

光ナノインプリント-原子層堆積法によるナノ造形 (II) ～ALD 装置の構築と樹脂表面への成膜検討～

Nano-object Figuration by UVN-ALD (II)

～Installation of ALD equipment and investigation of Al_2O_3 deposition for resin surface～

○畔柳 志帆・廣芝 伸哉・中川 勝

東北大多元研

°Shiho Kuroyanagi, Nobuya Hiroshiba, Masaru Nakagawa

Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku Univ.

E-mail: hiro48n@tagen.tohoku.ac.jp

【緒言】現在、次世代リソグラフィ技術として革新的な微細加工手法の開発が求められており、多角的アプローチでナノパターンの作製が試みられている^[1,2]。そこで、我々は光ナノインプリント (UVN) と原子層堆積 (ALD) を組合せた UVN-ALD 法を提案する。UVN を用いると、ラインエッジラフネスが小さく、低コストで大面積にナノパターンが作製できる^[3]。また、ALD は複雑な三次元構造の表面に原子層レベルで均一に成膜が可能である利点がある^[4]。この2つの手法を併用し、マルチパターンニングを行うことで高解像度なナノパターン形成が期待される。本報告では UVN-ALD 法に適応できる独自設計の ALD 装置を構築した。また、構築した ALD 装置を用いて光ナノインプリントにより成形した樹脂パターンへの Al_2O_3 の成膜を試みた。

【実験】構築した ALD 装置は、硬化樹脂の残存モノマーを考慮し、ロータリーポンプを用いた低真空の排気系を用いた。前駆体の導入には高速バルブ (フジキン FPR-NHD-71SV-6.35) を用いた。マスフローコントローラーによる N_2 フローによって、背圧を 10-100Pa の間で調節できる仕様とした。基板の加熱温度は室温から 300°C まで可変な基板加熱機構を装備した。前駆体には trimethylaluminium (TMA)、酸化剤は水を用いた。 N_2 パージ 30 秒、TMA 導入 0.1 秒、 N_2 パージ 25 秒、水導入 0.1 秒のサイクルで Al_2O_3 を成膜した。

ALD プロセス中の TMA、水の導入に伴うチャンバ内の内圧や真空度の変化を観察した。得られた Al_2O_3 薄膜の膜厚を触針式表面粗さ計により測定し、成膜レートを算出した。また、光ナノインプリント法を用いて Si 基板上に作製した樹脂パターンに対して ALD を 50cycle 行い、 Al_2O_3 を成膜した。

【結果・考察】図 1 に ALD による成膜中のチャンバ内の真空度の変化のグラフを示す。図 1 より、規則的に真空度が変化していることから前駆体と酸化剤が交互に導入され、パージされていることがわかった。基板温度を 120°C に設定した場合、 Al_2O_3 の成膜速度は 0.26 nm/cycle であることがわかり、既報^[5]の成膜速度よりも速かった。基板温度 130 °C の

場合には、0.12 nm/cycle であり、既報と同程度の成膜速度が得られた。真空チャンバー内が 20Pa と比較的低真空であるため、ALD 成膜モードを実現するために基板温度が 130°C を必要とすることを示唆している。図 2 に硬化樹脂パターン表面に Al_2O_3 成膜を行った結果を示す。図 2 より、硬化樹脂表面に均一に堆積した Al_2O_3 が観測された。この結果は Spleed 社製市販の装置で行った結果^[6]と同様であった。

【文献】[1] S. Dhuey, et al., *Nanotechnology***24**, 105303 (2013). [2] S. -M. Park, et al., *ACS NANO***11**, 8523-8531 (2011). [3] J. Haisma et al., *J. Vac. Sci. Technol. B***14**, 4124 (1996). [4] T. Suntola et al., *US patent***4058**, 430 (1977). [5] A. W.Ott, et al., *Thin Solid Films***292**, 135-144 (1997). [6] 畔柳志帆 他, 2014 高分子学会東北支部研究発表会, A19 (2014)

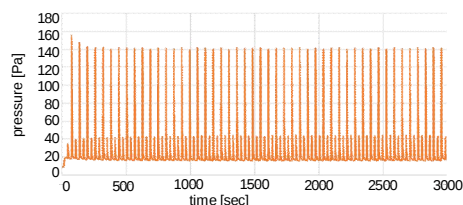


Figure 1. Pressure changes during 50-cycle ALD

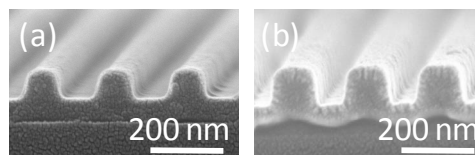


Figure 2. Cross sectional SEM images of resin pattern (a) before and (b) after ALD.