

3 次元 EB リソにおける Turn-Around-Time の短縮

Reduction of Turn-Around-Time in Three-Dimensional EB Lithography

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

前回まで報告してきた 3 次元(3D)電子ビーム(EB)リソを用いた 3D ナノ加工技術は、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が期待できる。しかし、試料に様々な方向から描画を行う 3D-EB リソでは、これまで描画方向毎に試料の回転角度・高さ等を大気中で調整する必要があったため[1]、一つの試料に掛かるプロセス時間 Turn-Around-Time (TAT) が長くなってしまいうという問題があった。そこで今回、複数の方向からの描画のための微調整を EB 描画機の真空中で行えるように、3D-EB リソ用の試料回転駆動システムおよび EB 描画機を大幅に更改することで、効果的に短 TAT 化できる見通しを得たので報告する。

従来用いていた 3D-EB 描画システム[1,2]では、試料を大きく回転した際の角度の絶対精度やステージ動作等の精度が十分ではなかったため、描画を行う方向毎に大気中で光学顕微鏡を用いて調整を行う必要があった。今回、真空中で試料回転角や高さの測定（および微調整）を行うことにより大気中での描画方向毎の調整が省略できるよう、精度を向上させた回転駆動システムおよび EB 描画機[2]を用いて、新たな 3D-EB 描画システムを構築した。新旧 3D-EB 描画システムの性能の比較を Table に示す。真空中でのマークの高さ（= EB のフォーカス）の測定や 2 つのマークの高さから回転角を測定するために、描画対象の構造とは別に専用のマーク(1 μ m 厚 Si ブロック)を用いて高さ測定の実験を行った (Fig.)。0.1 μ C/cm 程度のドース量でも 1 μ m 程度の精度で高さ測定できている。よって、EB 描画機中で、試料を大きく回転した後の回転角・高さの微調整が可能となり、(描画方向数-1) $\times$ (真空出し入れ時間) の TAT 短縮が可能となる見通しを得た。更に、専用のマークを用いてマーク位置読取りを行うため、従来より高いドースを用いることができ、その結果、マーク読取り精度を 2~3nm（標準偏差）まで向上させることができた (Table 参照)。これにより、3D-EB リソの位置精度や解像度の向上も期待できる。今後、3D ナノ加工技術の進展・応用展開が大きく加速できると考えている。

[1] K. Yamazaki et al., Tech. Dig. IEEE MEMS 2004, p. 609. K. Yamazaki et al., Microelectron. Eng. **73/74**, 85 (2004). [2] K. Yamazaki et al., JVST B. **26**, 2529 (2008).

[3] K. Yamazaki et al., JJAP **43**, 3767 (2004).

Table: Comparison of 3D-EB lithography systems

	Conventional	This work
Acceleration voltage (kV)	70	100
Beam diameter (nm)	7	3.6
Resolution of stage laser interferometer (nm)	8	0.62 ($\lambda/1024$)
Beam drift (typical) (nm/min)	10~20	< 1~2
Absolute rotation accuracy (mrad)	—	6~12 (σ)
Minimum rotation (mrad)	$\leq 1.5\sim 3.0$	$\leq 0.6\sim 0.8$
3D-mark locating accuracy (nm)	13.8~20.9 (σ)	2.0~3.2 (σ)

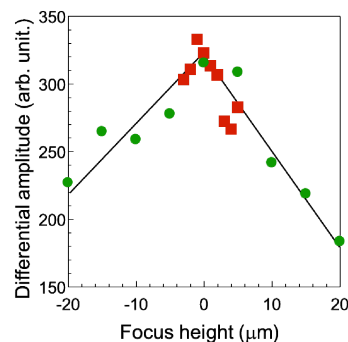


Fig. Differential of transmission electron signal on mark edge vs. focus height.