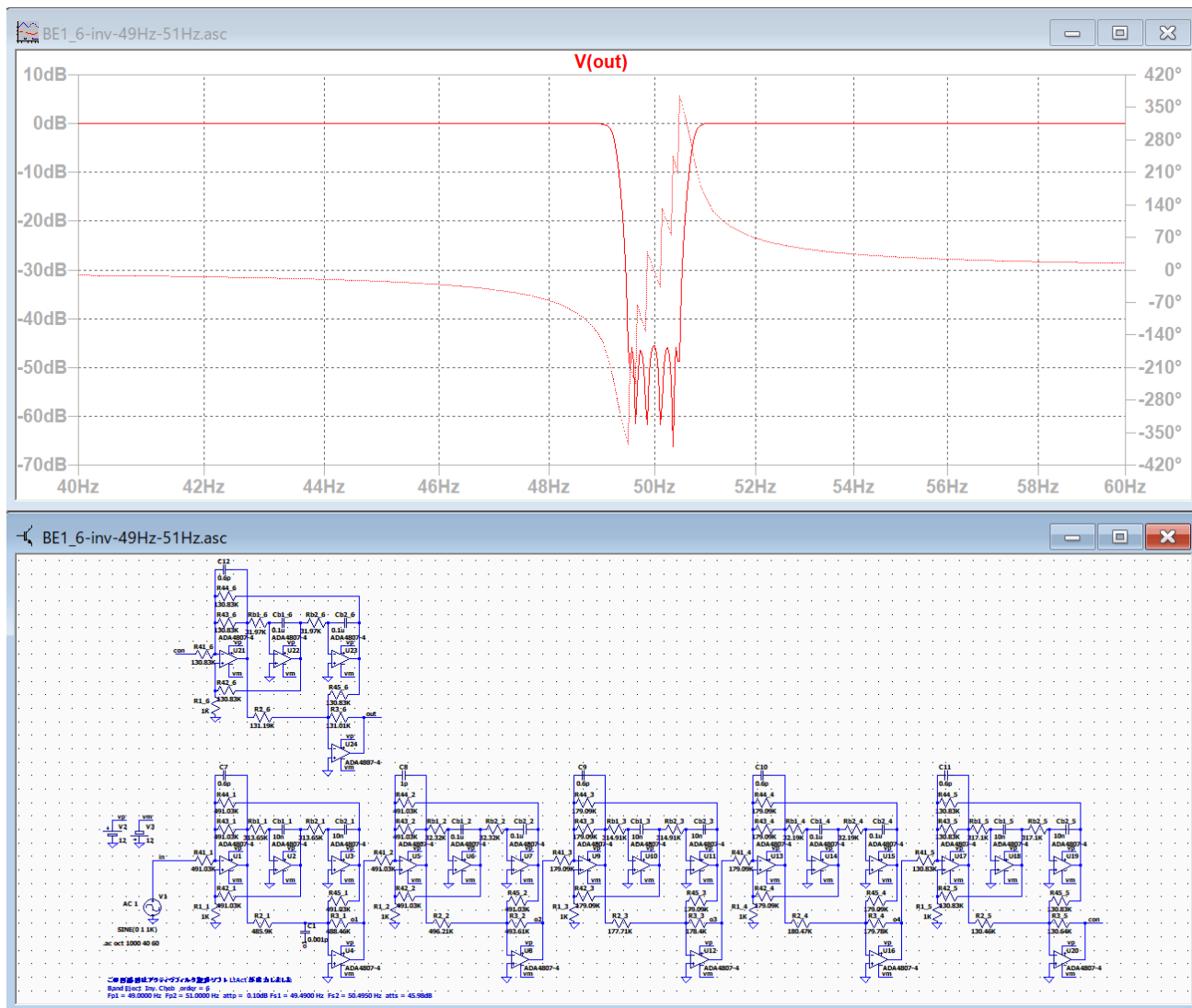
逆チェビシェフ

BE1\_6-inv-49Hz-51Hz.asc

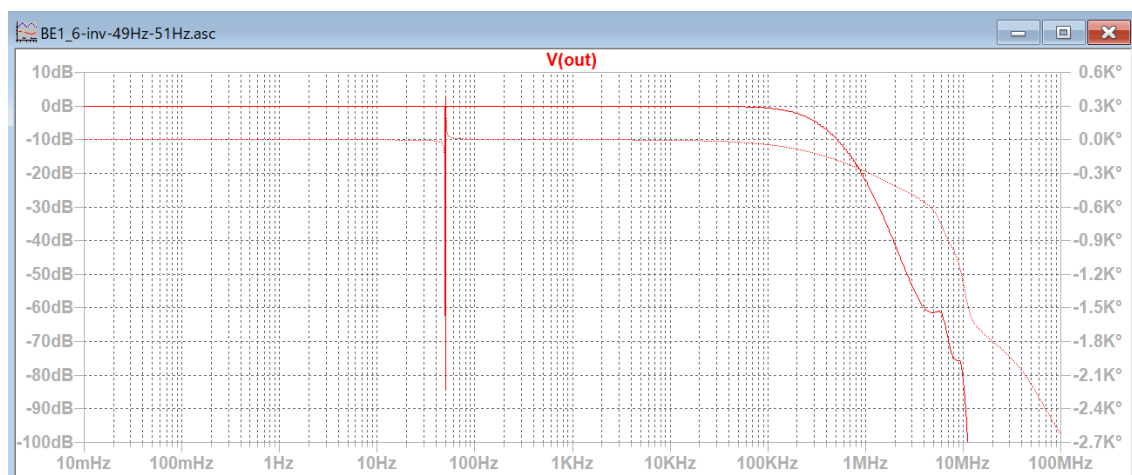


## バンドプロジェクト

## 完成した回路図



## 全帯域の表示



## 逆チェビシェフ

BE1\_6-inv-49Hz-51Hz.asc

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-inv-49Hz-51Hz.asc 作成日時 Thu Feb 04

21:33:20 2021

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 49.0000 Hz Fp2 = 51.0000 Hz attp = 0.1000dB

Fs1 = 49.4900 Hz Fs2 = 50.4950 Hz atts = 45.98dB

1 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_1(2 個)=313.6467K Cb\_1(2 個)= 10.0000n 誤差=4.35 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 485.9019K R3\_1 = 488.4587K R4\_1(5 個)= 491.0291K 誤差=6.32 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 32.3172K Cb\_2(2 個)= 0.1000u 誤差=2.11 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 496.2104K R3\_2 = 493.6129K R4\_2(5 個)= 491.0291K 誤差=5.80 %

3 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_3(2 個)=314.9062K Cb\_3(2 個)= 10.0000n 誤差=4.73 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 177.7148K R3\_3 = 178.3990K R4\_3(5 個)= 179.0858K 誤差=1.65 %

4 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_4(2 個)= 32.1879K Cb\_4(2 個)= 0.1000u 誤差=2.52 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 180.4674K R3\_4 = 179.7752K R4\_4(5 個)= 179.0858K 誤差=0.59 %

5 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_5(2 個)=317.1000K Cb\_5(2 個)= 10.0000n 誤差=4.07 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 130.4576K R3\_5 = 130.6412K R4\_5(5 個)= 130.8251K 誤差=0.87 %

6 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_6(2 個)= 31.9652K Cb\_6(2 個)= 0.1000u 誤差=3.24 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 131.1937K R3\_6 = 131.0093K R4\_6(5 個)= 130.8251K 誤差=1.35 %

## バンドイジェクト

BE1\_6-20Hz-20KHz-1.asc

バンドエリミネーション・逆チェビシェフ 6次 20Hz - 20KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

遮断特性 Inv. Cheb

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} \times X_s)$  20 Hz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$  20 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < X_s < 31.6228$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 +++++++

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

 $F_{p1} = 20.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 20.0000 \text{ KHz}$   $attp = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 30.0000 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 13.3333 \text{ KHz}$   $atts = 27.90 \text{ dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

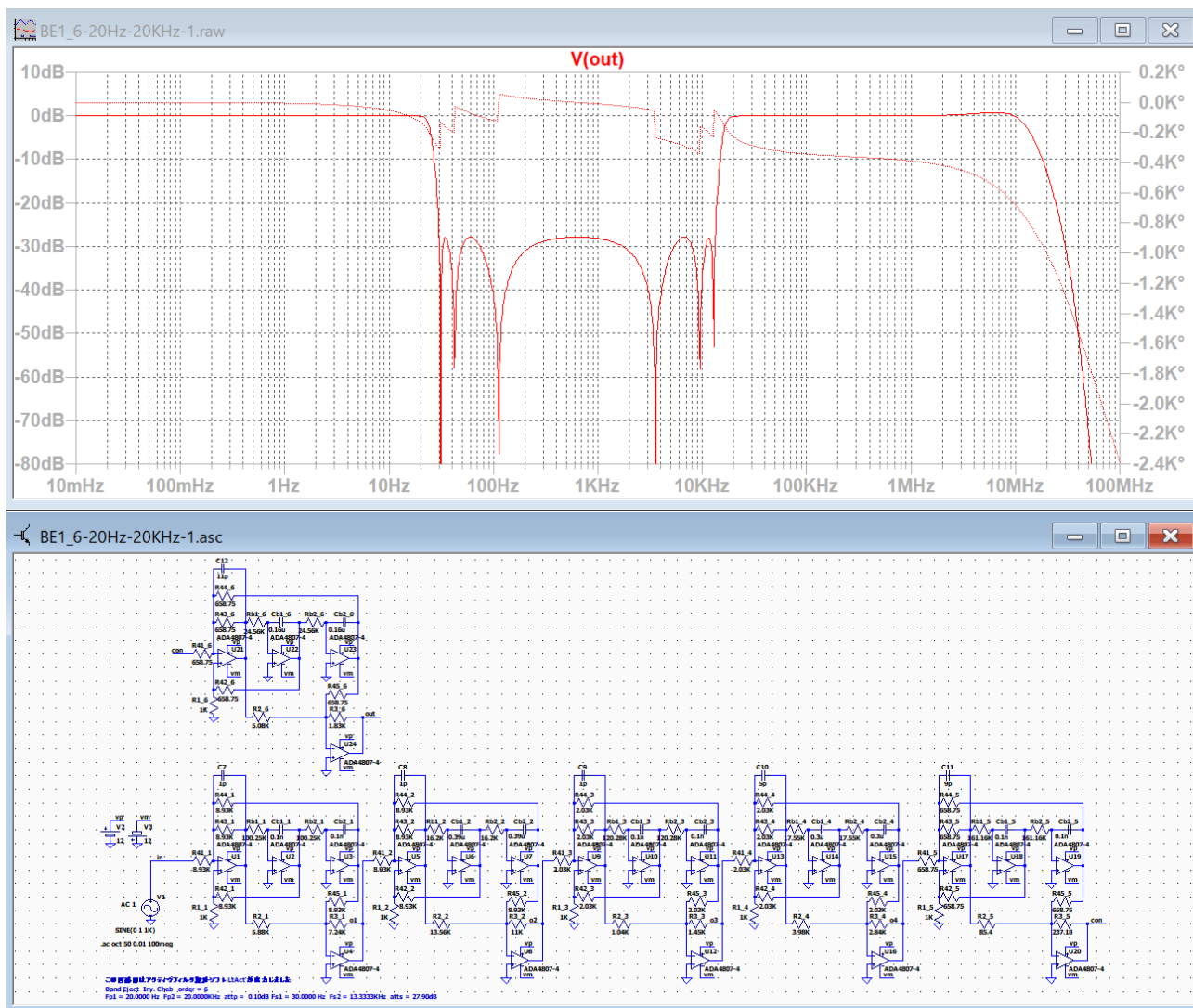
$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	30.1450K	9.9511G	1.2325	0	8.0736G
		Fc=	15.8765K	Q = 3.3092	GB 積= 5.2538Meg
2	47.8370	25.0593K	0.8113	0	30.8867K
		Fc=	25.1944	Q = 3.3092	GB 積= 8.3373K
3	82.3003K	6.9117G	1.4003	0	4.9359G
		Fc=	13.2316K	Q = 1.0102	GB 積= 1.3366Meg
4	188.0352	36.0793K	0.7141	0	50.5211K
		Fc=	30.2308	Q = 1.0102	GB 積= 3.0538K
5	112.2209K	3.8501G	2.7774	0	1.3862G
		Fc=	9.8754K	Q = 0.5529	GB 積= 546.0264K
6	460.2844	64.7698K	0.3601	0	179.8899K
		Fc=	40.5048	Q = 0.5529	GB 積= 2.2396K

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図



## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-20Hz-20KHz-1.asc 作成日時 Fri Feb 05

15:03:23 2021

アナログ Band Eject Inv. Cheb 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 20.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 30.0000 Hz Fs2 = 13.3333KHz atts = 27.90dB

1 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_1(2 個)=100.2455K Cb\_1(2 個)= 0.1000n 誤差=0.24 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 5.8766K R3\_1 = 7.2432K R4\_1(5 個)= 8.9275K

誤差=6.20 %

2 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_2(2 個)= 16.1976K Cb\_2(2 個)= 0.3900u 誤差=1.22 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 13.5624K R3\_2 = 11.0036K R4\_2(5 個)= 8.9275K

誤差=4.57 %

3 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_3(2 個)=120.2843K Cb\_3(2 個)= 0.1000n 誤差=0.24 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 1.0355K R3\_3 = 1.4500K R4\_3(5 個)= 2.0305K

誤差=5.09 %

4 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_4(2 個)= 17.5489K Cb\_4(2 個)= 0.3000u 誤差=2.57 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 3.9813K R3\_4 = 2.8432K R4\_4(5 個)= 2.0305K

誤差=5.64 %

5 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_5(2 個)=161.1634K Cb\_5(2 個)= 0.1000n 誤差=0.72 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 85.3990 R3\_5 = 237.1848 R4\_5(5 個)= 658.7508 誤

差=5.26 %

6 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_6(2 個)= 24.5580K Cb\_6(2 個)= 0.1600u 誤差=2.27 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 5.0815K R3\_6 = 1.8296K R4\_6(5 個)= 658.7508 誤

差=3.63 %

## バンドイジェクト

## 楕円関数

BE1\_6-10KHz-30KHz asc

バンドエリミネーション・楕円関数 6次 10KHz-30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 B E フィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * x_s)$  10 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / x_s)$  30 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < x_s < 1.7321$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アタク Band Eject Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 10.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 30.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 15.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 20.0000\text{KHz}$   $atts = 115.29\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	18.2021K	33.3981G	2.5396	0	32.4467G
		Fc=	29.0858K	Q = 10.0401	GB 積= 29.2025Meg
2	6.4548K	4.1999G	0.9715	0	10.6659G
		Fc=	10.3143K	Q = 10.0401	GB 積= 10.3557Meg
3	85.0935K	40.4119G	1.2173	0	17.7038G
		Fc=	31.9944K	Q = 2.3624	GB 積= 7.5584Meg
4	24.9384K	3.4710G	0.4381	0	4.2251G
		Fc=	9.3766K	Q = 2.3624	GB 積= 2.2152Meg
5	330.3361K	55.9547G	1.6394	0	25.6451G
		Fc=	37.6477K	Q = 0.7161	GB 積= 2.6959Meg
6	69.9199K	2.5068G	0.4583	0	4.1097G
		Fc=	7.9686K	Q = 0.7161	GB 積=570.6176K

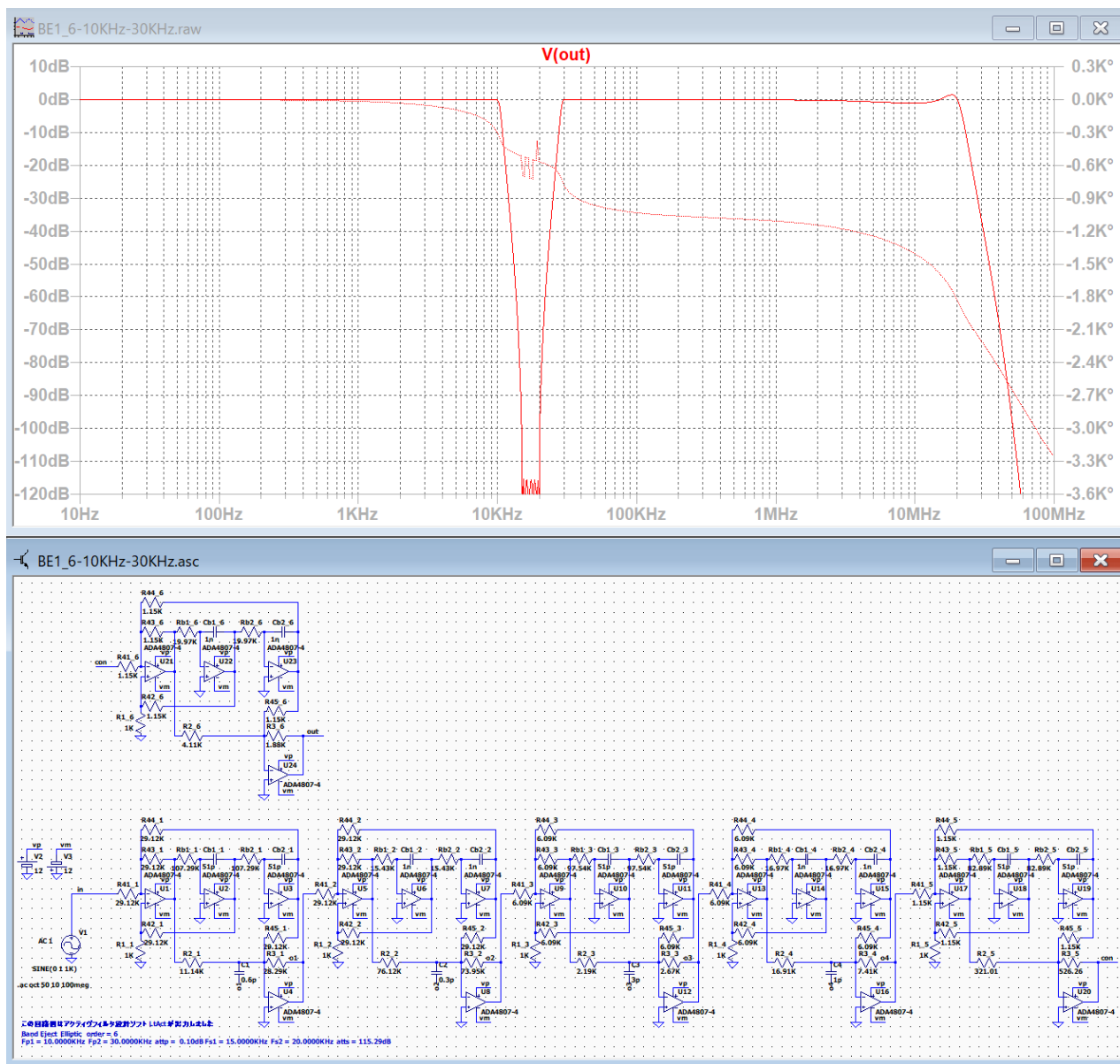
楕円関数

BE1\_6-10KHz-30KHz asc

## バンドイジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-10KHz-30KHz.asc



10KHz で -0.15dB, 30KHz で -0.03dB,  
 15KHz 以上, 20KHz 以下で → -115.5dB

楕円関数

BE1\_6-10KHz-30KHz asc

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-10KHz-30KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 18:38:38 2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 15.0000KHz Fs2 = 20.0000KHz atts = 115.29dB

1 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_1(2 個)=107.2924K Cb\_1(2 個)= 51.0000p 誤差=2.52 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 11.1400K R3\_1 = 28.2908K R4\_1(5 個)= 29.1203K 誤差=5.61 %

2 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_2(2 個)= 15.4305K Cb\_2(2 個)= 1.0000n 誤差=2.79 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 76.1214K R3\_2 = 73.9529K R4\_2(5 個)= 29.1203K 誤差=3.65 %

3 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_3(2 個)= 97.5384K Cb\_3(2 個)= 51.0000p 誤差=2.52 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 2.1908K R3\_3 = 2.6667K R4\_3(5 個)= 6.0873K 誤差=2.27 %

4 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_4(2 個)= 16.9736K Cb\_4(2 個)= 1.0000n 誤差=5.74 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 16.9140K R3\_4 = 7.4097K R4\_4(5 個)= 6.0873K 誤差=5.84 %

5 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_5(2 個)= 82.8918K Cb\_5(2 個)= 51.0000p 誤差=1.08 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 321.0080 R3\_5 = 526.2624 R4\_5(5 個)= 1.1482K 誤差=5.92 %

6 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_6(2 個)= 19.9727K Cb\_6(2 個)= 1.0000n 誤差=0.14 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 4.1073K R3\_6 = 1.8824K R4\_6(5 個)= 1.1482K 誤差=7.67 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 100p, Cb1\_2 = 1.2u, Cb1\_3 = 100p,

Cb1\_4 = 0.91u, Cb1\_5 = 100p, Cb1\_6 = 0.39u

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 51p, Cb1\_2 = 1n, Cb1\_3 = 51p,

Cb1\_4 = 1n, Cb1\_5 = 51p, Cb1\_6 = 1n



## バンドイジェクト

BE2\_6-10KHz-30KHz.asc

バンドエリミネーション・楕円関数 6次 10KHz-30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * x_s)$  10 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / x_s)$  30 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < x_s < 1.7321$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 10.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 30.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 15.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 20.0000\text{KHz}$   $atts = 115.29\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

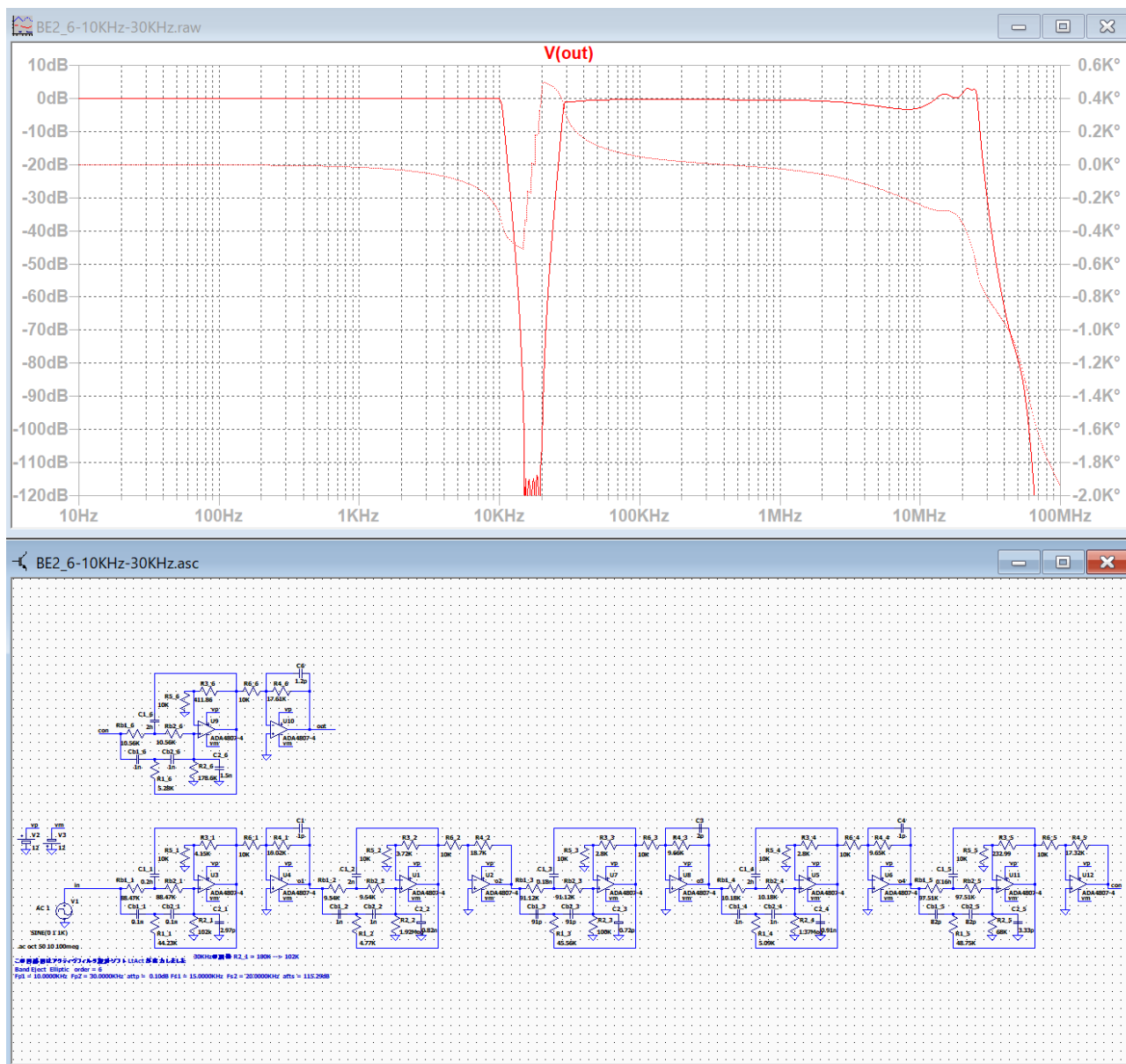
2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	18.2021K	33.3981G	2.5396	0	32.4467G
		Fc=	29.0858K	Q = 10.0401	GB 積= 29.2025Meg
2	6.4548K	4.1999G	0.9715	0	10.6659G
		Fc=	10.3143K	Q = 10.0401	GB 積= 10.3557Meg
3	85.0935K	40.4119G	1.2173	0	17.7038G
		Fc=	31.9944K	Q = 2.3624	GB 積= 7.5584Meg
4	24.9384K	3.4710G	0.4381	0	4.2251G
		Fc=	9.3766K	Q = 2.3624	GB 積= 2.2152Meg
5	330.3361K	55.9547G	1.6394	0	25.6451G
		Fc=	37.6477K	Q = 0.7161	GB 積= 2.6959Meg
6	69.9199K	2.5068G	0.4583	0	4.1097G
		Fc=	7.9686K	Q = 0.7161	GB 積=570.6176K

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE2\_6-10KHz-30KHz.asc



## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-10KHz-30KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 18:39:37 2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 10.0000KHz Fp2 = 30.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 15.0000KHz Fs2 = 20.0000KHz atts = 115.29dB

1 (et2) 「HP4-1-0」 Rb\_1(2 個)= 88.4697K Cb\_1(2 個)= 0.1000n R1\_1 = 44.2348K  
C1\_1 = 0.2000n 誤差=4.00 %

1 R2\_1 = 100.0000K C2\_1 = 2.9717p 誤差 = 0.95 %

1 R3\_1 = 4.1456K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.73 %

1 R4\_1 = 19.0201K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 5.15 %

2 (et2) 「HP4-1-0」 Rb\_2(2 個)= 9.5439K Cb\_2(2 個)= 1.0000n R1\_2 = 4.7719K  
C1\_2 = 2.0000n 誤差=4.89 %

2 R2\_2 = 1.9213Meg C2\_2 = 0.8200n 誤差 = 4.10 %

2 R3\_2 = 3.7183K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.18 %

2 R4\_2 = 18.6962K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.72 %

3 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_3(2 個)= 91.1204K Cb\_3(2 個)= 91.0000p R1\_3 = 45.5602K  
C1\_3 = 0.1820n 誤差=3.35 %

3 R2\_3 = 100.0000K C2\_3 = 0.7177p 誤差 = 4.50 %

3 R3\_3 = 2.8037K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.70 %

3 R4\_3 = 9.6570K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.55 %

4 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_4(2 個)= 10.1827K Cb\_4(2 個)= 1.0000n R1\_4 = 5.0913K  
C1\_4 = 2.0000n 誤差=1.80 %

4 R2\_4 = 1.3661Meg C2\_4 = 0.9100n 誤差 = 4.84 %

4 R3\_4 = 2.7970K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.47 %

4 R4\_4 = 9.6538K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.59 %

5 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_5(2 個)= 97.5050K Cb\_5(2 個)= 82.0000p R1\_5 = 48.7525K  
C1\_5 = 0.1640n 誤差=5.04 %

5 R2\_5 = 68.0000K C2\_5 = 3.3332p 誤差 = 1.00 %

5 R3\_5 = 232.9941 R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 3.01 %

5 R4\_5 = 17.3232K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 3.91 %

6 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_6(2 個)= 10.5603K Cb\_6(2 個)= 1.0000n R1\_6 = 5.2802K  
C1\_6 = 2.0000n 誤差=5.38 %

6 R2\_6 = 178.5986K C2\_6 = 1.5000n 誤差 = 0.78 %

6 R3\_6 = 411.8637 R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 4.40 %

バンドイジェクト

6 R4\_6 = 17.6076K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 2.23 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 100p, Cb1\_2 = 0.2u, Cb1\_3 = 100p,

Cb1\_4 = 0.1u, Cb1\_5 = 100p, Cb1\_6 = 20n

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 100p, Cb1\_2 = 1n, Cb1\_3 = 91p,

Cb1\_4 = 1n, Cb1\_5 = 82p, Cb1\_6 = 1n

## バンドイジェクト

BE1\_6-100KHz-300KHz.asc

バンドエリミネーション・楕円関数 6 次 100KHz-300KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  3

阻止帯域 下端の周波数  $Fp1 : (Fs1 = Fp1 * xs)$  100 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $Fp2 : (Fs2 = Fp2 / xs)$  300 KHz

周波数  $Fp1, Fp2$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $Fs1$  として、 $Xs = Fs1 / Fp1$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < Xs < 1.7321$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

 $Fp1 = 100.0000\text{KHz}$   $Fp2 = 300.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $Fs1 = 150.0000\text{KHz}$   $Fs2 = 200.0000\text{KHz}$   $atts = 115.29\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	182.0213K	3.3398T	2.5396	0	3.2447T
		Fc=	290.8580K	Q = 10.0401	GB 積=292.0248Meg
2	64.5478K	419.9913G	0.9715	0	1.0666T
		Fc=	103.1432K	Q = 10.0401	GB 積=103.5569Meg
3	850.9350K	4.0412T	1.2173	0	1.7704T
		Fc=	319.9445K	Q = 2.3624	GB 積= 75.5845Meg
4	249.3840K	347.0989G	0.4381	0	422.5066G
		Fc=	93.7663K	Q = 2.3624	GB 積= 22.1516Meg
5	3.3034Meg	5.5955T	1.6394	0	2.5645T
		Fc=	376.4770K	Q = 0.7161	GB 積= 26.9588Meg
6	699.1987K	250.6834G	0.4583	0	410.9718G
		Fc=	79.6862K	Q = 0.7161	GB 積= 5.7062Meg

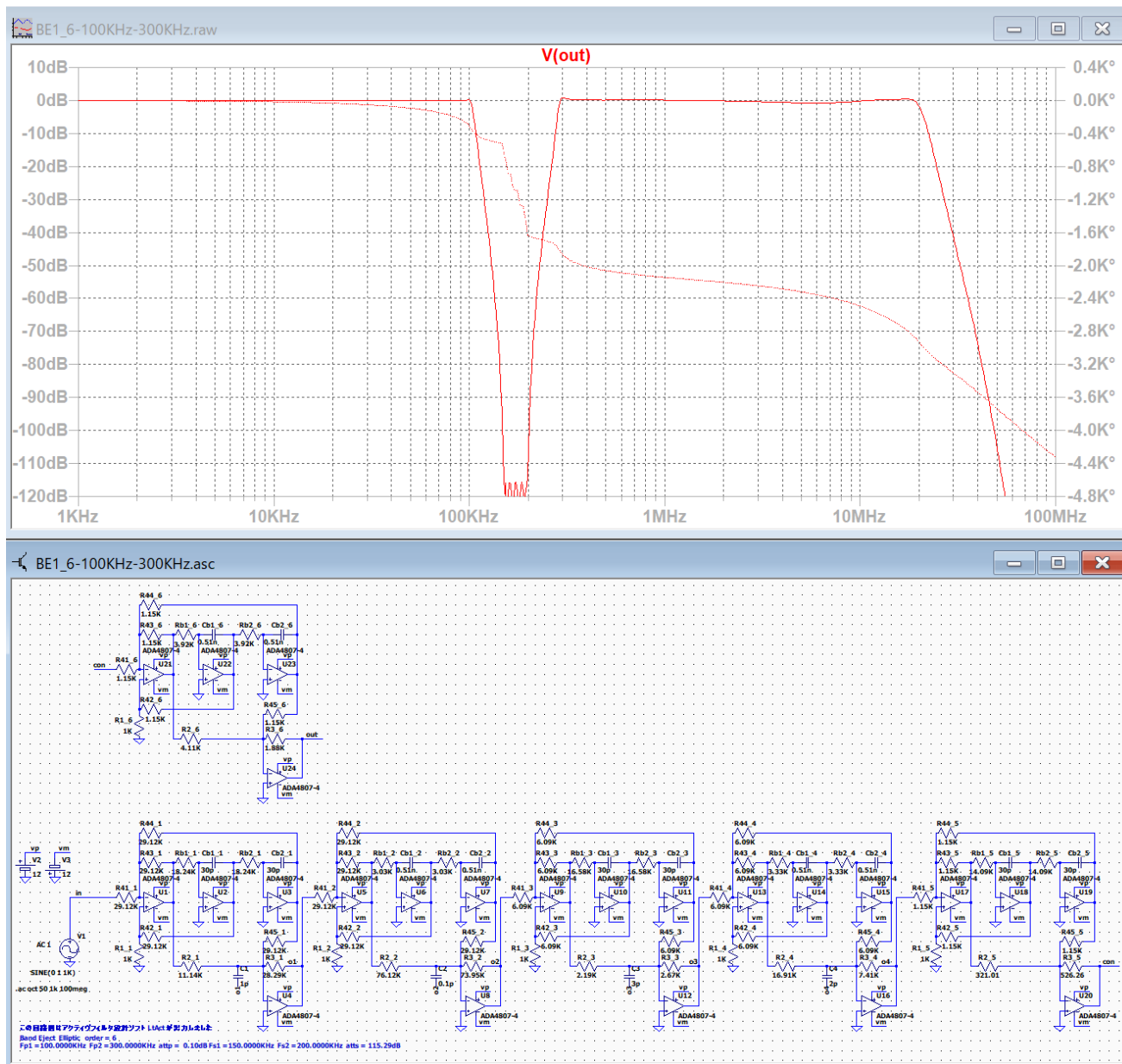
楕円関数

BE1\_6-100KHz-300KHz.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-100KHz-300KHz.asc



100KHz で 0.13dB, 300KHz で 0.75dB,  
 150KHz 以上, 200KHz 以下で → -115.5dB

楕円関数

BE1\_6-100KHz-300KHz.asc

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-100KHz-300KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 18:42:18 2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =150.0000KHz Fs2 =200.0000KHz atts = 115.29dB

1 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 18.2397K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=1.31 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 11.1400K R3\_1 = 28.2908K R4\_1(5 個)= 29.1203K 誤差=5.61 %

2 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_2(2 個)= 3.0256K Cb\_2(2 個)= 0.5100n 誤差=0.85 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 76.1214K R3\_2 = 73.9529K R4\_2(5 個)= 29.1203K 誤差=3.65 %

3 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_3(2 個)= 16.5815K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=3.51 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 2.1908K R3\_3 = 2.6667K R4\_3(5 個)= 6.0873K 誤差=2.27 %

4 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_4(2 個)= 3.3282K Cb\_4(2 個)= 0.5100n 誤差=0.85 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 16.9140K R3\_4 = 7.4097K R4\_4(5 個)= 6.0873K 誤差=5.84 %

5 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_5(2 個)= 14.0916K Cb\_5(2 個)= 30.0000p 誤差=6.45 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 321.0080 R3\_5 = 526.2624 R4\_5(5 個)= 1.1482K 誤差=5.92 %

6 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_6(2 個)= 3.9162K Cb\_6(2 個)= 0.5100n 誤差=0.41 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 4.1073K R3\_6 = 1.8824K R4\_6(5 個)= 1.1482K 誤差=7.67 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 51p, Cb1\_2 = 120n, Cb1\_3 = 51p,

Cb1\_4 = 91n, Cb1\_5 = 51p, Cb1\_6 = 39n

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2 = 0.51n, Cb1\_3 = 30p,

Cb1\_4 = 0.51n, Cb1\_5 = 30p, Cb1\_6 = 0.51n

## バンドイジェクト

BE2\_6-100KHz-300KHz.asc

バンドエリミネーション・楕円関数 6 次 100KHz-300KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  3

阻止帯域 下端の周波数  $Fp1 : (Fs1 = Fp1 * xs)$  100 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $Fp2 : (Fs2 = Fp2 / xs)$  300 KHz

周波数  $Fp1, Fp2$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $Fs1$  として、 $Xs = Fs1 / Fp1$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < Xs < 1.7321$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

 $Fp1 = 100.0000\text{KHz}$   $Fp2 = 300.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $Fs1 = 150.0000\text{KHz}$   $Fs2 = 200.0000\text{KHz}$   $atts = 115.29\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

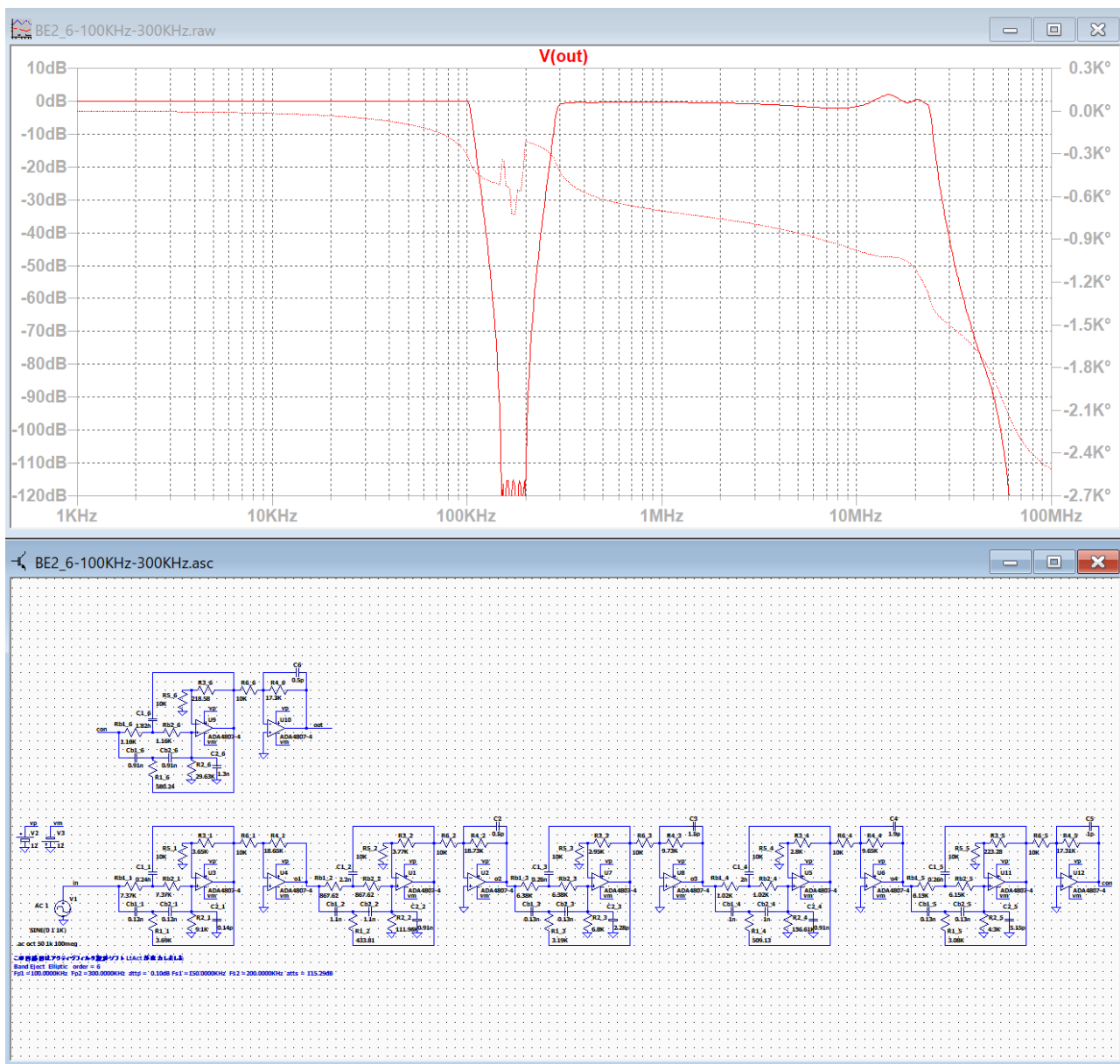
n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	182.0213K	3.3398T	2.5396	0	3.2447T
		Fc=	290.8580K	Q = 10.0401	GB 積=292.0248Meg
2	64.5478K	419.9913G	0.9715	0	1.0666T
		Fc=	103.1432K	Q = 10.0401	GB 積=103.5569Meg
3	850.9350K	4.0412T	1.2173	0	1.7704T
		Fc=	319.9445K	Q = 2.3624	GB 積= 75.5845Meg
4	249.3840K	347.0989G	0.4381	0	422.5066G
		Fc=	93.7663K	Q = 2.3624	GB 積= 22.1516Meg
5	3.3034Meg	5.5955T	1.6394	0	2.5645T
		Fc=	376.4770K	Q = 0.7161	GB 積= 26.9588Meg
6	699.1987K	250.6834G	0.4583	0	410.9718G
		Fc=	79.6862K	Q = 0.7161	GB 積= 5.7062Meg



## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE2\_6-100KHz-300KHz.asc



100KHz で -0.07dB, 300KHz で -0.90dB,  
 150KHz 以上, 200KHz 以下で → -115.3dB

## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-100KHz-300KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 18:43:25 2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 =100.0000KHz Fp2 =300.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =150.0000KHz Fs2 =200.0000KHz atts = 115.29dB

1 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_1(2 個)= 7.3725K Cb\_1(2 個)= 0.1200n R1\_1 = 3.6862K  
C1\_1 = 0.2400n 誤差=2.91 %

1 R2\_1 = 9.1000K C2\_1 = 0.1445p 誤差 = 3.83 %

1 R3\_1 = 3.6533K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.46 %

1 R4\_1 = 18.6452K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.46 %

2 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_2(2 個)= 867.6247 Cb\_2(2 個)= 1.1000n R1\_2 = 433.8123  
C1\_2 = 2.2000n 誤差=4.96 %

2 R2\_2 = 111.9559K C2\_2 = 0.9100n 誤差 = 1.75 %

2 R3\_2 = 3.7663K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.55 %

2 R4\_2 = 18.7336K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.92 %

3 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_3(2 個)= 6.3784K Cb\_3(2 個)= 0.1300n R1\_3 = 3.1892K  
C1\_3 = 0.2600n 誤差=5.89 %

3 R2\_3 = 6.8000K C2\_3 = 2.2792p 誤差 = 3.48 %

3 R3\_3 = 2.9518K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.63 %

3 R4\_3 = 9.7278K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.80 %

4 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_4(2 個)= 1.0183K Cb\_4(2 個)= 1.0000n R1\_4 = 509.1341  
C1\_4 = 2.0000n 誤差=1.80 %

4 R2\_4 = 136.6065K C2\_4 = 0.9100n 誤差 = 4.84 %

4 R3\_4 = 2.7970K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.47 %

4 R4\_4 = 9.6538K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.59 %

5 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_5(2 個)= 6.1503K Cb\_5(2 個)= 0.1300n R1\_5 = 3.0752K  
C1\_5 = 0.2600n 誤差=4.63 %

5 R2\_5 = 4.3000K C2\_5 = 5.1539p 誤差 = 1.04 %

5 R3\_5 = 223.2767 R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.47 %

5 R4\_5 = 17.3075K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 4.00 %

6 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_6(2 個)= 1.1605K Cb\_6(2 個)= 0.9100n R1\_6 = 580.2389  
C1\_6 = 1.8200n 誤差=5.00 %

6 R2\_6 = 29.6342K C2\_6 = 1.3000n 誤差 = 1.23 %

6 R3\_6 = 218.5828 R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 0.65 %

バンドイジェクト

6 R4\_6 = 17.2999K R6\_6 = 10.0000K 誤差 = 4.05 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 75p, Cb1\_2 = 20n, Cb1\_3 = 75p,

Cb1\_4 = 10n, Cb1\_5 = 75p, Cb1\_6 = 2n

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 0.12n, Cb1\_2 = 1.1n, Cb1\_3 = 0.13n,

Cb1\_4 = 1n, Cb1\_5 = 0.13n, Cb1\_6 = 0.91n

## バンドイジェクト

BE1\_6-600KHz-1200KHz.asc

バンドエリミネーション・楕円関数 6次 600KHz-1200KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * X_s)$  600 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$  1200 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < X_s < 1.4142$  1.3 倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 600.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 1.2000\text{MegHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 780.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 923.0769\text{KHz}$   $atts = 117.83\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \frac{Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4}{s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	$Pn\_0$	$Pn\_1$	$Pn\_2$	$Pn\_3$	$Pn\_4$
1	487.8148K	54.5300T	2.1275	0	63.2071T
		$F_c = 1.1753\text{Meg}$	$Q = 15.1378$	$GB \text{ 積} = 1.7791\text{G}$	
2	254.2795K	14.8166T	1.1591	0	31.5218T
		$F_c = 612.6248\text{K}$	$Q = 15.1378$	$GB \text{ 積} = 927.3796\text{Meg}$	
3	2.2627Meg	61.4475T	1.0111	0	32.4061T
		$F_c = 1.2476\text{Meg}$	$Q = 3.4644$	$GB \text{ 積} = 432.2125\text{Meg}$	
4	1.0467Meg	13.1486T	0.5274	0	13.2949T
		$F_c = 577.1123\text{K}$	$Q = 3.4644$	$GB \text{ 積} = 199.9334\text{Meg}$	
5	8.4336Meg	66.6482T	1.2238	0	40.9395T
		$F_c = 1.2993\text{Meg}$	$Q = 0.9680$	$GB \text{ 積} = 125.7760\text{Meg}$	
6	3.5968Meg	12.1226T	0.6143	0	14.8362T
		$F_c = 554.1383\text{K}$	$Q = 0.9680$	$GB \text{ 積} = 53.6416\text{Meg}$	

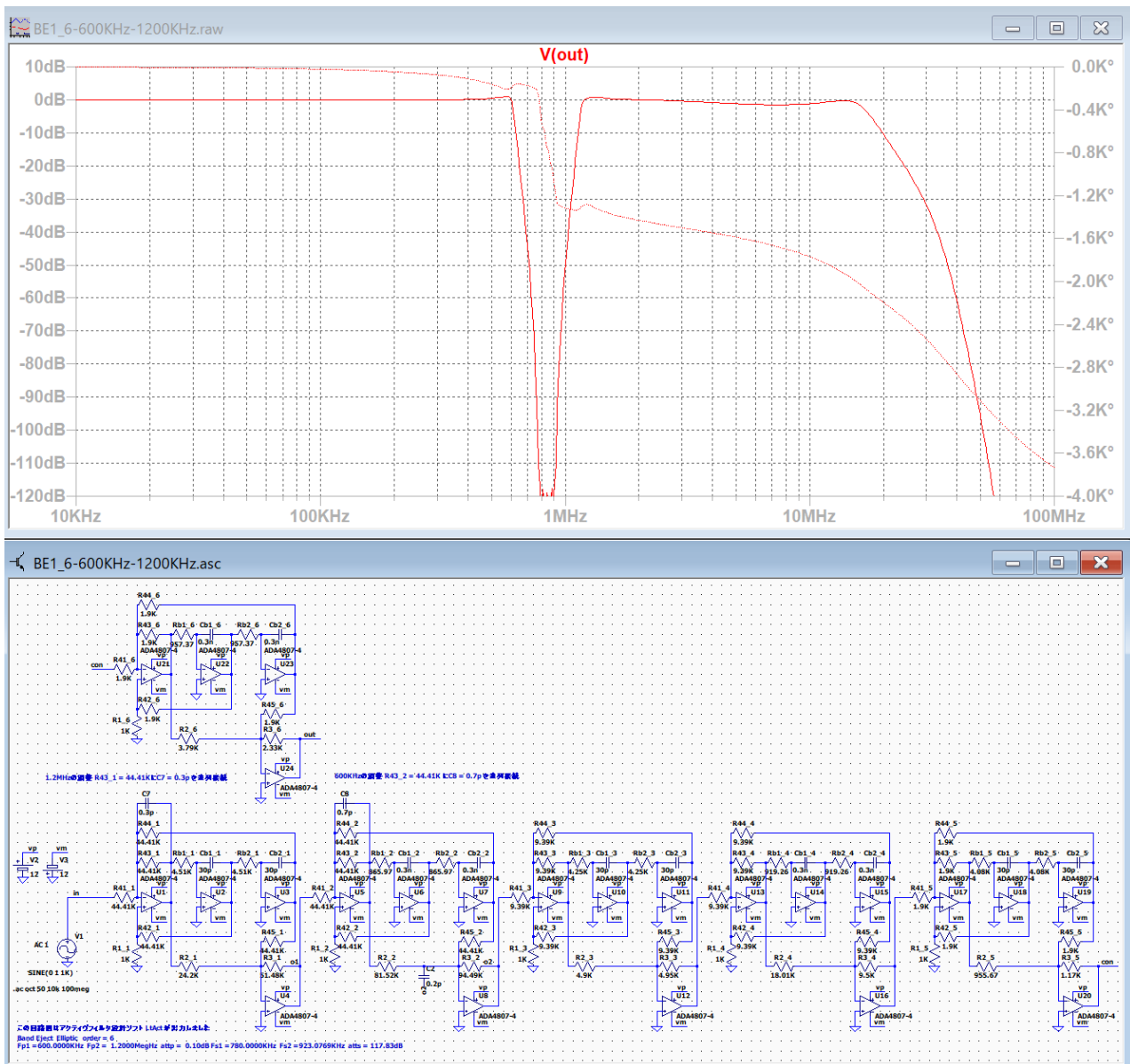
楕円関数

BE1\_6-600KHz-1200KHz.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-600KHz-1200KHz.asc



600KHz で 0.1dB, 1.2MHz で 0.08dB,  
780KHz 以上, 923KHz 以下で → -117.8dB

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 18:45:13 2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 780.0000KHz Fs2 = 923.0769KHz atts = 117.83dB

1 (et1) 「HP3-3-0」 Rb\_1(2 個)= 4.5140K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=4.12 %  
 1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 24.1981K R3\_1 = 51.4807K R4\_1(5 個)= 44.4134K 誤差=3.42 %  
 2 (et1) 「HP3-2-0」 Rb\_2(2 個)=865.9731 Cb\_2(2 個)= 0.3000n 誤差=5.08 %  
 2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 81.5167K R3\_2 = 94.4880K R4\_2(5 個)= 44.4134K 誤差=4.91 %  
 3 (et1) 「HP3-3-1」 Rb\_3(2 個)= 4.2523K Cb\_3(2 個)= 30.0000p 誤差=1.12 %  
 3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 4.8992K R3\_3 = 4.9537K R4\_3(5 個)= 9.3931K 誤差=5.92 %  
 4 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_4(2 個)=919.2606 Cb\_4(2 個)= 0.3000n 誤差=1.01 %  
 4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 18.0092K R3\_4 = 9.4977K R4\_4(5 個)= 9.3931K 誤差=5.22 %  
 5 (et1) 「HP3-3-2」 Rb\_5(2 個)= 4.0830K Cb\_5(2 個)= 30.0000p 誤差=4.48 %  
 5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 955.6691 R3\_5 = 1.1696K R4\_5(5 個)= 1.9041K 誤差=7.33 %  
 6 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_6(2 個)=957.3722 Cb\_6(2 個)= 0.3000n 誤差=4.45 %  
 6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 3.7936K R3\_6 = 2.3303K R4\_6(5 個)= 1.9041K 誤差=6.50 %

ver.1.45 の設計例では、Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2 = 6.8n, Cb1\_3 = 30p,

Cb1\_4 = 10n, Cb1\_5 = 30p, Cb1\_6 = 3.9n

ver.2.10, ver.2.40 では、Cb1\_1 = 30p, Cb1\_2 = 0.3n, Cb1\_3 = 30p,

Cb1\_4 = 0.3n, Cb1\_5 = 30p, Cb1\_6 = 0.3n

## バンドイジェクト

BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc

バンドエリミネーション・楕円関数 6次 600KHz - 1200KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * X_s)$  600 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$  1200 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < X_s < 1.4142$  1.3 倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 600.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 1.2000\text{MegHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 780.0000\text{KHz}$   $F_{s2} = 923.0769\text{KHz}$   $atts = 117.83\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \frac{\dots}{s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	$Pn\_0$	$Pn\_1$	$Pn\_2$	$Pn\_3$	$Pn\_4$
1	487.8148K	54.5300T	2.1275	0	63.2071T
		$F_c = 1.1753\text{Meg}$	$Q = 15.1378$	$GB \text{ 積} = 1.7791\text{G}$	
2	254.2795K	14.8166T	1.1591	0	31.5218T
		$F_c = 612.6248\text{K}$	$Q = 15.1378$	$GB \text{ 積} = 927.3796\text{Meg}$	
3	2.2627Meg	61.4475T	1.0111	0	32.4061T
		$F_c = 1.2476\text{Meg}$	$Q = 3.4644$	$GB \text{ 積} = 432.2125\text{Meg}$	
4	1.0467Meg	13.1486T	0.5274	0	13.2949T
		$F_c = 577.1123\text{K}$	$Q = 3.4644$	$GB \text{ 積} = 199.9334\text{Meg}$	
5	8.4336Meg	66.6482T	1.2238	0	40.9395T
		$F_c = 1.2993\text{Meg}$	$Q = 0.9680$	$GB \text{ 積} = 125.7760\text{Meg}$	
6	3.5968Meg	12.1226T	0.6143	0	14.8362T
		$F_c = 554.1383\text{K}$	$Q = 0.9680$	$GB \text{ 積} = 53.6416\text{Meg}$	

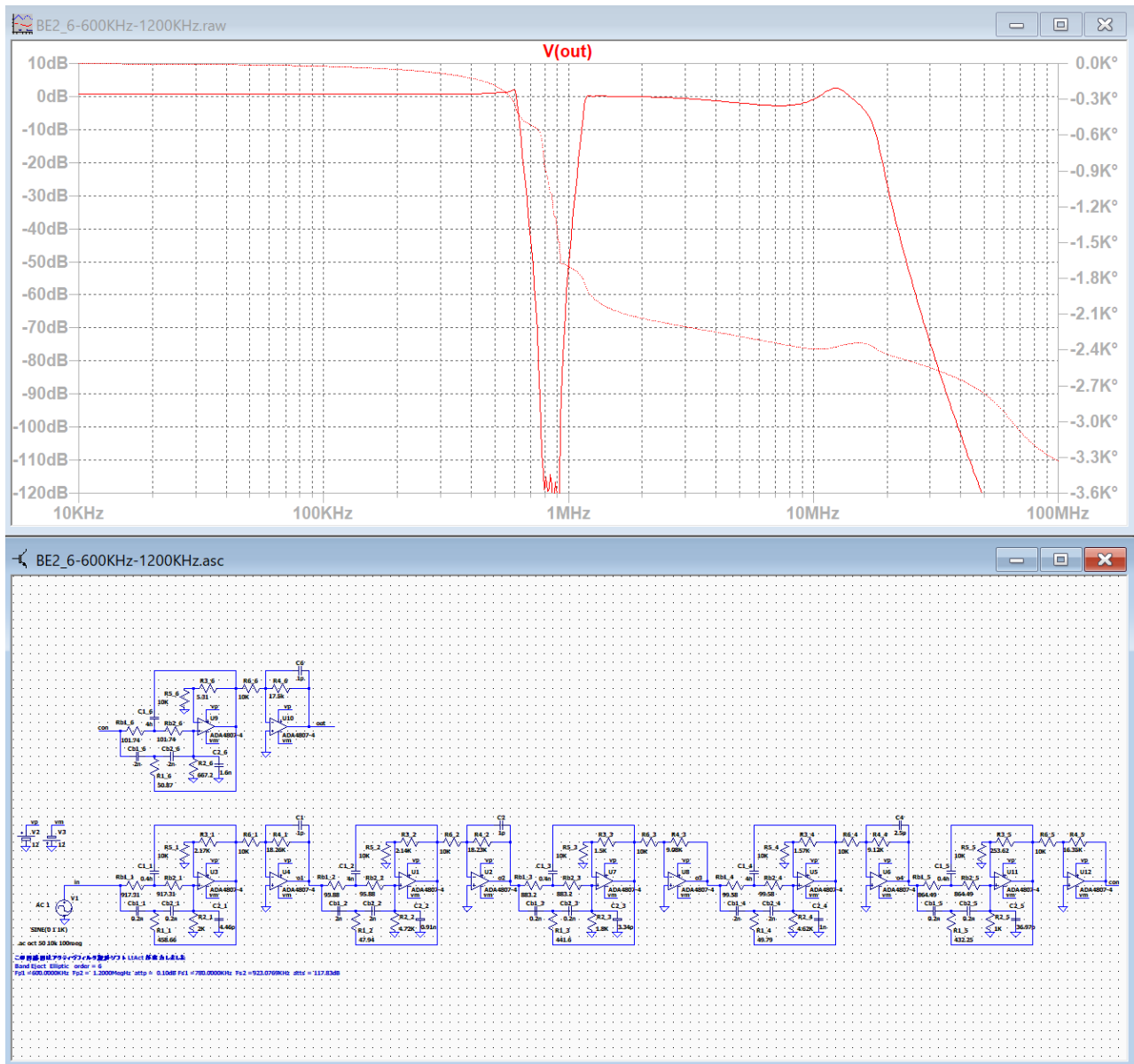
楕円関数

BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc



600KHz で 2.04dB, 1.2MHz で 0.18dB, 780KHz 以上, 923KHz 以下で  $\rightarrow$  -114.5dB  
 10MHz 付近のリプル -2.77dB  $\sim$  2.52dB

R4\_6 = 15.9623K  $\rightarrow$  17.5K に変更。



## バンドイジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_6-600KHz-1200KHz.asc 作成日時 Wed Jan 13 18:46:15 2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 =600.0000KHz Fp2 = 1.2000MegHz attp = 0.1000dB

Fs1 =780.0000KHz Fs2 =923.0769KHz atts = 117.83dB

1 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_1(2 個)= 917.3146 Cb\_1(2 個)= 0.2000n R1\_1 = 458.6573  
C1\_1 = 0.4000n 誤差=3.61 %

1 R2\_1 = 2.0000K C2\_1 = 4.4626p 誤差 = 3.64 %

1 R3\_1 = 2.1711K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.33 %

1 R4\_1 = 18.2596K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.42 %

2 (et2) 「HP4-2-0」 Rb\_2(2 個)= 95.8803 Cb\_2(2 個)= 2.0000n R1\_2 = 47.9402  
C1\_2 = 4.0000n 誤差=5.34 %

2 R2\_2 = 4.7184K C2\_2 = 0.9100n 誤差 = 0.39 %

2 R3\_2 = 2.1438K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.62 %

2 R4\_2 = 18.2310K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.27 %

3 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_3(2 個)= 883.2022 Cb\_3(2 個)= 0.2000n R1\_3 = 441.6011  
C1\_3 = 0.4000n 誤差=4.73 %

3 R2\_3 = 1.8000K C2\_3 = 3.3412p 誤差 = 1.23 %

3 R3\_3 = 1.5043K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.28 %

3 R4\_3 = 9.0828K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.19 %

4 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_4(2 個)= 99.5836 Cb\_4(2 個)= 2.0000n R1\_4 = 49.7918  
C1\_4 = 4.0000n 誤差=3.51 %

4 R2\_4 = 4.6160K C2\_4 = 1.0000n 誤差 = 1.82 %

4 R3\_4 = 1.5655K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.20 %

4 R4\_4 = 9.1198K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.22 %

5 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_5(2 個)= 864.4928 Cb\_5(2 個)= 0.2000n R1\_5 = 432.2464  
C1\_5 = 0.4000n 誤差=5.75 %

5 R2\_5 = 1.0000K C2\_5 = 36.9714p 誤差 = 2.63 %

5 R3\_5 = 253.6247 R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 5.37 %

5 R4\_5 = 16.3485K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.13 %

6 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_6(2 個)= 101.7387 Cb\_6(2 個)= 2.0000n R1\_6 = 50.8694  
C1\_6 = 4.0000n 誤差=3.04 %

6 R2\_6 = 667.1954 C2\_6 = 1.6000n 誤差 = 1.92 %

6 R3\_6 = 5.3120 R5\_6 = 10.0000K 誤差 = 3.99 %

バンドプロジェクト

$$6 \quad R4\_6 = 15.9623K \quad R6\_6 = 10.0000K \quad \text{誤差} = 0.24 \%$$

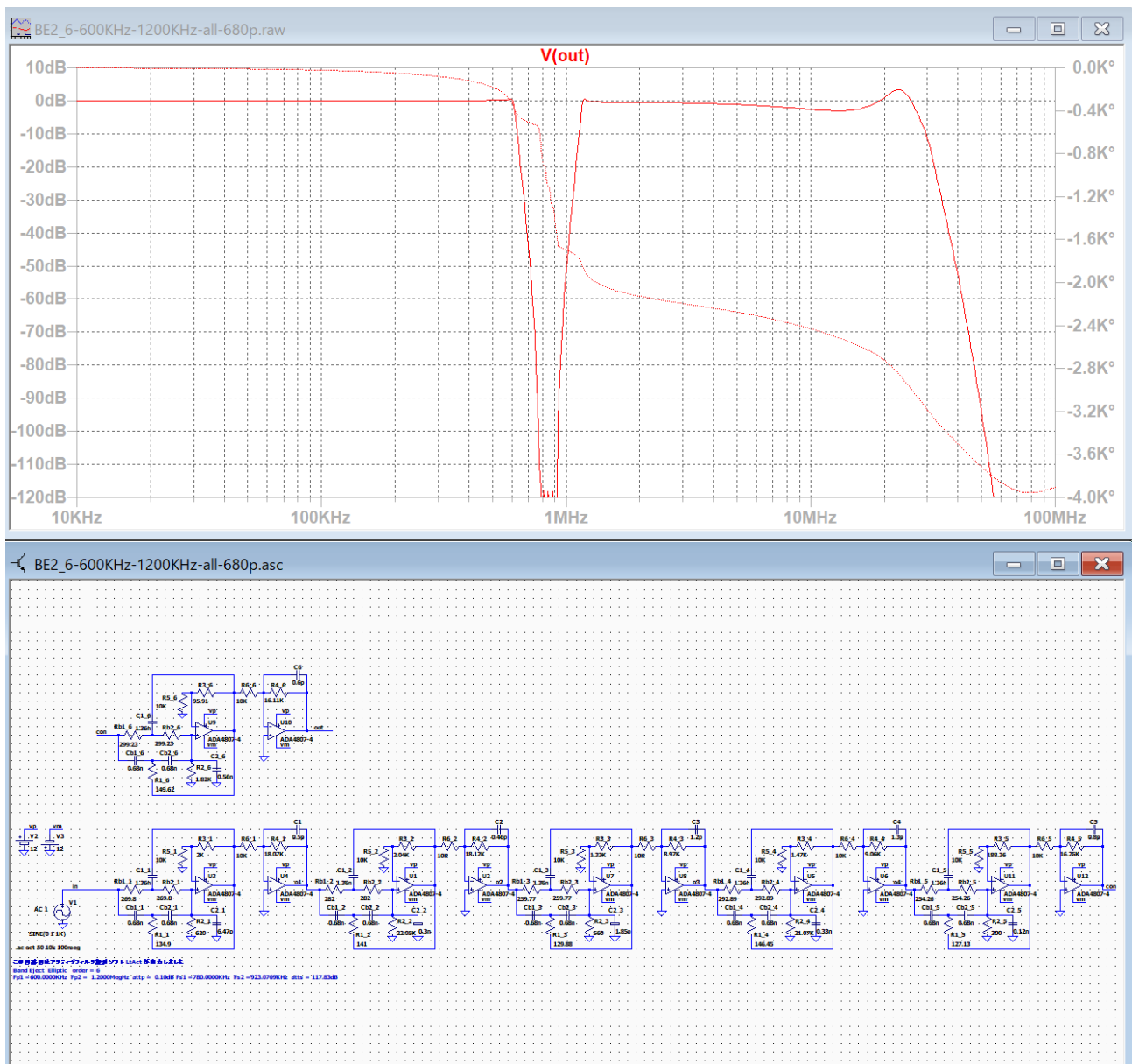
ver.1.45 の設計例では、 $Cb1\_1 = 1n$ ,  $Cb1\_2 = 0.1n$ ,  $Cb1\_3 = 0.1n$ ,  
 $Cb1\_4 = 0.1n$ ,  $Cb1\_5 = 0.1n$ ,  $Cb1\_6 = 0.1n$

ver.2.10, ver.2.40 では、 $Cb1\_1 = 0.2n$ ,  $Cb1\_2 = 2n$ ,  $Cb1\_3 = 0.2n$ ,  
 $Cb1\_4 = 2n$ ,  $Cb1\_5 = 0.2n$ ,  $Cb1\_6 = 2n$

最大値と最小値の幾何平均は、 $Cav = \sqrt{Cmax \cdot Cmin} = \sqrt{2n \cdot 200p} = 0.63n \approx 0.68n$

## バンドプロジェクト

BE2\_6-600KHz-1200KHz-all-680p.asc



600KHz で 0.40dB, 1.2MHz で 0.30dB, 780KHz 以上, 923KHz 以下で  $\rightarrow$  -118.0dB  
 10MHz 付近のリプル -3.0dB  $\sim$  3.2dB

LtAct が出力した素子値の最大値と最小値の幾何平均 0.68n を設定してピークを調整すると同等の遮断性能で、高周波数域の通過帯域幅が広がった。

## バンドイジェクト

BE1\_6-49Hz-51Hz-1.asc

バンドエリミネーション・楕円関数 6次 49Hz - 51Hz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (Fs1 = F_{p1} * xs)$  49 Hz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (Fs2 = F_{p2} / xs)$  51 Hz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $Xs = Fs1 / F_{p1}$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < Xs < 1.0202$  1.01 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 49.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 51.0000 \text{ Hz}$   $attp = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 49.4900 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 50.4950 \text{ Hz}$   $atts = 76.05 \text{ dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.1097	102.4529K	1.6103	0	159.7573K
		Fc=	50.9427	Q = 288.4531	GB 積= 1.4695Meg
2	1.0685	95.0009K	1.5593	0	152.9845K
		Fc=	49.0551	Q = 288.4531	GB 積= 1.4150Meg
3	5.1020	103.0433K	0.7417	0	74.2623K
		Fc=	51.0893	Q = 62.9176	GB 積=321.4419K
4	4.8848	94.4566K	0.7207	0	70.0616K
		Fc=	48.9144	Q = 62.9176	GB 積=307.7576K
5	19.0252	102.7689K	0.8674	0	87.2578K
		Fc=	51.0212	Q = 16.8501	GB 積= 85.9711K
6	18.2639	94.7088K	0.8491	0	82.1477K
		Fc=	48.9796	Q = 16.8501	GB 積= 82.5310K

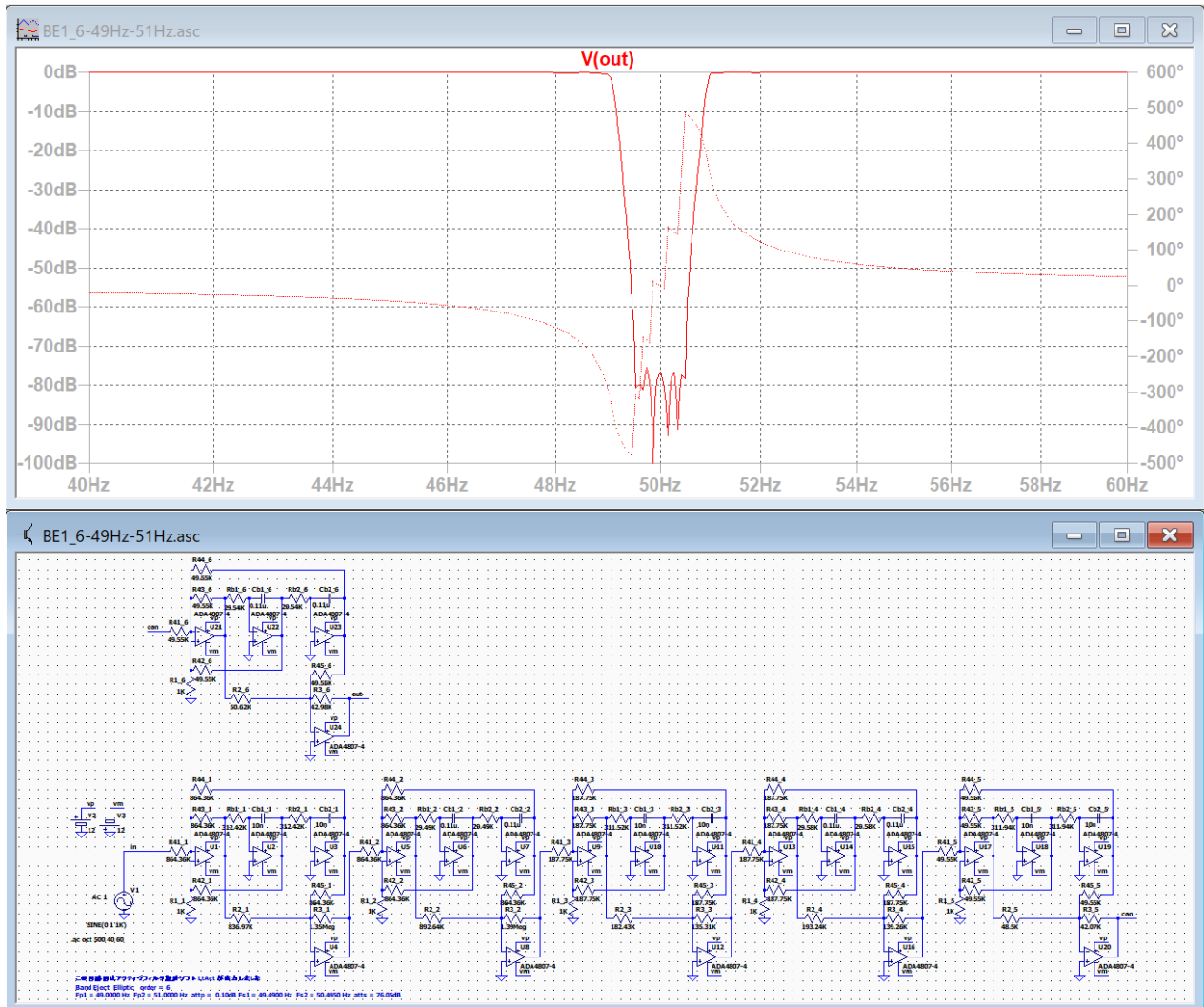
楕円関数

BE1\_6-49Hz-51Hz-1.asc

## バンドプロジェクト

## 調整前の特性グラフ

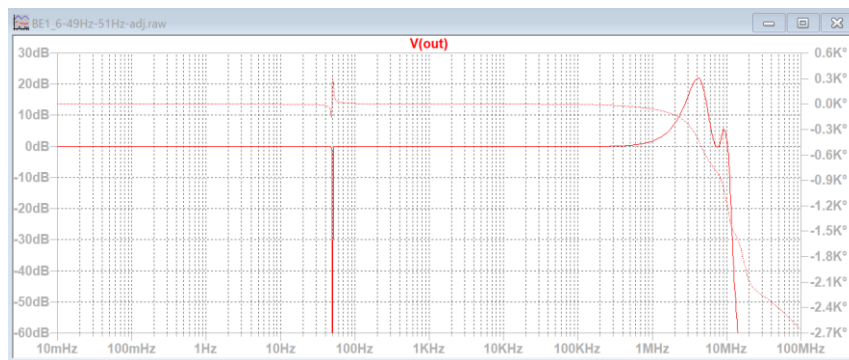
BE1\_6-49Hz-51Hz-1.asc



48.6Hz で-0.12dB, 48.9Hz で-0.4dB, 49Hz で-0.76dB, 49.1Hz で-5.66dB

50.9Hz で-5.6dB, 51Hz で-0.39dB, 51.1Hz で-0.16dB

49.5Hz ~ 50.5Hz で-76dB 以上



4MHz 付近にピークがある

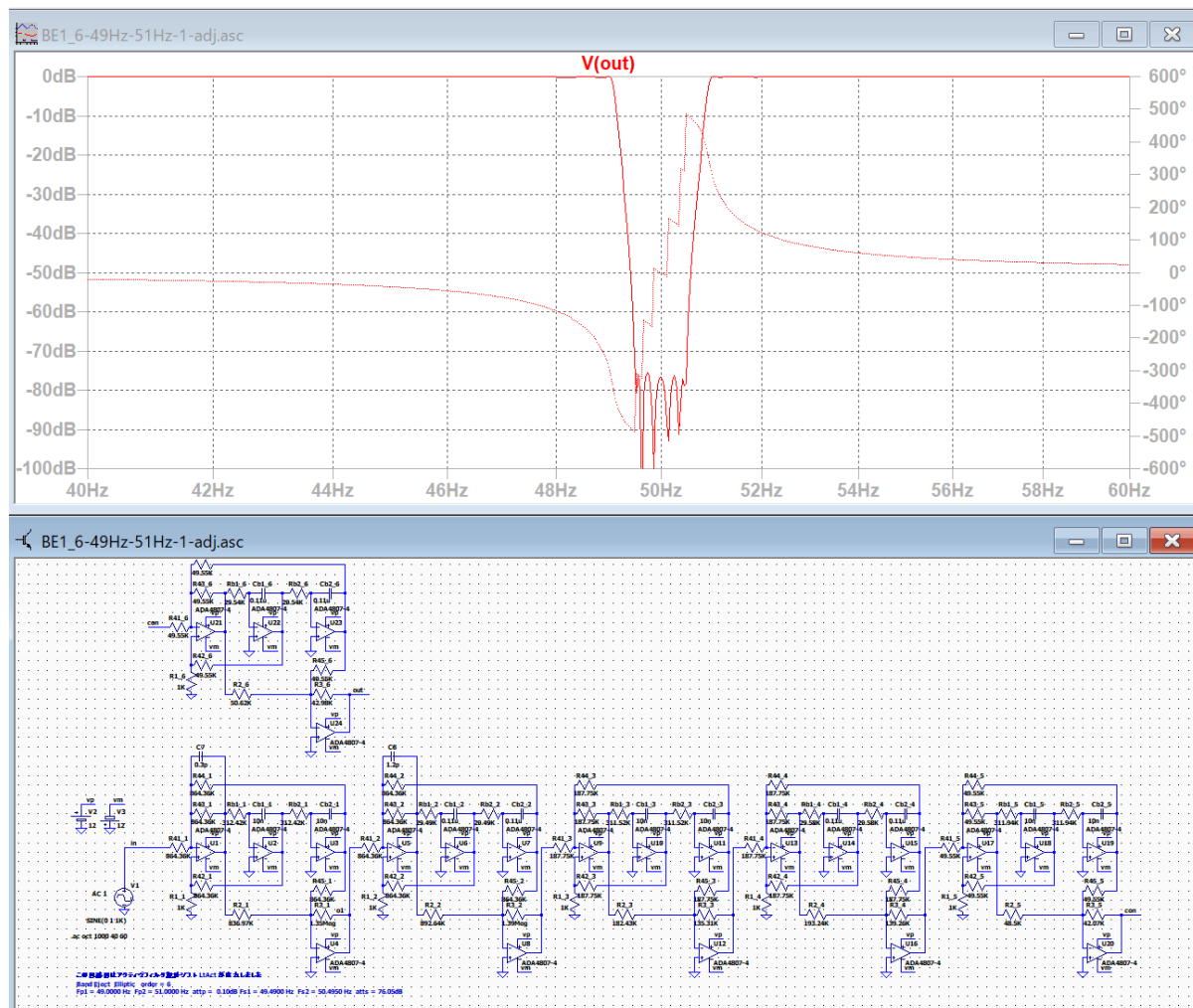
楕円関数

BE1\_6-49Hz-51Hz-1.asc

## バンドプロジェクト

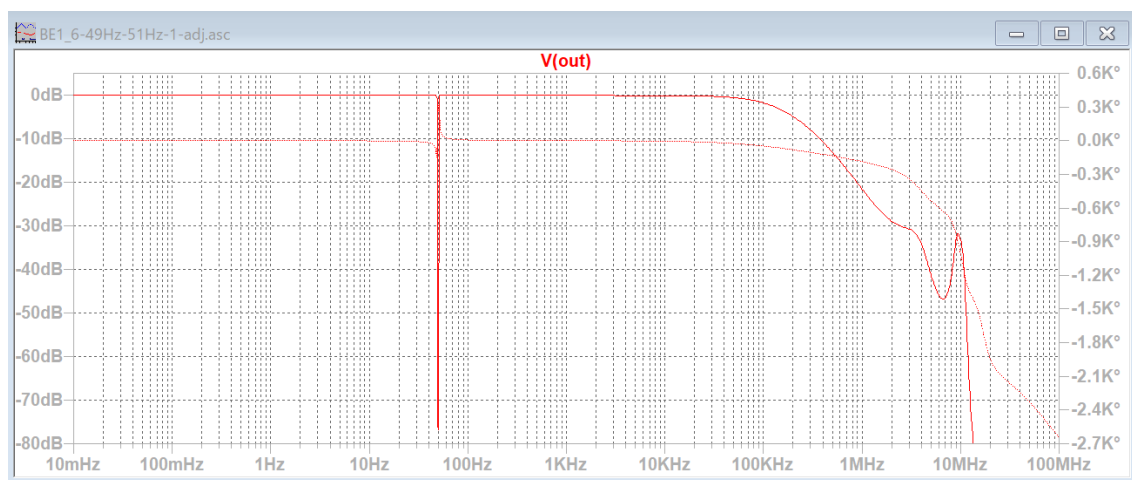
## 完成した回路図

BE1\_6-49Hz-51Hz-1-adj.asc



$C7 = 0.3p$  と  $C8 = 1.2p$  により 49Hz と 51Hz のゲインを調整した。

全帯域の表示



楕円関数

BE1\_6-49Hz-51Hz-1.asc

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-49Hz-51Hz-1.asc 作成日時 Wed Feb 03 10:27:49 2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 49.0000 Hz Fp2 = 51.0000 Hz attp = 0.1000dB

Fs1 = 49.4900 Hz Fs2 = 50.4950 Hz atts = 76.05dB

1 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_1(2 個)=312.4194K Cb\_1(2 個)= 10.0000n 誤差=3.98 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 836.9728K R3\_1 = 1.3478Meg R4\_1(5 個)= 864.3592K  
誤差=6.56 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 29.4947K Cb\_2(2 個)= 0.1100u 誤差=1.71 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 892.6417K R3\_2 = 1.3919Meg R4\_2(5 個)= 864.3592K  
誤差=8.59 %

3 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_3(2 個)=311.5230K Cb\_3(2 個)= 10.0000n 誤差=3.70 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 182.4262K R3\_3 = 135.3116K R4\_3(5 個)= 187.7529K 誤  
差=5.85 %

4 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_4(2 個)= 29.5795K Cb\_4(2 個)= 0.1100u 誤差=1.42 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 193.2351K R3\_4 = 139.2626K R4\_4(5 個)= 187.7529K 誤  
差=8.58 %

5 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_5(2 個)=311.9386K Cb\_5(2 個)= 10.0000n 誤差=3.83 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 48.5046K R3\_5 = 42.0715K R4\_5(5 個)= 49.5502K  
誤差=4.80 %

6 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_6(2 個)= 29.5401K Cb\_6(2 個)= 0.1100u 誤差=1.56 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 50.6184K R3\_6 = 42.9784K R4\_6(5 個)= 49.5502K  
誤差=3.02 %

## バンドイジェクト

BE1\_6-49Hz-51Hz-0.asc

バンドエリミネーション・楕円関数 6次 49Hz - 51Hz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 B Eフィルタ

遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (Fs1 = F_{p1} * xs)$  49 Hz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (Fs2 = F_{p2} / xs)$  51 Hz

周波数 $F_{p1}, F_{p2}$ における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を $F_{s1}$ として、 $Xs = Fs1/F_{p1}$ を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < Xs < 1.0202$  1.01 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 49.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 51.0000 \text{ Hz}$   $attp = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 49.4900 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 50.4950 \text{ Hz}$   $atts = 76.05 \text{ dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $Hn = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.1097	102.4529K	1.6103	0	159.7573K
		Fc=	50.9427	Q = 288.4531	GB 積= 1.4695Meg
2	1.0685	95.0009K	1.5593	0	152.9845K
		Fc=	49.0551	Q = 288.4531	GB 積= 1.4150Meg
3	5.1020	103.0433K	0.7417	0	74.2623K
		Fc=	51.0893	Q = 62.9176	GB 積=321.4419K
4	4.8848	94.4566K	0.7207	0	70.0616K
		Fc=	48.9144	Q = 62.9176	GB 積=307.7576K
5	19.0252	102.7689K	0.8674	0	87.2578K
		Fc=	51.0212	Q = 16.8501	GB 積= 85.9711K
6	18.2639	94.7088K	0.8491	0	82.1477K
		Fc=	48.9796	Q = 16.8501	GB 積= 82.5310K

楕円関数

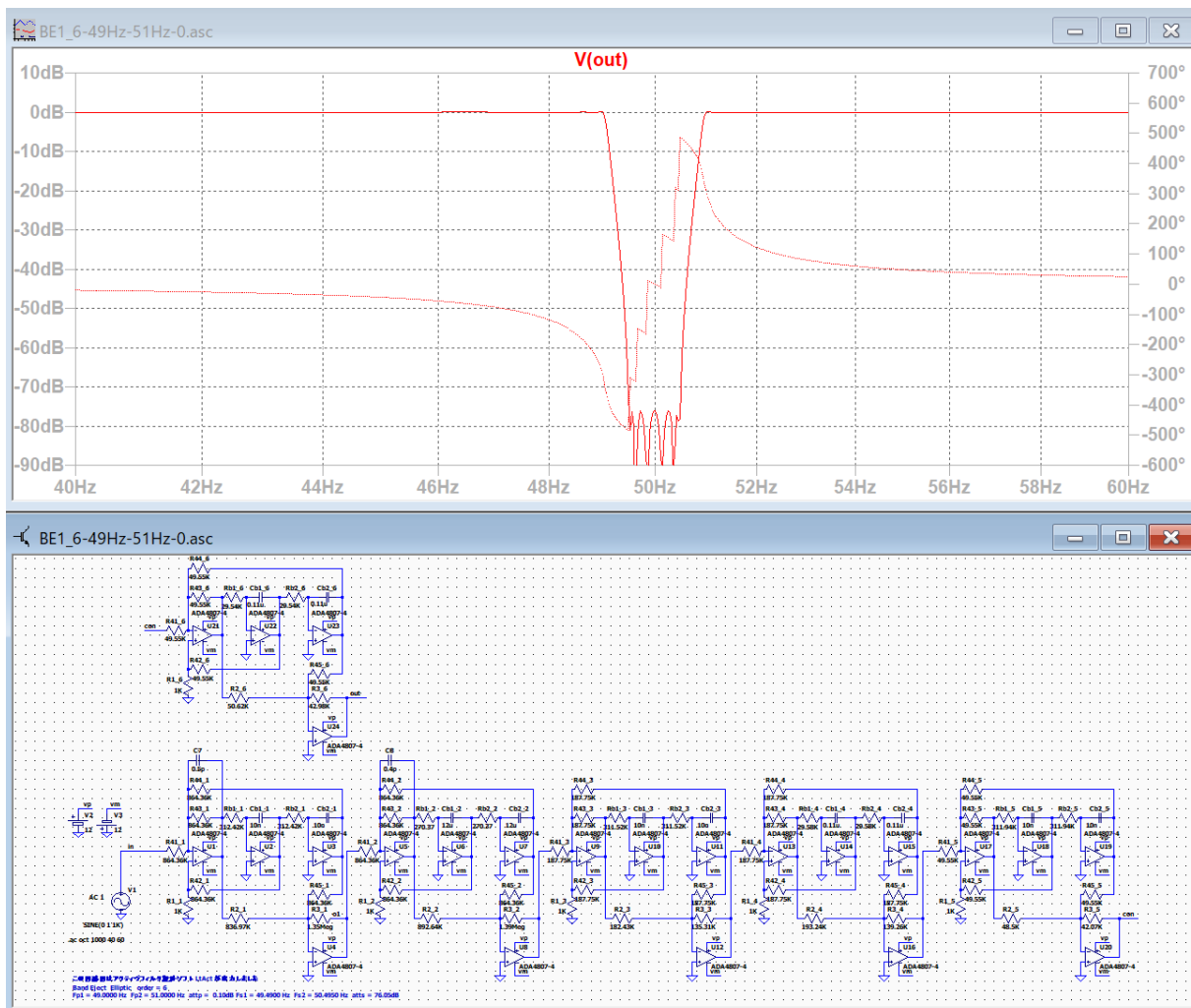
BE1\_6-49Hz-51Hz-0.asc



## バンドプロジェクト

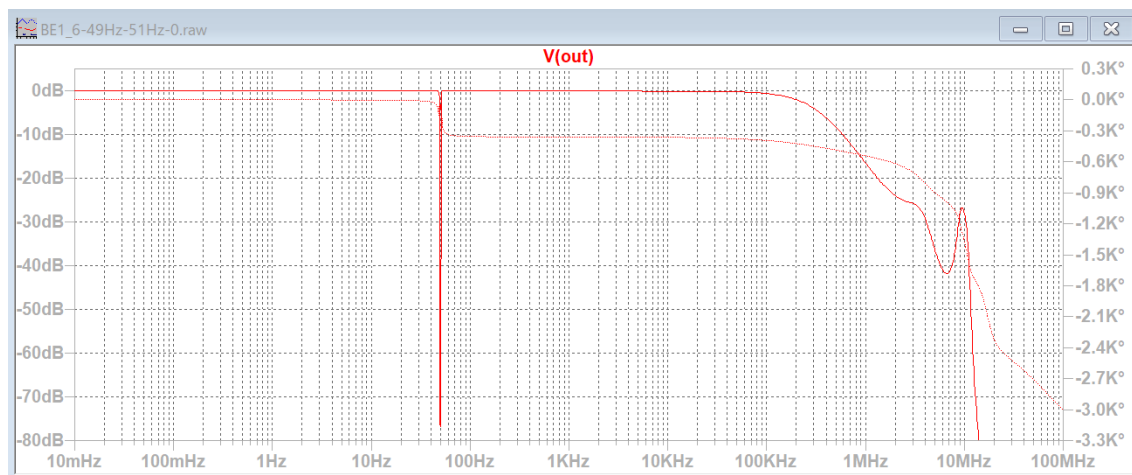
## 完成した回路図

BE1\_6-49Hz-51Hz-0-adj.asc



C7 = 0.5p と C8=0.4p により 49Hz と 51Hz のゲインを調整した。

全帯域の表示



楕円関数

BE1\_6-49Hz-51Hz-0.asc

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-49Hz-51Hz-0.asc 作成日時 Wed Feb 03 21:09:37 2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 49.0000 Hz Fp2 = 51.0000 Hz attp = 0.1000dB

Fs1 = 49.4900 Hz Fs2 = 50.4950 Hz atts = 76.05dB

1 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_1(2 個)=312.4194K Cb\_1(2 個)= 10.0000n 誤差=3.98 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 836.9728K R3\_1 = 1.3478Meg R4\_1(5 個)= 864.3592K  
誤差=6.56 %

2 (et1) 「LP3-0-0」 Rb\_2(2 個)=270.3677 Cb\_2(2 個)= 12.0000u 誤差=0.14 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 892.6417K R3\_2 = 1.3919Meg R4\_2(5 個)= 864.3592K  
誤差=8.59 %

3 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_3(2 個)=311.5230K Cb\_3(2 個)= 10.0000n 誤差=3.70 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 182.4262K R3\_3 = 135.3116K R4\_3(5 個)= 187.7529K 誤  
差=5.85 %

4 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_4(2 個)= 29.5795K Cb\_4(2 個)= 0.1100u 誤差=1.42 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 193.2351K R3\_4 = 139.2626K R4\_4(5 個)= 187.7529K 誤  
差=8.58 %

5 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_5(2 個)=311.9386K Cb\_5(2 個)= 10.0000n 誤差=3.83 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 48.5046K R3\_5 = 42.0715K R4\_5(5 個)= 49.5502K  
誤差=4.80 %

6 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_6(2 個)= 29.5401K Cb\_6(2 個)= 0.1100u 誤差=1.56 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 50.6184K R3\_6 = 42.9784K R4\_6(5 個)= 49.5502K  
誤差=3.02 %

第2ブロックのコンデンサの値が参照モード1の約109倍 (0.11u → 12u) になってい  
ますが、周波数特性はほとんど同じ結果が得られました。

## バンドイジェクト

BE1\_6-59Hz-61Hz-Xs 1p01-1.asc

バンドエリミネーション・楕円関数 6次 59Hz - 61Hz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  6

遮断特性 Elliptic

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * X_s)$  59 Hz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$  61 Hz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で

入力して下さい  $1 < X_s < 1.0168$  1.01 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 59.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 61.0000 \text{ Hz}$   $attp = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 59.5900 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 60.3960 \text{ Hz}$   $atts = 88.97 \text{ dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.1779	146.6090K	1.5999	0	228.1398K
		Fc=	60.9397	Q = 325.0647	GB 積= 1.9809Meg
2	1.1415	137.6964K	1.5561	0	220.2972K
		Fc=	59.0584	Q = 325.0647	GB 積= 1.9198Meg
3	5.3391	147.3711K	0.7404	0	106.2266K
		Fc=	61.0979	Q = 71.9015	GB 積=439.3035K
4	5.1475	136.9843K	0.7208	0	101.4253K
		Fc=	58.9055	Q = 71.9015	GB 積=423.5394K
5	19.6530	147.1017K	0.8720	0	125.5146K
		Fc=	61.0420	Q = 19.5155	GB 積=119.1266K
6	18.9825	137.2352K	0.8533	0	119.6646K
		Fc=	58.9594	Q = 19.5155	GB 積=115.0622K

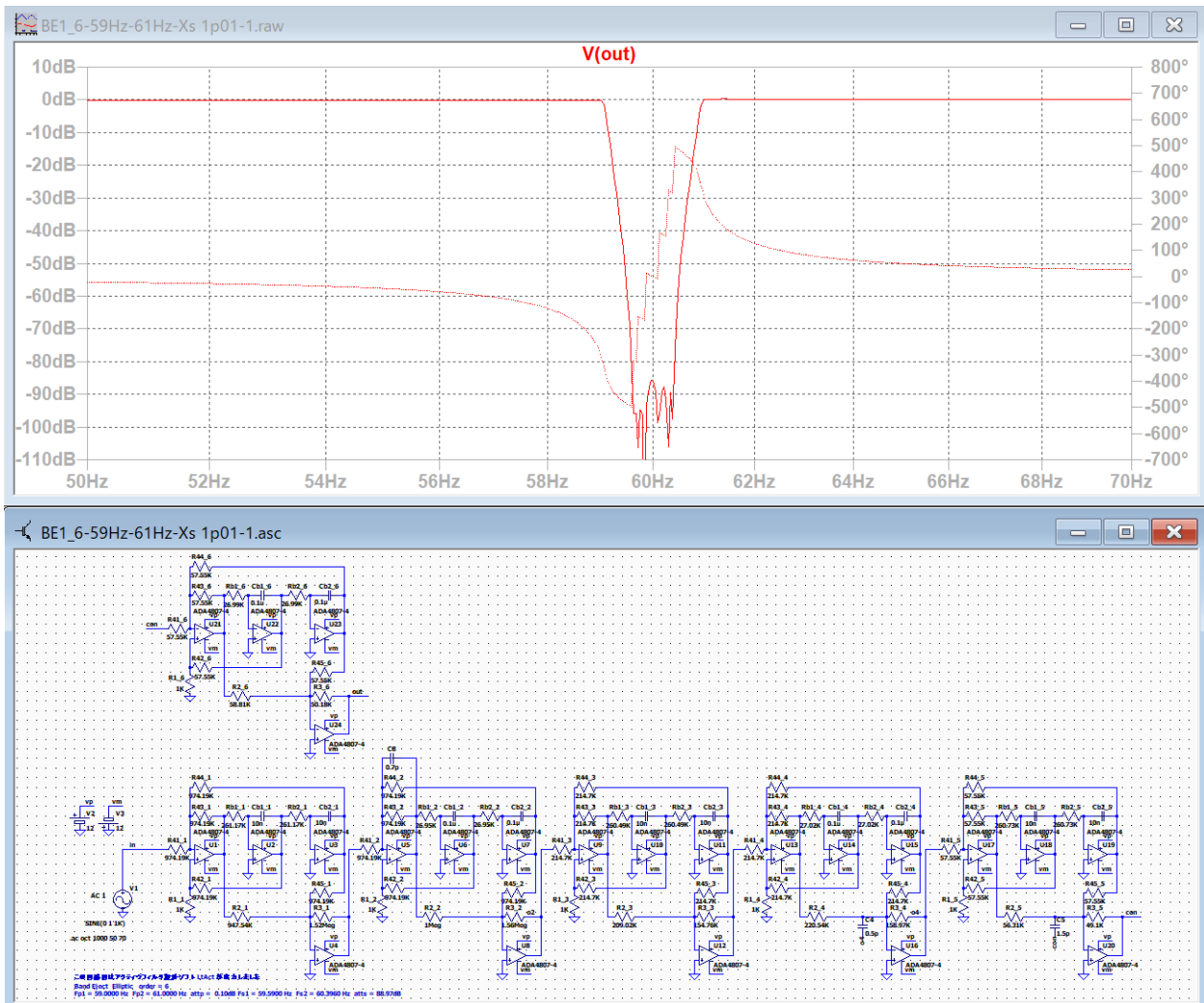
楕円関数

BE1\_6-59Hz-61Hz-Xs 1p01-1.asc

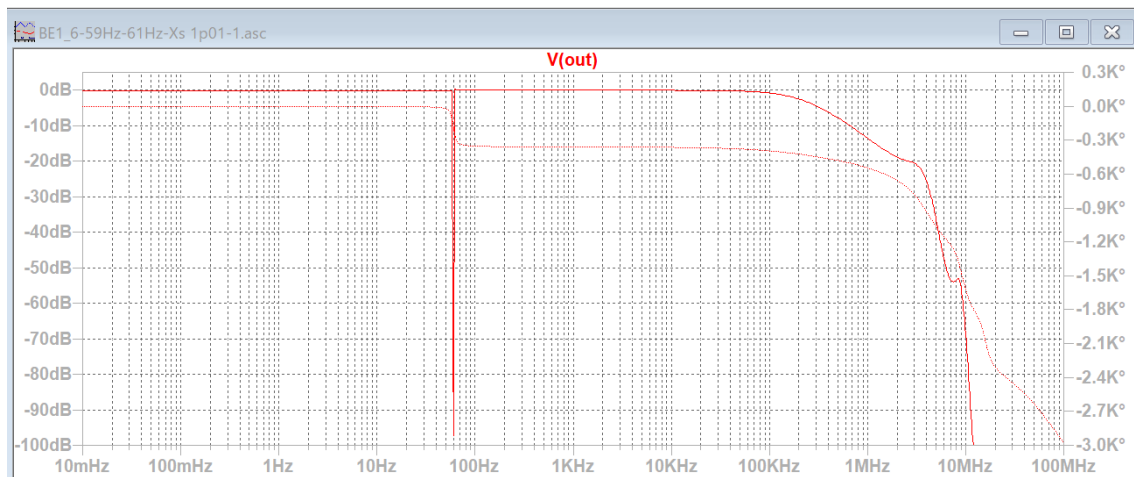
## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-59Hz-61Hz-Xs 1p01-1.asc



## 全帯域の表示



楕円関数

BE1\_6-59Hz-61Hz-Xs 1p01-1.asc

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-59Hz-61Hz-Xs 1p01-1.asc 作成日時 Sun Feb 07 21:49:44 2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

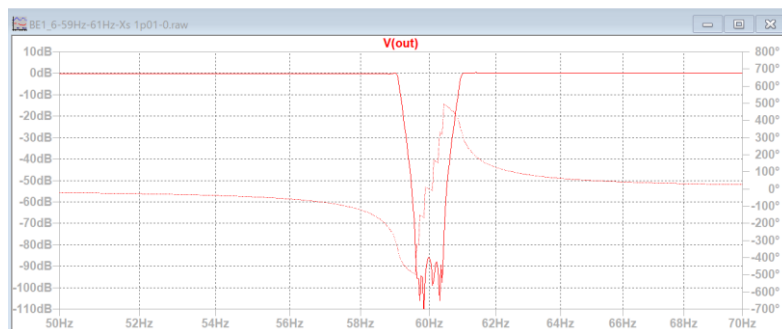
参照モード=1

Fp1 = 59.0000 Hz Fp2 = 61.0000 Hz attp = 0.1000dB

Fs1 = 59.5900 Hz Fs2 = 60.3960 Hz atts = 88.97dB

1 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_1(2 個)=261.1679K Cb\_1(2 個)= 10.0000n 誤差=3.38 %  
 1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 947.5448K R3\_1 = 1.5160Meg R4\_1(5 個)= 974.1941K  
 誤差=4.88 %  
 2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 26.9488K Cb\_2(2 個)= 0.1000u 誤差=0.19 %  
 2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 1.0016Meg R3\_2 = 1.5586Meg R4\_2(5 個)=  
 974.1941K 誤差=3.76 %  
 3 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_3(2 個)=260.4916K Cb\_3(2 個)= 10.0000n 誤差=3.65 %  
 3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 209.0196K R3\_3 = 154.7613K R4\_3(5 個)= 214.7046K 誤  
 差=5.85 %  
 4 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_4(2 個)= 27.0187K Cb\_4(2 個)= 0.1000u 誤差=0.07 %  
 4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 220.5443K R3\_4 = 158.9706K R4\_4(5 個)= 214.7046K 誤  
 差=2.56 %  
 5 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_5(2 個)=260.7301K Cb\_5(2 個)= 10.0000n 誤差=3.56 %  
 5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 56.3113K R3\_5 = 49.1016K R4\_5(5 個)= 57.5465K  
 誤差=4.74 %  
 6 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_6(2 個)= 26.9940K Cb\_6(2 個)= 0.1000u 誤差=0.02 %  
 6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 58.8088K R3\_6 = 50.1787K R4\_6(5 個)= 57.5465K  
 誤差=5.72 %

C8 = 0.7p で 59Hz を調整し、61Hz は無調整で 0.1dB、C4 と C5 で高域を調整した。  
 参照モード 0 で作成した回路図の場合は、C8 = 0.9p で調整できた。



## バンドイジェクト

BE1\_6-20Hz-20KHz-1.asc

バンドエリミネーション・楕円関数 6次 20Hz－20KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * x_s)$  20 Hz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / x_s)$  20 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < x_s < 31.6228$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 20.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 20.0000 \text{ KHz}$   $attp = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 30.0000 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 13.3333 \text{ KHz}$   $atts = 57.86 \text{ dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	18.3780K	14.3796G	7.5898	0	4.8525G
		Fc=	19.0851K	Q = 6.5249	GB 積= 12.4528Meg
2	20.1824	17.3418K	0.3375	0	131.6205K
		Fc=	20.9588	Q = 6.5249	GB 積= 13.6754K
3	87.7243K	19.8825G	1.6297	0	6.5724G
		Fc=	22.4417K	Q = 1.6074	GB 積= 3.6072Meg
4	69.6737	12.5421K	0.3306	0	20.4398K
		Fc=	17.8240	Q = 1.6074	GB 積= 2.8650K
5	340.0396K	43.7766G	2.1691	0	14.4595G
		Fc=	33.2998K	Q = 0.6153	GB 積= 2.0490Meg
6	122.6611	5.6964K	0.3303	0	12.3557K
		Fc=	12.0121	Q = 0.6153	GB 積=739.1124

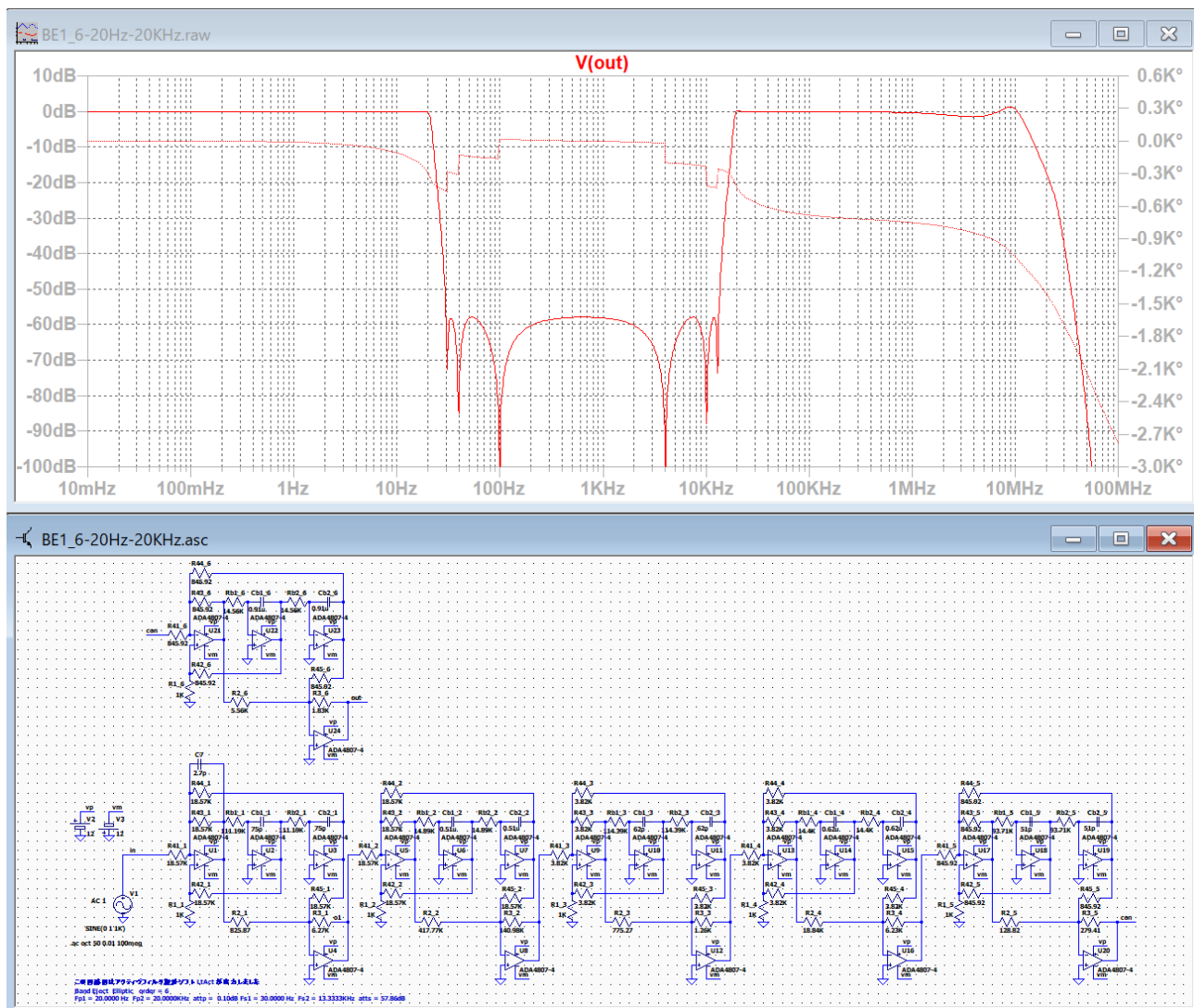
楕円関数

BE1\_6-20Hz-20KHz-1.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-20Hz-20KHz-1.asc



$C7 = 2.7p$  によりピークを調整しました。

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-20Hz-20KHz.asc 作成日時 Wed Feb 03 15:17:44  
2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

参照モード=1

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 20.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 30.0000 Hz Fs2 = 13.3333KHz atts = 57.86dB

1 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_1(2 個)=111.1899K Cb\_1(2 個)= 75.0000p 誤差=1.07 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 825.8722 R3\_1 = 6.2682K R4\_1(5 個)= 18.5747K 誤  
差=3.36 %

2 (et1) 「HP3-0-0」 Rb\_2(2 個)= 14.8896K Cb\_2(2 個)= 0.5100u 誤差=0.74 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 417.7651K R3\_2 = 140.9786K R4\_2(5 個)= 18.5747K 誤  
差=7.69 %

3 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_3(2 個)=114.3861K Cb\_3(2 個)= 62.0000p 誤差=3.83 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 775.2671 R3\_3 = 1.2635K R4\_3(5 個)= 3.8221K 誤  
差=4.81 %

4 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_4(2 個)= 14.4020K Cb\_4(2 個)= 0.6200u 誤差=4.15 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 18.8432K R3\_4 = 6.2289K R4\_4(5 個)= 3.8221K  
誤差=4.94 %

5 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_5(2 個)= 93.7149K Cb\_5(2 個)= 51.0000p 誤差=2.90 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 128.8158 R3\_5 = 279.4093 R4\_5(5 個)= 845.9202 誤  
差=4.64 %

6 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_6(2 個)= 14.5600K Cb\_6(2 個)= 0.9100u 誤差=3.02 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 5.5551K R3\_6 = 1.8349K R4\_6(5 個)= 845.9202 誤  
差=3.69 %



## バンドイジェクト

BE1\_6-20Hz-20KHz-0.asc

バンドエリミネーション・楕円関数 6次 20Hz－20KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  6

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * x_s)$  20 Hz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / x_s)$  20 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < x_s < 31.6228$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

 $F_{p1} = 20.0000 \text{ Hz}$   $F_{p2} = 20.0000 \text{ KHz}$   $attp = 0.1000 \text{ dB}$  $F_{s1} = 30.0000 \text{ Hz}$   $F_{s2} = 13.3333 \text{ KHz}$   $atts = 57.86 \text{ dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	18.3780K	14.3796G	7.5898	0	4.8525G
		Fc=	19.0851K	Q = 6.5249	GB 積= 12.4528Meg
2	20.1824	17.3418K	0.3375	0	131.6205K
		Fc=	20.9588	Q = 6.5249	GB 積= 13.6754K
3	87.7243K	19.8825G	1.6297	0	6.5724G
		Fc=	22.4417K	Q = 1.6074	GB 積= 3.6072Meg
4	69.6737	12.5421K	0.3306	0	20.4398K
		Fc=	17.8240	Q = 1.6074	GB 積= 2.8650K
5	340.0396K	43.7766G	2.1691	0	14.4595G
		Fc=	33.2998K	Q = 0.6153	GB 積= 2.0490Meg
6	122.6611	5.6964K	0.3303	0	12.3557K
		Fc=	12.0121	Q = 0.6153	GB 積=739.1124

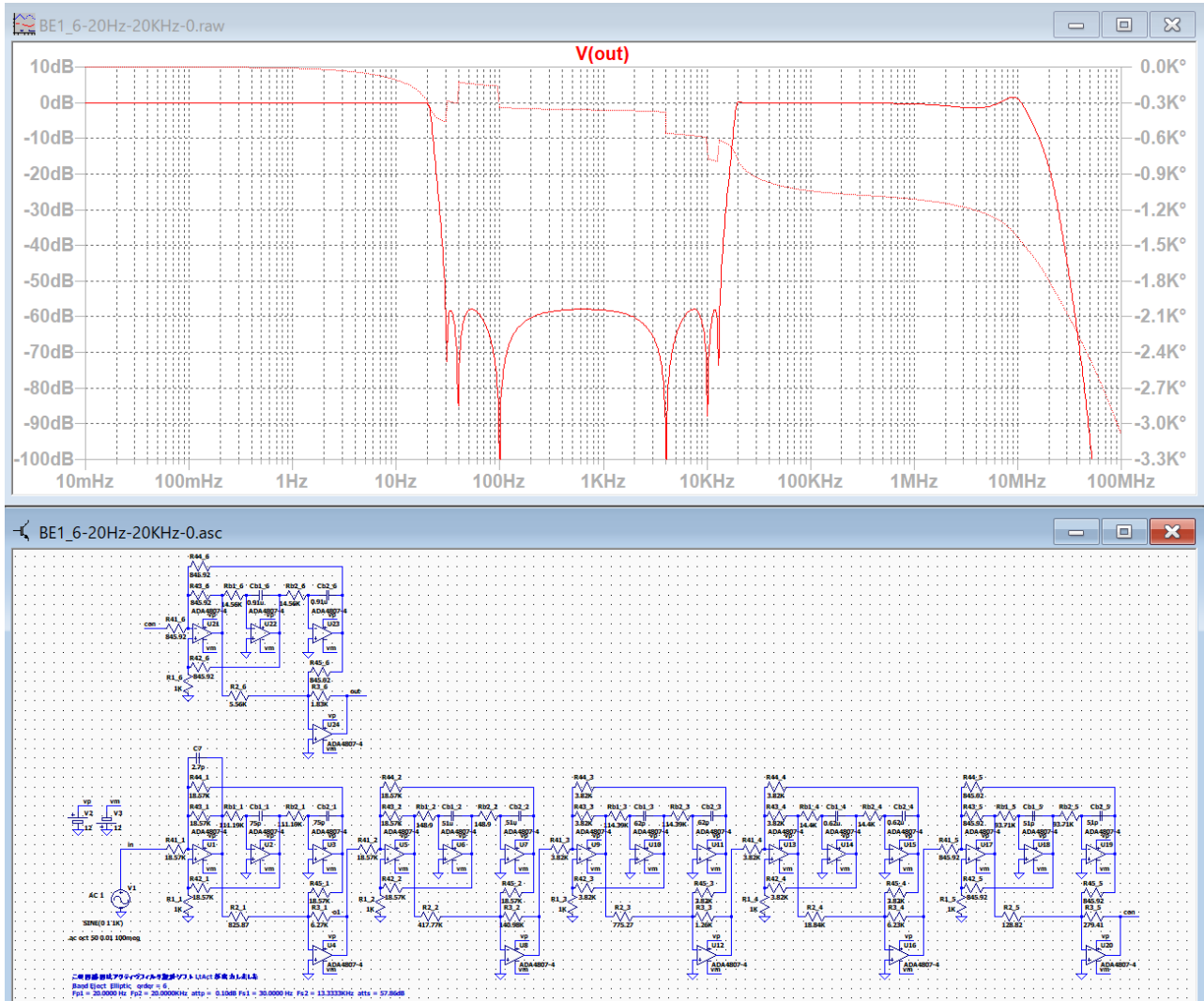
楕円関数

BE1\_6-20Hz-20KHz-0.asc

## バンドプロジェクト

## 完成した回路図

BE1\_6-20Hz-20KHz-0.asc



第2ブロックのコンデンサの値が参照モード1の100倍（0.51u → 51u）になっていますが、周波数特性はほとんど同じ結果が得られました。

参照モード0でも、C7 = 2.7pによりピークを調整できました。

## バンドプロジェクト

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_6-20Hz-20KHz-0.asc 作成日時 Wed Feb 03

18:48:29 2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp1 = 20.0000 Hz Fp2 = 20.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 30.0000 Hz Fs2 = 13.3333KHz atts = 57.86dB

1 (et1) 「HP3-1-0」 Rb\_1(2 個)=111.1899K Cb\_1(2 個)= 75.0000p 誤差=1.07 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 825.8722 R3\_1 = 6.2682K R4\_1(5 個)= 18.5747K 誤差=3.36 %

2 (et1) 「LP3-0-0」 Rb\_2(2 個)=148.8961 Cb\_2(2 個)= 51.0000u 誤差=0.74 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 417.7651K R3\_2 = 140.9786K R4\_2(5 個)= 18.5747K 誤差=7.69 %

3 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_3(2 個)=114.3861K Cb\_3(2 個)= 62.0000p 誤差=3.83 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 775.2671 R3\_3 = 1.2635K R4\_3(5 個)= 3.8221K 誤差=4.81 %

4 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_4(2 個)= 14.4020K Cb\_4(2 個)= 0.6200u 誤差=4.15 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 18.8432K R3\_4 = 6.2289K R4\_4(5 個)= 3.8221K 誤差=4.94 %

5 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_5(2 個)= 93.7149K Cb\_5(2 個)= 51.0000p 誤差=2.90 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 128.8158 R3\_5 = 279.4093 R4\_5(5 個)= 845.9202 誤差=4.64 %

6 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_6(2 個)= 14.5600K Cb\_6(2 個)= 0.9100u 誤差=3.02 %

6 R1\_6 = 1.0000K R2\_6 = 5.5551K R3\_6 = 1.8349K R4\_6(5 個)= 845.9202 誤差=3.69 %

## LtAct ver.2.60 追加実験

## LtAct ver.2.60 追加実験

作成した回路図の周波数特性を改善するヒントを求めて、追加実験を行いました。

実験データは「LtAct ver.2.70」をインストールしたフォルダの「OP のテストデータ」→「LtAct Ver.2.10 設計例」→「LtAct ver260 追加実験」に収納してあります。

## LP1\_5-100KHz-LtAct

ローパス・バターワース 5 次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ

遮断特性 バターワース

設計するフィルタの次数  $m (<=58)$  5

カットオフ周波数  $F_c$  100 KHz

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s / F_c$  1.5 倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Butterworth 次数=5

$F_p = 100.0000 \text{ KHz}$   $att_p = 3.0103 \text{ dB}$   $F_s = 150.0000 \text{ KHz}$   $atts = 17.68 \text{ dB}$

1 次式の形式

$$P1 * s + P2$$

$H_0 = \text{-----}$

$$s + P_0$$

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

$H_n = \text{-----}$

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

1 次式

$$P_0 = 628.3185 \text{ K} \quad P_1 = 0 \quad P_2 = 628.3185 \text{ K}$$

2 次式

n	$Pn\_0$	$Pn\_1$	$Pn\_2$	$Pn\_3$	$Pn\_4$
1	388.3222 K	394.7842 G	0	0	394.7842 G
		$F_c = 100.0000 \text{ K}$	$Q = 1.6180$	$GB \text{ 積} = 16.1803 \text{ Meg}$	
2	1.0166 Meg	394.7842 G	0	0	394.7842 G
		$F_c = 100.0000 \text{ K}$	$Q = 0.6180$	$GB \text{ 積} = 6.1803 \text{ Meg}$	

LtAct ver.2.60 追加実験

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_5-100KHz-Ltact.asc 作成日時 Mon Feb 15

16:30:11 2021

アナログ Low Pass Butterworth 次数=5

参照モード=0

Fp =100.0000KHz attp = 3.0103dB Fs =150.0000KHz atts = 17.68dB

1 次のフィルタ回路

1(lp1) R1\_1 = 159.1549K C1\_1 = 10.0000p 誤差 = 0.53 %

2 (LP1) 「LP1-2-1」 C1\_2 = 1.0000n C2\_2 = 47.0000p

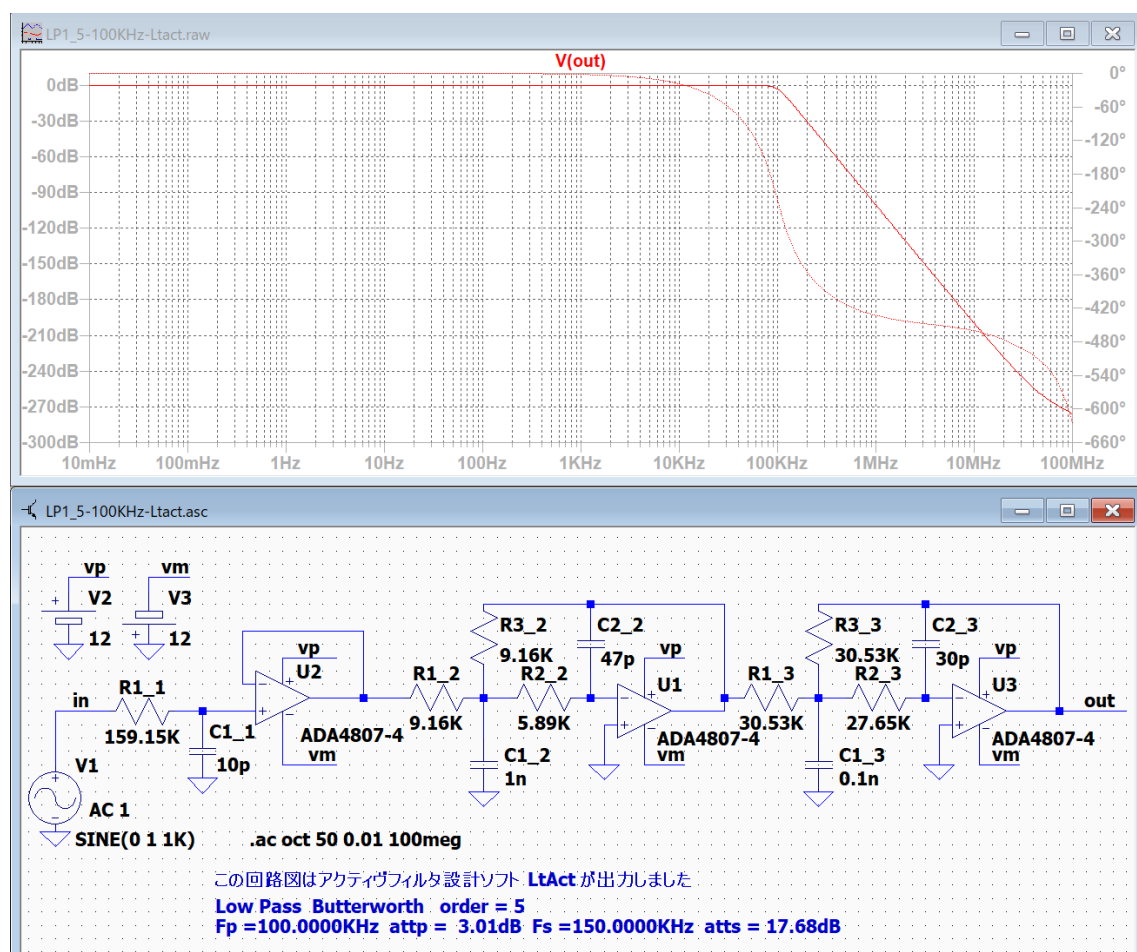
R1\_2 = R3\_2 = 9.1564K R2\_2 = 5.8860K 誤差 = 4.90 %

3 (LP1) 「LP1-2-2」 C1\_3 = 0.1000n C2\_3 = 30.0000p

R1\_3 = R3\_3 = 30.5337K R2\_3 = 27.6528K 誤差 = 2.94 %

完成した回路図

LP1\_5-100KHz-Ltact.asc



LP1\_5-100KHz-LtAct

完成した回路図

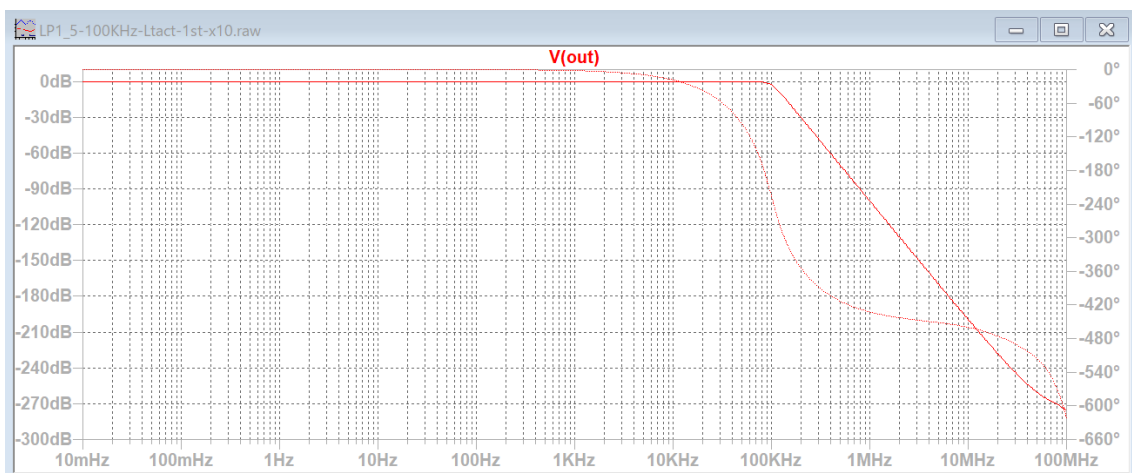
LP1\_5-100KHz-Ltact.asc の周波数特性は 100KHz から 100MHz まで直線的に減衰量が増加しています。

周波数特性は C1\_1, C1\_2 および C1\_3 により決定されます。

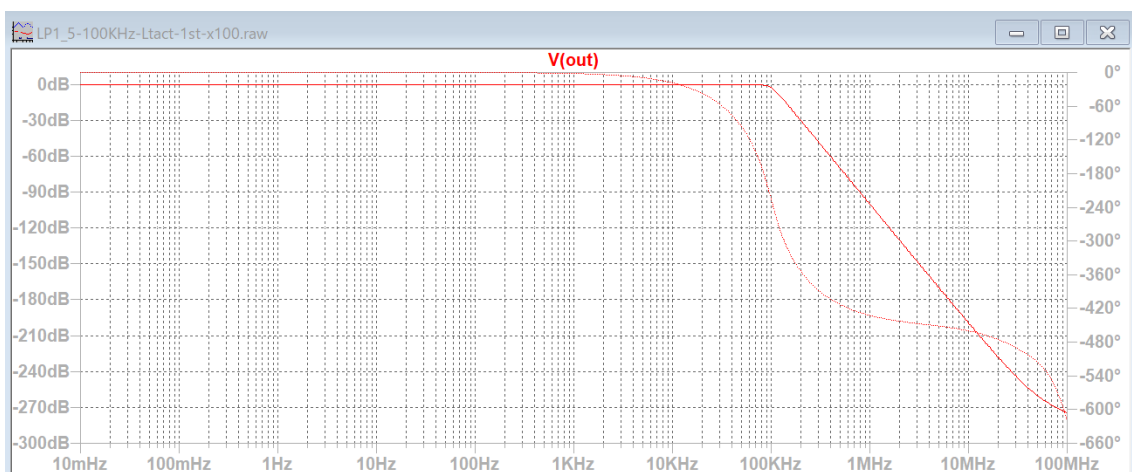
この実験では、C1\_1 を 10 倍から 1000 万倍まで増加した時の特性の変化を確認します。  
次に、C1\_2 と C1\_3 を 10 倍からローパスとして機能しなくなるまで確認します。

### C1\_1 を増加する場合

10 倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-1st-x10.asc    LP1\_5-100KHz-Ltact.asc とほぼ同じ

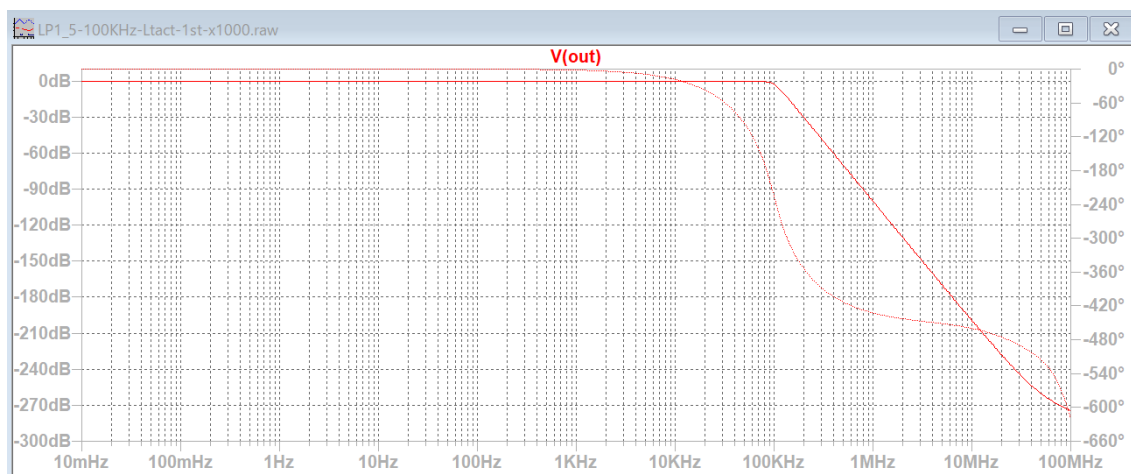


100 倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-1st-x100.asc    LP1\_5-100KHz-Ltact.asc とほぼ同じ

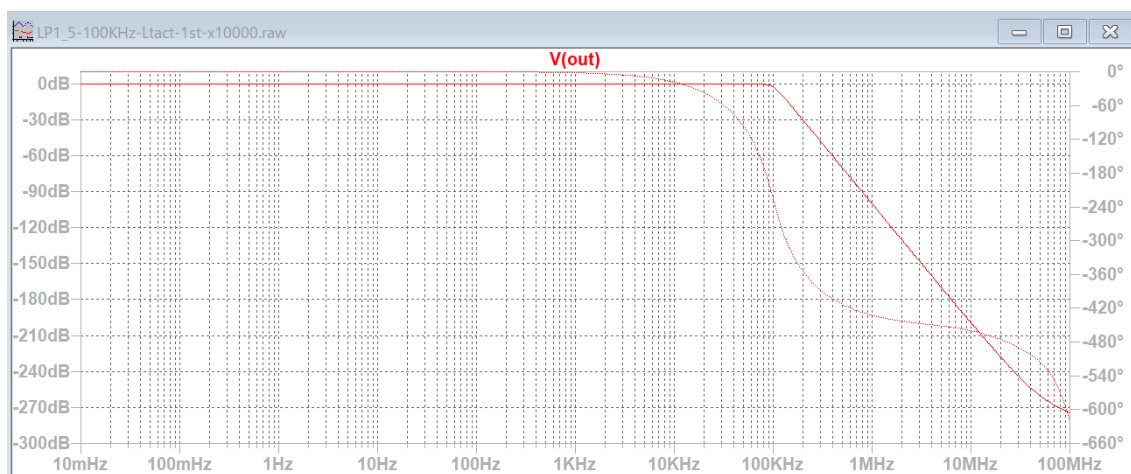


LtAct ver.2.60 追加実験

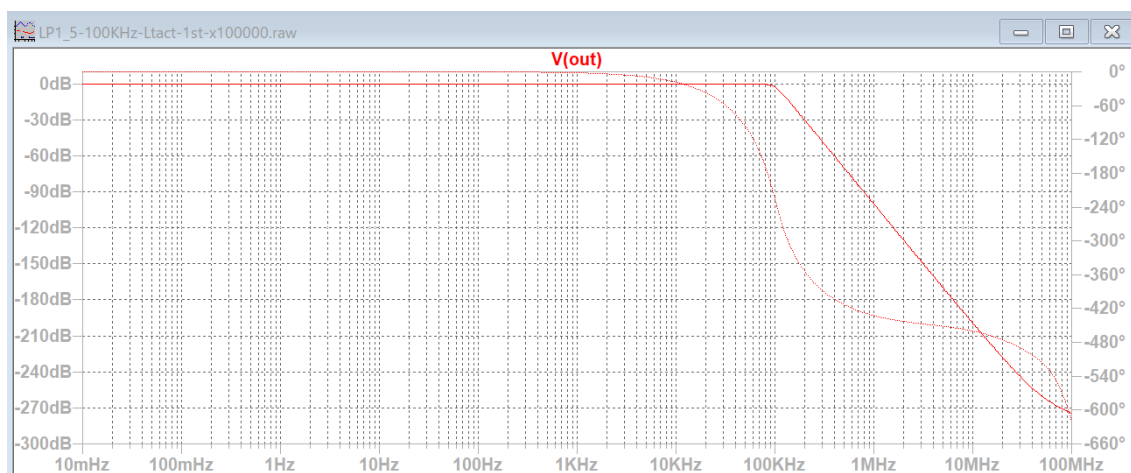
1000 倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-1st-x1000.asc LP1\_5-100KHz-Ltact.asc とほぼ同じ



1 万倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-1st-x10000.asc LP1\_5-100KHz-Ltact.asc とほぼ同じ



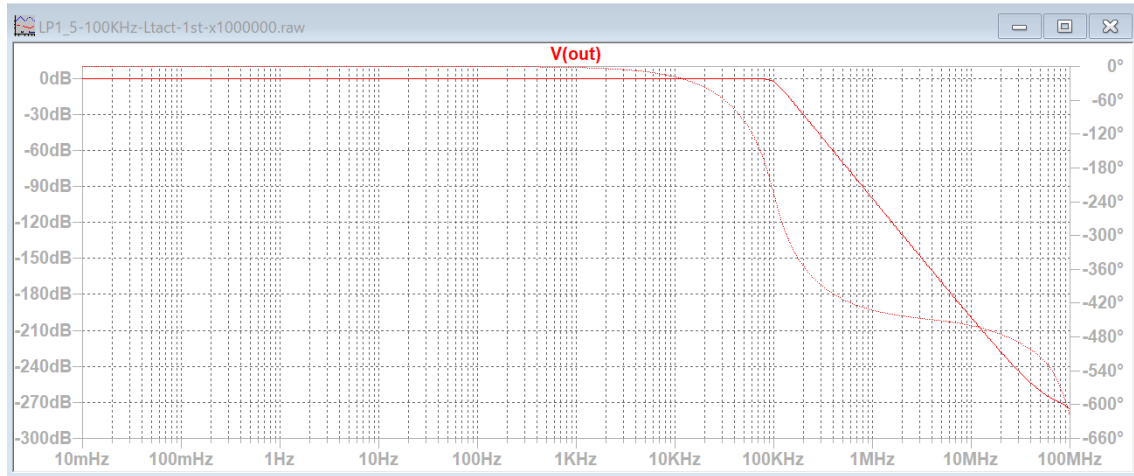
10 万倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-1st-x100000.asc LP1\_5-100KHz-Ltact.asc とほぼ同じ



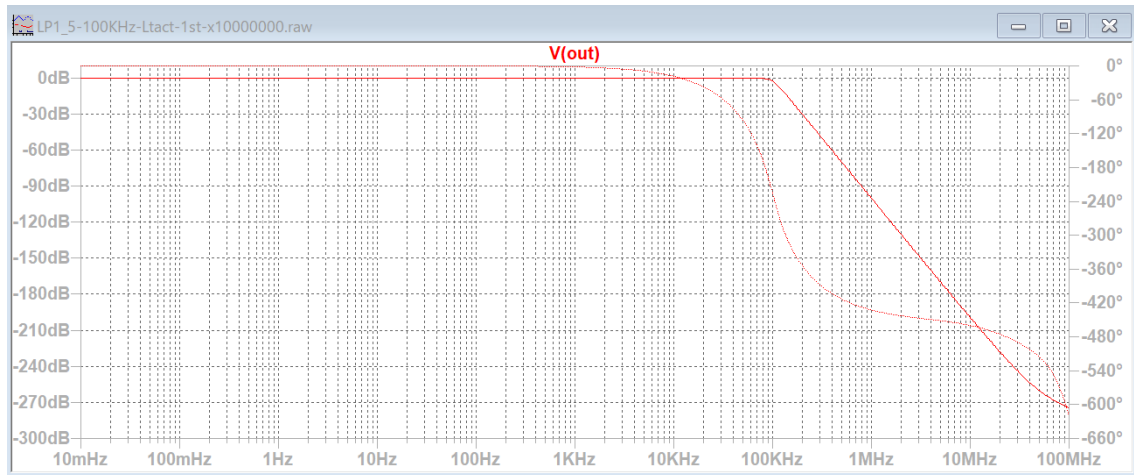
LP1\_5-100KHz-LtAct

C1\_1 を増加する場合

100 万倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-1st-x1000000.asc LP1\_5-100KHz-Ltact とほぼ同じ



1000 万倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-1st-x10000000.asc LP1\_5-100KHz-Ltact とほぼ同じ



第 1 ブロックの C1\_1 を LP1\_5-100KHz-Ltact.asc の値の 10 倍から 1000 万倍まで増加して周波数特性の変化を調べましたが、ほとんど変化しないことが分かりました。

第 1 ブロックでは  $R=R1_1$  と  $C=C1_1$  によってカットオフ周波数を決定しており、この  $R$  と  $C$  はオペアンプのフィードバックループに含まれていません。

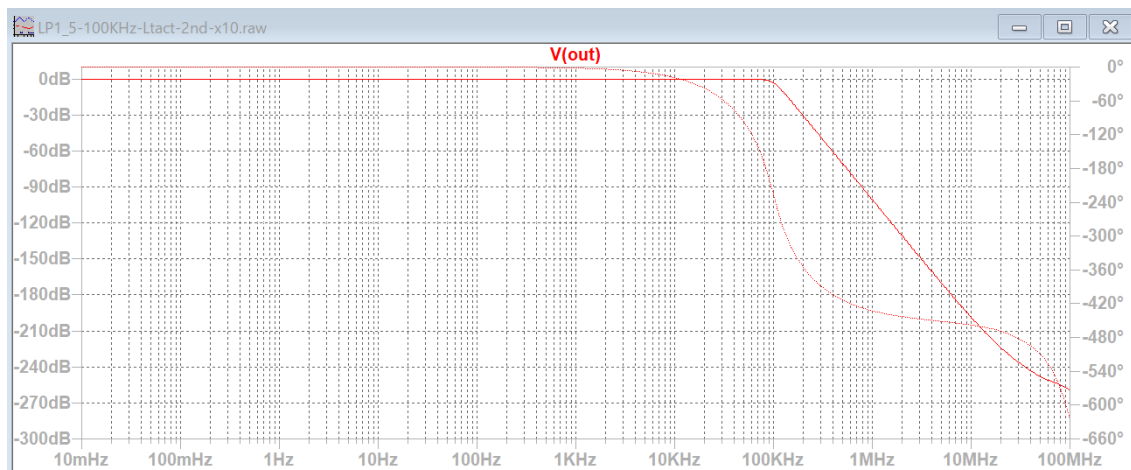
第 1 ブロックの伝達関数は、 $\frac{1}{1+s \cdot C \cdot R}$  になります。オペアンプには  $C$  を充放電するパワーが必要ないので、周波数特性に影響が少ないと考えます。



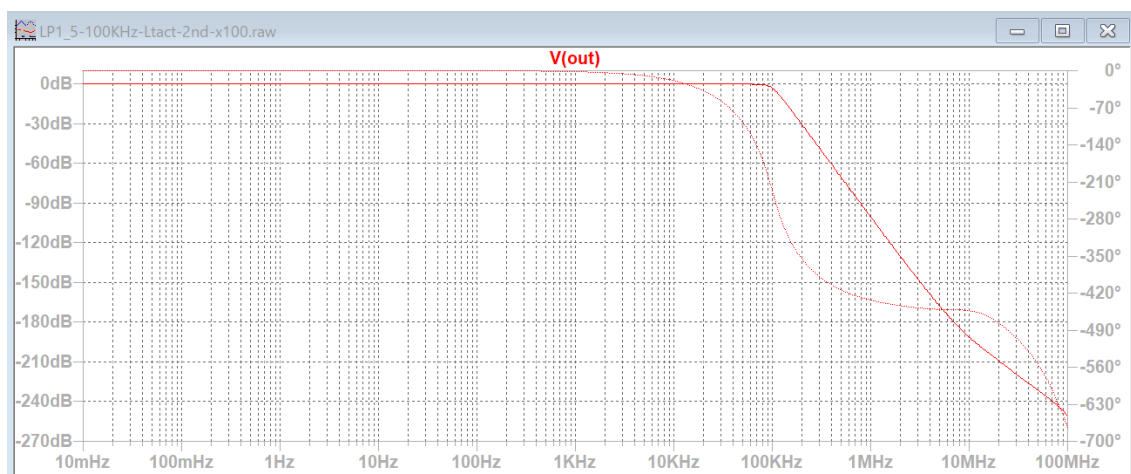
第2ブロックの C1\_2 はオペアンプのフィードバックループに含まれているので、第1ブロックの場合とは異なる結果が得られると考えられます。

### C1\_2 を増加する場合

10 倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-2nd-x10.asc 40MHz 付近から減衰量が減り始める

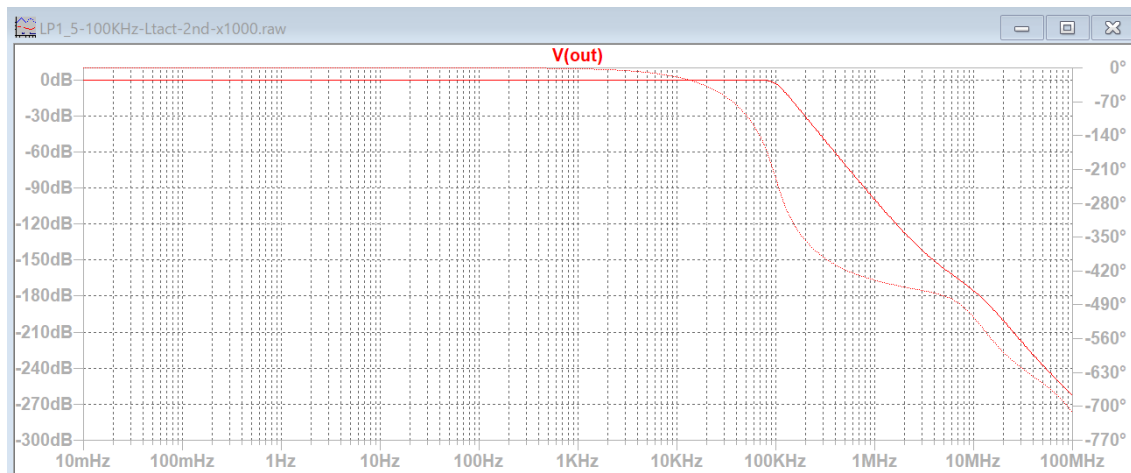


100 倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-2nd-x100.asc 10MHz 付近から減衰量が減り始める

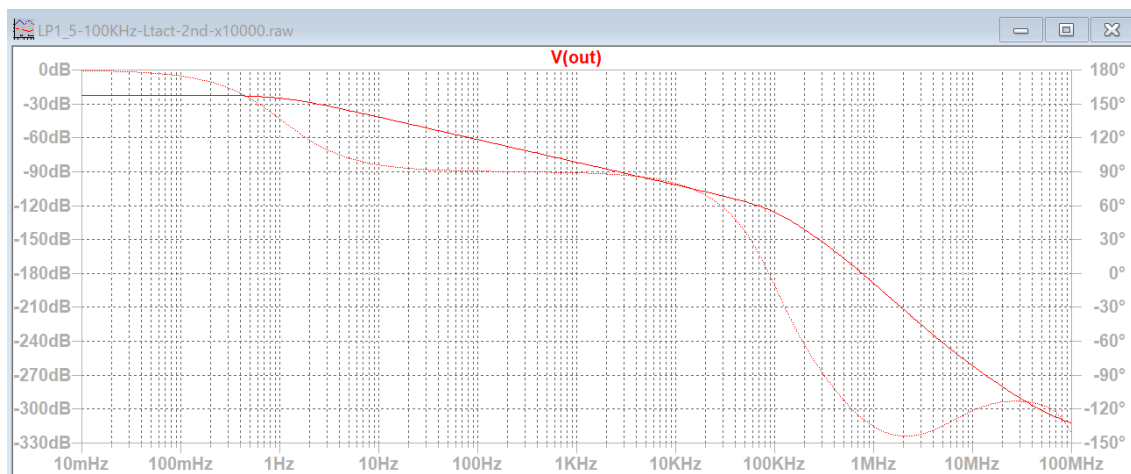


LtAct ver.2.60 追加実験

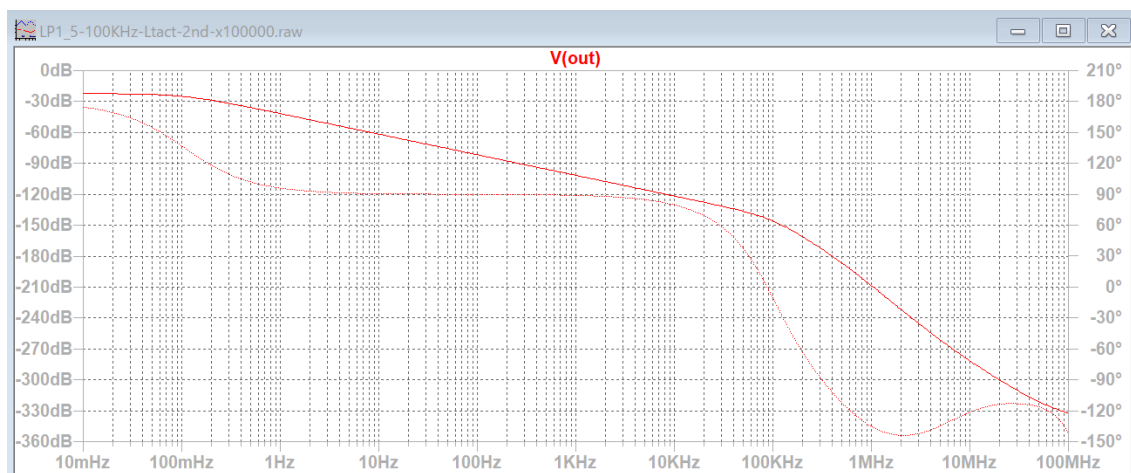
1000 倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-2nd-x1000.asc 4MHz 付近から減衰量が減り始める



1 万倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-2nd-x10000.asc 正常に動作しない



10 万倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-2nd-x100000.asc 正常に動作しない

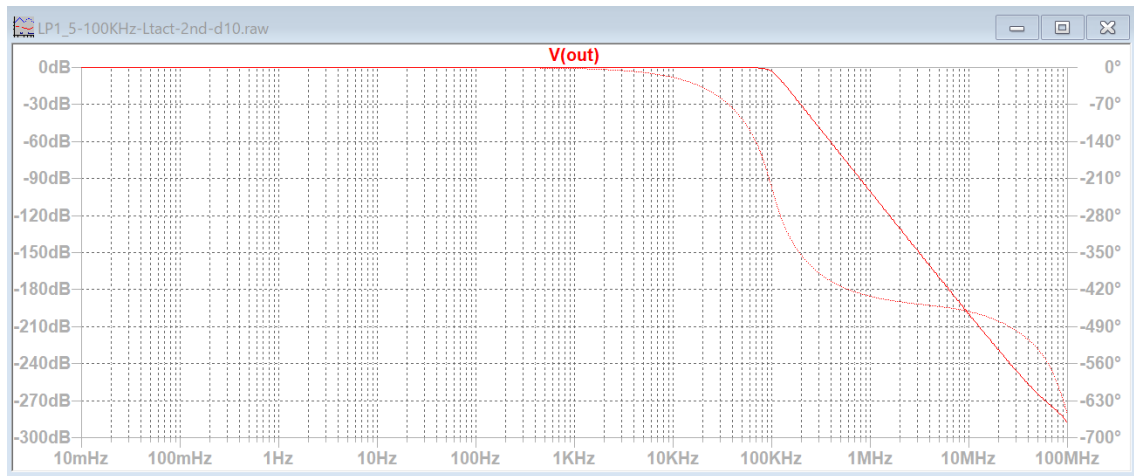


LP1\_5-100KHz-LtAct

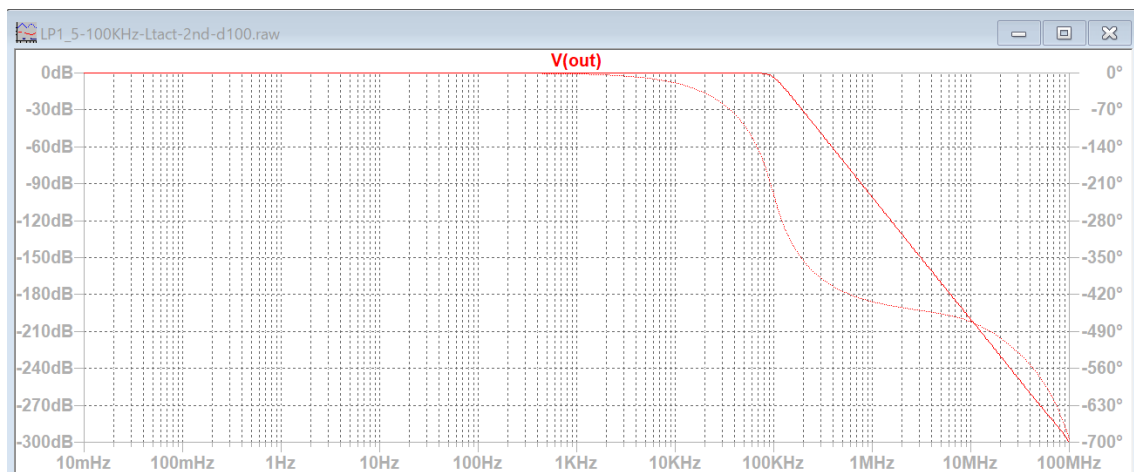
C1\_2 を増加する場合

## C1\_2 を減少する場合

1/10 倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-2nd-d10.asc 50MHz 以上の直線性が向上



1/100 倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-2nd-d100.asc 50MHz 以上の直線性が向上

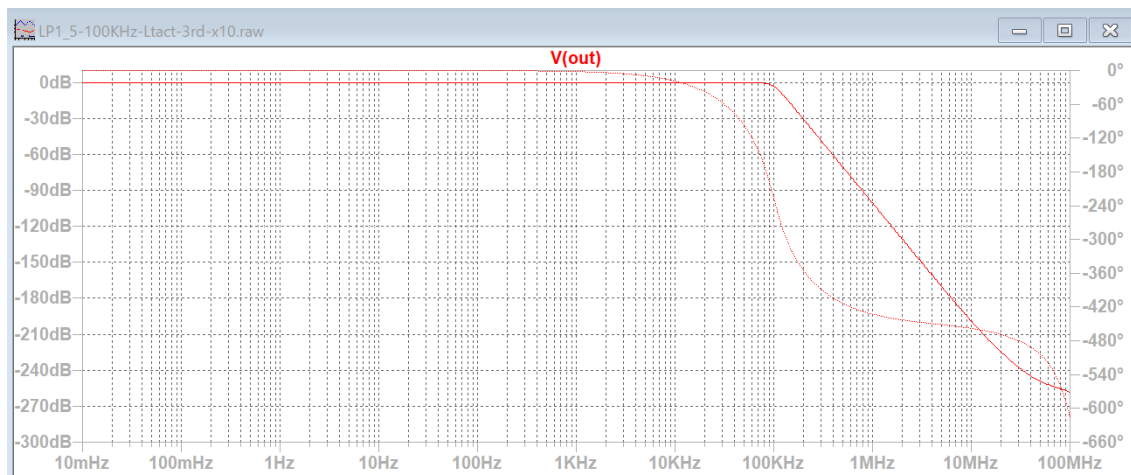


C1\_2 をこれより小さくすると、R1\_2 の値が 1M を越える。

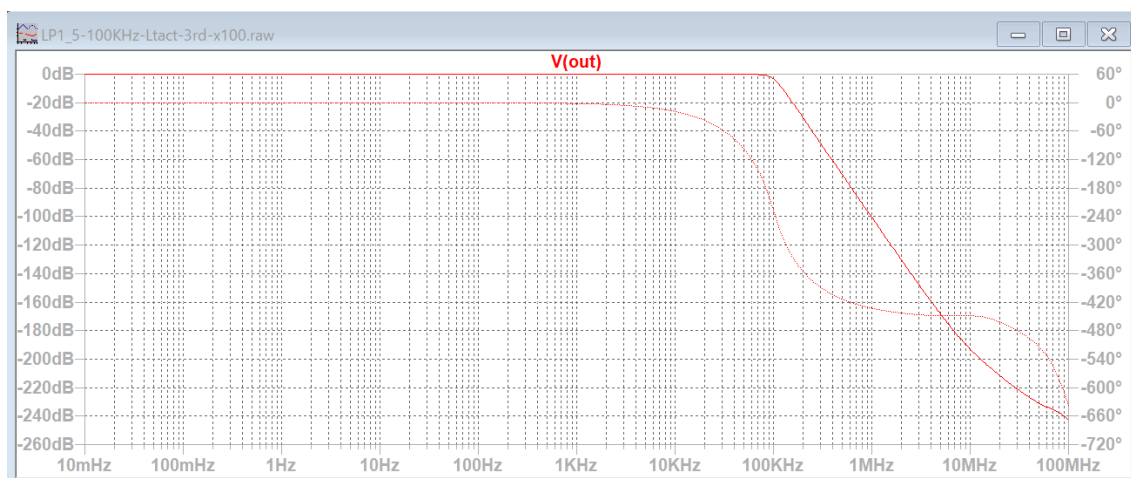
第3ブロックの C1\_3 もオペアンプのフィードバックループに含まれているので、第1ブロックの場合とは異なる結果が得られると考えられます。

### C1\_3 を増加する場合

10 倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-3rd-x10.asc 40MHz 付近から減衰量が減り始める

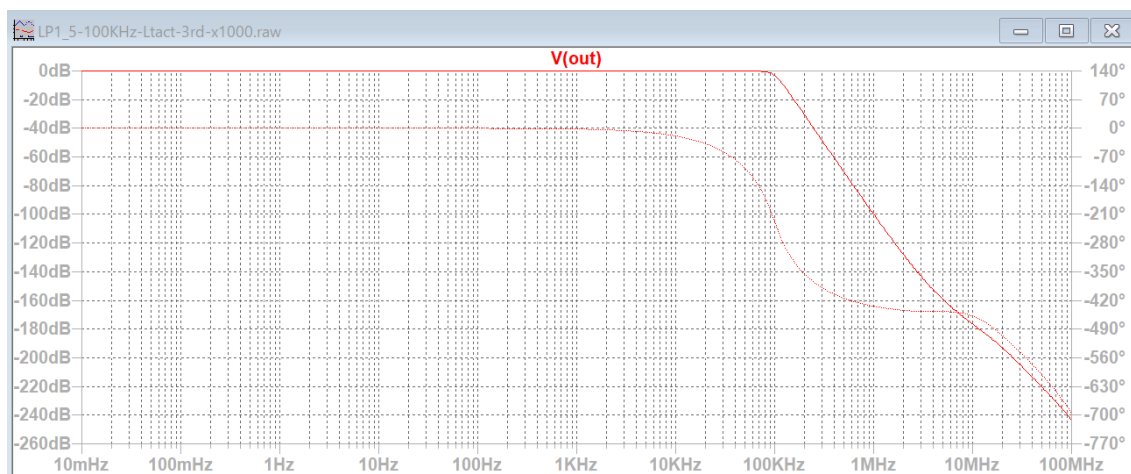


100 倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-3rd-x100.asc 10MHz 付近から減衰量が減り始める

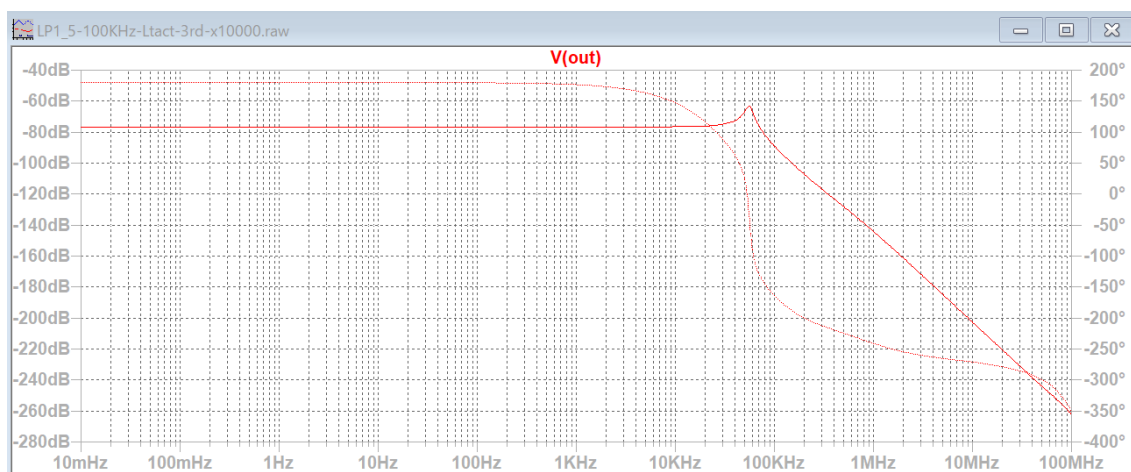


LtAct ver.2.60 追加実験

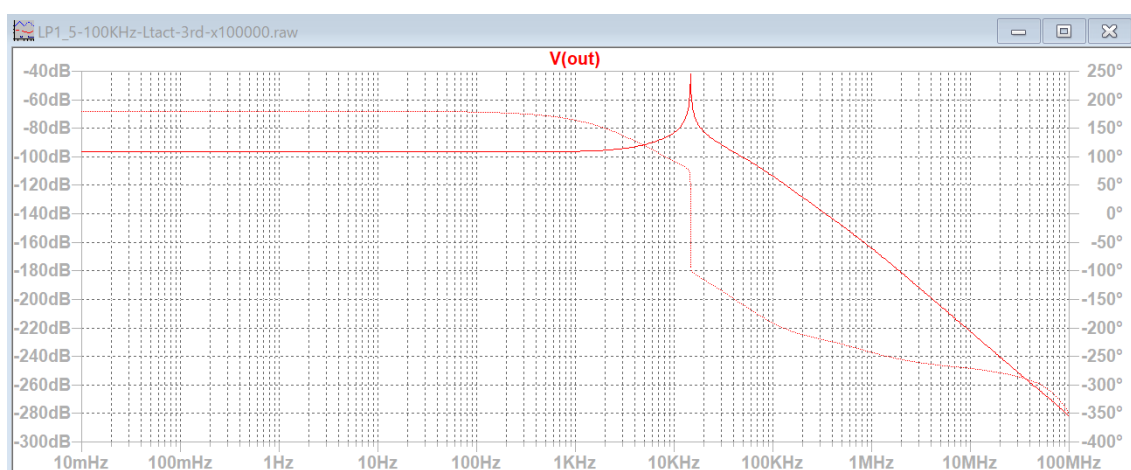
1000 倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-3rd-x1000.asc 4MHz 付近から減衰量が減り始める



10000 倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-3rd-x10000.asc 正常に動作しない



100000 倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-3rd-x100000.asc 正常に動作しない

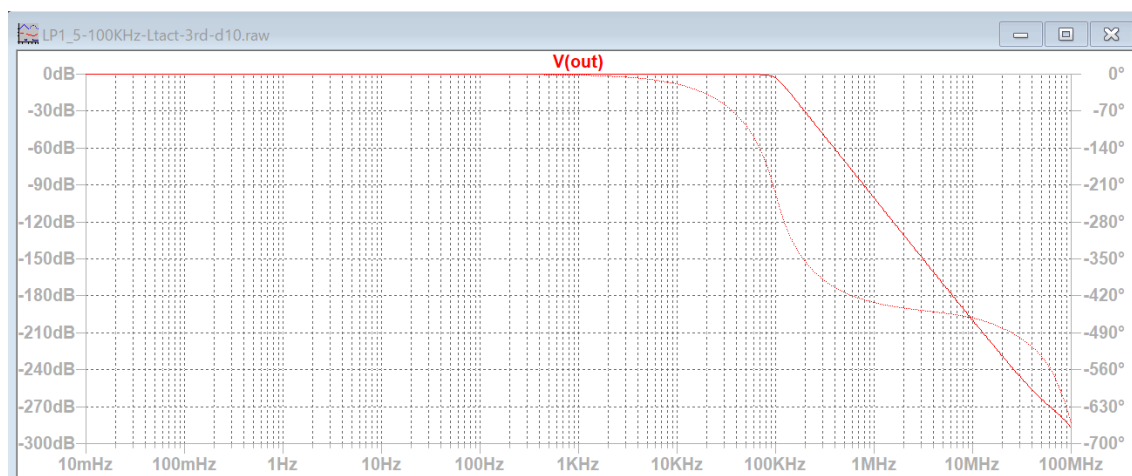


LP1\_5-100KHz-LtAct

C1\_3 を増加する場合

## C1\_3 を減少する場合

1/10 倍 LP1\_5-100KHz-Ltact-3rd-d10.asc 50MHz 以上の直線性が向上



C1\_3 をこれより小さくすると、R1\_3 の値が 1M を越える。

## 実験結果のまとめ

1. 基本回路 LP1\_5-100KHz では、1 次 lp1 の C1\_1 は LtAct ver.2.60 が表示する候補値の値からその 1000 万倍まで増加しても周波数特性は変化しない。ただし、R1\_1 は 100 以上で上限は 1M 程度の範囲で設定するのが良い。
2. 基本回路 LP1\_5-100KHz では、2 次 LP1 の C1\_2（または C1\_3 など）は LtAct ver.2.60 が表示する候補値の値より大きくすると、遮断域の直線性が劣化する。
3. 基本回路 LP1\_5-100KHz では、2 次 LP1 の C1\_2（または C1\_3 など）は LtAct ver.2.60 が表示する候補値の値より小さくすると、遮断域の直線性が向上する。しかし、C1\_2（または C1\_3 など）に接続する R1\_2（または R1\_3 など）の上限は 1M 程度として設定するのが良い。

## LP1\_9-100KHz

ローパス・チェビシェフ 9次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	チェビシェフ
設計するフィルタの次数 m(<=58)	9		
カットオフ周波数 Fc	100	KHz	
周波数Fcにおける減衰量又はリップル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

「LtAct ver.2.80」から「伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値」に奇数次数のローパス及びハイパスフィルタの 1 次フィルタのカットオフ周波数を追加しました。そして、カットオフ周波数 Fc と GB 積に Hz の単位を追加しました。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=9

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs=150.0000KHz atts = 52.89dB

1 次式の形式

$$P1 * s + P2$$

H0 = -----

$$s + P0$$

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

1 次式

P0 = 182.5021K P1 = 0 P2 = 182.5021K Fc= 29.0461KHz

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	63.3823K	416.1870G	0	0	416.1870G
	Fc= 102.6749KHz		Q = 10.1783	GB 積=104.5058MegHz	
2	182.5021K	329.3952G	0	0	329.3952G
	Fc= 91.3437KHz		Q = 3.1448	GB 積= 28.7256MegHz	
3	279.6095K	196.4223G	0	0	196.4223G
	Fc= 70.5368KHz		Q = 1.5851	GB 積= 11.1804MegHz	
4	342.9918K	79.4880G	0	0	79.4880G
	Fc= 44.8715KHz		Q = 0.8220	GB 積= 3.6884MegHz	

LP1\_9-100KHz



LtAct ver.2.60 追加実験

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP1\_9-100KHz.asc 作成日時 Fri Mar 26 04:40:37 2021

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=9

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =150.0000KHz atts = 52.89dB

1 次のフィルタ回路

1(lp1) R1\_1 = 54.7939K C1\_1 = 0.1000n 誤差 = 2.20 %

2 (LP1) 「LP1-2-0」 C1\_2 = 1.0000n C2\_2 = 1.2000p

R1\_2 = R3\_2 = 58.7676K R2\_2 = 34.0716K 誤差 = 5.66 %

3 (LP1) 「LP1-1-1」 C1\_3 = 1.0000n C2\_3 = 12.0000p

R1\_3 = R3\_3 = 17.8929K R2\_3 = 14.1391K 誤差 = 6.12 %

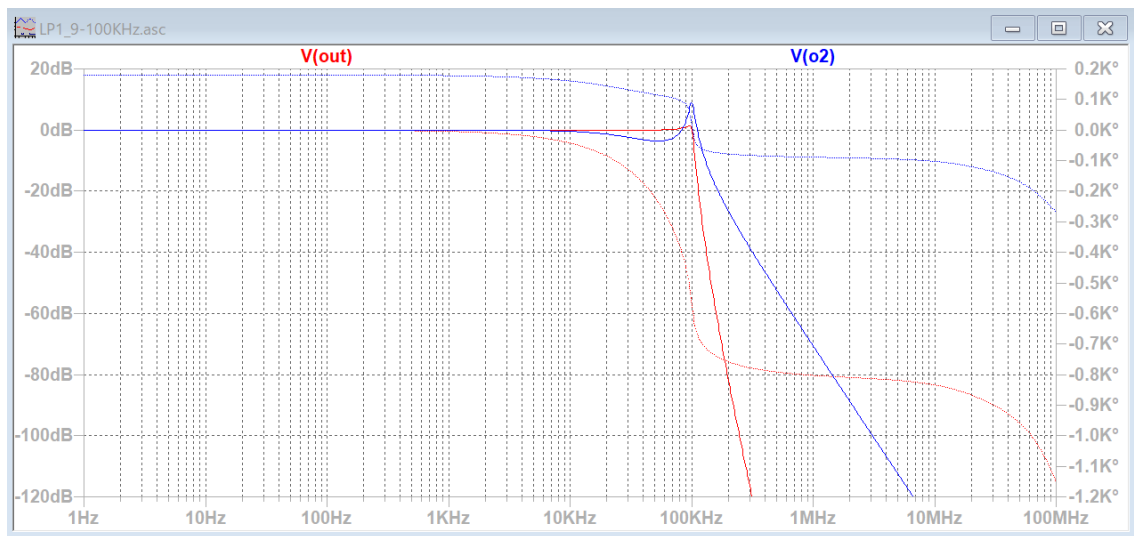
4 (LP1) 「LP1-1-1」 C1\_4 = 1.0000n C2\_4 = 47.0000p

R1\_4 = R3\_4 = 11.5812K R2\_4 = 9.3531K 誤差 = 4.52 %

5 (LP1) 「LP1-1-2」 C1\_5 = 0.1000n C2\_5 = 18.0000p

R1\_5 = R3\_5 = 100.1529K R2\_5 = 69.7850K 誤差 = 2.56 %

周波数特性 LP1\_9-100KHz.asc



第2ブロックの出力にピークが発生しています。

C2\_2 = 1.2000p と C2\_3 = 12.0000p をそれぞれ 24p に増加するために、C1\_2 = 1.0000n を 20 倍に、C1\_3 = 1.0000n を 2 倍に設定してみます。

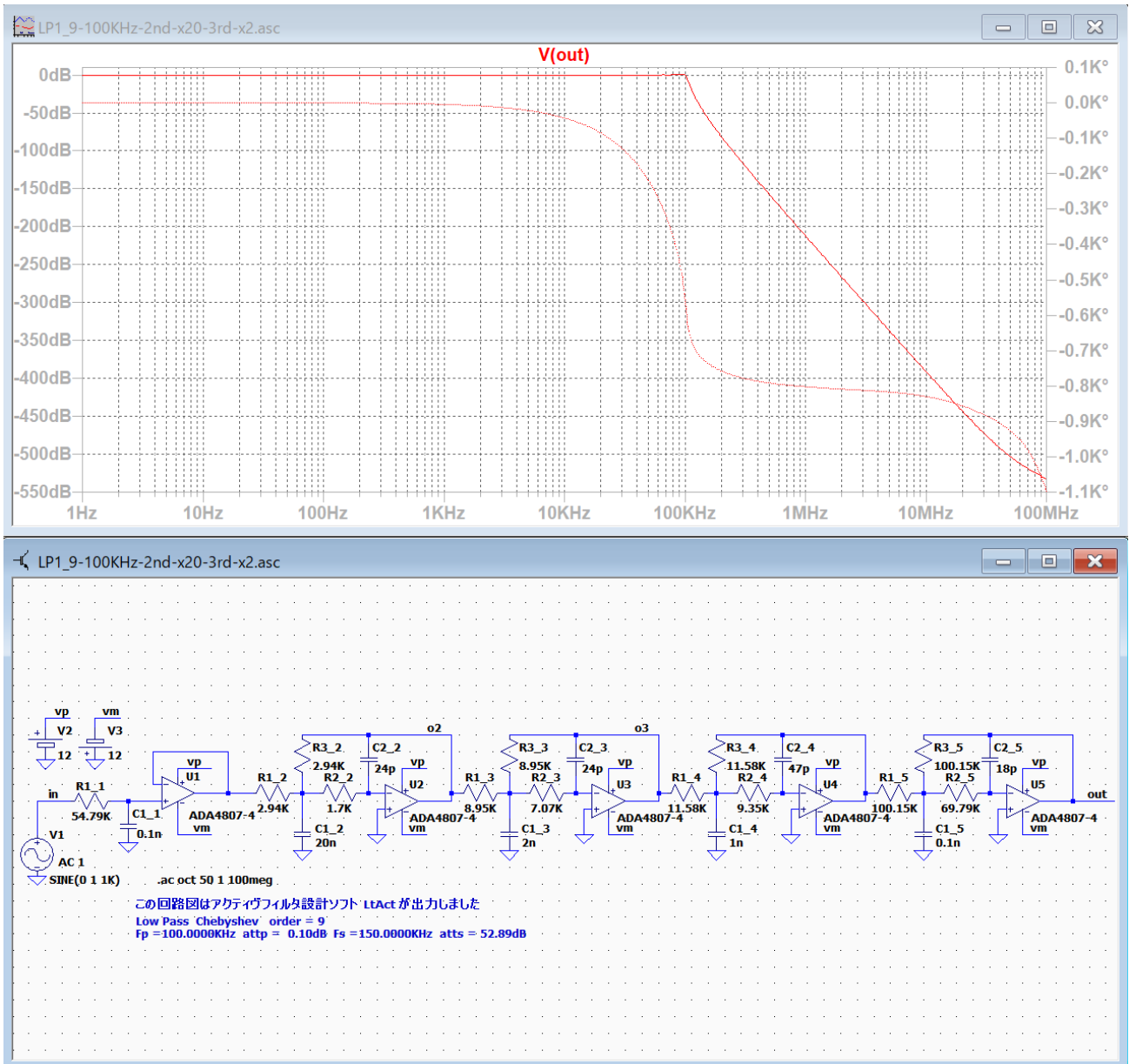
LP1\_9-100KHz



LtAct ver.2.60 追加実験

完成した回路図

LP1\_9-100KHz-2nd-x20-3rd-x2.asc



100KHz 付近のピークが消えました。

LP1\_9-100KHz

完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

## LP2\_4-100KHz-LtAct

ローパス・チェビシェフ 4次 100KHz

設計パラメータの入力		遮断特性		チェビシェフ	
フィルタの種類	ローパスフィルタ				
設計するフィルタの次数 m(<=58)	4				
カットオフ周波数 Fc	100			KHz	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1			dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5			倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=4

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs=150.0000KHz atts = 11.42dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	331.9487K	525.0753G	0	0	525.0753G

Fc= 115.3270K Q = 2.1829 GB 積= 25.1751Meg

2	801.3950K	245.9208G	0	0	245.9208G
---	-----------	-----------	---	---	-----------

Fc= 78.9256K Q = 0.6188 GB 積= 4.8839Meg

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP2\_4-100KHz-LtAct.asc 作成日時 Thu Feb 18

06:59:13 2021

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=4

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs=150.0000KHz atts = 11.42dB

1 (LP2) 「LP2-2-1」 C1\_1 = 1.0000n C2\_1 = 51.0000p

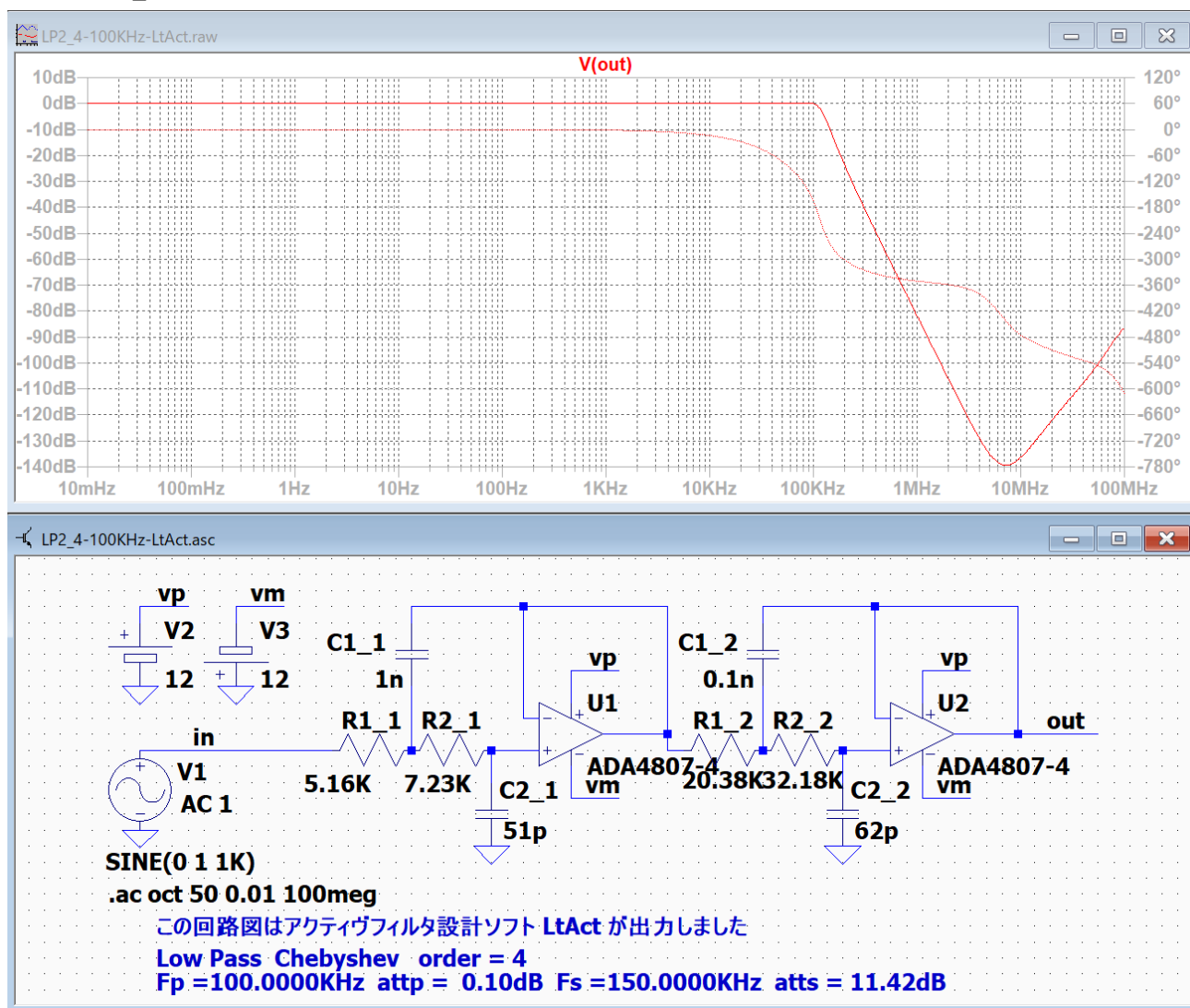
R1\_1 = 5.1627K R2\_1 = 7.2333K 誤差 = 3.88 %

2 (LP2) 「LP2-1-2」 C1\_2 = 0.1000n C2\_2 = 62.0000p

R1\_2 = 20.3820K R2\_2 = 32.1785K 誤差 = 3.17 %

LP2\_4-100KHz-LtAct

LP2 4-100KHz-LtAct.asc

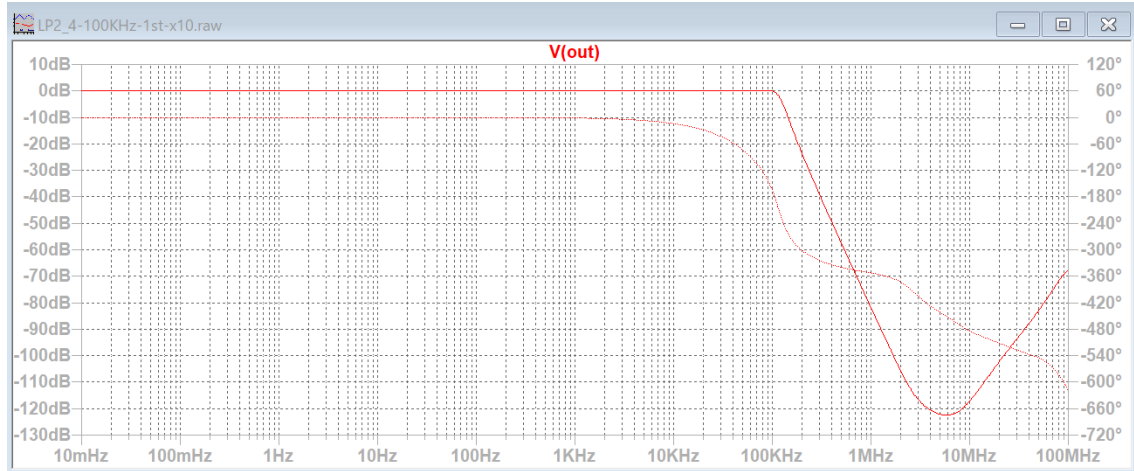


7MHz から減衰量が低下するが、100MHz で-90dB を維持している。

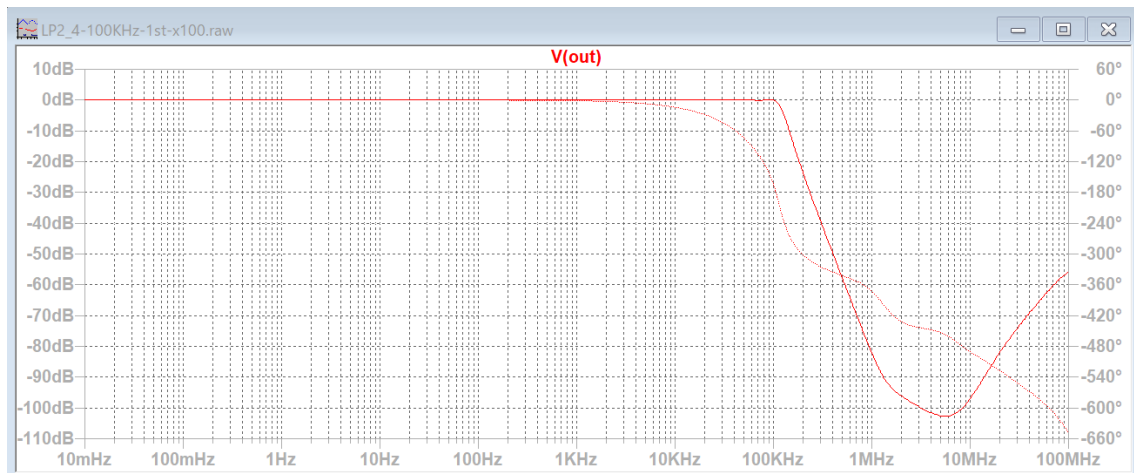
第1ブロックの C1\_1 と第2ブロックの C1\_2 を増減して、周波数特性の変化を調べる。

### C1\_1 を増加する場合

10 倍 LP2\_4-100KHz-1st-x10.asc 阻止域の減衰性能が低下する

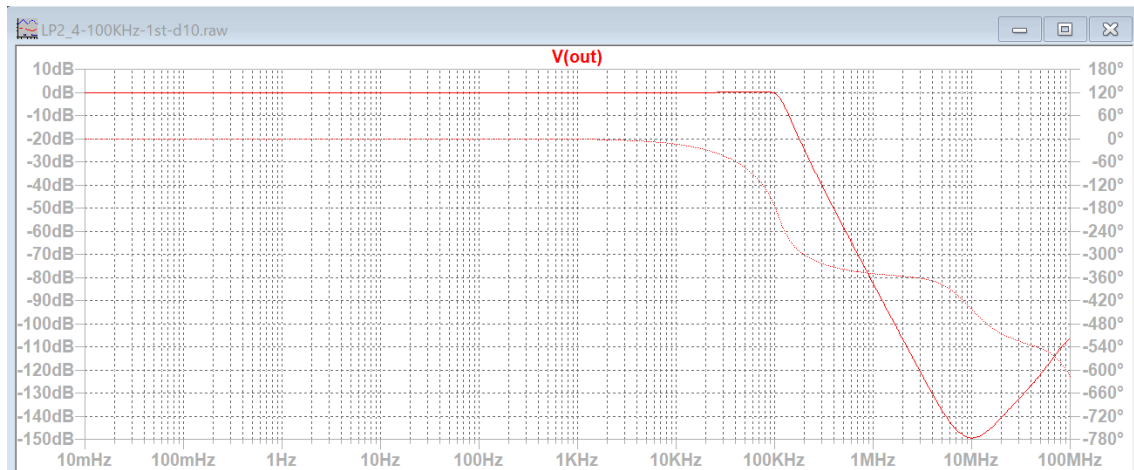


100 倍 LP2\_4-100KHz-1st-x100.asc 阻止域の減衰性能がさらに低下する



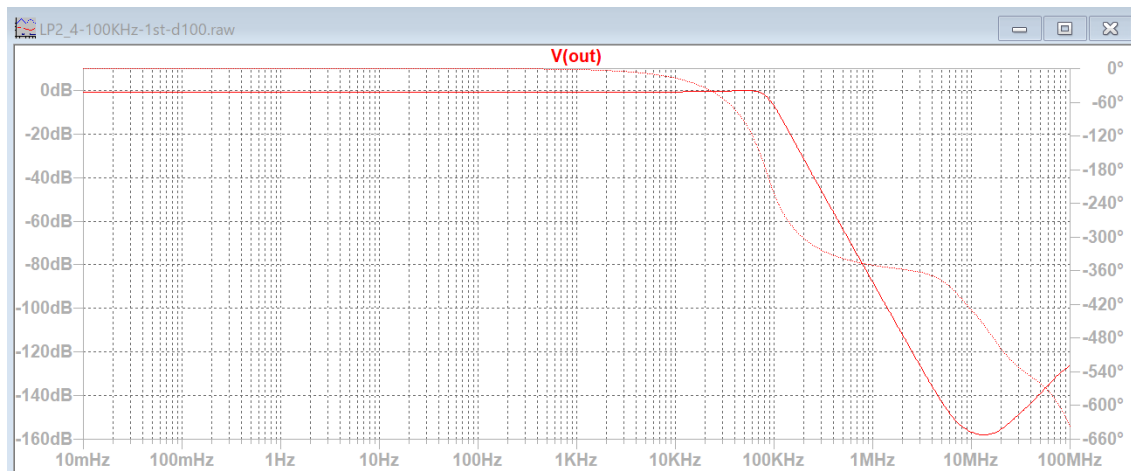
### C1\_1 を減少する場合

1/10 倍 LP2\_4-100KHz-1st-d10.asc 阻止域の減衰性能が向上する



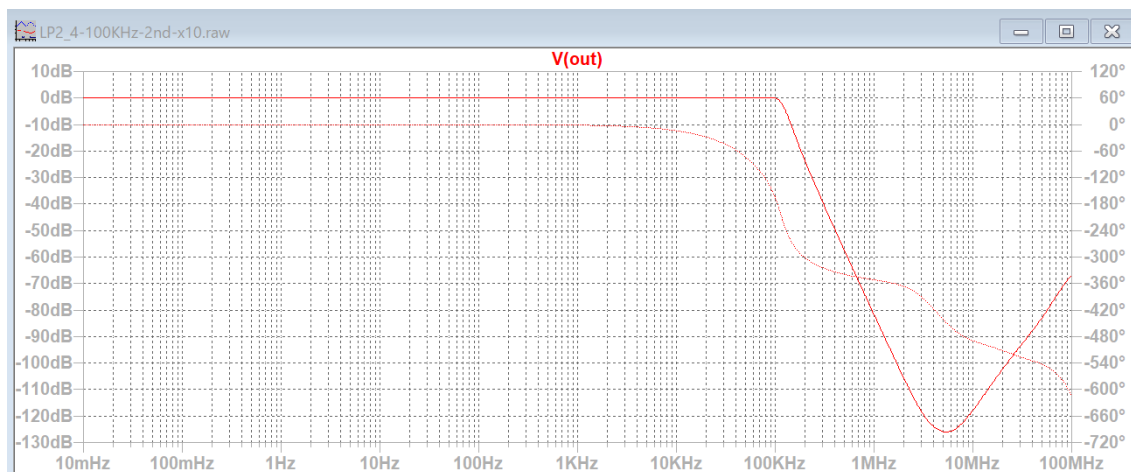
LtAct ver.2.60 追加実験

1/100 倍 LP2\_4-100KHz-1st-d100.asc 阻止域の減衰性能がさらに向上する

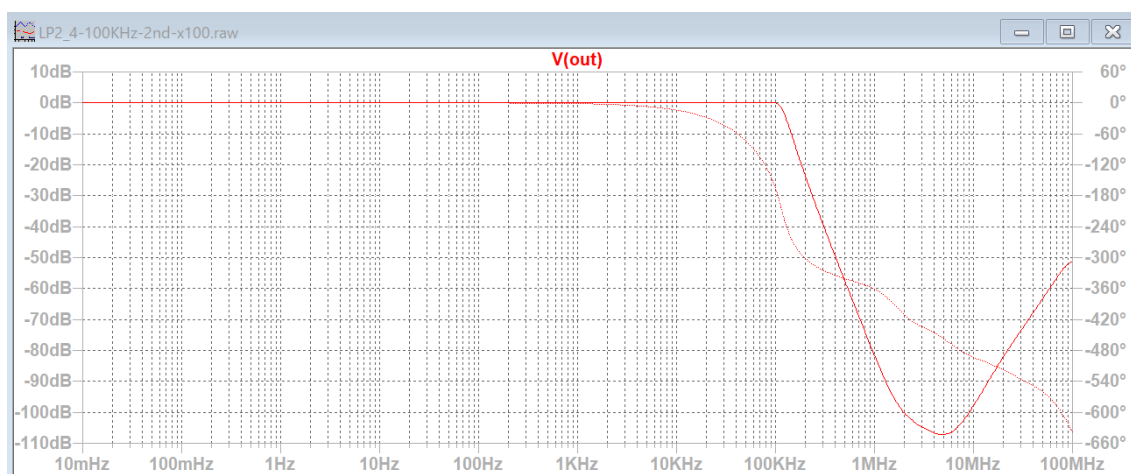


C1\_2 を増加する場合

10 倍 LP2\_4-100KHz-2nd-x10.asc 阻止域の減衰性能が低下する



100 倍 LP2\_4-100KHz-2nd-x100.asc 阻止域の減衰性能がさらに低下する

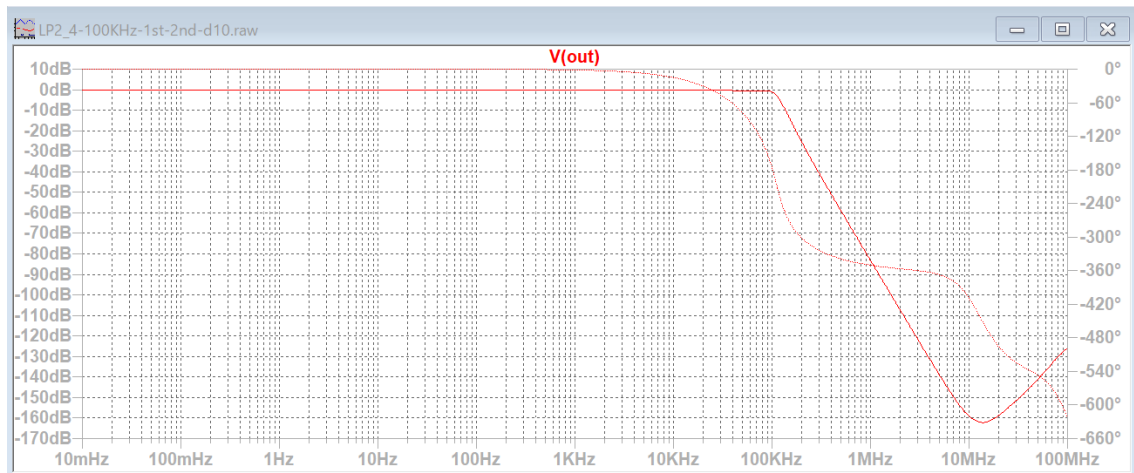


LP2\_4-100KHz-LtAct

C1\_2 を増加する場合

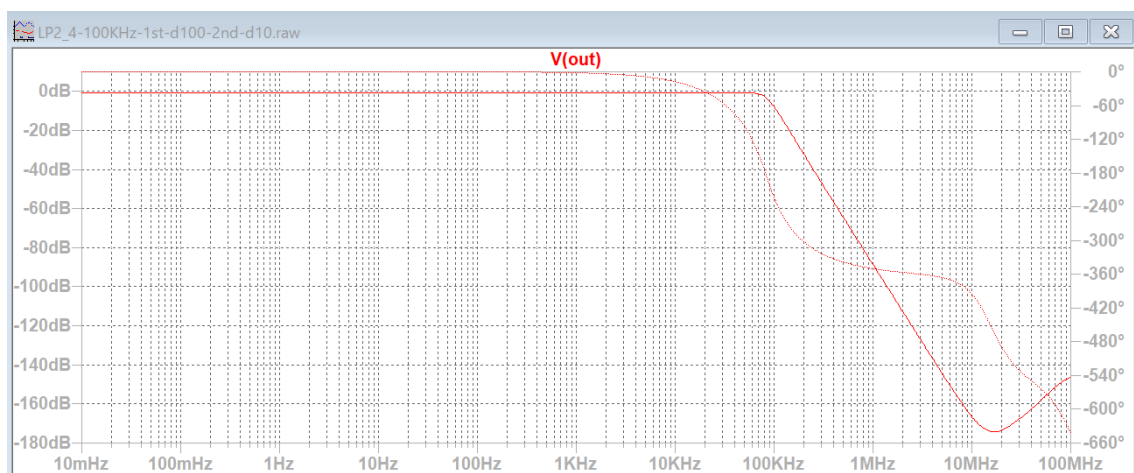
## C1\_1 と C1\_2 を減少する場合

1/10 倍 LP2\_4-100KHz-1st-2nd-d10.asc



C1\_1 と C1\_2 をどちらも 1/10 に減少すると、阻止域の減衰性能が向上する。

1/100 倍 LP2\_4-100KHz-1st-d100-2nd-d10.asc



LP2\_4-100KHz-LtAct.asc では 100KHz のゲインが-0.1dB だったが、  
C1\_1 を 1/100、C1\_2 を 1/10 に減少すると、100KHz のゲインが-7.9dB に変化する。

## 実験結果のまとめ

基本回路 LP2\_4-100KHz では C1\_?を増加すると遮断域の特性が劣化し、C1\_?を減少すると遮断域の特性が向上する。

基本回路 LP2\_4-100KHz で複数ブロックの C1\_?を減少する時は、カットオフ周波数のゲインが狂わない範囲にとどめる必要がある。

## LP2\_9-100KHz

ローパス・チェビシェフ 9次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	チェビシェフ
設計するフィルタの次数 m(<=58)	9		
カットオフ周波数 Fc	100	KHz	
周波数Fcにおける減衰量又はリップル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

「LtAct ver.2.80」から「伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値」に奇数次数のローパス及びハイパスフィルタの 1 次フィルタのカットオフ周波数を追加しました。そして、カットオフ周波数 Fc と GB 積に Hz の単位を追加しました。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=9

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs=150.0000KHz atts = 52.89dB

