強相関系強誘電体 $YMnO_3$ 薄膜の光誘起電流の起源

Origin of photo-induced current strongly correlated ferroelectric $YMnO_3$ thin films

大阪府大院　○張　楽駿，宇賀　洋志，芦田 淳，吉村　武，藤村 紀文
Graduate School of Osaka Pref. Univ.
○L. J. Zhang, H. Uga, A. Ashida, T. Yoshimura, N. Fujimura
E-mail: fujim@pe.osakafu-u.ac.jp

【はじめに】六方晶系 $RMnO_3$ の一つである $YMnO_3$ は c 軸方向に強誘電性、ab 面内方向に反強磁性を有するマルチフェロイック物質として知られている[1]。我々はこれまでに、室温において強誘電性を示す六方晶 $YMnO_3$ エピタキシャル薄膜を作製し、磁気秩序が強誘電分極反転に及ぼす影響[2,3]について報告してきた。一方で、*d* 軌道の電子遷移が可視光－赤外領域に存在しているため、その光誘起物性に注目し、その電子構造[4]を明らかにするとともにゼロバイアス電界下での光誘起電流 [5]に関して報告してきた。しかし、それらの相関に関しては明らかになっていない。本講演では、$YMnO_3$ エピタキシャル薄膜の電子構造と光誘起電流との相関に関して議論する。

【実験方法及び測定結果】$YMnO_3$ 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)MgO 基板上及び(111)Pt/$SrTiO_3$ 基板上に作製した。この試料を用いて、発光スペクトルの詳細な解析を行った結果、1.7eV 付近に Mn*3d(yz,zx)*[e_{2g}]と Mn*3d*($3z^2$-r^2)[a_{1g}]間の Mn^{3+}イオン内 *d*-*d* 遷移発光が存在することを確認した。[4]また、Fig.1 に示したように、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ネルが存在すると考えられる。Fig.2 左軸に光吸収強度（実線）を示す。1.7eV と 2.2eV 付近に二つの吸収ピークを確認し、前者は Mn 3*d*(*xy*, x^2-y^2)と後者は Mn 3*d* (*xz*, *yz*)と O2*p* との混成バンドから非占有 Mn 3*d*($3z^2$-r^2)バンドへの電子遷移に起因すると考えられ、発光で確認された 1.7e のピークとは起源が異なることが明らかになった。Fig.2 右軸に光誘起電流（点線）の波長依存性を示す。光の照射に対し、電流値の時間応答が 1sec 以下と短く、その変化は熱の影響でないことを確認した。分光後の強度は 47~117mW/cm^2 であり、電流値は各波長の照射強度で規格化している。吸収や発光で特徴的な 1.7eV では大きな電流を得ることはできず、2.6eV 近傍において最大を示している。従って 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ネルが光誘起電流に大きな影響を及ぼしていることが示唆される。照射エネルギー依存性に非線形性を有する可能性があり、3eV 以上のバンド端吸収が存在するにもかかわらず光誘起電流が減少している点は、照射エネルギーを同じにして再測定する必要があるものと考えられる。

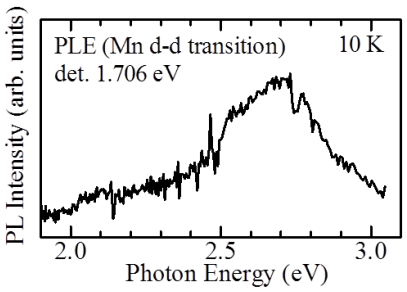

Fig.1 Photo luminescence excitation spectra of $YMnO_3$ film at 10K

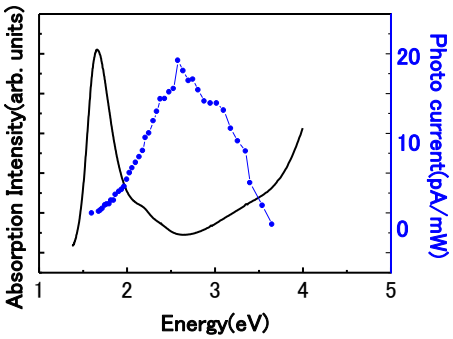

Fig.2 Change in the absorption intensity (solid line) and photo-induced current (dotted line) of $YMnO_3$ thin film against the photon energy

【参考文献】[1] Z. J. Huang, *t al.*, Phys. Rev. B 56, 2623(1997), [2] N. Fujimura *et al* 1997 *Jpn. J. Appl. Phys.* **36** L1601, [3] K.Maeda, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., 48, 09KB05 (2009), [4] M. Nakayama, *et al.*, Appl. Phys. Express, 7 023002 (2014), [5] 宇賀他 2013 春 応用物理学会 27a-PB1-6

© 2015年 応用物理学会