## EB-MOD 法で作製した Bi 置換 YIG 微細パターンの磁気光学効果

Magneto-optical effect of Bi:YIG micropatterns fabricated by an EB-MOD method

## 福岡大理<sup>1</sup>,長岡技科大工<sup>2</sup>, <sup>0</sup>笠原健司<sup>1</sup>, 王世浩<sup>2</sup>, 石橋隆幸<sup>2</sup>, 眞砂卓史<sup>1</sup>

Fukuoka Univ.<sup>1</sup>, Nagaoka Univ. of Tech.<sup>2</sup>, °K. Kasahara<sup>1</sup>, S. Wang<sup>2</sup>, T. Ishibashi<sup>2</sup>, and T. Manago<sup>1</sup>

## E-mail: kasaharakenji@fukuoka-u.ac.jp

【はじめに】 有機金属分解(MOD)法の前駆体として用いられる有機金属は、電子線に対して感度 を持つものが多く、ネガ型レジストの様に振る舞うことが知られている。この性質を利用して、 強誘電体酸化物や酸化物超伝導体などの様々な金属酸化物の微細パターンの作製が報告されてい る。<sup>[1]</sup> この手法は、結晶化後のエッチングの手間を省くことができるため、ドライエッチングが 難しい金属酸化物薄膜の微細化の方法として、非常に有用な手法であると期待されている。ごく 最近、我々はこの手法を用い、希土類鉄ガーネットの一種であるイットリウム鉄ガーネット(YIG) や<sup>[2]</sup>、可視光領域で磁気光学(MO)効果が大きく、MO 素子として応用されている Bi 置換(Bi:)YIG の微細パターンの作製に成功した<sup>[3]</sup>。本研究では、電子線照射(EB-)MOD 法により作製したミクロ ンサイズの Bi:YIG 微細パターンについて MO 効果の測定を行なったので報告する。

【実験方法】 高純度化学研究所より購入した MOD 溶液(Bi:Y:Fe=1:2:5)を、化学洗浄した ガドリニウムガリウムガーネット(GGG)(111)基板にスピンコートし、ホットプレートで 100 ℃, 10 分間、加熱した。次に電子線描画装置を用いて、前駆体膜上に 5.0×5.0 µm<sup>2</sup> サイズの面積に電子 線を照射した(加速電圧:50 kV,ドーズ量:1.13×10<sup>4</sup> µC/cm<sup>2</sup>)。1 分間、トルエンに浸漬し、現像 を行なった後、結晶化のために大気雰囲気中で 700 ℃、3 時間の熱処理を行った。カー効果(MOKE) 顕微鏡を用い、面直方向に磁場を印加することにより、極カー効果の測定を行なった。

【結果】 Figures 1(a)および(b)は、それぞれ印加磁場 µoH=-360 および+360 mT の時の MOKE 顕 微鏡写真である。ここでは、レンズおよび GGG 基板のファラデー効果を取り除くため、両写真に おける GGG 基板領域のコントラストが同じになるように補正している。印加磁場方向の反転と ともに Bi:YIG パターン領域のコントラストも明瞭に反転しており、反射光強度が磁場方向で変化 していることを示唆している。Figure 2 は、Fig. 1 の点 A における MOKE 強度の印加磁場依存性 である。レンズと GGG 基板のファラデー効果を差し引くために、生データから GGG 基板領域の 成分を差し引いている。明瞭なヒステリシス曲線が観測されており、±200 mT 程度で飽和してい ることがわかる。このヒステリシス曲線の形状は別サイズの Bi:YIG パターンで測定した磁化曲線 と概ね一致しており、EB-MOD 法で作製した Bi:YIG パターンが、明瞭なカー効果特性を示すこと がわかった<sup>[4]</sup>

D. Tanabe *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51**, 113101 (2012),
M. Alexe *et al.*, Appl. Phys. Lett. **75**, 1793 (1999)など.
K. Kasahara and T. Manago, Jpn. J. Appl. Phys. **56**,

110303 (2017). [3] 笠原健司, 真砂卓史, 第 65 回応用物理学会春季学

[5] 立原健可, 真砂早交, 第 65 回応用初達子云春学子 術講演会, 17p-P10-46 (2018).

[4] K. Kasahara et al., Jpn. J. Appl. Phys. 58, 060906 (2019).



Fig. 1. Kerr microscopic images of the Bi:YIG micropatterns with  $\mu_0 H = (a) - 360$  and (b) + 360 mT.



Fig. 2. Magnetic field dependence of the MOKE intensity for the micron-sized Bi:YIG pattern.