

強相関係強誘電体 YMnO_3 薄膜の光誘起電流とキャリア伝導の異方性

Carrier conduction and the photo-induced current of strongly-correlated ferroelectric YMnO_3 thin films

大阪府大院・工 宇賀 洋志, 芦田 淳, 吉村 武, 藤村 紀文

Graduate School of Engineering, Osaka Pref. Univ. H. Uga, A. Ashida, T. Yoshimura, N. Fujimura

E-mail: fujim@pe.osakafu-u.ac.jp

【はじめに】 近年、強誘電体 BiFeO_3 においてバンドギャップ以上の光起電力を呈することが観測され[1]、強誘電体の光物性に関して注目が集まっているが、光起電力のメカニズムに関してはいくつかのモデル[2,3]が提案されており、未だ不透明な点も多い。我々は、c 軸方向のみに分極を有し、c 面内に 80K 以下で反強磁性を有すマルチフェロイック物質、 YMnO_3 に注目し研究を行っている。これまで Mn に由来する吸収・発光の温度依存性と磁気秩序との関連に関し、Mn 原子内 d-d 発光の検出に初めて成功し、磁気秩序との高い相関を見出した[4]。また、ゼロバイアス電界下での c 軸方向の光誘起電流の観測に成功した[5]。本報告では、 YMnO_3 の光誘起電流の起源及びキャリア伝導機構の結晶方位依存性に関して検討した結果を報告する。

【実験方法及び測定結果】 (0001) YMnO_3 エピタキシャル薄膜はパルスレーザ堆積(PLD)法を用いて、(111)YSZ 基板および(111)Pt/(111)SrTiO₃ 基板上に作製した。面内方向の電気特性測定試料として(111)YSZ 基板上に作製した YMnO_3 薄膜の上部に線幅、線間ともに 10 μm の Pt 楕形電極を形成した。また、面外方向測定試料として(111)Pt/(111)SrTiO₃ 基板上に作製した YMnO_3 薄膜の上部に PLD 法によって直径 100 μm の Al doped ZnO 電極を形成した。 YMnO_3 薄膜の吸収係数(黒点線)と面内(青線)、面外(赤線)方向の光誘起電流の光エネルギー依存性を Fig.1 に示す。既に報告しているように、面外方向<0001>ではゼロバイアス下で光起電流が確認されるものの、面内方向ではゼロバイアス下では光起電流は観測されず、強誘電分極ドメインと光起電流との相関が認められる。今回の実験では、面外方向はゼロバイアス、面内方向は 20V のバイアス電圧を印加し、異なる波長の LED を用いて、出力 1mW あたりの光起電流を測定した。光吸収係数は 1.66 と 2.20eV 近傍に吸収ピークが確認できる。この吸収は、占有 Mn 3d(xy, x²-y²)や(xz, yz) と O 2p 混成バンドから非占有 Mn 3d(3z²-r²)バンドへの電子遷移に起因した吸収である。面内、面外共にこの 2 つの吸収ピーク近傍で光誘起電流が増大している。従って、光誘起電流は面内、面外方向共に d 軌道間の電子励起に伴うキャリア発生に由来すると考えられる。当日は、面内及び面外方向の伝導機構についても議論する予定である。

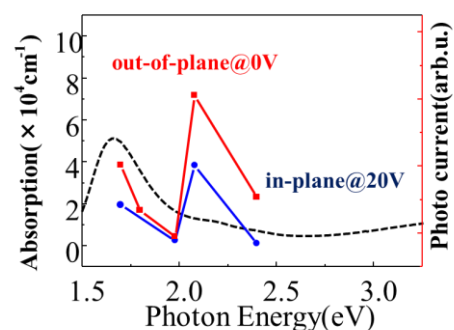


Fig.1 Absorption spectra and in and out of plane direction photo-induced current of YMnO_3 films

【参考文献】 [1] S.Y.Yang *et al*, Nat. Nanotechnol, 451.143 (2010)

[2] J. Seidel *et al.*, Phys. Rev. Lett. 107, 126805 (2011).

[3] A.Bhatnagar *et al*, Nat. Commn., 4,2835(2013)

[4] M. Nakayama *et al*. Appl. Phys. Express 7, 023002 (2014)

[5] 宇賀他 2014 春 応用物理学会 18p-E8-19