

金ナノホール列による表面プラズモンと誘電体導波路モードの結合 Coupling between surface plasmon polariton and dielectric waveguide mode through golden nanohole array

○横溝 純平, 角屋 豊, 西田 宗弘 (広大先端研)

○Junpei Yokomizo, Yutaka Kadoya, Munehiro Nishida (Hiroshima Univ.)

E-mail: m166200@hiroshima-u.ac.jp

金属ナノホール列中の表面プラズモン・ポラリトン (SPP) は、周期構造が生み出す回折によりブロッホ波 (BW) 状態となっている。BW-SPP は外部放射光と結合した準束縛モードであるため、垂直入射光によって直接励起することが可能である。この BW-SPP の共鳴励起は、いわゆる光の異常透過現象 (EOT) を引き起こし、透過スペクトルに共鳴構造をもたらす。このとき、共鳴位置が周囲媒質の屈折率によって敏感に変化するため、高感度な屈折率センサー等への応用が期待されている。しかし、BW-SPP は必然的に放射減衰を伴い、また金属による内部ロスの影響も大きい。そのため、Q 値を上げる事が難しいという問題がある。

一方、誘電体領域に屈折率の異なる 2 種類の媒質を用いることにより、スラブ導波路を構成することが可能であり、その導波モードは Q 値の高い束縛モードになると考えられる。よって、ブライトな BW-SPP とダークな導波モードを弱く結合させられれば、ファノ共鳴、あるいは、電磁誘起透明化 (EIT) が起こり、鋭い共鳴構造を得ることができると予想される。実際、一様な金属薄膜と誘電体導波路からなる類似の系では、プリズムを用いた ATR 実験により、急峻な Fano 共鳴スペクトルが得られることが最近の研究で示されている [1]。

そこで、本研究では、導波路と金ナノホール列を組み合わせた図 1 の系を考案し、Fano 共鳴や EIT の発現可能性を、結合モード法 [2] を用いて理論的に検証した。図 1 の上部から垂直入射した光の透過スペクトルを図 2 に示す。ここで、上部誘電体媒質の屈折率は 1.4~1.0 まで変化させている。BW-SPP のブロードなピークの中に、誘電体導波路の TE, TM 波に起因する鋭い共鳴構造が見て取れ、それぞれ Fano 共鳴的、EIT 的なスペクトル形状が得られていることが分かる。また、媒質の屈折率による共鳴位置の変化も明瞭であり、高感度な屈折率センサーの実現が期待できる。講演では実際に得られる性能指数と最適な構造の設計指針について議論する予定である。

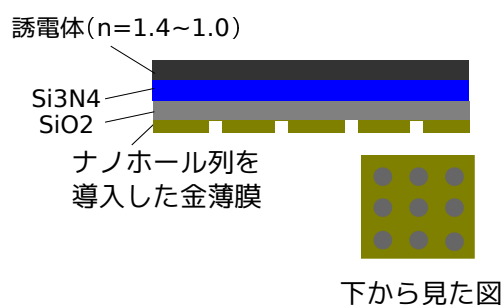


図1:系の概略

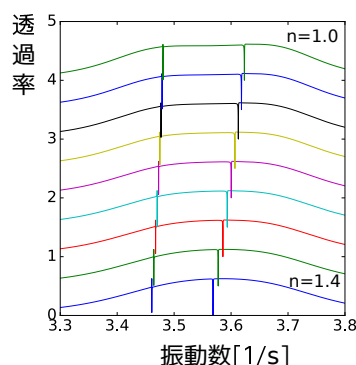


図2:屈折率変化による
透過スペクトルの変化

[1]S.Hayashi, *et al.*, Applied Physics Letters **108**, 051101 (2016).

[2]M. Nishida, N. Hatakenaka, and Y. Kadoya, Phys. Rev. B **91**, 235406 (2015).