1 次式の形式

$$P1 * s + P2$$

H0 = -----

$$s + P0$$

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

1 次式

P0 = 182.5021K P1 = 0 P2 = 182.5021K Fc= 29.0461KHz

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	63.3823K	416.1870G	0	0	416.1870G
	Fc= 102.6749KHz		Q = 10.1783	GB 積=104.5058MegHz	
2	182.5021K	329.3952G	0	0	329.3952G
	Fc= 91.3437KHz		Q = 3.1448	GB 積= 28.7256MegHz	
3	279.6095K	196.4223G	0	0	196.4223G
	Fc= 70.5368KHz		Q = 1.5851	GB 積= 11.1804MegHz	
4	342.9918K	79.4880G	0	0	79.4880G
	Fc= 44.8715KHz		Q = 0.8220	GB 積= 3.6884MegHz	

LP2\_9-100KHz

LtAct ver.2.60 追加実験

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP2\_9-100KHz.asc 作成日時 Fri Mar 26 04:47:34 2021

アナログ Low Pass Chebyshev 次数=9

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =150.0000KHz atts = 52.89dB

1 次のフィルタ回路

1(lp1) R1\_1 = 54.7939K C1\_1 = 0.1000n 誤差 = 2.20 %

2 (LP2) 「LP2-2-0」 C1\_2 = 1.0000n C2\_2 = 2.4000p

R1\_2 = 29.3838K R2\_2 = 34.0716K 誤差 = 3.78 %

3 (LP2) 「LP2-1-1」 C1\_3 = 1.0000n C2\_3 = 24.0000p

R1\_3 = 8.9465K R2\_3 = 14.1391K 誤差 = 6.33 %

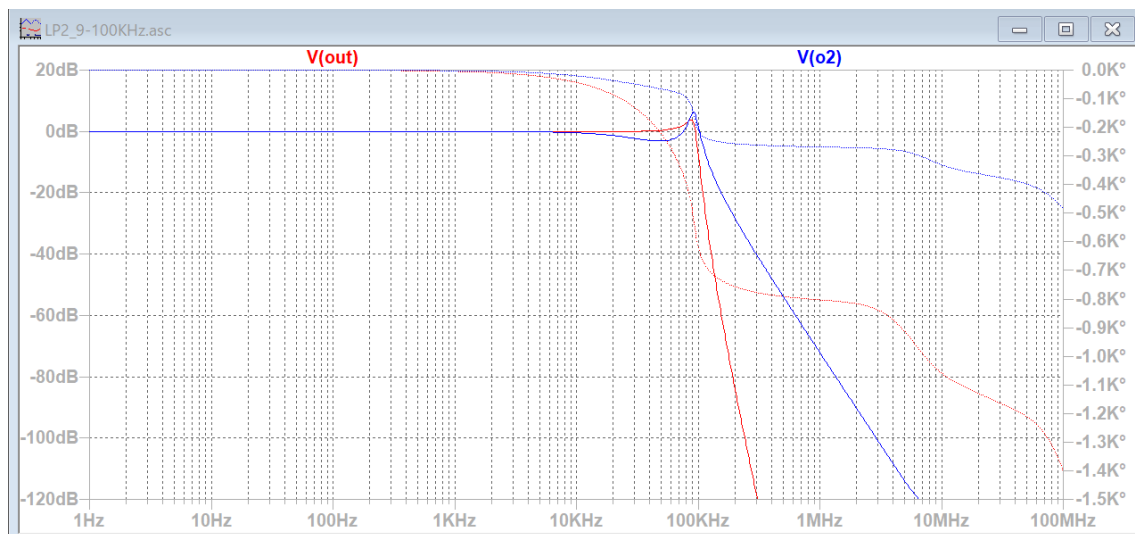
4 (LP2) 「LP2-1-1」 C1\_4 = 1.0000n C2\_4 = 91.0000p

R1\_4 = 5.5346K R2\_4 = 10.1084K 誤差 = 1.60 %

5 (LP2) 「LP2-1-2」 C1\_5 = 0.1300n C2\_5 = 47.0000p

R1\_5 = 38.9611K R2\_5 = 52.8477K 誤差 = 3.50 %

周波数特性 LP2\_9-100KHz.asc



第2ブロックの出力にピークが発生しています。

C2\_2 = 2.4000p と C2\_3 = 24.0000p をそれぞれ 47p にするために、C1\_2 = 1.0000n を 20 倍に、C1\_3 = 1.0000n を 2 倍に設定してみます。

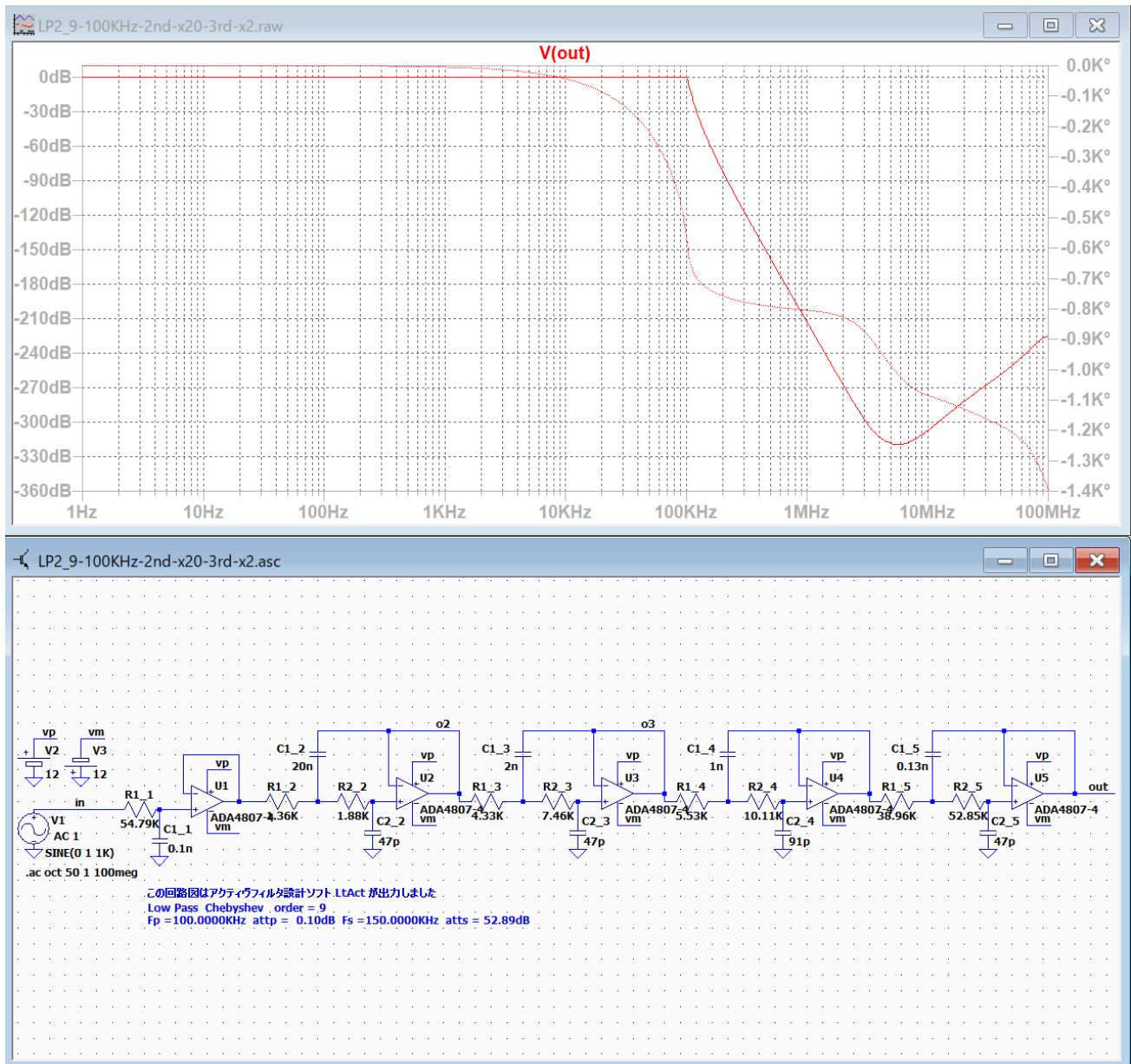
LP2\_9-100KHz



LtAct ver.2.60 追加実験

完成した回路図

LP2\_9-100KHz-2nd-x20-3rd-x2.asc



100KHz 付近のピークが消えました。

LP2\_9-100KHz

完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

## LP3\_4-100KHz-LtAct

ローパス・逆チェビシェフ 4次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ 遮断特性 Inv. Cheb

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  4

カットオフ周波数  $F_c$  100 KHz

周波数 $F_c$ における減衰量又はリップル attp 0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=4

Fp=100.0000KHz attp=0.1000dB Fs=150.0000KHz atts=11.42dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	333.0833K	791.7198G	0.7608	0	791.7198G
		Fc= 141.6139K	Q= 2.6714	GB 積= 37.8302Meg	
2	2.1748Meg	2.1412T	0.3530	0	2.1412T
		Fc= 232.8912K	Q= 0.6728	GB 積= 15.6698Meg	

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\LP3\_4-100KHz-LtAct.asc 作成日時 Thu Feb 18 14:28:10 2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=4

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp=0.1000dB Fs=150.0000KHz atts=11.42dB

1 (et1) 「LP3-2-1」 Rb\_1(2 個)= 1.4985K Cb\_1(2 個)= 0.7500n 誤差=0.10 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 9.2196K R3\_1 = 7.0141K R4\_1(5 個)= 7.0141K

誤差=4.51 %

2 (et1) 「LP3-2-2」 Rb\_2(2 個)= 3.7966K Cb\_2(2 個)= 0.1800n 誤差=2.72 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 2.8851K R3\_2 = 1.0185K R4\_2(5 個)= 1.0185K

誤差=4.74 %

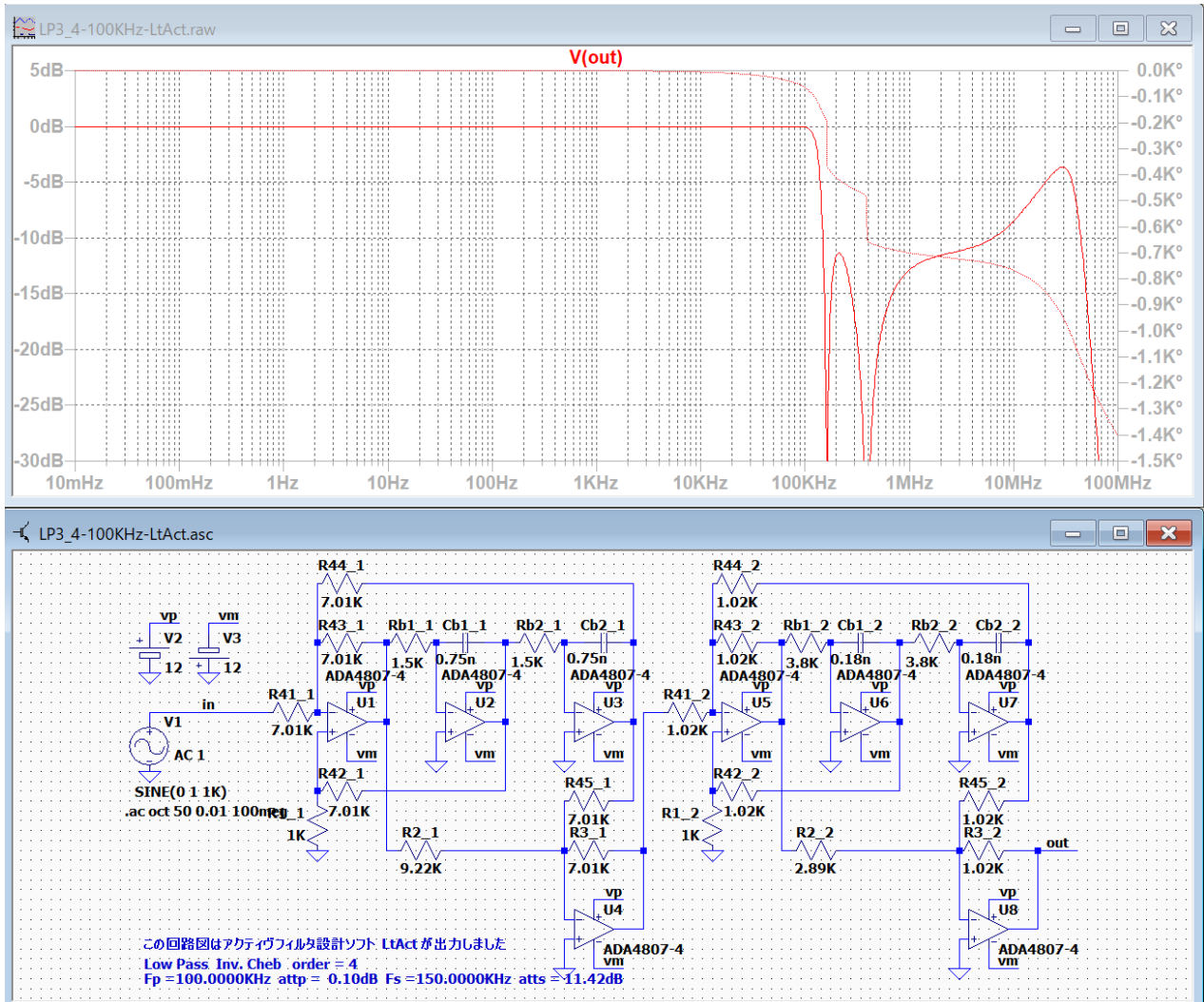
LP3\_4-100KHz-LtAct

完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

完成した回路図

LP3\_4-100KHz-LtAct.asc



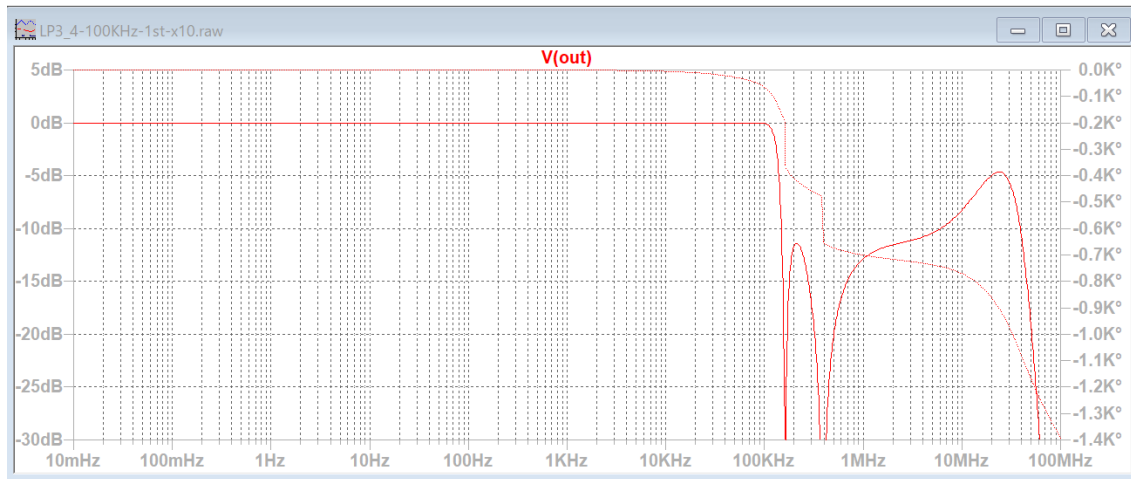
100KHz で -0.08dB, 遮断域の最低減衰量 -11.37dB

遮断域のピークは容易に調整できるので、実験ではカットオフ付近のゲインと遮断域の最低減衰量を比較対象とするが、ゲインとピークも容易に調整が出来る。

Cb1\_1 を増加する場合

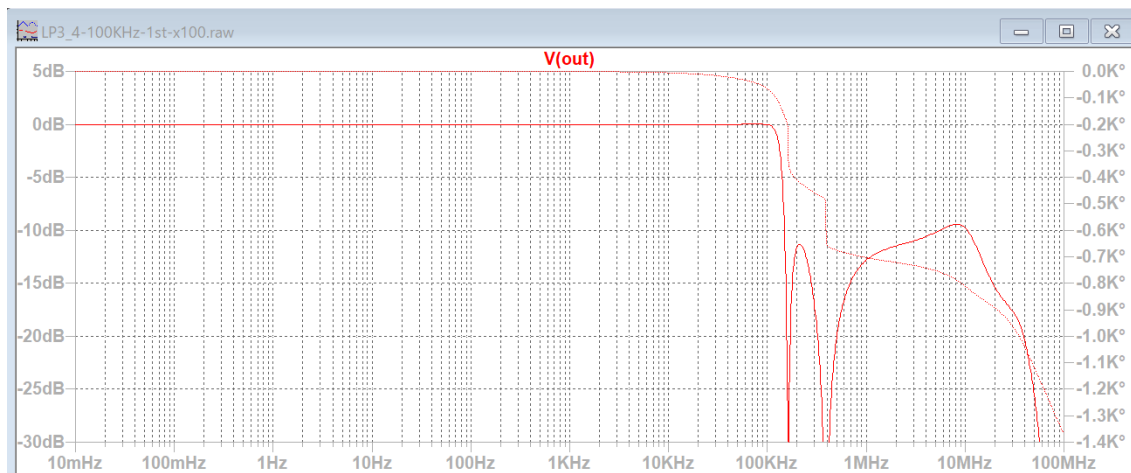
10 倍 LP3\_4-100KHz-1st-x10.asc LP3\_4-100KHz-LtAct.asc と同等

100KHz で -0.08dB, 遮断域の最低減衰量 -11.37dB

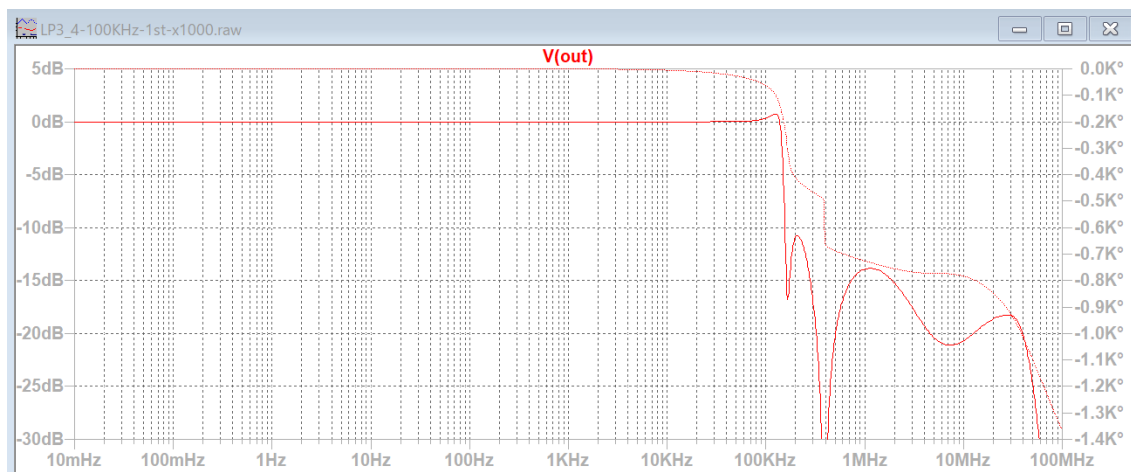


100 倍 LP3\_4-100KHz-1st-x100.asc LP3\_4-100KHz-LtAct.asc と同等

100KHz で -0.04dB, 遮断域の最低減衰量 -11.33dB



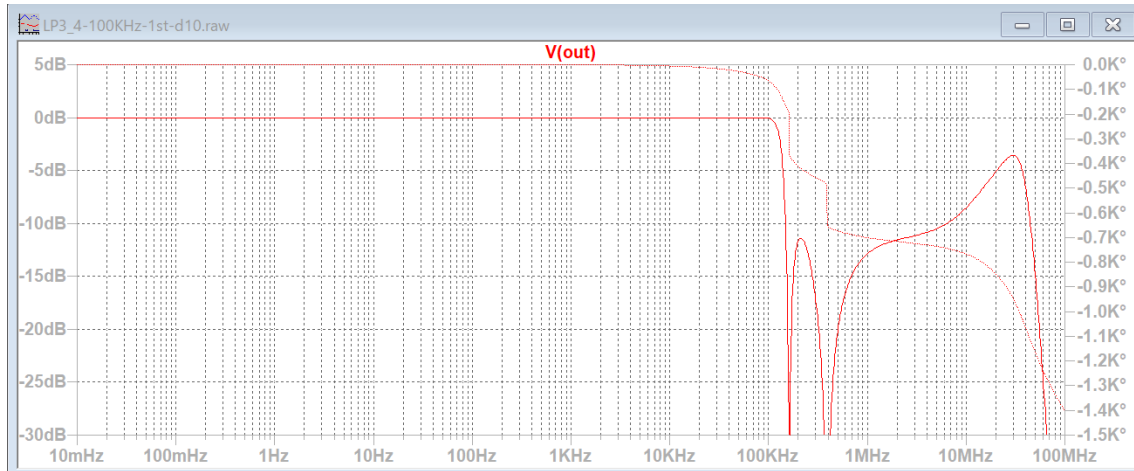
1000 倍 LP3\_4-100KHz-1st-x1000.asc 通過域にピーク、最低減衰量 -10.8dB に劣化



Cb1\_1 を減少する場合

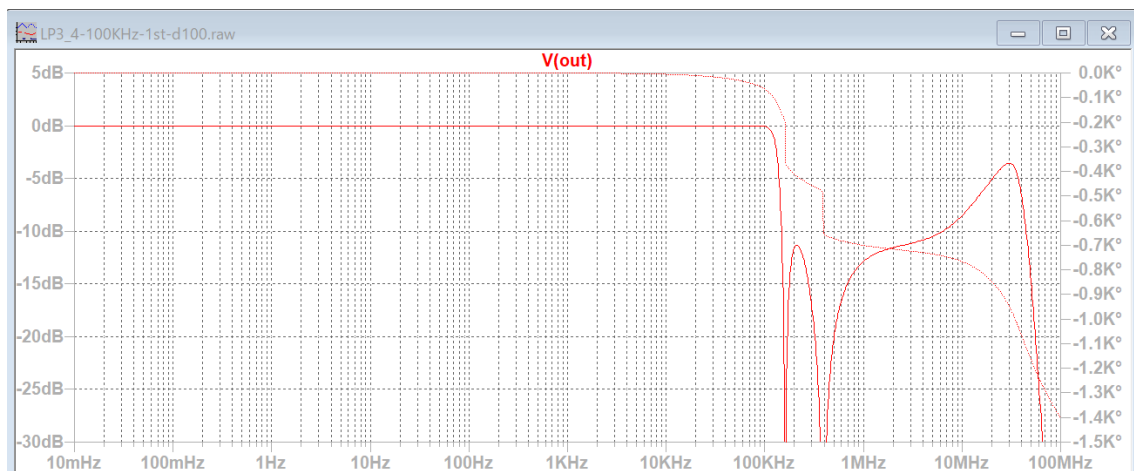
1/10 倍 LP3\_4-100KHz-1st-d10.asc LP3\_4-100KHz-LtAct.asc と同等

100KHz で -0.08dB, 遮断域の最低減衰量 -11.38dB



1/100 倍 LP3\_4-100KHz-1st-d100.asc LP3\_4-100KHz-LtAct.asc と同等

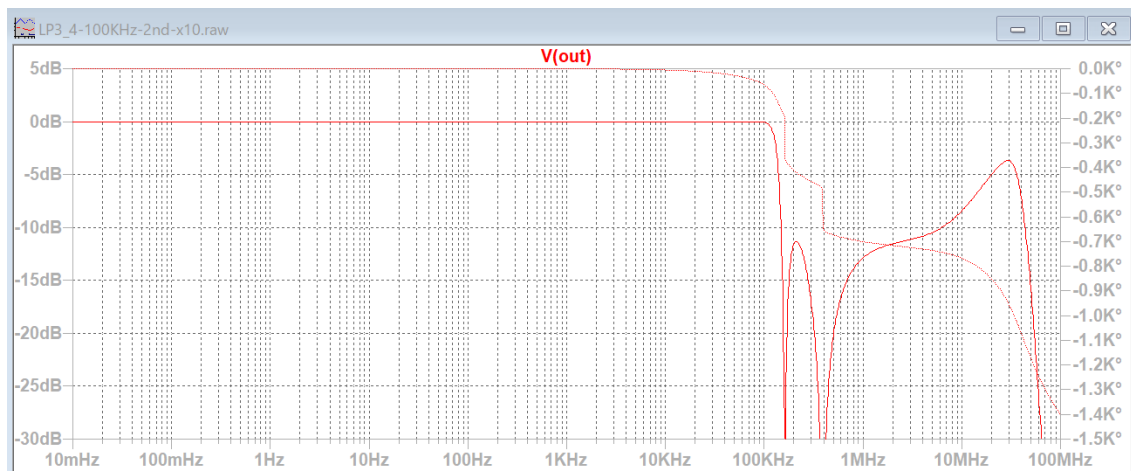
100KHz で -0.08dB, 遮断域の最低減衰量 -11.34dB



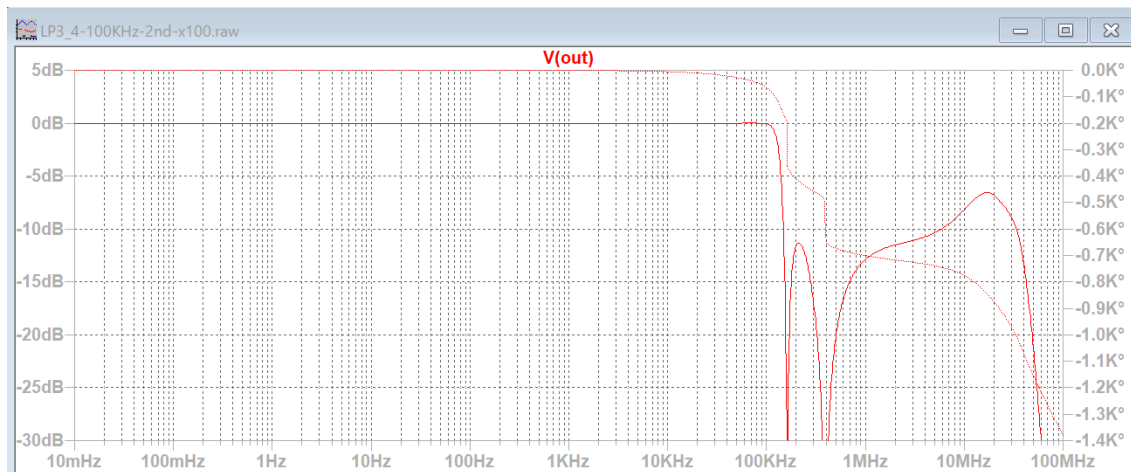
LtAct ver.2.60 追加実験

Cb1\_2 を増加する場合

10 倍 LP3\_4-100KHz-2nd-x10.asc 100KHz で -0.08dB, 遮断域の最低減衰量 -11.35dB

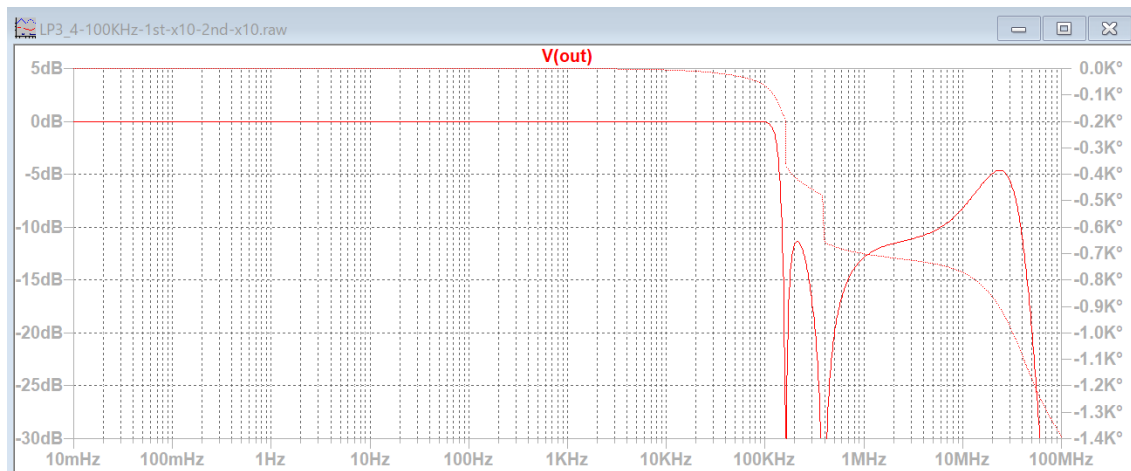


100 倍 LP3\_4-100KHz-2nd-x100.asc 100KHz で -0.07dB, 最低減衰量 -11.30dB



Cb1\_1 と Cb1\_2 をそれぞれ 10 倍に増加する場合

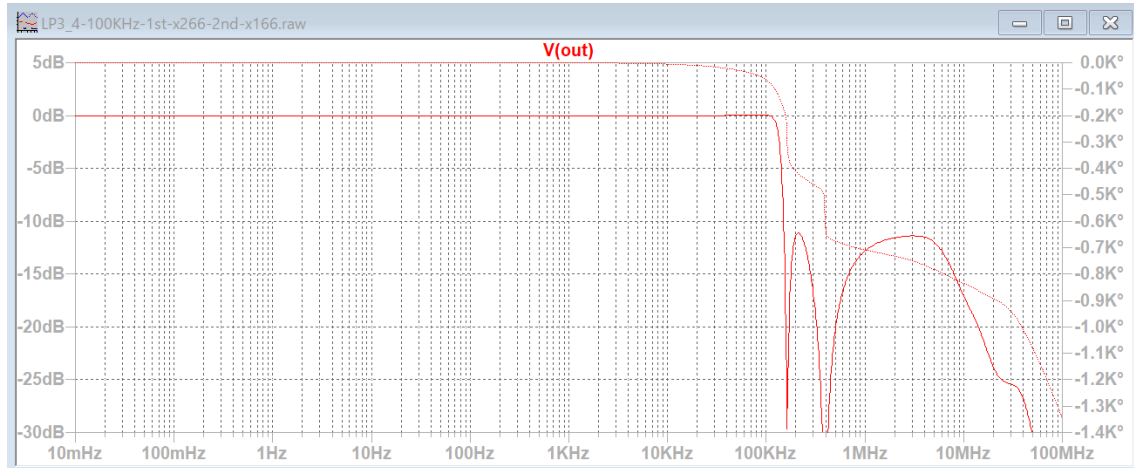
LP3\_4-100KHz-1st-x10-2nd-x10.asc 100KHz で -0.07dB, 遮断域の最低減衰量 -11.36dB



Cb1\_1 を 266 倍、Cb1\_2 を 166 倍に増加する場合

LP3\_4-100KHz-1st-x266-2nd-x166.asc

100KHz で 0.05dB, 遮断域の最低減衰量 **-11.11dB**



この場合は、遮断域のピークが消えた。

しかし、最低減衰量は -11.38 から -11.11dB に 0.27dB 劣化した。

#### 実験結果のまとめ

基本回路 LP3\_4-100KHz では、Cb1\_1 または Cb1\_2 を 100 倍まで増加したり、1/100 ま  
で減少しても元の回路図と同等の周波数特性が得られる。

基本回路 LP3\_4-100KHz では、LP1 や LP2 の場合とは異なり周波数特性がほとんど変化  
しない。

LtAct ver.2.60 追加実験

## LP3\_8-100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Elliptic
設計するフィルタの次数 m(<=58)	8		
カットオフ周波数 Fc	100	KHz	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Elliptic 次数=8

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs=150.0000KHz atts = 86.49dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	57.6159K	415.3713G	82.9722m	0	1.4760T
	Fc= 102.5743KHz Q= 11.1860 GB 積=114.7398MegHz				
2	187.3440K	338.1178G	82.9722m	0	197.2516G
	Fc= 92.5453KHz Q= 3.1038 GB 積= 28.7242MegHz				
3	340.5382K	200.8422G	82.9722m	0	98.1262G
	Fc= 71.3260KHz Q= 1.3160 GB 積= 9.3866MegHz				
4	463.7514K	77.7147G	82.9722m	0	75.8532G
	Fc= 44.3682KHz Q= 0.6011 GB 積= 2.6671MegHz				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\2021-04-02-LP4\_8-100KHzasc\LP3\_8-100KHzasc.asc

作成日時 Fri Apr 02 21:13:02 2021

アナログ Low Pass Elliptic 次数=8

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs=150.0000KHz atts = 86.49dB

1 (et1) 「LP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 1.2930K Cb\_1(2 個)= 1.2000n 誤差=0.54 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 1.3944Meg R3\_1 = 115.6926K R4\_1(5 個)= 32.5581K

誤差=7.84 %

## LP3\_8-100KHz



LtAct ver.2.60 追加実験

2 (et1) 「LP3-1-1」 Rb\_2(2 個)= 1.8898K Cb\_2(2 個)= 0.9100n 誤差=4.75 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 58.4379K R3\_2 = 4.8487K R4\_2(5 個)= 8.3114K

誤差=5.35 %

3 (et1) 「LP3-1-2」 Rb\_3(2 個)= 5.7215K Cb\_3(2 個)= 0.3900n 誤差=2.12 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 17.3593K R3\_3 = 1.4403K R4\_3(5 個)= 2.9481K

誤差=5.82 %

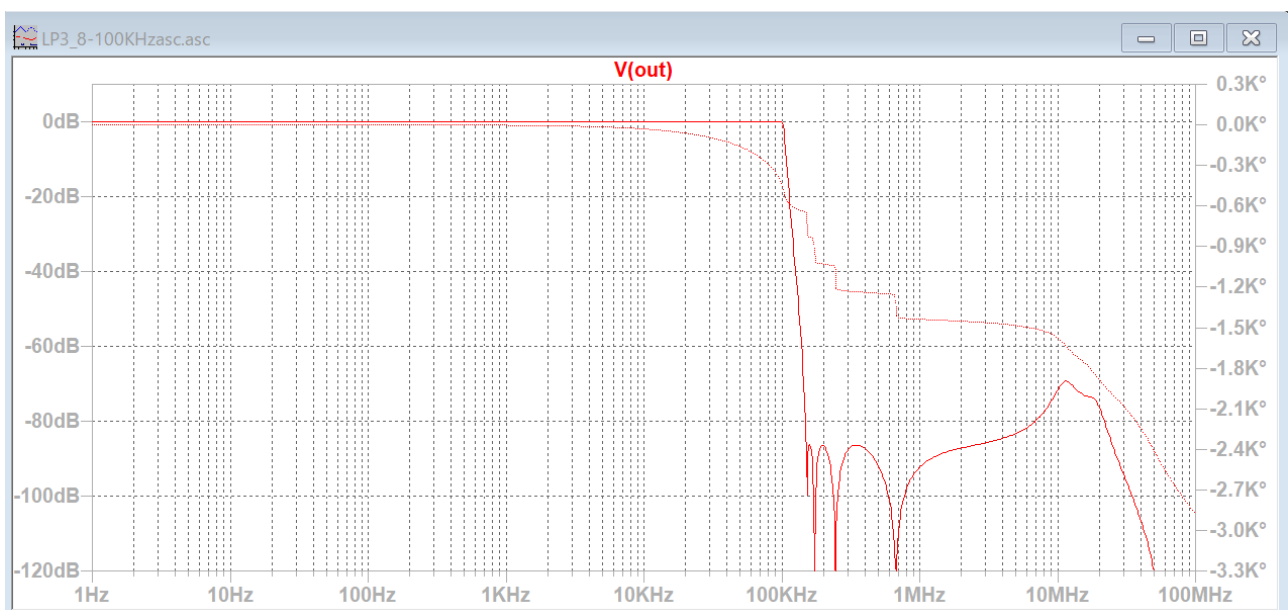
4 (et1) 「LP3-1-2」 Rb\_4(2 個)= 6.4056K Cb\_4(2 個)= 0.5600n 誤差=3.21 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 9.4506K R3\_4 = 784.1386 R4\_4(5 個)= 803.3820 誤

差=6.08 %

## 調整前の特性

LP3\_8-100KHz.asc

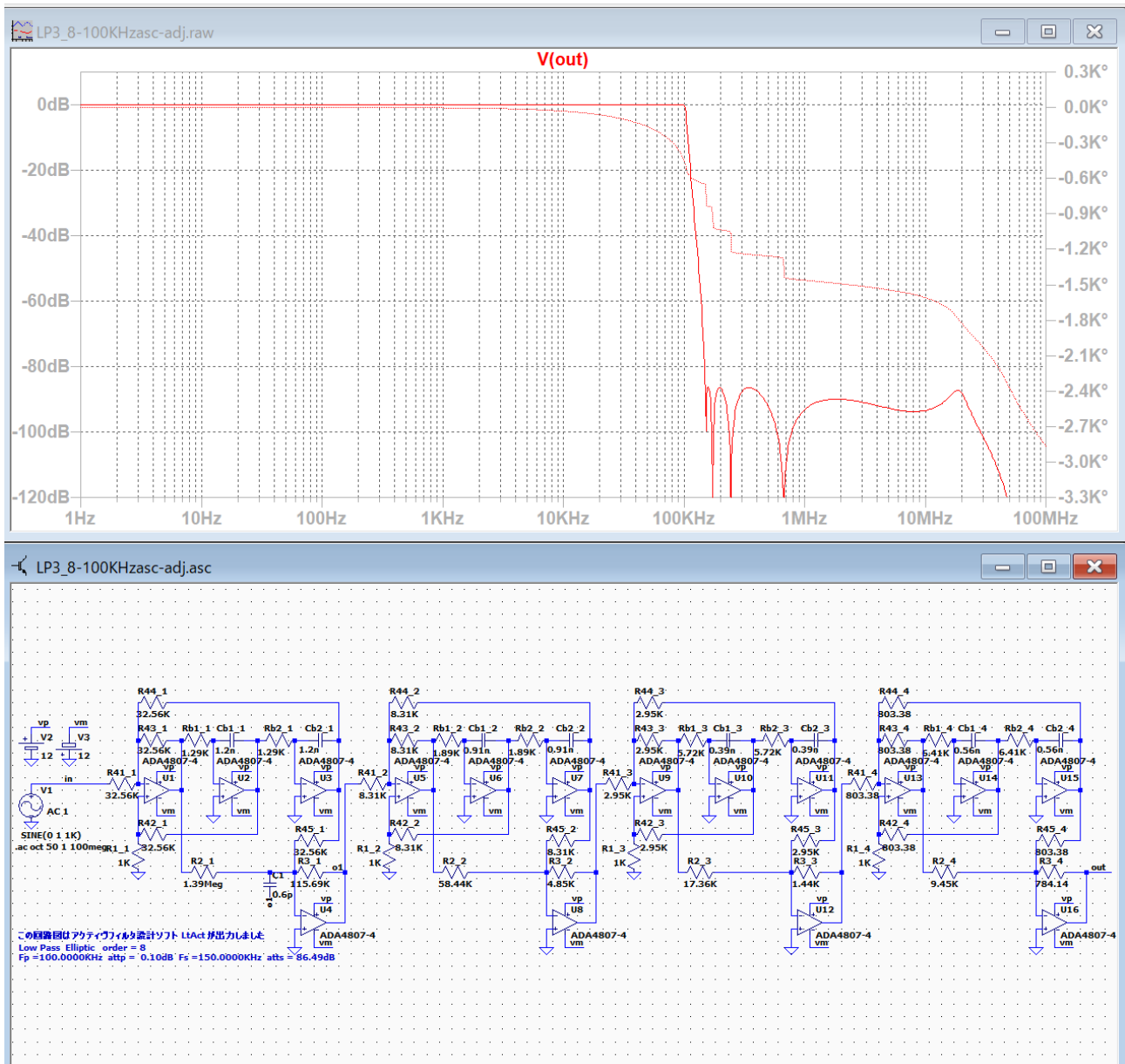


通過域のピークはありません。

阻止域のピークを調整します。

完成した回路図

LP3\_8-100KHz-adj.asc



LP3\_8-100KHz

完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

LP3\_10-100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Elliptic
設計するフィルタの次数 m(<=58)	10		
カットオフ周波数 Fc	100	KHz	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アログ Low Pass Elliptic 次数=10

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs=150.0000KHz atts = 115.20dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	37.1108K	407.5978G	70.4710m	0	1.9417T
	Fc= 101.6099KHz Q= 17.2035 GB 積=174.8043MegHz				
2	117.2912K	355.2881G	70.4710m	0	243.4535G
	Fc= 94.8660KHz Q= 5.0819 GB 積= 48.2098MegHz				
3	210.2732K	256.5473G	70.4710m	0	109.2538G
	Fc= 80.6128KHz Q= 2.4088 GB 積= 19.4180MegHz				
4	306.1921K	136.4459G	70.4710m	0	74.6333G
	Fc= 58.7896KHz Q= 1.2064 GB 積= 7.0923MegHz				
5	372.0588K	49.0381G	70.4710m	0	63.7553G
	Fc= 35.2442KHz Q= 0.5952 GB 積= 2.0977MegHz				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\2021-04-02-LP4\_10-100KHzasc\LP3\_10-100KHzasc.asc

作成日時 Fri Apr 02 21:12:15 2021

アログ Low Pass Elliptic 次数=10

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs=150.0000KHz atts = 115.20dB

1 (et1) 「LP3-2-0」 Rb\_1(2 個)= 1.3053K Cb\_1(2 個)= 1.2000n 誤差=0.40 %

LP3\_10-100KHz

完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 3.4211Meg R3\_1 = 241.0908K R4\_1(5 個) = 50.6104K

誤差=3.65 %

2 (et1) 「LP3-1-0」 Rb\_2(2 個) = 1.3981K Cb\_2(2 個) = 1.2000n 誤差=7.01 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 138.5184K R3\_2 = 9.7615K R4\_2(5 個) = 14.2457K

誤差=8.48 %

3 (et1) 「LP3-1-1」 Rb\_3(2 個) = 2.1696K Cb\_3(2 個) = 0.9100n 誤差=1.40 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 37.6266K R3\_3 = 2.6516K R4\_3(5 個) = 6.2264K

誤差=4.10 %

4 (et1) 「LP3-1-2」 Rb\_4(2 個) = 6.9415K Cb\_4(2 個) = 0.3900n 誤差=2.04 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 20.3294K R3\_4 = 1.4326K R4\_4(5 個) = 2.6192K

誤差=5.85 %

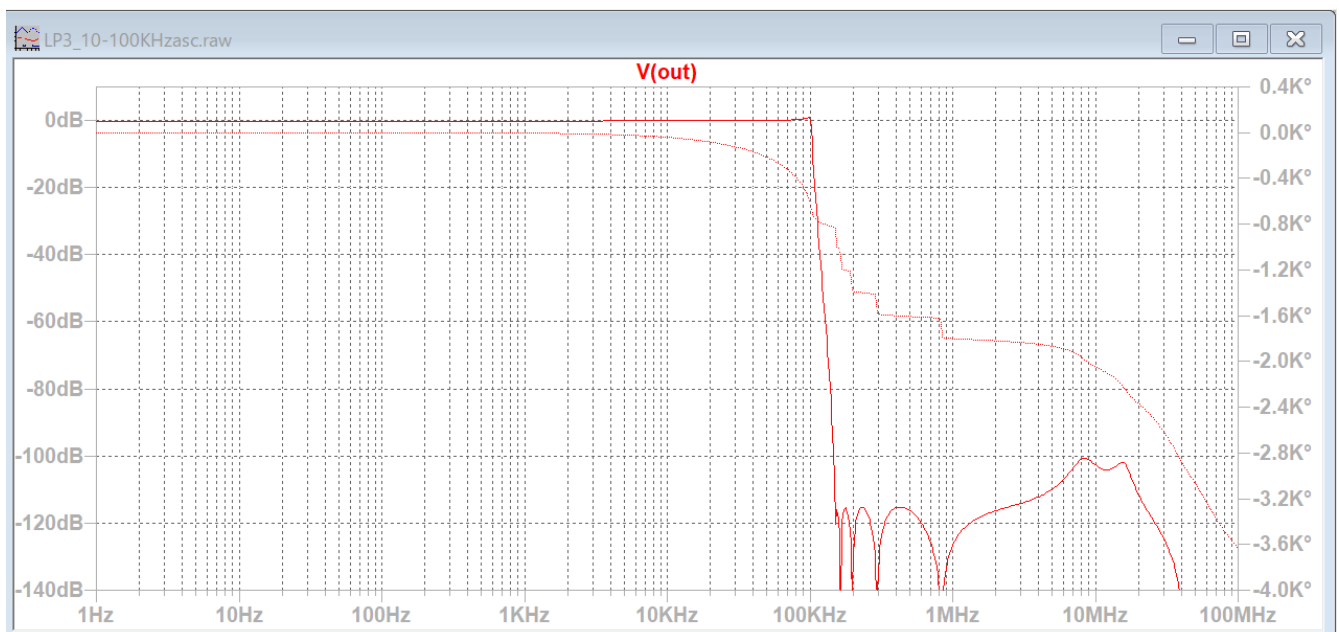
5 (et1) 「LP3-1-2」 Rb\_5(2 個) = 4.9624K Cb\_5(2 個) = 0.9100n 誤差=2.77 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 14.4929K R3\_5 = 1.0213K R4\_5(5 個) = 785.5691 誤

差=5.98 %

### 調整前の特性

LP3\_10-100KHz.asc



100KHz に 1dB のピークがあります。  
通過域と阻止域のピークを調整します。

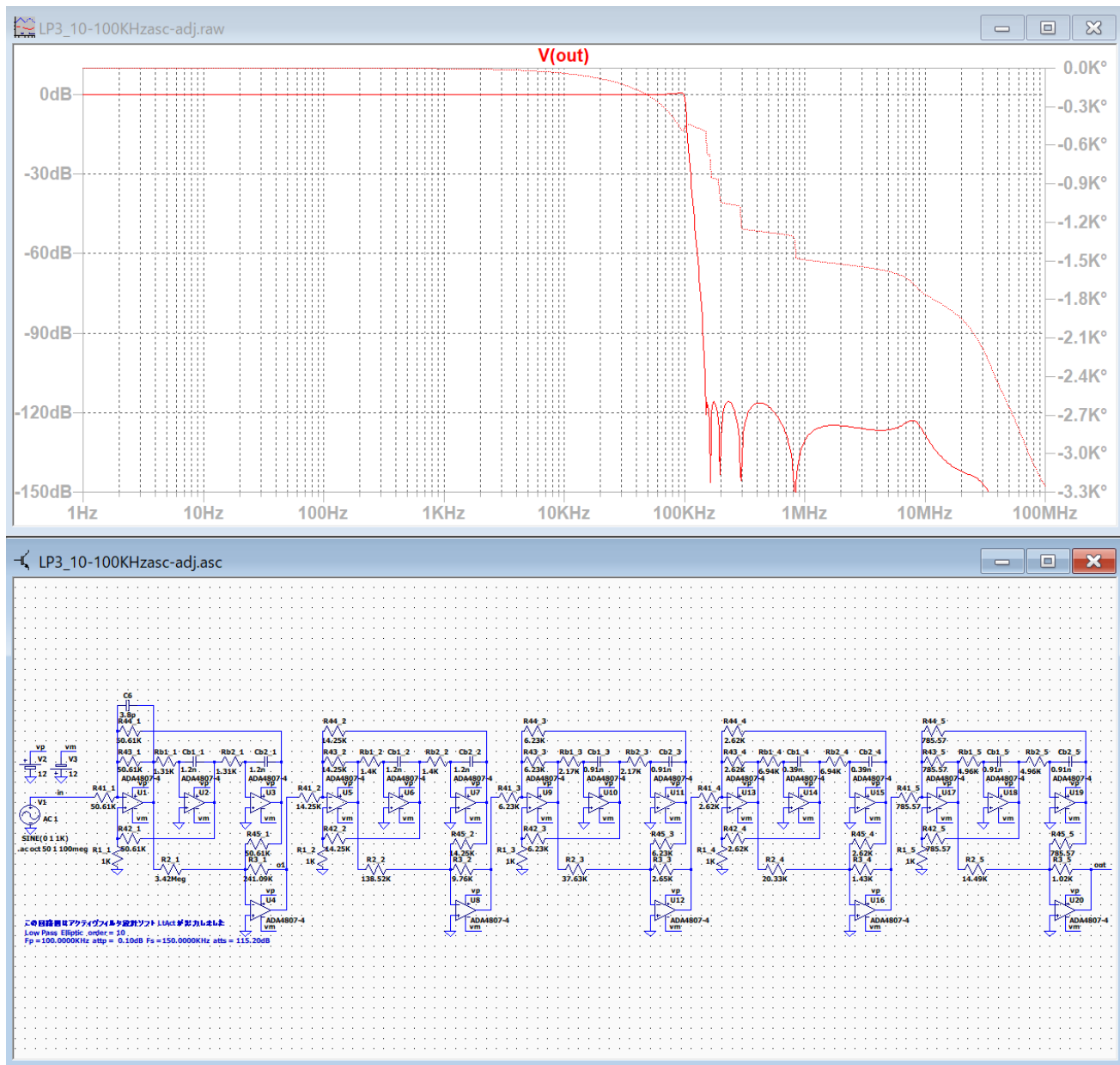
LP3\_10-100KHz

調整前の特性

LtAct ver.2.60 追加実験

完成した回路図

LP3\_10-100KHz-adj.asc



C6 = 3.8p に設定して、ピークを調整した。

LP3\_10-100KHz

完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

## LP3\_8-1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  8

カットオフ周波数  $F_c$  1 Meg

周波数  $F_c$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB 0K

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ Low Pass Elliptic 次数=8

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 86.49dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	576.1594K	41.5371T	82.9722m	0	147.5990T
	Fc= 1.0257MegHz Q= 11.1860 GB 積= 1.1474GHz				
2	1.8734Meg	33.8118T	82.9722m	0	19.7252T
	Fc= 925.4528KHz Q= 3.1038 GB 積=287.2423MegHz				
3	3.4054Meg	20.0842T	82.9722m	0	9.8126T
	Fc= 713.2597KHz Q= 1.3160 GB 積= 93.8662MegHz				
4	4.6375Meg	7.7715T	82.9722m	0	7.5853T
	Fc= 443.6821KHz Q= 0.6011 GB 積= 26.6709MegHz				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\2021-04-02-LP4\_10-100KHz.asc 他\LP3\_8-1MHz.asc

作成日時 Sat Apr 03 15:33:07 2021

アノグ Low Pass Elliptic 次数=8

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 86.49dB

1 (et1) 「LP3-3-0」 Rb\_1(2 個)=862.0040 Cb\_1(2 個)= 0.1800n 誤差=4.87 %

1 R1\_1 = 300.0000 R2\_1 = 418.3060K R3\_1 = 34.7078K R4\_1(5 個)= 9.7674K 誤差=5.23 %

LP3\_8-1MHz

完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

2 (et1) 「LP3-2-1」 Rb\_2(2 個)= 1.7198K Cb\_2(2 個)= 0.1000n 誤差=4.67 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 58.4379K R3\_2 = 4.8487K R4\_2(5 個)= 8.3114K

誤差=5.35 %

3 (et1) 「LP3-2-2」 Rb\_3(2 個)= 5.7215K Cb\_3(2 個)= 39.0000p 誤差=2.12 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 17.3593K R3\_3 = 1.4403K R4\_3(5 個)= 2.9481K

誤差=5.82 %

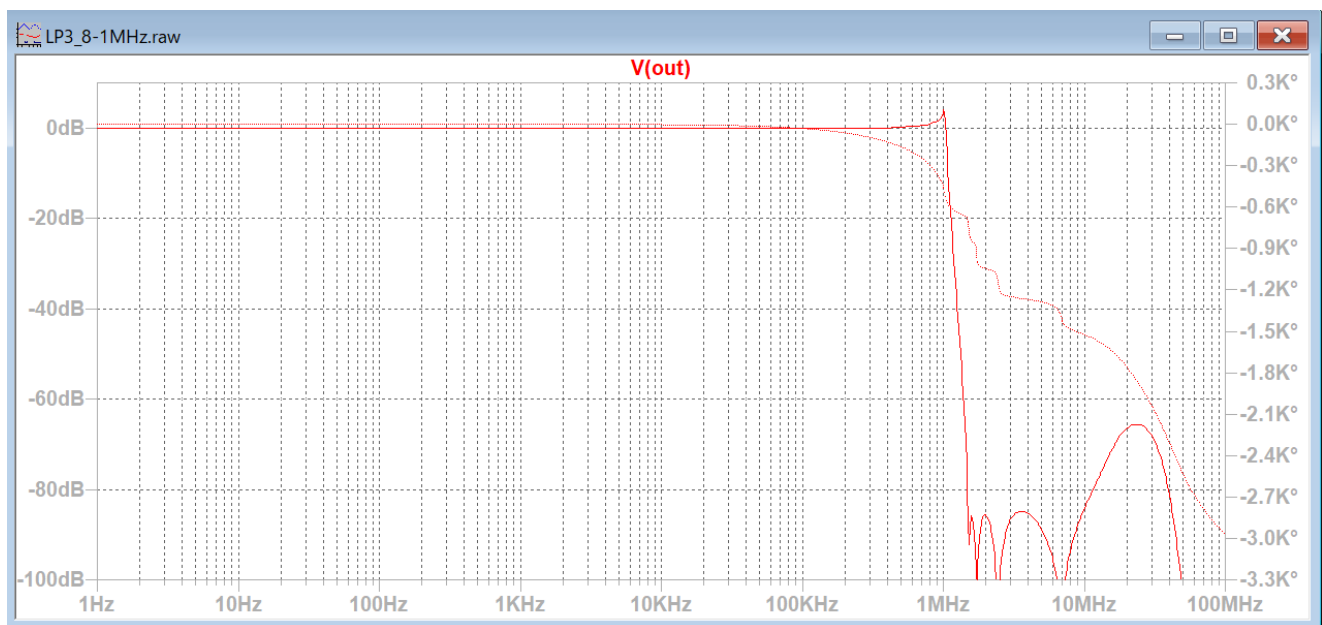
4 (et1) 「LP3-2-2」 Rb\_4(2 個)= 6.4056K Cb\_4(2 個)= 56.0000p 誤差=3.21 %

4 R1\_4 = 10.0000K R2\_4 = 94.5062K R3\_4 = 7.8414K R4\_4(5 個)= 8.0338K

誤差=6.08 %

## 調整前の特性

LP3\_8-1MHz.asc



1MHz と阻止域のピークを調整します。

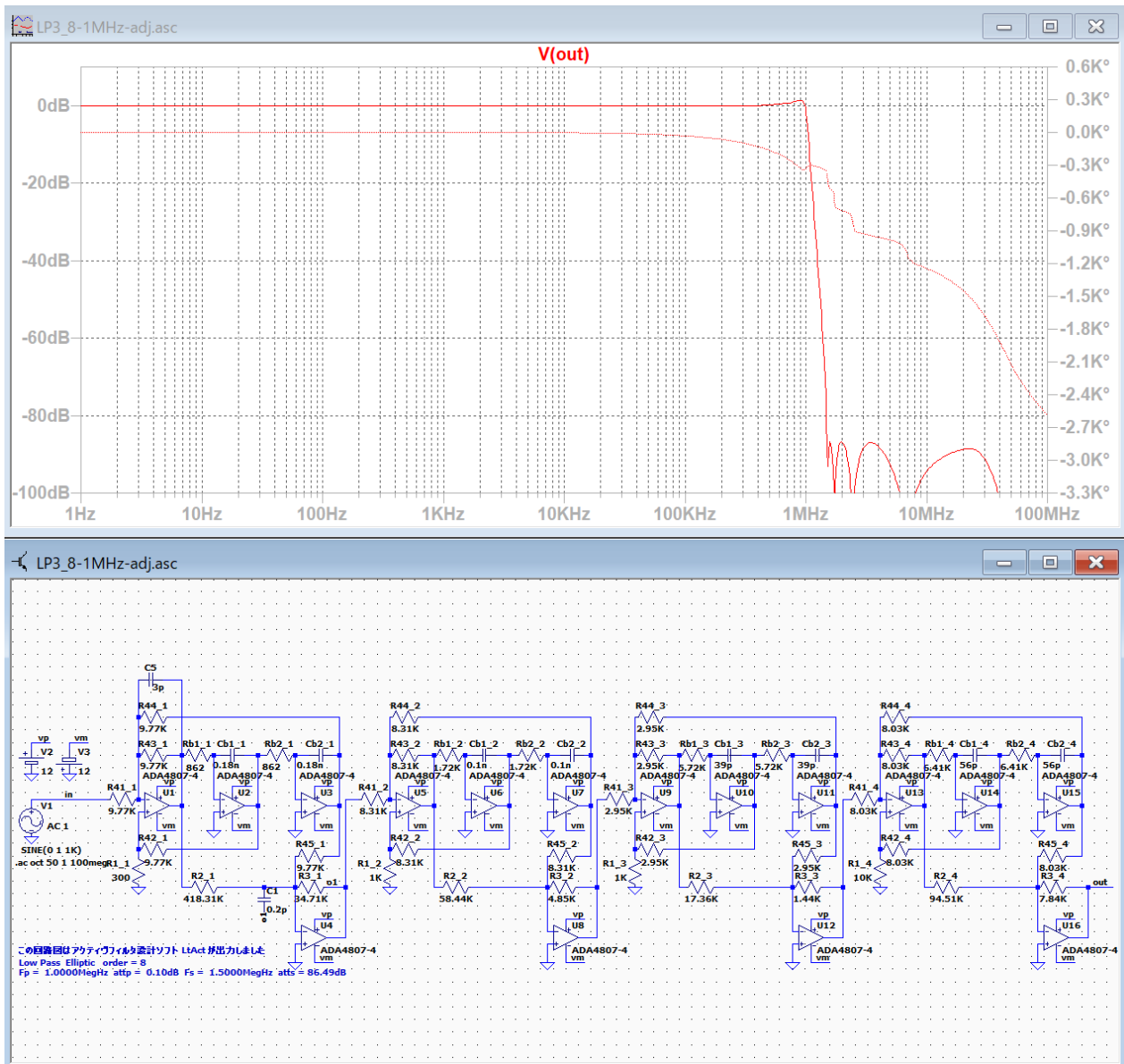
LP3\_8-1MHz

調整前の特性

LtAct ver.2.60 追加実験

完成した回路図

LP3\_8-1MHz-adj.asc



0.9MHz に 1.4dB のピークが残っている。

C5=4p に増加するとピークは 1dB になるが、1MHz のゲインが-4dB まで低下する。

LP3\_8-1MHz

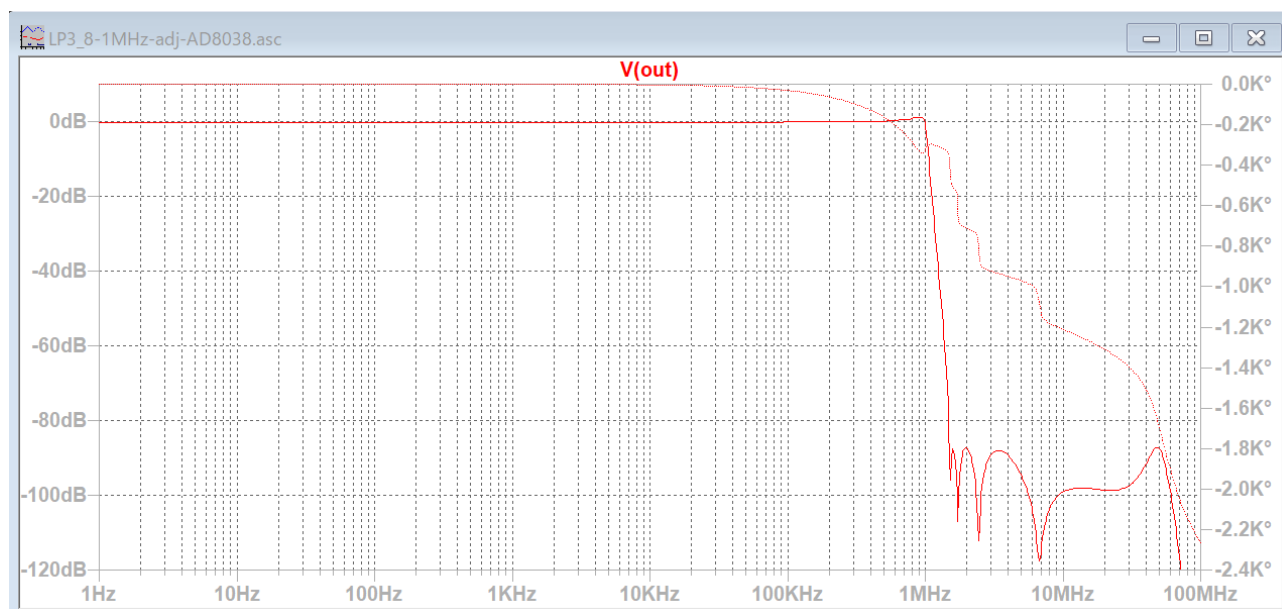
完成した回路図



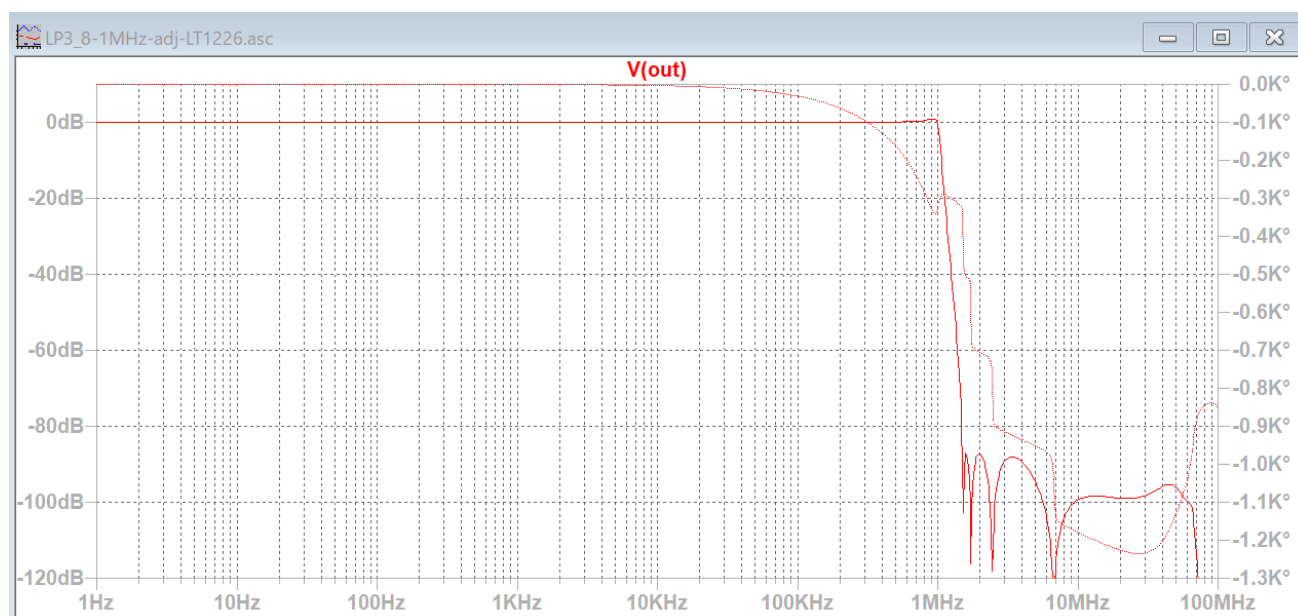
LtAct ver.2.60 追加実験

オペアンプを交換すると

LP3\_8-1MHz-adj-AD8038.asc    0.9MHz に 1.2dB のピーク、1MHz は-1dB



LP3\_8-1MHz-adj-LT1226.asc    0.9MHz に 0.8dB のピーク、MHz は-0.3dB



LP3\_8-1MHz

オペアンプを交換すると

LtAct ver.2.60 追加実験

LP3\_10-1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Elliptic
設計するフィルタの次数 m(<=58)	10		
カットオフ周波数 Fc	1	Meg	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Elliptic 次数=10

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 115.20dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	371.1076K	40.7598T	70.4710m	0	194.1657T
	Fc= 1.0161MegHz Q= 17.2035 GB 積= 1.7480GHz				
2	1.1729Meg	35.5288T	70.4710m	0	24.3453T
	Fc= 948.6599KHz Q= 5.0819 GB 積=482.0981MegHz				
3	2.1027Meg	25.6547T	70.4710m	0	10.9254T
	Fc= 806.1279KHz Q= 2.4088 GB 積=194.1796MegHz				
4	3.0619Meg	13.6446T	70.4710m	0	7.4633T
	Fc= 587.8959KHz Q= 1.2064 GB 積= 70.9229MegHz				
5	3.7206Meg	4.9038T	70.4710m	0	6.3755T
	Fc= 352.4417KHz Q= 0.5952 GB 積= 20.9770MegHz				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\2021-04-02-LP4\_10-100KHz.asc 他\LP3\_10-1MHz.asc

作成日時 Sat Apr 03 15:04:26 2021

アナログ Low Pass Elliptic 次数=10

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 115.20dB

1 (et1) 「LP3-3-0」 Rb\_1(2 個)=870.1850 Cb\_1(2 個)= 0.1800n 誤差=4.58 %

LP3\_10-1MHz

LtAct ver.2.60 追加実験

1 R1\_1 = 200.0000 R2\_1 = 684.2271K R3\_1 = 48.2182K R4\_1(5 個) = 10.1221K 誤差=2.87 %

2 (et1) 「LP3-2-0」 Rb\_2(2 個)=932.0457 Cb\_2(2 個)= 0.1800n 誤差=2.37 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 138.5184K R3\_2 = 9.7615K R4\_2(5 個) = 14.2457K 誤差=8.48 %

3 (et1) 「LP3-2-1」 Rb\_3(2 個)= 1.9743K Cb\_3(2 個)= 0.1000n 誤差=1.30 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 37.6266K R3\_3 = 2.6516K R4\_3(5 個) = 6.2264K 誤差=4.10 %

4 (et1) 「LP3-2-2」 Rb\_4(2 個)= 6.9415K Cb\_4(2 個)= 39.0000p 誤差=2.04 %

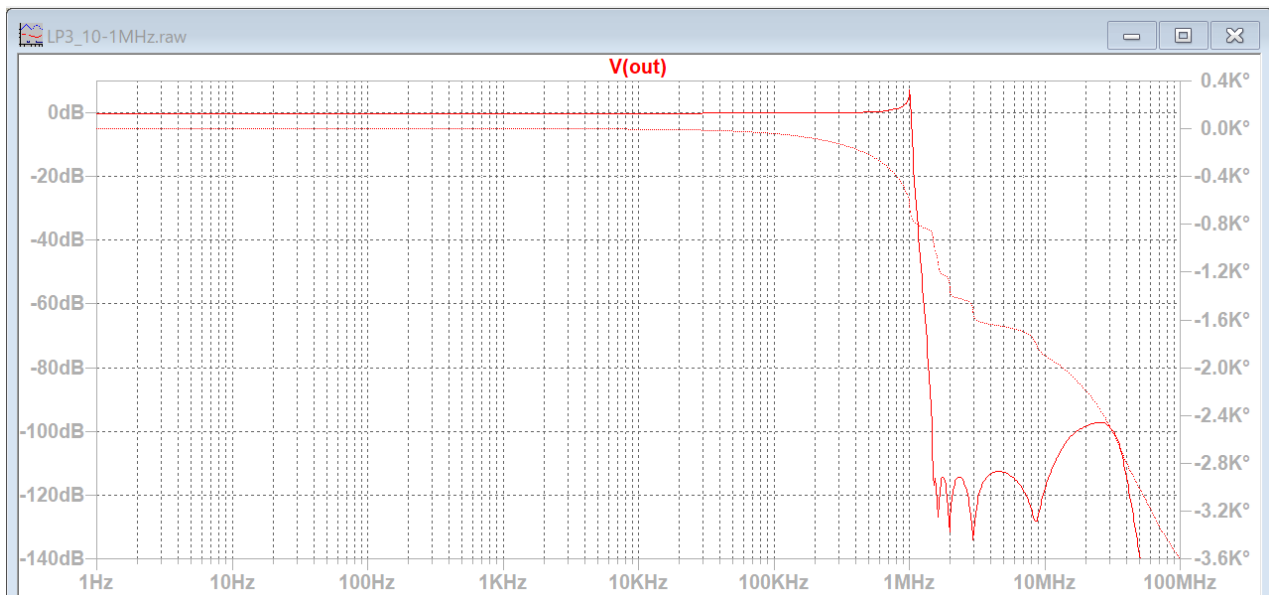
4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 20.3294K R3\_4 = 1.4326K R4\_4(5 個) = 2.6192K 誤差=5.85 %

5 (et1) 「LP3-2-2」 Rb\_5(2 個)= 4.9624K Cb\_5(2 個)= 91.0000p 誤差=2.77 %

5 R1\_5 = 1.0000K R2\_5 = 14.4929K R3\_5 = 1.0213K R4\_5(5 個) = 785.5691 誤差=5.98 %

### 調整前の特性

LP3\_10-1MHz.asc



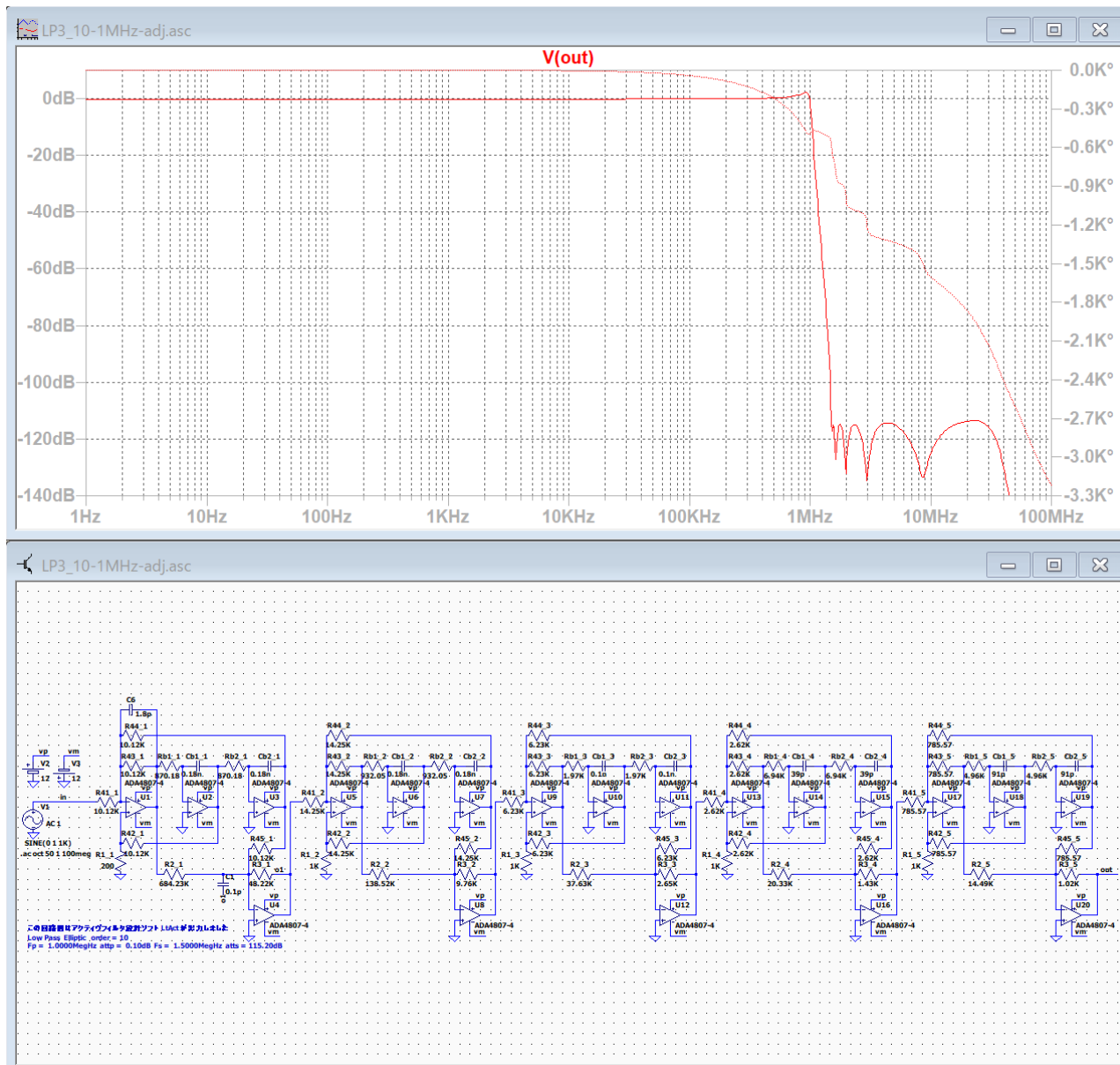
1MHz と阻止域のピークを調整します。

LP3\_10-1MHz

調整前の特性

### 完成した回路図

LP3\_10-1MHz-adj.asc



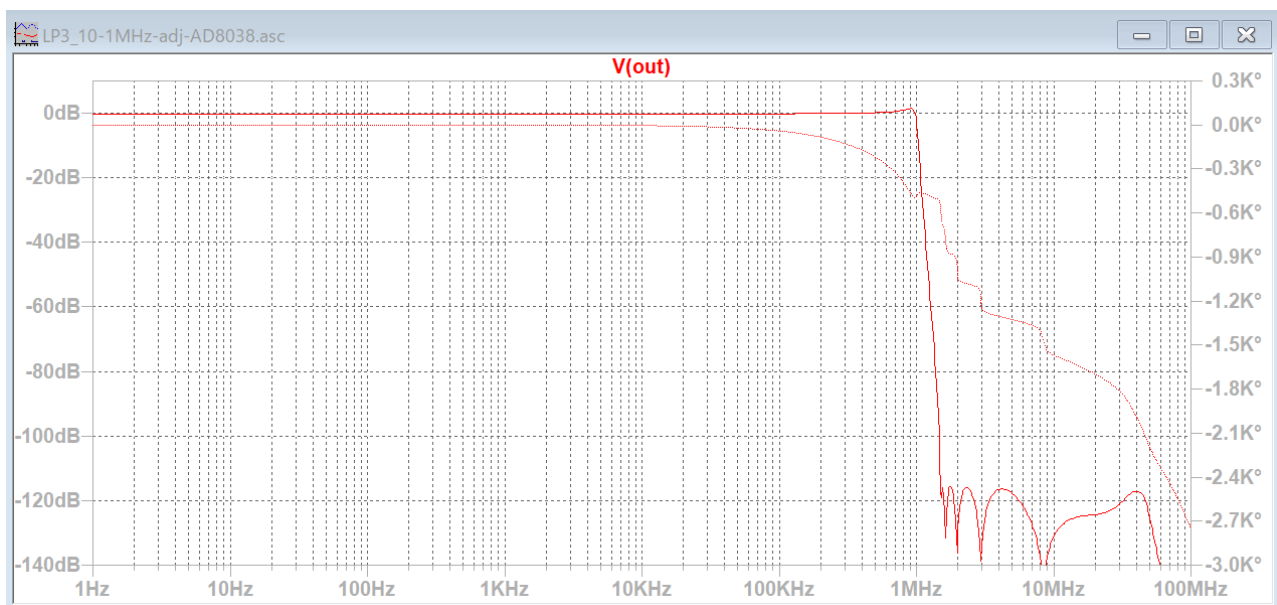
0.9MHz に 2.1dB のピーク、1MHz のゲインは-1.4dB

LP3\_10-1MHz

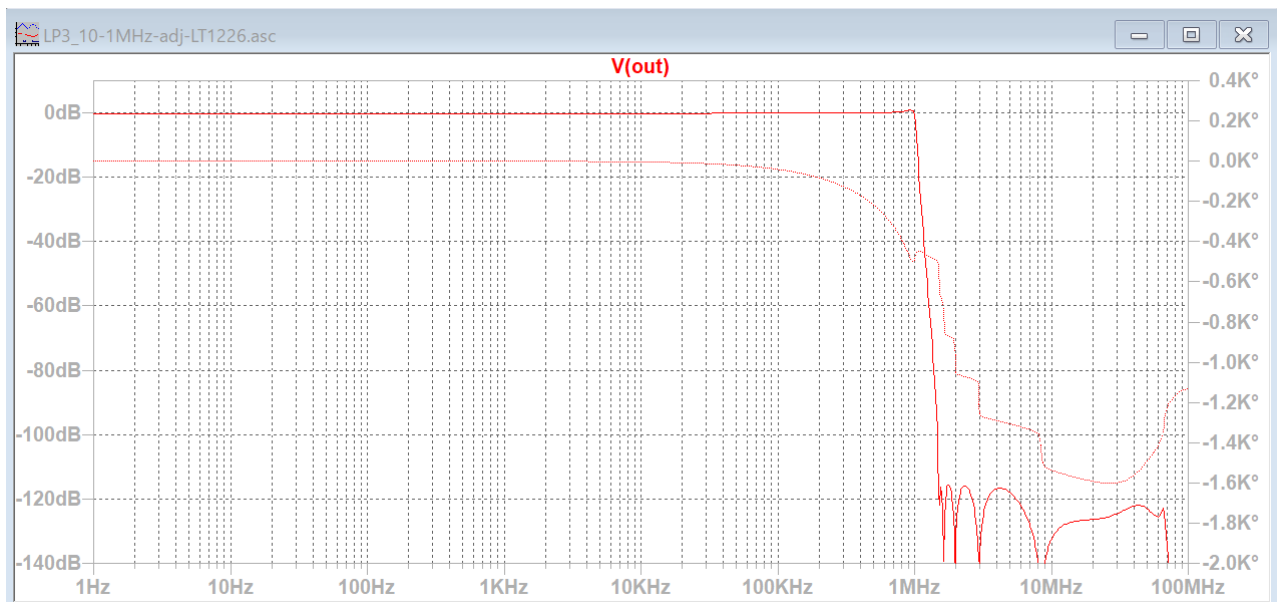
### 完成した回路図

オペアンプを交換すると

LP3\_10-1MHz-adj-AD8038.asc 0.9MHz に 1.5dB のピーク、MHz のゲインは-2.5dB



LP3\_10-1MHz-adj-LT1226.asc 0.9MHz に 0.8dB のピーク、MHz のゲインは-0.24dB



LP3\_10-1MHz

オペアンプを交換すると

LtAct ver.2.60 追加実験

## LP3\_6-10MHz

設計パラメータの入力		遮断特性 Elliptic	
フィルタの種類	ローパスフィルタ	設計するフィルタの次数 m(<=58)	6
カットオフ周波数 Fc	10	単位	Meg
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	単位	dB
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	単位	倍
		OK	
		キャンセル	

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ Low Pass Elliptic 次数=6

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 16.0000MegHz atts = 62.22dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	10.6998Meg	4353.5200T	91.8394m	0	11087.0421T
	Fc= 10.5012MegHz Q= 6.1666 GB 積= 6.4757GHz				
2	35.6249Meg	3076.8519T	91.8394m	0	1652.7278T
	Fc= 8.8282MegHz Q= 1.5570 GB 積= 1.3746GHz				
3	60.1188Meg	1355.9056T	91.8394m	0	979.8500T
	Fc= 5.8605MegHz Q= 0.6125 GB 積=358.9543MegHz				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\2021-04-02-LP4\_10-100KHz 他\LP3\_6-10MHz.asc 作

成日時 Mon Apr 05 05:14:47 2021

アノグ Low Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 16.0000MegHz atts = 62.22dB

1 (et1) 「LP3-3-0」 Rb\_1(2 個)=841.9906 Cb\_1(2 個)= 18.0000p 誤差=2.61 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 485.2644K R3\_1 = 44.5664K R4\_1(5 個)= 17.4998K

誤差=5.52 %

2 (et1) 「LP3-3-1」 Rb\_2(2 個)= 1.8028K Cb\_2(2 個)= 10.0000p 誤差=0.16 %

LP3\_6-10MHz

オペアンプを交換すると

LtAct ver.2.60 追加実験

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 21.4716K R3\_2 = 1.9719K R4\_2(5 個) = 3.6711K

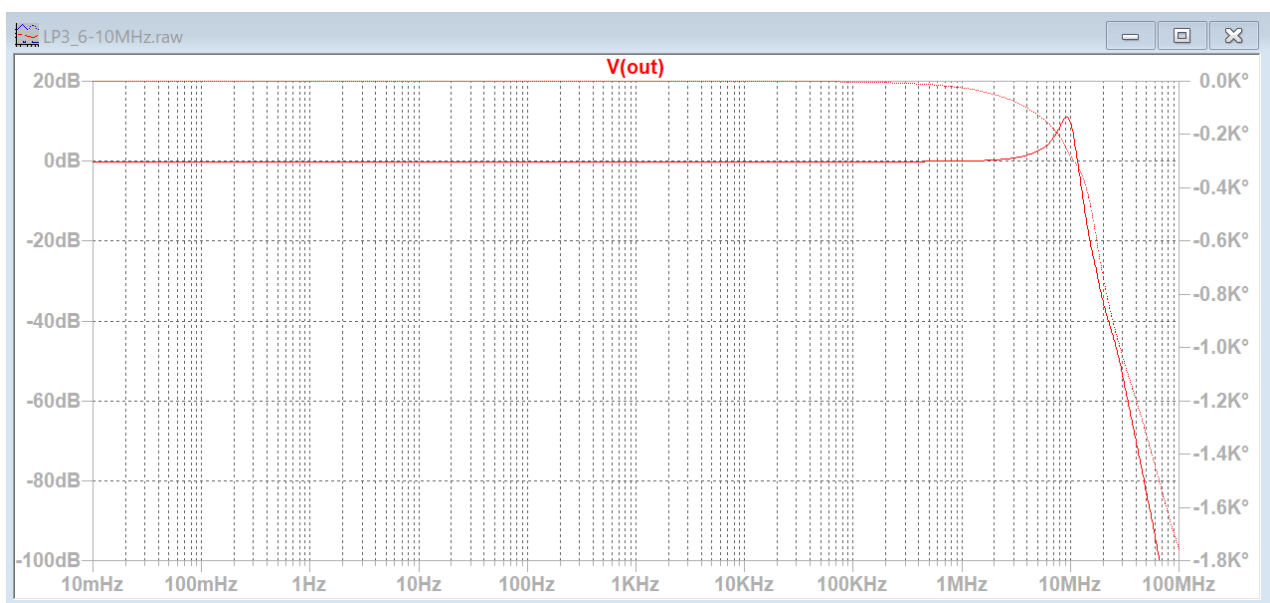
誤差=3.44 %

3 (et1) 「LP3-3-2」 Rb\_3(2 個) = 6.9634K Cb\_3(2 個) = 3.9000p 誤差=2.35 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 6.5899K R3\_3 = 605.2167 R4\_3(5 個) = 837.4922 誤差=4.53 %

### 調整前の特性

LP3\_6-10MHz.asc



10.5MHz 付近に発生するはずのピークが 9.5MHz 付近に発生しており、阻止域に楕形リプルが発生していない。

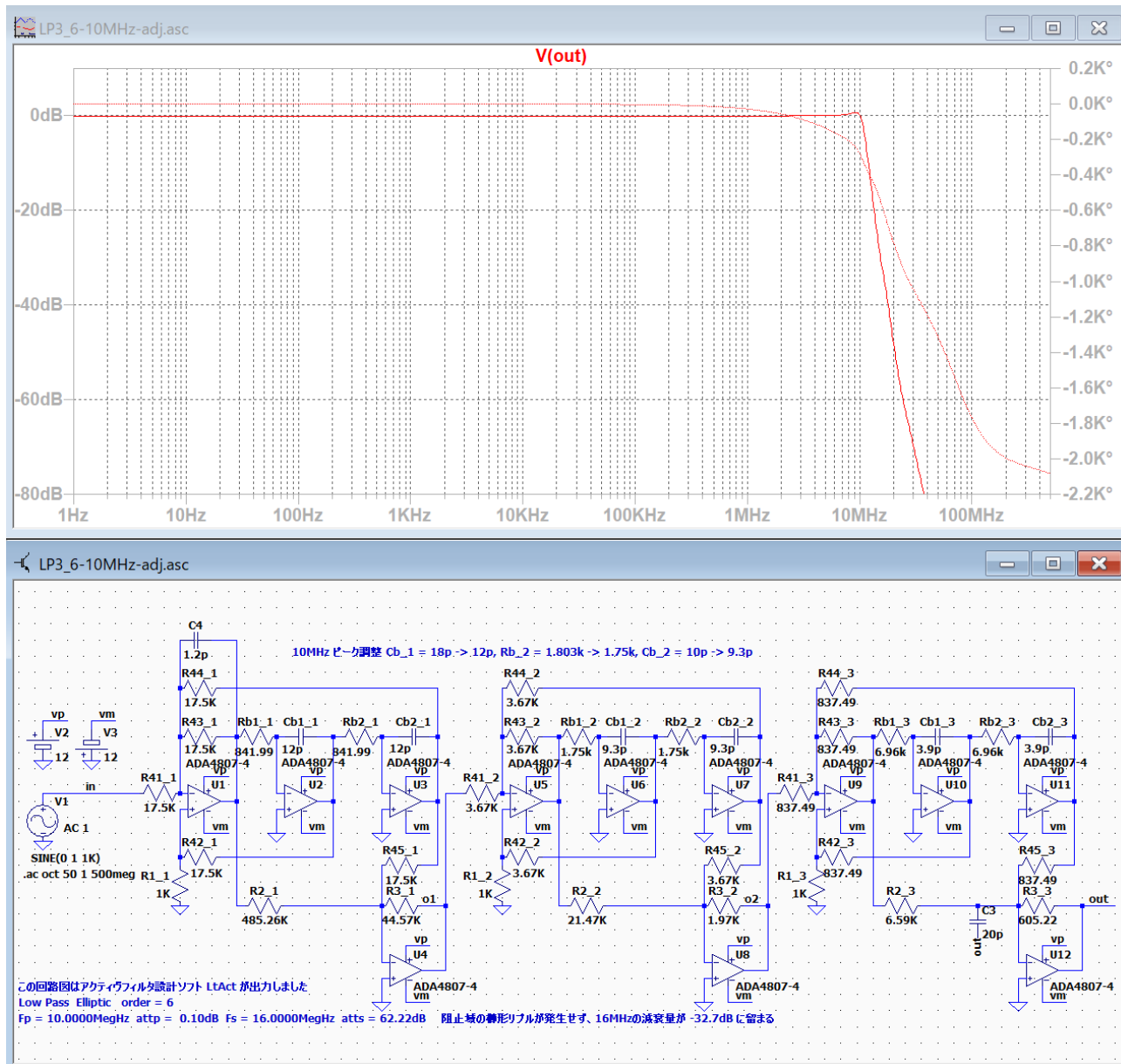
オペアンプの GB 積が不足していることが原因。

Cb\_?と Rb\_?を調整して、10MHz のゲインを改善してみる。

LtAct ver.2.60 追加実験

完成した回路図

LP3\_6-10MHz-adj.asc



16MHz の最低減衰量は設計値では 62.2dB だが、32.7dB になった。

LP3\_6-10MHz

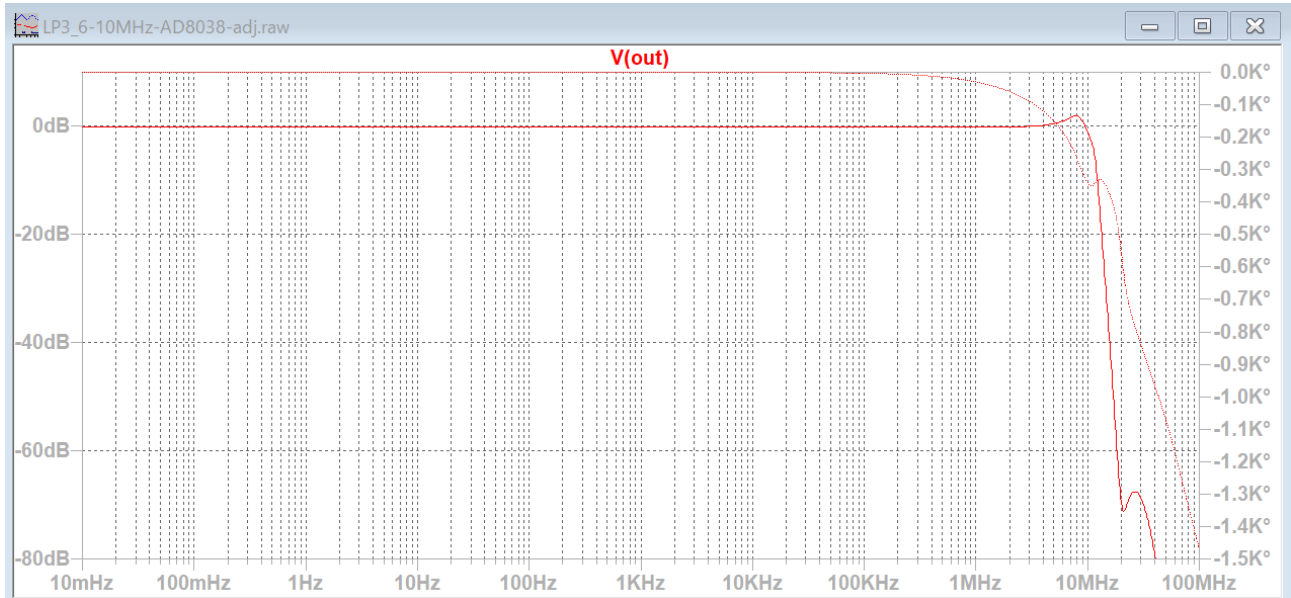
完成した回路図



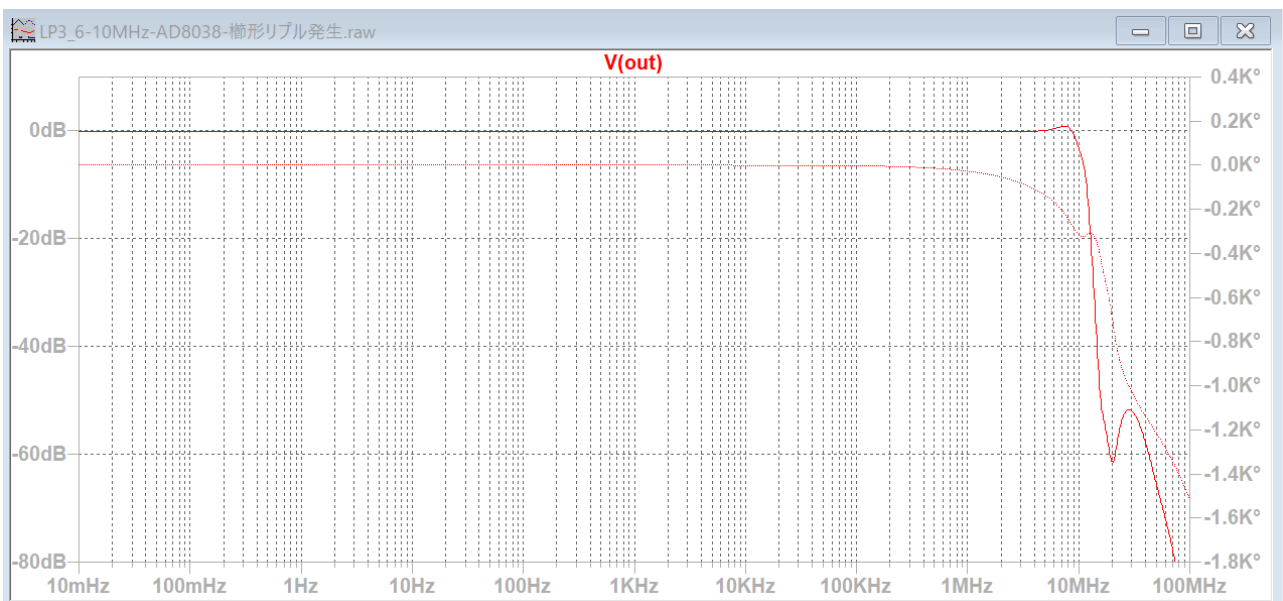
LtAct ver.2.60 追加実験

オペアンプを交換すると

LP3\_6-10MHz-AD8038-adj.asc 16MHz の減衰量は-41.9dB



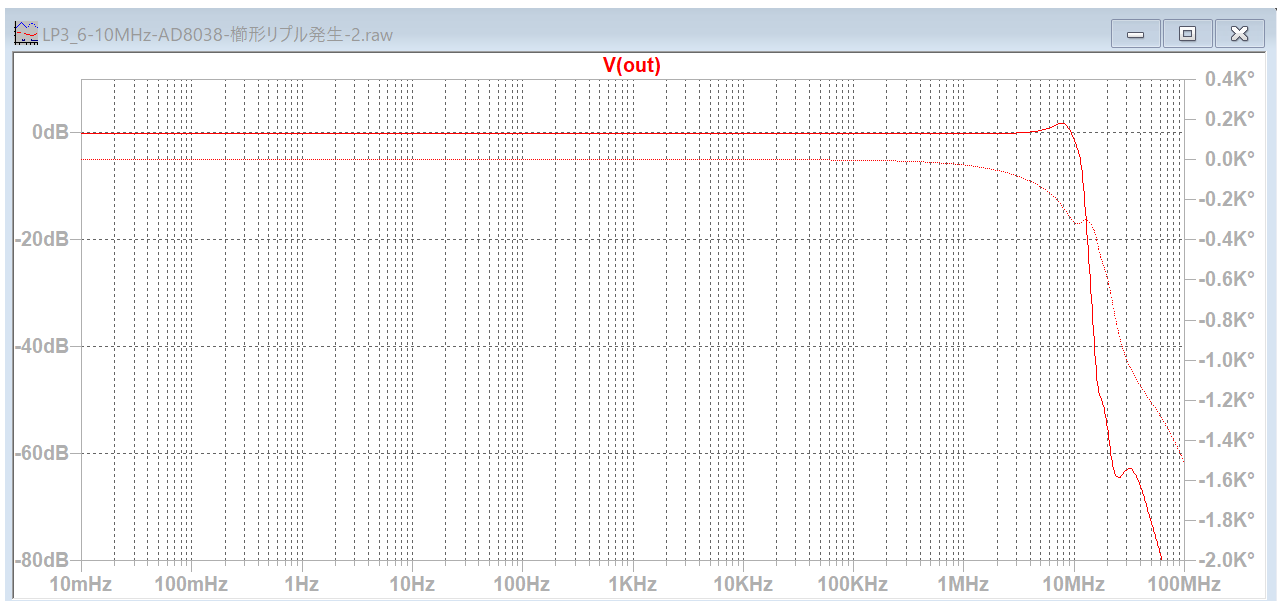
LP3\_6-10MHz-AD8038-楕形リプル発生.asc 16MHz の減衰量は-51.0dB



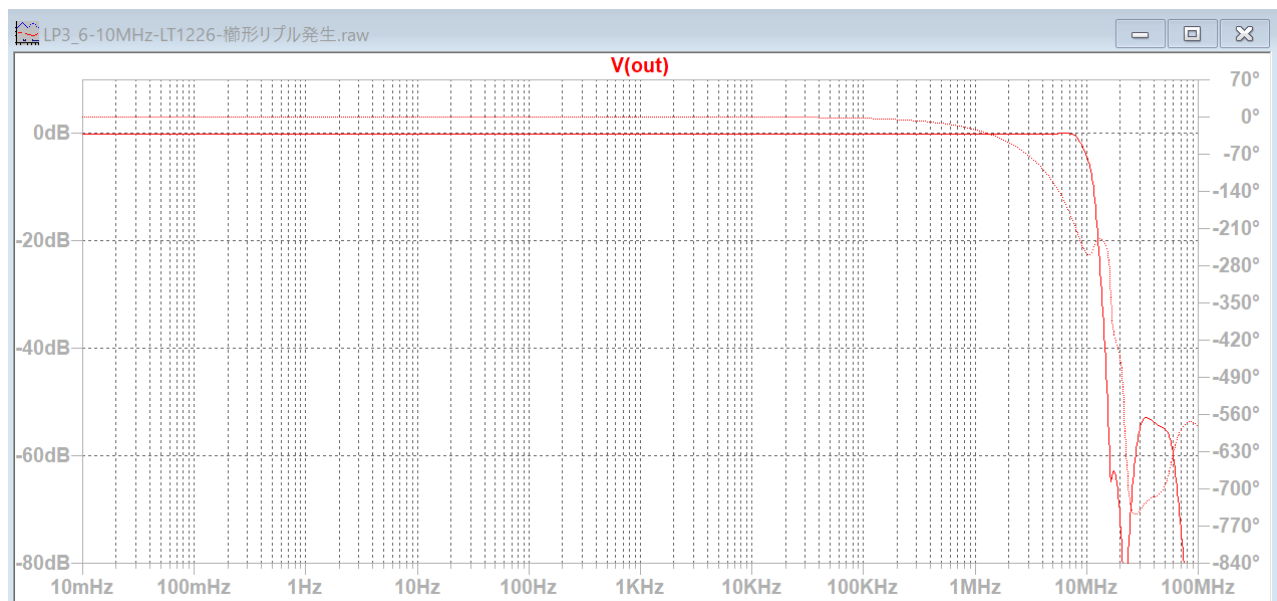
LP3\_6-10MHz

オペアンプを交換すると

LP3\_6-10MHz-AD8038-楕形リプル発生-2.asc 10MHz で-1.2dB,16MHz では-45.5dB



LP3\_6-10MHz-LT1226-楕形リプル発生.asc 10MHz で-4.2dB, 16MHz では-58.8dB



AD8038 と LT1226 に交換すると阻止域の特性が改善されたが、10MHz のゲインが低下している。

LP3\_6-10MHz

オペアンプを交換すると

LtAct ver.2.60 追加実験

## LP3\_6-10MHz 特性改善を試みる

設計パラメータの入力		遮断特性 Elliptic	
フィルタの種類	ローパスフィルタ	設計するフィルタの次数 m(<=58)	6
カットオフ周波数 Fc	10	単位	Meg
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	単位	dB
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	単位	倍
		OK	
		キャンセル	

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 16.0000MegHz atts = 62.22dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	10.6998Meg	4353.5200T	91.8394m	0	11087.0421T
	Fc= 10.5012MegHz Q = 6.1666 GB 積= 6.4757GHz				
2	35.6249Meg	3076.8519T	91.8394m	0	1652.7278T
	Fc= 8.8282MegHz Q = 1.5570 GB 積= 1.3746GHz				
3	60.1188Meg	1355.9056T	91.8394m	0	979.8500T
	Fc= 5.8605MegHz Q = 0.6125 GB 積=358.9543MegHz				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\2021-04-02-LP4\_10-100KHz 他\LP3\_6-10MHz.asc 作

成日時 Mon Apr 05 05:14:47 2021

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 16.0000MegHz atts = 62.22dB

1 (et1) 「LP3-3-0」 Rb\_1(2 個)=841.9906 Cb\_1(2 個)= 18.0000p 誤差=2.61 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 485.2644K R3\_1 = 44.5664K R4\_1(5 個)= 17.4998K

誤差=5.52 %

2 (et1) 「LP3-3-1」 Rb\_2(2 個)= 1.8028K Cb\_2(2 個)= 10.0000p 誤差=0.16 %

## LP3\_6-10MHz 特性改善を試みる

## LtAct ver.2.60 追加実験

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 21.4716K R3\_2 = 1.9719K R4\_2(5 個) = 3.6711K

誤差=3.44 %

3 (et1) 「LP3-3-2」 Rb\_3(2 個) = 6.9634K Cb\_3(2 個) = 3.9000p 誤差=2.35 %

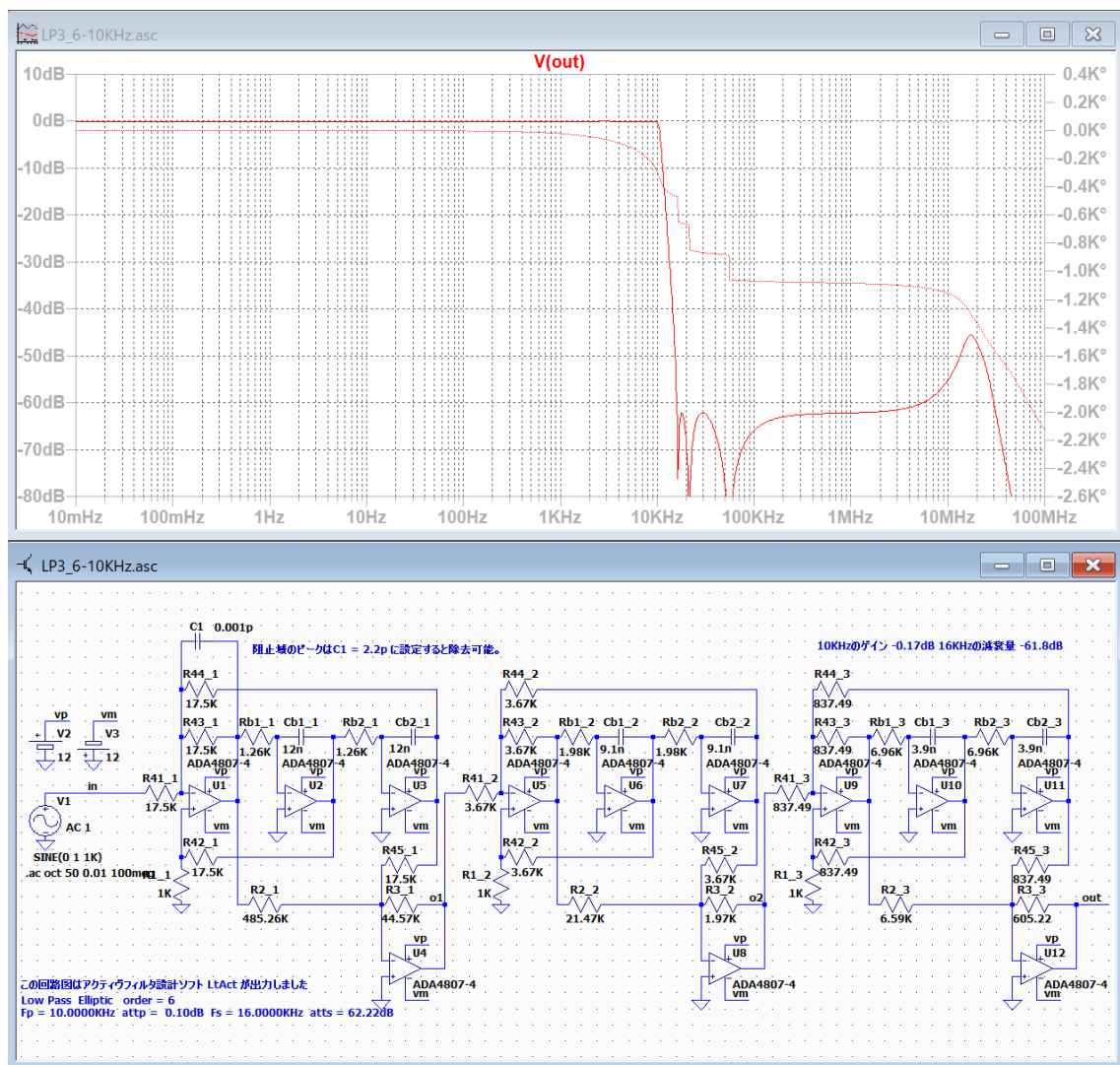
3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 6.5899K R3\_3 = 605.2167 R4\_3(5 個) = 837.4922 誤

差=4.53 %

このフィルタは必要とされる GB 積が非常に高いのでオペアンプ ADA4807-4 を使用して設計通りの周波数特性を実現することが困難だと思われます。

LtAct が出力した回路図 LP3\_6-10MHz.asc を調整する前に、設計の性能に近付けるために、カットオフ周波数が 10KHz の回路図の各ブロックの出力を確認しておきます。

## LP3\_6-10KHz.asc

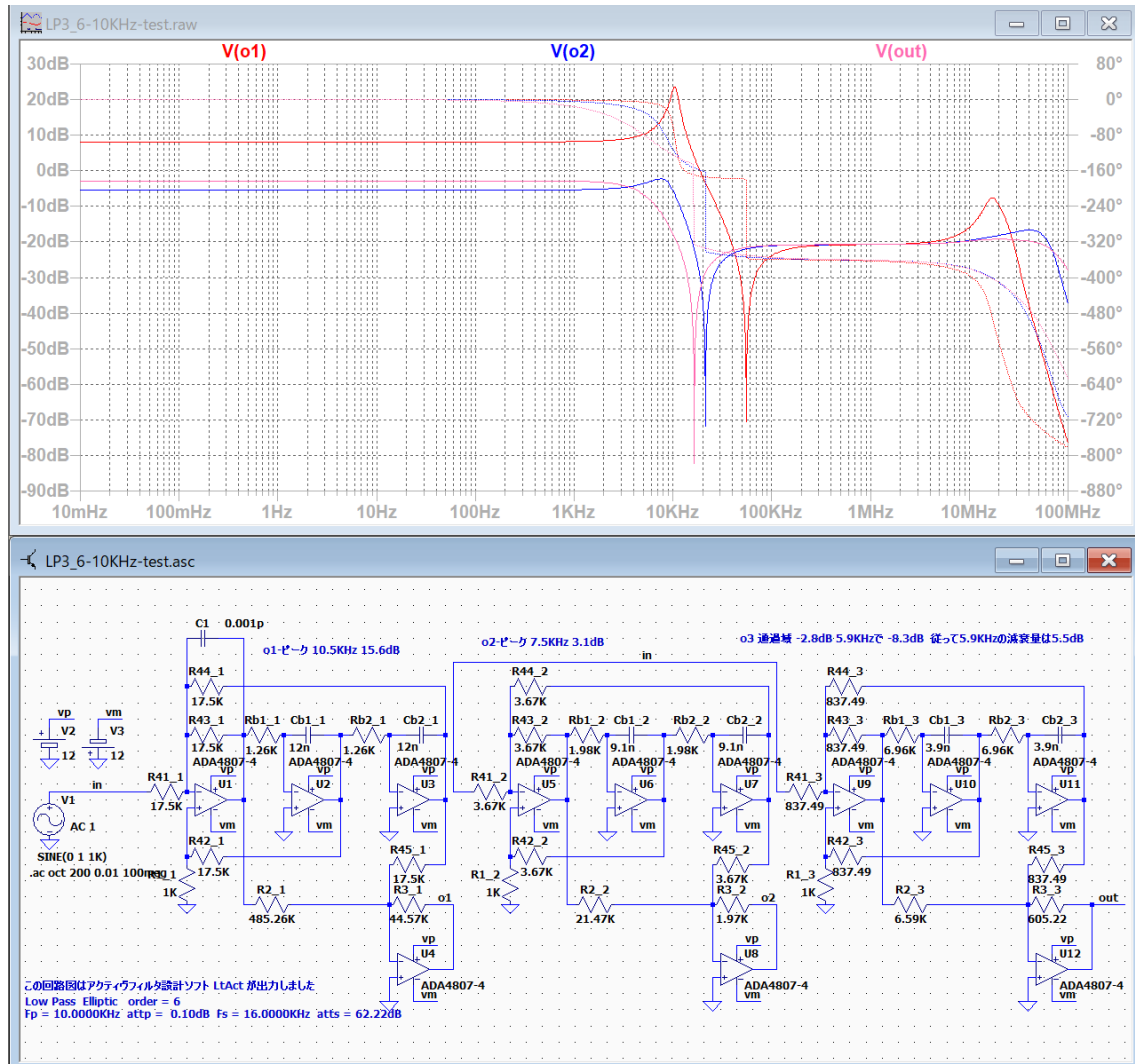


## LP3\_6-10MHz 特性改善を試みる

LtAct ver.2.60 追加実験

回路図の配線を変更して、各ブロックの出力を確認する。

LP3\_6-10KHz-test.asc



o1-ピーク 10.5KHz 15.6dB、o2-ピーク 7.5KHz 3.1dB、out 5.9KHz の減衰量は-5.5dB

「伝達関数の係数、カットオフ周波数、 $Q$  値、GB 値」には各ブロックのカットオフ周波数と  $Q$  値が示されている。これらの値から、各ブロックは表示されたカットオフ周波数付近のゲインが  $Q$  値をデシベルに変換した値になると推測する。

従って、第1ブロックは  $F_c = 10.5012\text{KHz}$  で  $Q = 6.1666$  より、ゲインが 15.8dB、

第2ブロックは  $F_c = 8.8282\text{KHz}$  で  $Q = 1.5570$  より、ゲインが 3.8dB、

第3ブロックは  $F_c = 5.8605\text{KHz}$  で  $Q = 0.6125$  より、ゲインが -4.26dB

これらの値は、上で確認した値に近いと言える。

LP3\_6-10MHz 特性改善を試みる

### ピークの周波数とピークの大きさの調整方法

第1ブロックを調整してピークの周波数と大きさを調整してみます。

LP3\_6-10KHz-test.asc

1 (et1) 「LP3-1-0」

Rb\_1(2 個)= 1.2630K Cb\_1(2 個)= 12.0000n

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 485.2644K R3\_1 = 44.5664K R4\_1(5 個)= 17.4998K

この素子値では、「o1」のピークは 10.45KHz でピークの大きさは 15.55dB です。

Cb1= Cb2=12n を 13n に変更すると、ピークは 9.65KHz でピークの大きさは 15.55dB。

Cb1= Cb2=12n を 11n に変更すると、ピークは 11.4KHz でピークの大きさは 15.55dB。

Cb1= Cb2=12n に戻して、R2\_1 = 485.26K を 200K に変更すると、ピークは 10.45KHz でピークの大きさは 15.1dB。R2\_1 = 485.26K を 800K に変更すると、ピークは 10.45KHz でピークの大きさは 15.7dB。

全てもとに戻して、R45\_1 = 17.5K を 9K に変更すると、ピークは 10.45KHz でピークの大きさは 15.8dB。R45\_1 = 17.5K を 35K に変更すると、ピークは 10.45KHz でピークの大きさは 15.2dB。

全てもとに戻して、R3\_1 = 44.57K を 20K に変更すると、ピークは 10.45KHz でピークの大きさは 15.5dB。R3\_1 = 44.57K を 80K に変更すると、ピークは 10.45KHz でピークの大きさは 15.5dB。

以上より、

Cb1 を小さくすると、ピークの周波数が上昇して、大きさは変化しない。

Cb1 を大きくすると、ピークの周波数が下降して、大きさは変化しない。

R2\_1 を小さくすると、ピークの周波数は変化せず、大きさは小さくなる。

R2\_1 を大きくすると、ピークの周波数は変化せず、大きさは大きくなる。

R45\_1 を小さくすると、ピークの周波数は変化せず、大きさは大きくなる。

R45\_1 を大きくすると、ピークの周波数は変化せず、大きさは小さくなる。

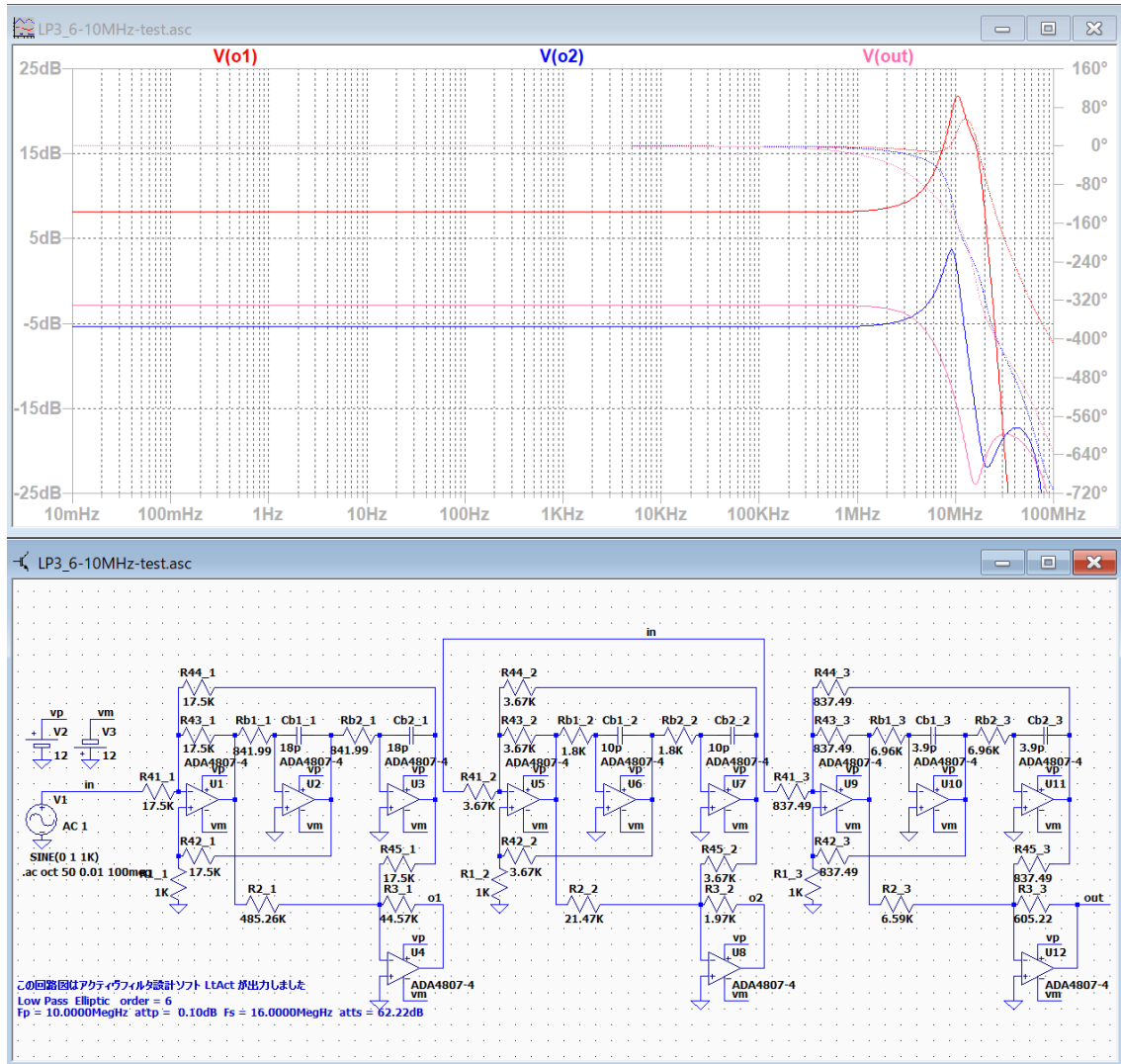
R3\_1 は増減しても、ピークの周波数も大きさも変化しない。調整には利用しない。

これらのことを考慮して、LP3\_6-10MHz-2.asc の調整を行う。

LtAct ver.2.60 追加実験

LP3\_6-10MHz.asc の各ブロックの出力を確認する

LP3\_6-10MHz-test.asc



o1 ピーク 10.5MHz 13.7dB、o2 ピーク 9.15MHz 9.1dB、out 5.9MHz 減衰量 -4.3dB

調整の目標は

o1 ピーク 10.5MHz 15.6dB、o2 ピーク 7.5MHz 3.1dB、out 5.9MHz 減衰量 -5.5dB

LP3\_6-10MHz 特性改善を試みるLP3\_6-10MHz.asc の各ブロックの出力を確認する

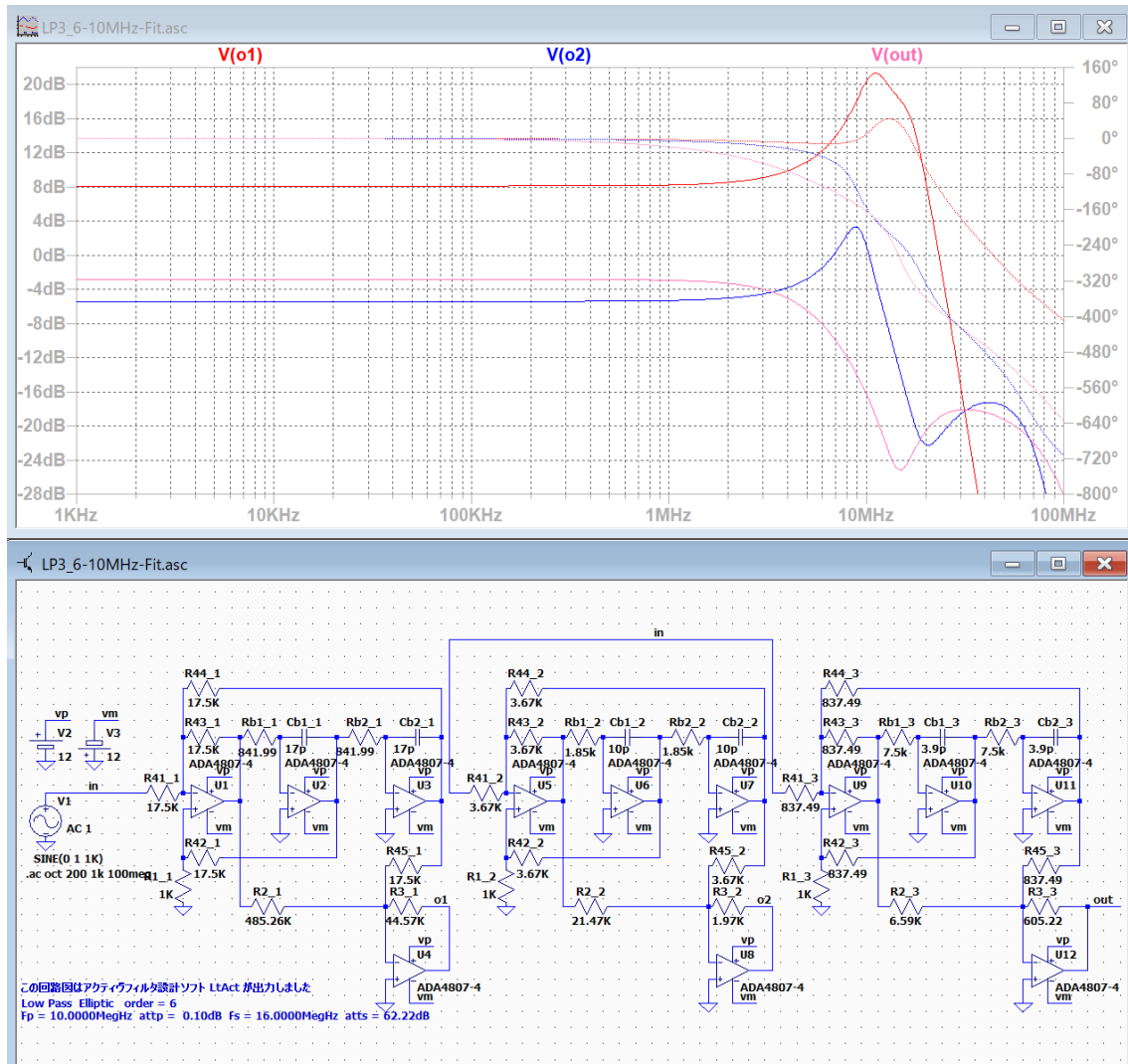
## LtAct ver.2.60 追加実験

o1 のピークを 10.5MHz にすることは出来たが、ピークが 13dB 以上に調整出来ないの  
で、ピーク周波数を少し高めの 11.1MHz、13.2dB に調整した。

o1 のピークが予定より小さいので、o2 のピークを 8.8MHz、8.7dB に調整した。

out は 5.9MHz の減衰量 -5.7dB に調整した。

## LP3\_6-10MHz-Fit.asc



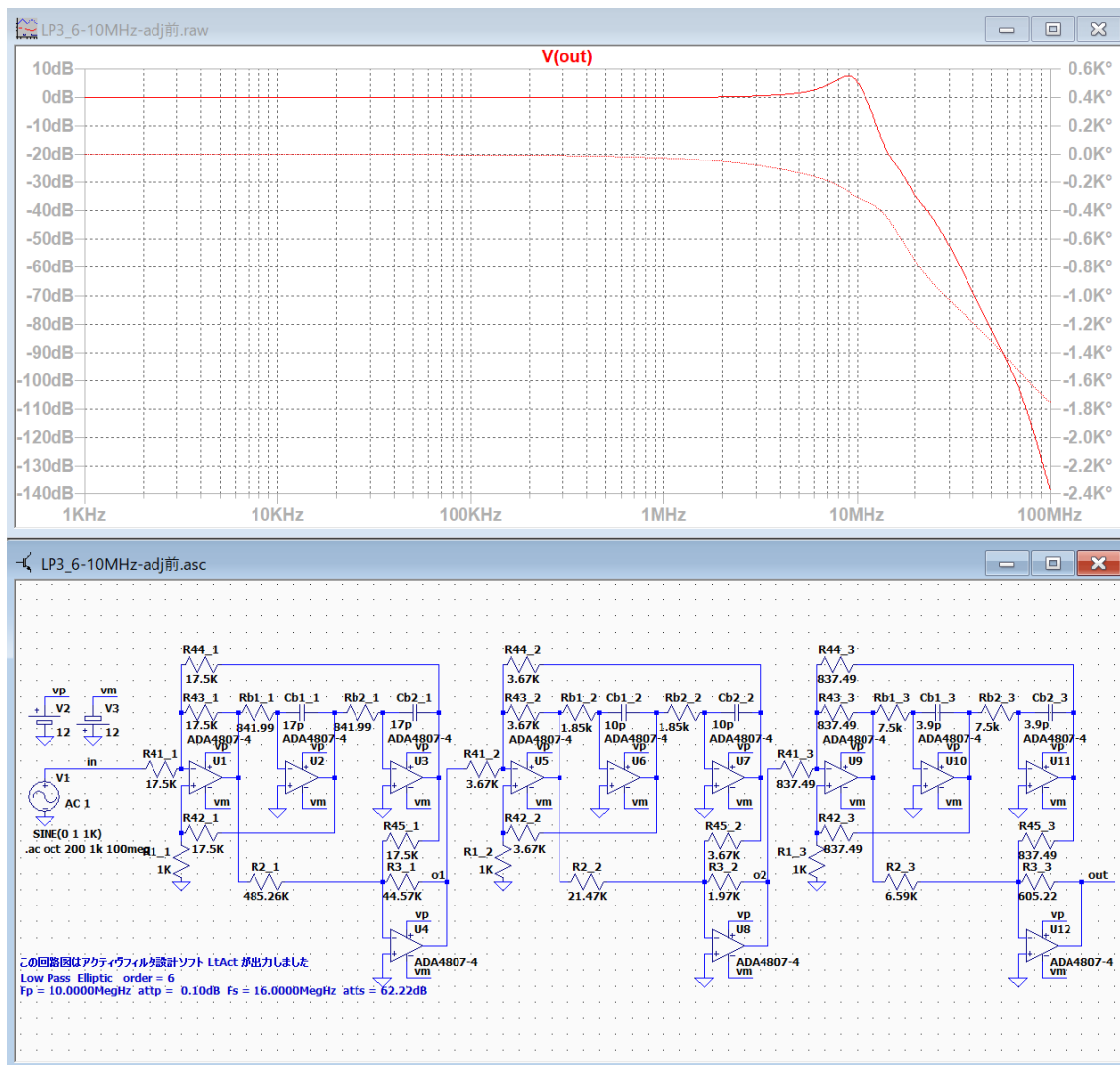
回路図の配線を元に戻して、調整を始める。

LP3\_6-10MHz 特性改善を試みるLP3\_6-10MHz.asc の各ブロックの出力を確認する



LtAct ver.2.60 追加実験

LP3\_6-10MHz-adj 前.asc



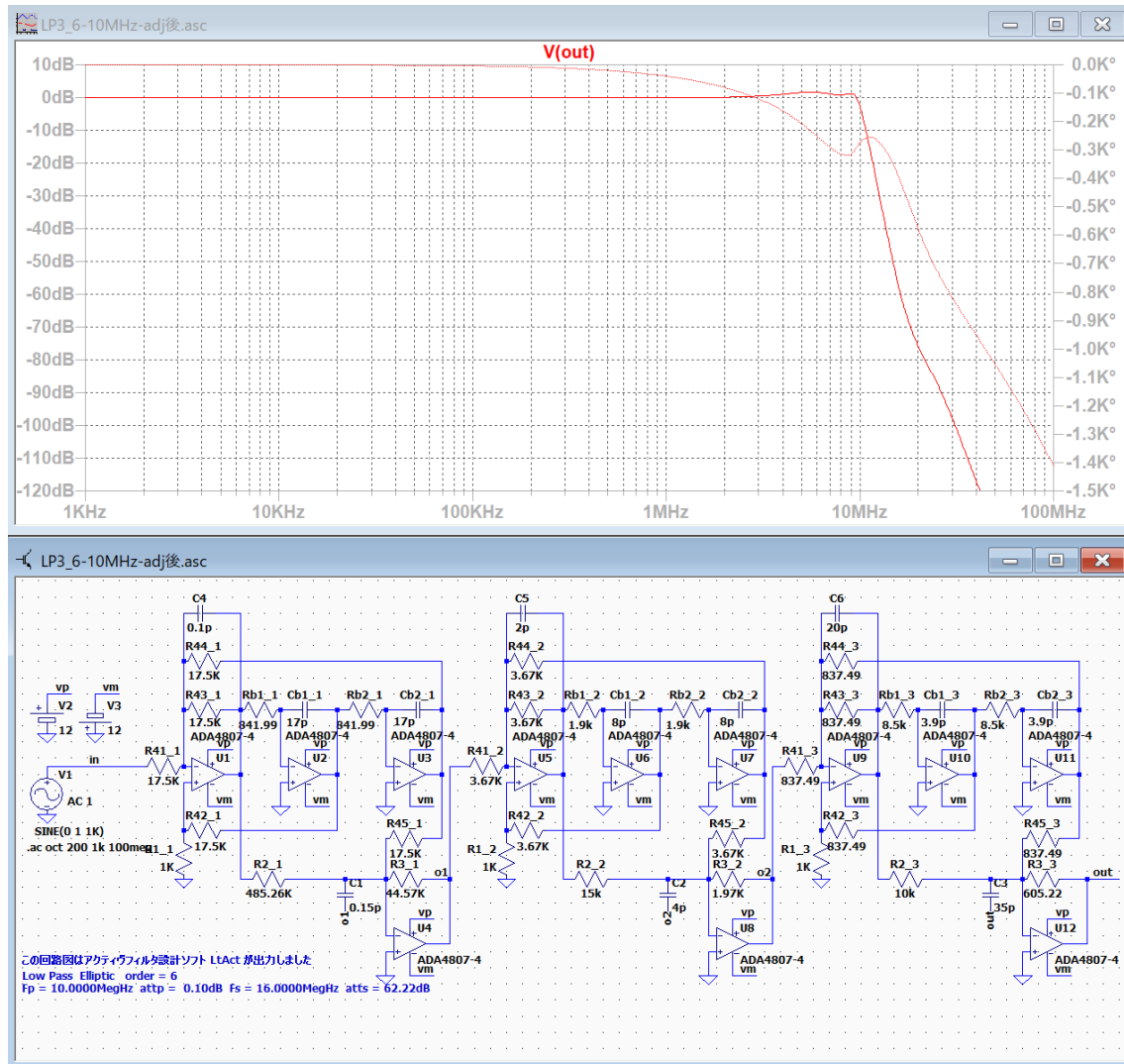
o2 のピーク周波数を少し高めに調整して、「out」の 10MHz を 0dB に近づける。

16MHz の減衰量を出来るだけ設計値に近付けるように各ブロックの素子値を調整する。

LP3\_6-10MHz 特性改善を試みるLP3\_6-10MHz.asc の各ブロックの出力を確認する

## 完成した回路図

## LP3\_6-10MHz-adj 後.asc



Cb1\_2 = 10p -> 8p, Rb1\_2 = 1.85k -> 1.9K, R2\_2 = 21.47k -> 15K

Rb1\_3 = 7.5K -> 8.5K, R2\_3 = 6.59k -> 10K に調整した。

ピーク調整用に C1 ~ C6 を追加した。

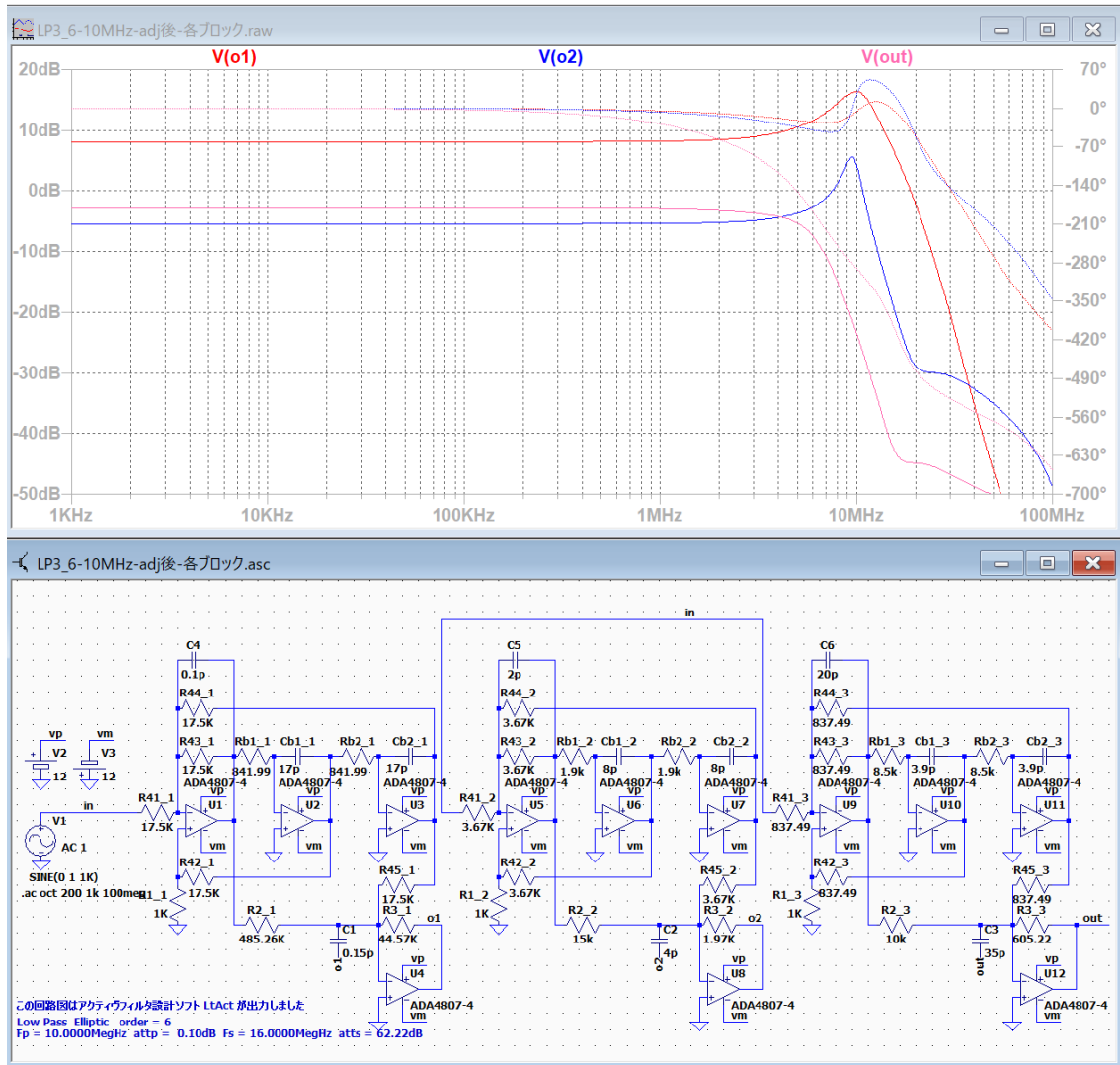
10MHz のゲイン -2.4dB, 16MHz の減衰量 -58.5dB

設計時の 16MHz の減衰量 -62.22dB は達成できなかったが、最初の実験では -32.7dB だったのでかなり改善できたと思う。阻止域の楕円リプルは発生しなかった。

基本回路 LP3 は低い周波数の場合はほとんど無調整で設計の性能が得られるが、周波数が 10MHz になると調整するのが困難だった。

## 調整後の各ブロックの出力

## LP3\_6-10MHz-adj 後-各ブロック.asc



調整後の各ブロックの出力特性は次の通り。

o1 10.0MHz で 7.1dB、o2 9.5MHz で 10.9dB、out 5.9MHz の減衰量 -4.4dB

設定の目標は

o1 ピーク 10.5MHz 15.6dB、o2 ピーク 7.5MHz 3.1dB、out 5.9MHz 減衰量 -5.5dB

だが、o1 のピークを 15.6dB に出来なかったので、o2 のピークの周波数と大きさを高く設定して設計の特性に近付けることが出来た。

LP3\_6-10MHz 特性改善を試みる調整後の各ブロックの出力

LtAct ver.2.60 追加実験

## LP3\_6-10MHz-inv

ローパス・逆チェビシェフ 6次 10MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Inv. Cheb
設計するフィルタの次数 m(<=58)	6		
カットオフ周波数 Fc	10	Meg	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.6	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 16.0000MegHz atts = 32.22dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	26.4738Meg	6416.3394T	0.5923	0	6416.3394T
	Fc= 12.7486MegHz Q = 3.0257 GB 積= 3.8574GHz				
2	99.7498Meg	8849.0072T	0.4378	0	8849.0072T
	Fc= 14.9716MegHz Q = 0.9431 GB 積= 1.4119GHz				
3	219.4697Meg	14252.7396T	94.4694m	0	14252.7396T
	Fc= 19.0007MegHz Q = 0.5440 GB 積= 1.0336GHz				

「伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値」を参考にして、フィルタの特性を調整する。

調整の目標

第1ブロックの出力「o1」ピークの周波数 12.75MHz 9.6dB

第2ブロックの出力「o2」周波数 15MHz のゲイン -0.5dB

第3ブロックの出力「out」周波数 19MHz のゲイン -5.3dB

LP3\_6-10MHz-inv

調整後の各ブロックの出力

LtAct ver.2.60 追加実験

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP3\_6-10MHz-inv.asc 作成日時 Wed Apr 14 20:33:45 2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 16.0000MegHz atts = 32.22dB

1 (et1) 「LP3-3-1」 Rb\_1(2 個)= 1.2484K Cb\_1(2 個)= 10.0000p 誤差=3.88 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 13.6359K R3\_1 = 8.0771K R4\_1(5 個)= 8.0771K

誤差=5.14 %

2 (et1) 「LP3-3-2」 Rb\_2(2 個)= 2.7258K Cb\_2(2 個)= 3.9000p 誤差=0.95 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 4.1782K R3\_2 = 1.8292K R4\_2(5 個)= 1.8292K

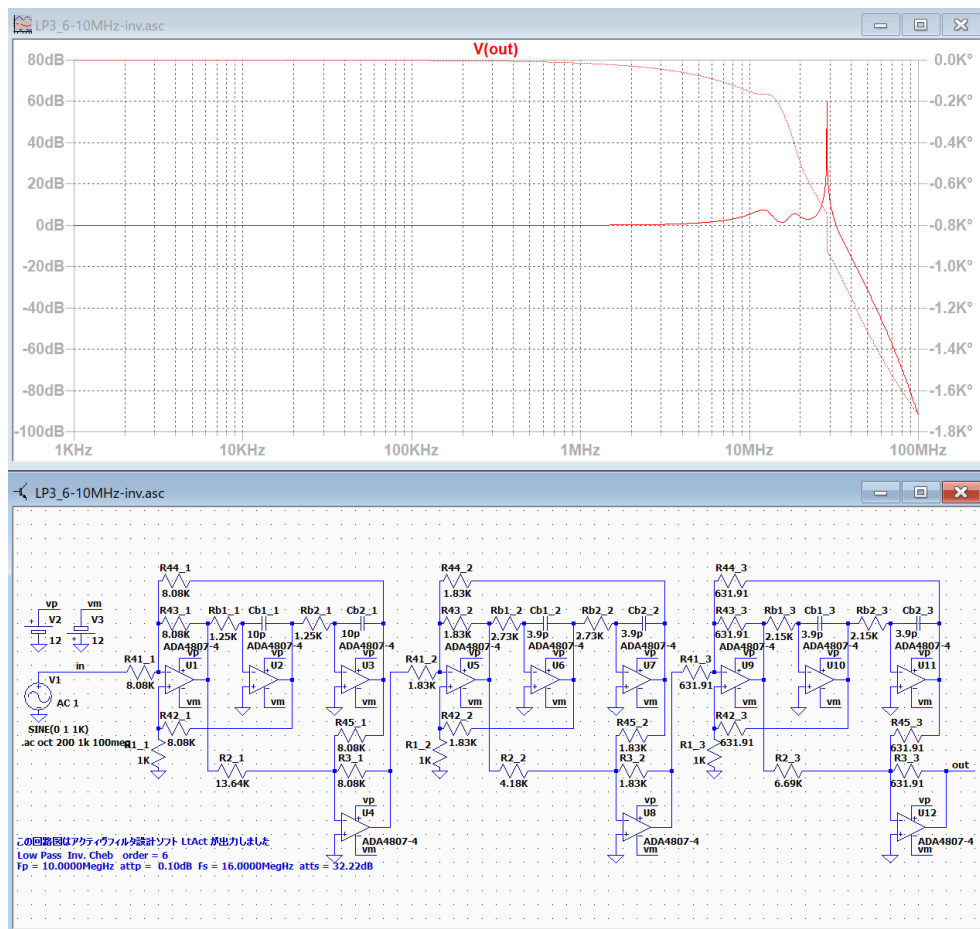
誤差=3.69 %

3 (et1) 「LP3-3-2」 Rb\_3(2 個)= 2.1478K Cb\_3(2 個)= 3.9000p 誤差=2.43 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 6.6890K R3\_3 = 631.9089 R4\_3(5 個)= 631.9089 誤

差=3.14 %

LP3\_6-10MHz-inv.asc 調整前の特性は劣悪

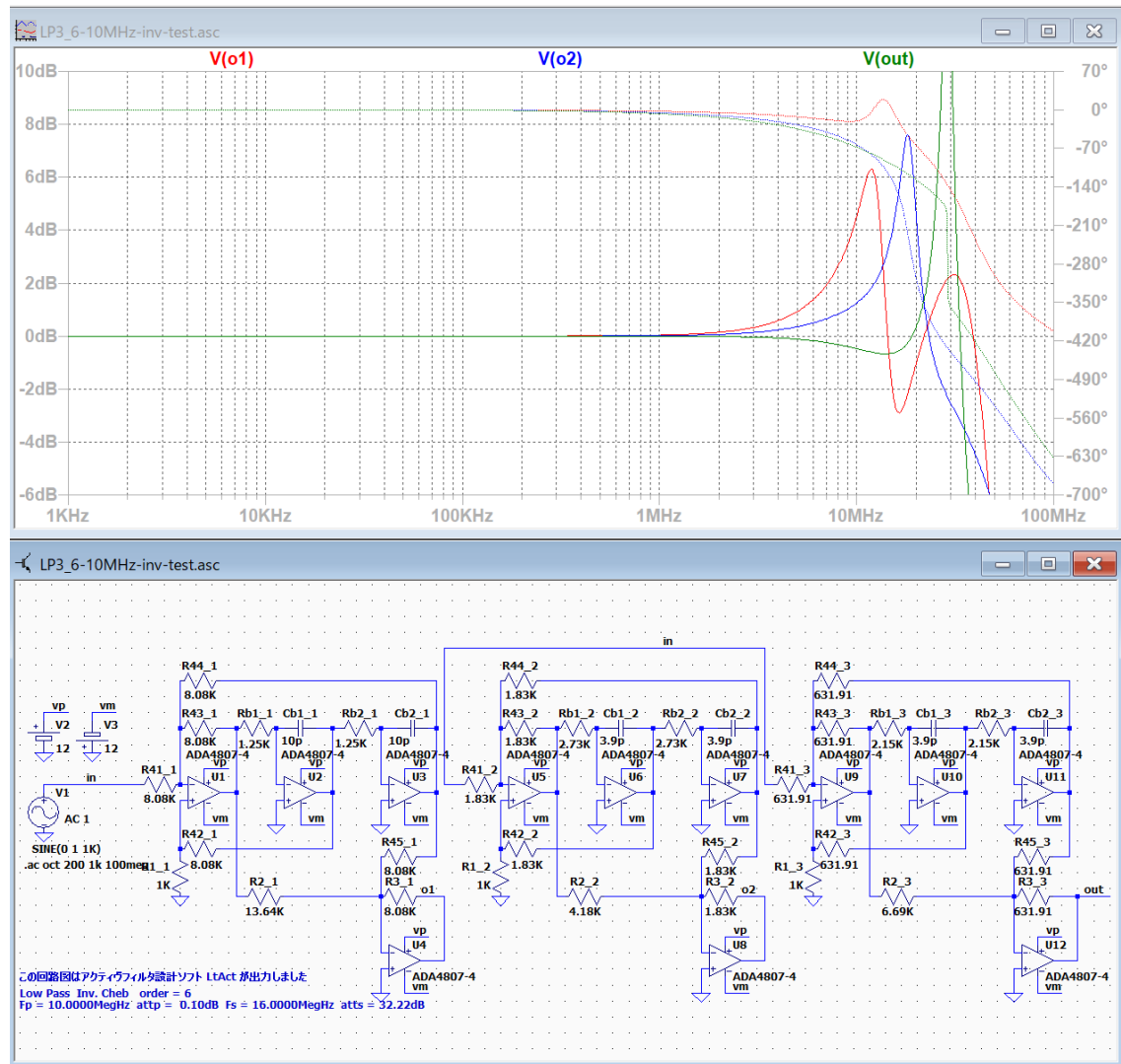


LP3\_6-10MHz-inv

調整後の各ブロックの出力

各ブロックの出力を確認する

LP3\_6-10MHz-inv-test.asc



第1ブロックの出力「o1」ピークの周波数 11.9MHz 6.3dB

第2ブロックの出力「o2」周波数 18.2MHz のゲイン 7.6dB

第3ブロックの出力「out」周波数 19MHz のゲイン -0.05dB

調整の目標

第1ブロックの出力「o1」ピークの周波数 12.75MHz 9.6dB

第2ブロックの出力「o2」周波数 15MHz のゲイン -0.5dB

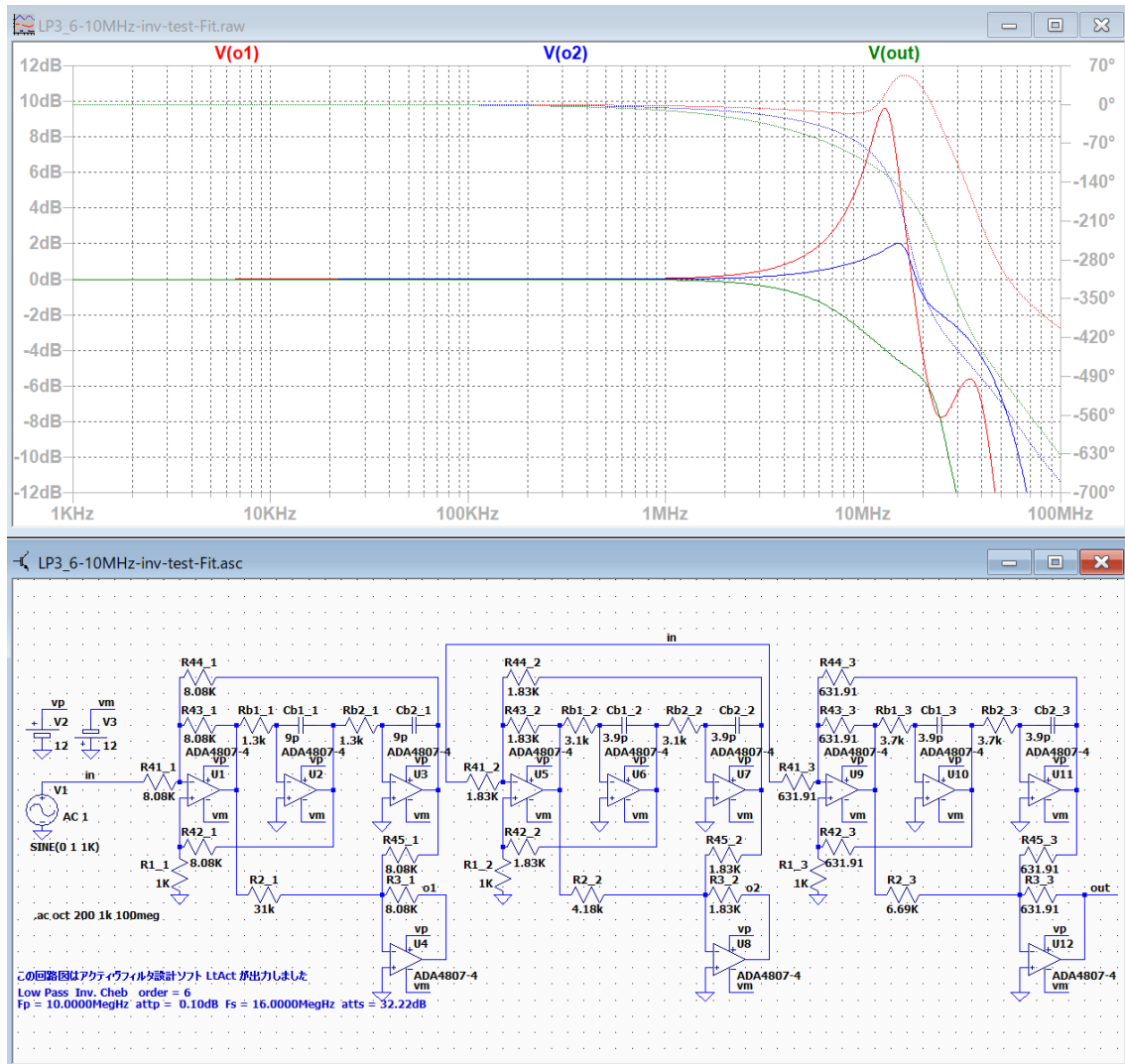
第3ブロックの出力「out」周波数 19MHz のゲイン -5.3dB

目標値から差があるので、ブロックごとに調整を行う。

LtAct ver.2.60 追加実験

各ブロックの出力を調整した

LP3\_6-10MHz-inv-test-Fit.asc



「o1」 ピーク 12.9MHz 9.6dB

Rb\_1 = 1.25k -&gt; 1.35K, Cb\_1 = 10p -&gt; 9p, R2\_1 = 13.6K -&gt; 31K

「o2」 ピーク 15MHz 2.0dB ゲインを -0.5dB に調整出来ない

Rb\_2 = 2.73K -&gt; 3.1K

「out」 19MHz -5.4dB Rb\_3 = 2.15K -&gt; 3.7K

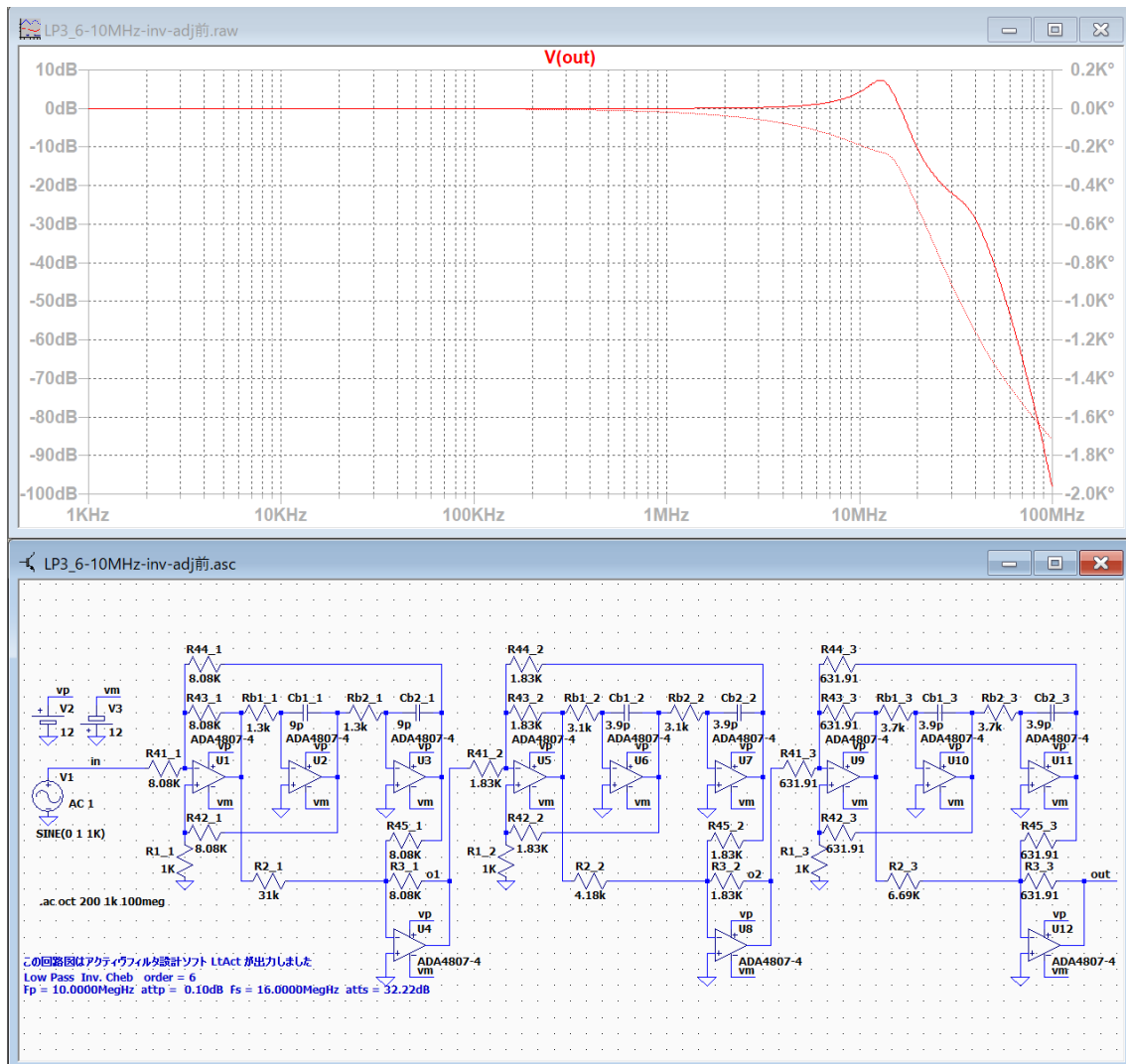
LP3\_6-10MHz-inv

各ブロックの出力を調整した

LtAct ver.2.60 追加実験

配線を元にもどした

LP3\_6-10MHz-inv-adj 前.asc



各ブロックのピーク等を調整すると、周波数特性のグラフがおとなしくなった。

「out」を確認しながら、10MHz のゲインと 16MHz の減衰量が設計値に近付くように、各ブロックのピークとゲインを微調整する。

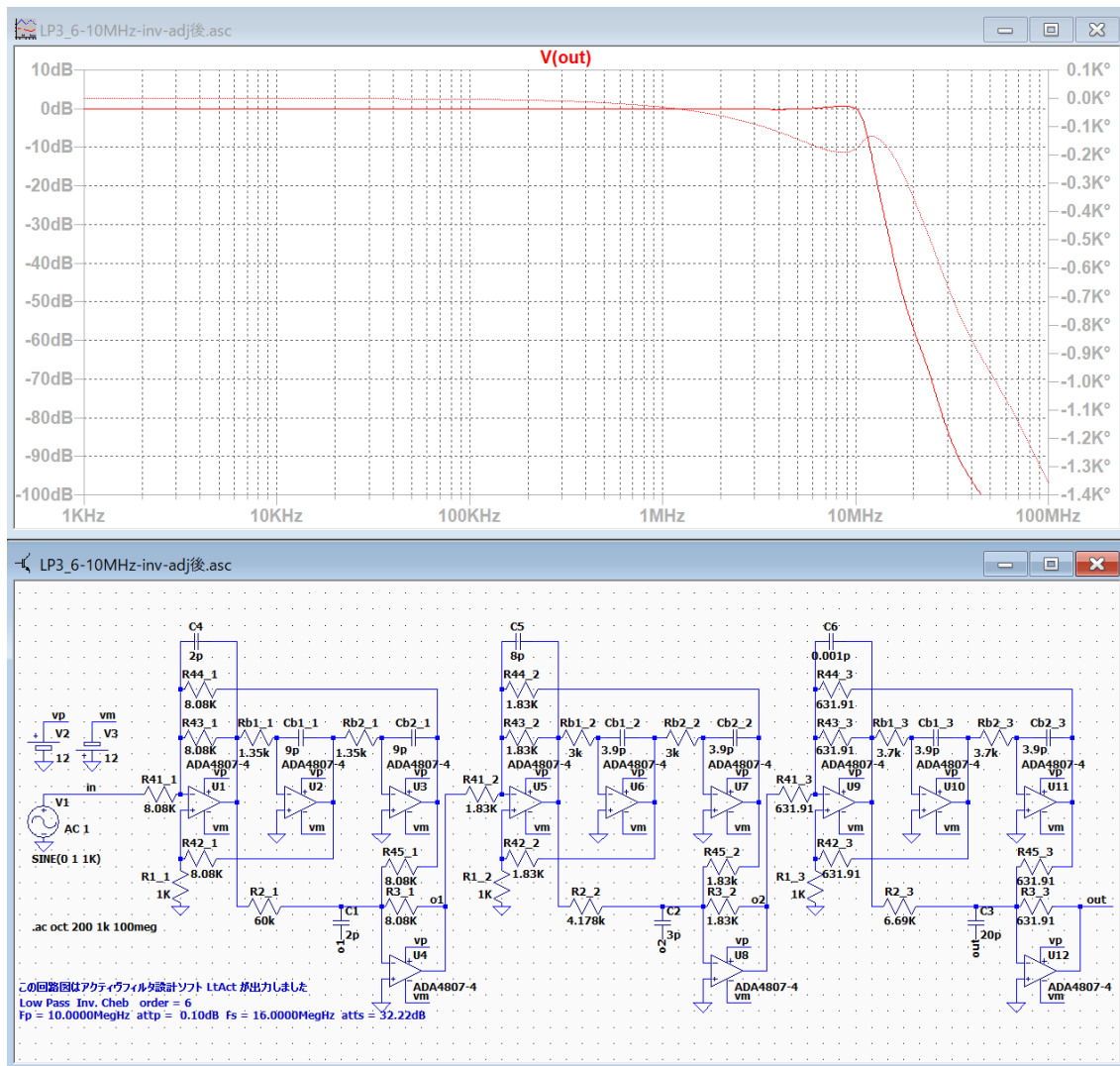
LP3\_6-10MHz-inv

配線を元にもどした



## 完成した回路図

LP3\_6-10MHz-inv-adj 後.asc



追加の調整は、

「o1」 Rb\_1 = 1.3k -&gt; 1.35K, R2\_1 = 31K -&gt; 60K

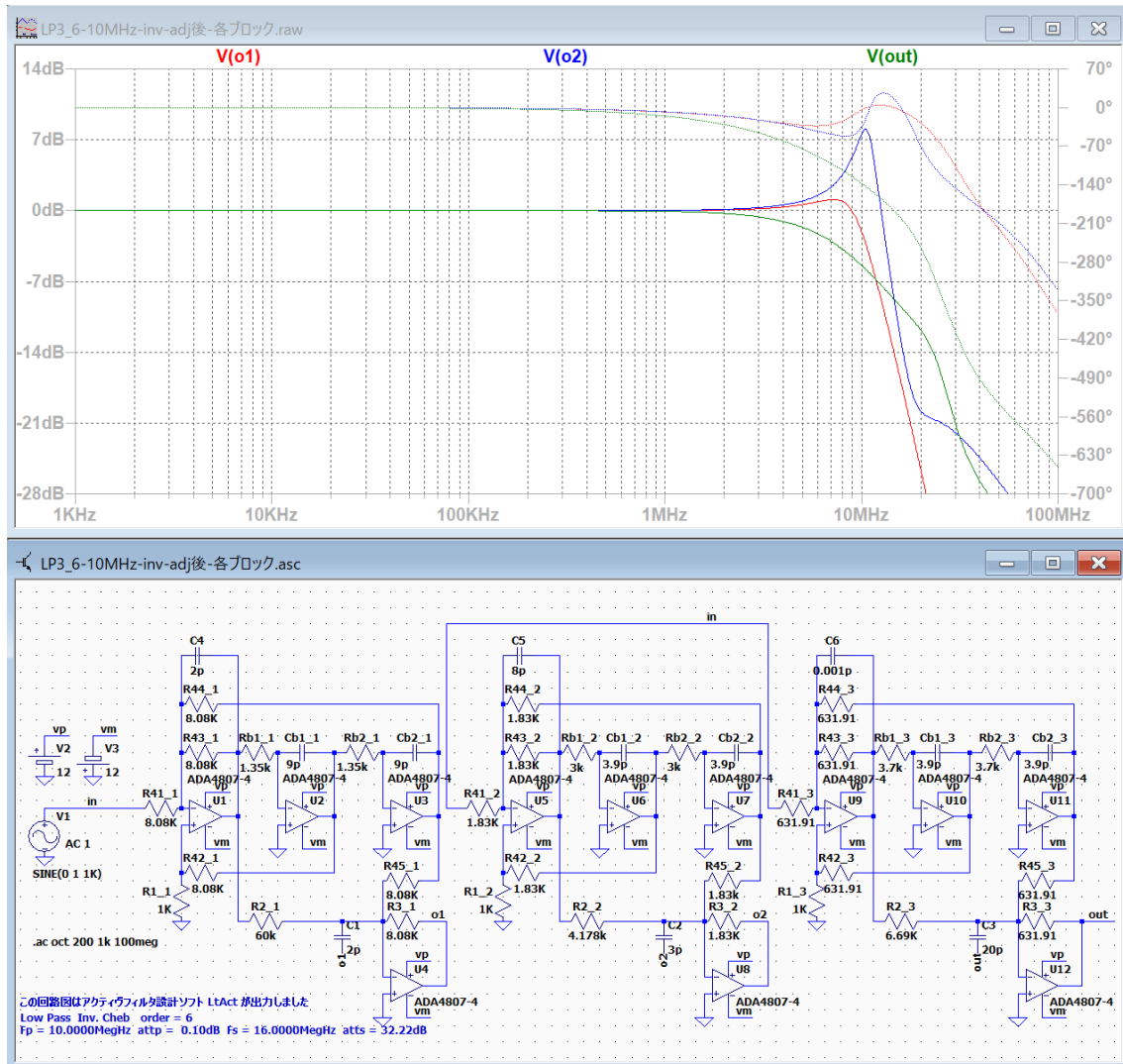
「o2」 Rb\_2 = 3.1K -&gt; 3K

そして、10MHz のゲインとピークの調整用に C1 ~ C6 を追加した。

調整結果は 10MHz 0.08dB, 16MHz -40.0dB が得られた。阻止域の楕形リプルは発生出来なかったが、16MHz の減衰量は設計値の 32.22dB を上回った。

## 調整後の各ブロックの出力

LP3\_6-10MHz-inv-adj 後-各ブロック.asc



「o1」 ピーク 7.2MHz 1.07dB、「o2」 15MHz ゲイン -10dB、  
「out」 19MHz ゲイン -11.2dB

調整の目標は、

第1ブロックの出力「o1」ピークの周波数 12.75MHz 9.6dB

第2ブロックの出力「o2」周波数 15MHz のゲイン -0.5dB

第3ブロックの出力「out」周波数 19MHz のゲイン -5.3dB

各ブロックにピーク調整用コンデンサが使用されているため、3ブロックすべてが目標からずれているが、縦続接続すると設計の特性が得られる。

LtAct ver.2.60 追加実験

## LP4\_4-100KHz-LtAct

ローパス・楕円関数 4次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  4

カットオフ周波数  $F_c$  100 KHz

周波数  $F_c$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Elliptic 次数=4

Fp=100.0000KHz attp=0.1000dB Fs=150.0000KHz atts=29.06dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	218.1857K	496.6632G	0.1877	0	896.4549G

Fc=112.1634K Q=3.2300 GB積=36.2290Meg

2	878.0554K	343.0102G	0.1877	0	187.8627G
---	-----------	-----------	--------	---	-----------

Fc=93.2124K Q=0.6670 GB積=6.2174Meg

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\LP4\_4-100KHz-LtAct.asc 作成日時 Thu Feb 18 16:57:31 2021

アナログ Low Pass Elliptic 次数=4

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp=0.1000dB Fs=150.0000KHz atts=29.06dB

1 (et2) 「LP4-2-1」 Rb\_1(2 個)=381.2928 Cb\_1(2 個)=1.2000n R1\_1=190.6464

C1\_1=2.4000n 誤差=5.41 %

1 R2\_1=10.2443K C2\_1=5.6000n 誤差=2.39 %

1 R3\_1=20.9405K R5\_1=10.0000K 誤差=4.49 %

1 R4\_1=6.2679K R6\_1=10.0000K 誤差=1.08 %

2 (et2) 「LP4-2-2」 Rb\_2(2 個)=1.4699K Cb\_2(2 個)=0.6800n R1\_2=734.9281

C1\_2=1.3600n 誤差=5.28 %

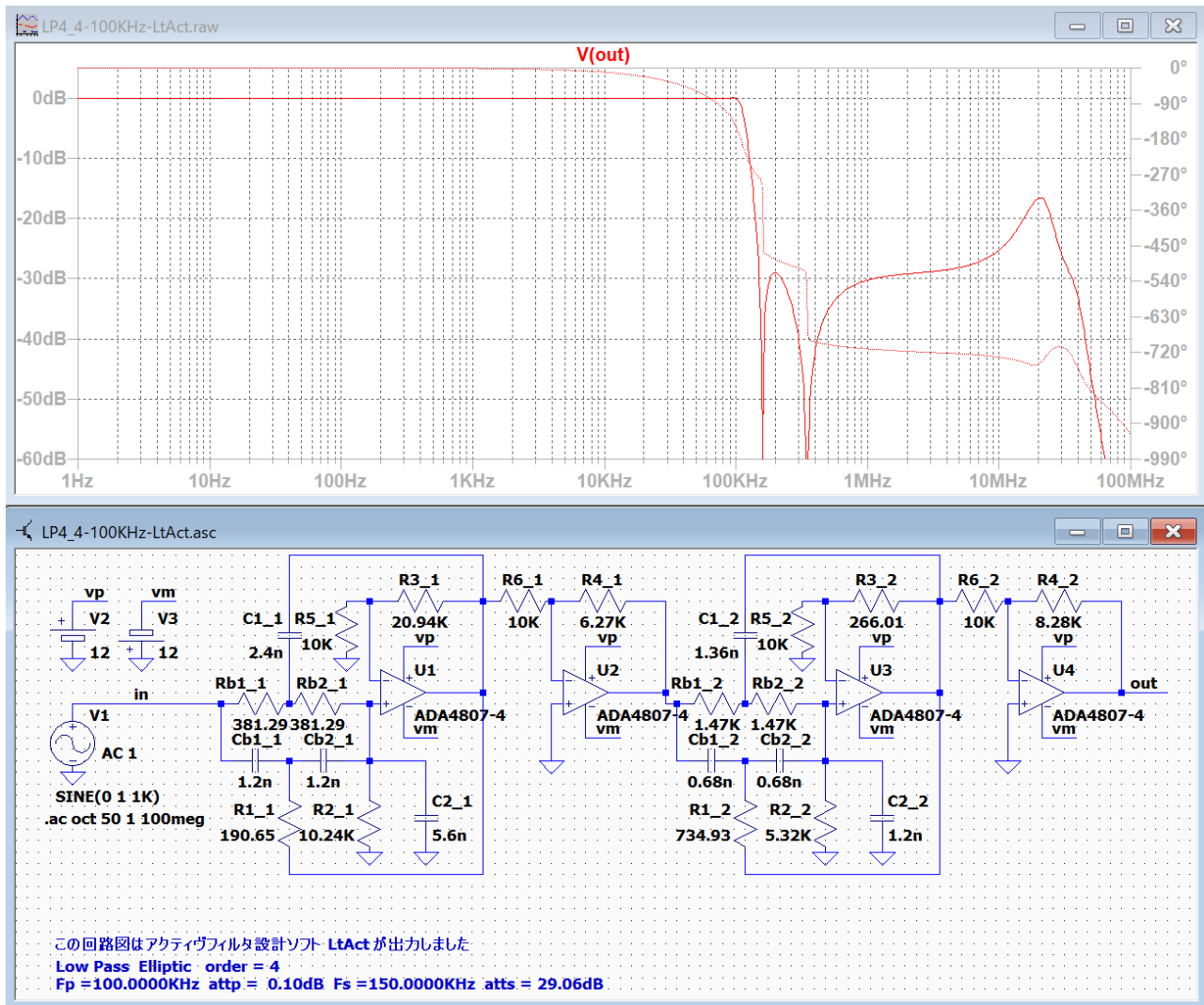
LP4\_4-100KHz-LtAct

LtAct ver.2.60 追加実験

2 R2\_2 = 5.3247K C2\_2 = 1.2000n 誤差 = 4.22 %  
 2 R3\_2 = 266.0128 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.50 %  
 2 R4\_2 = 8.2803K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.97 %

完成した回路図

LP4\_4-100KHz-LtAct.asc



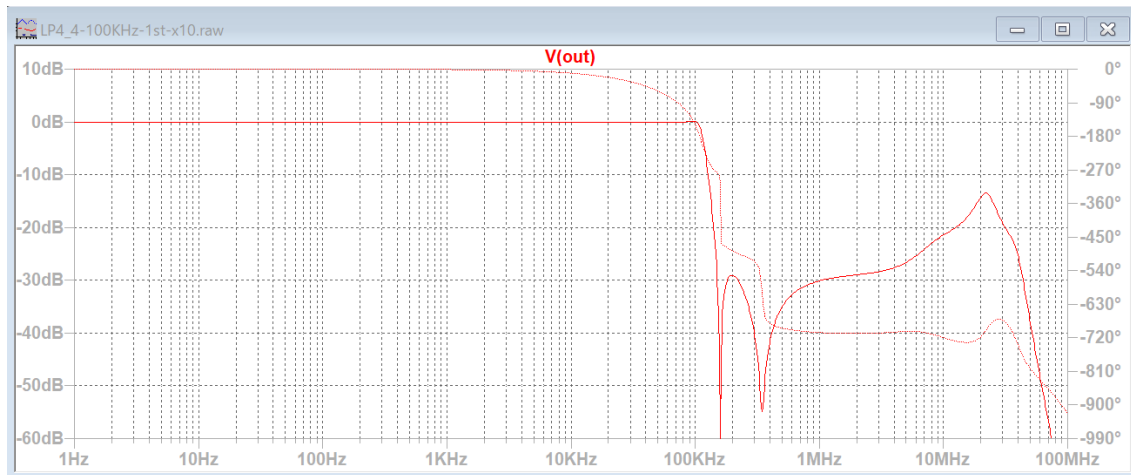
100KHz で -0.07dB, 遮断域の最低減衰量 -29.06dB

遮断域のピークは容易に調整できるので、実験ではカットオフ付近のゲインと遮断域の最低減衰量を比較対象とするが、ゲインとピークも容易に調整が出来る。

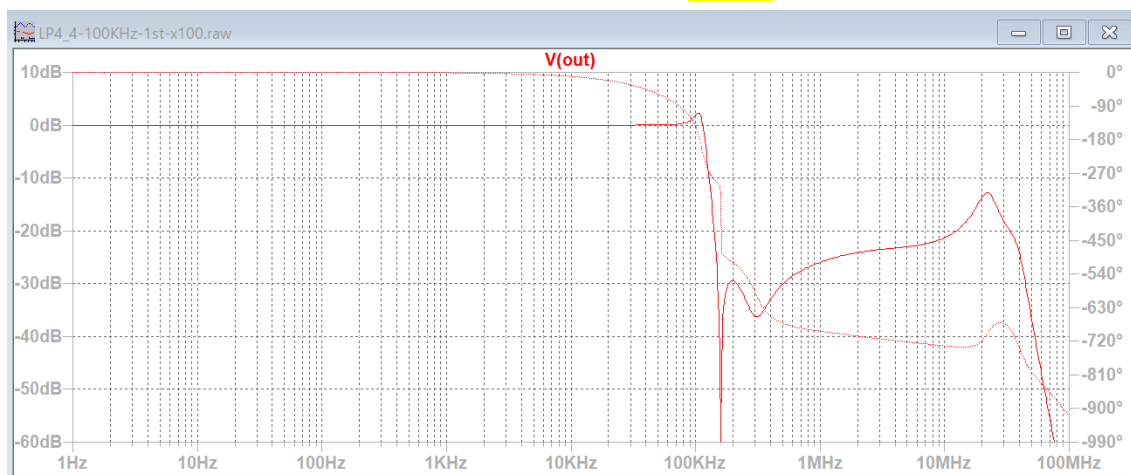
Cb1\_1 を増加する場合

10 倍 LP4\_4-100KHz-1st-x10.asc LP4\_4-100KHz-LtAct.asc と同等

100KHz で 0.09dB, 遮断域の最低減衰量 -29.07dB

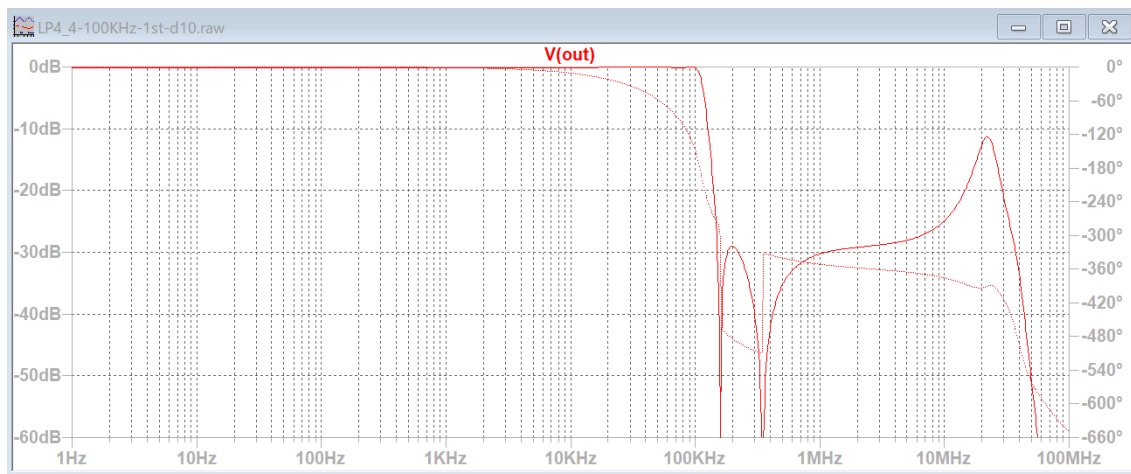


100 倍 LP4\_4-100KHz-1st-x100.asc 100KHz 付近にピーク,最低減衰量 -29.5dB

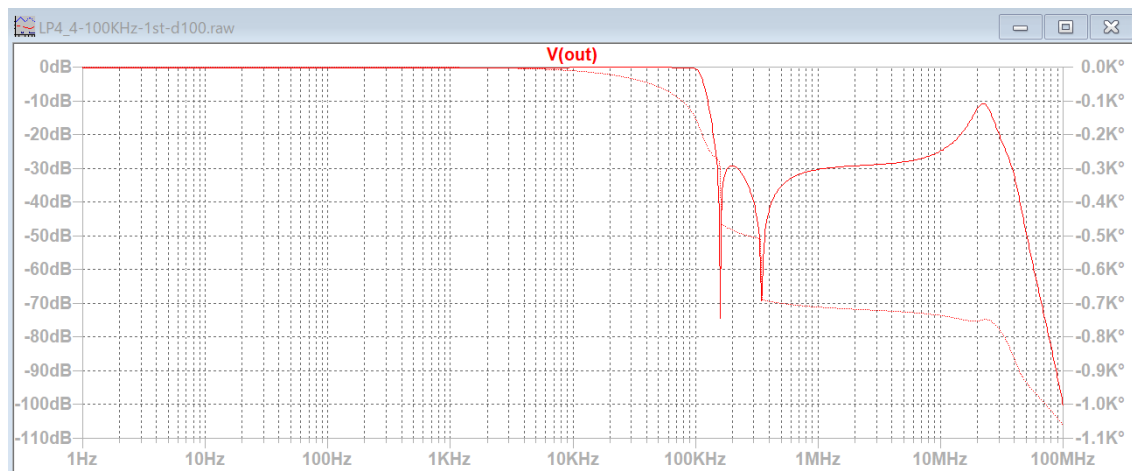


Cb1\_1 を減少する場合

1/10 倍 LP4\_4-100KHz-1st-d10.asc 100KHz で -0.13dB, 最低減衰量 -29.06dB

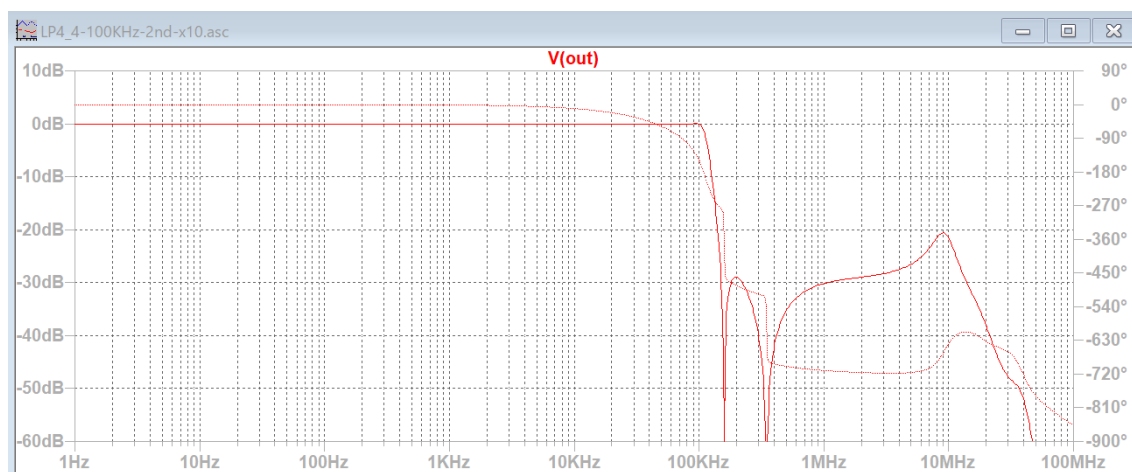
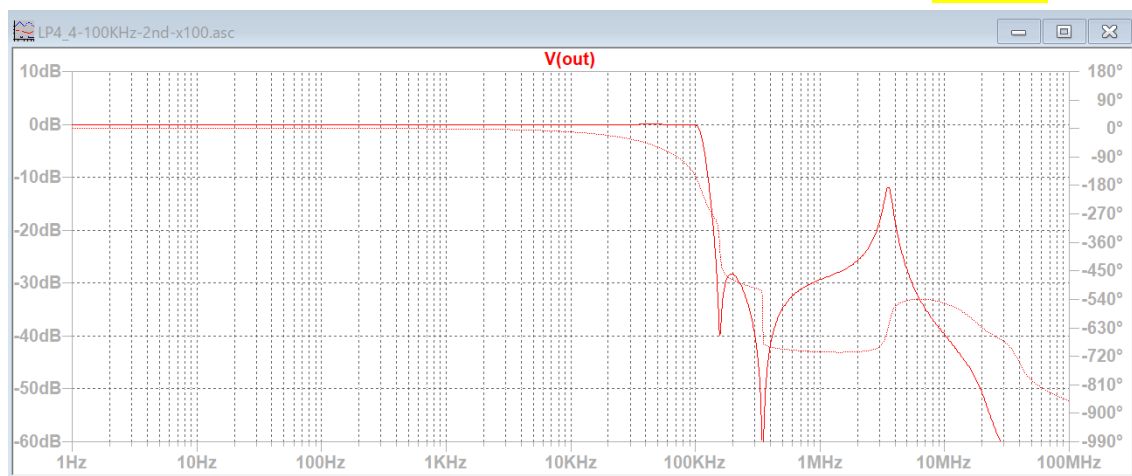


LtAct ver.2.60 追加実験

1/100 倍 LP4\_4-100KHz-1st-d100.asc 100KHz で **-0.58dB**, 最低減衰量 -29.2dB

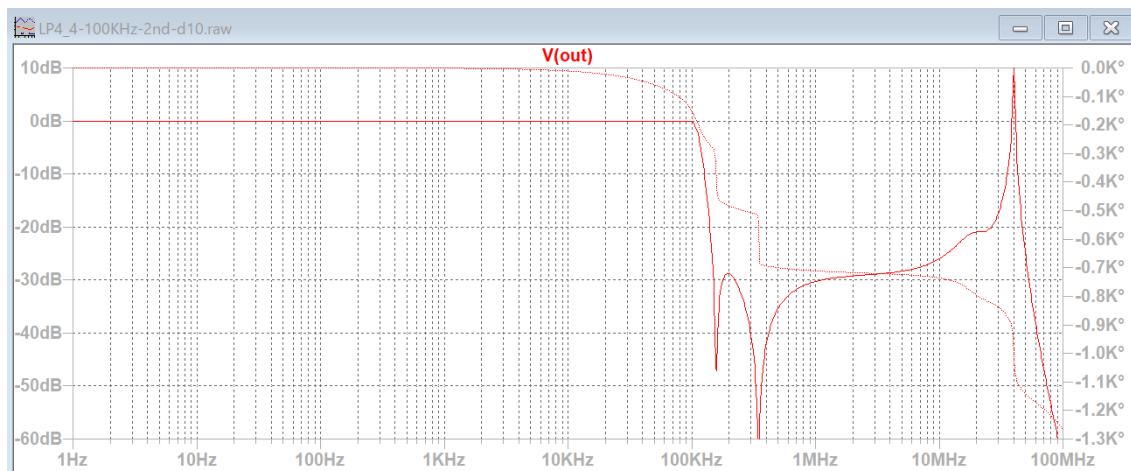
Cb1\_2 を増加する場合

10 倍 LP4\_4-100KHz-2nd-x10.asc 100KHz で -0.06dB, 最低減衰量 -29.01dB

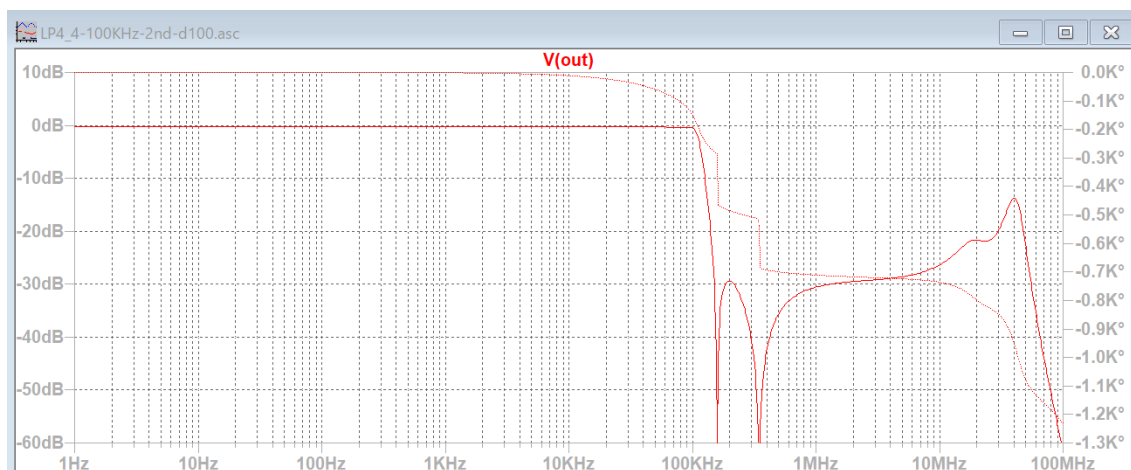
100 倍 LP4\_4-100KHz-2nd-x100.asc 100KHz で -0.15dB, 最低減衰量 **-28.29dB**

## Cb1\_2 を減少する場合

1/10 倍 LP4\_4-100KHz-2nd-d10.asc 100KHz で -0.18dB, 最低減衰量 **-28.8dB**



1/100 倍 LP4\_4-100KHz-2nd-d100.asc 100KHz で **-0.44dB**, 最低減衰量 -29.4dB



## 実験結果のまとめ

基本回路 LP4\_4-100KHz では、Cb1\_1 を 10 倍まで増加したり、1/10 まで減少しても元の回路図と同等の周波数特性が得られる。

基本回路 LP4\_4-100KHz では、Cb1\_2 を 10 倍まで増加しても元の回路図と同等の周波数特性が得られるが、1/10 まで減少すると周波数特性が劣化する。

基本回路 LP4\_4-100KHz では、LP1 や LP2 の場合とは異なり周波数特性があまり変化しないが、LP3\_4-100KHz に比べると素子値の変化に対して影響を受けやすい。

## LP4\_6-1KHz カットオフ周波数と調整の比較

ローパス・逆チェビシェフ 6次 1KHz、 100KHz および 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Inv. Cheb
設計するフィルタの次数 m(<=58)	6		
カットオフ周波数 Fc	1	KHz	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

カットオフ周波数が 1KHz、 100KHz および 1MHz の場合に、遮断域に発生するピークを消すための調整を比較する。

伝達関数の係数を比較すると、周波数が異なっても各ブロックの Q 値は変わりません。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000KHz atts = 27.82dB

2次式の形式

$$H_n = \frac{P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}}{s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}}$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	2.3953K	62.6817Meg	0.6584	0	62.6817Meg
		Fc=	1.2601K	Q = 3.3053	GB 積=416.4878K
2	9.4235K	90.2626Meg	0.5081	0	90.2626Meg
		Fc=	1.5121K	Q = 1.0082	GB 積=152.4451K
3	22.9877K	161.1870Meg	0.1216	0	161.1870Meg
		Fc=	2.0206K	Q = 0.5523	GB 積=111.5976K

## LP4\_6-1KHz カットオフ周波数と調整の比較



LtAct ver.2.60 追加実験

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp =100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =150.0000KHz atts = 27.82dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	239.5295K	626.8175G	0.6584	0	626.8175G
		Fc= 126.0059K	Q = 3.3053		GB 積= 41.6488Meg
2	942.3546K	902.6256G	0.5081	0	902.6256G
		Fc= 151.2078K	Q = 1.0082		GB 積= 15.2445Meg
3	2.2988Meg	1.6119T	0.1216	0	1.6119T
		Fc= 202.0623K	Q = 0.5523		GB 積= 11.1598Meg

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 27.82dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	2.3953Meg	62.6817T	0.6584	0	62.6817T
		Fc= 1.2601Meg	Q = 3.3053		GB 積=416.4878Meg
2	9.4235Meg	90.2626T	0.5081	0	90.2626T
		Fc= 1.5121Meg	Q = 1.0082		GB 積=152.4451Meg
3	22.9877Meg	161.1870T	0.1216	0	161.1870T
		Fc= 2.0206Meg	Q = 0.5523		GB 積=111.5976Meg

LP4\_6-1KHz カットオフ周波数と調整の比較

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP4\_6-1KHz-0.asc 作成日時 Mon Feb 15 16:00:46 2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000KHz atts = 27.82dB

1 (et2) 「LP4-0-1」 Rb\_1(2 個)= 284.6886 Cb\_1(2 個)= 0.3600u R1\_1 = 142.3443

C1\_1 = 0.7200u 誤差=8.54 %

1 R2\_1 = 23.5575K C2\_1 = 0.1000u 誤差 = 1.88 %

1 R3\_1 = 494.6344 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.11 %

1 R4\_1 = 9.7590K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.47 %

2 (et2) 「LP4-0-2」 Rb\_2(2 個)= 2.7788K Cb\_2(2 個)= 27.0000n R1\_2 = 1.3894K

C1\_2 = 54.0000n 誤差=7.95 %

2 R2\_2 = 16.5366K C2\_2 = 22.0000n 誤差 = 3.25 %

2 R3\_2 = 266.2903 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.39 %

2 R4\_2 = 13.0142K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.11 %

3 (et2) 「LP4-0-2」 Rb\_3(2 個)= 2.7462K Cb\_3(2 個)= 10.0000n R1\_3 = 1.3731K

C1\_3 = 20.0000n 誤差=5.58 %

3 R2\_3 = 78.7965K C2\_3 = 39.0000n 誤差 = 4.07 %

3 R3\_3 = 5.7861K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.22 %

3 R4\_3 = 6.7762K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.35 %

LtAct ver.2.60 追加実験

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP4\_6-100KHz-0.asc 作成日時 Mon Feb 15 16:05:06

2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =150.0000KHz atts = 27.82dB

1 (et2) 「LP4-2-1」 Rb\_1(2 個)= 284.6886 Cb\_1(2 個)= 3.6000n R1\_1 = 142.3443

C1\_1 = 7.2000n 誤差=8.54 %

1 R2\_1 = 23.5575K C2\_1 = 1.0000n 誤差 = 1.88 %

1 R3\_1 = 494.6344 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.11 %

1 R4\_1 = 9.7590K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.47 %

2 (et2) 「LP4-2-2」 Rb\_2(2 個)= 1.4711K Cb\_2(2 個)= 0.5100n R1\_2 = 735.5525

C1\_2 = 1.0200n 誤差=3.40 %

2 R2\_2 = 10.3180K C2\_2 = 0.3900n 誤差 = 3.08 %

2 R3\_2 = 65.5866 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.68 %

2 R4\_2 = 12.7678K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.82 %

3 (et2) 「LP4-2-2」 Rb\_3(2 個)= 2.7462K Cb\_3(2 個)= 0.1000n R1\_3 = 1.3731K

C1\_3 = 0.2000n 誤差=5.58 %

3 R2\_3 = 78.7965K C2\_3 = 0.3900n 誤差 = 4.07 %

3 R3\_3 = 5.7861K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.22 %

3 R4\_3 = 6.7762K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.35 %

LP4\_6-1KHz カットオフ周波数と調整の比較

LtAct ver.2.60 追加実験

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP4\_6-1MHz-0.asc 作成日時 Mon Feb 15 16:14:22

