

YbFe₂O₄ 電子強誘電体 PLD 薄膜のエピタキシャル成長過程と電子状態におよぼすアブレーションレーザーの影響

The effects of the ablation laser on the epitaxial growth process and the electronic structure of electric-ferroelectric YbFe₂O₄ PLD thin films

阪府大工¹, [○]嶋本 健人¹, 三浦 光平, 田中 淳平, 桐谷 乃輔, 吉村 武, 芦田 淳, 藤村 紀文

Osaka Prefecture Univ.

[○]K.Shimamoto, K.Miura, J.Tanaka, D.Kiriya, T.Yoshimura, A.Ashida, N.Fujimura

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

RFe₂O₄(R:希土類)は、結晶内で三角格子を構成する同数の Fe²⁺と Fe³⁺が引き起こす電荷のフラストレーションによって、電子密度に極性が生じる電子強誘電体である[1]。我々はパルスレーザー堆積 (PLD) 法において、高い結晶性を有する YbFe₂O₄ エピタキシャル薄膜の生成に成功し、使用するレーザーのパワー(密度) が YbFe₂O₄ の相形成に及ぼす影響を報告してきた[2,3]。本発表では YbFe₂O₄ エピタキシャル薄膜においてアブレーションレーザーの波長の違いが形成する薄膜の相形成や電子状態に与える影響について報告する。

YbFe₂O₄ 薄膜を PLD 法によって作製した。基板には (111)YSZ, (0001)Sapphire を用いた。レーザーに ArF および KrF レーザーを用いた際のプラズマ内の活性種発光強度比を Fig.1 に示す。ArF レーザーを用いた際、金属活性種量に対する相対的な酸素活性種量が大幅に減少し、YbFe₂O₄ 生成に有利であることを報告している[2]。透過率から算出した吸収係数スペクトルを、光子エネルギーで微分した結果を Fig.2 に示す。ArF レーザーを用いて製膜した薄膜試料において、5.1eV 付近に大きな立ち上がりが見られる。第一原理計算から算出された電子構造[4]との対応から、この挙動は Yb の 5s または 6s 軌道への遷移に伴う吸収係数の増加であると考えられる。この吸収係数の増加は、多結晶薄膜においても報告されており[5]、YbFe₂O₄ 薄膜における本質的な吸収であると考えられる。一方で、KrF レーザーを用いた薄膜においてはそのような挙動は見られない。YbFe₂O₄ 薄膜の積層不正や、Fe イオンのアンチサイト欠陥として入り込んだ Yb イオンの影響により、光吸収が抑制されたことが考えられる。当日は、レーザー波長の違いが YbFe₂O₄ 薄膜の相生成や電子状態におよぼす影響について報告する。

[1] N. Ikeda, et al. Nature, 436 (2015) 1136, [2] J. Tanaka et al., Jpn J. Appl. Phys., (2019), [3] R. Kashimoto et al. Thin solid films 614 (2016), [4] H.J.Xiang et al. Phys. Rev. Lett. 98,246403(2007), [5] R.C.Rai et al. Thin solid films 673(2019)

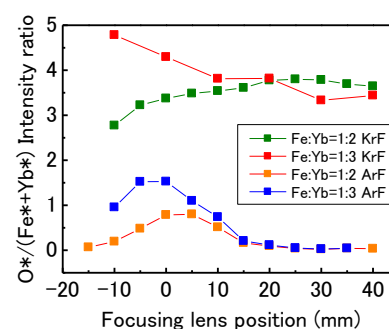


Fig. 1 Focusing lens position dependence of O*/(Fe* + Yb*) emission intensity ratio in the plume.

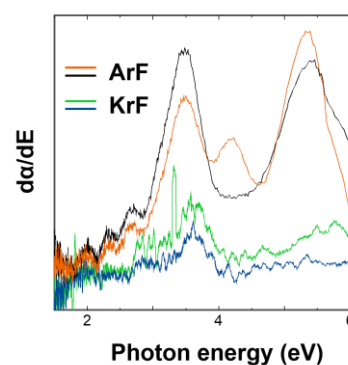


Fig. 2 Differential plot of the optical absorption coefficient spectrum of YbFe₂O₄ thin films.