

GaAs/Au ストライプ構造を用いた LO フォノン共鳴の赤外光輻射

Radiation of infrared light resonant with LO-Phonon energy: an example of GaAs/Au stripe structures

千葉大工 ○青木 伴晋, 花田 昂樹, 坂本 裕則, 馬 蓓, 森田 健, 石谷 善博

Chiba Univ., ○Tomoyuki Aoki, Hanata Koki, Hironori Sakamoto, Bei Ma, Ken Morita, and Yoshihiro Ishitani

E-mail: ishitani@faculty.chiba-u.jp

THz 帯におけるフォノンと光の相互作用について多くの研究がなされてきた。我々の研究で金属/半導体複合構造において LO フォノンおよび LO フォノン-プラズモン結合モードに共鳴する反射損失が観測された。[1]これは金属/半導体界面の分極電荷振動による電気双極子による光吸収に起因すると考えられた。本研究ではこの電気双極子による輻射の実験的観測を行った。

u-GaAs(001)基板にフォトリソグラフィ法を用いて Au ストライプパターンを形成した。硫酸・過酸化水素系でのウェットエッチングによりストライプメサ構造を作製し、図 1 の概念図のように凹部に Au をスパッタ法により埋め込んだ(図 1)。図 2 は作製した試料の FTIR により測定した室温における反射率スペクトルである。GaAs の LO フォノン位置 290cm^{-1} で電気双極子吸収による反射吸収が観測されている[2]。試料をヒーターで 200°C に加熱して FTIR によりその輻射スペクトルを観測した。熱輻射によるスペクトルを差し引いたものを図 3 に示す。このピークエネルギー 286.4cm^{-1} は 200°C における GaAs の LO フォノンエネルギーと一致している[3]。従って、この発光は LO フォノン共鳴した電気双極子からの発光と考えられる。図 4 にストライプ方向に対して平行及び垂直な電場成分をもつ光を偏光子を用いて分離して導入し、得られたスペクトルの差分を図 4 に示す。 285.4cm^{-1} で突出したピークが観測出来る。これは、 450°C における LO フォノンエネルギー位置である。[3]これより、LO フォノン共鳴の輻射がストライプ方向に対して垂直な偏光依存性を持つことが分かる。本構造の周期は、偏光選択が見られるワイヤグリッド偏光子の一般的構造周期に比べて大きく、偏光子による偏光選択と屈折率が 1 に近いエネルギーでの透過率の増加が重なった結果とは考えられない。

以上の結果より、ストライプに垂直方向な電気双極子からの発光を観測できたと考えられる。

[1] Y. Ishitani *et al.*, J. Phys. D **48**, 095103 (2015), [2] H. Sakamoto *et al.*, J. Phys. D **51**, 015105 (2017), [3] G. Irmer, *et al.*, Phys. stat.sol(b). **195**, 85 (1996)

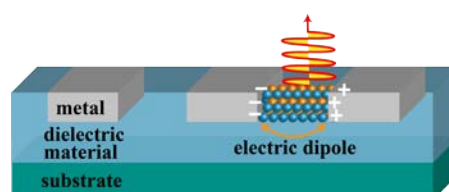


図 1 : 金属/半導体ストライプ構造

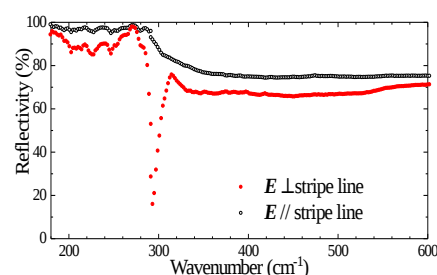
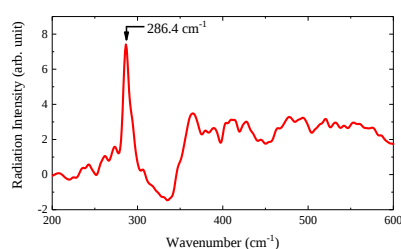
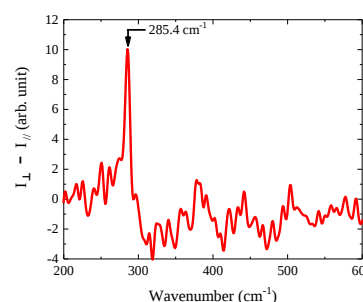


図 2 : GaAs/Au (4-8 μm)の反射率

図 3 : 200°C のヒーターで加熱した GaAs/Au(2-8 μm)の輻射スペクトル(黒体輻射補正済み)図 4 : 450°C のヒーターで加熱した GaAs/Au(6-8 μm)の偏光依存性