2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 27.82dB

1 (et2) 「LP4-3-1」 Rb\_1(2 個)= 200.9567 Cb\_1(2 個)= 0.5100n R1\_1 = 100.4783

C1\_1 = 1.0200n 誤差=2.07 %

1 R2\_1 = 8.7973K C2\_1 = 0.1500n 誤差 = 3.44 %

1 R3\_1 = 610.0679 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.63 %

1 R4\_1 = 9.8556K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.47 %

2 (et2) 「LP4-3-2」 Rb\_2(2 個)= 750.2636 Cb\_2(2 個)= 0.1000n R1\_2 = 375.1318

C1\_2 = 0.2000n 誤差=3.96 %

2 R2\_2 = 5.5532K C2\_2 = 75.0000p 誤差 = 0.84 %

2 R3\_2 = 6.6845 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.73 %

2 R4\_2 = 12.6936K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.41 %

3 (et2) 「LP4-3-2」 Rb\_3(2 個)= 2.7462K Cb\_3(2 個)= 10.0000p R1\_3 = 1.3731K

C1\_3 = 20.0000p 誤差=5.58 %

3 R2\_3 = 78.7965K C2\_3 = 39.0000p 誤差 = 4.07 %

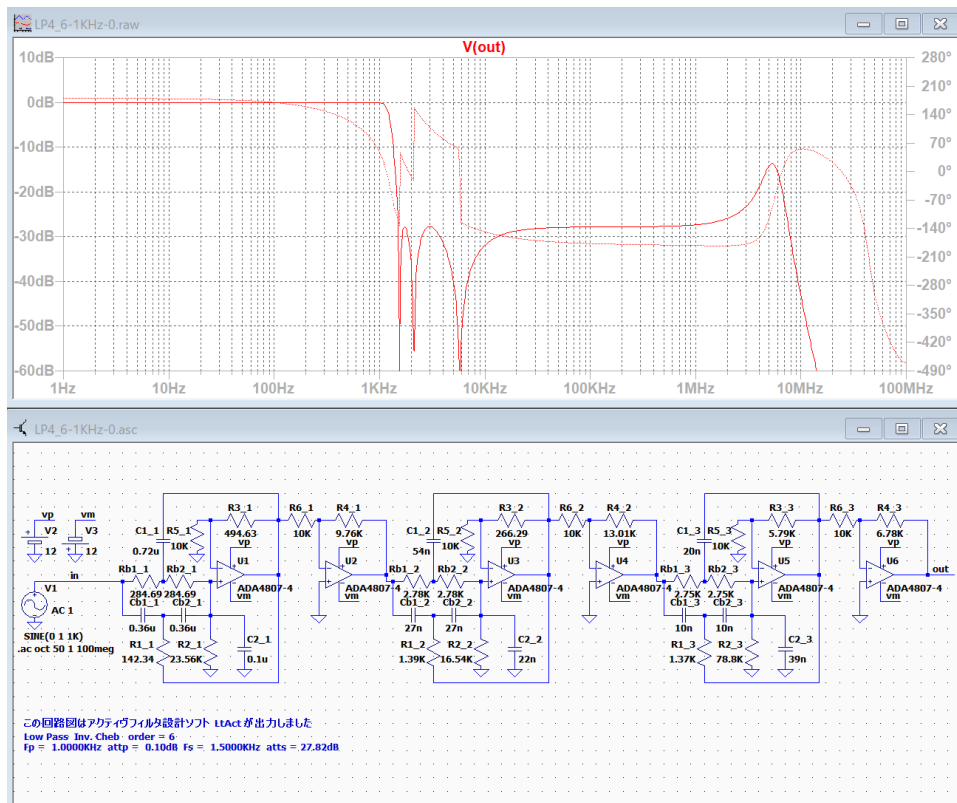
3 R3\_3 = 5.7861K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.22 %

3 R4\_3 = 6.7762K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.35 %

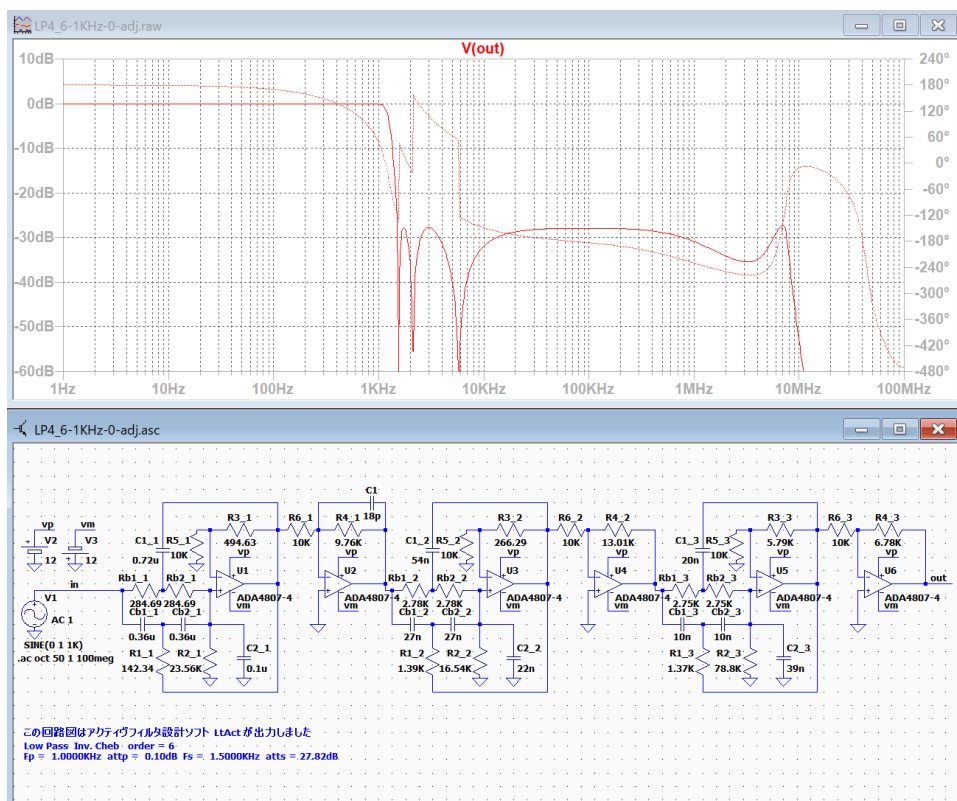
LP4\_6-1KHz カットオフ周波数と調整の比較

LtAct ver.2.60 追加実験

LP4\_6-1KHz-0.asc



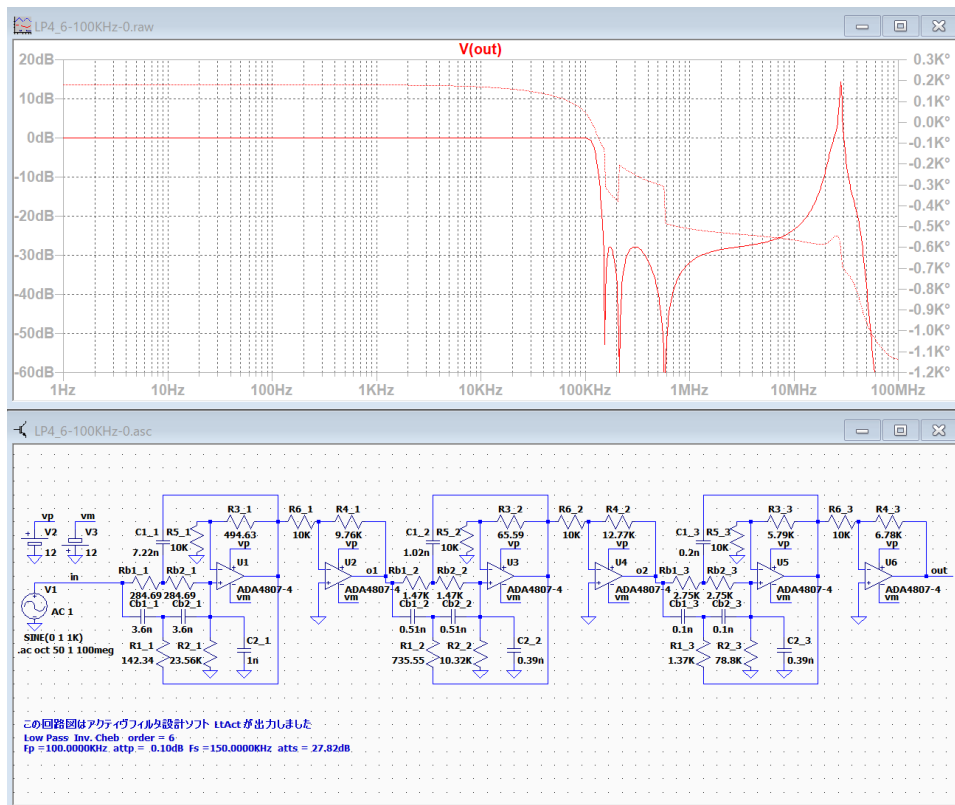
LP4\_6-1KHz-0-adj.asc



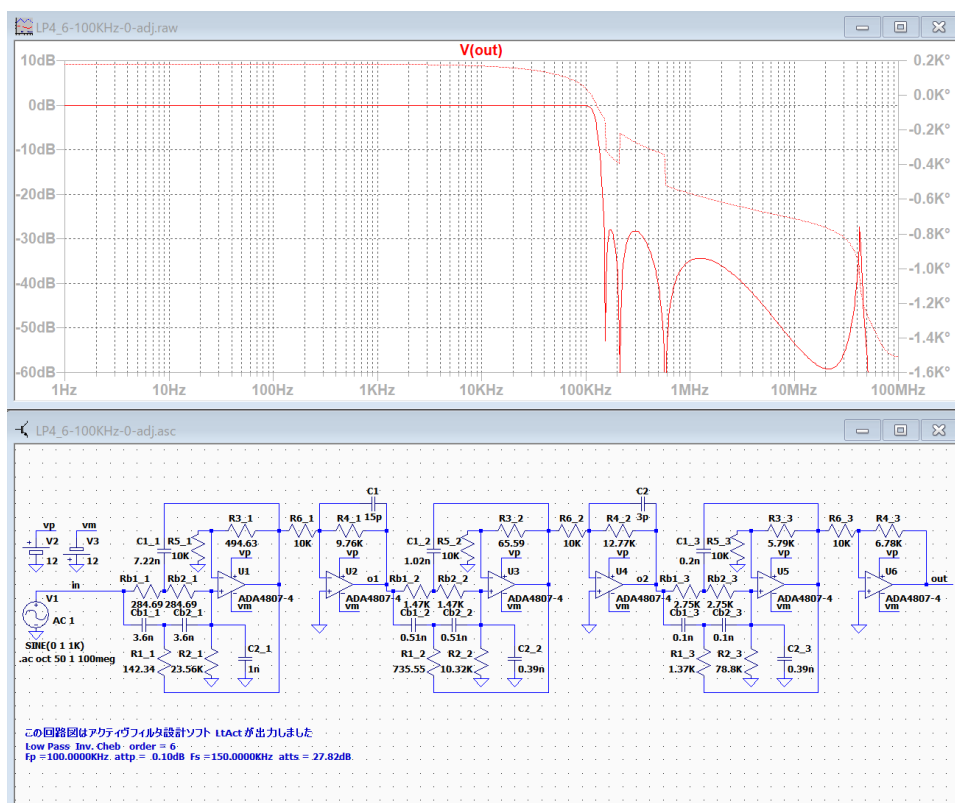
LP4\_6-1KHz カットオフ周波数と調整の比較

LP4\_6-1KHz-0.asc

LP4\_6-100KHz-0.asc



LP4\_6-100KHz-0-adj.asc

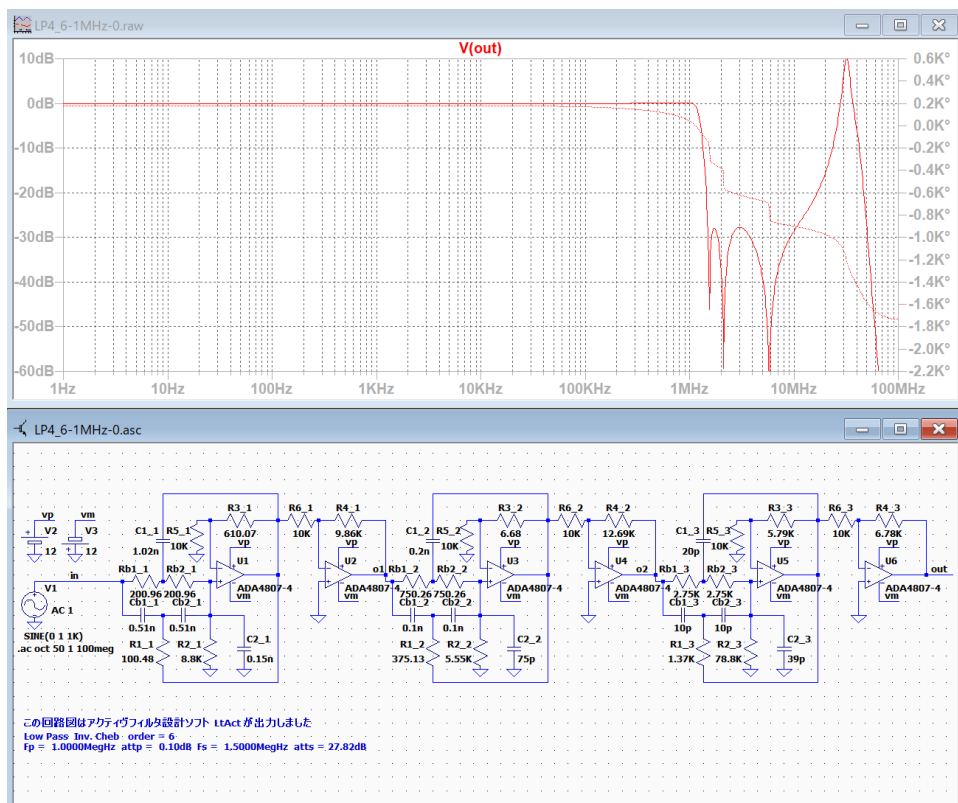


### LP4\_6-1KHz カットオフ周波数と調整の比較

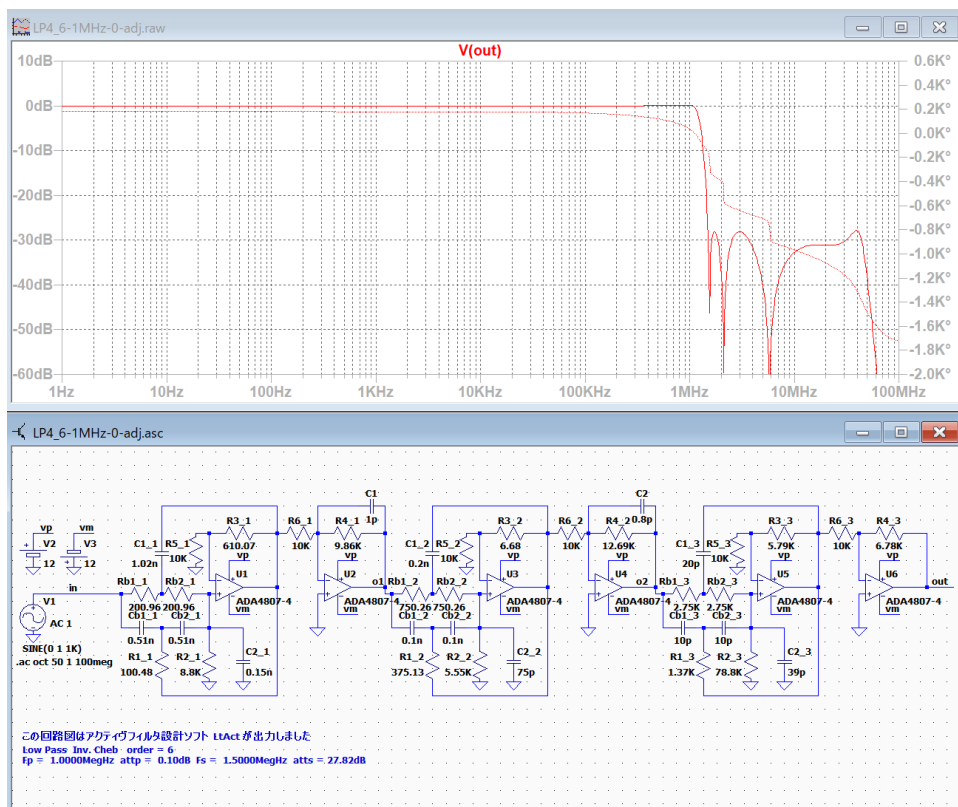
LP4\_6-100KHz-0.asc

LtAct ver.2.60 追加実験

LP4\_6-1MHz-0.asc



LP4\_6-1MHz-0-adj.asc



LP4\_6-1KHz カットオフ周波数と調整の比較

LP4\_6-1MHz-0.asc

### 実験結果のまとめ

LP4\_6 では、適切な調整により良好な通過帯域特性が実現できます。

カットオフ周波数が高くなると、阻止域のピーク調整用のコンデンサの値は小さくなり、その個数も増えるようです。

回路図ごとに、各ブロックのピークを確認して調整用のコンデンサを決定することになりますが、この作業はそれほど手間がかかりません。



LtAct ver.2.60 追加実験

## LP4\_8-100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Elliptic
設計するフィルタの次数 m(<=58)	8		
カットオフ周波数 Fc	100	KHz	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Elliptic 次数=8

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs=150.0000KHz atts = 86.49dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	57.6159K	415.3713G	82.9722m	0	1.4760T
	Fc= 102.5743KHz Q= 11.1860 GB 積=114.7398MegHz				
2	187.3440K	338.1178G	82.9722m	0	197.2516G
	Fc= 92.5453KHz Q= 3.1038 GB 積= 28.7242MegHz				
3	340.5382K	200.8422G	82.9722m	0	98.1262G
	Fc= 71.3260KHz Q= 1.3160 GB 積= 9.3866MegHz				
4	463.7514K	77.7147G	82.9722m	0	75.8532G
	Fc= 44.3682KHz Q= 0.6011 GB 積= 2.6671MegHz				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\2021-04-02-LP4\_8-100KHzasc\LP4\_8-100KHzasc.asc

作成日時 Fri Apr 02 20:36:43 2021

アナログ Low Pass Elliptic 次数=8

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs=150.0000KHz atts = 86.49dB

1 (et2) 「LP4-2-0」 Rb\_1(2 個)= 237.0962 Cb\_1(2 個)= 1.0000n R1\_1 = 118.5481  
 C1\_1 = 2.0000n 誤差=1.73 %

1 R2\_1 = 9.3442K C2\_1 = 22.0000n 誤差 = 2.61 %

LP4\_8-100KHz

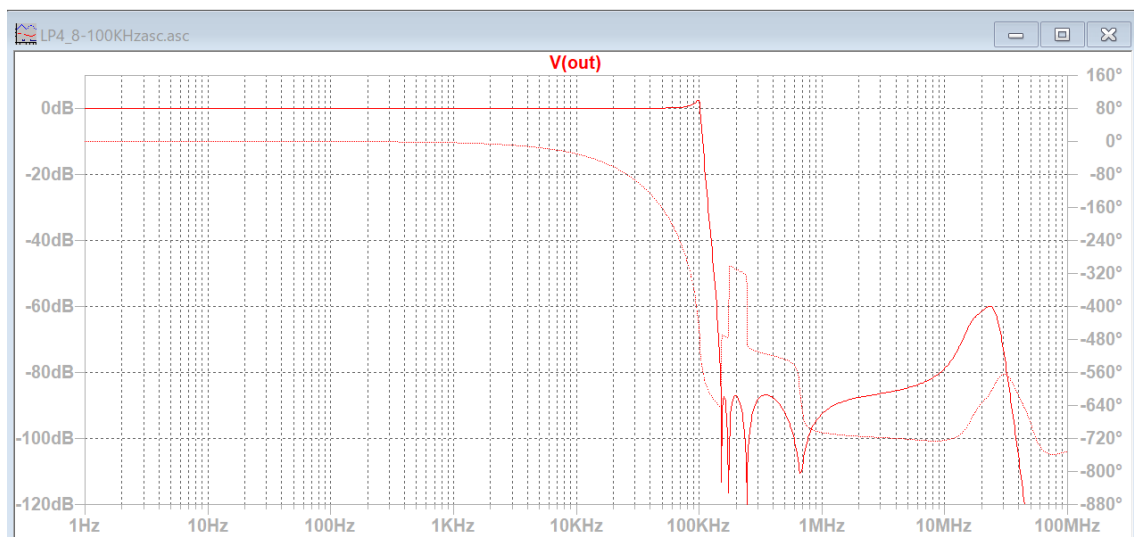
実験結果のまとめ

LtAct ver.2.60 追加実験

1 R3\_1 = 108.5901K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.30 %  
 1 R4\_1 = 3.1485K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.72 %  
 2 (et2) 「LP4-2-1」 Rb\_2(2 個) = 324.2844 Cb\_2(2 個) = 2.0000n R1\_2 = 162.1422  
 C1\_2 = 4.0000n 誤差 = 3.33 %  
 2 R2\_2 = 26.9898K C2\_2 = 6.2000n 誤差 = 0.04 %  
 2 R3\_2 = 13.3730K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.79 %  
 2 R4\_2 = 2.5559K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 5.64 %  
 3 (et2) 「LP4-2-2」 Rb\_3(2 個) = 1.4831K Cb\_3(2 個) = 0.6200n R1\_3 = 741.5700  
 C1\_3 = 1.2400n 誤差 = 3.60 %  
 3 R2\_3 = 64.0062K C2\_3 = 1.6000n 誤差 = 3.13 %  
 3 R3\_3 = 8.1957K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.05 %  
 3 R4\_3 = 2.8095K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.90 %  
 4 (et2) 「LP4-2-2」 Rb\_4(2 個) = 1.3945K Cb\_4(2 個) = 0.7500n R1\_4 = 697.2491  
 C1\_4 = 1.5000n 誤差 = 7.21 %  
 4 R2\_4 = 46.6609K C2\_4 = 4.3000n 誤差 = 0.73 %  
 4 R3\_4 = 13.6995K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 5.11 %  
 4 R4\_4 = 4.3646K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.48 %

## 調整前の特性

LP4\_8-100KHz.asc



100KHz と阻止域のピークを調整します。

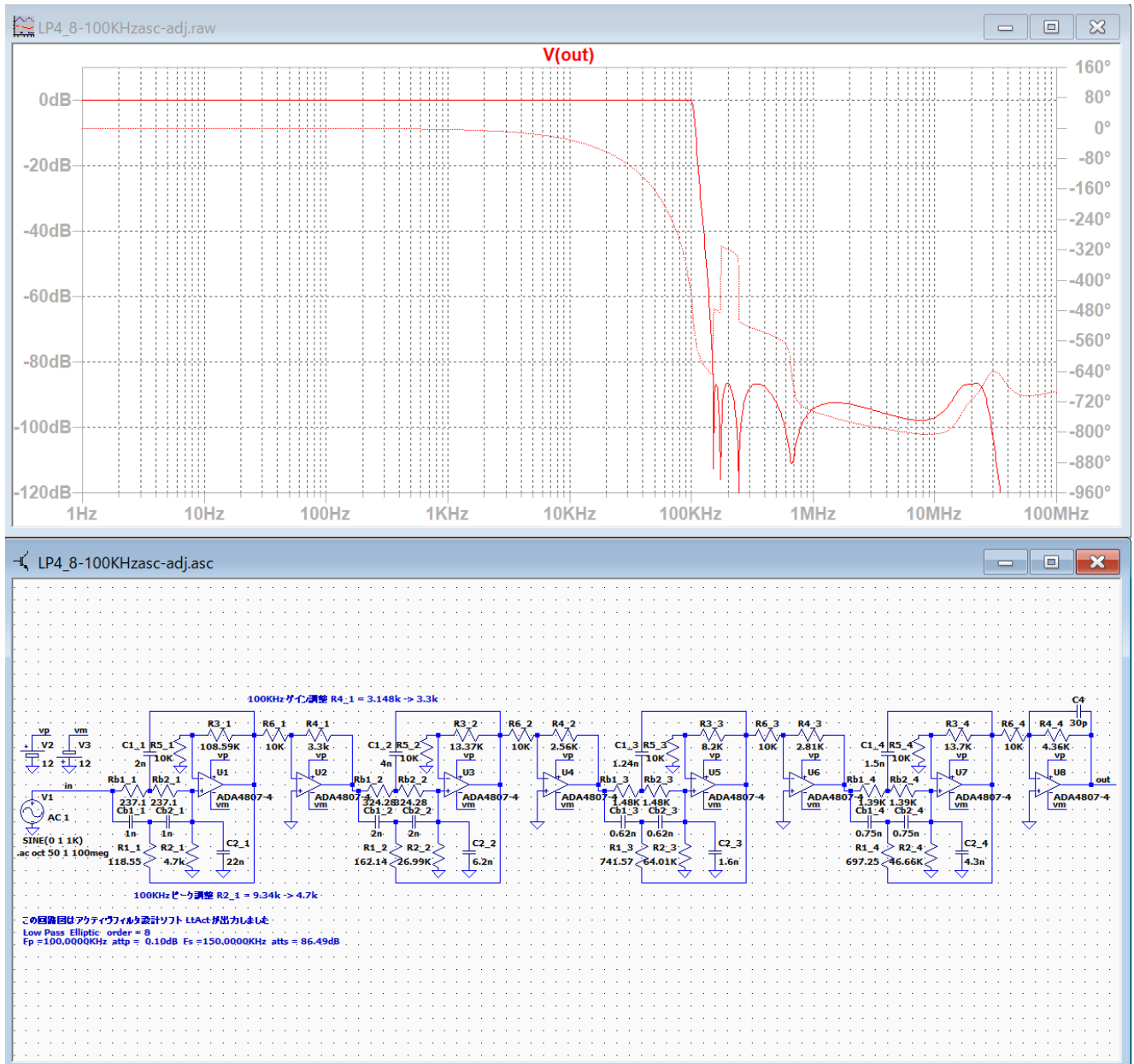
LP4\_8-100KHz

調整前の特性

LtAct ver.2.60 追加実験

完成した回路図

LP4\_8-100KHz-adj.asc



100KHz は R2\_1 でピーク、R4\_1 でゲインを調整した。

LP4\_8-100KHz

完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

## LP4\_10-100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Elliptic
設計するフィルタの次数 m(<=58)	10		
カットオフ周波数 Fc	100	KHz	
周波数Fcにおける減衰量又はリップル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Elliptic 次数=10

Fp =100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =150.0000KHz atts = 115.20dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	37.1108K	407.5978G	70.4710m	0	1.9417T
	Fc= 101.6099KHz Q= 17.2035 GB 積=174.8043MegHz				
2	117.2912K	355.2881G	70.4710m	0	243.4535G
	Fc= 94.8660KHz Q= 5.0819 GB 積= 48.2098MegHz				
3	210.2732K	256.5473G	70.4710m	0	109.2538G
	Fc= 80.6128KHz Q= 2.4088 GB 積= 19.4180MegHz				
4	306.1921K	136.4459G	70.4710m	0	74.6333G
	Fc= 58.7896KHz Q= 1.2064 GB 積= 7.0923MegHz				
5	372.0588K	49.0381G	70.4710m	0	63.7553G
	Fc= 35.2442KHz Q= 0.5952 GB 積= 2.0977MegHz				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP4\_10-100KHz.asc 作成日時 Fri Apr 02 18:30:48

2021 アナログ Low Pass Elliptic 次数=10

参照モード=0

Fp =100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs =150.0000KHz atts = 115.20dB

1 (et2) 「LP4-2-0」 Rb\_1(2 個)= 190.5105 Cb\_1(2 個)= 1.0000n R1\_1 = 95.2552  
C1\_1 = 2.0000n 誤差=6.69 %

1 R2\_1 = 4.7674K C2\_1 = 36.0000n 誤差 = 1.41 %

1 R3\_1 = 178.9095K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.61 %

1 R4\_1 = 2.7232K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.85 %

LP4\_10-100KHz

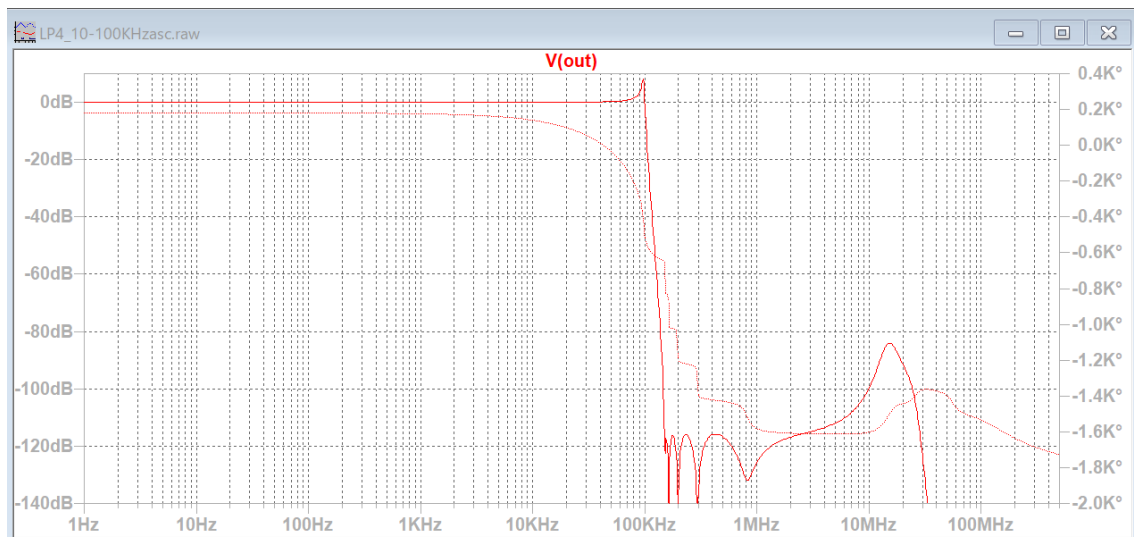
完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

2 (et2) 「LP4-2-0」 Rb\_2(2 個)= 179.3395 Cb\_2(2 個)= 3.0000n R1\_2 = 89.6697  
 C1\_2 = 6.0000n 誤差=3.67 %  
 2 R2\_2 = 2.7323K C2\_2 = 15.0000n 誤差 = 1.18 %  
 2 R3\_2 = 23.5928K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.73 %  
 2 R4\_2 = 2.3076K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 4.01 %  
 3 (et2) 「LP4-2-1」 Rb\_3(2 個)= 297.4562 Cb\_3(2 個)= 2.7000n R1\_3 = 148.7281  
 C1\_3 = 5.4000n 誤差=3.90 %  
 3 R2\_3 = 7.0153K C2\_3 = 7.5000n 誤差 = 3.07 %  
 3 R3\_3 = 11.3332K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 2.94 %  
 3 R4\_3 = 2.1655K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.59 %  
 4 (et2) 「LP4-2-2」 Rb\_4(2 個)= 1.4290K Cb\_4(2 個)= 0.6800n R1\_4 = 714.4962  
 C1\_4 = 1.3600n 誤差=8.21 %  
 4 R2\_4 = 74.6826K C2\_4 = 2.4000n 誤差 = 0.43 %  
 4 R3\_4 = 11.7483K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.14 %  
 4 R4\_4 = 2.6113K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.40 %  
 5 (et2) 「LP4-2-2」 Rb\_5(2 個)= 1.4018K Cb\_5(2 個)= 0.7500n R1\_5 = 700.8992  
 C1\_5 = 1.5000n 誤差=7.61 %  
 5 R2\_5 = 75.5797K C2\_5 = 6.8000n 誤差 = 0.77 %  
 5 R3\_5 = 26.7154K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.07 %  
 5 R4\_5 = 3.6724K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 1.97 %

## 調整前の特性

LP4\_10-100KHz.asc



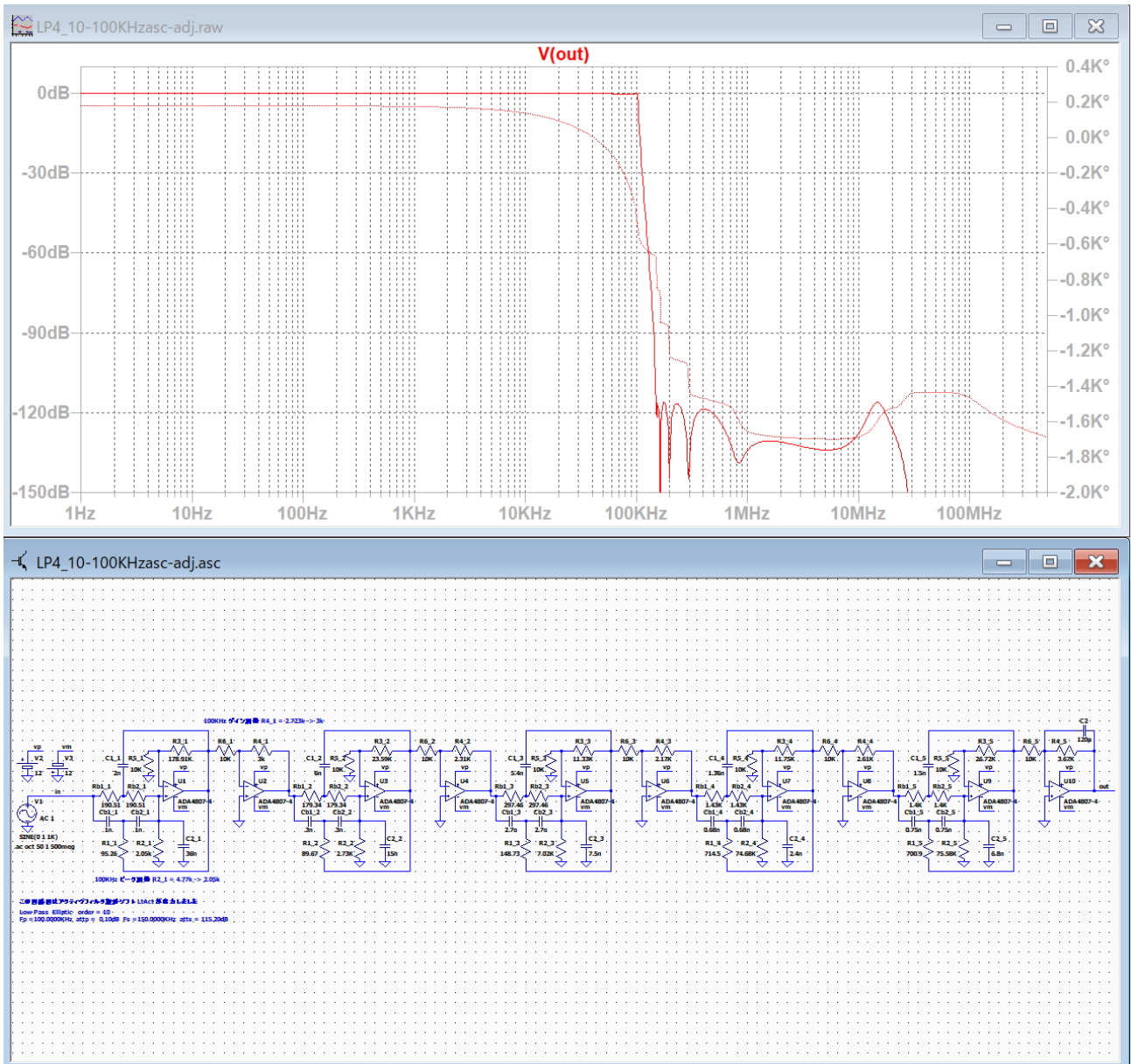
100KHz と阻止域のピークを調整します。

LP4\_10-100KHz

調整前の特性

完成した回路図

LP4\_10-100KHz-adj.asc



100KHz は R2\_1 でピーク、R4\_1 でゲインを調整した。

LP4\_10-100KHz

完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

## LP4\_8-1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Elliptic
設計するフィルタの次数 m(<=58)	8		
カットオフ周波数 Fc	100	KHz	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アログ Low Pass Elliptic 次数=8

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 86.49dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	576.1594K	41.5371T	82.9722m	0	147.5990T
	Fc= 1.0257MegHz Q= 11.1860 GB 積= 1.1474GHz				
2	1.8734Meg	33.8118T	82.9722m	0	19.7252T
	Fc= 925.4528KHz Q= 3.1038 GB 積=287.2423MegHz				
3	3.4054Meg	20.0842T	82.9722m	0	9.8126T
	Fc= 713.2597KHz Q= 1.3160 GB 積= 93.8662MegHz				
4	4.6375Meg	7.7715T	82.9722m	0	7.5853T
	Fc= 443.6821KHz Q= 0.6011 GB 積= 26.6709MegHz				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\2021-04-02-LP4\_10-100KHz.asc 他\LP4\_8-1MHz.asc

作成日時 Sat Apr 03 05:22:08 2021

アログ Low Pass Elliptic 次数=8

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 86.49dB

1 (et2) 「LP4-3-0」 Rb\_1(2 個)= 237.0962 Cb\_1(2 個)= 0.1000n R1\_1 = 118.5481

C1\_1 = 0.2000n 誤差=1.73 %

1 R2\_1 = 9.3442K C2\_1 = 2.2000n 誤差 = 2.61 %

LP4\_8-1MHz

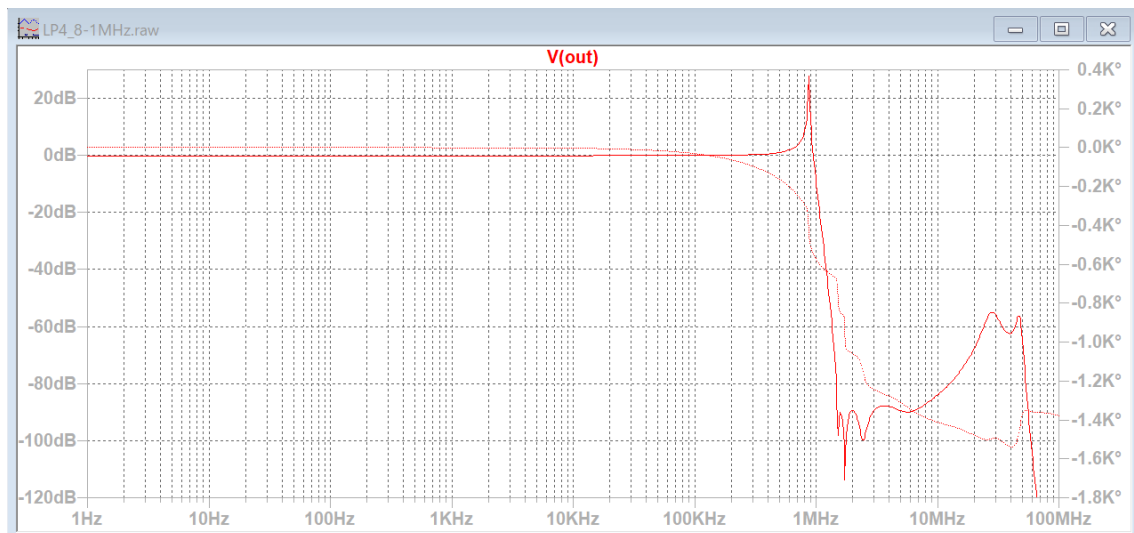
完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

1 R3\_1 = 108.5901K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.30 %  
 1 R4\_1 = 3.1485K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.72 %  
 2 (et2) 「LP4-3-1」 Rb\_2(2 個)= 127.1704 Cb\_2(2 個)= 0.5100n R1\_2 = 63.5852  
 C1\_2 = 1.0200n 誤差=3.87 %  
 2 R2\_2 = 7.3451K C2\_2 = 1.6000n 誤差 = 2.11 %  
 2 R3\_2 = 13.5631K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 4.15 %  
 2 R4\_2 = 2.5616K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 5.40 %  
 3 (et2) 「LP4-3-2」 Rb\_3(2 個)= 919.5468 Cb\_3(2 個)= 0.1000n R1\_3 = 459.7734  
 C1\_3 = 0.2000n 誤差=2.45 %  
 3 R2\_3 = 21.1676K C2\_3 = 0.2700n 誤差 = 3.93 %  
 3 R3\_3 = 8.7070K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 4.51 %  
 3 R4\_3 = 2.8386K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 4.88 %  
 4 (et2) 「LP4-3-2」 Rb\_4(2 個)= 1.0459K Cb\_4(2 個)= 0.1000n R1\_4 = 522.9368  
 C1\_4 = 0.2000n 誤差=5.04 %  
 4 R2\_4 = 56.3773K C2\_4 = 0.5600n 誤差 = 0.67 %  
 4 R3\_4 = 13.2995K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.25 %  
 4 R4\_4 = 4.3446K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.03 %

## 調整前の特性

LP4\_8-1MHz.asc



1MHz 付近のピークが大きい

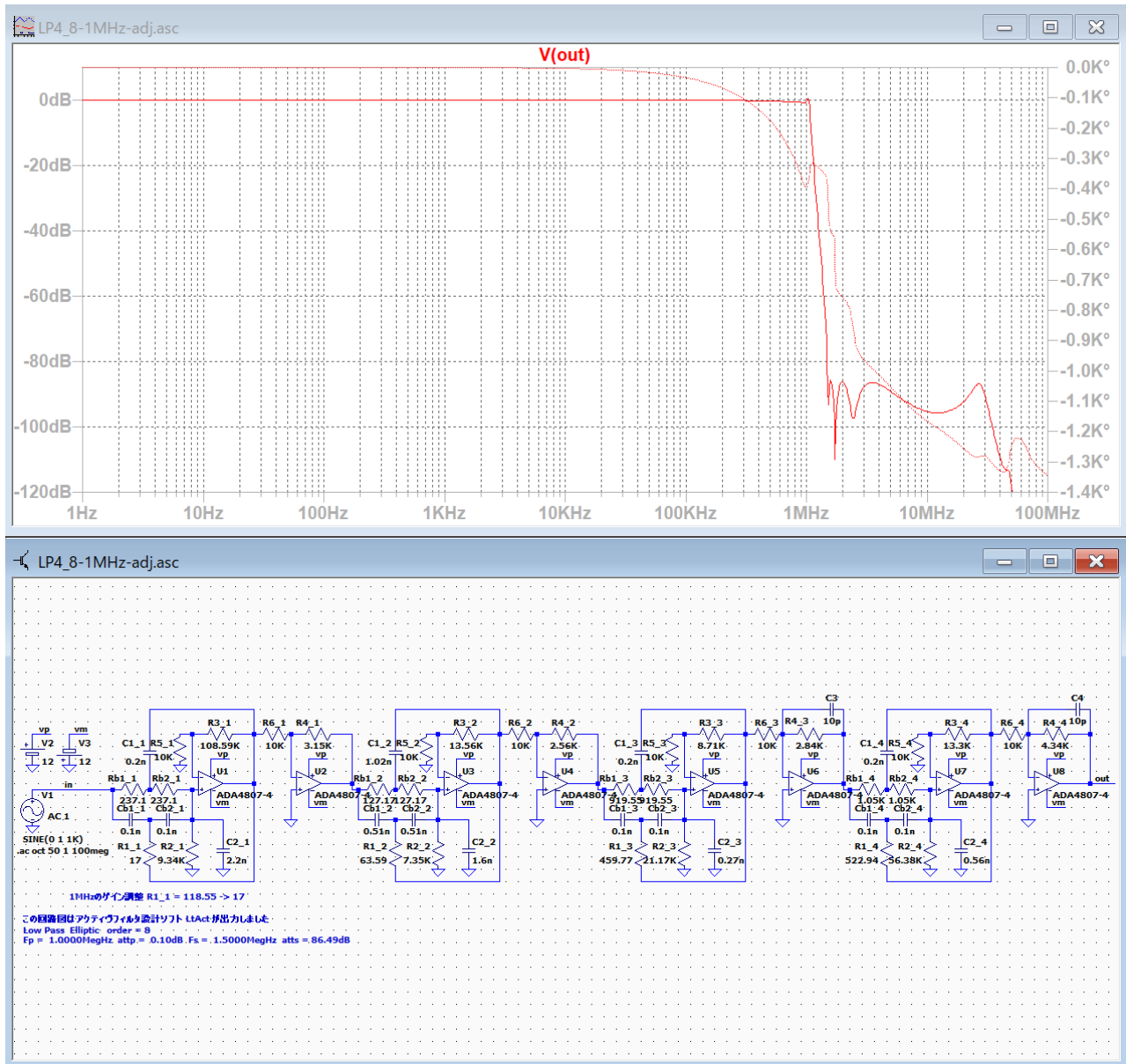
LP4\_8-1MHz

調整前の特性



## 完成した回路図

LP4\_8-1MHz-adj.asc



阻止域のピークを C3 と C4 で調整して、1MHz のゲインを R1\_1 で調整した。

LP4\_8-1MHz

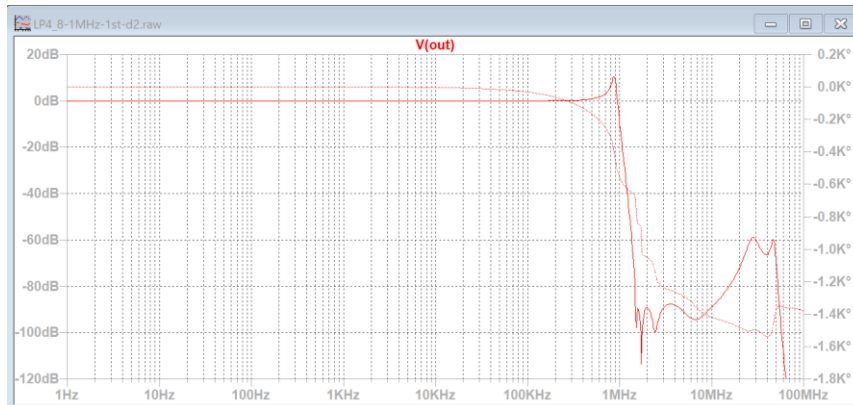
完成した回路図

## LtAct ver.2.60 追加実験

第1ブロックのCbを半分に設定すると、1MHzのピークが小さくなる。

## 調整前の特性

LP4\_8-1MHz-1st-d2.asc 1MHzと阻止域のピークを調整します。



## 完成した回路図

LP4\_8-1MHz-1st-d2-adj.asc



LP4\_8-1MHz

調整前の特性

LtAct ver.2.60 追加実験

## LP4\_10-1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Elliptic
設計するフィルタの次数 m(<=58)	10		
カットオフ周波数 Fc	1	Meg	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fs/Fc	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アログ Low Pass Elliptic 次数=10

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 115.20dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	371.1076K	40.7598T	70.4710m	0	194.1657T
	Fc= 1.0161MegHz Q= 17.2035 GB 積= 1.7480GHz				
2	1.1729Meg	35.5288T	70.4710m	0	24.3453T
	Fc= 948.6599KHz Q= 5.0819 GB 積=482.0981MegHz				
3	2.1027Meg	25.6547T	70.4710m	0	10.9254T
	Fc= 806.1279KHz Q= 2.4088 GB 積=194.1796MegHz				
4	3.0619Meg	13.6446T	70.4710m	0	7.4633T
	Fc= 587.8959KHz Q= 1.2064 GB 積= 70.9229MegHz				
5	3.7206Meg	4.9038T	70.4710m	0	6.3755T
	Fc= 352.4417KHz Q= 0.5952 GB 積= 20.9770MegHz				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\2021-04-02-LP4\_10-100KHz.asc 他\LP4\_10-1MHz.asc

作成日時 Sat Apr 03 05:18:28 2021

アログ Low Pass Elliptic 次数=10

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 1.5000MegHz atts = 115.20dB

LP4\_10-1MHz

完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

1 (et2) 「LP4-3-0」 Rb\_1(2 個)= 190.5105 Cb\_1(2 個)= 0.1000n R1\_1 = 95.2552  
C1\_1 = 0.2000n 誤差=6.69 %

1 R2\_1 = 4.7674K C2\_1 = 3.6000n 誤差 = 1.41 %

1 R3\_1 = 178.9095K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.61 %

1 R4\_1 = 2.7232K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.85 %

2 (et2) 「LP4-3-0」 Rb\_2(2 個)= 53.8018 Cb\_2(2 個)= 1.0000n R1\_2 = 26.9009  
C1\_2 = 2.0000n 誤差=4.10 %

2 R2\_2 = 1.5468K C2\_2 = 4.7000n 誤差 = 3.02 %

2 R3\_2 = 22.0332K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.15 %

2 R4\_2 = 2.2879K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.84 %

3 (et2) 「LP4-3-1」 Rb\_3(2 個)= 157.4768 Cb\_3(2 個)= 0.5100n R1\_3 = 78.7384  
C1\_3 = 1.0200n 誤差=4.85 %

3 R2\_3 = 34.6347K C2\_3 = 1.3000n 誤差 = 3.94 %

3 R3\_3 = 10.1933K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.90 %

3 R4\_3 = 2.1281K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 3.38 %

4 (et2) 「LP4-3-2」 Rb\_4(2 個)= 971.7148 Cb\_4(2 個)= 0.1000n R1\_4 = 485.8574  
C1\_4 = 0.2000n 誤差=4.37 %

4 R2\_4 = 34.4231K C2\_4 = 0.3600n 誤差 = 4.13 %

4 R3\_4 = 12.0417K R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.35 %

4 R4\_4 = 2.6217K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.99 %

5 (et2) 「LP4-3-2」 Rb\_5(2 個)= 1.0513K Cb\_5(2 個)= 0.1000n R1\_5 = 525.6744  
C1\_5 = 0.2000n 誤差=5.50 %

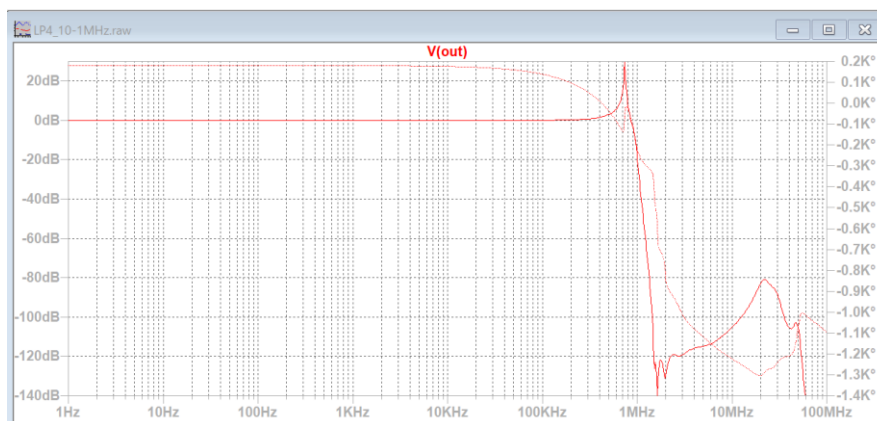
5 R2\_5 = 51.6530K C2\_5 = 0.9100n 誤差 = 1.26 %

5 R3\_5 = 26.8259K R5\_5 = 10.0000K 誤差 = 0.65 %

5 R4\_5 = 3.6742K R6\_5 = 10.0000K 誤差 = 2.02 %

## 調整前の特性

LP4\_10-1MHz.asc



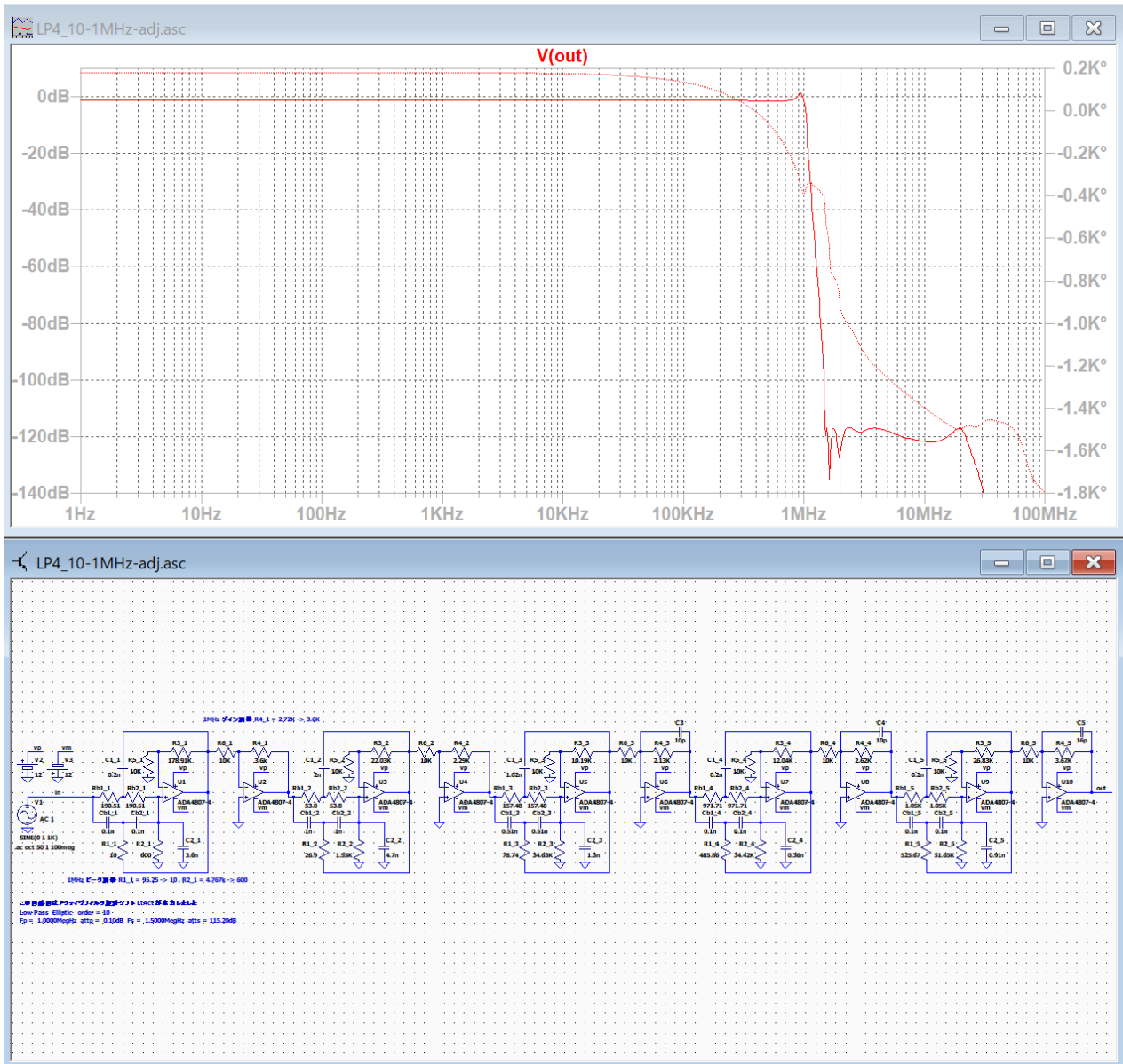
LP4\_10-1MHz

調整前の特性

LtAct ver.2.60 追加実験

完成した回路図

LP4\_10-1MHz-adj.asc



遮断域のピークは C3～C5 で調整して、

1MHz のピークは R1\_1 と R2\_1 で調整し、1MHz のゲインを R4\_1 で調整した。

LP4\_10-1MHz

完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

LP4\_6-10MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ローパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  6

カットオフ周波数  $F_c$  10 Meg

周波数  $F_c$  における減衰量又はリプル attp 0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_s/F_c$  1.6 倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 16.0000MegHz atts = 62.22dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	10.6998Meg	4353.5200T	91.8394m	0	11087.0421T
	Fc= 10.5012MegHz		Q = 6.1666	GB 積= 6.4757GHz	
2	35.6249Meg	3076.8519T	91.8394m	0	1652.7278T
	Fc= 8.8282MegHz		Q = 1.5570	GB 積= 1.3746GHz	
3	60.1188Meg	1355.9056T	91.8394m	0	979.8500T
	Fc= 5.8605MegHz		Q = 0.6125	GB 積=358.9543MegHz	

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\2021-04-02-LP4\_10-100KHz 他\10MHz\LP4\_6-

10MHz.asc 作成日時 Sun Apr 11 15:12:49 2021

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 16.0000MegHz atts = 62.22dB

1 (et2) 「LP4-3-0」 Rb\_1(2 個)= 28.7811 Cb\_1(2 個)= 0.1000n R1\_1 = 14.3905  
 C1\_1 = 0.2000n 誤差=5.99 %

1 R2\_1 = 488.0919 C2\_1 = 1.5000n 誤差 = 3.71 %

1 R3\_1 = 72.9082K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 2.87 %

1 R4\_1 = 3.4339K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.90 %

LP4\_6-10MHz

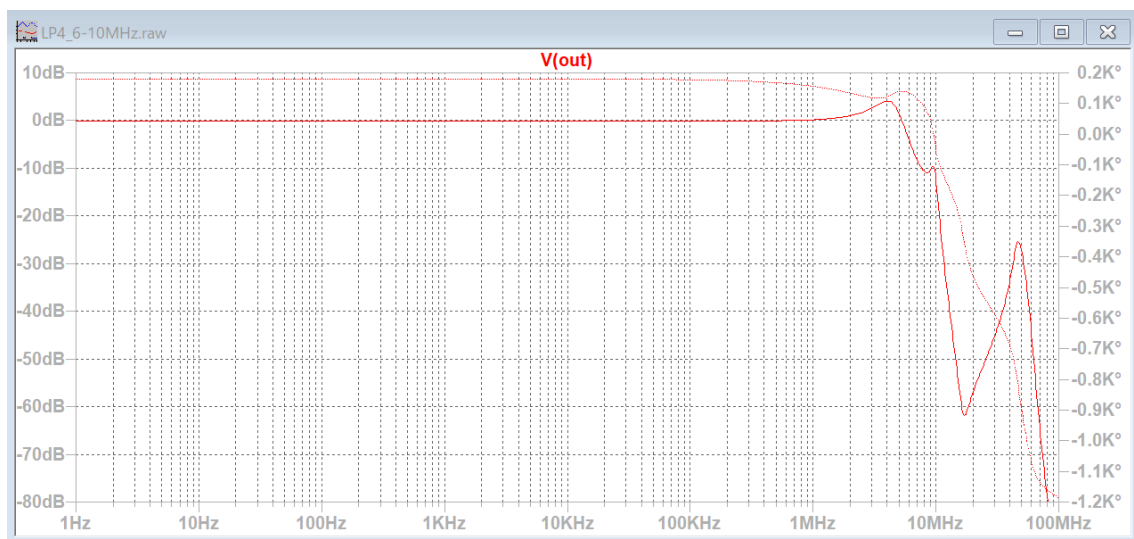
完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

2 (et2) 「LP4-3-1」 Rb\_2(2 個)= 146.1651 Cb\_2(2 個)= 51.0000p R1\_2 = 73.0826  
 C1\_2 = 0.1020n 誤差=4.20 %  
 2 R2\_2 = 6.8595K C2\_2 = 0.1300n 誤差 = 0.87 %  
 2 R3\_2 = 8.8031K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 3.37 %  
 2 R4\_2 = 2.9784K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.72 %  
 3 (et2) 「LP4-3-2」 Rb\_3(2 個)= 968.1325 Cb\_3(2 個)= 10.0000p R1\_3 = 484.0663  
 C1\_3 = 20.0000p 誤差=4.39 %  
 3 R2\_3 = 45.9827K C2\_3 = 36.0000p 誤差 = 2.21 %  
 3 R3\_3 = 6.1737K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.43 %  
 3 R4\_3 = 4.6562K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.94 %

## 調整前の特性

LP3\_6-10MHz.asc



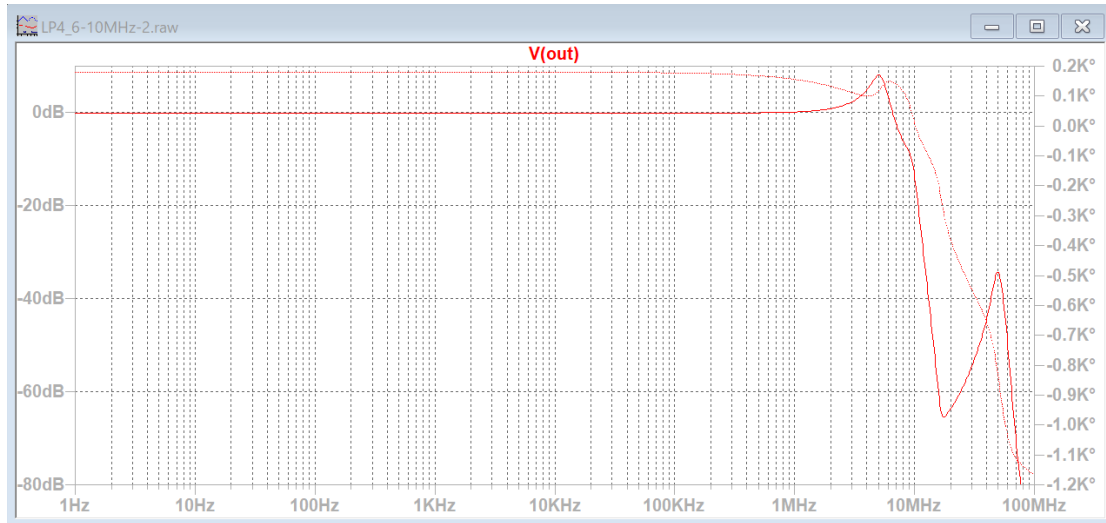
4MHz にピークがある。カットオフ周波数が低すぎる。

第 1 ブロックに必要な GB 積は 6.4757GHz なので、調整は非常に困難だと思われる。

R1\_1 = 14.3905 で値が小さすぎるので、Cb\_1(2 個)= 0.1000n を 10p~30p に変更して R1\_1 を 100 以上に設定して調整範囲を広げておきたい。

LtAct ver.2.60 追加実験

LP4\_6-10MHz-2.asc



\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\¥LT test¥2021-04-02-LP4\_10-100KHz 他¥10MHz¥LP4\_6-10MHz-2.asc 作成日時 Sun Apr 11 20:01:04 2021

アナログ Low Pass Elliptic 次数=6

参照モード=0

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 16.0000MegHz atts = 62.22dB

1 (et2) 「LP4-3-0」 Rb\_1(2 個)= 191.8737 Cb\_1(2 個)= 15.0000p R1\_1 = 95.9369  
C1\_1 = 30.0000p 誤差=5.99 %  
1 R2\_1 = 4.0871K C2\_1 = 0.2200n 誤差 = 4.58 %  
1 R3\_1 = 71.2328K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.54 %  
1 R4\_1 = 3.4294K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.77 %  
2 (et2) 「LP4-3-1」 Rb\_2(2 個)= 248.4807 Cb\_2(2 個)= 30.0000p R1\_2 = 124.2404  
C1\_2 = 60.0000p 誤差=5.87 %  
2 R2\_2 = 19.2215K C2\_2 = 75.0000p 誤差 = 4.05 %  
2 R3\_2 = 8.5812K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 4.44 %  
2 R4\_2 = 2.9656K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.16 %  
3 (et2) 「LP4-3-2」 Rb\_3(2 個)= 968.1325 Cb\_3(2 個)= 10.0000p R1\_3 = 484.0663  
C1\_3 = 20.0000p 誤差=4.39 %  
3 R2\_3 = 45.9827K C2\_3 = 36.0000p 誤差 = 2.21 %  
3 R3\_3 = 6.1737K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.43 %  
3 R4\_3 = 4.6562K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.94 %

LP4\_6-10MHz

調整前の特性



## LP4\_6-10MHz-2.asc の調整方法について

「伝達関数の係数、カットオフ周波数、 $Q$  値、GB 値」には各ブロックのカットオフ周波数と  $Q$  値が示されている。これらの値から、各ブロックは表示されたカットオフ周波数付近のゲインが  $Q$  値をデシベルに変換した値になると予想される。

従って、第 1 ブロックは  $F_c = 10.5012\text{MHz}$  で  $Q = 6.1666$  より、ゲインが  $15.8\text{dB}$ 、第 2 ブロックは  $F_c = 8.8282\text{MHz}$  で  $Q = 1.5570$  より、ゲインが  $3.8\text{dB}$ 、第 3 ブロックは  $F_c = 5.8605\text{MHz}$  で  $Q = 0.6125$  より、ゲインが  $-4.26\text{dB}$  になると予想する。

カットオフ周波数が  $10\text{KHz}$  の回路図を使用して、この予想を確認する。

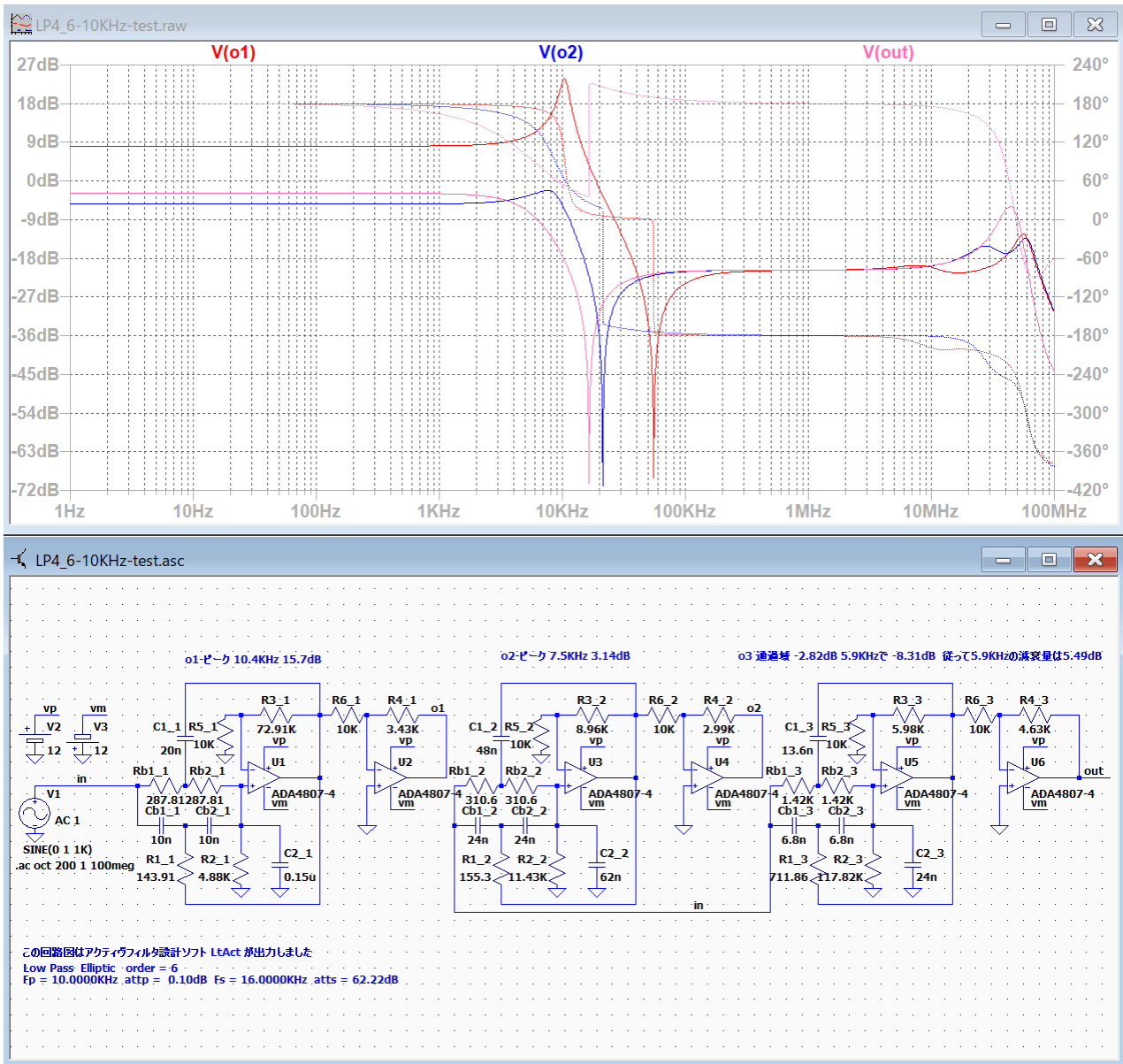
## LP4\_6-10KHz.asc



これは LtAct が表示した推奨値で作成した回路図で、未調整だが、 $10\text{KHz}$  のゲインと  $16\text{KHz}$  の減衰量は設計通りの値が得られている。

配線を変更してブロックごとの出力を確認する

LP4\_6-10KHz-test.asc



グラフより、

o1-ピーク 10.4KHz で 15.7dB は予想に近い。o2-ピーク 7.5KHz で 3.14dB は周波数とピークの大きさは予想より少し小さめ、そして out の 5.9KHz の減衰量 -5.49dB は予想より少し大きめの値が確認できた。

LP4\_6-10MHz-2.asc の回路図はこの数値を参考にして、調整を行うことにする。

LP4\_6-10MHz

配線を変更してブロックごとの出力を確認する

### ピークの周波数とピークの大きさの調整方法

第1ブロックを調整してピークの周波数と大きさを調整してみます。

LP4\_6-10KHz-test.asc

1 (et2) 「LP4-1-0」

Rb\_1(2 個)= 287.8106 Cb\_1(2 個)= 10.0000n

R1\_1 = 143.9053 C1\_1 = 20.0000n

1 R2\_1 = 4.8809K C2\_1 = 0.1500u

1 R3\_1 = 72.9082K R5\_1 = 10.0000K

1 R4\_1 = 3.4339K R6\_1 = 10.0000K

この素子値の時には、「o1」のピークは 10.4KHz でピークの大きさは 15.7dB です。

Cb1= Cb2=10n を 11n に変更すると、ピークは 10.2KHz でピークの大きさは 21.9dB。

Cb1= Cb2=10n を 9n に変更すると、ピークは 10.3KHz でピークの大きさは 7.7dB。

Cb1= Cb2=10n に戻して、R1\_1 = 143.9053 を 50 に変更すると、ピークは 12.7KHz でピークの大きさは 16.1dB。R1\_1 = 143.9053 を 200 に変更すると、ピークは 9.5KHz でピークの大きさは 14.4dB。

全てもとに戻して、R2\_1 = 4.8809K を 1K に変更すると、ピークは 12.3KHz でピークの大きさは 13.7dB。R2\_1 = 4.8809K を 10K に変更すると、ピークは 10.1KHz でピークの大きさは 16.0dB。

以上より、

Cb1 を小さくすると、ピークの周波数が少し下降して、大きさは小さくなる。

Cb1 を大きくすると、ピークの周波数が下降して、大きさは大きくなる。

R1\_1 を小さくすると、ピークの周波数が上昇して、大きさは大きくなる。

R1\_1 を大きくすると、ピークの周波数が下降して、大きさは小さくなる。

R2\_1 を小さくすると、ピークの周波数が上昇して、大きさは小さくなる。

R2\_1 を大きくすると、ピークの周波数が下降して、大きさは大きくなる。

これらのことを考慮して、LP4\_6-10MHz-2.asc の調整を行う。

## LtAct ver.2.60 追加実験

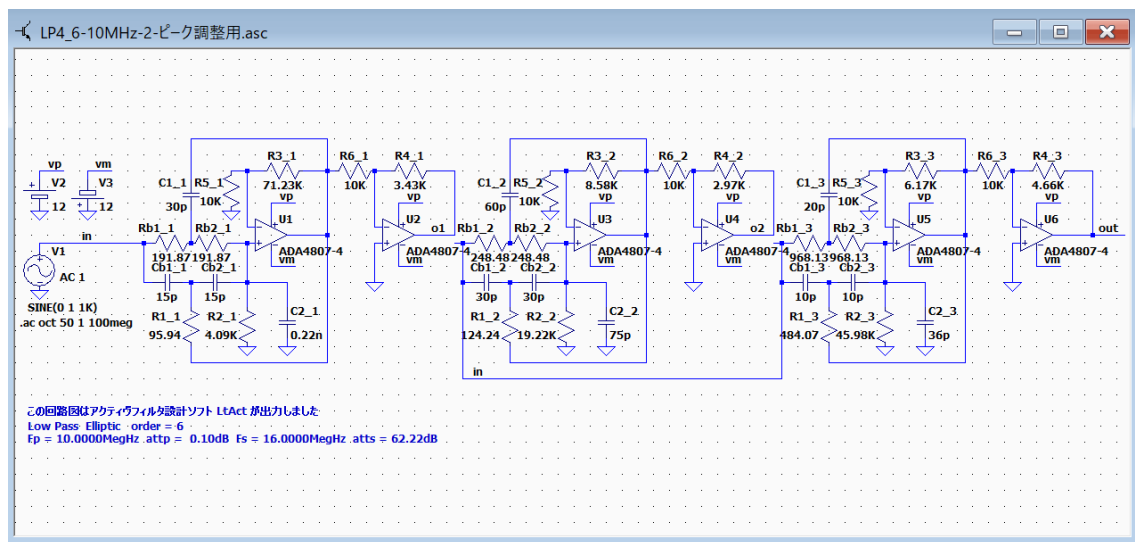
LP4\_6-10MHz-2.asc の調整のために、回路図を変更して第 1 ブロックと第 2 ブロックを「in」に接続して、Cb\_?、R2\_?、R4\_?を調整する。LP4\_6-10KHz.asc を参考にして、第 1 ブロックのピークは 10.4MHz で 16dB、第 2 ブロックは 7.5MHz で 3dB、第 3 ブロックは 5.9MHz で減衰量-6dB に調整する。

必要に応じて通過域のゲインが 0dB になるように R4\_?を調整する。

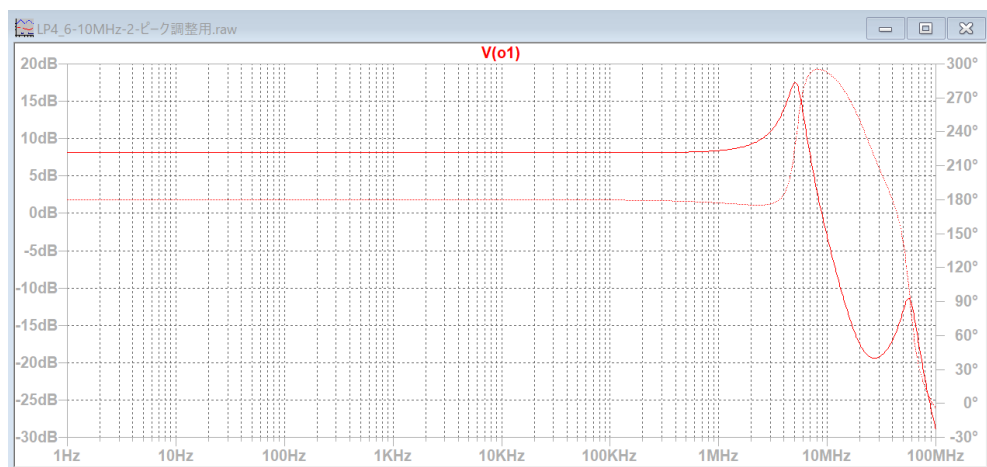
その後、回路図の配線を元に戻して、「out」のピークと 10MHz のゲインを調整する。

## LP4\_6-10MHz-2-ピーク調整用.asc

## LP4\_6-10MHz-2-ピーク調整用.asc



「o1」の出力 ピークを約 10.4MHz 15.7dB に調整する



## LtAct ver.2.60 追加実験

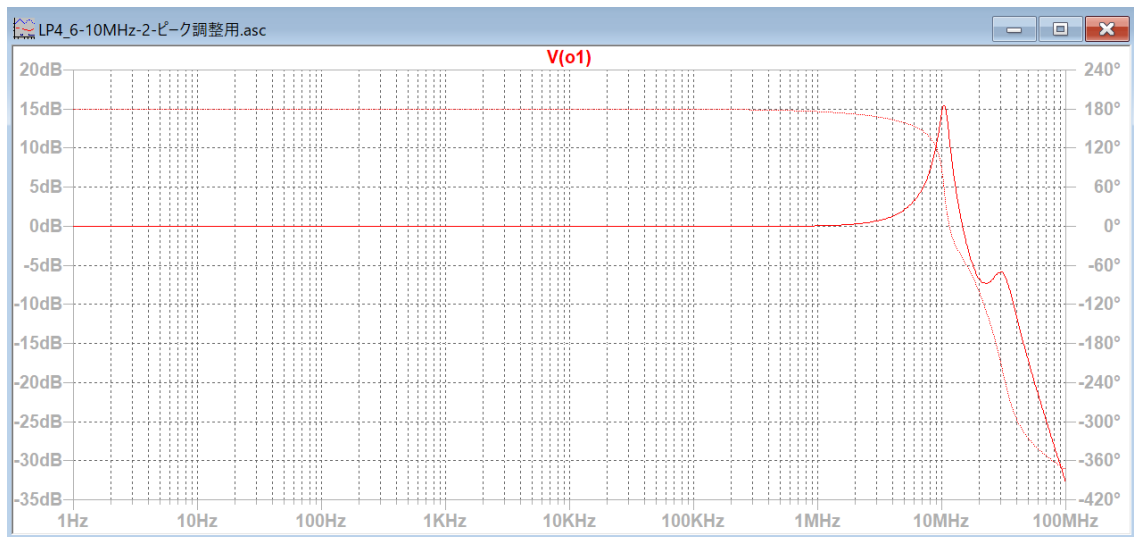
まず「o1」のピークを調整する。

Cb\_1 = 10p, R2\_1 = 40 に変更すると、ピークは 10.8MHz, 大きさは約 20dB になった。

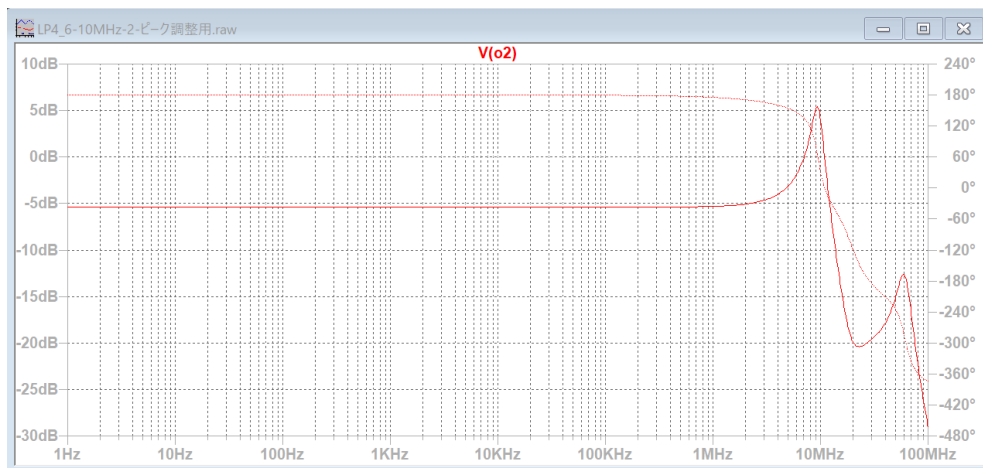
さらに、R1\_1 = 400 に変更すると、ピークは 10.4MHz, 大きさは約 15.5dB になった。

ここで、R4\_1 = 13k に変更して通過域のゲインを 0dB に調整する。

「o1」調整後



「o2」の出力 ピークを約 7.5MHz 3dB に調整する



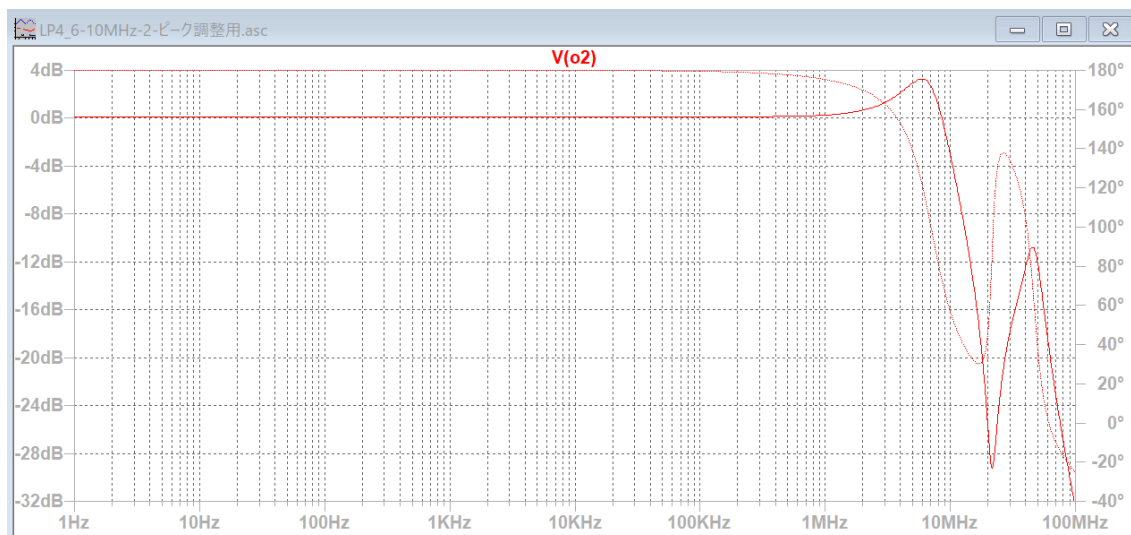
## LtAct ver.2.60 追加実験

次に「o2」のピークを調整する。

R1\_2 = 360 に変更すると、ピークは 7.5MHz, 大きさは約 3.1dB になった。

R4\_2 = 6.3k に変更して通過域を 0dB に調整すると、大きさは約 3.2dB になった。

「o2」調整後

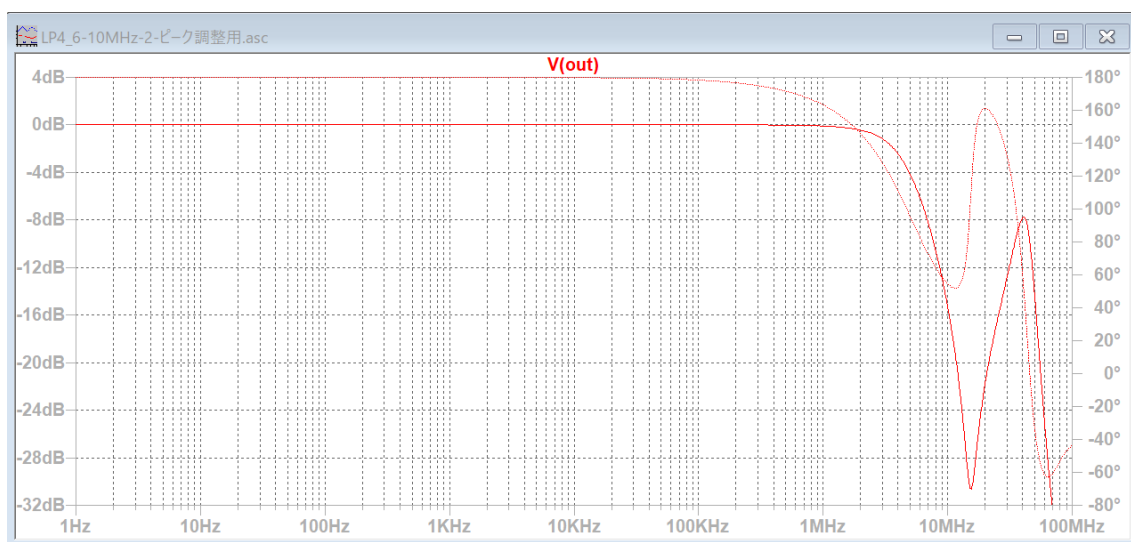


「out」の出力 5.9MHz の減衰量を -6dB に調整する

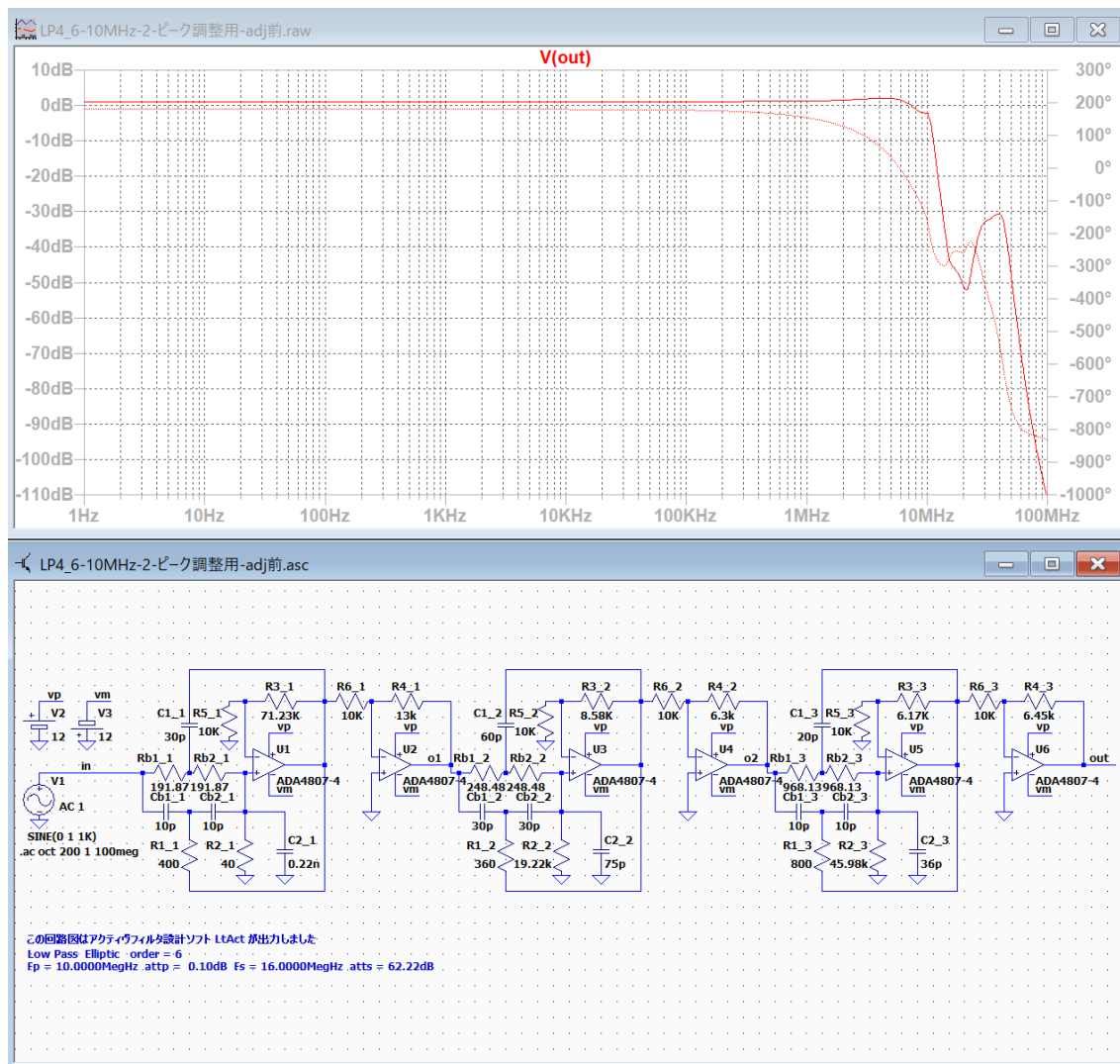
R1\_3 = 800 に変更すると、5.9MHz の減衰量は -5.9dB になった。

R4\_3 = 6.45k に変更して通過域を 0dB に調整すると、減衰量は-5.9dB になった。

「out」調整後



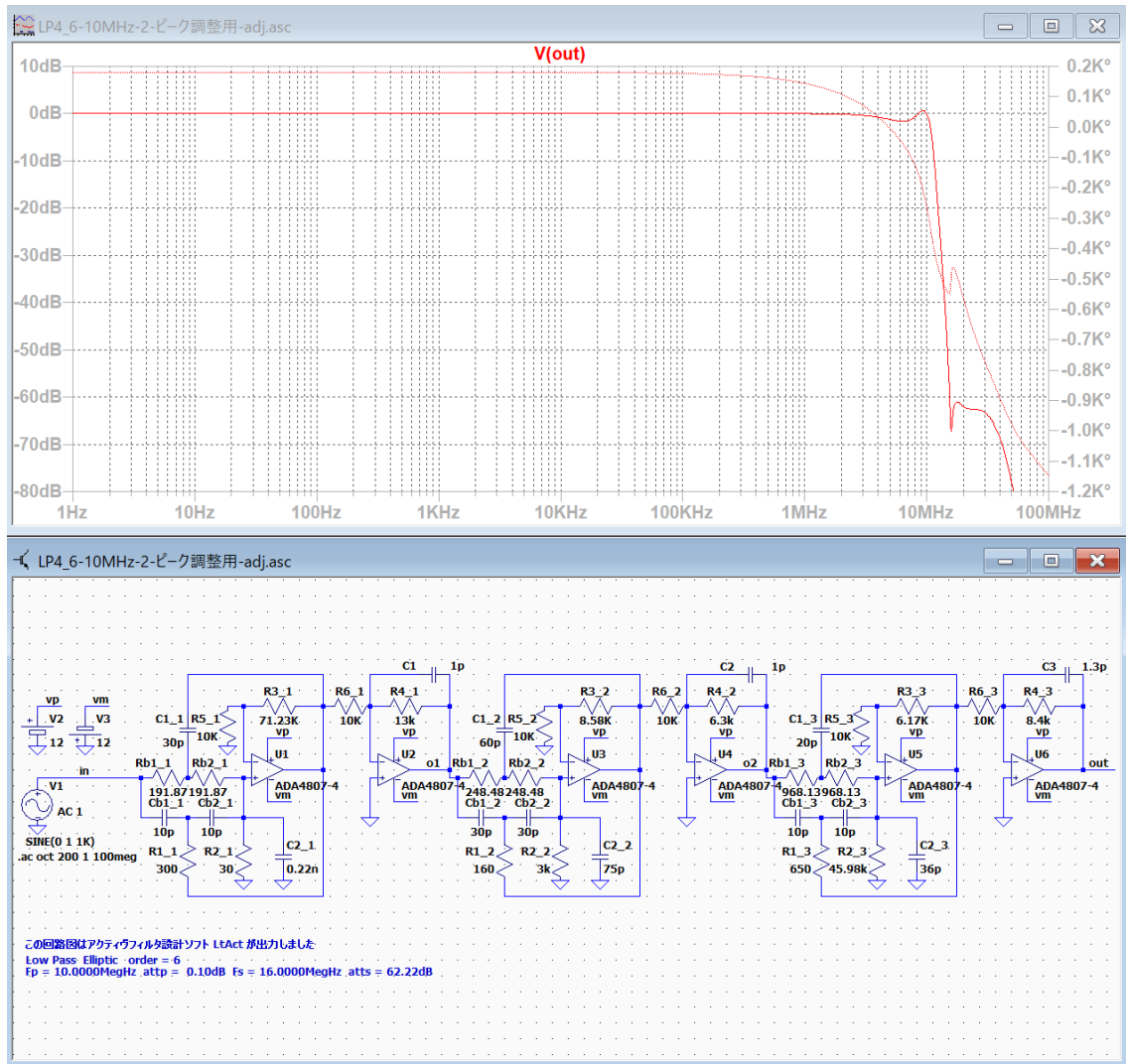
ここで、配線を元に戻す。LP4\_6-10MHz-2-ピーク調整用-adj 前.asc



配線をもとに戻すと、通過域のゲインが 0dB になっておらず、10MHz 付近のゲインが不足している。

## 完成した回路図

## LP4\_6-10MHz-2-ピーク調整用-adj.asc



$R1_1 = 400 \rightarrow 300$ 、 $R2_1 = 40 \rightarrow 30$ 、 $R1_2 = 360 \rightarrow 160$ 、 $R2_2 = 19.22k \rightarrow 3k$ 、  
 $R1_3 = 800 \rightarrow 650$ 、(通過域のゲイン調整)  $R1_3 = 6.45k \rightarrow 8.4k$  に変更した。  
 ピーク調整用に  $C1 \sim C3$  を追加

10MHz で 0.09dB, 16MHz の減衰量は-66.88dB が得られた。

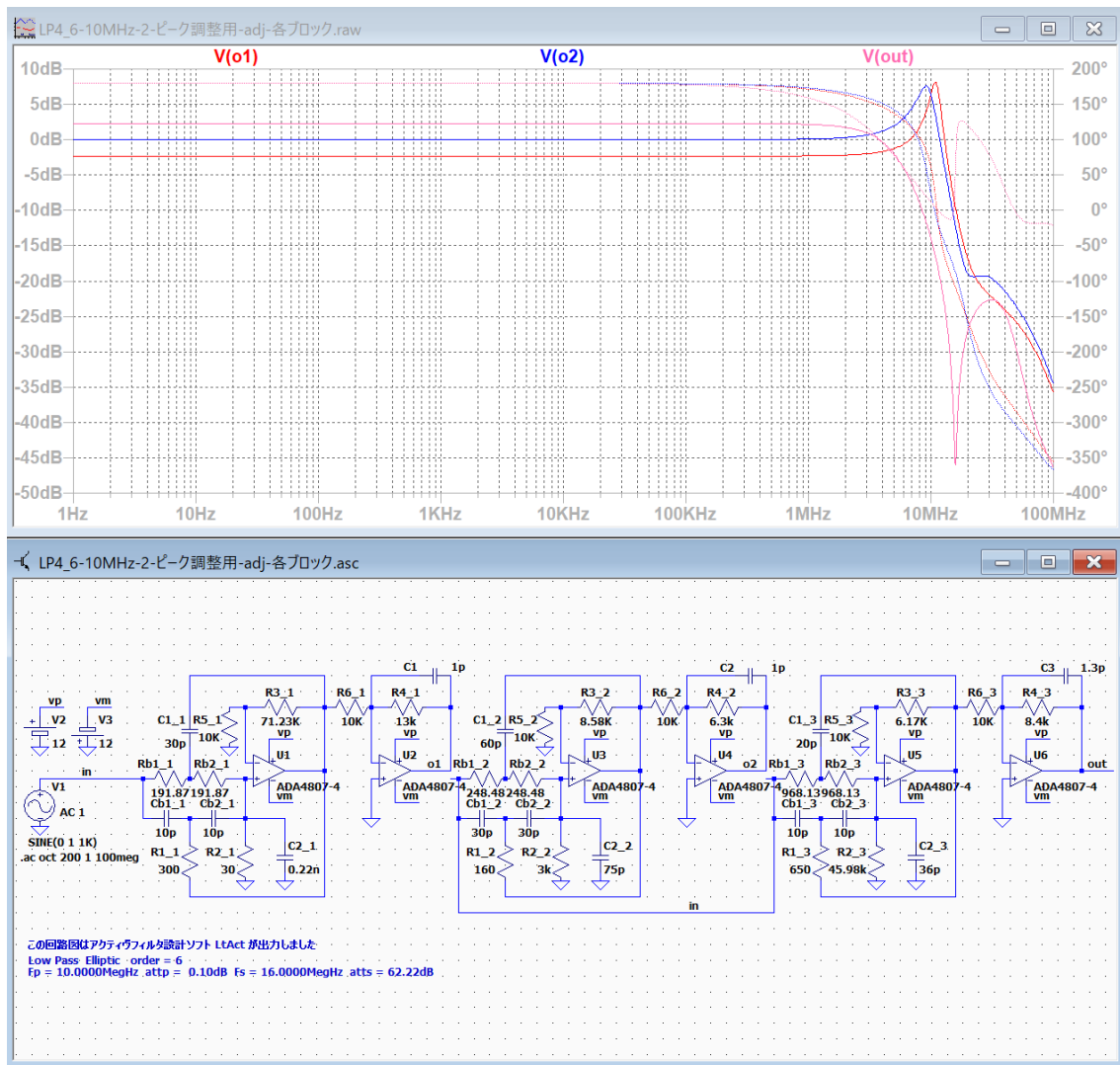
しかし、16MH 以上に楕型リップルのようなものが発生しており、17.7MHz で最低減衰量が-61.0dB になっている。

設計値では最低減衰量が -62.22dB なので、かなり良い結果が得られた。



## 調整後の各ブロックの出力

LP4\_6-10MHz-2-ピーク調整用-adj-各ブロック.asc



調整後の各ブロックの出力は次の通り。

o1 10.9MHz で 10.5dB、o2 9.2MHz で 7.6dB、out 5.9MHz の減衰量 -6.11dB になった。

o1 と o2 は予想よりもカットオフ周波数が高くなった。

LtAct ver.2.60 追加実験

## LP4\_6-10MHz-inv

ローパス・逆チェビシェフ 6次 10MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ローパスフィルタ	遮断特性	Inv. Cheb
設計するフィルタの次数 $m(<=58)$	6		
カットオフ周波数 $F_c$	10	Meg	
周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル $attp$	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_s/F_c$	1.6	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 16.0000MegHz atts = 32.22dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	26.4738Meg	6416.3394T	0.5923	0	6416.3394T
	Fc= 12.7486MegHz Q = 3.0257 GB 積= 3.8574GHz				
2	99.7498Meg	8849.0072T	0.4378	0	8849.0072T
	Fc= 14.9716MegHz Q = 0.9431 GB 積= 1.4119GHz				
3	219.4697Meg	14252.7396T	94.4694m	0	14252.7396T
	Fc= 19.0007MegHz Q = 0.5440 GB 積= 1.0336GHz				

「伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値」を参考にして、フィルタの特性を調整する。

調整の目標

第1ブロックの出力「o1」ピークの周波数 12.75MHz 9.6dB

第2ブロックの出力「o2」周波数 15MHz のゲイン -0.5dB

第3ブロックの出力「out」周波数 19MHz のゲイン -5.3dB

LP4\_6-10MHz-inv

調整後の各ブロックの出力

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\LP4 逆チェビシェフ 10MHz\LP4\_6-10MHz-inv.asc 作

成日時 Thu Apr 15 12:08:21 2021

アナログ Low Pass Inv. Cheb 次数=6

参照モード=0

Fp = 10.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 16.0000MegHz atts = 32.22dB

1 (et2) 「LP4-3-1」 Rb\_1(2 個)= 188.3969 Cb\_1(2 個)= 51.0000p R1\_1 = 94.1984  
C1\_1 = 0.1020n 誤差=5.94 %

1 R2\_1 = 35.9813K C2\_1 = 18.0000p 誤差 = 0.05 %

1 R3\_1 = 706.0875 R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.69 %

1 R4\_1 = 9.4383K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.58 %

2 (et2) 「LP4-3-2」 Rb\_2(2 個)= 703.3721 Cb\_2(2 個)= 10.0000p R1\_2 = 351.6861  
C1\_2 = 20.0000p 誤差=4.08 %

2 R2\_2 = 5.9972K C2\_2 = 9.1000p 誤差 = 3.38 %

2 R3\_2 = 190.0470 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 5.24 %

2 R4\_2 = 12.1154K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.95 %

3 (et2) 「LP4-3-2」 Rb\_3(2 個)= 257.4521 Cb\_3(2 個)= 10.0000p R1\_3 = 128.7260  
C1\_3 = 20.0000p 誤差=4.97 %

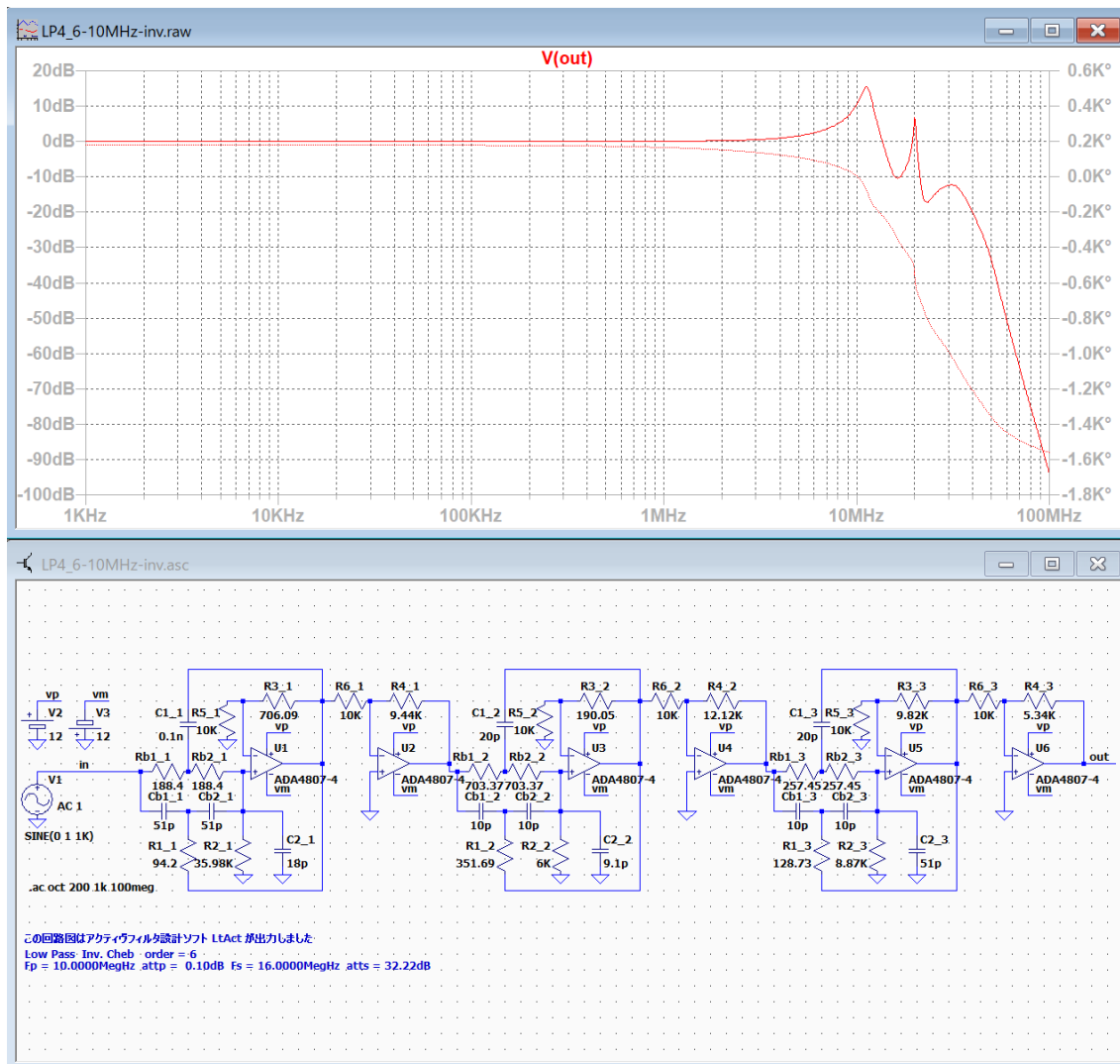
3 R2\_3 = 8.8689K C2\_3 = 51.0000p 誤差 = 2.61 %

3 R3\_3 = 9.8243K R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.79 %

3 R4\_3 = 5.3372K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 4.44 %

調整前の特性は劣悪

LP4\_6-10MHz-inv.asc



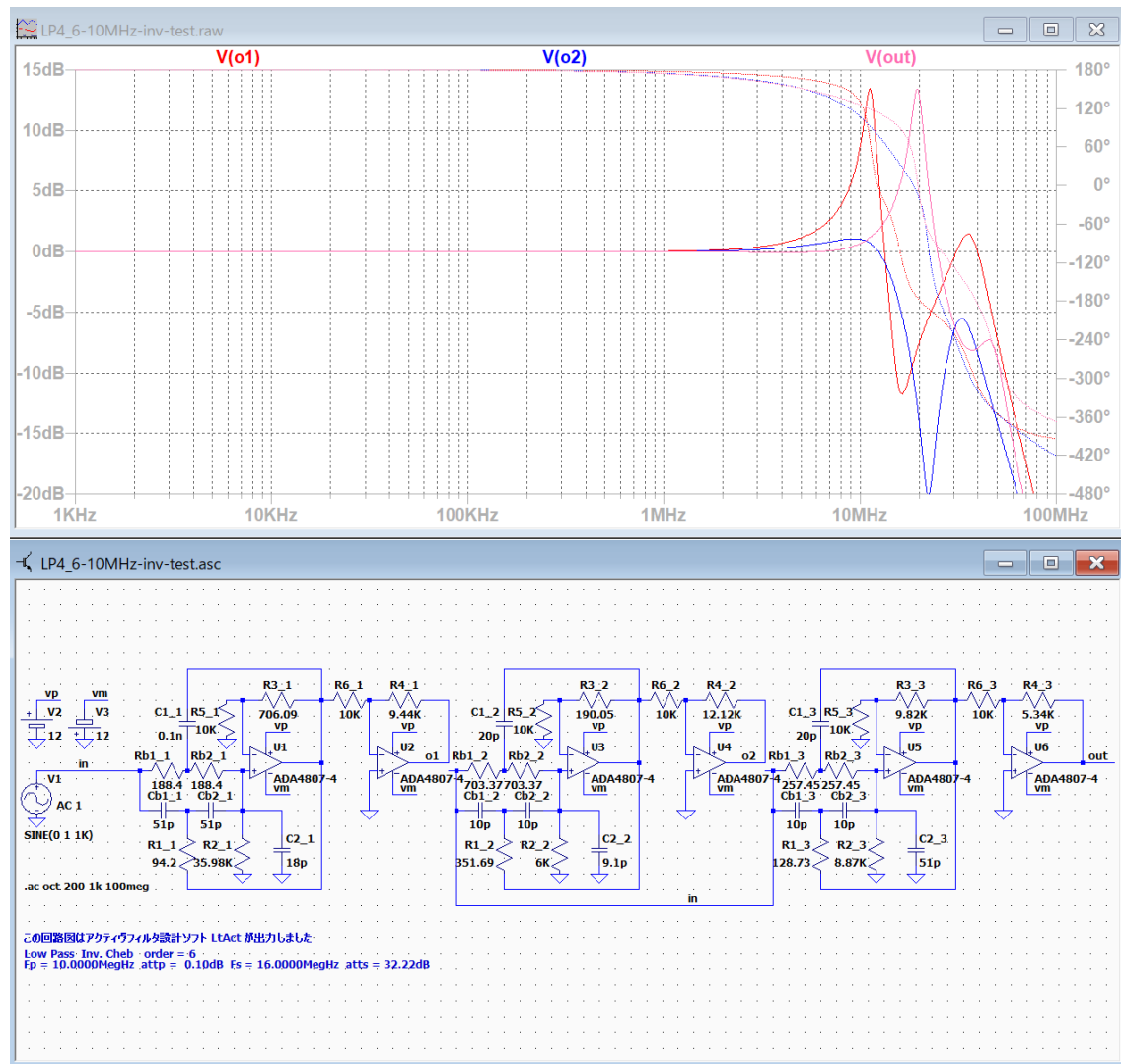
LP4\_6-10MHz-inv

調整前の特性は劣悪

LtAct ver.2.60 追加実験

各ブロックの出力を確認する

LP4\_6-10MHz-inv-test.asc



第1ブロックの出力「o1」ピークの周波数 11.26MHz 13.46dB

第2ブロックの出力「o2」周波数 15MHz のゲイン -3dB

第3ブロックの出力「out」周波数 19MHz のゲイン 12.6dB

調整の目標

第1ブロックの出力「o1」ピークの周波数 12.75MHz 9.6dB

第2ブロックの出力「o2」周波数 15MHz のゲイン -0.5dB

第3ブロックの出力「out」周波数 19MHz のゲイン -5.3dB

目標値から大分ずれているので、ブロックごとに調整を行う。

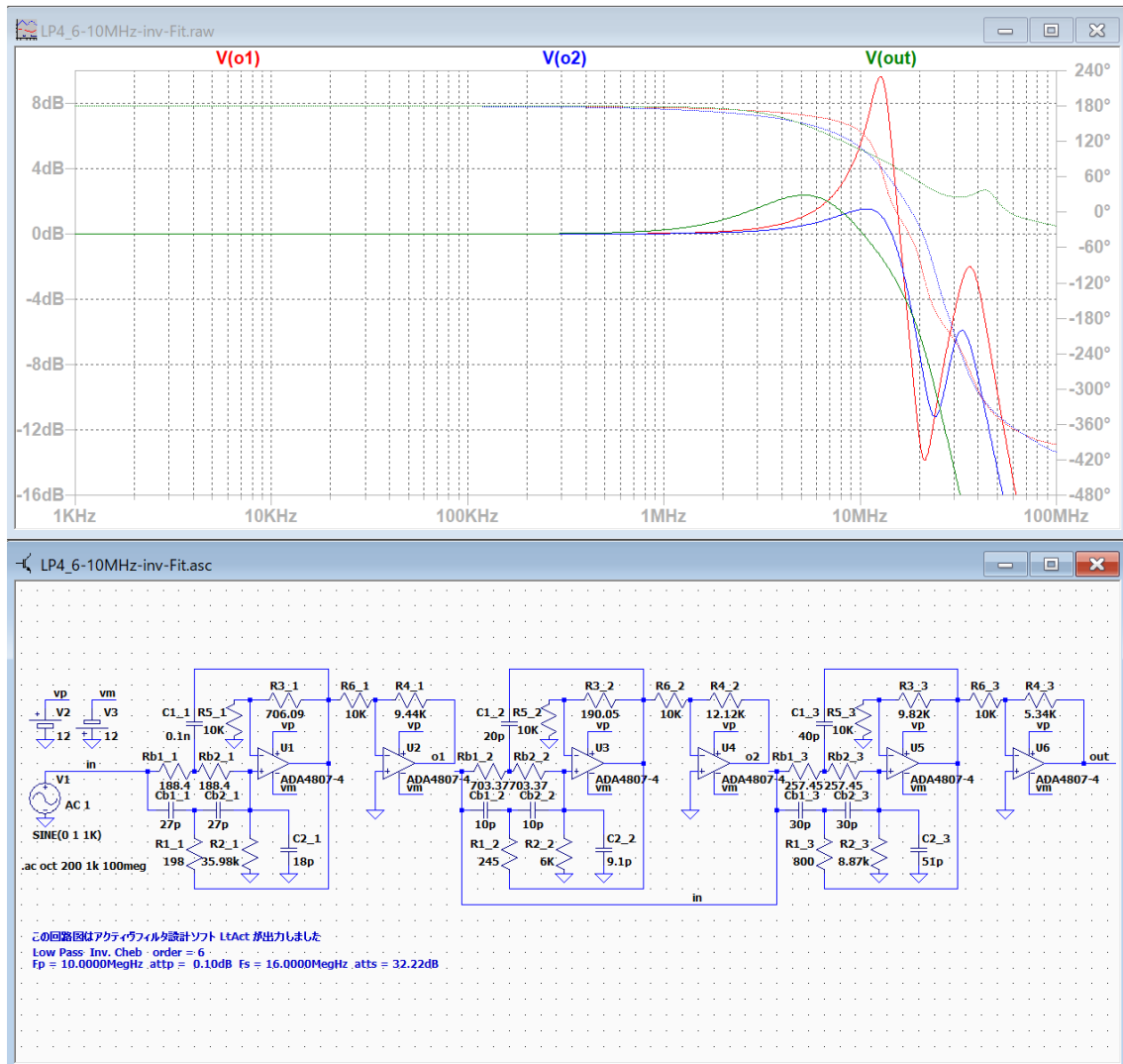
LP4\_6-10MHz-inv

各ブロックの出力を確認する

LtAct ver.2.60 追加実験

各ブロックの出力を調整した

LP4\_6-10MHz-inv-Fit.asc



「o1」 ピーク 12.7MHz 9.6dB

Cb\_1 = 10p -&gt; 9p, R1\_1 = 94.2 -&gt; 198

「o2」 15MHz ゲイン -0.5dB

R1\_2 = 351.7 -&gt; 245

「out」 19MHz ゲイン -5.3dB

Cb\_1 = 10p -&gt; 30p, R1\_3 = 128.7 -&gt; 800

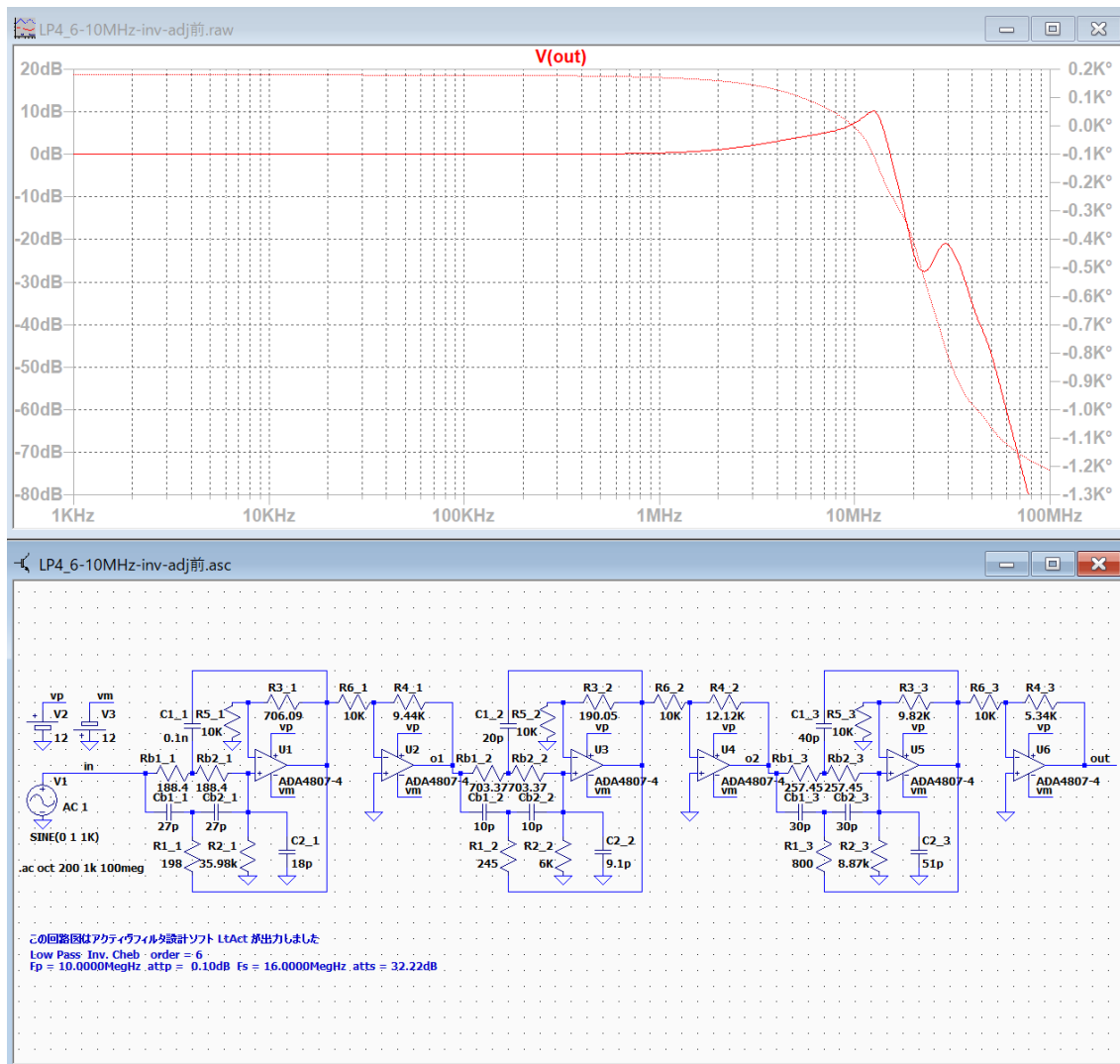
LP4\_6-10MHz-inv

各ブロックの出力を調整した

LtAct ver.2.60 追加実験

配線を元にもどした

LP4\_6-10MHz-inv-adj 前.asc



各ブロックのピーク等を調整すると、周波数特性のグラフがおとなしくなった。

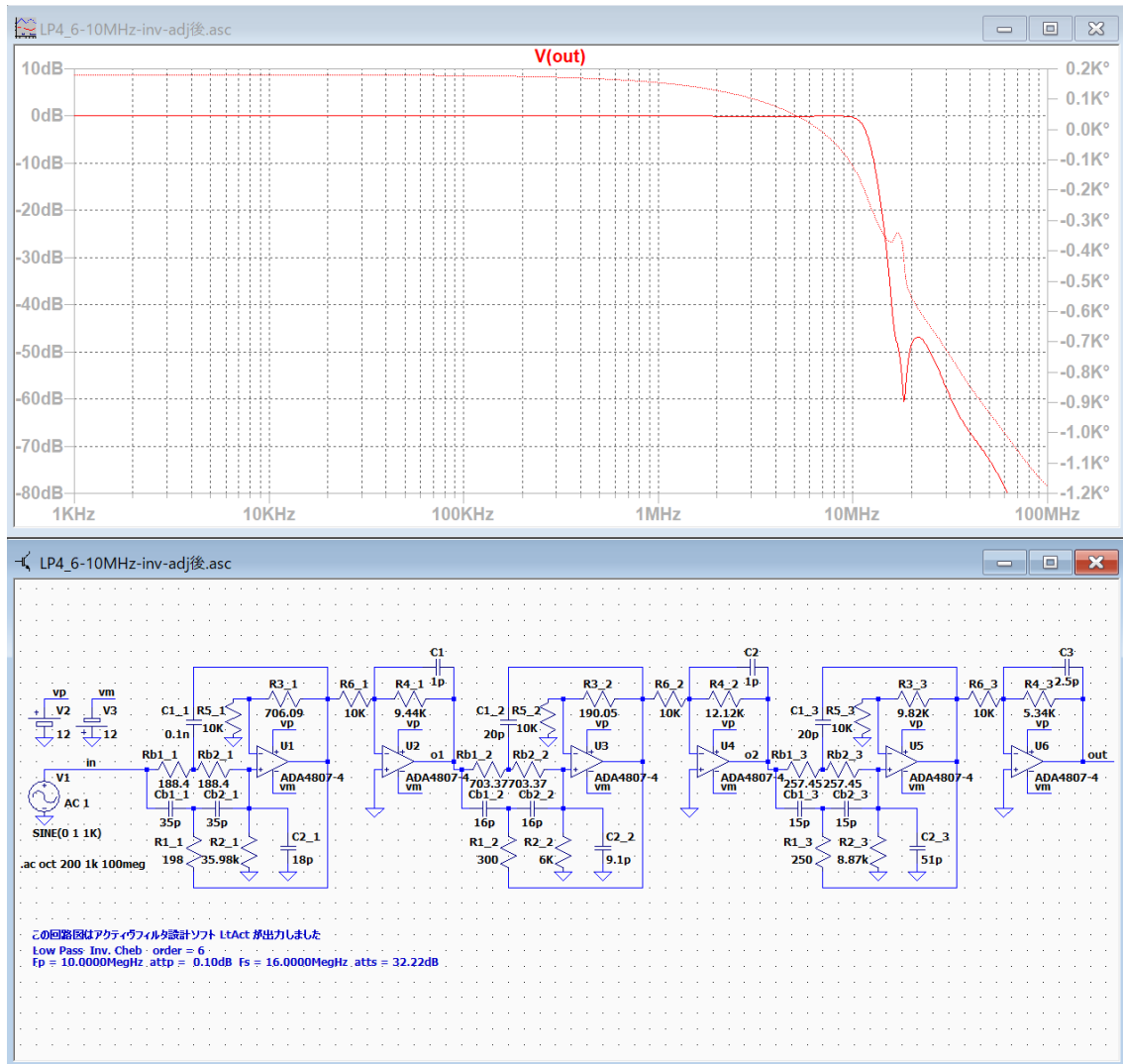
「out」を確認しながら、10MHz のゲインと 16MHz の減衰量が設計値に近付くように、各ブロックのピークとゲインを微調整する。

LP4\_6-10MHz-inv

配線を元にもどした

## 完成した回路図

## LP4\_6-10MHz-inv-adj 後.asc



追加の調整は、

「o1」  $Cb\_1 = 27p \rightarrow 35p$

「o2」  $R1\_2 = 245 \rightarrow 300$ ,  $Cb\_2 = 10p \rightarrow 16p$

「o2」  $R1\_3 = 800 \rightarrow 250$ ,  $Cb\_3 = 30p \rightarrow 15p$ ,  $C1\_3 = 40p \rightarrow 20p$

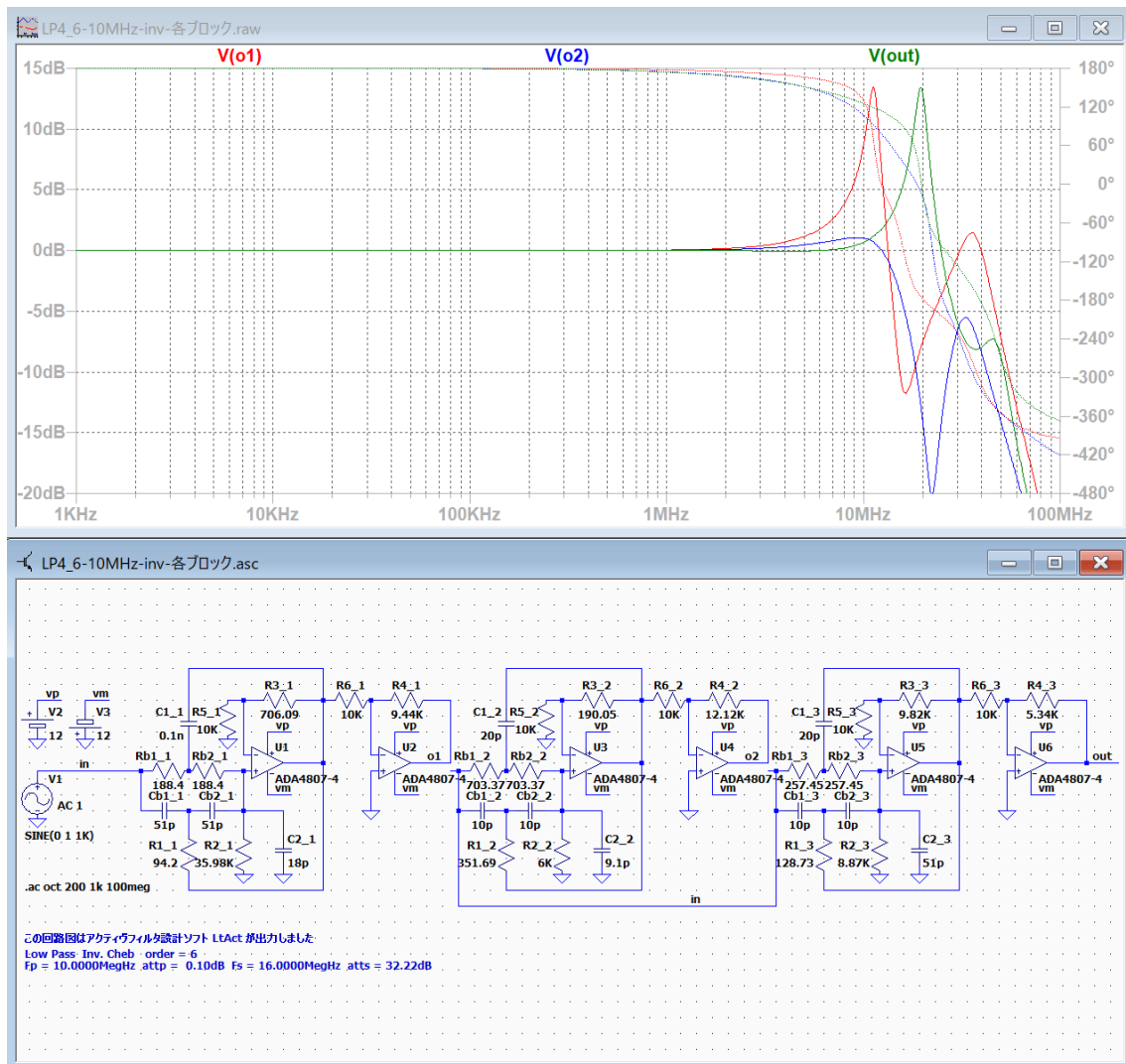
そして、10MHz のゲインとピークの調整用に  $C1 \sim C3$  を追加した。

調整結果は 10MHz -0.33dB, 16MHz -42.1dB が得られた。阻止域に楕形リプルらしきものが発生した。16MHz の減衰量は設計値の 32.22dB を上回った。



## 調整後の各ブロックの出力

## LP4\_6-10MHz-inv-各ブロック.asc



「o1」 ピーク 11.2MHz 13.4dB、「o2」 15MHz ゲイン -2.97dB

「out」 19MHz ゲイン 12.67dB

## 調整の目標

第1ブロックの出力「o1」ピークの周波数 12.75MHz 9.6dB

第2ブロックの出力「o2」周波数 15MHz のゲイン -0.5dB

第3ブロックの出力「out」周波数 19MHz のゲイン -5.3dB

各ブロックにピーク調整用コンデンサが使用されているため、3ブロックすべてが目標からずれているが、縦続接続すると設計の特性が得られる。

LtAct ver.2.60 追加実験

HP1\_5-100KHz-Ltact.asc

ハイパス・バターワース 5次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m (<=58)$  5

カットオフ周波数  $F_c$  100 KHz

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アログ High Pass Butterworth 次数=5

 $F_p = 100.0000\text{KHz}$   $attp = 3.0103\text{dB}$   $F_s = 66.6667\text{KHz}$   $atts = 17.68\text{dB}$ 

1 次式の形式

$$P1 * s + P2$$

 $H_0 = \text{-----}$ 

$$s + P_0$$

2 次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

1 次式

$$P_0 = 628.3185\text{K} \quad P_1 = 1.0000 \quad P_2 = 0$$

2 次式

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	388.3222K	394.7842G	1.0000	0	0

$$F_c = 100.0000\text{K} \quad Q = 1.6180 \quad \text{GB 積} = 16.1803\text{Meg}$$

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
2	1.0166Meg	394.7842G	1.0000	0	0

$$F_c = 100.0000\text{K} \quad Q = 0.6180 \quad \text{GB 積} = 6.1803\text{Meg}$$

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\HP1\_5-100KHz-Ltact.asc 作成日時 Fri Feb 19 12:59:44 2021

アログ High Pass Butterworth 次数=5

参照モード=0

 $F_p = 100.0000\text{KHz}$   $attp = 3.0103\text{dB}$   $F_s = 66.6667\text{KHz}$   $atts = 17.68\text{dB}$ 

1 次のフィルタ回路

HP1\_5-100KHz-Ltact.asc

LtAct ver.2.60 追加実験

1 (hp1) R1\_1 = R1\_2 = 159.1549K C1\_1 = 10.0000p 誤差 = 0.5310 %

2 (HP1) 「HP1-2-1」 R1\_2 = 5.1000K R2\_2 = 110.0000K

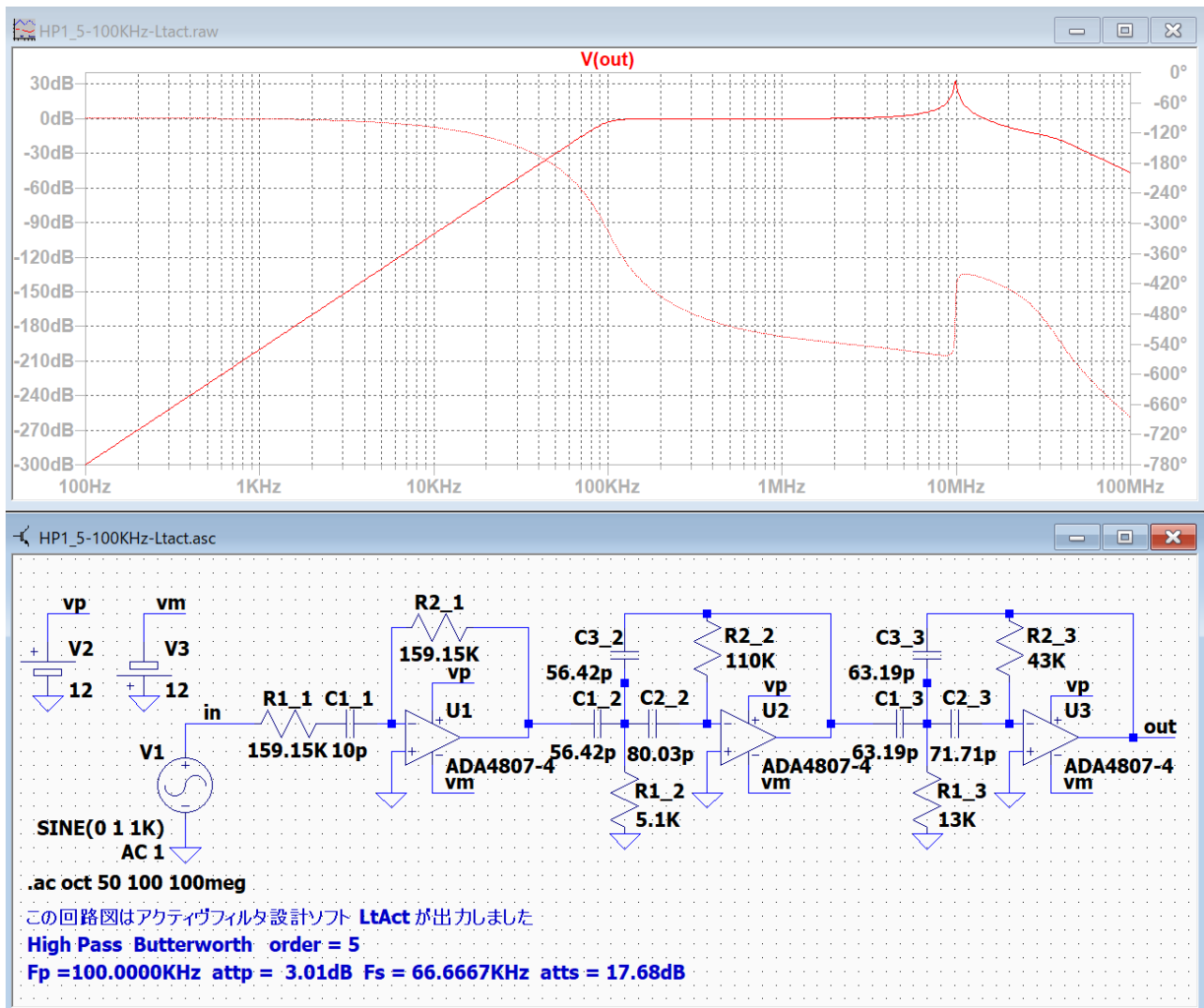
C1\_2 = C3\_2 = 56.4209p C2\_2 = 80.0272p 誤差 = 2.47 %

3 (HP1) 「HP1-2-2」 R1\_3 = 13.0000K R2\_3 = 43.0000K

C1\_3 = C3\_3 = 63.1909p C2\_3 = 71.7090p 誤差 = 4.59 %

完成した回路図

HP1\_5-100KHz-Ltact.asc



100KHz で -3.02dB, 10MHz 付近にピーク

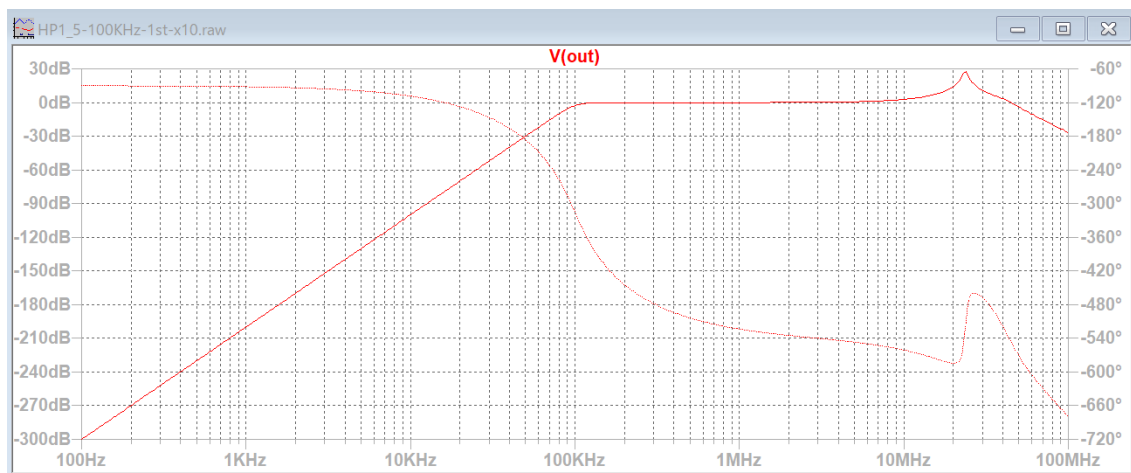
HP1\_5-100KHz-Ltact.asc

完成した回路図

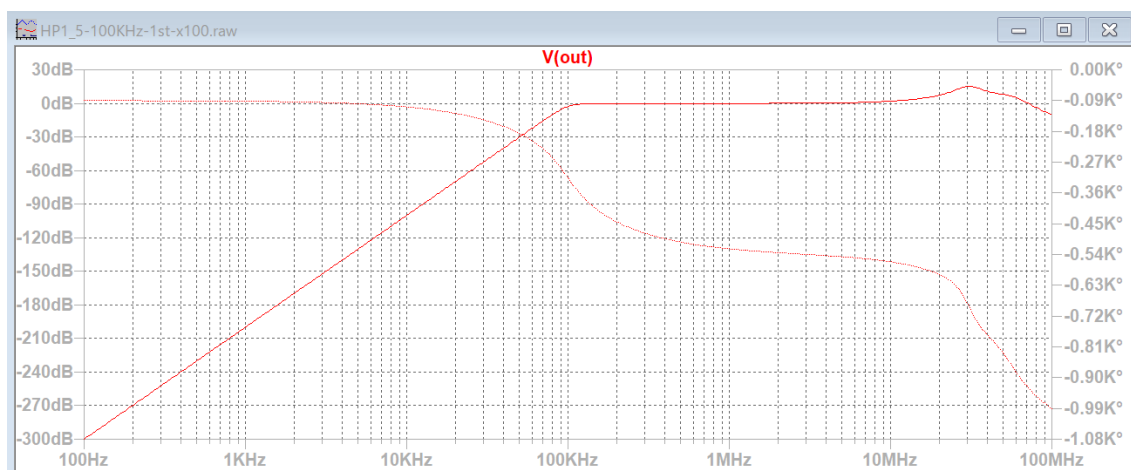
LtAct ver.2.60 追加実験

C1\_1 を増加する場合

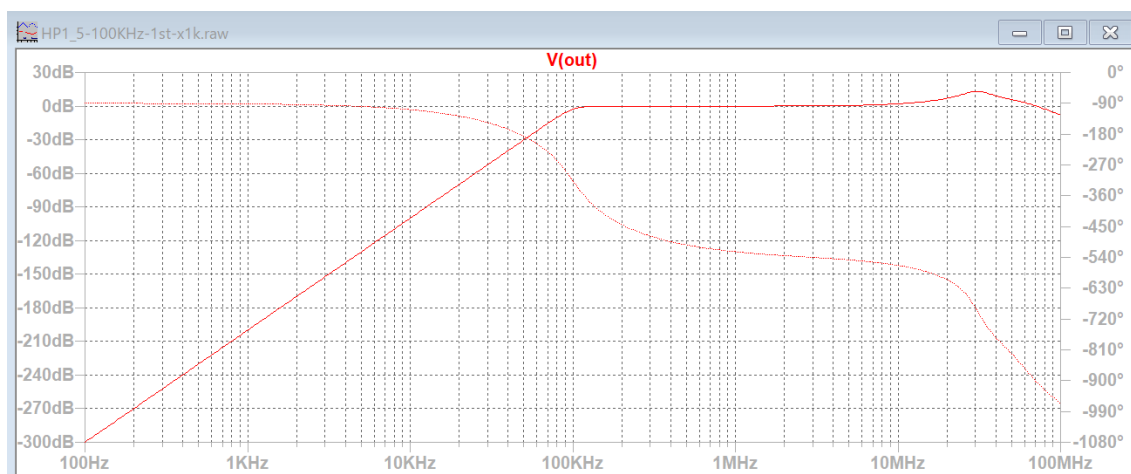
10 倍 HP1\_5-100KHz-1st-x10.asc 100KHz で -3.02dB, 20MHz 付近にピーク



100 倍 HP1\_5-100KHz-1st-x100.asc 100KHz で -3.03dB, 30MHz 付近にピーク



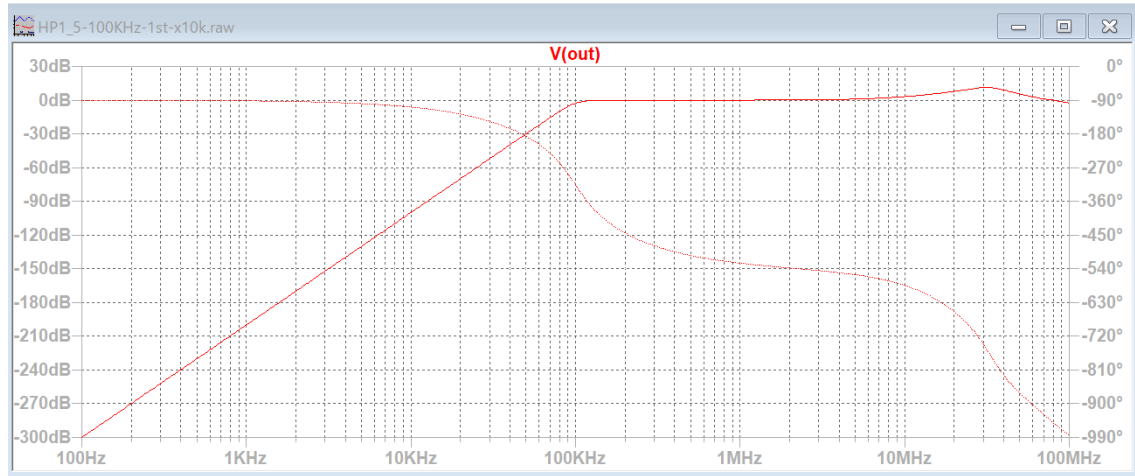
1000 倍 HP1\_5-100KHz-1st-x1000.asc 100KHz で -3.02dB, 30MHz 付近にピーク



HP1\_5-100KHz-Ltact.asc

C1\_1 を増加する場合

1 万倍 HP1\_5-100KHz-1st-x10000.asc 100KHz で -3.02dB, 30MHz 付近にピーク



第1ブロックの C1\_1 を HP1\_5-100KHz-Ltact.asc の値の 10 倍から 1 万倍まで増加して周波数特性を調べましたが、100KHz 付近はほとんど変化しないことが分かりました。高域のピーク位置と大きさは少し変化することがわかりました。

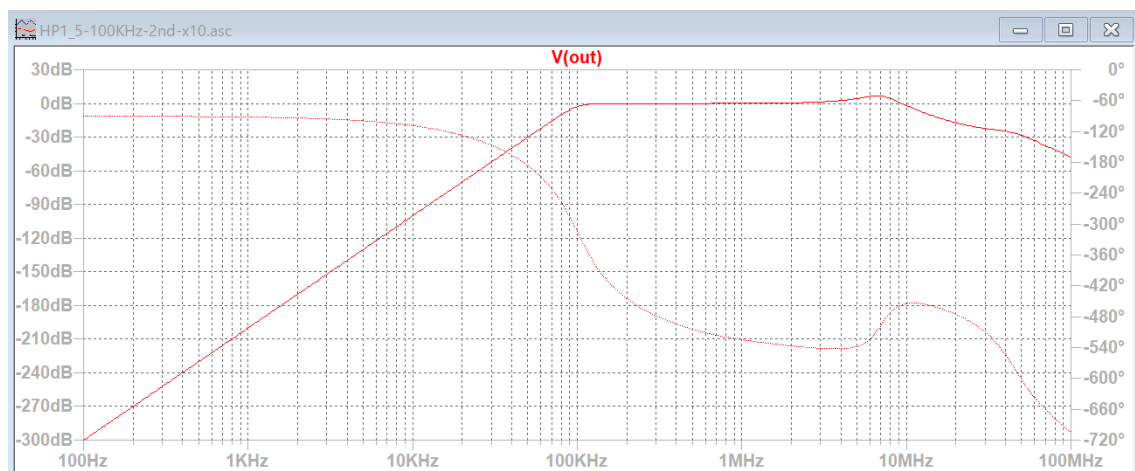
第1ブロックでは  $R=R1_1=R1_1$  と  $C=C1_1$  によってカットオフ周波数を決定しており、この R と C はオペアンプのフィードバックループに含まれています。

第1ブロックの伝達関数はオペアンプのゲインを A とすると、 $\frac{s \cdot C \cdot R}{1 + s \cdot C \cdot R + \frac{1 + s \cdot C \cdot (1 + R)}{A}}$  になる。

オペアンプのゲインによって多少の影響はありますが、C を充放電するパワーは必要ないので、周波数特性には影響が少ないと考えます。

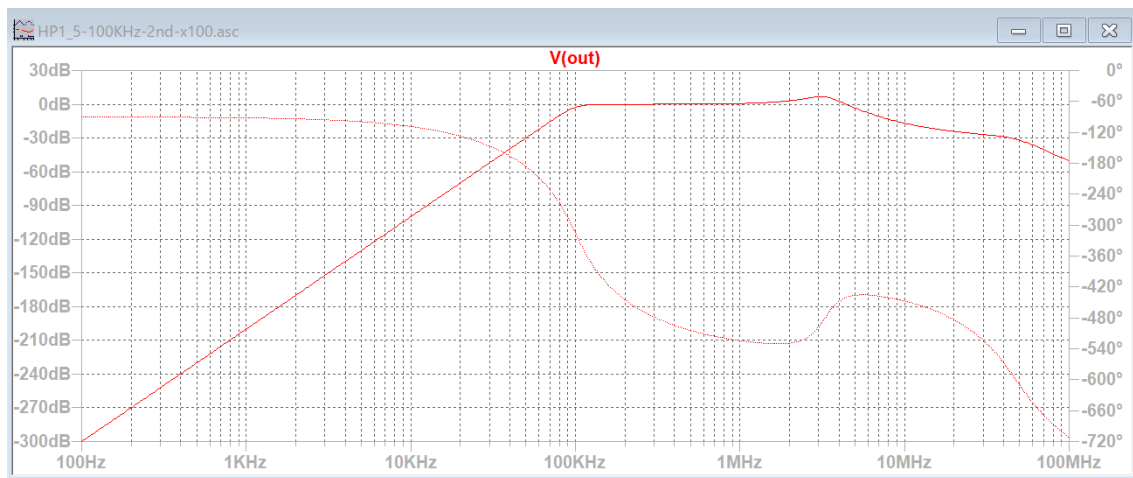
### C1\_2 を増加する場合

10 倍 HP1\_5-100KHz-2nd-x10.asc 100KHz で -3.03dB 7MHz にピーク



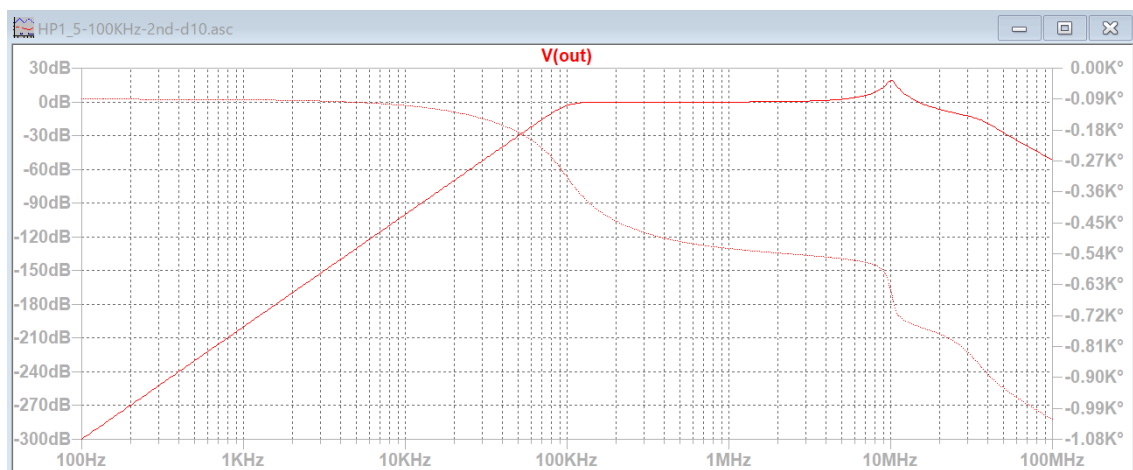
LtAct ver.2.60 追加実験

100 倍 HP1\_5-100KHz-2nd-x100.asc 100KHz で-3.00dB 3MHz にピーク



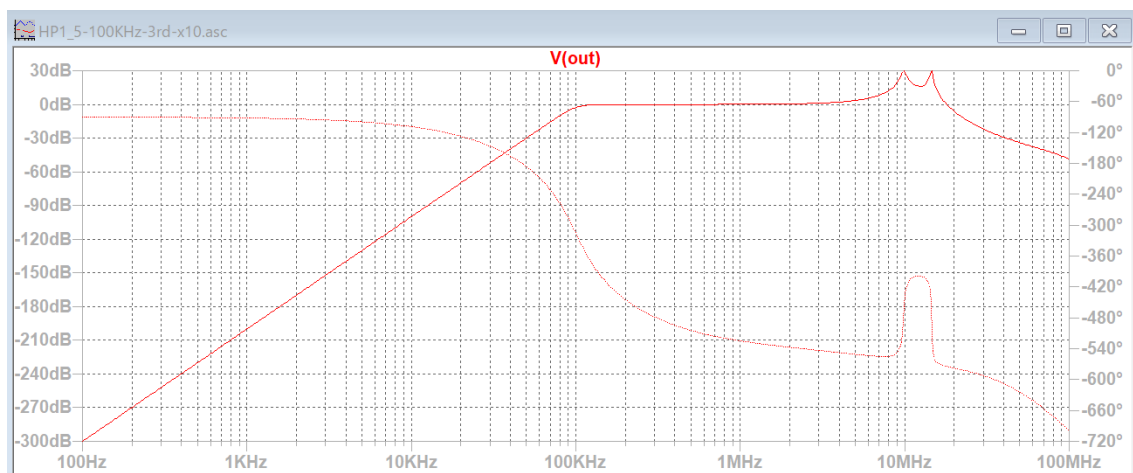
C1\_2 を減少する場合

1/10 倍 HP1\_5-100KHz-2nd-d10.asc 100KHz で-3.23dB 10MHz にピーク



C1\_3 を増加する場合

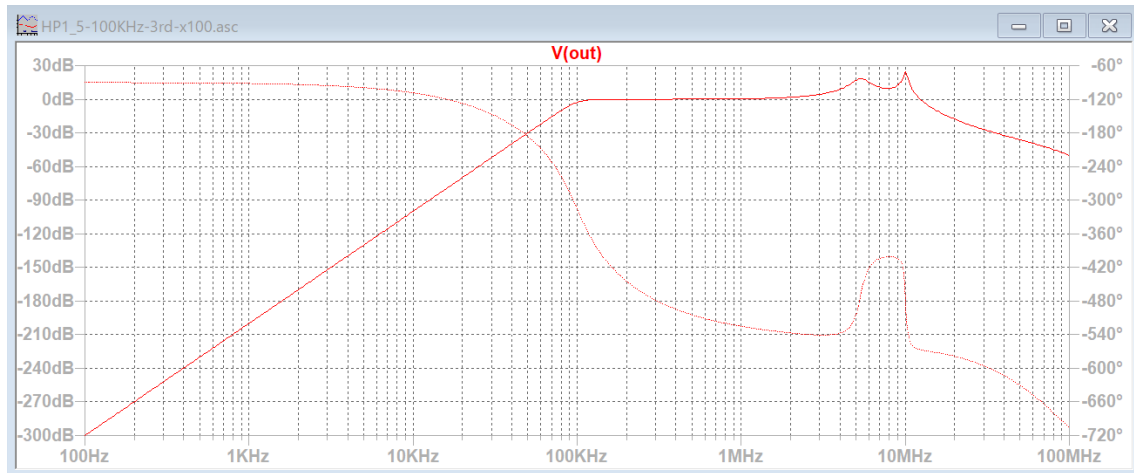
10 倍 HP1\_5-100KHz-3rd-x10.asc 100KHz で-3.01dB 10MHz にピーク



HP1\_5-100KHz-Ltact.asc

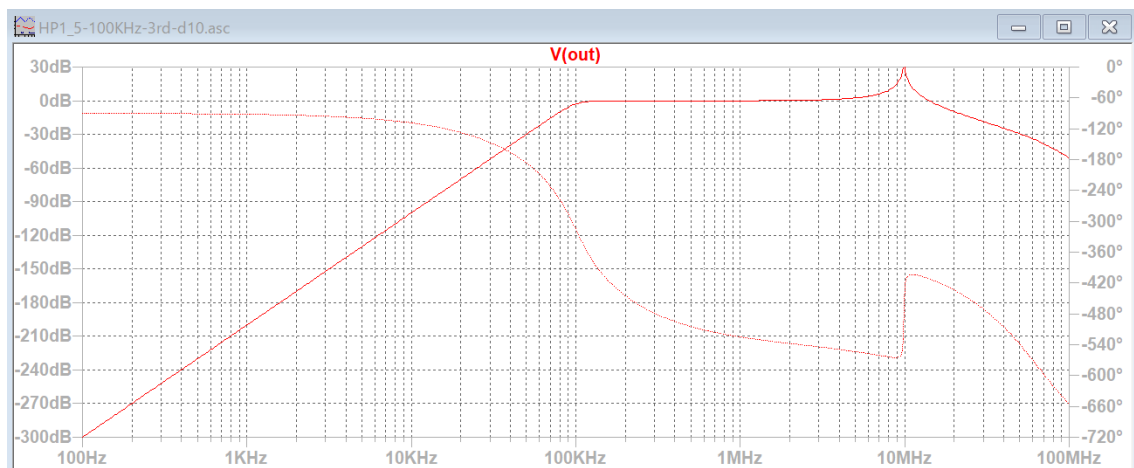
C1\_2 を減少する場合

100 倍 HP1\_5-100KHz-3rd-x100.asc 100KHz で-3.01dB 5MHz にピーク



C1\_3 を減少する場合

1/10 倍 HP1\_5-100KHz-3rd-d10.asc 100KHz で-3.05dB 10MHz にピーク



### 実験結果のまとめ

基本回路 HP1\_5-100KHz では、C1\_1 または C1\_2 を 100 倍まで増加すると、ピークの周波数が MHz まで低下して通過域が狭くなる。

基本回路 HP1\_5-100KHz では、C1\_1 または C1\_2 を 1/10 倍まで減少しても、ピークの周波数は変化しない。

基本回路 HP1\_5-100KHz では、C1\_1 または C1\_2 を増加または減少しても、100KHz のゲインは変化しない。

最終的に、U3 の後段にピークを消すオペアンプを追加することを考えると、ピークの位置はできるだけ高周波数の方が良いと思います。

LtAct ver.2.60 追加実験

## HP1\_4-100KHz-Ltact OP 交換

ハイパス・バターワース 4次 100KHz

HP1 フィルタの通過域のピークを改善したい

設計パラメータの入力		遮断特性		バターワース	
フィルタの種類	ハイパスフィルタ	設計するフィルタの次数 m(<=58)	4		
カットオフ周波数 Fc	100	KHz		OK	
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fc/Fs	1.5	倍		キャンセル	

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Butterworth 次数=4

Fp=100.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 66.6667KHz atts = 14.25dB

2次式の形式

$$H_n = \frac{Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4}{s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1}$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	480.8942K	394.7842G	1.0000	0	0
	Fc= 100.0000K Q= 1.3066 GB 積= 13.0656Meg				
2	1.1610Meg	394.7842G	1.0000	0	0
	Fc= 100.0000K Q= 0.5412 GB 積= 5.4120Meg				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 1\HP1\_4-100KHz-Ltact.asc 作成日時 Sat Feb 20 07:04:37 2021

アナログ High Pass Butterworth 次数=4

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 66.6667KHz atts = 14.25dB

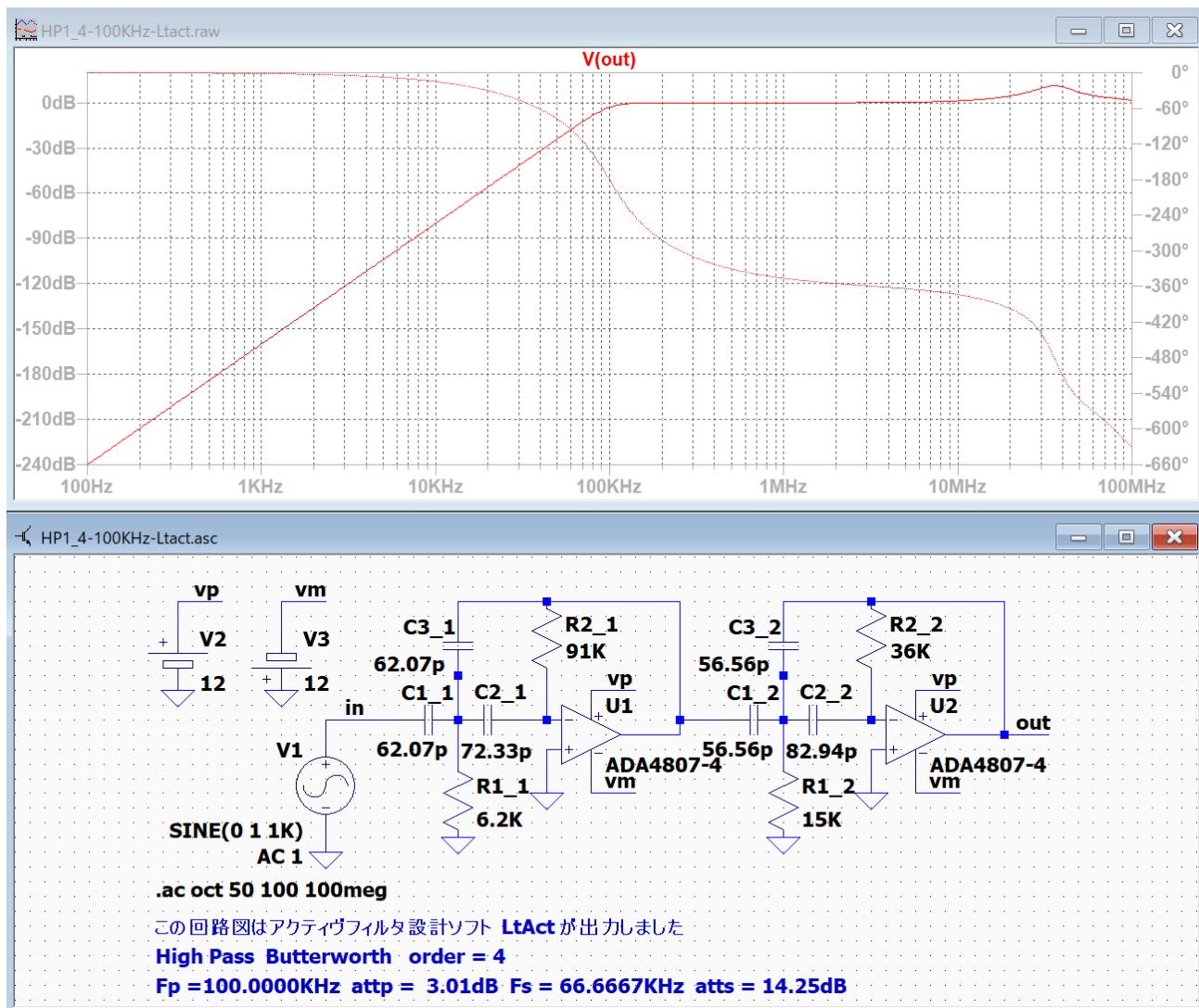
- 1 (HP1) 「HP1-2-2」 R1\_1 = 6.2000K R2\_1 = 91.0000K  
 C1\_1 = C3\_1 = 62.0696p C2\_1 = 72.3316p 誤差 = 3.69 %
- 2 (HP1) 「HP1-2-2」 R1\_2 = 15.0000K R2\_2 = 36.0000K  
 C1\_2 = C3\_2 = 56.5571p C2\_2 = 82.9391p 誤差 = 1.13 %

HP1\_4-100KHz-Ltact OP 交換



## 完成した回路図

HP1\_4-100KHz-Ltact.asc

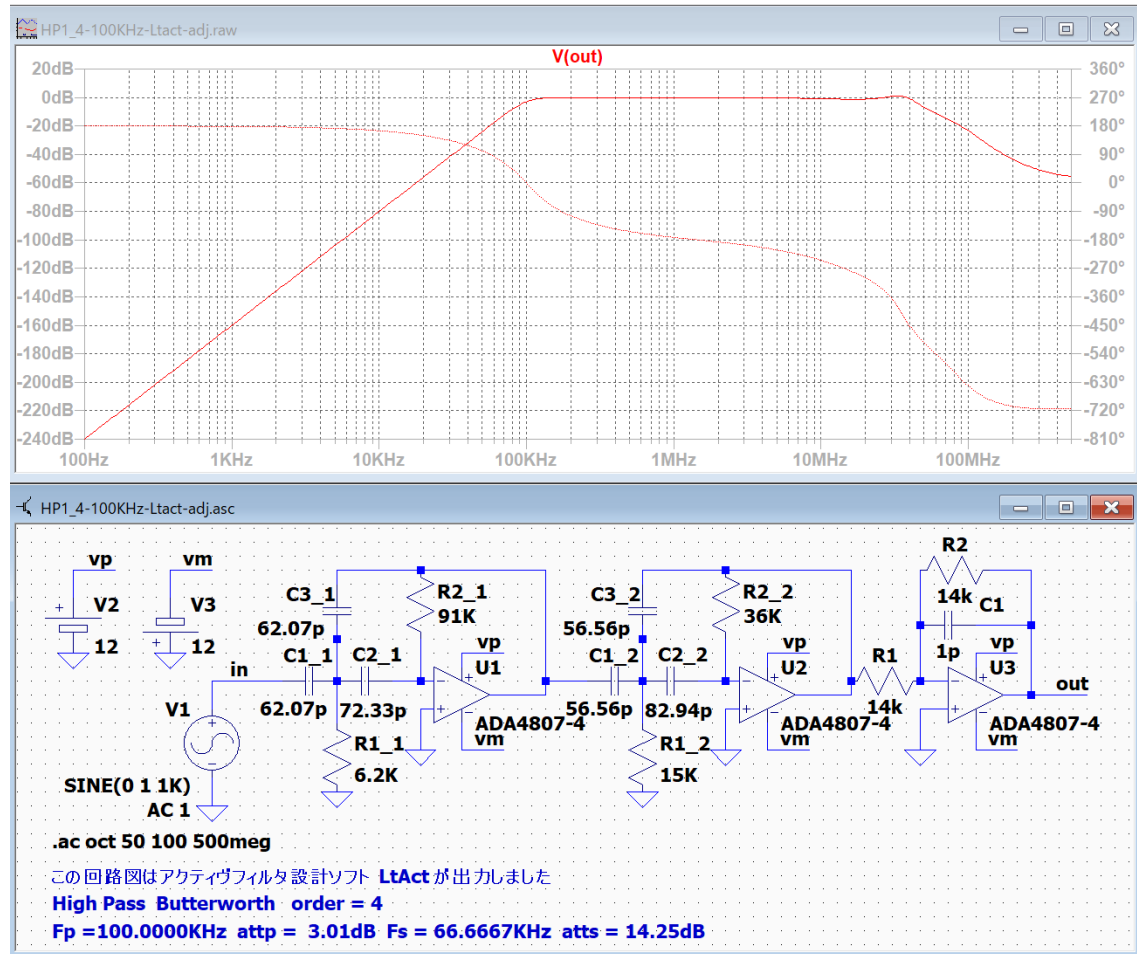


35MHz 付近に 11.5dB のピークが発生するが、 $C1_1$  や  $C1_2$  などの素子値を調整してもピークを消すことが出来ない。

オペアンプの特性により発生していると思われるので、オペアンプを交換してみる。

最終段 U2 の後ろにピークを消すオペアンプを追加した場合

HP1\_4-100KHz-Ltact-adj.asc ピークが消えて、通過域は 43MHz まで

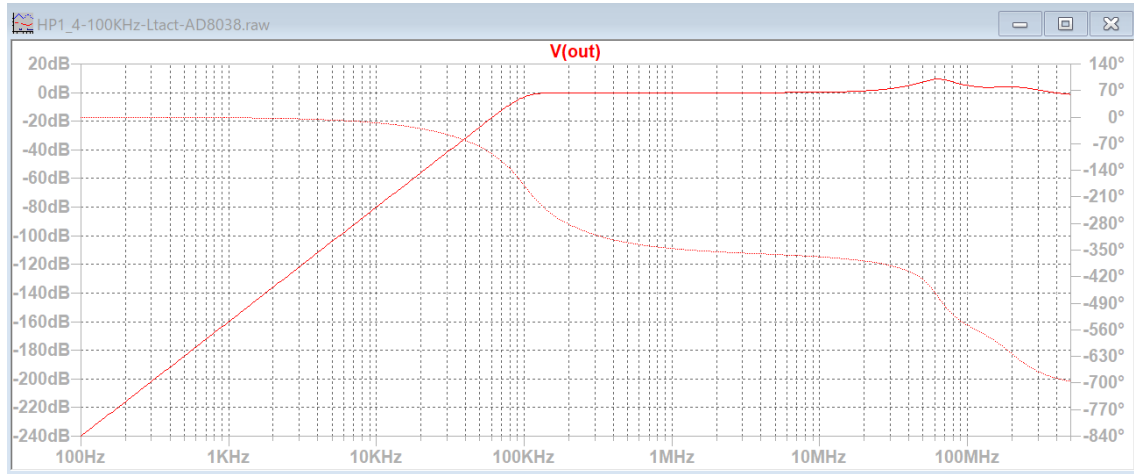


ピークがぎりぎり消える程度に C1 と R1=R2 を調整した。

通過域はピークの周波数より高くなる。

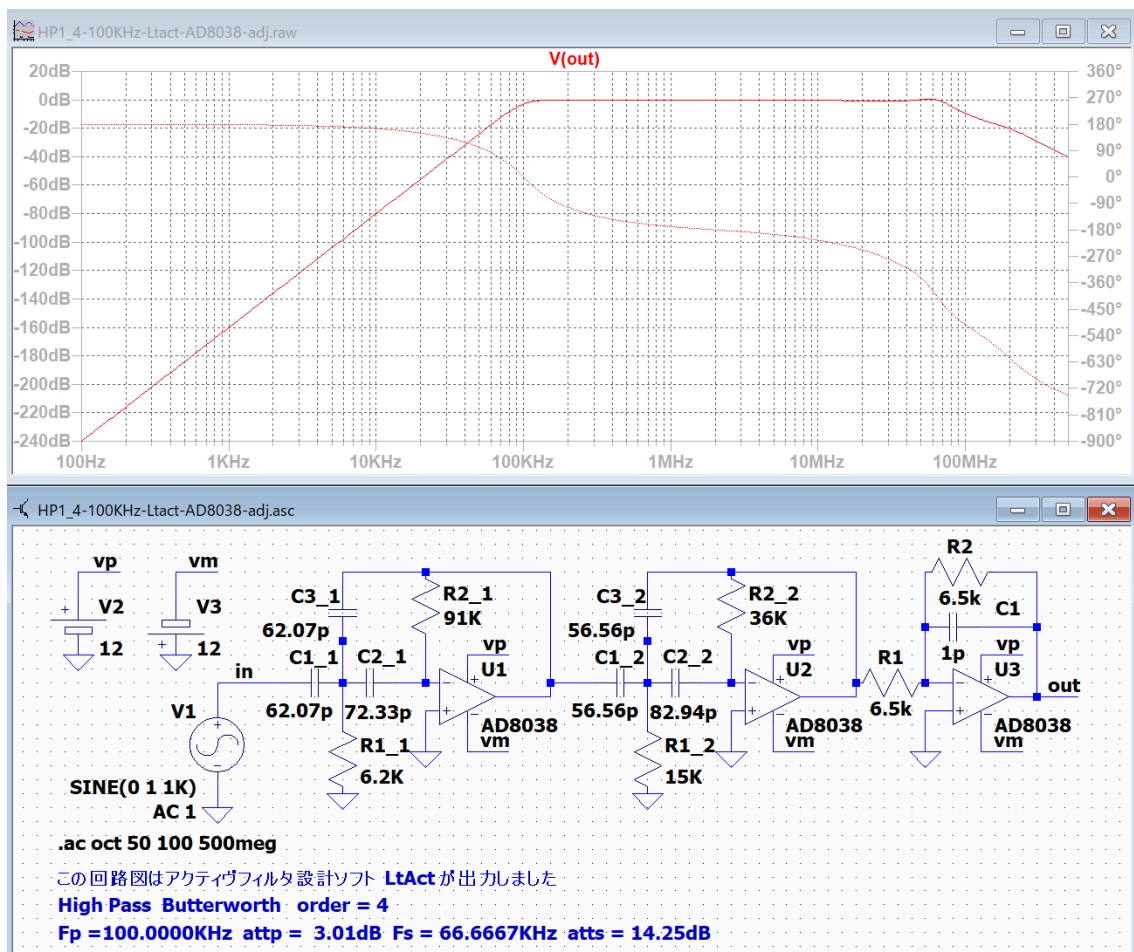
LtAct ver.2.60 追加実験

HP1\_4-100KHz-Ltact-AD8038.asc 60MHz 付近に 9.5dB のピーク発生



最終段の後ろにオペアンプを追加した場合

HP1\_4-100KHz-Ltact-AD8038-adj.asc ピークが消えて、通過域は 75MHz まで

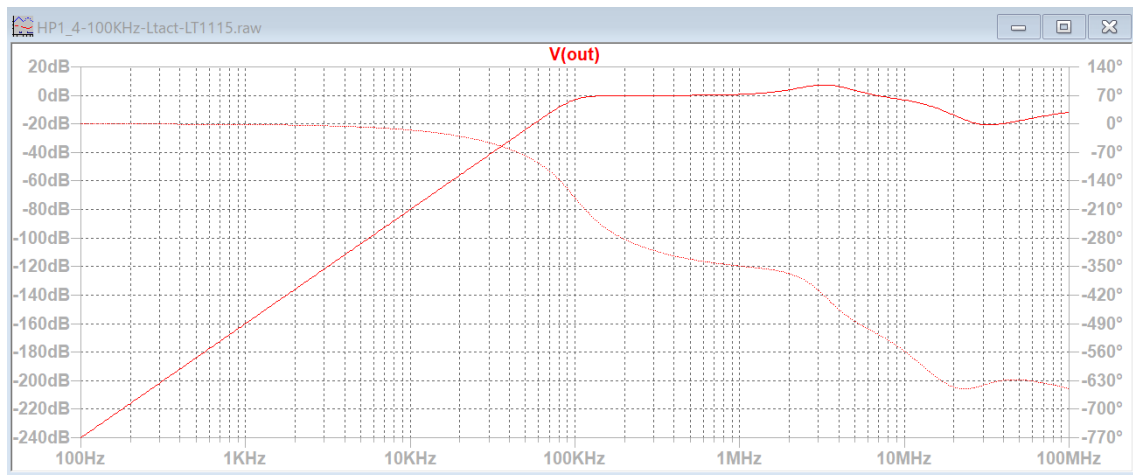


通過域はピークの周波数より高くなる。

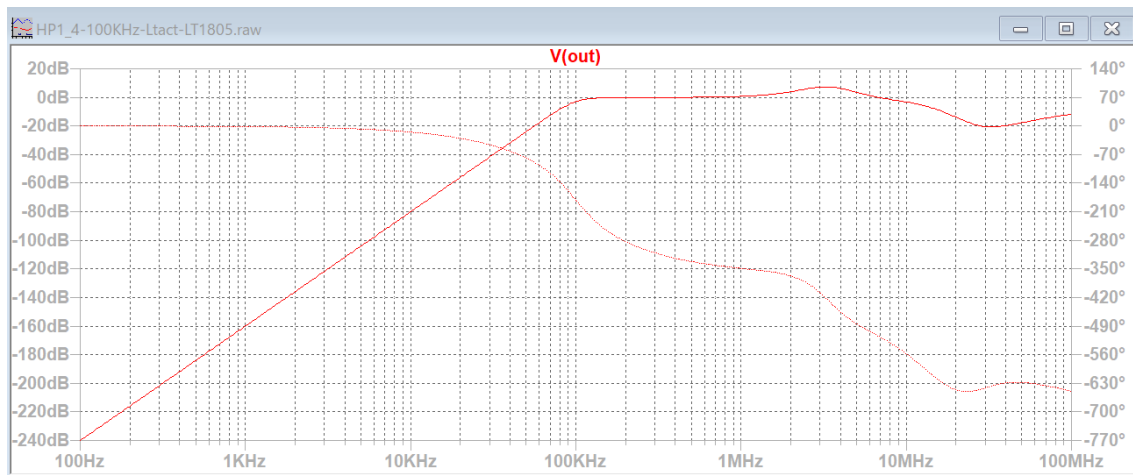
HP1\_4-100KHz-Ltact OP 交換

完成した回路図

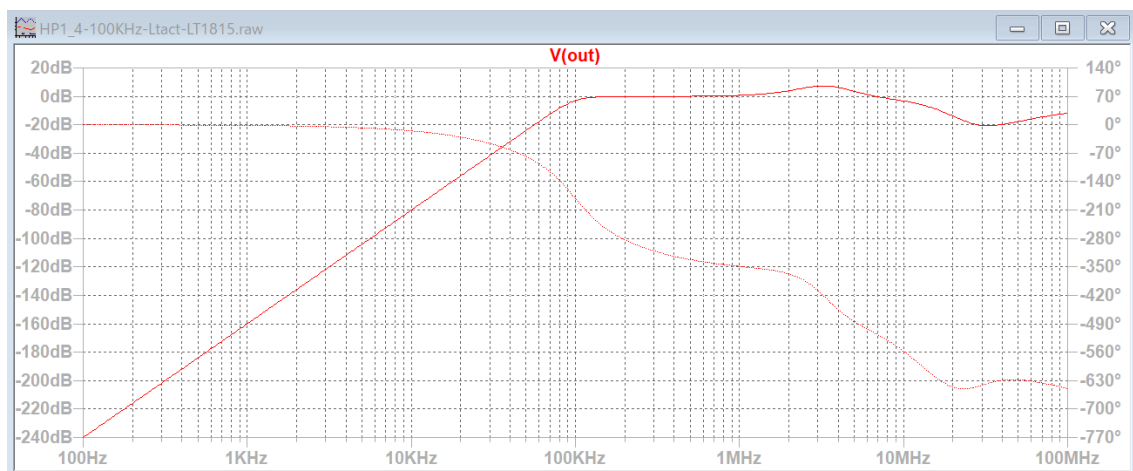
HP1\_4-100KHz-Ltact-LT1115.asc 3MHz 付近にピークが発生する



HP1\_4-100KHz-Ltact-LT1805.asc LT1115 の場合と同等



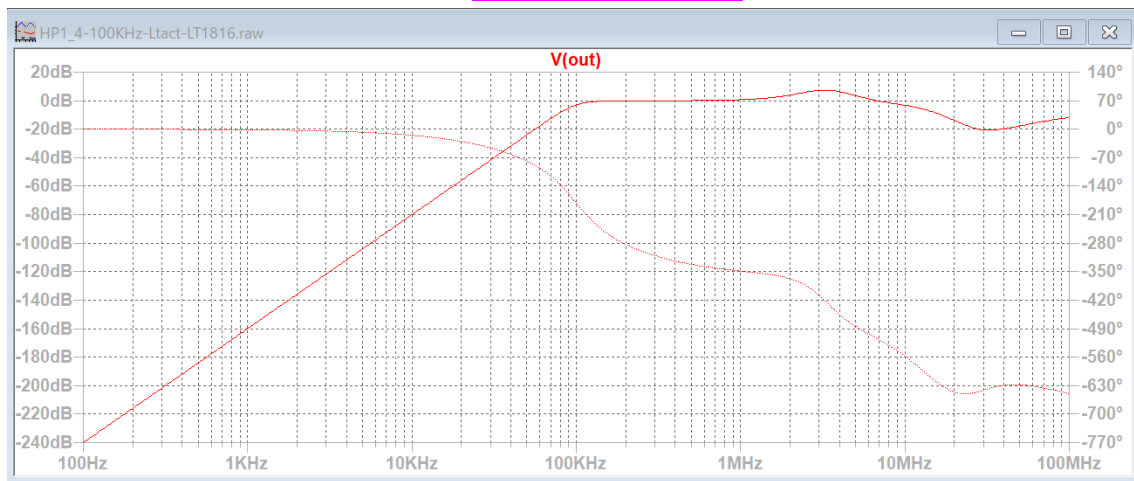
HP1\_4-100KHz-Ltact-LT1815.asc LT1115 の場合と同等



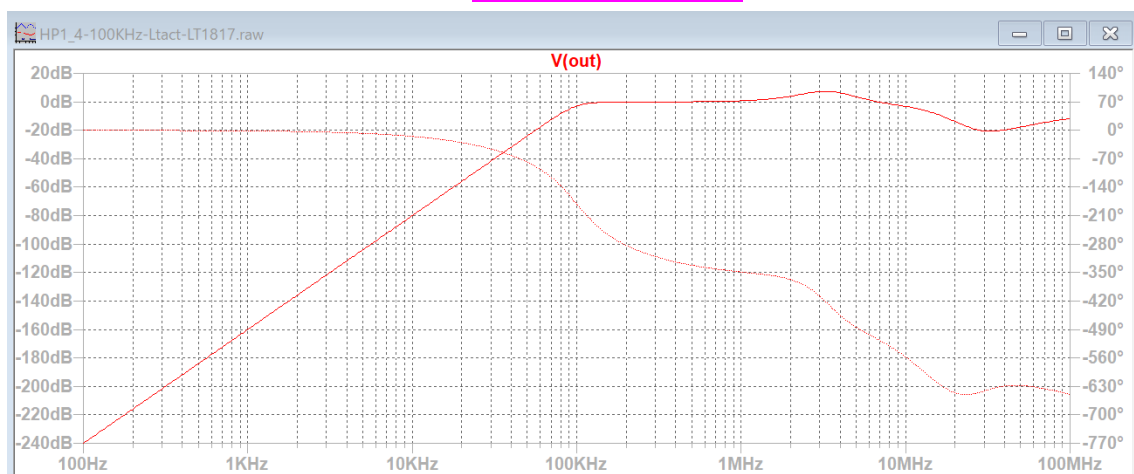
HP1\_4-100KHz-Ltact OP 交換

完成した回路図

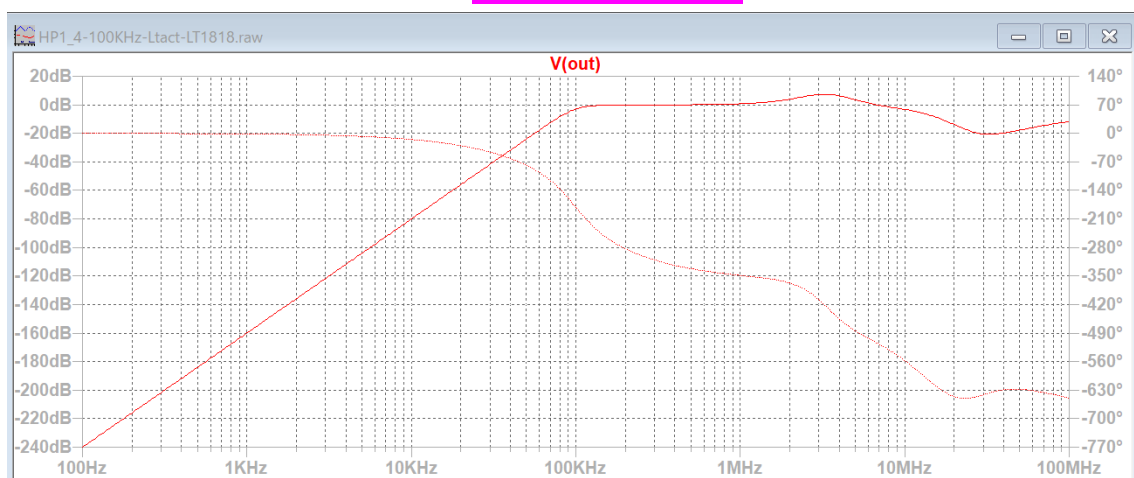
HP1\_4-100KHz-Ltact-LT1816.asc LT1115 の場合と同等



HP1\_4-100KHz-Ltact-LT1817.asc LT1115 の場合と同等



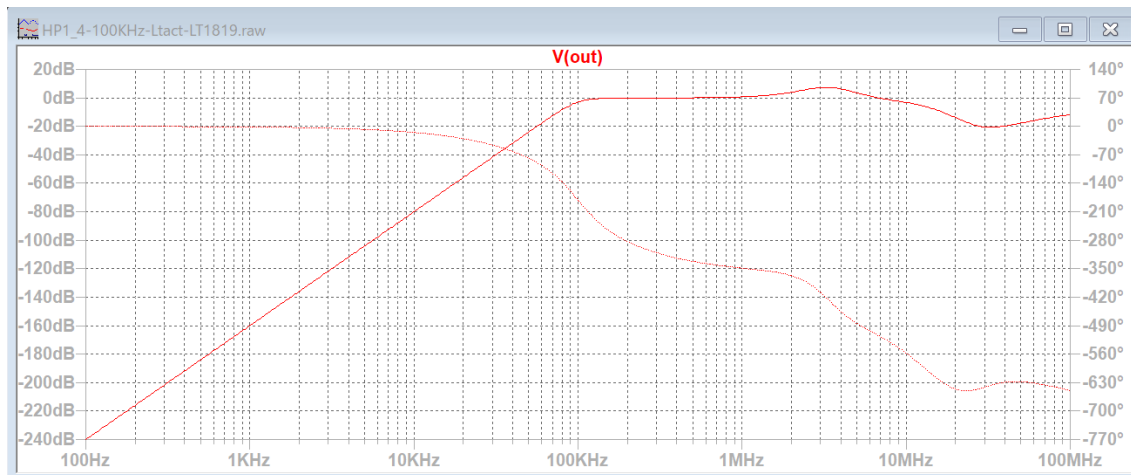
HP1\_4-100KHz-Ltact-LT1818.asc LT1115 の場合と同等



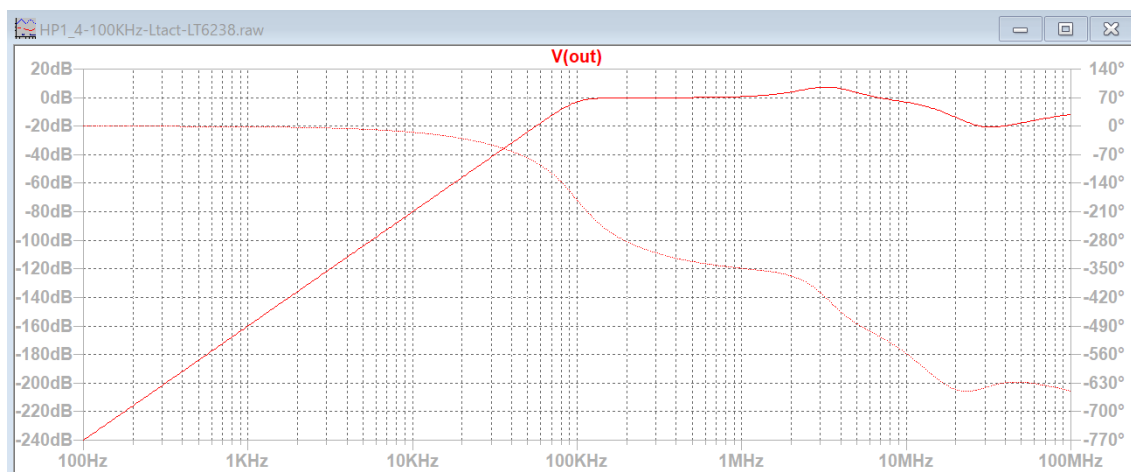
HP1\_4-100KHz-Ltact OP 交換

完成した回路図

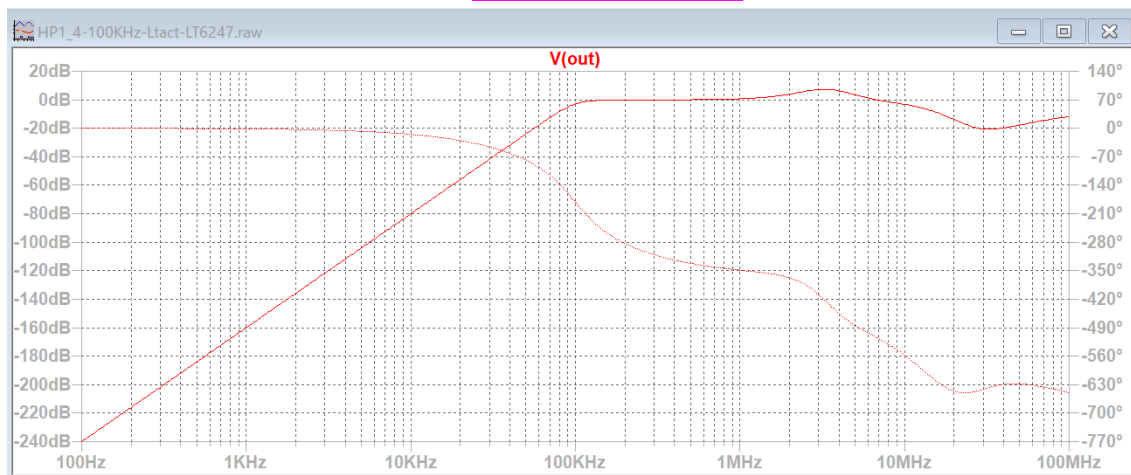
HP1\_4-100KHz-Ltact-LT1819.asc LT1115 の場合と同等



HP1\_4-100KHz-Ltact-LT6238.asc LT1115 の場合と同等



HP1\_4-100KHz-Ltact-LT6247.asc LT1115 の場合と同等

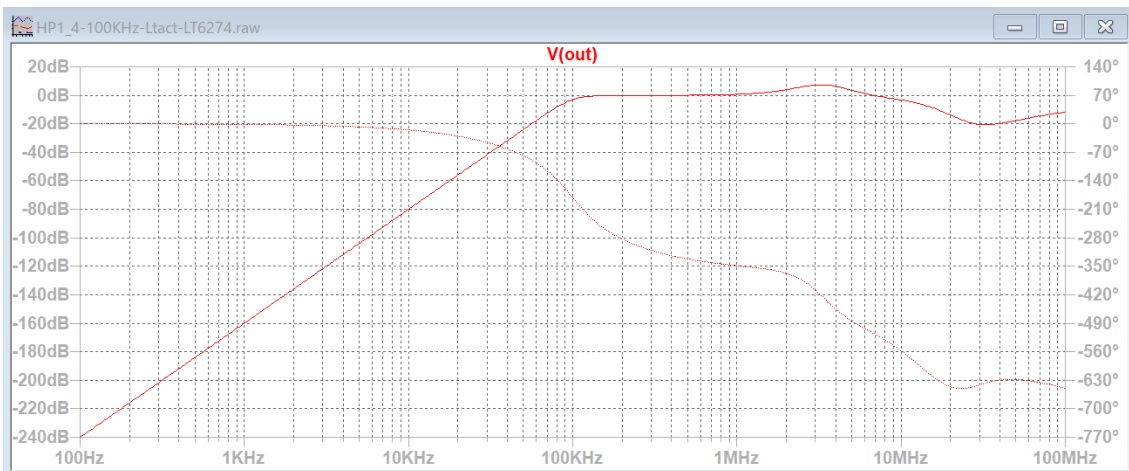


HP1\_4-100KHz-Ltact OP 交換

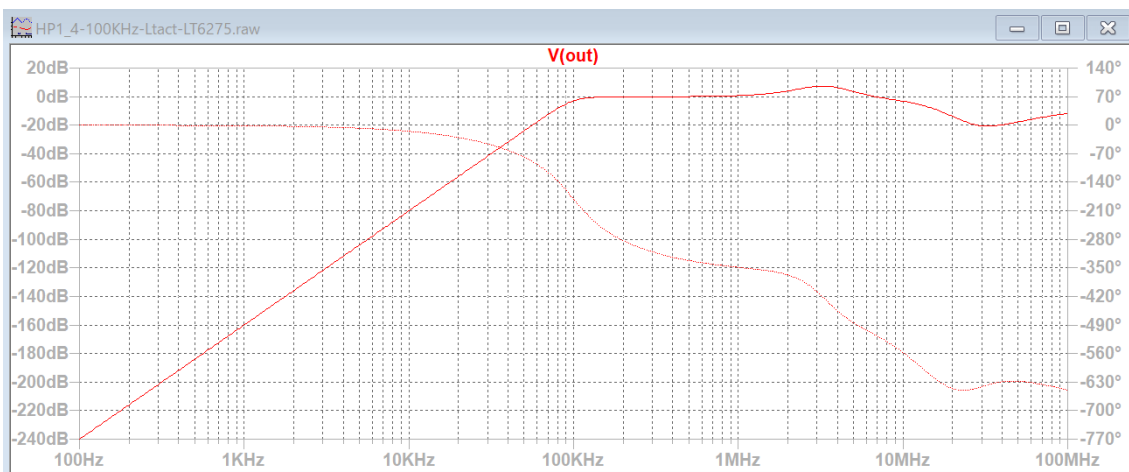
完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

