

誘電体埋め込み金ナノフィンアレイによる高透過率マイクロ光学位相子

Highly-efficient micro-optical retarder based on Au nanofin array embedded in dielectrics

°石井 美帆^{1,2}、岩見健太郎¹、梅田倫弘¹ (1.農工大院工、2.学振特別研究員 DC)

°Miho Ishii^{1,2}, Kentaro Iwami¹, Norihiro Umeda¹

(1.Tokyo Univ. of Agri. & Tech., 2. JSPS Research Fellow)

E-mail: k_iwami@cc.tuat.ac.jp (K. Iwami)

【はじめに】 集積化・パターンニング可能なマイクロ波長板実現のため、単層金属のナノ構造であるメタサーフェスが注目されている。我々は金ナノフィンアレイを用いることでサブミクロン厚の構造で可視光に対し 1/2 波長程度の大きな位相差と、TM 偏光に対し 40%程度の高い透過率が両立可能であることを示した^[1]。しかしながら既報の金ナノフィンアレイは二色性が強く、偏光方向による透過率の比が最大 5 倍あるという問題点があった。波長板として用いるためには二色性の解消が不可欠である。また、金属メタサーフェスでは耐久性が実用上の問題となる。特にナノフィン構造のような立体的な構造は表面張力等の力印加で構造が容易に破壊されるために使用環境が制限されてしまう。そこで透過特性の改善と素子の耐久性向上のため、誘電体埋め込み型金ナノフィンアレイとその製作手法を考案した。

【構造の製作】 誘電体埋め込み金ナノフィンアレイの製作を行った。Fig. 1 に製作プロセスの概要と製作した構造の断面 SEM 像を示す。まず、ガラス基板に反応性イオンエッチングで形成した周期 700 nm の凹凸構造パターン側面に、ナノコーティングリソグラフィ^[2]を用いて金薄膜を作製する。作製した構造上にスピノングラス(SOG, ACCUGLASS® 512B, Honeywell International Inc.)をコートして埋め込みを行い、焼成することで SEM 像に示した埋め込み型金ナノフィンアレイ構造を得た。SOG の屈折率は ~1.38(カタログ値)である。埋め込み後の表面粗さは 3.58 nm R_a であり、ピンセット等で接触しても破損しない耐久性を持つ。

【透過光特性評価】 製作した構造にガラス基板側から光を入射し、透過光特性を評価した。埋め込み工程の前後における TE 偏光(Au フィンに平行)・TM 偏光(Au フィンに垂直)の透過率を Fig. 2 に示す。TE・TM 偏光共に埋め込み後に透過率が向上している。波長 633 nm における埋め込み前後の透過率の比は TE 偏光 3.9 倍、TM で 1.5 倍であった。TE 偏光の増加率が TM 偏光に比べて大きく二色性が改善した。透過率改善の要因として、ガラス基板-フィン界面における屈折率差が減少したことによりフレネル

反射が抑えられたことと、TE 偏光においてはカットオフ波長が短波長化したことが挙げられる。

さらに、波長 633 nm についてセナルモン法による複屈折位相差の測定を行った。埋め込み前で 55.9°, 埋め込み後で 79.4°の位相差が得られ、埋め込み後に位相差が増加した。これは表面プラズモンに起因して生じる TM 偏光の位相遅れが埋め込みによって増加したためであると考えられる。

以上の結果から金ナノフィンアレイの誘電体埋め込み構造によって、耐久性が高く二色性が少ない高透過率のマイクロ光学位相子を実現した。

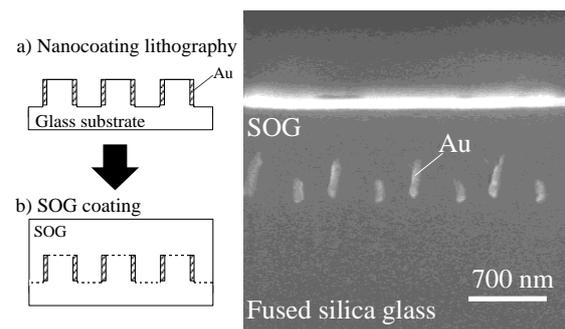


Fig. 1 (Left) Fabrication process of embedded Au nanofin array. (Right) Cross-section SEM image.

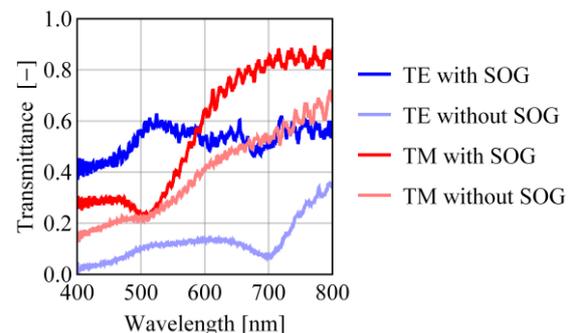


Fig. 2 Transmittance spectra for TE and TM polarizations with and without SOG coating.

【参考文献】

- [1] M. Ishii, K. Iwami, and N. Umeda, *Appl. Phys. Lett.* **106**, 021115 (2015).
- [2] W. Kubo and S. Fujikawa, *Nano Lett.*, **11**, 8 (2011)