

エルミートガウスビームによる金属ナノホール列中の表面プラズモン励起 Excitation of surface plasmon in metallic nanohole array by Hermite-Gaussian beam

広大院先端研 ○ 石川 陽太, 堀野 直樹, 角屋 豊, 西田 宗弘

AdSM, Hiroshima Univ. ○ Youta Ishikawa, Naoki Horino, Yutaka Kadoya, Munehiro Nishida

E-mail: m192726@hiroshima-u.ac.jp

プラズモニック結晶中のブロッホ波表面プラズモン・ポラリトン (BW-SPP) のエネルギー伝搬方向は, 群速度 $v_g = \partial\omega/\partial k(\omega$:周波数, k :波数ベクトル) の方向, すなわち, 分散関係が二次元波数空間に描く等周波数線の法線方向に一致する. バンドギャップの形成に伴う歪みにより, 等周波数線に変曲点が形成されるが, そこでは, 同方向に伝搬する状態の密度が特異的に高くなる. プラズモニック結晶にレンズで集束した光を入射した場合, この特異的な方向に BW-SPP の強い放射が起こると考えられる. 実際, 図1の系において BW-SPP のビーム状の伝搬が実験とシミュレーションにより示されている [1]. 我々は結合モード法 [2] で等周波数線を求め, ビームの方向が変曲点での群速度方向に一致することを報告した [3]. しかし, 変曲点の情報だけでは, 寄与の大きい変曲点の予測が困難なため, ビームの起源を断定出来ていなかった. また, 波数空間で等方的な光では, Γ 点から離れた変曲点の影響を単離して調べることが出来ないという問題があった.

そこで, 本研究の目的は, 高次エルミートガウス (HG) ビーム照射時の金属表面電場強度分布を調べる事により, 特定の変曲点からの BW-SPP ビーム放射を確認することである.

結合モード法で求めた反射係数の発散点から BW-SPP のバンド構造を求め, その結果から等周波数線を割り出した (図2). 丸は, ガラス/金属界面の SPP に由来する等周波数線部分にある変曲点を表している. HG モードのフーリエ変換は実空間の関数と同形の関数になることが知られている [4]. 結合モード法で求めた平面波入射時の電場に, このフーリエ変換で重み付けして, 波数について積分する事により, HG ビーム入射時の電場を求めた. ここでは, HG₀₀ モード (ガウスモード), HG₁₁ モード入射時の結果を示す. 入射ビームの波数空間強度分布は図3, 4である. 図5, 6にガラス/金属界面での電場強度分布を示す. HG₀₀ モード入射時には, 45度付近に比較的幅の広い BW-SPP ビームが形成されているが, これには2つの赤丸 (群速度方向:39°, 51°) の間の直線領域からの寄与が大きいと考えられる. 一方, HG₁₁ モード入射時には, 30.5度方向に BW-SPP ビームが形成されており, 図2の青丸の変曲点に関与していると考えられる. 以上により, BW-SPP ビームの起源は等周波数線の変曲点での特異性であることが確認されたと言える.

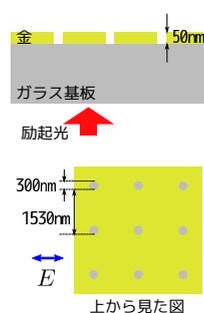


図1.系の概略

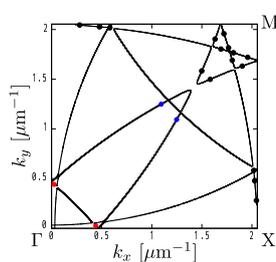


図2.等周波数線

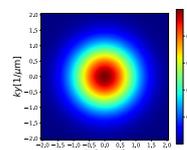


図3.HG₀₀入射ビーム

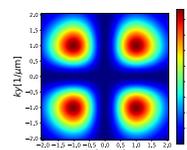


図4.HG₁₁入射ビーム

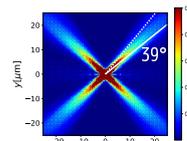


図5.電場強度分布(HG₀₀)

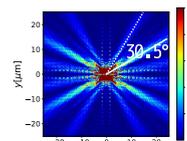


図6.電場強度分布(HG₁₁)

- [1] M.I. Benetou, *et al.*, *Nanotechnology*, **26**, 444001 (2015). [2] M. Nishida, N. Hatakenaka and Y. Kadoya, *Phys. Rev. B* **91**, 235406, (2015). [3] 第65回応用物理学会春季学術講演会, 20p-C301-12. [4] H.A. Haus, *Waves and Fields in Optoelectronics*, Prentice Hall,(1983).