フェムト秒レーザー励起した Bi2Te3/Te ストライプ構造から 放射されるテラヘルツ波偏光特性

Polarization characteristics of THz emissions from Bi₂Te₃/Te striped structure excited by a femtosecond pulsed laser

版大レーザー研¹, AFRL, USA², ITME, Poland³ ⁰村上史和¹, 芹田和則¹, 村上博成¹, R. Dalipi¹, A. M. Urbas², A. Materna³ M. Buza³, D. A. Pawlak³, 斗内政吉¹, 川山巌¹

ILE Osaka Univ.¹, AFRL, USA², ITME, Poland³ ^OF. Murakami¹, K. Serita¹, H. Murakami¹, R. Dalipi¹, A. M. Urbas², A. Materna³ M. Buza³, D. A. Pawlak³, M. Tonouchi¹, I. Kawayama¹ E-mail: murakami-f@ile.osaka-u.ac.jp

テルル化ビスマス(Bi₂Te₃)は熱電変換材料として長年研究 されており[1]、近年ではトポロジカル絶縁体の一種としても 注目されている[2]。またテルル(Te)もその熱電特性[3]や、ト ポロジカル物質の一種のワイル半金属として注目されてい る[4]。我々は Fig.1 に示すような、Bi₂Te₃と Te とが原子レベ ルで接合し急峻な界面を持つストライプ構造試料の、接合界 面のバンド状態や光励起キャリアのダイナミクスを調べる ために、レーザーテラヘルツ(THz)放射顕微鏡(LTEM)を用い た評価を行っている。前回の発表では、Bi2Te3よりも Te から の THz 放射が強いことを報告した[5]。今回は、放射される THz 波の偏光方向やその位置依存性など、より詳細な THz 波 の放射特性を報告する。測定には、励起レーザーを試料表面 に垂直に入射し、表面から垂直に放射される THz 波を計測す る垂直反射型 LTEM を用い、検出器にはスパイラル型光伝導 アンテナを使用した[5]。検出する THz 波の偏光方向を選択 する際には、ワイヤーグリッド偏光子を用いた。

Fig.2 は励起レーザーのスポット径がストライプ幅よりも 十分大きい条件で測定した放射 THz 波の偏光方向依存性で ある(接合界面に垂直な方向が0°)。この結果からは、接合 界面に平行な偏光方向を持つ THz 波の割合が大きいことが 分かる。一方、Fig.3(a)に示した試料表面の SEM 像における 位置 A と位置 B の箇所で界面に垂直な偏光方向を持つ THz 波のみを測定した。その結果、Fig.3(b)に示すように、Bi₂Te₃ のラインを挟んで位相が反転していることが確認できた。本 実験の試料中の Bi2Te3 は Bi 過剰条件のため p 型ナローギャ ップ半導体であり、Te は室温ではn型ナローギャップ半導体 であると考えている。そのため Bi₂Te₃と Te との界面には pn 接合的界面が形成され、その空乏層電界により光電流が発生 し、THz 波が放射されたと考えると、Fig.2(b)における位相の 反転は pn 接合での空乏層電界の向きを反映していると解釈 できる。このように、放射される THz 波は全体としてはスト ライプ構造に平行な成分が強いが、接合界面の空乏層電界の 影響と考えられる接合界面に垂直な成分も同時に発生して おり、複数の THz 波放射メカニズムを考える必要がある。

当日の発表では、THz 波の偏光方向のマッピングなど、より詳細な放射特性について報告する。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 JP17H05338、JP18K18861 の 助成を受けたものです。

【参考文献】

[1] R. Venkatasubramanian et al, Nature 413, 597 (2001).

[2] Y. L. Chen *et al.*, Science **325**, 178 (2009).

[3] Lin, Siqi, et al. Nature commun. 7 10287 (2016).

[4] M. Hirayama, et al. Phys. Rev. lett. 114.20 206401 (2015).

[5] 村上史和, 他, 第66回応用物理学会春季学術講演会 12a-S421-9 (2019)



Fig.1 A SEM image of the surface structure of Bi₂Te₃/Te. Insert is a HRTEM image of the Bi₂Te₃/Te interface.







Fig.3(a) A SEM image of the sample surface, (b) the waveforms of THz emissions from points A and B in Fig.2(a) with polarization perpendicular to the Bi₂Te₃/Te interface.