

PLD 法を用いた YbFe₂O₄ 薄膜成長時の組成変動に関する研究

Research on composition variation during the deposition of YbFe₂O₄ thin films by using PLD method

阪府大工, ○榎本 涼, 吉村 武, 芦田 淳, 藤村 紀文

Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture Univ.

○R.Kashimoto, 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、電子相関とそのフラストレーションから電子密度に極性を有する秩序構造が発生し、強誘電性が生じることから電子強誘電体とよばれ注目を集めている[1]。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氣的・光学的特性を報告してきた[2]。しかし、その成長には 850℃という高温かつ 5×10^{-7} Torr 以下という高真空が必要であるため、薄膜の組成制御が非常に困難である。実際、エネルギー分散型 X 線分析による組成分析の結果、作製した薄膜の平均組成は Fe/Yb=1.4~1.8 程度と Yb 過剰であるという問題が顕在している。X 線光電子分光 (XPS) 測定によって薄膜表面への Yb の偏析を確認しており、最表面をエッチングして取り除いた試料がバルク単結晶とほぼ同等の電氣的特性を示していることから表面に形成した Yb₂O₃ が表面 Yb 過剰となる原因であると考えられる。このような Yb 過剰層が生成されるのは薄膜の成長過程における Fe の不足によるものと考えられ、その原因としては、①ターゲットからアブレーションされた Yb と Fe の中性原子が基板に到達するまでに互いに衝突し、散乱方向の違いによって生じる面内組成分布、②成長過程で生じる基板表面からの再蒸発、が考えられる。今回はこれらの組成変動の原因に関して検討し、その抑制を試みたので報告する。

【実験方法及び結果】

YbFe₂O₄ 薄膜は、KrF エキシマレーザーを用いた PLD 法によって作製した。ターゲットには仕込み組成が Yb:Fe=1:3 となるように Yb₂O₃ と Fe₂O₃ を混合した焼結体を用い、基板として(0001)sapphire を用いた。ターゲットにレーザーを照射した際に生じるプラズマ中の Fe と Yb の原子状活性種に対応する発光の発光分光分析を xy 方向 (基板面内方向) 及び z 方向 (ターゲット-基板方向) に対して行った。Fe/Yb の発光強度比は z 方向で基板に近づくにつれて減少している。(Fig.1)。また、基板温度の上昇に伴って Fe が減少している。(Fig.2)。さらに、この傾向は成長圧力によっても変化する。このように、①、②、が薄膜表面の Yb 過剰層の生成や YbFe₂O₄ 薄膜の組成変動に大きな影響を及ぼしていることが明らかとなった。

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

[2] K. Imamura, et al., Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 966, T07-27 (2007)

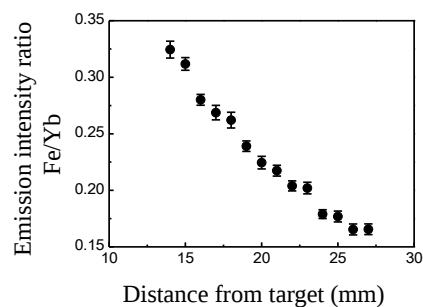


Fig.1 Change in the Fe/Yb emission intensity ratio against the distance from target

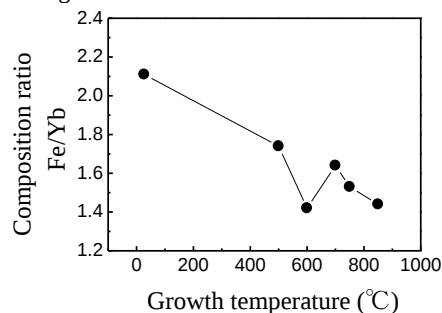


Fig.2 Change in the Fe/Yb composition ratio as a function of growth temperature