

YbFe₂O₄ エピタキシャル薄膜の組成制御と欠陥構造の変化

Composition control and change in the defect structure of YbFe₂O₄ epitaxial thin films

阪府大院工¹, [○]嶋本 健人¹, 三浦 光平, 桐谷 乃輔, 吉村 武, 芦田 淳, 藤村 紀文

Graduate school of engineering, Osaka Prefecture Univ.

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

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

RF₂O₄(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り、電子密度に極性が生じる電子強誘電体である[1]。我々は PLD 法において、酸素添加しない気相中でターゲットからアブレーションされる酸素活性種の量をレーザーの焦点位置やパワー (密度) によって制御し、Fe/Yb = 1.3~2.2 と広範囲の組成を有するエピタキシャル薄膜の作製に成功してきた[2,3]が、その巨視的な結晶構造(空間群 R $\bar{3}$ m) は組成によって変化しない。本発表では、バルク単結晶[4]より大きく Fe 欠損した YbFe₂O₄ エピタキシャル薄膜の組成変化が、欠陥構造におよぼす影響について報告する。

Fig.1 に、(111)YSZ, (0001)Sapphire 基板上に作製した YbFe₂O₄ 薄膜の Fe/Yb 組成比の変化に伴う c 軸方向の格子定数の変化を示す。格子定数は、Fe/Yb = ~1.50 の領域では、Fe 組成の上昇に伴い増大する一方、Fe/Yb = 1.50~1.60 の領域では大きく減少する。また、Fe/Yb = 1.60~ の領域で Fe/Yb = 1.71~1.95 のバルク単結晶[4]に漸近する。バルク単結晶の $\pm 0.003\text{\AA}$ 程度の僅かな格子定数の変化は、鉄の点欠陥の影響が支配的であると報告されている[4]。従って、薄膜の大きな格子定数の変化は、鉄の点欠陥に加え、部分的に発生した積層不整や Fe 位置におけるアンチサイト Yb の影響が主因であることが示唆される。Fig.2 に、(0001)Sapphire 基板上に作製した YbFe₂O₄ 薄膜のラマンスペクトルを示す。基板のピークに加え、680cm⁻¹ 付近に、YbFe₂O₄ 内の Fe-O 結合において、原子が互いに逆方向に振動する A_{1g} モードのピークが確認できる。しかし、このピークには 690cm⁻¹ 付近に肩が確認できる。このピークは、Fe に比べイオン半径の大きい Yb がアンチサイト欠陥として混入し、圧縮応力を生じることを示唆している。当日は、格子定数や 0006/0009 X 線回折強度比、ラマンスペクトルにおける二つの A_{1g} ピーク、光学吸収係数の Fe/Yb 組成に伴う変化を踏まえ、大きく Fe 欠損した YbFe₂O₄ エピタキシャル薄膜の欠陥構造を詳細に議論する。[1] N. Ikeda, et al. Nature, 436 (2015) 1136, [2] R. Kashimoto et al. Thin solid films 614 (2016), [3] J. Tanaka et al., Jpn J. Appl. Phys., (2019), [4] K. Fujiwara et al. Trans. Mater. Res. Soc. Japan 41, 139 (2016).

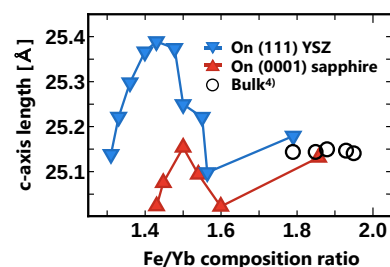


Fig. 1 The Fe/Yb composition ratio dependences of the lattice constant along the c-axis.

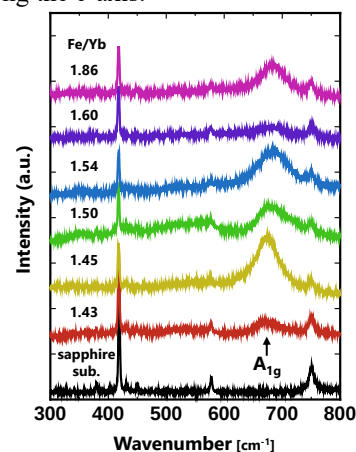


Fig. 2 Raman spectrum of YbFe₂O₄ thin films on (0001) sapphire with various Fe/Yb composition ratios.