

光誘起起電力を示す薄膜アルミニウム電源の複製を目指した 光ナノインプリント技術における lift-off process の検討

Investigation of a lift-off process in UV nanoimprint technology for copying of a thin-film-type aluminum power source showing photo-induced voltage

○矢野春菜・中川勝
(東北大多元研)

○Haruna Yano and Masaru Nakagawa
(IMRAM, Tohoku Univ.)

E-mail: masaru.nakagawa.c5@tohoku.ac.jp

【緒言】地殻中で 3 番目に含有量の多いアルミニウム(Al)は、可視光メタマテリアルの原料として注目されている。筆者らは、Al 薄膜に電子線リソグラフィ(EBL)で作製した二等辺三角形の貫通孔の周期配列体に、周期と同程度のスケールの波長を有する可視パルスレーザー光を照射すると光誘起起電力が生じることを報告した^[1-2]。そこで本研究では、EBL に比べ、可視光の波長サイズの構造体の複製が短時間に行える光ナノインプリントリソグラフィ(UV-NIL)に着目し、薄膜アルミニウム電源の複製と大面積化を図るための lift-off process を検討した。Al 薄膜への貫通孔の形成に subtractive 法を用いる場合には、光ナノインプリント成形したレジスト構造体から残膜除去が不可欠であり、残膜除去時の酸素反応性イオンエッチング(O₂ RIE)による Al 薄膜の酸化が懸念される。また、Ar ion milling では炭化によるレジスト残渣が生じる問題がある。一方で、犠牲層を用いる additive 法を基にした lift-off process では、Al が両性金属であるため、酸やアルカリ水溶液を良溶媒とする犠牲層を用いることが困難である。そこで本研究では、溶媒に可溶な犠牲層を用いた lift-off process を検討した。

【実験手法】作製手順の概略を図 1 に示す。Si 基板に膜厚 80 nm の犠牲層をスピン塗布により成膜した。O₂ RIE による残膜除去時に異方性が高い光硬化性液体 NL-KK1^[3]を成膜し、離型剤処理したシリカモールドを用いて光ナノインプリント成形した。レジスト残膜、犠牲層を O₂ RIE で除去し、露出した基板表面に Al を物理蒸着して、熱水への浸漬により犠牲層を lift-off した。

【結果と考察】インプリント後の成形パターンの電界放出形走査電子顕微鏡 (FE-SEM) 断面像を図 2(a)に示す。成形パターンがほぼ垂直であることが観察された。また、NL-KK1 のパターン高さは 200 nm、残膜厚は 10 nm であった。210 s の O₂ RIE 後のパターンの FE-SEM 断面像を図 2(b)に示す。NL-KK1 と犠牲層のエッチング速度の比は 1:1.6 であった。NL-KK1 よりエッチング速度の速い犠牲層を用いたことで、パターン底面付近が過剰に削られた形状が観察された。当日はリフトオフを行った結果についても発表する。

[1] K. Iwata, H. Yano, et al., 日本物理学会秋季大会, 14aBG-2 (2016).

[2] H. Yano, et al., 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 (2017).

[3] T. Uehara, et al., *J. Photopolym. Sci. Technol.* **29**, 201 (2016).

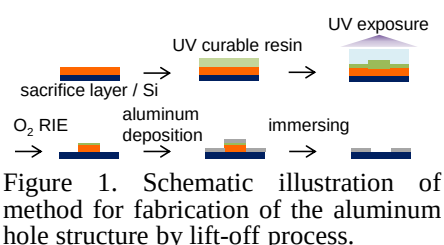


Figure 1. Schematic illustration of method for fabrication of the aluminum hole structure by lift-off process.

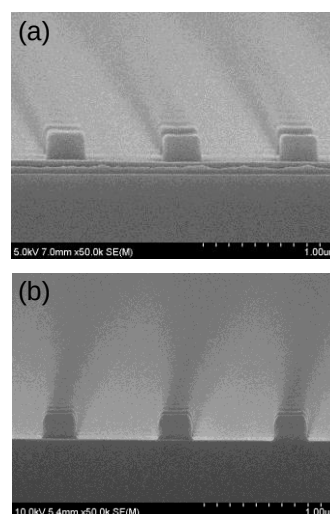


Figure 2. FE-SEM images of (a) imprinted pattern and (b) resist pattern after O₂ RIE.