

# 金ナノプリズムアレイ LSPR の回折カップリングに基づく屈折率応答

## Refractive Index Sensing Based on Diffractive Coupling of a Plasmonic Gold Nanoprism Array

東大生研 °秋吉 一孝, 田中 嘉人, 石田 拓也, 志村 努, 立間 徹

Institute of Industrial Science, University of Tokyo,

°Kazutaka Akiyoshi, Yoshito Y. Tanaka, Takuya Ishida, Tsutomu Shimura, Tetsu Tatsuma

E-mail: akiyoshi@iis.u-tokyo.ac.jp

【緒言】 局在型表面プラズモン共鳴 (LSPR) を示す金属ナノ粒子を、光の波長程度の間隔で周期的に配列しアレイ化すると、粒子のブロードな LSPR とアレイ面内のシャープな光回折モードがカップリングし、ピークとディップからなる Fano 共鳴が観測される<sup>[1]</sup>。それらのバンド幅は LSPR ピークより狭く、波長は粒子の周期や周囲の屈折率などに依存する。実際、屈折率変化に伴うピーク波長シフトはセンシングに利用できる<sup>[2]</sup>。本研究では、回折カップリングにより生じる Fano 共鳴の、屈折率センサへの応用について詳しく検討した。

【実験】 電子ビームリソグラフィ (EBL) 技術<sup>[3]</sup>を用い、ITO 被覆ガラス基板上に、辺長約 350 nm、高さ約 60 nm、縦・横の周期約 540 nm の金ナノ三角柱のアレイを作製した (Fig. 1a)。分光光度計で Extinction スペクトルを測定する際、必要に応じて直線偏光フィルタを使用した。また、有限差分時間領域 (FDTD) 法による理論的な計算結果との比較も行った。

【結果】 作製したアレイに光 (Fig. 1a での縦方向の直線偏光) を垂直入射させて測定した時の Extinction スペクトルを Fig. 1d に示す。水中 ( $n = 1.33$ ) では波長 704 nm にディップ、741 nm にピークが観測された。ピーク波長での電場分布 (Fig. 1b) から、回折カップリングによるものだと考えられる。周囲の屈折率を  $n = 1.43$  まで変化させると、ディップとピークがともに長波長シフトした (Fig. 1d)。ディップの波長はいずれも、回折格子におけるウッド・アノマリの波長<sup>[4]</sup>に近かった。ディップおよびピークの屈折率感度は 481 および 437 nm RIU<sup>-1</sup> であり、同程度の波長における金ナノ粒子 LSPR の屈折率感度よりも高い。共鳴による電場振動は粒子の上部で強いため (Fig. 1c)、基板の影響を受けずに屈折率を測定できることが、高い感度の一因だと考えられる。

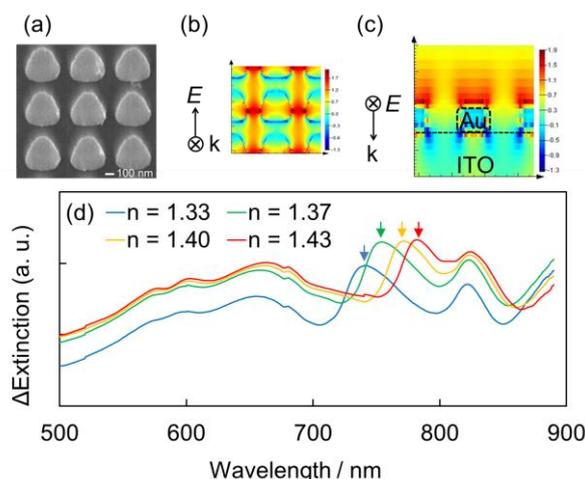


Figure 1. (a) SEM image, distributions of electric field (b)  $E_y$  in  $(x, y)$  and (c)  $E_z$  in  $(x, z)$  for diffractive coupling, and (d) extinction spectra of the Au nanoprism array.

[1] S. Zou and G. C. Schatz, *J. Chem. Phys.*, **121**, 12606 (2004). [2] S. M. Sadeghi, W. J. Wing, and Q. Campbell, *J. Appl. Phys.*, **119**, 244503 (2016). [3] Y. Y. Tanaka and T. Shimura, *Nano Lett.*, **17**, 3165 (2017). [4] Lord Rayleigh, *Philos. Mag.*, **14**, 60 (1907).