

$R_{0.5}Bi_{2.5}Fe_5O_{12}$ (R = Eu, Sm, Pr) 薄膜の作製と評価

西川雅美¹、相場遥佳¹、浦川諒大¹、木村優太¹、藤枝崇周¹、山本匠¹、婁庚健¹
河原正美²、石橋隆幸¹

(¹長岡技術科学大学、²(株)高純度化学研究所)

Preparation and characterization of $R_{0.5}Bi_{2.5}Fe_5O_{12}$ (R=Eu, Sm, Pr) thin films.

M. Nishikawa¹, H. Aiba¹, R. Urakawa¹, Y. Kimura¹, T. Fujieda¹, T. Yamamoto¹, G. Lou¹,
M. Kawahara², T. Ishibashi¹

(¹Nagaoka Univ. of Tech., ²Kojundo Chem. Lab.)

はじめに

Biを置換した希土類鉄ガーネットは、磁場分布を可視化する磁気光学イメージングに利用されている。これまでに、我々は、MOD法により、希土類元素がY、Ndである高濃度Bi置換鉄ガーネット膜の作製に成功し、それらは優れた磁気光学効果を示すことを明らかにしてきた^{1,2)}。今後、更なる高感度化や高周波特性に優れた磁気光学素子の実現には、Bi置換希土類鉄ガーネットの磁気異方性を制御することで、ファラデー回転角の外部磁場依存特性の緻密に調整することが求められる。本研究では、誘導磁気異方性に関する逆磁歪効果に着目して、Y、Ndと磁歪定数の異なる希土類元素として、Eu、Sm、Prを選出し、これらの元素置換が、磁気光学特性に及ぼす影響について調査した。

実験

GGG (111)基板に、各組成のMOD溶液((株)高純度化学製)をスピコートし、100°Cで10分間乾燥した後、450°Cで10分間仮焼成を行った。この工程を5回繰り返した後、各温度(650~710°C)で本焼成を行い、Bi希土類鉄ガーネット薄膜($R_{0.5}Bi_{2.5}Fe_5O_{12}$: R=Eu, Sm, Pr)を得た。得られた薄膜は、波長520~530 nmにおけるファラデー回転角の磁場依存性を測定した。

結果と考察

Fig. 1に、希土類にEu、Sm、Prを用いたBi置換磁性ガーネット薄膜のファラデー回転角の磁場依存性を示す。比較のため、GGG (111)基板上に成膜したNdガーネット薄膜の結果も示す。いずれの希土類を用いた場合でも、Ndの場合に匹敵する大きなファラデー回転角が得られることと、ヒステリシスの形状から111方向が磁化容易軸であることがわかった。また、Ndガーネットと比べて、Eu、Sm、Prガーネットのヒステリシスループの傾きは緩やかになり、保磁力は大きくなる傾向が見られた。ヒステリシスの形状の違いは、磁歪定数の違いによる影響が考えられる。磁歪定数の λ_{111} 符号は、Prは不明であるが、NdとSmは負、Euは正である。そのため、GGG (111)とガーネット膜の間の格子不整合や熱膨張係数の違いによる歪みについても今後調べる必要がある。一方、保磁力が大きくなったことについては、結晶性の違いが影響している可能性もあるため、今後、薄膜作製条件の最適化が必要である。

以上から、これまで報告のない希土類(Eu、Sm、Pr)を用いたBi置換磁性ガーネットに関して作製に初めて成功し、Ndと同程度のファラデー効果が得られること、磁気異方性を制御できる可能性が示された。

謝辞 本研究の一部は、科研費基盤研究(A)(18H03776)の助成により行った。

参考文献

- 1) M. Sasaki et al., Jpn. J. Appl. Phys., 55 (2016) 055501.
- 2) G. Lou et al., Optical Mat. Exp., 7 (2017) pp.2248-2259.

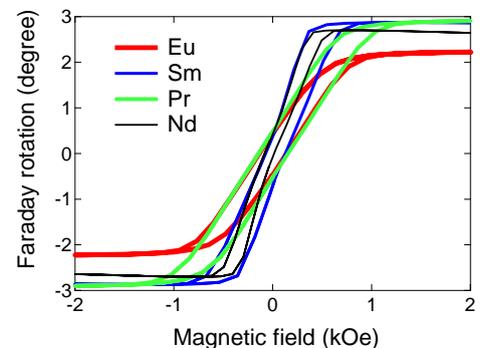


Fig. 1 Faraday hysteresis loops of the garnet films.