HP1\_4-100KHz-Ltact-LT6274.asc LT1115 の場合と同等

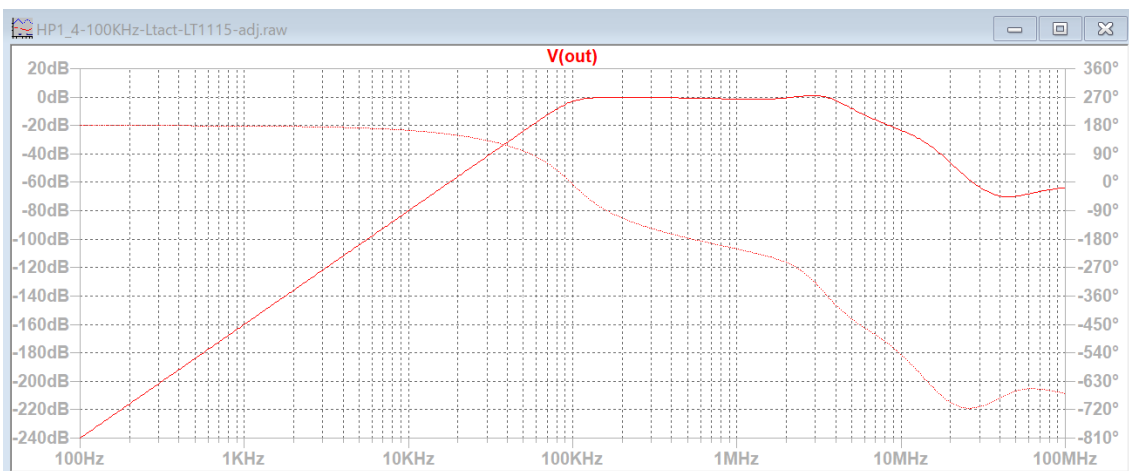


HP1\_4-100KHz-Ltact-LT6275.asc LT1115 の場合と同等



最終段の後ろにオペアンプを追加した場合

HP1\_4-100KHz-Ltact-LT1115-adj.asc ピークは消えるが、通過域は 4MHz まで



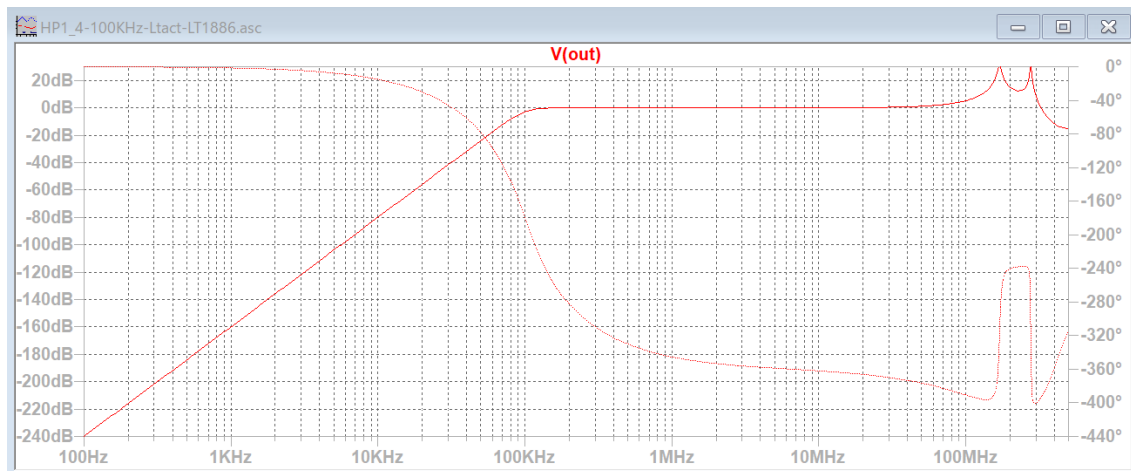
LT1115 はオーディオ用のオペアンプなので、広帯域は期待できない。

HP1\_4-100KHz-Ltact OP 交換 完成した回路図



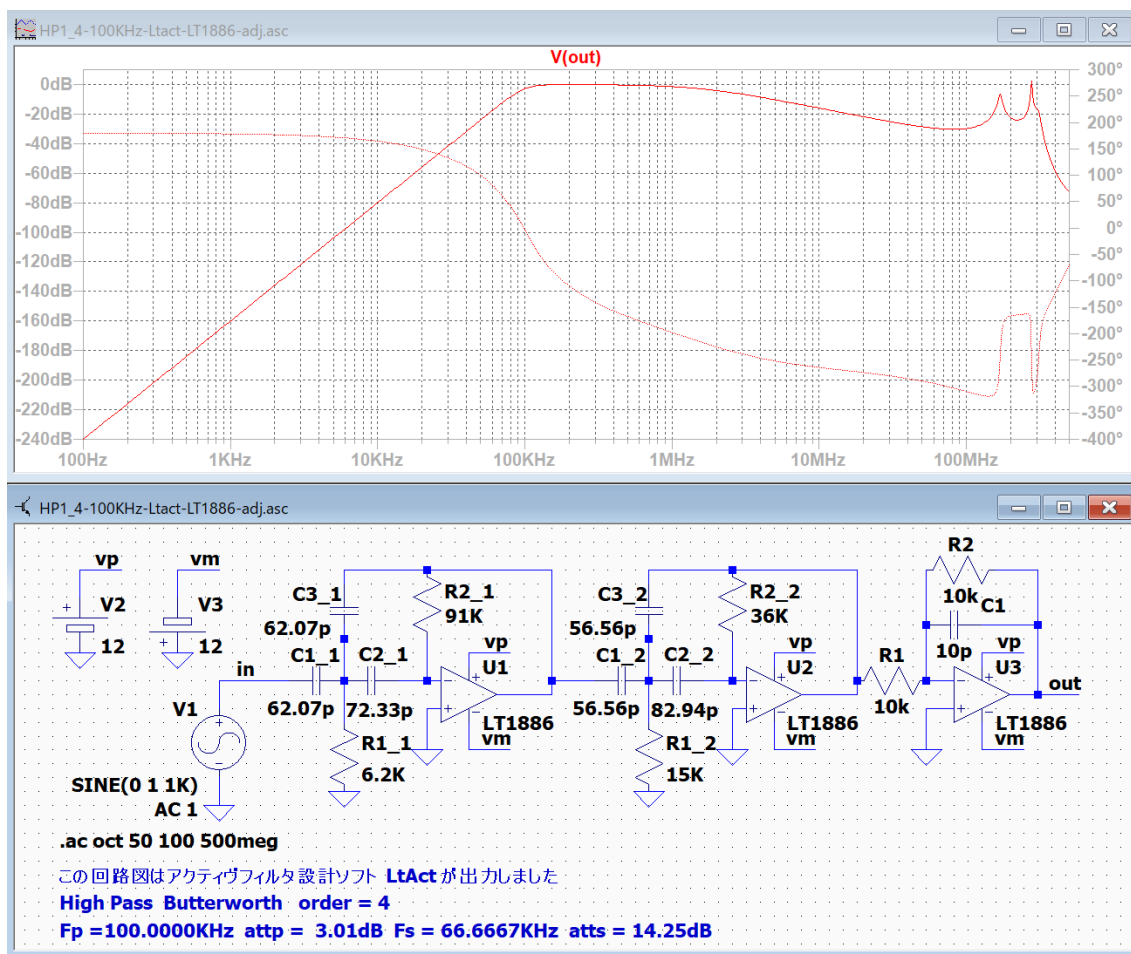
LtAct ver.2.60 追加実験

HP1\_4-100KHz-Ltact-LT1886.asc 120MHz 付近に 30dB のピークがある



最終段の後ろにオペアンプを追加した場合

HP1\_4-100KHz-Ltact-LT1886-adj.asc 通過帯は 1MHz 程度までに劣化する



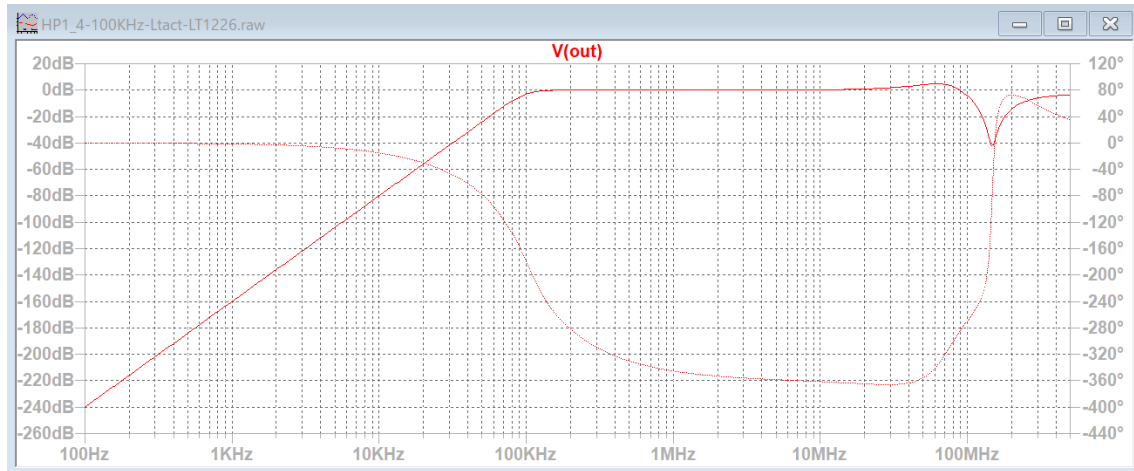
HP1\_4-100KHz-Ltact OP 交換

完成した回路図



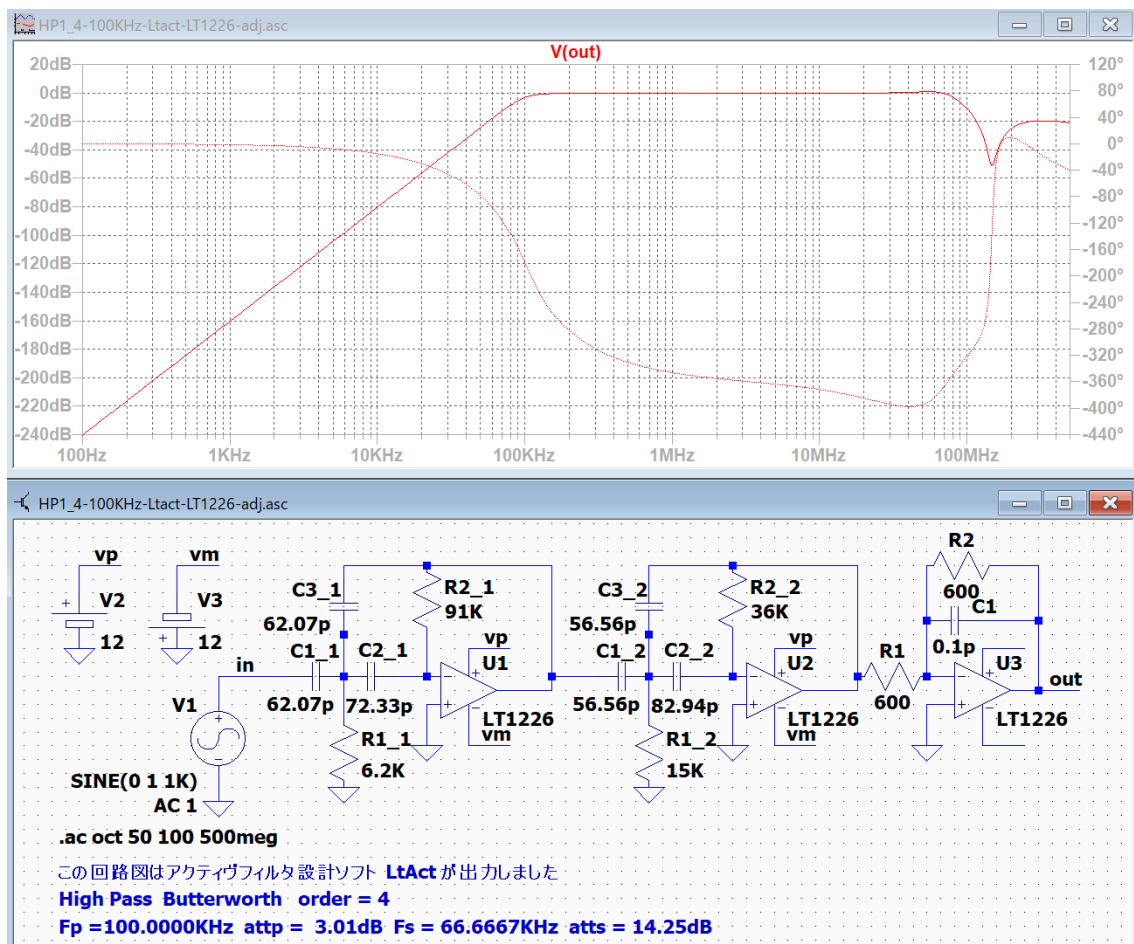
LtAct ver.2.60 追加実験

HP1\_4-100KHz-Ltact-LT1226.asc ピークは小さく、通過域が広い



最終段の後ろにオペアンプを追加した場合

HP1\_4-100KHz-Ltact-LT1226-adj.asc ピークが消えて、通過域は 70MHz まで



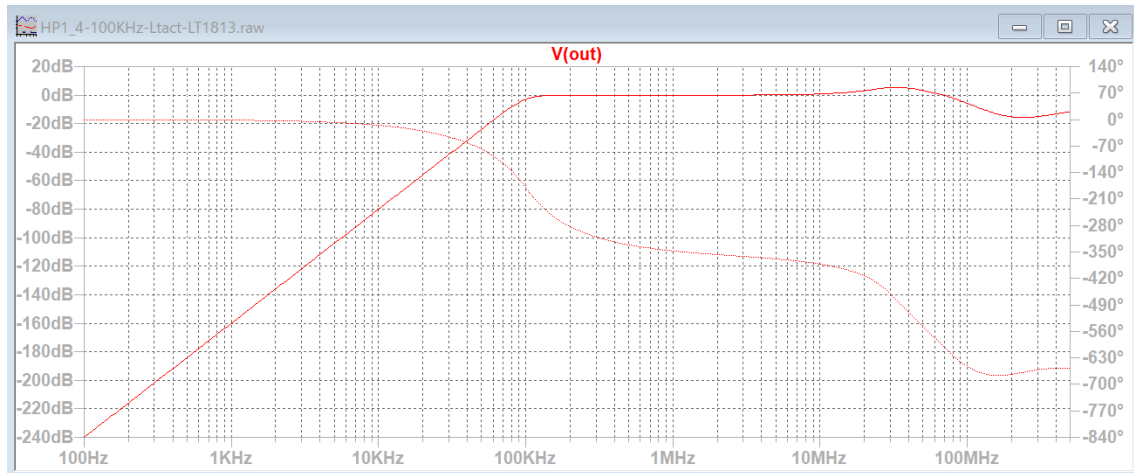
通過域はピークの周波数より高くなる。

HP1\_4-100KHz-Ltact OP 交換

完成した回路図

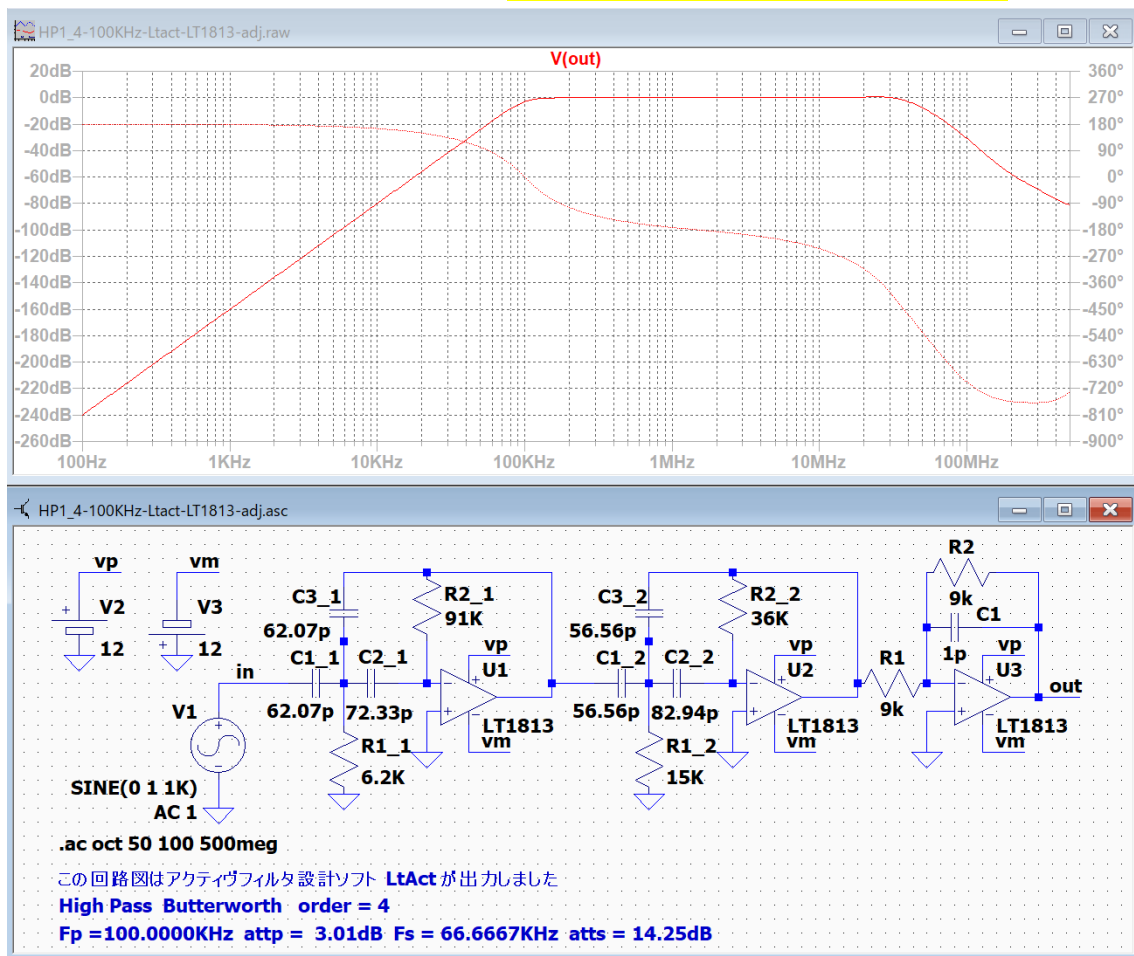
LtAct ver.2.60 追加実験

HP1\_4-100KHz-Ltact-LT1813.asc 35MHz に 5.4dB のピーク発生



最終段の後ろにオペアンプを追加した場合

HP1\_4-100KHz-Ltact-LT1813-adj.asc ピークが消えて、通過域は 40MHz まで

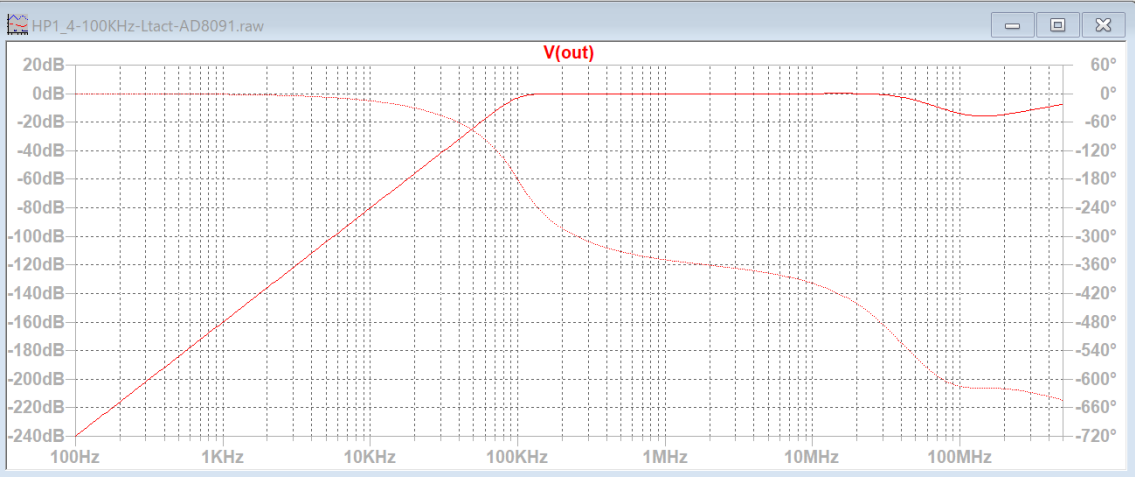


通過域はピークの周波数より高くなる。

HP1\_4-100KHz-Ltact OP 交換

完成した回路図

HP1\_4-100KHz-Ltact-AD8091.asc    ピークが発生せず、通過域は 42MHz まで



実験のまとめ

17 種類のオペアンプによる HP1\_4-100KHz の周波数特性を比較した。

ADA4807-4 は 35MHz 付近に 11.5dB のピークが発生する。  
AD8038 は 60MHz 付近に 9.5dB のピークが発生する。  
LT1115, LT1805, LT1815, LT1816, LT1817, LT1818, LT1819, LT6238, LT6247, LT6274  
および LT6275 は同等に、3.3MHz 付近に 7.5dB 程度のピークが発生する。  
LT1226 および LT1813 の場合はピークは小さく通過域が広い。  
AD8091 はピークが発生せず、通過域は 42MHz 程度までになる。

最終段の後ろにピークを除去するフィルタを追加した場合の通過域は、  
ADA4807-4 は 43MHz まで、AD8038 は 75MHz までになり、  
LT1886 は 1MHz、LT1226 は 70MHz、LT1813 は 40MHz などになる。

HP1\_4-100KHz 通過域の順位

順位	オペアンプ名	帯域 MHz
1位	AD8038	75
2位	LT1226	70
3位	ADA4807-4	43
4位	AD8091	42
5位	LT1813	40

次は、カットオフ周波数が 1KHz と 1MHz の場合を調べる。

LtAct ver.2.60 追加実験

## HP1\_4-1KHz-Ltact

ハイパス・バターワース 4次 1KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m (<=58)$  4

カットオフ周波数  $F_c$  1 KHz

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍

OK Cancel

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Butterworth 次数=4

Fp = 1.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 666.6667 Hz atts = 14.25dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	4.8089K	39.4784Meg	1.0000	0	0
	Fc=		1.0000K	Q = 1.3066	GB 積=130.6563K
2	11.6098K	39.4784Meg	1.0000	0	0
	Fc=		1.0000K	Q = 0.5412	GB 積= 54.1196K

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\HP1\_4-1KHz-Ltact.asc 作成日時 Thu Feb 25 21:46:02 2021

アナログ High Pass Butterworth 次数=4

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 3.0103dB Fs = 666.6667 Hz atts = 14.25dB

1 (HP1) 「HP1-0-2」 R1\_1 = 30.0000K R2\_1 = 430.0000K

C1\_1 = C3\_1 = 1.2356n C2\_1 = 1.5891n 誤差 = 0.68 %

2 (HP1) 「HP1-0-2」 R1\_2 = 75.0000K R2\_2 = 180.0000K

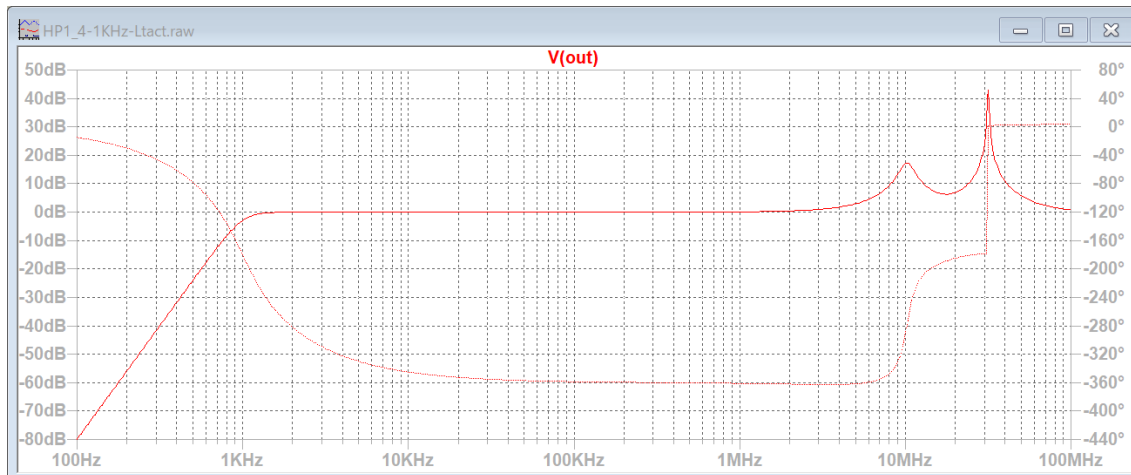
C1\_2 = C3\_2 = 1.1311n C2\_2 = 1.6588n 誤差 = 3.54 %

HP1\_4-1KHz-Ltact

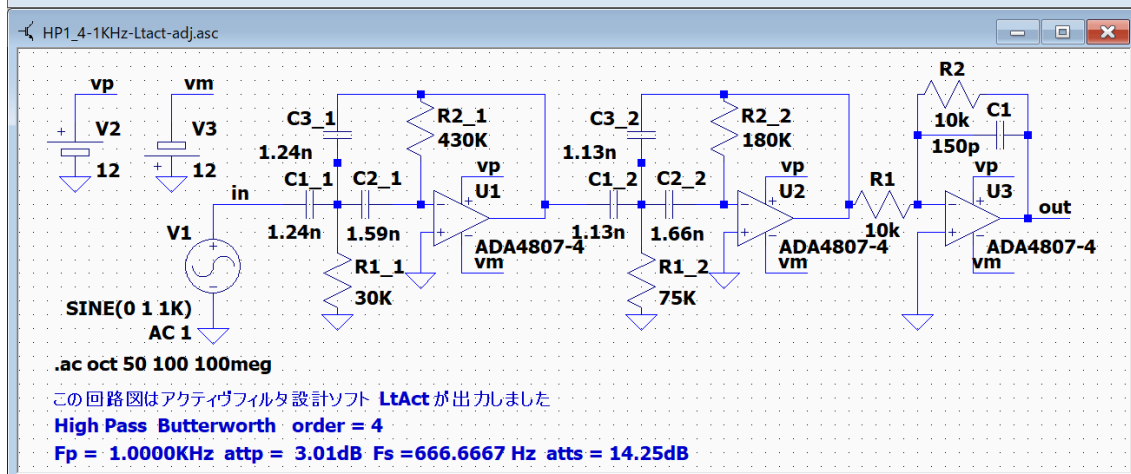
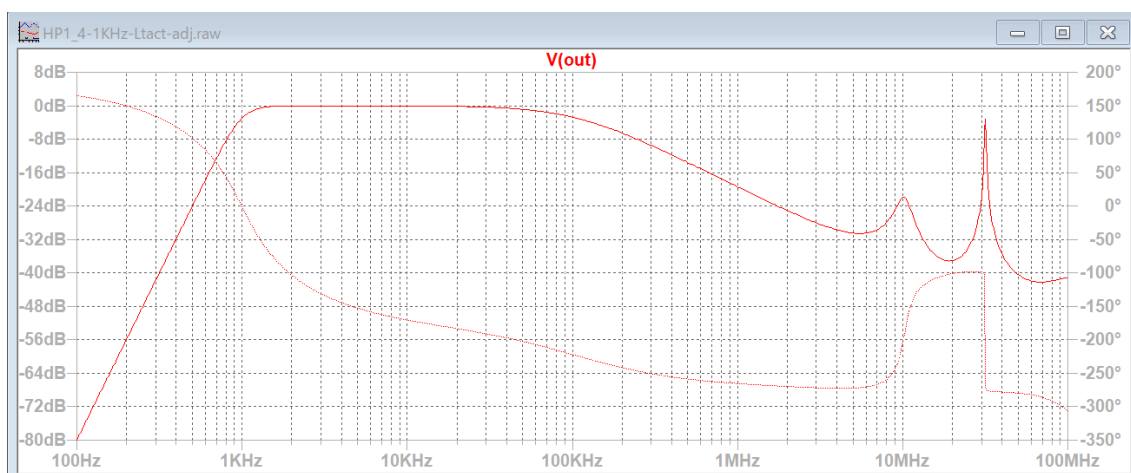
LtAct ver.2.60 追加実験

## 完成した回路図

HP1\_4-1KHz-Ltact.asc 10MHz と 30MHz にピークがある



ピークを消すオペアンプを追加すると 通過域は 105KHz になる



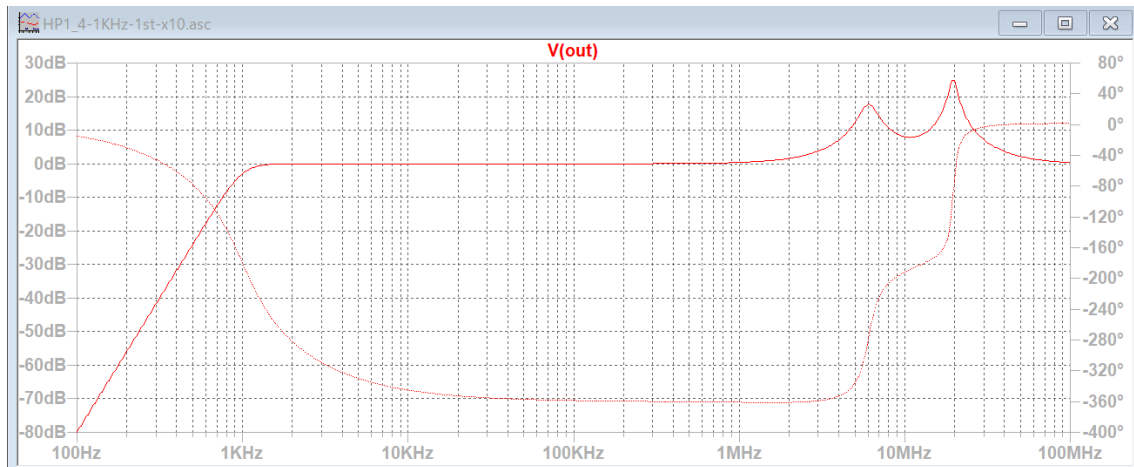
HP1\_4-1KHz-Ltact

完成した回路図

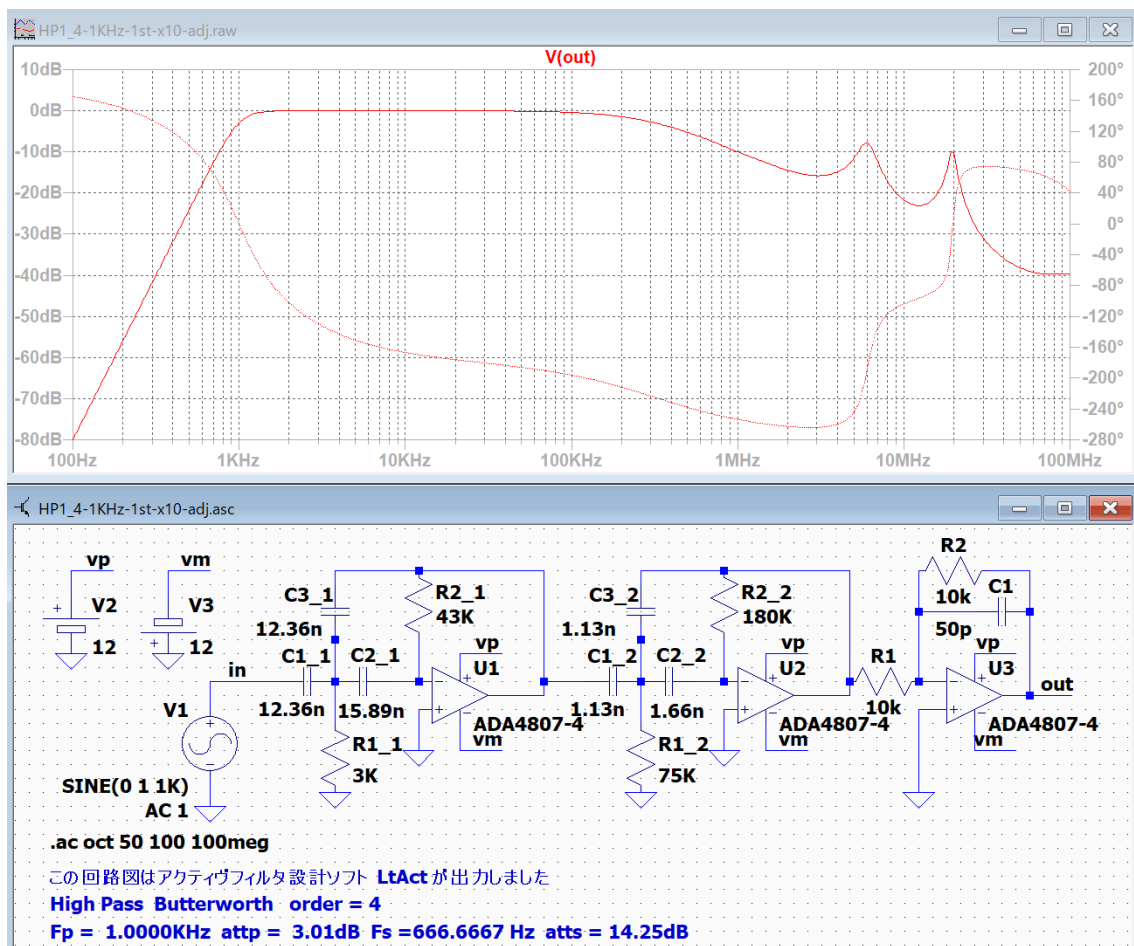
LtAct ver.2.60 追加実験

C1\_1 を増加する場合

10 倍 HP1\_4-1KHz-1st-x10.asc ピークの周波数と大きさが低くなった



ピークを消すオペアンプを追加すると 通過域は 320KHz に広がる

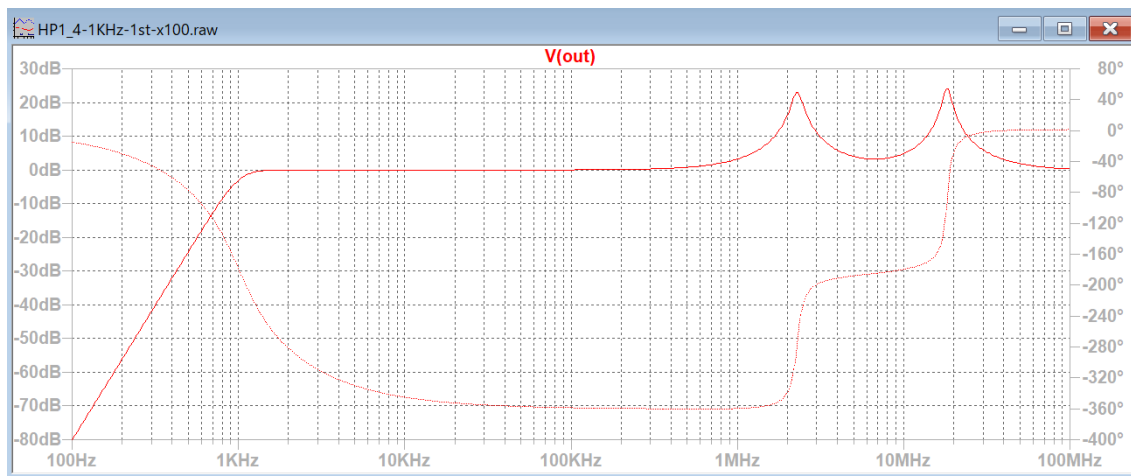


HP1\_4-1KHz-Ltact

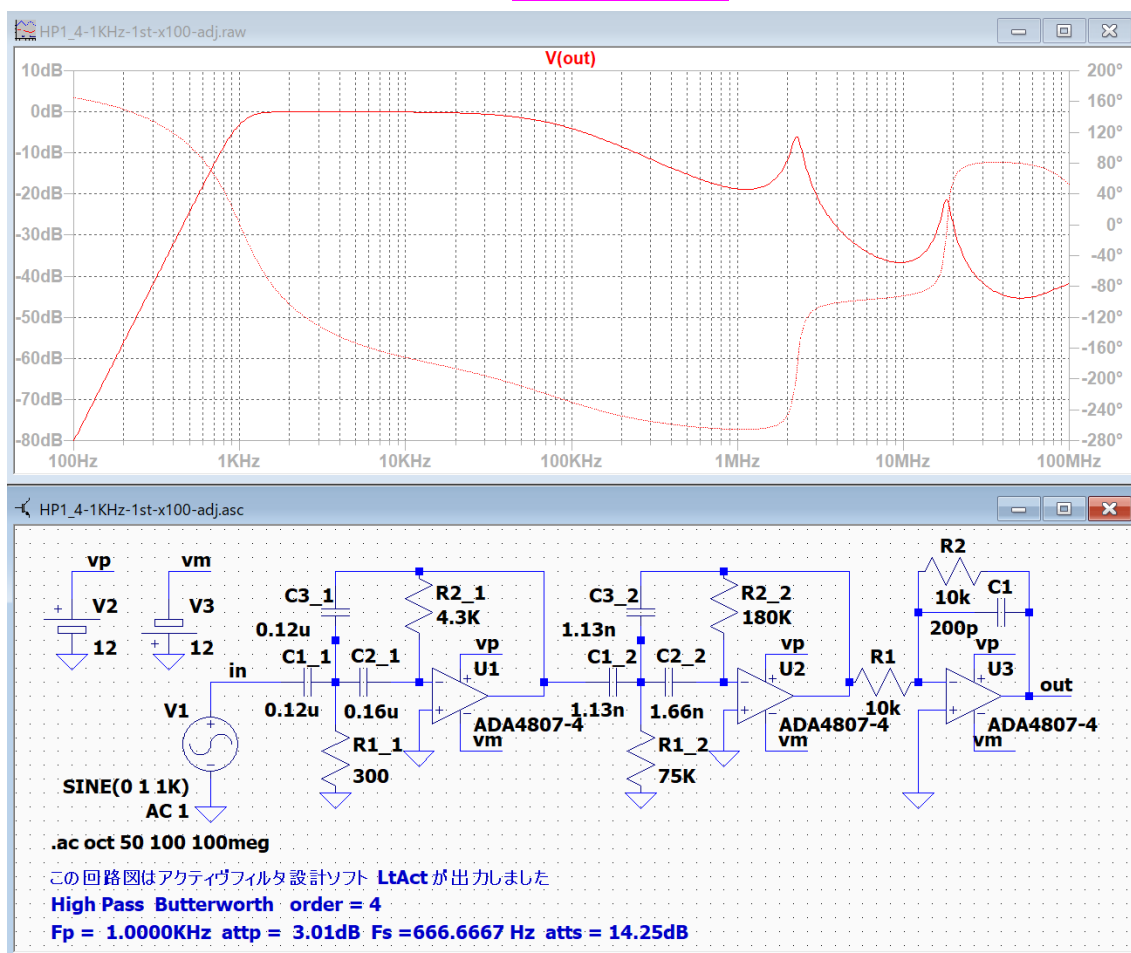
C1\_1 を増加する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

100 倍 HP1\_4-1KHz-1st-x100.asc ピークの周波数と大きさがさらに低くなった



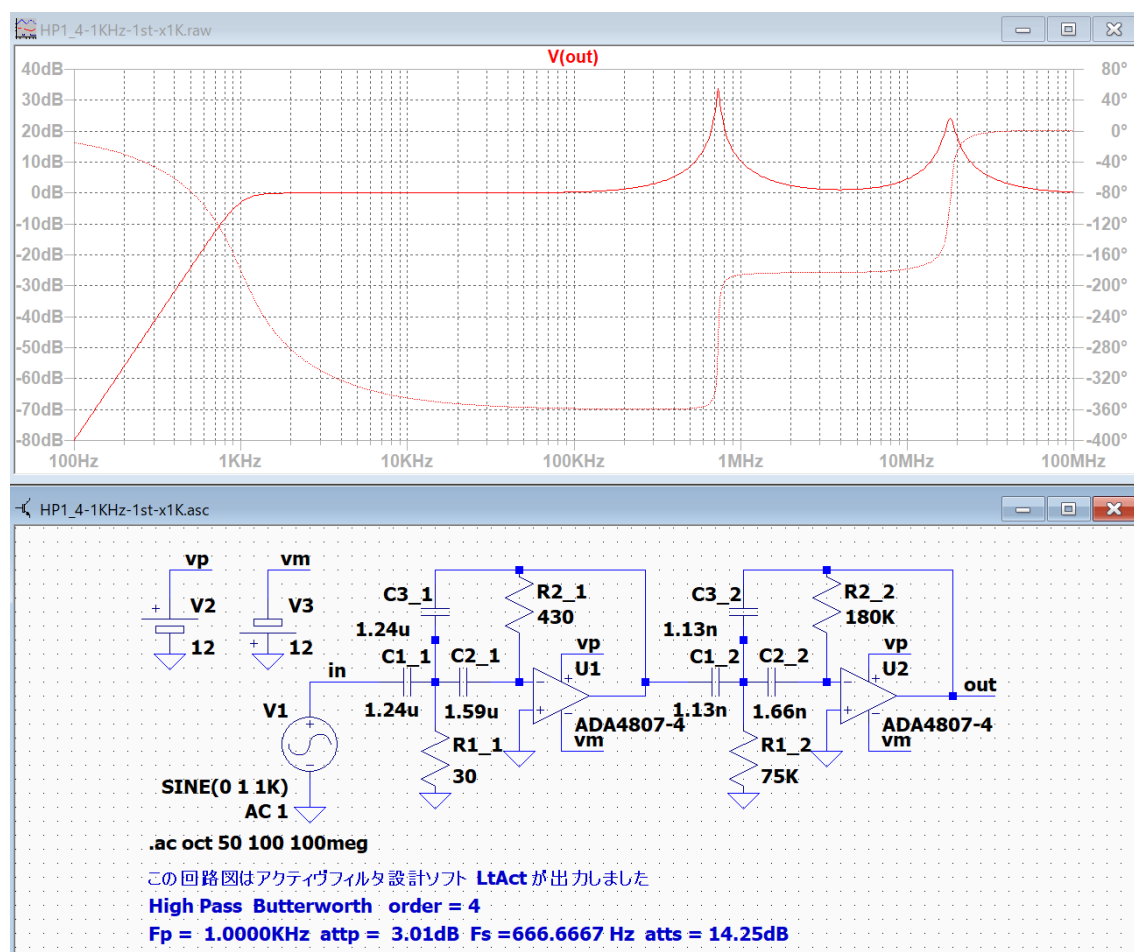
ピークを消すオペアンプを追加すると 通過域は 80KHz に狭くなる



HP1\_4-1KHz-Ltact

C1\_1 を増加する場合

1000 倍 HP1\_4-1KHz-1st-x1K.asc ピークの周波数と大きさがさらに低くなった



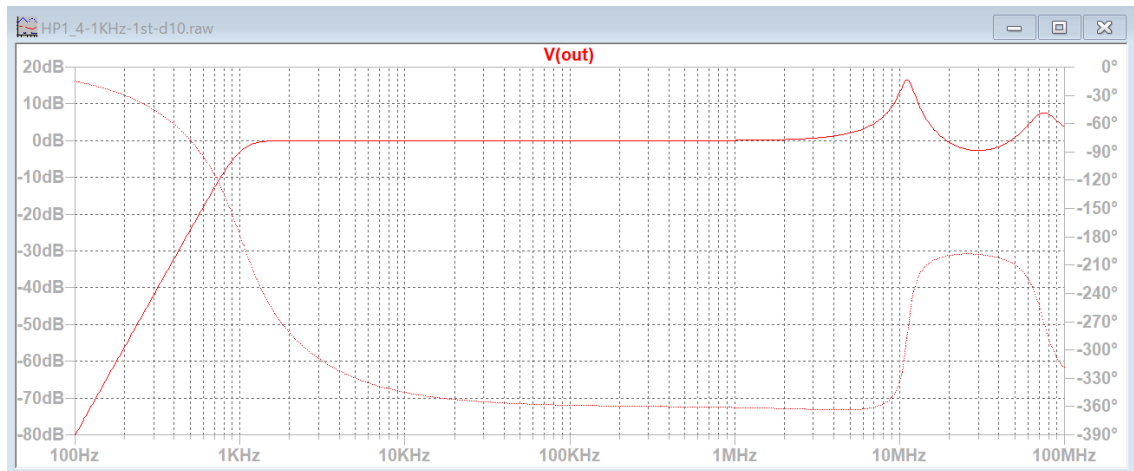
ピークを消すオペアンプを追加しても好結果は期待できない



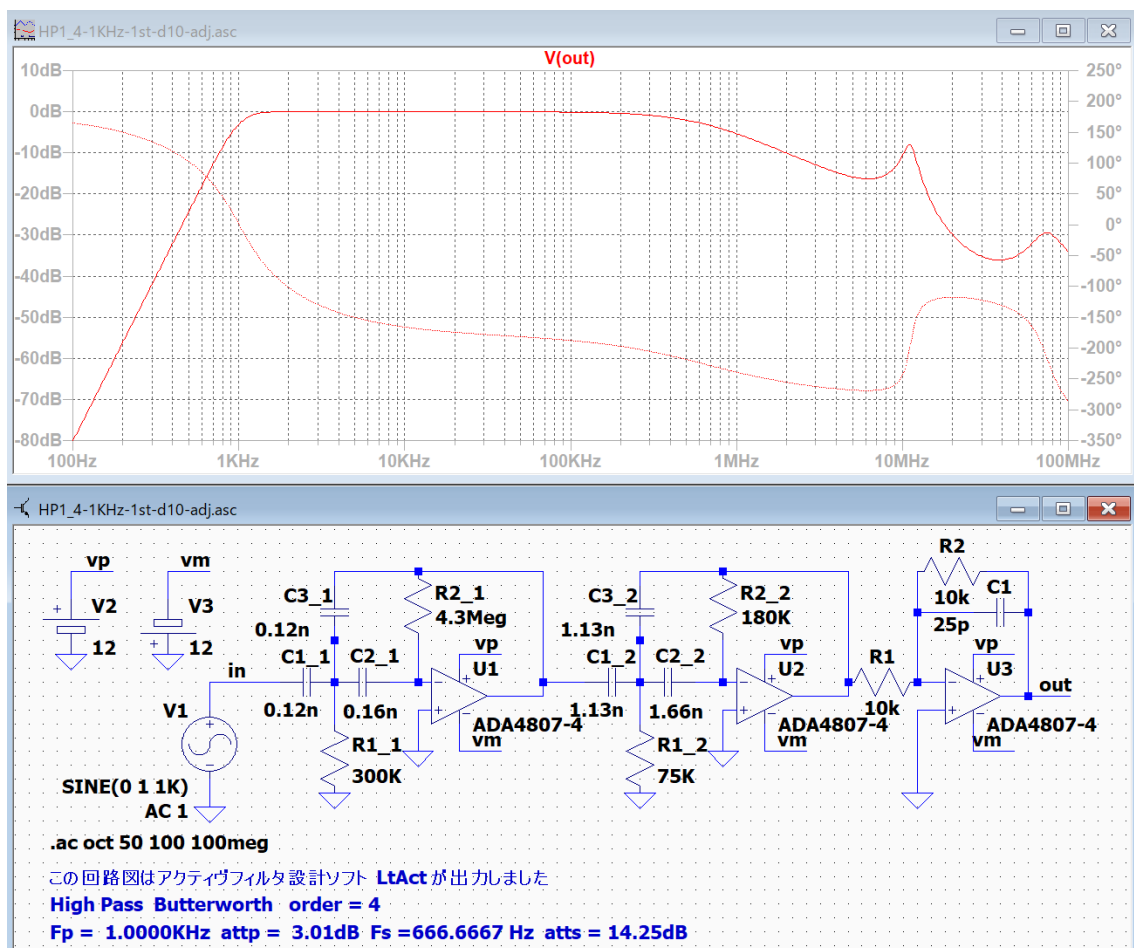
LtAct ver.2.60 追加実験

## C1\_1 を減少する場合

1/10 倍 HP1\_4-1KHz-1st-d10.asc ピークの周波数が高くなり、小さくなった



ピークを消すオペアンプを追加すると 通過域は 645KHz に広がる

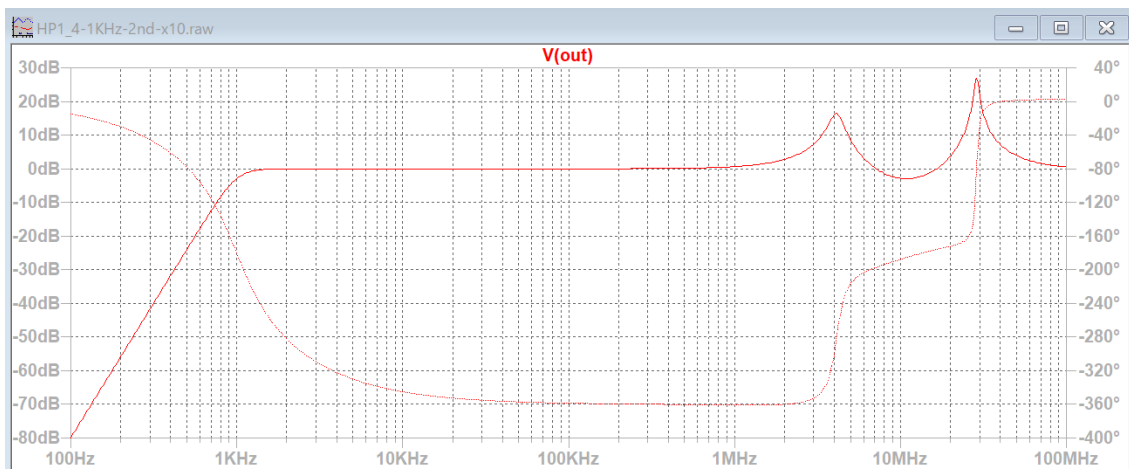


LtAct ver.2.60 追加実験

C1\_2 を増加する場合

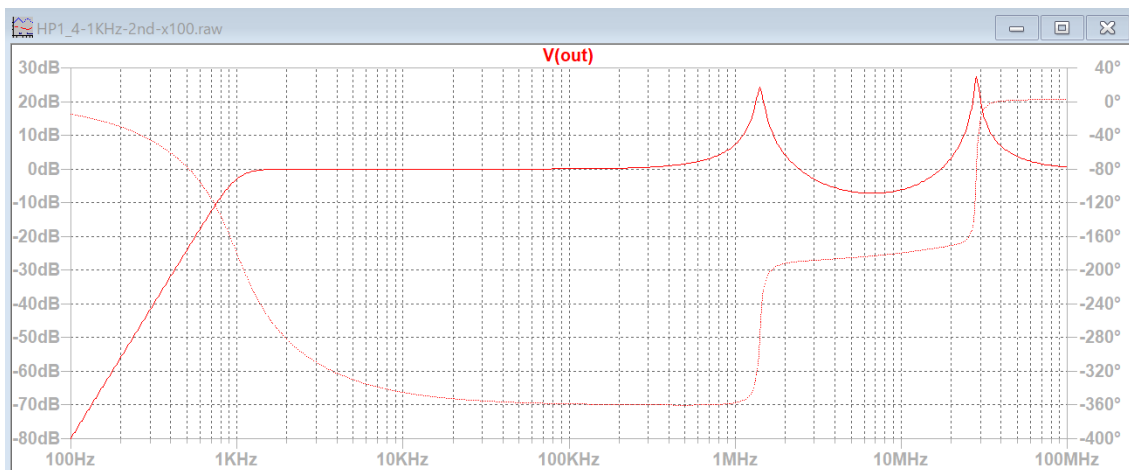
10 倍 HP1\_4-1KHz-2nd-x10.asc

オペアンプを追加しても好結果は望めない



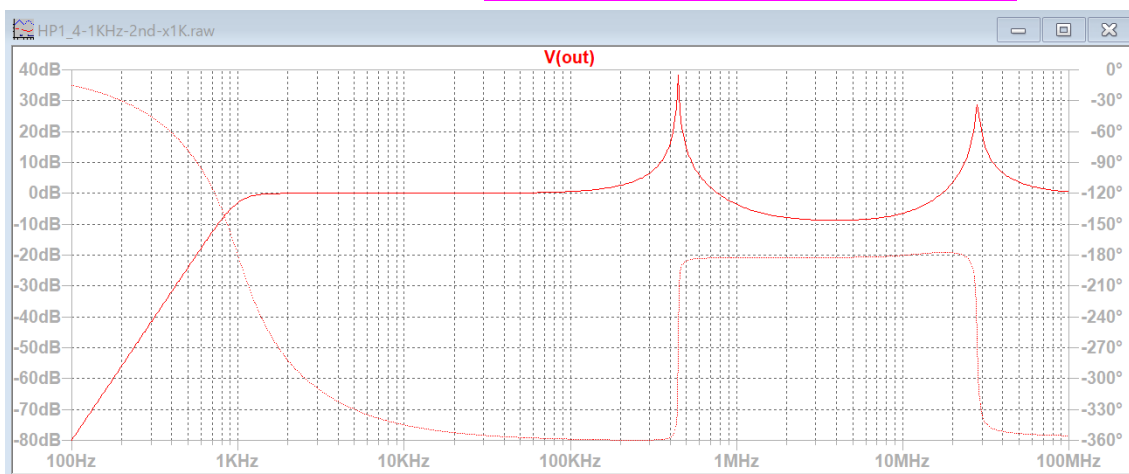
100 倍 HP1\_4-1KHz-2nd-x100.asc

オペアンプを追加しても好結果は望めない



1000 倍 HP1\_4-1KHz-2nd-x1K.asc

オペアンプを追加しても好結果は望めない

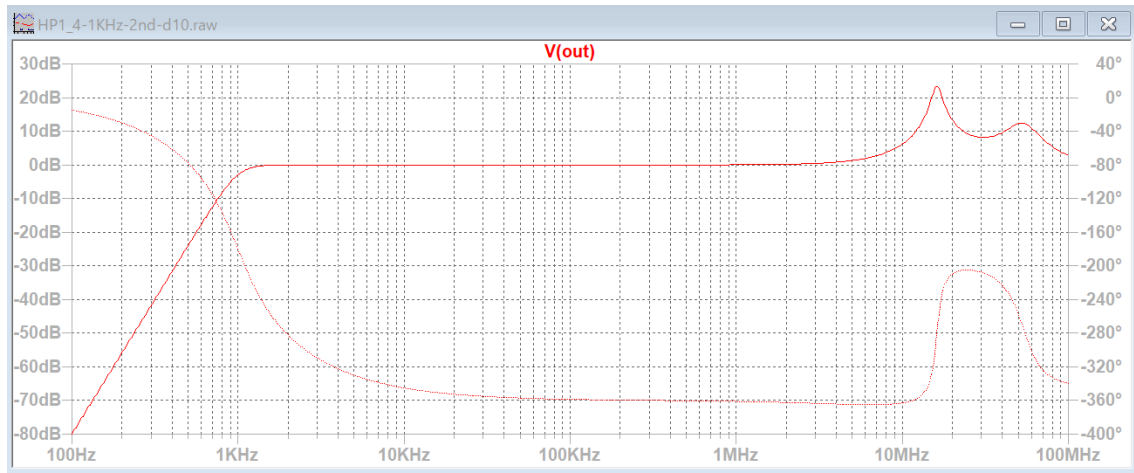


HP1\_4-1KHz-Ltact

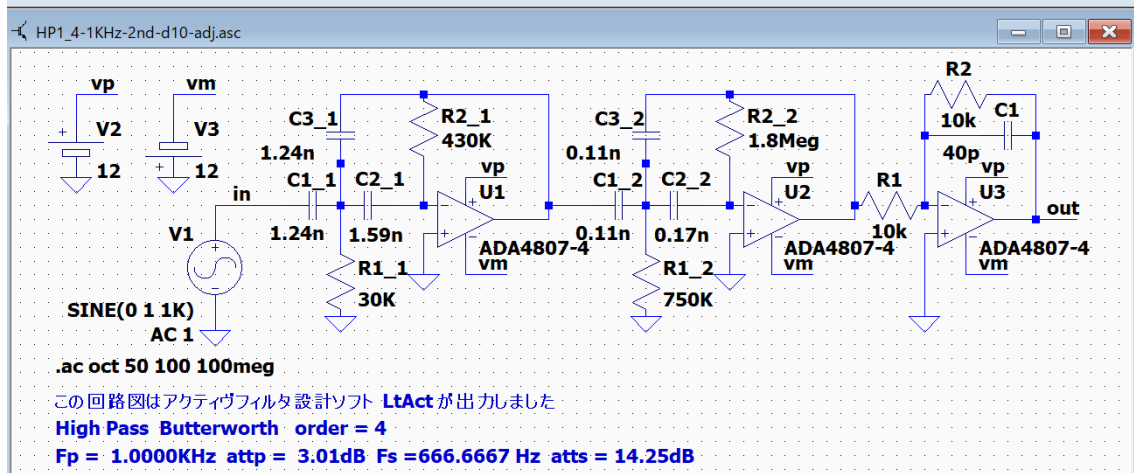
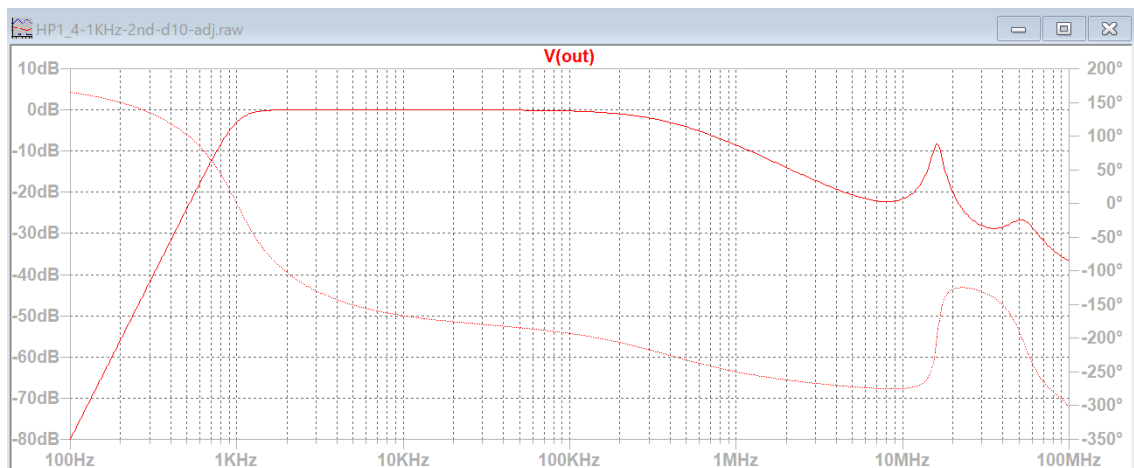
C1\_2 を増加する場合

## C1\_2 を減少する場合

1/10 倍 HP1\_4-1KHz-2nd-d10.asc ピークの周波数が高くなり、大きくなった



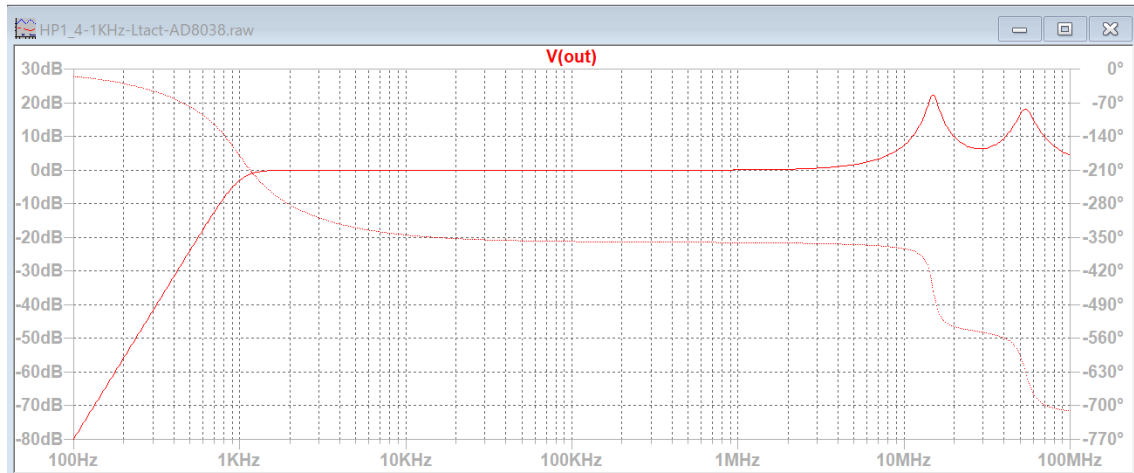
ピークを消すオペアンプを追加すると 通過域は 400KHz に広がる



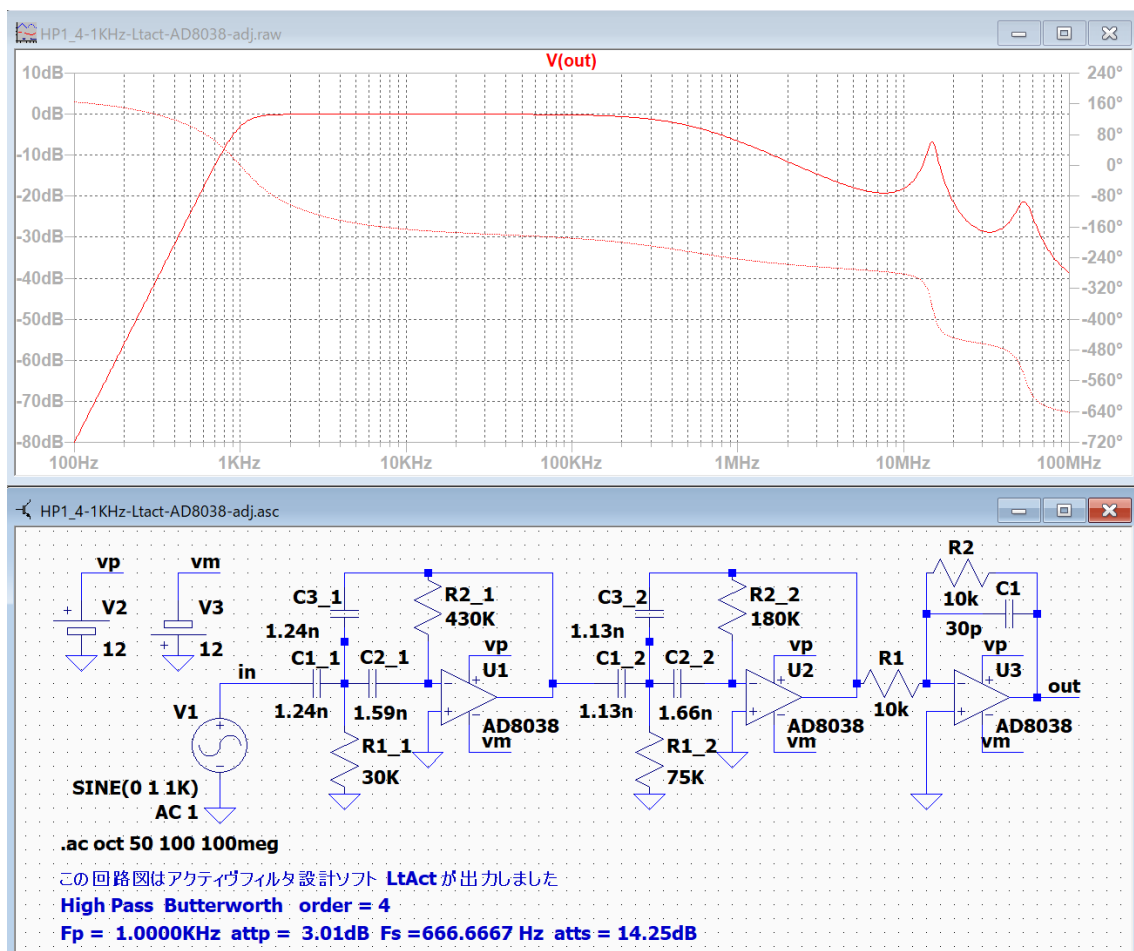
LtAct ver.2.60 追加実験

## オペアンプを交換する場合

HP1\_4-1KHz-Ltact-AD8038.asc      ピークの周波数が高くなり、小さくなった



ピークを消すオペアンプを追加すると      通過域は 527KHz に広がる

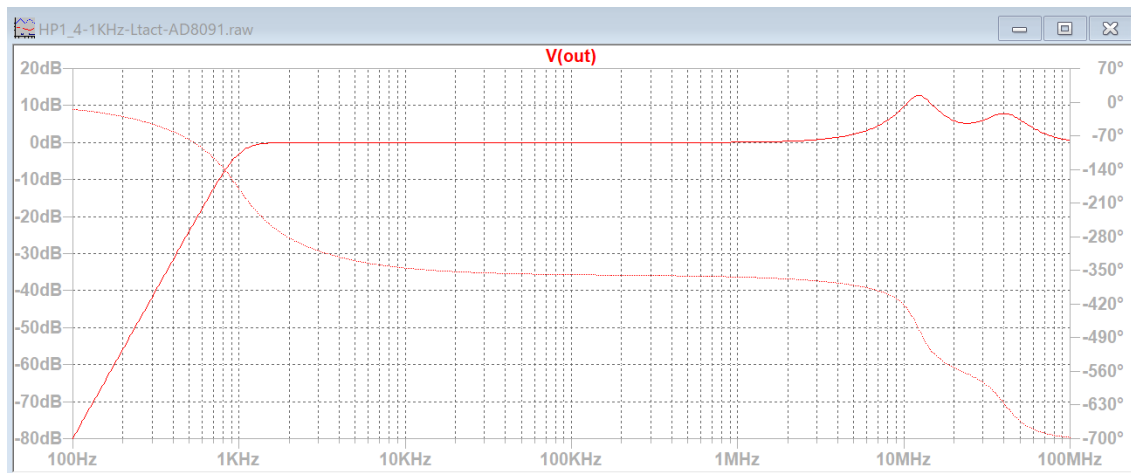


HP1\_4-1KHz-Ltact

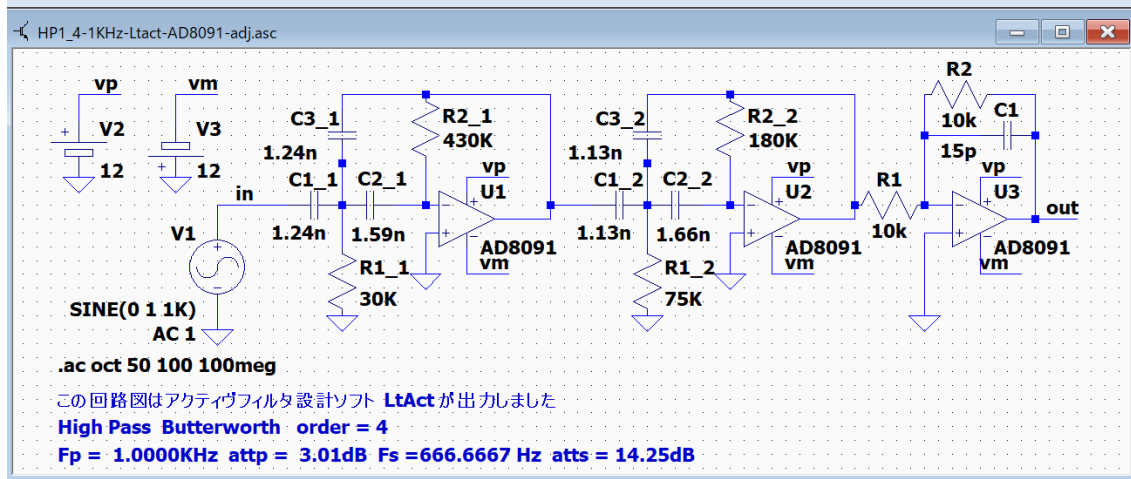
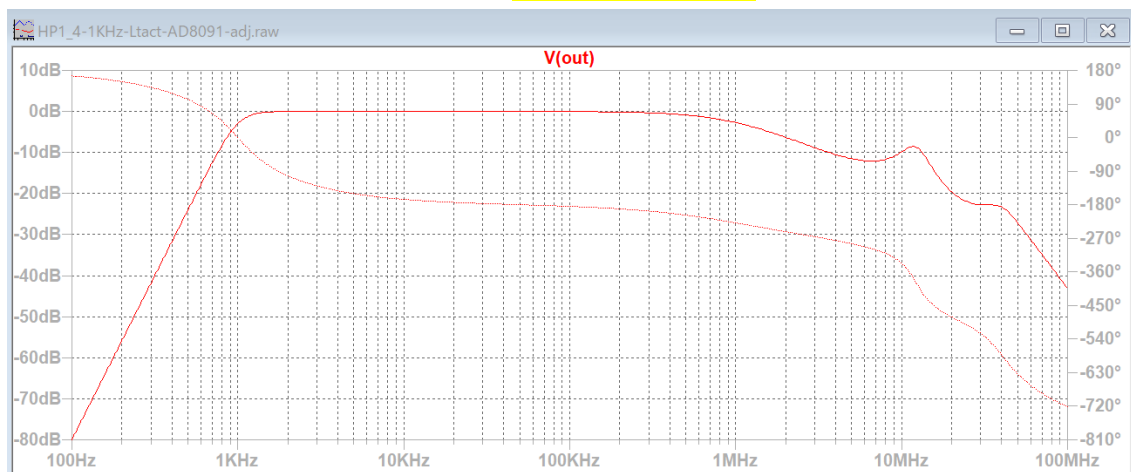
オペアンプを交換する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

HP1\_4-1KHz-Ltact-AD8091.asc ピークの周波数が高くなり、小さくなった



ピークを消すオペアンプを追加すると 通過域は 1.07MHz に広がる

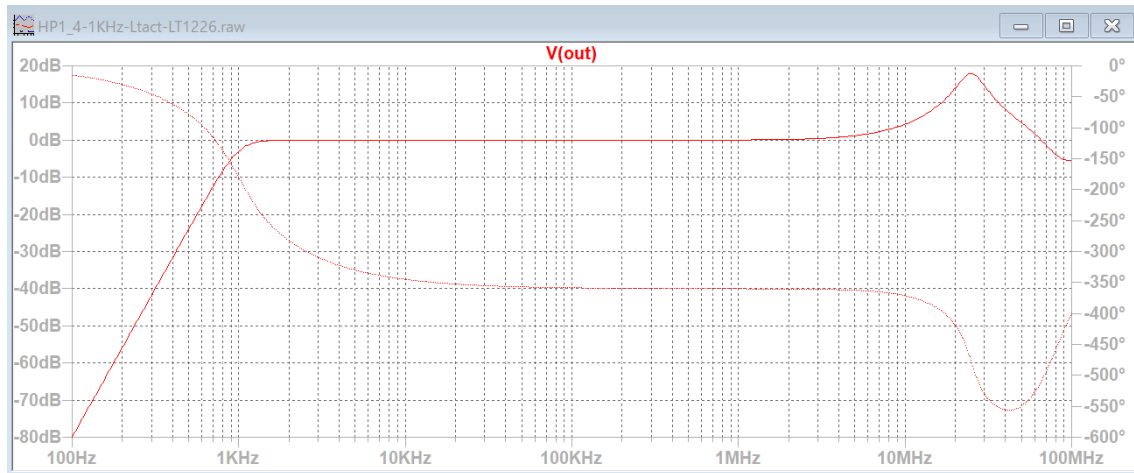


HP1\_4-1KHz-Ltact

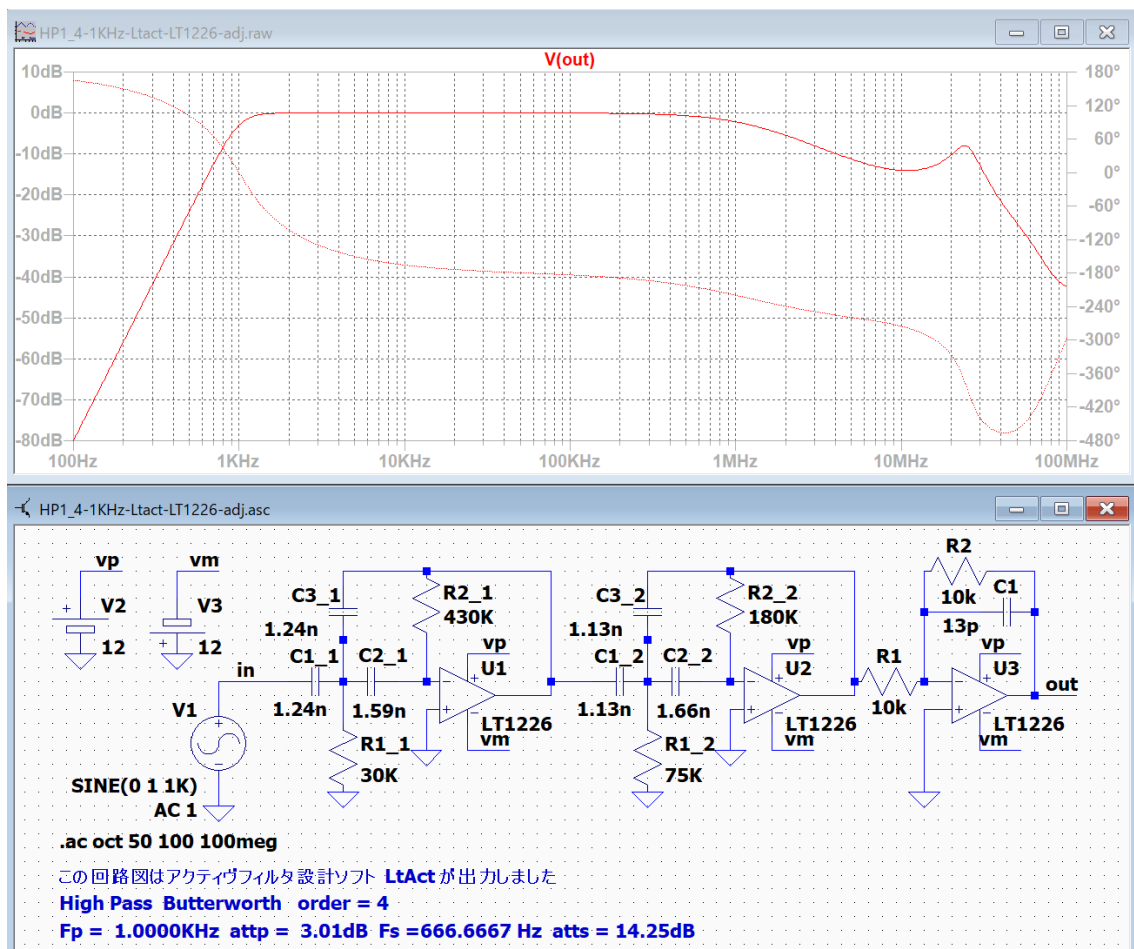
オペアンプを交換する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

HP1\_4-1KHz-Ltact-LT1226.asc ピークの周波数が高くなった



ピークを消すオペアンプを追加すると 通過域は 1.24MHz に広がる

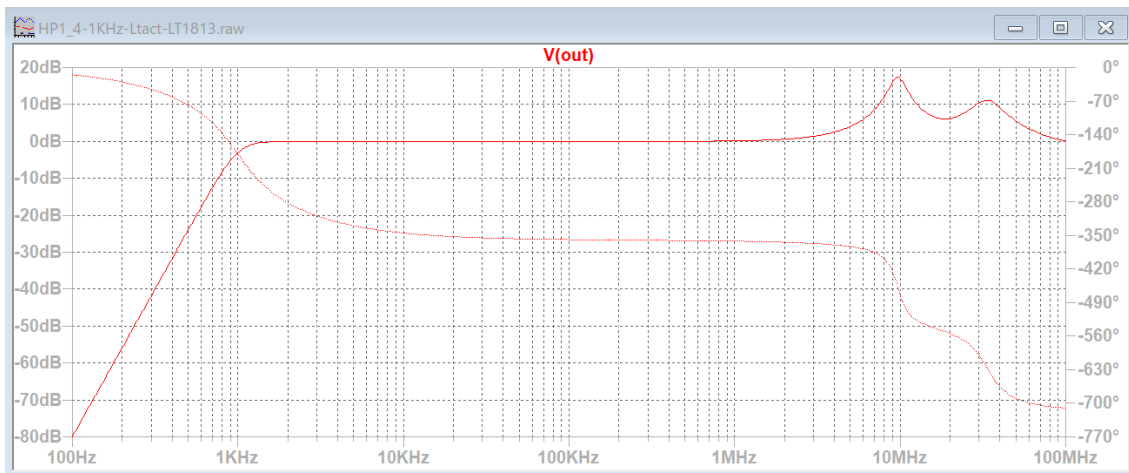


HP1\_4-1KHz-Ltact

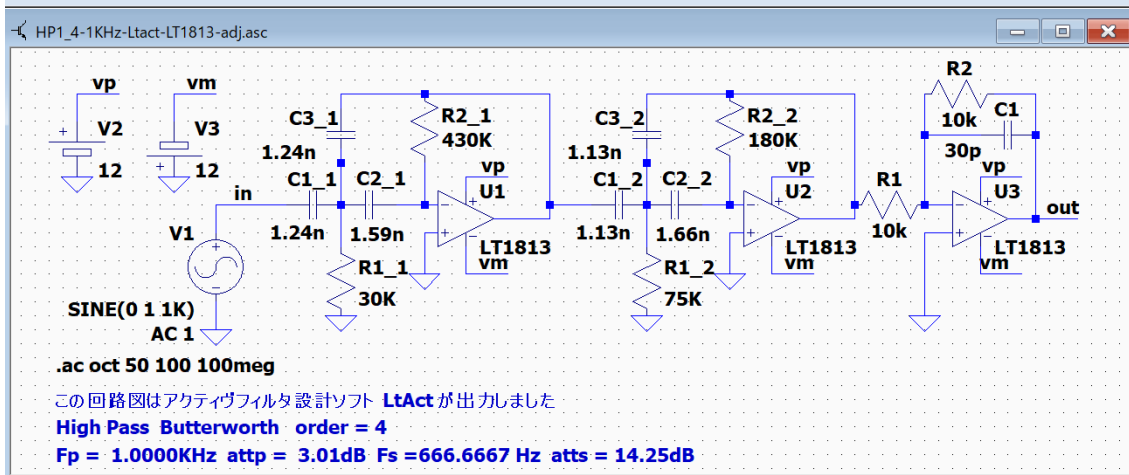
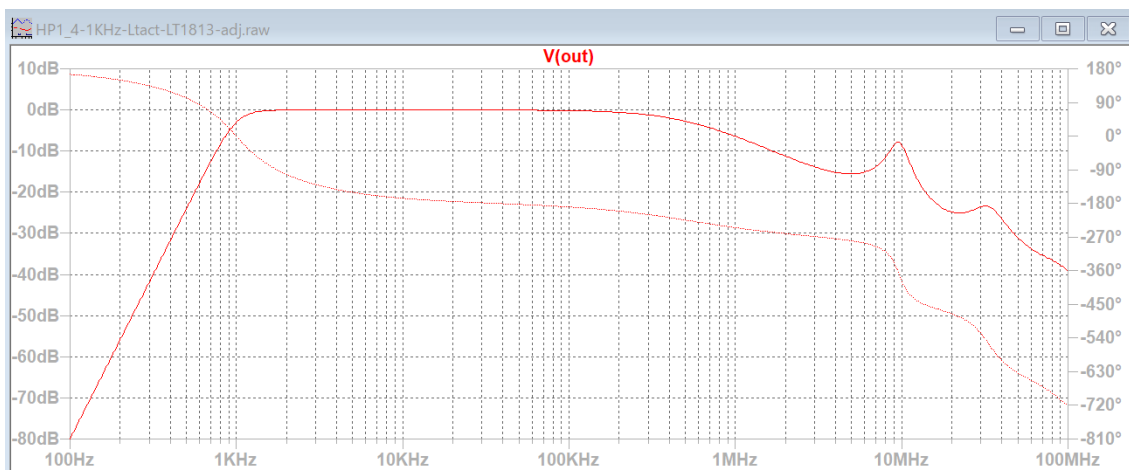
オペアンプを交換する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

HP1\_4-1KHz-Ltact-LT1813.asc ピークが小さくなった



ピークを消すオペアンプを追加すると 通過域は 530KHz に広がる



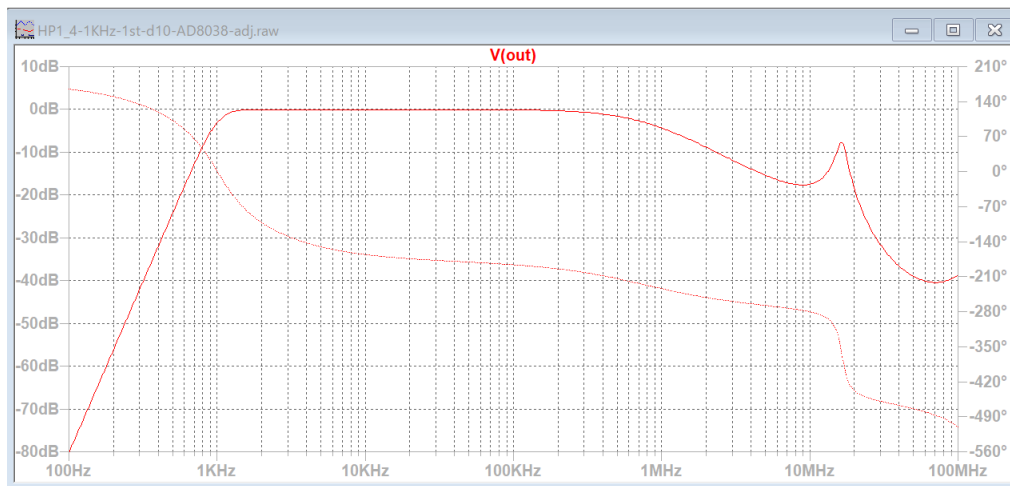
HP1\_4-1KHz-Ltact

オペアンプを交換する場合

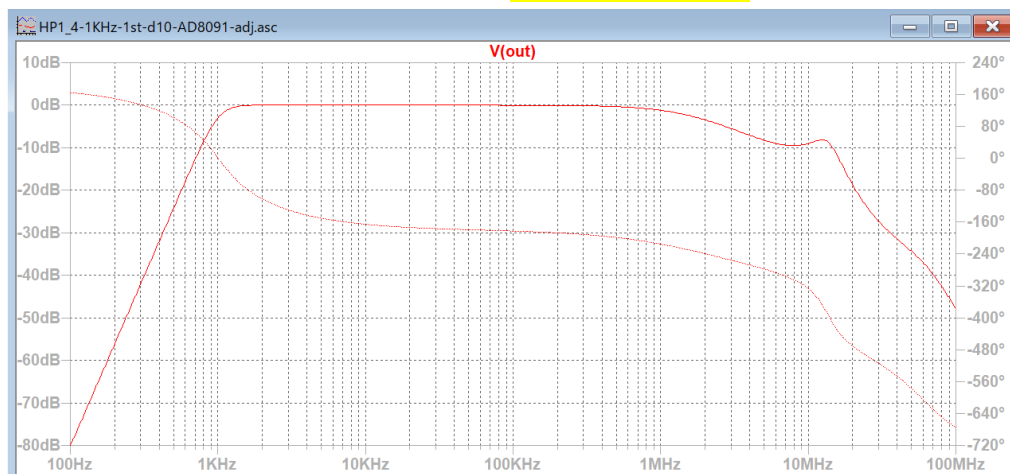


LtAct ver.2.60 追加実験

HP1\_4-1KHz-1st-d10-AD8038-adj.asc 通過域は 753KHz

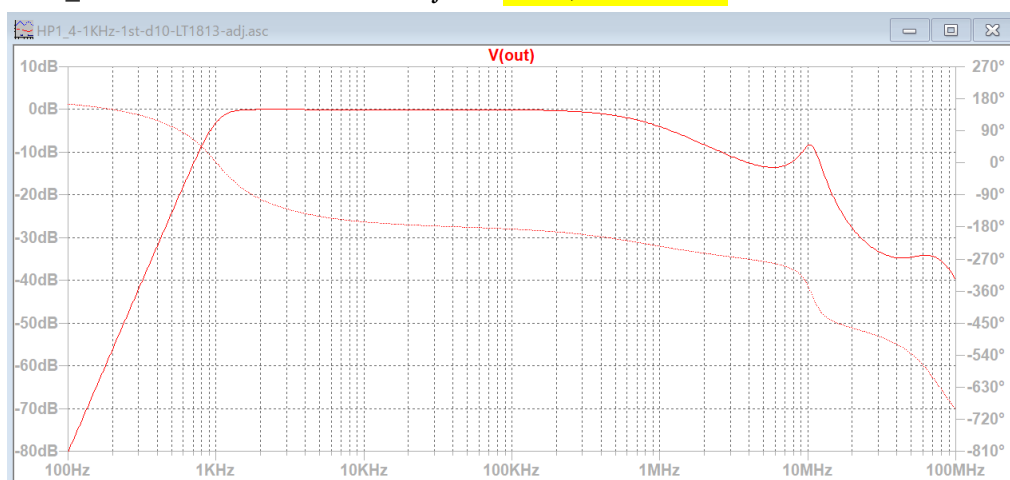


HP1\_4-1KHz-1st-d10-AD8091-adj.asc 通過域は 1800KHz



HP1\_4-1KHz-1st-d10-LT1226.asc は正常に動作しなかった。

HP1\_4-1KHz-1st-d10-LT1813-adj.asc 通過域は 798KHz



HP1\_4-1KHz-Ltact

オペアンプを交換する場合



## 実験のまとめ

## HP1\_4-1KHz 通過域の順位

順位	オペアンプ名	無調整 帯域 KHz	1st 1/10 帯域 KHz
1位	AD8091	1070	1800
2位	LT1813	530	798
3位	AD8038	527	753
4位	ADA4807-4	105	645
5位	LT1226	1240	NG

ADA4807-4 は、C1\_1 を 1/10 に設定すると通過域が 645KHz に広がることを表す。

LT1226 の場合は、C1\_1 を 1/10 に設定するとフィルタとして動作しませんが、1/2 までなら 1240KHz のまま変化しません。

AD8091 の場合には、帯域が 1070KHz から 1800KHz まで広がることを表す。

HP1 では、カットオフ周波数が低くなると通過域は狭くなるようです。

カットオフ周波数が 100KHz の場合の下表とは全く異なる結果が得られました。

## HP1\_4-100KHz の通過域の順位

順位	オペアンプ名	帯域 MHz
1位	AD8038	75
2位	LT1226	70
3位	ADA4807-4	43
4位	AD8091	42
5位	LT1813	40

LtAct ver.2.60 追加実験

## HP1\_4-1MHz-Ltact

ハイパス・バターワース 4 次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数 m(<=58) 4

カットオフ周波数 Fc 1 Meg

最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fc/Fs 1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Butterworth 次数=4

Fp = 1.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 666.6667KHz atts = 14.25dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	4.8089Meg	39.4784T	1.0000	0	0
		Fc= 1.0000Meg	Q = 1.3066	GB 積=130.6563Meg	
2	11.6098Meg	39.4784T	1.0000	0	0
		Fc= 1.0000Meg	Q = 0.5412	GB 積= 54.1196Meg	

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\HP1\_4-1MHz-Ltact\HP1\_4-1MHz-Ltact.asc 作

成日時 Thu Feb 25 21:47:21 2021

アナログ High Pass Butterworth 次数=4

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 3.0103dB Fs = 666.6667KHz atts = 14.25dB

1 (HP1) 「HP1-3-2」 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 15.0000K

C1\_1 = C3\_1 = 39.5657p C2\_1 = 42.6806p 誤差 = 0.75 %

2 (HP1) 「HP1-3-2」 R1\_2 = 2.4000K R2\_2 = 6.2000K

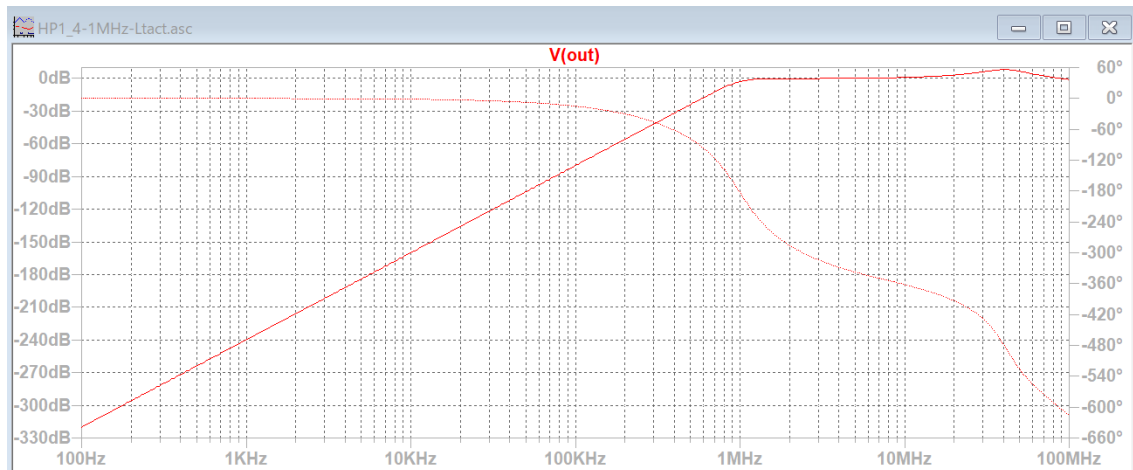
C1\_2 = C3\_2 = 39.9740p C2\_2 = 42.5853p 誤差 = 0.97 %

HP1\_4-1MHz-Ltact

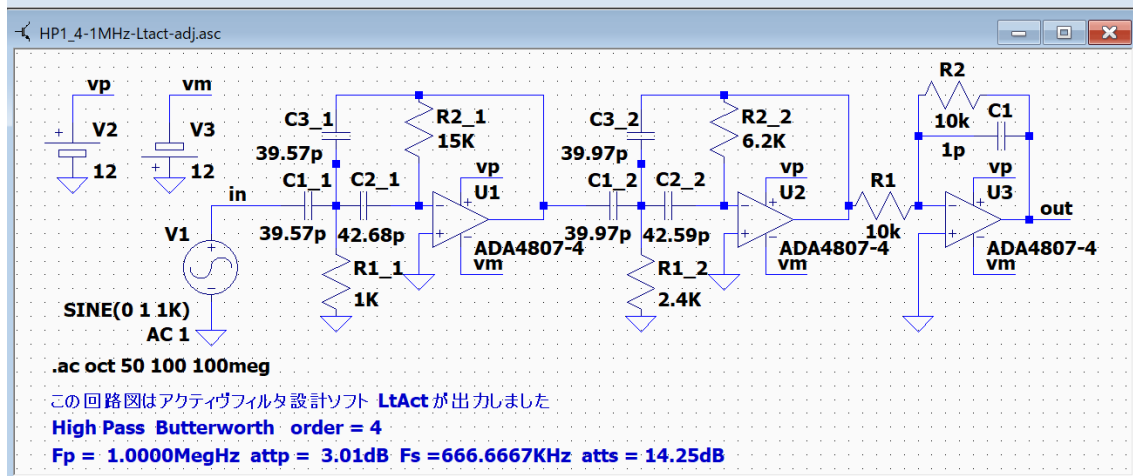
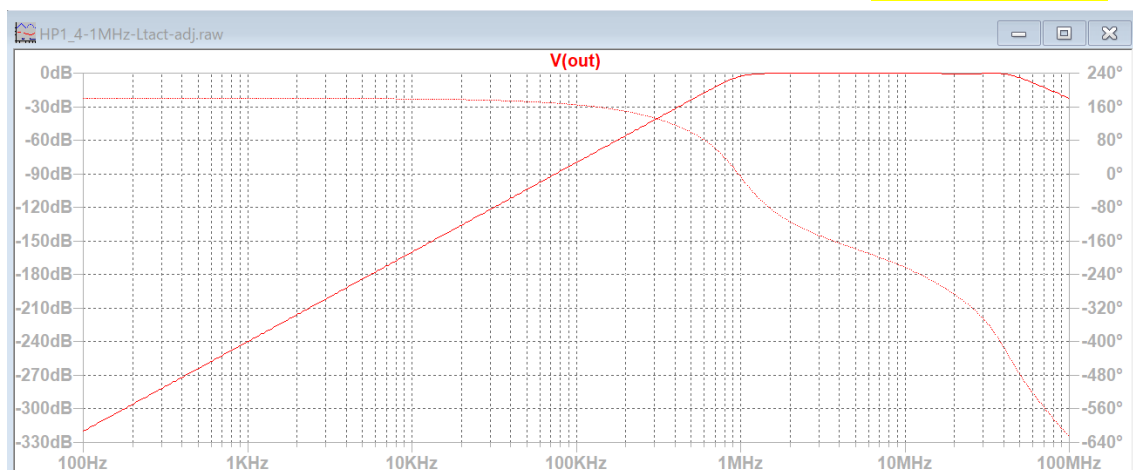
LtAct ver.2.60 追加実験

完成した回路図

HP1\_4-1MHz-Ltact.asc



HP1\_4-1MHz-Ltact-adj.asc ピークを消すオペアンプを追加すると 通過域は 46.9MHz



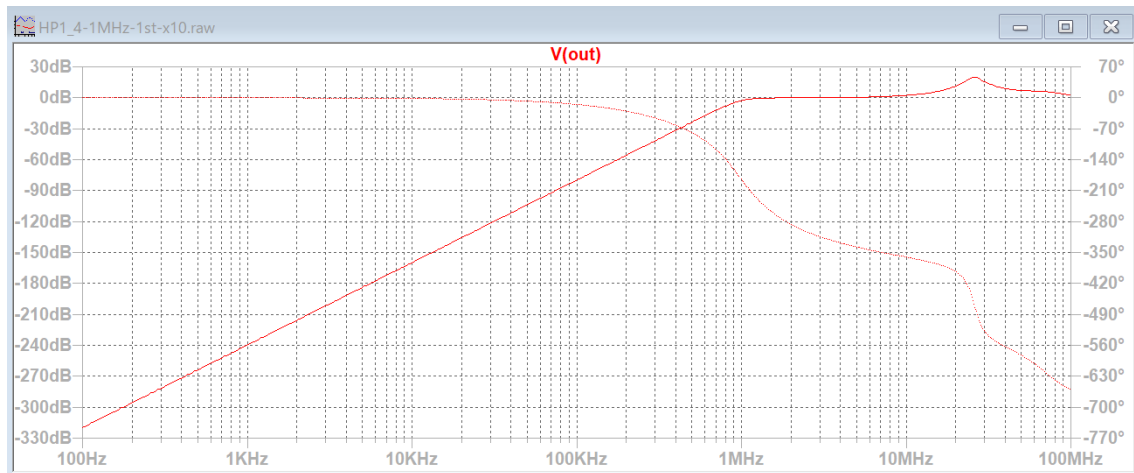
HP1\_4-1MHz-Ltact

完成した回路図

## C1\_1 を増加する場合

10 倍 HP1\_4-1MHz-1st-x10.asc

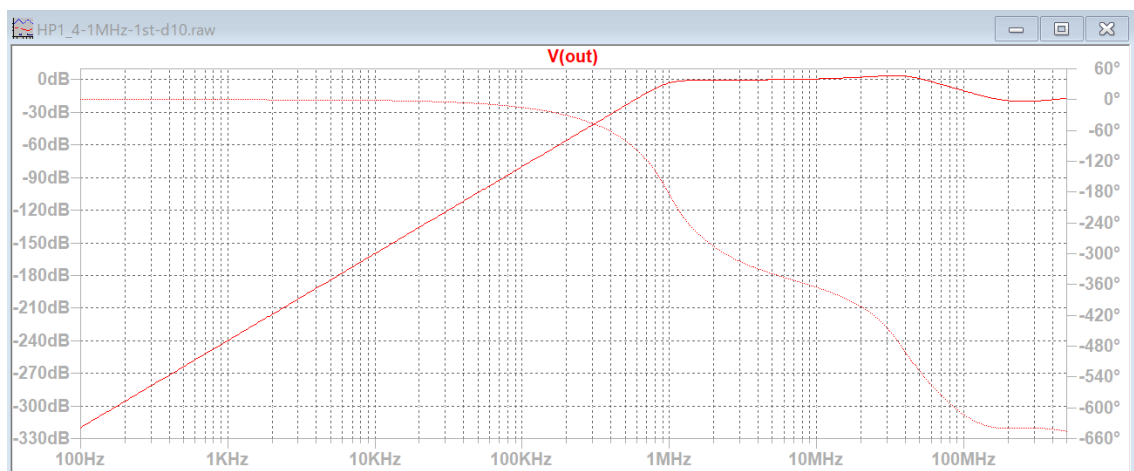
ピークの周波数が低くなり、好結果は望めない



C1\_1 を増加すると、HP1\_4-1MHz-Ltact-adj.asc より通過域が狭くなる。

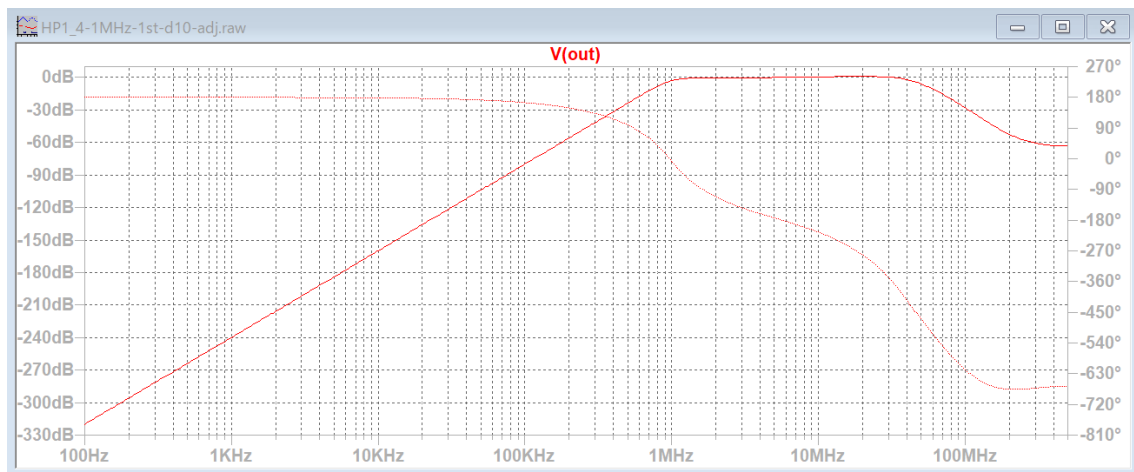
## C1\_1 を減少する場合

1/10 HP1\_4-1MHz-1st-d10.asc



HP1\_4-1MHz-Ltact-adj.asc ピークを消すオペアンプを追加すると

通過域は 42MHz



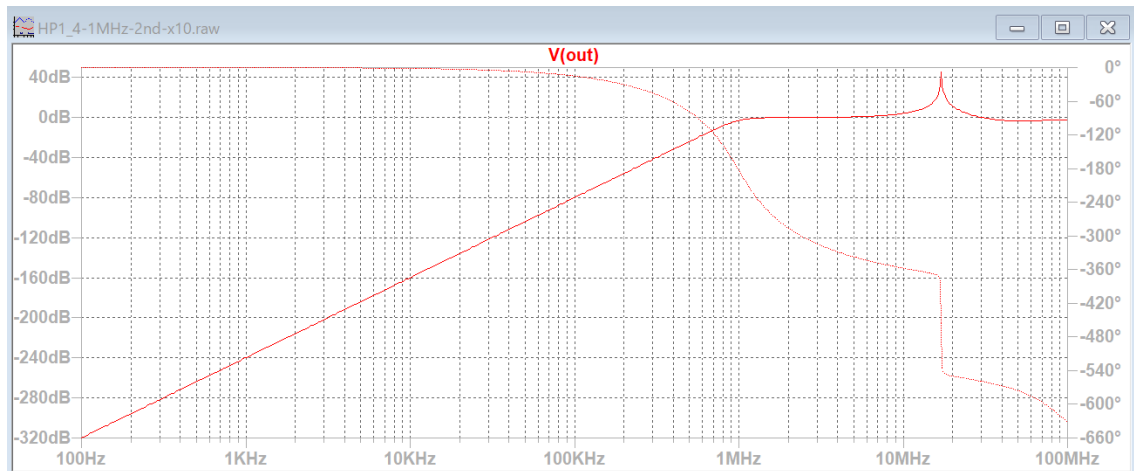
HP1\_4-1MHz-Ltact

C1\_1 を増加する場合

## C1\_2 を増加する場合

10 倍 HP1\_4-1MHz-2nd-x10.asc

ピークの周波数が低くなり、好結果は望めない

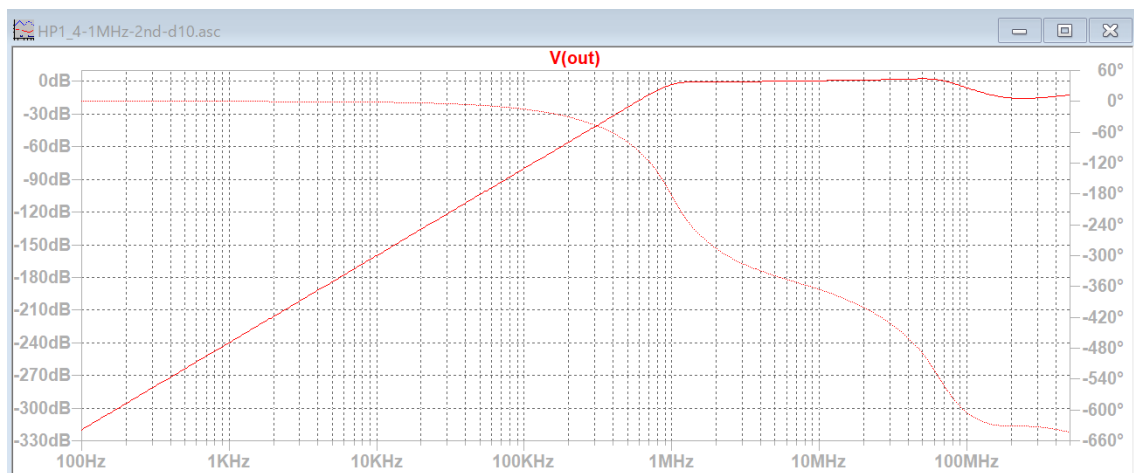


C1\_2 を増加すると、HP1\_4-1MHz-Ltact-adj.asc より通過域が狭くなる。

## C1\_2 を減少する場合

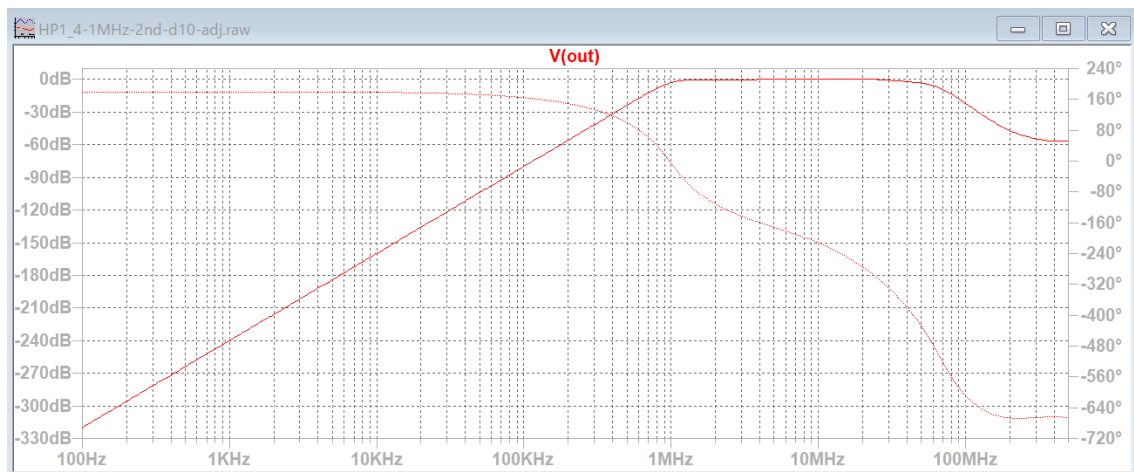
1/10 HP1\_4-1MHz-2nd-d10.asc

ピークの周波数が高くなり、好結果が期待できる



HP1\_4-1MHz-Ltact-adj.asc ピークを消すオペアンプを追加すると

通過域は 47.5MHz

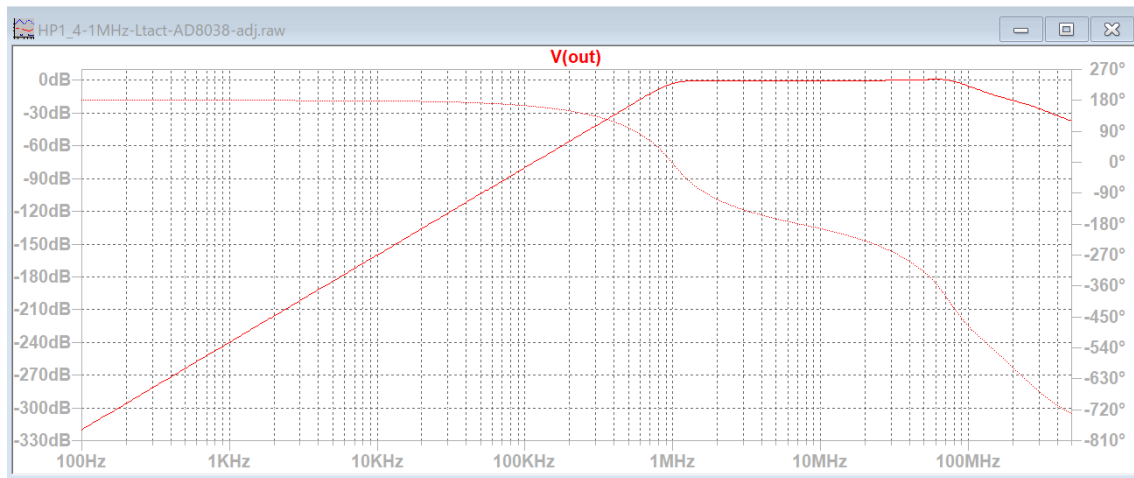


HP1\_4-1MHz-Ltact

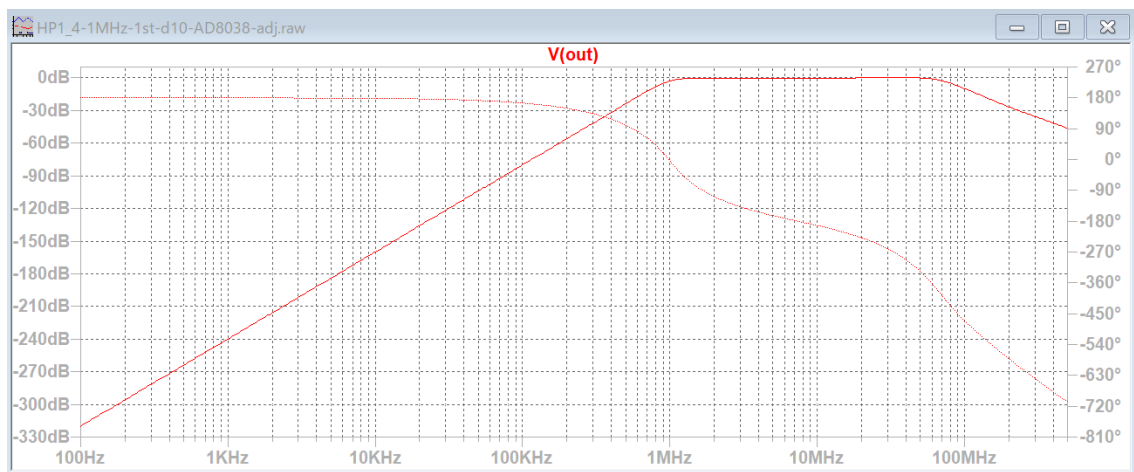
C1\_2 を増加する場合

## オペアンプを交換する場合

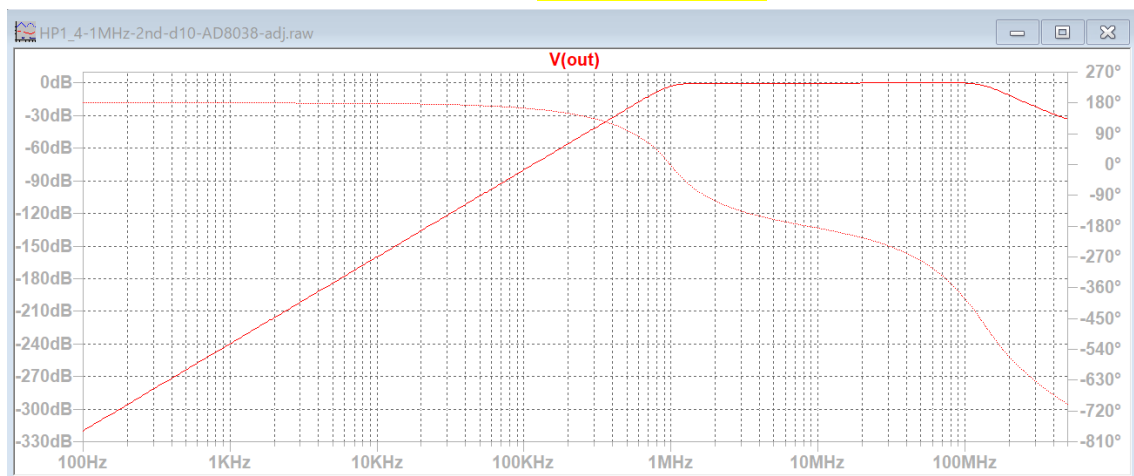
HP1\_4-1MHz-Ltact-AD8038-adj.asc 通過域は 89.5MHz



HP1\_4-1MHz-1st-d10-AD8038-adj.asc 通過域は 71.6MHz



HP1\_4-1MHz-2nd-d10-AD8038-adj.asc 通過域は 138MHz

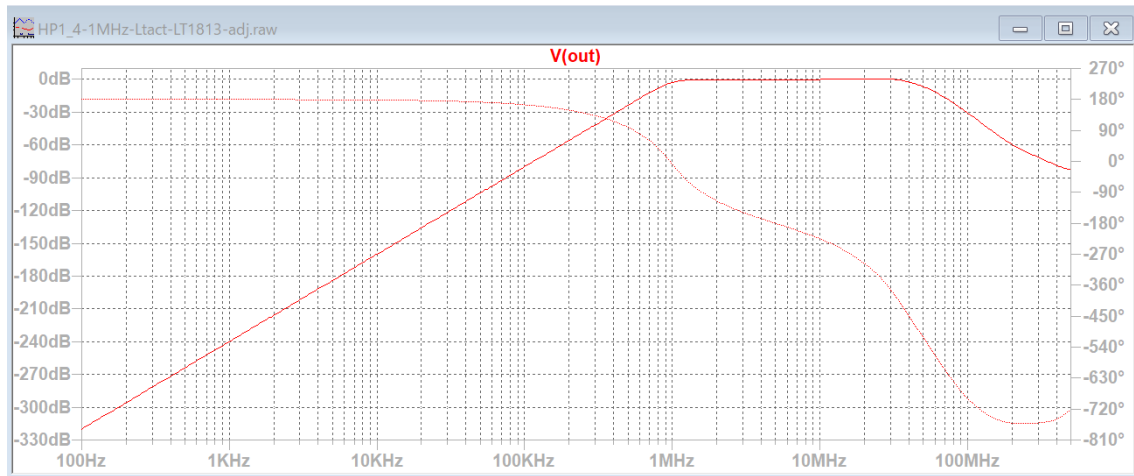


AD8038 では、C1\_2 を 1/10 に設定すると通過域が非常に広がった。

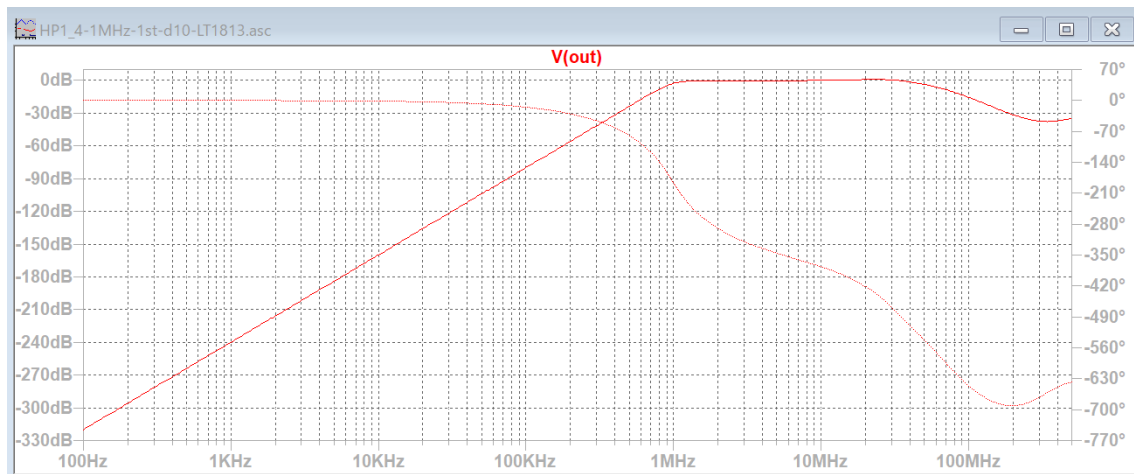
HP1\_4-1MHz-Ltact

オペアンプを交換する場合

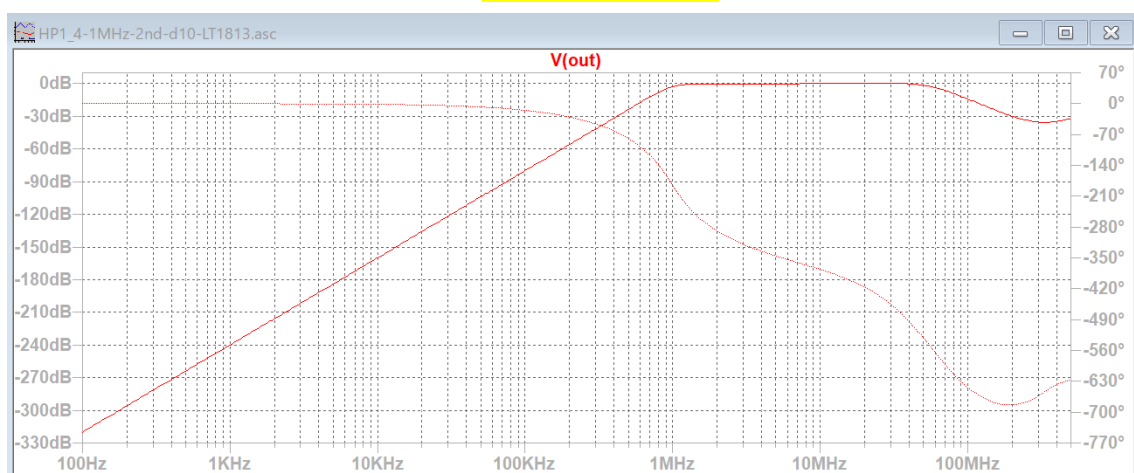
HP1\_4-1MHz-Ltact-LT1813-adj.asc 通過域は 41.7MHz



HP1\_4-1MHz-1st-d10-LT1813.asc 通過域は 46.8MHz



HP1\_4-1MHz-2nd-d10-LT1813.asc 通過域は 56.9MHz

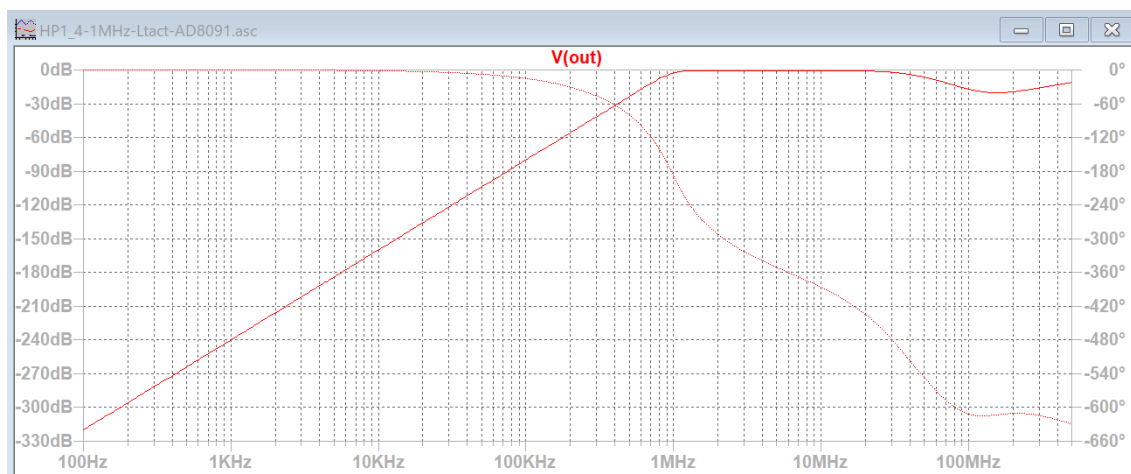


LT1813 では、C1\_2 を 1/10 に設定すると通過域が広がった。

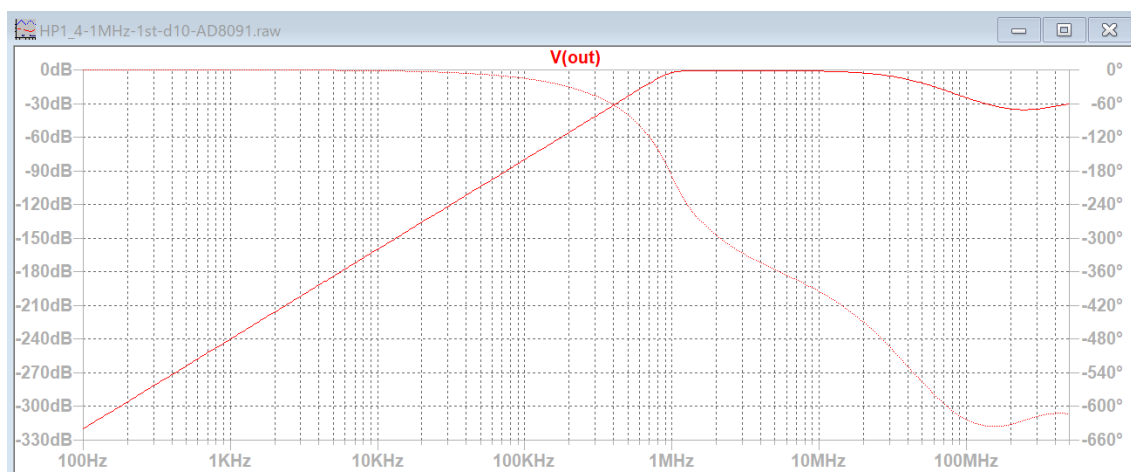
HP1\_4-1MHz-Ltact

オペアンプを交換する場合

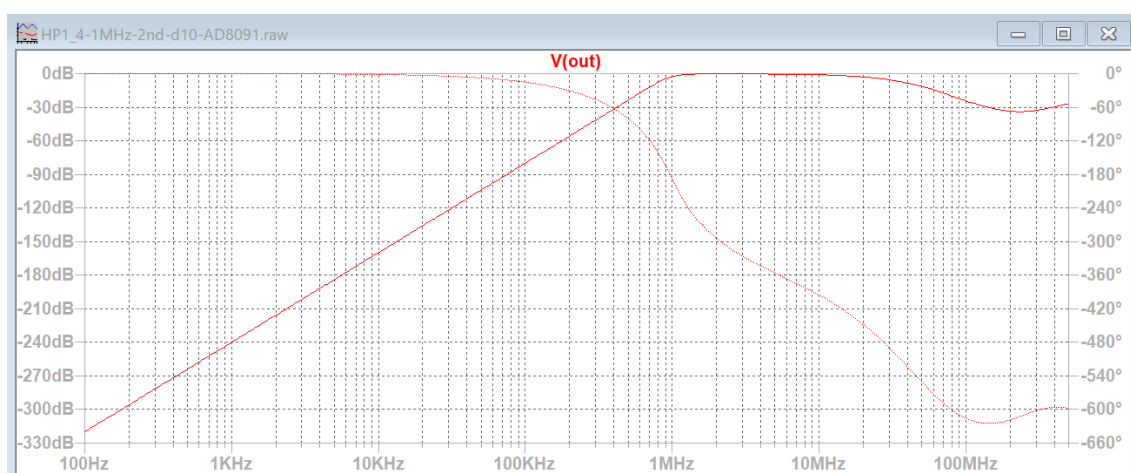
HP1\_4-1MHz-Ltact-AD8091.asc 通過域は 35MHz



HP1\_4-1MHz-1st-d10-AD8091.asc 通過域は 21MHz



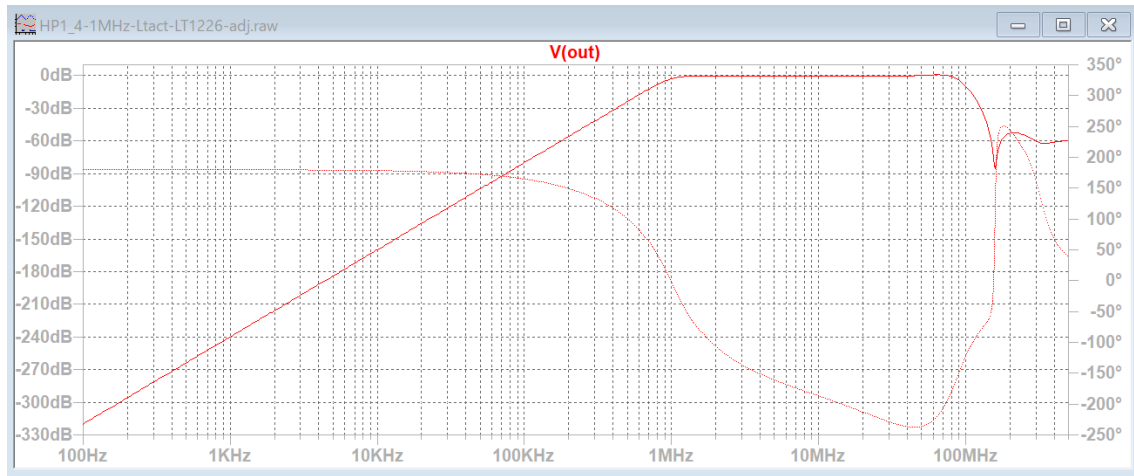
HP1\_4-1MHz-2nd-d10-AD8091.asc 通過域は 20.3MHz



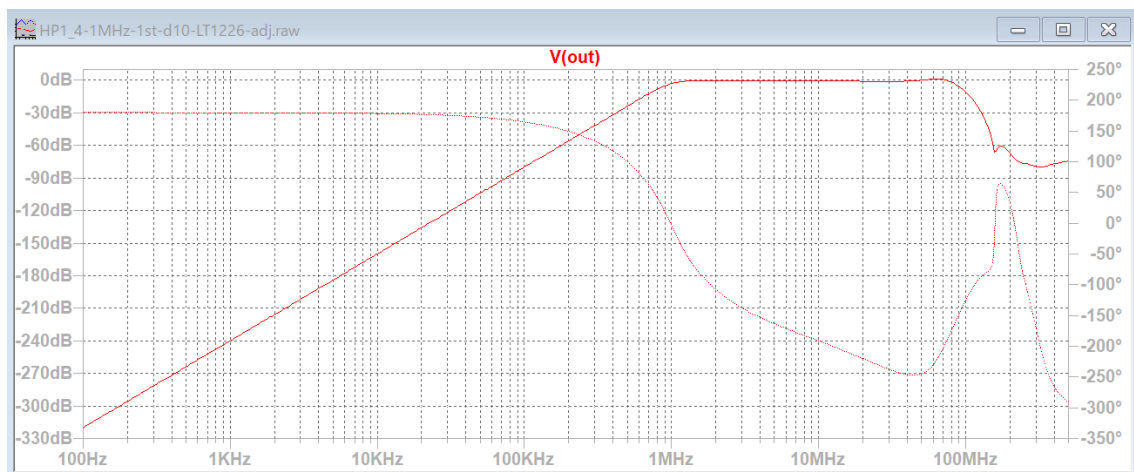
AD8091 では、無調整の通過域が一番広がった。



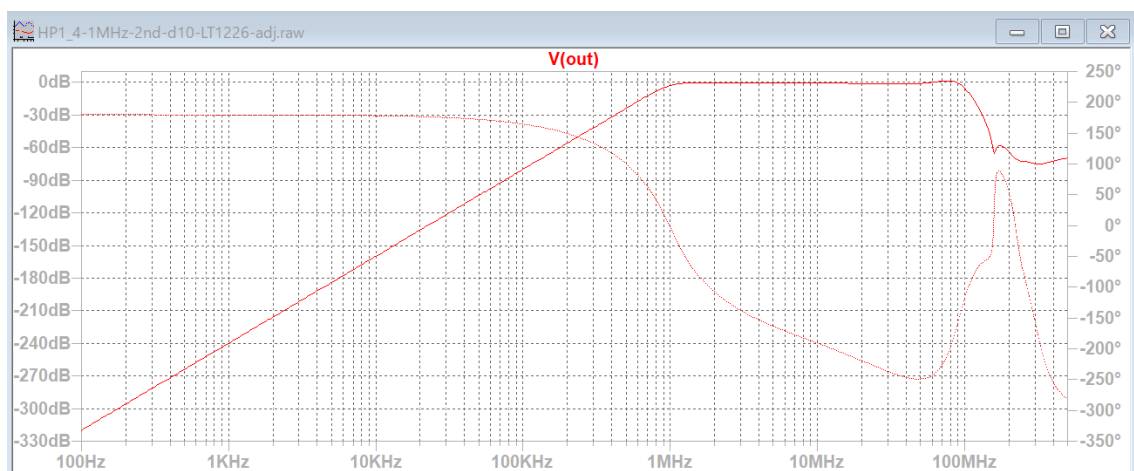
HP1\_4-1MHz-Ltact-LT1226-adj.asc 通過域は 86.9MHz



HP1\_4-1MHz-1st-d10-LT1226.asc 通過域は 83.6MHz



HP1\_4-1MHz-2nd-d10-LT1226-adj.asc 通過域は 96.2MHz



LT1226 では、C1\_2 を 1/10 に設定すると通過域が非常に広くなった。

HP1\_4-1MHz-Ltact

オペアンプを交換する場合

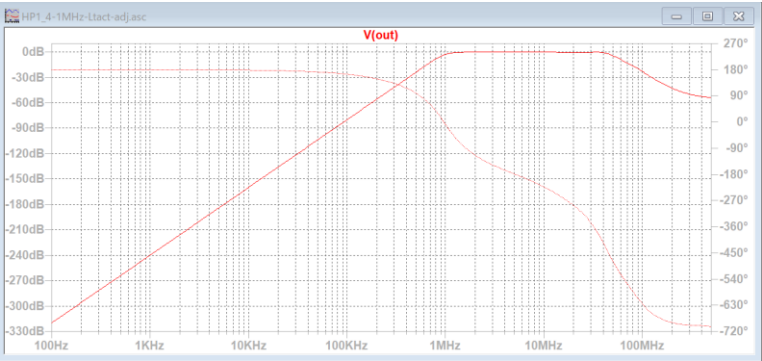
実験のまとめ

HP1\_4-1MHz 通過域の順位

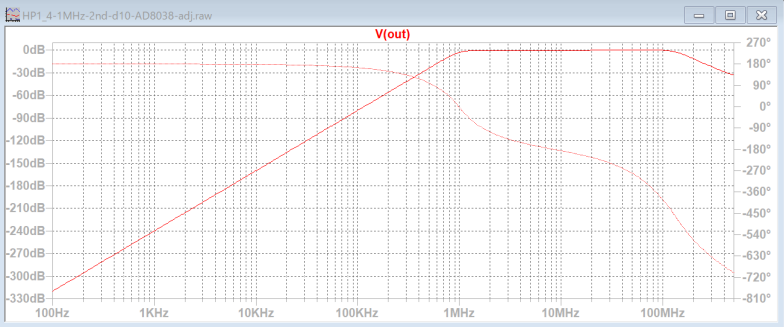
順位	オペアンプ名	無調整 帯域 MHz	1st 1/10 帯域 MHz	2nd 1/10 帯域 MHz
1位	AD8038	89.5	71.6	138
2位	LT1226	86.9	83.6	96.2
3位	LT1813	41.7	46.8	56.9
4位	ADA4807-4	46.9	42	47.5
5位	AD8091	35	21	20.3

C1\_2 を 1/10 に設定した場合には、  
AD8038 と LT1226 の通過域は 100MHz 程度まで広がることが分かった。  
HP1\_4 の 1KHz, 100KHz および 1MHz の通過域の順位を比べると、  
AD8091 は低周波数向きのオペアンプのように思われる。  
AD8038 は 100KHz と 1MHz で 1 位なので、高周波数向きと考えられる。  
LT1226 は 1KHz から 1MHz まで上位に入っているので、万能型に見える。  
ADA4807-4 と LT1813 は平均的な性能のオペアンプと考えられる。

HP1\_4-1MHz-Ltact-adj.asc 通過域は 46.9MHz



HP1\_4-1MHz-2nd-d10-AD8038-adj.asc 通過域は 138MHz



## HP1\_9-100KHz

ハイパス・チェビシェフ 9次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  9

カットオフ周波数  $F_c$  10 KHz

周波数  $F_c$  における減衰量又はリップル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s =$  1.5 倍

OK Cancel

「LtAct ver.2.80」から「伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値」に奇数次数のローパス及びハイパスフィルタの 1 次フィルタのカットオフ周波数を追加しました。そして、カットオフ周波数  $F_c$  と GB 積に Hz の単位を追加しました。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Chebyshev 次数=9

$F_p = 10.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 6.6667\text{KHz}$   $att_s = 52.89\text{dB}$

1 次式の形式

$$P1 * s + P2$$

$H_0 = \text{-----}$

$$s + P_0$$

2 次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

$H_n = \text{-----}$

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

1 次式

$P_0 = 216.3176\text{K}$   $P_1 = 1.0000$   $P_2 = 0$   $F_c = 34.4280\text{KHz}$

2 次式

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	6.0123K	3.7448G	1.0000	0	0
	$F_c = 9.7395\text{KHz}$ Q = 10.1783 GB 積 = 9.9132MegHz				
2	21.8731K	4.7315G	1.0000	0	0
	$F_c = 10.9477\text{KHz}$ Q = 3.1448 GB 積 = 3.4428MegHz				
3	56.1980K	7.9347G	1.0000	0	0
	$F_c = 14.1770\text{KHz}$ Q = 1.5851 GB 積 = 2.2471MegHz				
4	170.3499K	19.6073G	1.0000	0	0
	$F_c = 22.2858\text{KHz}$ Q = 0.8220 GB 積 = 1.8319MegHz				

LtAct ver.2.60 追加実験

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP1\_9-10KHz.asc 作成日時 Fri Mar 26 07:27:03 2021

アナログ High Pass Chebyshev 次数=9

参照モード=0

Fp = 10.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 6.6667KHz atts = 52.89dB

1 次のフィルタ回路

1 (hp1) R1\_1 = R1\_2 = 46.2283K C1\_1 = 0.1000n 誤差 = 1.6693 %

2 (HP1) 「HP1-0-0」 R1\_2 = 3.9000K R2\_2 = 3.3000Meg

C1\_2 = C3\_2 = 0.1177n C2\_2 = 0.1763n 誤差 = 2.07 %

3 (HP1) 「HP1-1-1」 R1\_3 = 12.0000K R2\_3 = 1.0000Meg

C1\_3 = C3\_3 = 0.1180n C2\_3 = 0.1493n 誤差 = 0.47 %

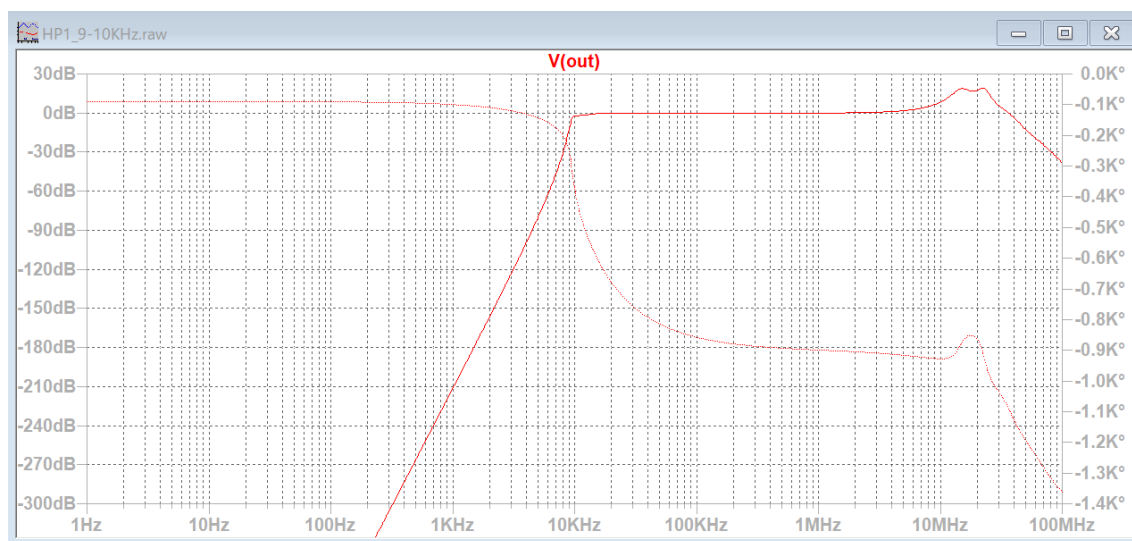
4 (HP1) 「HP1-1-1」 R1\_4 = 18.0000K R2\_4 = 390.0000K

C1\_4 = C3\_4 = 0.1248n C2\_4 = 0.1438n 誤差 = 4.30 %

5 (HP1) 「HP1-1-2」 R1\_5 = 33.0000K R2\_5 = 180.0000K

C1\_5 = C3\_5 = 72.0694p C2\_5 = 0.1191n 誤差 = 0.72 %

周波数特性 HP1\_9-10KHz.asc

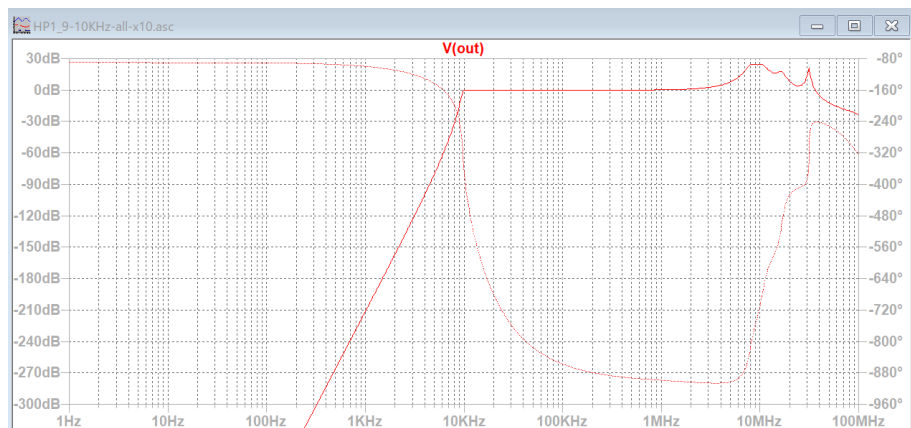


10KHz のゲインが -2.3dB なので、

C1\_1～C1\_5 をすべて 10 倍に増加して 10KHz のゲインを調整します。

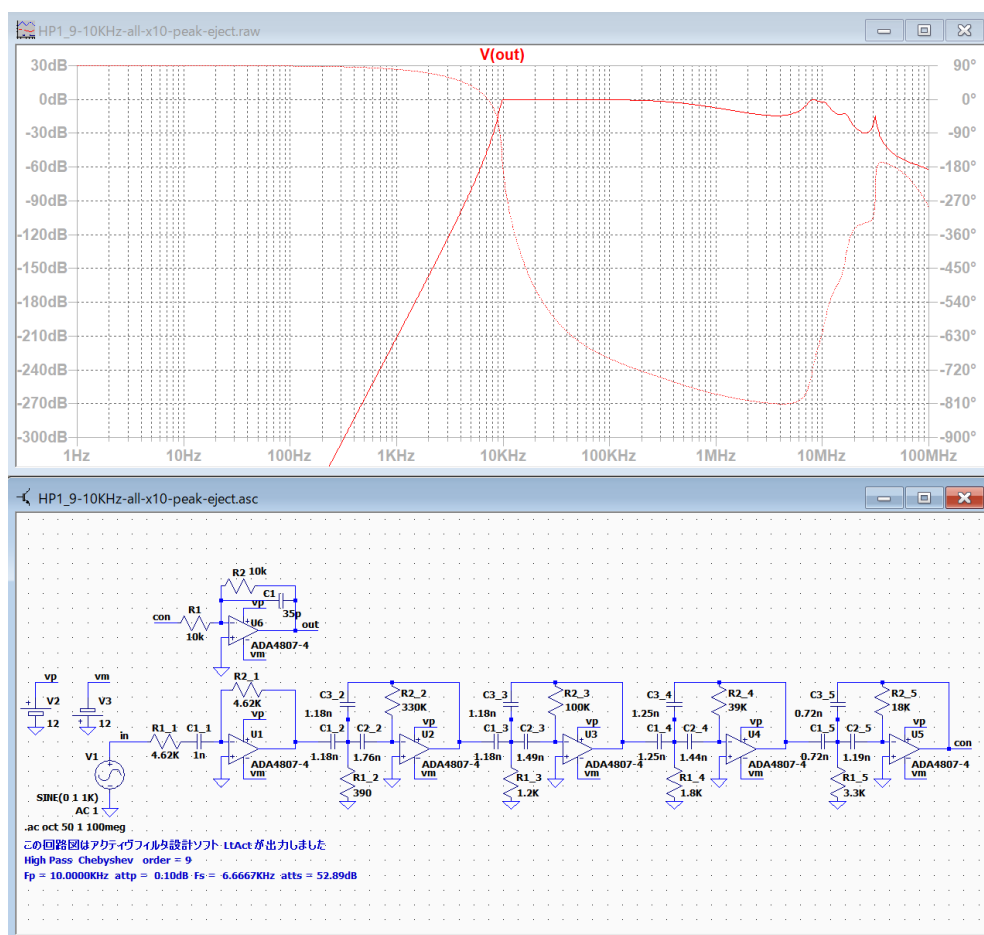
LtAct ver.2.60 追加実験

HP1\_9-10KHz-all-x10.asc



10KHz のゲインが -0.28dB に改善されたので、8MHz 付近のピークを除去するフィルタを追加します。

HP1\_9-10KHz-all-x10-peak-eject.asc

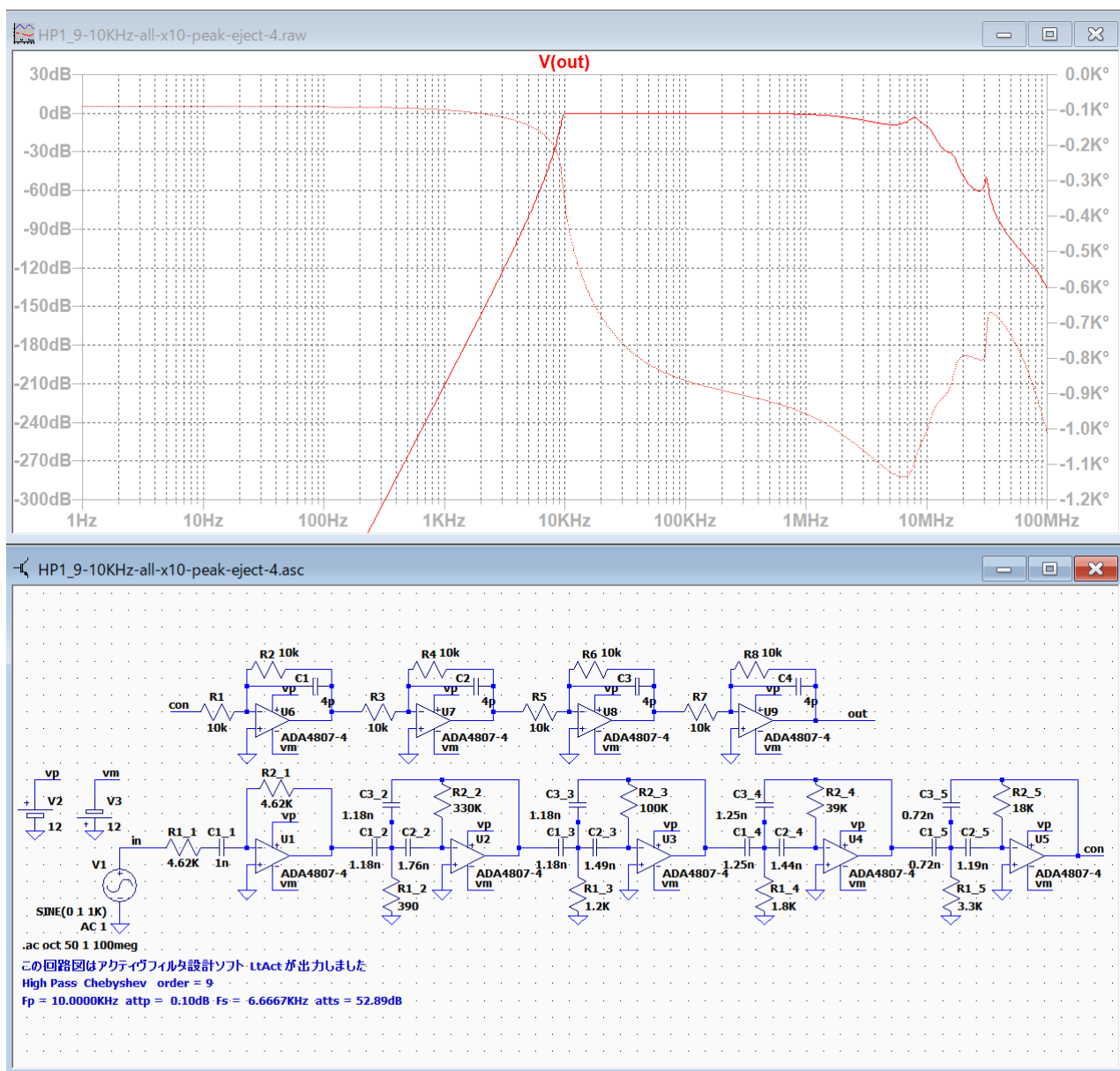


ピークは約 25dB あったので、ピーク除去フィルタ 1 段だけで取り除くと通過域が 0.45MHz まで狭くなります。ピーク除去フィルタを 4 段構成にしてみます。

HP1\_9-100KHz

実験のまとめ

## HP1\_9-10KHz-all-x10-peak-eject-4.asc



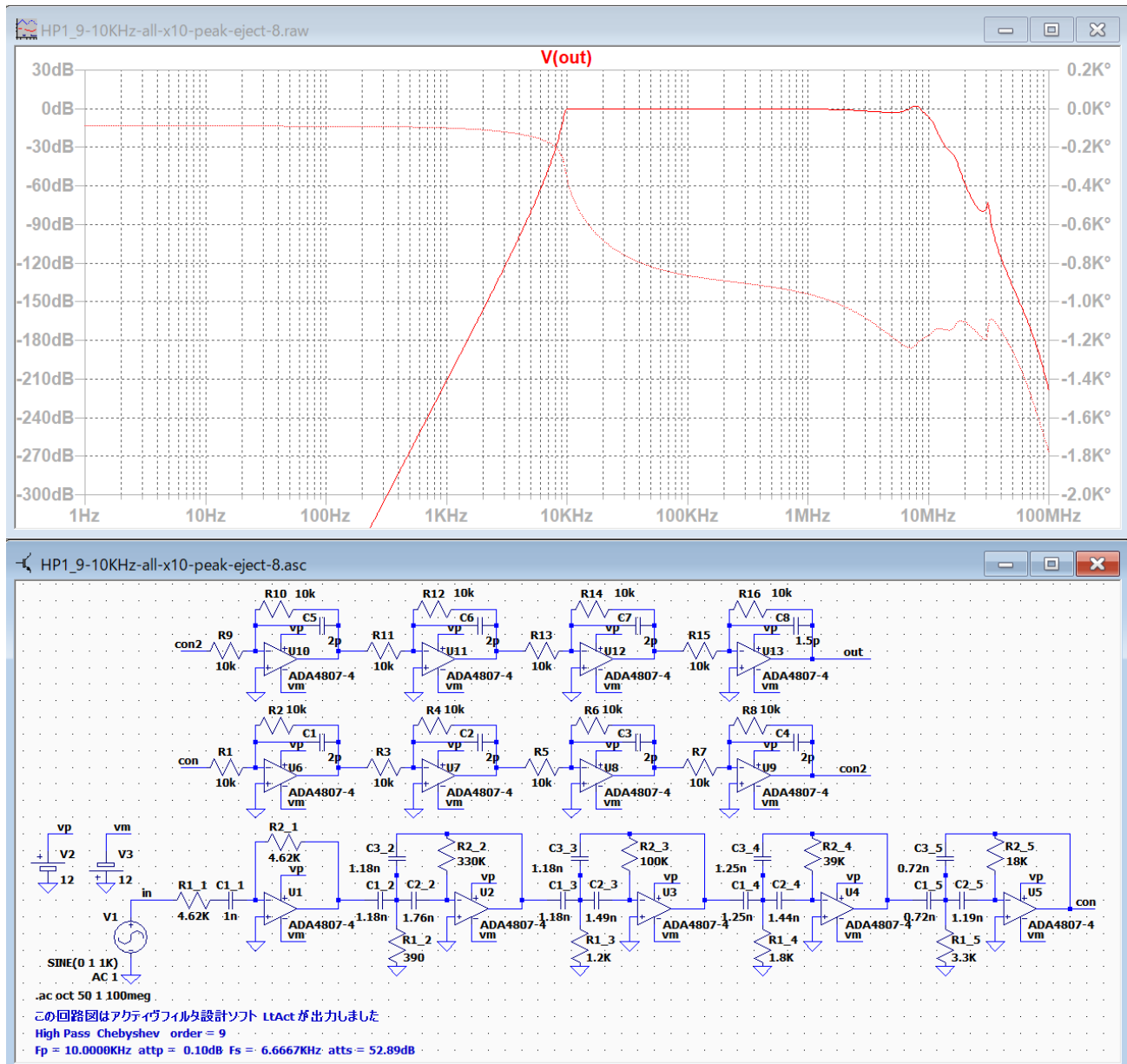
通過域は 2MHz まで広がりました。

現在のピーク除去フィルタのカットオフ周波数は 4MHz なので、コンデンサを 2p に変更して 8 段の構成にすれば通過域はさらに広がると思います。

LtAct ver.2.60 追加実験

完成した回路図

HP1\_9-10KHz-all-x10-peak-eject-8.asc



ピーク除去フィルタを 8 段構成にして C1~C7 = 2p, C8 = 1.5p に設定すると、通過域が 9MHz まで広がりました。

HP1\_9-100KHz

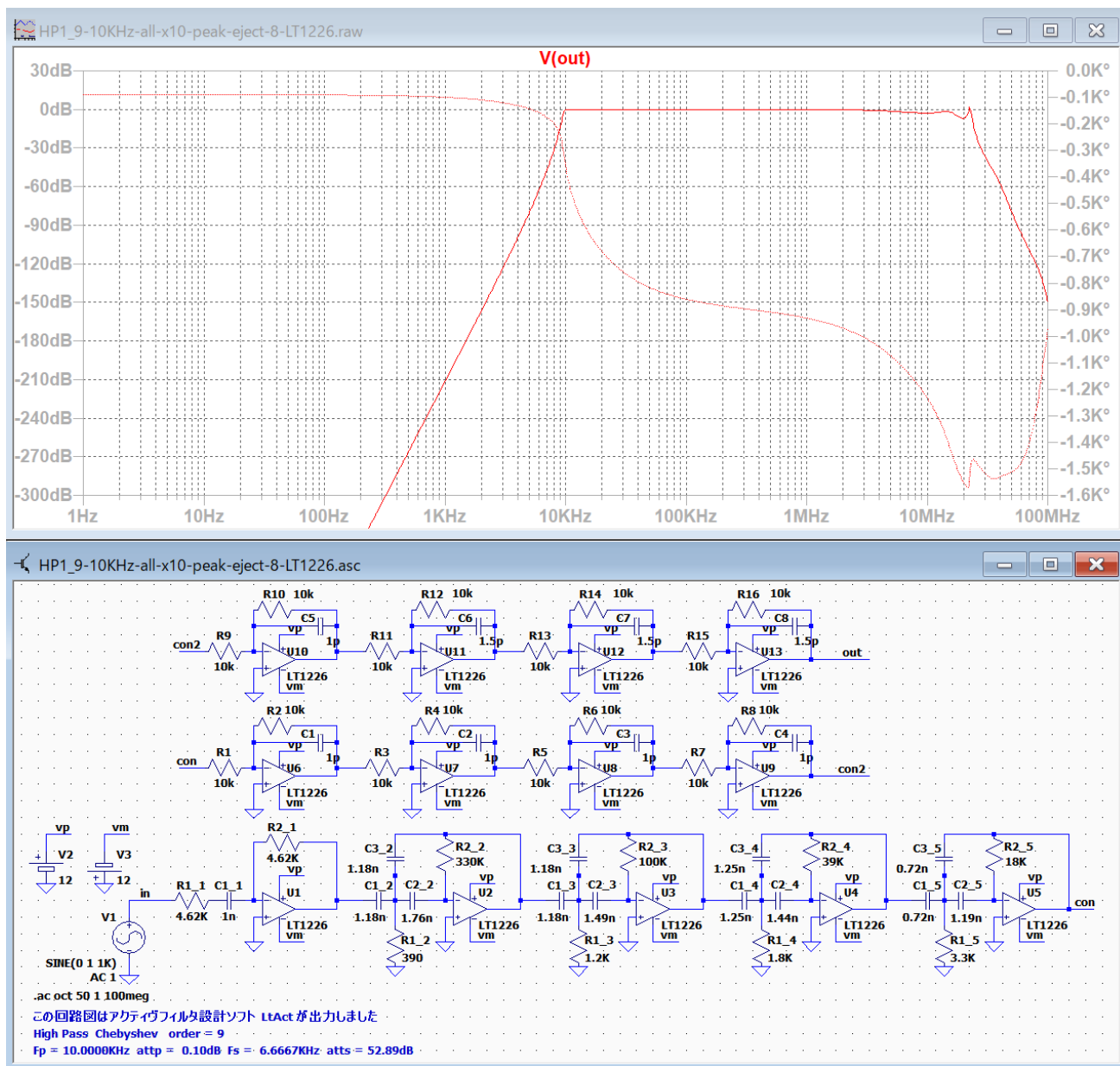
完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

## オペアンプ交換

オペアンプを LT1226 に交換してコンデンサ値を調整した。

HP1\_9-10KHz-all-x10-peak-eject-8-LT1226.asc



通過域が 16MHz まで広がりました。

HP1\_9-100KHz

オペアンプ交換



LtAct ver.2.60 追加実験

## HP2\_4-100KHz-Ltact

ハイパス・チェビシェフ 4次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  4

カットオフ周波数  $F_c$  100 KHz

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s =$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Chebyshev 次数=4

Fp=100.0000KHz attp=0.1000dB Fs=66.6667KHz atts=11.42dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	249.5796K	296.8232G	1.0000	0	0
		Fc=	86.7100K	Q =	2.1829 GB 積= 18.9282Meg
2	1.2865Meg	633.7592G	1.0000	0	0
		Fc=	126.7017K	Q =	0.6188 GB 積= 7.8403Meg

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\HP2\_4-100KHz-Ltact.asc 作成日時 Fri Feb 19 17:42:14 2021

アナログ High Pass Chebyshev 次数=4

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp=0.1000dB Fs=66.6667KHz atts=11.42dB

1 (HP2)「HP2-1-1」 R1\_1 = 8.2000K R2\_1 = 160.0000K

C1\_1 = 59.0692p C2\_1 = 43.4718p 誤差 = 1.09 %

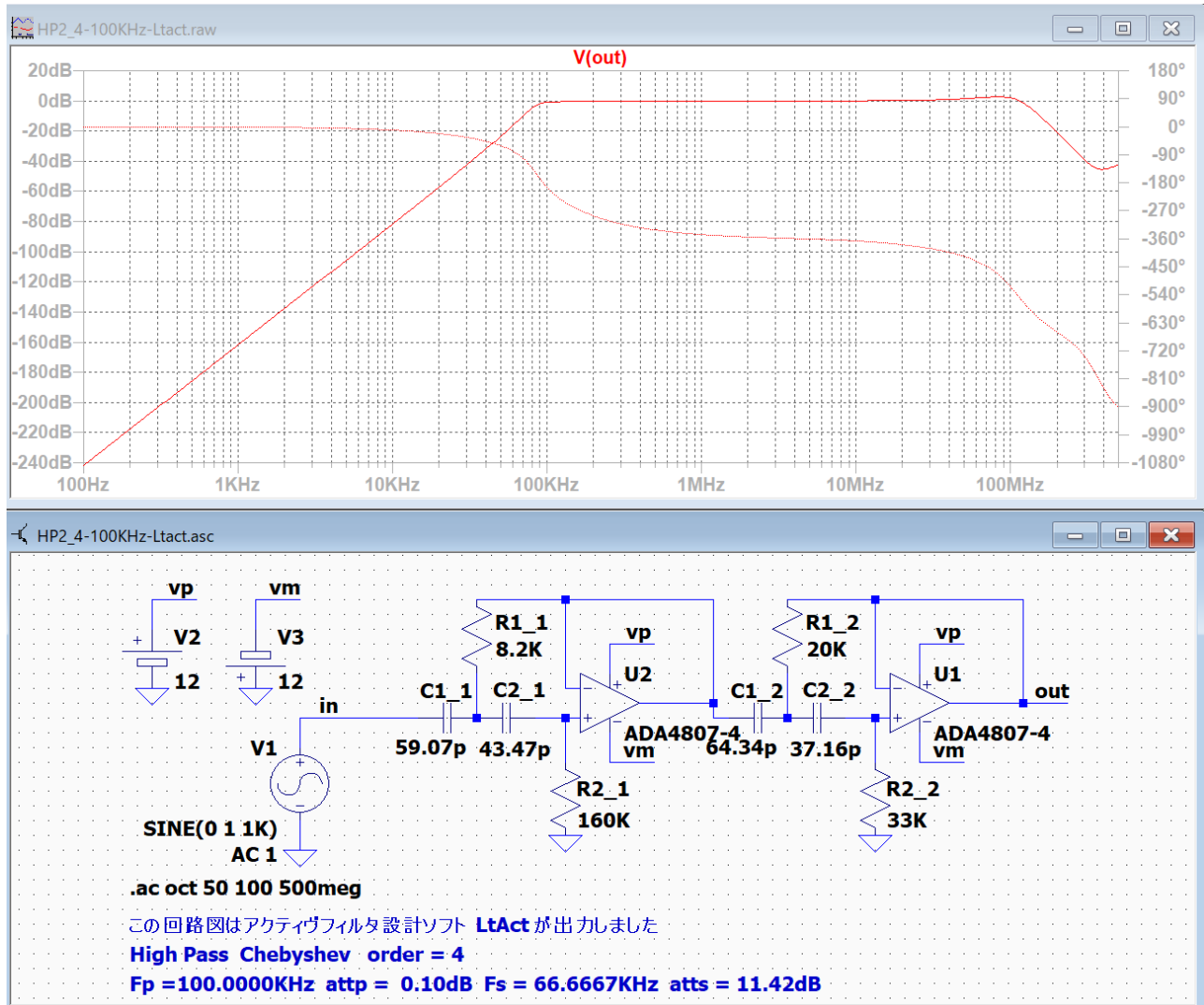
2 (HP2)「HP2-2-2」 R1\_2 = 20.0000K R2\_2 = 33.0000K

C1\_2 = 64.3400p C2\_2 = 37.1579p 誤差 = 3.12 %

HP2\_4-100KHz-Ltact

## 完成した回路図

HP2\_4-100KHz-Ltact.asc



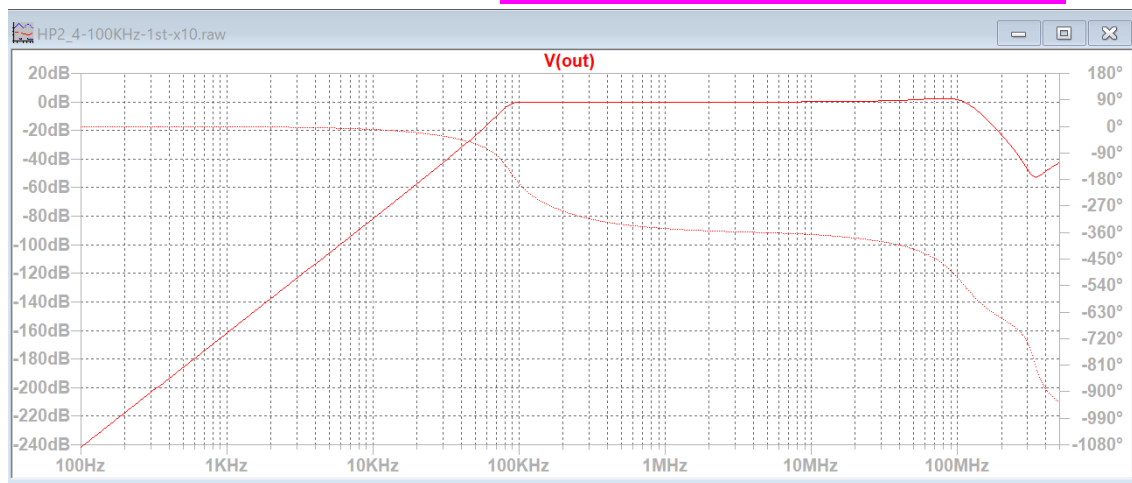
100KHz で -0.88dB, 82MHz 付近に 2.7dB のピークがある。

C1\_1 と C1\_2 を増減した場合の変化を調べる。

C1\_1 を増加する場合

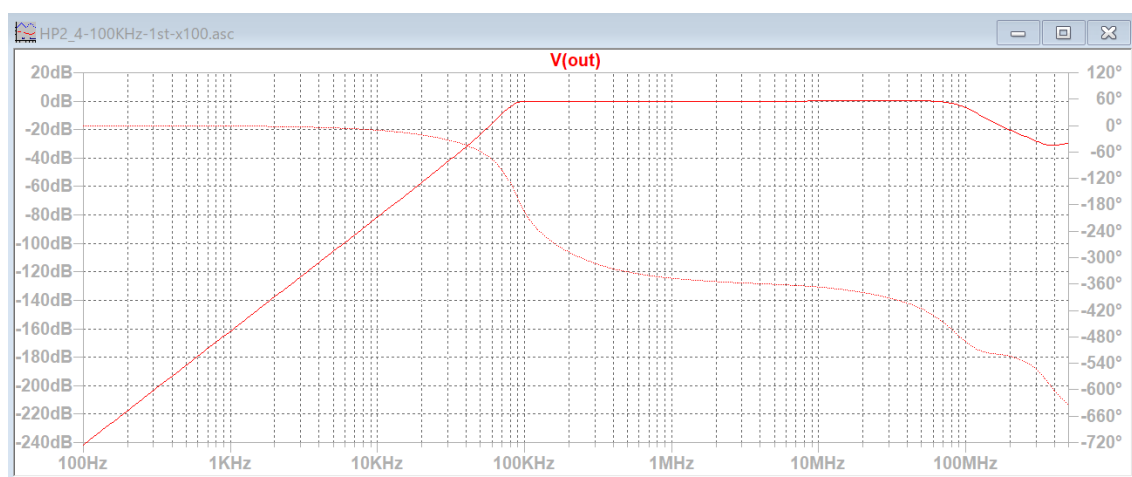
10 倍 HP2\_4-100KHz-1st-x10.asc

100KHz で -0.12dB, 20MHz にピーク 2.5dB



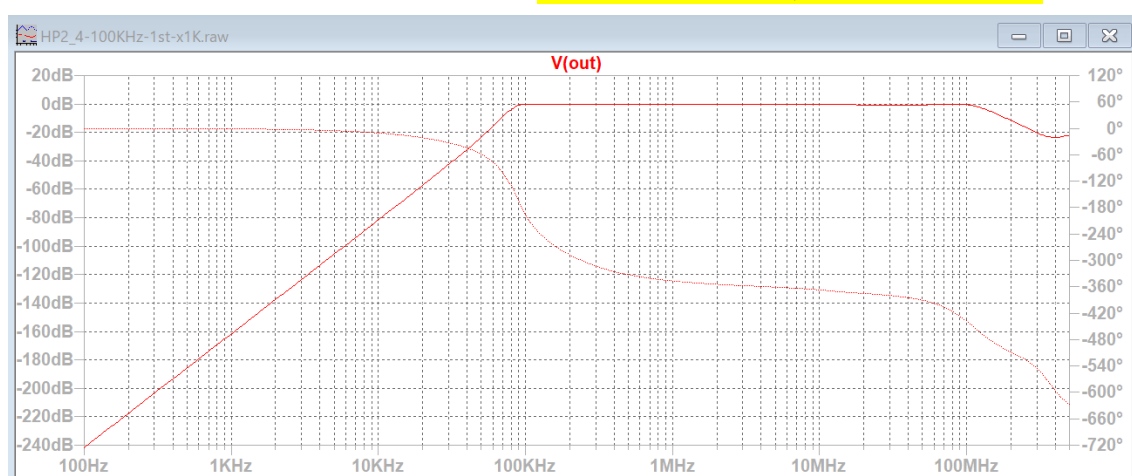
100 倍 HP2\_4-100KHz-1st-x100.asc

100KHz で -0.09dB, 通過域は 90MHz



1000 倍 HP2\_4-100KHz-1st-x1K.asc

100KHz で -0.04dB, 通過域は 127MHz

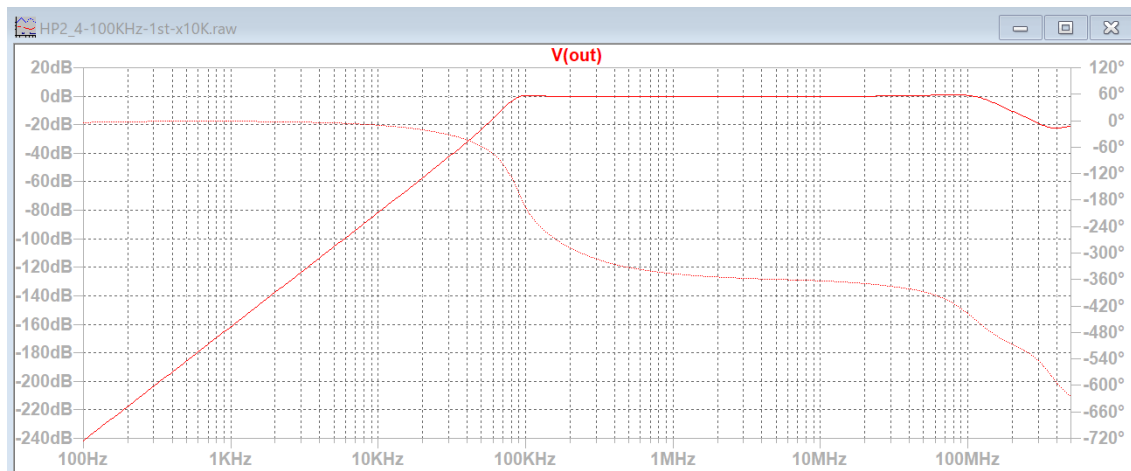


HP2\_4-100KHz-Ltact

C1\_1 を増加する場合

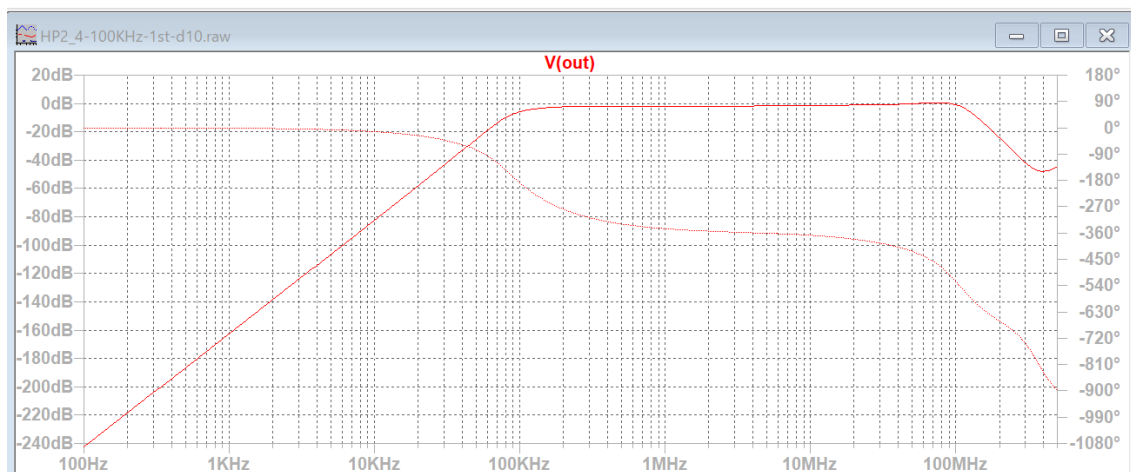
LtAct ver.2.60 追加実験

1 万倍 HP2\_4-100KHz-1st-x10K.asc 100KHz で 0.37dB, 通過域は 136MHz



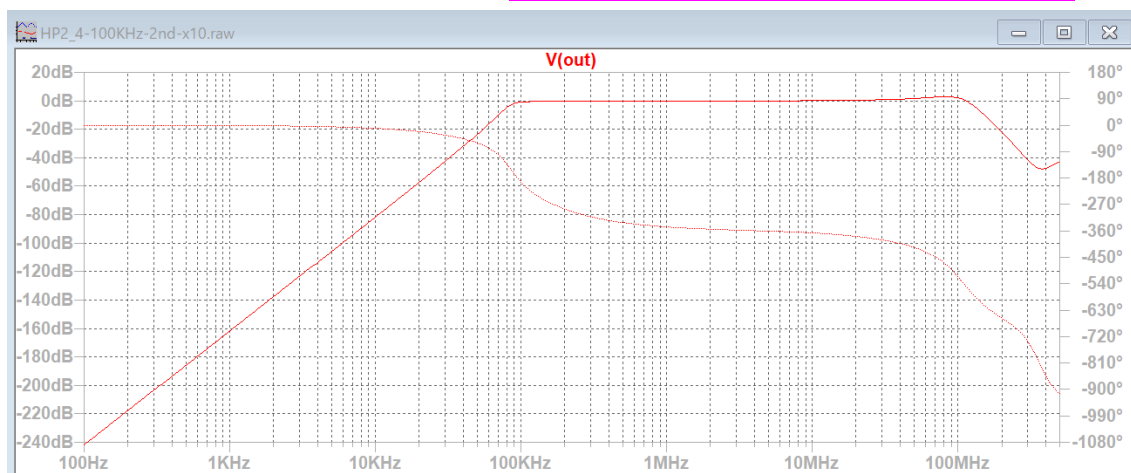
C1\_1 を減少する場合

1/10 倍 HP2\_4-100KHz-1st-d10.asc 100KHz で -5.9dB, 通過域は 111MHz



C1\_2 を増加する場合

10 倍 HP2\_4-100KHz-2nd-x10.asc 100KHz で -0.86dB, 82MHz にピーク 2.9dB



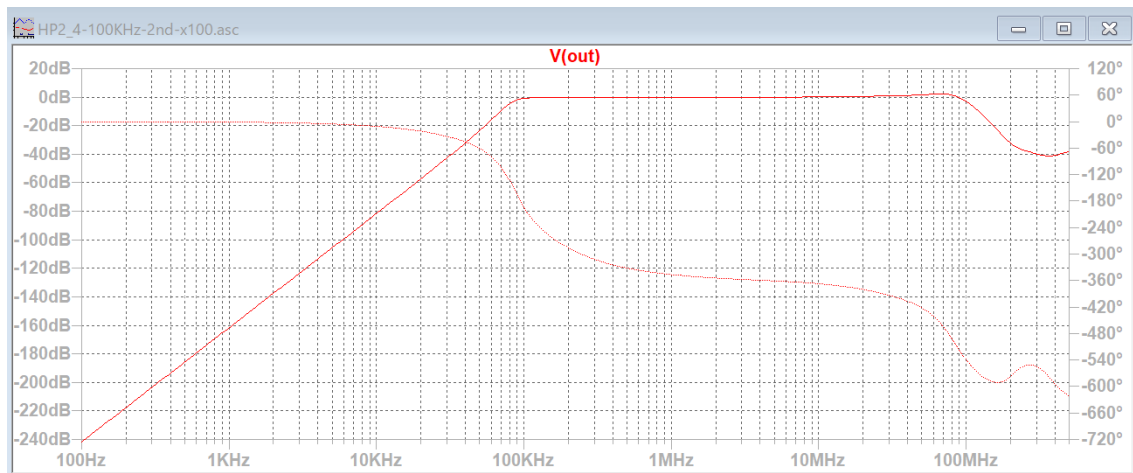
HP2\_4-100KHz-Ltact

C1\_1 を減少する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

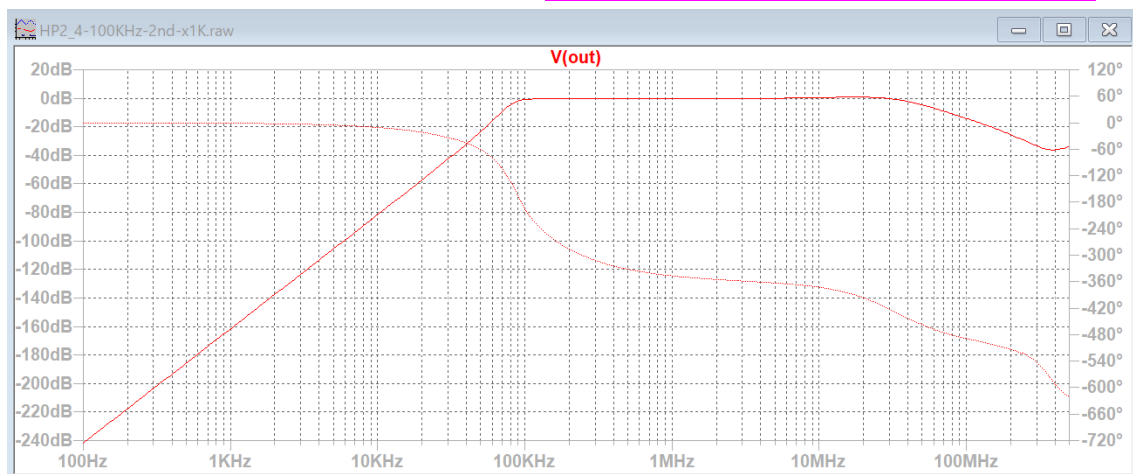
100 倍 HP2\_4-100KHz-2nd-x100.asc

100KHz で -0.8dB, 67MHz にピーク 2.2dB



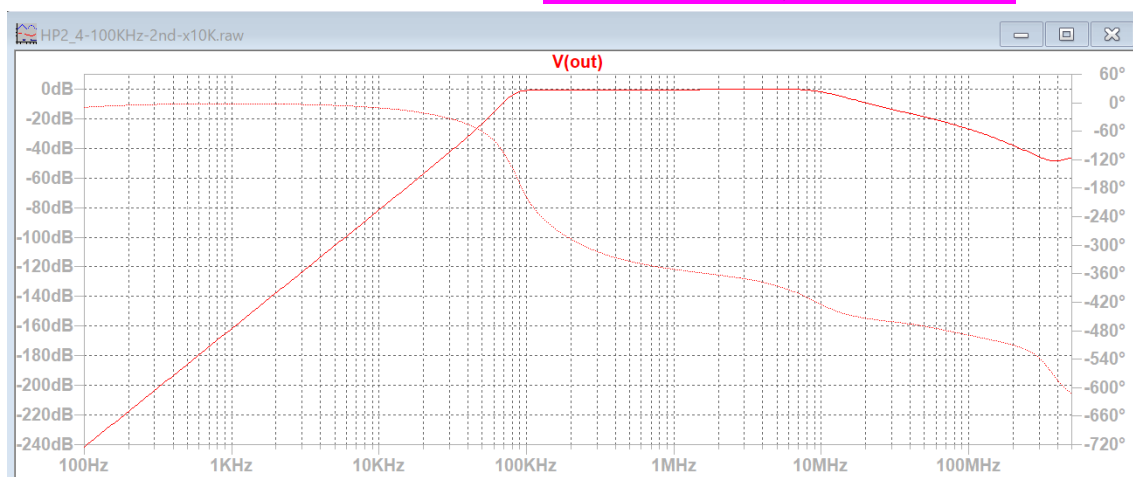
1000 倍 HP2\_4-100KHz-2nd-x1K.asc

100KHz で -0.8dB, 18MHz にピーク 0.8dB



1 万倍 HP2\_4-100KHz-2nd-x10K.asc

100KHz で -1.0dB, 通過域は 11MHz



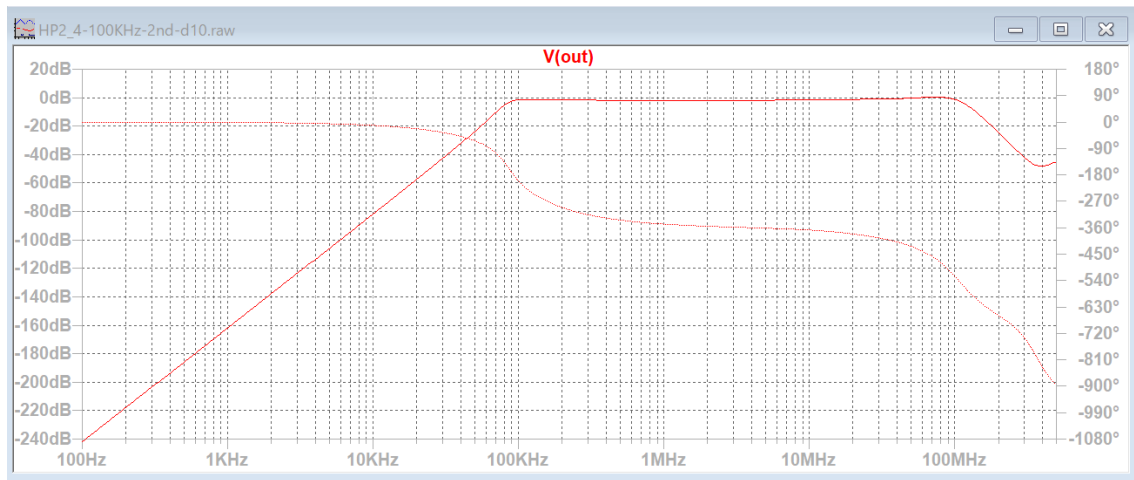
HP2\_4-100KHz-Ltact

C1\_2 を増加する場合

## C1\_2 を減少する場合

1/10 倍 HP2\_4-100KHz-2nd-d10.asc

100KHz で -1.5dB, 通過域は 110MHz



## 実験のまとめ

HP2\_4-100KHz では、C1\_1 を増加するとピークは小さくなる。

C1\_1 を 1000 倍に設定するとピークは消えて、通過域が 127MHz まで広がった。

C1\_2 を増加すると、通過域が急激に狭くなる。

C1\_1 または C1\_2 を減少すると、100KHz のゲインが低下する。

次は、オペアンプを交換して調べる。

LtAct ver.2.60 追加実験

## HP2\_4-100KHz-Ltact OP 交換

ハイパス・チェビシェフ 4次 100KHz

HP2 フィルタの通過域のピークを改善したい

設計パラメータの入力		遮断特性		チェビシェフ	
フィルタの種類	ハイパスフィルタ	遮断特性	チェビシェフ		
設計するフィルタの次数 m(<=58)	4				
カットオフ周波数 Fc	100			KHz	
周波数Fcにおける減衰量又はリップル attp	0.1			dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs =	1.5			倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Chebyshev 次数=4

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 66.6667KHz atts = 11.42dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	249.5796K	296.8232G	1.0000	0	0
		Fc=	86.7100K	Q =	2.1829 GB 積= 18.9282Meg
2	1.2865Meg	633.7592G	1.0000	0	0
		Fc=	126.7017K	Q =	0.6188 GB 積= 7.8403Meg

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\HP2\_4-100KHz-Ltact.asc 作成日時 Fri Feb 19 17:42:14 2021

アナログ High Pass Chebyshev 次数=4

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 66.6667KHz atts = 11.42dB

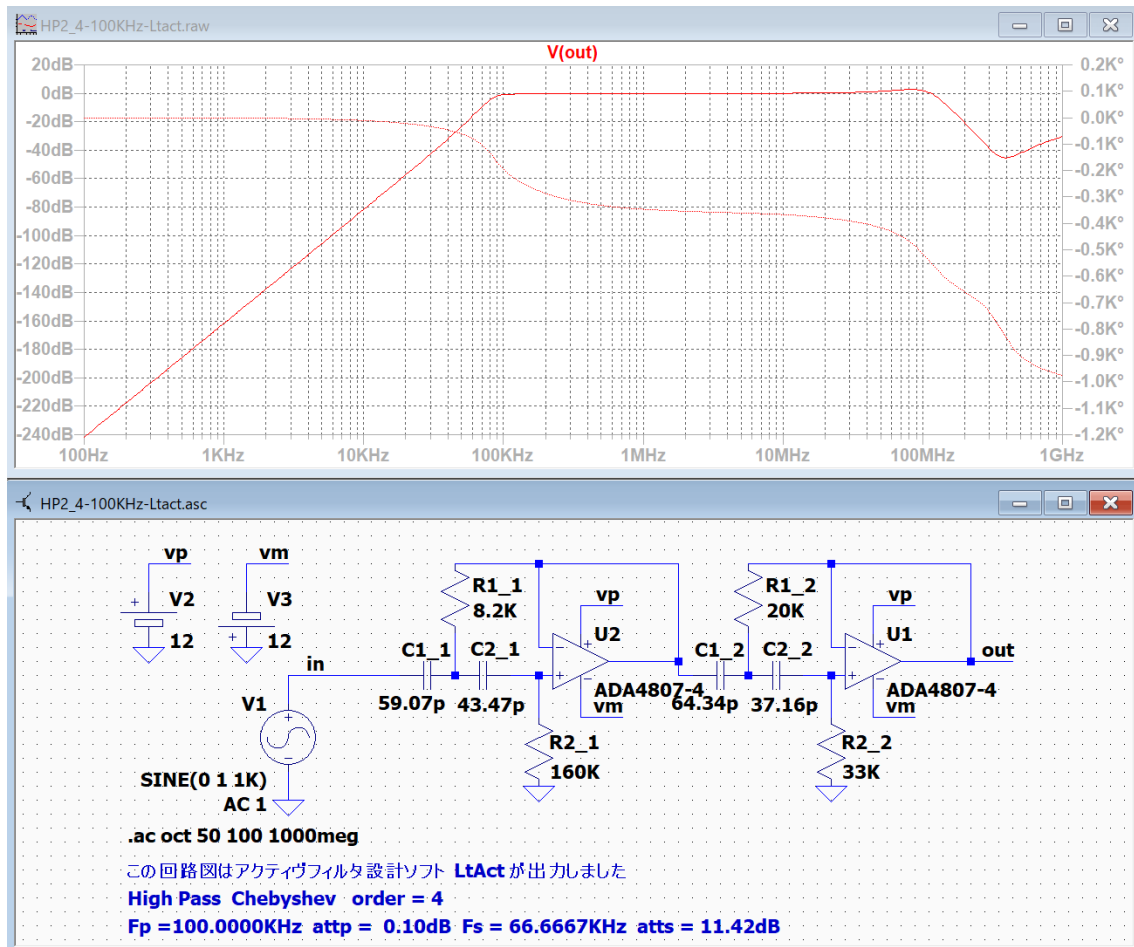
- 1 (HP2) 「HP2-1-1」 R1\_1 = 8.2000K R2\_1 = 160.0000K  
 C1\_1 = 59.0692p C2\_1 = 43.4718p 誤差 = 1.09 %  
 2 (HP2) 「HP2-2-2」 R1\_2 = 20.0000K R2\_2 = 33.0000K  
 C1\_2 = 64.3400p C2\_2 = 37.1579p 誤差 = 3.12 %

HP2\_4-100KHz-Ltact OP 交換

LtAct ver.2.60 追加実験

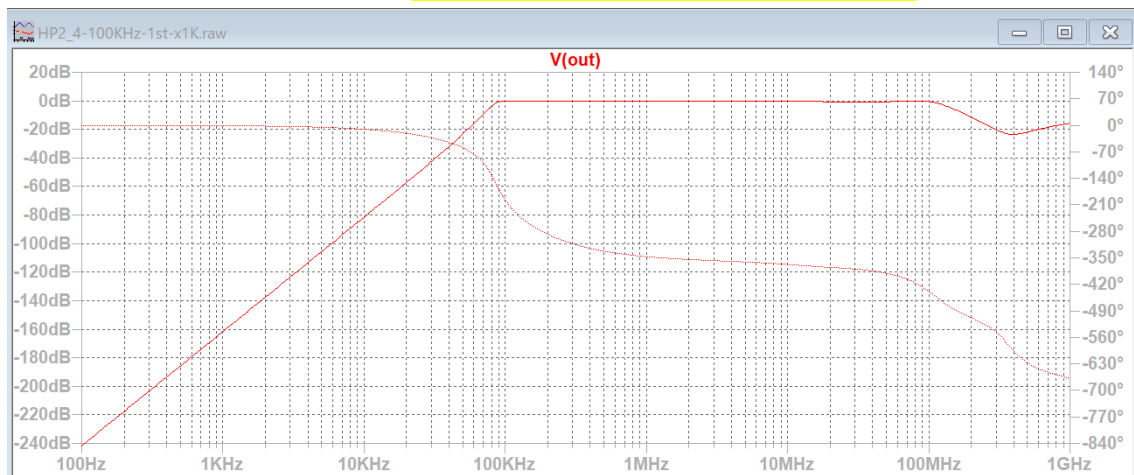
## 完成した回路図

HP2\_4-100KHz-Ltact.asc 100KHz で -0.88dB, 82MHz 付近に 2.7dB のピークがある



ADA4807-4 を使用して、C1\_1 を 1000 倍にした場合

HP2\_4-100KHz-1st-x1K.asc 100KHz で -0.04dB, 通過域は 127MHz



HP2\_4-100KHz-Ltact OP 交換

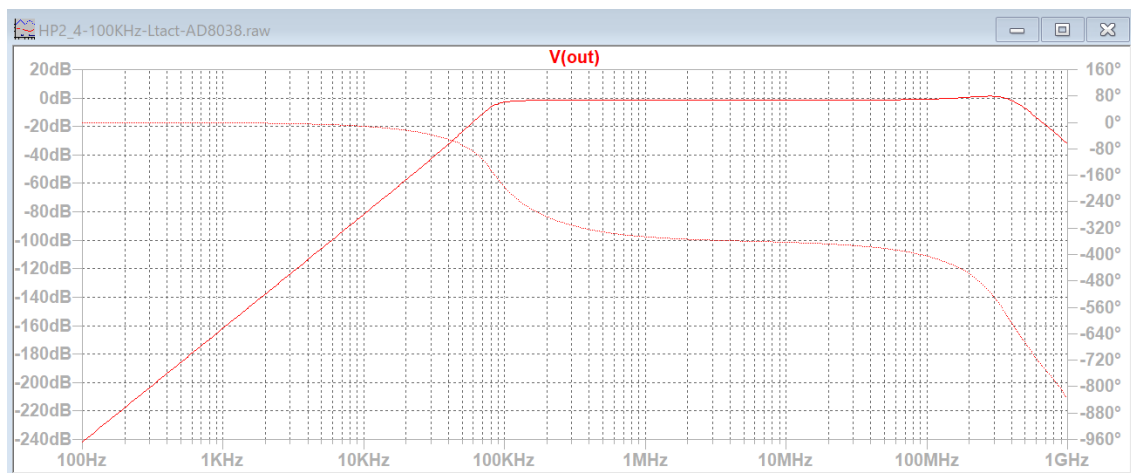
完成した回路図



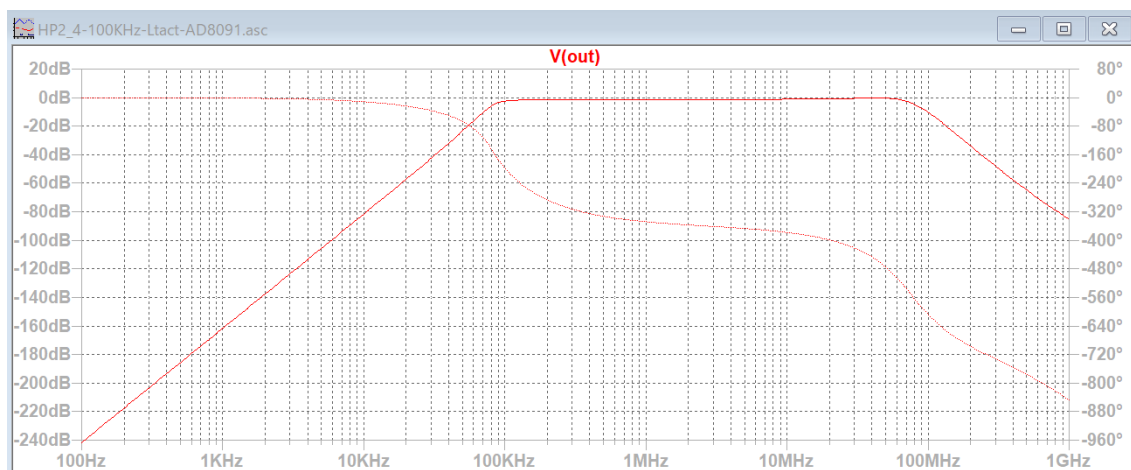
## LtAct ver.2.60 追加実験

オペアンプを交換した場合の特性を調べる。

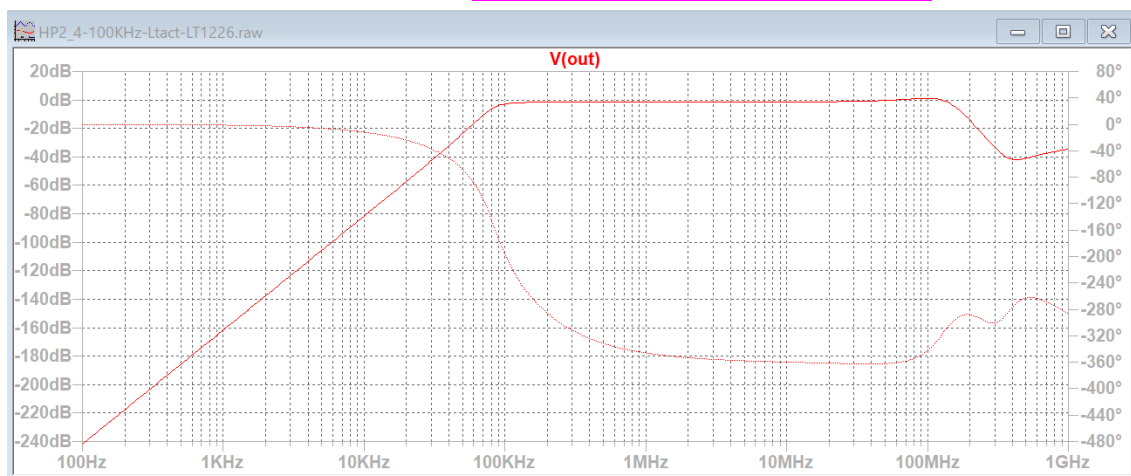
HP2\_4-100KHz-Ltact-AD8038.asc 100KHz で-3.0dB、280MHz に 1.3dB のピーク



