

通常CD-SEMは、ユーザーに示す画像に フィルターを掛けてから
CD計算アルゴリズムを適用しCD値を表示します。

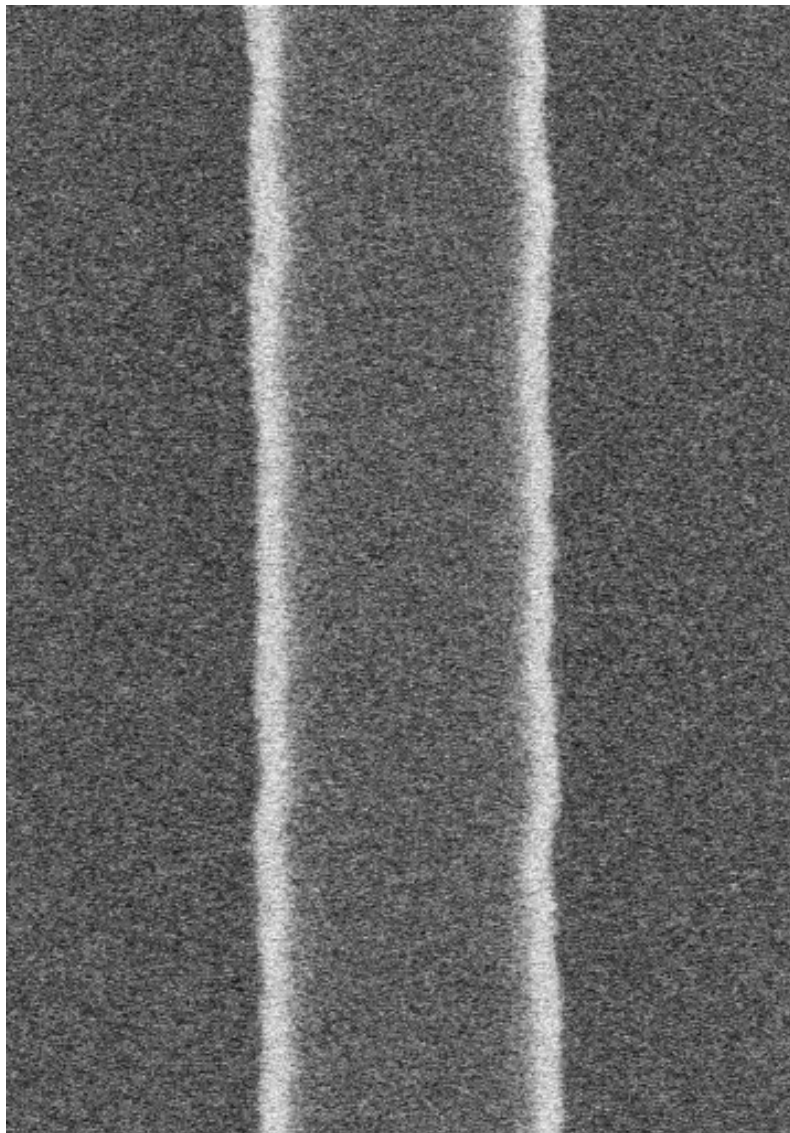
問題は、強いフィルターを掛ける事による副作用をユーザーが認識していない
事に有ります。

