

課題番号 : F-13-OS-0022, S-13-OS-0019, A-13-AT-0007
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : ナノ加工時の反応に伴う薄膜中の自由体積変化に関する研究
 Program Title (English) : Change of free-volume with acid generation during nano-fabrication process
 利用者名 (日本語) : 大島 明博, 中村 紘貴
 Username (English) : Akihiro Oshima, Hiroataka Nakamura
 所属名 (日本語) : 早稲田大学理工学術院総合研究所理工学研究所
 Affiliation (English) : Waseda Research Institute for Science and Engineering, Waseda University

1. 概要 (Summary)

ナノレオロジーの観点から高精細・高分解能リソグラフィを達成する為の材料開発の知見を得るため、ナノ加工を行う際に生じる、架橋・分解・ガス発生、酸拡散などの現象に伴う自由体積の構造変化を、ナノレベルの空隙構造を解析することが可能な陽電子をプローブとして、観察・評価した。その結果、自由体積は加工体の LER (Line edge roughness) に影響を与えないことがわかった。

2. 実験 (Experimental)

非化学増幅型 EB レジスト (ZEP520A) を試料に用いた。阪大 NOF 拠点において、所定の手順で 15mm×15mm 角にカットしたシリコンウェハ上に成膜した試料を 75 keV/30 keV の EBL を用いて描画し、感度ならびに LER を AFM/SEM で評価した。

産総研 IBEC の陽電子プローブ極微欠陥分析装置 (PPMA) を用いて、空孔構造解析を行うために、電子ビームを 10 μC/cm² から 20 mC/cm² まで全面露光した試料 (2 cm × 2 cm) を準備した。真空下に設置した各種試料に、1 kV のエネルギーの陽電子 (ビーム径 1cm, FWHM ~ 280 ps) を入射し、その際に出てくる対消滅 γ線を測定し、陽電子消滅スペクトルを得た。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig.1 は、ZEP に対して 30 keV EBL を用いて 10nm の孤立パターンを加工した際の LER と最適加工線量 (E_{size}) を示している。解析結果から、 E_{10nm} は 150 μC/cm²、LER は、約 6 nm であった。PPMA で測定するサンプルは、大面積を露光する必要があるため、93keV の Flood-EB を用いた。このため、93 keV EBL を用いた場合の感度予測を行った結果、0.3 ~ 35 mC/cm² となった。Fig.2 に PPMA による自由体積 (半径) を評価した結果を示す。その半径は 0.27 nm から 0.25 nm へと EB 露光により小さくなった。特に、

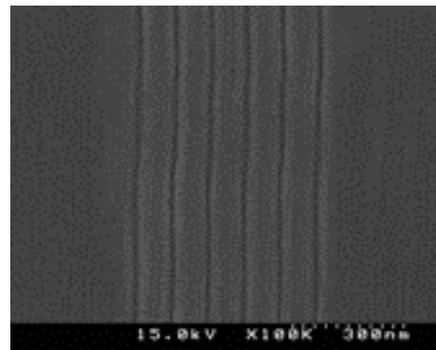


Fig.1 Top-down SEM image (10 nm isolated line, pitch 100 nm)

10nm の加工に要する線量付近以上を露光してもほとんど大きさは変わらないことがわかる。この結果、加工体の LER に自由体積は影響を受けないことがわかった。

4. その他・特記事項 (Others)

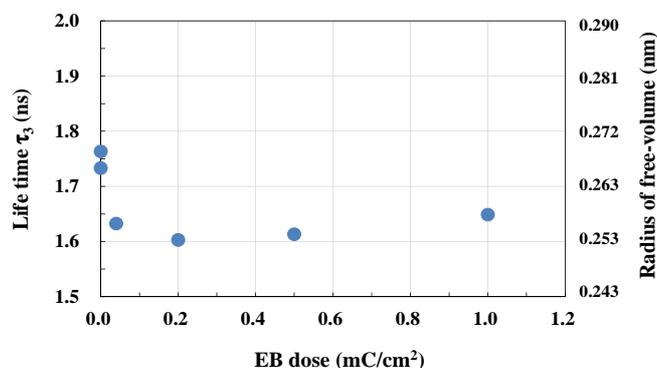


Fig. 2 Lifetime τ_3 of o-PS and radius of free-volume as function of dose

共同研究者：大島永康、鷲尾方一、田川精一 (早稲田大学)

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) 大島明博 第 56 回 放射線化学討論会, 平成 25 年 9 月 27 日
- (2) A. Oshima et al., SPIE Advanced Lithography 2014, 平成 26 年 2 月 24 日

6. 関連特許 (Patent)

なし。