HP2\_4-100KHz-Ltact-AD8091.asc 100KHz で-2.5dB、72MHz で-3dB



HP2\_4-100KHz-Ltact-LT1226.asc 100KHz で-2.5dB、146MHz で-3dB

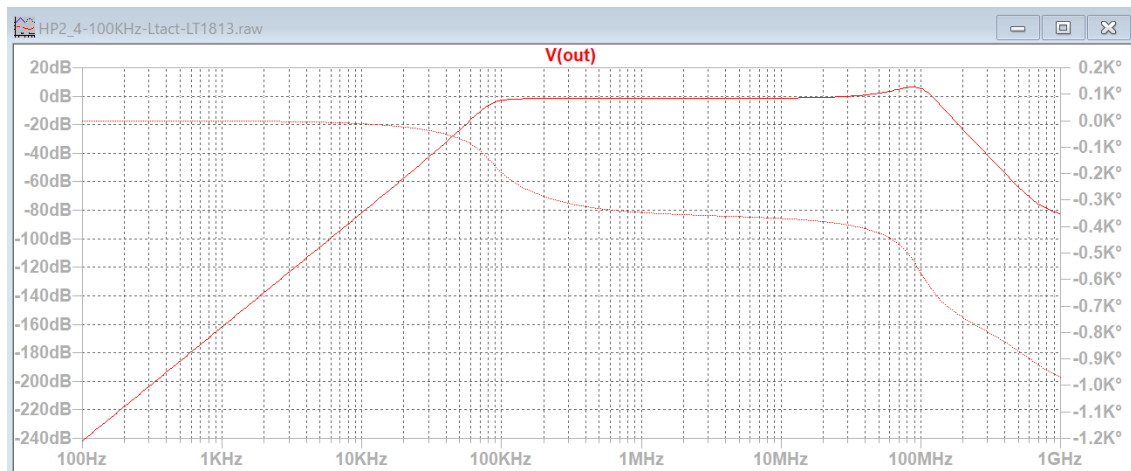


HP2\_4-100KHz-Ltact OP 交換

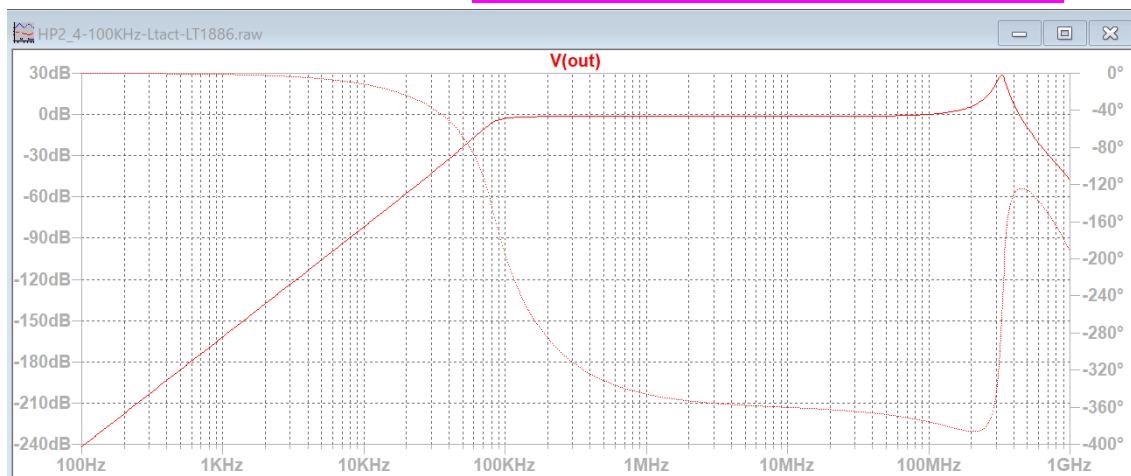
完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

HP2\_4-100KHz-Ltact-LT1813.asc 100KHz で-3.0dB、88MHz に 6.4dB のピーク

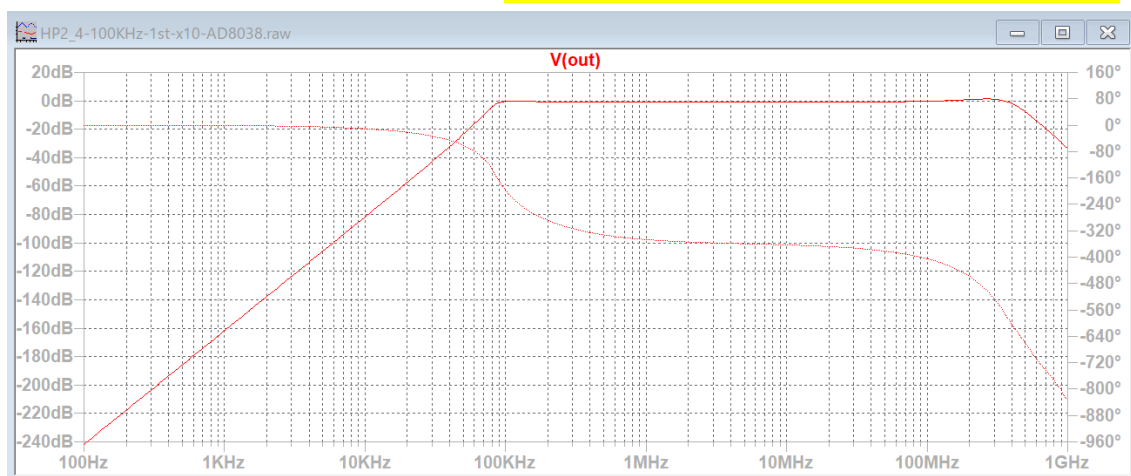


HP2\_4-100KHz-Ltact-LT1886.asc 100KHz で-2.9dB、326MHz に 29dB のピーク



C1\_1 を 10 倍にした場合

HP2\_4-100KHz-1st-x10-AD8038.asc 100KHz で-0.53dB、267MHz に 1.3dB のピーク

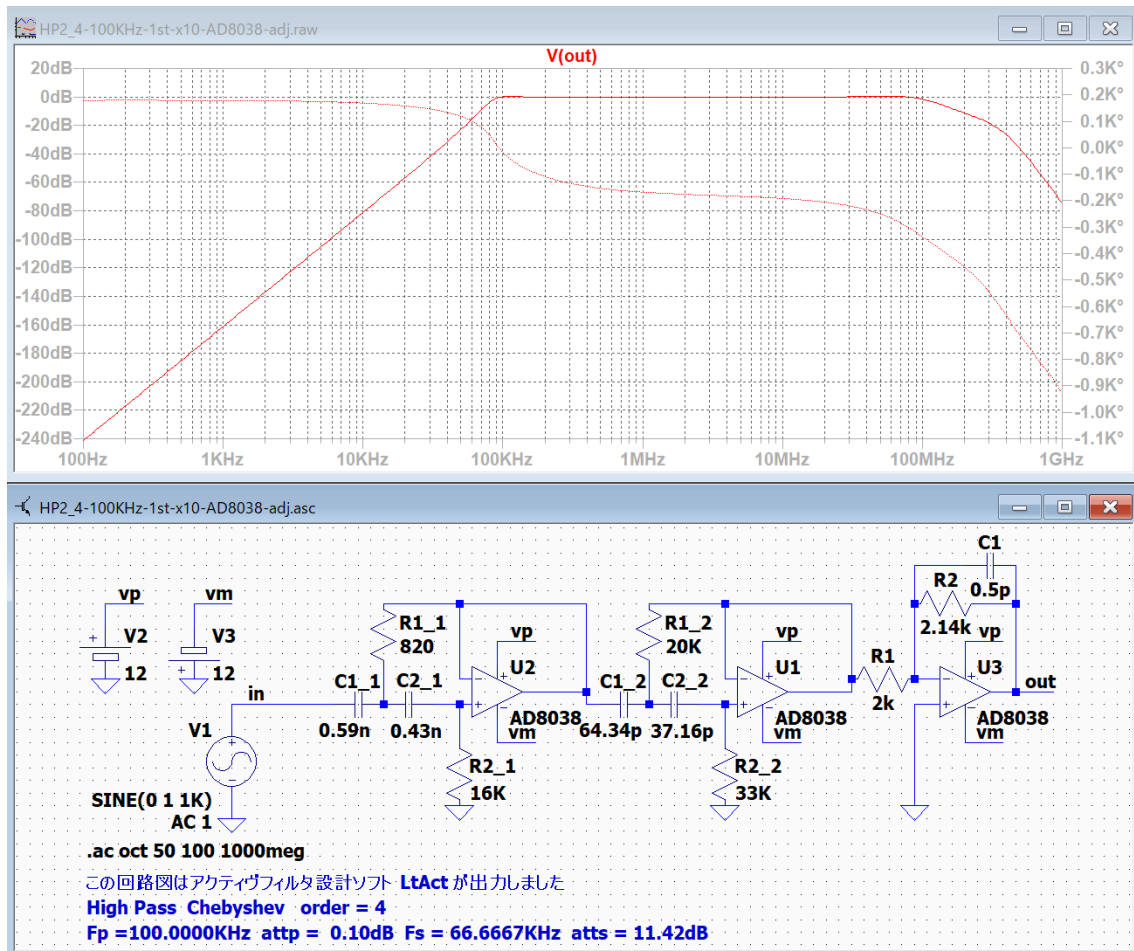


HP2\_4-100KHz-Ltact OP 交換 C1\_1 を 10 倍にした場合

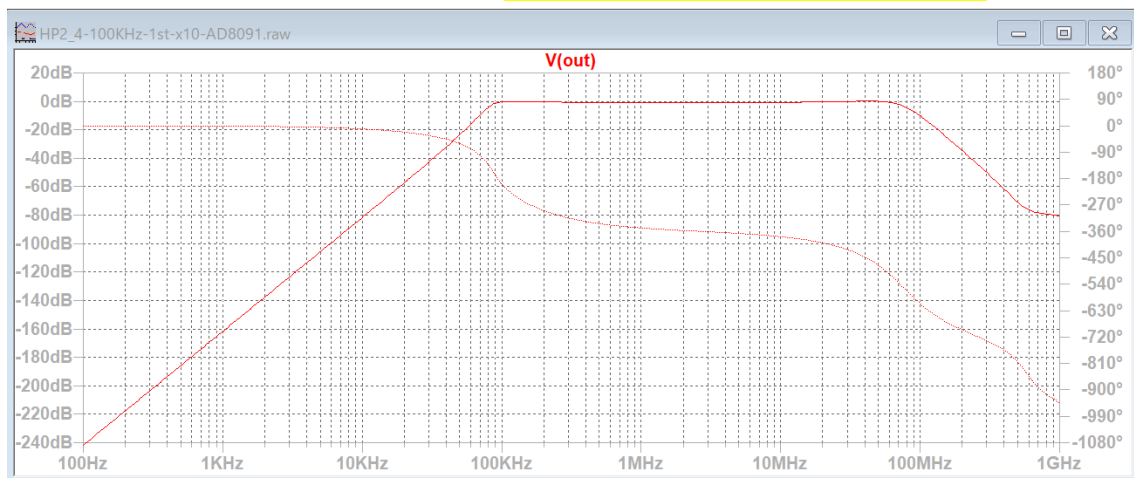
LtAct ver.2.60 追加実験

最終段 U2 の後ろにピークを消すオペアンプを追加した場合

HP2\_4-100KHz-1st-x10-AD8038-adj.asc 100KHz で 0.05dB、通過域は 112MHz



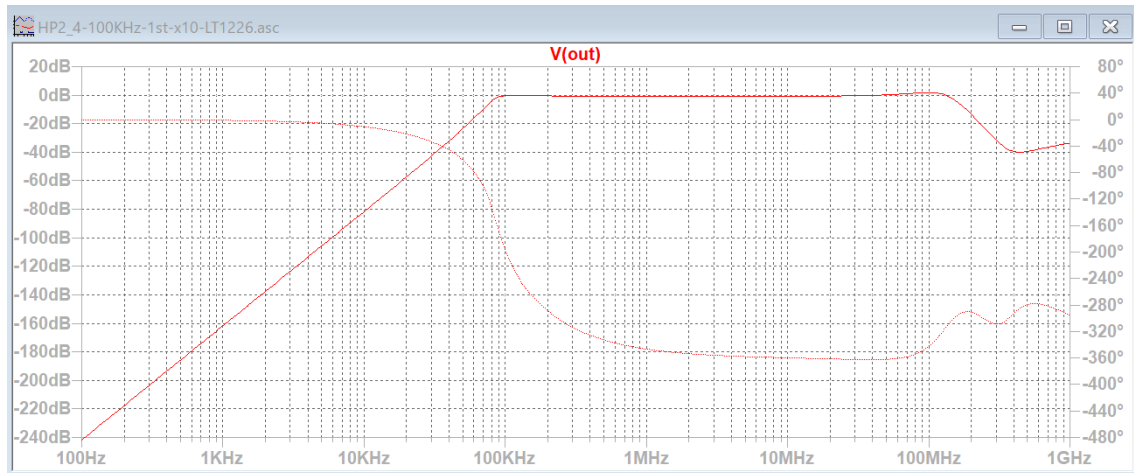
HP2\_4-100KHz-1st-x10-AD8091.asc 100KHz で-0.42dB、通過域は 73MHz



HP2\_4-100KHz-Ltact OP 交換 C1\_1 を 10 倍にした場合

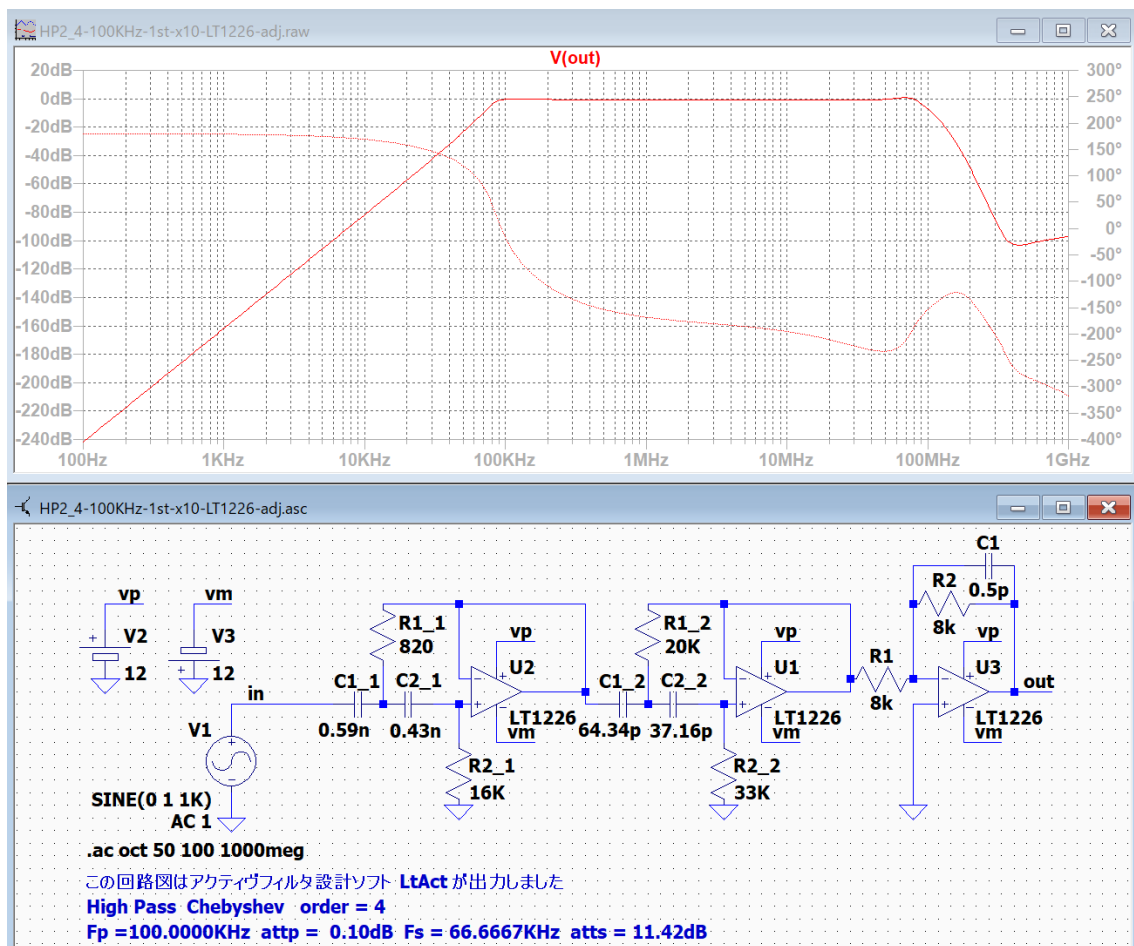
LtAct ver.2.60 追加実験

HP2\_4-100KHz-1st-x10-LT1226.asc 100KHz で-0.53dB、100MHz に 1.7dB のピーク



最終段 U2 の後ろにピークを消すオペアンプを追加した場合

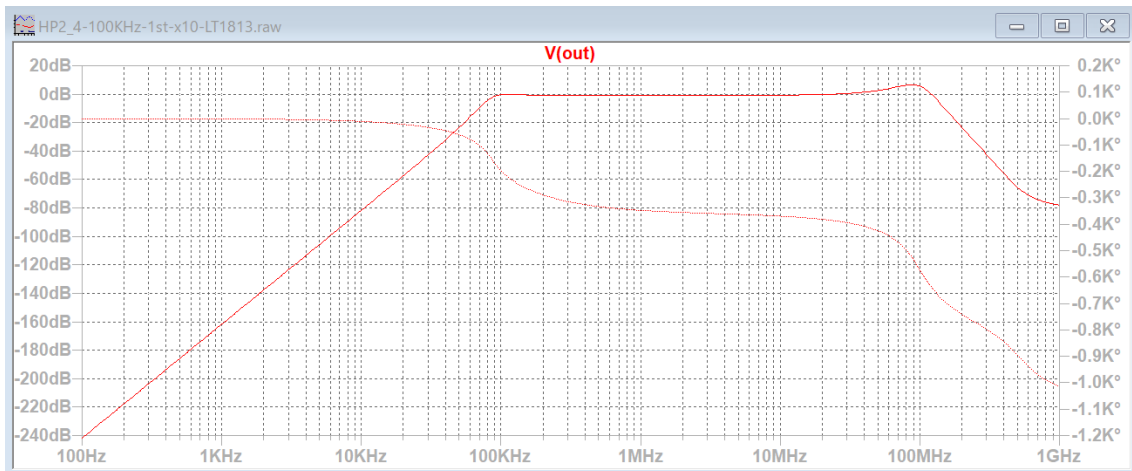
HP2\_4-100KHz-1st-x10-LT1226.asc 100KHz で-0.45dB、通過域は 88MHz



HP2\_4-100KHz-Ltact OP 交換 C1\_1 を 10 倍にした場合

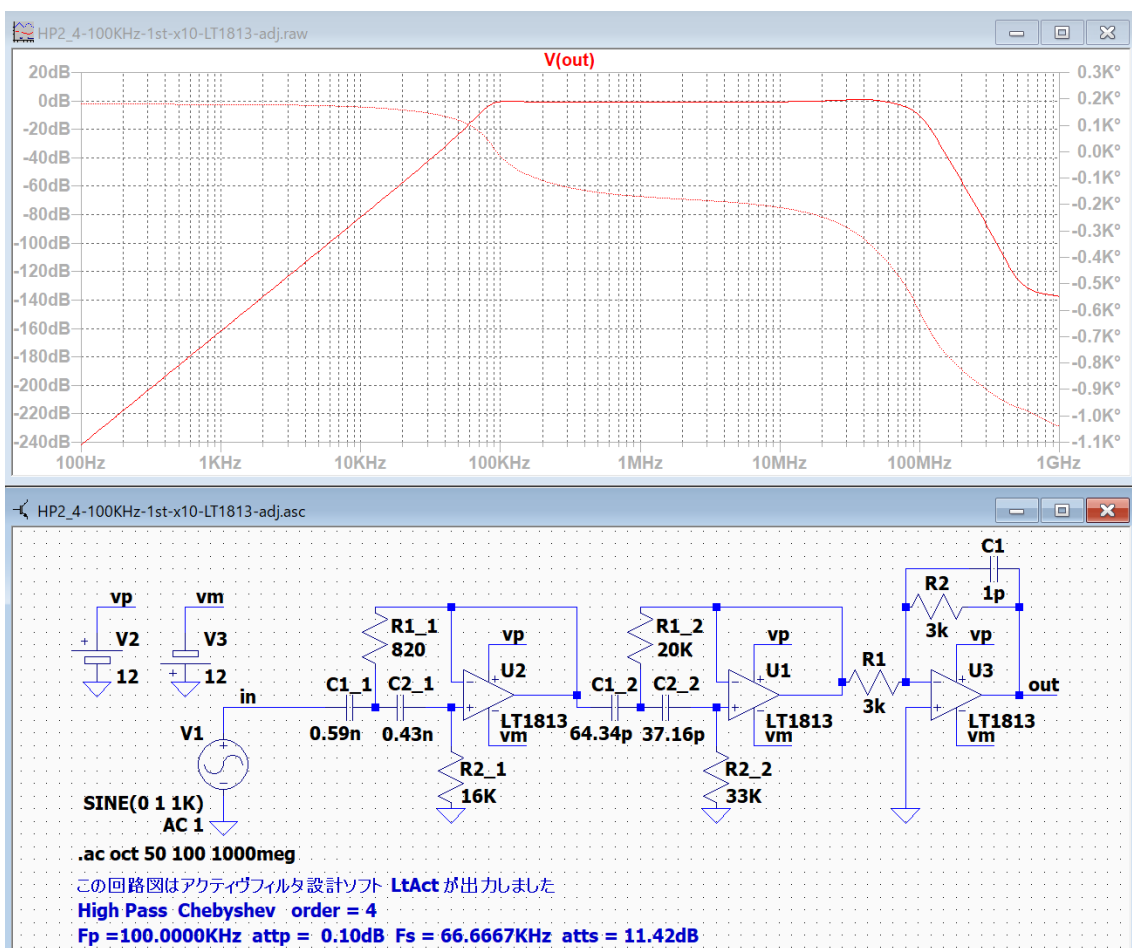
LtAct ver.2.60 追加実験

HP2\_4-100KHz-1st-x10-LT1813.asc 100KHz で-0.52dB、87MHz に 6.6dB のピーク



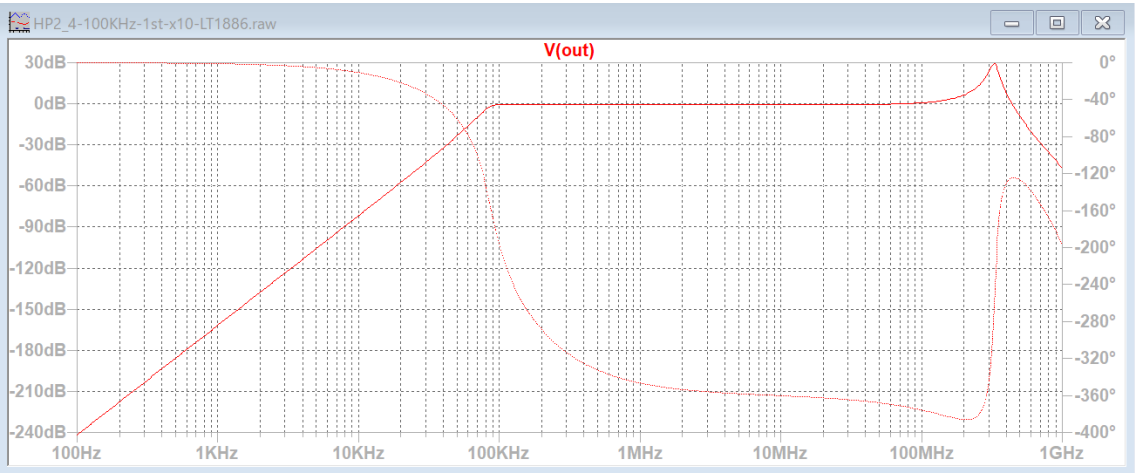
最終段 U2 の後ろにピークを消すオペアンプを追加した場合

HP2\_4-100KHz-1st-x10-LT1813-adj.asc 100KHz で-0.53dB、通過域は 72MHz



HP2\_4-100KHz-Ltact OP 交換 C1\_1 を 10 倍にした場合

HP2\_4-100KHz-1st-x10-LT1886.asc 330MHz に 30dB のピーク



実験のまとめ

HP2\_4-100KHz-Ltact.asc のオペアンプを交換すると、100KHz のゲインが低下する。  
HP2\_4-100KHz-Ltact.asc の C1\_1 を 10 倍にした回路図のオペアンプを交換すると、好結果が得られる場合があった。

HP2\_4-100KHz 通過域の順位

順位	オペアンプ名	帯域 MHz	C1_1の倍率
1位	AD8038	267	10
2位	ADA4807-4	127	1000
3位	LT1226	88	10
4位	AD8091	73	10
5位	LT1813	72	10

次は、カットオフ周波数が 1KHz と 1MHz の場合を調べる。

LtAct ver.2.60 追加実験

## HP2\_4-1KHz-Ltact

ハイパス・チェビシェフ 4次 1KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ 遮断特性 チェビシェフ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  4

カットオフ周波数  $F_c$  1 KHz

周波数  $F_c$  における減衰量又はリップル  $att_p$  0.1 dB 0K

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s =$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Chebyshev 次数=4

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 11.42dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	2.4958K	29.6823Meg	1.0000	0	0
	Fc= 867.0999 Q= 2.1829 GB 積=189.2819K				
2	12.8650K	63.3759Meg	1.0000	0	0
	Fc= 1.2670K Q= 0.6188 GB 積= 78.4031K				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\HP2\_4-1KHz-Ltact\HP2\_4-1KHz-Ltact.asc 作

成日時 Thu Feb 25 21:49:38 2021

アナログ High Pass Chebyshev 次数=4

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 11.42dB

1 (HP2) 「HP2-0-1」 R1\_1 = 43.0000K R2\_1 = 820.0000K

C1\_1 = 0.9990n C2\_1 = 0.9564n 誤差 = 4.55 %

2 (HP2) 「HP2-0-2」 R1\_2 = 110.0000K R2\_2 = 180.0000K

C1\_2 = 1.1561n C2\_2 = 0.6893n 誤差 = 1.35 %

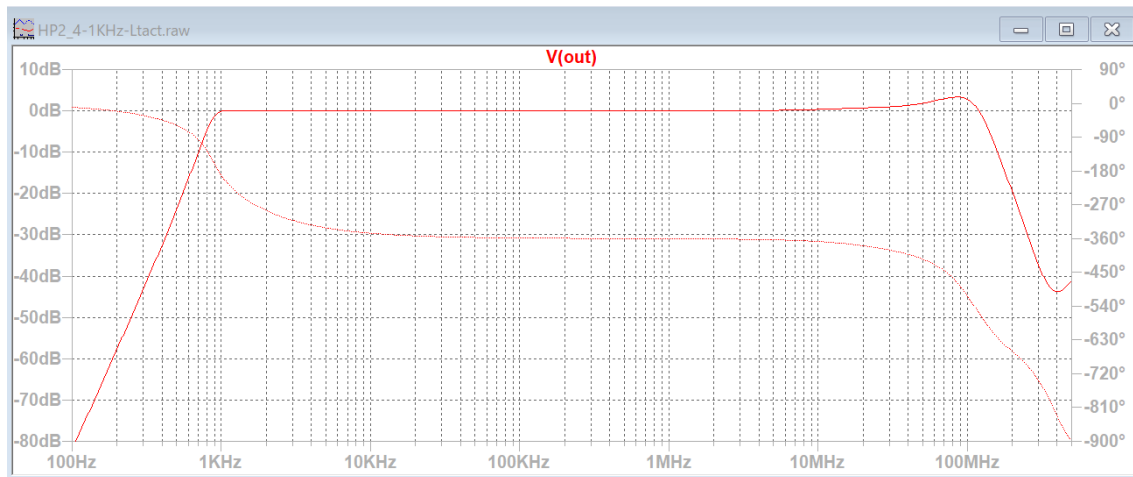
HP2\_4-1KHz-Ltact



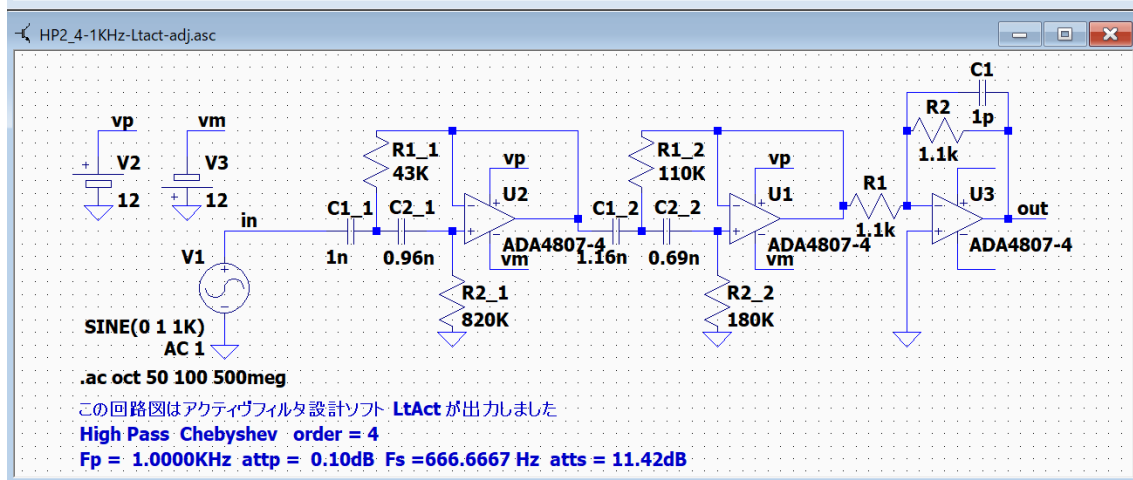
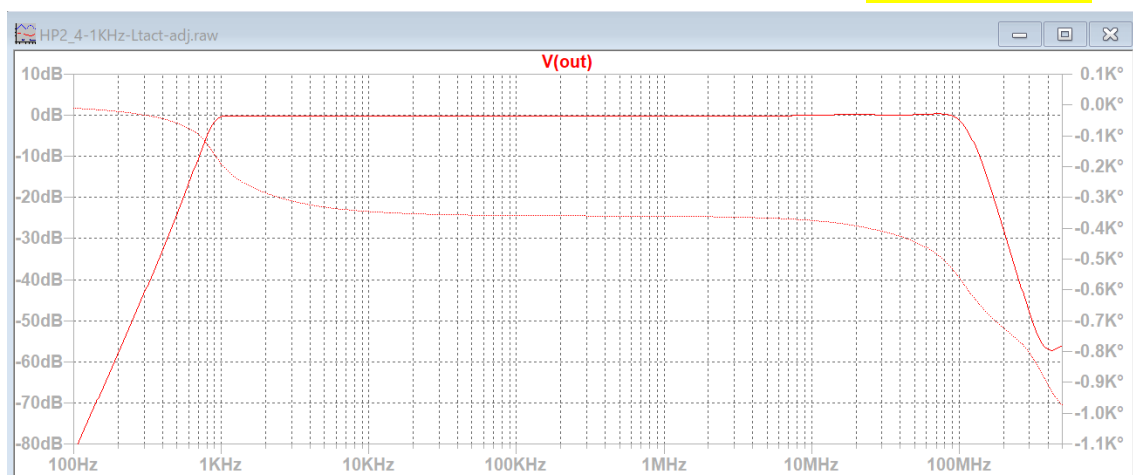
LtAct ver.2.60 追加実験

完成した回路図

HP2\_4-1KHz-Ltact.asc



HP2\_4-1KHz-Ltact-adj.asc ピークを消すオペアンプを追加すると 通過域は 111MHz



HP2\_4-1KHz-Ltact

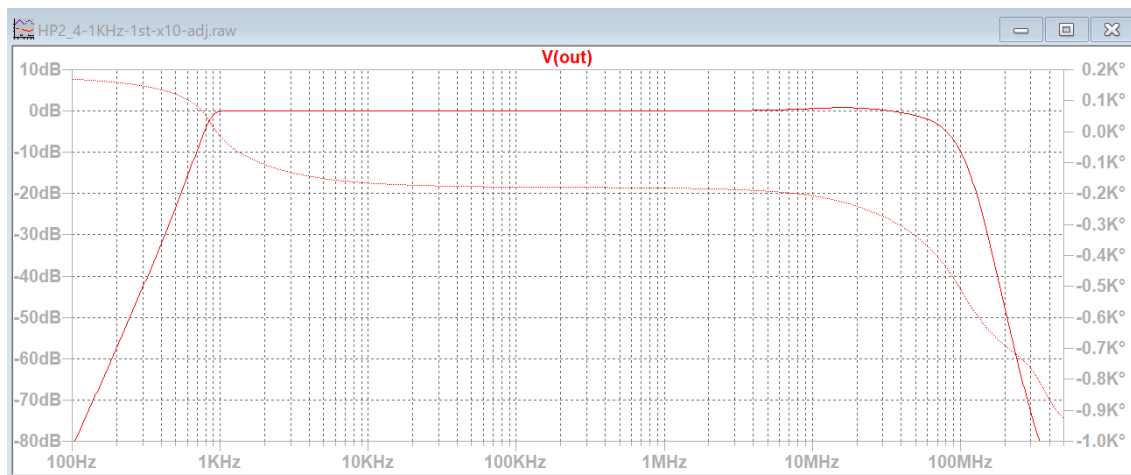
完成した回路図



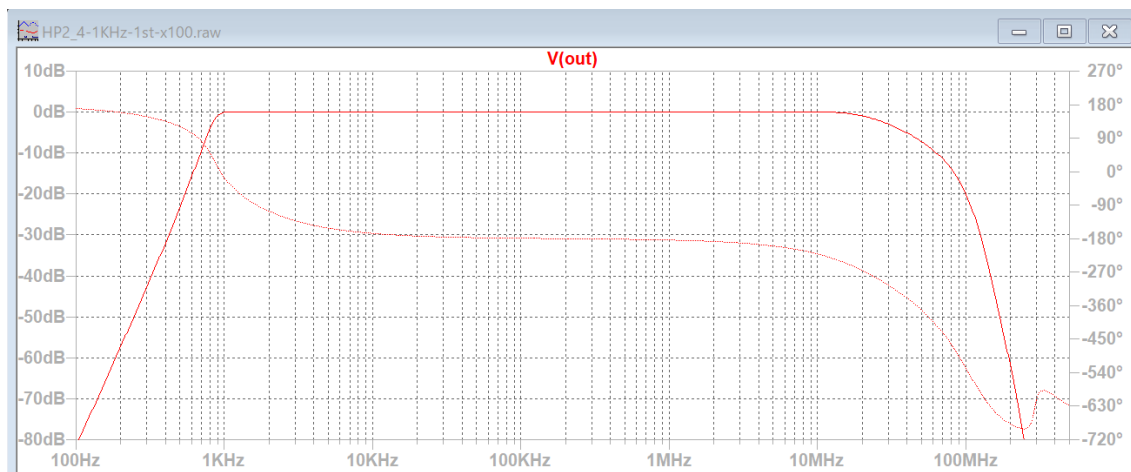
LtAct ver.2.60 追加実験

C1\_1 を増減する場合

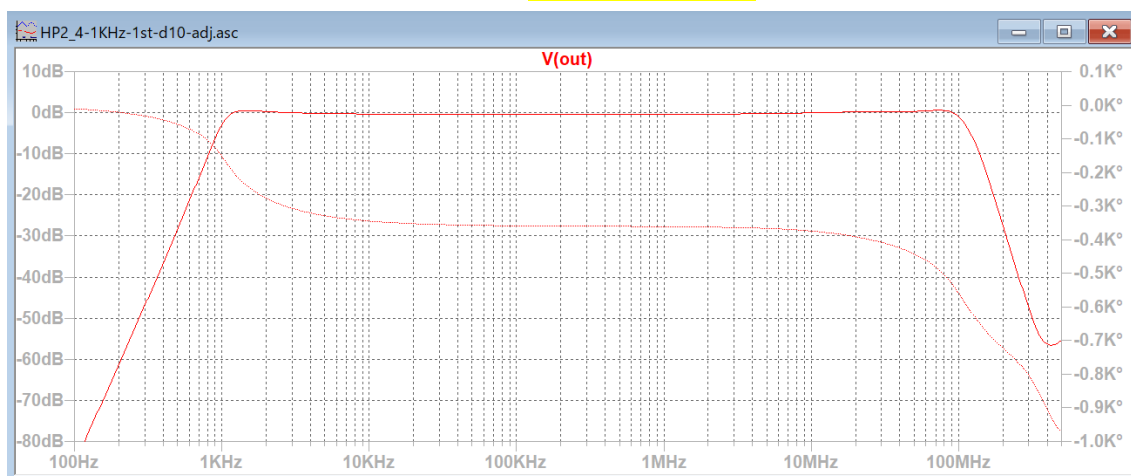
10 倍 HP2\_4-1KHz-1st-x10-adj.asc 通過域は 68MHz



100 倍 HP2\_4-1KHz-1st-x100-adj.asc 通過域は 30MHz



1/10 倍 HP2\_4-1KHz-1st-d10-adj.asc 通過域は 112MHz



ADA4807-4 では、C1\_1 を 1/10 に設定すると通過域が少し広くなった。

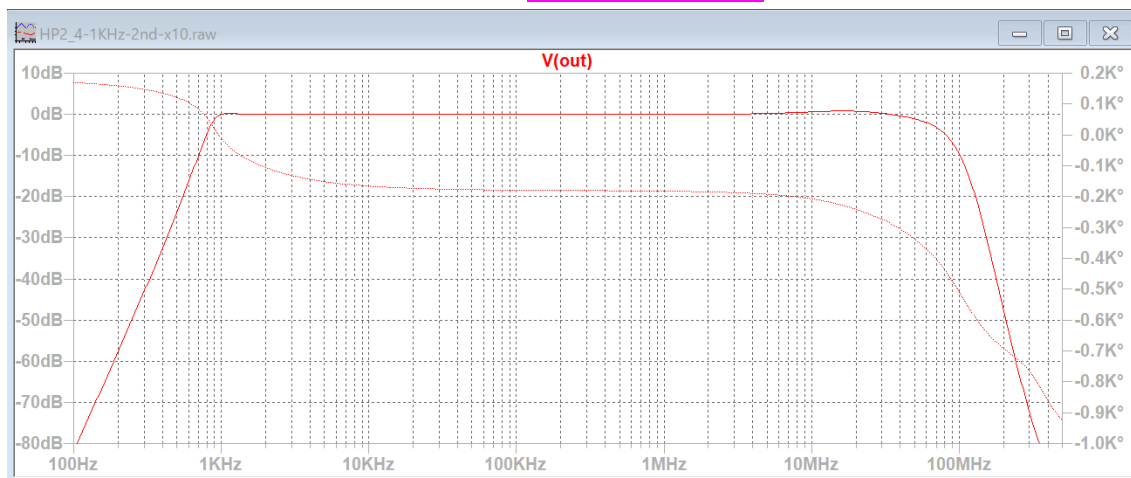
HP2\_4-1KHz-Ltact

C1\_1 を増減する場合

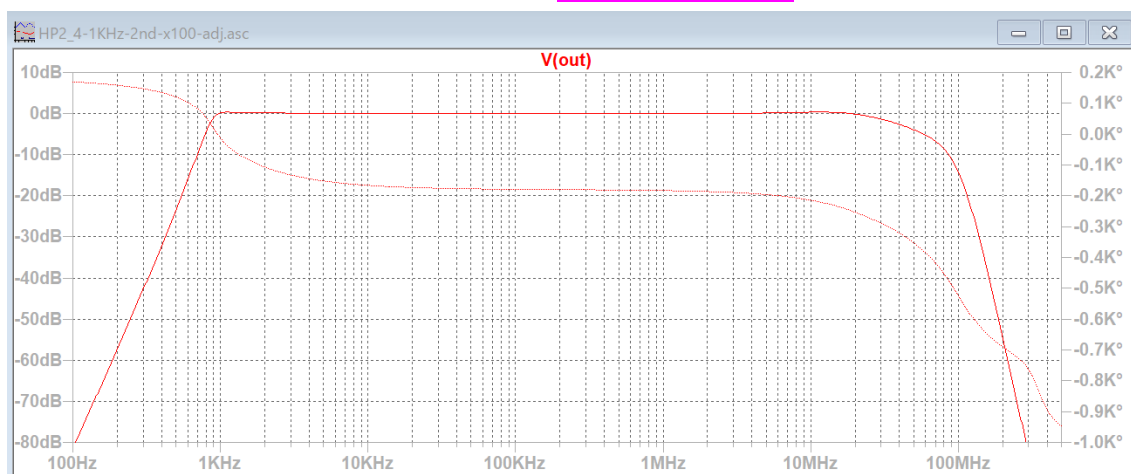
LtAct ver.2.60 追加実験

C1\_2 を増減する場合

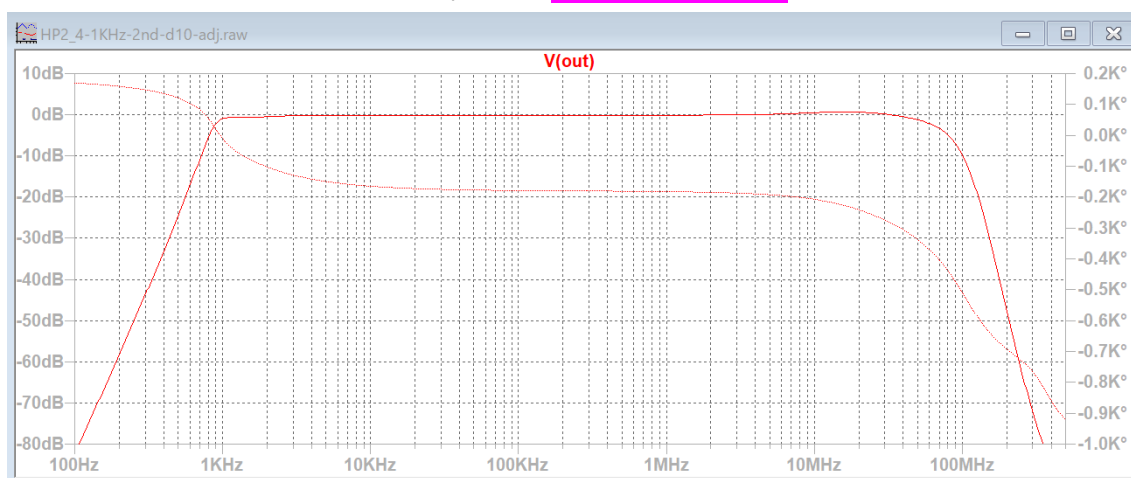
10 倍 HP2\_4-1KHz-2nd-x10-adj.asc 通過域は 68.3MHz



100 倍 HP2\_4-1KHz-2nd-x100-adj.asc 通過域は 42.4MHz



1/10 倍 HP2\_4-1KHz-2nd-d10-adj.asc 通過域は 67.3MHz



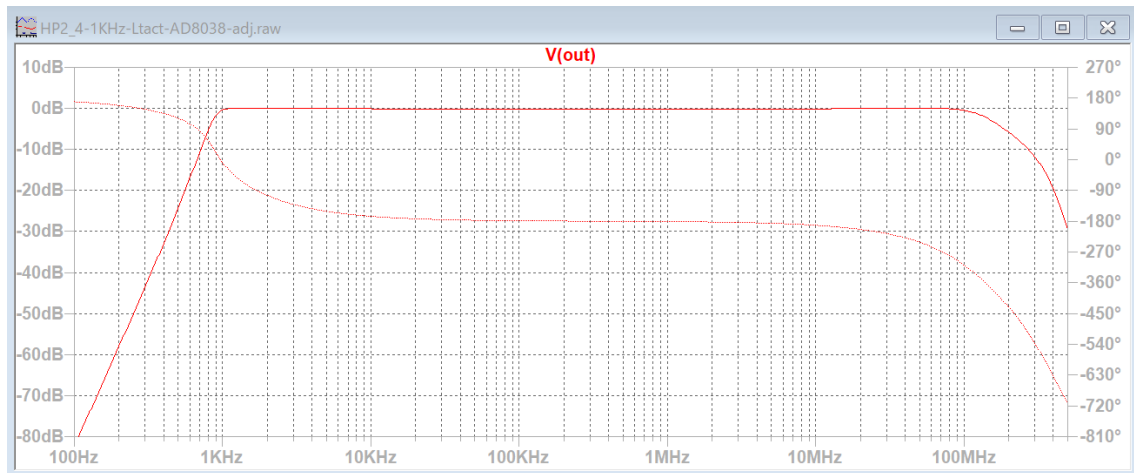
ADA4807-4 では、C1\_2 を増減すると通過域が狭くなった。

HP2\_4-1KHz-Ltact

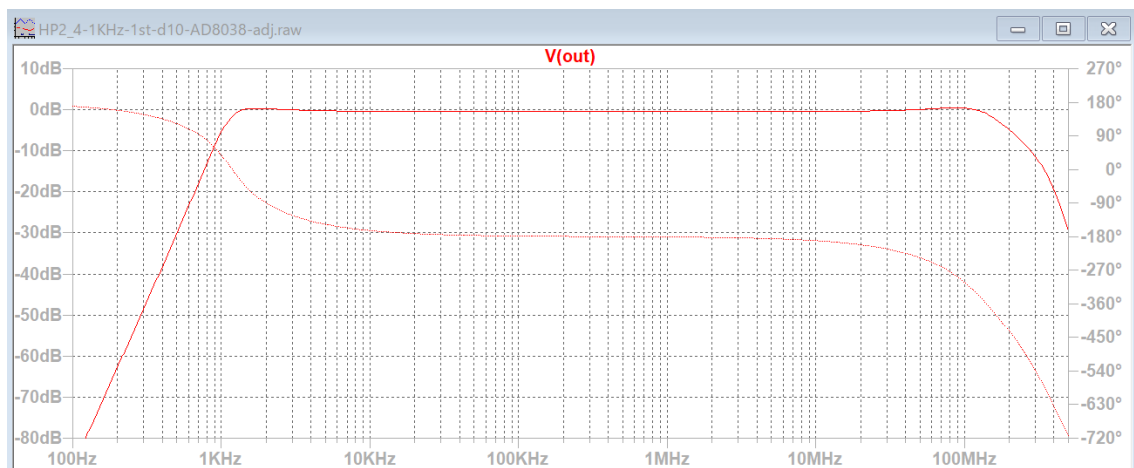
C1\_2 を増減する場合

## オペアンプを交換する場合

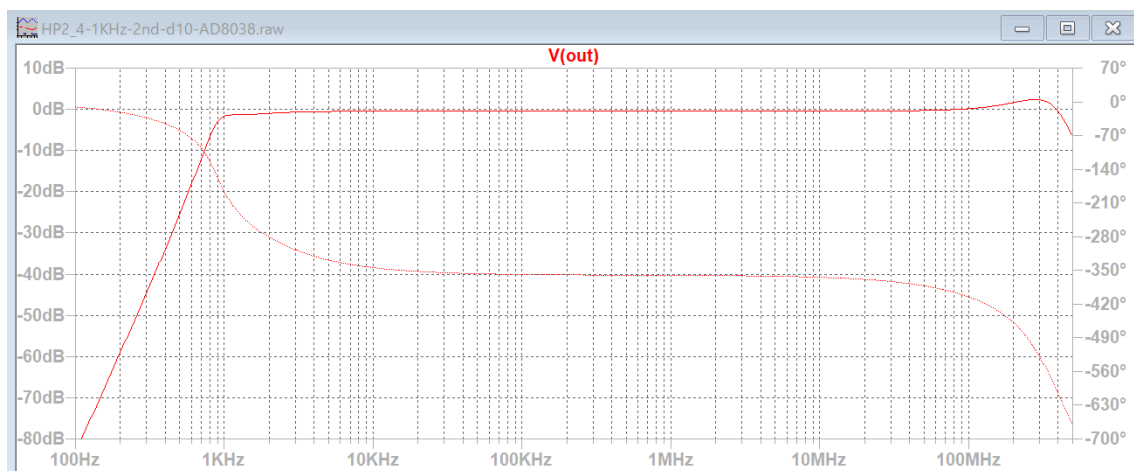
HP2\_4-1KHz-Ltact-AD8038-adj.asc 通過域は 152.9MHz



HP2\_4-1KHz-1st-d10-AD8038-adj.asc 通過域は 171.4MHz



HP2\_4-1KHz-2nd-d10-AD8038.asc 1KHz のゲインが低下している

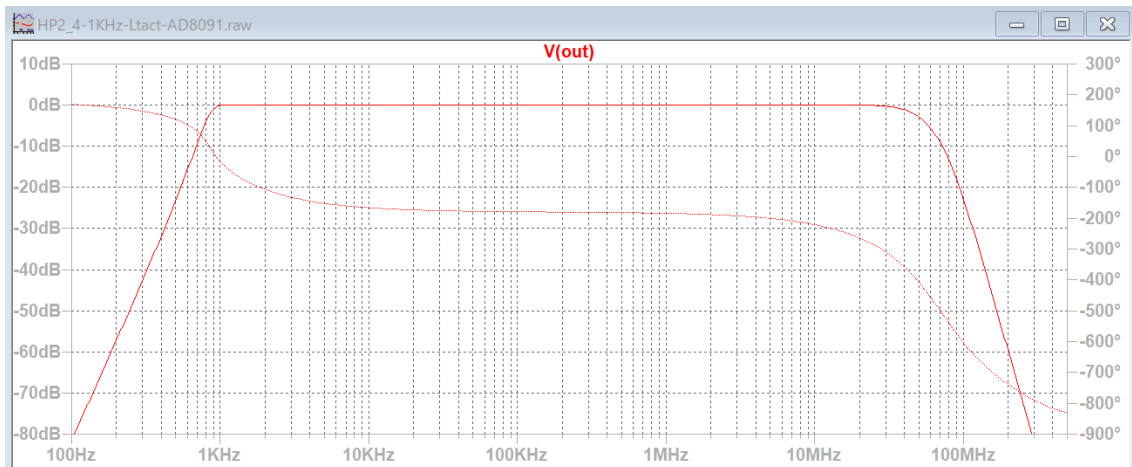


AD8038 では、C1\_1 を 1/10 にすると通過域が広くなった。

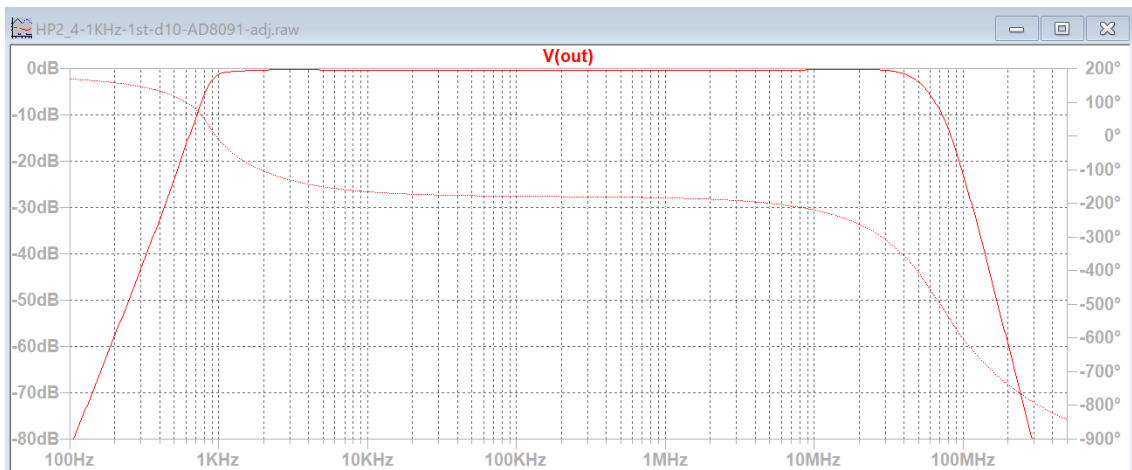
HP2\_4-1KHz-Ltact

オペアンプを交換する場合

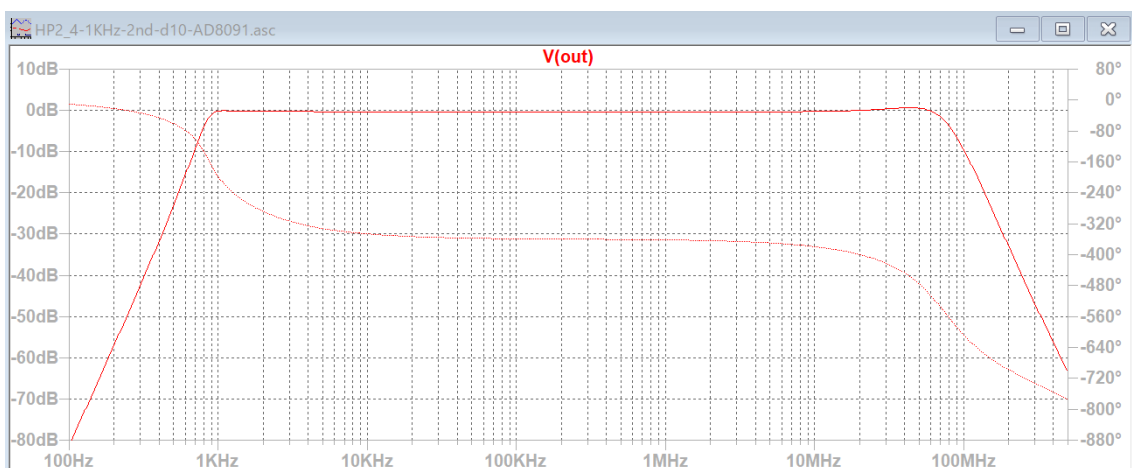
HP2\_4-1KHz-Ltact-AD8091-adj.asc 通過域は 50.5MHz



HP2\_4-1KHz-1st-d10-AD8091-adj.asc 通過域は 50.5MHz



HP2\_4-1KHz-2nd-d10-AD8091.asc 通過域は 76.4MHz



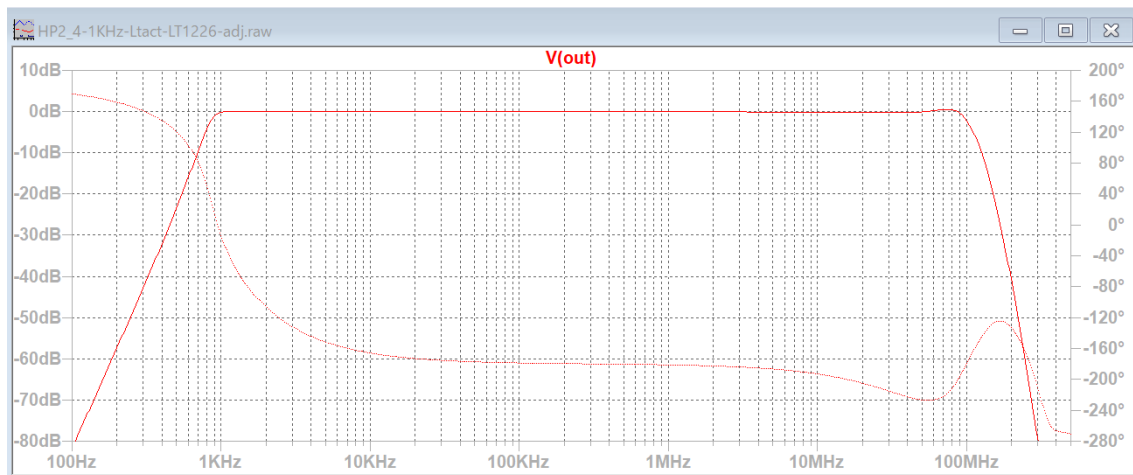
AD8091 では、C1\_2 を 1/10 にすると通過域が広がった。

HP2\_4-1KHz-Ltact

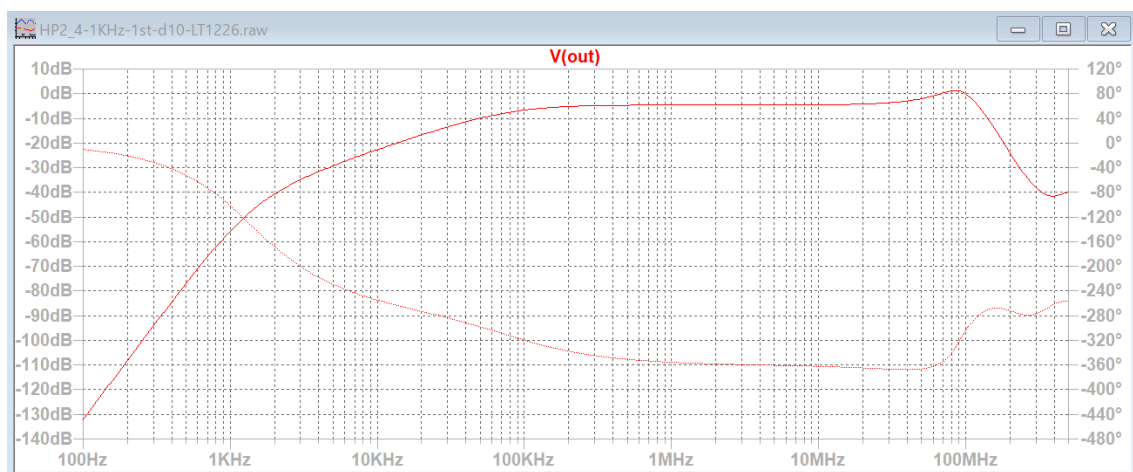
オペアンプを交換する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

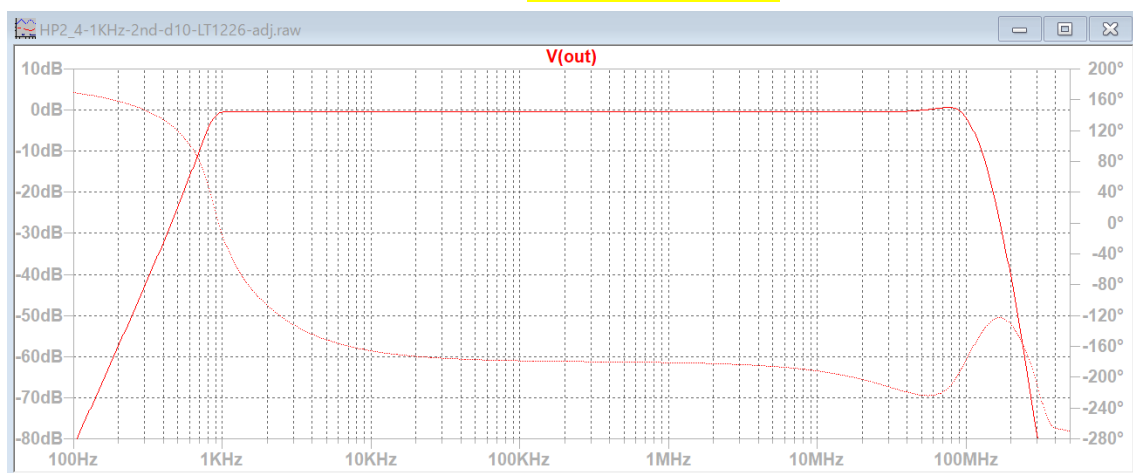
HP2\_4-1KHz-Ltact-LT1226-adj.asc 通過域は 103.8MHz



HP2\_4-1KHz-1st-d10-LT1226.asc 正常に動作しない



HP2\_4-1KHz-2nd-d10-LT1226-adj.asc 通過域は 104.9MHz

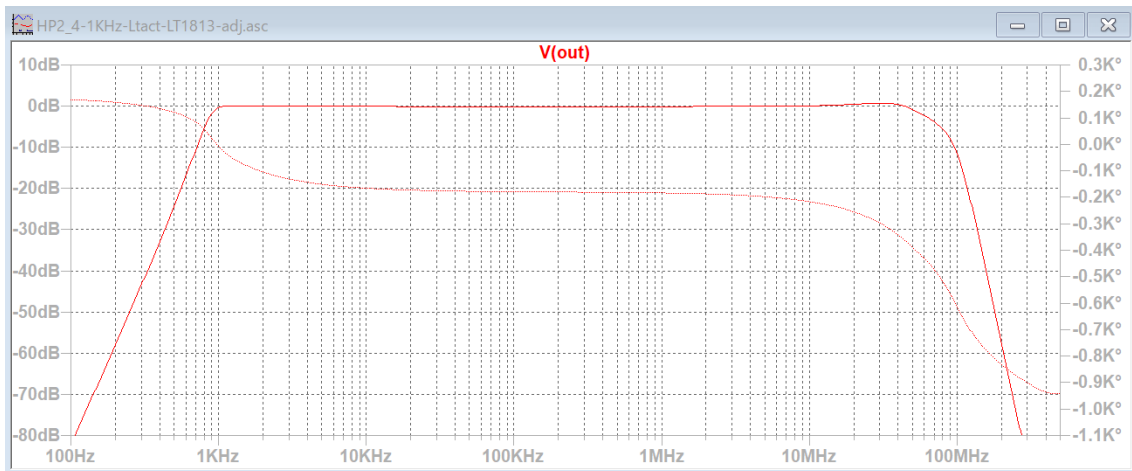


LT1226 では、C1\_2 を 1/10 にすると通過域が広がった。

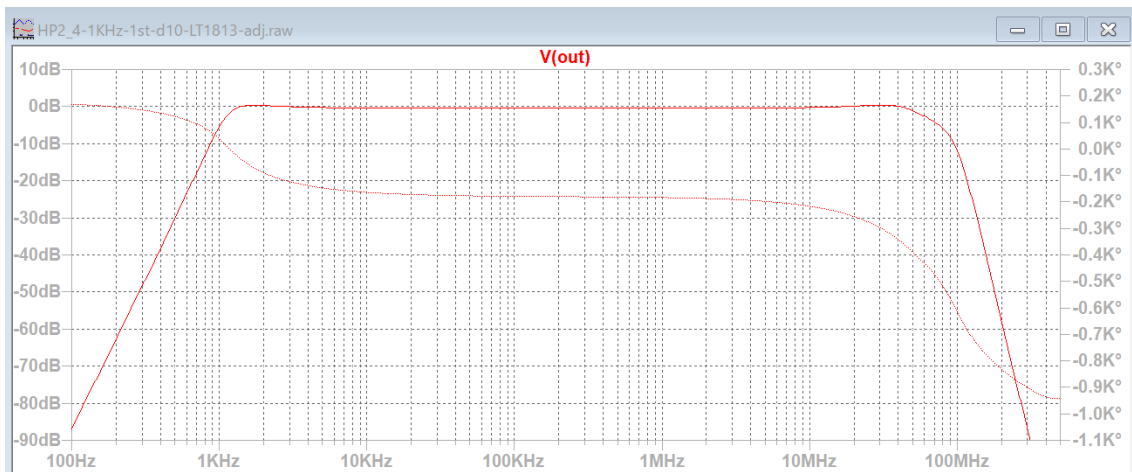
HP2\_4-1KHz-Ltact

オペアンプを交換する場合

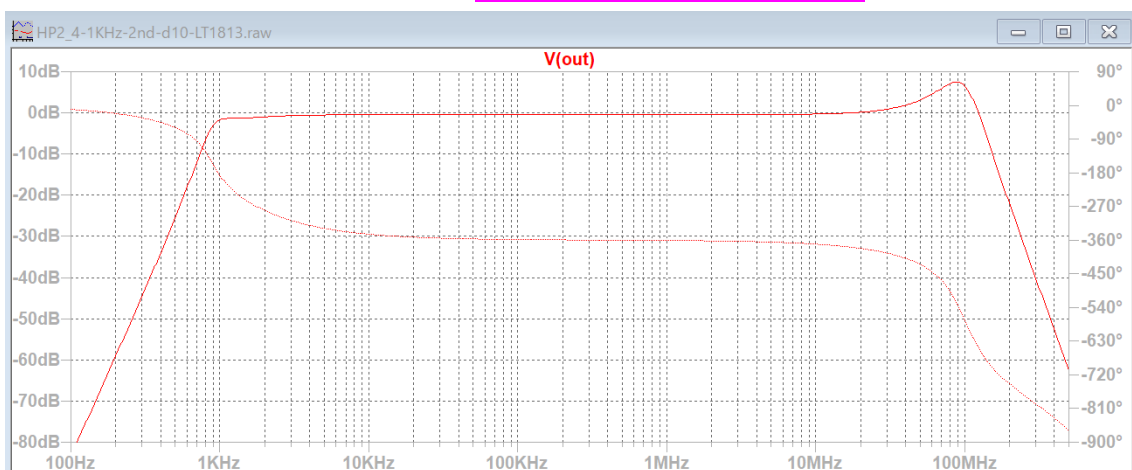
HP2\_4-1KHz-Ltact-LT1813-adj.asc 通過域は 64.4MHz



HP2\_4-1KHz-1st-d10-LT1813-adj.asc 通過域は 62.4MHz



HP2\_4-1KHz-2nd-d10-LT1813.asc 1KHz のゲインが低下している



HP2\_4-1KHz-Ltact

オペアンプを交換する場合

実験のまとめ

HP2\_4-1KHz 通過域の順位

順位	オペアンプ名	無調整 帯域 MHz	1st 1/10 帯域 MHz	2nd 1/10 帯域 MHz
1位	AD8038	152.9	171.4	NG
2位	ADA4807-4	111	112	67.3
3位	LT1226	103.8	NG	104.9
4位	LT1813	64.4	62.4	NG
5位	AD8091	50.5	50.5	76.4

HP2\_4-1KHz では、AD8038 が 150MHz 以上の通過域を記録した。  
いつも 3 位以下の ADA4807-4 が 111MHz の通過域で 2 位になった。  
いつも上位の LT1226 が僅差の 104MHz の通過域で 3 位になった。  
AD8091 は低周波数向きで、50MHz の通過域で 5 位になった。

LtAct ver.2.60 追加実験

## HP2\_4-1MHz-Ltact

ハイパス・チェビシェフ 4次 1MHz

設計パラメータの入力

✕

フィルタの種類	ハイパスフィルタ	遮断特性	チェビシェフ
設計するフィルタの次数 m(<=58)	4		
カットオフ周波数 Fc	1	Meg	
周波数Fcにおける減衰量又はリップル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs =	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ High Pass Chebyshev 次数=4

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs =666.6667KHz atts = 11.42dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	2.4958Meg	29.6823T	1.0000	0	0
Fc= 867.0999K Q= 2.1829 GB 積=189.2819Meg					
2	12.8650Meg	63.3759T	1.0000	0	0
Fc= 1.2670Meg Q= 0.6188 GB 積= 78.4031Meg					

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\HP2\_4-1MHz-Ltact\HP2\_4-1MHz-Ltact.asc 作

成日時 Thu Feb 25 21:50:51 2021

アノグ High Pass Chebyshev 次数=4

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs =666.6667KHz atts = 11.42dB

1 (HP2)「HP2-2-1」 R1\_1 = 1.5000K R2\_1 = 30.0000K

C1\_1 = 34.1018p C2\_1 = 21.9540p 誤差 = 0.21 %

2 (HP2)「HP2-3-2」 R1\_2 = 3.3000K R2\_2 = 5.1000K

C1\_2 = 33.6629p C2\_2 = 27.8510p 誤差 = 3.06 %

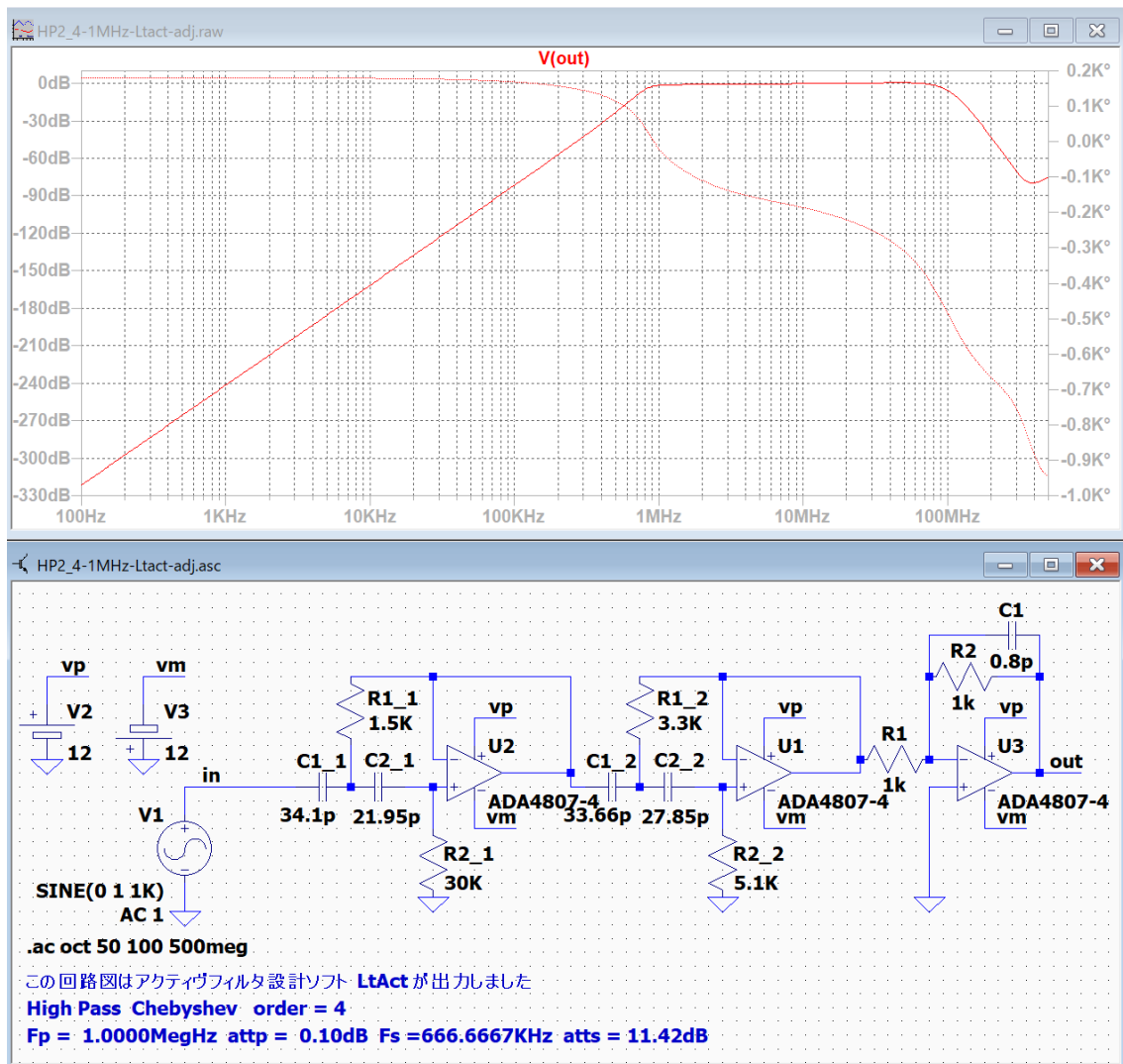
HP2\_4-1MHz-Ltact

実験のまとめ



## 完成した回路図

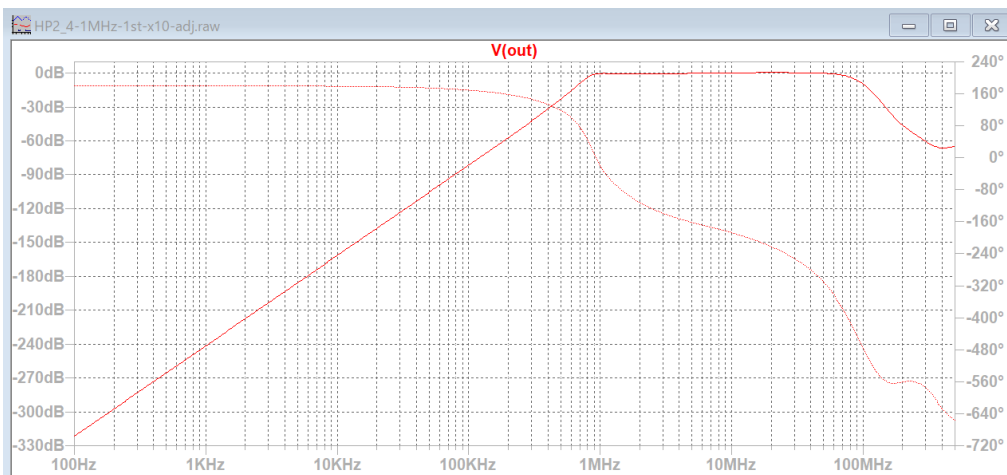
HP2\_4-1MHz-Ltact-adj.asc 通過域は 89.2MHz



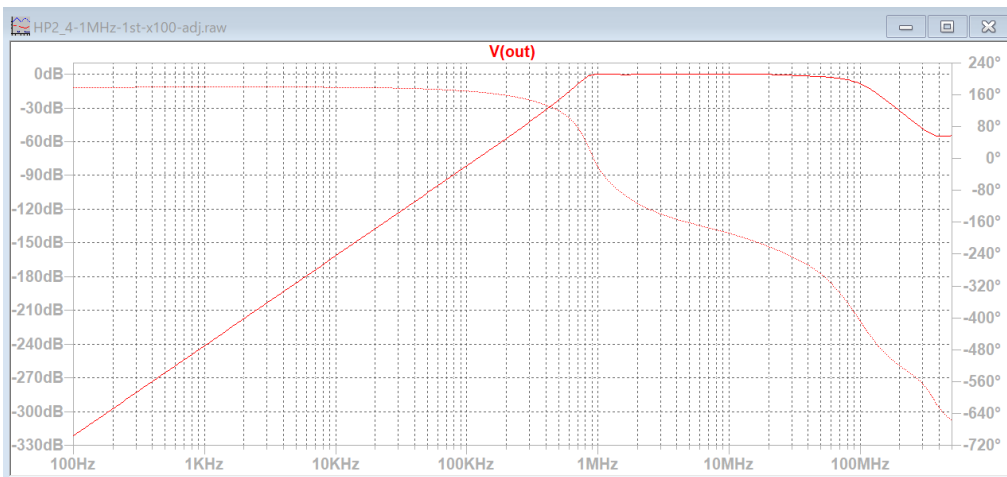
LtAct ver.2.60 追加実験

C1\_1 を増減する場合

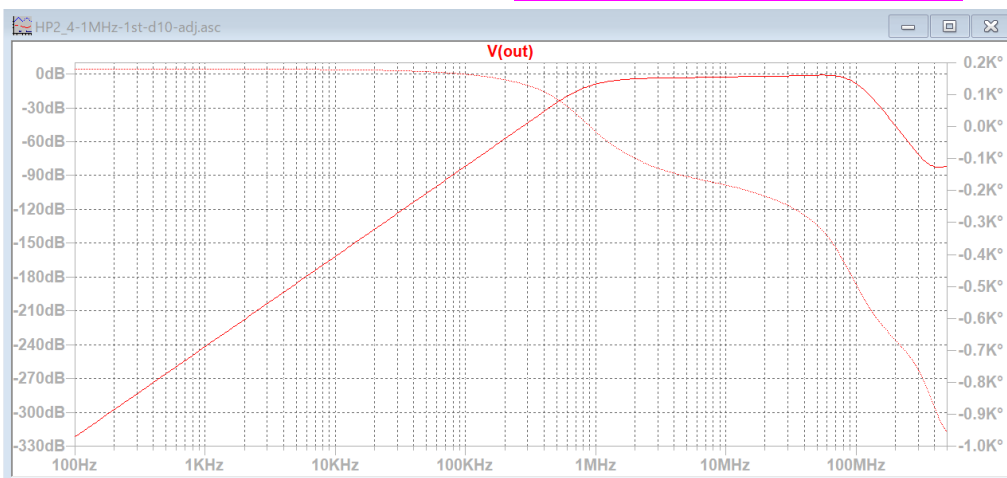
10 倍 HP2\_4-1MHz-1st-x10-adj.asc 通過域は 76.8MHz



100 倍 HP2\_4-1MHz-1st-x100-adj.asc 通過域は 62.5MHz



1/10 倍 HP2\_4-1MHz-1st-d10-adj.asc 1MHz のゲインが -9dB に低下する



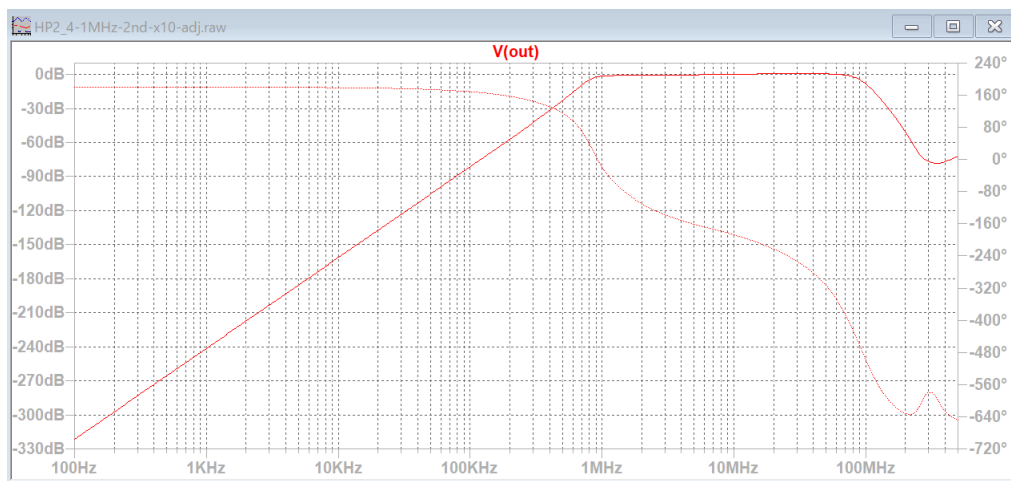
HP2\_4-1MHz-Ltact

C1\_1 を増減する場合

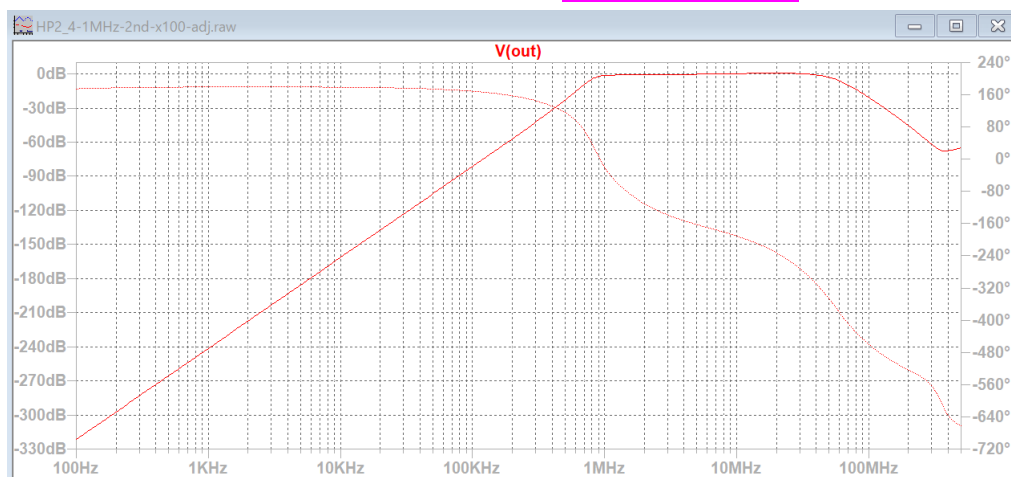
LtAct ver.2.60 追加実験

C1\_2 を増減する場合

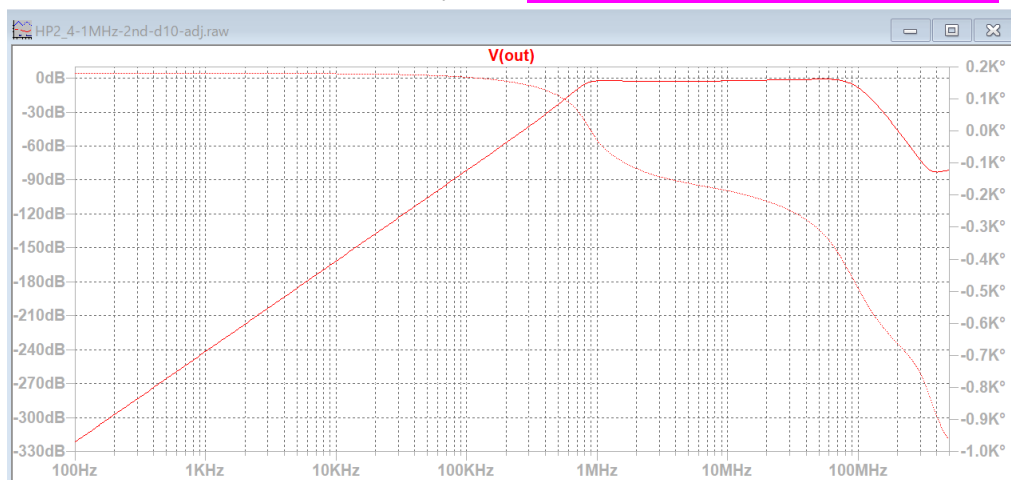
10 倍 HP2\_4-1MHz-2nd-x10-adj.asc 通過域は 84MHz



100 倍 HP2\_4-1MHz-2nd-x100-adj.asc 通過域は 49.5MHz



1/10 倍 HP2\_4-1MHz-2nd-d10-adj.asc 1MHz のゲインが -2.3dB に低下する

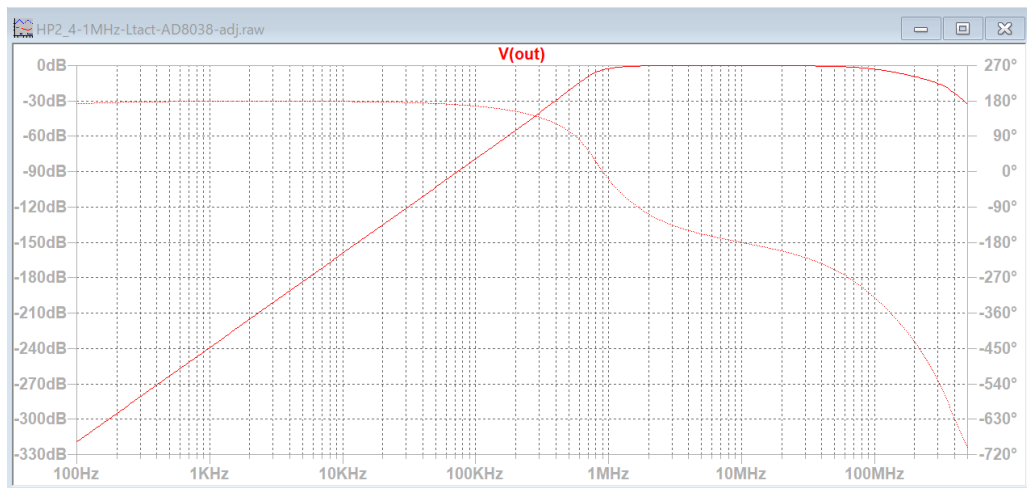


HP2\_4-1MHz-Ltact

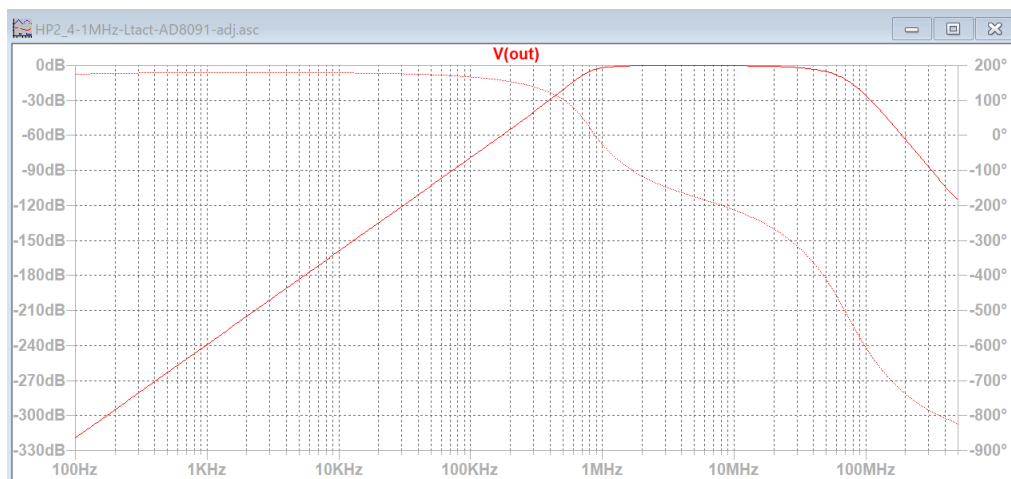
C1\_2 を増減する場合

## オペアンプを交換する場合

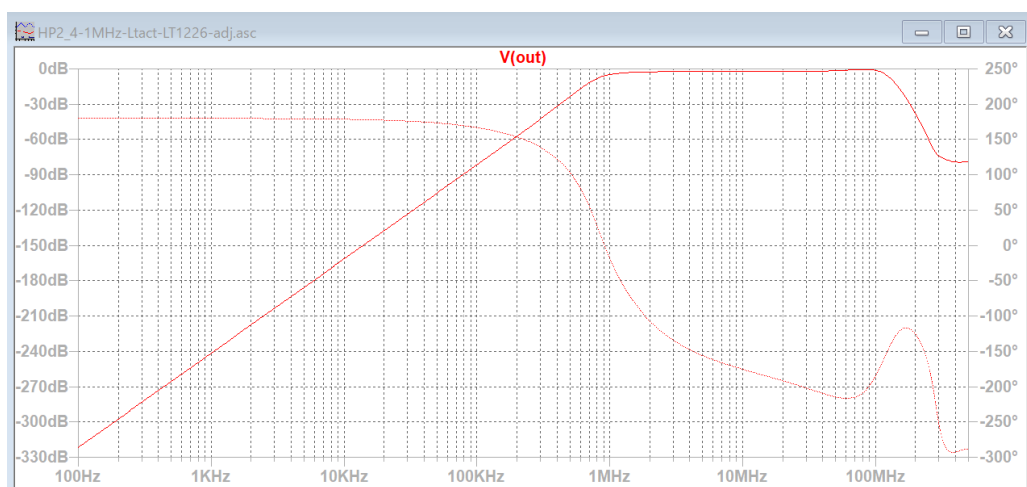
HP2\_4-1MHz-Ltact-AD8038-adj.asc 通過域は 90MHz



HP2\_4-1MHz-Ltact-AD8091-adj.asc 通過域は 90MHz



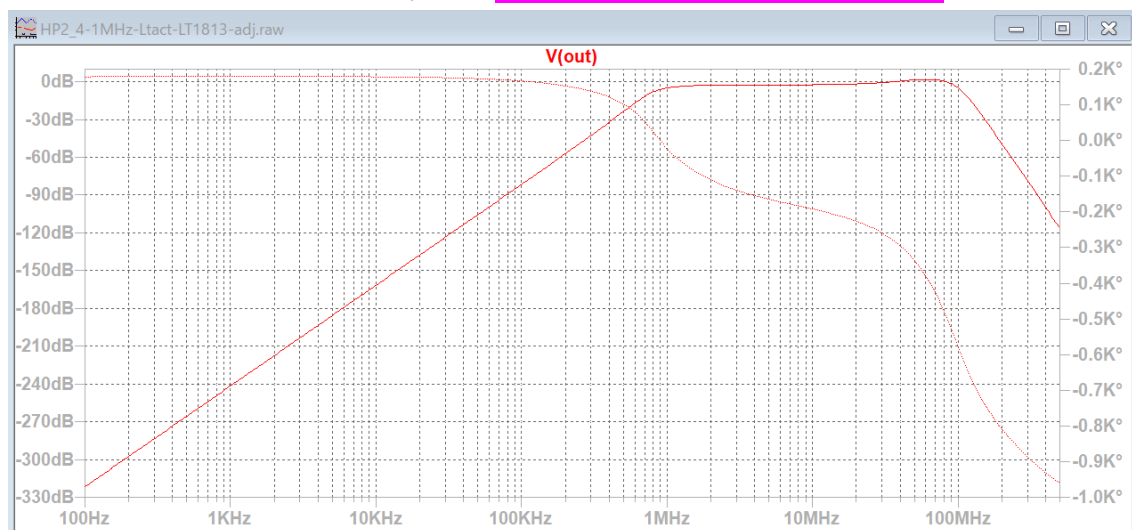
HP2\_4-1MHz-Ltact-LT1226-adj.asc 1MHz のゲインが -5dB に低下する



HP2\_4-1MHz-Ltact

オペアンプを交換する場合

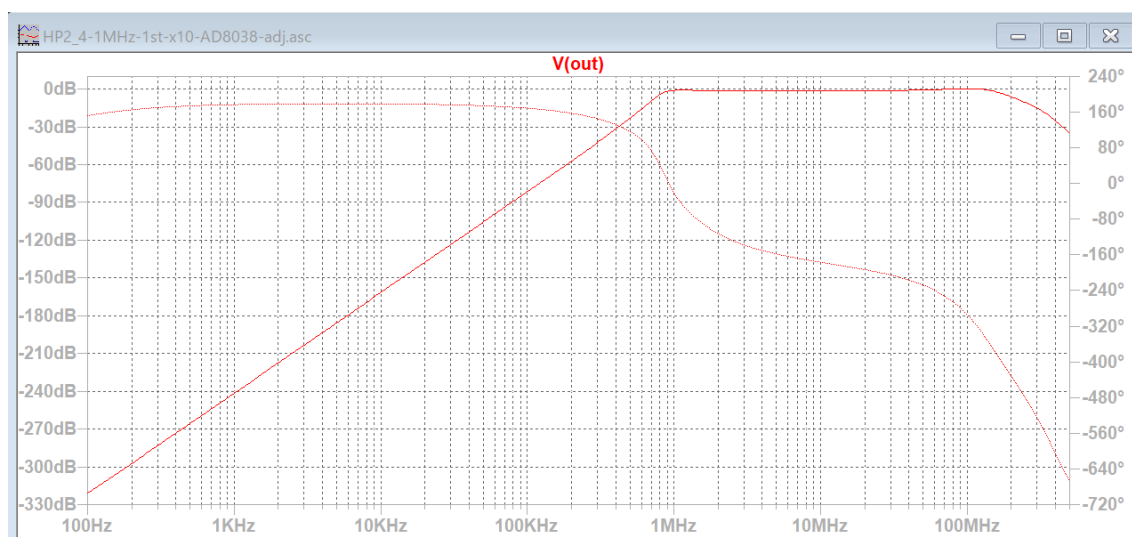
HP2\_4-1MHz-Ltact-LT1813-adj.asc 1MHz のゲインが -5dB に低下する



ADA4807-4 と AD8038 は C1\_1 と C1\_2 がそのままの時に、通過域が 90MHz になる。  
 LT1226, AD8091, LT1813 は C1\_1 と C1\_2 をそのまま或いは、1/10 に設定すると 1MHz のゲインが低下する。

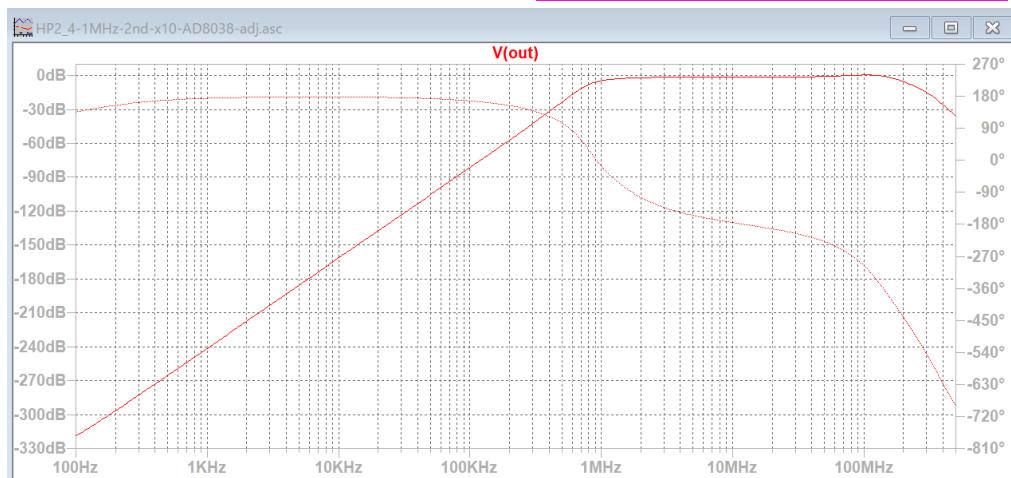
AD8038, LT1226, AD8091, LT1813 で、C1\_1 または C1\_2 を 10 倍に設定した場合の特性を確認する。

HP2\_4-1MHz-1st-x10-AD8038-adj.asc 通過域は 166MHz

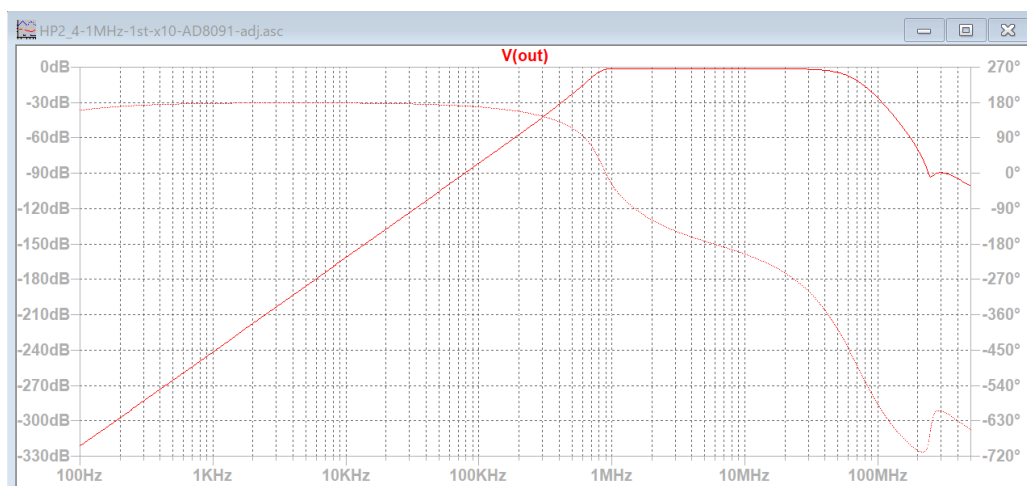


LtAct ver.2.60 追加実験

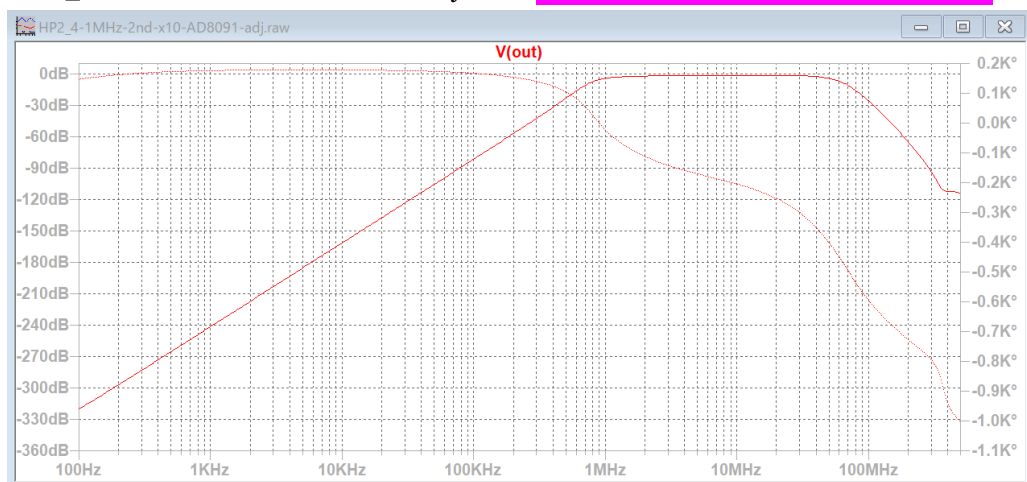
HP2\_4-1MHz-2nd-x10-AD8038-adj.asc 1MHz のゲインが -4.5dB に低下する



HP2\_4-1MHz-1st-x10-AD8091-adj.asc 通過域のゲインが-1.5dB に低下する



HP2\_4-1MHz-2nd-x10-AD8091-adj.asc 通過域のゲインが-1.7dB に低下する

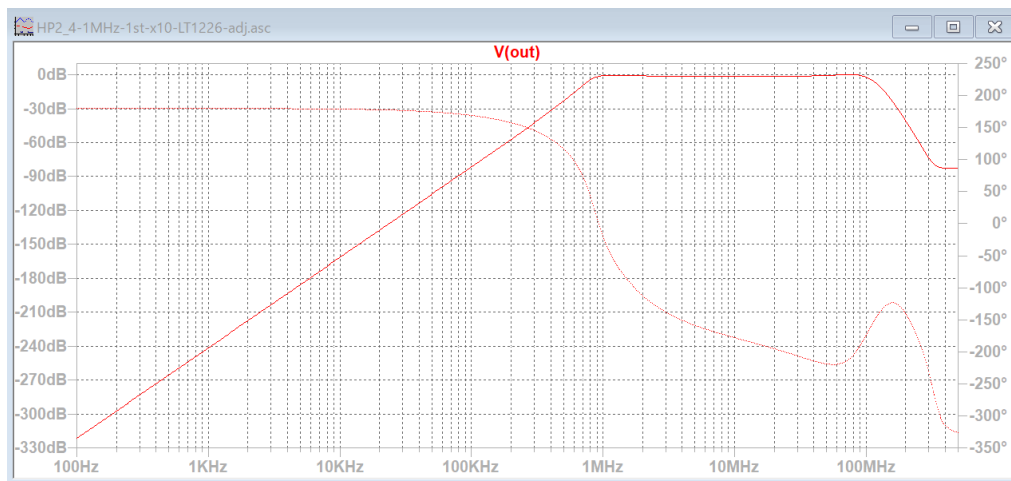


HP2\_4-1MHz-Ltact

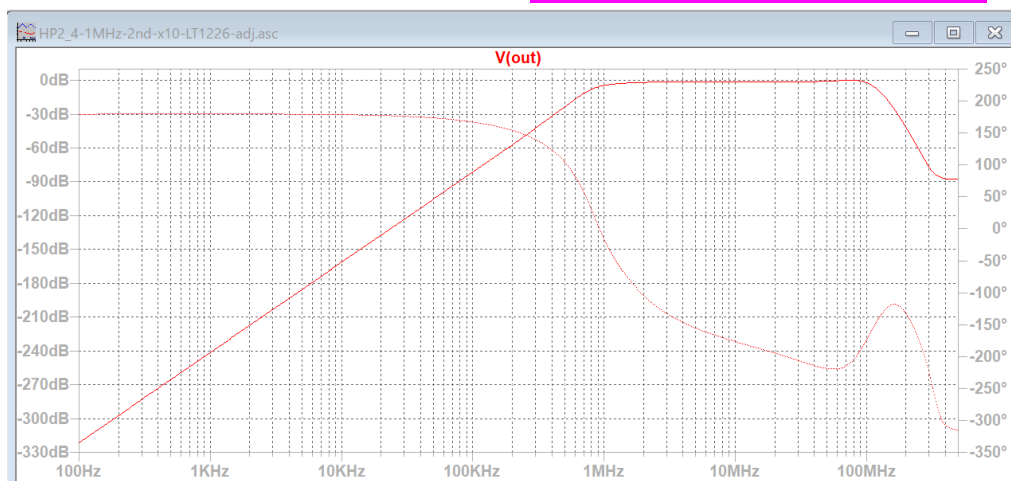
オペアンプを交換する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

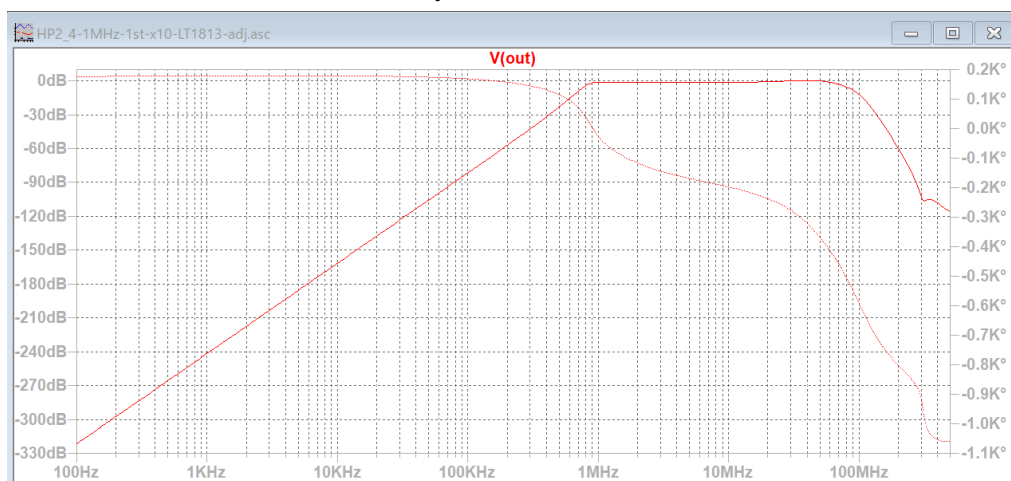
HP2\_4-1MHz-1st-x10-LT1226-adj.asc 通過域は 104MHz



HP2\_4-1MHz-2nd-x10-LT1226-adj.asc 通過域のゲインが-4.5dBに低下する



HP2\_4-1MHz-1st-x10-LT1813-adj.asc 通過域は 68.7MHz

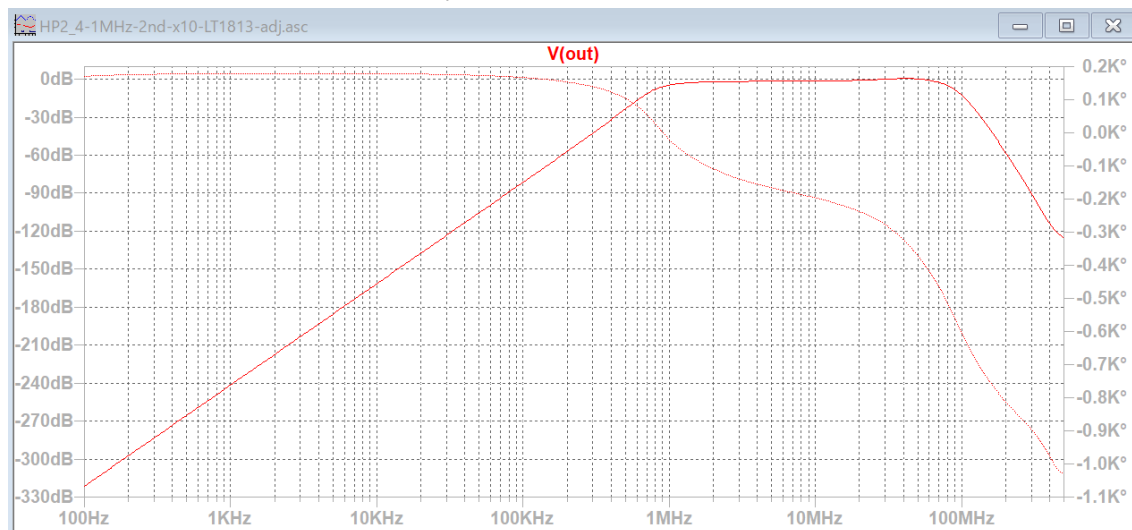


HP2\_4-1MHz-Ltact

オペアンプを交換する場合



## HP2\_4-1MHz-2nd-x10-LT1813-adj.asc 通過域は 71.5MHz



## 実験のまとめ

## HP2\_4-1MHz 通過域の順位

順位	オペアンプ名	無調整 帯域 MHz	1st x10 帯域 MHz	2nd x10 帯域 MHz
1位	AD8038	90	166	NG
2位	LT1226	NG	104	NG
3位	LT1813	NG	68.7	71.5
4位	ADA4807-4	89.2	NG	NG
5位	AD8091	NG	NG	NG

全て「OK」したコンデンサ値は ADA4807-4 向けに調整してあるので、HP2\_4-1MHz では、他のオペアンプではコンデンサ値を大きく設定しないと動作不良になった。

C1\_1 を 10 倍にすると、AD8038 と LT1226 は通過域が非常に広くなったが、ADA4807-4 は動作不良になった。ADA4807-4 は無調整が最も良い。

C1\_2 を 10 倍にすると、ほとんどのオペアンプが動作不良になった。  
AD8091 は、HP2\_4-1MHz では正常に動作しない。



## HP2\_9-100KHz

ハイパス・チェビシェフ 9次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  9

カットオフ周波数  $F_c$  10 KHz

周波数  $F_c$  における減衰量又はリップル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s =$  1.5 倍

OK Cancel

「LtAct ver.2.80」から「伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値」に奇数次数のローパス及びハイパスフィルタの 1 次フィルタのカットオフ周波数を追加しました。そして、カットオフ周波数  $F_c$  と GB 積に Hz の単位を追加しました。

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Chebyshev 次数=9

$F_p = 10.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 6.6667\text{KHz}$   $atts = 52.89\text{dB}$

1 次式の形式

$$P1 * s + P2$$

$H0 = \text{-----}$

$$s + P0$$

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

$Hn = \text{-----}$

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

1 次式

$P0 = 216.3176\text{K}$   $P1 = 1.0000$   $P2 = 0$   $F_c = 34.4280\text{KHz}$

2 次式

n	$Pn\_0$	$Pn\_1$	$Pn\_2$	$Pn\_3$	$Pn\_4$
1	6.0123K	3.7448G	1.0000	0	0
	$F_c = 9.7395\text{KHz}$ Q = 10.1783 GB 積 = 9.9132MegHz				
2	21.8731K	4.7315G	1.0000	0	0
	$F_c = 10.9477\text{KHz}$ Q = 3.1448 GB 積 = 3.4428MegHz				
3	56.1980K	7.9347G	1.0000	0	0
	$F_c = 14.1770\text{KHz}$ Q = 1.5851 GB 積 = 2.2471MegHz				
4	170.3499K	19.6073G	1.0000	0	0
	$F_c = 22.2858\text{KHz}$ Q = 0.8220 GB 積 = 1.8319MegHz				

LtAct ver.2.60 追加実験

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\HP2\_9-10KHz.asc 作成日時 Fri Mar 26 09:21:57 2021

アナログ High Pass Chebyshev 次数=9

参照モード=0

Fp = 10.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 6.6667KHz atts = 52.89dB

1 次のフィルタ回路

1 (hp1) R1\_1 = R1\_2 = 46.2283K C1\_1 = 0.1000n 誤差 = 1.6693 %

2 (HP2) 「HP2-0-0」 R1\_2 = 8.2000K R2\_2 = 3.6000Meg

C1\_2 = 0.1211n C2\_2 = 74.7077p 誤差 = 0.39 %

3 (HP2) 「HP2-1-1」 R1\_3 = 24.0000K R2\_3 = 1.0000Meg

C1\_3 = 0.1180n C2\_3 = 74.6464p 誤差 = 0.47 %

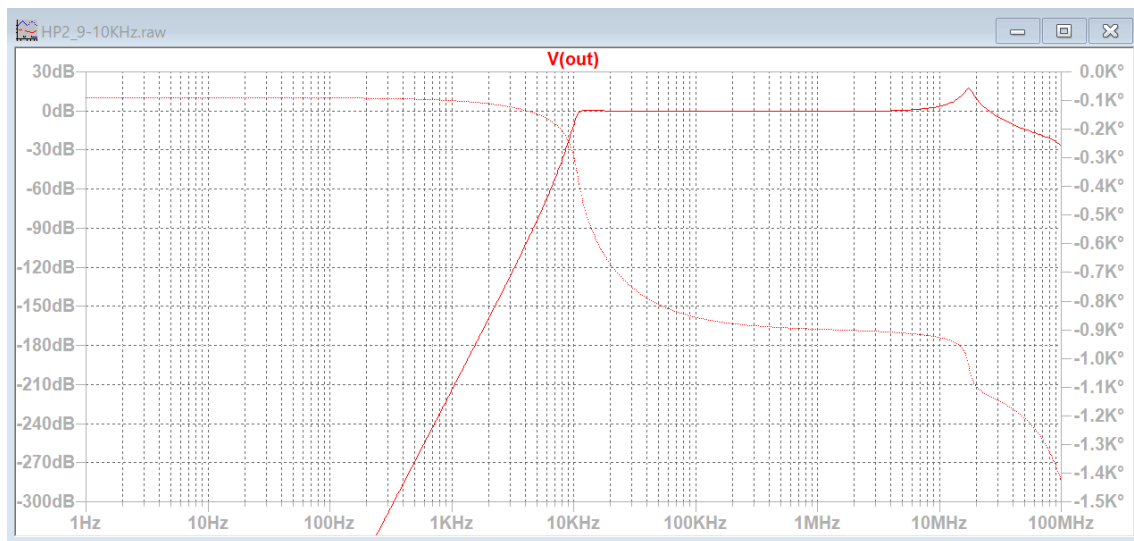
4 (HP2) 「HP2-1-1」 R1\_4 = 36.0000K R2\_4 = 390.0000K

C1\_4 = 0.1248n C2\_4 = 71.9103p 誤差 = 4.30 %

5 (HP2) 「HP2-1-2」 R1\_5 = 68.0000K R2\_5 = 200.0000K

C1\_5 = 82.0745p C2\_5 = 45.6915p 誤差 = 2.86 %

周波数特性 HP2\_9-10KHz.asc

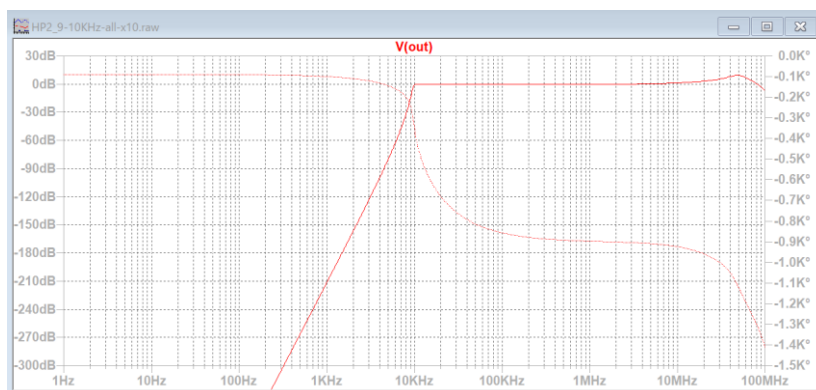


10KHz のゲインが -10.8dB なので、

C1\_1～C1\_5 をすべて 10 倍に増加して 10KHz のゲインを調整します。

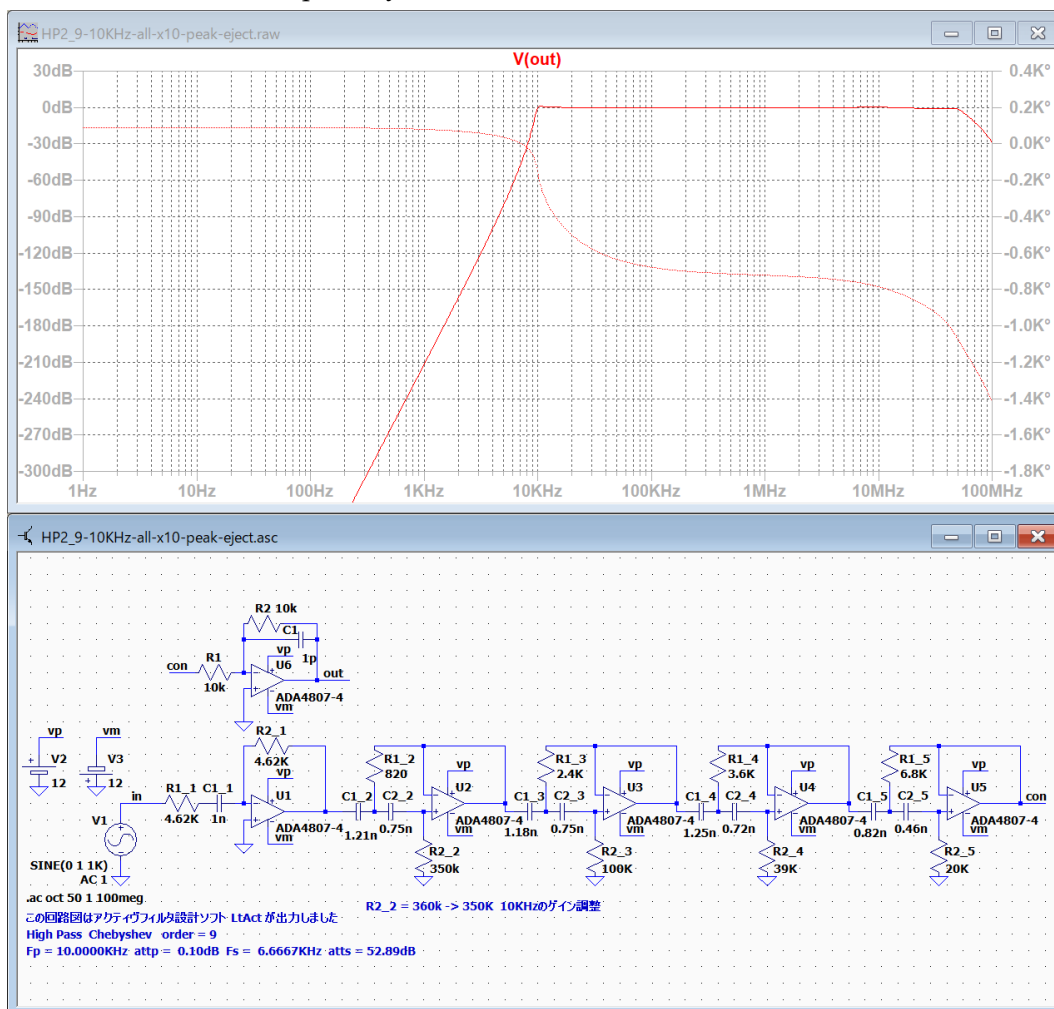
LtAct ver.2.60 追加実験

HP2\_9-10KHz-all-x10.asc 10KHz は -0.62dB になったので、次はピークを除去する。



完成した回路図

HP2\_9-10KHz-all-x10-peak-eject.asc



通過域が 50MHz まで広がりました。

HP2\_9-100KHz

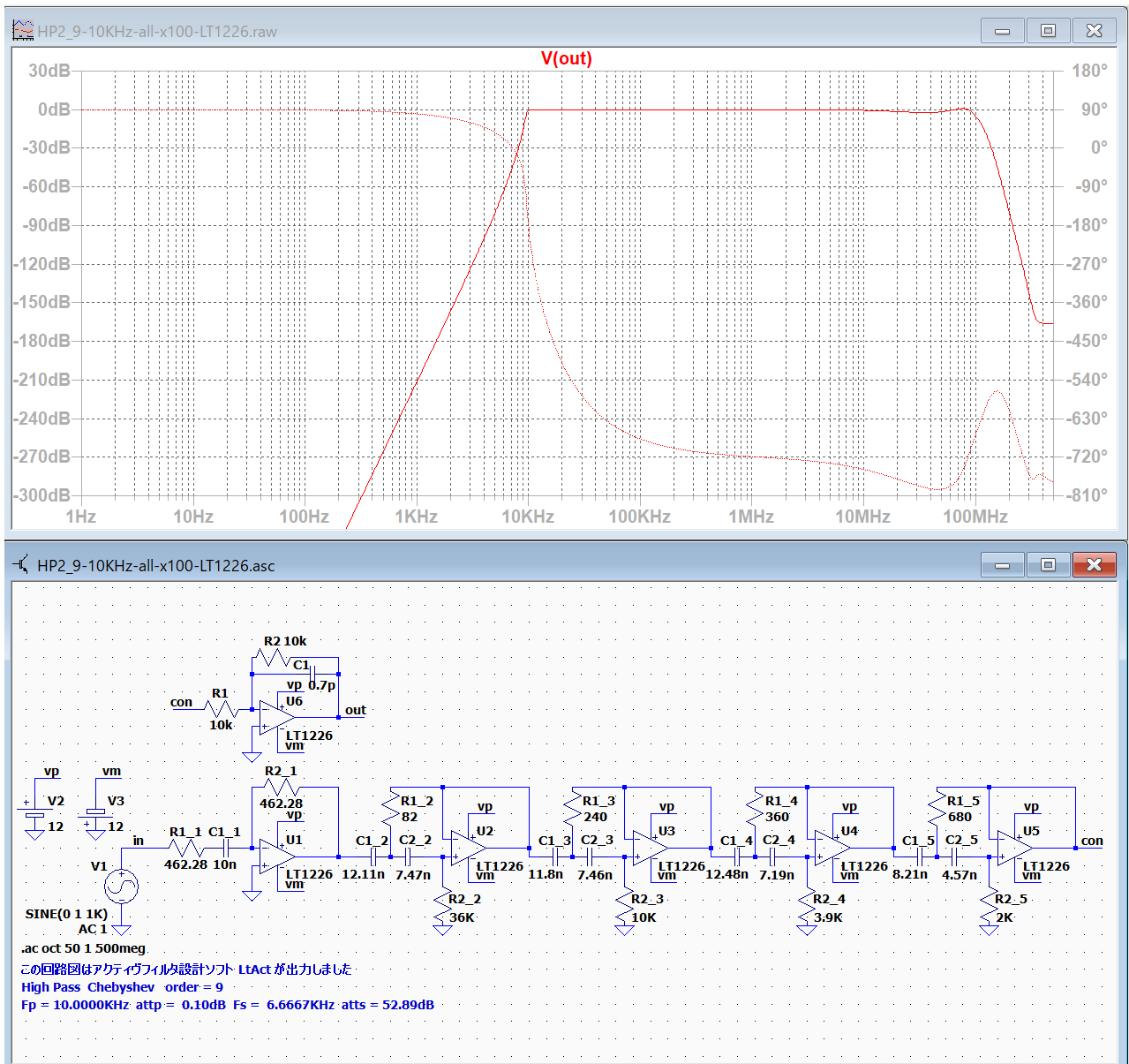
完成した回路図

LtAct ver.2.60 追加実験

## オペアンプ交換

オペアンプを LT1226 に交換してコンデンサ値を調整した。

HP2\_9-10KHz-all-x100-LT1226.asc



通過域が 96MHz まで広がりました。

C1\_1～C1\_5 をすべて 100 倍に増加して 10KHz のゲインを調整してから、ピークを除去しました。

HP2\_9-100KHz

オペアンプ交換

LtAct ver.2.60 追加実験

## HP3\_4-100KHz-Ltact

ハイパス・逆チェビシェフ 4次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ 遮断特性 Inv. Cheb

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  4

カットオフ周波数  $F_c$  100 KHz

周波数 $F_c$ における減衰量又はリップル  $att_p$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アサグ High Pass Inv. Cheb 次数=4

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 66.6667KHz atts = 11.42dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	166.0891K	196.8557G	1.0000	0	149.7642G

Fc= 70.6146K Q= 2.6714 GB 積= 18.8637Meg

2	400.9745K	72.7870G	1.0000	0	25.6955G
---	-----------	----------	--------	---	----------

Fc= 42.9385K Q= 0.6728 GB 積= 2.8891Meg

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\HP3\_4-100KHz-Ltact.asc 作成日時 Wed Feb 24 16:42:46 2021

アサグ High Pass Inv. Cheb 次数=4

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 66.6667KHz atts = 11.42dB

1 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_1(2 個)= 44.1932K Cb\_1(2 個)= 51.0000p 誤差=2.70 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 5.3362K R3\_1 = 5.3362K R4\_1(5 個)= 7.0141K

誤差=6.96 %

2 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_2(2 個)= 72.6780K Cb\_2(2 個)= 51.0000p 誤差=3.19 %

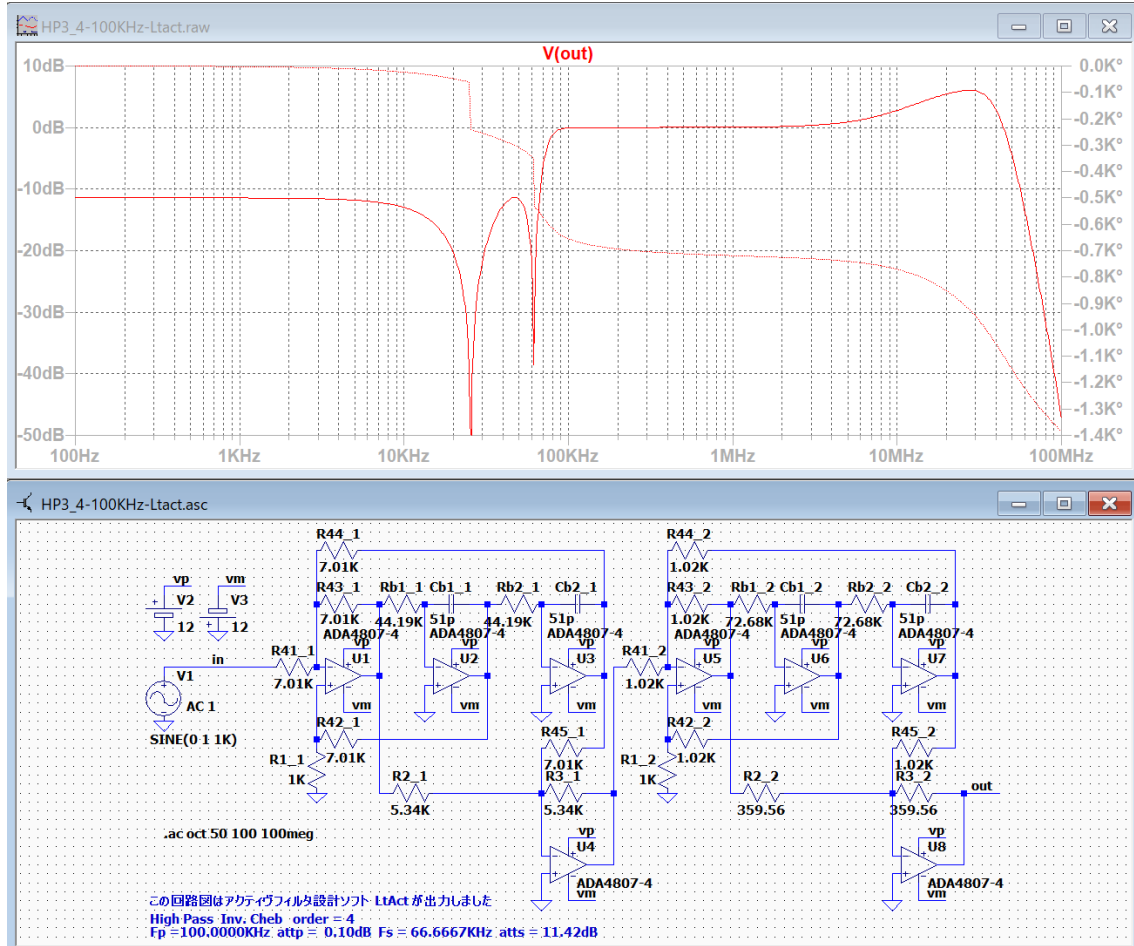
2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 359.5581 R3\_2 = 359.5581 R4\_2(5 個)= 1.0185K 誤

差=1.83 %

HP3\_4-100KHz-Ltact

## 完成した回路図

## HP3\_4-100KHz-Ltact.asc

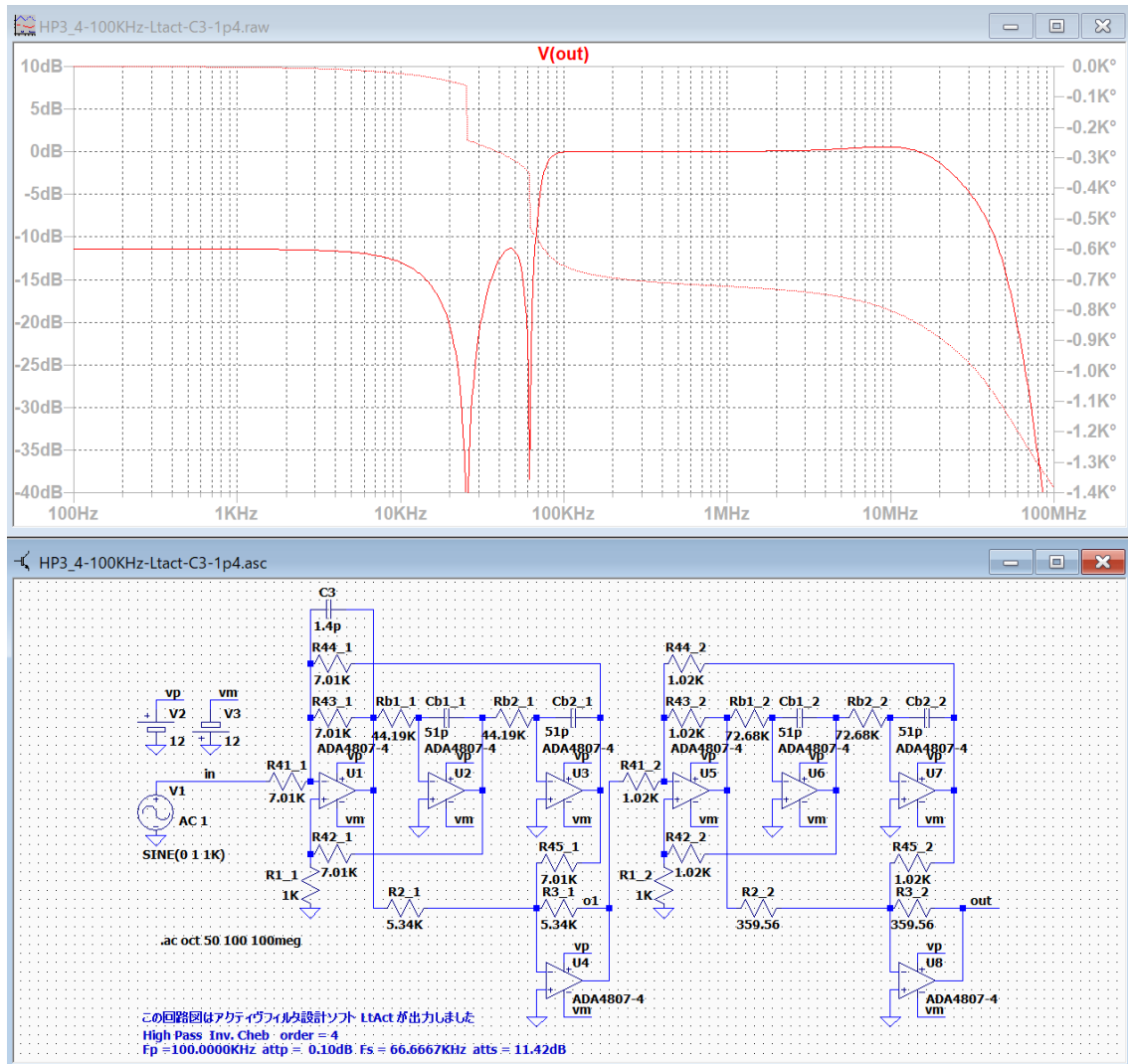


28MHz に 6dB のピークがある。

## 調整例 1

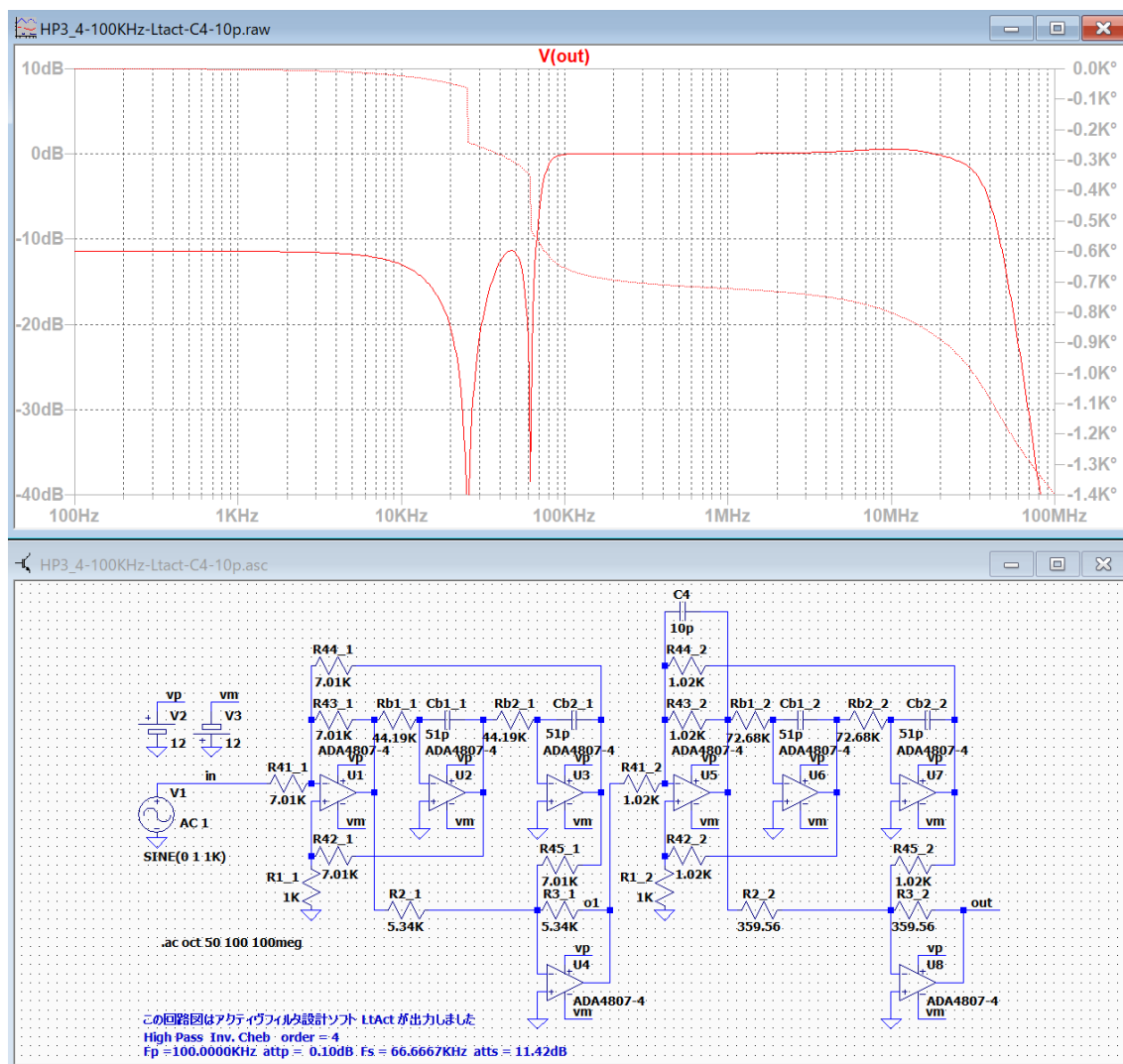
HP3\_4-100KHz-Ltact-C3-1p4.asc

第1ブロックに C3 = 1.4p を追加してピークを調整した場合 通過域は 25MHz



## 調整例 2

HP3\_4-100KHz-Ltact-C4-10p.asc

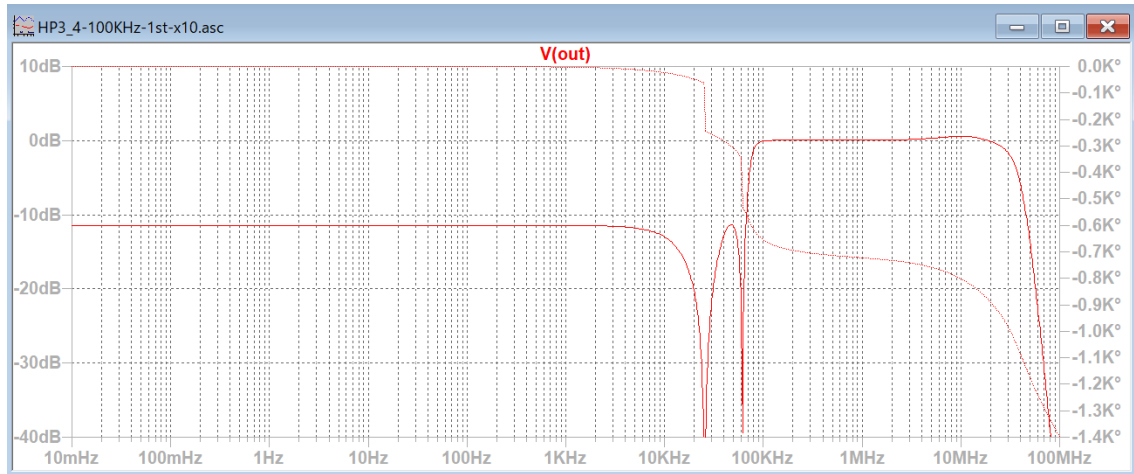
第2ブロックに  $C4 = 10\text{p}$  を追加してピークを調整した場合 通過域は 34.8MHz

次は、 $Cb1_1$  と  $Cb1_2$  を増減して特性の変化を調べる。

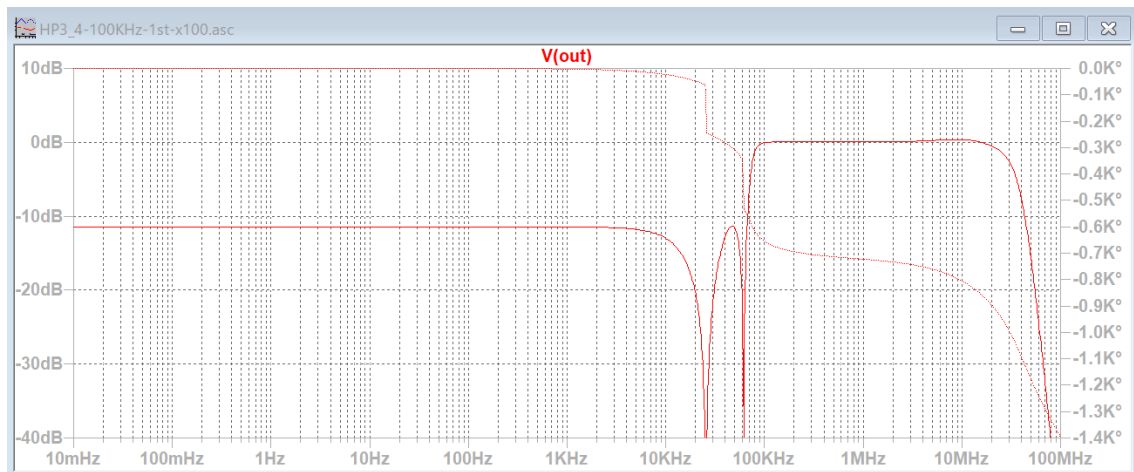


Cb1\_1 を増加する場合

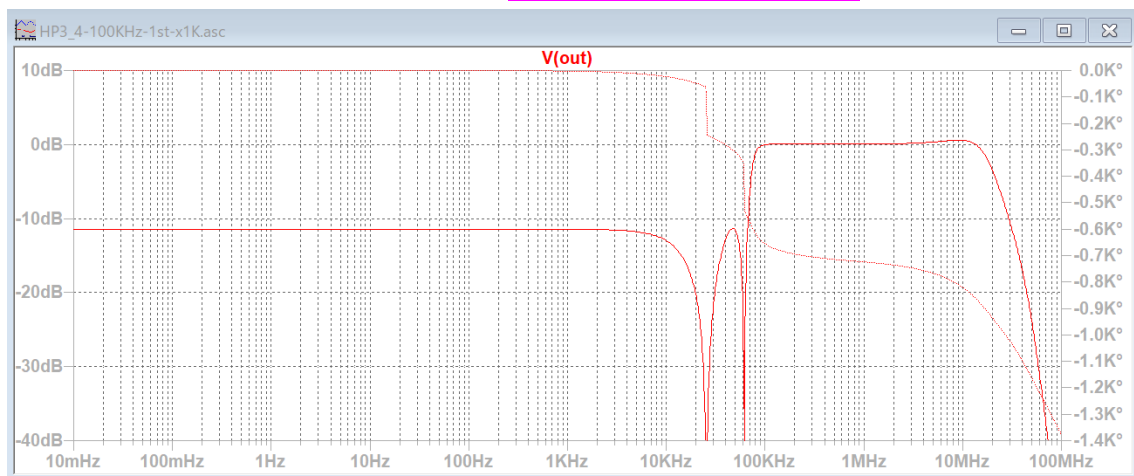
10 倍 HP3\_4-100KHz-1st-x10.asc C4=10p で通過域 34.7MHz



100 倍 HP3\_4-100KHz-1st-x100.asc C4=11p で通過域 31.4MHz



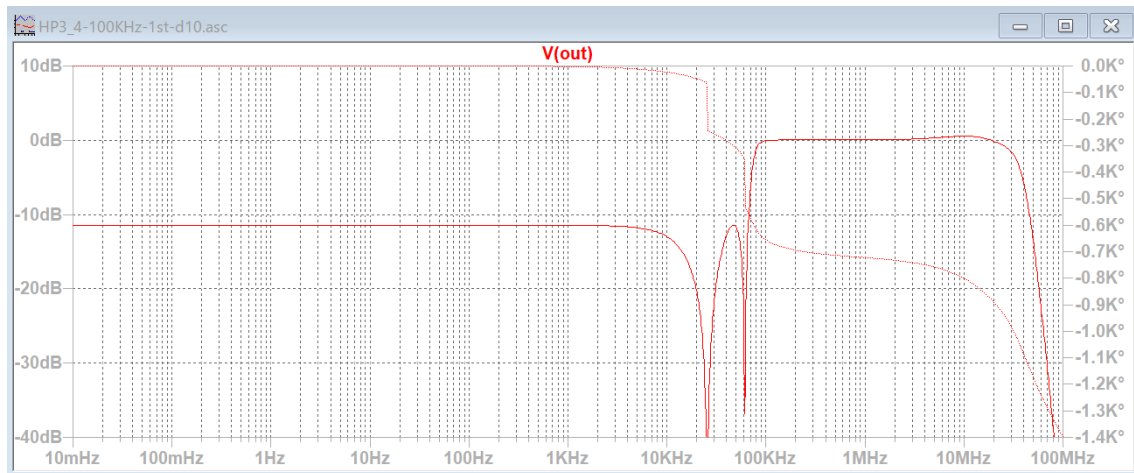
1000 倍 HP3\_4-100KHz-1st-x1K.asc C4=12p で通過域 19.4MHz



LtAct ver.2.60 追加実験

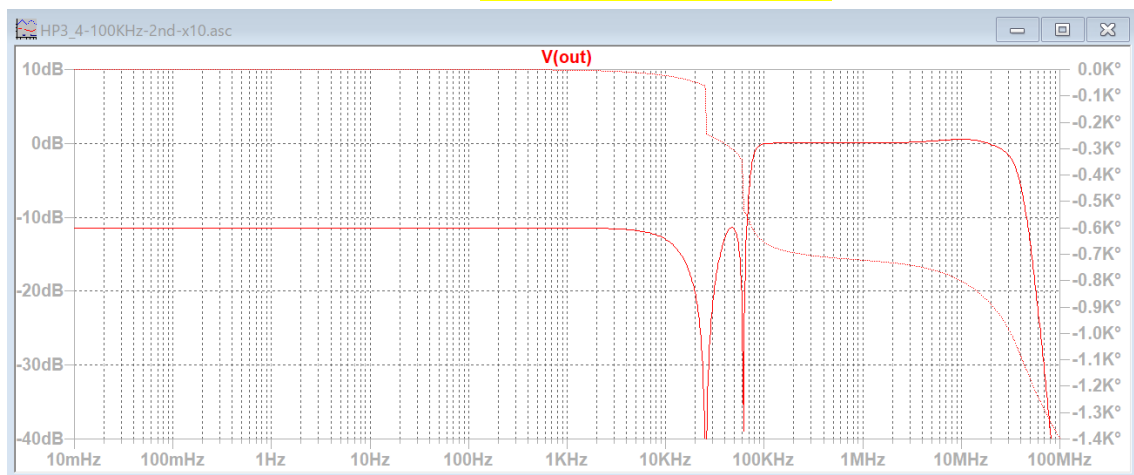
Cb1\_1 を減少する場合

1/10 倍 HP3\_4-100KHz-1st-d10.asc C4=10p で通過域 34.9MHz

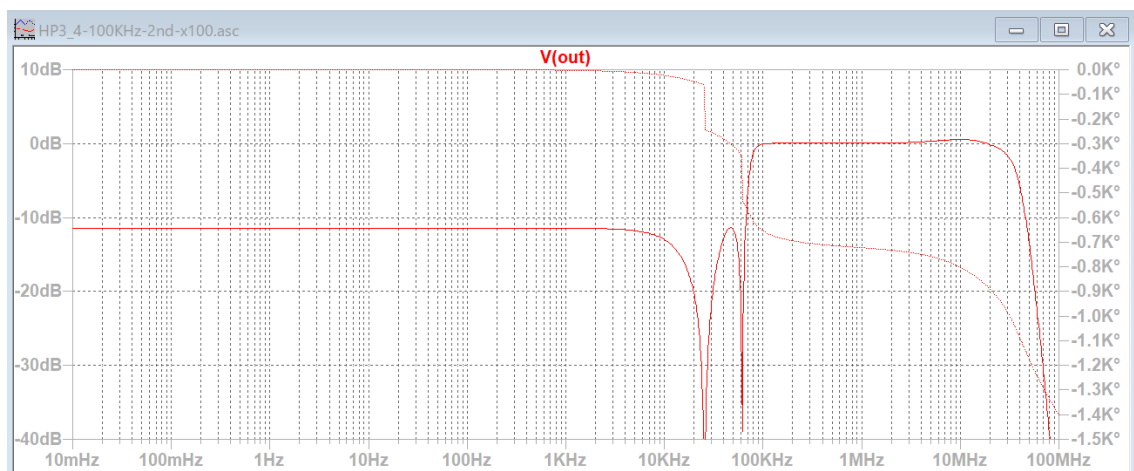


Cb1\_2 を増加する場合

10 倍 HP3\_4-100KHz-2nd-x10.asc C4=10p で通過域 34.9MHz



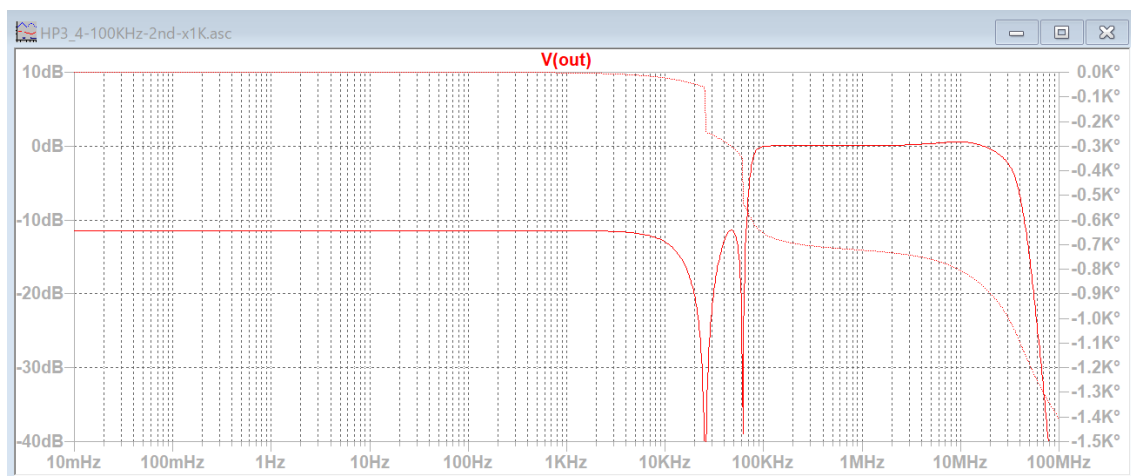
100 倍 HP3\_4-100KHz-2nd-x100.asc C4=10p で通過域 34.8MHz



HP3\_4-100KHz-Ltact

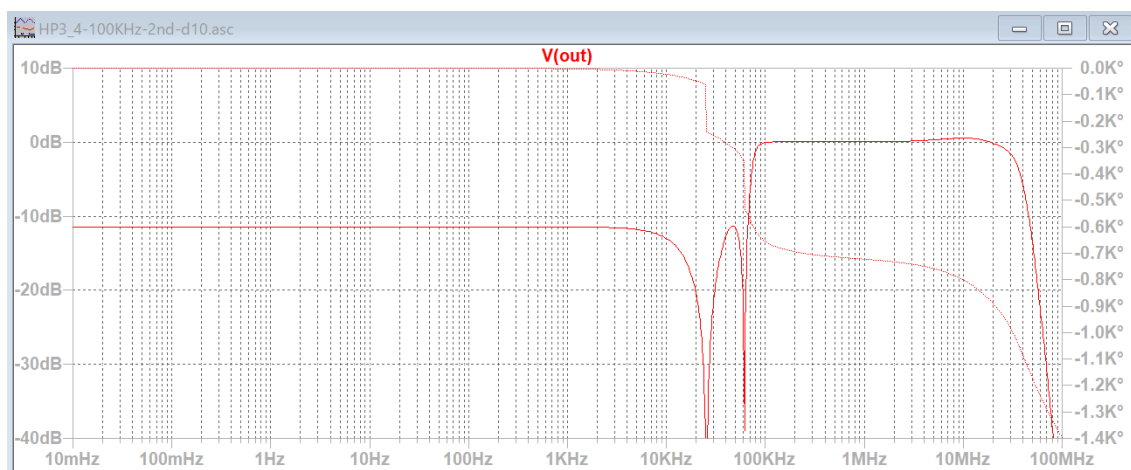
Cb1\_1 を減少する場合

1000 倍 HP3\_4-100KHz-2nd-x1K.asc C4=10p で通過域 32.7MHz



Cb1\_2 を減少する場合

1/10 倍 HP3\_4-100KHz-2nd-d10.asc C4=10p で通過域 34.9MHz



### 実験のまとめ

オペアンプとして ADA4807-4 を使用する場合

HP3\_4-100KHz では、Cb1\_1 や Cb1\_2 を増減しても通過域はあまり変化しない。

Cb1\_1 が 10 倍～1/10 倍の範囲で通過域が広がるが、通過域の差は 0.1MHz なので Cb1\_1 は 1 倍のままで良い。

Cb1\_1 を 100 倍以上にすると、通過域が狭くなる。

Cb1\_2 は 100 倍～1/10 倍の範囲で通過域が広がるが、Cb1\_2 は 1 倍のままで良い。

Cb1\_2 を 1000 倍にすると通過域は少し狭くなる。

LtAct ver.2.60 追加実験

## HP3\_4-100KHz-Ltact OP 交換

ハイパス・逆チェビシェフ 4次 100KHz

オペアンプを交換して特性を確認する。

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ハイパスフィルタ	遮断特性	Inv. Cheb
設計するフィルタの次数 m(<=58)	4		
カットオフ周波数 Fc	100	KHz	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fc/Fs	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アサグ High Pass Inv. Cheb 次数=4

Fp=100.0000KHz attp=0.1000dB Fs=66.6667KHz atts=11.42dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	166.0891K	196.8557G	1.0000	0	149.7642G

Fc=70.6146K Q=2.6714 GB 積=18.8637Meg

2	400.9745K	72.7870G	1.0000	0	25.6955G
---	-----------	----------	--------	---	----------

Fc=42.9385K Q=0.6728 GB 積=2.8891Meg

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\HP3\_4-100KHz-Ltact.asc 作成日時 Wed Feb 24 16:42:46 2021

アサグ High Pass Inv. Cheb 次数=4

参照モード=0

Fp=100.0000KHz attp=0.1000dB Fs=66.6667KHz atts=11.42dB

1 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_1(2 個)=44.1932K Cb\_1(2 個)=51.0000p 誤差=2.70 %

1 R1\_1=1.0000K R2\_1=5.3362K R3\_1=5.3362K R4\_1(5 個)=7.0141K

誤差=6.96 %

2 (et1) 「HP3-1-2」 Rb\_2(2 個)=72.6780K Cb\_2(2 個)=51.0000p 誤差=3.19 %

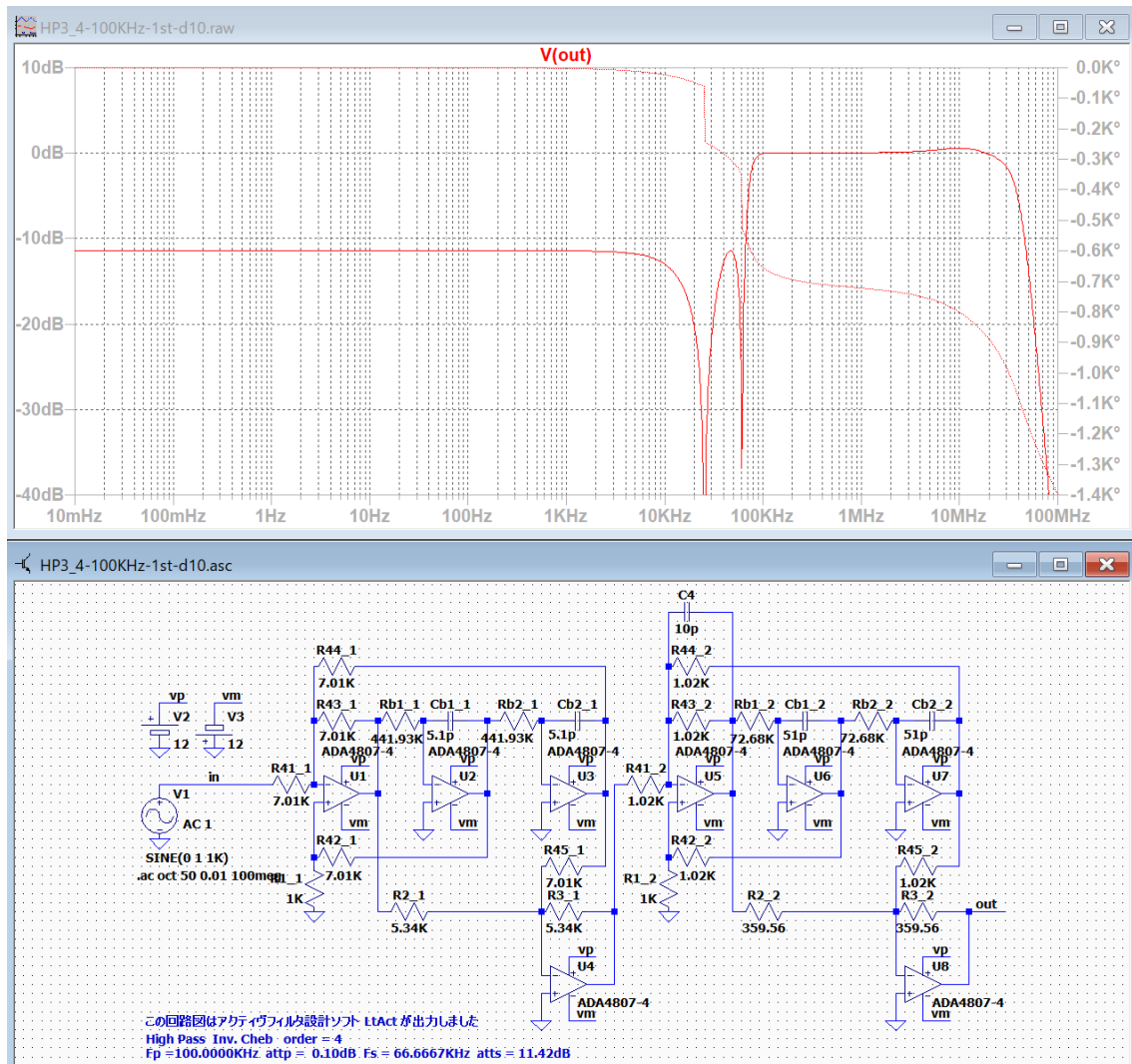
2 R1\_2=1.0000K R2\_2=359.5581 R3\_2=359.5581 R4\_2(5 個)=1.0185K 誤

差=1.83 %

HP3\_4-100KHz-Ltact OP 交換

LtAct ver.2.60 追加実験

HP3\_4-100KHz-1st-d10.asc C4 = 10p で、通過域 34.9MHz

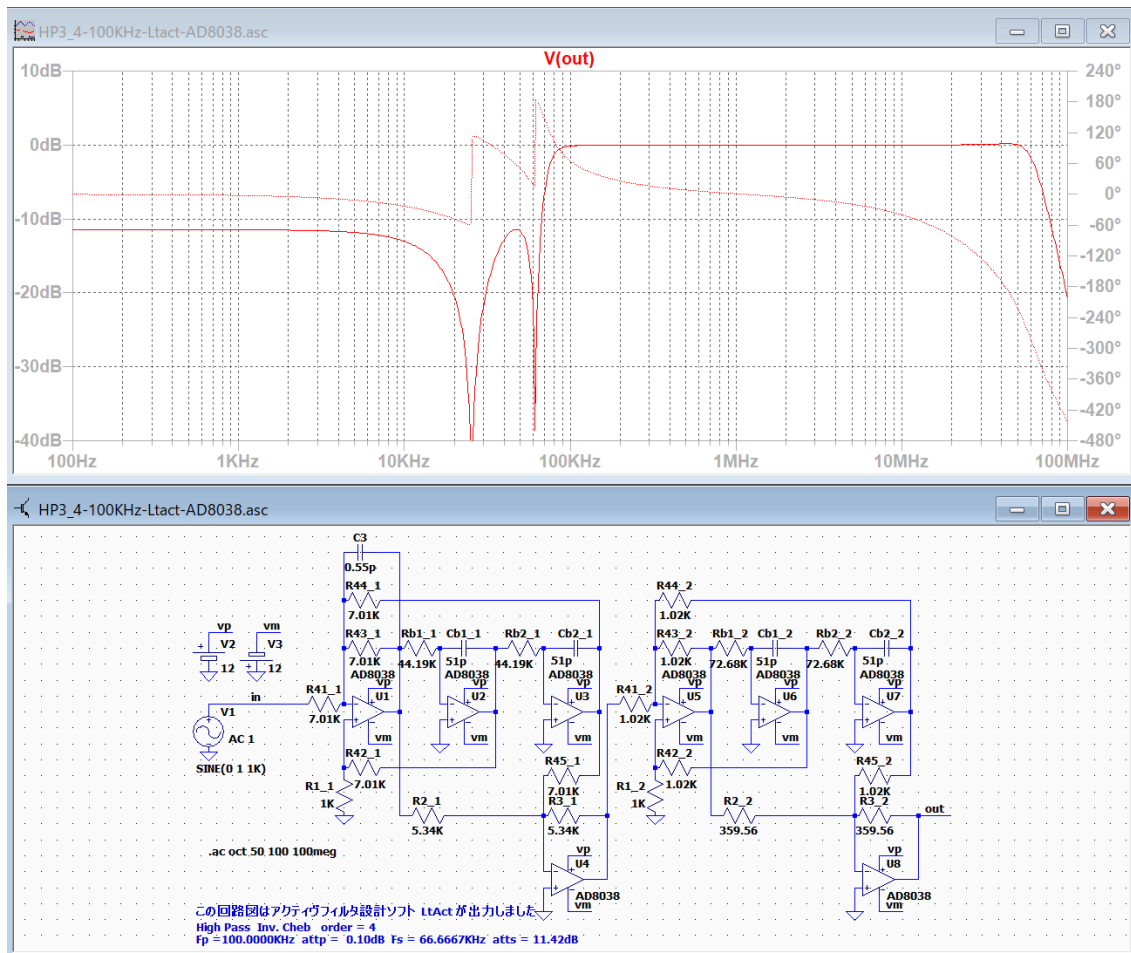


次は、オペアンプを交換した場合を調べる。

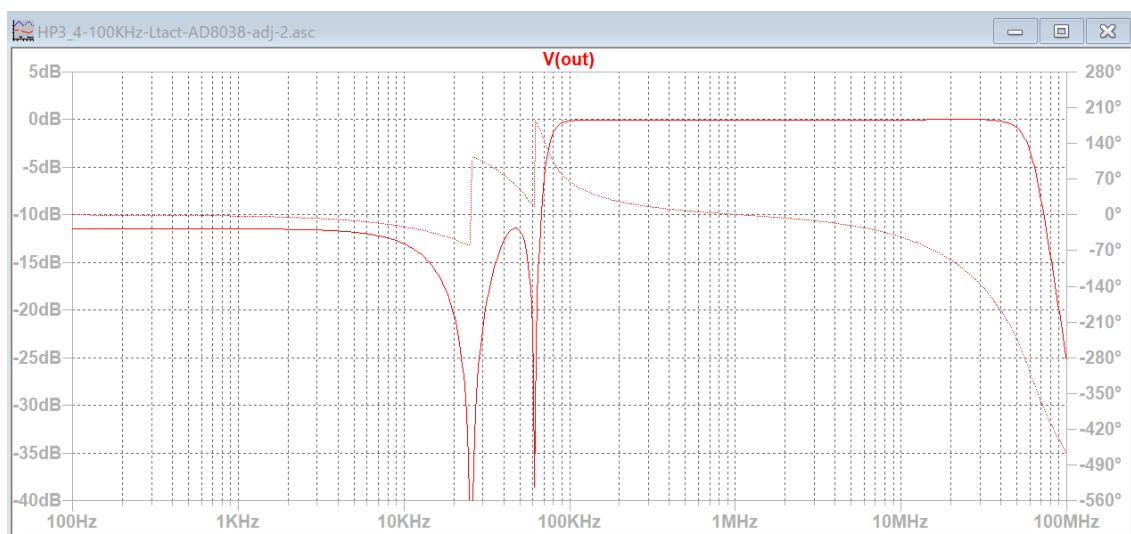
HP3\_4-100KHz-Ltact OP 交換

LtAct ver.2.60 追加実験

HP3\_4-100KHz-Ltact-AD8038-adj.asc C3=0.55p で通過域 63.7MHz



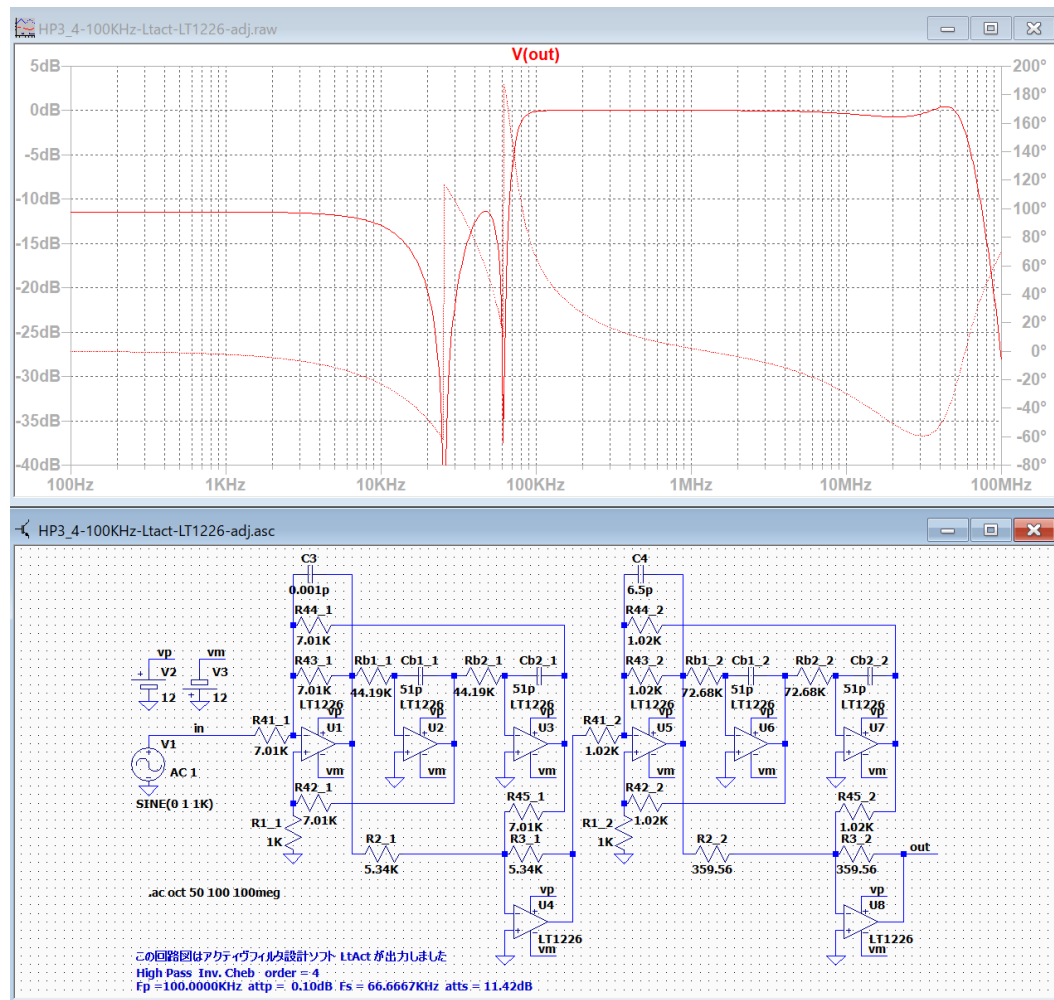
HP3\_4-100KHz-Ltact-AD8038-adj-2.asc C3 と C4 で調整すると通過域が 59.2MHz



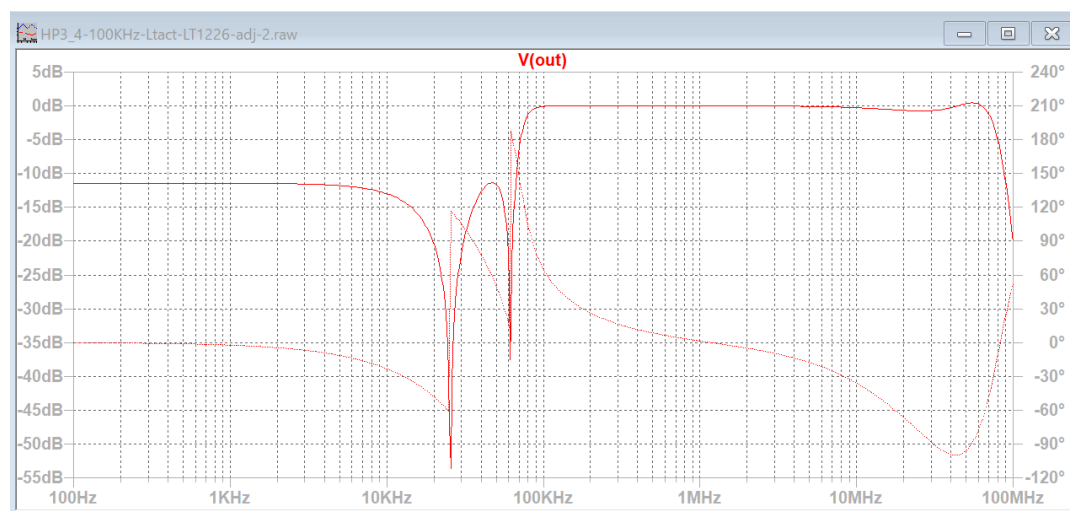
HP3\_4-100KHz-Ltact OP 交換

LtAct ver.2.60 追加実験

HP3\_4-100KHz-Ltact-LT1226-adj.asc C4=6.5p で通過域 59.7MHz



HP3\_4-100KHz-Ltact-LT1226-adj-2.asc C3=0.72p, C4=3p 通過域は 75MHz



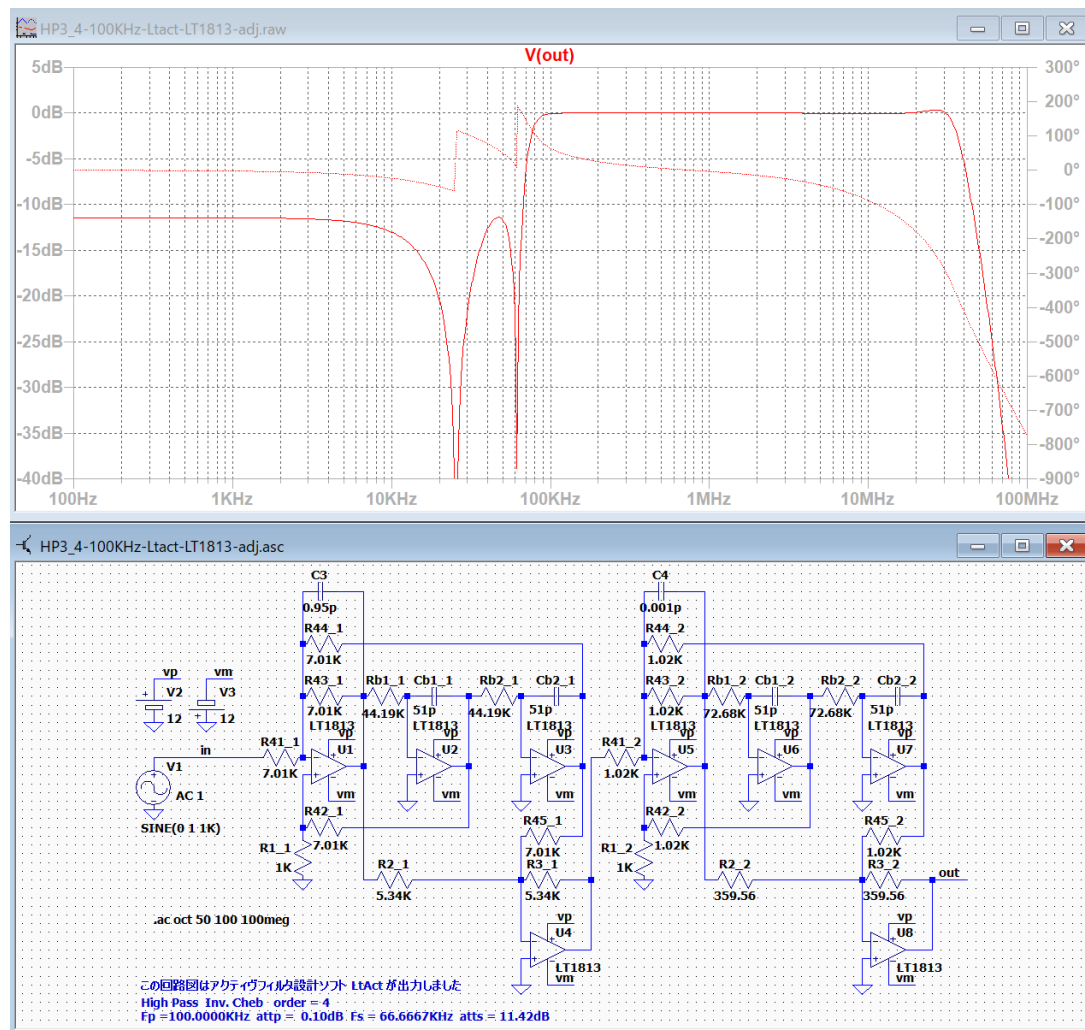
LT1226 の場合は、シミュレーションの時間が長くなった。

HP3\_4-100KHz-Ltact OP 交換

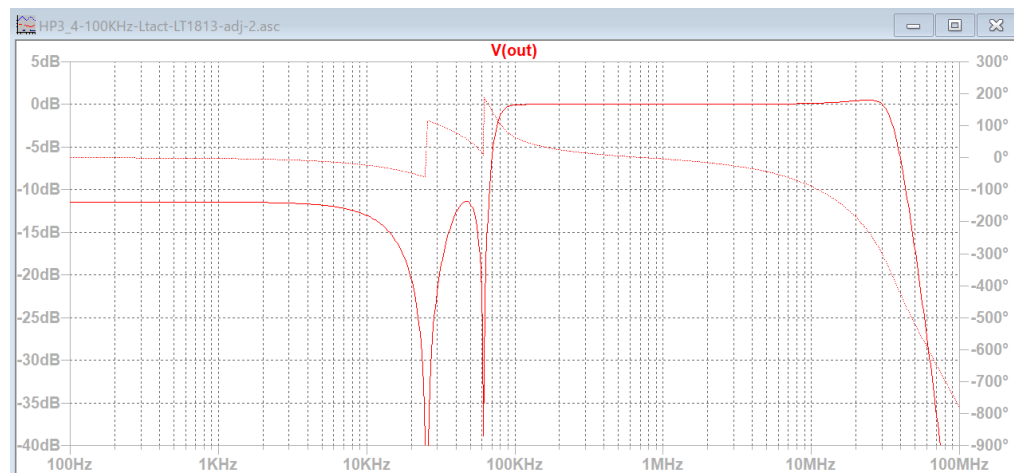


LtAct ver.2.60 追加実験

HP3\_4-100KHz-Ltact-LT1813-adj.asc C3=0.95p で、通過域 37MHz



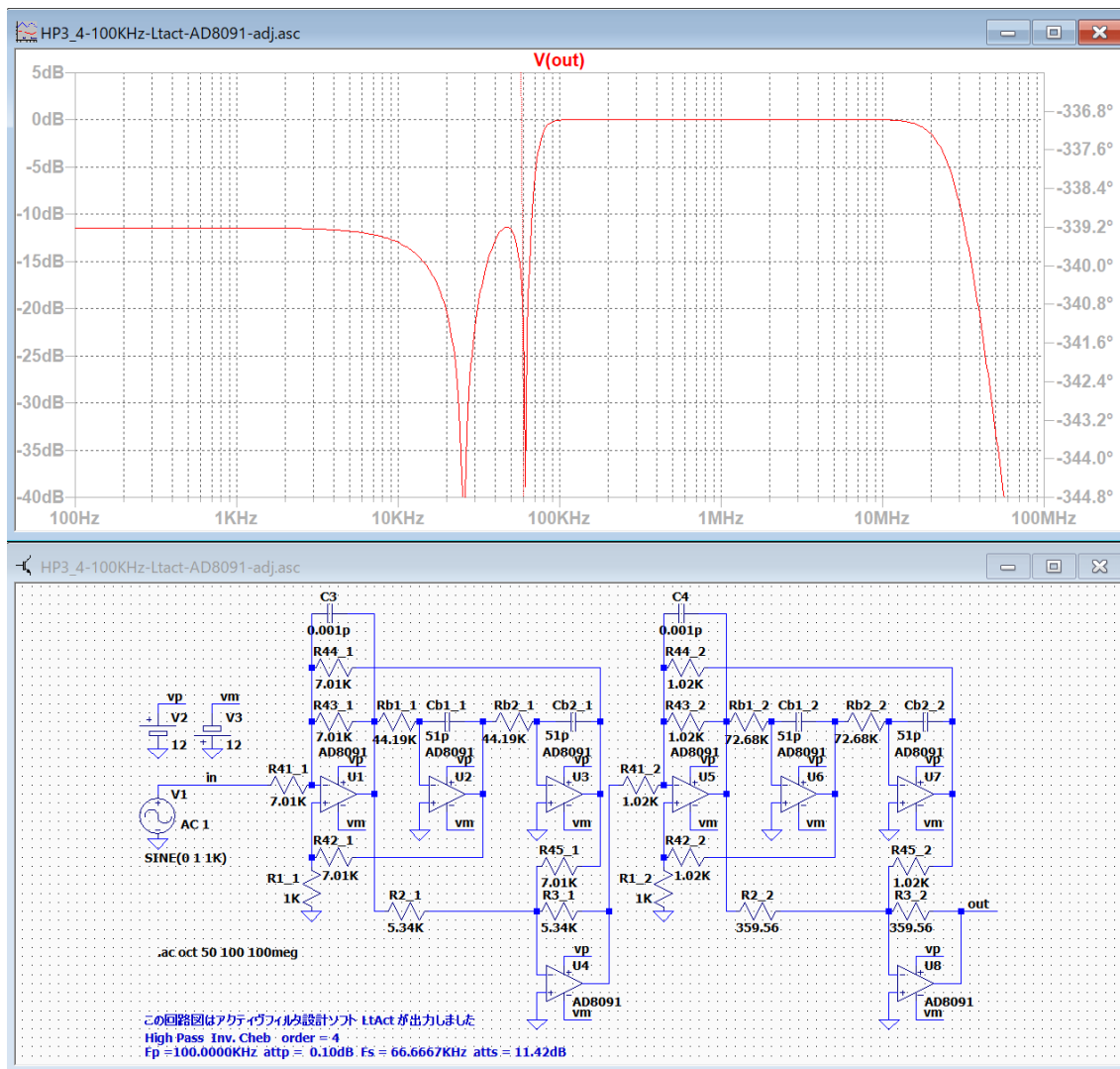
HP3\_4-100KHz-Ltact-LT1813-adj-2.asc C3 と C4 で調整すると、通過域 36.1MHz



HP3\_4-100KHz-Ltact OP 交換



HP3\_4-100KHz-Ltact-AD8091.asc 無調整で、通過域 23MHz



AD8091 の場合は、シミュレーション時間が非常に長くなった。

基本回路やコンデンサの値によって、シミュレーション時間が変化する。

HP3\_4-100KHz-Ltact OP 交換

実験のまとめ

HP3\_4-100KHz 通過域の順位

順位	オペアンプ名	帯域 MHz	調整方法	C 倍率
1位	LT1226	75	C3, C4	x1
2位	AD8038	63.7	C3	x1
3位	LT1813	37	C3	x1
4位	ADA4807-4	34.9	C4	d10
5位	AD8091	23	---	x1

次は、カットオフ周波数が 1KHz と 1MHz の場合を調べる。

LtAct ver.2.60 追加実験

## HP3\_4-1KHz-Ltact

ハイパス・逆チェビシェフ 4次 1KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ハイパスフィルタ	遮断特性	Inv. Cheb
設計するフィルタの次数 m(<=58)	4		
カットオフ周波数 Fc	1	KHz	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fc/Fs	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ High Pass Inv. Cheb 次数=4

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 11.42dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.6609K	19.6856Meg	1.0000	0	14.9764Meg
	Fc= 706.1455		Q = 2.6714	GB 積=188.6371K	
2	4.0097K	7.2787Meg	1.0000	0	2.5695Meg
	Fc= 429.3852		Q = 0.6728	GB 積= 28.8906K	

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\HP3\_4-1KHz-Ltact\HP3\_4-1KHz-Ltact.asc 作

成日時 Tue Mar 02 15:47:55 2021

アノグ High Pass Inv. Cheb 次数=4

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 11.42dB

1 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_1(2 個)=225.3855K Cb\_1(2 個)= 1.0000n 誤差=2.39 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 5.3362K R3\_1 = 5.3362K R4\_1(5 個)= 7.0141K

誤差=6.96 %

2 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_2(2 個)=247.1052K Cb\_2(2 個)= 1.5000n 誤差=2.88 %

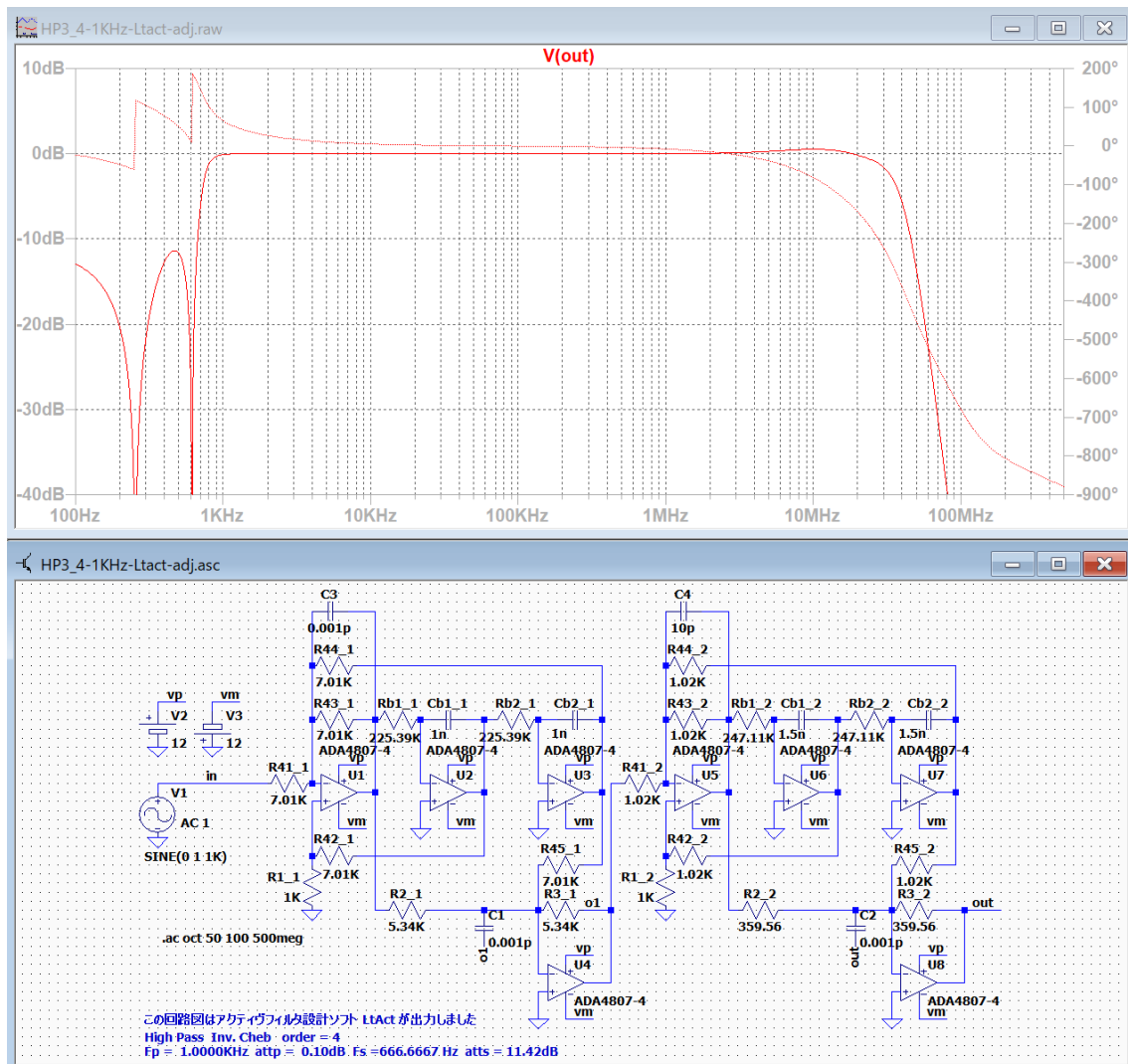
2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 359.5581 R3\_2 = 359.5581 R4\_2(5 個)= 1.0185K 誤

差=1.83 %

HP3\_4-1KHz-Ltact

## 完成した回路図

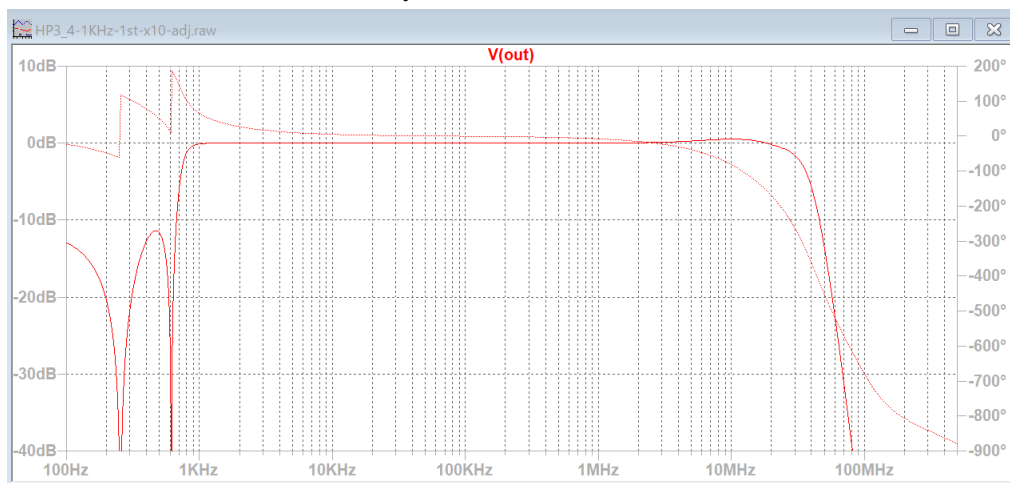
HP3\_4-1KHz-Ltact-adj.asc 通過域は 34.8MHz



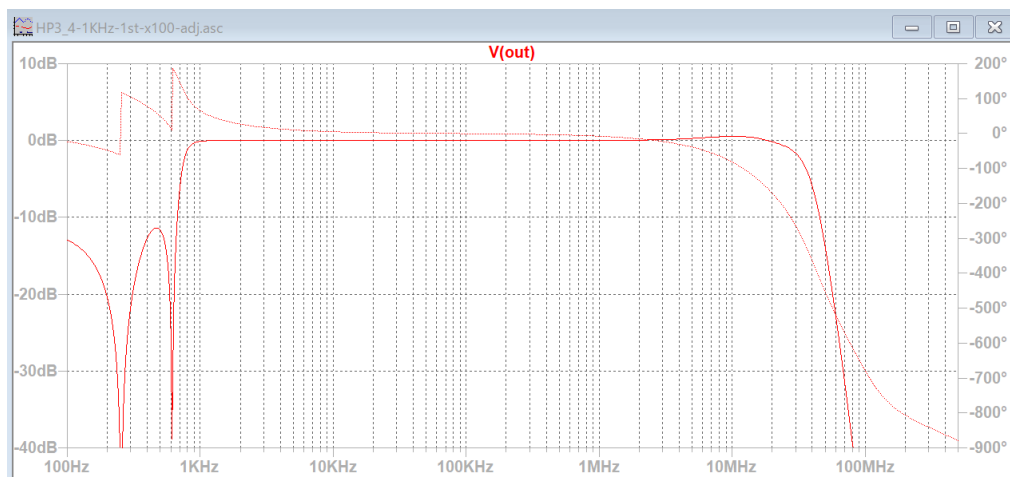
通過域は、HP3\_4-100KHz-Ltact-adj.asc と同じ 34.8MHz になった。

Cb1\_1 を増減する場合

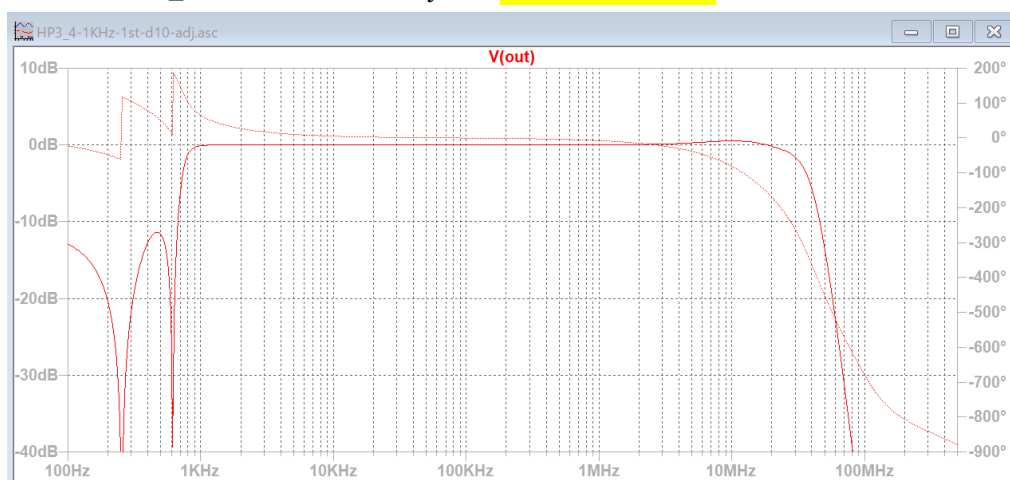
10 倍 HP3\_4-1KHz-1st-x10-adj.asc 通過域 34.7MHz



100 倍 HP3\_4-1KHz-1st-x100-adj.asc 通過域 34.4MHz

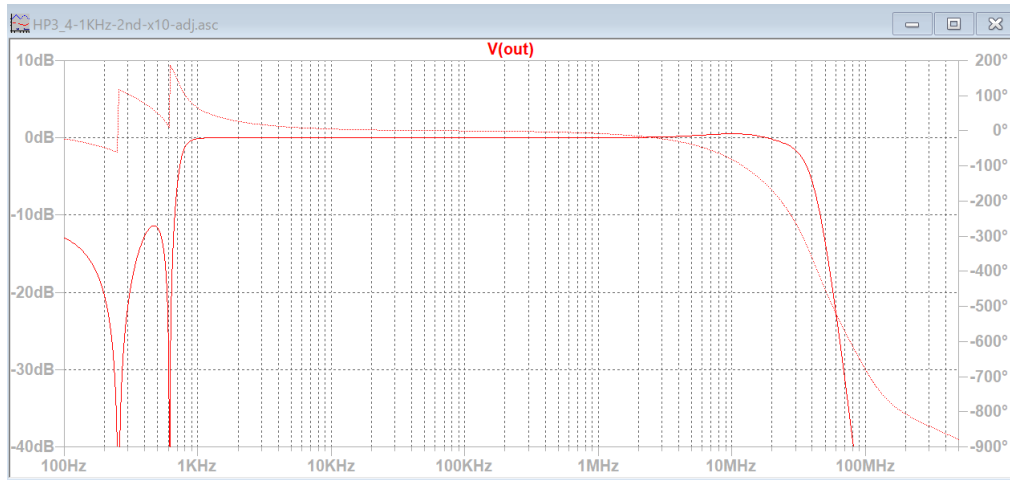


1/10 倍 HP3\_4-1KHz-1st-d10-adj.asc 通過域 34.8MHz

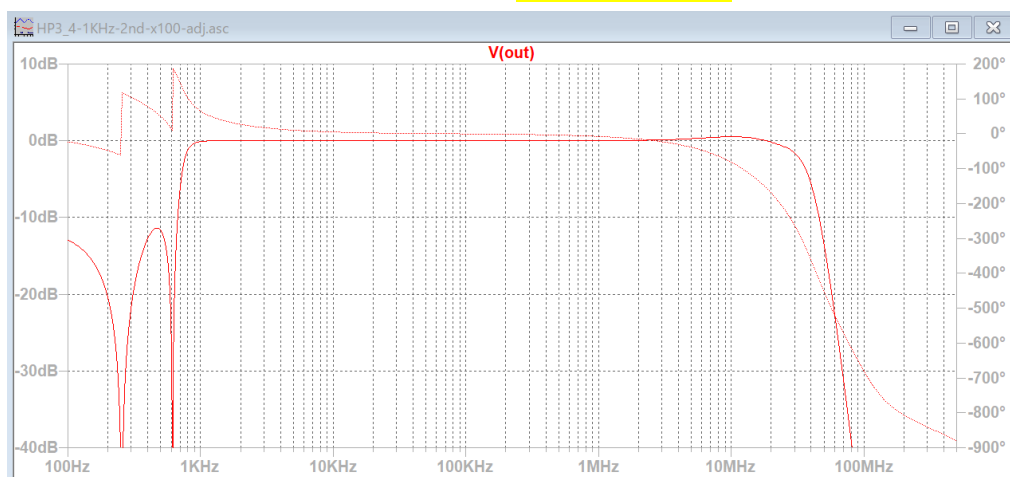


Cb1\_2 を増加する場合

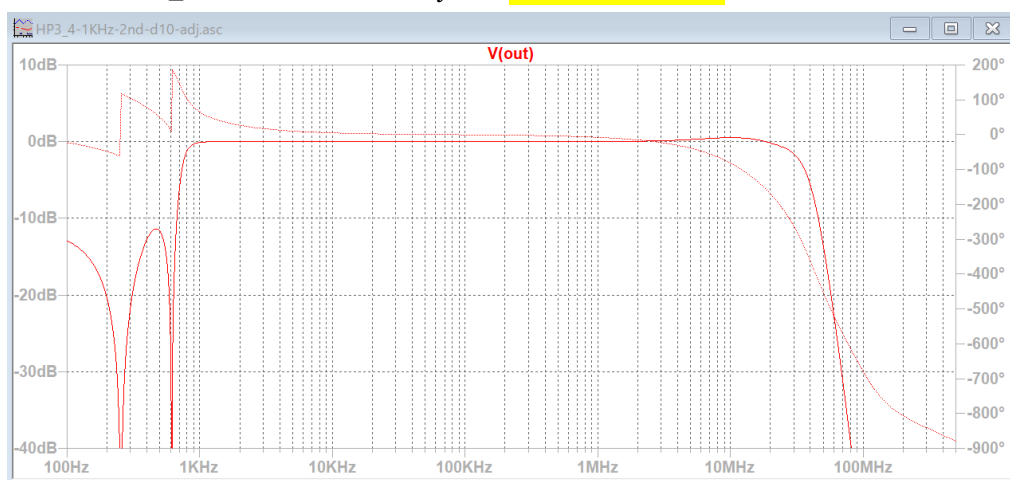
10 倍 HP3\_4-1KHz-2nd-x10-adj.asc 通過域 34.8MHz



