

強相関強誘電体 YMnO_3 薄膜の $d-d$ 遷移における PL 特性とスピン秩序の相関

Correlation between PL property and spin order in $d-d$ transition of strongly correlated ferroelectric YMnO_3 thin films

阪府大院工, °三浦 光平, 嶋本 健人, 桐谷 乃輔, 吉村 武, 芦田 淳, 藤村 紀文

Osaka Pref. Univ., °K. Miura, K. Shimamoto, D. Kiriya, T. Yoshimura, A. Ashida, and N. Fujimura

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

【はじめに】 強誘電体の光誘起物性について、バンドギャップ以上の光起電力[1]や、その光誘起電流が無散逸な電流である[2]ことなどが報告され、注目を集めている。多くの強誘電体は可視光に対し透明だが、強相関強誘電体は遷移金属の d 軌道に由来した電子準位によって、可視光より長波長の光を吸収する。我々は、強相関強誘電体 YMnO_3 の照射時での分極ならびに電子・格子・スピンの相互作用に注目して研究を進めている。これまで、Mn の $d-d$ 遷移で励起することで、THz-TDS において、スピン-フォノン結合が寄与したコヒーレントフォノンを観測し、興味深い励起現象を報告している[3]。本研究では、フォトルミネッセンス(PL)測定を用いて、 $d-d$ 原子内遷移による励起に伴う発光特性から電子遷移とスピン秩序の相関について議論する。

【実験方法及び結果】 膜厚 300 nm の(0001) YMnO_3 エピタキシャル薄膜をパルスレーザー堆積法を用いて、(111)MgO 基板上に膜厚 300 nm で作製した。Fig.1 に作製した試料の 10 K における吸収スペクトルを示す。1.82 eV に見られるピークは $\text{Mn } 3d(xy, x^2-y^2)(e_{2g} \text{ state})$ と $\text{O } 2p$ の混成軌道から $\text{Mn } 3d(3z^2-r^2)(a_{1g} \text{ state})$ への電子遷移に起因する吸収である。この $d-d$ 遷移で励起するために、1.88 eV(12 mW)の半導体レーザーを用いて、PL 測定を行った。Fig.2 にその PL スペクトルの温度依存性を示す。Fig. 2 から、1.3-1.5 eV にブロードなピークを確認することができ、そのピーク強度が YMnO_3 の反強磁性転移点にあたる 80 K 以下で大きく増加している。六方晶系 LuMnO_3 において、 $d-d$ 遷移で励起したラマン測定から、ネール点以下でスピンの反転・緩和過程によるマグノン散乱が観測されている[5]。このことから、Fig.2 の 1.3-1.5 eV のピークの起源は、反強磁性秩序下で、電子がスピン反転を伴って $d-d$ 遷移で励起し、スピン緩和した後、再結合することによるものであることが示唆される。当日は、PL 測定の励起光エネルギー依存性から、より詳細な $d-d$ 遷移の影響と発光起源について議論する。

[1] S.Y. Yang *et al.*, Nat. Nanotechnol., **451**, 143 (2010). [2] M. Nakamura *et al.*, Nature communications., **8**, 281 (2017). [3] T. Hasegawa *et al.*, Appl. Phys. Lett., **111**, 192901 (2017). [4] H.-Y. Hou *et al.*, crystals, **9**, 357 (2019).

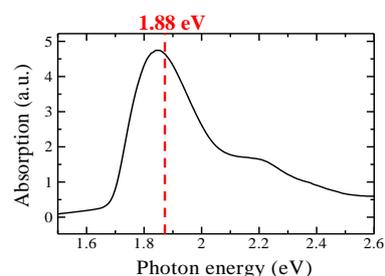


Fig.1 Absorption spectrum of YMnO_3 thin film at 10K.

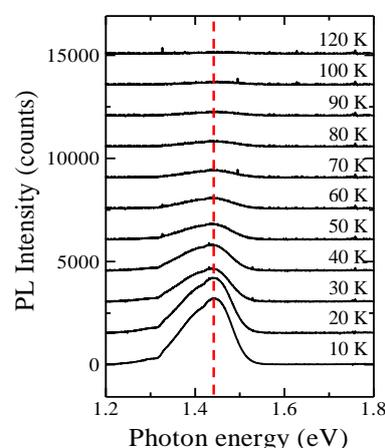


Fig.2 Temperature dependence of PL spectrums excited at 1.88 eV.