

電子線照射 MOD 法で作製した YIG パターンの動的磁気特性評価

Dynamic magnetic properties of YIG patterns fabricated by an EB-MOD method

福岡大理[○]坂木 翔太, 笠原 健司, 眞砂 卓史

Fukuoka Univ.,[○]S. Sakaki, K. Kasahara, T. Manago

E-mail: Kasaharakenji@fukuoka-u.ac.jp

【はじめに】 有機金属分解(MOD)法の前駆体で用いられている有機金属材料には、電子線に対して感度を持ち、ネガ型照射特性を示す材料が存在する。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多数報告されてきた。^[1] この手法は、金属酸化物の結晶化後における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手法として、非常に有用な方法であると期待されている。我々はこれまでに、この電子線照射(EB-)MOD 法を用い、小さなダンピング定数を有し、スピントロニクス分野で有名なイットリウム鉄ガーネット(YIG) の微細パターンや、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、それらの結晶学的特性および静的磁気特性や磁気光学特性の評価を行ってきた。^[2, 3] スピントロニクス分野への応用を考えた場合、動的磁気特性の評価は欠かせない。そこで本研究では、動的磁気特性の EB-MOD 法で作製した YIG パターンにおける動的磁気特性を評価した。

【実験方法】 高純度化学研究所より購入した MOD 溶液(Y : Fe = 3 : 5)を、化学洗浄したガドリニウムガリウムガーネット(111)基板にスピコートし、ホットプレートで 100 °C、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 600 × 600 μm² サイズのパターンを 49 個、描画した(加速電圧 : 50 kV, ドーズ量 : 1.13 × 10⁴ μC/cm²)。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 °C、3 時間の熱処理を行った(この試料を EBMOD-YIG と呼ぶ)。比較用に従来の MOD 法を用いて YIG 薄膜(MOD-YIG)も作製した。静磁場が印加可能な平面アンテナとベクトルネットワークアナライザを用いて、強磁性共鳴(FMR)を測定した。

【結果】 Figures 1(a)および(b)にそれぞれ、MOD-YIG および EBMOD-YIG における周波数 $f = 5.5$ GHz のときのマイクロ波吸収スペクトルの磁場スキャンを示す。どちらのサンプルでも明瞭な FMR スペクトルが観測された。EBMOD-YIG の FMR スペクトルは、MOD-YIG に比べて 6 mT 程度、高磁場側にシフトしているが、これは EBMOD-YIG パターンの飽和磁化 M_s が MOD-YIG 薄膜に比べて 1 割程度小さいことに起因していると考えられる。^[2] どちらの FMR スペクトルも同程度の半値幅 $\Delta\mu_0 H$ を有しており、EB-MOD 法で作製した YIG パターンは従来の MOD 法で作製した YIG 薄膜と同程度の動的磁気特性を有していることが示された。

[1] D. Tanabe *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51**, 113101 (2012), M. Alexe *et al.*, Appl. Phys. Lett. **75**, 1793 (1999)など。

[2] K. Kasahara and T. Manago, Jpn. J. Appl. Phys. **56**, 110303 (2017).

[3] K. Kasahara, S. Wang, T. Ishibashi, and T. Manago, Jpn. J. Appl. Phys. **58**, 060906 (2019).

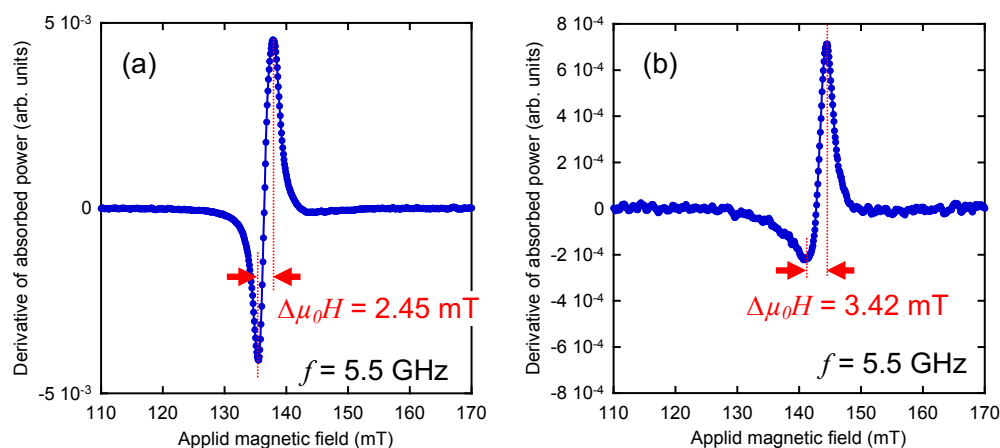


Fig. 1. Field scan microwave absorption spectra at a frequency of 5.5 GHz for (a) a YIG layer fabricated by a conventional MOD method and (b) YIG patterns fabricated by an EB-MOD method.