100 倍 HP3\_4-1KHz-2nd-x100-adj.asc 通過域 34.8MHz

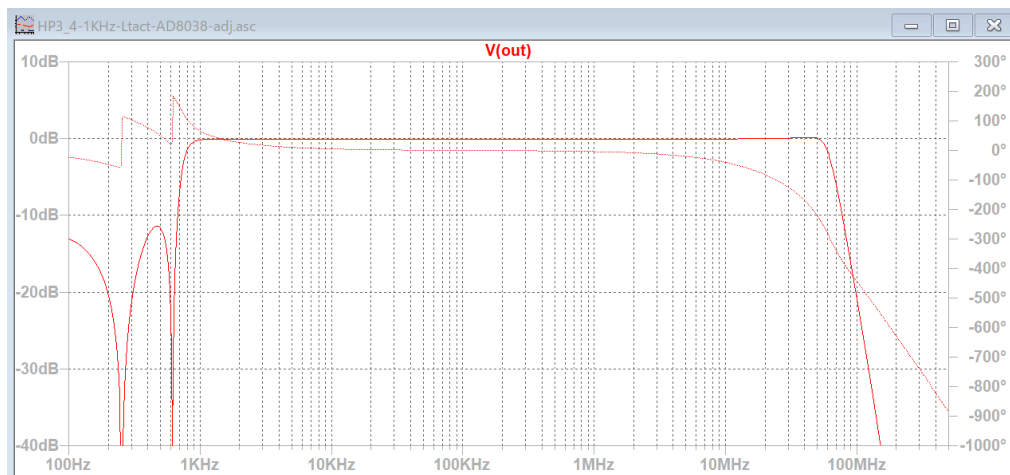


1/10 倍 HP3\_4-1KHz-2nd-d10-adj.asc 通過域 34.8MHz

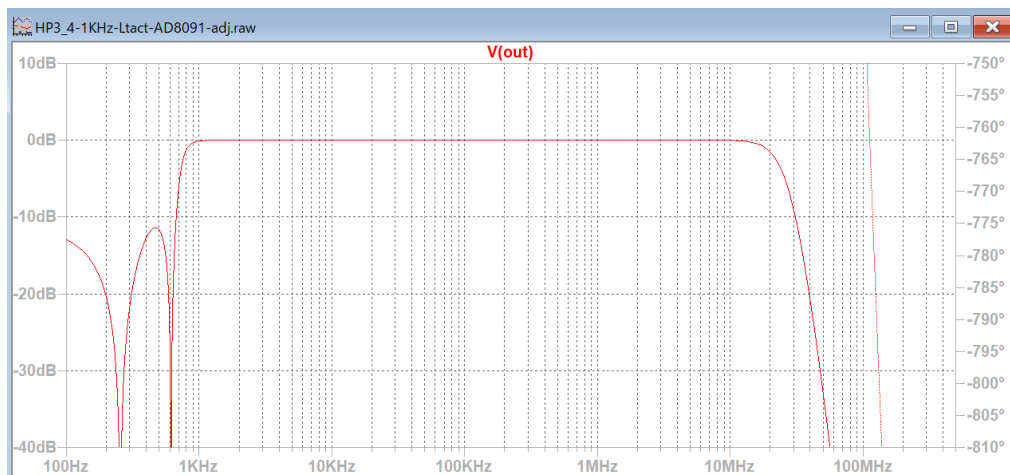


## オペアンプを交換する場合

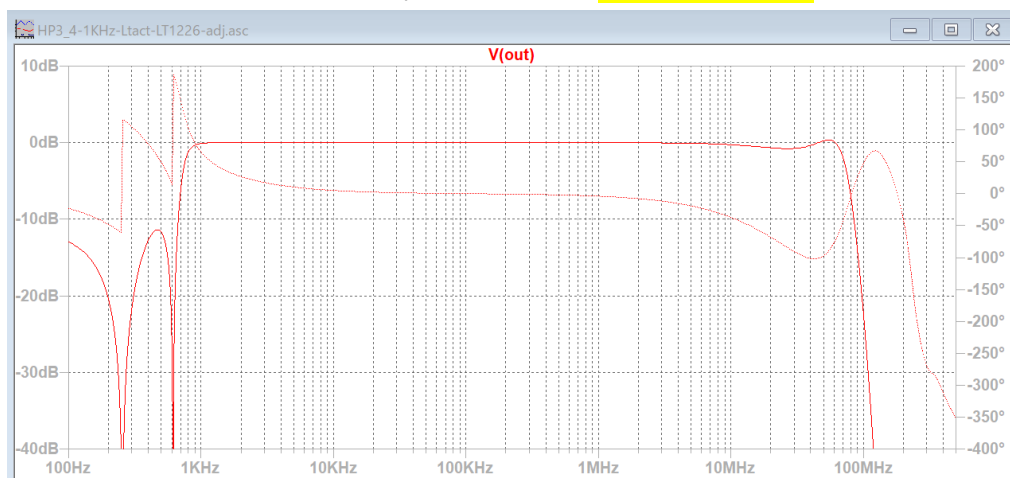
HP3\_4-1KHz-Ltact-AD8038-adj.asc C3 通過域 63.6MHz



HP3\_4-1KHz-Ltact-AD8091.asc --- 通過域 23MHz

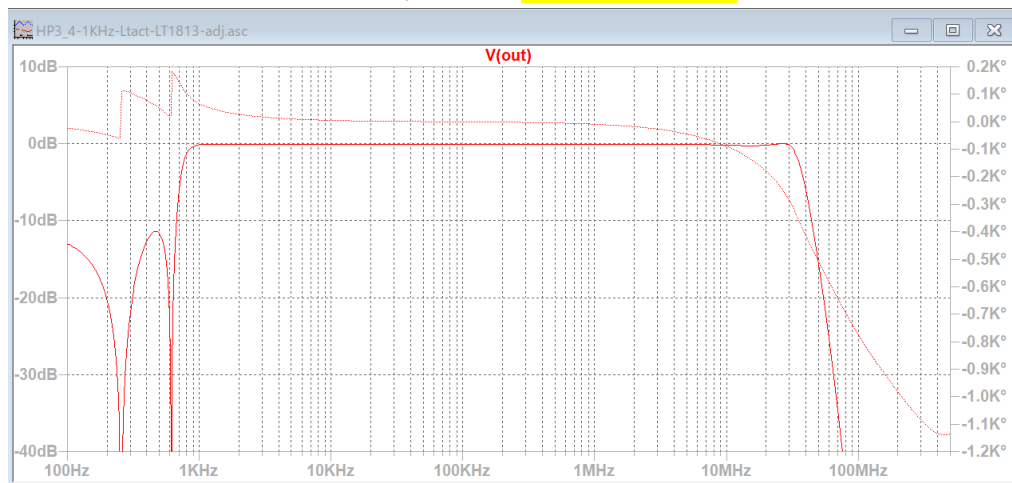


HP3\_4-1KHz-Ltact-LT1226-adj.asc C3 と C4 通過域 73.1MHz



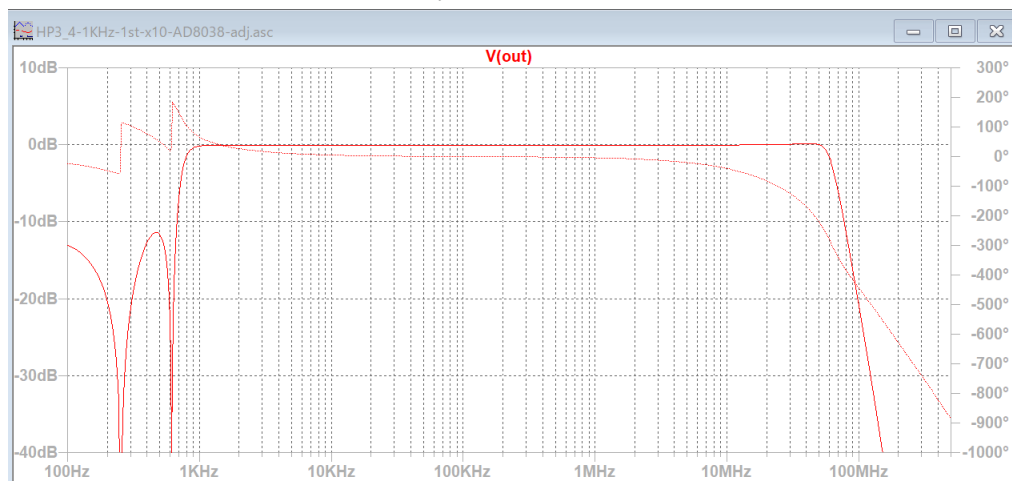
LtAct ver.2.60 追加実験

HP3\_4-1KHz-Ltact-LT1813-adj.asc C3 通過域 36.6MHz

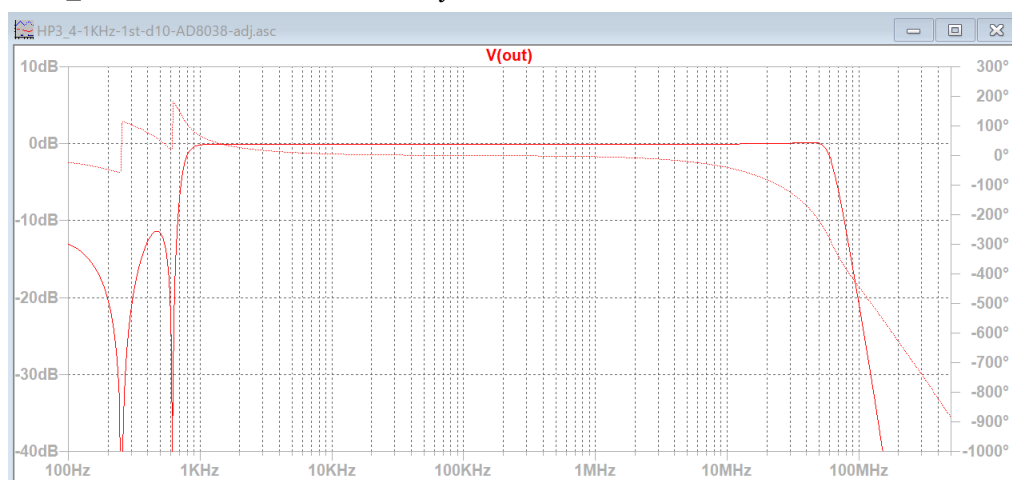


Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

HP3\_4-1KHz-1st-x10-AD8038-adj.asc C3 通過域 63.6MHz



HP3\_4-1KHz-1st-d10-AD8038-adj.asc C3 通過域 63.6MHz



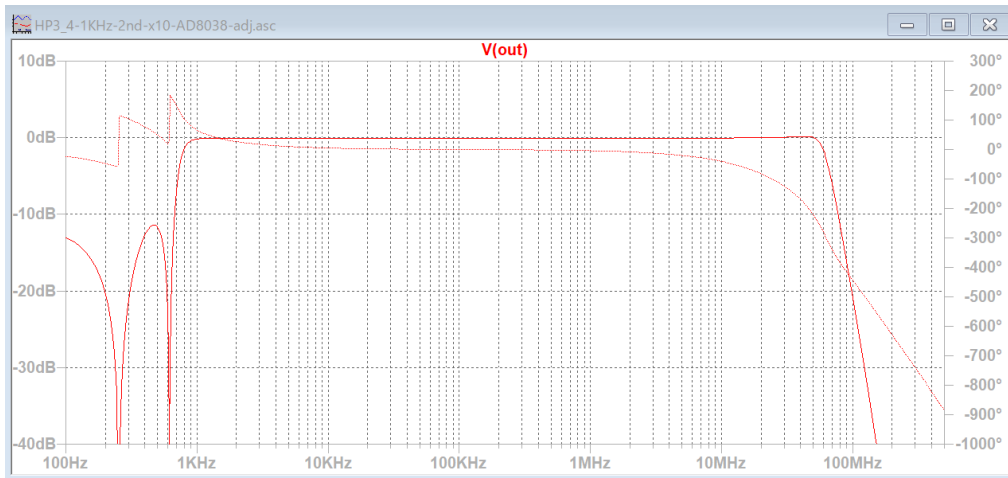
HP3\_4-1KHz-Ltact

Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

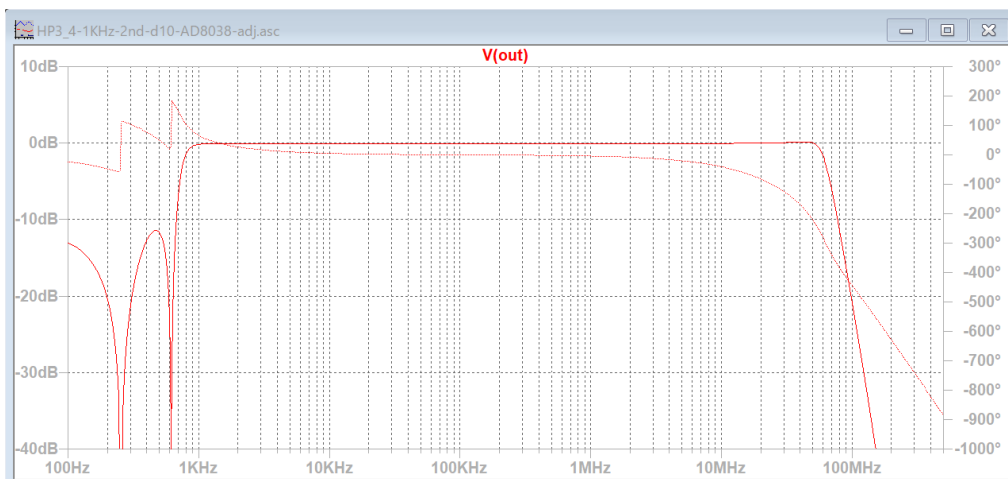


LtAct ver.2.60 追加実験

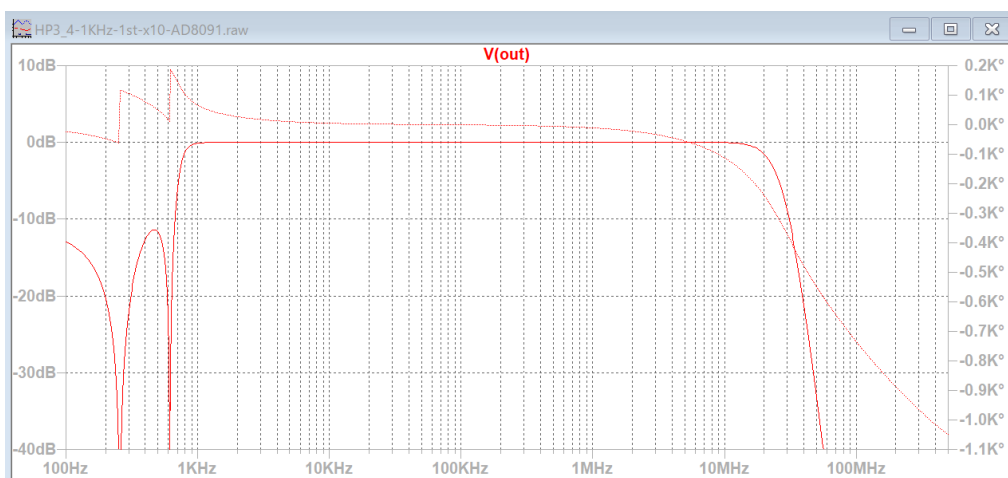
HP3\_4-1KHz-2nd-x10-AD8038-adj.asc C3 通過域 63.6MHz



HP3\_4-1KHz-2nd-d10-AD8038-adj.asc 通過域 63.6MHz



HP3\_4-1KHz-1st-x10-AD8091.asc --- 通過域 22.9MHz

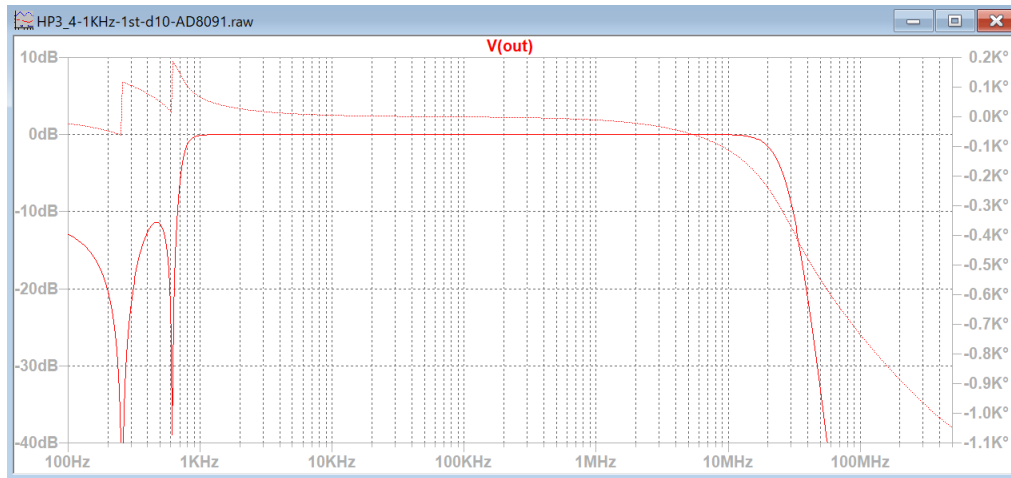


HP3\_4-1KHz-Ltact

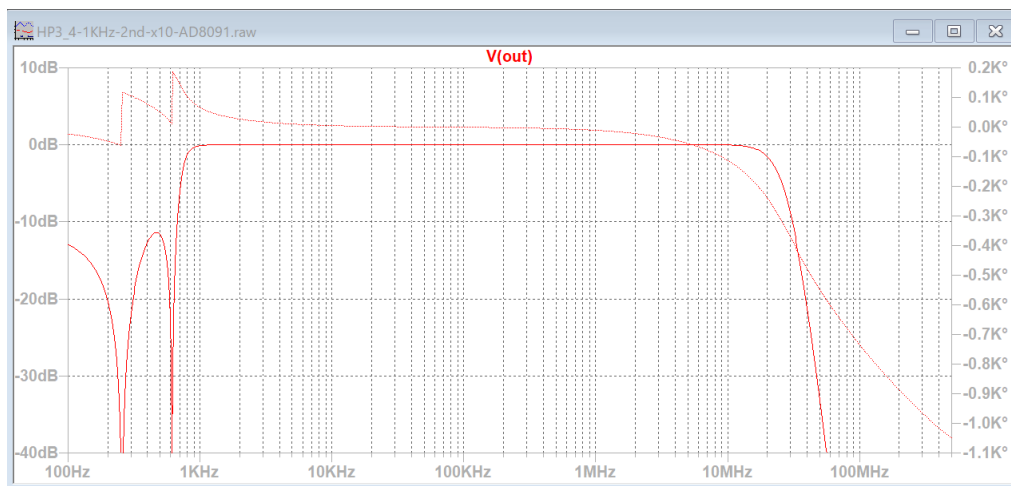
Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

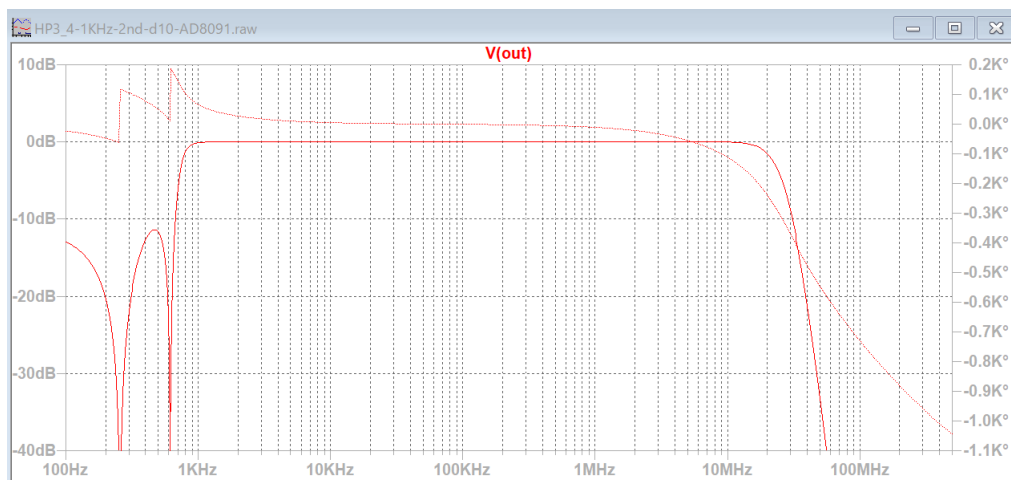
HP3\_4-1KHz-1st-d10-AD8091.asc --- 通過域 22.9MHz



HP3\_4-1KHz-2nd-x10-AD8091.asc --- 通過域 22.9MHz



HP3\_4-1KHz-2nd-d10-AD8091.asc --- 通過域 22.9MHz

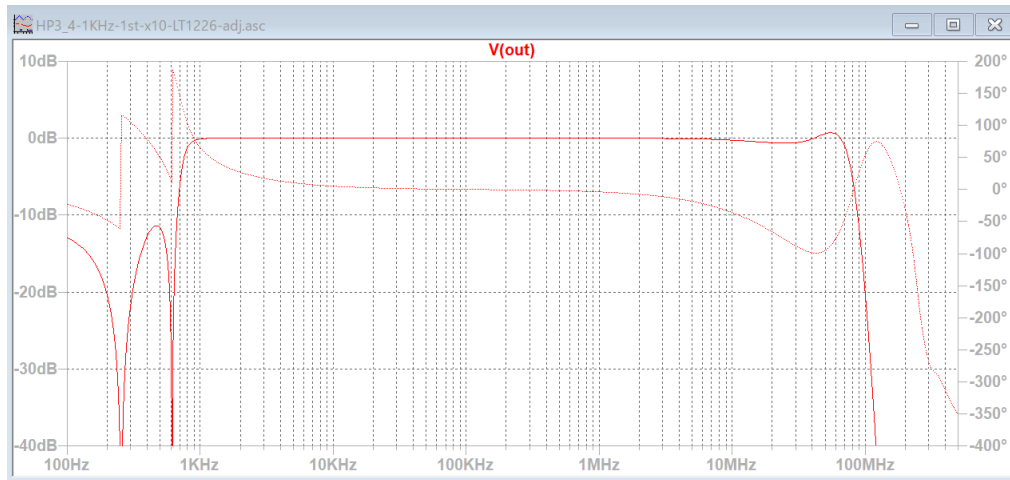


HP3\_4-1KHz-Ltact

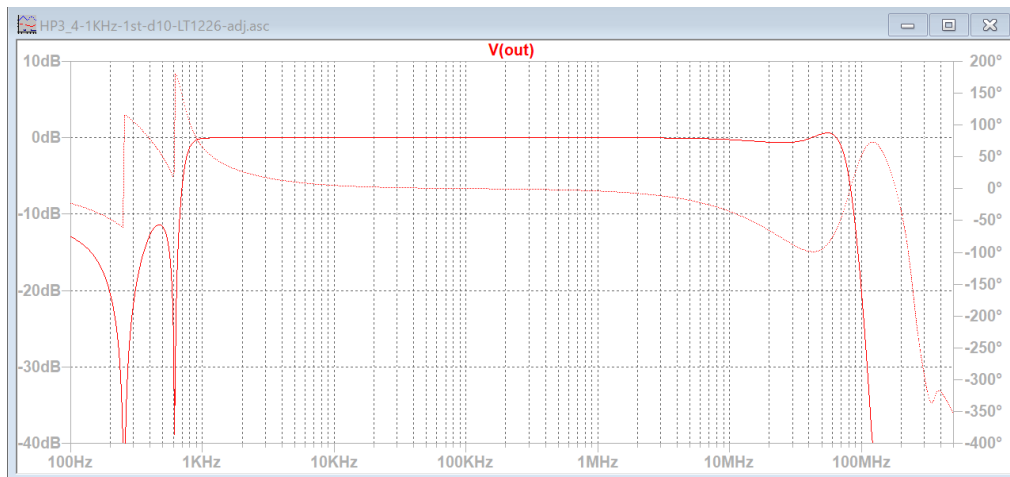
Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

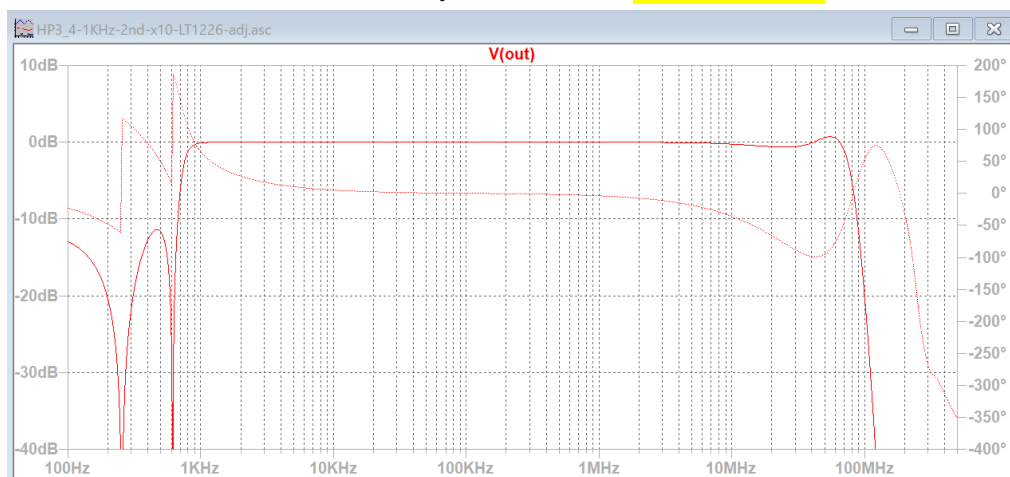
HP3\_4-1KHz-1st-x10-LT1226-adj.asc C3 と C4 通過域 76MHz



HP3\_4-1KHz-1st-d10-LT1226-adj.asc C3 と C4 通過域 76MHz



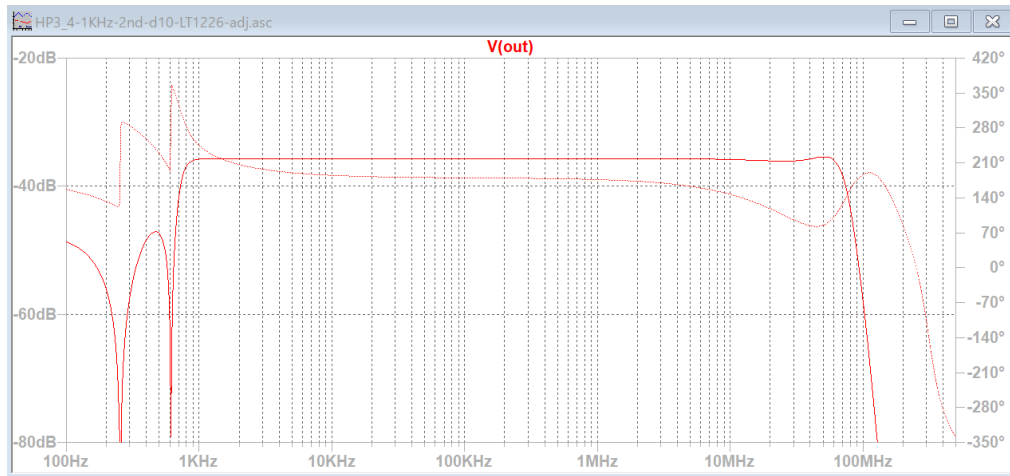
HP3\_4-1KHz-2nd-x10-LT1226-adj.asc C3 と C4 通過域 76MHz



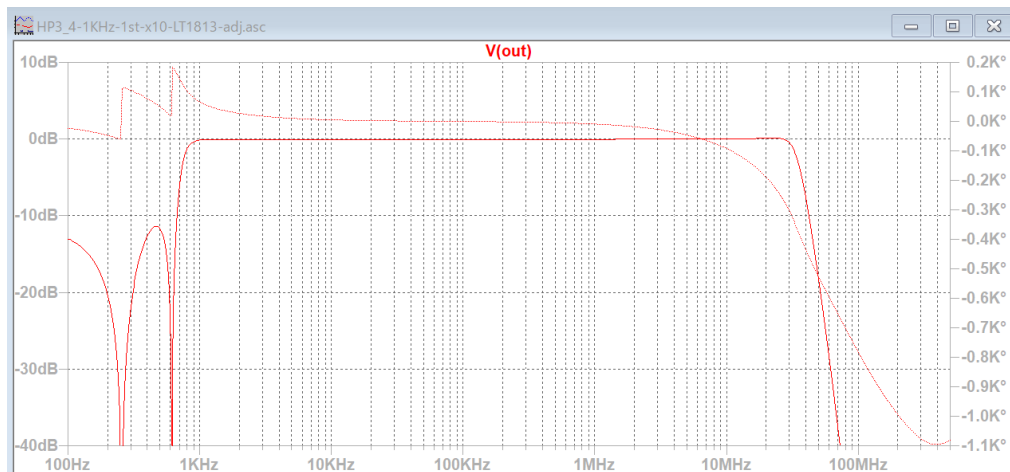
HP3\_4-1KHz-Ltact

Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

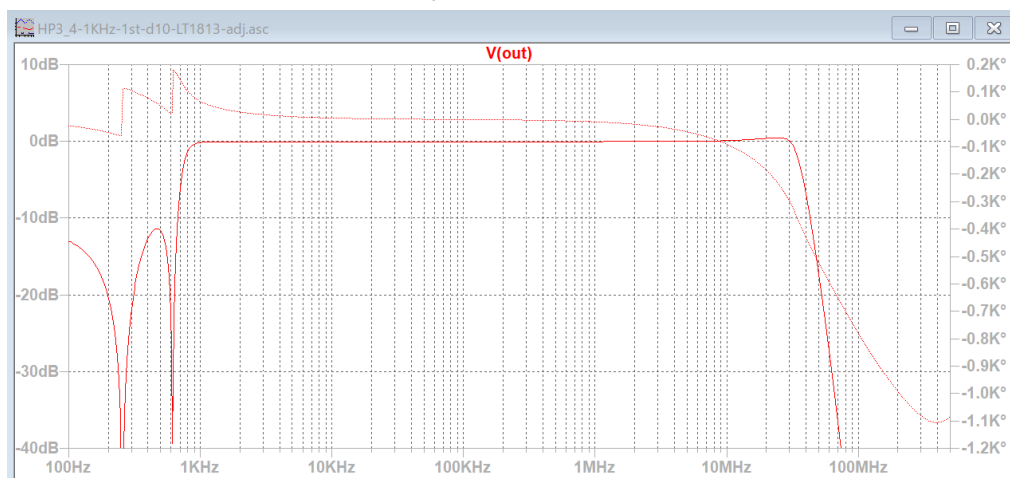
HP3\_4-1KHz-2nd-d10-LT1226-adj.asc フィルタとして動作しない



HP3\_4-1KHz-1st-x10-LT1813-adj.asc C3 と C4 通過域 35.2MHz



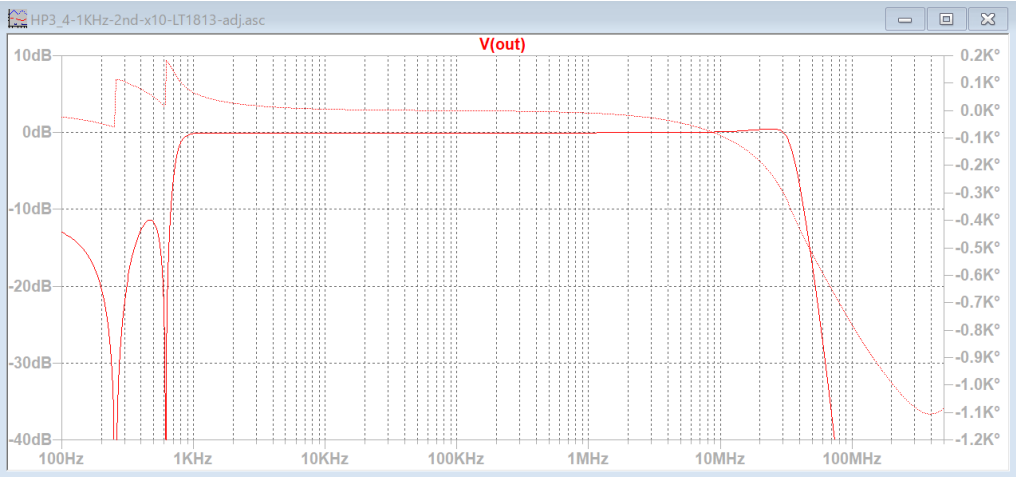
HP3\_4-1KHz-1st-d10-LT1813-adj.asc C3 と C4 通過域 36.1MHz



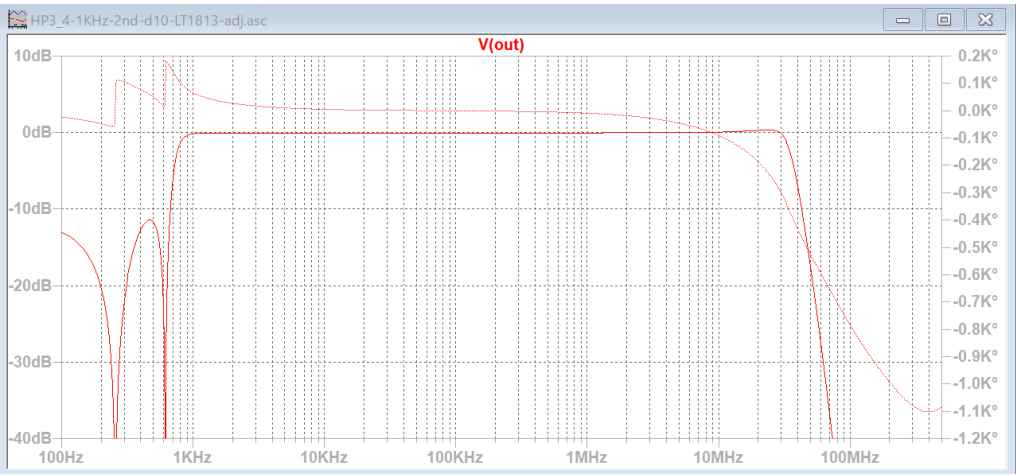
HP3\_4-1KHz-Ltact

Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

HP3\_4-1KHz-2nd-x10-LT1813-adj.asc C3 と C4 通過域 36.1MHz



HP3\_4-1KHz-2nd-d10-LT1813-adj.asc C3 と C4 通過域 35.8MHz



実験のまとめ

HP3\_4-1KHz 通過域の順位

順位	オペアンプ名	帯域 MHz	調整方法	C 倍率
1位	LT1226	76	C3, C4	x10, d10
2位	AD8038	63.6	C3	d10..x10
3位	LT1813	36.6	C3	x1
4位	ADA4807-4	34.8	C4	x10, d10
5位	AD8091	23	---	x1

HP3\_4-100KHz の場合とほとんど同じ結果が得られた。

LtAct ver.2.60 追加実験

## HP3\_4-1MHz-Ltact

ハイパス・逆チェビシェフ 4次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ 遮断特性 Inv. Cheb

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  4

カットオフ周波数  $F_c$  1 Meg

周波数  $F_c$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_s$  として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ High Pass Inv. Cheb 次数=4

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667KHz atts = 11.42dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.6609Meg	19.6856T	1.0000	0	14.9764T
		Fc= 706.1455K	Q= 2.6714	GB 積=188.6371Meg	
2	4.0097Meg	7.2787T	1.0000	0	2.5695T
		Fc= 429.3852K	Q= 0.6728	GB 積= 28.8906Meg	

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\HP3\_4-1MHz-Ltact\HP3\_4-1MHz-Ltact.asc 作

成日時 Tue Mar 02 15:54:34 2021

アノグ High Pass Inv. Cheb 次数=4

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667KHz atts = 11.42dB

1 (et1) 「HP3-2-1」 Rb\_1(2 個)= 7.5129K Cb\_1(2 個)= 30.0000p 誤差=0.17 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 5.3362K R3\_1 = 5.3362K R4\_1(5 個)= 7.0141K

誤差=6.96 %

2 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_2(2 個)= 12.3553K Cb\_2(2 個)= 30.0000p 誤差=2.88 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 359.5581 R3\_2 = 359.5581 R4\_2(5 個)= 1.0185K 誤

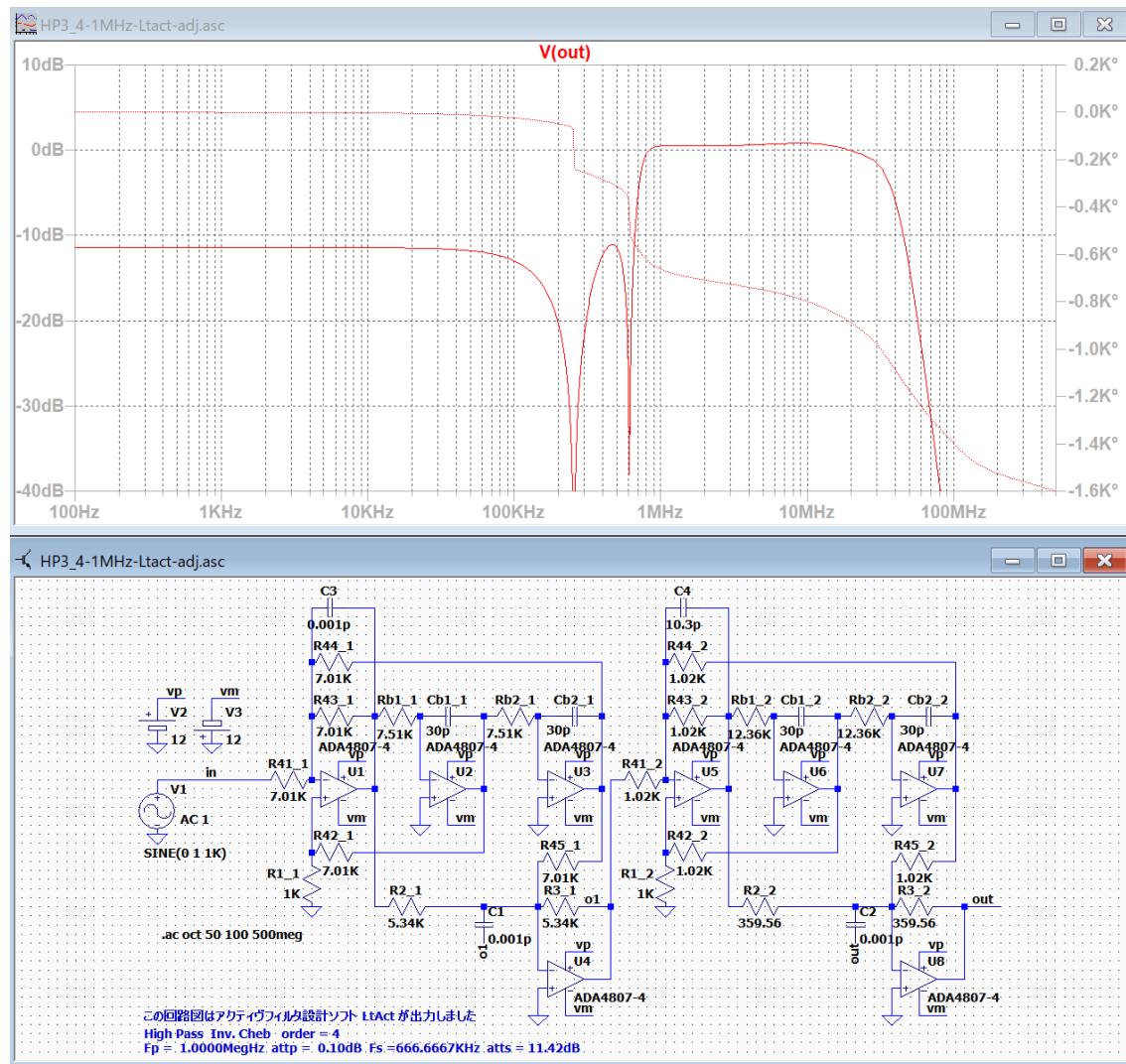
差=1.83 %

HP3\_4-1MHz-Ltact

実験のまとめ

## 完成した回路図

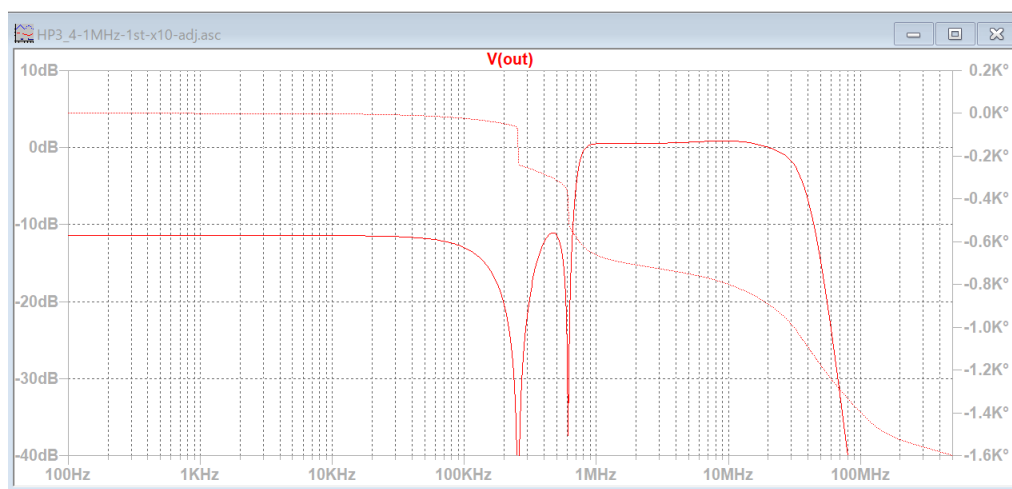
HP3\_4-1MHz-Ltact-adj.asc 通過域 34.7MHz



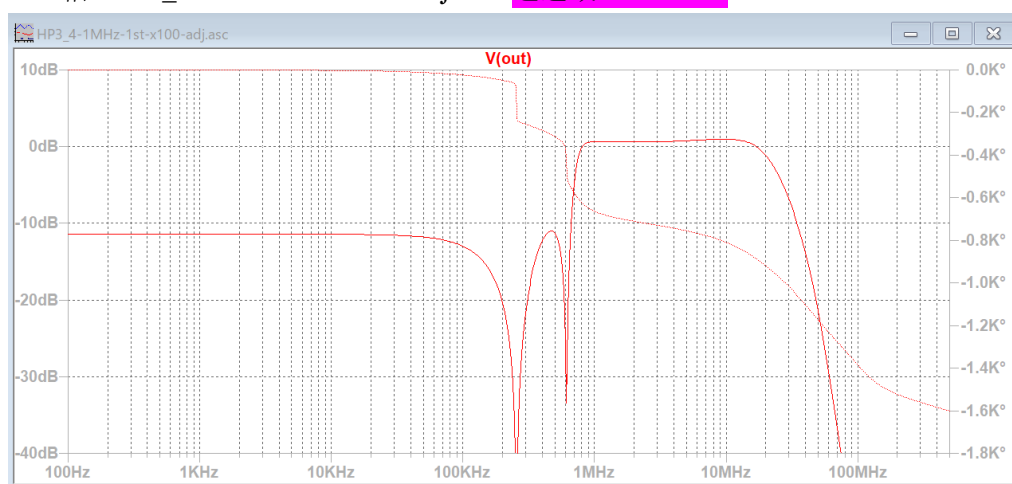
LtAct ver.2.60 追加実験

Cb1\_1 を増減する場合

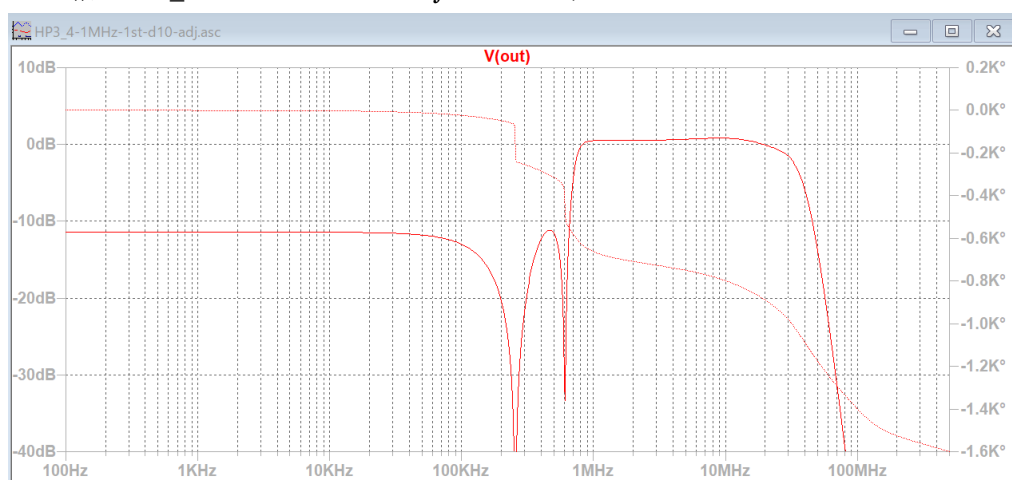
10 倍 HP3\_4-1MHz-1st-x10-adj.asc 通過域 33.6MHz



100 倍 HP3\_4-1MHz-1st-x100-adj.asc 通過域 23.6MHz



1/10 倍 HP3\_4-1MHz-1st-d10-adj.asc 通過域 34.7MHz



HP3\_4-1MHz-Ltact

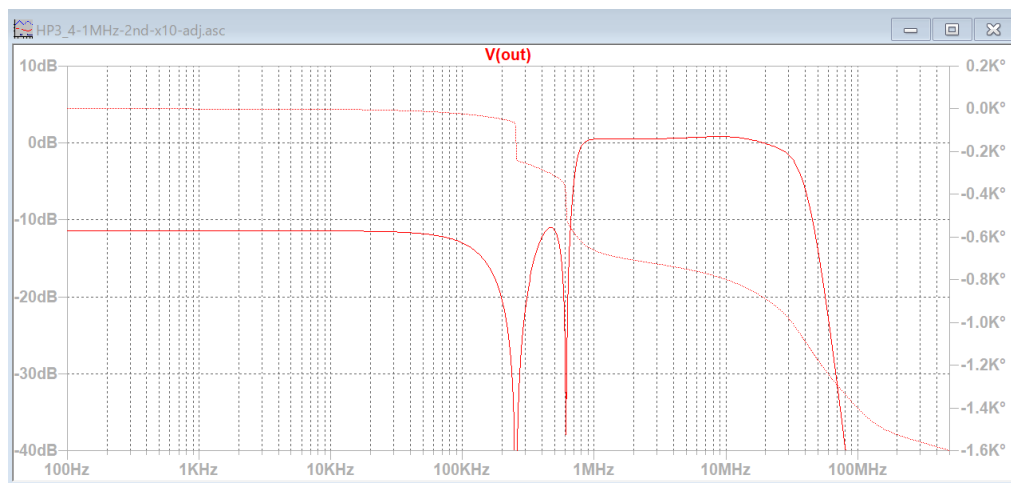
Cb1\_1 を増減する場合



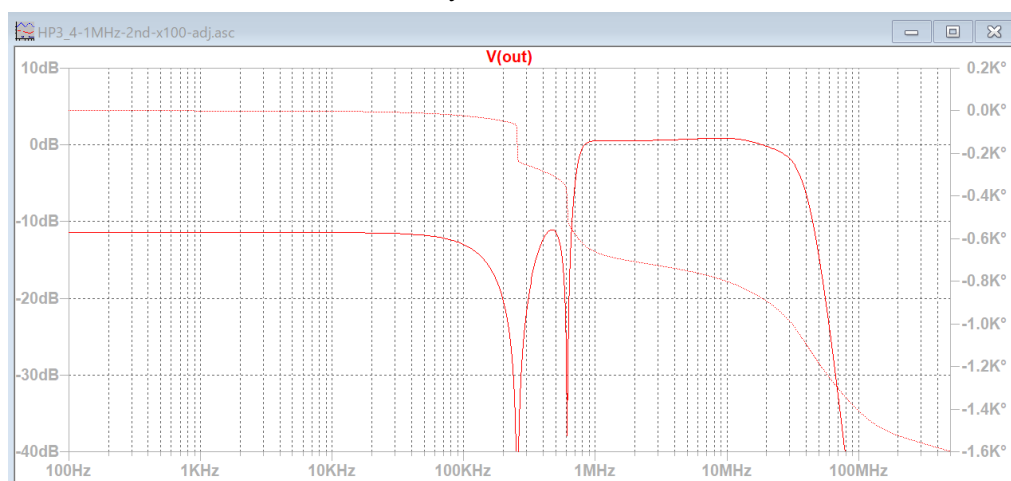
LtAct ver.2.60 追加実験

Cb1\_2 を増減する場合

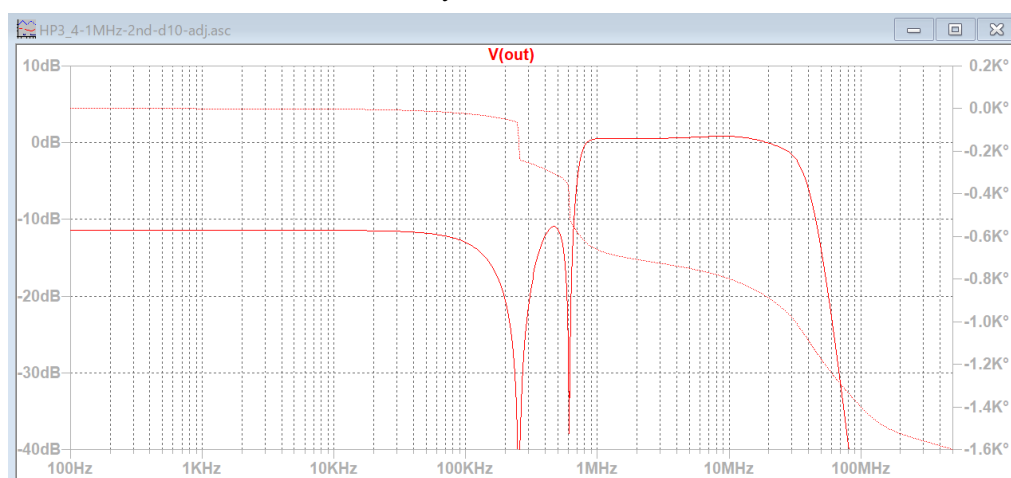
10 倍 HP3\_4-1MHz-2nd-x10-adj.asc 通過域 34.6MHz



100 倍 HP3\_4-1MHz-2nd-x100-adj.asc 通過域 33.8MHz



1/10 倍 HP3\_4-1MHz-2nd-d10-adj.asc 通過域 34.7MHz

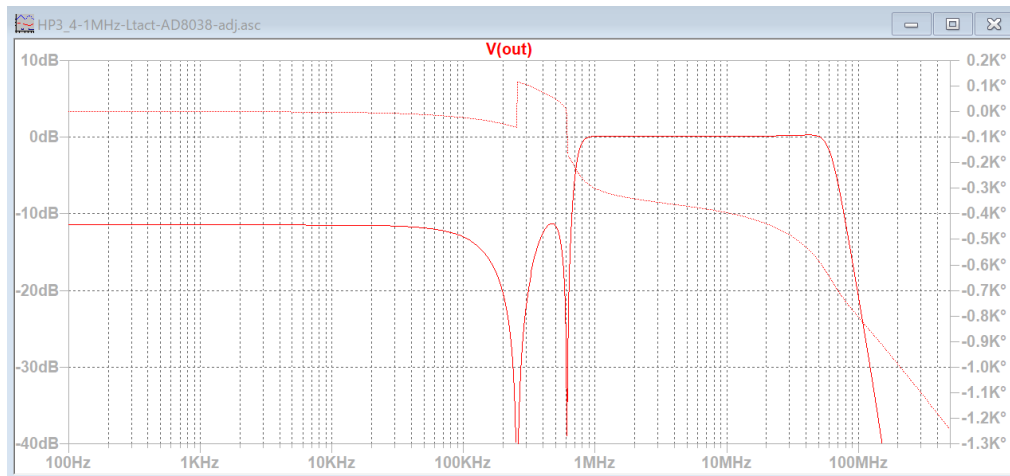


HP3\_4-1MHz-Ltact

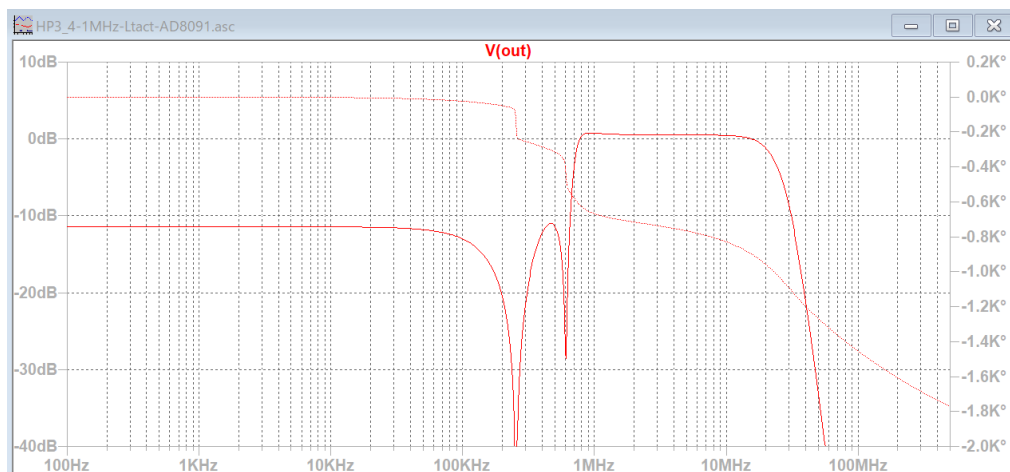
Cb1\_2 を増減する場合

## オペアンプを交換する場合

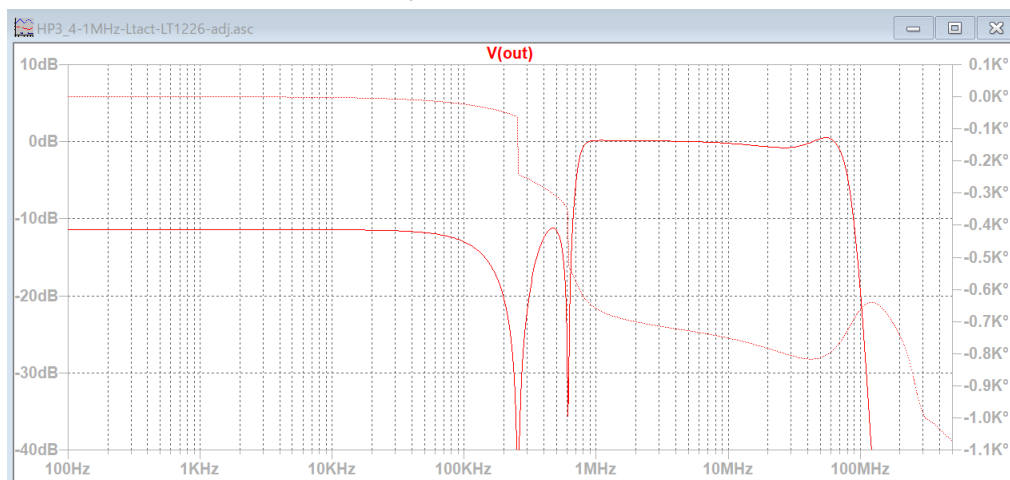
HP3\_4-1MHz-Ltact-AD8038-adj.asc 通過域 63.8MHz



HP3\_4-1MHz-Ltact-AD8091.asc 通過域 23.3MHz



HP3\_4-1MHz-Ltact-LT1226-adj.asc 通過域 76.7MHz

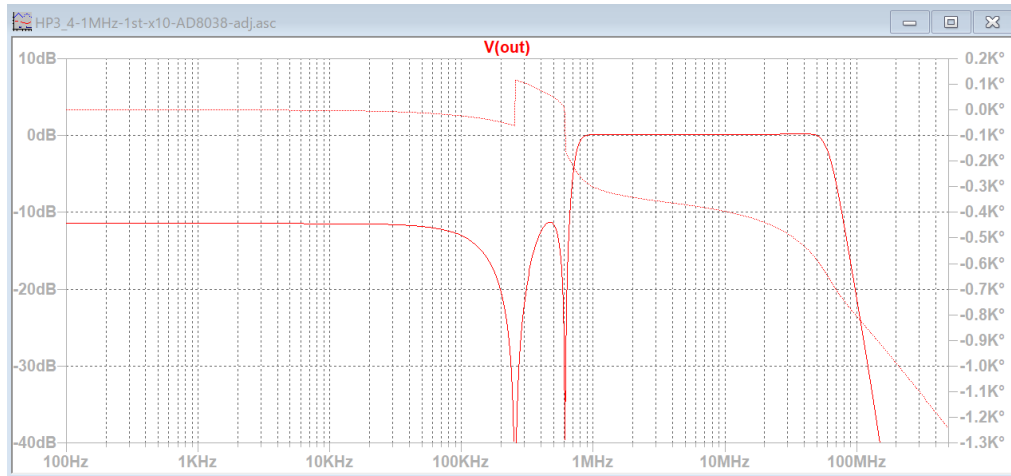


HP3\_4-1MHz-Ltact

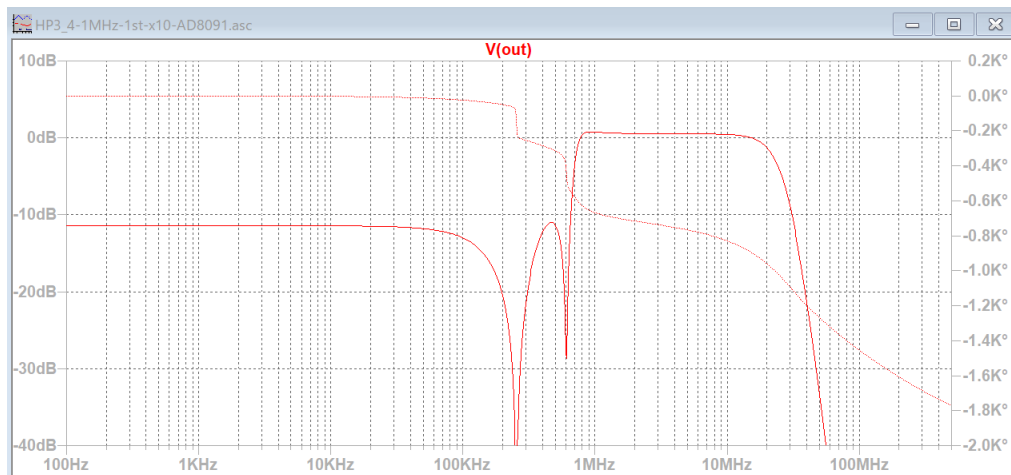
オペアンプを交換する場合

Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

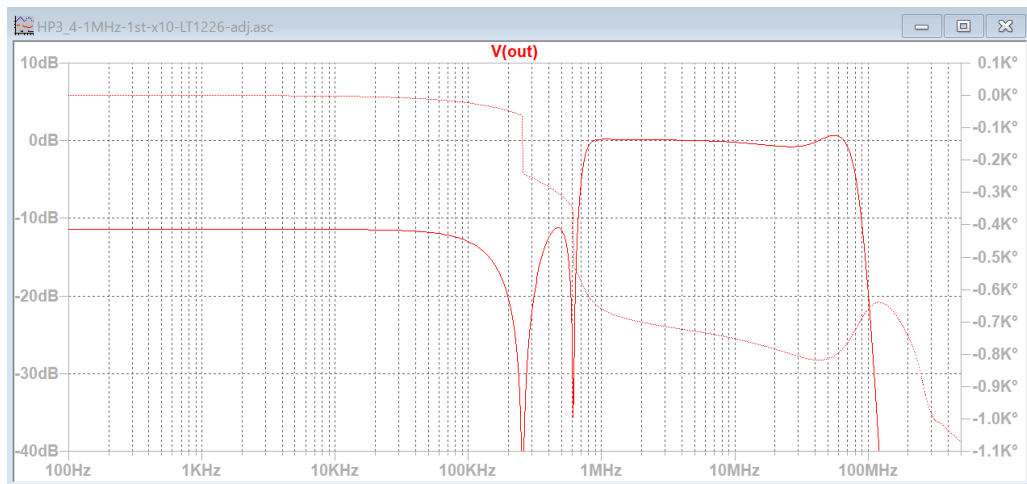
HP3\_4-1MHz-1st-x10-AD8038-adj.asc 通過域 63.4MHz



HP3\_4-1MHz-1st-x10-AD8091.asc 通過域 23.2MHz



HP3\_4-1MHz-1st-x10-LT1226-adj.asc 通過域 77.4MHz

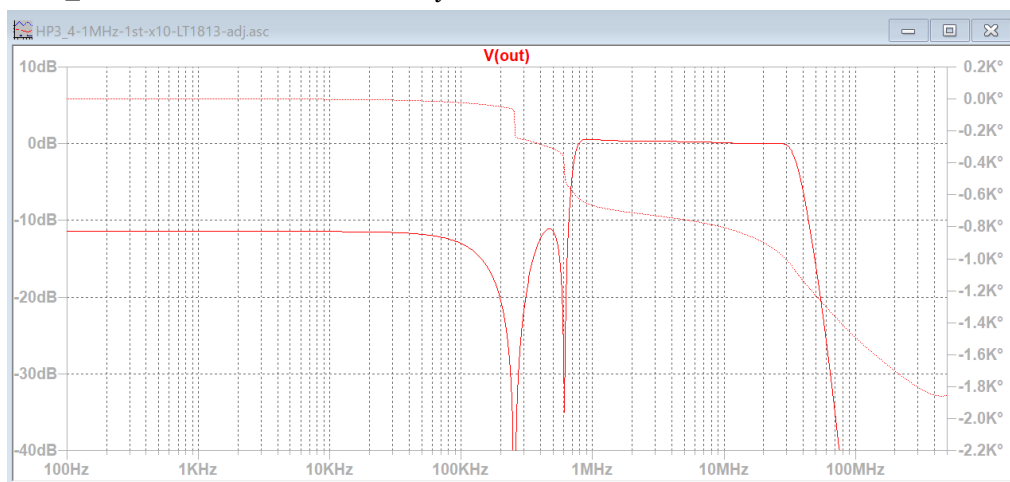


HP3\_4-1MHz-Ltact

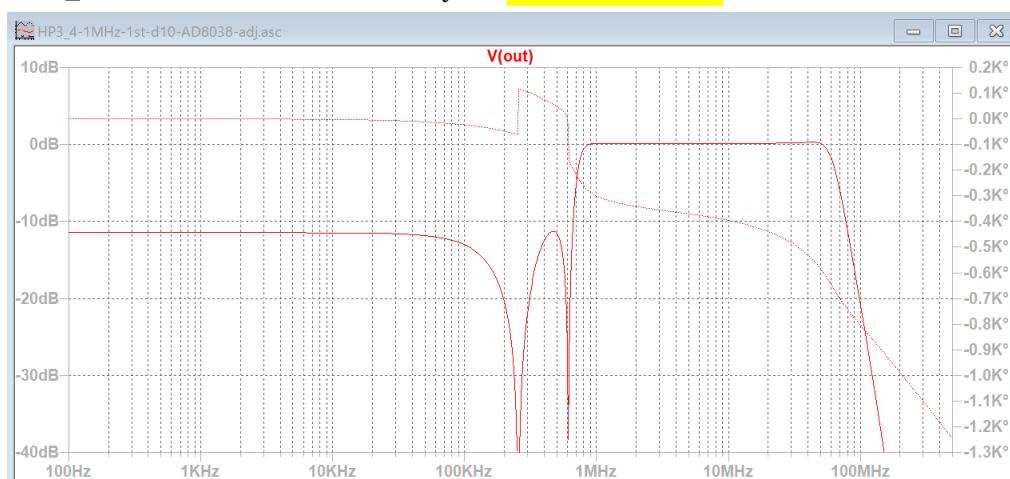
Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

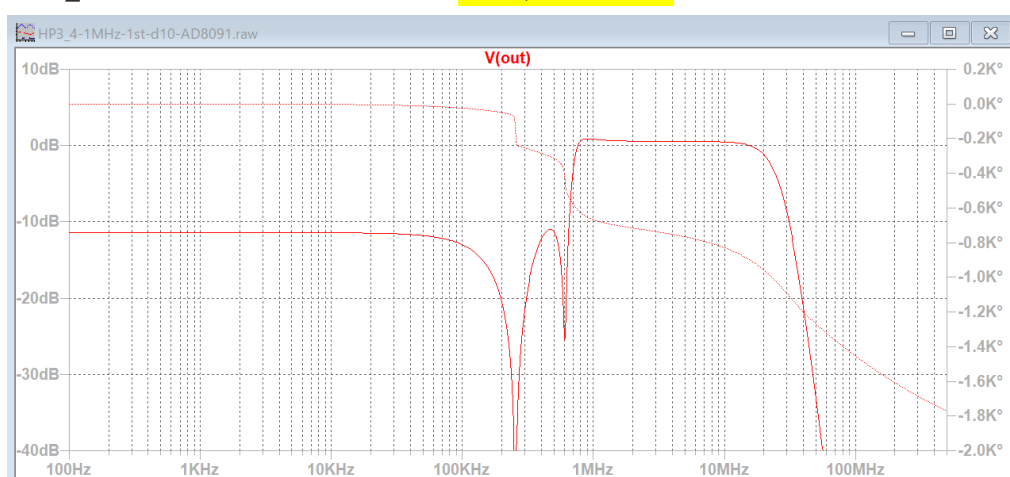
HP3\_4-1MHz-1st-x10-LT1813-adj.asc 通過域 36.4MHz



HP3\_4-1MHz-1st-d10-AD8038-adj.asc 通過域 63.9MHz



HP3\_4-1MHz-1st-d10-AD8091.asc 通過域 23.4MHz

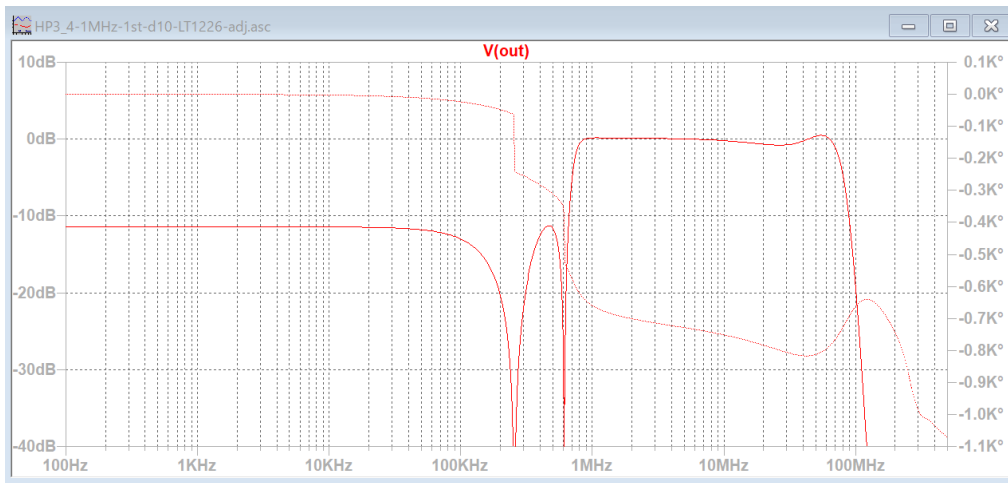


HP3\_4-1MHz-Ltact

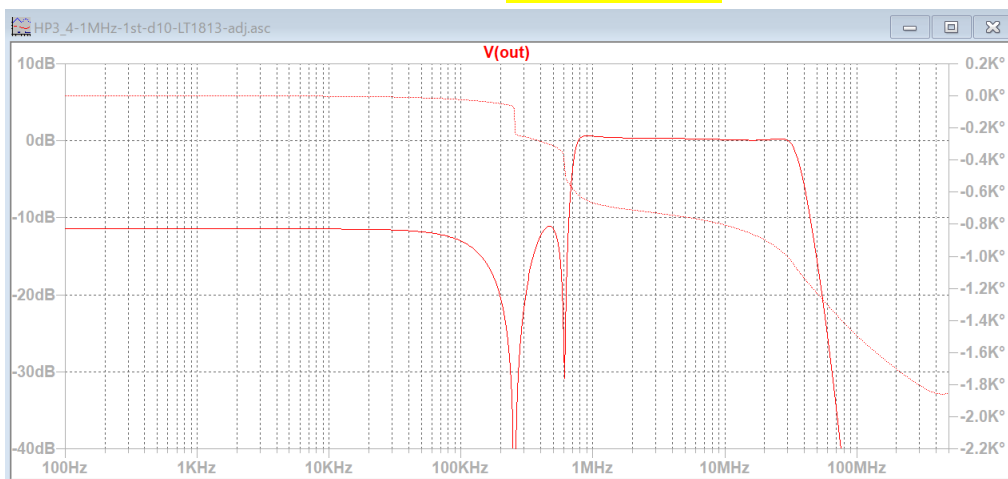
Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

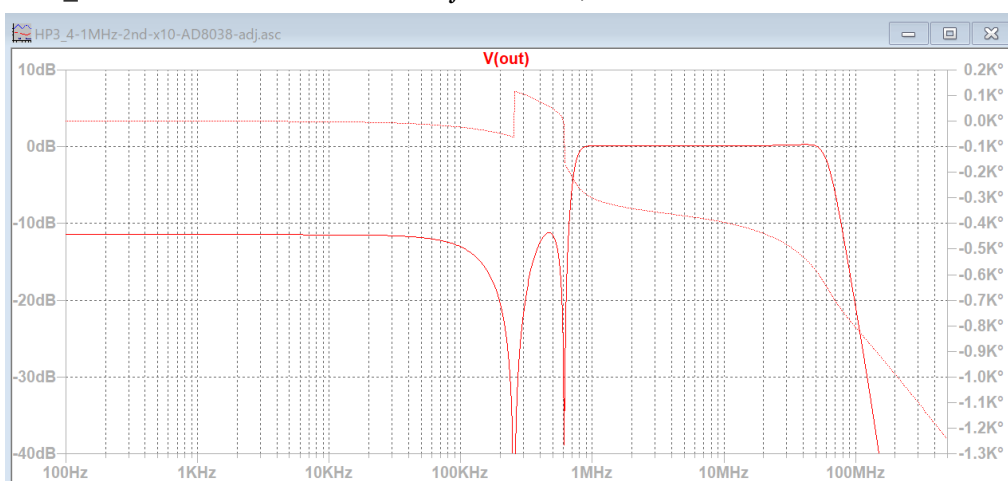
HP3\_4-1MHz-1st-d10-LT1226-adj.asc 通過域 76.6MHz



HP3\_4-1MHz-1st-d10-LT1813-adj.asc 通過域 36.8MHz



HP3\_4-1MHz-2nd-x10-AD8038-adj.asc 通過域 63.8MHz

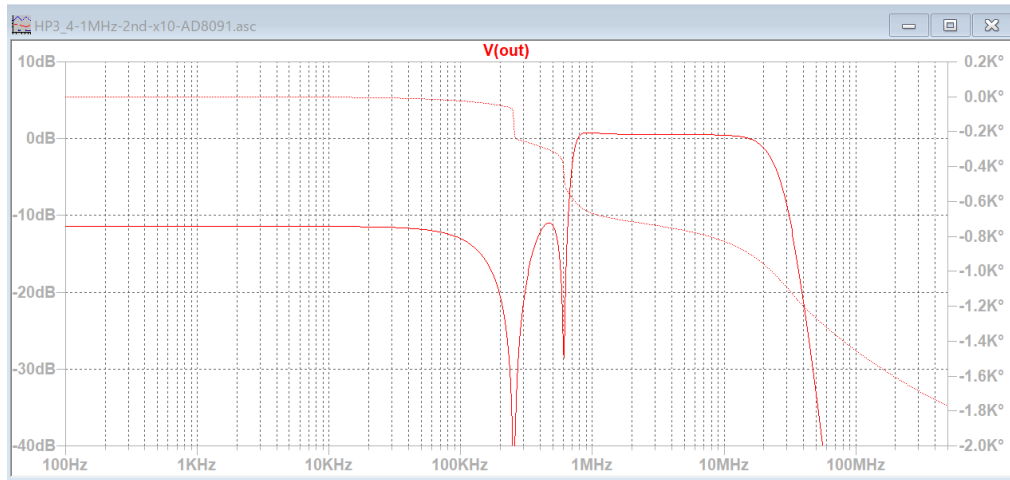


HP3\_4-1MHz-Ltact

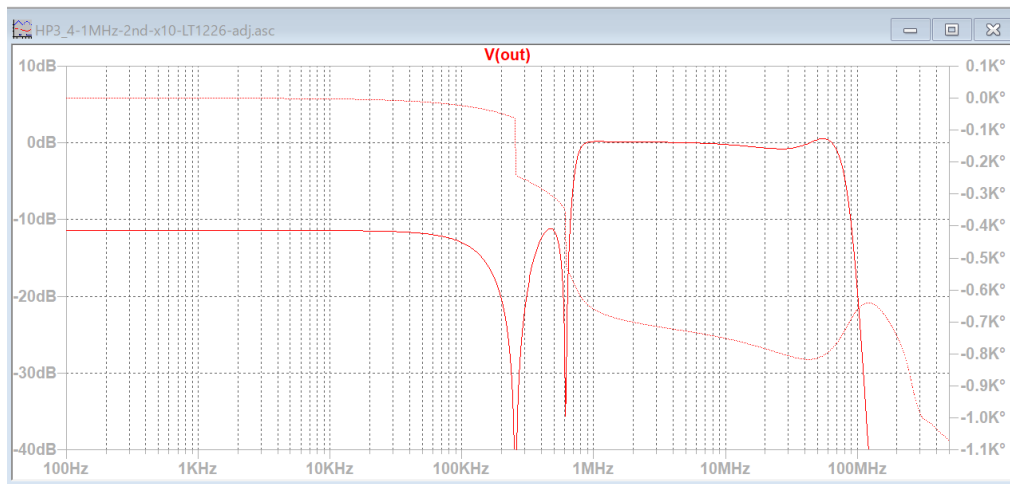
Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

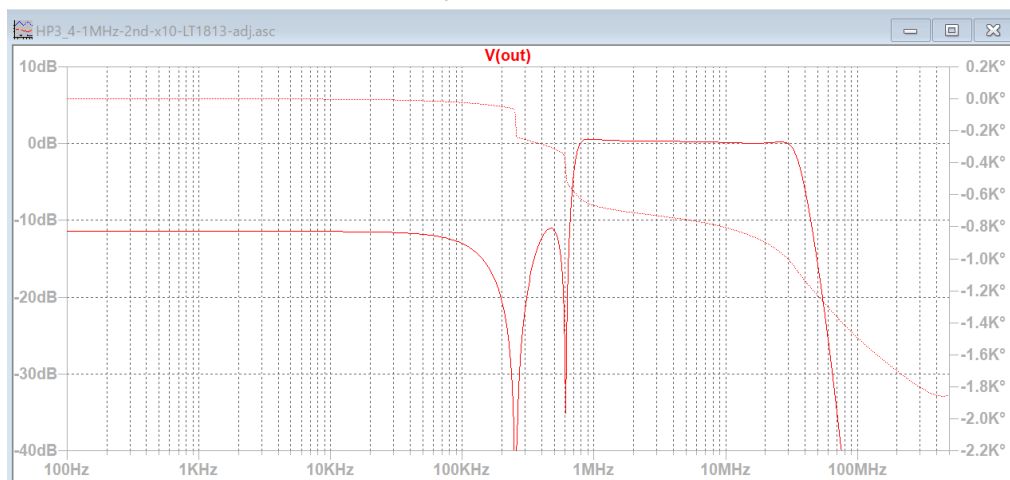
HP3\_4-1MHz-2nd-x10-AD8091.asc 通過域 23.3MHz



HP3\_4-1MHz-1st-d10-LT1226-adj.asc 通過域 76.9MHz



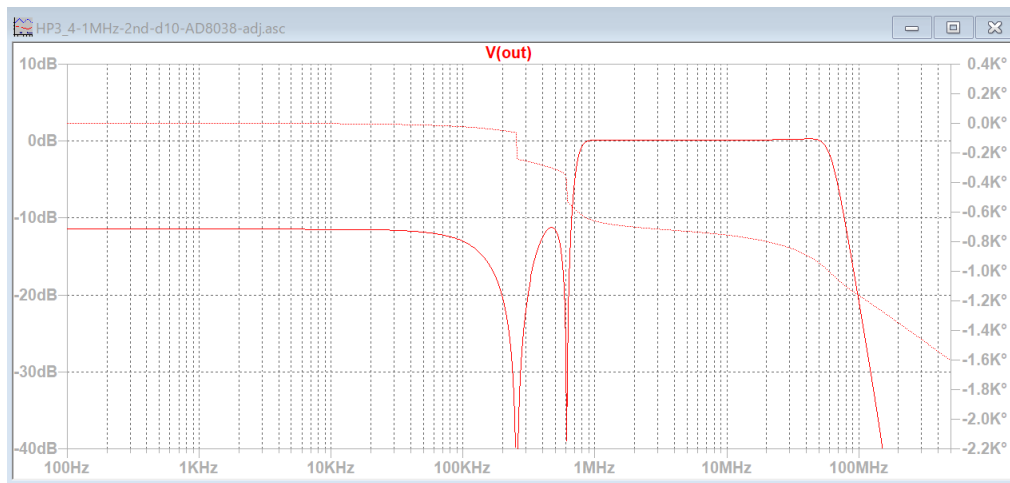
HP3\_4-1MHz-2nd-x10-LT1813-adj.asc 通過域 36.7MHz



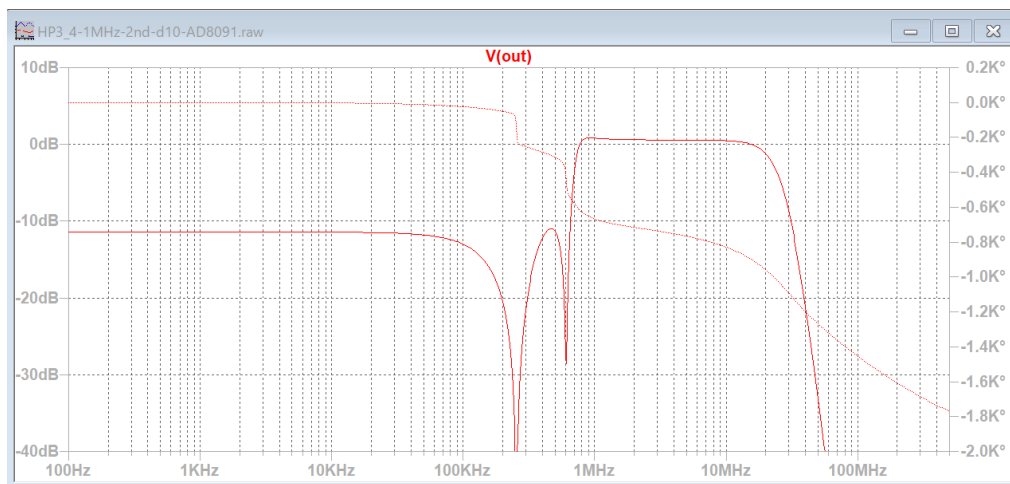
HP3\_4-1MHz-Ltact

Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

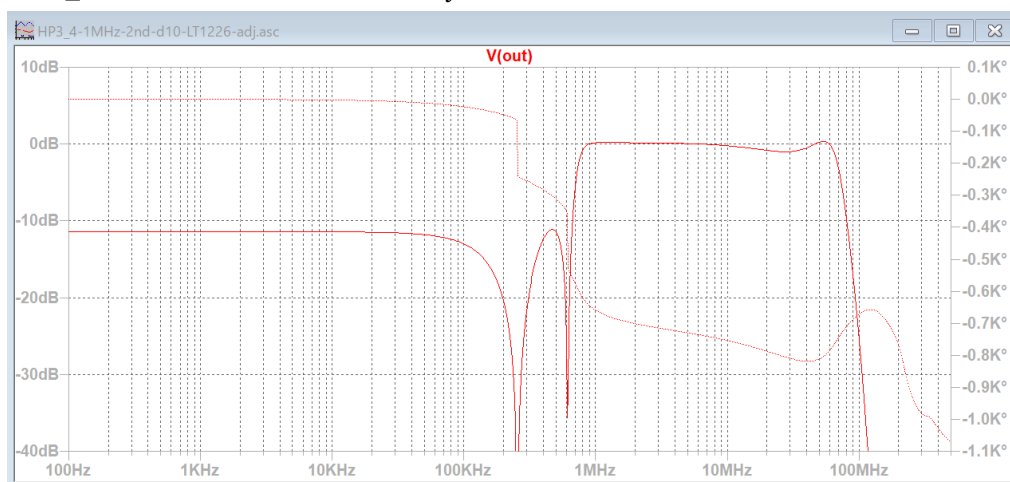
HP3\_4-1MHz-2nd-d10-AD8038-adj.asc 通過域 63.8MHz



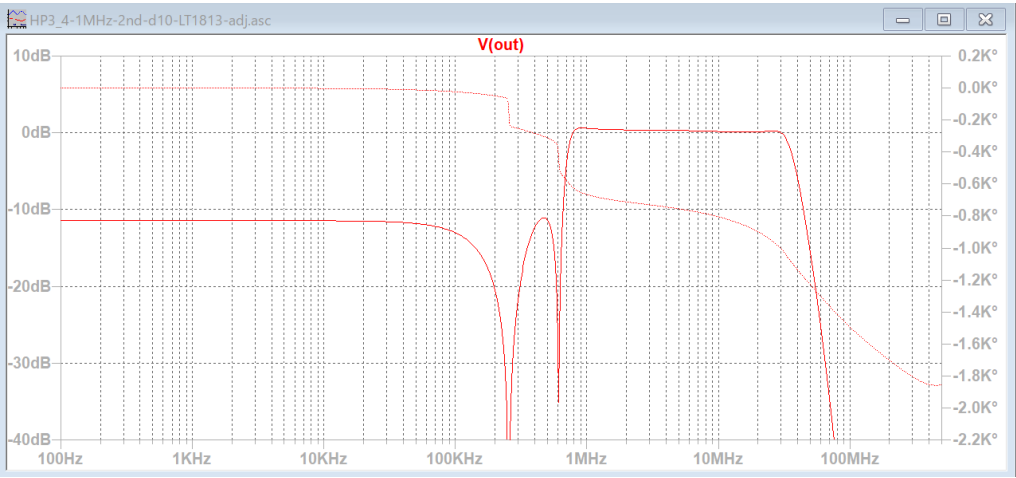
HP3\_4-1MHz-2nd-d10-AD8091.asc 通過域 23.3MHz



HP3\_4-1MHz-2nd-d10-LT1226-adj.asc 通過域 69.9MHz



HP3\_4-1MHz-2nd-d10-LT1813-adj.asc 通過域 36.8MHz



実験のまとめ

順位	オペアンプ名	帯域 MHz	調整方法	C 倍率
1位	LT1226	77.4	C3, C4	x10
2位	AD8038	63.9	C3	d10,x1
3位	LT1813	36.8	C3	d10
4位	ADA4807-4	34.7	C4	d10,x1
5位	AD8091	23.4	---	d10



LtAct ver.2.60 追加実験

## HP4\_4-100KHz-Ltact

ハイパス・楕円関数 4次 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ 遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  4

カットオフ周波数  $F_c$  100 KHz

周波数 $F_c$ における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB OK

最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍 キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ High Pass Elliptic 次数=4

 $F_p = 100.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$   $F_s = 66.6667\text{KHz}$   $atts = 29.06\text{dB}$ 

2次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2次式

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	173.4299K	313.8033G	1.8050	0	58.8933G
		$F_c =$	89.1557K	$Q =$	3.2300 GB 積= 28.7974Meg
2	1.0106Meg	454.3729G	0.5477	0	85.2748G
		$F_c =$	107.2819K	$Q =$	0.6670 GB 積= 7.1558Meg

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\HP4\_4-100KHz-Ltact\HP4\_4-100KHz-Ltact.asc

作成日時 Sat Mar 06 15:49:52 2021

アナログ High Pass Elliptic 次数=4

参照モード=0

Fp = 100.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 66.6667KHz atts = 29.06dB

1 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_1(2 個)= 73.8141K Cb\_1(2 個)= 75.0000p R1\_1 = 36.9070K  
C1\_1 = 0.1500n 誤差=2.94 %

1 R2\_1 = 16.0000K C2\_1 = 2.3759p 誤差 = 1.01 %

1 R3\_1 = 20.6729K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 3.26 %

1 R4\_1 = 6.2574K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.92 %

2 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_2(2 個)= 33.7905K Cb\_2(2 個)= 75.0000p R1\_2 = 16.8953K  
C1\_2 = 0.1500n 誤差=5.79 %

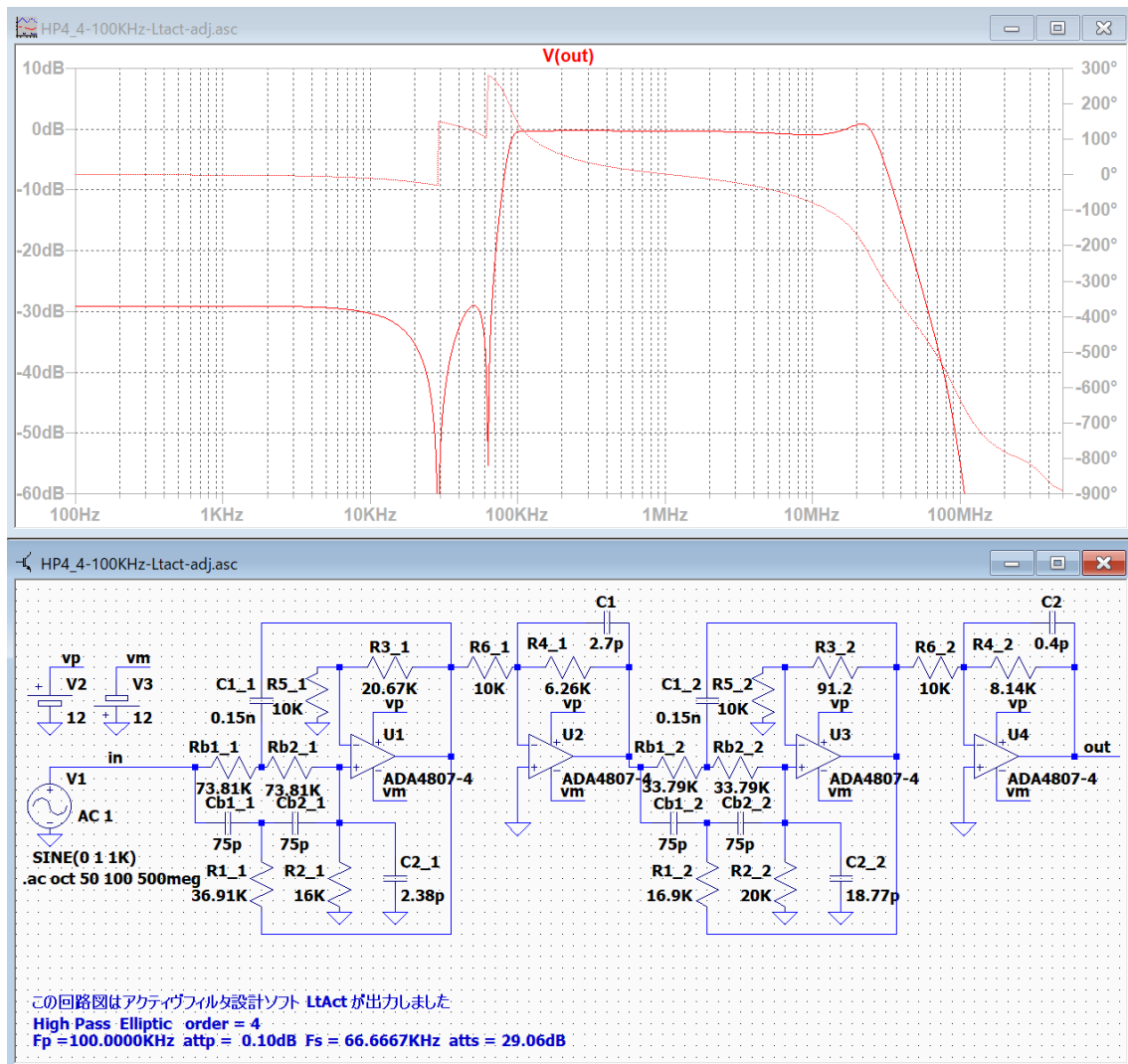
2 R2\_2 = 20.0000K C2\_2 = 18.7712p 誤差 = 4.11 %

2 R3\_2 = 91.2037 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.22 %

2 R4\_2 = 8.1441K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.69 %

## 完成した回路図

HP4\_4-100KHz-Ltact-adj.asc 通過域 28.2MHz



100KHz のゲインやピークは R2\_1 で微調整できます。

通過域のゲイン調整は R4\_1 で微調整できます。

通過域のピーク調整は C1, C2 で微調整できます。

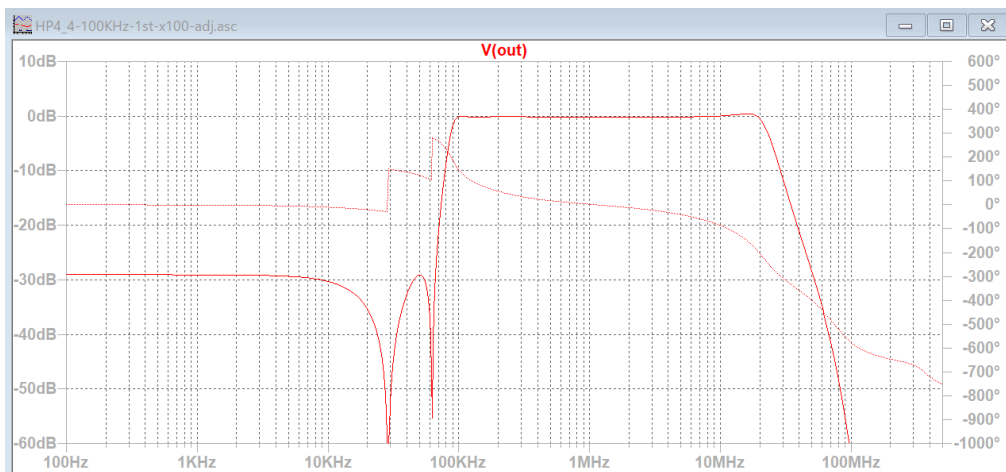
LtAct ver.2.60 追加実験

Cb1\_1 を増減する場合

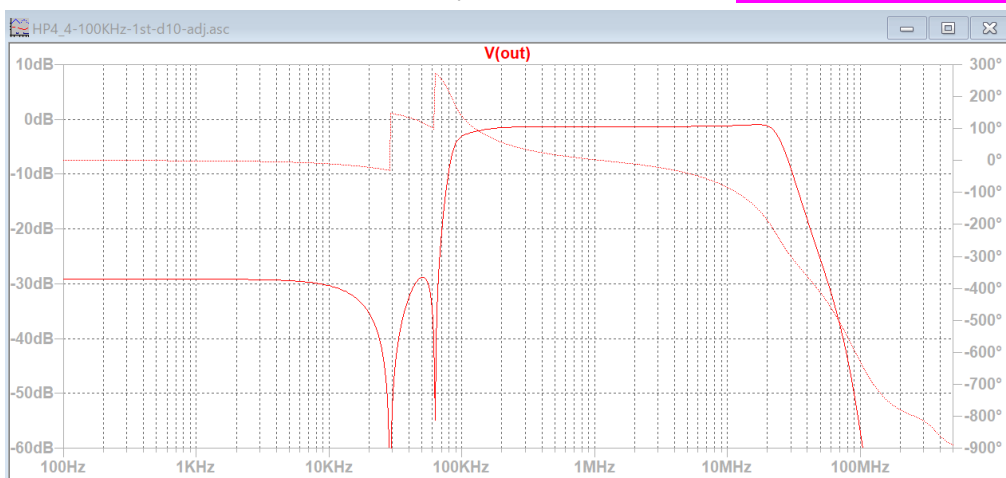
10 倍 HP4\_4-100KHz-1st-x10-adj.asc 通過域 26.1MHz



100 倍 HP4\_4-100KHz-1st-x100-adj.asc 通過域 23MHz



1/10 倍 HP4\_4-100KHz-1st-d10-adj.asc 通過域 20MHz 100KHz が-3.1dBに低下する



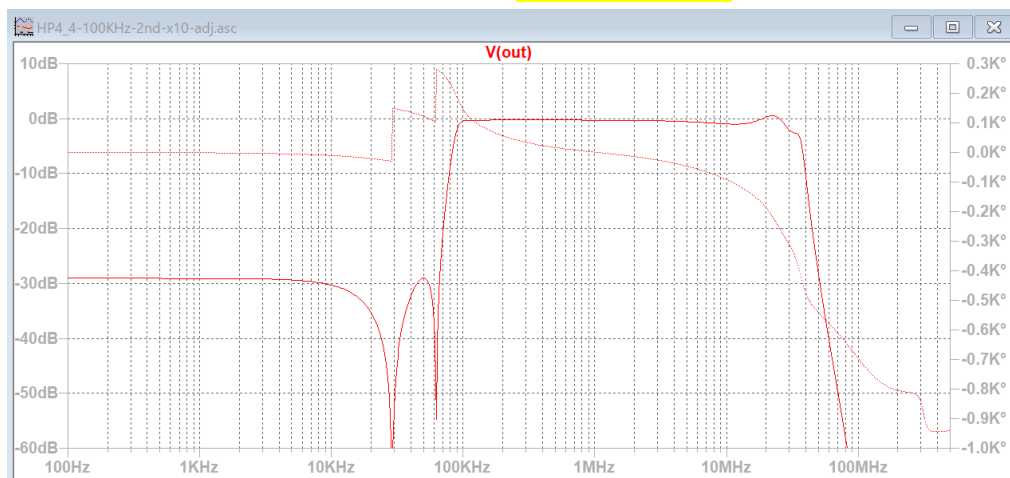
HP4\_4-100KHz-Ltact

Cb1\_1 を増減する場合

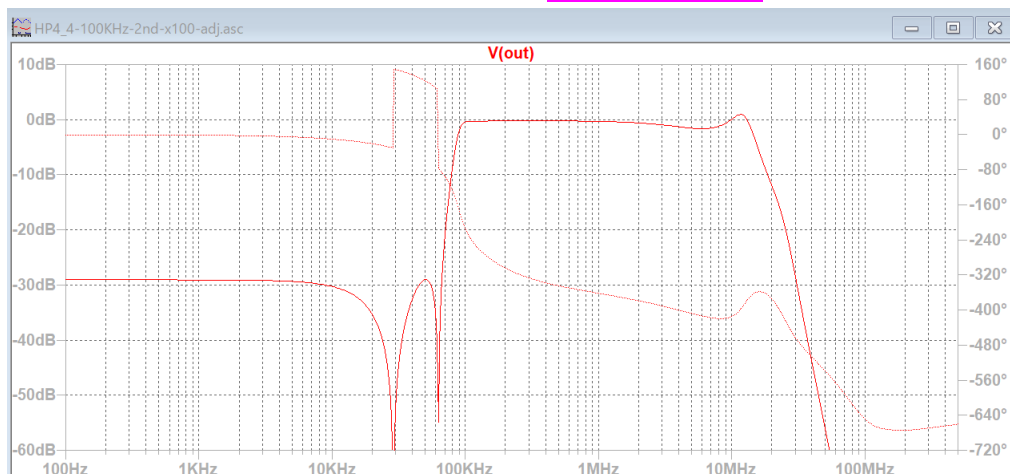
LtAct ver.2.60 追加実験

Cb1\_2 を増減する場合

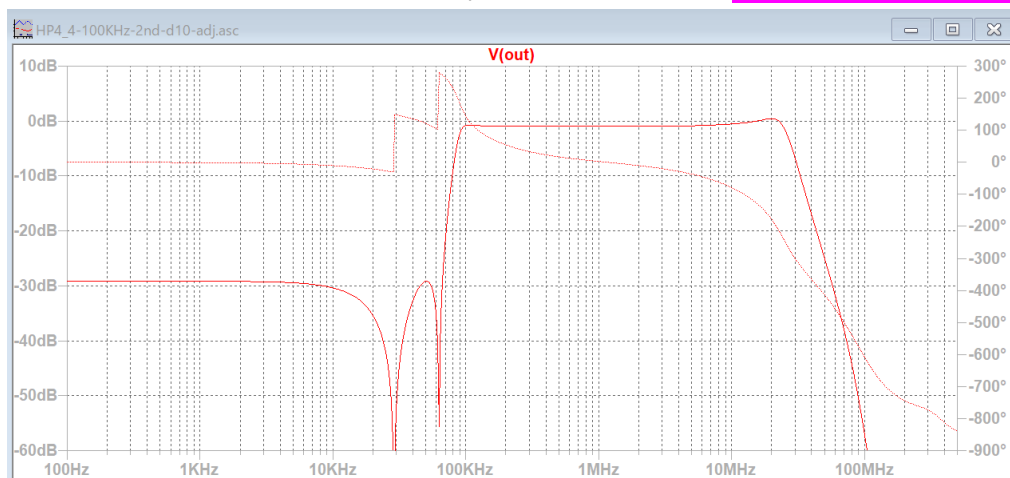
10 倍 HP4\_4-100KHz-2nd-x10-adj.asc 通過域 35.7MHz



100 倍 HP4\_4-100KHz-2nd-x100-adj.asc 通過域 14.6MHz



1/10 倍 HP4\_4-100KHz-2nd-d10-adj.asc 通過域 20MHz 通過域のゲインが -1dB

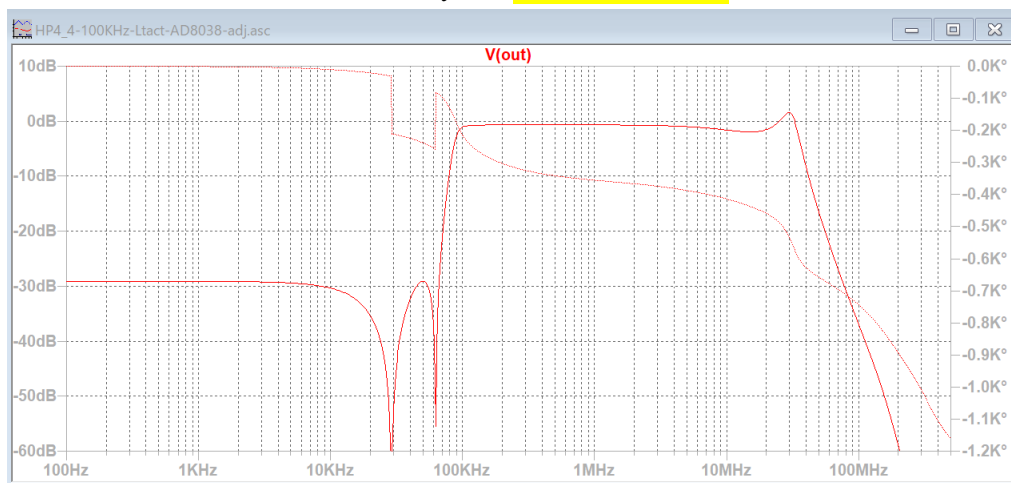


HP4\_4-100KHz-Ltact

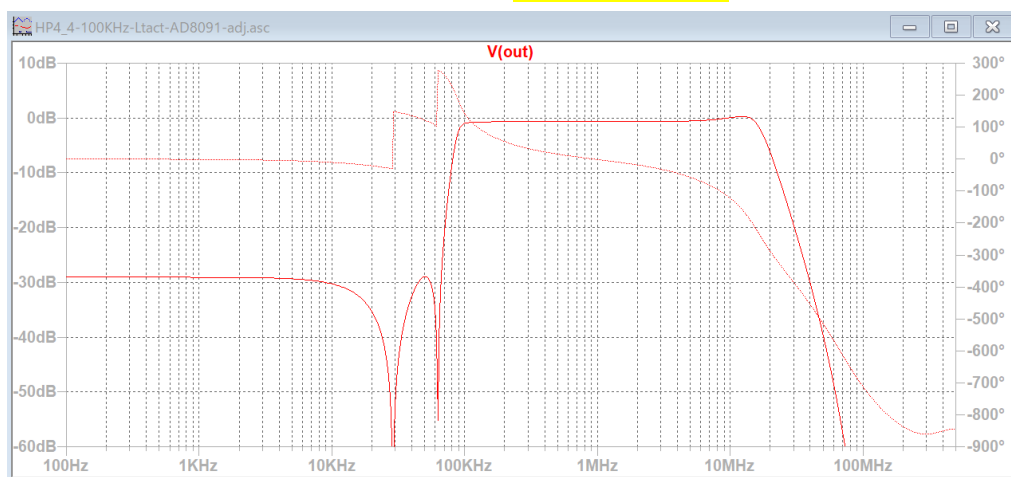
Cb1\_2 を増減する場合

## オペアンプを交換する場合

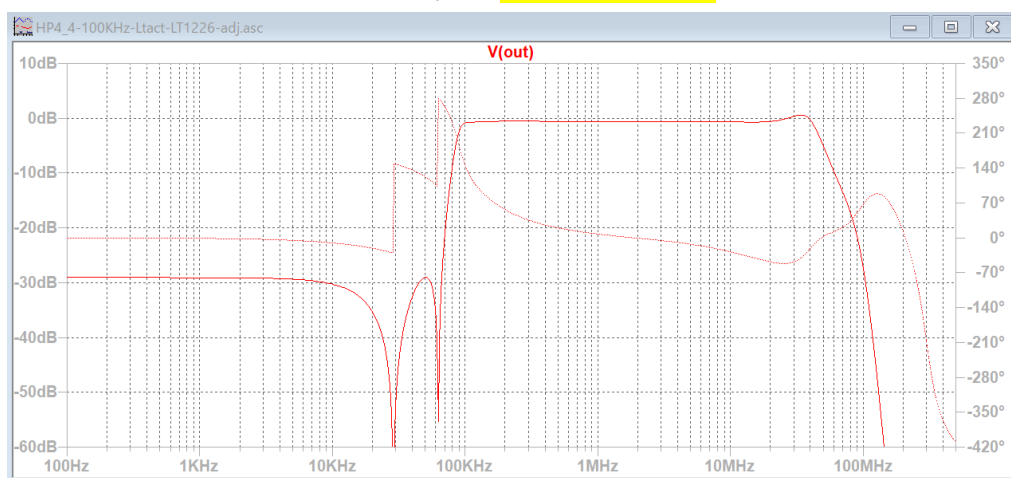
HP4\_4-100KHz-Ltact-AD8038-adj.asc 通過域 35.6MHz



HP4\_4-100KHz-Ltact-AD8091-adj.asc 通過域 17.6MHz



HP4\_4-100KHz-Ltact-LT1226-adj.asc 通過域 46.1MHz

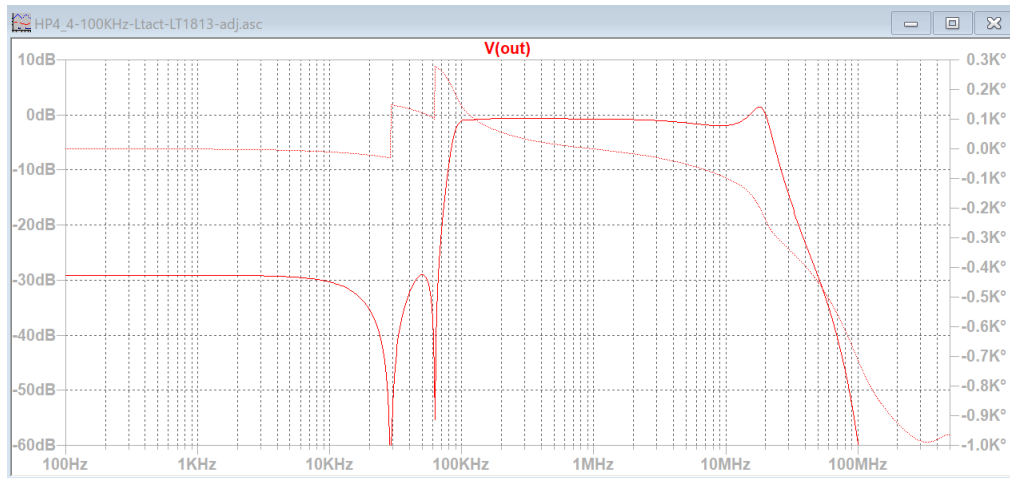


HP4\_4-100KHz-Ltact

オペアンプを交換する場合

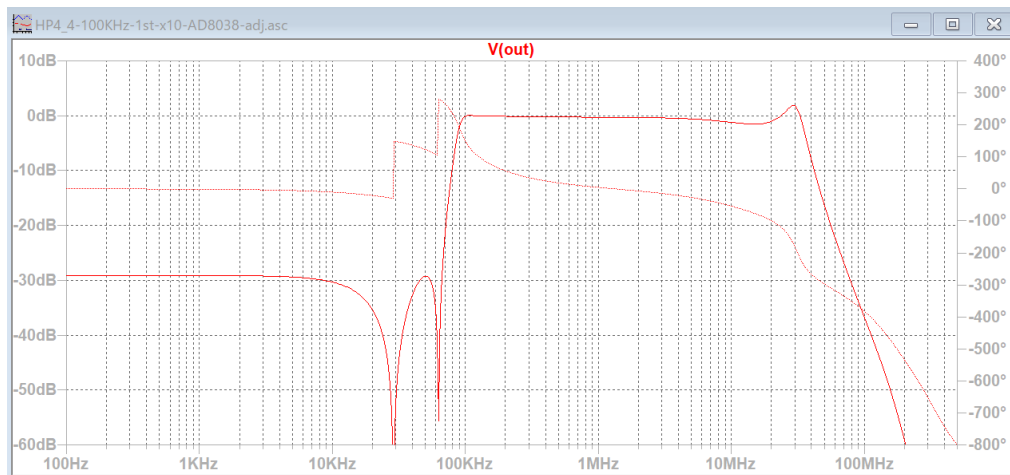
LtAct ver.2.60 追加実験

HP4\_4-100KHz-Ltact-LT1813-adj.asc 通過域 21.8MHz

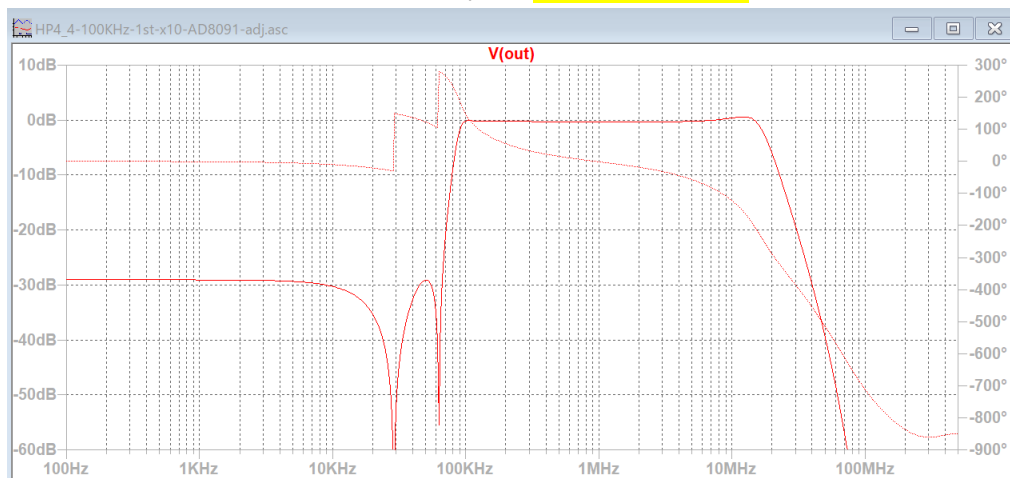


Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

HP4\_4-100KHz-1st-x10-AD8038-adj.asc 通過域 35.5MHz



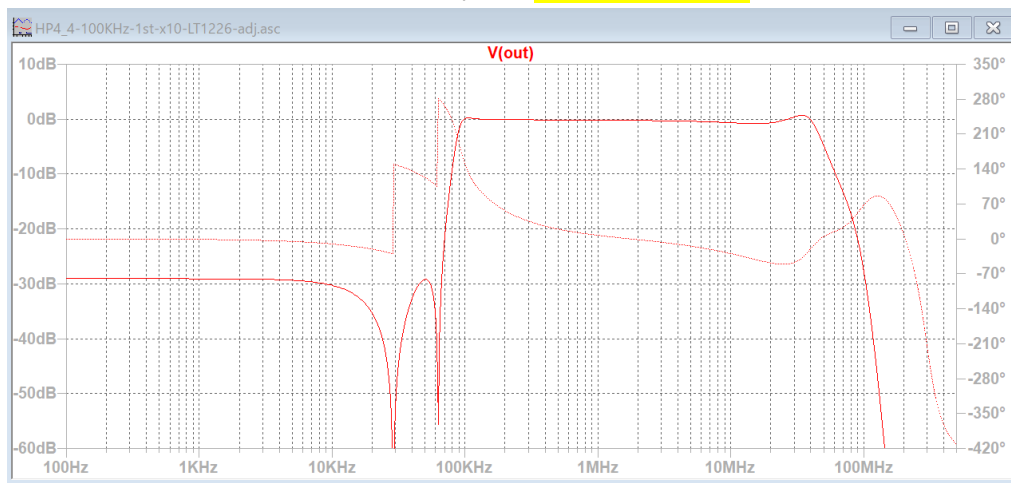
HP4\_4-100KHz-1st-x10-AD8091-adj.asc 通過域 17.8MHz



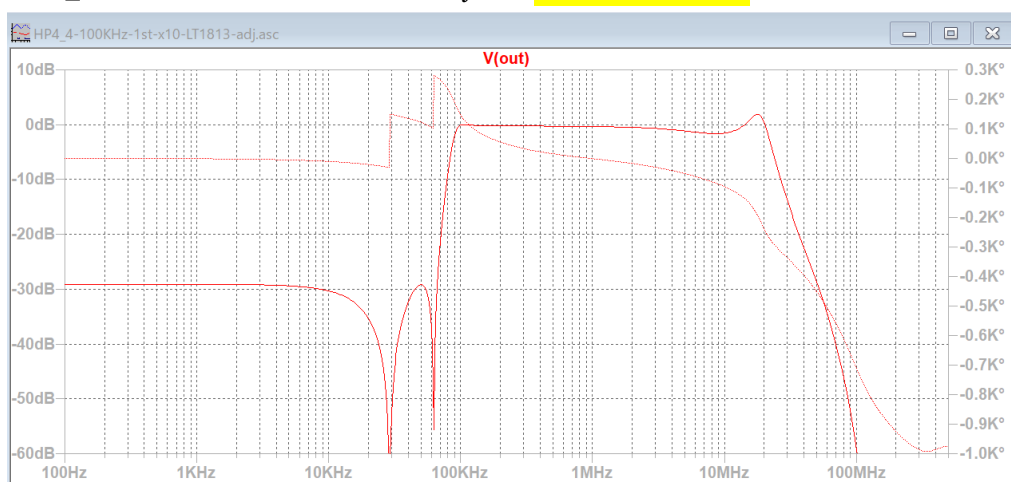
HP4\_4-100KHz-Ltact      Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

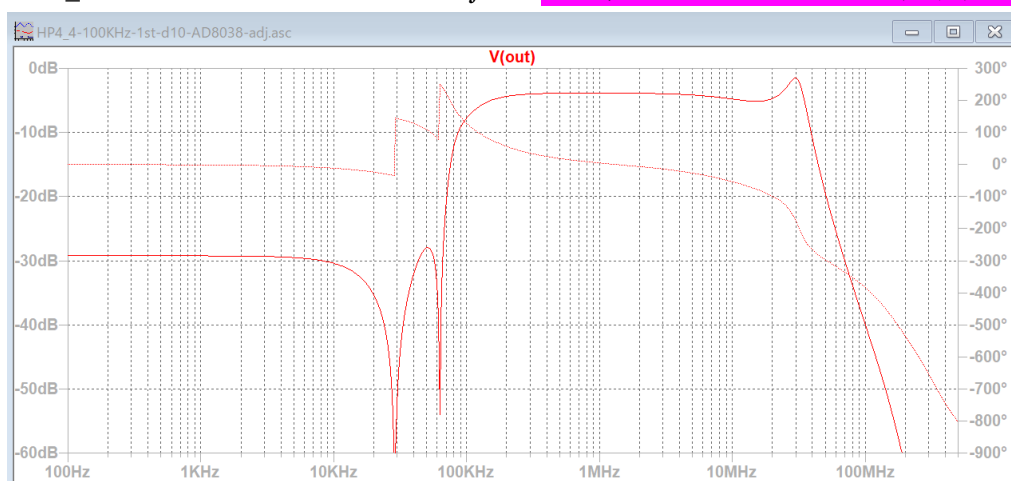
HP4\_4-100KHz-1st-x10-LT1226-adj.asc 通過域 46.5MHz



HP4\_4-100KHz-1st-x10-LT1813-adj.asc 通過域 22.0MHz



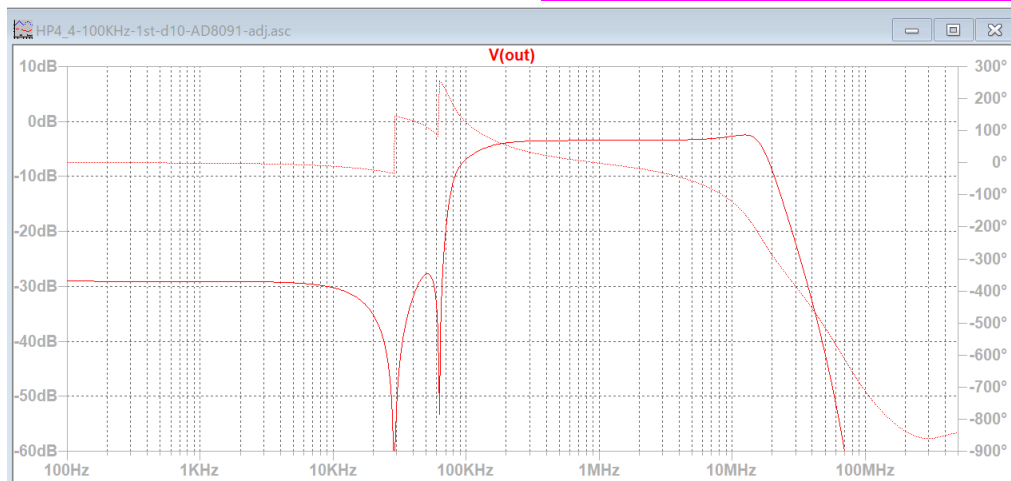
HP4\_4-100KHz-1st-d10-AD8038-adj.asc 通過域のゲインが -3.8dB に低下する



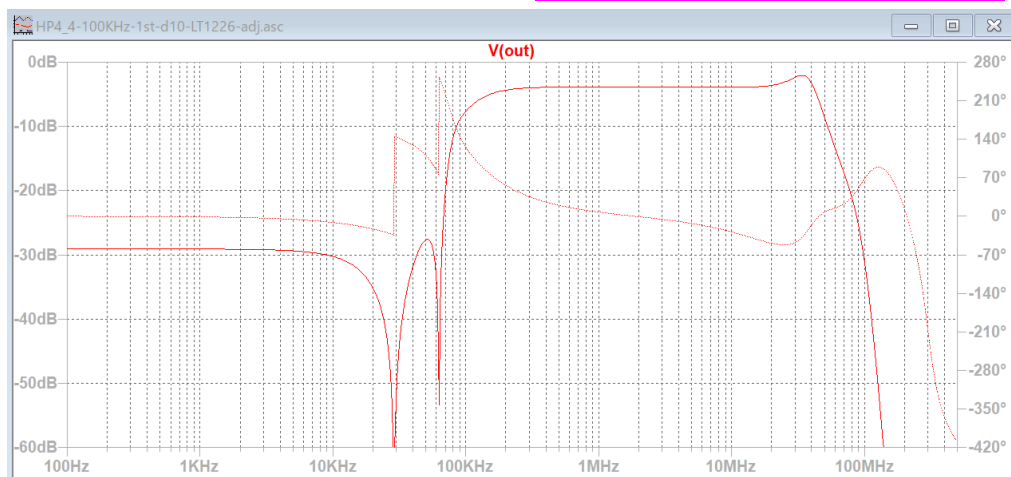
HP4\_4-100KHz-Ltact      Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合



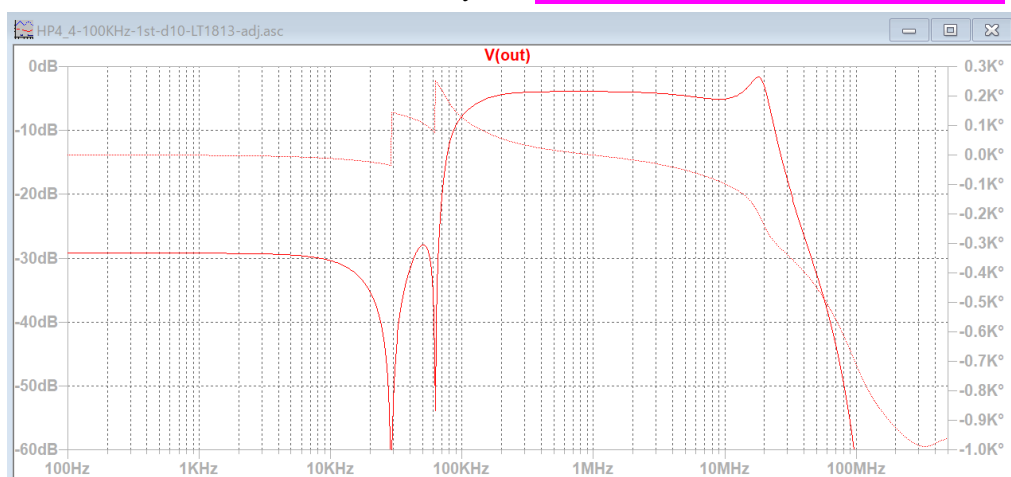
HP4\_4-100KHz-1st-d10-AD8091-adj.asc 通過域のゲインが -3.5dB に低下する



HP4\_4-100KHz-1st-d10-LT1226-adj.asc 通過域のゲインが -3.8dB に低下する



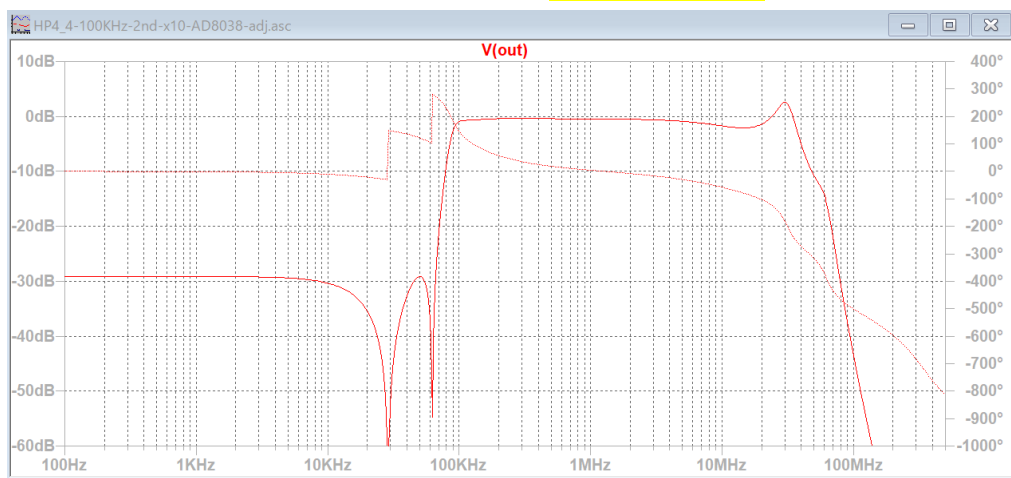
HP4\_4-100KHz-1st-d10-LT1813-adj.asc 通過域のゲインが -3.9dB に低下する



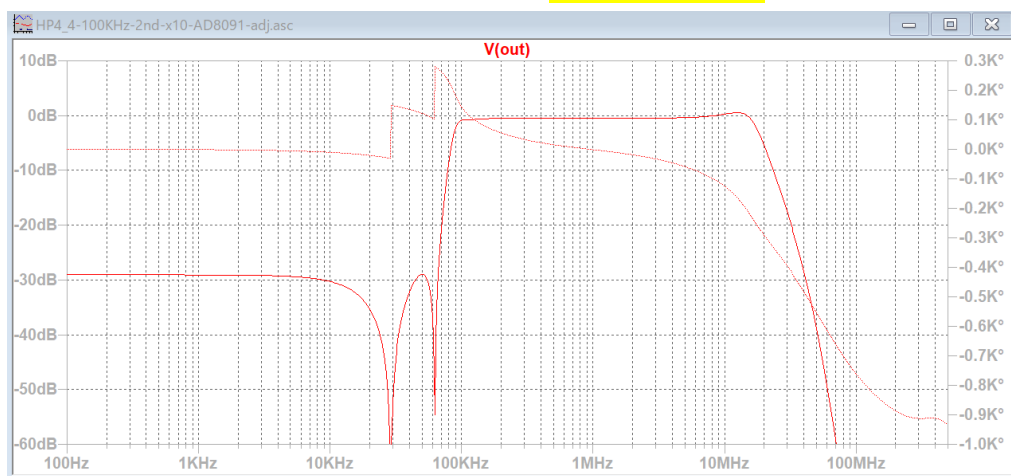
HP4\_4-100KHz-Ltact      Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

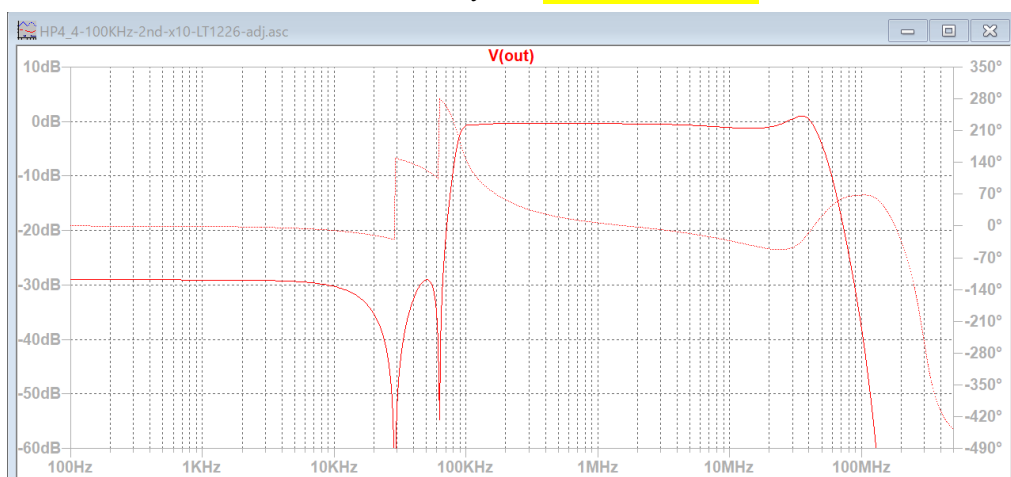
HP4\_4-100KHz-2nd-x10-AD8038-adj.asc 通過域 37.5MHz



HP4\_4-100KHz-2nd-x10-AD8091-adj.asc 通過域 18.1MHz



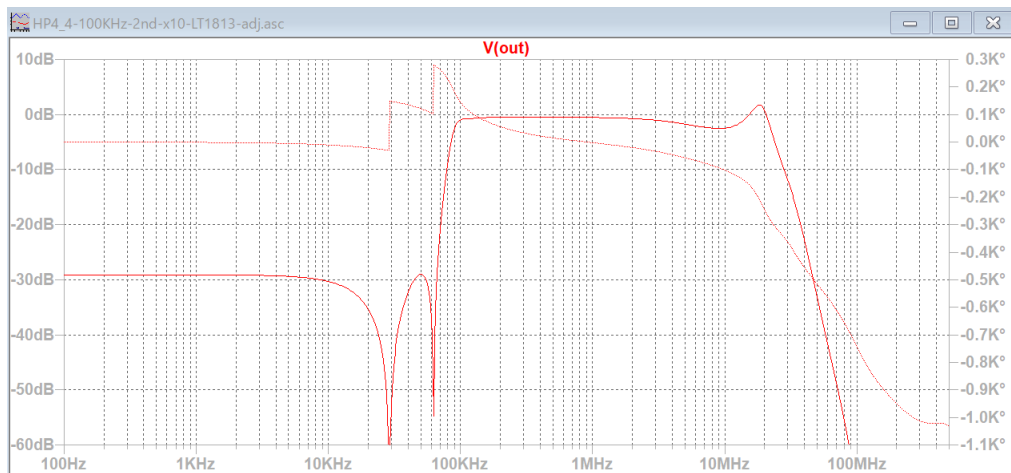
HP4\_4-100KHz-2nd-x10-LT1226-adj.asc 通過域 48.0MHz



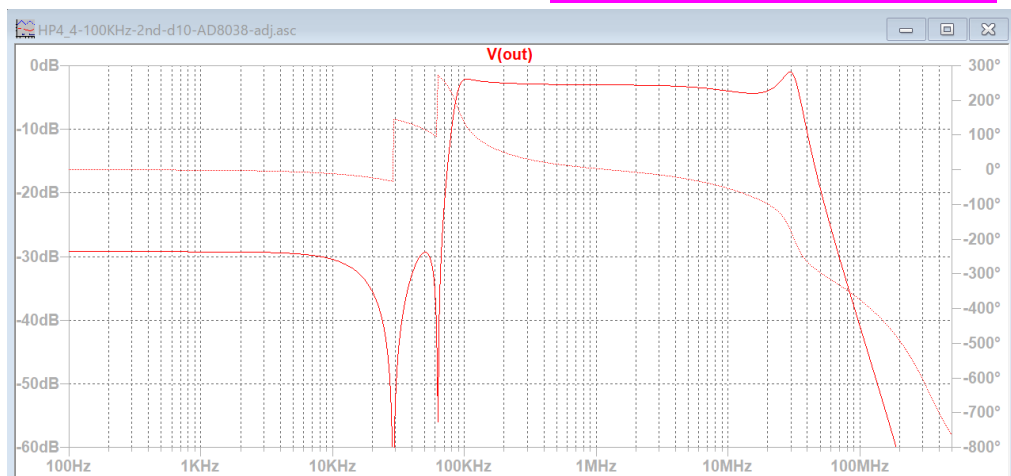
HP4\_4-100KHz-Ltact      Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

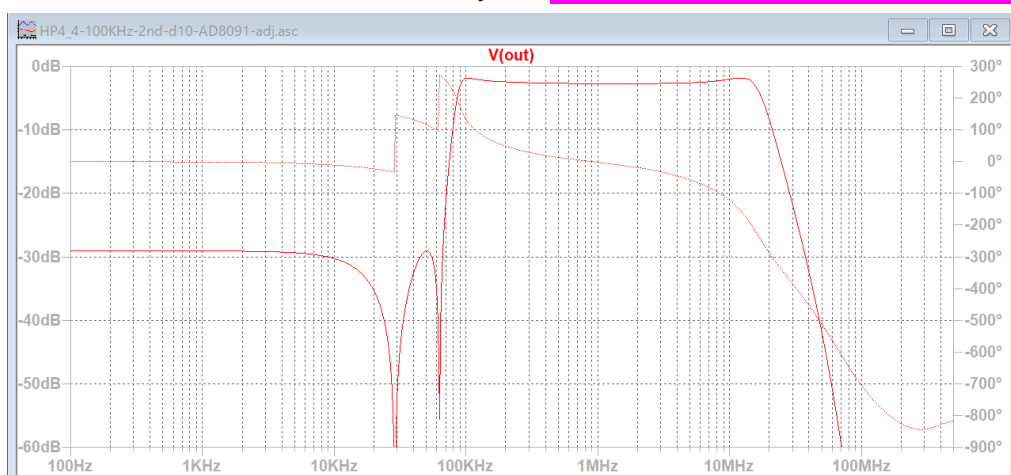
HP4\_4-100KHz-2nd-x10-LT1813-adj.asc 通過域 22.4MHz



HP4\_4-100KHz-2nd-d10-AD8038-adj.asc 通過域のゲインが -3dB に低下する

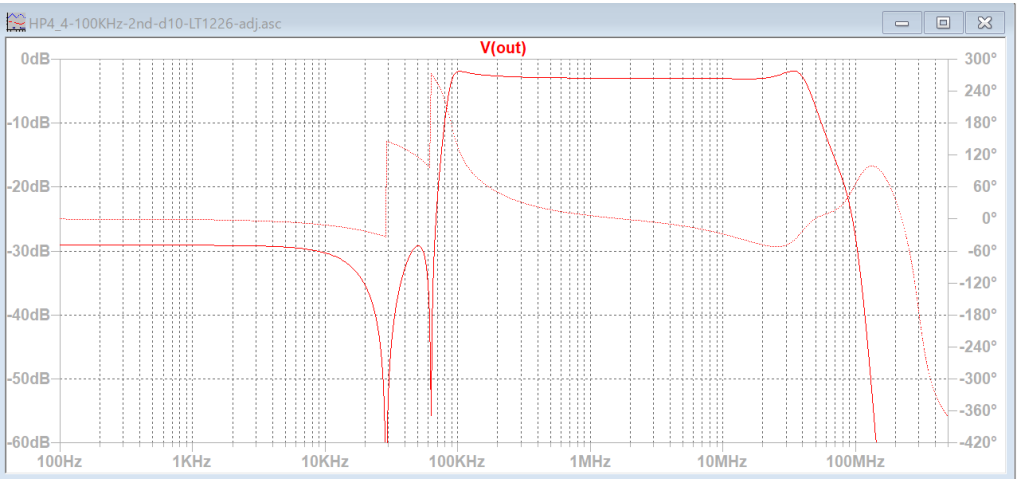


HP4\_4-100KHz-2nd-d10-AD8091-adj.asc 通過域のゲインが -2.7dB に低下する

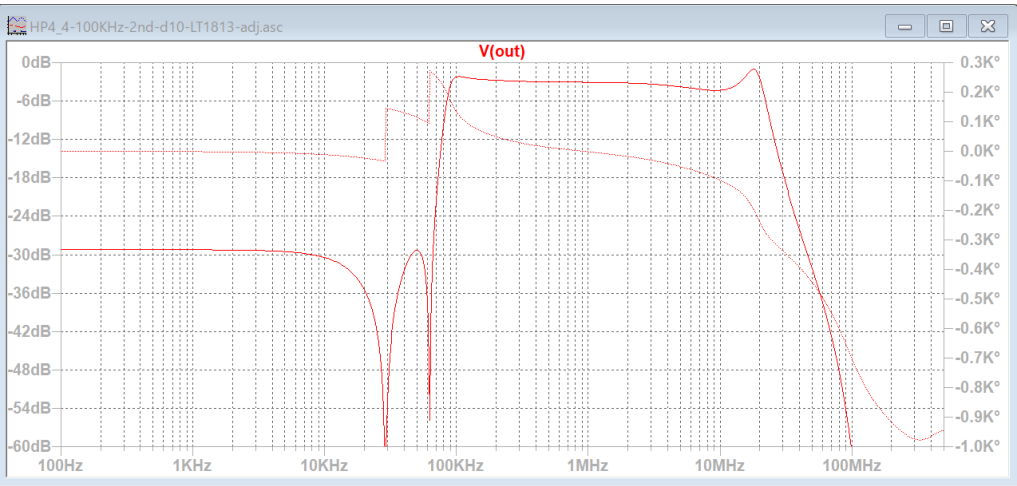


HP4\_4-100KHz-Ltact Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

HP4\_4-100KHz-2nd-d10-LT1226-adj.asc 通過域のゲインが -3dB に低下する



HP4\_4-100KHz-2nd-d10-LT1813-adj.asc 通過域のゲインが -3dB に低下する



実験のまとめ

順位	オペアンプ名	帯域 MHz	調整方法	C 倍率
1位	LT1226	48	C1, C2	x10
2位	AD8038	37.5	C1, C2	x10
3位	ADA4807-4	35.7	C1, C2	x10
4位	LT1813	22.4	C1, C2	x10
5位	AD8091	18.1	C1, C2	x10

LtAct ver.2.60 追加実験

## HP4\_4-1KHz-Ltact

ハイパス・楕円関数 4次 1KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 ハイパスフィルタ 遮断特性 Elliptic  
 設計するフィルタの次数  $m(≤58)$  4  
 カットオフ周波数  $F_c$  1 KHz  
 周波数 $F_c$ における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB  
 最低減衰量に達する周波数を $F_s$ として、 $X_s = F_c/F_s$  1.5 倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ High Pass Elliptic 次数=4

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 29.06dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.7343K	31.3803Meg	1.8050	0	5.8893Meg
		Fc=	891.5567	Q =	3.2300 GB 積=287.9743K
2	10.1059K	45.4373Meg	0.5477	0	8.5275Meg
		Fc=	1.0728K	Q =	0.6670 GB 積= 71.5580K

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\HP4\_4-1KHz-Ltact\HP4\_4-1KHz-Ltact.asc 作

成日時 Sun Mar 07 15:22:57 2021

アノグ High Pass Elliptic 次数=4

参照モード=0

Fp = 1.0000KHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667 Hz atts = 29.06dB

1 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_1(2 個)= 167.7593K Cb\_1(2 個)= 3.3000n R1\_1 = 83.8796K

C1\_1 = 6.6000n 誤差=5.97 %

1 R2\_1 = 36.0000K C2\_1 = 0.1205n 誤差 = 0.44 %

1 R3\_1 = 20.9069K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.34 %

1 R4\_1 = 6.2666K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.06 %

HP4\_4-1KHz-Ltact

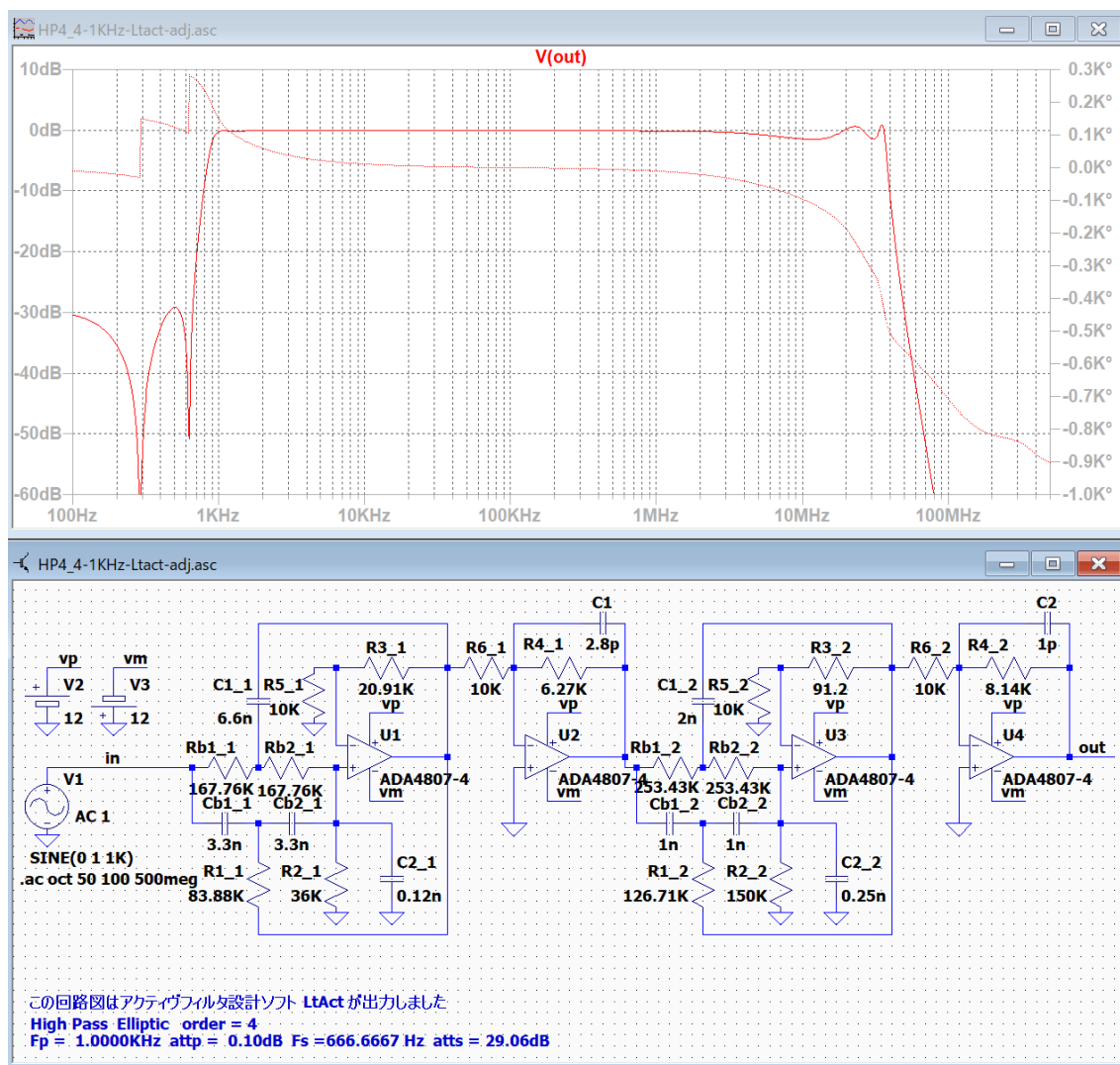
実験のまとめ

LtAct ver.2.60 追加実験

2 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_2(2 個)= 253.4291K Cb\_2(2 個)= 1.0000n R1\_2 = 126.7145K  
 C1\_2 = 2.0000n 誤差=5.90 %  
 2 R2\_2 = 150.0000K C2\_2 = 0.2503n 誤差 = 4.11 %  
 2 R3\_2 = 91.2037 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.22 %  
 2 R4\_2 = 8.1441K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.69 %

完成した回路図

HP4\_4-1KHz-Ltact-adj.asc 通過域 37.7MHz



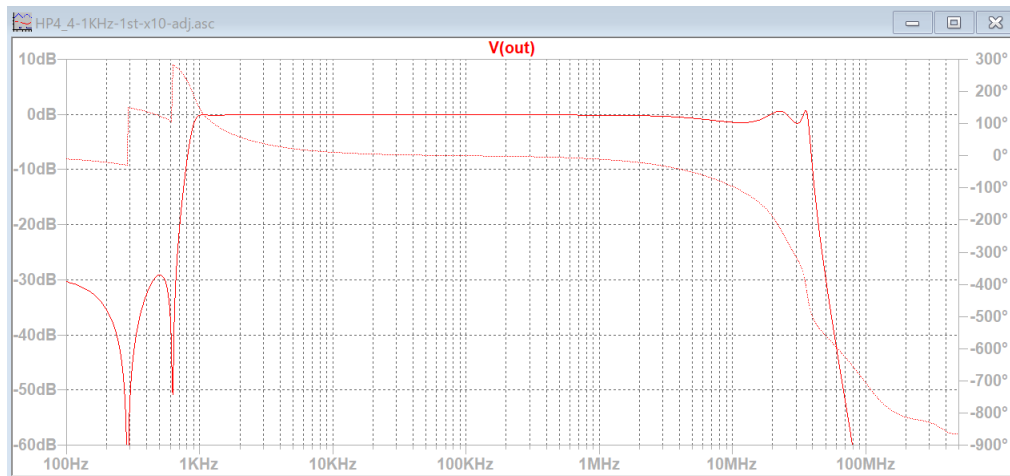
HP4\_4-1KHz-Ltact

完成した回路図

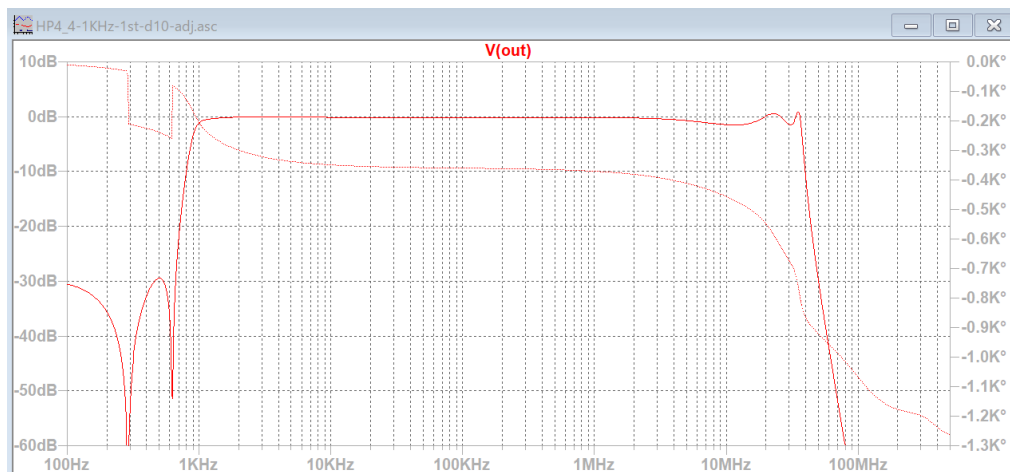
LtAct ver.2.60 追加実験

Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

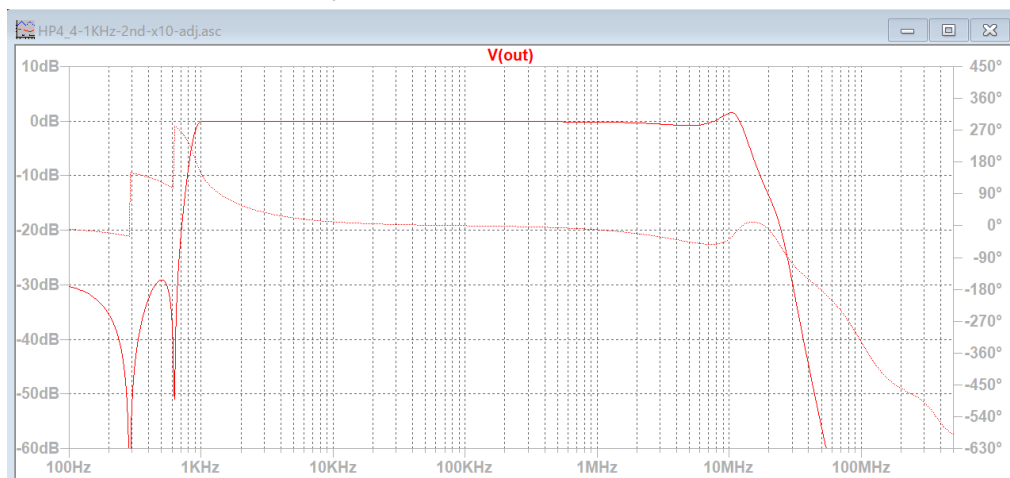
HP4\_4-1KHz-1st-x10-adj.asc 通過域 37.6MHz



HP4\_4-1KHz-1st-d10-adj.asc 通過域 37.7MHz



HP4\_4-1KHz-2nd-x10-adj.asc 通過域 13.4MHz

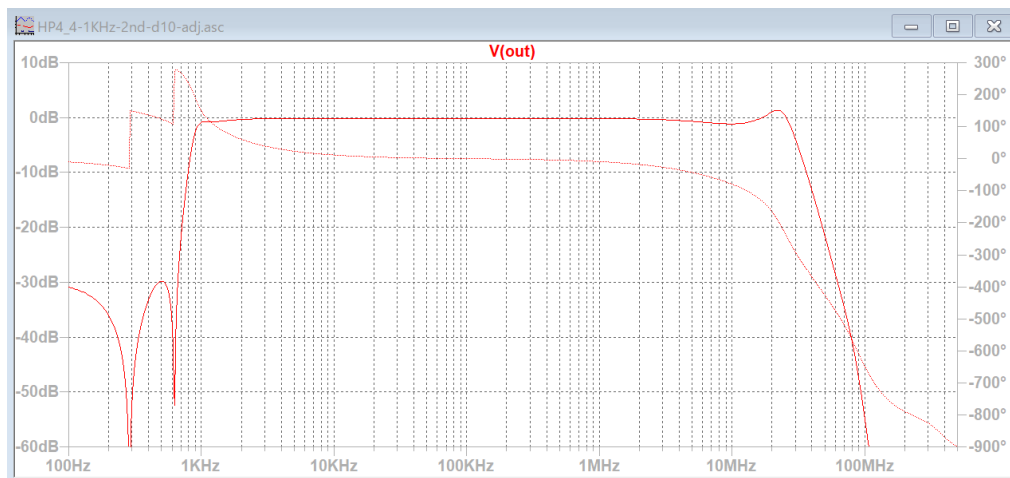


HP4\_4-1KHz-Ltact

Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

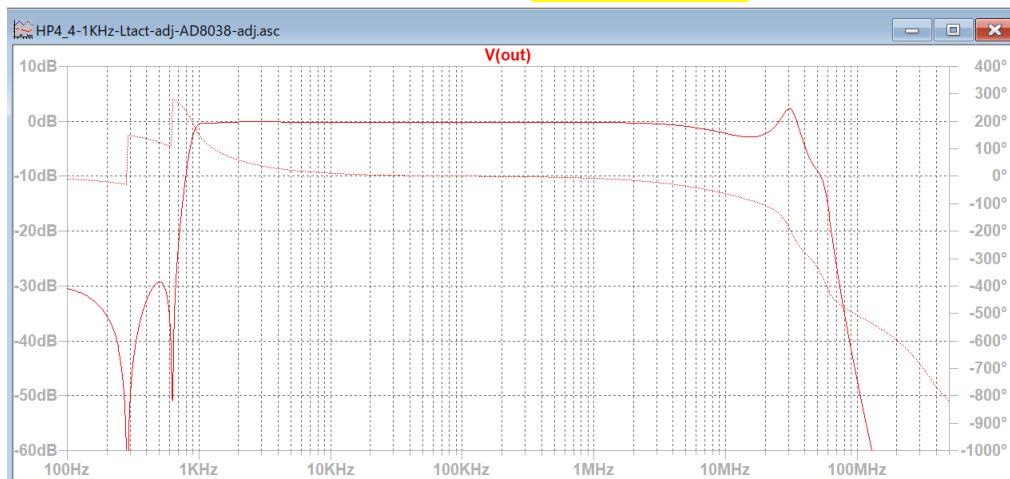
LtAct ver.2.60 追加実験

HP4\_4-1KHz-2nd-d10-adj.asc 通過域 29.1MHz

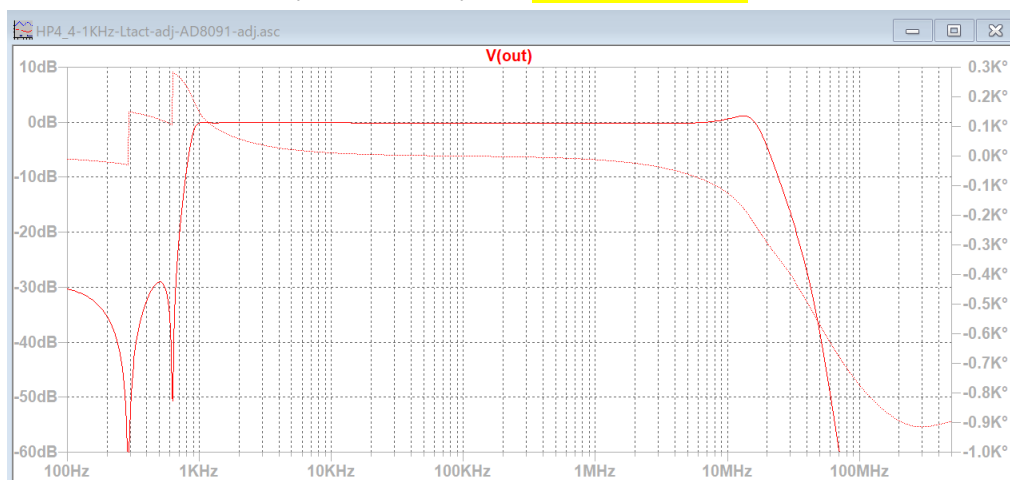


オペアンプを交換する場合

HP4\_4-1KHz-Ltact-adj-AD8038-adj.asc 通過域 38.0MHz



HP4\_4-1KHz-Ltact-adj-AD8091-adj.asc 通過域 18.8MHz



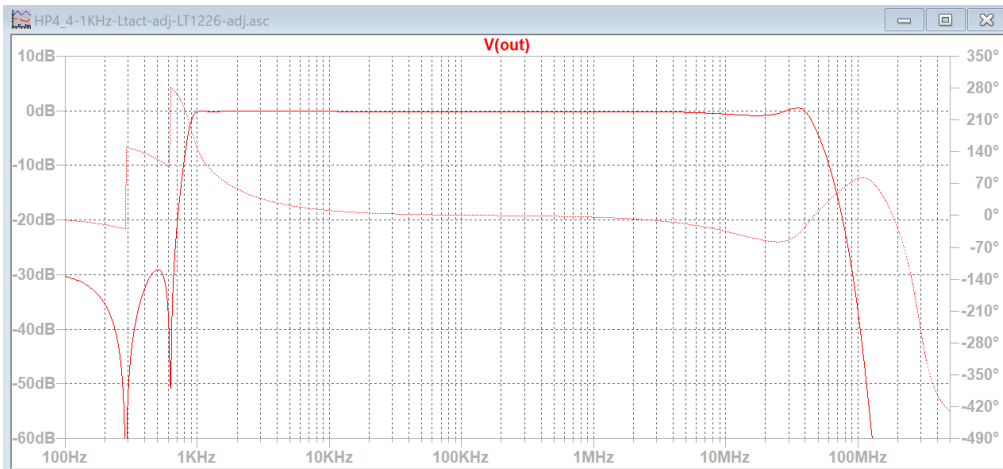
HP4\_4-1KHz-Ltact

オペアンプを交換する場合

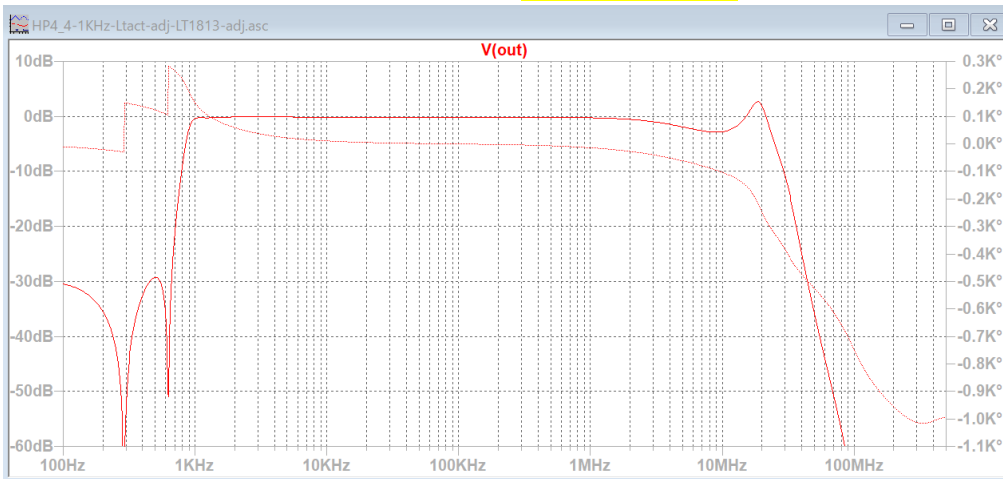


LtAct ver.2.60 追加実験

HP4\_4-1KHz-Ltact-adj-LT1226-adj.asc 通過域 47.4MHz

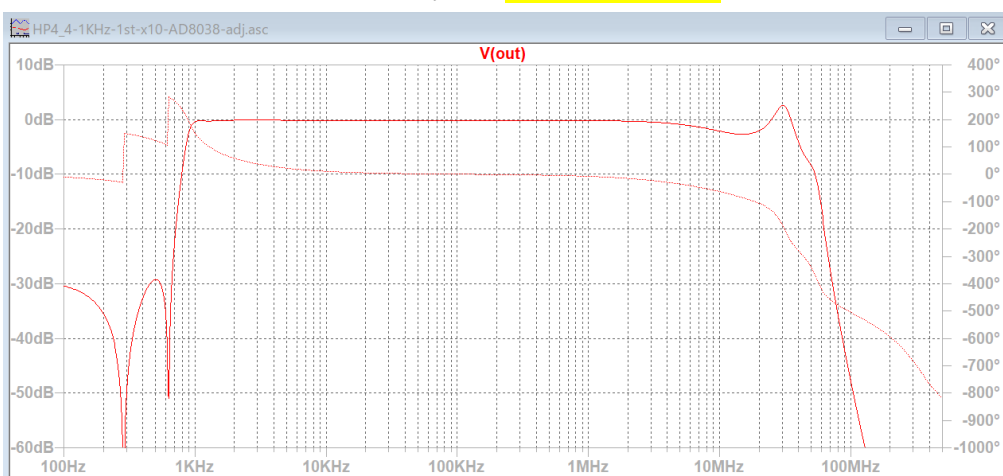


HP4\_4-1KHz-Ltact-adj-LT1813-adj.asc 通過域 23.3MHz



Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

HP4\_4-1KHz-1st-x10-AD8038-adj.asc 通過域 38.4MHz

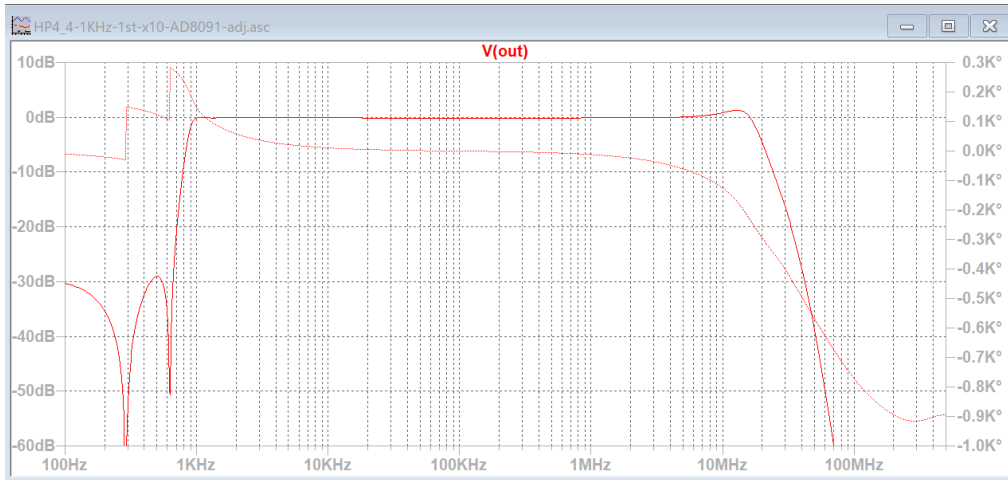


HP4\_4-1KHz-Ltact

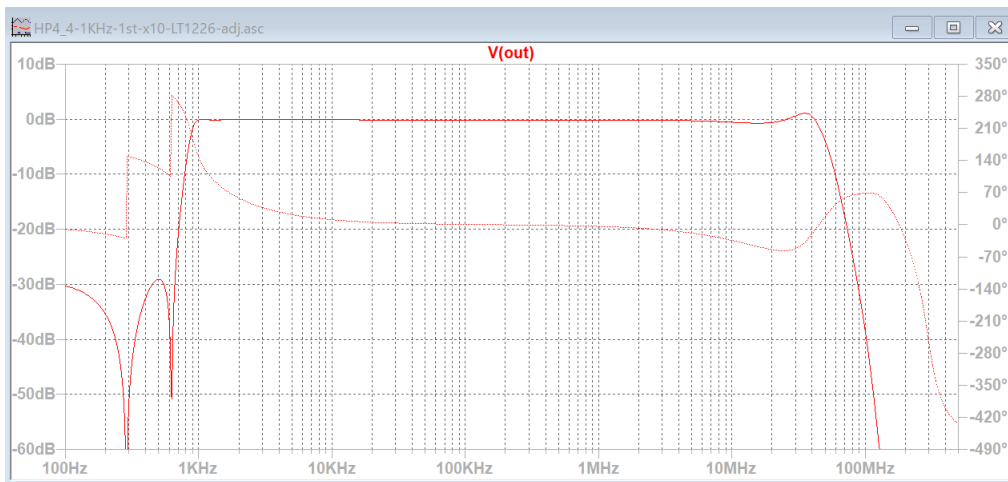
Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

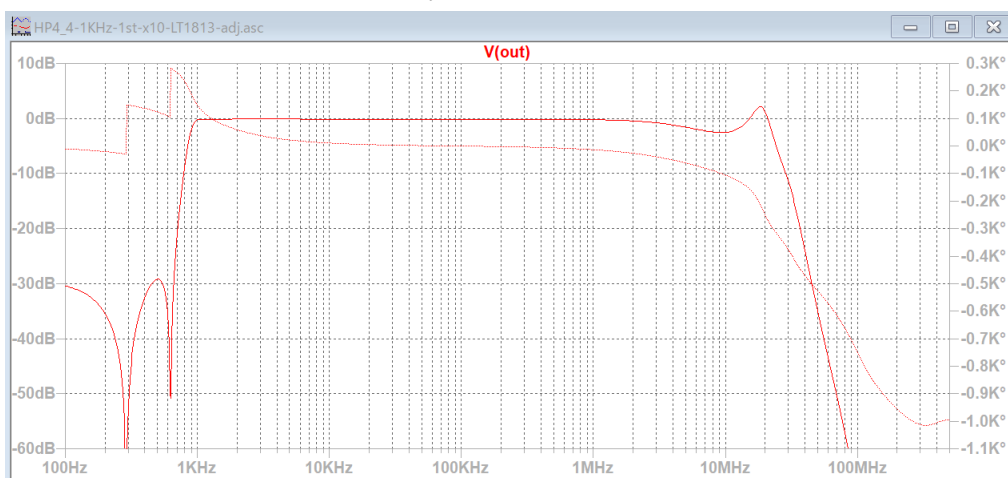
HP4\_4-1KHz-1st-x10-AD8091-adj.asc 通過域 18.8MHz



HP4\_4-1KHz-1st-x10-LT1226-adj.asc 通過域 48.4MHz



HP4\_4-1KHz-1st-x10-LT1813-adj.asc 通過域 22.8MHz

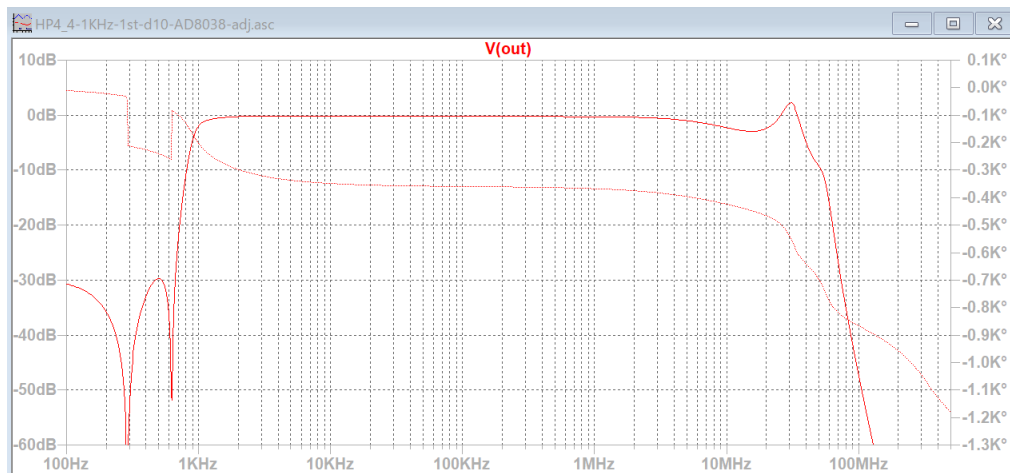


HP4\_4-1KHz-Ltact

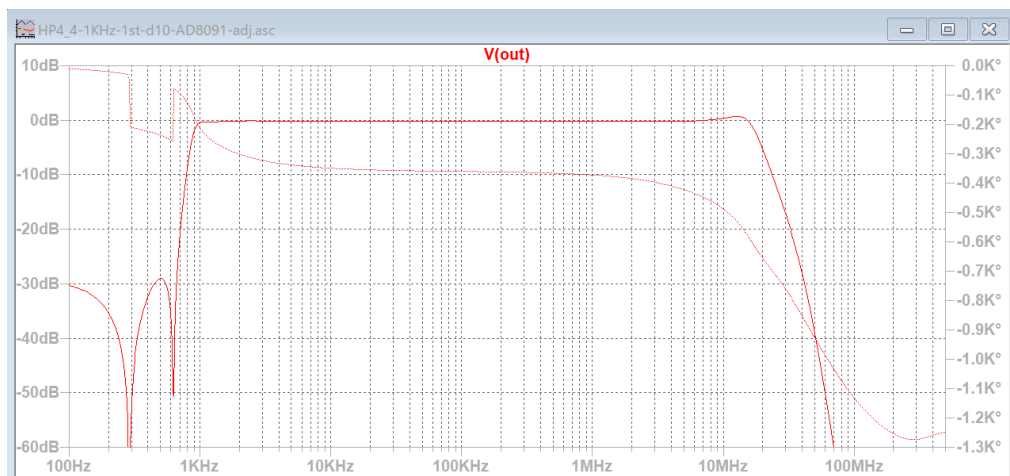
Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

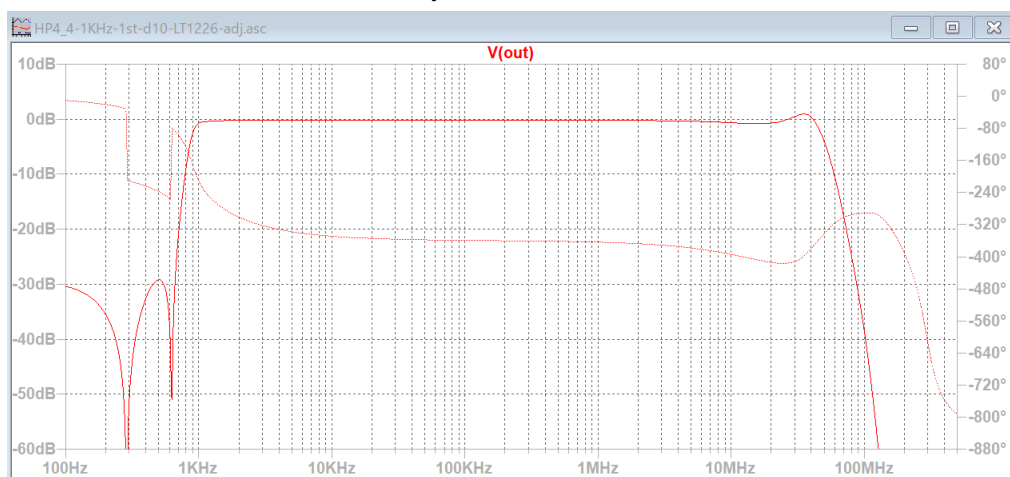
HP4\_4-1KHz-1st-d10-AD8038-adj.asc 通過域 37.9MHz



HP4\_4-1KHz-1st-d10-AD8091-adj.asc 通過域 18.2MHz



HP4\_4-1KHz-1st-d10-LT1226-adj.asc 通過域 48.2MHz

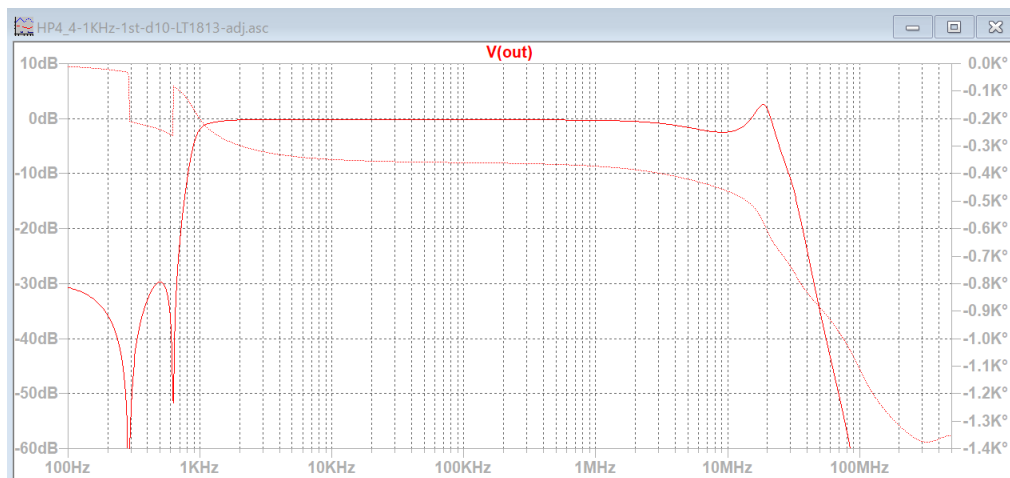


HP4\_4-1KHz-Ltact

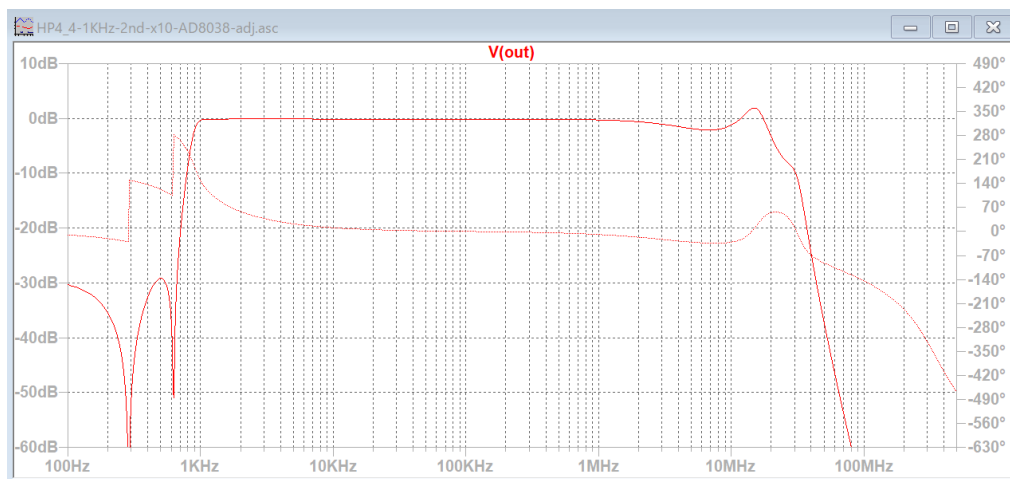
Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

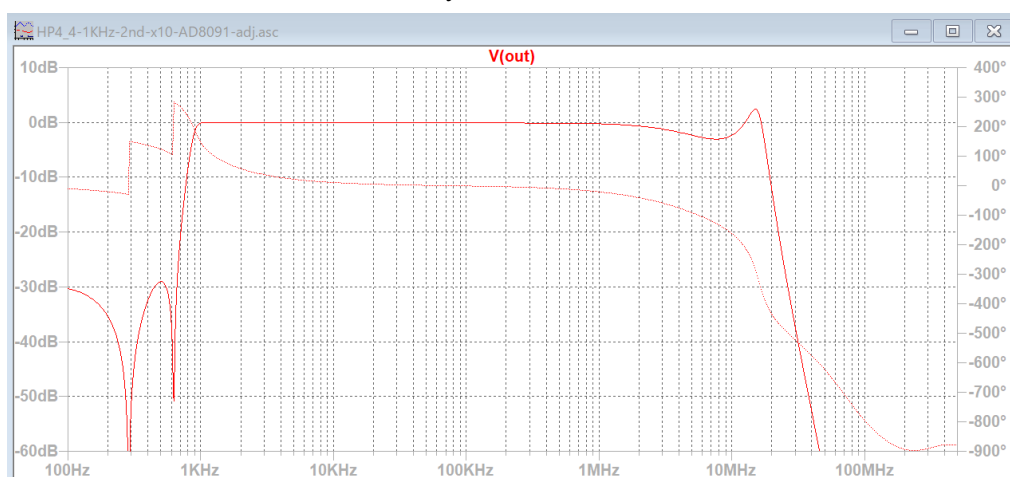
HP4\_4-1KHz-1st-d10-LT1813-adj.asc 通過域 23.1MHz



HP4\_4-1KHz-2nd-x10-AD8038-adj.asc 通過域 19.8MHz



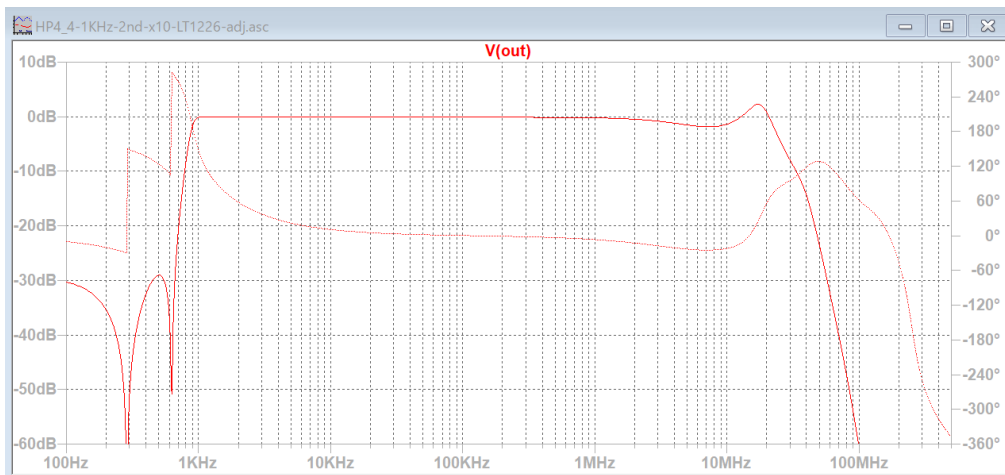
HP4\_4-1KHz-2nd-x10-AD8091-adj.asc 通過域 17.4MHz



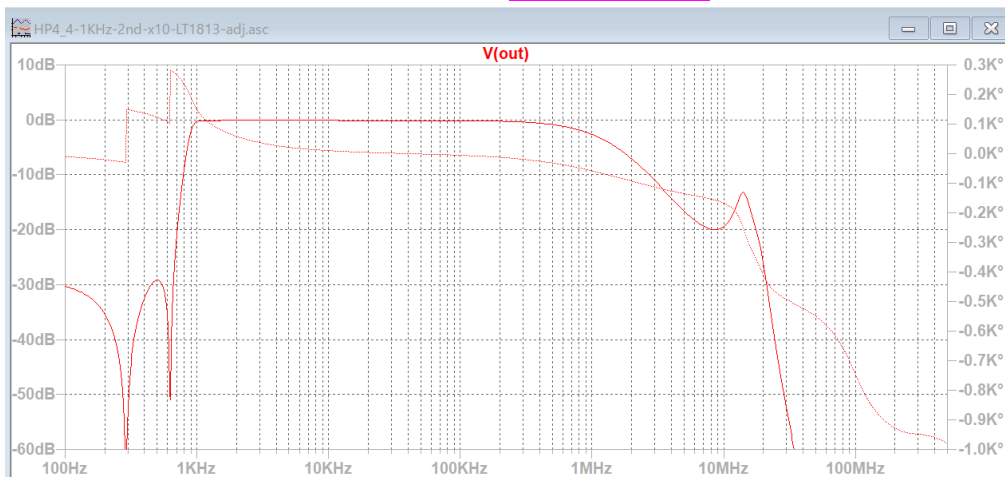
HP4\_4-1KHz-Ltact

Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

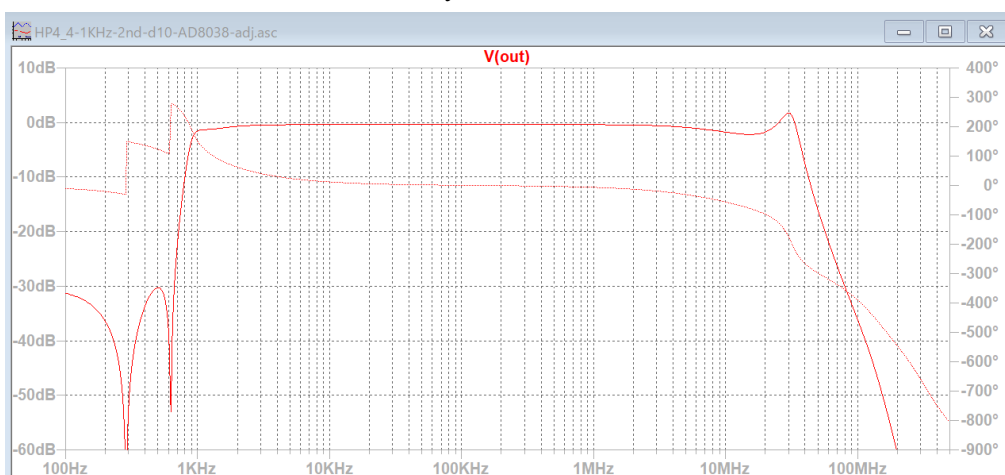
HP4\_4-1KHz-2nd-x10-LT1226-adj.asc 通過域 23.8MHz



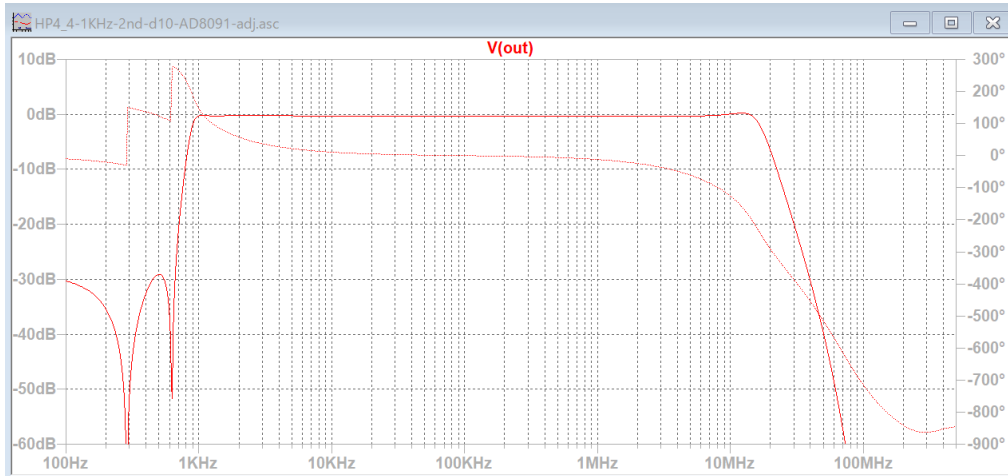
HP4\_4-1KHz-2nd-x10-LT1813-adj.asc 通過域 1.1MHz



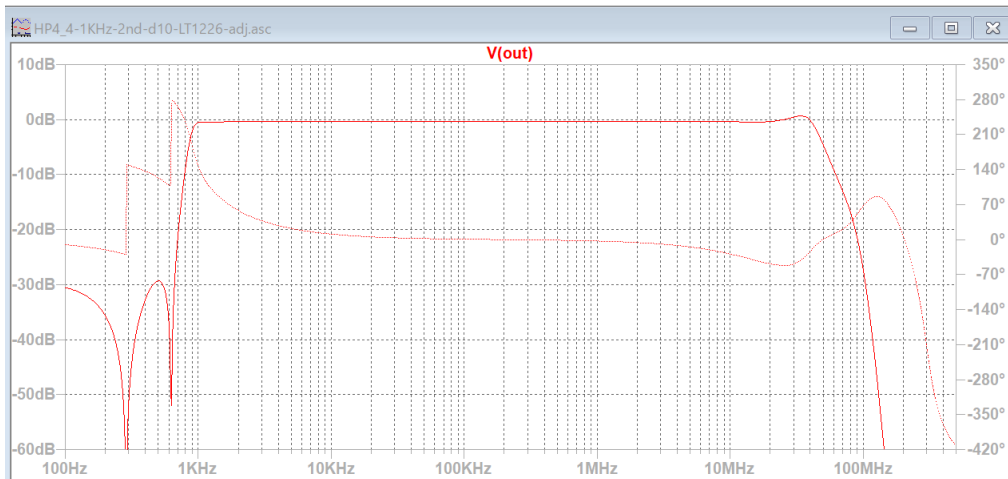
HP4\_4-1KHz-2nd-d10-AD8038-adj.asc 通過域 36.0MHz



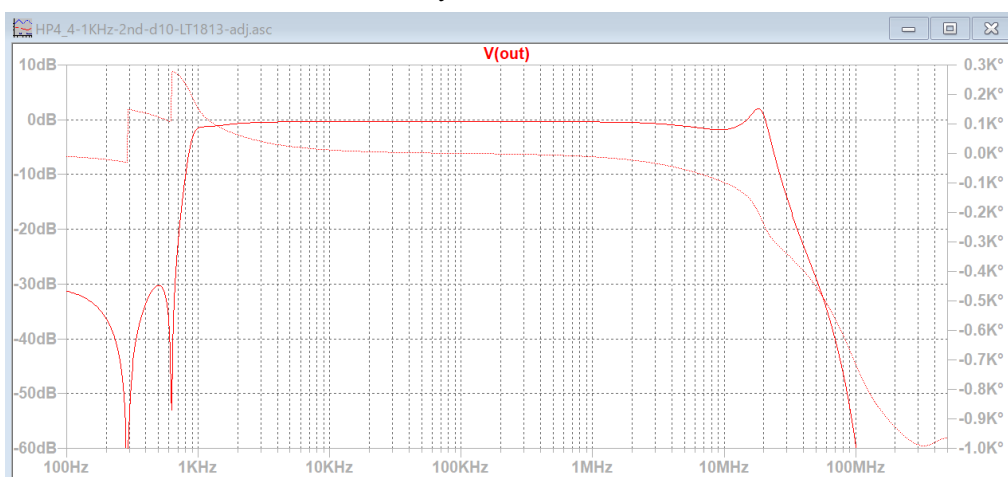
HP4\_4-1KHz-2nd-d10-AD8091-adj.asc 通過域 17.4MHz



HP4\_4-1KHz-2nd-d10-LT1226-adj.asc 通過域 46.9MHz



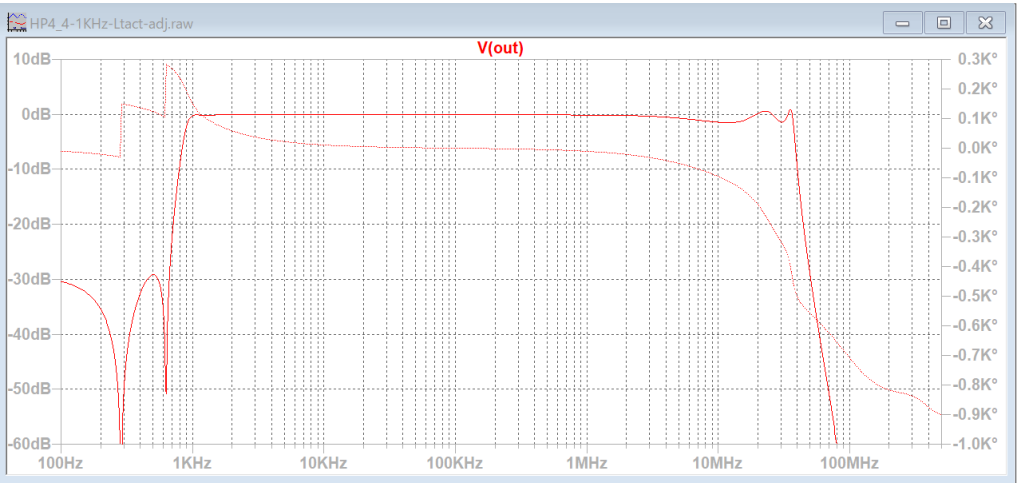
HP4\_4-1KHz-2nd-d10-LT1813-adj.asc 通過域 22.1MHz



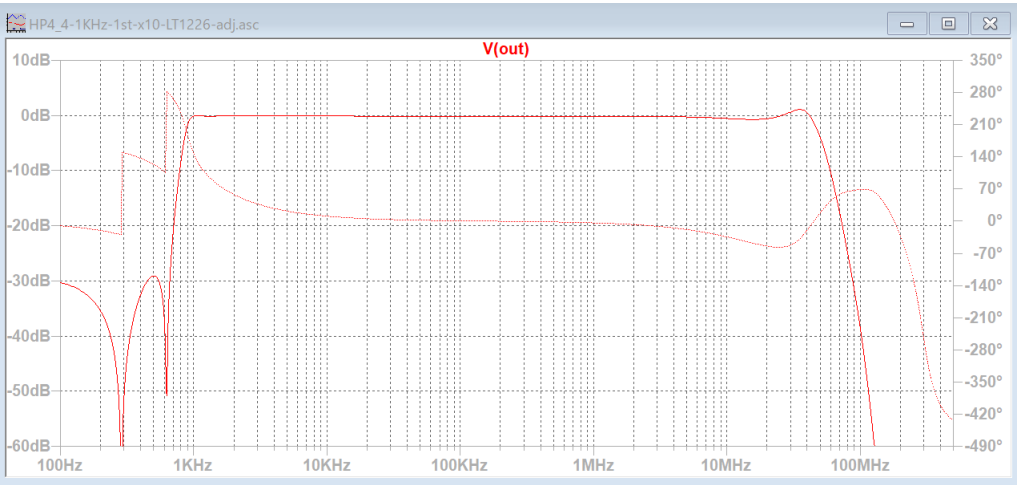
実験のまとめ

順位	オペアンプ名	帯域 MHz	調整方法	C 倍率
1位	LT1226	48.4	C1, C2	x10
2位	AD8038	38.4	C1, C2	x10
3位	ADA4807-4	37.7	C1, C2	x1
4位	LT1813	23.3	C1, C2	x1
5位	AD8091	18.8	C1, C2	x1

HP4\_4-1KHz-Ltact-adj.asc 通過域 37.7MHz



HP4\_4-1KHz-1st-x10-LT1226-adj.asc 通過域 48.4MHz



LtAct ver.2.60 追加実験

## HP4\_4-1MHz-Ltact

ハイパス・楕円関数 4次 1MHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類	ハイパスフィルタ	遮断特性	Elliptic
設計するフィルタの次数 m(<=58)	4		
カットオフ周波数 Fc	1	Meg	
周波数Fcにおける減衰量又はリプル attp	0.1	dB	OK
最低減衰量に達する周波数をFsとして、Xs = Fc/Fs	1.5	倍	キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アノグ High Pass Elliptic 次数=4

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667KHz atts = 29.06dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	1.7343Meg	31.3803T	1.8050	0	5.8893T
		Fc=	891.5567K	Q =	3.2300 GB 積=287.9743Meg
2	10.1059Meg	45.4373T	0.5477	0	8.5275T
		Fc=	1.0728Meg	Q =	0.6670 GB 積= 71.5580Meg

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\HP4\_4-1MHz-Ltact\HP4\_4-1MHz-Ltact.asc 作

成日時 Sun Mar 07 15:41:17 2021

アノグ High Pass Elliptic 次数=4

参照モード=0

Fp = 1.0000MegHz attp = 0.1000dB Fs = 666.6667KHz atts = 29.06dB

1 (et2) 「HP4-2-1」 Rb\_1(2 個)= 2.7680K Cb\_1(2 個)= 0.2000n R1\_1 = 1.3840K  
C1\_1 = 0.4000n 誤差=7.01 %

1 R2\_1 = 620.0000 C2\_1 = 3.2411p 誤差 = 1.82 %

1 R3\_1 = 19.9257K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.37 %

1 R4\_1 = 6.2269K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.43 %

HP4\_4-1MHz-Ltact

実験のまとめ

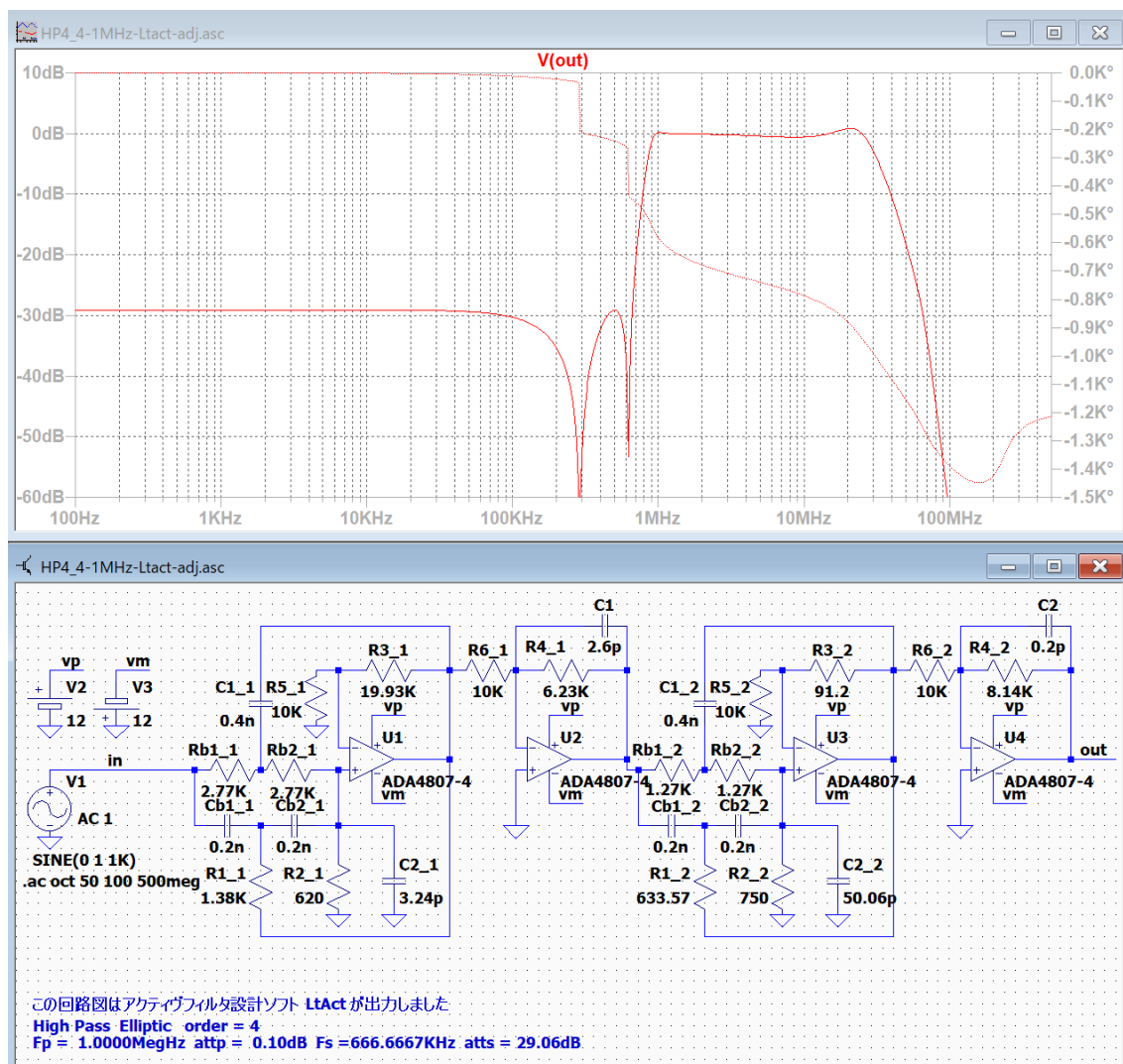


LtAct ver.2.60 追加実験

2 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_2(2 個)= 1.2671K Cb\_2(2 個)= 0.2000n R1\_2 = 633.5727  
 C1\_2 = 0.4000n 誤差=4.19 %  
 2 R2\_2 = 750.0000 C2\_2 = 50.0566p 誤差 = 1.88 %  
 2 R3\_2 = 91.2037 R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.22 %  
 2 R4\_2 = 8.1441K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.69 %

