

R_{0.5}Bi_{2.5}Fe₅O₁₂ (R = Eu, Su, Pr) 薄膜の磁気異方性の評価

Evaluation of Magnetic Anisotropy of R_{0.5}Bi_{2.5}Fe₅O₁₂ (R = Eu, Su, Pr) thin films.

長岡技大¹, 高純度化学² ○西川雅美¹, (M2) 浦川諒大¹, 河原正美², 石橋隆幸¹

Nagaoka Univ. Tech.¹, Kojundo Chem.² ○Masami Nishikawa¹, Ryodai Urakawa¹,

Masami Kawahara², Takayuki Ishibashi¹

E-mail: nishikawa@vos.nagaokaut.ac.jp

【緒言】 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、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、これらの元素置換による磁気異方性の変化を評価した。

【実験】 GGG (100) 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 15 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}Fe₅O₁₂: R = Eu, Su, Pr) を得た。得られた薄膜は、X 線回折、磁気光学、強磁性共鳴 (FMR) の測定により評価を行った。FMR 測定では、マイクロ波周波数 9.09 GHz に対する共鳴磁場強度 (H_{res}) の磁場印加角度依存性を測定し、一軸誘導磁気異方性定数 K_u と結晶磁気異方性 K_1 を評価した。

【結果と考察】 X 線回折より、全ての試料は (100) 配向のガーネット相に結晶化していることを確認した。また、逆格子測定より、希土類の種類に関わらず、格子は、面内方向に引っ張られ、面直方向に圧縮されていることを確認した。FMR 測定より得られた、Bi 希土類鉄ガーネット (R_{0.5}Bi_{2.5}Fe₅O₁₂: R = Eu, Su, Pr) 薄膜の H_{res} 値を、薄膜の法線方向と印加磁場のなす角 β に対してプロットしたグラフを図 1 に示す。プロットは H_{res} の実験値であり、実線はフィッティング曲線である。フィッティングにより決定した K_u と K_1 を表 1 に示す。参考値として、希土類が Y、Nd のガーネットの値も併せて示す。全ての希土類について、 K_1 は負であった。このことから、希土類の種類に関わらず、〈111〉方向が結晶磁気異方性の容易軸であり、Sm と Eu は他の希土類と比べて異方性エネルギーが高くなることがわかった。また、 K_u は、Y と Nd は正、Pr、Sm と Eu は負であった。この原因は、磁歪定数の違いによるものであると考えられる。このことから、異なる希土類の置換によって、本研究のように置換量が少ない場合においても、有効に磁気異方性を制御できることがわかった。

謝辞：この研究の一部は、名古屋大学未来材料・システム研究所共同研究および科研費 (18H03776) により実施された。

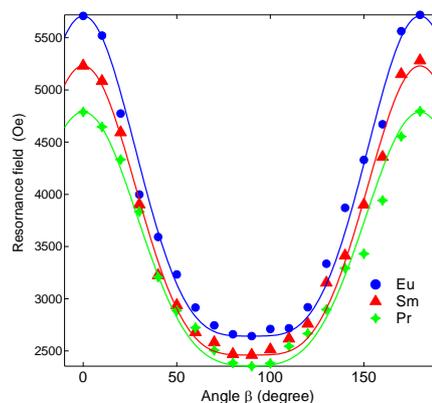


図 1 H_{res} 値の角度依存性

表 1 K_u と K_1 値

	$K_1 (\times 10^4 \text{erg/cm}^3)$	$K_u (\times 10^4 \text{erg/cm}^3)$
Y	-2.18	1.04
Pr	-3.30	-0.254
Nd ³⁾	-2.56	3.26
Sm	-4.40	-1.95
Eu	-4.49	-3.90

- 1) M. Sasaki et al., Jpn. J. Appl. Phys., 55 (2016) 055501.
- 2) G. Lou et al., Optical Mat. Exp., 7 (2017) 2248
- 3) J. Yamakita et al., Jpn. J. Appl. Phys., 57 (2018) 09TC01