

18p-A14-13

THz 時間領域分光法を用いた半金属ビスマスの非線形応答 Nonlinear response of semi-metal Bismuth observed with THz time-domain spectroscopy

横国大院工¹, 物材機構 WPI-MANA², ルクスレイ³, 防衛大学校⁴○荒木 光太郎¹, 南 康夫¹, T. D. Dao², 長尾 忠昭², 武田 淳¹, 北島 正弘^{1,3,4}, 片山 郁文¹Yokohama National Univ.¹, NIMS, WPI-MANA², LxRay Co. Ltd.³, National Defense Academy⁴○K. Araki¹, Y. Minami¹, T. D. Dao², T. Nagao², J. Takeda¹, M. Kitajima^{1,3,4}, I. Katayama¹

E-mail: minamiyasuo@ynu.ac.jp, jun@ynu.ac.jp, katayama@ynu.ac.jp

半金属であるビスマス (Bi) は、すべての金属の中で最も電気抵抗やホール係数が高いなど興味深い性質を持っている。また、膜厚 30 nm を境に半金属 - 半導体転移が起こるといった報告や[1]、1-2 nm を境に構造相変態とそれに伴った電子状態変化が生じるといった報告がなされており[2]、Bi 超薄膜の光学特性に注目が集まっている。最近、我々は、広帯域 THz 時間領域分光法により、Bi 超薄膜の表面金属状態の光学応答を実験的にはじめて明らかにした[3]。今後、表面やバルクキャリアのプラズマ周波数やダンピングの非線形性を明らかにすることは、その物理的性質や起源を理解する上で大変重要である。そこで我々は、高強度 THz 波を用いた時間領域分光法によってバルク Bi における透過スペクトルの電場強度依存性の測定を行った。試料には Si 基板上に蒸着した厚さ 40 nm の Bi 薄膜を用いた。また、光源には中心波長：800 nm、パルス幅：130 fs、エネルギー：1.2 mJ のフェムト秒 Ti:Sapphire 再生増幅レーザーを使用し、パルス面傾斜法を用いて LiNbO₃ から高強度 THz 波を発生させた。発生した THz 波は、放物面鏡によりサンプルに照射し、その透過電場波形を ZnTe に集光して EO 検出した。得られた最大の電場強度は 50 kV/cm であり、ワイヤーグリッド偏光子を用いて強度を調整した。

Figure 1 に THz 透過率スペクトルの電場強度依存性を示す。図より電場強度が増大すると、THz 透過率も増大していることがわかる。得られた結果を解析し、複素誘電率から Drude の誘電分散を用いることで、プラズマ周波数と緩和時間の電場強度依存性を求めたところ、対応した非線形な振る舞いが観測された。Bi の特異なバンド分散により、高強度の THz 波照射下でキャリアの有効質量が増大したことがこの非線形な応答の原因と考えられる。解析結果等の詳細は当日報告する。

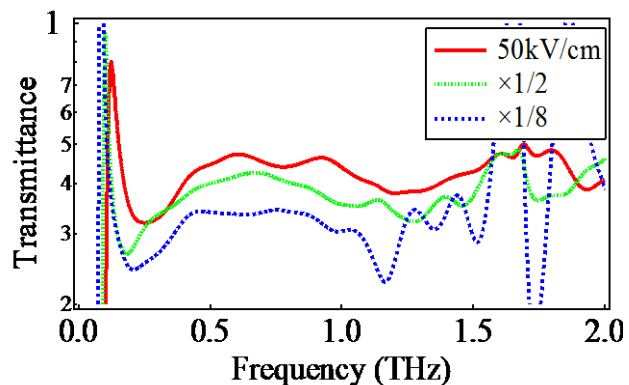
[1] C. A. Hoffman *et al.*, Phys. Rev. B, **48**, 11431 (1993)[2] T. Nagao *et al.*, Phys. Rev. Lett, **93**, 105501 (2004)[3] K. Yokota *et al.*, Appl. Phys. Lett, **100**, 251605 (2012)

Fig 1 THz transmittance spectra with different peak electric fields.