

走査型プローブ顕微鏡像のドリフト補正

Drift correction in scanning probe microscopy

産総研 ○木津 良祐, 三隅 伊知子, 平井 亜紀子, 権太 聡

AIST ○Ryosuke Kizu, Ichiko Misumi, Akiko Hirai, Satoshi Gonda

E-mail: r-kizu@aist.go.jp

[はじめに] 走査型プローブ顕微鏡測定では、熱ドリフトと呼ばれる、探針-試料間の相対位置変化による像変形が起きる。実験環境の安定化により熱ドリフトは低減できるものの限界がある。従来報告されてきた熱ドリフト補正手法[1-4]等では、画像処理技術で測定結果を加工したり、複数の測定結果からドリフト速度を求めたりする手法である。よって定量性に欠けたり、ドリフト速度が一回の測定内で時間変化する非線形性ドリフトに対応できなかつたりするという課題があった。我々は半導体製造プロセス等での計測標準開発に向け、傾斜探針型原子間力顕微鏡(AFM)を開発し、ラインパターン等の三次元ナノ構造の定量的な形状計測を行っている。傾斜探針の効果で垂直な側壁でも探針先端が走査可能となり、片側のみとなるが側壁形状を測定できる。試料を180°回転後にもう一方の側壁形状を測定して、二つの結果を結合するとラインパターン全体の形状が得られる。我々の装置は干渉計でスキャナ変位を計測・制御しておりヒステリシスやクリープの影響はないが、熱ドリフト変形によって結合精度が制限されている。本報告では、SiラインパターンのAFM測定におけるドリフトを定量的に補正する手法を提案する。

[補正手法] 長時間の測定で得られた多数のラインから成るAFM像の熱ドリフトを補正するためには、ドリフト量の時間変化を知る必要がある。ある時点でのドリフト量を定量的に知る方法の一つとして、基準となる参照形状を逐次測定して比較する方法を提案する。本補正手法では、一番目の走査結果プロファイル参照形状と設定する。そして、試料形状測定と参照形状測定を交互に繰り返すことでドリフト量の時間変化を調べる。つまり、奇数番目の走査では、ラインパターン長手方向に順次移動しながら試料形状を測定し、偶数番目の走査では、最初の位置に戻って参照形状を測定する。このとき、測定の低速走査軸(X軸)であるラインパターン長手方向は位置の再現性が数nm以下の範囲では形状がほとんど変化しない特性を利用する。測定後のデータ処理で、各偶数番目の走査結果プロファイルと参照形状とを比較して、高速走査軸(Y軸)とZ軸の二軸のドリフト量を計算し、ドリフト量の時間変化を求める。そして、各奇数番目走査結果に対して、その前後のドリフト量を補間して補正する。

[実験結果] 線幅・高さが共に約200nmのSiラインパターンを上記の補正手法で測定した。測定モードはACモードで、測定点数・範囲は100ライン(偶奇50ラインずつ)×500ポイント、400nm×800nmとした。なお、今回は検証のため故意に熱ドリフトを発生させてから測定した。Fig. 1にラインパターン全体の補正前のAFM像を三次元点群で示す。Fig. 2にラインパターン上面付近での補正前(赤点群)と補正後(青点群)のAFM像およびZ方向の補正量を示す。本手法により、AFM像にのった数nm以下の時間変化する熱ドリフトが、全てのラインに対して補正可能であることが示された。

- [1] F. Marinello *et al.*, Meas. Sci. Technol. **18**, 689 (2007).
 [2] C. A. Clifford and M. P. Seah, Meas. Sci. Technol. **20**, 095103 (2009).
 [3] T. R. Meyer *et al.*, Ultramicroscopy **137**, 48 (2014).
 [4] L. Zhang *et al.*, Ultramicroscopy **166**, 16 (2016).

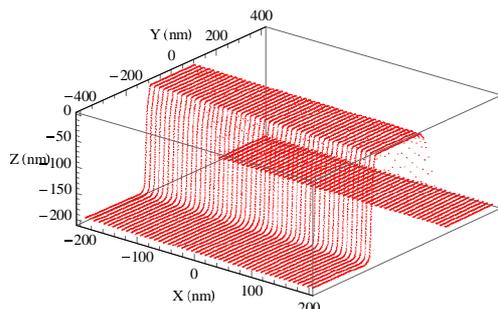


Fig. 1 AFM image of a line pattern before correction.

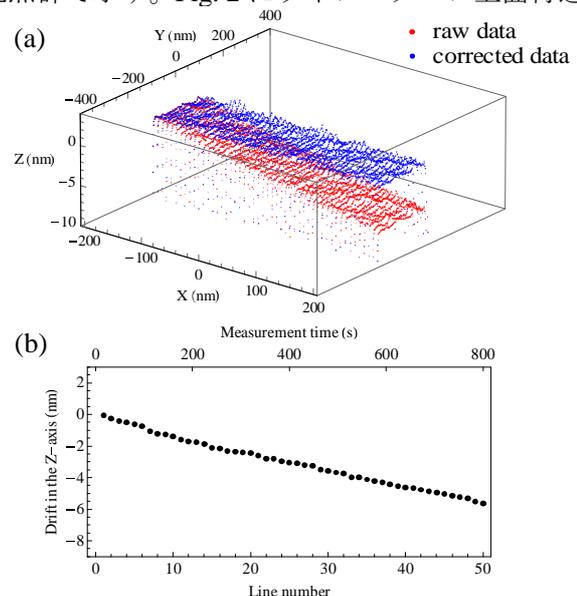


Fig. 2 (a) AFM image of raw data (red) and corrected data (blue). (b) Calculated Z-drift in each line.