

課題番号 : F-13-TU-0008
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, 伊東 駿也, 中谷 顕史
Username (English) : Shoichi Kubo, Takuya Uehara, Shunya Ito, Akifumi Nakaya
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の検討に基づき、ナノインプリントリソグラフィによって線幅 sub-100 nm の金属ナノ構造を目視可能な大面積に作製し、プラズモニクス材料へ展開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、カバーガラス上に、膜厚約 5 nm のクロムと約 10 nm の金の順で積層した金属薄膜を成膜した。この表面を反応性単分子膜で修飾し、熱ナノインプリントリソグラフィ用レジスト層としてポリスチレン (PS) 薄膜を、光ナノインプリントリソグラフィ用レジストとしてヒドロキシ基含有 (メタ) アクリレート系ラジカル重合型光硬化性組成物薄膜を、それぞれ成膜した。ナノインプリントによってレジスト薄膜を成形し、アルゴンイオンミリングによって金薄膜をエッチングし、さらに下地のクロム密着層をウェットエッチングにより除去することで金構造体を得た。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

未修飾の金薄膜基板上では、PS および光硬化性組成物の脱濡れが生じるが、PS に対してはベンゾフェノン基末端、光硬化性組成物に対してはヒドロキシ基末端の単分子膜を金薄膜基板に形成させることで、脱濡れが抑制された。これによって、膜厚約 0.03 μm のレジスト薄膜の塗膜、およびナノインプリントによる線幅約 50 nm の二分分割スプリットリング共振器 (SRR) パターンの形成が可能となった。これをレジストとしてエッチングを行うことで、金 SRR 配列体を 5 mm 角にわたって作製することに成功した。^{1,2)} 例として、PS 薄膜をレジストとして用いて得た金

SRR 配列体の外観写真および走査型電子顕微鏡 (SEM) 像を Fig. 1 に示す。金構造体の線幅はレジストの組成によって影響を受け、フェニル基を含有するレジストを用いることで、モールドの形状に近い金構造体を得られた。PS 薄膜をレジストとして作製した金 SRR 配列体の偏光透過スペクトルから、光の磁場成分によるリング内の電子振動に由来する共鳴吸収が 690 nm で観察された。可視光領域における金 SRR 配列体の磁場応答を、世界で初めて実験的に実証した。¹⁾

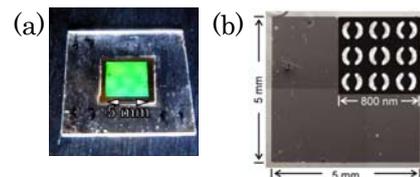


Fig. 1. (a) Photograph and (b) SEM image of the Au SRR array fabricated by nanoimprint lithography using a polystyrene resist layer.¹⁾

4. その他・特記事項 (Others)

本研究の一部は JST-CREST、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。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) T. Tomioka, S. Kubo, M. Nakagawa, M. Hoga, and T. Tanaka, *Appl. Phys. Lett.* **103**, 071104 (2013).
- (2) T. Uehara, T. Tomioka, S. Kubo, M. Hoga, and M. Nakagawa, *Chem. Lett.* **42**, 1475 (2013).
- (3) T. Uehara, S. Kubo, and M. Nakagawa, The 12th International Conference on Nanoimprint & Nanoprint Technology (2013).

6. 関連特許 (Patent)

なし