

# 光伝導アンテナギャップにおける光キャリア励起増強のための 金属グレーティングの設計

## Design of metal grating for the enhancement of photo-carrier excitation in the photoconductive antenna gap

広大院先端研 °上山 大輝, 吉川 遼, 合田 圭佑, 西田 宗弘, 角屋 豊

AdSM, Hiroshima Univ., °Daiki Ueyama, Ryo Kikkawa, Keisuke Gouda,

Munehiro Nishida, Yutaka Kadoya

E-mail: b140451@hiroshima-u.ac.jp

1. 研究背景: 金属グレーティングを用いて THz 波光伝導アンテナの性能を向上させる研究が進められている[1-3]. グレーティングはアンテナの電極部に使用する場合[1]と, アンテナの電極間(ギャップ部)に使用する方法[2,3]がある. 前者では電極金属直下での光励起キャリア密度を高めるため, 金属下での光電場の増強度が, 後者では電極間の伝導に寄与するキャリア密度を高めるため, 金属間(スリット)下での光電場の増強度が重要となる. 今回, 我々は後者に注目して解析を行った. 解析には結合モード法(CMM)[4]を用いた.

2. 解析構造: 図1に解析した構造を示す. 屈折率 3.6 の半導体基板上的金グレーティングを考え, 一回折波が放射モードになる波長, すなわちグレーティング波長が 1560 nm となるよう周期を  $p = 433$  nm とした. 空気側から P 偏光を入射させ, スリット中央下で半導体表面から深さ 10 nm の点(図中の×)での増強度  $E$  を調べた.

3. 解析結果: スリット幅を  $W_s = 0.1p$  とした時の  $E$  の金属厚さ( $h$ )依存性を図2に示す. 厚さに依存して変化するピークが見られる. スリットへ P 偏光を入射した場合, 導波モードは transverse magnetic(TM)となるので, 最低次のスリットモードは必ず導波モードとなる.  $W_s = 0.1p$  のスリット中にはこの最低次モードのみが存在すると考えてよい. ピークはこのモードに対するファブリ・ペロー(FP)共鳴によるもので, 系の束縛モードに対応する[4]. 図2において, このピークが設計波長である 1560 nm に近づくと消失することが分かる. この様子は図3(a)に示した  $E$  のスペクトルでも確認でき, FP 共鳴波長と消失波長が重なる  $h = 290$  nm では,  $E$  の値が小さくなってしまふ. 従って, この消失の起源を知ることは応用上極めて重要である. 半導体表面直下の  $E$  はスリットモードの電界分布から理解できることが分かっている. このモードに対する基板側スリット端での反射係数  $\rho$  を図3(b)に示す.  $E$  のディップに対応する波長で  $\rho \approx -1$  となっており, スリット端で固定端反射となることにより  $E$  の消失が生じたものと理解できる.

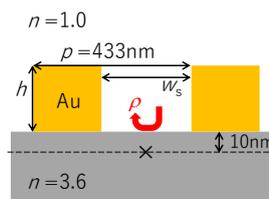


Fig. 1: Cross-sectional drawing of the system.

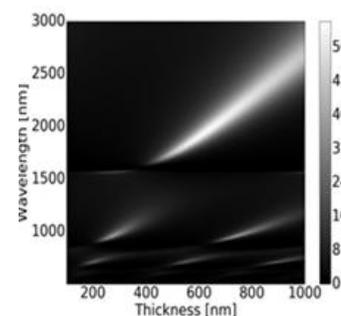


Fig. 2: Thickness dependence of  $E$ .

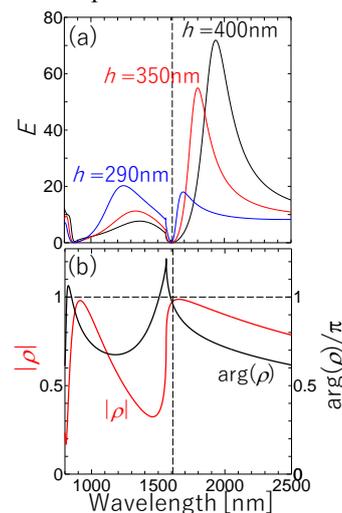


Fig. 3: (a) Spectrum of  $E$  for different  $h$ . (b) Reflection coefficient  $\rho$ .

[1] C. W. Berry et al. New J. Phys. 14, 105029 (2012). [2] A. Jooshesh et al. 15, 128306 (2015). [3] S. G. Park et al. ACS Nano, 6, 032026 (2012).

[4] R. Kikkawa et al. J. Opt. Soc. Am. B, 34, 122578 (2017).