

3次元電子ビーム描画の位置精度向上

Improvement of Positioning Accuracy in Three-Dimensional Electron Beam Writing

NTT 物性基礎研 °山崎 謙治, 山口 浩司

NTT Basic Research Labs. NTT Corporation

°Kenji Yamazaki, Hiroshi Yamaguchi

E-mail: yamazaki.kenji@lab.ntt.co.jp

我々は、3次元(3D)ナノメカニカルデバイスなど種々の3D ナノテクノロジー分野への応用を目的として、電子ビーム(EB)描画を用いた3D ナノ加工技術を検討・実現してきた。前回の応物[1]では、そのキーである3D-EB描画システムを刷新し、Turn-Around-Time (TAT) が大幅に短縮できたことを報告した。今回、新システムでの描画位置精度を評価し、従来のシステムに比べ大幅に向上できていることを明らかにしたので報告する。

従来用いていた3D-EB描画システムに比べ、新システムでは試料回転精度やステージ動作精度が向上できている[1]。これにより、3D-EB描画を行う際の位置決めを、従来の「描画対象である μm オーダの構造自身をマークにする」という方法から、「位置決め用の専用マークを用いる」方法に変更できた。よってマーク読取りの際に、描画対象のレジストの感光を避ける必要がなくなったため、EBをデフォーカスしたりドースを低く抑えたりする必要がなくなった。フォーカスしたEBで高いドースを掛けてマーク位置を読取ることで、マーク読取り精度(標準偏差)を従来の14~25nm[2]から2.0~3.1nmに大幅に向上することができた(Table参照)。そして、マーク読取り後の微細ブロック側面上への重ね合わせ描画の精度(標準偏差)は、20~51nm[2]から2.3~5.5nmと約1桁の向上が達成できた(Table参照)。更に、Fig.に示したような四角柱状Siブロックの側面上へのレジスト塗布および $\pm x$, $\pm y$ 方向からの3D-EB描画を行い、3次元的な描画位置精度を評価した。ブロックの上面および4側面上へ描画したパターンについて、隣接した(90°異なる)描画方向間のパターン位置の誤差は、Fig.に示したように10~20nm内外の値が得られている。

この技術と報告済みの3次元的なエッチング[3]を組み合わせることにより、Siなどハードマテリアルの3D ナノ加工の精度向上および新規デバイスへの応用、そして今後の3D ナノ加工技術の進展・応用展開の加速が期待できる。

References

- [1] 山崎謙治 *et al.*, 第 61 回応物学会 2014 春季学術講演会 18p-F2-13.
- [2] K. Yamazaki *et al.*, Tech. Dig. IEEE MEMS 2004, p. 609.
K. Yamazaki *et al.*, JVST B **26**, 2529 (2008).
- [3] K. Yamazaki *et al.*, JVST B. **31**, 051802 (2013).

Table: Positioning accuracy in 3D-EB writing (σ) (nm)

	Condition	Conventional[2]		This work	
		x	y	x	y
Mark locating	Defocus, $\sim 50 \mu\text{C}/\text{cm}^2$	14~21	21~25	4.0	4.2
	Focus, $500 \mu\text{C}/\text{cm}^2$	—	—	2.0	3.1
Overlay exposure	Defocus, $\sim 50 \mu\text{C}/\text{cm}^2$	20~36	27~51	6.6	5.3
	Focus, $500 \mu\text{C}/\text{cm}^2$	—	—	5.5	2.3

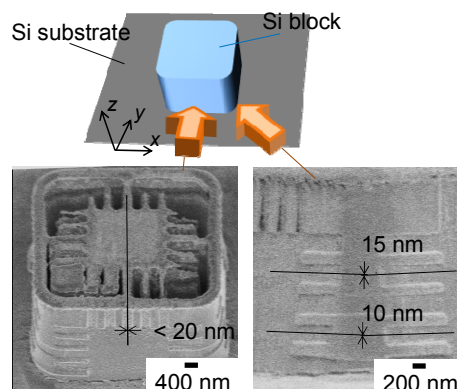


Fig. Schematic and SEM images of a Si block, which 3D alignment test patterns were written on.