

YbFe₂O₄ 薄膜の化学組成が電気・磁気的特性に及ぼす影響

Effect of the chemical composition on the electrical and magnetic properties of YbFe₂O₄ thin films

阪府大工, °田中 淳平, 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.

°J. Tanaka, K. Miura, D. Kiriya, T. Yoshimura, A. Ashida, N. Fujimura

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

【はじめに】

RFe₂O₄(R:希土類元素)は、結晶内に同数の Fe²⁺と Fe³⁺が三角格子状に存在しているため電荷のフラストレーションが生じ、電子密度に極性を有する電荷秩序構造が形成する電子強誘電体である [1]。しかしながら、RFe₂O₄は1100°C以上の高温かつ P_{O2} = 7.9×10⁻¹⁰ ~ 6.3×10⁻⁶ Torr の低酸素分圧下で形成するため、その成長のプロセスウィンドウは極めて狭く [2]、単層の単結晶試料であるにもかかわらず20%程度も R 過剰の結晶が形成すると報告されている [3]。我々はこれまでにパルスレーザー堆積(PLD)法を用いて YbFe₂O₄ エピタキシャル薄膜の作製に成功し、その電気的特性を報告してきた [4]。それらをエネルギー分散型 X 線分析によって組成分析した結果、エピタキシャル薄膜であるにもかかわらず Fe/Yb = 1.2~1.8 と Fe 欠損状態であった。本研究では、YbFe₂O₄ エピタキシャル薄膜において、Fe/Yb 組成の変化が電気的、磁気的特性に与える影響について報告する。

【実験方法及び結果】

YbFe₂O₄ 薄膜は PLD 法を用いて作製した。基板には (111)YSZ を用い、ターゲットには Yb₂O₃ と Fe₂O₃ を混合、燃焼した焼結体を用いた。仕込み組成は Yb:Fe=1:2 とした。PLD 成長中の酸素活性種の量を抑制することによって、YbFe₂O₄ エピタキシャル薄膜が成長する。しかしながら、エネルギー分散型 X 線分析による組成分析を行った結果、Fe/Yb 組成比が 1.4-1.8 と大きく Fe 欠損状態であった。Fe/Yb 組成比が 1.79 と 1.55 の試料の比抵抗の温度依存性を測定した結果を Fig.1 に示す。比抵抗、活性化エネルギーともにほぼ同等であるものの、Fe/Yb=1.79 の試料は変曲点を確認できる。組成変化が電気伝導におよぼす影響は小さいと考えられる。この試料表面に電極間距離が 50 μm となるように Ti/Au 平行電極を作製した。試料面内方向に電圧を印可し、電流を測定した結果を Fig.2 に示す。電荷秩序の崩壊による非線形な電流応答が確認でき、E_{th} は Fe/Yb 組成が化学量論に近づくに伴って減少している。当日は組成の変化が YbFe₂O₄ 薄膜の電荷秩序や磁気秩序におよぼす影響に関して議論する。

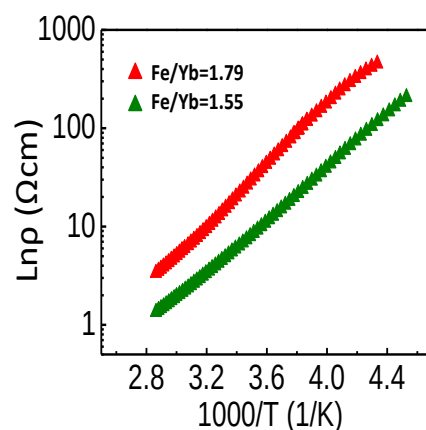


Fig.1. Temperature dependence of the resistivity of YbFe₂O₄ thin film on (111)YSZ

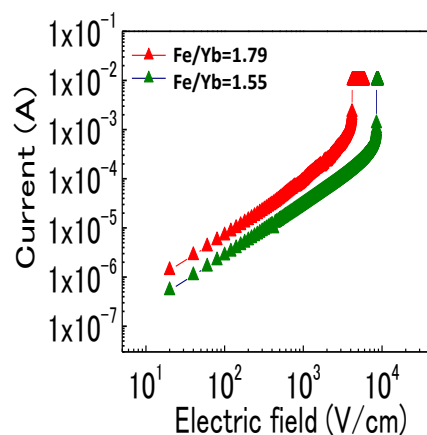


Fig.2. Effect of Fe/Yb ratio on the I-V characteristics of YbFe₂O₄ thin films on (111)YSZ.

[1] N. Ikeda, *et al.*, *Nature* 436 (2005) 1136

[2] N. Kimizuka *et al.*, *Handbook of the Phys. and Chem. of Rare Earth*, 13, chapter90 (1990)

[3] K. Fujiwara *et al.*, *Trans. Mat. Res. Soc. Japan*, 41, 139 (2016)

[4] R.kashimoto *et al.*, *Thin solid films* 614 (2016)