

ナノインプリントによるメタマテリアル構造の複製

Replicating Metamaterial Structures by Nanoimprint Lithography

JST さきがけ¹, 理研², 北大³ ○(PC)久保 若奈^{1,2}, 田中 拓男^{2,3}JST-PRESTO¹, RIKEN², Hokkaido Univ.³, ○(PC)Wakana KUBO^{1,2}, Takuo TANAKA^{2,3}

E-mail: wakana_kubo@riken.jp



メタマテリアルの特異的な光学特性を利用したバイオセンサーの開発が報告されている。特に、プラズモン誘起透明化現象¹やファノ効果²などは急峻な共鳴ピークを示すため、高感度センシングへの展開が期待できる。様々な波長で共鳴するメタマテリアルをセンサーチップ上に複数配列し、さらに複数の抗原抗体反応などを組み合わせれば、多重物質を検出できるマルチバイオセンサーの実現も可能である。しかし実際には、メタマテリアルの大面積集積は難しい。可視光や近赤外領域に応答する光メタマテリアルの作製は、その微細さと制御性のため、主に電子線(EB)リソグラフィ法によって作製されており、生産性が極めて低い EB 法では、微細構造の大面積配列が極めて困難なためである。そこで本研究グループでは、EB 描画パターンからインプリント鋳型を作製するプロセスを最適化し、ナノインプリント法によって、EB 描画パターンの複製構造を大面積で配列させる試みを行った。

鋳型の作製では、レジストを塗布したシリコン基板上に、高原・宮田らが報告した論文³を参考にした EB 描画を施した (Fig.1(a))。描画後のサンプルにクロム薄膜を蒸着した。リフトオフを行うとクロムパターンが得られた。そのクロムパターン基板に、CF₄ ガスドライエッチングを施した。その結果、クロム薄膜がエッチングマスクとなり、マスク領域以外のシリコンはエッチング除去され、Fig1(b)の表面形状を有するインプリント鋳型が得られた。インプリントを施す基板には、透明インプリント樹脂を塗布した平滑ガラス基板を用いた。Fig.1(c)にはインプリントを行ったインプリント樹脂表面の SEM 像を示す。その基板に 10 nm の金蒸着を行い、リフトオフをして Fig.1(d)の金微細構造を得た。線幅 40.0 nm, 長軸長 400 nm, 短軸長 200 nm の EB 描画設計に対し、インプリント鋳型から作製された金構造の線幅および軸長は 58.1 nm, 372 nm, 及び 181 nm であった。線幅は設計値の 1.5 倍に増幅し、軸長は設計値より 7-10%程度縮小した構造が得られたことが判明した。

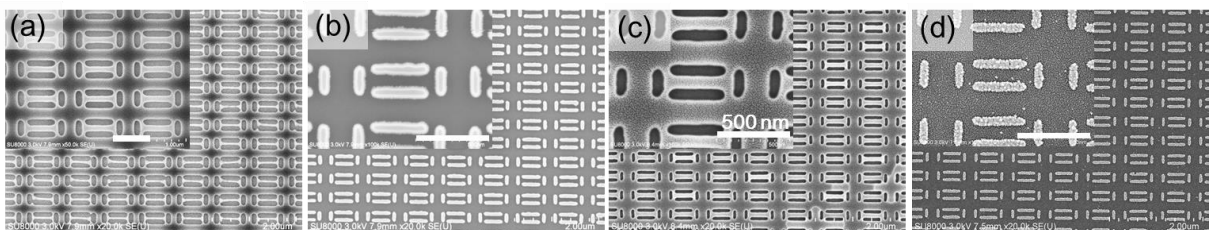


Figure 1. SEM images of (a) rod pattern on a resist film fabricated by EB lithography, (b) Si imprint mold, (c) imprinted pattern on a polymer thin film, and (d) Au nanostructure arrays fabricated through Au evaporation and lift-off process. A scale bar indicates 500 nm.

1. Liu, N.; Weiss, T.; Mesch, M.; Langguth, L.; Eigenthaler, U.; Hirscher, M.; Sonichsen, C.; Giessen, H. *Nano Letters* **2009**, 10, (4), 1103-1107.
2. Wu, C.; Khanikaev, A. B.; Adato, R.; Arju, N.; Yanik, A. A.; Altug, H.; Shvets, G. *Nat Mater* **2012**, 11, (1), 69-75.
3. Miyata, M.; Hirohata, J.; Nagasaki, Y.; Takahara, J. *Optics Express* **2014**, 22, (10), 11399-11406.