

厚膜レジストにおける 150 kV 電子ビームリソグラフィーの優位性

Advantages of 150 kV electron beam lithography for thick resist

東京都立大学¹, 株式会社エリオニクス², ○(D)杉原 達記^{1,2}, 金子 新¹

Tokyo Metropolitan Univ.¹, ELIONIX Inc.², ○Tatsuki Sugihara^{1,2}, Arata Kaneko¹

E-mail: 276-sugihara@elionix.co.jp

1. はじめに

電子ビームリソグラフィー (EBL) はナノメートルオーダーのマスクレスリソグラフィーとして、半導体分野で広く用いられてきた。一方、近年では EBL で作製したレジストパターンをマスターとし、ナノインプリント等のモールド作製を行う手法が提案されている^{[1], [2]}。これら転写プロセスにより、EBL で作製した微細なパターンを大面積かつ高スループットに複製できる。ここで離型性や転写性を向上させるためには、レジスト断面形状に所望の垂直性や傾斜を持たせることが望ましいが、これについて十分な検討がなされていない。

そこで本研究では加速電圧に着目し、これがレジスト断面形状に与える影響を調査する。先行研究^[3]では 100kV 以下について述べられているが、それ以上の影響は不明である。また、 γ 値の高いレジストを用いることで溶解コントラストが変化し、断面形状に影響を及ぼすと考えられるが、これについて調査した先行事例は無い。そこでこれらについて調査を行う。

2. 実験方法

はじめに、Si ウェハ上に PMMA レジスト (gL1400T-15, Gluon Lab.) を 1.6 μm スピンコートする。同様に ZEP520A レジスト (ZEON) を Si ウェハ上に 1.6 μm スピンコートする。次に、加速電圧がそれぞれ 50, 100, 150 kV の電子ビーム描画装置 (ELS-S50, ELS-F100, ELS-F150, ELIONIX) を用いてピッチ 1,000 nm, 線幅 200 nm に設計したラインパターンを 20 本描画する。ビーム電流値は全て 1 nA とする。次いで、描画したサンプルを α -キシレンに 90 s 浸漬して現像を行う。最後に、作製したサンプルを SEM (ERA-9000, ELIONIX) によって断面方向から観察し、その形状を評価する。

3. 実験結果および考察

図 1 に PMMA レジストの描画結果を示す。図 1(a) は 50kV の描画結果であり、解像線幅が

200 nm の時、開口線幅 $w_{\text{top}} = 260$ nm, 最大線幅 $w_{\text{max}} = 330$ nm のつぼ型形状になることがわかった。一方、図 1(b) に示すように 150 kV では $w_{\text{top}} = 215$ nm, $w_{\text{max}} = 240$ nm となり、50kV と比較すると垂直性が高いことがわかった。

図 2 は PMMA レジストに侵入した電子の軌跡をモンテカルロシミュレーションにて計算した結果である。これらの結果は図 1 に示す実験結果と近い軌跡を示すことから、加速電圧による断面形状の差は電子散乱に起因すると考えられる。すなわち、電子散乱が起りやすい厚さや分子を有するレジストを用いた場合、垂直性において 150 kV は優位と考えられる。

当日は 100 kV の結果や γ 値の高い ZEP520A を用いた描画結果についても発表を行う予定である。

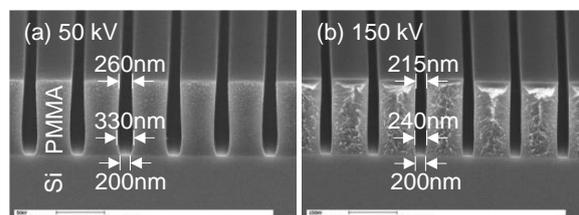


Fig. 1. SEM cross-section images of PMMA samples exposed by EBL with acceleration voltages 50 kV (a) and 150 kV (b).

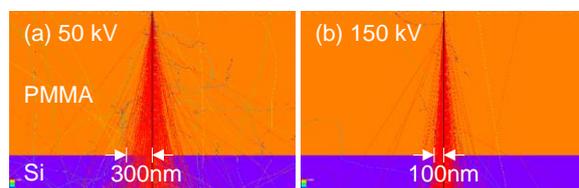


Fig. 2. Electron trajectories calculated by Monte Carlo simulation at different acceleration voltages of 50 kV (a) and 150 kV (b) small area around the PMMA resist.

参考文献

- [1] H. Chen et. al., Microelectron Eng., 132 (2015) 98–119.
- [2] C. Lin et. al., J. Mater. Chem. C, 4 (2016) 4491.
- [3] C. S. Wu et. al., Lithography, 13 (2010) 241.