

化学増幅型レジストの電子線照射による膜厚依存性

Dependence of chemically amplified resist performance on film thickness under electron beam irradiation

*前田 尚輝¹、岡本 一将¹、井狩 優太¹、菅田 明宏¹、古澤 孝弘¹、田村 貴央²
(¹ 阪大産研、² (株) ニューフレアテクノロジー)

化学増幅型レジストの膜厚が変わることによる電子線照射のパターン描画への影響を、走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて調べた。SEM 像から薄膜化による描画パターンの Line Width Roughness (LWR) の増加が確認できた。また水晶振動子マイクロバランス (QCM) 測定から薄膜化によりレジストの溶解挙動が変わることが明らかになった。

キーワード：電子線照射、高分子薄膜、リソグラフィ、レジスト

1. 緒言

継続的な量産用半導体の高性能化に対応するために、極端紫外線 (EUV) リソグラフィの導入が開始され、微細パターンを転写するためのフォトマスクの高精細化、生産性の向上への要求も高まっている。最新のマスク製造方法として、数十 nm 以下の極薄膜化学増幅型レジストを用いた電子線リソグラフィが用いられている [1]。しかし、ポリマーを主成分とするレジストの薄膜化により、界面影響が大きくなり、ガラス転移温度などの物性変化やそれに伴う解像性能への影響などが予想されているものの、詳細な電子線照射後の解像挙動は明らかになっていない。そこで本研究では、膜厚 70 nm 以下のレジスト薄膜への電子線照射を行い、現像後得られたレジスト像の走査型電子顕微鏡 (SEM) による解析と、水晶振動子マイクロバランス (QCM) 法を用いた現像時の溶解挙動測定 [2]、そして現像前プロセスのシミュレーションを組み合わせることにより極薄膜中での膜厚変化による解像性能への影響を明らかにした。

2. 実験

試料にはマトリックスとして *t*-BOC PHS (poly(4-hydroxystyrene) の OH 基の 30% が *tert*-butoxycarbonyl 基で置換されているポリマー)、さらに添加剤として、光酸発生剤 (PAG) である triphenylsulfonium nonaflate (TPS-nf)、酸の拡散を防ぐ塩基性クエンチャーとして trioctylamine (TOA) を加えその溶液を用いて、スピンドーターでシリコン基板上に薄膜を形成した。薄膜の厚さを 20-70 nm の範囲で変えながら、125 keV の電子線描画装置 (ELS-100T, エリオニクス) で照射した。現像後、走査型電子顕微鏡 (SEM, 日立ハイテック) により描画パターンの観察およびパターン幅と Line Width Roughness (LWR) の測定を行った。

QCM 法は同様に膜厚 20-70 nm 薄膜を調製し、50 keV の電子線照射 (EB-ENGINE, 浜松ホトニクス) を行ったのち QCM 装置 (RDA-Qz3, リソテックジャパン) を用いることで薄膜化の溶解挙動への影響を調べた。

3. 結果・考察

レジスト薄膜上に Pitch200 nm、パターン幅 100 nm の Line & Space パターンの電子線描画を行った。その後得られた SEM 像を Fig. 1 に示す。この像からパターンの凸部の傾斜が、薄膜化が進むにつれ緩やかになっていることが確認できる。また LWR の変化を調べ、結果として薄膜化に伴いパターンのラフネスが増加することが確認できた (Fig. 2)。QCM 法を用い溶解挙動の膜厚依存性を調べ、薄膜化により溶解挙動が変わることが明らかになった。当日はシミュレーションの結果と合わせて議論する。

参考文献

[1] M. Sato, K. Ugaki, K. Yagawa, M. Suenaga and Y. Kobayashi, *J. Photopolym. Sci. Technol.*, **27** (4), 511-516 (2014)

[2] H. Ito, D. Alexander, G. Breyta and G. Breyta, *J. Photopolym. Sci. Technol.*, **10** (3), 397-408 (1997)

*Naoki Maeda¹, Kazumasa Okamoto¹, Yuta Ikari¹, Akihiro Konda¹, Takahiro Kozawa¹, Takao Tamura²
(¹ISIR, Osaka Univ., ²NuFlare Technology, Inc.)

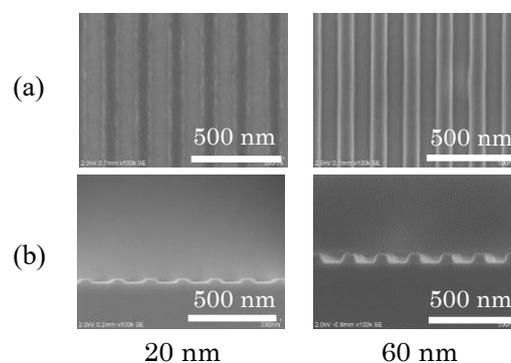


Fig. 1 (a) Top-view and (b) Cross-sectional SEM images of the pattern on 20 nm- and 60 nm-thick-film.

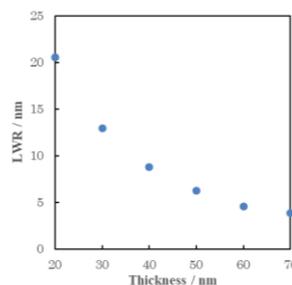


Fig. 2 Relationship between LWR and resist thickness obtained from the SEM images.