本プログラムは、取得済みの画像を持って パラメータやフィルター強度を
変えながらCD値を比較できます。

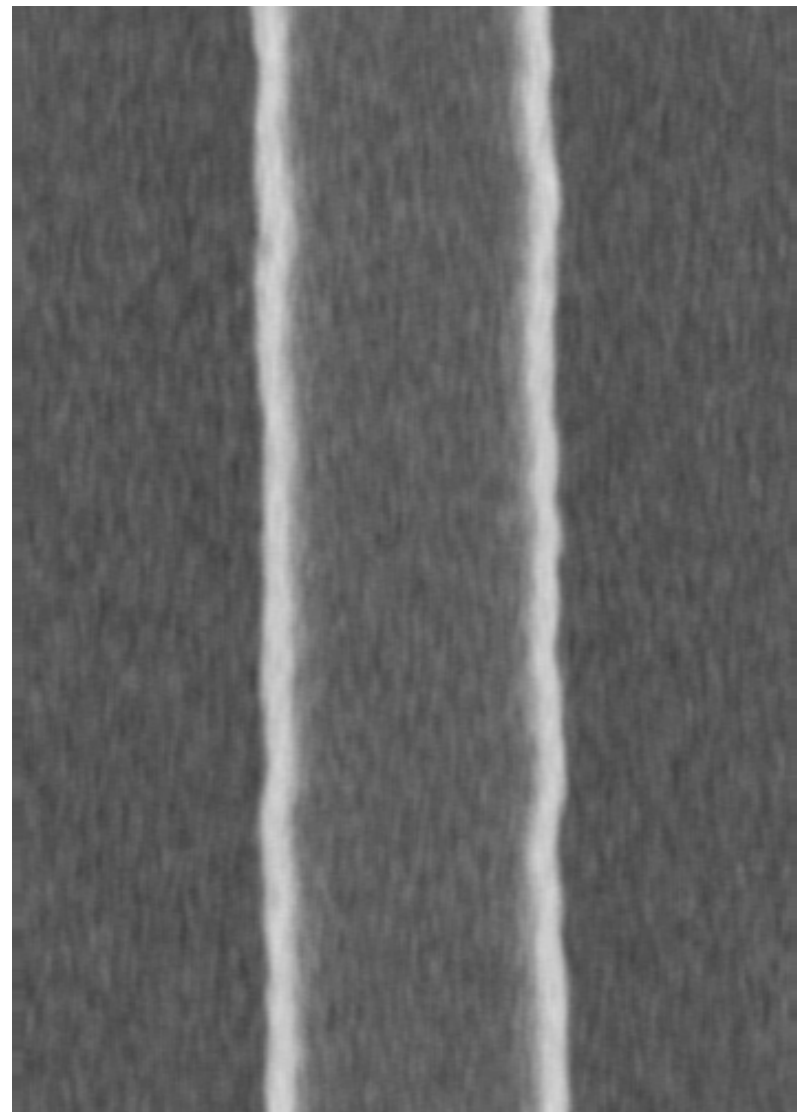
本プログラムでは、同時に10種類のアルゴリズムでCD値を計算します。
詳細は、添付資料を参照ください。

閾値50%付近の値を返すアルゴリズムだけでも、6通りあります。CD-SEMで採用
されているアルゴリズムに似た物も実装していますので、CD-SEMの返す値と比較
してみるのも面白いかもしれません。

次項に、フィルター適用前後の画像を添付しました。測定再現性のみに注目し、
強いフィルターを掛けているCD-SEMのユーザもいる様ですが、その問題点に
気づいていただけると幸いです。



オリジナル画像



X方向に、 $[1, 1, 1]$,
Y方向に $[1, 1, 1 \dots 1.1.1]$ (10ラインの平均)
を適用した場合の画像。

ビーム径を絞っても、強いフィルターを掛けると、フォーカスズレと同じような効果で画像がボケる。この画像を使ってCD計測を行う事になる。

私は、ノイズフィルターは、アルゴリズムが破綻しない限り、弱い物にするべきと思っています。

現在のCD-SEMのノイズフィルターは、(見かけ上の)測定再現性をよくするために、測定精度を犠牲にしていると思います。

強いノイズフィルターは、

- 1) アルゴリズムの安定性を向上
- 2) 測定再現性を向上

しますが、

- 3) CD値が大きめに出る。(この大きさが一定であれば問題は小さいのですが)
- 4) Edge Roughness の影響を受けやすい。(大きめになる。) $<=$ 有意な差がでます。
などの副作用を伴います。

本アルゴリズムは、弱いフィルターでも破綻しない工夫をしております。

トラブルの事例:

2つの異なるメーカーのCD-SEMが出力するCD値のLine幅にたいする相関がロットによって異なるという問題が発生しました。

Line幅が大きい場合に2つのSEMの結果が同じになるように合わせこむと、Line幅が狭くなった場合にロットによってCD値の装置間Offsetが変わるという問題でした。

両者のSEMは、使っているノイズフィルターの強度が大きく異なっていました。

SEMの画像を確認すると、Line幅が狭い場所で、問題の出たロットでは、Edge Roughness の程度が大きく変わっていました。

この事は、(特にY方向に)強いフィルターを用いた場合には、パターンの Edge Roughness が大きいと CD値が実際よりも 大きくなる事を示しています。
このような現象は、プロセス管理上問題を引き起こします。

また、X方向(スキャン方向)に強いフィルターを用いると、ストライプパターンにおいてCD値の Space幅依存性がより大きくなる事が予想されます。(この問題は、弱いフィルターを用いた場合でも、完全には除去できません。)