

強相関係強誘電体 YMnO_3 薄膜の光吸収および発光特性と それらの光誘起電流との相関

Optical absorption and photoluminescence properties of strongly-correlated ferroelectric YMnO_3 thin films, and the correlation with the photo-induced current.

阪府大¹, 阪市大²

○宇賀 洋志¹, 芦田 淳¹, 吉村 武¹, 古川 喜彬², 中山 正昭², 藤村 紀文¹

Osaka prefecture Univ.¹, Osaka city Univ.²

H. Uga¹, A. Ashida¹, T. Yoshimura¹, Y. Furukawa², M. Nakayama², N. Fujimura¹

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。その光起電力の発生メカニズムに関してはいくつかのモデル[2,3]が提案されているものの、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 以下で反強磁性秩序を形成する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 に由来する光吸収・発光の温度依存性と磁気秩序との関連に関し、Mn 原子内 $d-d$ 遷移に起因する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]。今回の発表では、 YMnO_3 エピタキシャル薄膜の光吸収および発光特性からそのバンド間や d 軌道間の電子遷移を議論するとともに、それらと光誘起電流との相関について考察する。

[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ー堆積(PLD)法を用いて、光学特性測定用試料として(001) MgO 基板に作製した。光起電流測定試料として(111) $\text{Pt}/(111)\text{SrTiO}_3$ 基板上に作製し、 YMnO_3 薄膜の上部にスパッタ法によって直径 $100\mu\text{m}$ の Pt 電極を形成した。Fig.1 に可視光領域の 2.3~2.8eV の光吸収特性と Ar レーザーを用いて光強度 100mW で測定した光起電流のエネルギー依存性を示す。この波長域で吸収係数はほとんど変化しないものの、光起電流は 2.5eV 近傍で増加している。この光起電流の増加は同じ図にプロットした発光励起スペクトル(detector 1.706eV)の結果とよく対応している。この発光励起スペクトルは、 Mn^{3+} イオン内 $d-d$ 遷移による発光をモニターしており、2.5~3.0eV に、Mn 発光の励起状態である a_{1g} への母体結晶からの電子移動チャンネルが存在するものと考えられる。したがって、ここで測定された光誘起電流は、吸収スペクトルでは観測できない Mn 発光特有の隠れた吸収バンド間で励起された光誘起キャリアを起源とすることが推測でき

る。Fig.2 には 2.52eV の光に対する光誘起電流の温度依存性を示す。光起電流は低温側で大きく増大している。室温近傍では光起電流はリーク電流の増加に伴って増加するものの、この温度域ではリーク電流の影響は考慮する必要がない。したがって、Mn 発光の励起状態である a_{1g} への母体結晶からの電子移動チャンネルを利用したキャリア生成および消滅過程に大きな温度依存性が存在することが示唆される。

[参考文献] [1] S.Y. Yang, *et al*, Nat. Nanotechnol., 4, 143 (2010), [2] J. Seidel, *et al.*, Phys. Rev. Lett. 107, 126805 (2011), [3] A. Bhatnagar, *et al*, Nat. Commun., 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,

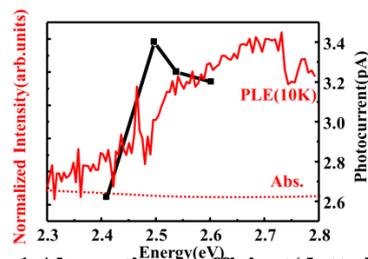


Fig.1 Absorption coefficient (dotted line), PLE (solid line) and photo-induced current (■) of YMnO_3 thin films against the photon energy

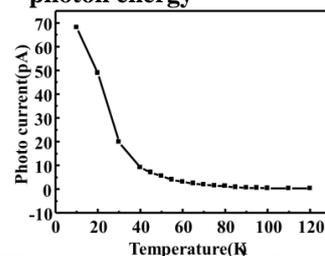


Fig.2 The temperature dependence of photo-current of YMnO_3 film illuminated by the laser with the wavelength at 2.52eV