

スパッタ製膜時の酸素流量比による
セリウム置換イットリウム鉄ガーネットの磁気光学効果の変化
Difference in magneto-optical effect of Ce-substituted Yttrium Iron Garnet
by O₂ flow rate during the sputtering deposition

東京農工大工, 服部 貴也, 清水 大雅

Tokyo Univ. of Agri. & Tech., Takaya Hattori and Hiromasa Shimizu

E-mail: h-shmz@cc.tuat.ac.jp

【はじめに】 イットリウム鉄ガーネット(Yttrium Iron Garnet :YIG)は可視光から近赤外光に対して高い透過率と大きな磁気光学効果を示す。YIG はイットリウムをビスマスやセリウムに置換することで、光通信波長帯の光で磁気光学効果が大きくなることが知られており^[1]、光アイソレータの材料として実用化されている。YIG は低温で光を照射すると Fe³⁺イオンに電子が注入され Fe²⁺イオンに変化し、透磁率が変化することが報告されている^[2]。また、YIG はスパッタ時の酸素流量によって磁気異方性が変化することが報告されている^[3]。我々はスパッタ条件により酸素欠損量が増加し、光照射時と同様に Fe³⁺イオンの一部が Fe²⁺イオンに変化することで *d* 電子軌道の形状が変化し、磁気異方性が変化したと考えた。そこで酸素流量比を変化させた 3 通りの Ce:YIG 試料を製膜し、磁気光学効果の磁場依存性を測定したが格子歪による磁気異方性の変化が支配的であった^[4]。酸素欠損による不純物準位から電子を供給するには大きな活性化エネルギー(約 500meV)が必要であり^[5]、室温では酸素欠損による電子が供給されなかったためであると考えた。そこで Ce:YIG 試料の温度を上昇させながら磁気光学効果の磁場依存性を測定し、ファラデー効果の温度依存性と磁気異方性を評価した。

【試料の作成および磁気光学効果の測定】 RF スパッタリング法を用いて Ce:YIG 薄膜を(111)GGG 基板上に製膜した。ターゲットには組成比が Ce_{0.6}Y_{2.4}Fe₅O_x のセラミックターゲットを用いた。スパッタ時の圧力、基板温度、電力はそれぞれ、60mTorr、560°C、50W である。ガスは Ar と O₂ の混合ガスを用いて酸素流量比が 0%、0.45%、1% の 3 通りの試料を製膜したところ、膜厚はそれぞれ 450nm、425nm、310nm となった。

Fig.1 に酸素流量比が 0% の試料の 600nm の光に対するファラデー回転角の温度依存性を示す。試料の温度を室温と 50°C から 200°C までの 50°C 刻みで変化させファラデー回転角の磁場依存性を測定した。Fig.2 に各試料の 0.5T でのファラデー回転角の温度依存性を示す。酸素流量比 0% の試料では、測定温度 200°C では室温のファラデー回転角の 36% まで減少した。その他の試料では、測定温度 200°C では室温のファラデー回転角の 48% であった。測定温度の上昇に伴うファラデー回転角の減少の違いは、酸素流量比 0% の試料において高温時に酸素欠損から電子が供給され Fe³⁺イオンの一部が Fe²⁺イオンに変化したため、磁気モーメントが減少しファラデー回転角が減少したものと考えられる。

参考文献 [1] H. Takeuchi : *J. Appl. Phys. Jpn.*, **14**, 1903-1910(1975). [2] 前田敬一郎 他:日本応用磁気学会誌, Vol.15, No.2, p201-204(1991). [3] H. Kim et al: *IEEE. Trans. Magn.*, **35**, No.5, 3163-3165(1999). [4] T. Hattori, H. Shimizu: MORIS-2013 Abstract Tu-P-04. [5] K. Enke et al: LANDOLT-BORNSTEIN, vol. 12 "Magnetic and Other Properties of Oxides and Related Compounds Part a Garnets and Perovskites", Springer-Verlag Berlin, New York, 1978.

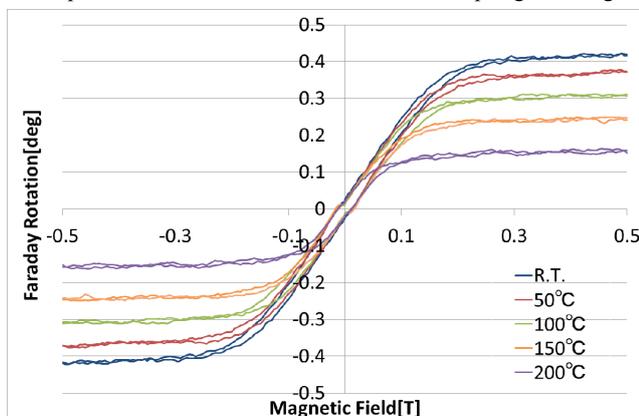


Fig.1 Temperature dependence of Faraday rotation at a wavelength of 600nm for a Ce:YIG film deposited without O₂ gas.

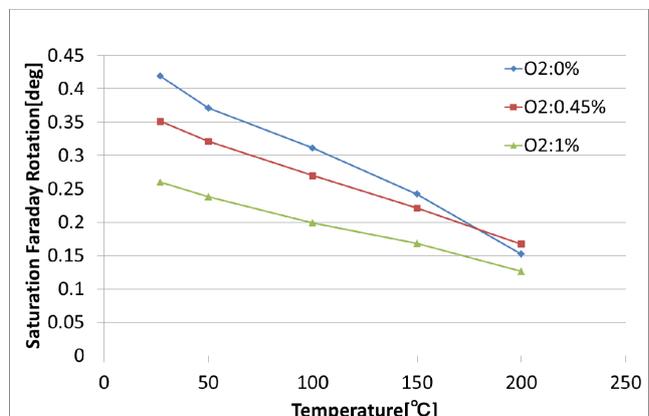


Fig.2 Temperature dependence of the Faraday rotation of Ce:YIG.