

## 完全吸収に向けたプラズモンメタ表面の設計

### Design of plasmonic meta-surface towards perfect absorption

横浜国大理工<sup>1</sup>, 横浜国大工<sup>2</sup> 藤 直毅<sup>1</sup>, 熊谷 拓洋<sup>1</sup>, 西島 喜明\*<sup>2</sup>

College of Science and Engineering, Yokohama National Univ.<sup>1</sup>, Faculty of Engineering, Yokohama

National Univ.<sup>2</sup> Naoki To<sup>1</sup>, Takuhiro Kumagai<sup>1</sup>, Yoshiaki Nishijima\*<sup>2</sup>

E-mail: to-naoki-hj@ynu.jp

#### 1. はじめに

金属ミラー層-誘電体スペーサ層-金属ナノ構造層の3層から成る光吸収型プラズモンメタ表面は様々なセンシングへ応用が期待されている。入射光の電界によって金属ナノ構造に電流が流れ、金属ミラー層には逆平行電流が流れる。これにより局在表面プラズモン共鳴時、電磁界が誘電層に局在し、光が反射しなくなる。また金属ミラー層によって透過が妨げられる。このため、共鳴波長で完全吸収体となる[1]。

我々はこれまで実験的に波長 4  $\mu\text{m}$  付近で吸収率 90%を示すメタ表面の作製に成功し [2]、また熱光源や赤外検出器への応用を示してきた[3]。本研究では更に 100%近い吸収体を目指して FDTD(Finite Difference Time Domain)による設計と試作を行ったので報告する。

#### 2. 吸収体の作製・測定

サンプルの作製手順として、ガラス基板上に Au を 200 nm、SiO<sub>2</sub> を  $t_d = 10 \sim 110$  nm 蒸着した (接着層 Cr 5 nm)。これに電子線レジストを塗布し、電子線描画、現像後に Au を  $t_m = 20 \sim 100$  nm 蒸着し、リフトオフすることで、直径  $D = 400 \sim 800$  nm と構造間距離  $d = D/2$  の周期を持つ Au のナノディスクアレイ(NDA)を得た。

フーリエ変換赤外分光法(FTIR)によって反射スペクトルを測定した。Fig 1 のように SiO<sub>2</sub> 膜厚  $t_d = 90$  nm、NDA 膜厚  $t_m = 50$  nm、直径  $D = 800$  nm のとき、波長 3.2  $\mu\text{m}$  において反射率 8.3%すなわち吸収率 91.7%を達成した。また各膜厚と直径の組み合わせによる吸収ピーク分布を得た。ピーク波長は Au 膜厚によらず、SiO<sub>2</sub> 膜厚と直径が大きな影響を与える。また  $t_m = 50$

nm、 $t_d$  と  $d$  をパラメータとした FDTD シミュレーションでは、吸収率 99.8%を達成した。

#### 3. まとめ

今回、実験的に 91.7%の吸収を達成した。今後はシミュレーション結果を基に構造間距離と SiO<sub>2</sub> 層の厚みを制御し、完全吸収の実現を目指す。

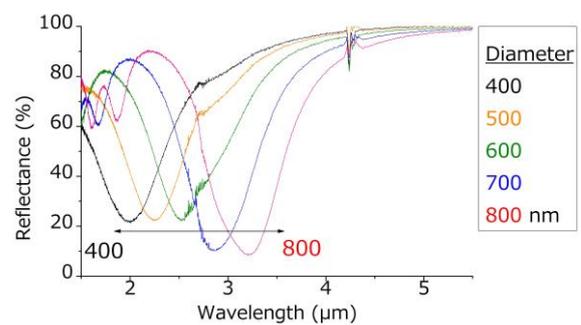


Fig 1. Reflection spectra of experimentally fabricated metasurfaces

( $t_d = 90$  nm,  $t_m = 50$  nm,  $D = 400 \sim 800$  nm)

#### 謝辞

本研究は、新コスモス電機株式会社ならびにフィガロ技研株式会社との共同研究によって得られた成果である。

#### 参考文献

- [1] Harald Giessen, et al; *Nano Lett.* 2010, 10, 2342-2348
- [2] Yoshiaki Nishijima, et al; *ACS Appl. Nano Mater.* 2018, 1, 3557-3563
- [3] Yoshiaki Nishijima, et al; DOI: arXiv:1805.04726, 2018