

課題番号 : F-14-TU-0032
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : ナノインプリントリソグラフィによる金属ナノ構造体作製
Program Title (English): Fabrication of metal nanostructures by nanoimprint lithography
利用者名 (日本語) : 久保祥一, 上原卓也, 中谷顕史, 田辺明, 中川勝
Username (English) : S. Kubo, T. Uehara, A. Nakaya, A. Tanabe, M. Nakagawa
所属名 (日本語) : 東北大学多元物質科学研究所
Affiliation (English) : IMRAM, Tohoku University

1. 概要 (Summary)

ナノインプリントリソグラフィは、高スループットで金属や半導体の微細構造を作製可能な、次世代ナノ加工技術として注目されている。本研究は、基板やモールドとレジストとの界面制御、レジストの化学組成などに着目し、sub-100 nm パターンへの樹脂の成形挙動の検討することで、金属や半導体材料を高精度で加工する技術を開発することを目的とした。

2. 実験 (Experimental)

基板冷却型マグネトロンスパッタ装置 (芝浦メカトロニクス CFS-4ESII) を用い、シリコンウエハ上にアルミニウム薄膜を成膜した。チャンバー内圧力を 8.0×10^{-4} Pa 以下に減圧後に Ar ガスを導入し、圧力 5.0×10^{-1} Pa、出力電圧 300 W の条件下で成膜した。

このアルミニウム薄膜に対して硫酸水溶液中で定電圧で酸化処理を行うことで陽極酸化アルミニウム(AAO)膜を作製し、リン酸水溶液中で浸漬エッチング処理を行った。アセチレンを炭素源とする熱化学気相蒸着(CVD)処理により、AAO 膜表面を炭素で被覆した。これをモールドとして、ラジカル重合型モノマーを主成分とする光硬化性組成物に対して HFC-245fa 雰囲気下で光ナノインプリントを行い、その成形性を検討した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

マグネトロンスパッタによる成膜により、約 27 nm min^{-1} の成膜速度でアルミニウム薄膜が得られた。膜厚 $0.05 \text{ }\mu\text{m}$ 、算術平均表面粗さ 3.2 nm のアルミニウム薄膜に対し、陽極酸化処理およびリン酸エッチング処理を施した AAO 膜を、電界放出型走査型電子顕微鏡(FE-SEM)により観察した。Fig. 1(a)に表面および断面の FE-SEM 像を示す。平均孔径 $0.02 \text{ }\mu\text{m}$ 、平均深さ $0.05 \text{ }\mu\text{m}$ の細孔を有する AAO 膜が得られた。熱 CVD により炭素被覆した AAO 膜をモールドとし、glycerol 1,3-diglycerolate diacrylate (GDD)を主成分

とする光硬化性組成物薄膜を光ナノインプリントにより成形したところ、AAO 膜の細孔形状を反映したドットパターンが観察された (Fig. 1(b))。また、主成分となるモノマーの種類により、異なる成形性を示した。微細構造を作製するレジスト材料開発を進める上で、モールド凹部への光硬化性組成物の充填挙動を詳細に検討することが必要であり、そのためのテンプレート材料として AAO 膜が有用であることが示された。

4. その他・特記事項 (Others)

本研究の一部は、科研費 (新学術領域研究)、「ナノマクロ物質・デバイス・システム創製アライアンス」特別経費などの補助により行った。

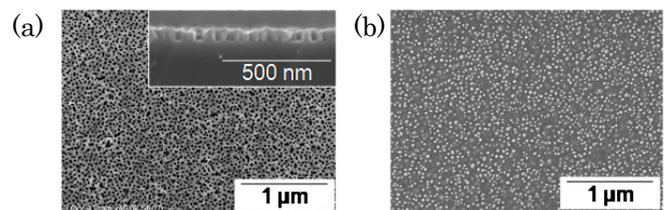


Fig. 1. FE-SEM images of (a) an AAO film and (b) a molded GDD-based UV-cured resin. The inset of (a) shows the cross-sectional image.

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) A. Nakaya and M. Nakagawa, International Symposium on Integrated Molecular/Materials Science and Engineering (IMSE2014), November 2, 2014
- (2) A. Nakaya, Y. Hoshikawa, H. Kasa, J. Nishii, T. Kyotani, and M. Nakagawa, 13th International Conference on Nanoimprint and Nanoprint Technology, October 23, 2014
- (3) T. Uehara, S. Kubo, and M. Nakagawa, 27th International Microprocesses and Nanotechnology Conference, November 6, 2014

6. 関連特許 (Patent)

なし