

大面積メタ表面の超高効率な偏光選択性

Extremely efficient polarization selectivity on large-area metasurfaces

物質・材料研究機構¹, JST さきがけ²○岩長祐伸^{1,2}, 崔 峯碩¹, 杉本喜正¹NIMS¹, JST PRESTO²○M. Iwanaga^{1,2}, B. Choi¹, Y. Sugimoto¹

E-mail: iwanaga.masanobu@nims.go.jp

表面ナノ、マイクロ構造によって新奇な光学特性を発現しようというメタ表面の研究が盛んになってきている [1,2]。メタ表面ではサブ波長構造に必ずしもこだわらないことによって、回折光も含めた光学応答の多様性を含むことが1つの特徴であり、メタマテリアルの拡張分野と位置づけることもできる。

今回、ナノインプリント法を活用することにより、 cm^2 級の大量メタ表面を作製し、極めて高い効率の偏光選択性を実験的に見出したので報告する。作製した構造は数値的な設計 [3] によって極めて高い偏光選択性をもつことが示されている II 型を単位胞内にもつメタ表面である。図 1(a)は作製したメタ表面の写真である。図 1(b)はトップビューの SEM 像である。II 型が正方格子状に配列された構造が確認できる。白いスケールバーは $1 \mu\text{m}$ を表している。図 1(c)は UV ナノインプリント法でレジストにモールドパターンを転写した段階での断面 SEM 像である。基板には石英を使用し、図 1(c)の工程後に残膜処理を施して、石英基板をドライエッチングして約 180 nm の深さまで彫り込み、II 型を基板に転写する。その後、レジストを剥離して、最後に金または銀を基板に対して垂直に 1 回蒸着してメタ表面を得た (金属の厚さは 45 nm 程度)。なお、垂直蒸着は II 型の穴の壁面に金

属を付着させないために不可欠である。完成したメタ表面の最表面層では II 型の空気孔以外は金属であり、II 型の穴の底には最表面層と同じ厚さの金属が存在する。このような相補的な積層構造が高い偏光選択性実現の鍵となる構造である [3]。

透過率測定によって、図 1(b)において横偏光の垂直入射光で近赤外光域に約 80% の高い透過率が得られ、縦偏光では 0.01% 未満の透過率しかないことが明らかになった。消光比 10000 を超える偏光子が厚さ 230 nm 程度で実現しており、偏光選択の効率 (消光比 ÷ 偏光子の厚さ) は類例のない高さである。

講演では、偏光子としての動作波長の可変性について述べるとともに、高い透過率に実現して超高効率な偏光選択性に寄与するプラズモン共鳴の詳細についても述べる予定である。

謝辞 この研究における数値計算は東北大学サイバーサイエンスセンターおよび HPCI プログラムによって支援を受けました。

[1] N. Yu, P. Genevet, M. A. Kats, F. Aieta, J.-P. Tetienne, F. Capasso, and Z. Gaburro, *Science* **334**, 333 (2011).

[2] A. V. Kildishev, A. Boltasseva, V. M. Shalaev, *Science* **339**, 1232009 (2013).

[3] M. Iwanaga, *Opt. Express* **18**, 15389 (2010).

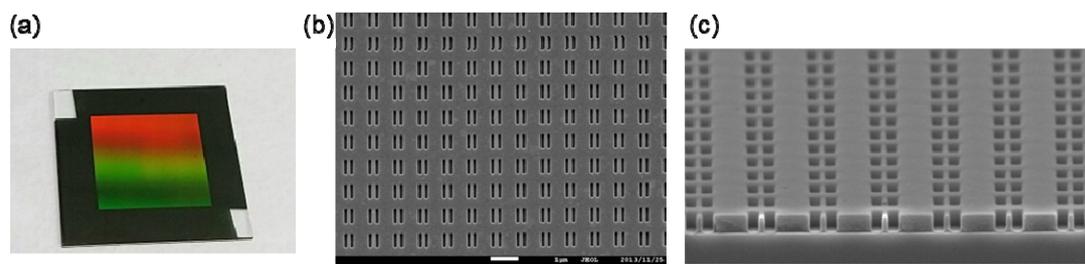


FIGURE 1. (a) Photograph of an extremely efficient metasurface polarizer. The imprinted area (colored by diffraction) was $1.2 \times 1.2 \text{ cm}^2$. (b) A top-view SEM image of a typical II-type metasurface. White scale bar indicates $1 \mu\text{m}$. (c) A section-view SEM image of imprinted resist pattern.