

金属単一開口における局在型擬似多重極プラズモンモードの発生 Localized multipolar spoof surface plasmon mode of metal single hole

阪大院工¹, 株式会社村田製作所², 京大院農³

○(M2) 岡本知也¹, 三代裕太¹, 菜嶋茂喜¹, 近藤孝志², 神波誠治², 鈴木哲仁³, 小川雄一³

Osaka City Univ.¹, Murata Manufacturing, Co. Ltd.², Kyoto Univ.³,

Tomoya Okamoto¹, Yuta Mishiro¹, Shigeki Nashima¹,

Takashi Kondo², Seiji Kamba², Tetsuhito Suzuki³, and Yuichi Ogawa³

E-mail: nashima@phys.eng.osaka-cu.ac.jp

金属薄板に周期的な開口を有する金属メッシュデバイス (Metal Mesh Device: MMD) は異常透過領域に鋭い Dip 構造が見られ, 表面の誘電状態に敏感であることからバイオセンサーとしての応用が期待されている [1]. Dip 構造の要因として, MMD の開口周期に起因する表面プラズモンポラリトン (Surface Plasmon Polariton: SPP) の (-1,0) モードの他に, 開口部に局在する四重極子型の共鳴モード (以後, 開口モードと記す) が関係していることを報告した [2]. 開口モードは開口周期に依存せず, 孤立した系でも発生し得ることが示唆されている. この開口モードを利用してセンシングの感度向上や, マイクロアレイ方式による単一開口毎のセンシングが期待されているが, 単一開口での開口モードの存在は未だ確認されていない. そこで時間領域差分法 (Finite Difference Time Domain-method: FDTD 法) を用いた電磁界シミュレーションによって金属単一開口における開口モードの存在について調査した.

図 1 のように, 一辺 $190\ \mu\text{m}$, 開口長 $180\ \mu\text{m}$, 厚さ $30\ \mu\text{m}$ の正方形の金属単一開口に x 軸に平行な偏光を持つ THz 波を $10\ \text{deg}$ の入射角で照射した. その時の開口端部の電場振動を計算することにより, 開口モードの発生周波数を調べた. 図 2 が単一開口に見られた共鳴モードの電場分布である. 赤色の枠線は金属単一開口の開口長, 白色の矢印は電場ベクトルを表している. この図より, 開口部で発生する共鳴モードは, Dip 構造発生時に見られる共鳴モードと同様のモードであることを確認した. また, 金属単一開口の厚さが小さい時はこのような電場分布の共鳴モードは 2 つ存在し, 両開口端での電場モードが同期した状態と反転した状態の開口モードが低周波, 高周波にそれぞれ存在していることが明らかになった. 厚さが大きくなると, この 2 つの間のモードは徐々に接近し, 縮退したことから, 開口モードは両開口端に局在する共鳴モードが結合し, 正規モード分裂している状態であると考えられる.

【参考文献】

- [1] H. Seto, *et al.*, Appl. Mater. Interfaces **6**, 13234 (2014).
[2] 三代他, 秋季応用物理学会 14a-B2-10, (2016 年 9 月, 新潟).

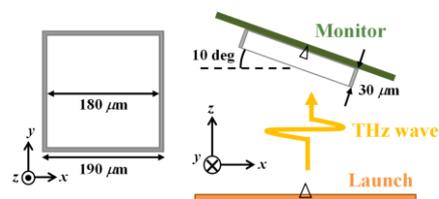


Fig. 1. Schematic diagram of a metal single hole, and optical configuration for incident THz wave for FDTD calculation.

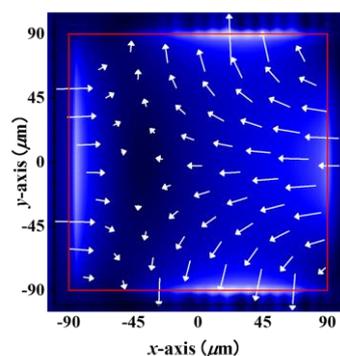


Fig. 2. Electric field distribution of quadrupole plasmon mode in metal single hole.