

電子線照射 MOD 法を用いた SiO₂/Si 上への Bi:YIG 微細パターンの作製Preparation of Bi:YIG patterns on SiO₂/Si by an EB-MOD method福岡大理 [○]S. Sakaki, K. Kasahara and T. ManagoFukuoka Univ., [○]S. Sakaki, K. Kasahara and T. Manago

E-mail: sd181006@cis.fukuoka-u.ac.jp

【はじめに】 有機金属分解(MOD)法で用いられる前駆体材料の中には、電子線に対して感度を持ち、ネガ型のレジストのような性質を持つ材料が存在する。この性質を利用し、強誘電体酸化物や酸化物超伝導体などの様々な機能性金属酸化物微細パターンの作製が報告されている[1]。この手法は、酸化物の結晶化後におけるエッチングプロセス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には非常に有用な手法である。我々はこれまでに、スピノ波デバイスや磁気光学(MO)素子への応用が期待できるイットリウム鉄ガーネット(YIG) [2] や Bi 置換(Bi:YIG) [3] および Ga 置換(Ga:YIG) [4] の微細パターンを単結晶ガドリニウムガリウムガーネット(GGG)基板の上にエピタキシャルで作製することに成功している。最近では、Si 集積回路プロセスとの親和性が高い SiO₂/Si 基板においても Ga:YIG 微細パターンの作製に成功している。本研究では、SiO₂/Si 基板に MO 効果が大きい Bi:YIG 微細パターンの作製を電子線照射(EB-)MOD 法により試みた。

【実験】 まずは最適な結晶化アニール温度 T_a を探るため、Bi:YIG 薄膜を従来の MOD 法により作製した。化学洗浄した SiO₂/Si 基板に Bi:YIG 用の MOD 溶液(Y : Bi : Fe = 2 : 1 : 5) をスピノコートし、ホットプレートで 100°C、10 分間、乾燥ベークした。マッフル炉で 450°C、30 分間、分解ベークし、管状炉で $T_a = 650 \sim 950^\circ\text{C}$ で結晶化アニールを行った。飽和磁化 M_s と T_a の関係より、最適な T_a を求めた。次に、乾燥ベークまでを同様に行った後、帯電防止膜をスピノコートし、ドーズ量を 11300 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ で電子線を照射してパターンを作製した(加速電圧: 50kV)。描画エリアは、600 $\mu\text{m} \times 600 \mu\text{m}$ を 49 個である。超純水で帯電防止膜を剥離した後、酢酸ブチルを用いて現像し、薄膜と同様に分解ベークをした後、最適な T_a で結晶化アニールを行った。

【結果】 Figure 1 は従来の MOD 法で作製した Bi:YIG 薄膜における M_s の T_a 依存性である。 $T_a = 700^\circ\text{C}$ のときに M_s は最大の $\sim 45 \text{ emu}/\text{cm}^3$ となり、 $T_a = 700^\circ\text{C}$ が最適な結晶化温度であると判明した。そこで、 $T_a = 700^\circ\text{C}$ でアニールした Bi:YIG パターンの磁化曲線を Figure 2 に示す。明瞭なヒステリシス曲線が観測されており、その飽和磁化は $\sim 100 \text{ emu}/\text{cm}^3$ にも及び、GGG 基板に EB-MOD 法で形成されたエピタキシャル Bi:YIG パターンに匹敵する値が得られた[3]。本講演では、動的磁化特性についても議論する予定である。

[1] D.Tanabe *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51**, 113101 (2012).など。

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

[3] 笠原他, 2018 年, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 17p-P10-46.

[4] 坂木他, 2018 年, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 18p-PB1-50.

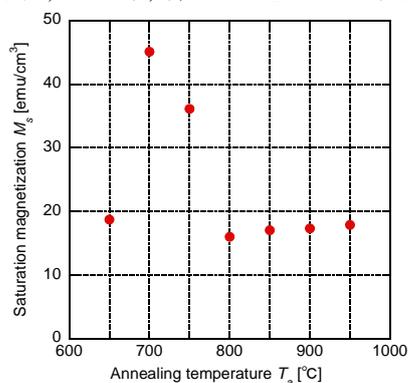


Figure 1. Crystalization annealing temperature dependence of the saturation magnetization for the Bi:YIG film on SiO₂/Si substrate.

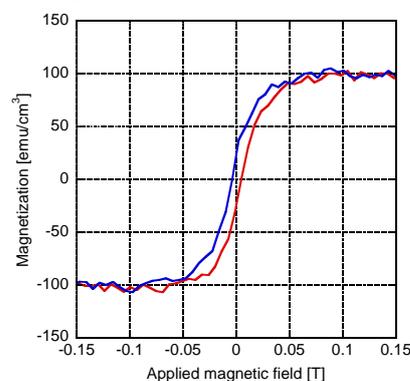


Figure 2. In-plane magnetization curve of Bi:YIG patterns prepared on the SiO₂/Si substrate by an EB-MOD method.