完成した回路図

HP4\_4-1MHz-Ltact-adj.asc 通過域 30.0MHz



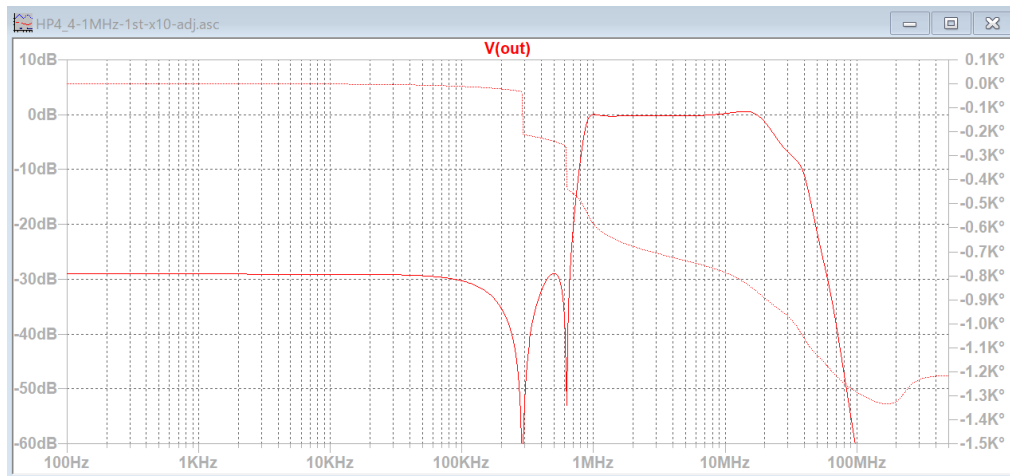
HP4\_4-1MHz-Ltact

完成した回路図

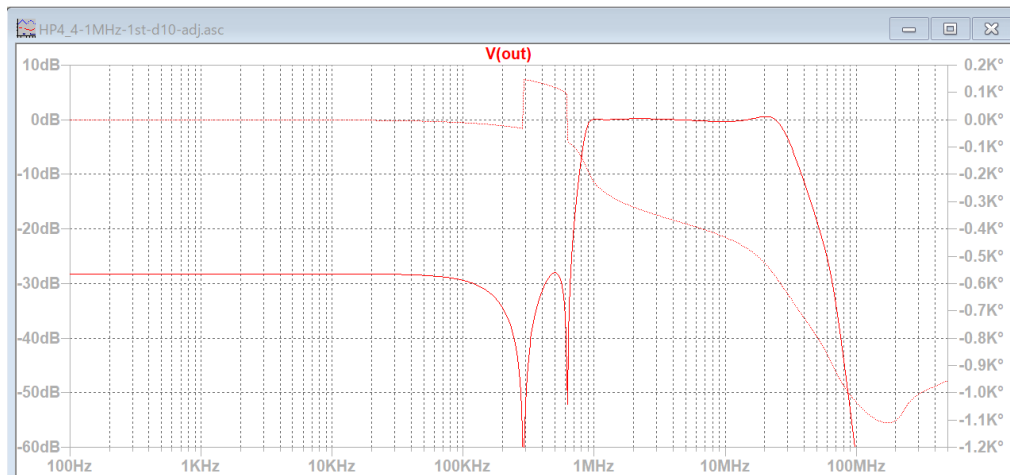
LtAct ver.2.60 追加実験

Cb1\_1 を増減する場合

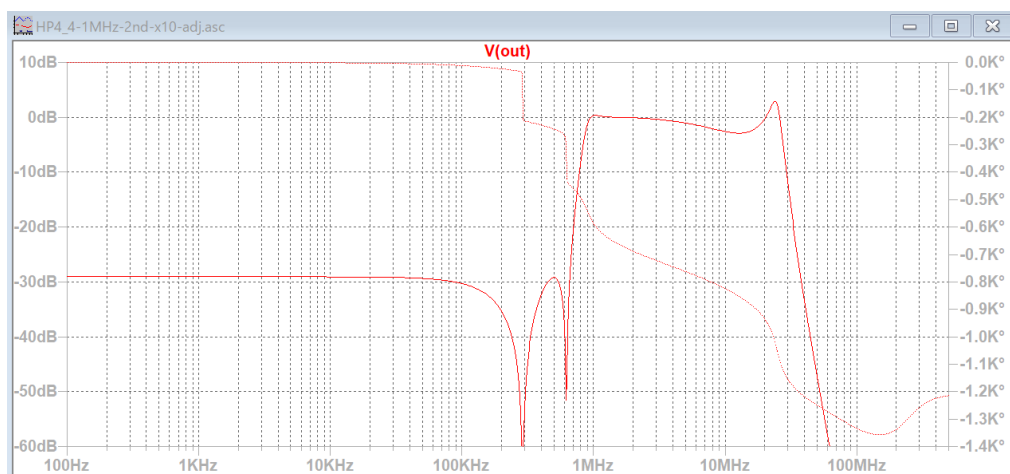
HP4\_4-1MHz-1st-x10.asc 通過域 22.6MHz



HP4\_4-1MHz-1st-d10-adj.asc 通過域 29.3MHz



HP4\_4-1MHz-2nd-x10-adj.asc 通過域 26.8MHz

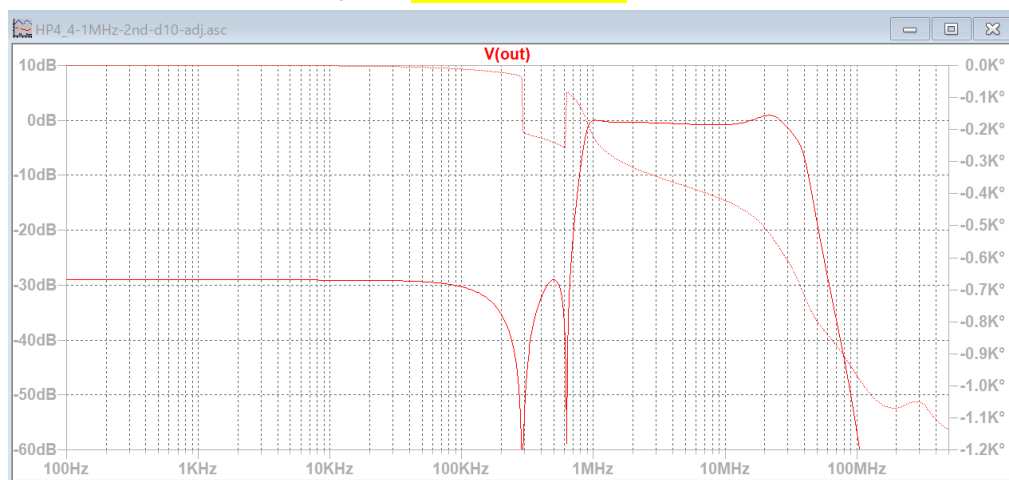


HP4\_4-1MHz-Ltact

Cb1\_1 を増減する場合

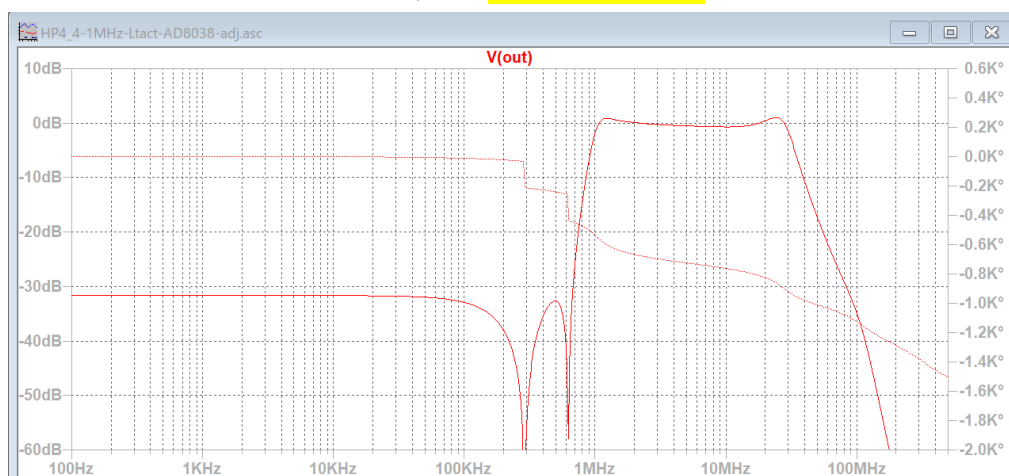
LtAct ver.2.60 追加実験

HP4\_4-1MHz-2nd-d10-adj.asc 通過域 34.2MHz

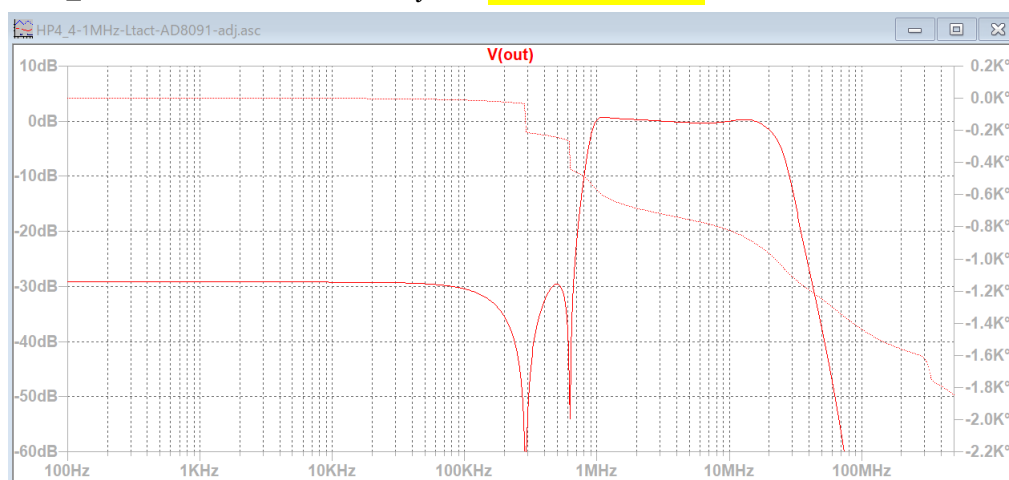


オペアンプを交換する場合

HP4\_4-1MHz-Ltact-AD8038-adj.asc 通過域 31.5MHz



HP4\_4-1MHz-Ltact-AD8091-adj.asc 通過域 22.5MHz

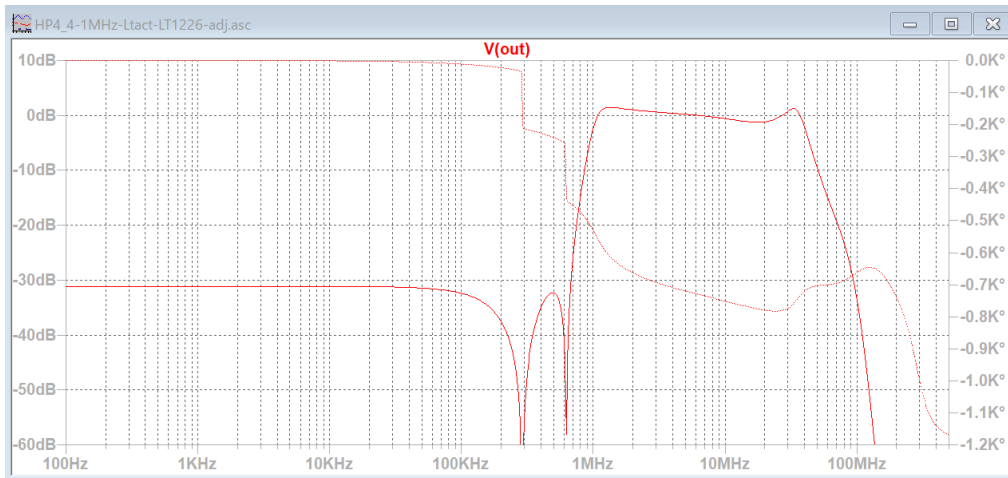


HP4\_4-1MHz-Ltact

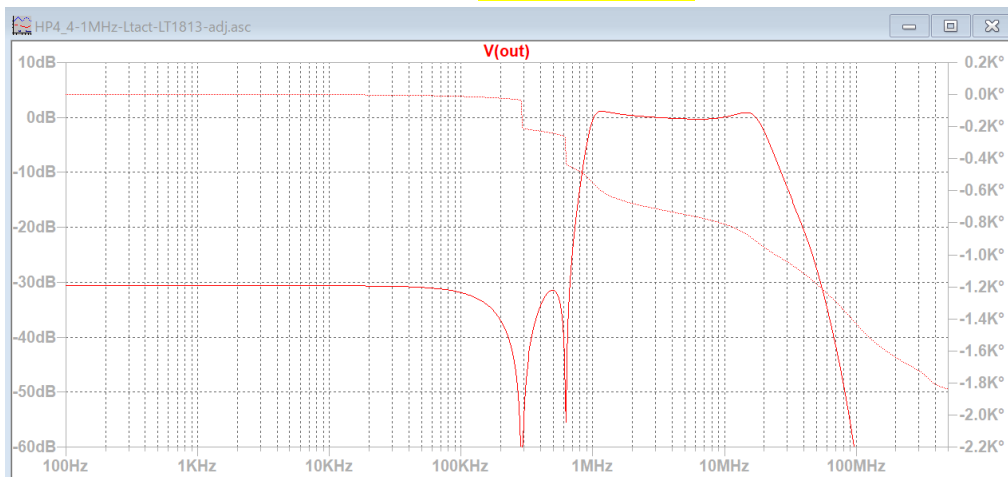
オペアンプを交換する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

HP4\_4-1MHz-Ltact-LT1226-adj.asc 通過域 41.4MHz

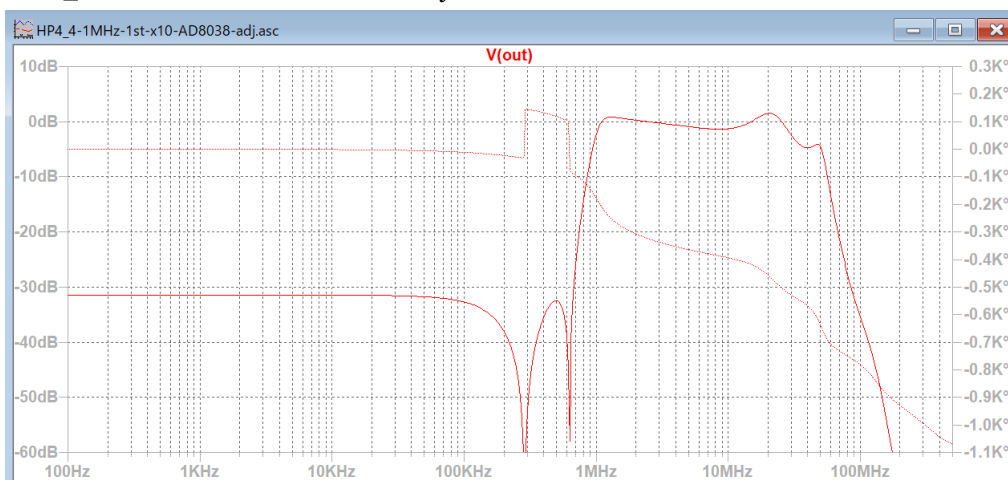


HP4\_4-1MHz-Ltact-LT1813-adj.asc 通過域 20.4MHz



Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

HP4\_4-1MHz-1st-x10-AD8038-adj.asc 通過域 31.3MHz

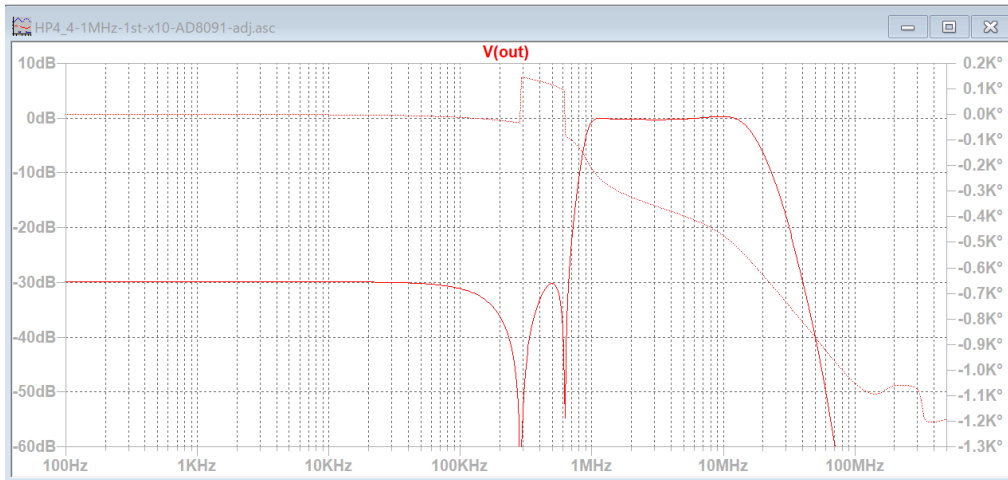


HP4\_4-1MHz-Ltact

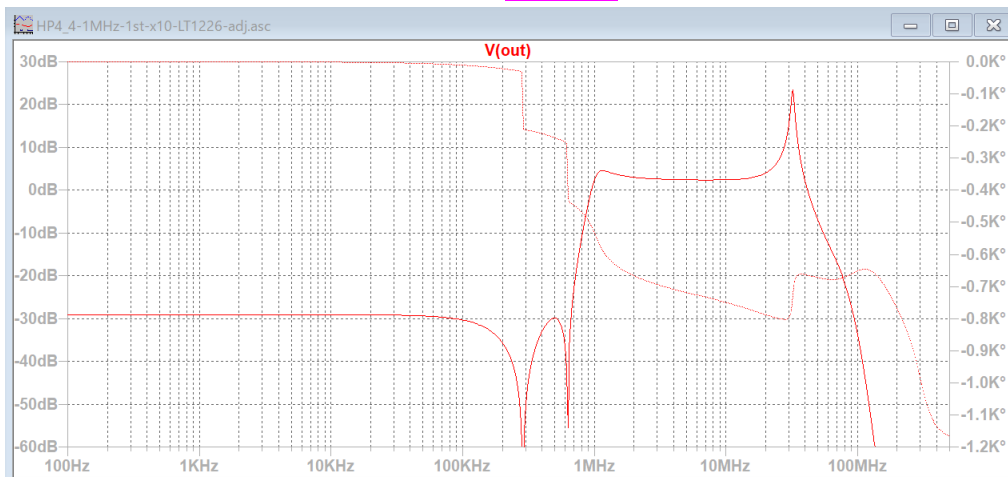
Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

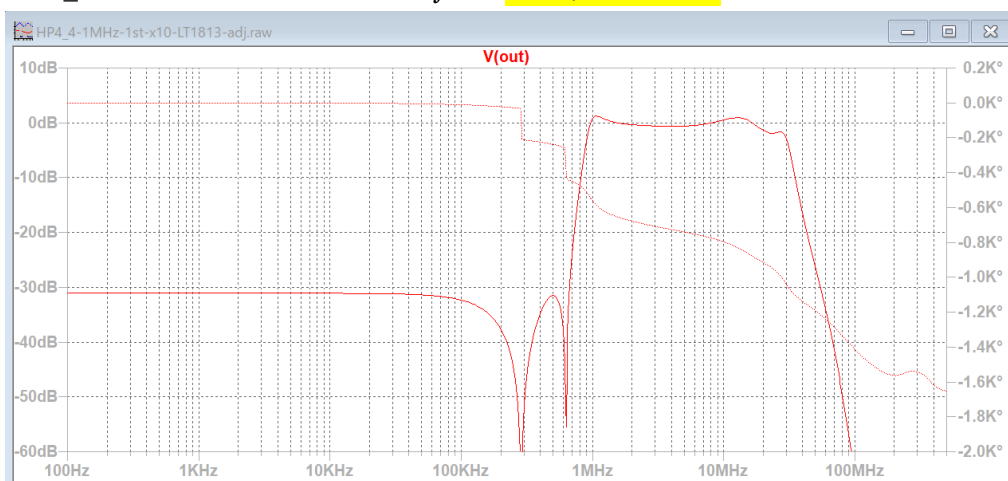
HP4\_4-1MHz-1st-x10-AD8091-adj.asc 通過域 16.8MHz



HP4\_4-1MHz-1st-x10-LT1226-adj.asc 調整不能



HP4\_4-1MHz-1st-x10-LT1813-adj.asc 通過域 30.2MHz

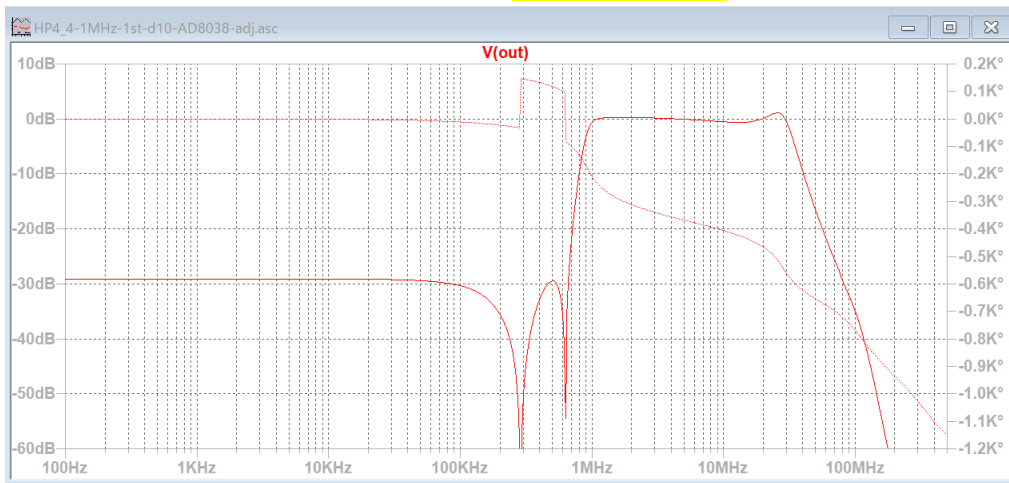


HP4\_4-1MHz-Ltact

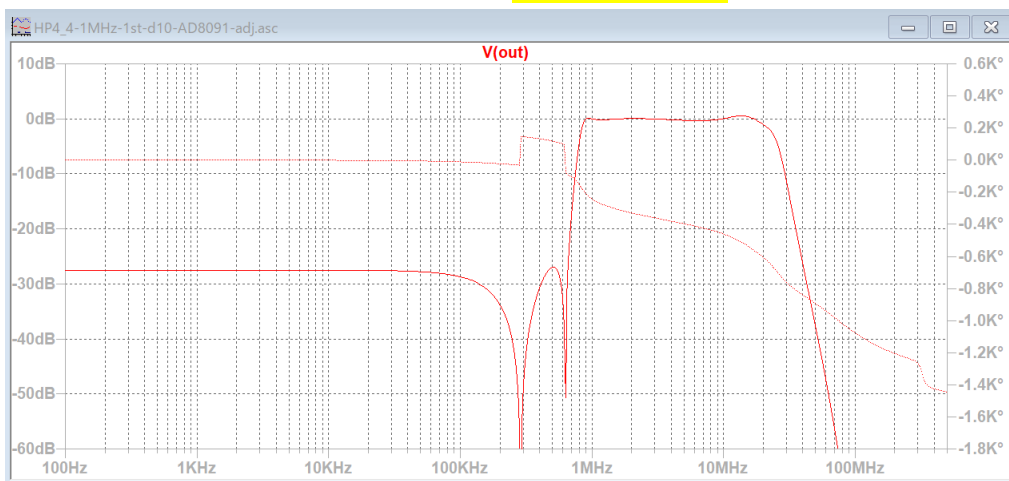
Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

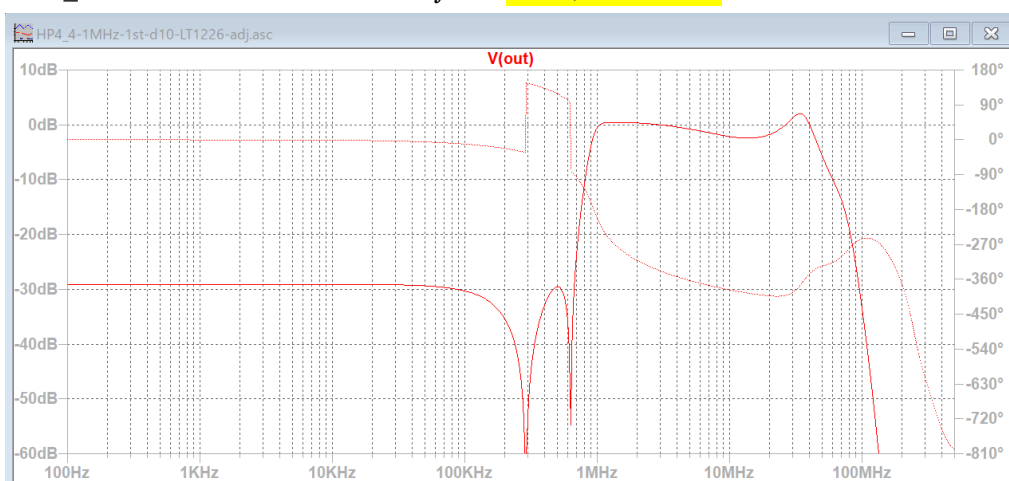
HP4\_4-1MHz-1st-d10-AD8038-adj.asc 通過域 32.9MHz



HP4\_4-1MHz-1st-d10-AD8091-adj.asc 通過域 24.2MHz



HP4\_4-1MHz-1st-d10-LT1226-adj.asc 通過域 45.5MHz

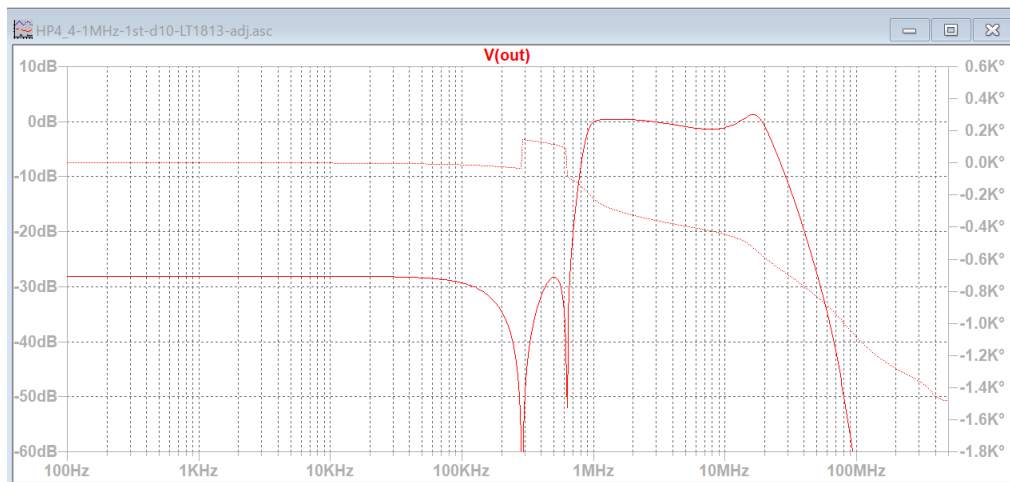


HP4\_4-1MHz-Ltact

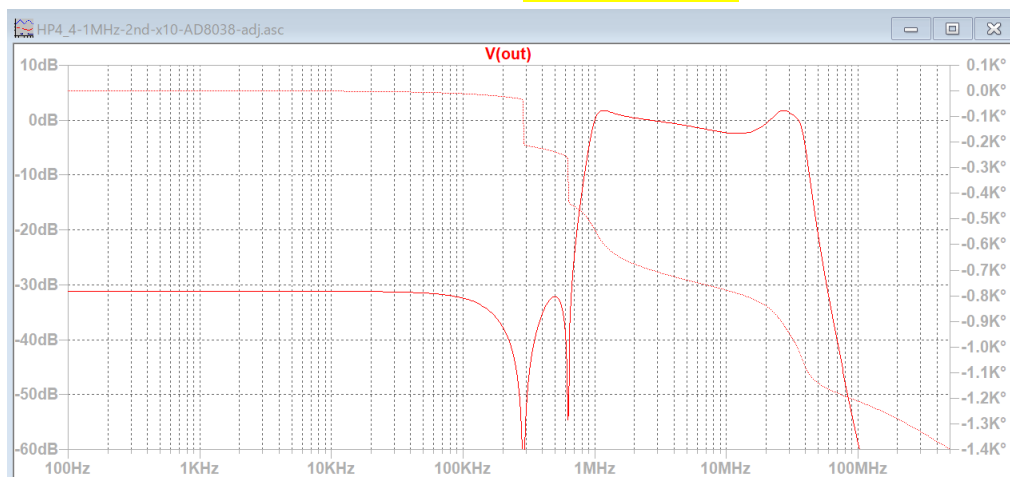
Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

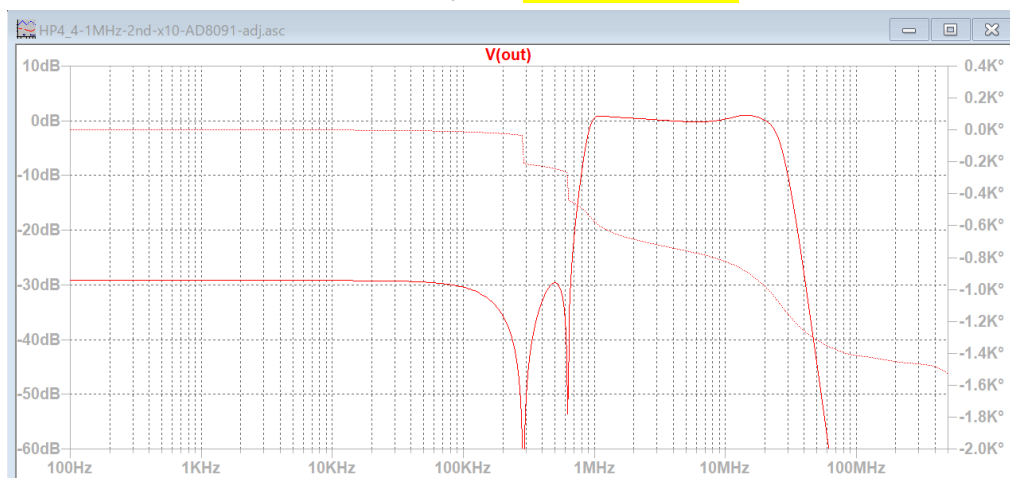
HP4\_4-1MHz-1st-d10-LT1813-adj.asc 通過域 22.2MHz



HP4\_4-1MHz-2nd-x10-AD8038-adj.asc 通過域 38.5MHz



HP4\_4-1MHz-2nd-x10-AD8091-adj.asc 通過域 25.2MHz

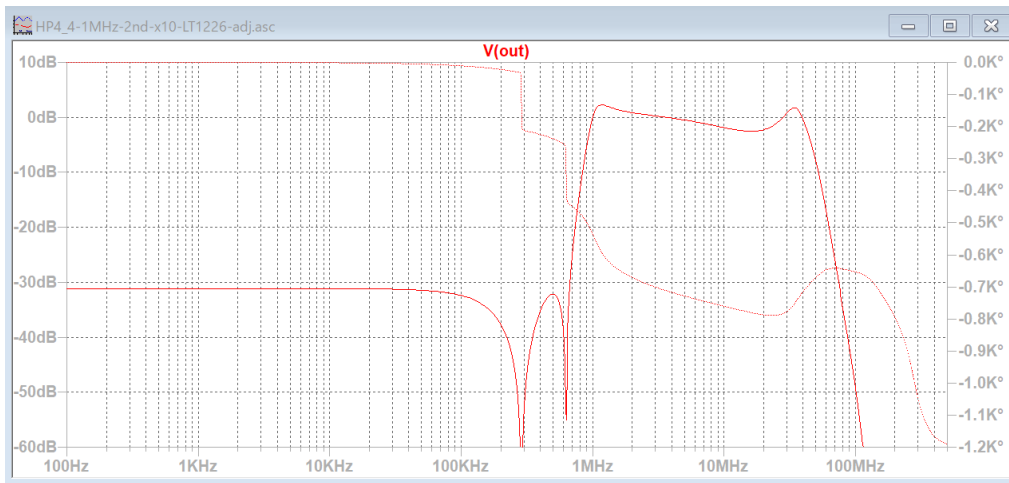


HP4\_4-1MHz-Ltact

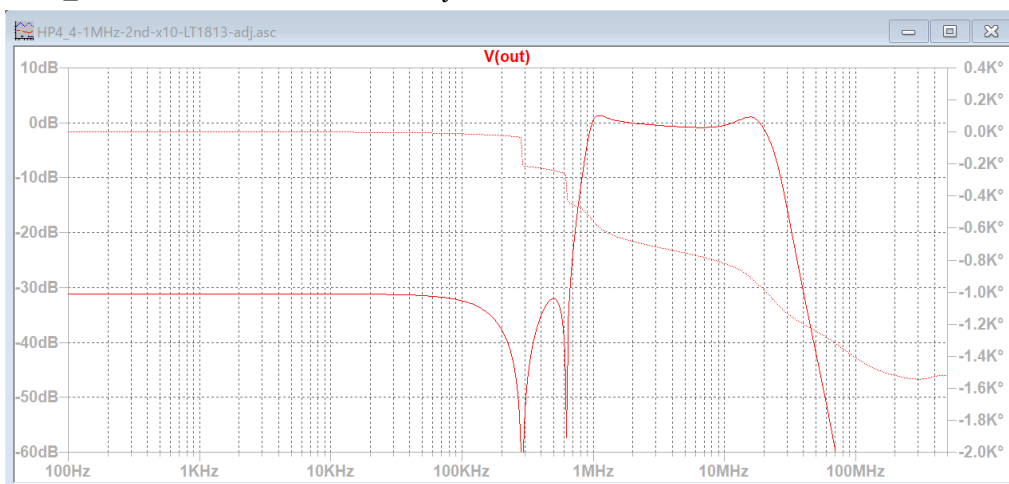
Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合



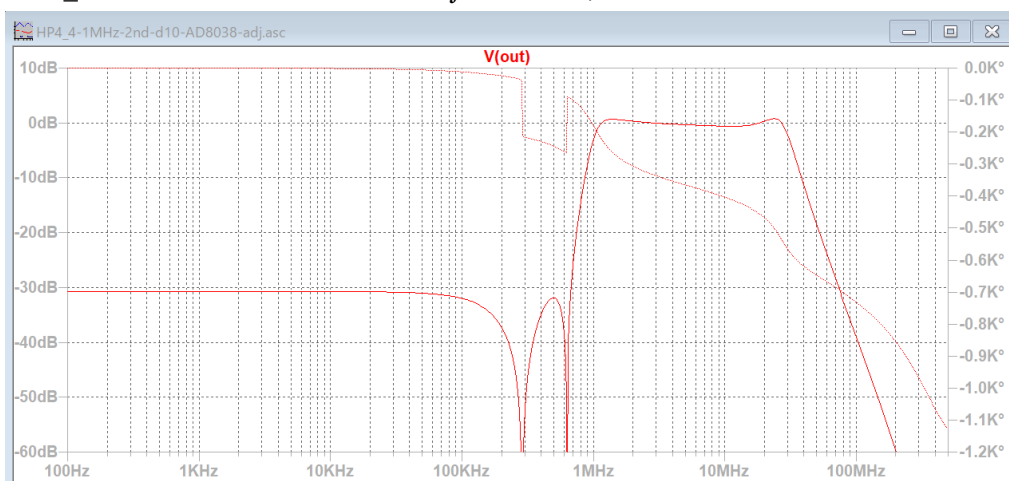
HP4\_4-1MHz-2nd-x10-LT1226-adj.asc 通過域 43.6MHz



HP4\_4-1MHz-2nd-x10-LT1813-adj.asc 通過域 22.0MHz



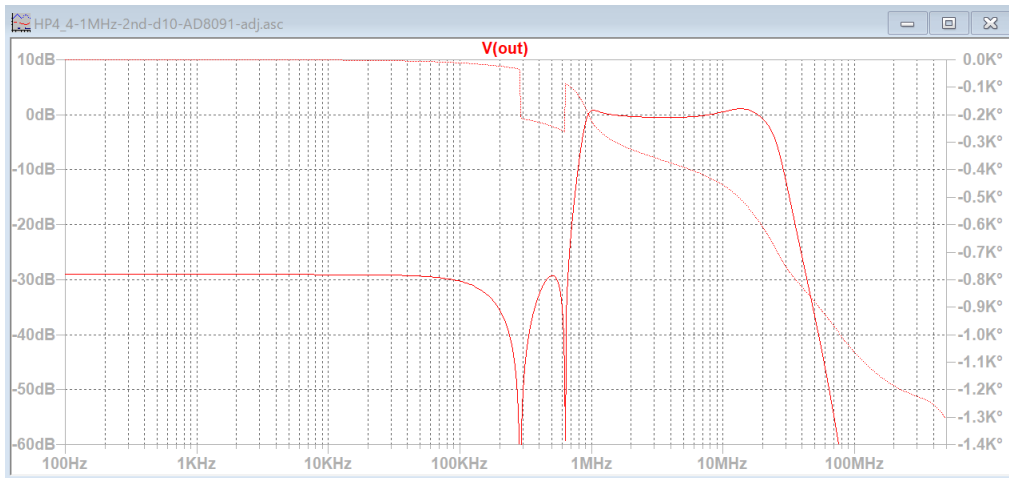
HP4\_4-1MHz-2nd-d10-AD8038-adj.asc 通過域 30.9MHz



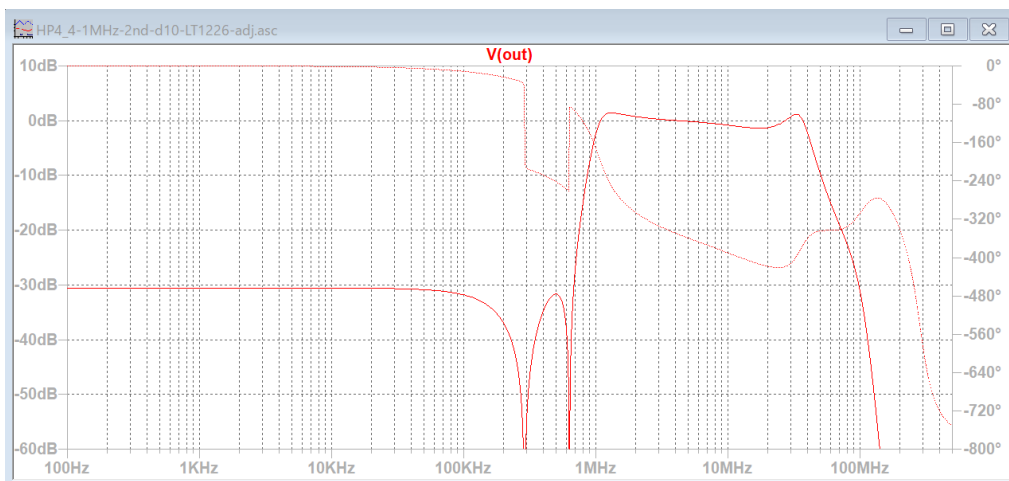


LtAct ver.2.60 追加実験

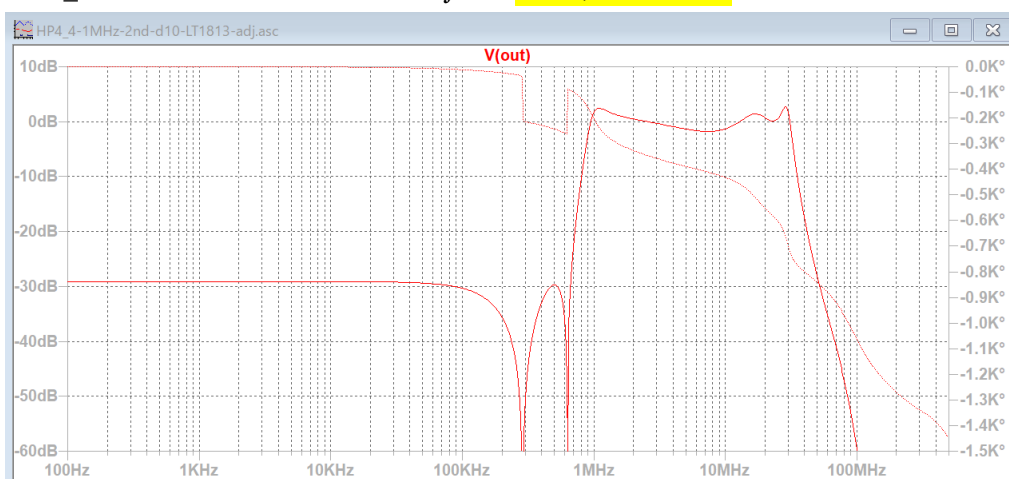
HP4\_4-1MHz-2nd-d10-AD8091-adj.asc 通過域 23.6MHz



HP4\_4-1MHz-2nd-d10-LT1226-adj.asc 通過域 41.3MHz



HP4\_4-1MHz-2nd-d10-LT1813-adj.asc 通過域 32.1MHz



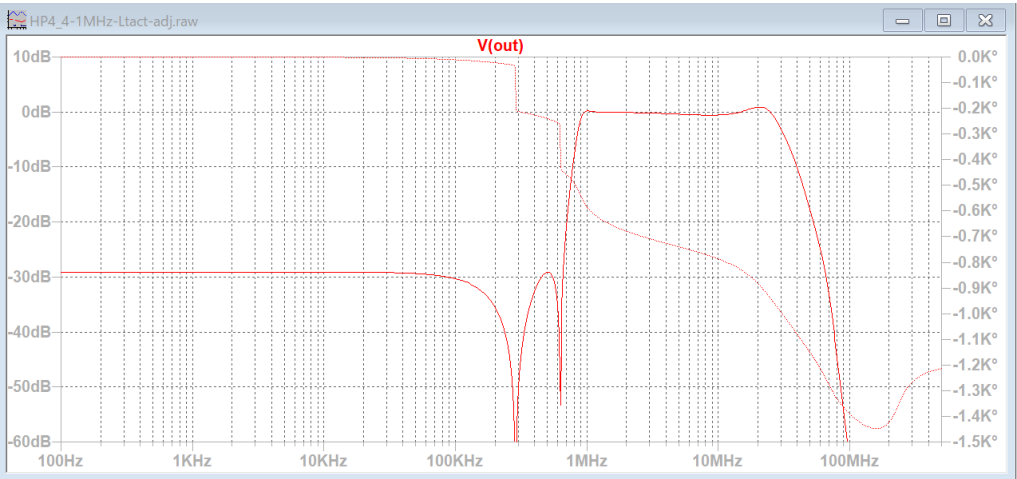
HP4\_4-1MHz-Ltact

Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

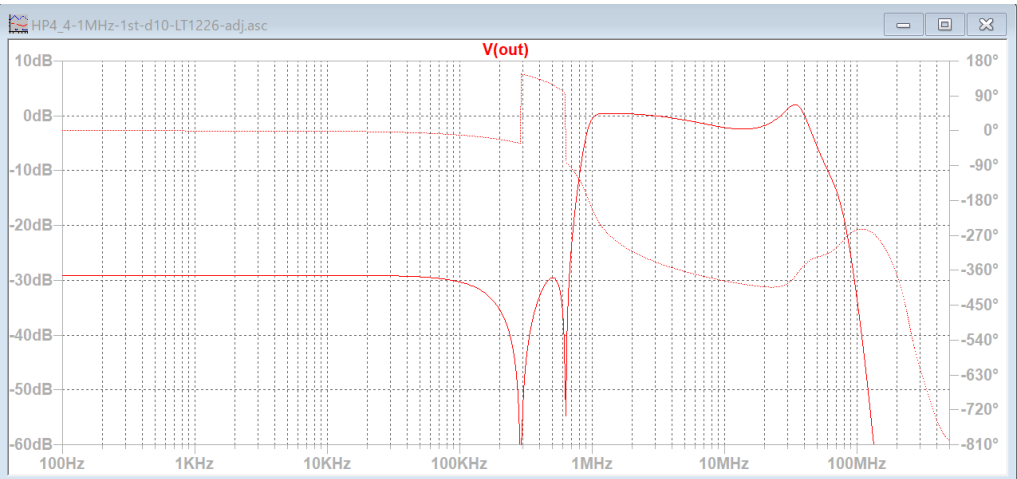
実験のまとめ

順位	オペアンプ名	帯域 MHz	調整方法	C 倍率
1位	LT1226	45.5	C1, C2	d10
2位	AD8038	38.5	C1, C2	x10
3位	ADA4807-4	34.2	C1, C2	d10
4位	LT1813	32.1	C1	d10
5位	AD8091	25.2	C1	x10

HP4\_4-1MHz-Ltact-adj.asc 通過域 30.0MHz



HP4\_4-1MHz-1st-d10-LT1226-adj.asc 通過域 45.5MHz



LtAct ver.2.60 追加実験

## BP1\_4-10KHz-30KHz-Ltact

バンドパス・バターワース 4次 10KHz - 30KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  4

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1}$  : ( $F_{s1} = F_{p1}/x_s$ ) 10 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2}$  : ( $F_{s2} = F_{p2} \cdot x_s$ ) 30 KHz

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

遮断特性 バターワース

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Butterworth 次数=4

 $F_{p1} = 10.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 30.0000\text{KHz}$   $\text{attp} = 3.0103\text{dB}$  $F_{s1} = 6.6667\text{KHz}$   $F_{s2} = 45.0000\text{KHz}$   $\text{atts} = 22.63\text{dB}$ 

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	71.0614K	33.5073G	0	211.3680K	0
		Fc=	29.1333K	Q=	2.5759 GB 積= 22.3219Meg
2	25.1174K	4.1862G	0	74.7103K	0
		Fc=	10.2975K	Q=	2.5759 GB 積= 7.8899Meg
3	145.1039K	19.7324G	0	162.2032K	0
		Fc=	22.3568K	Q=	0.9681 GB 積= 2.4194Meg
4	87.0923K	7.1086G	0	97.3554K	0
		Fc=	13.4187K	Q=	0.9681 GB 積= 1.4521Meg

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\BP1\_4-10KHz-30KHz-Ltact\BP1\_4-10KHz-30KHz-Ltact.asc 作成日時 Wed Mar 10 06:54:50 2021

アナログ Band Pass Butterworth 次数=4

参照モード=0

 $F_{p1} = 10.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 30.0000\text{KHz}$   $\text{attp} = 3.0103\text{dB}$  $F_{s1} = 6.6667\text{KHz}$   $F_{s2} = 45.0000\text{KHz}$   $\text{atts} = 22.63\text{dB}$

LtAct ver.2.60 追加実験

1(BP1)「BP1-1-1」 R1\_1 = 91.0000K C1\_1 = 51.9900p R2\_1 = 26.2880K R3\_1 = 541.3483K 誤差=4.78 %

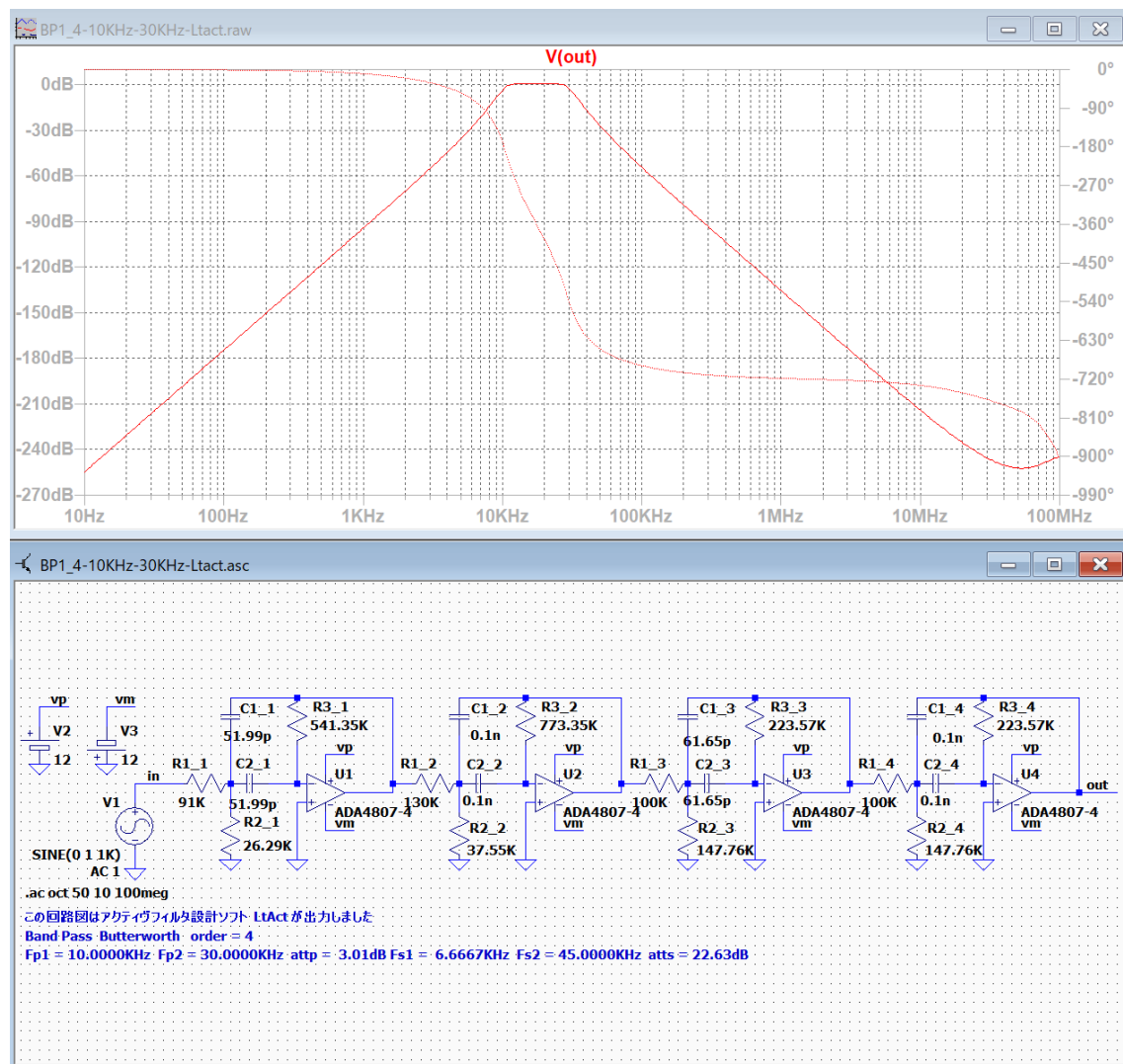
2(BP1)「BP1-1-1」 R1\_2 = 130.0000K C1\_2 = 0.1030n R2\_2 = 37.5542K R3\_2 = 773.3547K 誤差=5.68 %

3(BP1)「BP1-1-2」 R1\_3 = 100.0000K C1\_3 = 61.6510p R2\_3 = 147.7623K R3\_3 = 223.5684K 誤差=2.27 %

4(BP1)「BP1-1-2」 R1\_4 = 100.0000K C1\_4 = 0.1027n R2\_4 = 147.7623K R3\_4 = 223.5684K 誤差=3.44 %

完成した回路図

BP1\_4-10KHz-30KHz-Ltact.asc 特性は良好



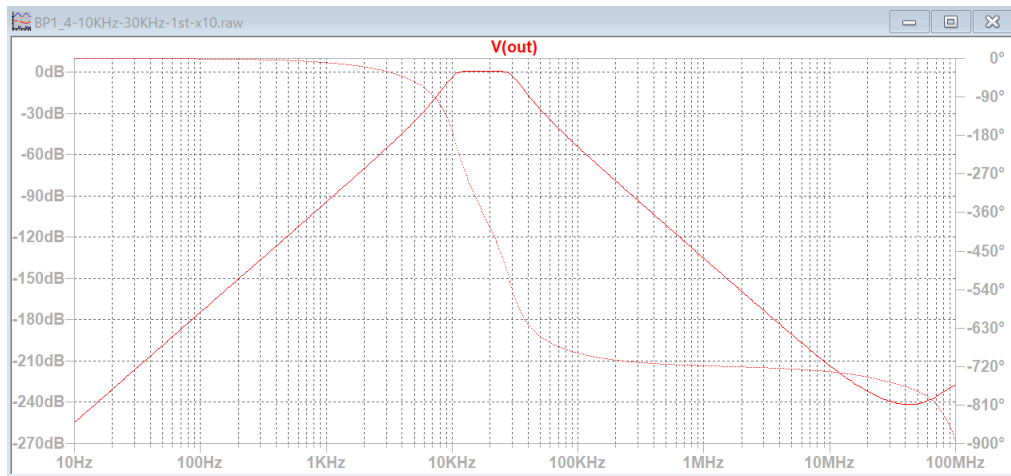
BP1\_4-10KHz-30KHz-Ltact

完成した回路図

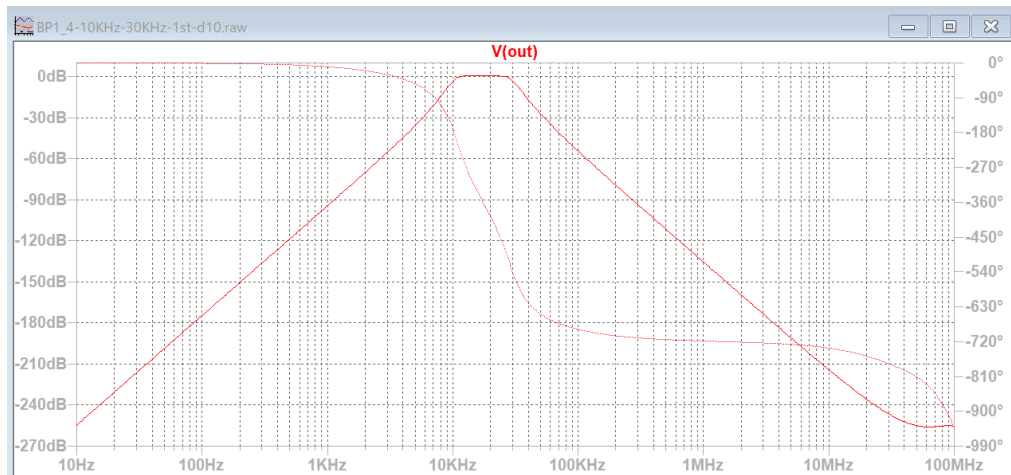
LtAct ver.2.60 追加実験

C1\_1 または C1\_2 を増減する場合

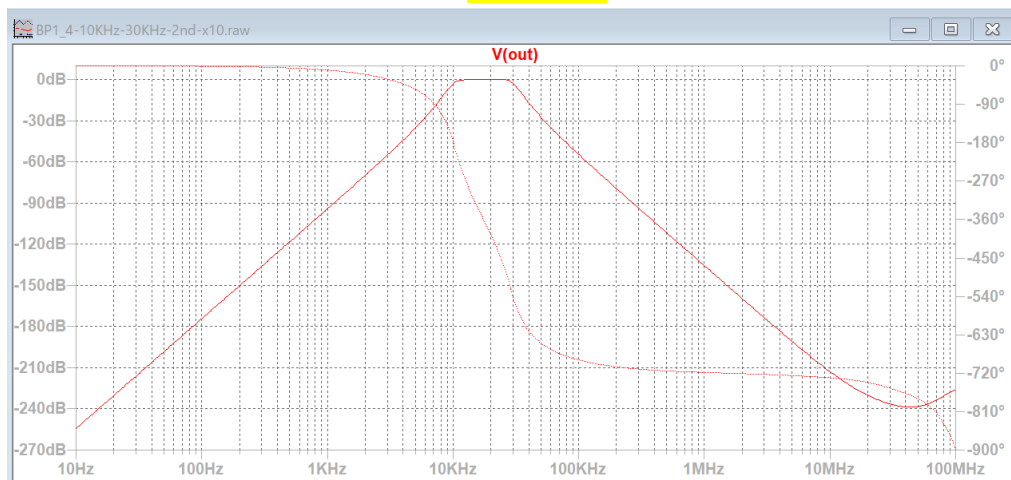
BP1\_4-10KHz-30KHz-1st-x10.asc 特性は良好



BP1\_4-10KHz-30KHz-1st-d10.asc 特性は良好



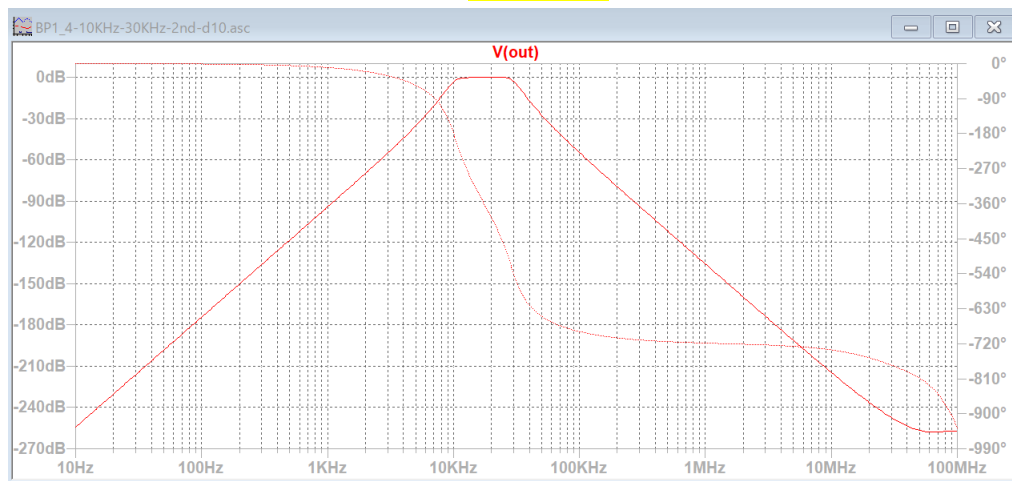
BP1\_4-10KHz-30KHz-2nd-x10.asc 特性は良好



BP1\_4-10KHz-30KHz-LtactC1\_1 または C1\_2 を増減する場合

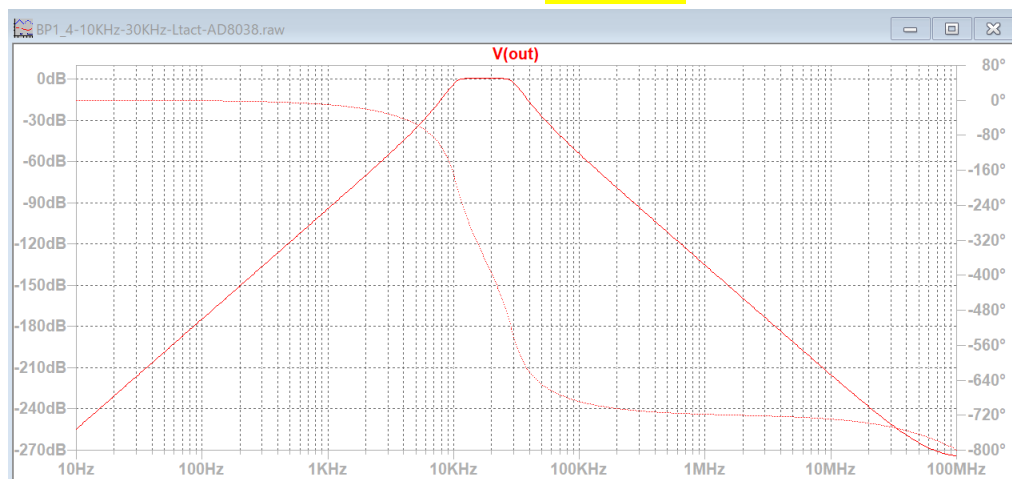
LtAct ver.2.60 追加実験

BP1\_4-10KHz-30KHz-2nd-d10.asc 特性は良好

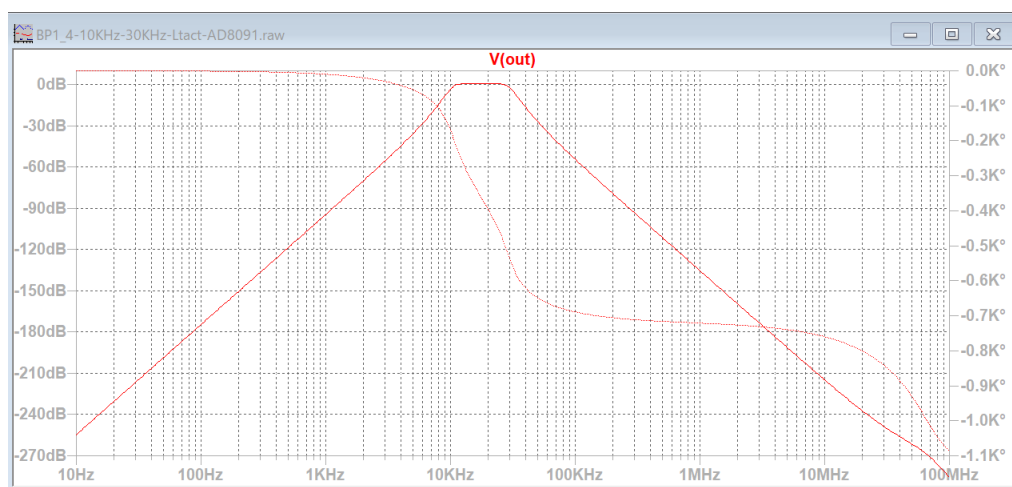


オペアンプを交換する場合

BP1\_4-10KHz-30KHz-Ltact-AD8038.asc 特性は良好



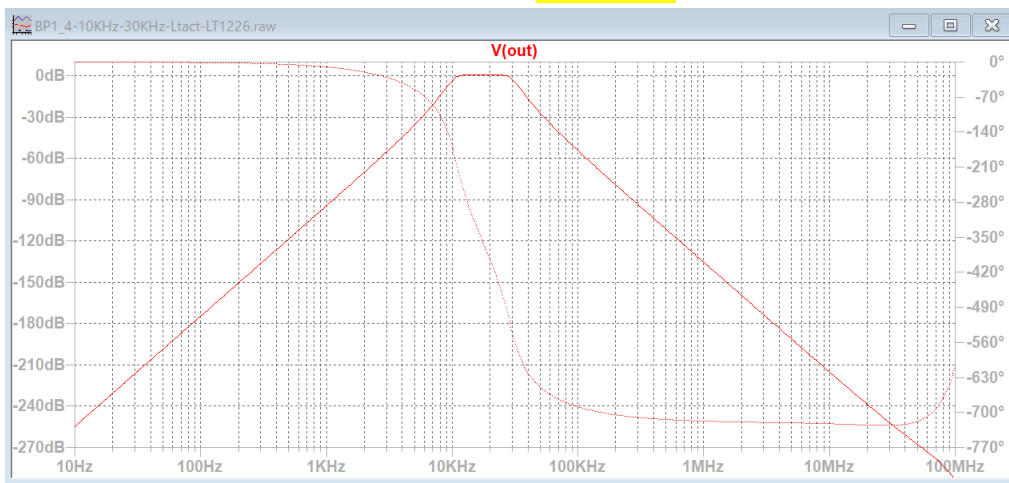
BP1\_4-10KHz-30KHz-Ltact-AD8091.asc 特性は良好



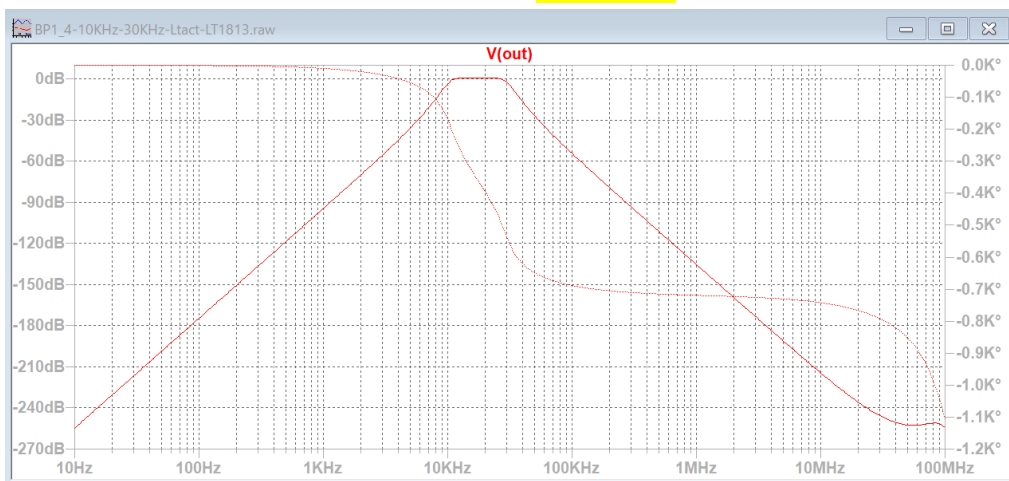
BP1\_4-10KHz-30KHz-Ltact オペアンプを交換する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

BP1\_4-10KHz-30KHz-Ltact-LT1226.asc 特性は良好

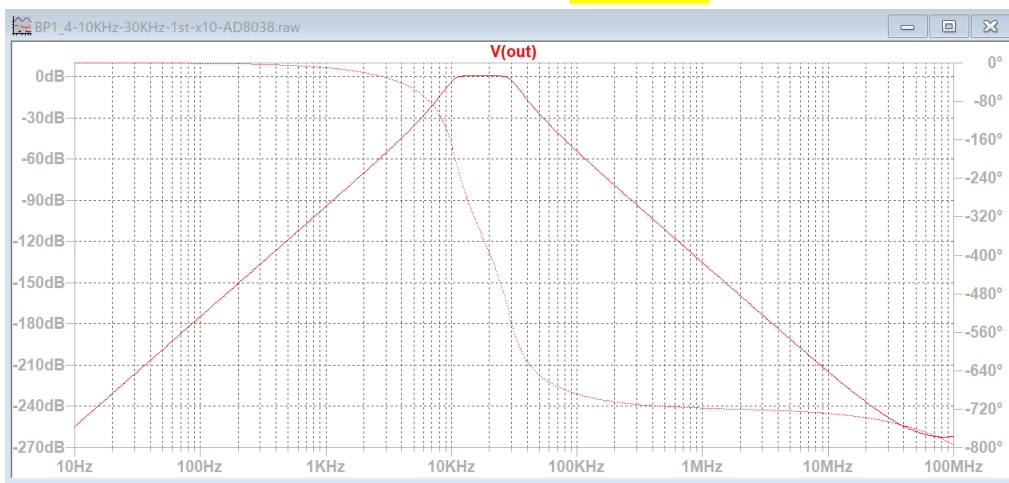


BP1\_4-10KHz-30KHz-Ltact-LT1813.asc 特性は良好



C1\_1 または C1\_2 を増減する場合

BP1\_4-10KHz-30KHz-1st-x10-AD8038.asc 特性は良好

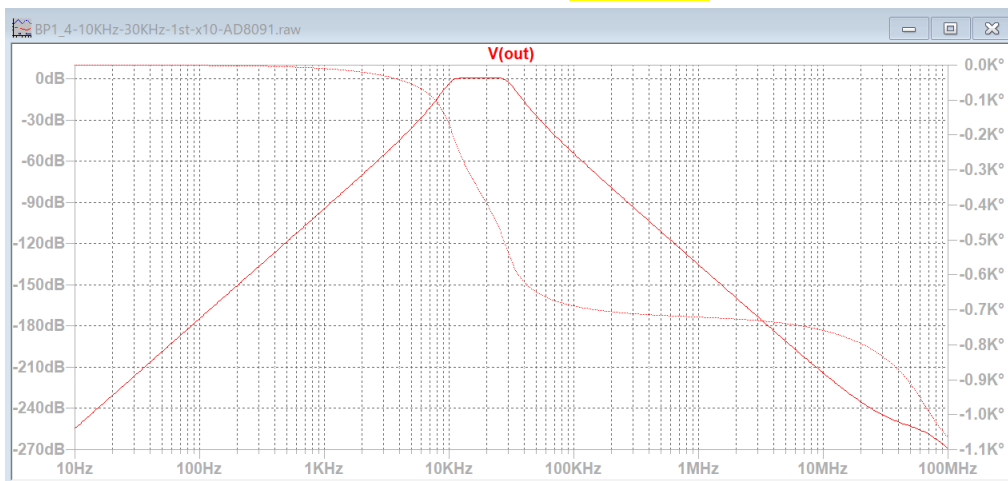


BP1\_4-10KHz-30KHz-LtactC1\_1 または C1\_2 を増減する場合

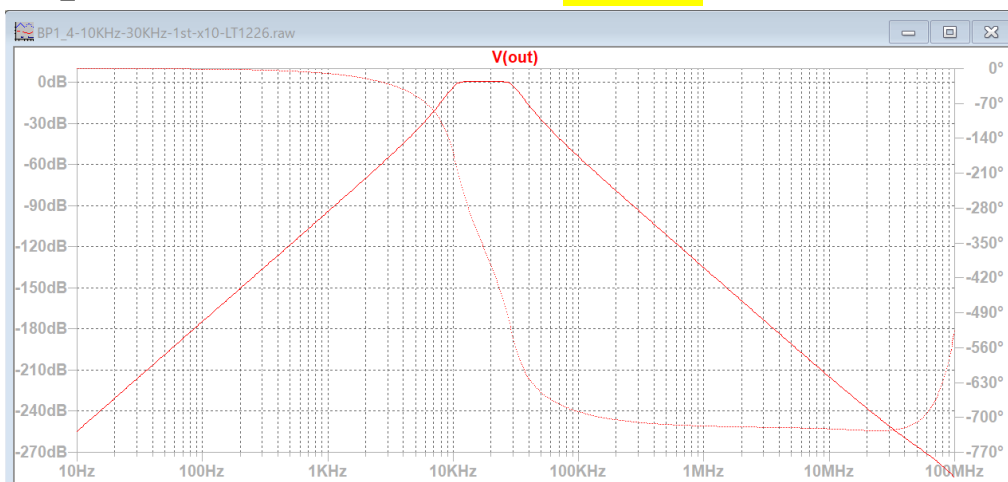


LtAct ver.2.60 追加実験

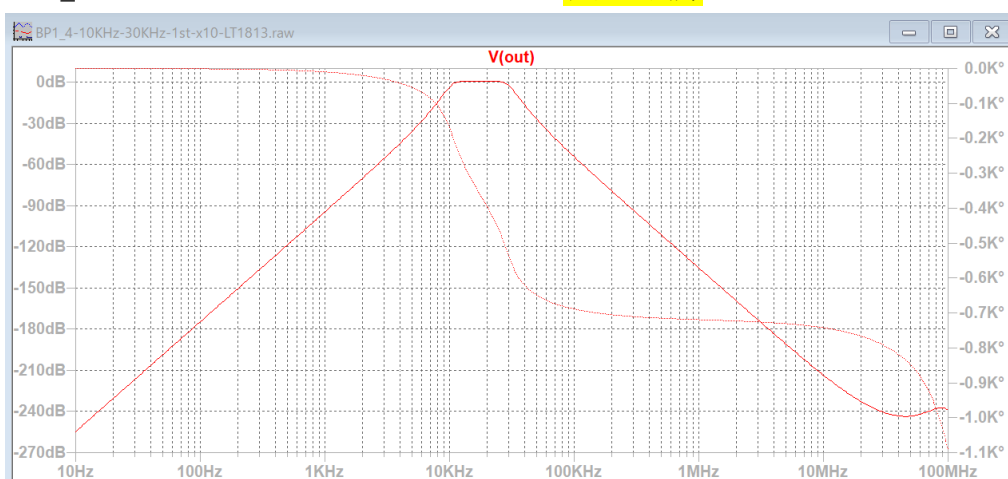
BP1\_4-10KHz-30KHz-1st-x10-AD8091.asc 特性は良好



BP1\_4-10KHz-30KHz-1st-x10-LT1226.asc 特性は良好



BP1\_4-10KHz-30KHz-1st-x10-LT1813.asc 特性は良好

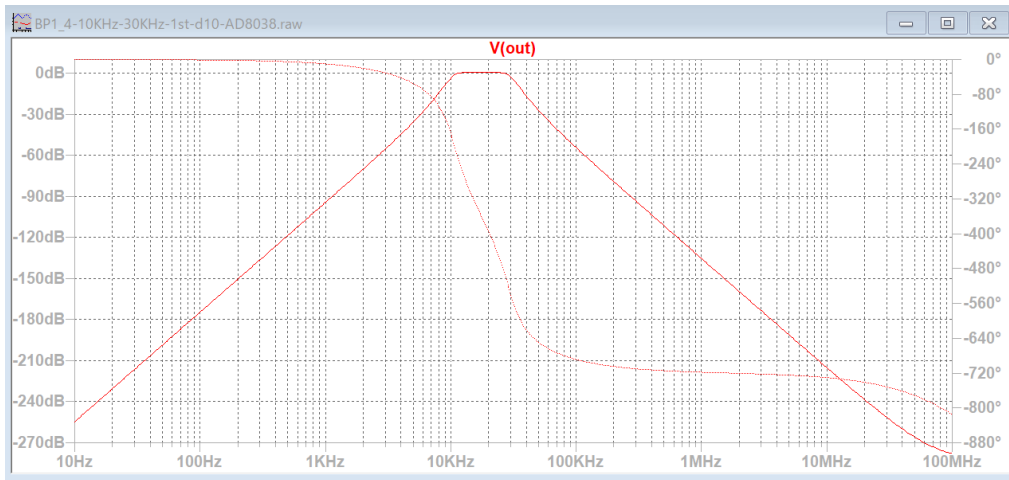


BP1\_4-10KHz-30KHz-LtactC1\_1 または C1\_2 を増減する場合

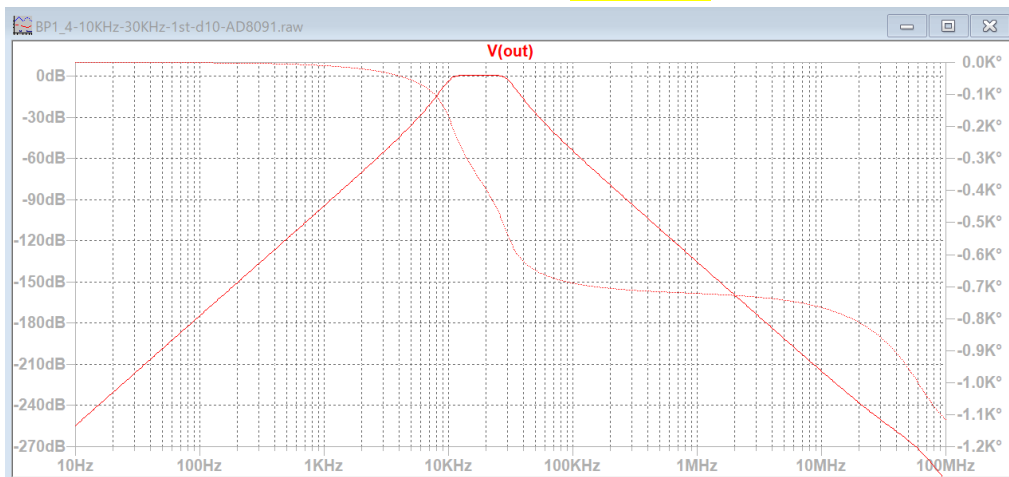


LtAct ver.2.60 追加実験

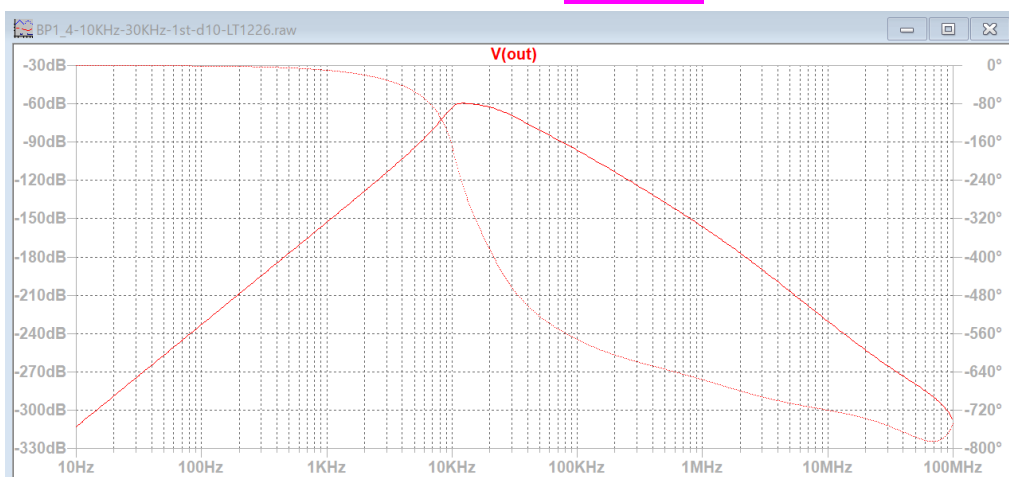
BP1\_4-10KHz-30KHz-1st-d10-AD8038.asc 特性は良好



BP1\_4-10KHz-30KHz-1st-d10-AD8091.asc 特性は良好



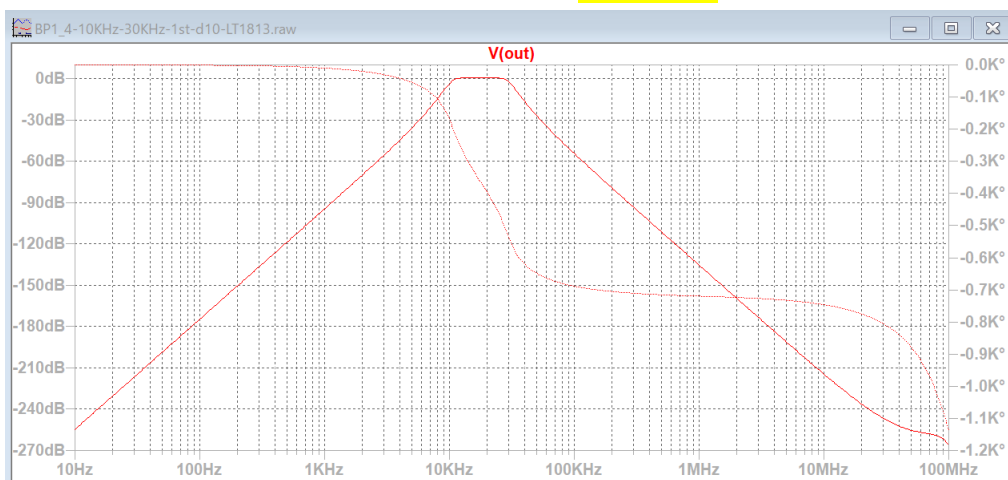
BP1\_4-10KHz-30KHz-1st-d10-LT1226.asc 動作しない



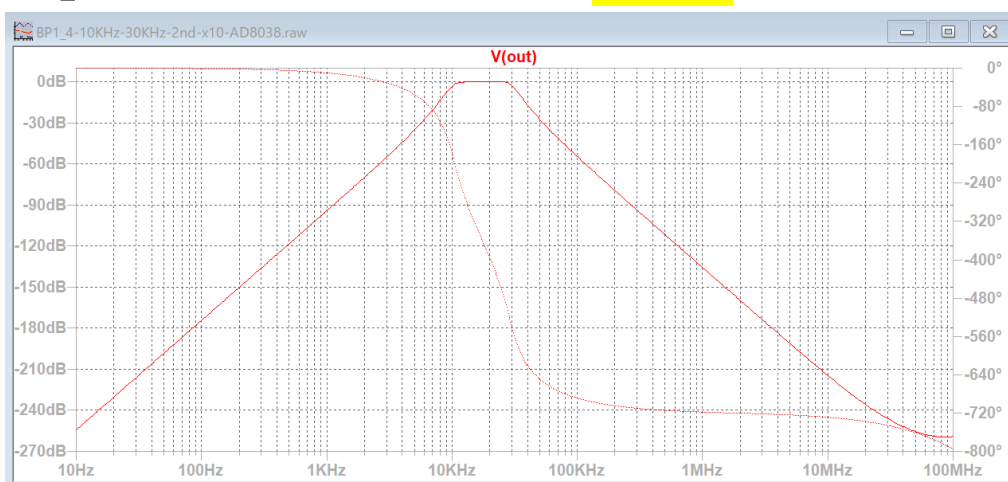
BP1\_4-10KHz-30KHz-LtactC1\_1 または C1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

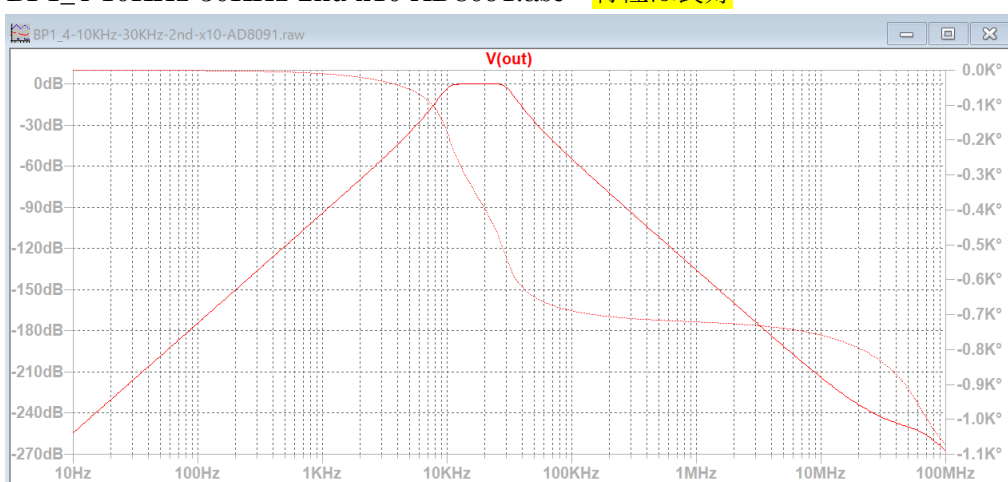
BP1\_4-10KHz-30KHz-1st-d10-LT1813.asc 特性は良好



BP1\_4-10KHz-30KHz-2nd-x10-AD8038.asc 特性は良好

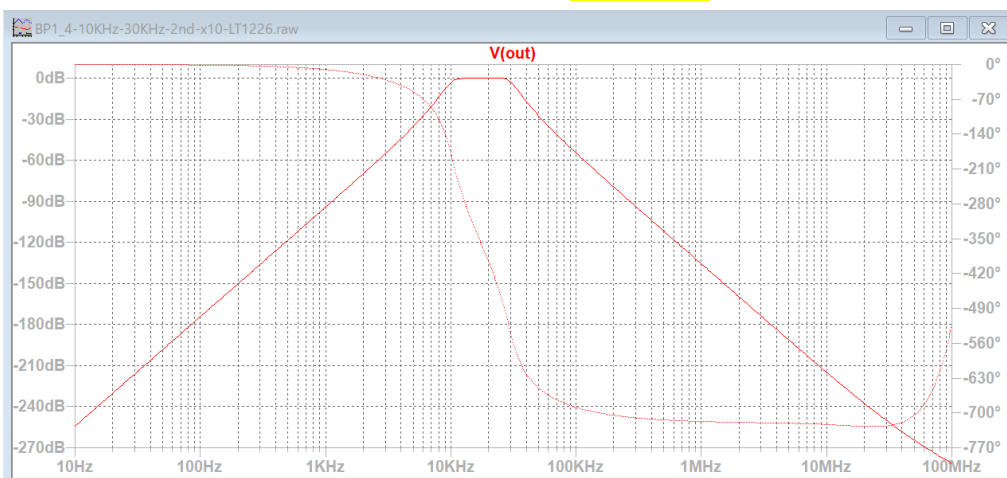


BP1\_4-10KHz-30KHz-2nd-x10-AD8091.asc 特性は良好

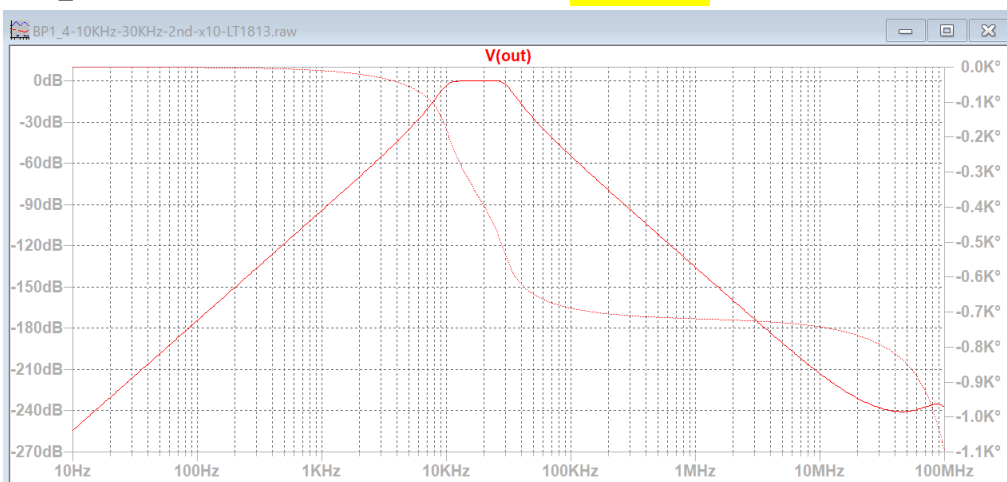


BP1\_4-10KHz-30KHz-LtactC1\_1 または C1\_2 を増減する場合

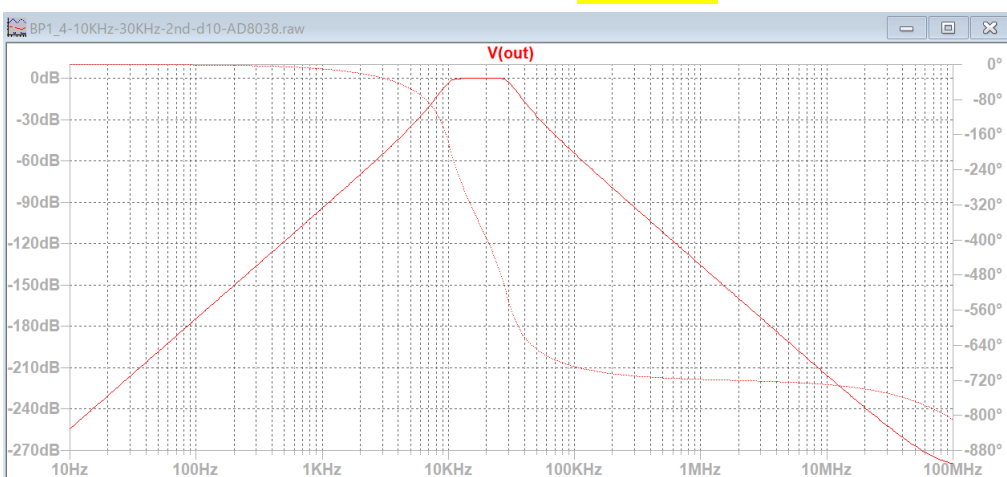
BP1\_4-10KHz-30KHz-2nd-x10-LT1226.asc 特性は良好



BP1\_4-10KHz-30KHz-2nd-x10-LT1813.asc 特性は良好



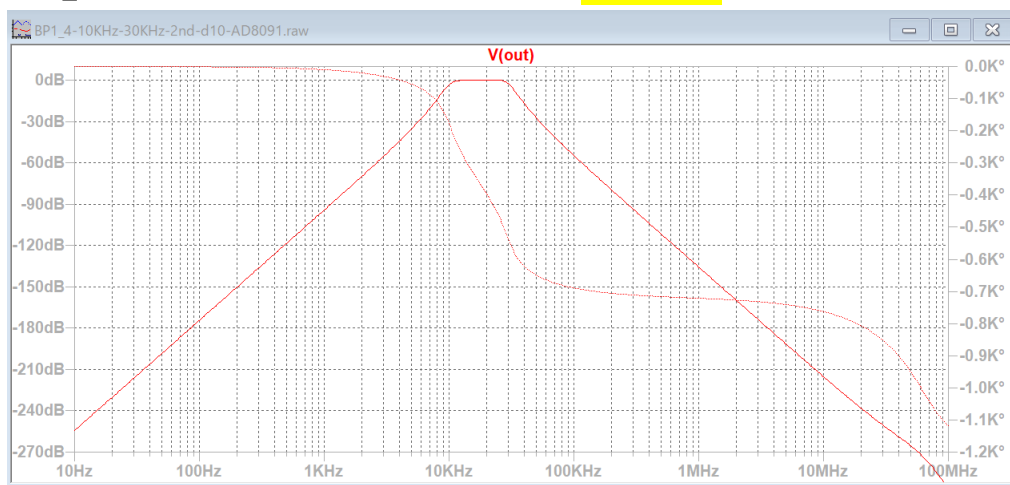
BP1\_4-10KHz-30KHz-2nd-d10-AD8038.asc 特性は良好



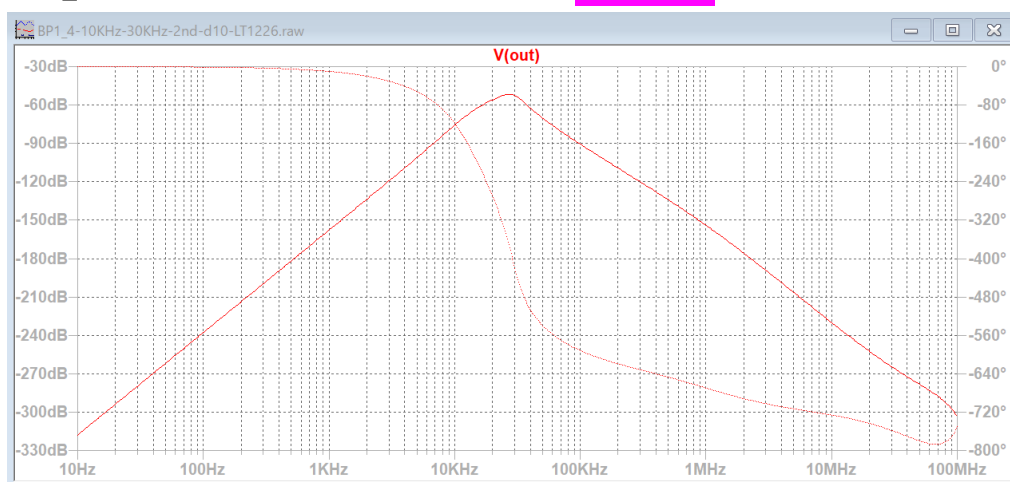
BP1\_4-10KHz-30KHz-LtactC1\_1 または C1\_2 を増減する場合

## LtAct ver.2.60 追加実験

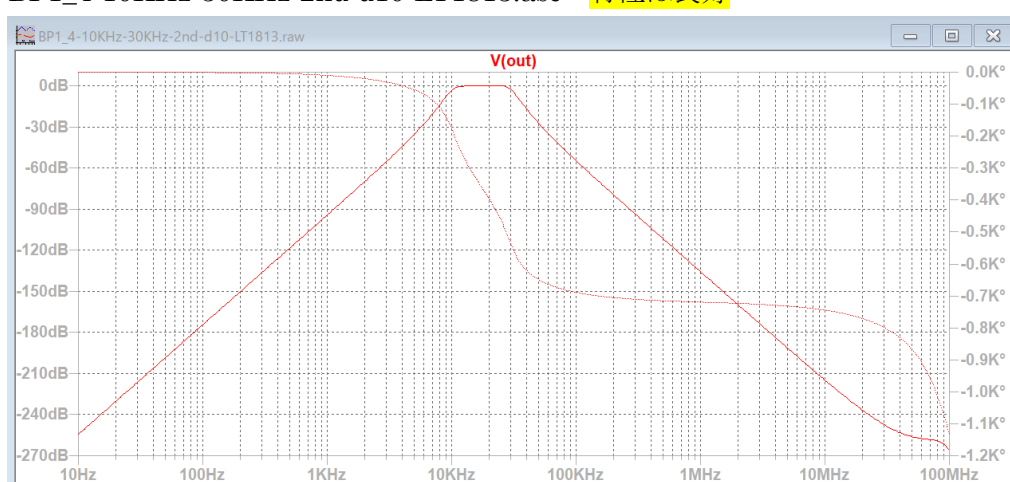
BP1\_4-10KHz-30KHz-2nd-d10-AD8091.asc 特性は良好



BP1\_4-10KHz-30KHz-2nd-d10-LT1226.asc 動作しない



BP1\_4-10KHz-30KHz-2nd-d10-LT1813.asc 特性は良好



BP1\_4-10KHz-30KHz はピークの調整が不要で、広範囲のコンデンサ値と多種類のオペアンプに対して良好な特性が得られた。

BP1\_4-10KHz-30KHz-LtactC1\_1 または C1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

## BP2\_4-1KHz-100KHz-Ltact

バンドパス・チェビシェフ 4次 1KHz・100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  4

通過帯域 下端の周波数  $Fp1 : (Fs1 = Fp1/xs)$  1 KHz

通過帯域 上端の周波数  $Fp2 : (Fs2 = Fp1*xs)$  100 KHz

周波数  $Fp1, Fp2$  における減衰量又はリプル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $Fs1$  として、 $Xs = Fp1/Fs1$  1.5 倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=4

 $Fp1 = 1.0000\text{KHz}$   $Fp2 = 100.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $Fs1 = 666.6667\text{ Hz}$   $Fs2 = 150.0000\text{KHz}$   $atts = 11.66\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

 $Hn = \text{-----}$ 

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	326.1610K	521.6871G	0	8.2465Meg	0
	Fc= 114.9543K Q= 2.2145 GB 積=643.6318Meg				
2	2.4682K	29.8751Meg	0	62.4052K	0
	Fc= 869.9112 Q= 2.2145 GB 積= 4.8707Meg				
3	780.4775K	238.7864G	0	3.8182Meg	0
	Fc= 77.7723K Q= 0.6261 GB 積= 23.8214Meg				
4	12.9036K	65.2694Meg	0	63.1259K	0
	Fc= 1.2858K Q= 0.6261 GB 積=393.8374K				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\BP2\_4-1KHz-100KHz-Ltact\BP2\_4-1KHz-100KHz-Ltact.asc 作成日時 Wed Mar 10 07:05:17 2021

アナログ Band Pass Chebyshev 次数=4

参照モード=0

 $Fp1 = 1.0000\text{KHz}$   $Fp2 = 100.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $Fs1 = 666.6667\text{ Hz}$   $Fs2 = 150.0000\text{KHz}$   $atts = 11.66\text{dB}$ 

1(BP2)「BP2-2-1」  $R1\_1$  (2 個) = 12.0000K  $C1\_1$  (2 個) = 0.5110n  $R2\_1$  (2 個) = 2.7094K 誤差=0.40 %

1  $R3\_1 = 242.8362\text{K}$   $R4\_1 = 10.0000\text{K}$  誤差 = 1.17 %

BP2\_4-1KHz-100KHz-Ltact  $C1\_1$  または  $C1\_2$  を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

2(BP2)「BP2-0-1」 R1\_2 (2 個) = 10.0000K C1\_2(2 個)= 81.0305n R2\_2(2 個)= 2.2579K 誤差=2.83 %

2 R3\_2 = 242.8362K R4\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.17 %

3(BP2)「BP2-1-2」 R1\_3 (2 個) = 5.1000K C1\_3(2 個)= 0.5025n R2\_3(2 個)= 4.0728K 誤差=4.50 %

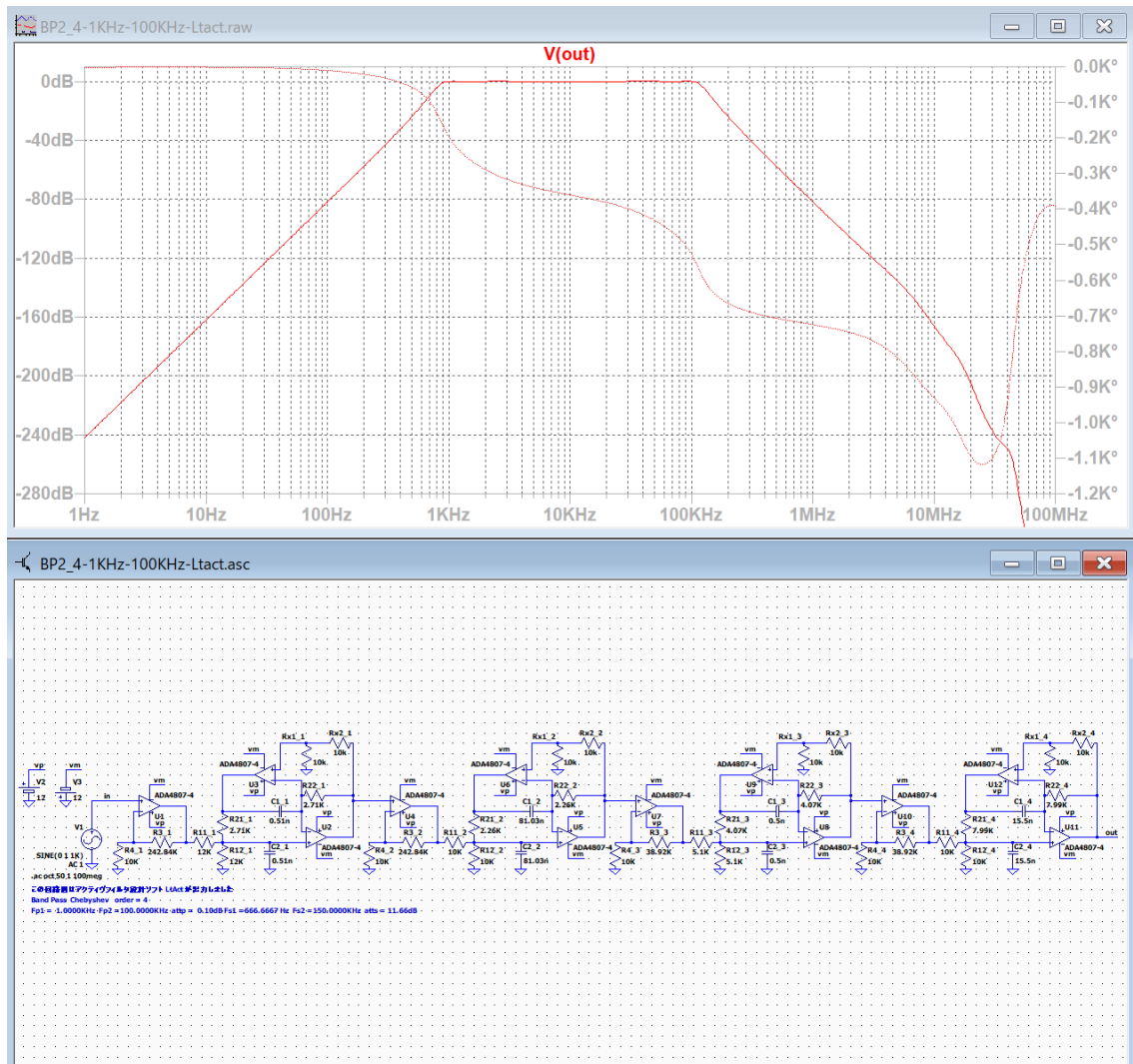
3 R3\_3 = 38.9212K R4\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.20 %

4(BP2)「BP2-0-2」 R1\_4 (2 個) = 10.0000K C1\_4(2 個)= 15.4996n R2\_4(2 個)= 7.9859K 誤差=4.19 %

4 R3\_4 = 38.9212K R4\_4 = 10.0000K 誤差 = 0.20 %

## 完成した回路図

BP2\_4-1KHz-100KHz-Ltact.asc 特性は良好



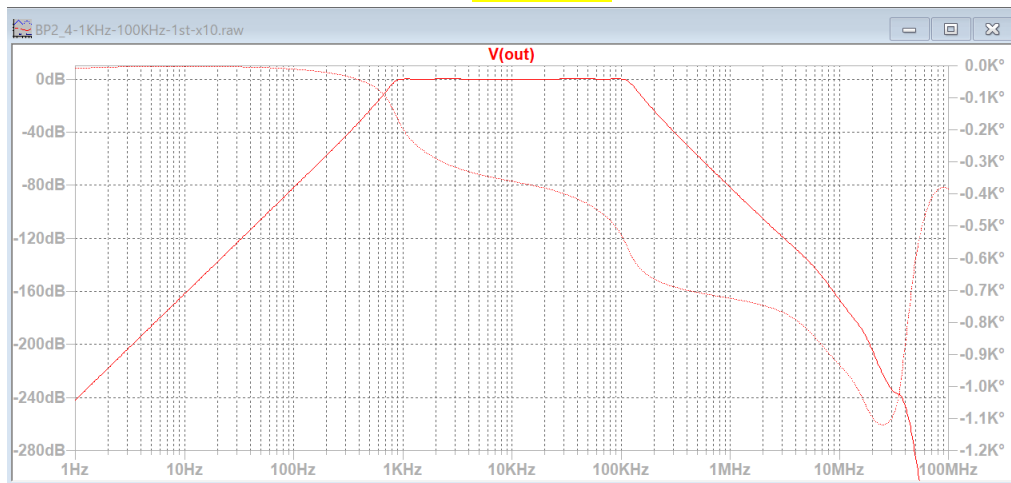
BP2\_4-1KHz-100KHz-Ltact

完成した回路図

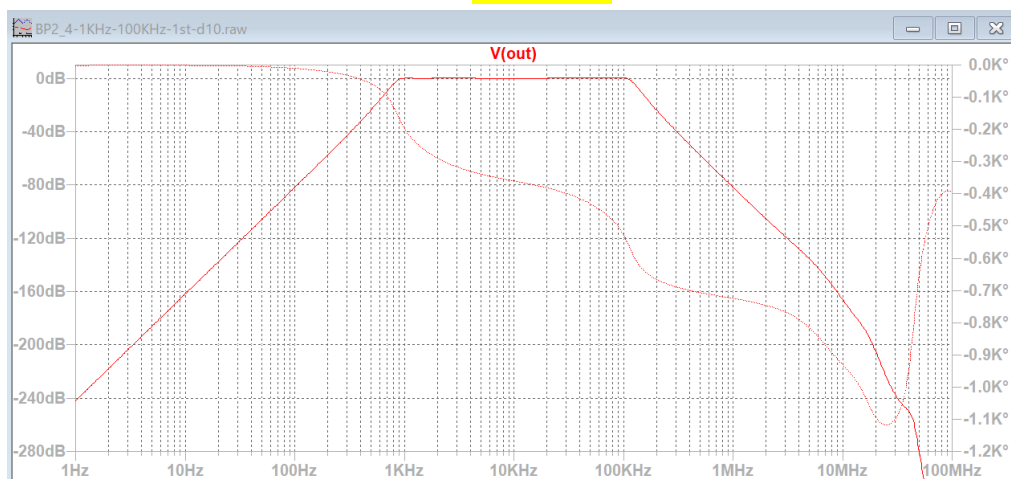
LtAct ver.2.60 追加実験

C1\_1 または C1\_2 を増減する場合

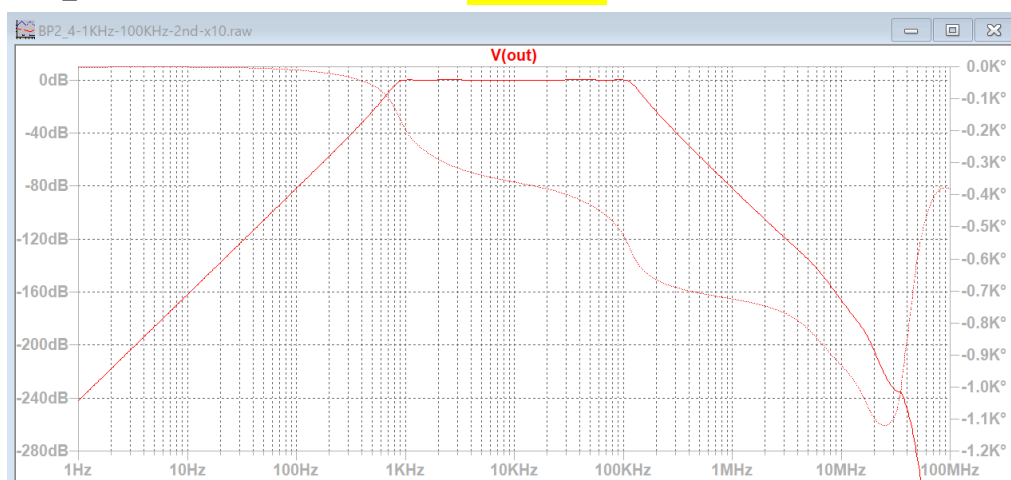
BP2\_4-1KHz-100KHz-1st-x10.asc 特性は良好



BP2\_4-1KHz-100KHz-1st-d10.asc 特性は良好



BP2\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10.asc 特性は良好

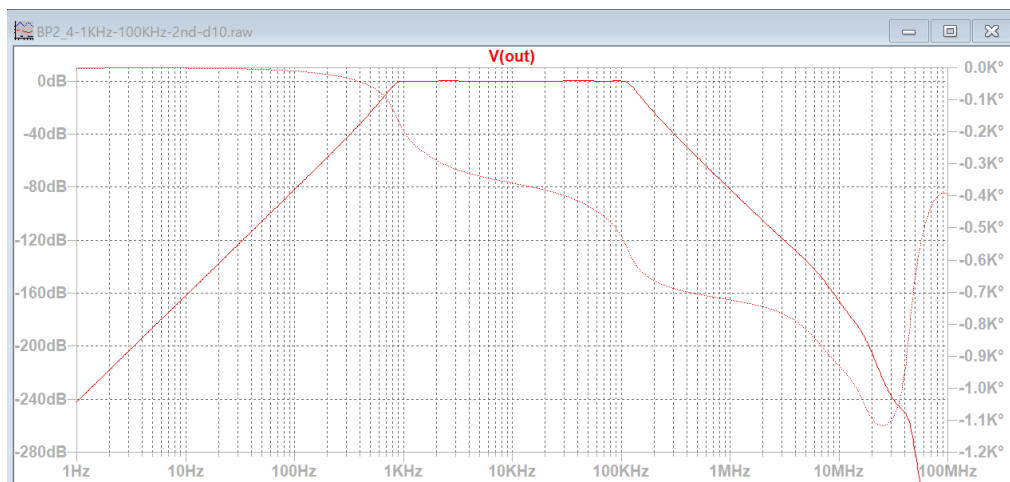


BP2\_4-1KHz-100KHz-LtactC1\_1 または C1\_2 を増減する場合



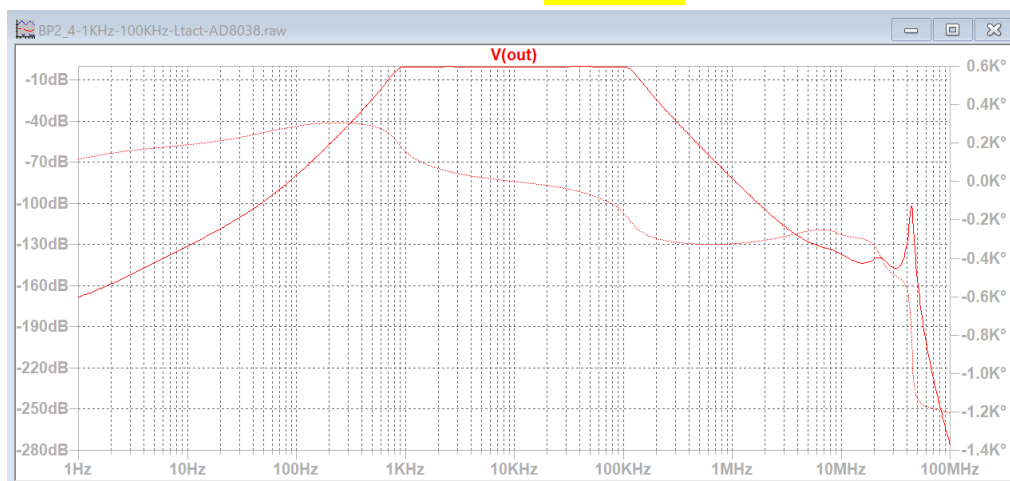
LtAct ver.2.60 追加実験

BP2\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10.asc 特性は良好

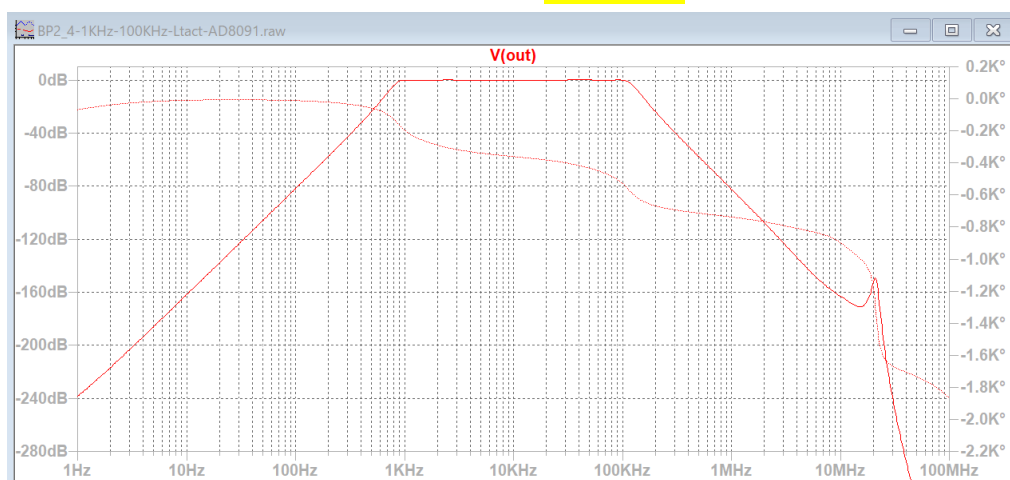


オペアンプを交換する場合

BP2\_4-1KHz-100KHz-Ltact-AD8038.asc 特性は良好



BP2\_4-1KHz-100KHz-Ltact-AD8091.asc 特性は良好

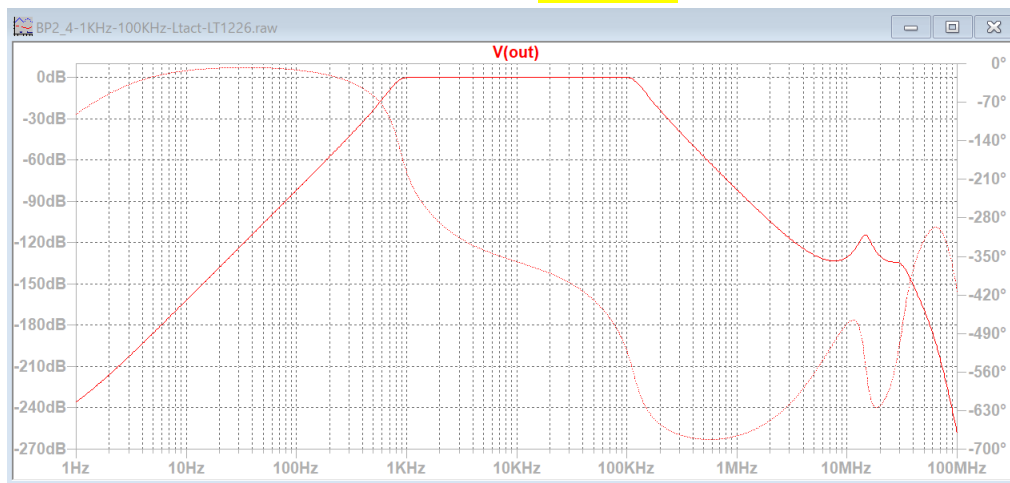


BP2\_4-1KHz-100KHz-Ltact オペアンプを交換する場合

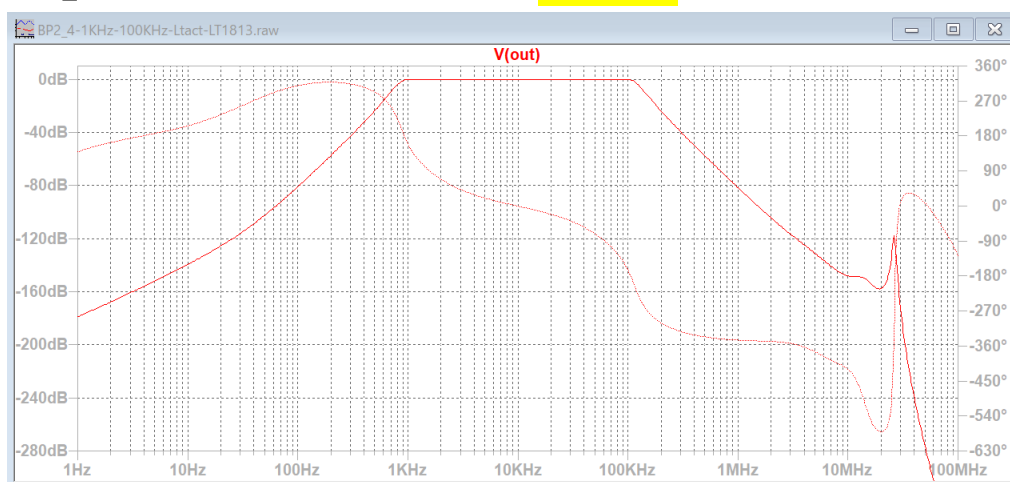


LtAct ver.2.60 追加実験

BP2\_4-1KHz-100KHz-Ltact-LT1226.asc 特性は良好

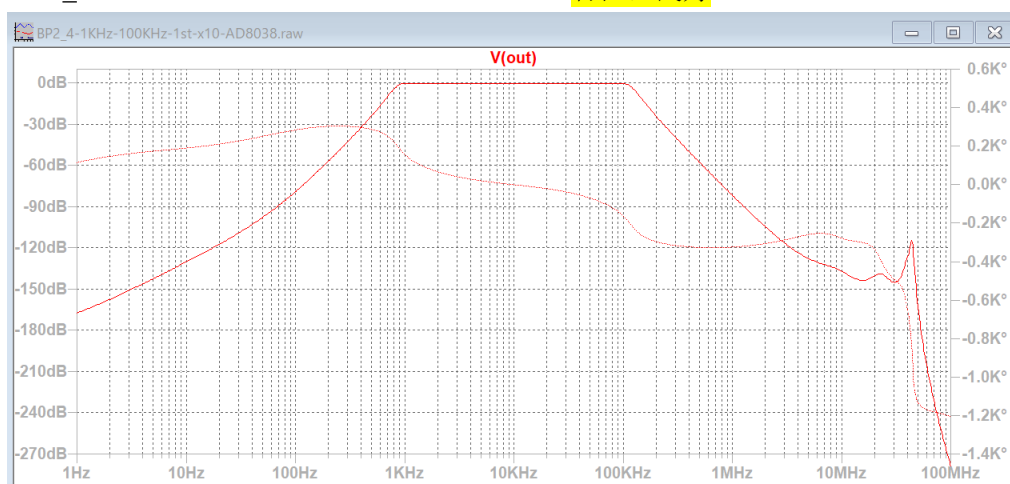


BP2\_4-1KHz-100KHz-Ltact-LT1813.asc 特性は良好



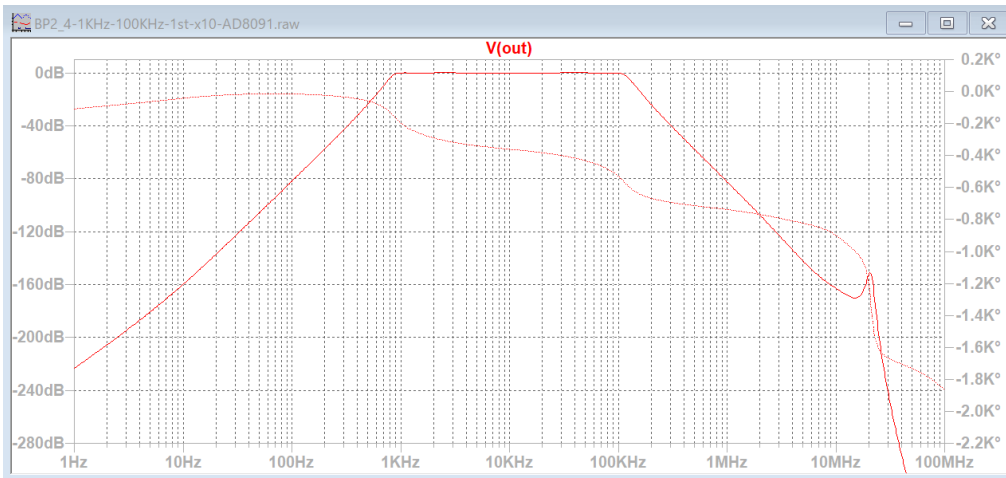
C1\_1 または C1\_2 を増減する場合

BP2\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-AD8038.asc 特性は良好

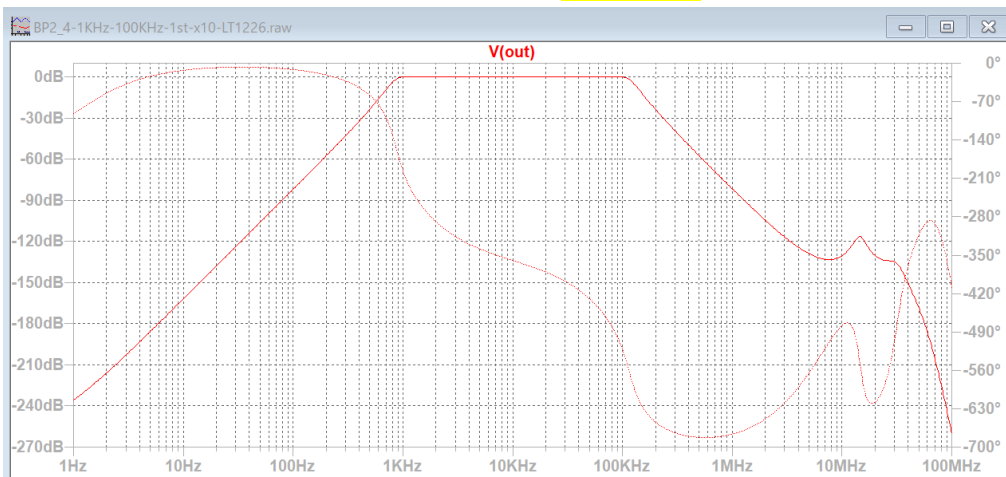


BP2\_4-1KHz-100KHz-LtactC1\_1 または C1\_2 を増減する場合

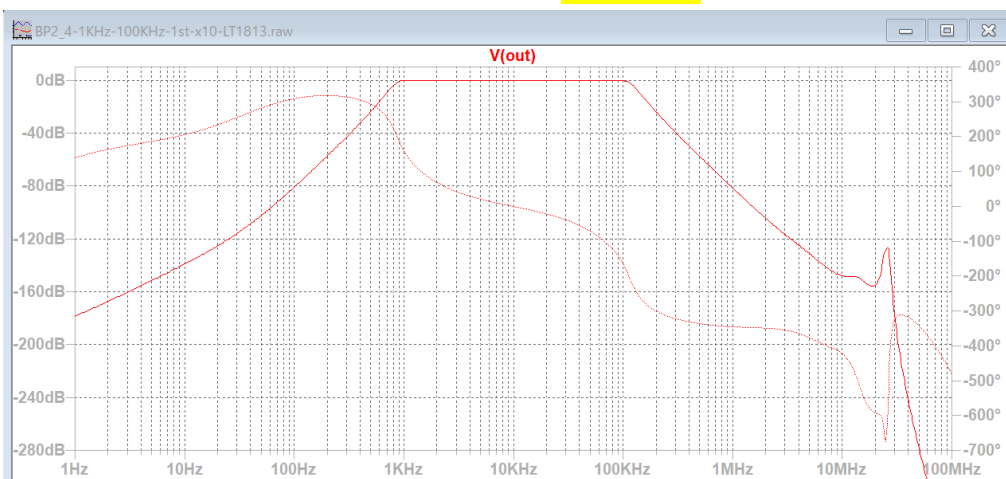
BP2\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-AD8091.asc 特性は良好



BP2\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-LT1226.asc 特性は良好



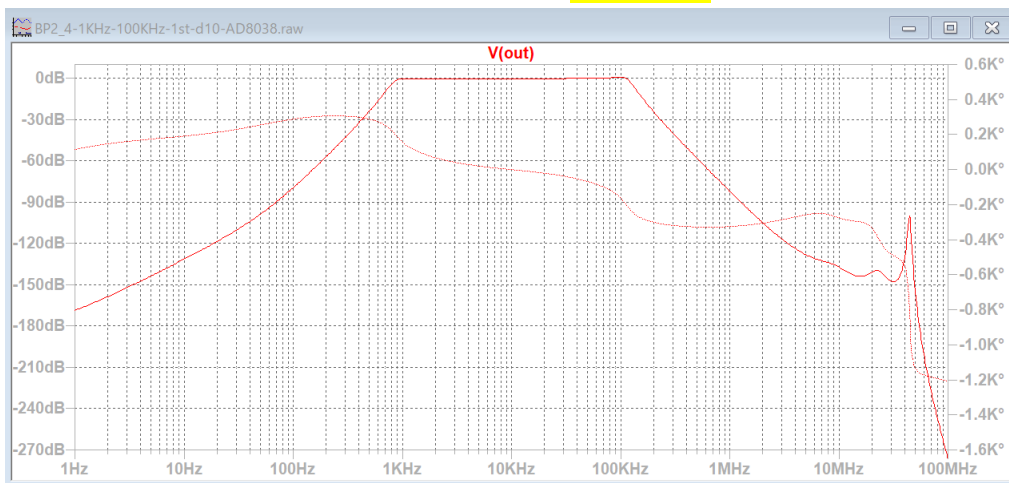
BP2\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-LT1813.asc 特性は良好



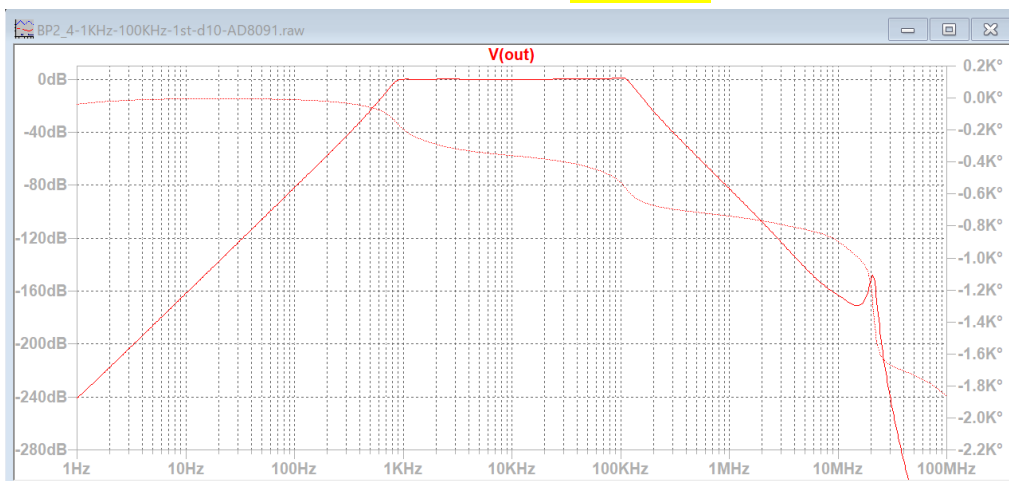
BP2\_4-1KHz-100KHz-LtactC1\_1 または C1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

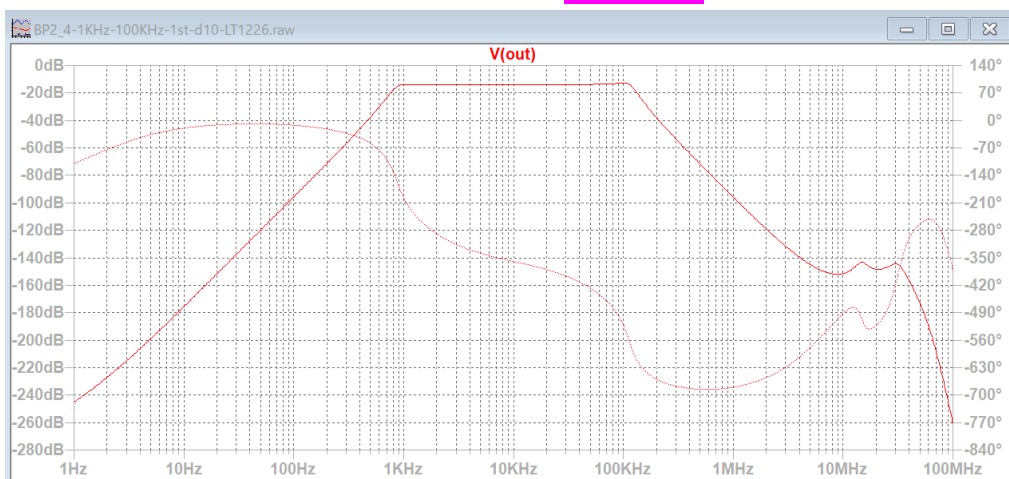
BP2\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-AD8038.asc 特性は良好



BP2\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-AD8091.asc 特性は良好



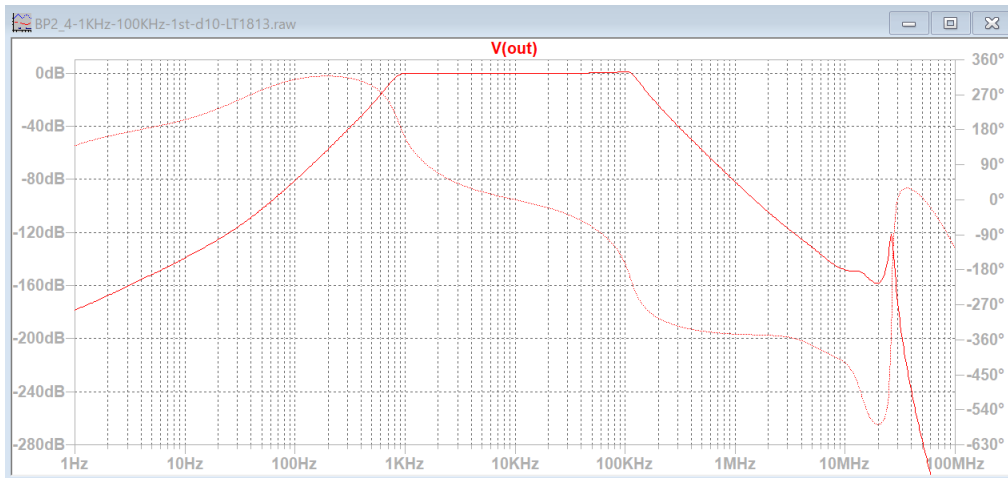
BP2\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-LT1226.asc 動作しない



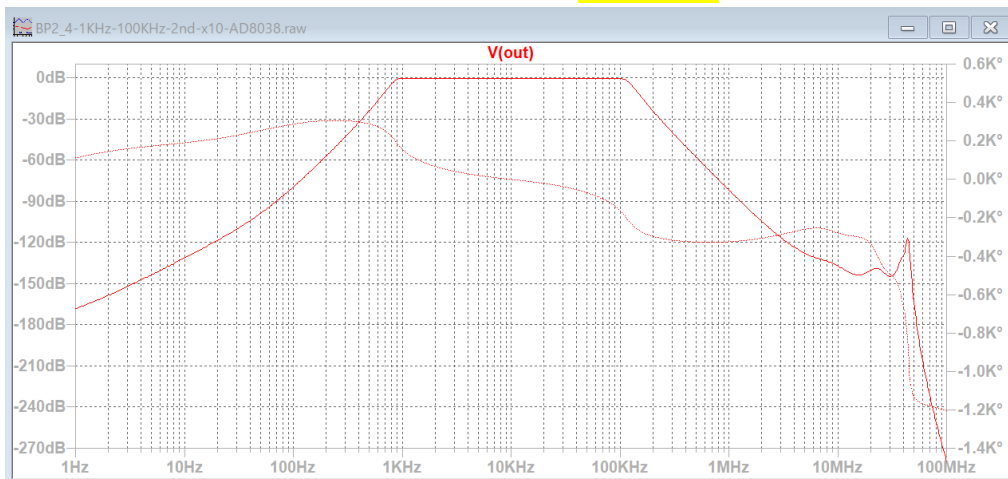
BP2\_4-1KHz-100KHz-LtactC1\_1 または C1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

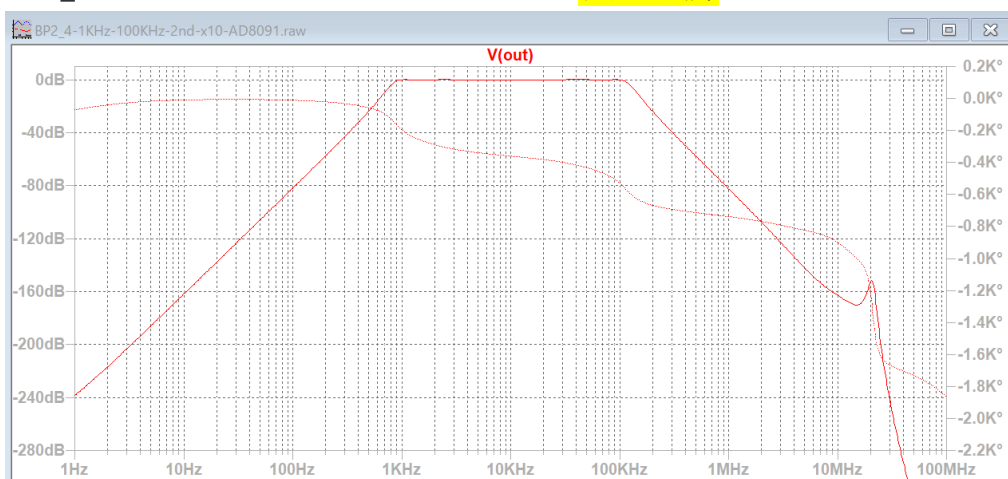
BP2\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-LT1813.asc 特性は良好



BP2\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-AD8038.asc 特性は良好

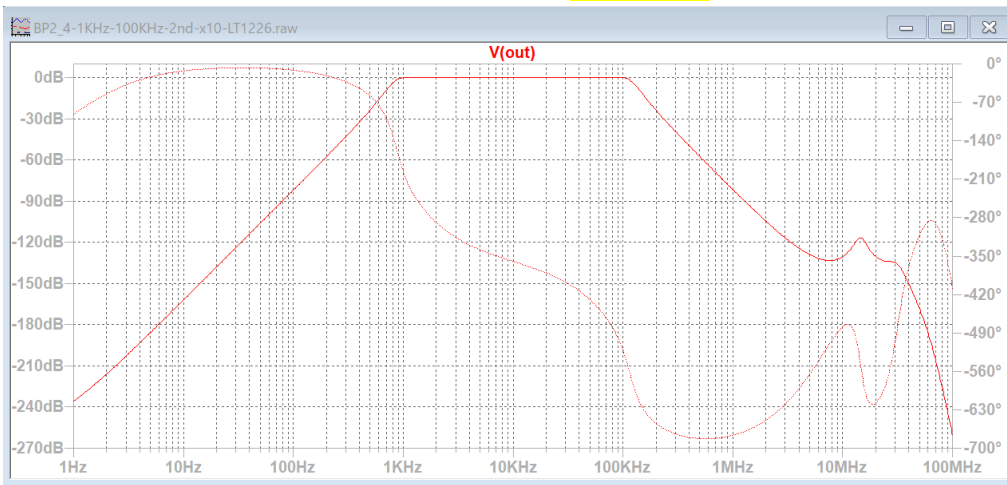


BP2\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-AD8091.asc 特性は良好

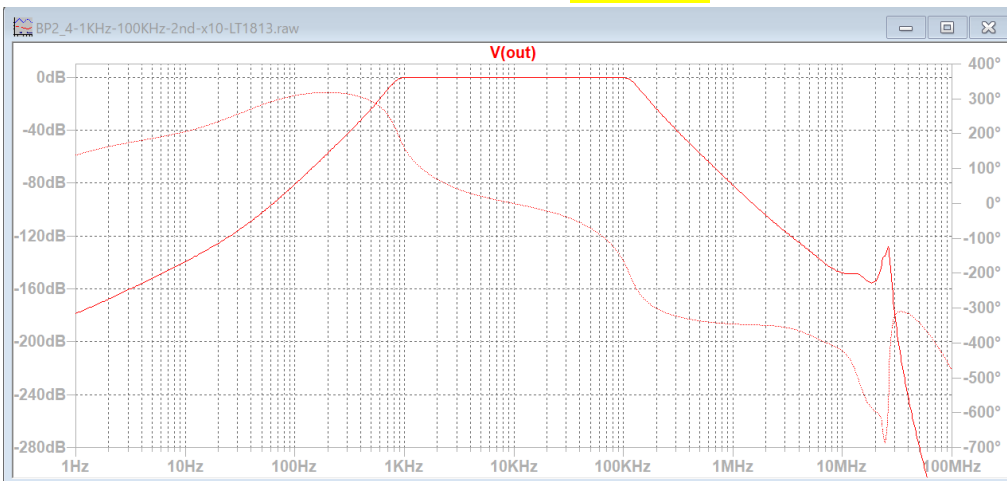


BP2\_4-1KHz-100KHz-LtactC1\_1 または C1\_2 を増減する場合

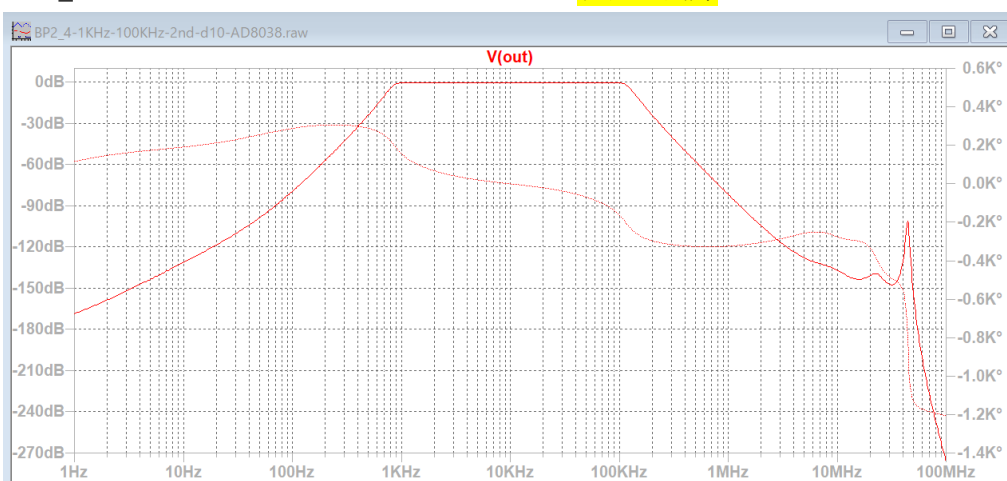
BP2\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-LT1226.asc 特性は良好



BP2\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-LT1813.asc 特性は良好

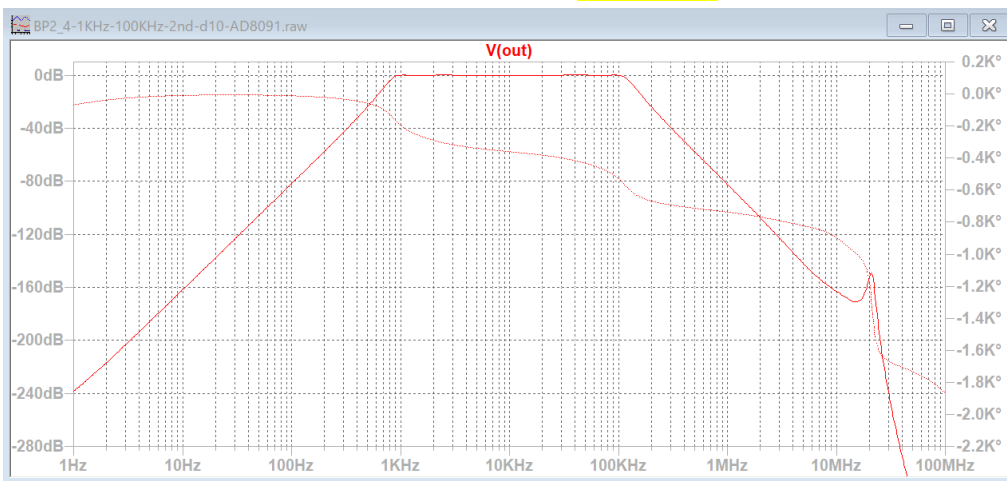


BP2\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-AD8038.asc 特性は良好

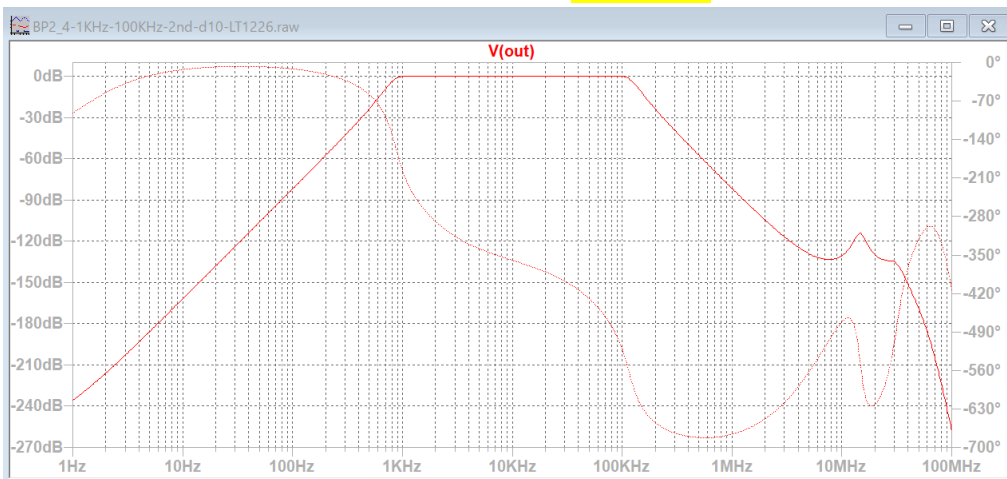


BP2\_4-1KHz-100KHz-LtactC1\_1 または C1\_2 を増減する場合

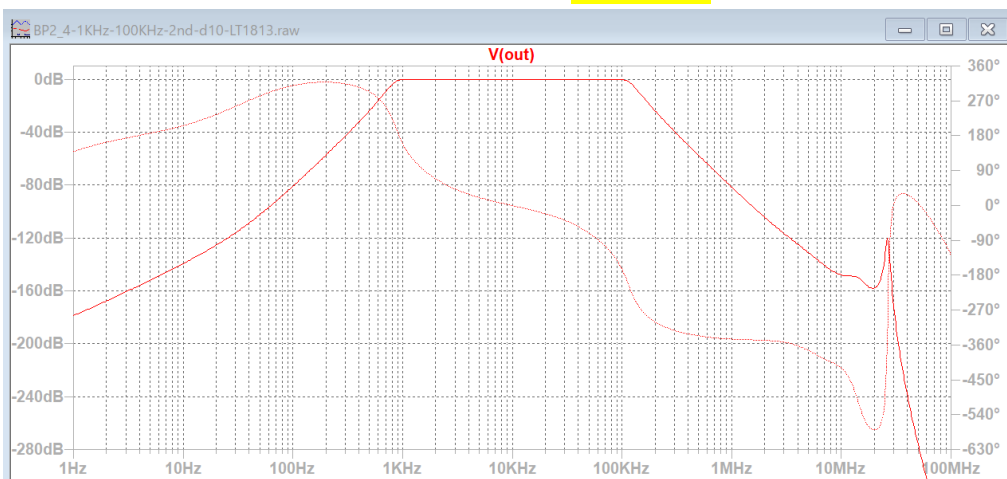
## BP2\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-AD8091.asc 特性は良好



## BP2\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-LT1226.asc 特性は良好



## BP2\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-LT1813.asc 特性は良好



BP2\_4-1KHz-100KHz はピークの調整が不要で、広範囲のコンデンサ値と多種類のオペアンプに対して良好な特性が得られた。

BP2\_4-1KHz-100KHz-LtactC1\_1 または C1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

## BP3\_4-1KHz-100KHz-Ltact

バンドパス・逆チェビシェフ 4次 1KHz - 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(\leq 58)$  4

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1}/x_s)$  1 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} \cdot x_s)$  100 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリップル  $attp$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $x_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アサグ Band Pass Inv. Cheb 次数=4

 $F_{p1} = 1.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 100.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 666.6667\text{ Hz}$   $F_{s2} = 150.0000\text{KHz}$   $atts = 11.66\text{dB}$ 

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	332.6107K	786.1164G	0.7557	0	785.4312G
		Fc= 141.1119K	Q = 2.6657	GB 積= 37.6158Meg	
2	1.6704K	19.8259Meg	0.9991	0	14.9828Meg
		Fc= 708.6577	Q = 2.6657	GB 積=188.9051K	
3	2.1509Meg	2.0787T	0.3456	0	2.0805T
		Fc= 229.4665K	Q = 0.6703	GB 積= 15.3813Meg	
4	4.0850K	7.4976Meg	1.0009	0	2.5914Meg
		Fc= 435.7937	Q = 0.6703	GB 積= 29.2116K	

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\BP3\_4-1KHz-100KHz-Ltact\BP3\_4-1KHz-100KHz-Ltact.asc 作成日時 Wed Mar 10 15:22:02 2021

アサグ Band Pass Inv. Cheb 次数=4

参照モード=0

 $F_{p1} = 1.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 100.0000\text{KHz}$   $attp = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 666.6667\text{ Hz}$   $F_{s2} = 150.0000\text{KHz}$   $atts = 11.66\text{dB}$ 1 (et1) 「LP3-2-1」  $Rb\_1(2 \text{ 個}) = 1.5038\text{K}$   $Cb\_1(2 \text{ 個}) = 0.7500\text{n}$  誤差=0.25 %1  $R1\_1 = 1.0000\text{K}$   $R2\_1 = 9.2507\text{K}$   $R3\_1 = 6.9909\text{K}$   $R4\_1(5 \text{ 個}) = 6.9970\text{K}$ 

誤差=4.25 %

BP3\_4-1KHz-100KHz-LtactC1\_1 または C1\_2 を増減する場合



LtAct ver.2.60 追加実験

2 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_2(2 個)= 22.4587K Cb\_2(2 個)= 10.0000n 誤差=2.04 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 5.2924K R3\_2 = 5.2878K R4\_2(5 個)= 6.9970K  
誤差=5.81 %

3 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_3(2 個)= 21.0178K Cb\_3(2 個)= 33.0000p 誤差=4.67 %

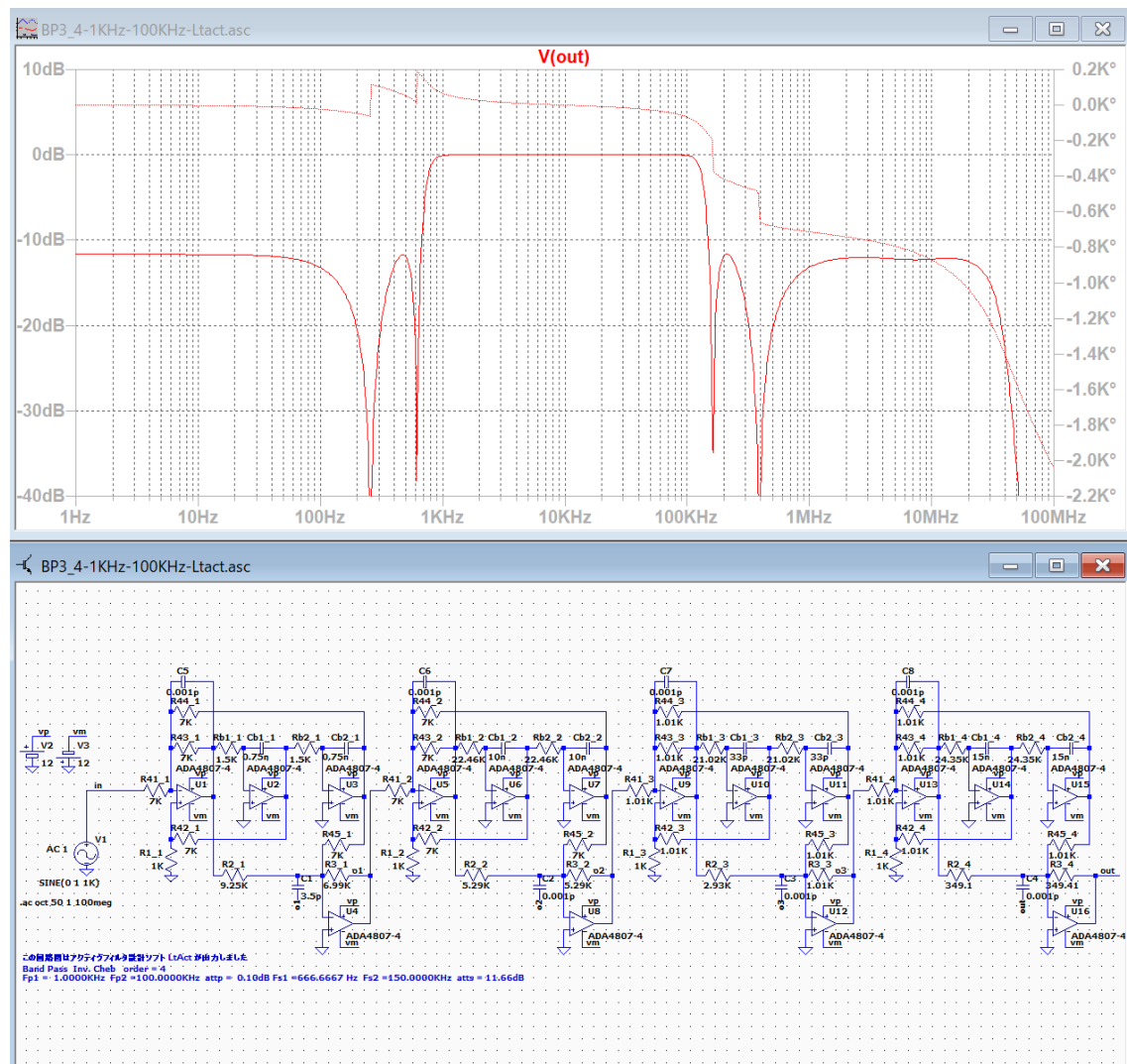
3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 2.9274K R3\_3 = 1.0118K R4\_3(5 個)= 1.0109K  
誤差=2.95 %

4 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_4(2 個)= 24.3471K Cb\_4(2 個)= 15.0000n 誤差=1.43 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 349.1012 R3\_4 = 349.4058 R4\_4(5 個)= 1.0109K 誤差=4.48 %

## 完成した回路図

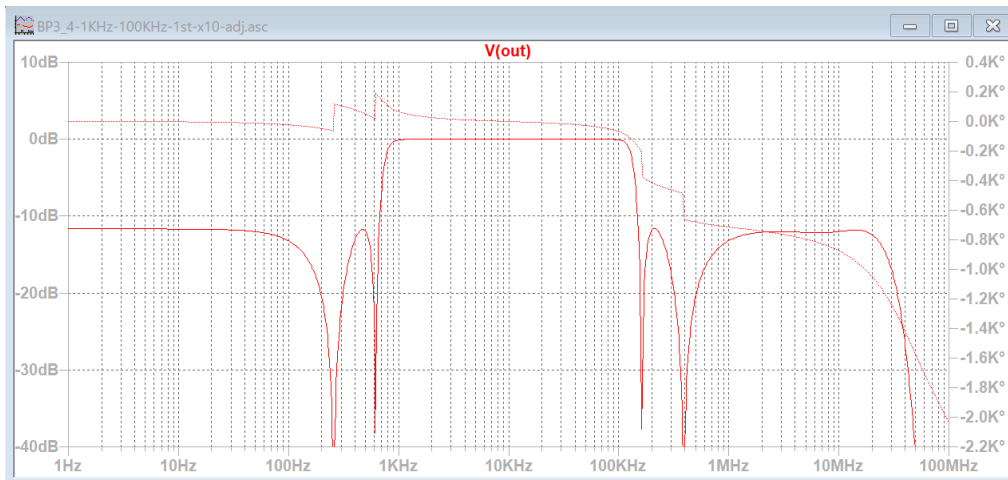
BP3\_4-1KHz-100KHz-Ltact.asc 特性は良好



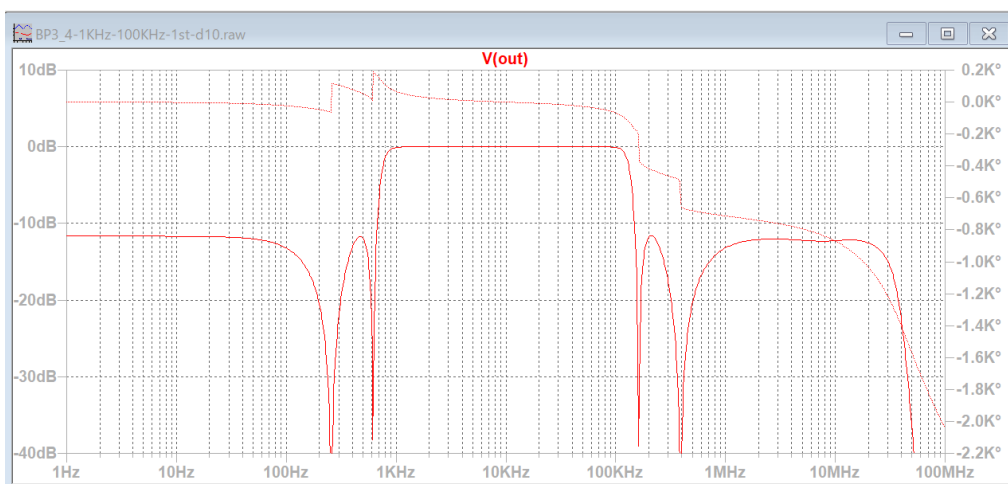


Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

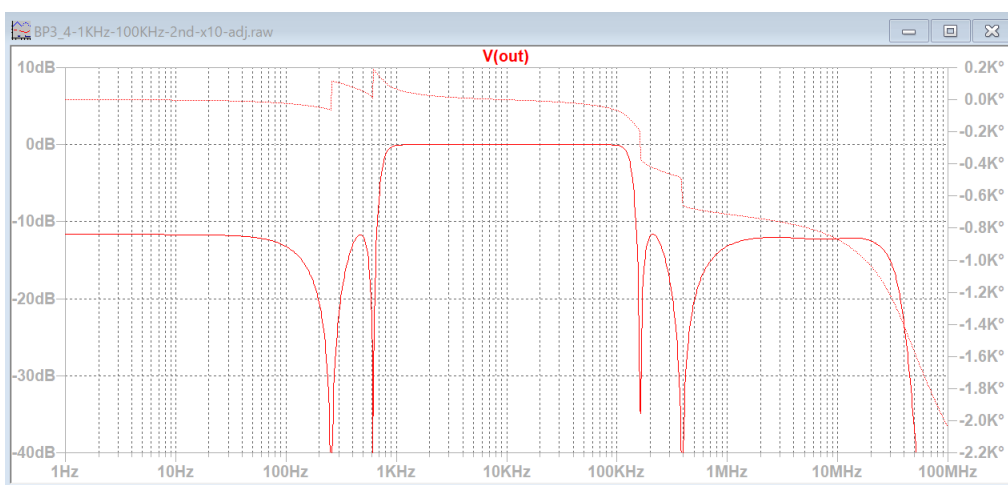
BP3\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-adj.asc 特性は良好



BP3\_4-1KHz-100KHz-1st- d 10-adj.asc 特性は良好



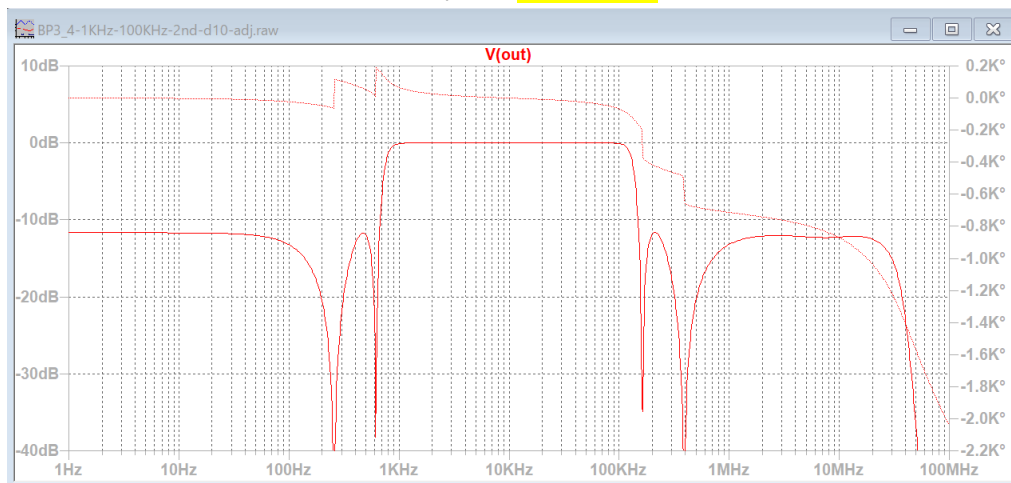
BP3\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-adj.asc 特性は良好



BP3\_4-1KHz-100KHz-LtactCb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

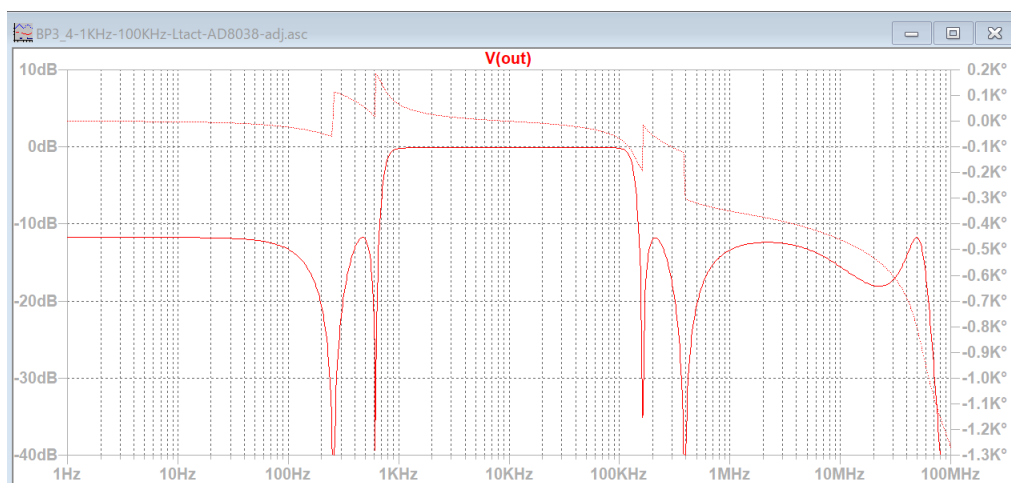
LtAct ver.2.60 追加実験

BP3\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-adj.asc 特性は良好

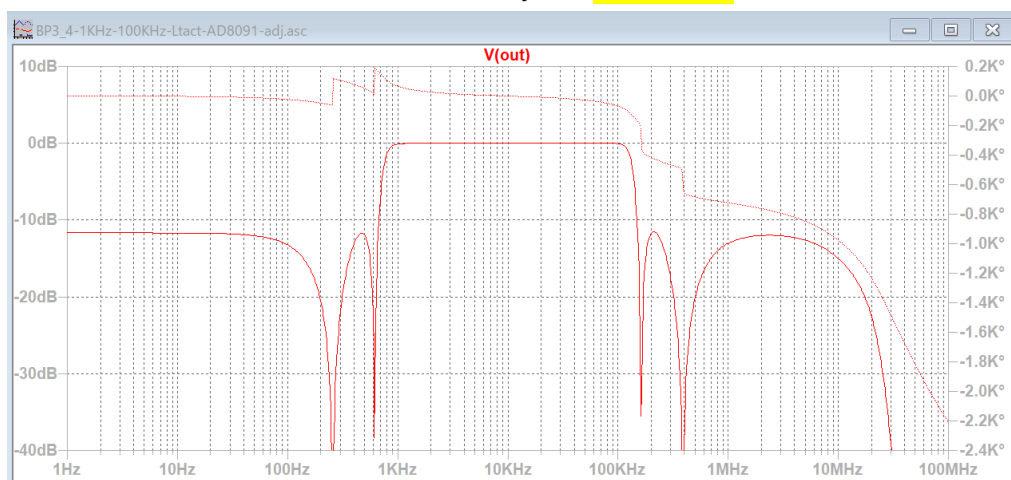


オペアンプを交換する場合

BP3\_4-1KHz-100KHz-Ltact-AD8038-adj.asc 特性は良好



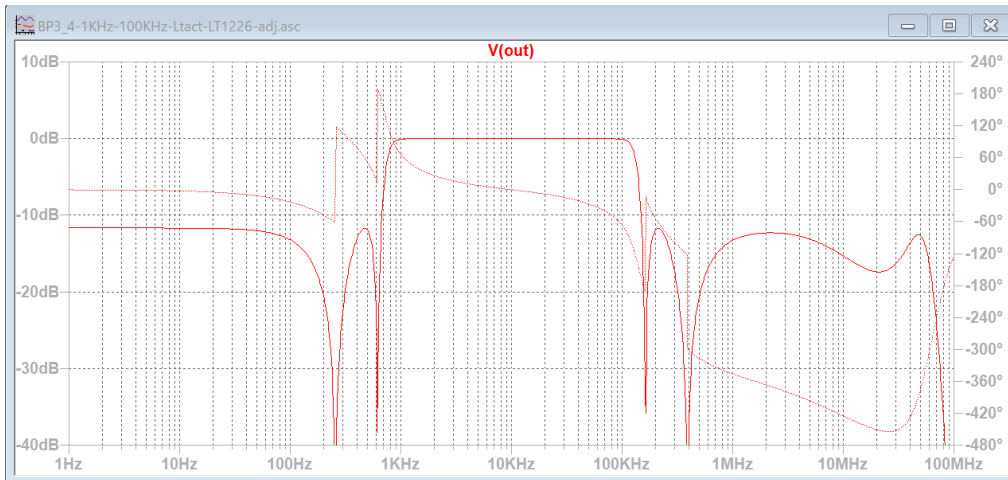
BP3\_4-1KHz-100KHz-Ltact-AD8091-adj.asc 特性は良好



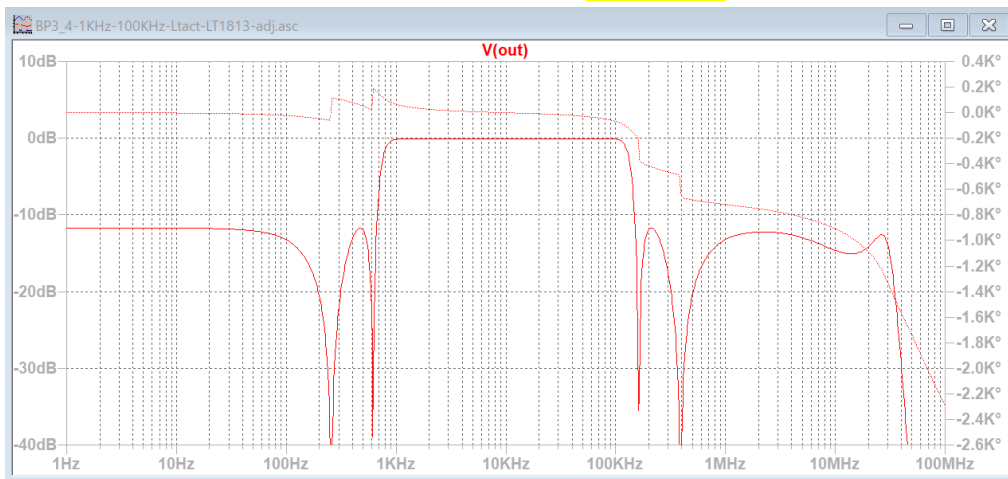
BP3\_4-1KHz-100KHz-Ltact オペアンプを交換する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

BP3\_4-1KHz-100KHz-Ltact-LT1226-adj.asc 特性は良好

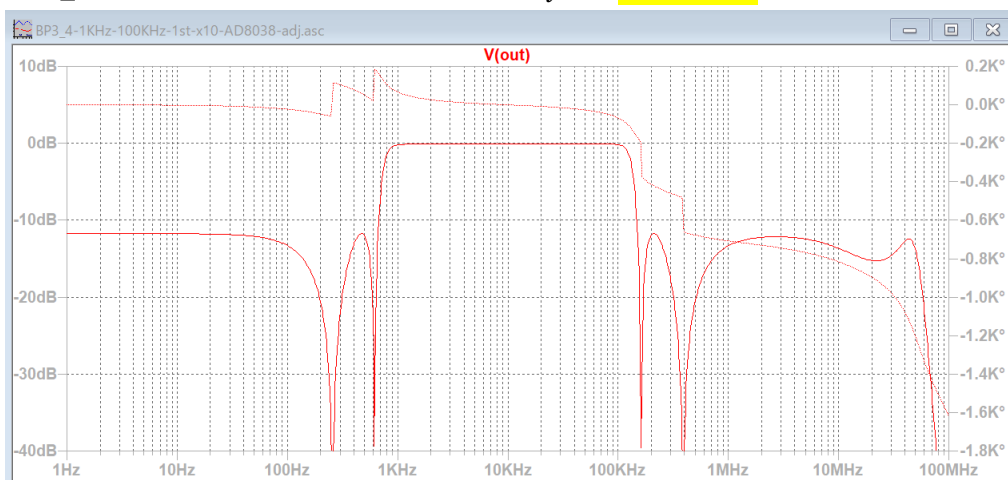


BP3\_4-1KHz-100KHz-Ltact-LT1813-adj.asc 特性は良好



Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

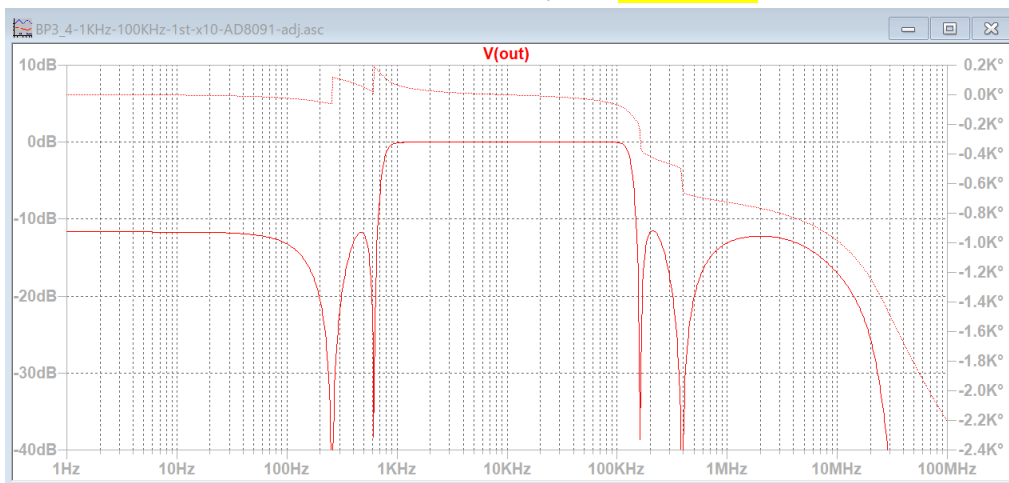
BP3\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-AD8038-adj.asc 特性は良好



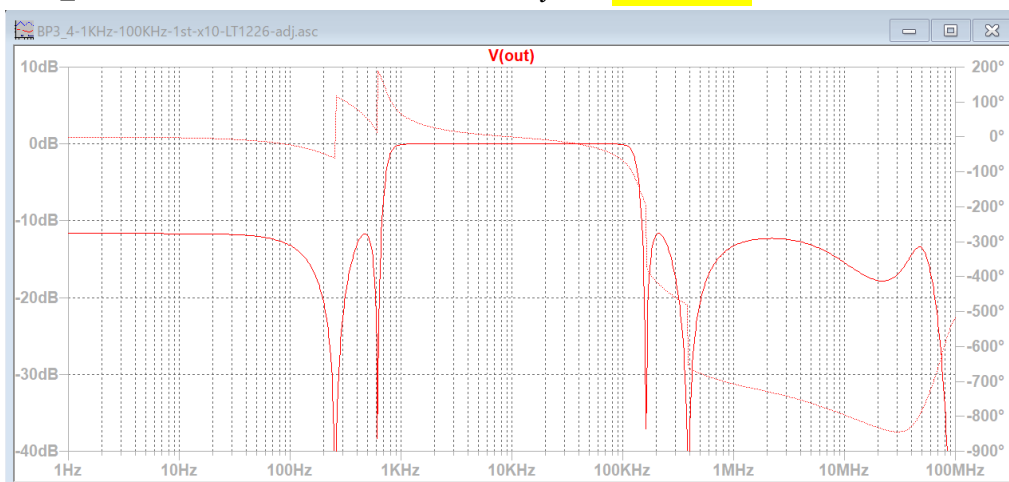
BP3\_4-1KHz-100KHz-LtactCb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

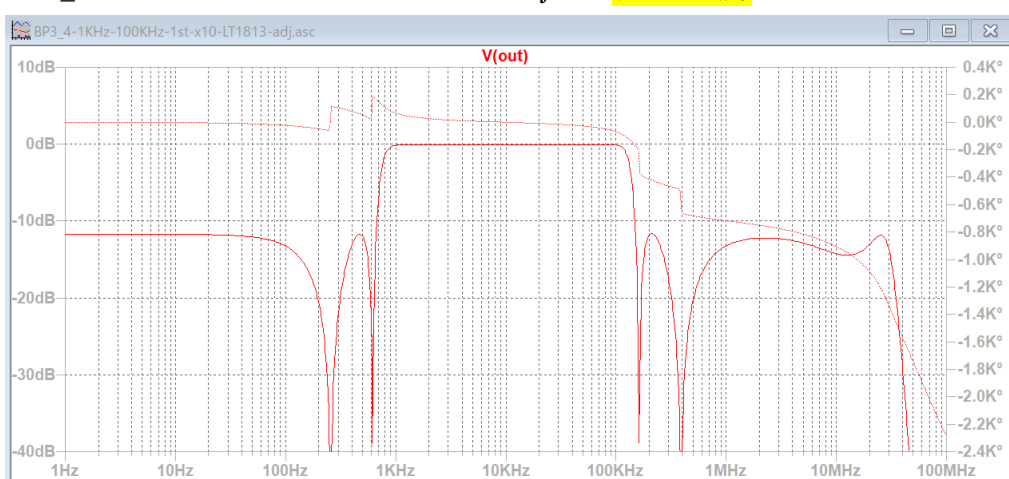
BP3\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-AD8091-adj.asc 特性は良好



BP3\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-LT1226-adj.asc 特性は良好

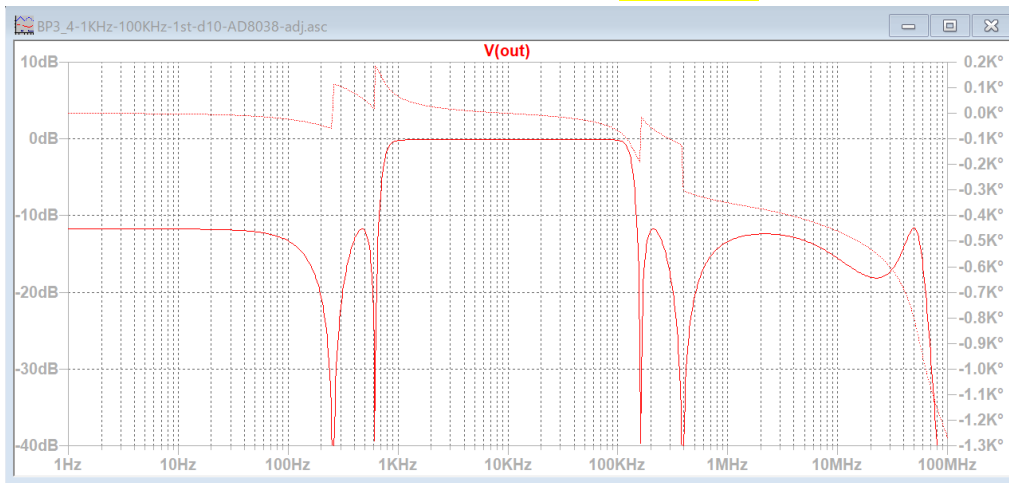


BP3\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-LT1813-adj.asc 特性は良好

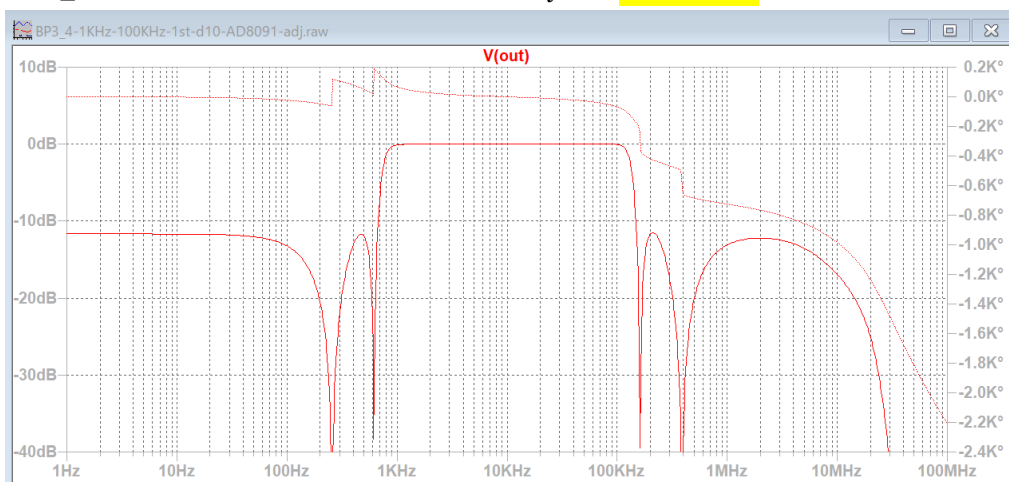


BP3\_4-1KHz-100KHz-LtactCb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

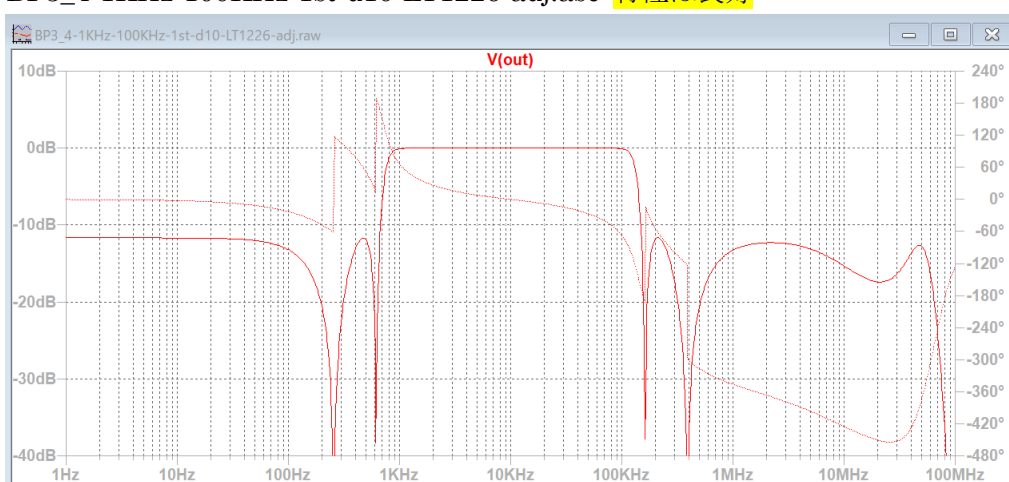
BP3\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-AD8038-adj.asc 特性は良好



BP3\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-AD8091-adj.asc 特性は良好



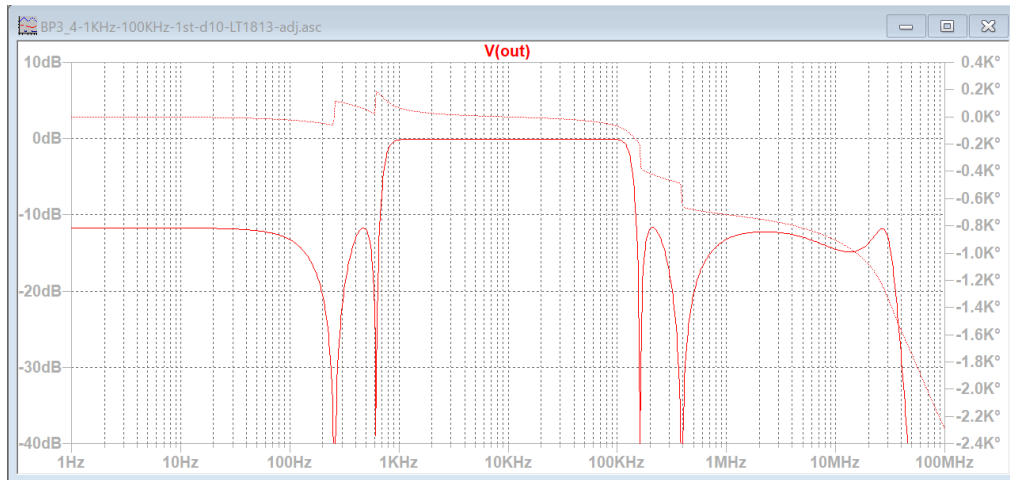
BP3\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-LT1226-adj.asc 特性は良好



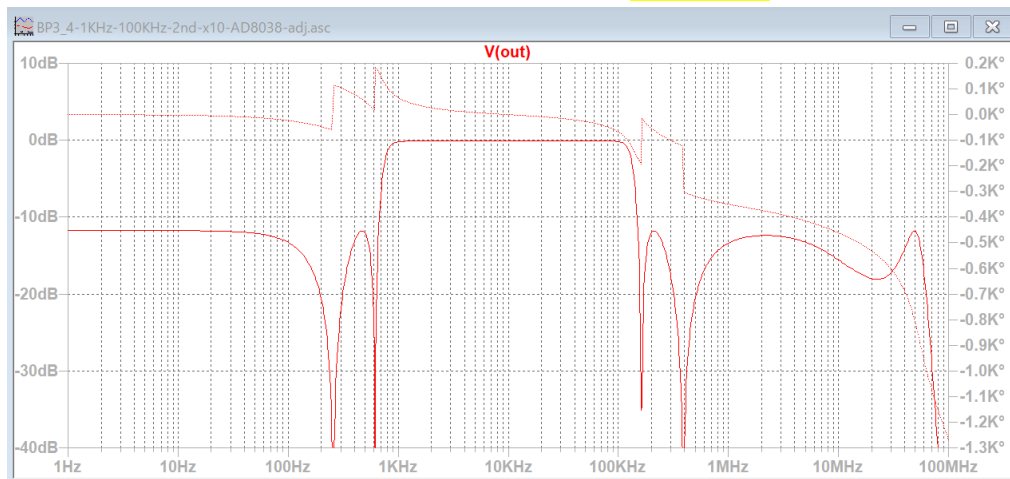
BP3\_4-1KHz-100KHz-LtactCb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

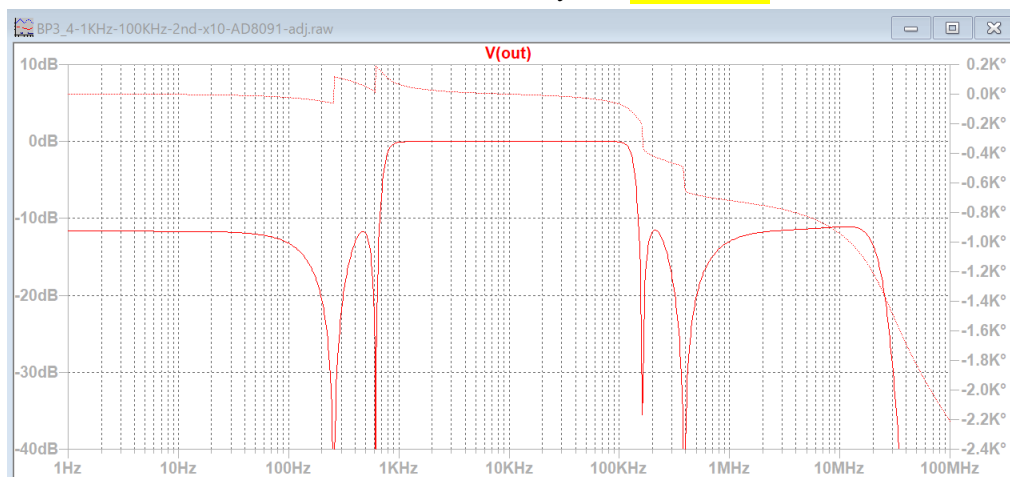
BP3\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-LT1813-adj.asc 特性は良好



BP3\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-AD8038-adj.asc 特性は良好

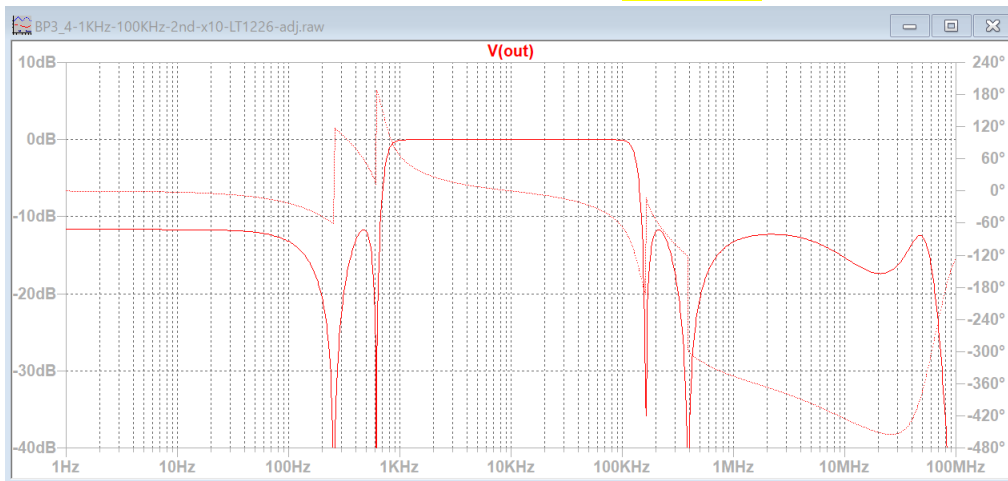


BP3\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-AD8091-adj.asc 特性は良好

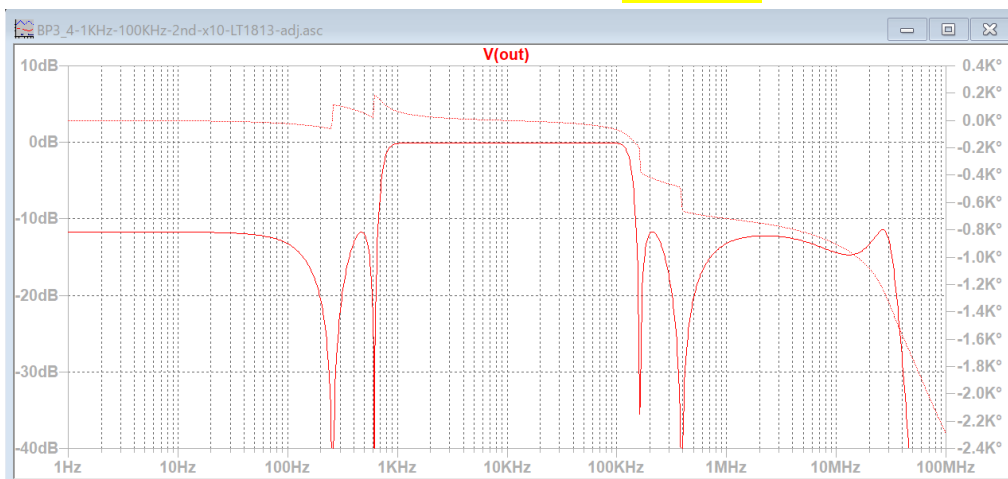


BP3\_4-1KHz-100KHz-LtactCb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

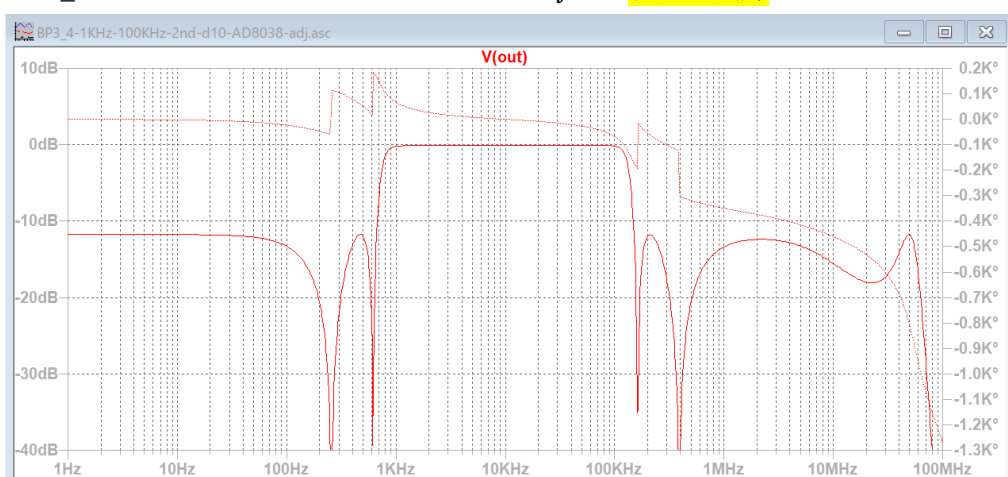
BP3\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-LT1226-adj.asc 特性は良好



BP3\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-LT1813-adj.asc 特性は良好



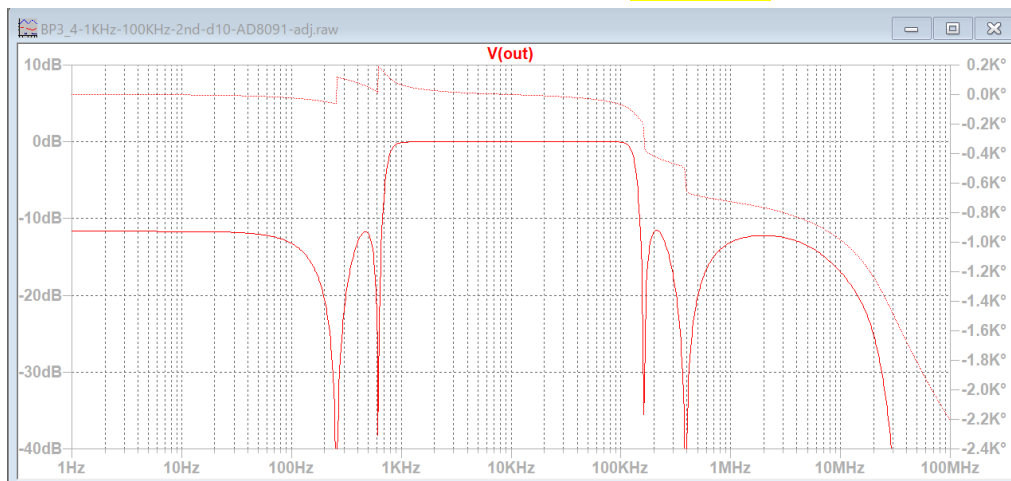
BP3\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-AD8038-adj.asc 特性は良好



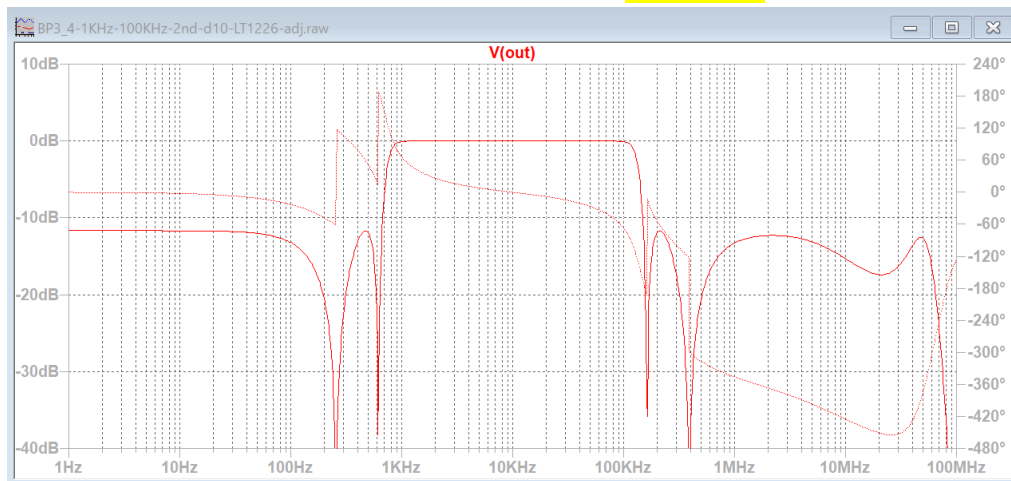
BP3\_4-1KHz-100KHz-LtactCb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合



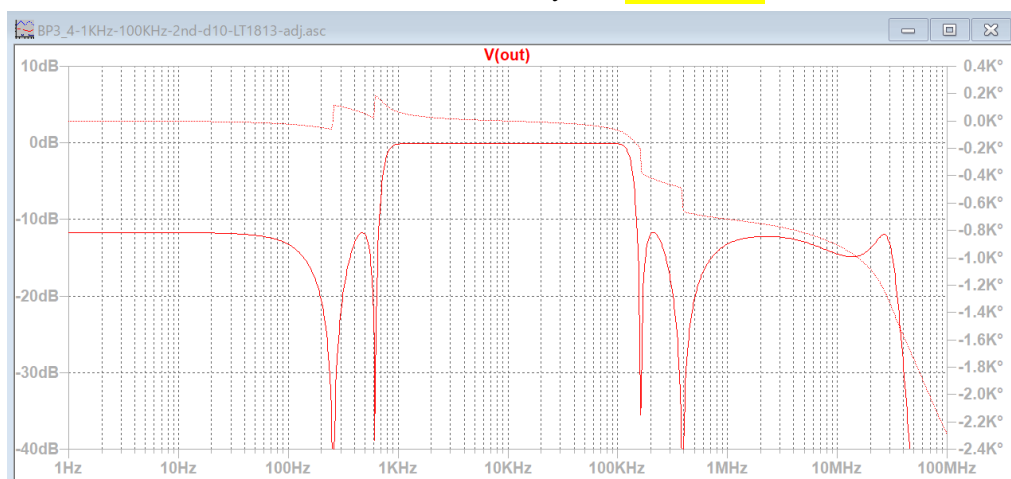
BP3\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-AD8091-adj.asc 特性は良好



BP3\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-LT1226-adj.asc 特性は良好



BP3\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-LT1813-adj.asc 特性は良好



BP3\_4-1KHz-100KHz は広範囲のコンデンサ値と多種類のオペアンプに対して良好な特性が得られた。ピークの調整は容易に出来た。

BP3\_4-1KHz-100KHz-LtactCb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合



LtAct ver.2.60 追加実験

## BP4\_4-1KHz-100KHz-Ltact

バンドパス・楕円関数 4次 1KHz - 100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 バンドパスフィルタ

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  4

通過帯域 下端の周波数  $F_{p1}$  : ( $F_{s1} = F_{p1}/X_s$ ) 1 KHz

通過帯域 上端の周波数  $F_{p2}$  : ( $F_{s2} = F_{p2} \times X_s$ ) 100 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{p1}/F_{s1}$  1.5 倍

遮断特性 Elliptic

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Pass Elliptic 次数=4

 $F_{p1} = 1.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 100.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 666.6667\text{Hz}$   $F_{s2} = 150.0000\text{KHz}$   $atts = 29.33\text{dB}$ 

2次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

 $H_n = \text{-----}$ 

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2次式

n	$P_{n\_0}$	$P_{n\_1}$	$P_{n\_2}$	$P_{n\_3}$	$P_{n\_4}$
1	215.7220K	494.6726G	0.1386	0	659.6424G
		$F_c =$	111.9384K	$Q =$	3.2604 GB 積= 36.4959Meg
2	1.7216K	31.5066Meg	1.3335	0	4.3677Meg
		$F_c =$	893.3487	$Q =$	3.2604 GB 積=291.2631K
3	858.2182K	333.7323G	0.2483	0	248.4460G
		$F_c =$	91.9431K	$Q =$	0.6731 GB 積= 6.1890Meg
4	10.1522K	46.7005Meg	0.7444	0	11.5965Meg
		$F_c =$	1.0876K	$Q =$	0.6731 GB 積= 73.2120K

BP4\_4-1KHz-100KHz-LtactCb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\BP4\_4-1KHz-100KHz-Ltact\BP4\_4-1KHz-

100KHz-Ltact.asc 作成日時 Wed Mar 10 16:20:51 2021

アナログ Band Pass Elliptic 次数=4

参照モード=0

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 =100.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 =666.6667 Hz Fs2 =150.0000KHz atts = 29.33dB

1 (et2) 「LP4-2-1」 Rb\_1(2 個)= 38.2023 Cb\_1(2 個)= 12.0000n R1\_1 = 19.1011  
C1\_1 = 24.0000n 誤差=5.15 %

1 R2\_1 = 1.0292K C2\_1 = 56.0000n 誤差 = 2.84 %

1 R3\_1 = 20.9642K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.60 %

1 R4\_1 = 4.6263K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 1.59 %

2 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_2(2 個)= 1.6744K Cb\_2(2 個)= 0.3300u R1\_2 = 837.1938  
C1\_2 = 0.6600u 誤差=5.76 %

2 R2\_2 = 360.0000 C2\_2 = 11.7138n 誤差 = 2.44 %

2 R3\_2 = 20.8858K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 4.24 %

2 R4\_2 = 4.6240K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 1.64 %

3 (et2) 「HP4-2-2」 Rb\_3(2 個)= 999.7400 Cb\_3(2 個)= 1.0000n R1\_3 = 499.8700  
C1\_3 = 2.0000n 誤差=2.03 %

3 R2\_3 = 3.7417K C2\_3 = 1.8000n 誤差 = 3.79 %

3 R3\_3 = 468.9837 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.22 %

3 R4\_3 = 10.9109K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 0.82 %

4 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_4(2 個)= 2.5337K Cb\_4(2 個)= 0.1000u R1\_4 = 1.2668K  
C1\_4 = 0.2000u 誤差=5.89 %

4 R2\_4 = 1.5000K C2\_4 = 23.0202n 誤差 = 4.26 %

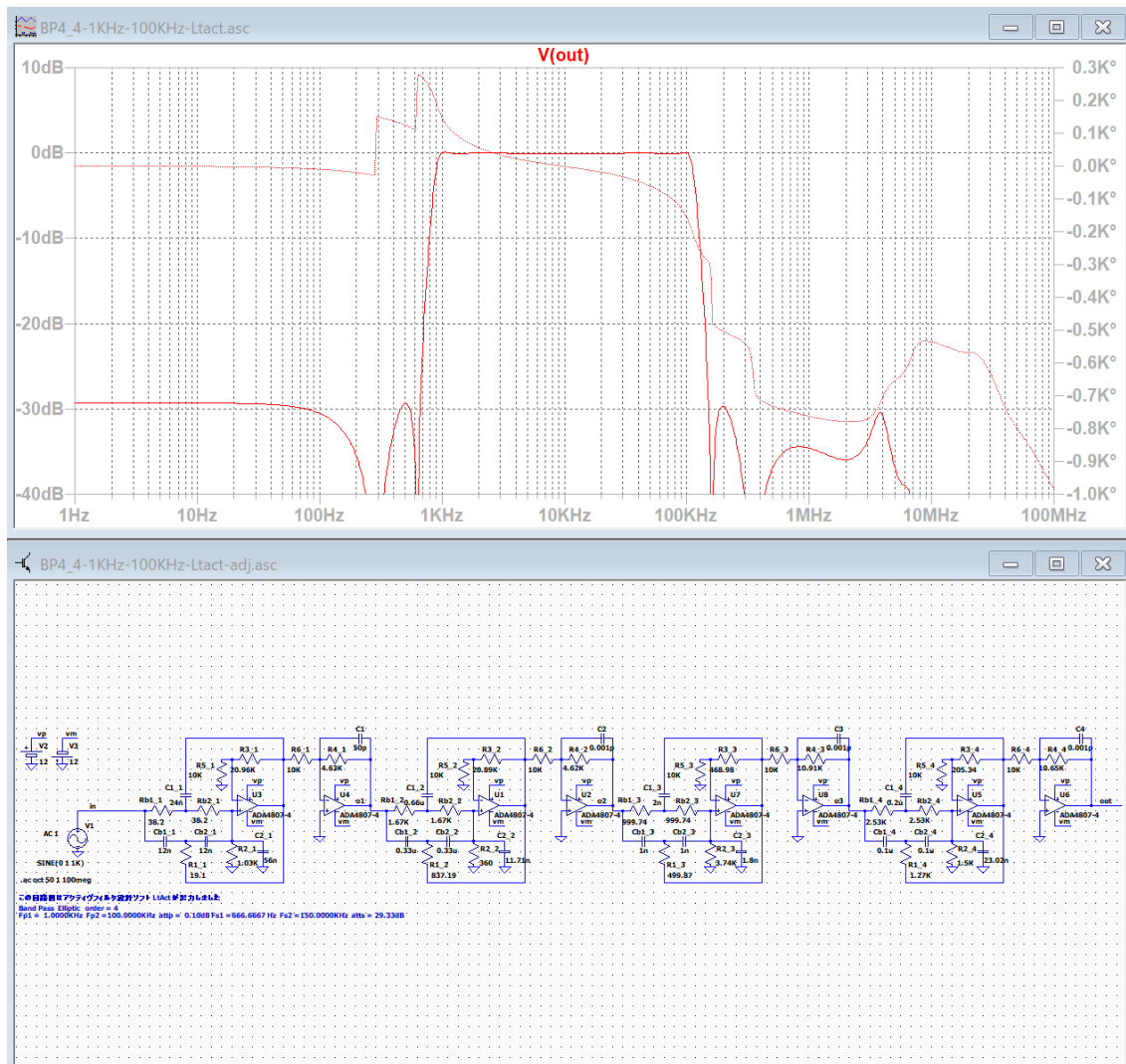
4 R3\_4 = 205.3443 R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 2.60 %

4 R4\_4 = 10.6532K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.26 %

BP4\_4-1KHz-100KHz-LtactCb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

## 完成した回路図

BP4\_4-1KHz-100KHz-Ltact-adj.asc 特性は良好

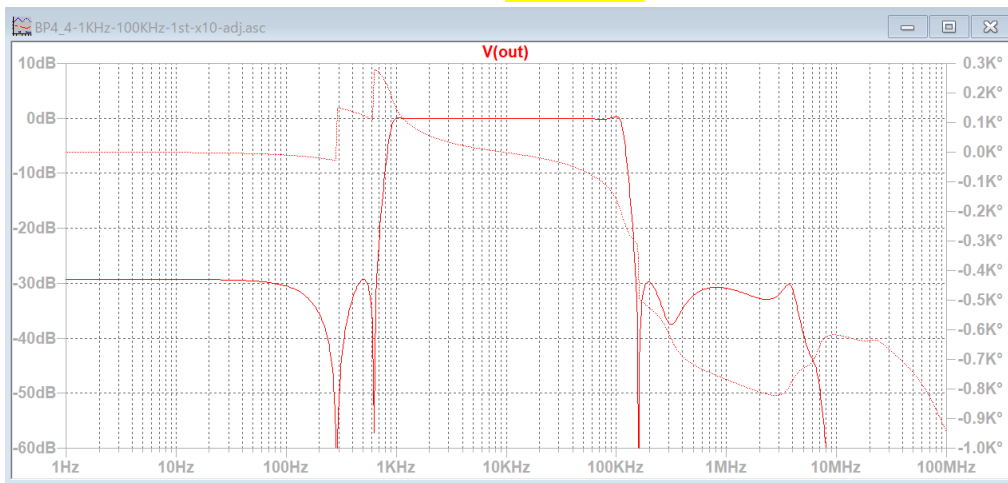


BP4\_4-1KHz-100KHz-Ltact

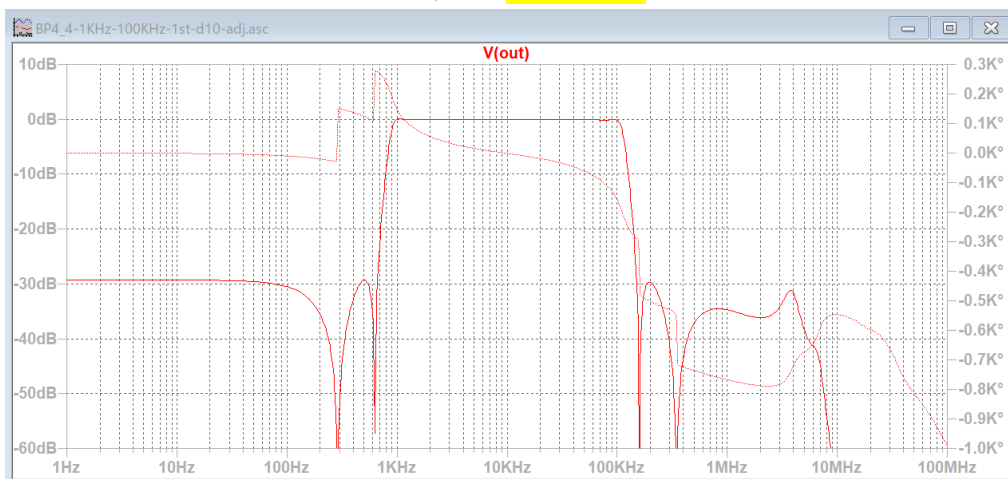
完成した回路図

Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

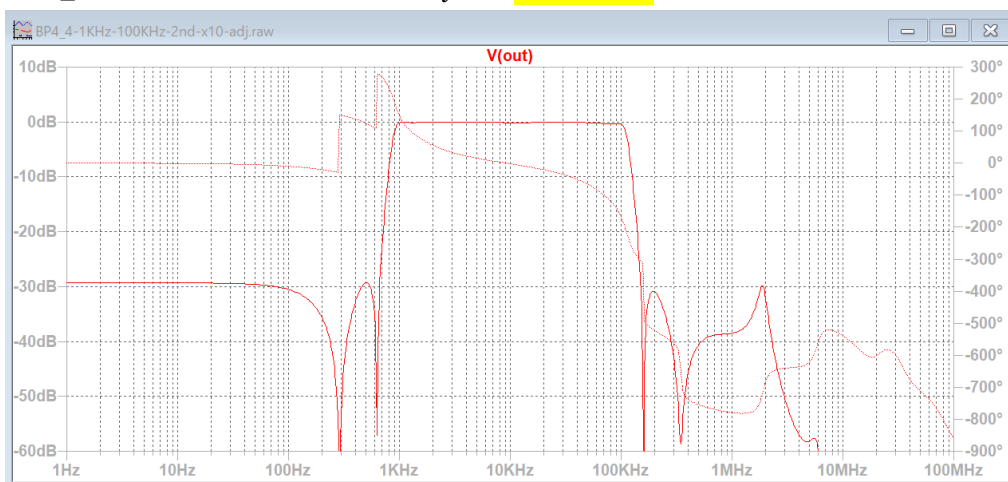
BP4\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-adj.asc 特性は良好



BP4\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-adj.asc 特性は良好



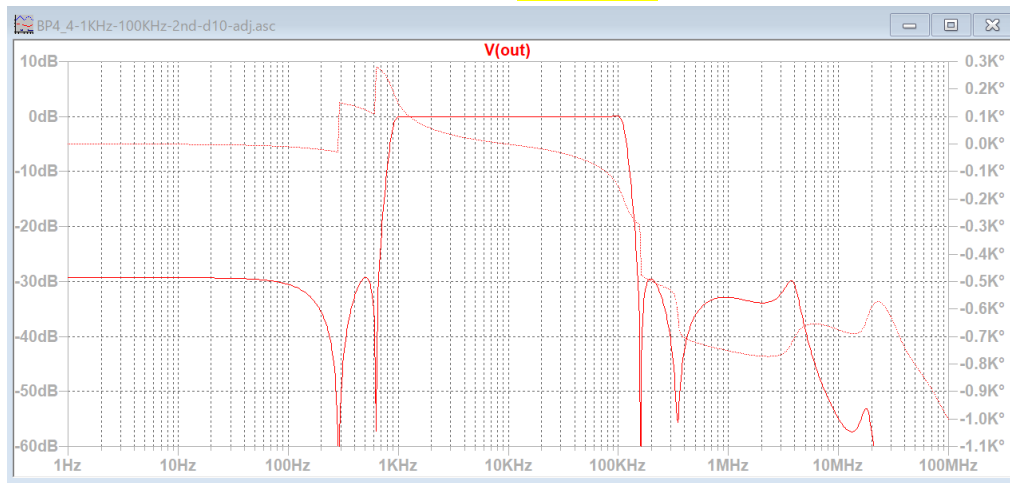
BP4\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-adj.asc 特性は良好



BP4\_4-1KHz-100KHz-LtactCb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

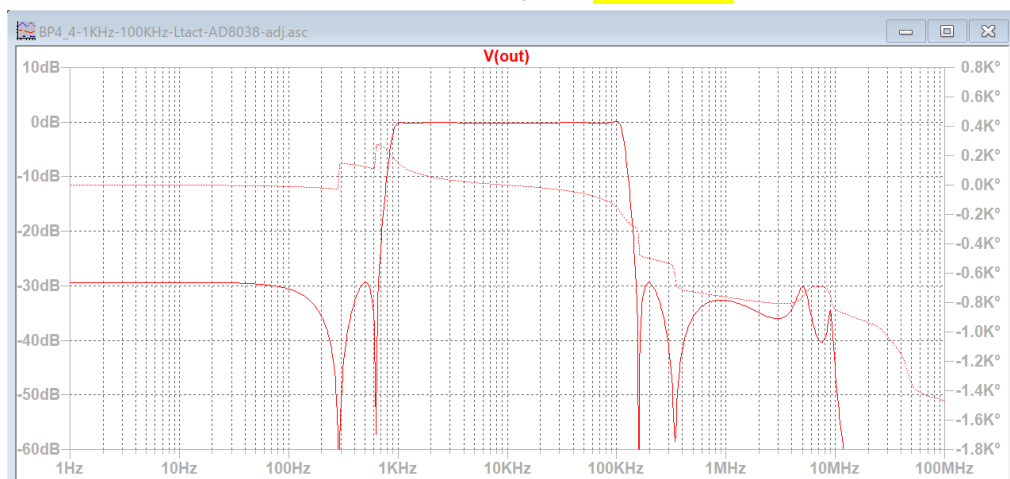
LtAct ver.2.60 追加実験

BP4\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-adj.asc 特性は良好

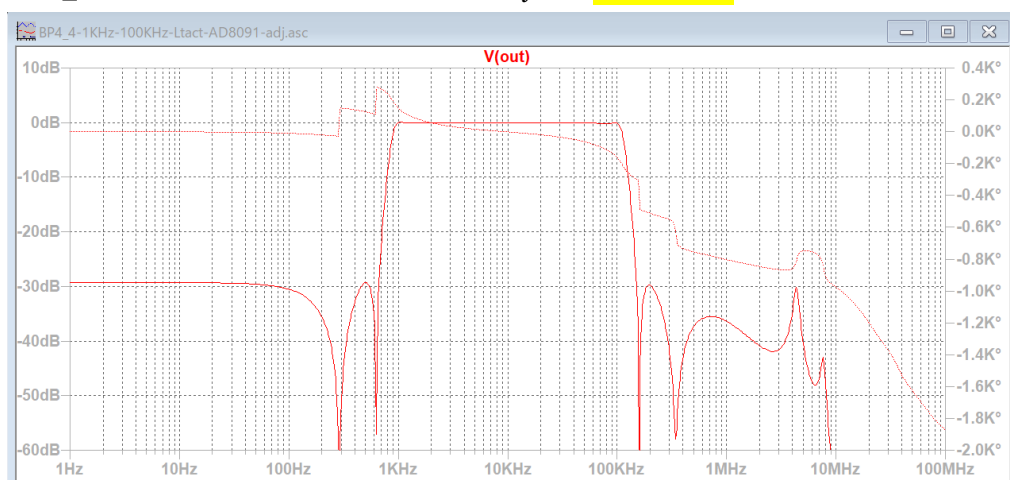


オペアンプを交換する場合

BP4\_4-1KHz-100KHz-Ltact-AD8038-adj.asc 特性は良好



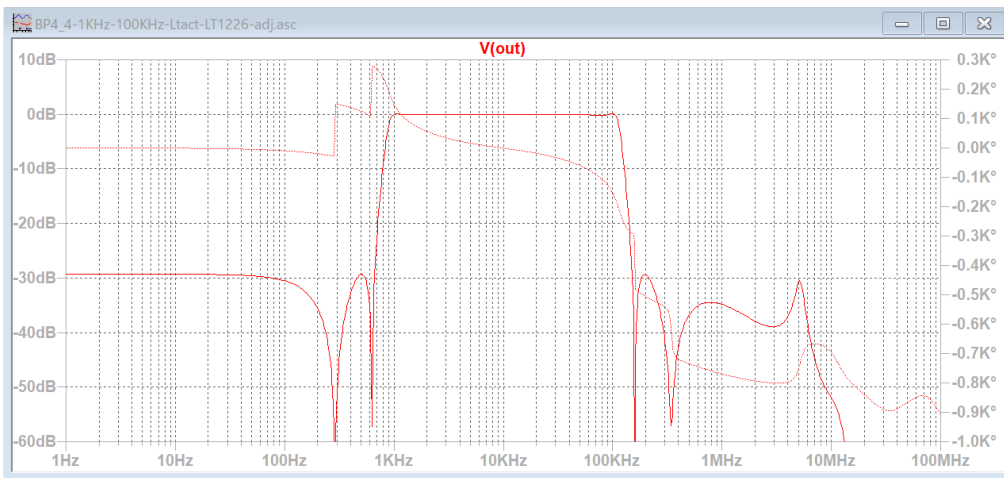
BP4\_4-1KHz-100KHz-Ltact-AD8091-adj.asc 特性は良好



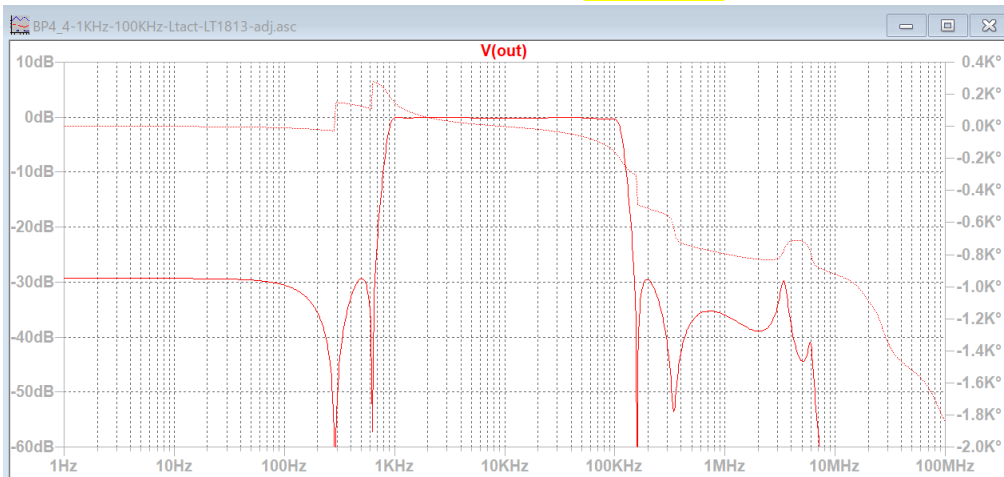
BP4\_4-1KHz-100KHz-Ltact オペアンプを交換する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

BP4\_4-1KHz-100KHz-Ltact-LT1226-adj.asc 特性は良好

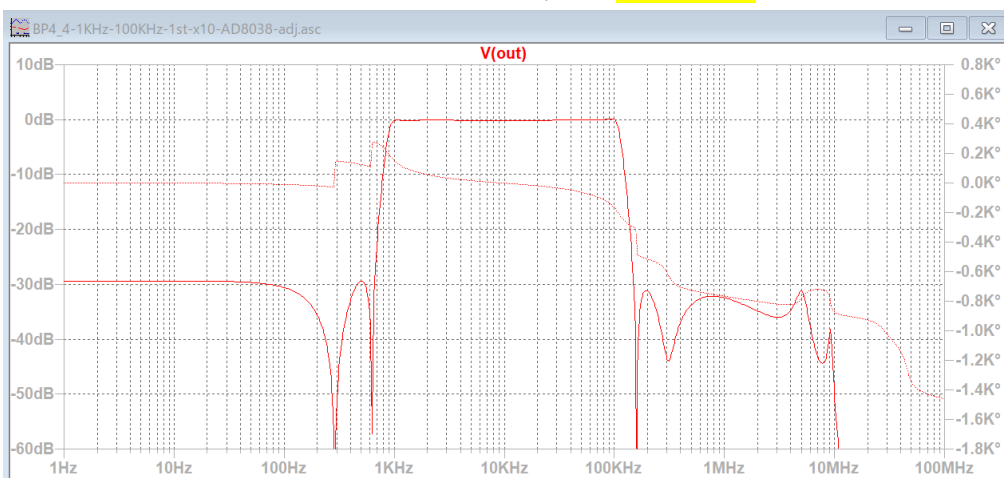


BP4\_4-1KHz-100KHz-Ltact-LT1813-adj.asc 特性は良好



Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

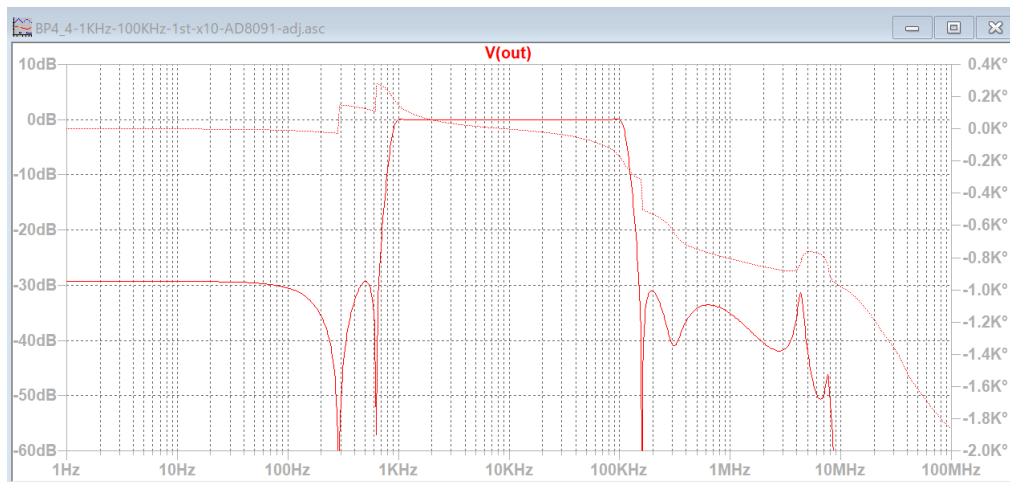
BP4\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-AD8038-adj.asc 特性は良好



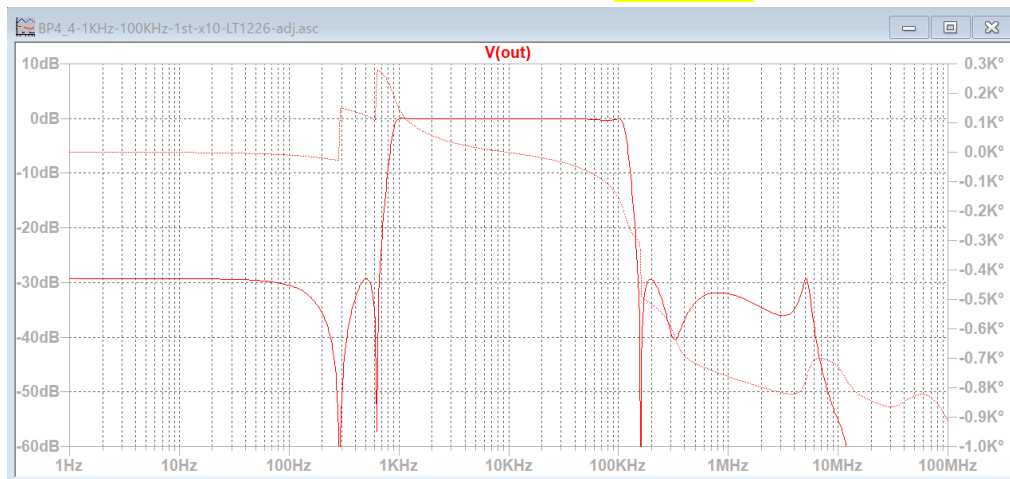
BP4\_4-1KHz-100KHz-LtactCb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

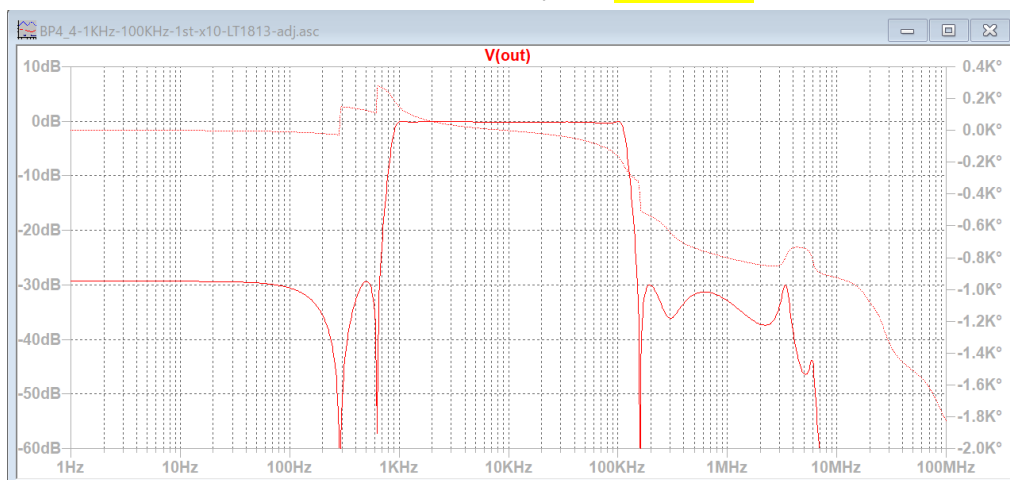
BP4\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-AD8091-adj.asc 特性は良好



BP4\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-LT1226-adj.asc 特性は良好

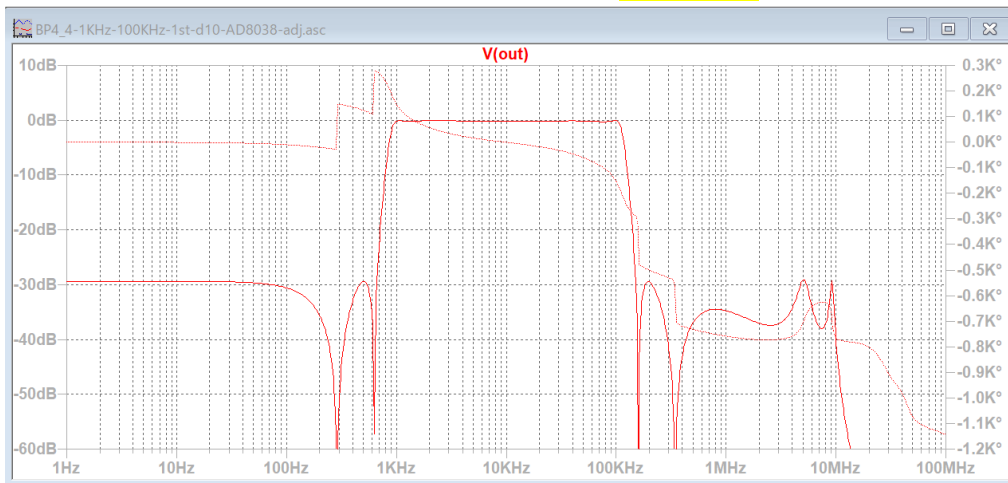


BP4\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-LT1813-adj.asc 特性は良好

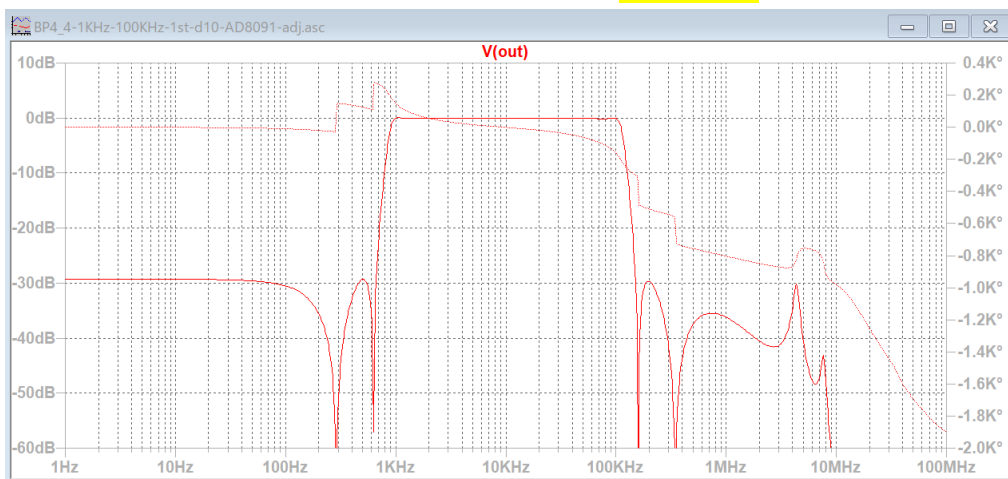


BP4\_4-1KHz-100KHz-LtactCb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

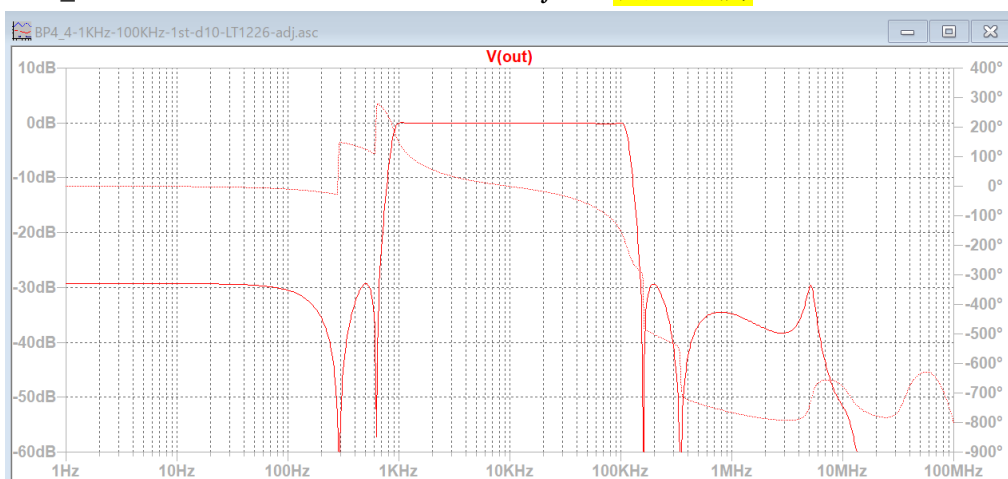
BP4\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-AD8038-adj.asc 特性は良好



BP4\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-AD8091-adj.asc 特性は良好



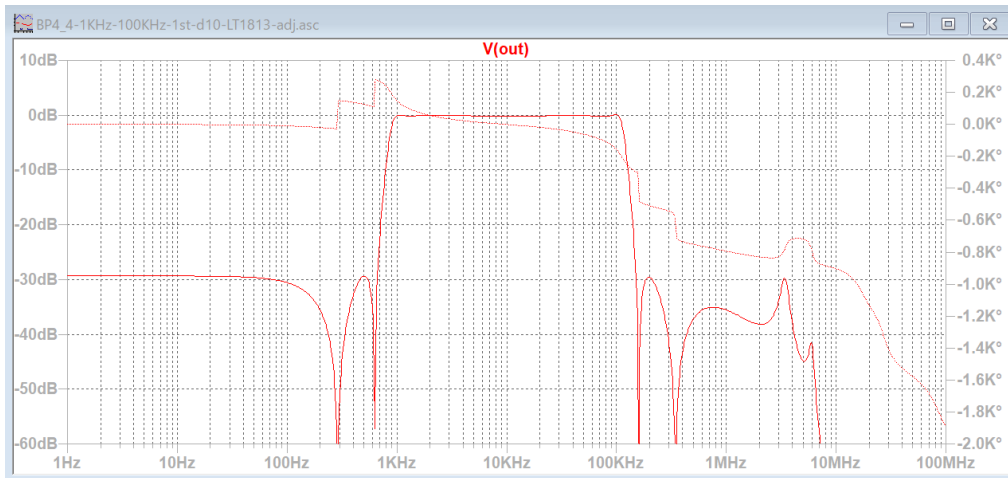
BP4\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-LT1226-adj.asc 特性は良好



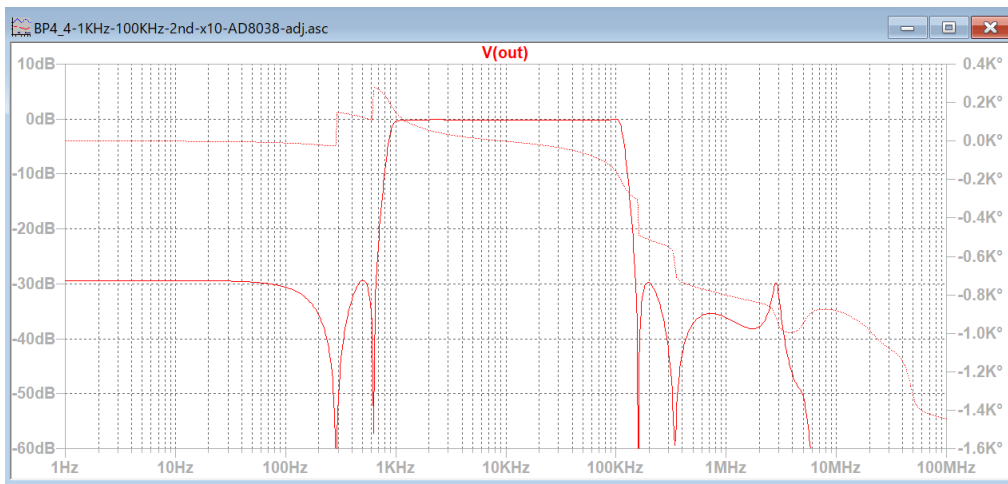
BP4\_4-1KHz-100KHz-LtactCb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合



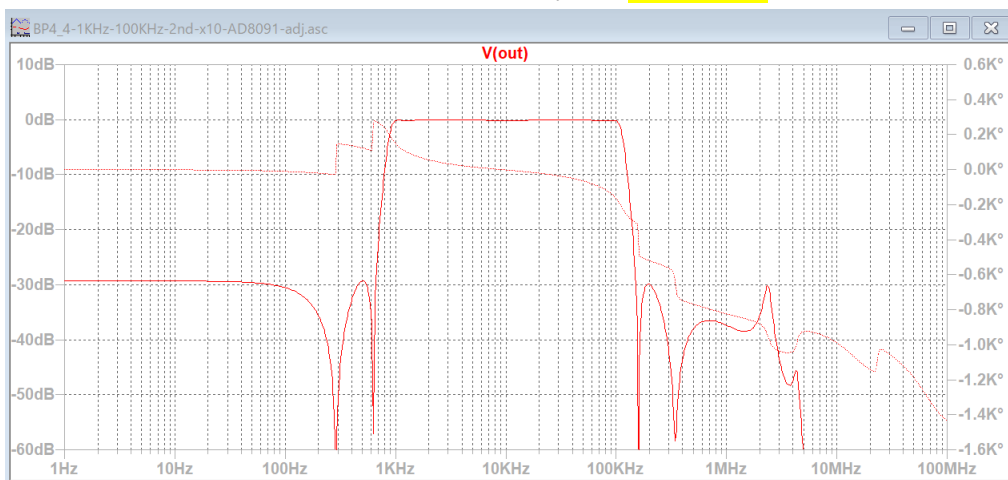
BP4\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-LT1813-adj.asc 特性は良好



BP4\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-AD8038-adj.asc 特性は良好



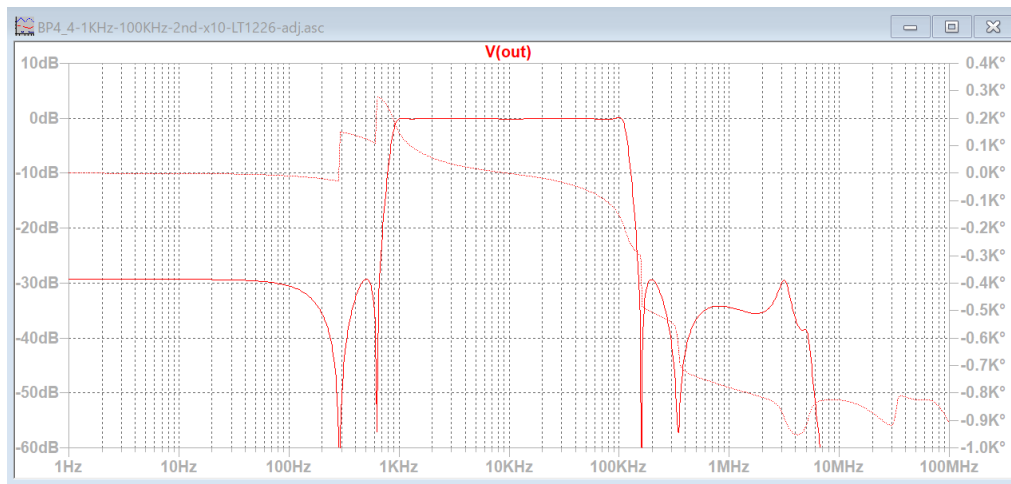
BP4\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-AD8091-adj.asc 特性は良好



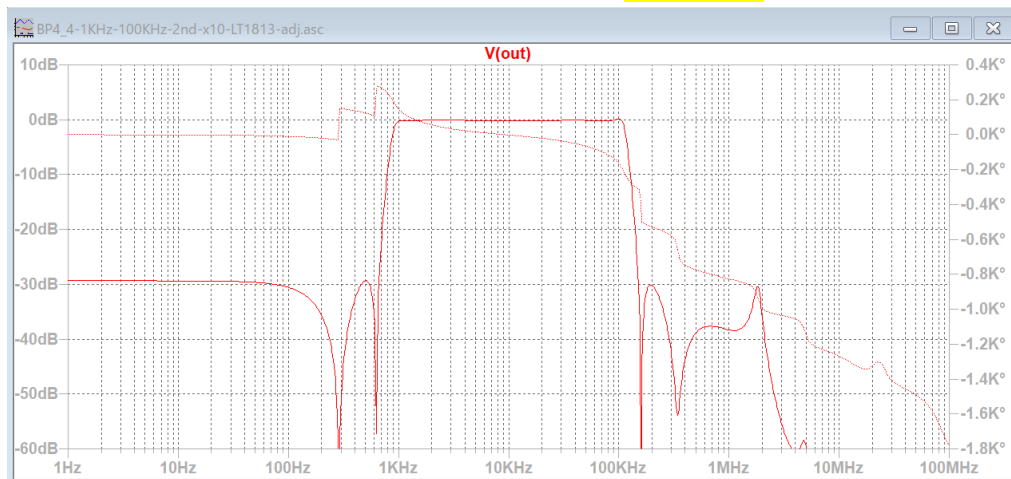
BP4\_4-1KHz-100KHz-LtactCb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

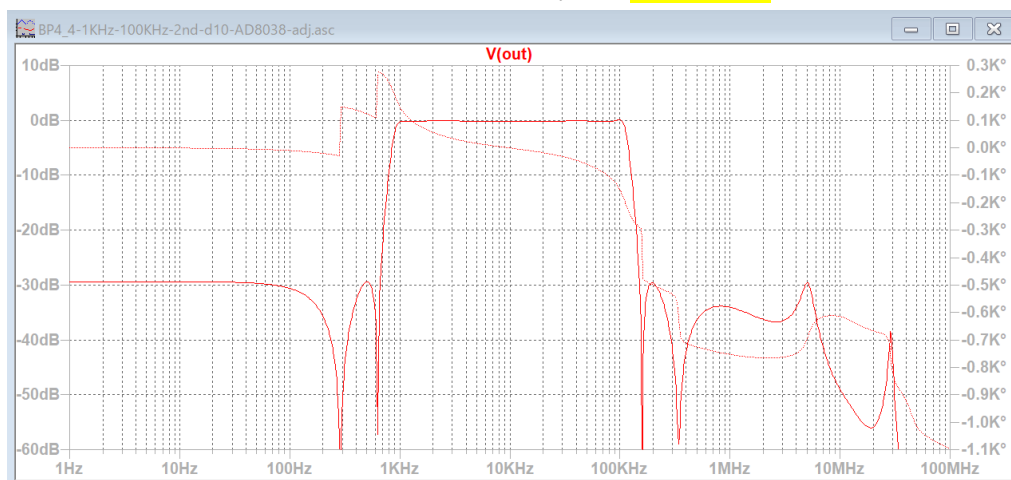
BP4\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-LT1226-adj.asc 特性は良好



BP4\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-LT1813-adj.asc 特性は良好

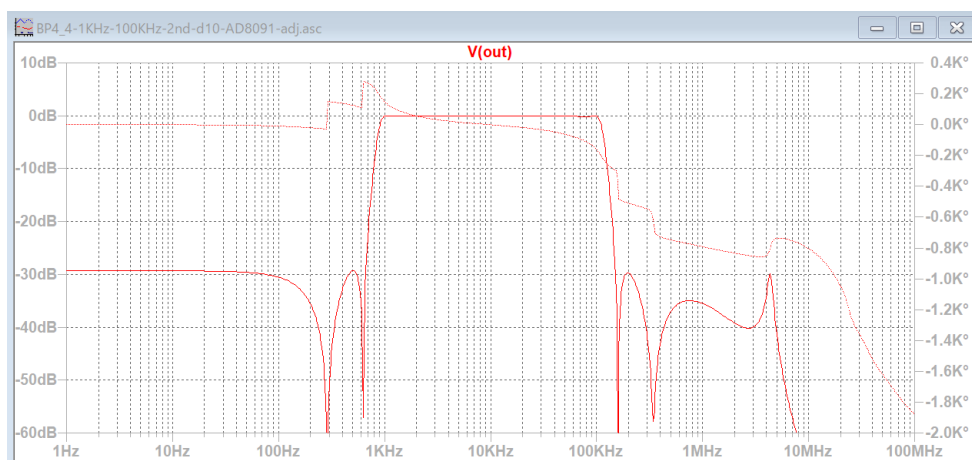


BP4\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-AD8038-adj.asc 特性は良好

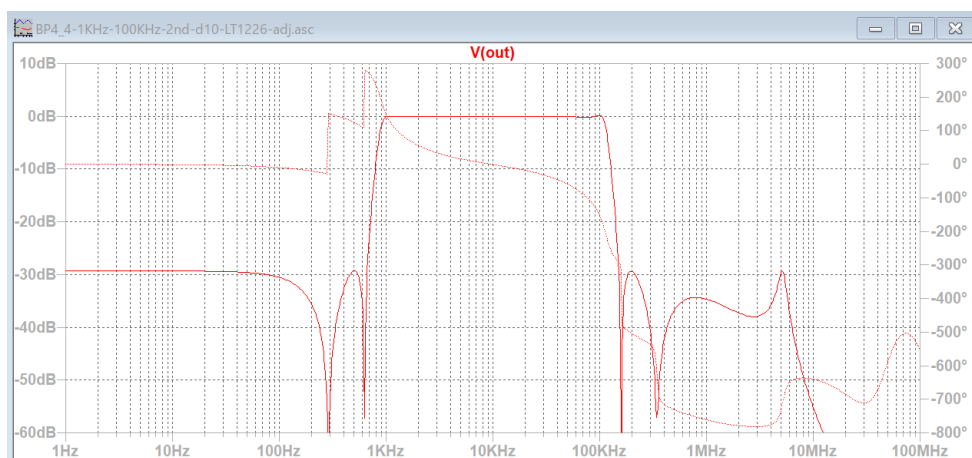


BP4\_4-1KHz-100KHz-LtactCb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

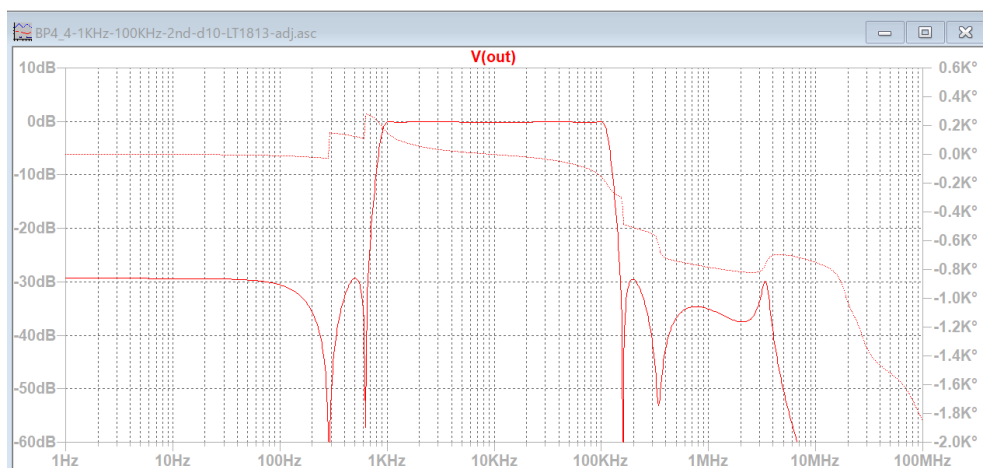
BP4\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-AD8091-adj.asc 特性は良好



BP4\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-LT1226-adj.asc 特性は良好



BP4\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-LT1813-adj.asc 特性は良好



BP4\_4-1KHz-100KHz は広範囲のコンデンサ値と多種類のオペアンプに対して良好な特性が得られた。100KHz のゲイン調整とピークの調整は容易に出来た。

BP4\_4-1KHz-100KHz-Ltact

LtAct ver.2.60 追加実験

BE1\_4-1KHz-100KHz.asc

バンドエリミネーション・チェビシェフ 4次 1KHz-100KHz

設計パラメータの入力

✕

フィルタの種類	BEフィルタ	
設計するフィルタの次数 m(<=58)	4	
阻止帯域 下端の周波数 Fp1 : (Fs1 = Fp1*xs)	1	KHz
阻止帯域 上端の周波数 Fp2 : (Fs2 = Fp2/xs)	100	KHz
周波数Fp1, Fp2における減衰量又はリプル attp	0.1	dB
最低減衰量に達する周波数をFs1として、xs = Fs1/Fp1 を次の範囲で		
入力して下さい	1 < xs < 10.0000	1.5 倍
		OK
		キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=4

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 =100.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 1.5000KHz Fs2 = 66.6667KHz atts = 11.97dB

2次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	243.8530K	297.9720G	8.6878	0	34.2979G
	Fc= 86.8776K Q= 2.2385 GB 積= 19.4477Meg				
2	3.2308K	52.3051Meg	0.1151	0	454.4142Meg
	Fc= 1.1510K Q= 2.2385 GB 積=257.6629K				
3	1.2656Meg	618.7996G	12.5197	0	49.4259G
	Fc= 125.1974K Q= 0.6216 GB 積= 7.7819Meg				
4	8.0741K	25.1866Meg	79.8739m	0	315.3295Meg
	Fc= 798.7391 Q= 0.6216 GB 積= 49.6473K				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\BE1\_4-1KHz-100KHz-Ltact\BE1\_4-1KHz-100KHz-Ltact.asc 作成日時 Wed Mar 10 16:31:03 2021

アナログ Band Eject Chebyshev 次数=4

参照モード=0

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 =100.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 1.5000KHz Fs2 = 66.6667KHz atts = 11.97dB

1 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_1(2 個)=359.2048 Cb\_1(2 個)= 5.1000n 誤差=0.22 %

BE1\_4-1KHz-100KHz.asc

LtAct ver.2.60 追加実験

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 75.7254 R3\_1 = 657.8841 R4\_1(5 個) = 5.7155K 誤差=4.04 %

2 (et1) 「LP3-0-1」 Rb\_2(2 個)=168.6219 Cb\_2(2 個)= 0.8200u 誤差=5.11 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 431.3928K R3\_2 = 49.6552K R4\_2(5 個) = 5.7155K 誤差=3.39 %

3 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_3(2 個)=249.2613 Cb\_3(2 個)= 5.1000n 誤差=3.72 %

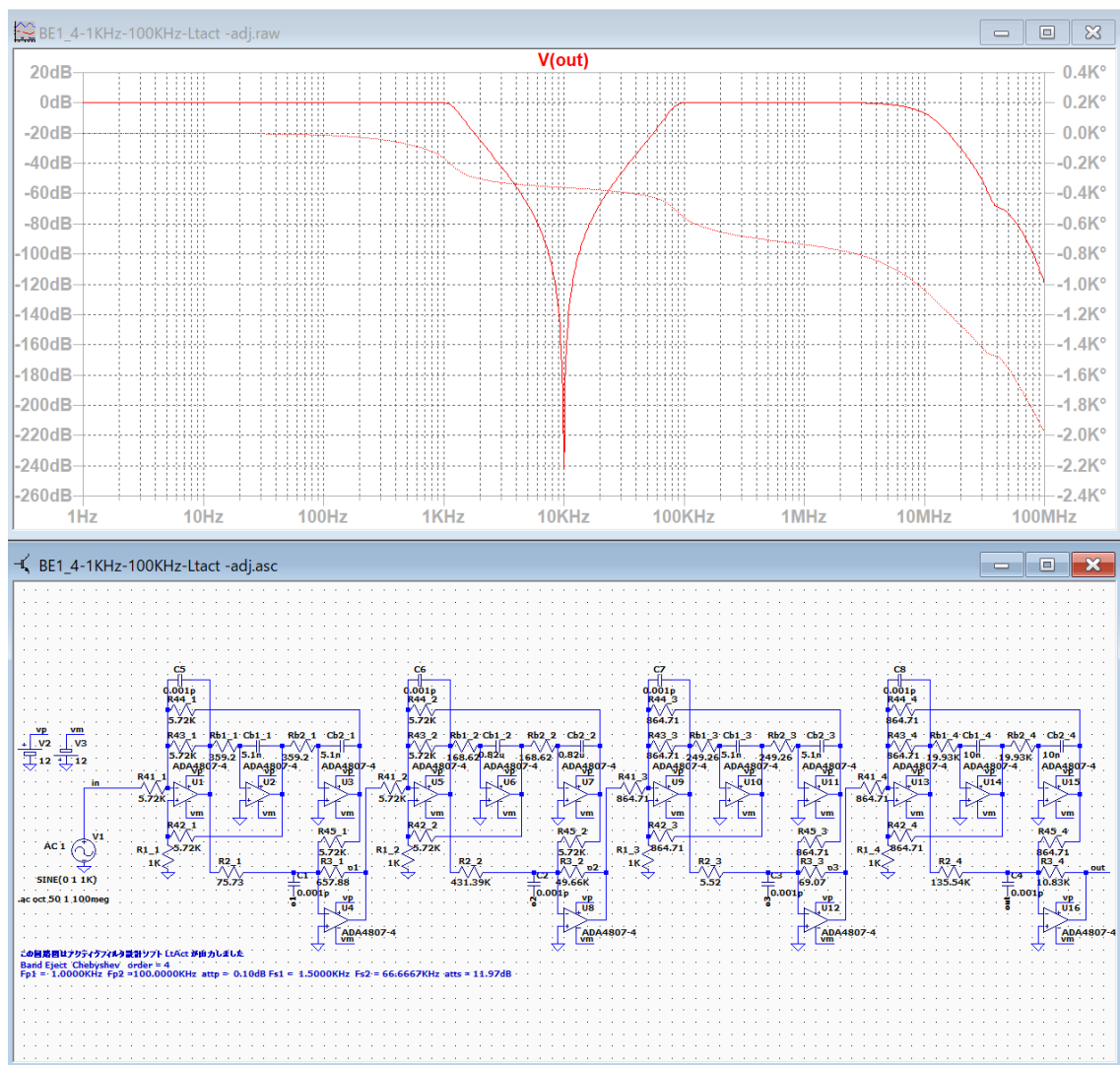
3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 5.5167 R3\_3 = 69.0679 R4\_3(5 個) = 864.7123 誤差=5.60 %

4 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_4(2 個)= 19.9258K Cb\_4(2 個)= 10.0000n 誤差=0.37 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 135.5383K R3\_4 = 10.8260K R4\_4(5 個) = 864.7123 誤差=6.78 %

完成した回路図

BE1\_4-1KHz-100KHz-Ltact -adj.asc 特性は良好



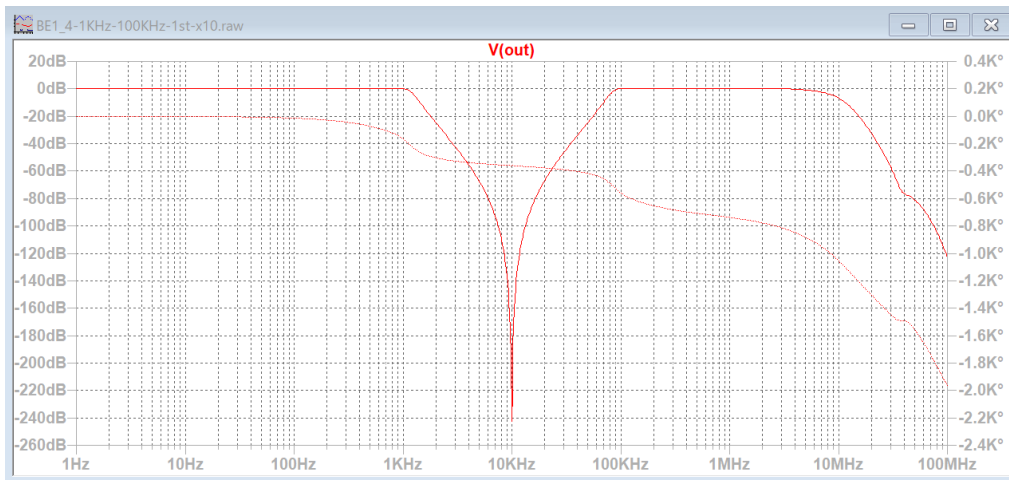
BE1\_4-1KHz-100KHz.asc

完成した回路図

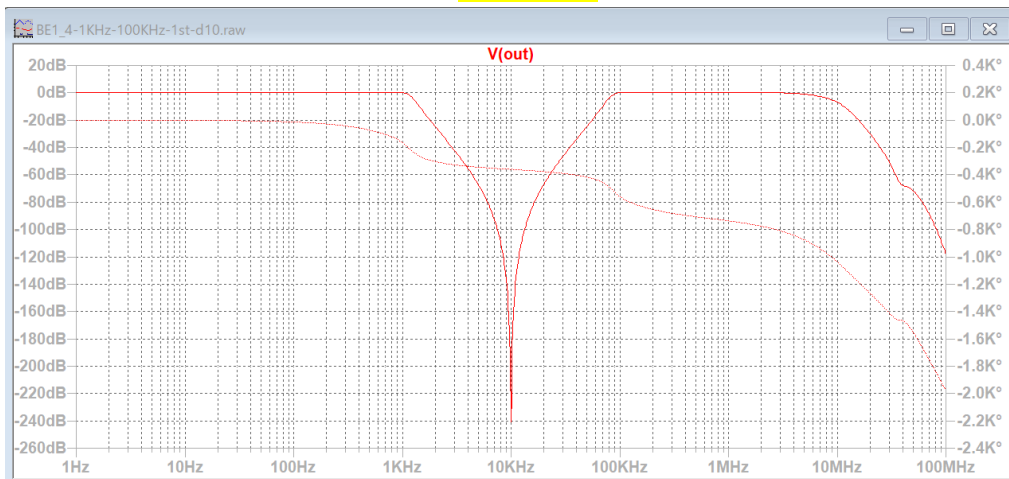
LtAct ver.2.60 追加実験

Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

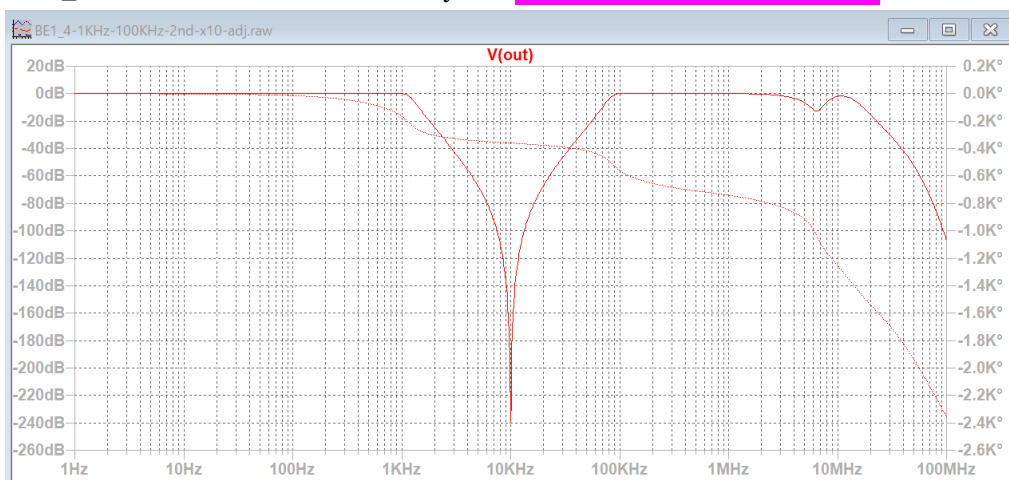
BE1\_4-1KHz-100KHz-1st-x10.asc 特性は良好



BE1\_4-1KHz-100KHz-1st-d10.asc 特性は良好



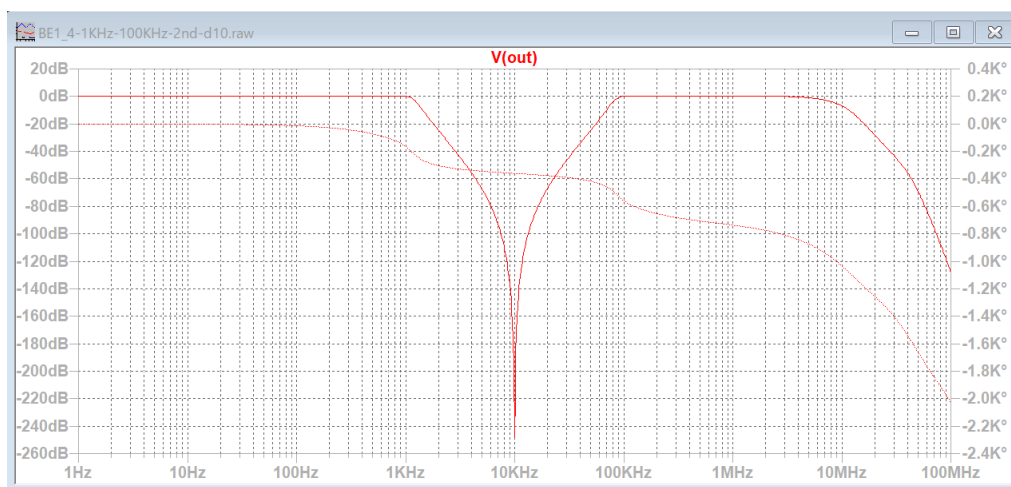
BE1\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-adj.asc 通過域の高域にくぼみが発生



BE1\_4-1KHz-100KHz.asc Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

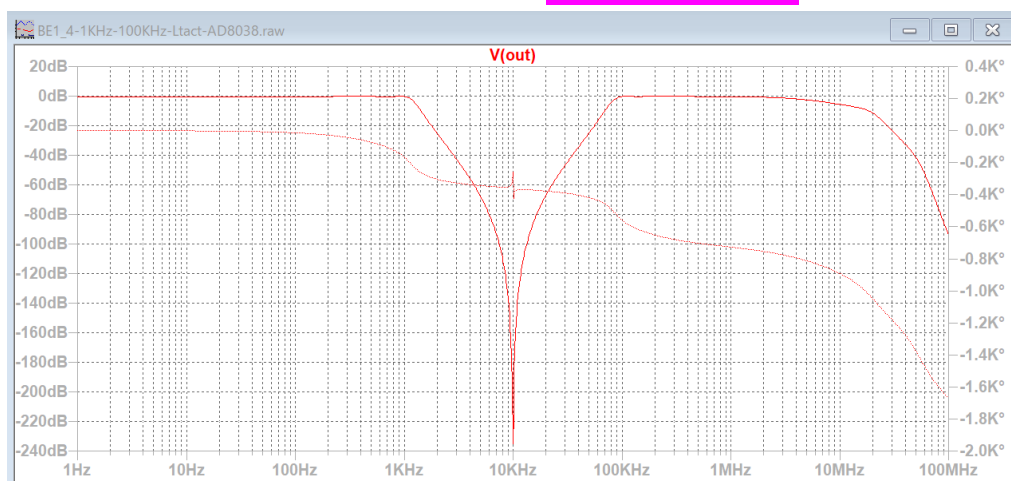
LtAct ver.2.60 追加実験

BE1\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10.asc 特性は良好

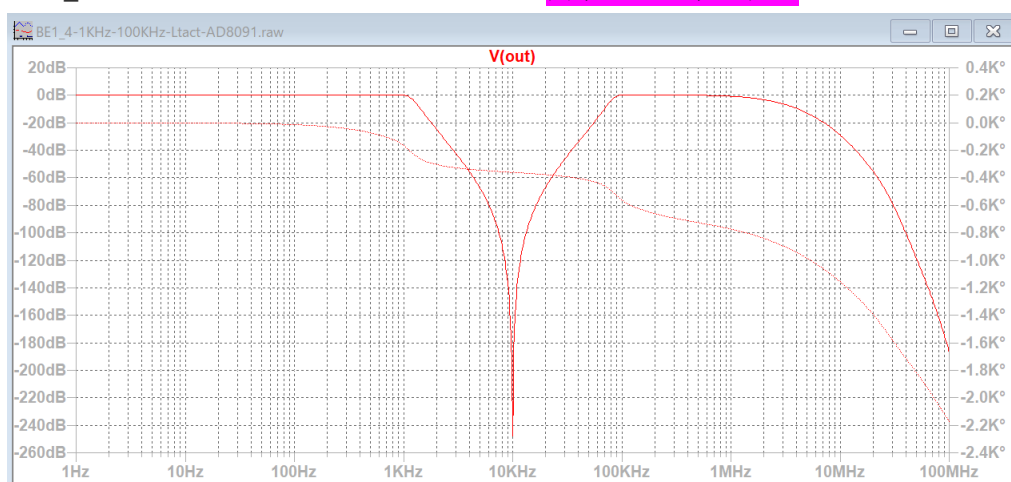


オペアンプを交換する場合

BE1\_4-1KHz-100KHz-Ltact-AD8038.asc 高域の通過域が狭い



BE1\_4-1KHz-100KHz-Ltact-AD8091.asc 高域の通過域が狭い



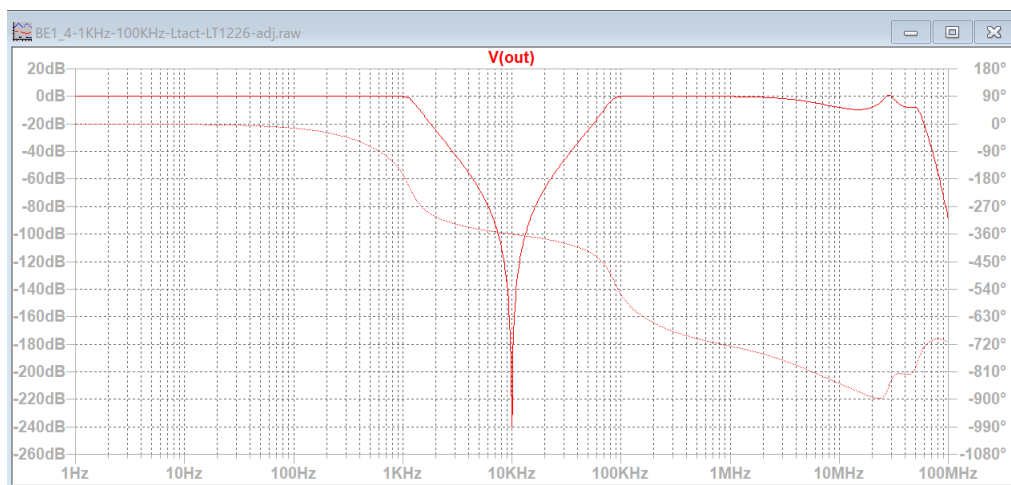
BE1\_4-1KHz-100KHz.asc オペアンプを交換する場合



LtAct ver.2.60 追加実験

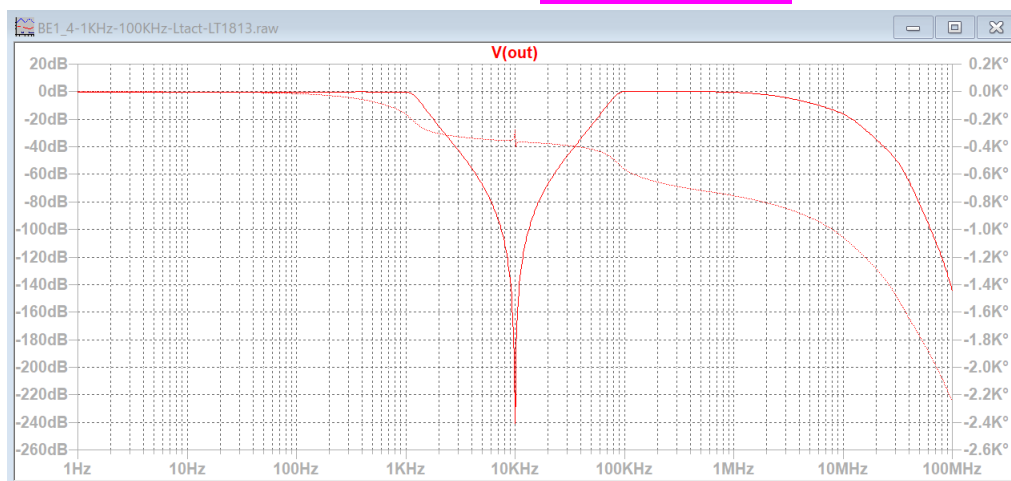
BE1\_4-1KHz-100KHz-Ltact-LT1226-adj.asc

通過域のゲインに揺らぎが大きい



BE1\_4-1KHz-100KHz-Ltact-LT1813.asc

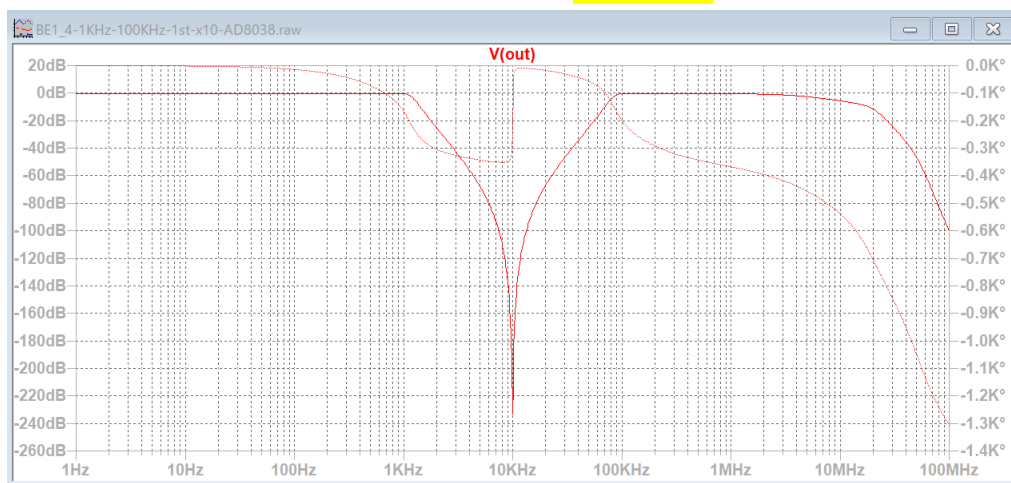
高域の通過域が狭い



Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

BE1\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-AD8038.asc

特性は良好

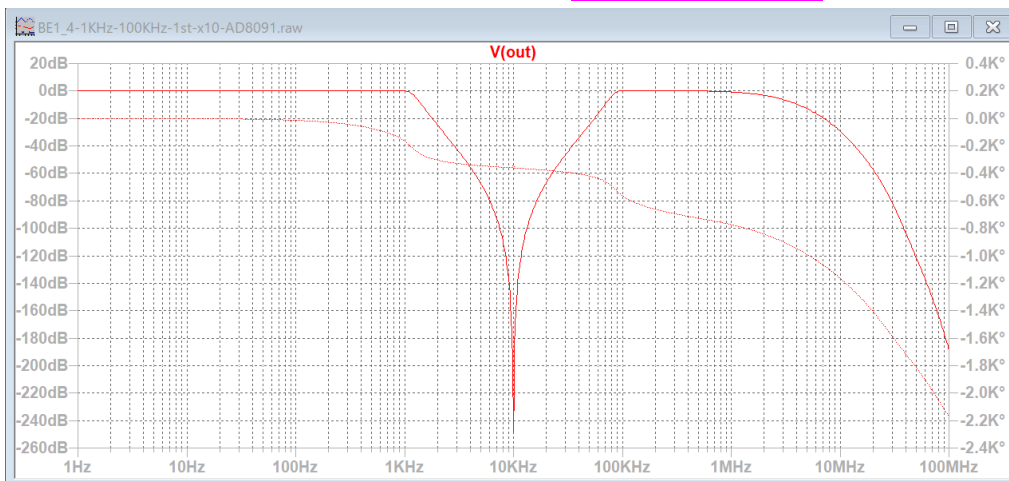


BE1\_4-1KHz-100KHz.asc Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

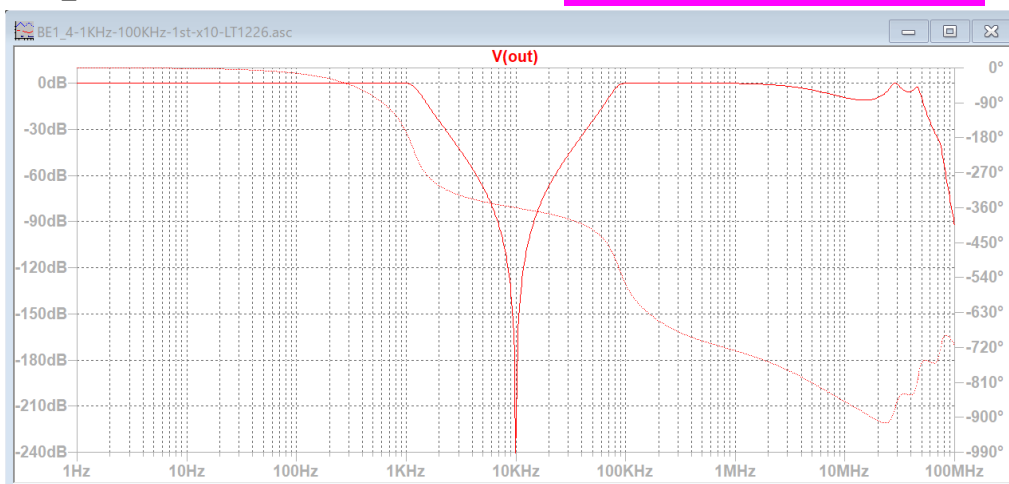


LtAct ver.2.60 追加実験

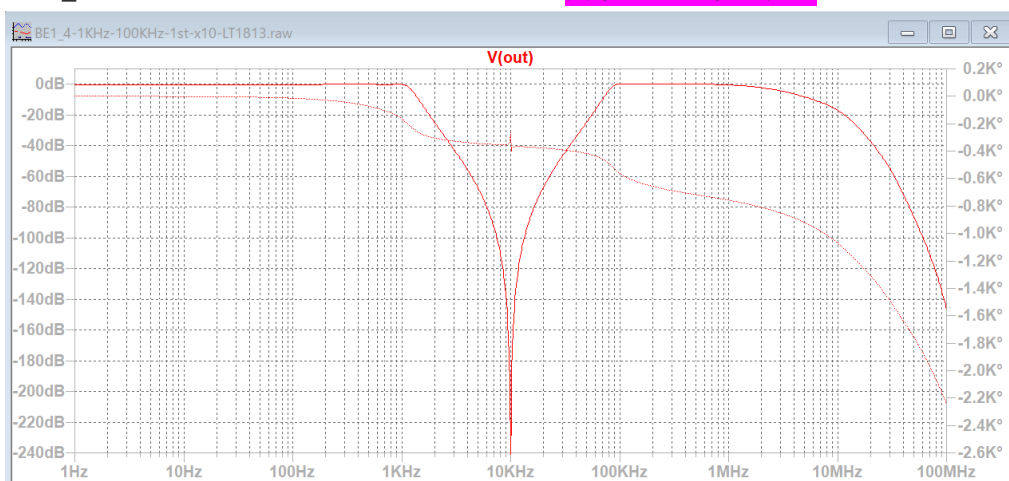
BE1\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-AD8091.asc 高域の通過域が狭い



BE1\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-LT1226.asc 通過域のゲインに揺らぎが大きい

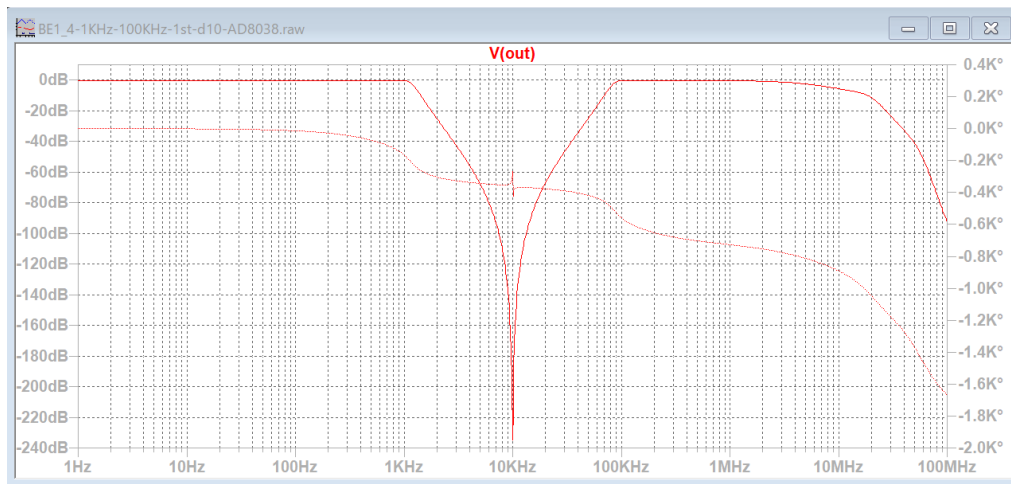


BE1\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-LT1813.asc 高域の通過域が狭い

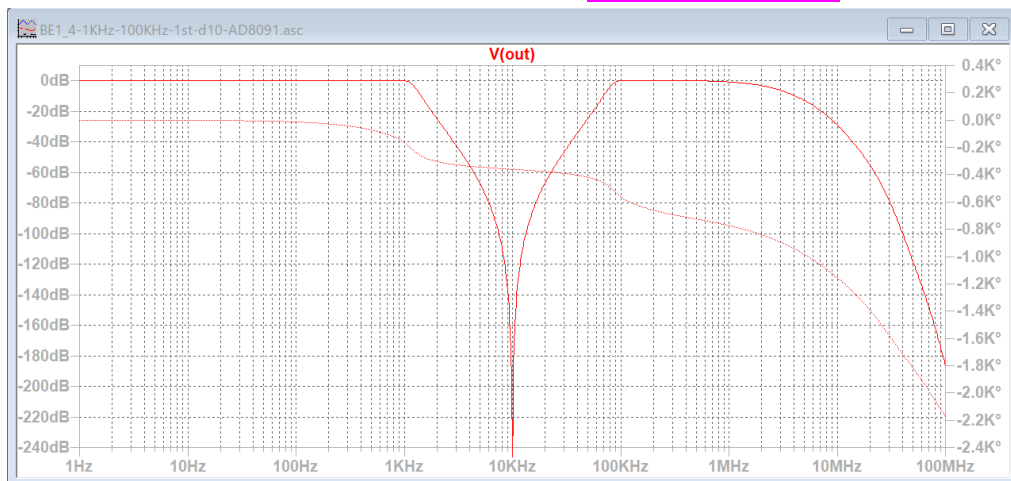


BE1\_4-1KHz-100KHz.asc Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

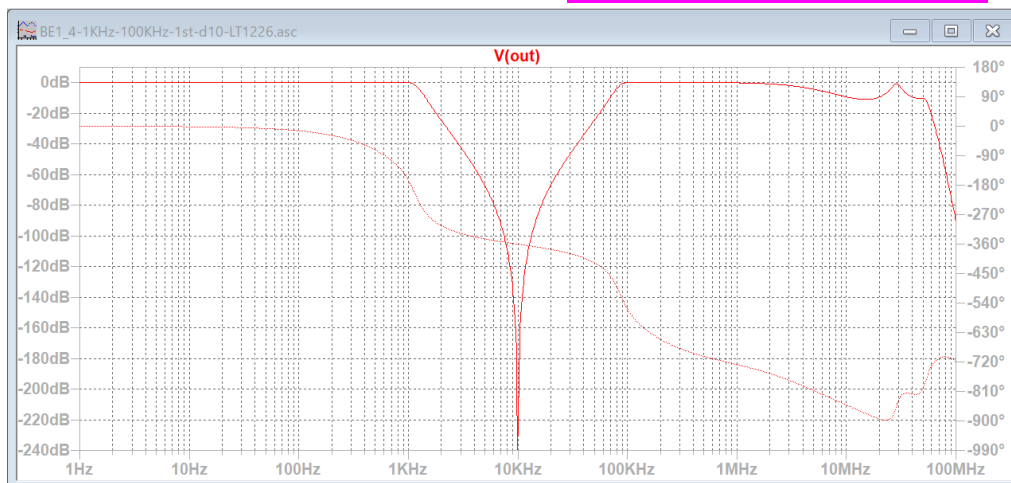
BE1\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-AD8038.asc 特性はやや良好



BE1\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-AD8091.asc 高域の通過域が狭い



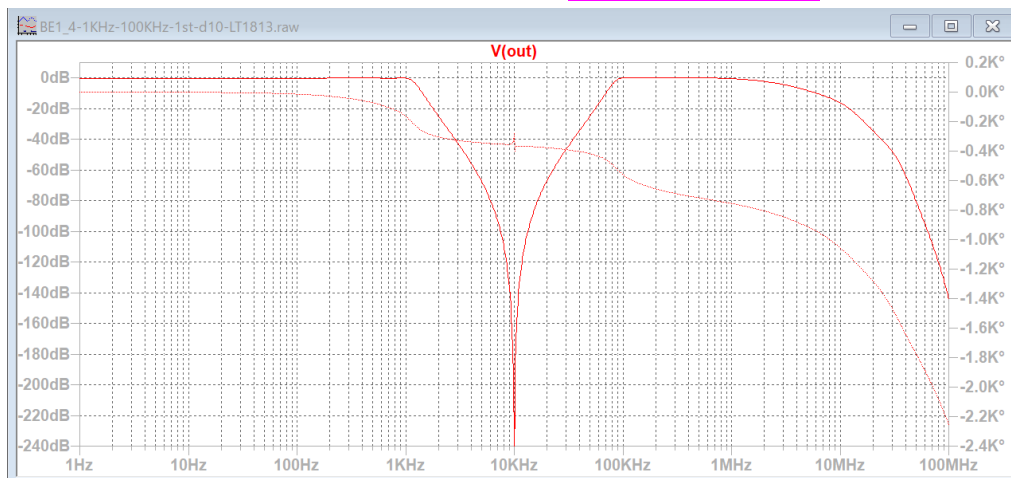
BE1\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-LT1226.asc 通過域のゲインに揺らぎが大きい



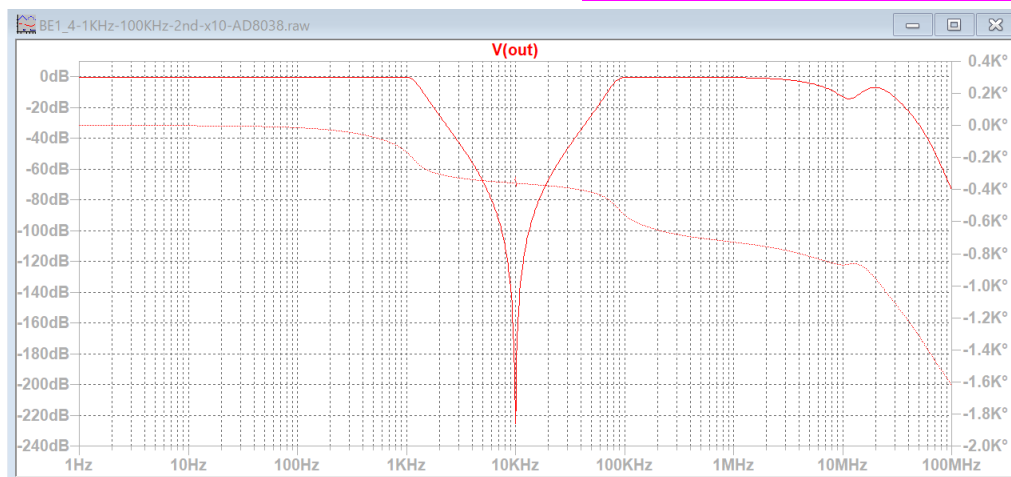
BE1\_4-1KHz-100KHz.asc Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

## LtAct ver.2.60 追加実験

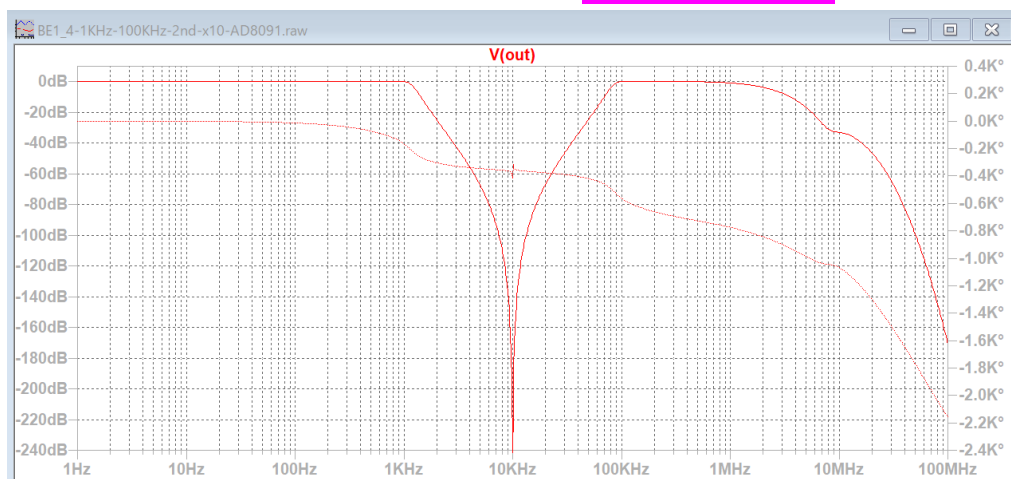
BE1\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-LT1813.asc 高域の通過域が狭い



BE1\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-AD8038.asc 通過域が狭く、ゲインの揺らぎがある



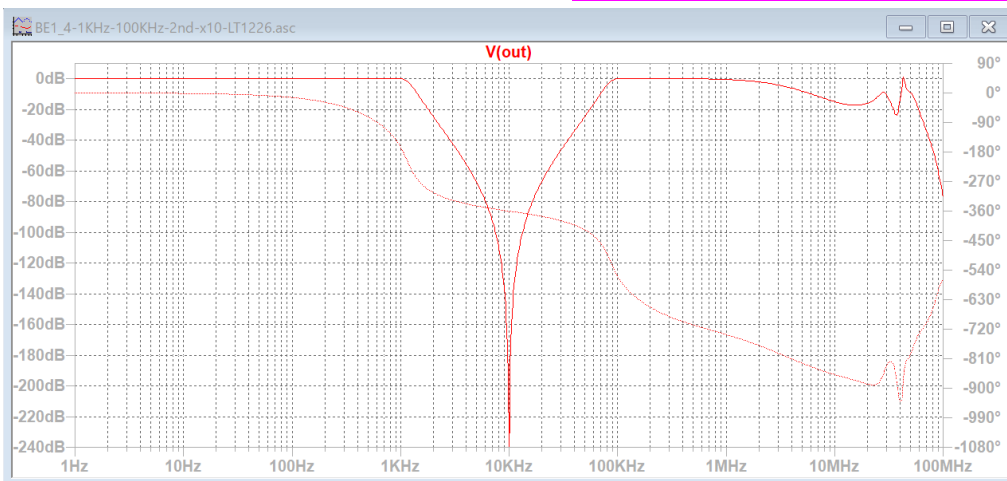
BE1\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-AD8091.asc 高域の通過域が狭い



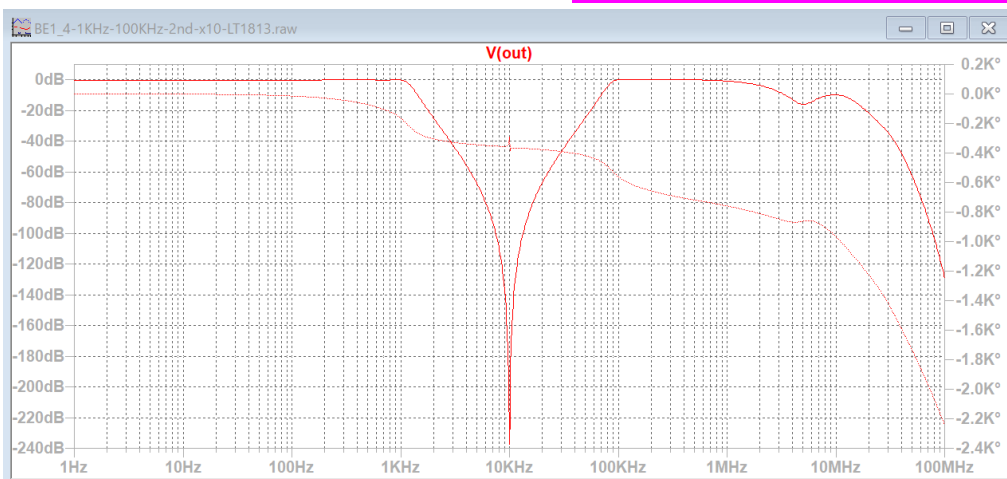
BE1\_4-1KHz-100KHz.asc Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

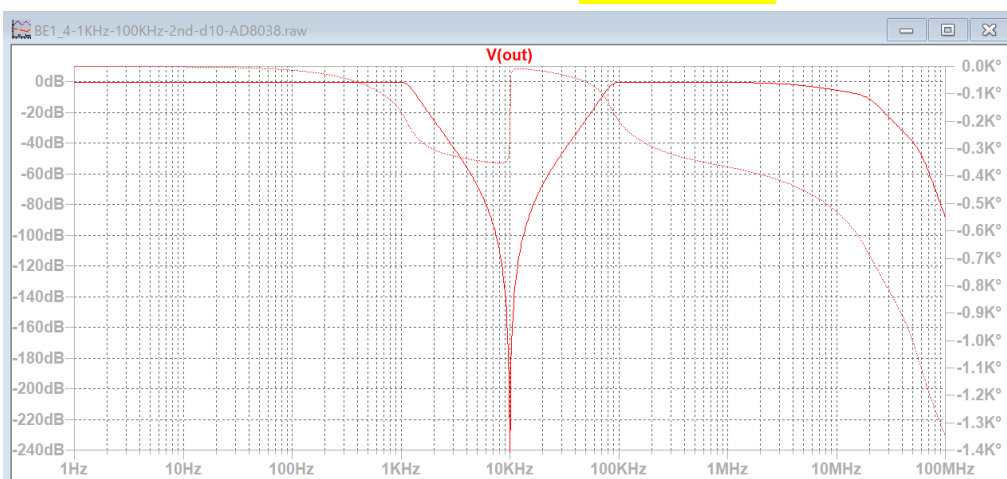
BE1\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-LT1226.asc 通過域が狭く、ゲインの揺らぎがある



BE1\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-LT1813.asc 通過域が狭く、ゲインの揺らぎがある



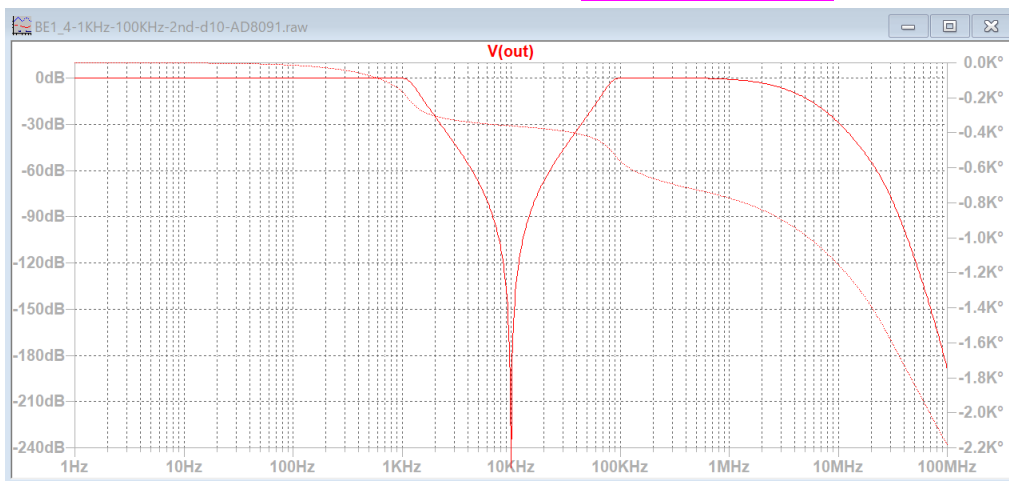
BE1\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-AD8038.asc 特性はやや良好



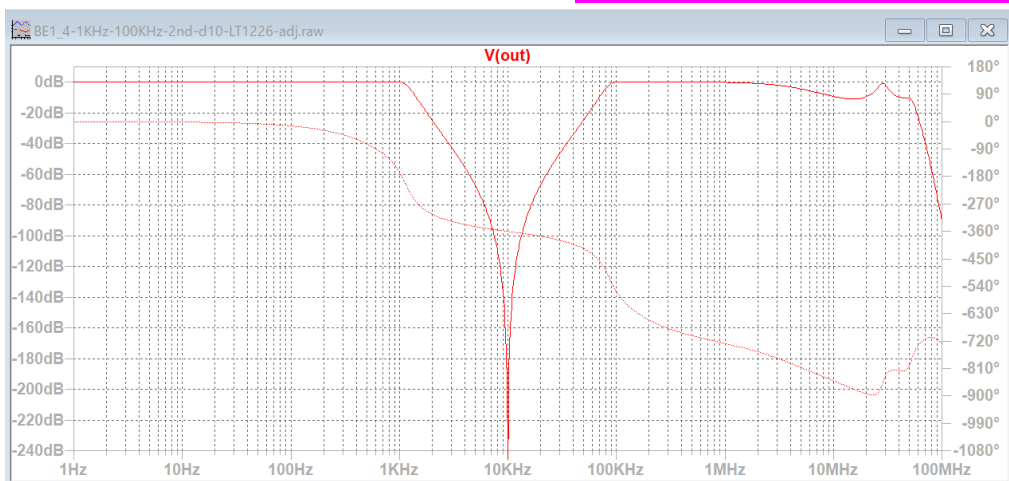
BE1\_4-1KHz-100KHz.asc Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

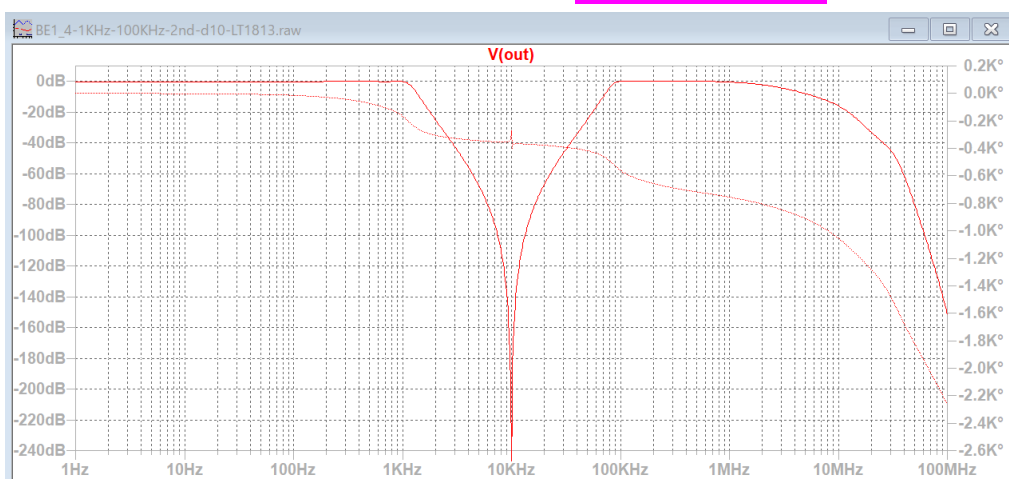
BE1\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-AD8091.asc 高域の通過域が狭い



BE1\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-LT1226.asc 通過域が狭く、ゲインの揺らぎがある



BE1\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-LT1813.asc 高域の通過域が狭い

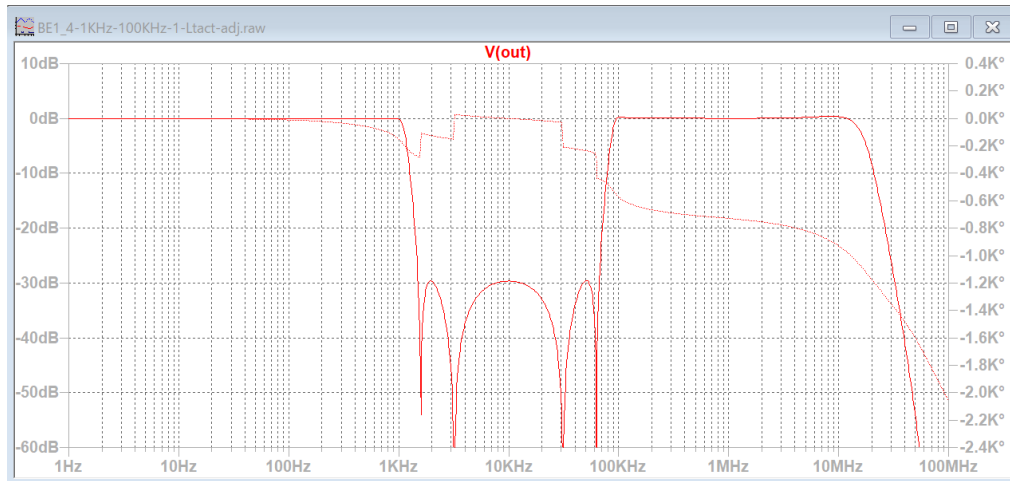


BE1\_4-1KHz-100KHz では、ADA4807-4 は広範囲のコンデンサで良好な結果が得られたが、オペアンプを交換すると良好な結果が得られるものは少なかった。

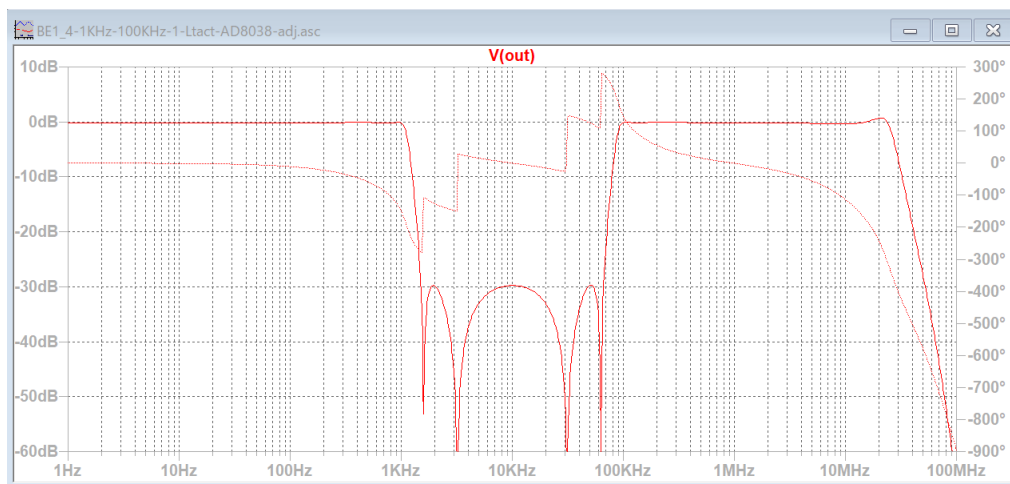
BE1\_4-1KHz-100KHz.asc Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

## 楕円関数（参照モード 1）の場合

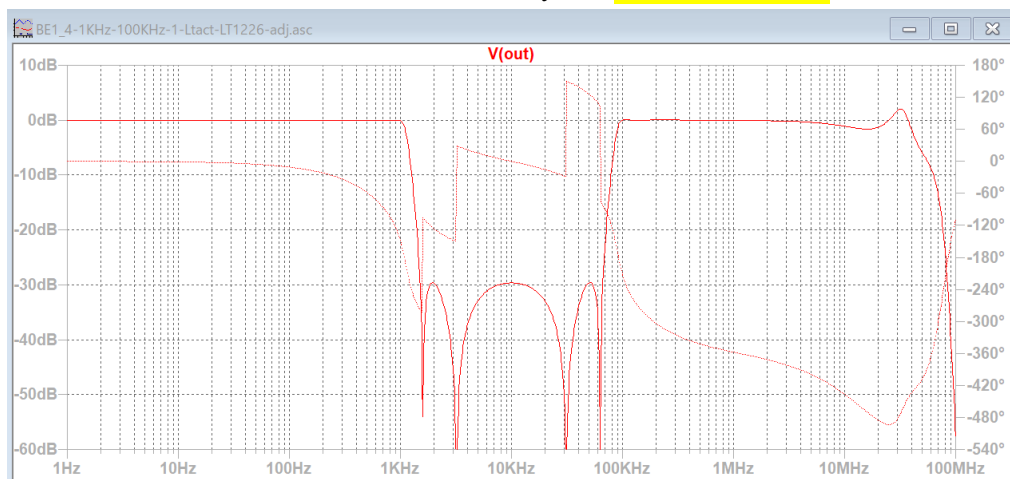
BE1\_4-1KHz-100KHz-1-Ltact-adj.asc 通過域 16.5MHz



BE1\_4-1KHz-100KHz-1-Ltact-AD8038-adj.asc 通過域 26.9MHz



BE1\_4-1KHz-100KHz-1-Ltact-LT1226-adj.asc 通過域 42.5MHz



BE1\_4-1KHz-100KHz.asc 楕円関数（参照モード 1）の場合



LtAct ver.2.60 追加実験

\* ++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Elliptic 次数=4

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 100.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 1.5000KHz Fs2 = 66.6667KHz atts = 29.66dB

2 次式の形式

$$Pn\_2 * s^2 + Pn\_3 * s + Pn\_4$$

Hn = -----

$$s^2 + Pn\_0 * s + Pn\_1$$

2 次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	171.7923K	314.4676G	3.8375	0	147.4682G
	Fc= 89.2500KHz Q= 3.2643 GB 積= 29.1335MegHz				
2	2.1567K	49.5614Meg	0.4689	0	190.1913Meg
	Fc= 1.1204KHz Q= 3.2643 GB 積= 365.7432KHz				
3	1.0000Meg	449.1619G	1.2561	0	196.4373G
	Fc= 106.6649KHz Q= 0.6702 GB 積= 7.1485MegHz				
4	8.7895K	34.6990Meg	0.4373	0	43.5839Meg
	Fc= 937.5156 Hz Q= 0.6702 GB 積= 62.8311KHz				

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE1\_4-1KHz-100KHz-1-Ltact.asc 作成日時 Mon Mar 15 06:45:12 2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=4

参照モード=1

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 100.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 1.5000KHz Fs2 = 66.6667KHz atts = 29.66dB

1 (et1) 「HP3-1-1」 Rb\_1(2 個)= 34.9657K Cb\_1(2 個)= 51.0000p 誤差=2.96 %

1 R1\_1 = 1.0000K R2\_1 = 1.0745K R3\_1 = 4.1233K R4\_1(5 個)= 8.7928K

誤差=6.02 %

2 (et1) 「HP3-0-1」 Rb\_2(2 個)= 14.2046K Cb\_2(2 個)= 10.0000n 誤差=5.60 %

2 R1\_2 = 1.0000K R2\_2 = 71.9532K R3\_2 = 33.7422K R4\_2(5 個)= 8.7928K

誤差=5.91 %

3 (et1) 「HP3-2-2」 Rb\_3(2 個)= 29.2569K Cb\_3(2 個)= 51.0000p 誤差=2.54 %

3 R1\_3 = 1.0000K R2\_3 = 351.8636 R3\_3 = 441.9605 R4\_3(5 個)= 1.0106K 誤

差=3.71 %

4 (et1) 「HP3-0-2」 Rb\_4(2 個)= 16.9762K Cb\_4(2 個)= 10.0000n 誤差=5.75 %

4 R1\_4 = 1.0000K R2\_4 = 2.9024K R3\_4 = 1.2693K R4\_4(5 個)= 1.0106K

誤差=4.27 %

BE1\_4-1KHz-100KHz.asc 楕円関数 (参照モード 1) の場合

LtAct ver.2.60 追加実験

BE2\_4-1KHz-100KHz.asc

バンドエリミネーション・楕円関数 4次 1KHz-100KHz

設計パラメータの入力

フィルタの種類 BEフィルタ

遮断特性 Elliptic

設計するフィルタの次数  $m(<=58)$  4

阻止帯域 下端の周波数  $F_{p1} : (F_{s1} = F_{p1} * X_s)$  1 KHz

阻止帯域 上端の周波数  $F_{p2} : (F_{s2} = F_{p2} / X_s)$  100 KHz

周波数  $F_{p1}, F_{p2}$  における減衰量又はリプル  $att_p$  0.1 dB

最低減衰量に達する周波数を  $F_{s1}$  として、 $X_s = F_{s1} / F_{p1}$  を次の範囲で  
入力して下さい  $1 < X_s < 10.0000$  1.5 倍

OK キャンセル

+++++++ 伝達関数の係数、カットオフ周波数、Q 値、GB 値 ++++++

アナログ Band Eject Elliptic 次数=4

 $F_{p1} = 1.0000\text{KHz}$   $F_{p2} = 100.0000\text{KHz}$   $att_p = 0.1000\text{dB}$  $F_{s1} = 1.5000\text{KHz}$   $F_{s2} = 66.6667\text{KHz}$   $atts = 29.66\text{dB}$ 

2次式の形式

$$P_{n\_2} * s^2 + P_{n\_3} * s + P_{n\_4}$$

Hn = -----

$$s^2 + P_{n\_0} * s + P_{n\_1}$$

2次式

n	Pn_0	Pn_1	Pn_2	Pn_3	Pn_4
1	171.7923K	314.4676G	3.8375	0	147.4682G
	Fc= 89.2500K Q= 3.2643 GB 積= 29.1335Meg				
2	2.1567K	49.5614Meg	0.4689	0	190.1913Meg
	Fc= 1.1204K Q= 3.2643 GB 積=365.7432K				
3	1.0000Meg	449.1619G	1.2561	0	196.4373G
	Fc= 106.6649K Q= 0.6702 GB 積= 7.1485Meg				
4	8.7895K	34.6990Meg	0.4373	0	43.5839Meg
	Fc= 937.5156 Q= 0.6702 GB 積= 62.8311K				

BE2\_4-1KHz-100KHz.asc



\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\準備 2\BE2\_4-1KHz-100KHz-Ltact\BE2\_4-1KHz-

100KHz-Ltact.asc 作成日時 Wed Mar 10 16:39:17 2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=4

参照モード=0

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 100.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 1.5000KHz Fs2 = 66.6667KHz atts = 29.66dB

1 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_1(2 個)= 68.0163K Cb\_1(2 個)= 75.0000p R1\_1 = 34.0082K

C1\_1 = 0.1500n 誤差=2.96 %

1 R2\_1 = 18.0000K C2\_1 = 1.7145p 誤差 = 4.99 %

1 R3\_1 = 16.7167K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.29 %

1 R4\_1 = 15.0204K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.14 %

2 (et2) 「LP4-0-1」 Rb\_2(2 個)= 38.1964 Cb\_2(2 個)= 1.3000u R1\_2 = 19.0982

C1\_2 = 2.6000u 誤差=6.44 %

2 R2\_2 = 13.1491K C2\_2 = 4.7000u 誤差 = 1.13 %

2 R3\_2 = 15.8878K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.71 %

2 R4\_2 = 14.9096K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.61 %

3 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_3(2 個)= 33.7156K Cb\_3(2 個)= 75.0000p R1\_3 = 16.8578K

C1\_3 = 0.1500n 誤差=5.51 %

3 R2\_3 = 20.0000K C2\_3 = 19.5795p 誤差 = 2.15 %

3 R3\_3 = 111.7308 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.55 %

3 R4\_3 = 18.9074K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 4.80 %

4 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_4(2 個)= 14.7312K Cb\_4(2 個)= 6.8000n R1\_4 = 7.3656K

C1\_4 = 13.6000n 誤差=5.11 %

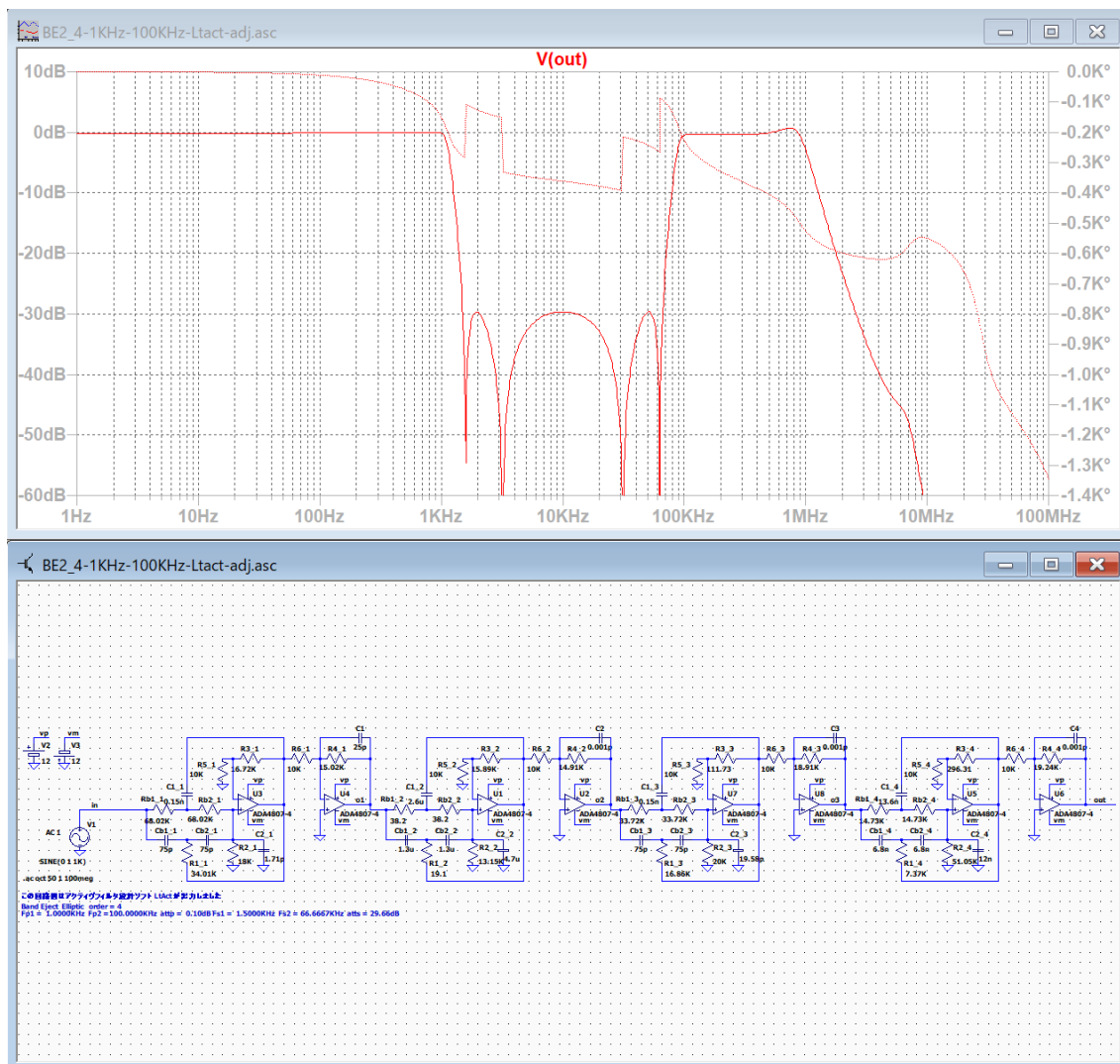
4 R2\_4 = 51.0543K C2\_4 = 12.0000n 誤差 = 0.11 %

4 R3\_4 = 296.3055 R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.25 %

4 R4\_4 = 19.2390K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.96 %

## 完成した回路図

BE2\_4-1KHz-100KHz-Ltact-adj.asc 通過域が狭い



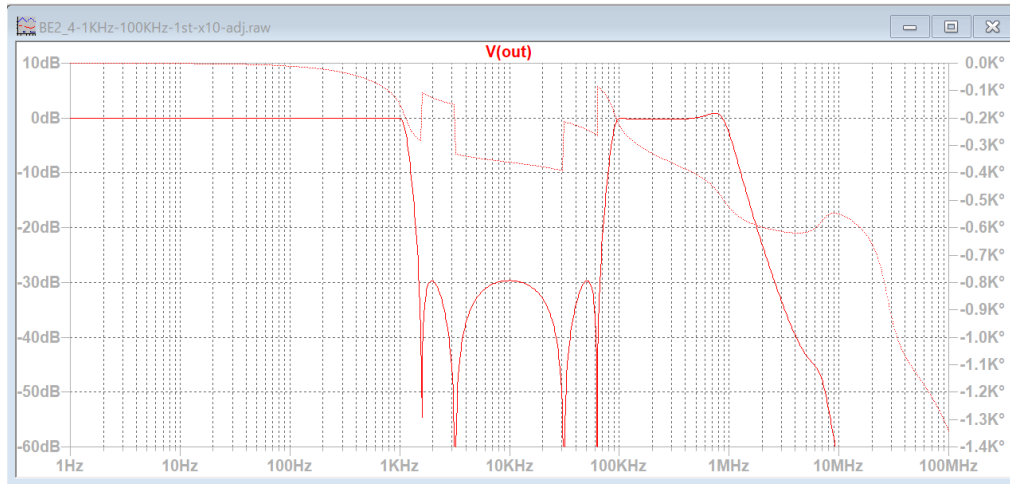
BE2\_4-1KHz-100KHz.asc

完成した回路図

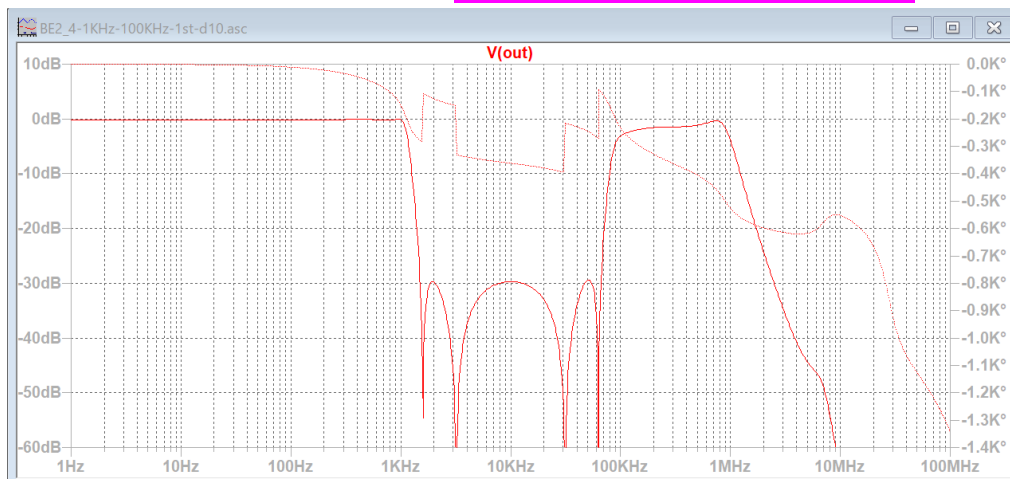
LtAct ver.2.60 追加実験

Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

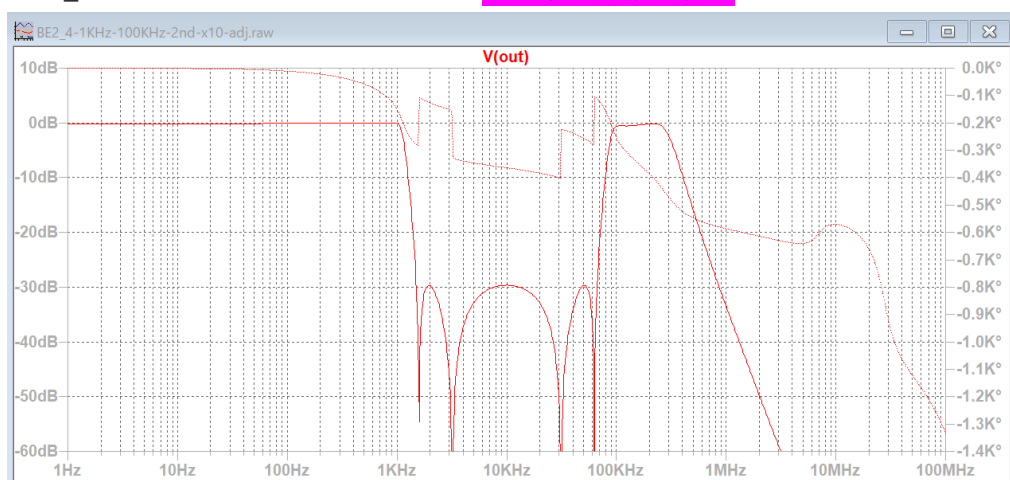
BE2\_4-1KHz-100KHz-1st-x10.asc 通過域が狭い



BE2\_4-1KHz-100KHz-1st-d10.asc 100KHz のゲインが-3dB に低下する



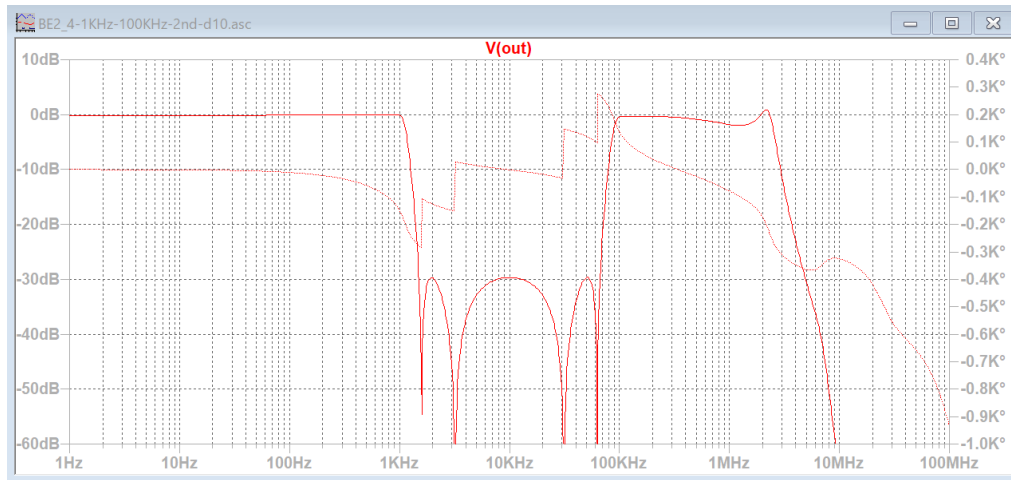
BE2\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10.asc 通過域が非常に狭い



BE2\_4-1KHz-100KHz.asc Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

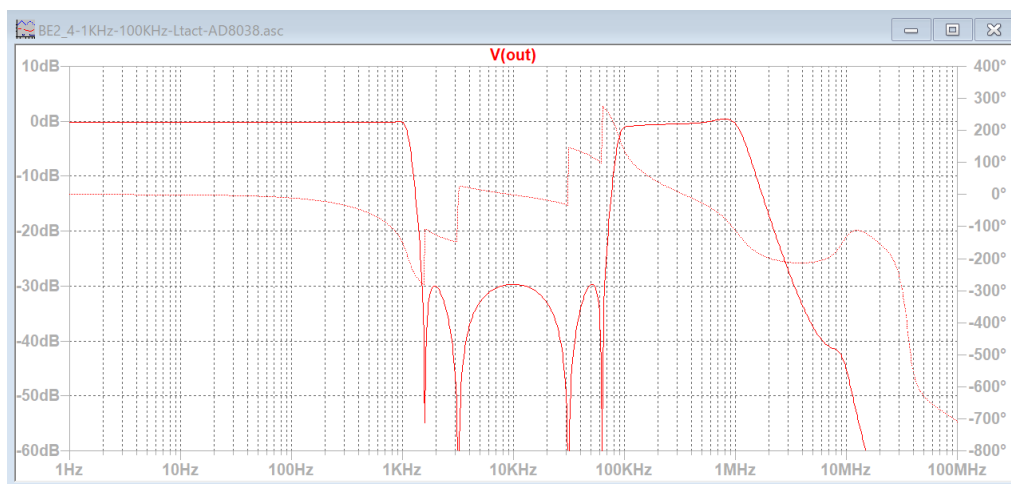
LtAct ver.2.60 追加実験

BE2\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10.asc 通過域がやや広い

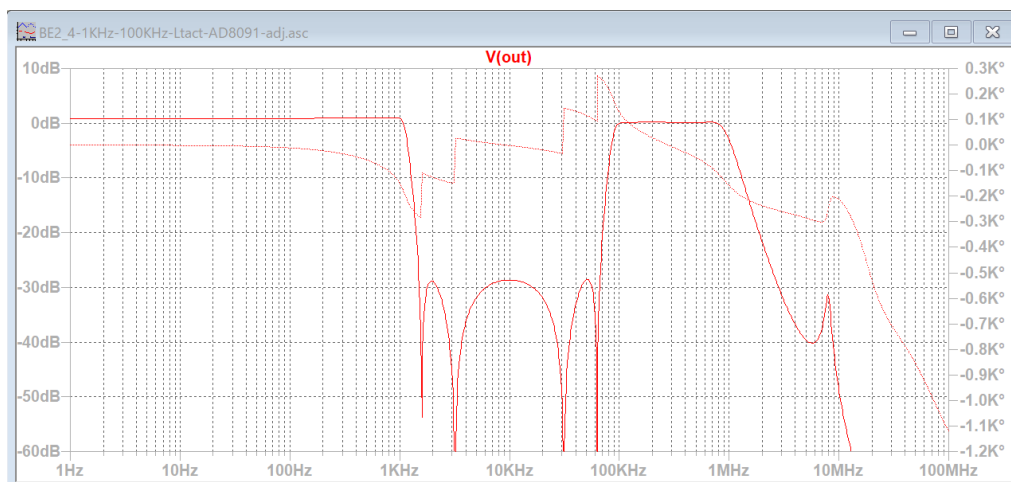


オペアンプを交換する場合

BE2\_4-1KHz-100KHz-Ltact-AD8038.asc 通過域が狭い



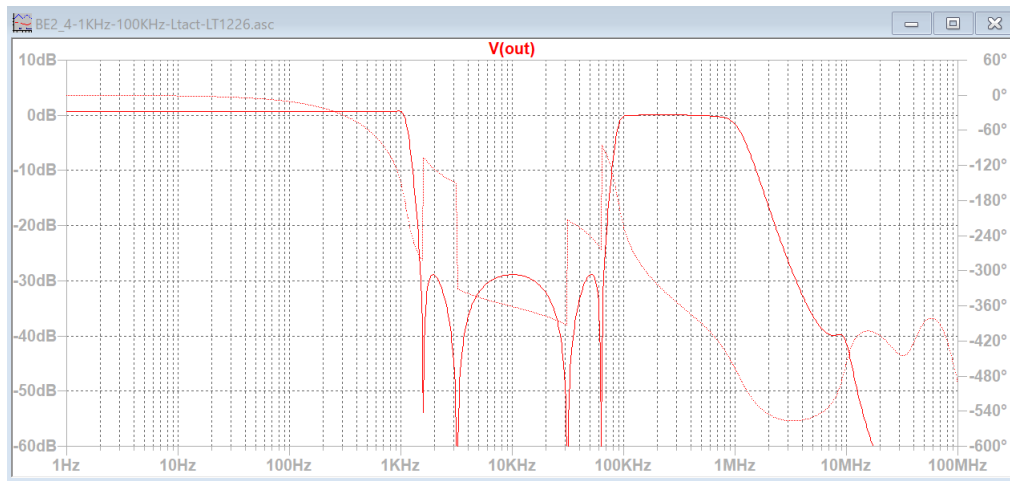
BE2\_4-1KHz-100KHz-Ltact-AD8091.asc 通過域が狭い



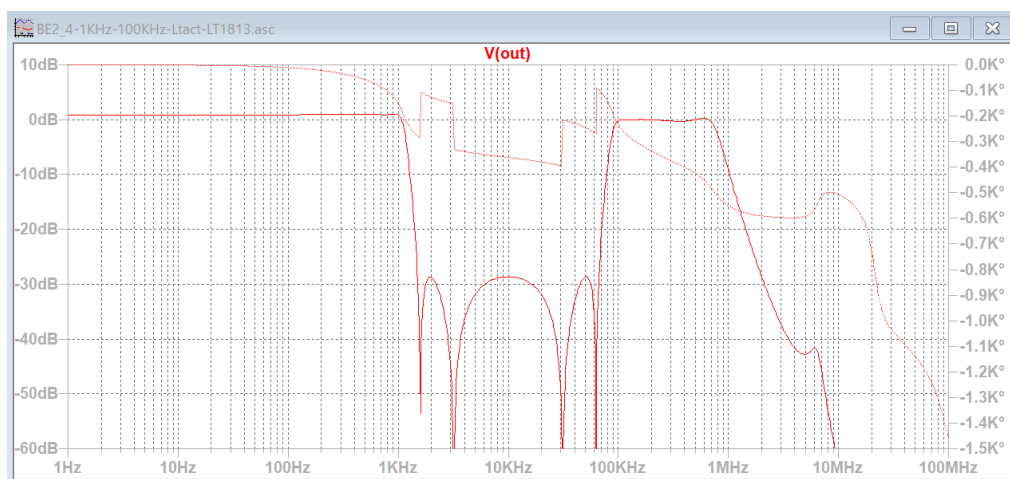
BE2\_4-1KHz-100KHz.asc オペアンプを交換する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

BE2\_4-1KHz-100KHz-Ltact-LT1226.asc 通過域が狭い

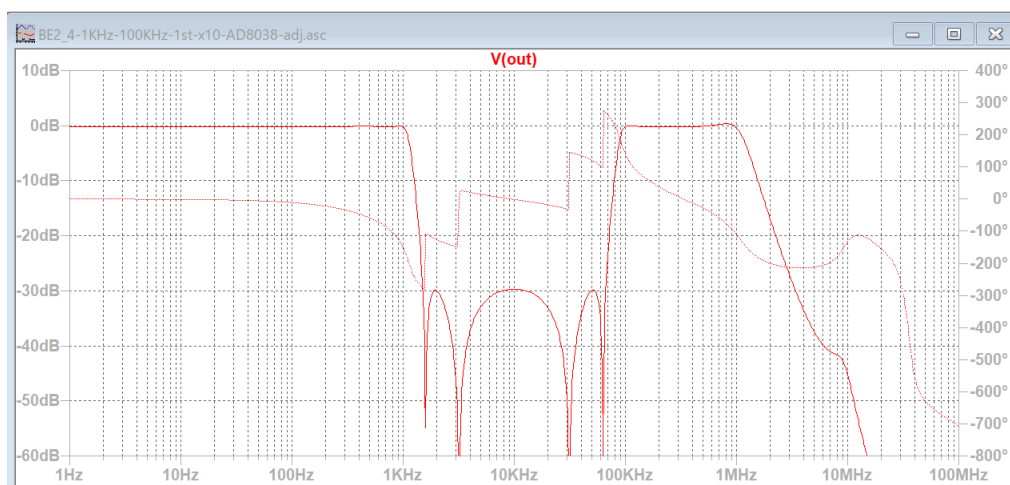


BE2\_4-1KHz-100KHz-Ltact-LT1813.asc 通過域が狭い



Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

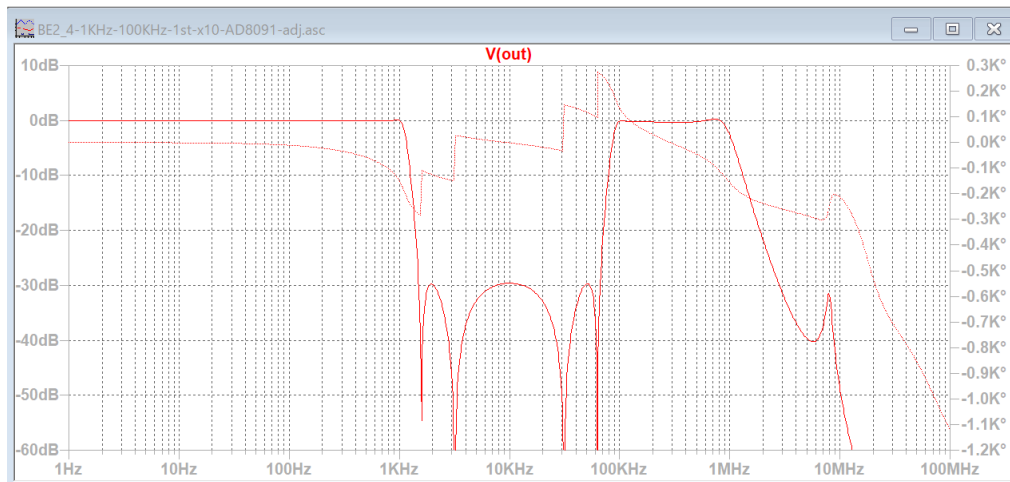
BE2\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-AD8038-adj.asc 通過域が狭い



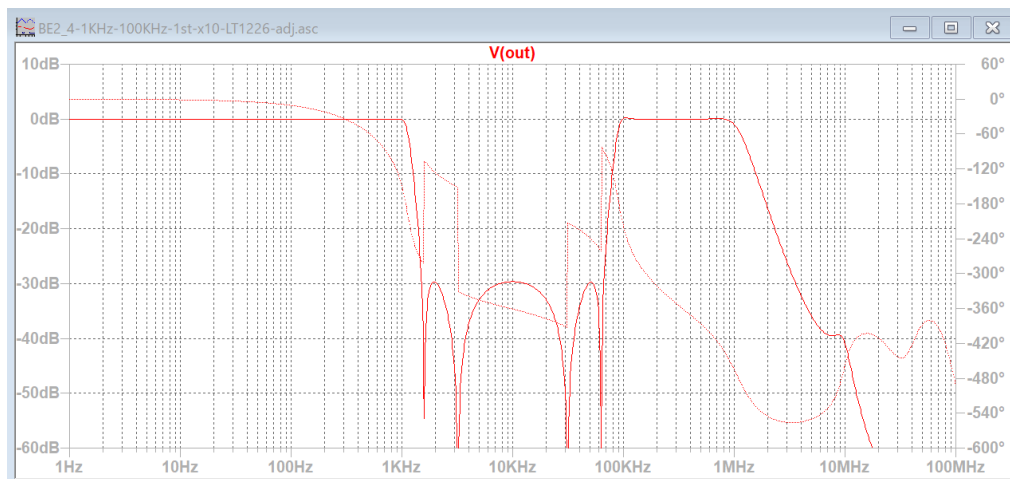
BE2\_4-1KHz-100KHz.asc Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

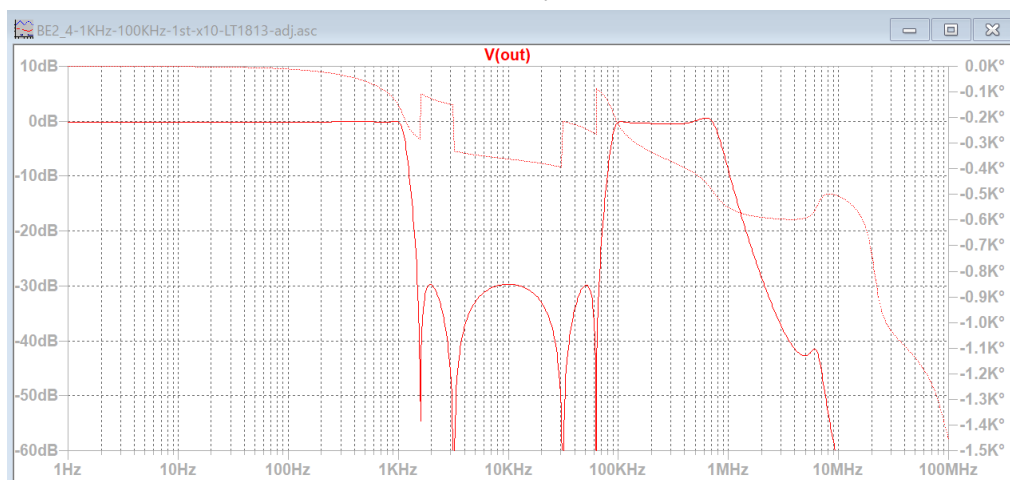
BE2\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-AD8091-adj.asc 通過域が狭い



BE2\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-LT1226-adj.asc 通過域が狭い

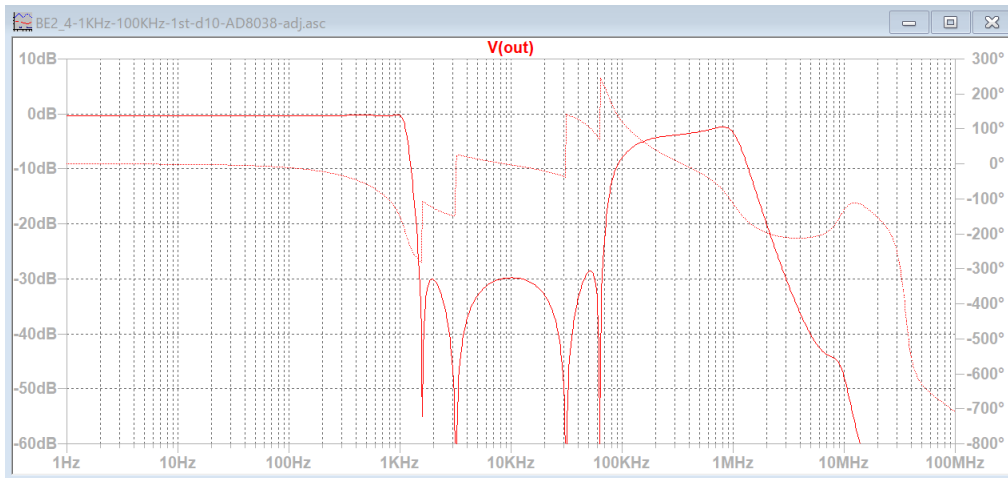


BE2\_4-1KHz-100KHz-1st-x10-LT1813-adj.asc 通過域が狭い

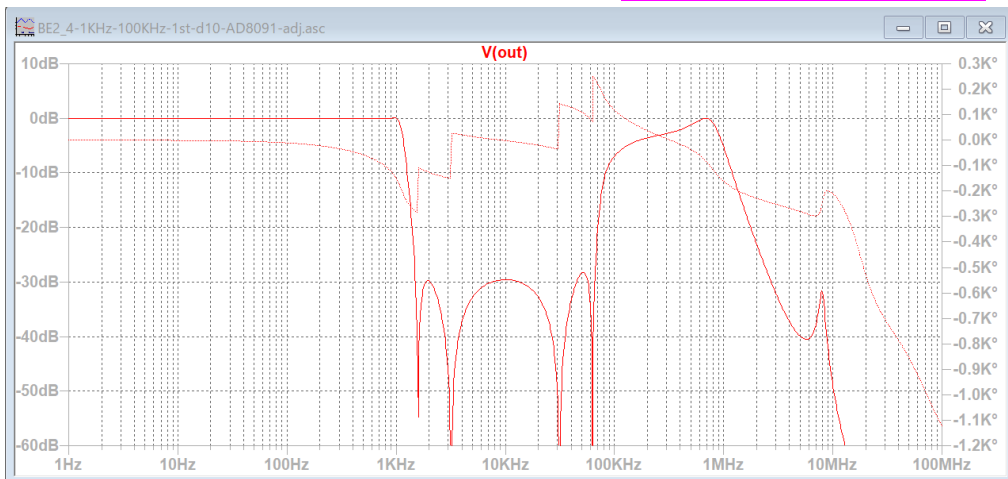


BE2\_4-1KHz-100KHz.asc Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

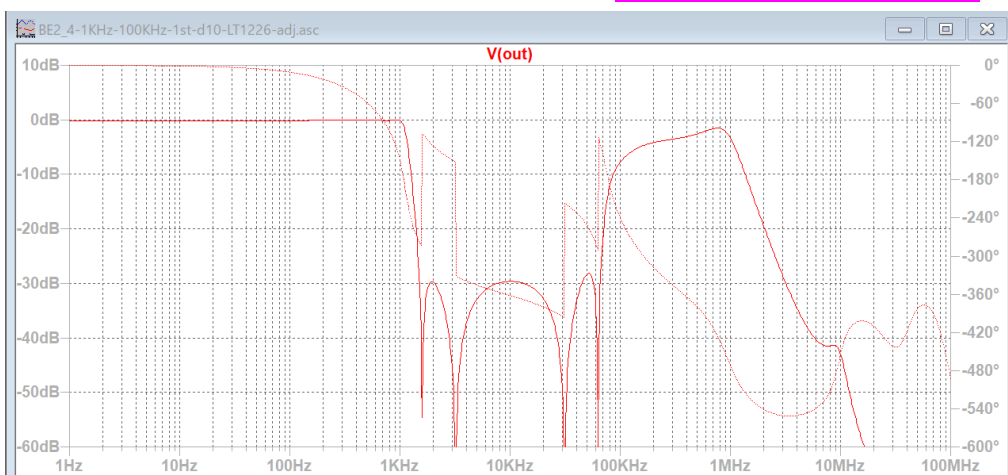
BE2\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-AD8038-adj.asc 高域のゲインが低下している



BE2\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-AD8091-adj.asc 高域のゲインが低下している



BE2\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-LT1226-adj.asc 高域のゲインが低下している

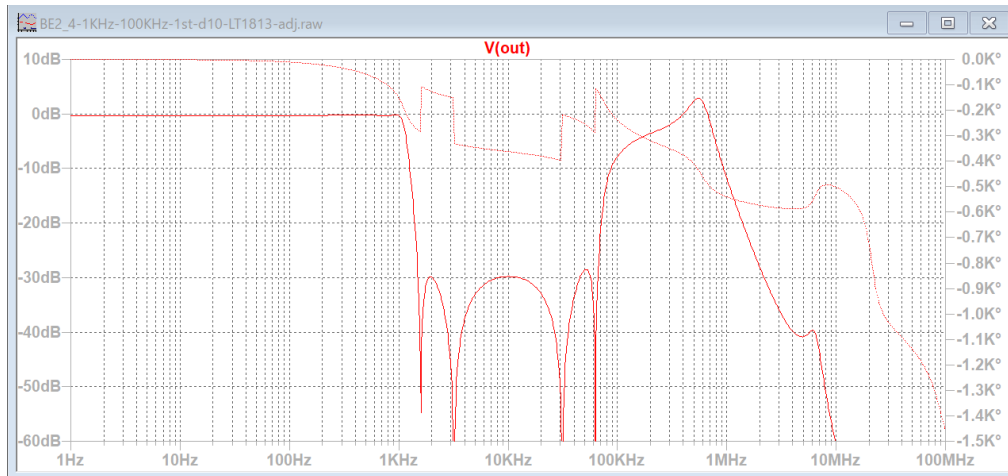


BE2\_4-1KHz-100KHz.asc Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

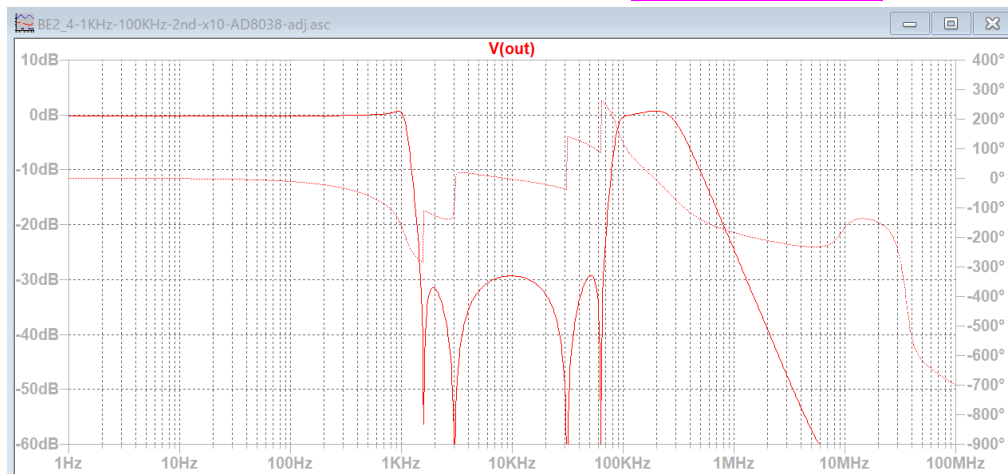


LtAct ver.2.60 追加実験

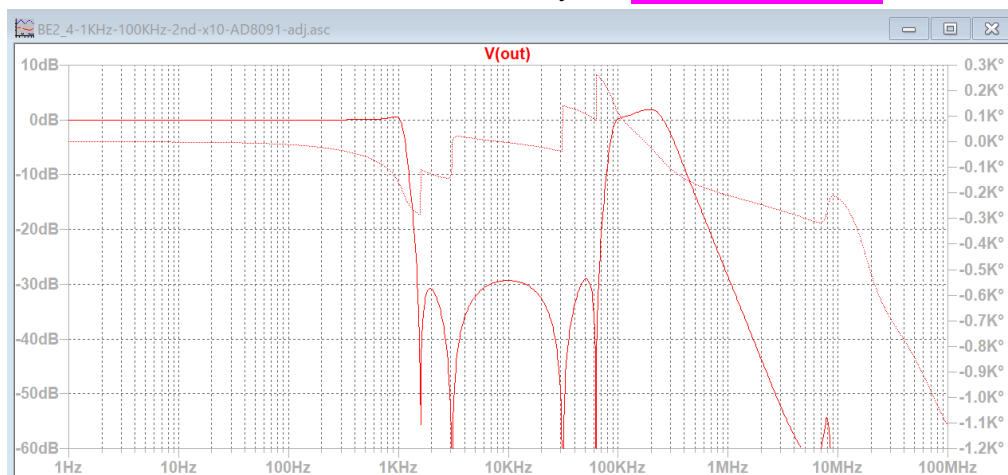
BE2\_4-1KHz-100KHz-1st-d10-LT1813-adj.asc 高域のゲインが低下している



BE2\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-AD8038-adj.asc 通過域が非常に狭い



BE2\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-AD8091-adj.asc 通過域が非常に狭い

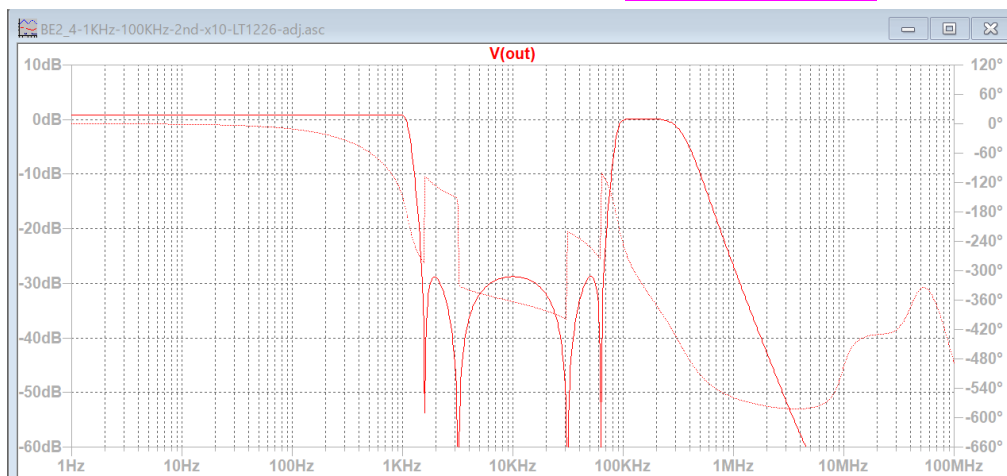


BE2\_4-1KHz-100KHz.asc Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

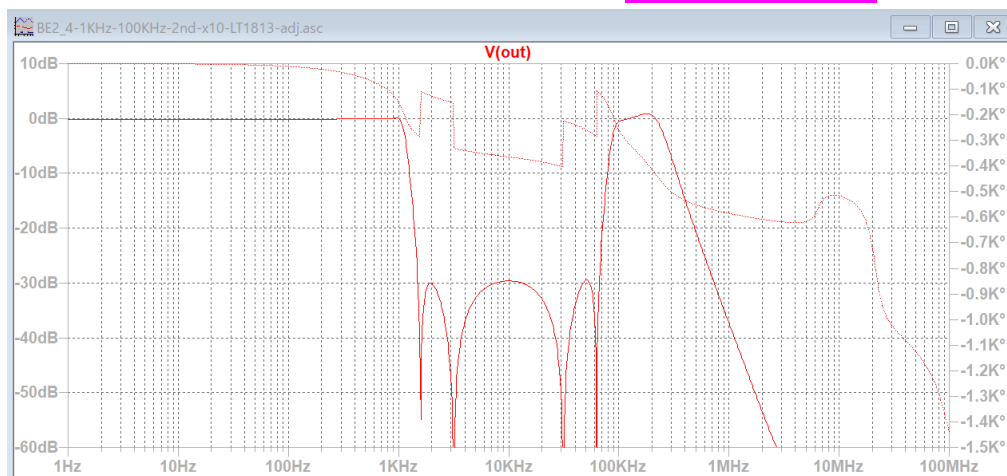


LtAct ver.2.60 追加実験

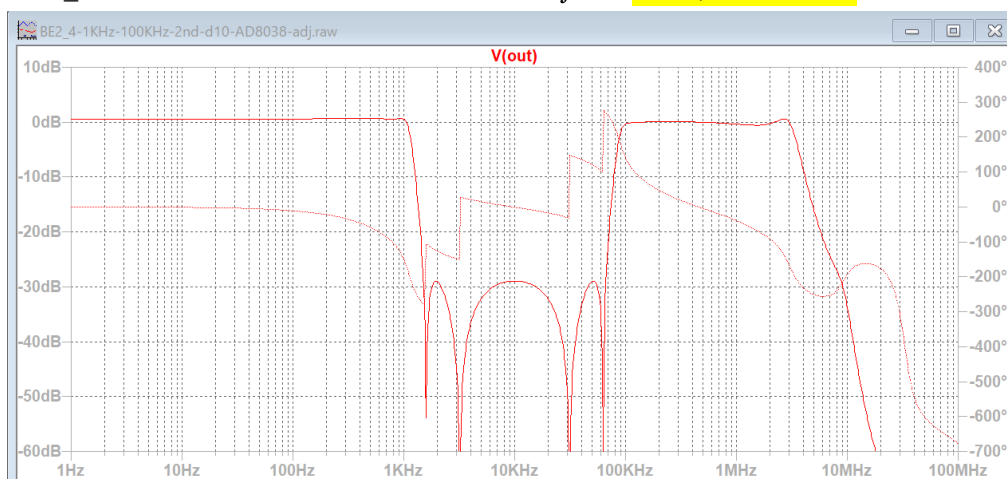
BE2\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-LT1226-adj.asc 通過域が非常に狭い



BE2\_4-1KHz-100KHz-2nd-x10-LT1813-adj.asc 通過域が非常に狭い



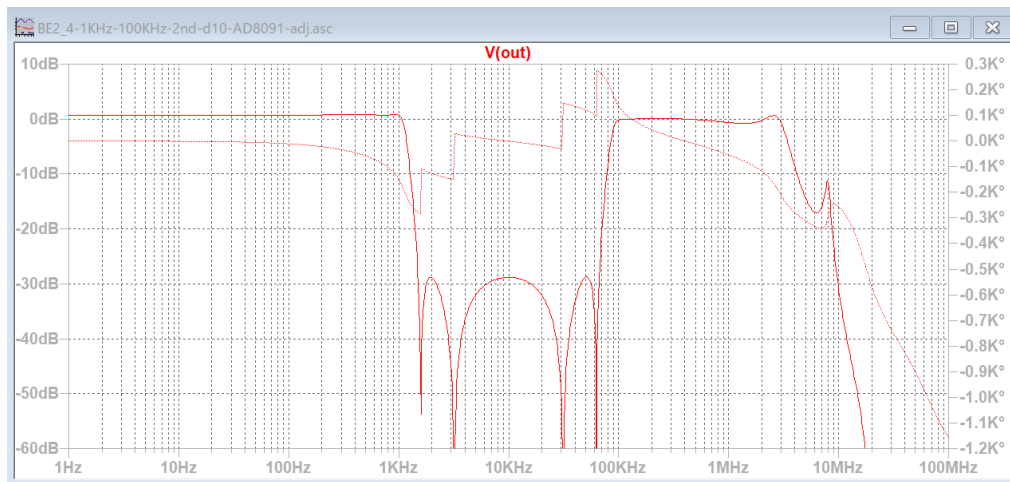
BE2\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-AD8038-adj.asc 通過域がやや広い



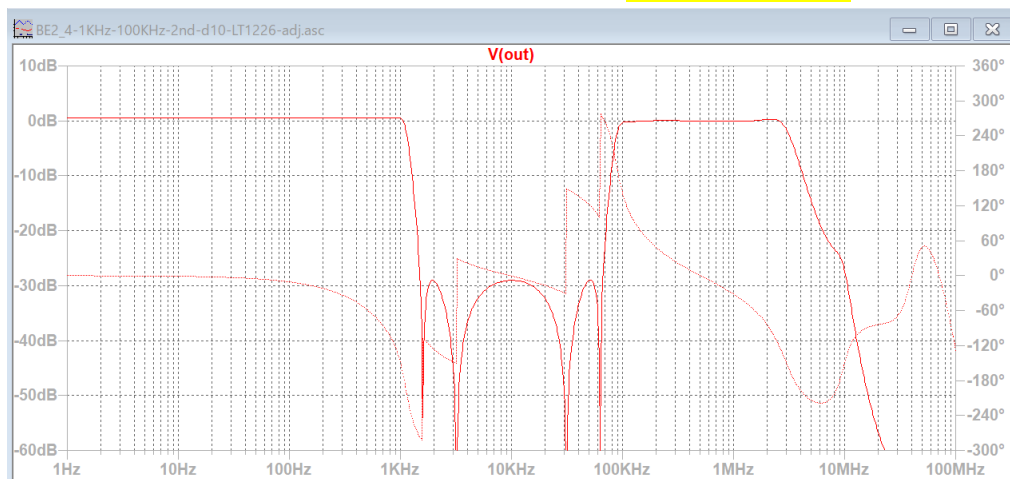
BE2\_4-1KHz-100KHz.asc Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

LtAct ver.2.60 追加実験

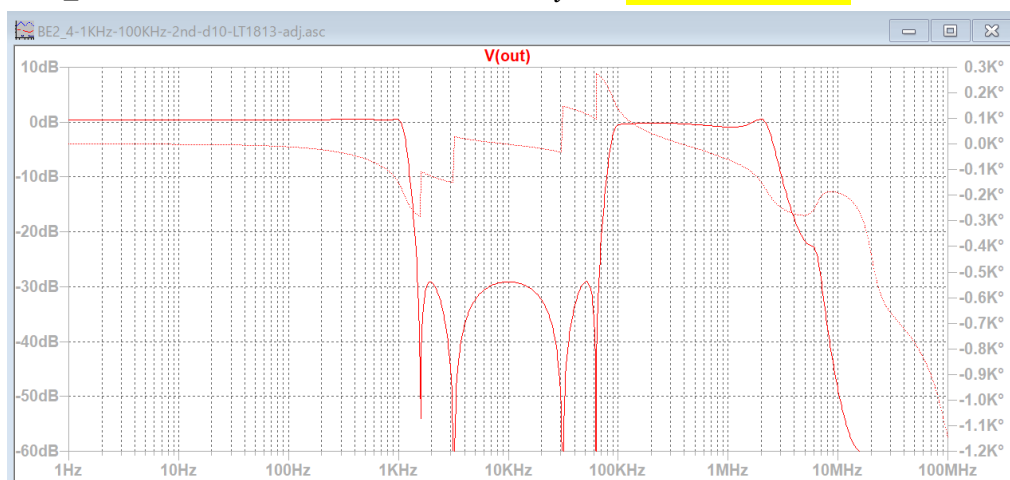
BE2\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-AD8091-adj.asc 通過域がやや広い



BE2\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-LT1226-adj.asc 通過域がやや広い



BE2\_4-1KHz-100KHz-2nd-d10-LT1813-adj.asc 通過域がやや広い

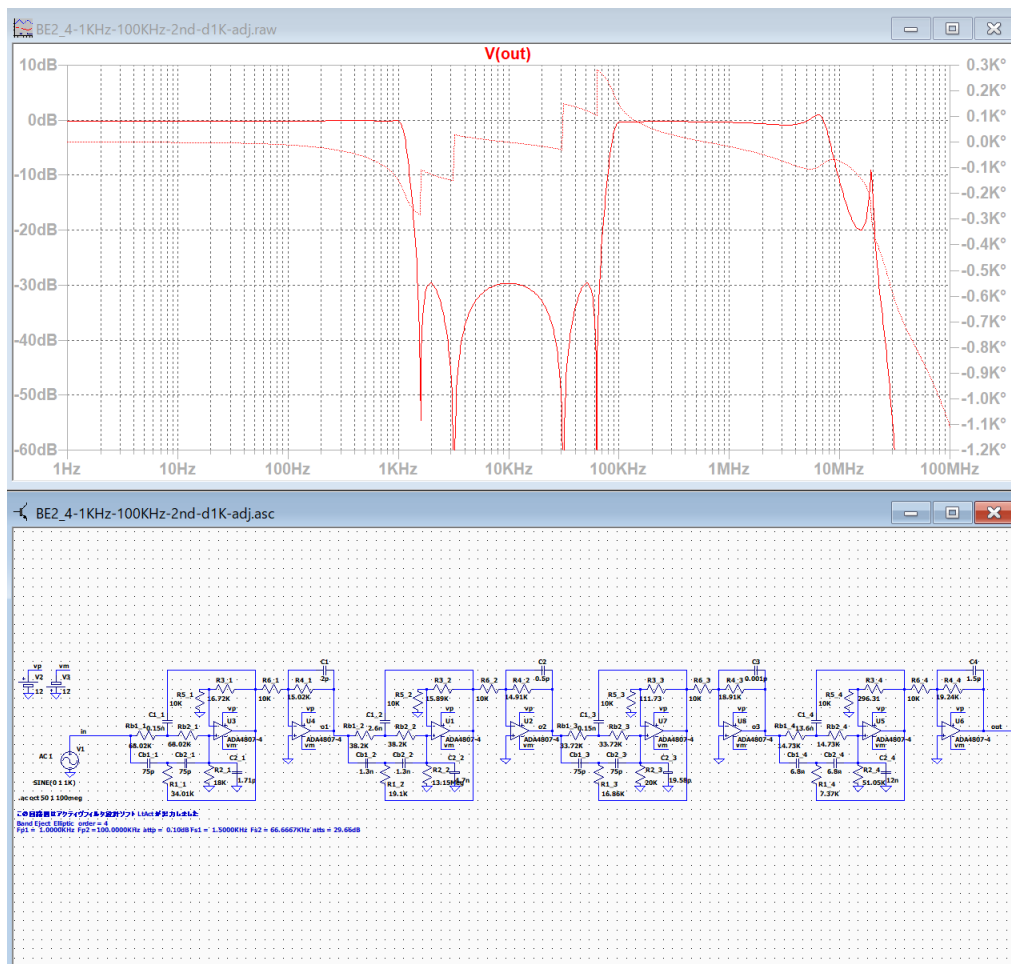


BE2\_4-1KHz-100KHz は通過域が最大でも 3MHz しかない。

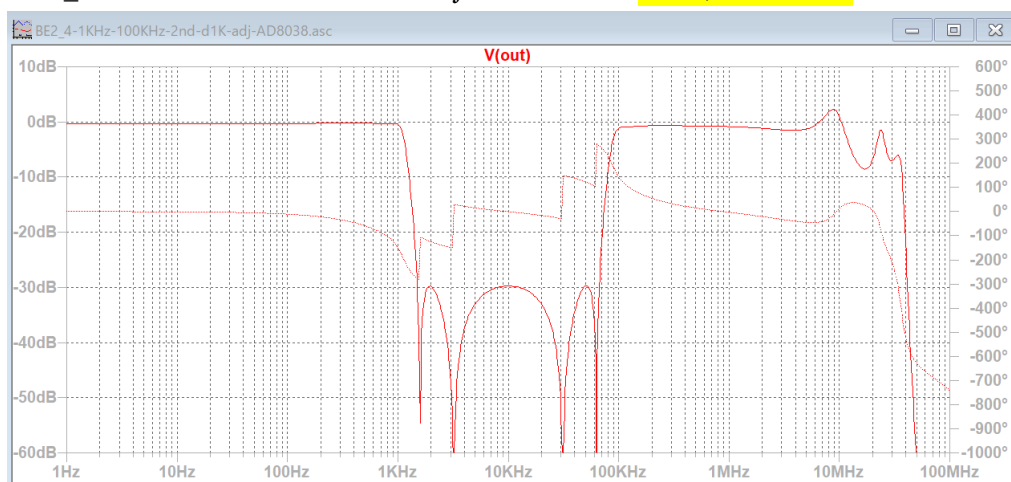
BE2\_4-1KHz-100KHz.asc Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

Cb1\_2 = 1.3u を 1/1000 倍の 1.3n に設定すると、通過域が広がった。

BE2\_4-1KHz-100KHz-2nd-d1K-adj.asc 通過域 8MHz



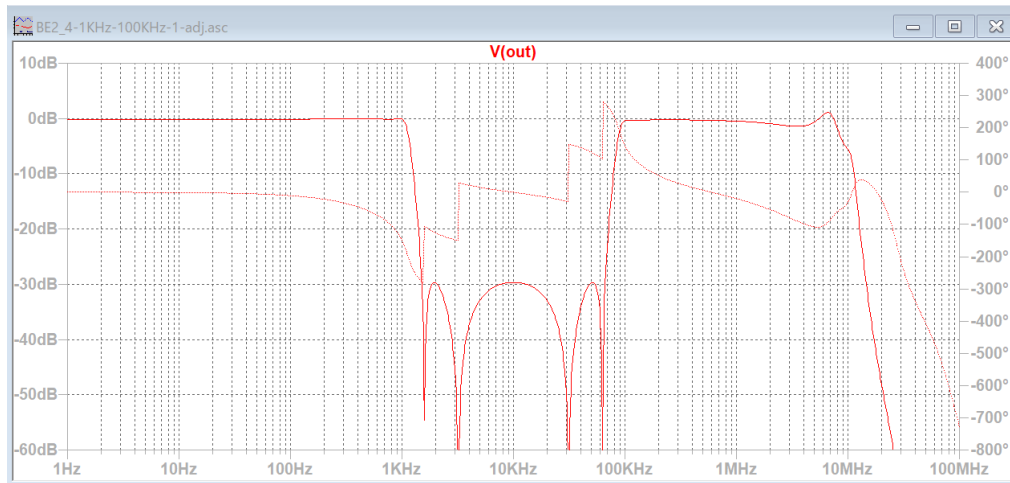
BE2\_4-1KHz-100KHz-2nd-d1K-adj-AD8038.asc 通過域 11.7MHz



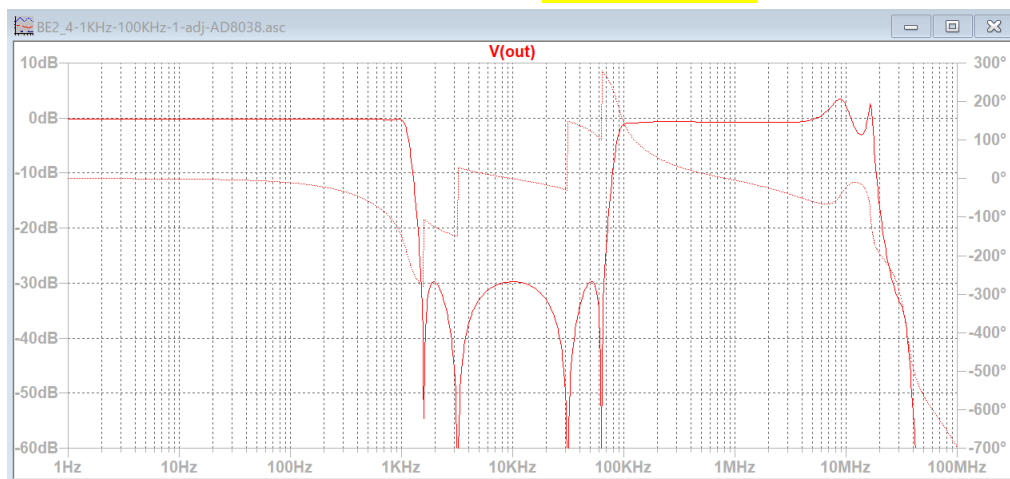
BE2\_4-1KHz-100KHz.asc Cb1\_1 または Cb1\_2 を増減する場合

参照モードを 1 に切り替えると、

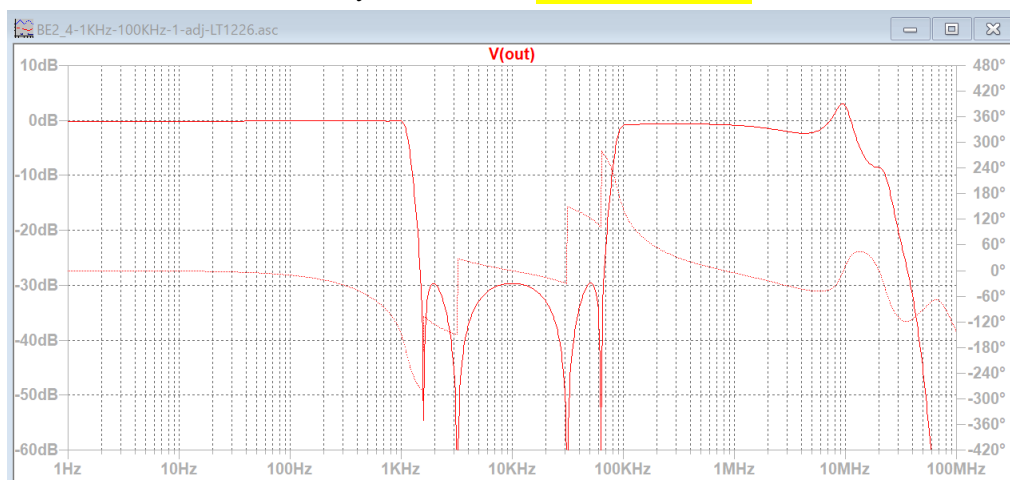
BE2\_4-1KHz-100KHz-1-adj.asc 通過域 8.5MHz



BE2\_4-1KHz-100KHz-1-adj-AD8038.asc 通過域 17.6MHz



BE2\_4-1KHz-100KHz-1-adj-LT1226.asc 通過域 12.5MHz



BE2\_4-1KHz-100KHz.asc 参照モードを 1 に切り替えると、

\*\*\*\*\* 回路の構成と素子値 \*\*\*\*\*

回路図ファイル名 E:\LT test\BE2\_4-1KHz-100KHz-1.asc 作成日時 Sun Mar 14

13:00:37 2021

アナログ Band Eject Elliptic 次数=4

参照モード=1

Fp1 = 1.0000KHz Fp2 = 100.0000KHz attp = 0.1000dB

Fs1 = 1.5000KHz Fs2 = 66.6667KHz atts = 29.66dB

1 (et2) 「HP4-1-1」 Rb\_1(2 個)= 68.0163K Cb\_1(2 個)= 75.0000p R1\_1 = 34.0082K

C1\_1 = 0.1500n 誤差=2.96 %

1 R2\_1 = 18.0000K C2\_1 = 1.7145p 誤差 = 4.99 %

1 R3\_1 = 16.7167K R5\_1 = 10.0000K 誤差 = 4.29 %

1 R4\_1 = 15.0204K R6\_1 = 10.0000K 誤差 = 0.14 %

2 (et2) 「HP4-0-1」 Rb\_2(2 個)= 18.3909K Cb\_2(2 個)= 2.7000n R1\_2 = 9.1954K

C1\_2 = 5.4000n 誤差=4.39 %

2 R2\_2 = 1.3426Meg C2\_2 = 10.0000n 誤差 = 3.18 %

2 R3\_2 = 16.3361K R5\_2 = 10.0000K 誤差 = 2.06 %

2 R4\_2 = 14.9704K R6\_2 = 10.0000K 誤差 = 0.20 %

3 (et2) 「HP4-1-2」 Rb\_3(2 個)= 33.7156K Cb\_3(2 個)= 75.0000p R1\_3 = 16.8578K

C1\_3 = 0.1500n 誤差=5.51 %

3 R2\_3 = 20.0000K C2\_3 = 19.5795p 誤差 = 2.15 %

3 R3\_3 = 111.7308 R5\_3 = 10.0000K 誤差 = 1.55 %

3 R4\_3 = 18.9074K R6\_3 = 10.0000K 誤差 = 4.80 %

4 (et2) 「HP4-0-2」 Rb\_4(2 個)= 14.7312K Cb\_4(2 個)= 6.8000n R1\_4 = 7.3656K

C1\_4 = 13.6000n 誤差=5.11 %

4 R2\_4 = 51.0543K C2\_4 = 12.0000n 誤差 = 0.11 %

4 R3\_4 = 296.3055 R5\_4 = 10.0000K 誤差 = 1.25 %

4 R4\_4 = 19.2390K R6\_4 = 10.0000K 誤差 = 3.96 %

参照モードを 0 から 1 にすると、ブロックの Q 値に応じてコンデンサ値が変化する。

$Q \geq 3.5$  なら 1/1500 倍に、 $Q \geq 1.5$  なら 1/500 倍に、 $Q < 1.5$  なら 1/50 倍に変化する。実際の倍率はカットオフ周波数により変化する。

結果的に、第 2 ブロックの Q 値が  $Q = 3.2643$  なので、Cb\_2 が 1.3u から 2.7n に 1/481 倍に変化して通過域が広がった。

BE2\_4-1KHz-100KHz.asc 参照モードを 1 に切り替えると、

## 基本回路とコンデンサの推奨値

LtAct ver.2.10 ～ ver.2.60

LtAct ver.2.10 コンデンサの推奨値

LP1 C1\_1の値

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	10n	1n	0.5n
10	1n	0.1n	0.1n
100	1n	1n	0.1n
1000	1n	1n	0.1n

LP2 C1\_1の値

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	10n	1n	1n
10	1n	1n	1n
100	1n	1n	0.1n
1000	1n	0.1n	0.1n

LP3(et1) Cb1\_1の値 LtAct ver.2.10

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	100n	82n	30n
10	12n	9n	4n
100	1.2n	0.9n	0.4n
1000	0.18n	0.1n	40p

LP4(et2) Cb1\_1の値 LtAct ver.2.10

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1.5u	0.5u	50n
10	0.1u	50n	10n
100	10n	5n	1n
1000	1n	500p	100p

HP1 C1\_1の値

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	50p	50p	50p
1000	30p	30p	30p

HP2 C1\_1の値

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	50p	50p	50p
1000	30p	30p	30p

HP3(et1) Cb1\_1の値

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	50p	50p	50p
1000	30p	30p	30p

HP4(et2) Cb1\_1の値

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	75p	75p	75p
1000	200p	200p	200p

LtAct ver.2.10 コンデンサの推奨値

BP1 C1\_1の値

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	50p	50p	50p
1000	30p	30p	30p

BP2 C1\_1の値

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	50p	50p	50p
1000	30p	30p	30p

BP3(et1) Cb1\_1の値 奇数ブロック用

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	100n	82n	30n
10	12n	9n	4n
100	1.2n	0.9n	0.4n
1000	0.18n	0.1n	40p

BP4(et2) Cb1\_1の値 奇数ブロック用

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1.5u	0.5u	50n
10	0.1u	50n	10n
100	10n	5n	1n
1000	1n	500p	100p

BP3(et1) Cb1\_1の値 偶数ブロック用

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	50p	50p	50p
1000	30p	30p	30p

BP4(et2) Cb1\_1の値 偶数ブロック用

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	75p	75p	75p
1000	200p	200p	200p



LtAct ver.2.10 コンデンサの推奨値

BE1(et1)      Cb1\_1の値      奇数ブロック用

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	50p	50p	50p
1000	30p	30p	30p

BE2(et2)      Cb1\_1の値      奇数ブロック用

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1n	1n	1n
10	100p	100p	100p
100	75p	75p	75p
1000	200p	200p	200p

BE1(et1)      Cb1\_1の値      偶数ブロック用

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	100n	82n	30n
10	12n	9n	4n
100	1.2n	0.9n	0.4n
1000	0.18n	0.1n	40p

BE2(et2)      Cb1\_1の値      偶数ブロック用

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	1.5u	0.5u	50n
10	0.1u	50n	10n
100	10n	5n	1n
1000	1n	500p	100p

lp1 (1次)      C1の値

周波数 KHz	
1	1n
10	0.1n
100	10p
1000	10p

hp1 (1次)      C1の値

周波数 KHz	
1	1n
10	0.1 n
100	10 p
1000	10p

LP3(et1)      Cb1\_1の値      LtAct ver.1.45

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	10u	8.2u	3u
10	1.2u	0.9u	0.4u
100	120n	90n	40n
1000	18n	10n	4n

LP4(et2)      Cb1\_1の値      LtAct ver.1.45

周波数 KHz	Q = 5	Q = 2	Q = 1
1	3u	1u	0.1u
10	0.2u	0.1u	20n
100	20n	10n	2n
1000	2n	1n	0.2n

フィルタ 基本回路

ローパス 次数 $n = 2m(+1)$	バターワース 及び チェビシェフ	逆チェビシェフ 及び 楕円関数
ファイル名 →	LP1_n $n = 2m(+1)$	LP3_n $n = 2m(+1)$
回路構成 →	(lp1 +) LP1 * m	(lp1 +) et1 * m
ファイル名 →	LP2_n $n = 2m(+1)$	LP4_n $n = 2m(+1)$
回路構成 →	(lp1 +) LP2 * m	(lp1 +) et2 * m
ハイパス 次数 $n = 2m(+1)$	バターワース 及び チェビシェフ	逆チェビシェフ 及び 楕円関数
ファイル名 →	HP1_n $n = 2m(+1)$	HP3_n $n = 2m(+1)$
回路構成 →	(hp1 +) HP1 * m	(hp1 +) et1 * m
ファイル名 →	HP2_n $n = 2*m(+1)$	HP4_n $n = 2m(+1)$
回路構成 →	(hp1 +) HP2 * m	(hp1 +) et2 * m
バンドパス 次数 $n = 2m(+1)$	バターワース 及び チェビシェフ	逆チェビシェフ 及び 楕円関数
ファイル名 →	BP1_n	BP3_n $n = 2m(+1)$
回路構成 →	BP1 * n	(BP2+) et1 * 2m
ファイル名 →	BP2_n	BP4_n $n = 2m(+1)$
回路構成 →	BP2 * n	(BP2+) et2 * 2m
バンドエリミネーション 次数 n	バターワース 及び チェビシェフ	逆チェビシェフ 及び 楕円関数
ファイル名 →	BE1_n	BE1_n
回路構成 →	et1 * n	et1 * n
ファイル名 →	BE2_n	BE2_n
回路構成 →	et2 * n	et2 * n

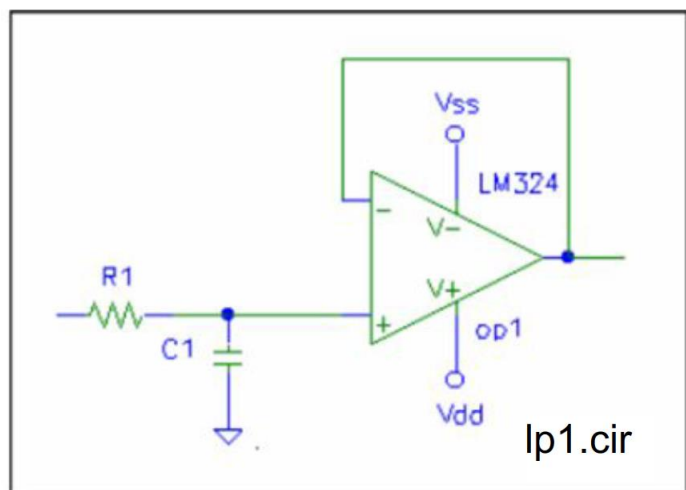


図 2-1 1次のローパスフィルタ基本回路1 lp1\_1.cir

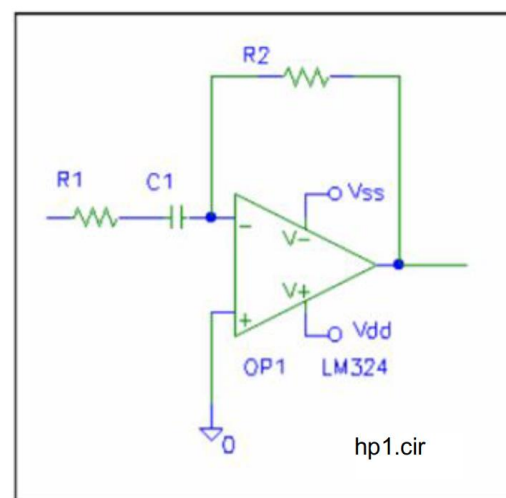


図 4-1 1次のハイパスフィルタ基本回路1 hp1\_1.cir

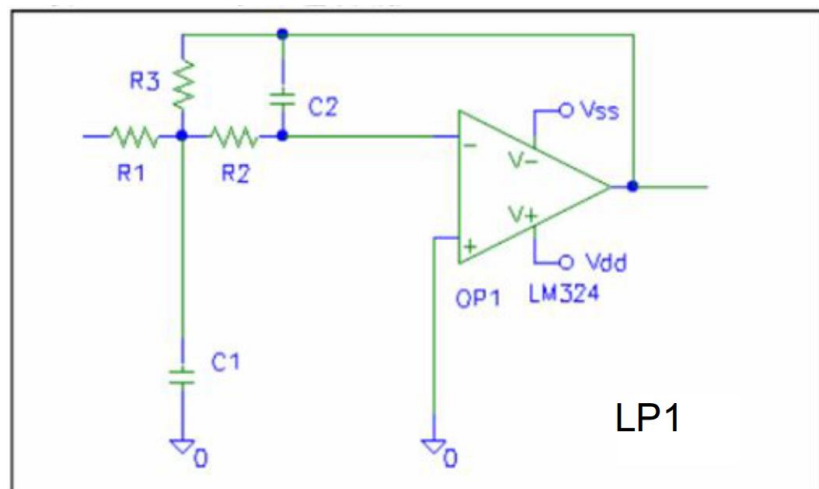


図 2-3 2次のローパスフィルタ基本回路 lpat1\_2.cir

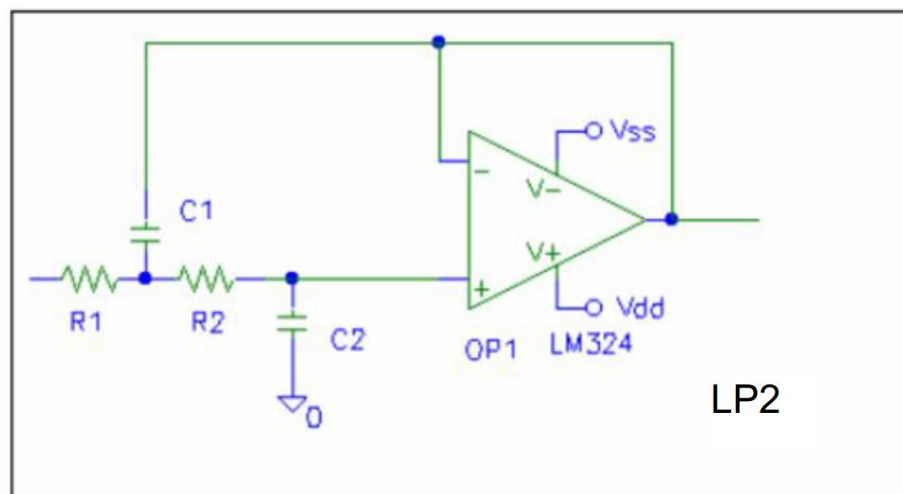


図 2-4 2次のローパスフィルタ基本回路 lpat2\_2.cir

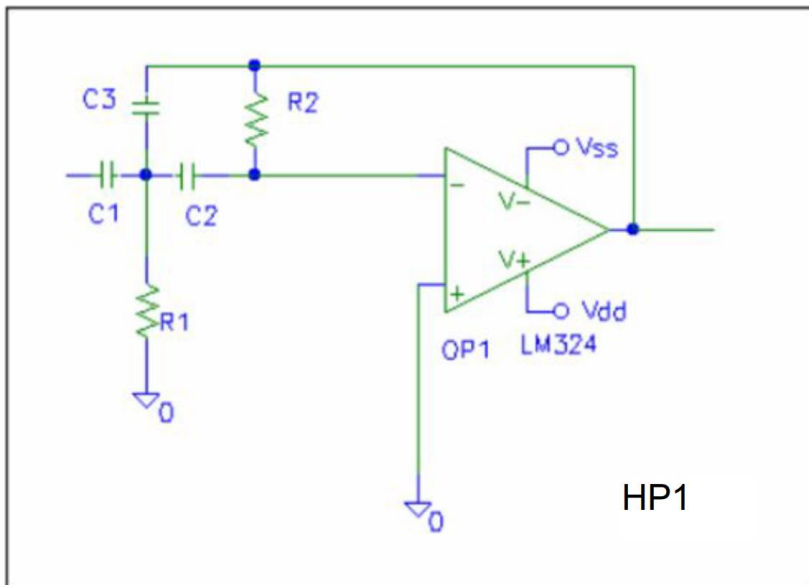


図 4-2 2次のハイパスフィルタ基本回路 hpat1\_2.cir

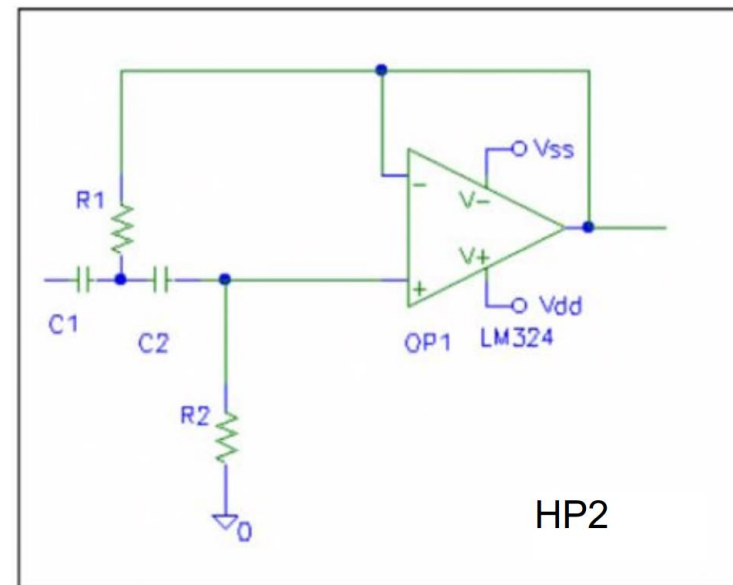


図 4-3 2次のハイパスフィルタ基本回路 hpat2\_2.cir

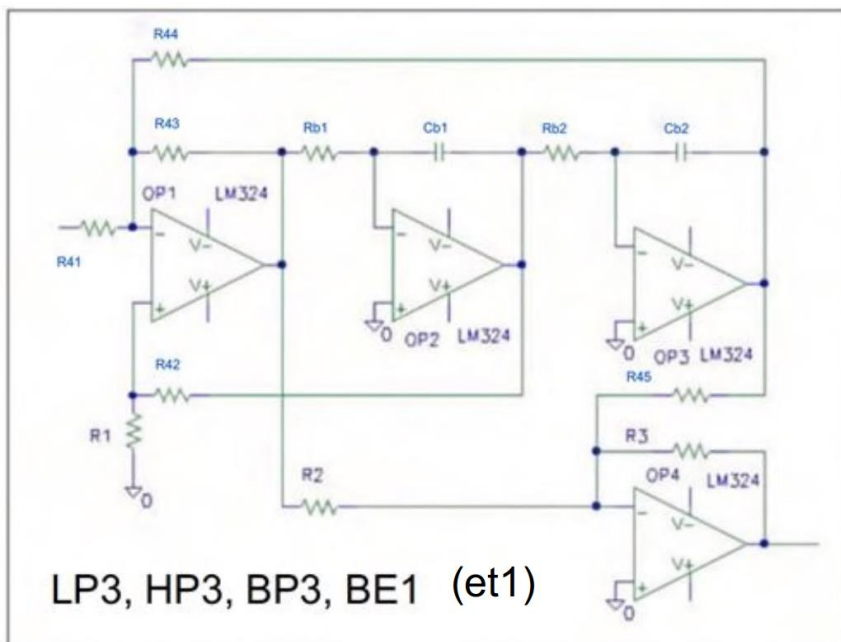


図 2-5 2次のローパスフィルタ基本回路 lpet1\_2.cir

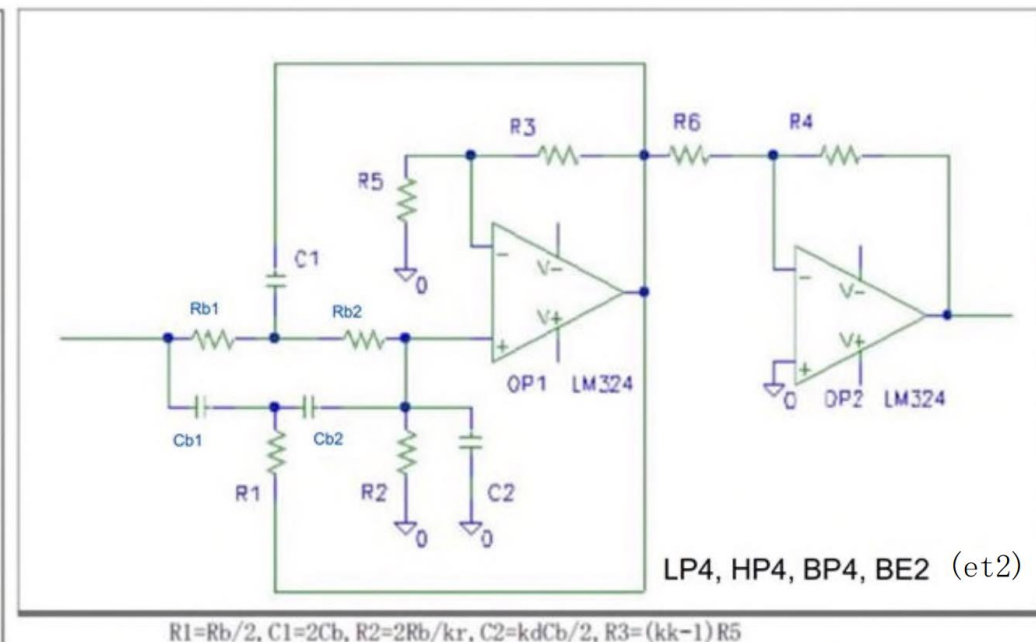


図2-6 2次のローパスフィルタ基本回路 lpet2\_2.cir

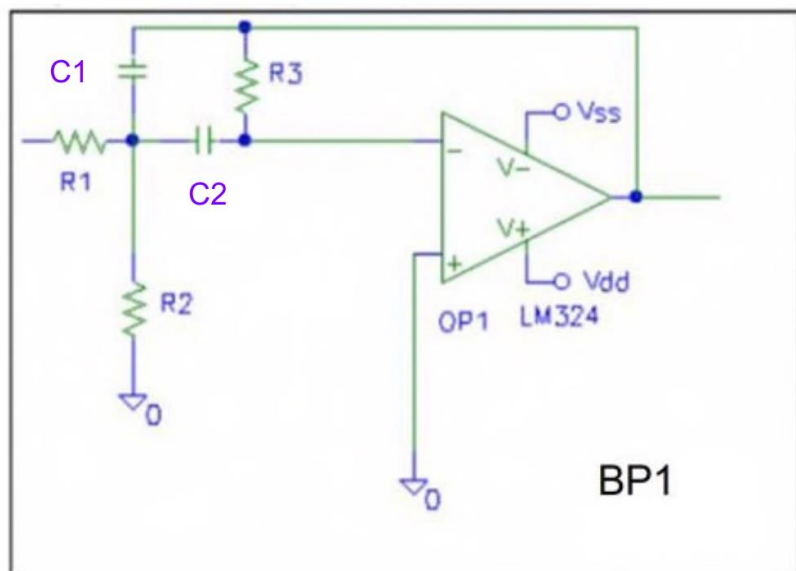


図6-1 1次のバンドパスフィルタ基本回路 1 bpat1.cir

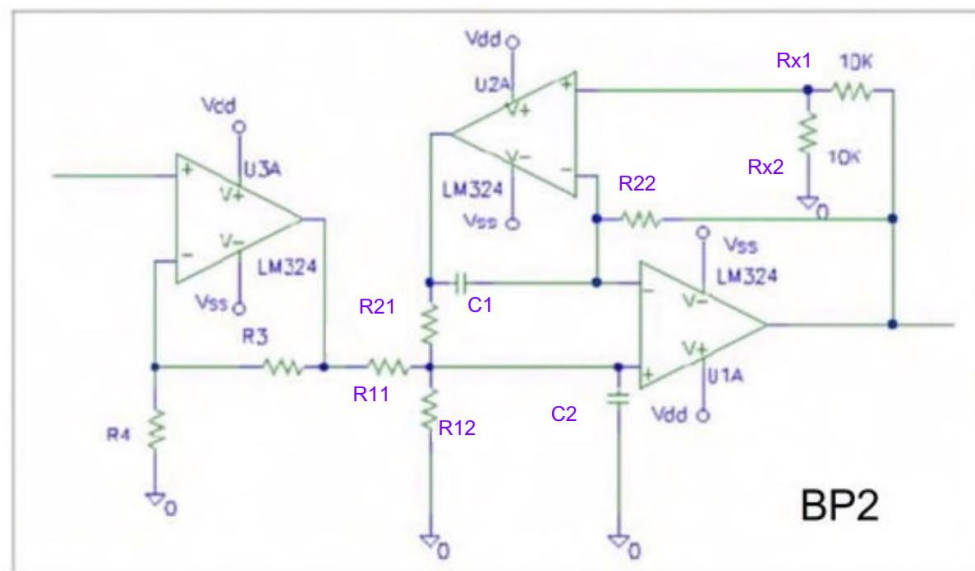


図6-2 1次のバンドパスフィルタ基本回路 bpat2\_1.cir