

C-8

有機金属分解法により作製した Ce 添加ビスマス鉄ガーネット薄膜の結晶成長  
Crystal Growth of Ce-doped Bismuth Iron Garnet Thin Films Prepared by Metal Organic Decomposition

○本田宜徳<sup>1</sup>, 津野宏之<sup>2</sup>, 芦澤好人<sup>3</sup>, 中川活二<sup>3</sup>

\*Takanori Honda<sup>1</sup>, Hiroyuki Tsuno<sup>2</sup>, Yoshito Ashizawa<sup>3</sup>, Katsuji Nakagawa<sup>3</sup>

A magneto-plasmonic (MP) effect, a phenomenon in which the excited state of Surface Plasmon Polaritons (SPPs) is modulated by an external magnetic field, has attracted much attention. Highly cerium-doped magnetic garnets are one of the candidates for magnetic materials to obtain larger MP effect at longer wavelengths. In this study, the formation process of  $(\text{Bi}_{2.9}\text{Ce}_{0.1})\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  thin films at various pre-annealing temperatures  $T_{pre}$  is investigated.

表面プラズモンの励起状態が磁界印加によって変化する磁気表面プラズモン効果が注目されており、我々はこれまでに有機金属分解 (MOD) 法により種々のガーネット薄膜を作製 [1,2] し、ビスマス鉄ガーネット (BIG) 薄膜を用いた Ag /BIG 二層薄膜構造における磁気表面プラズモン効果を報告 [1] している。この材料種の組合せでは、Ag の表面プラズモンの励起最適波長と BIG の磁気光学特性の最適波長とに不一致が生じており、さらに大きな磁気強面プラズモン効果を得るためには、Ag の表面プラズモン励起に適する長波長において磁気光学効果を大きくするガーネット材料の作製が必要である。そこで本研究では、長波長での磁気光学効果の増大に向けて、BIG に Ce を添加してことで高濃度 Ce 添加磁性ガーネットの作製を目指す。

Ce 添加ビスマス鉄ガーネット薄膜は、MOD 法を用いて  $\text{Gd}_3\text{Gd}_5\text{O}_{12}$  (GGG) (111)単結晶基板 (寸法 10 mm 四方) 上に作製した。基板はアセトン、エタノールの順にそれぞれ 3 分間超音波洗浄を行い、イソプロパノールに 30 秒間浸した後、恒温槽を用いて 120 °C で 10 分乾燥させた。洗浄した基板上に高純度化学社製の MOD 溶液 (Bi : Ce : Fe = 3 : 0 : 5, 2.9 : 0.1 : 5, 2.5 : 0.5 : 5) を滴下し、スピコータで 3,000 rpm で 1 分間の条件で成膜した。その後、100 °C で 30 分間乾燥させた後、450 °C にて 30 分間仮焼成、450 ~ 650 °C にて 3 時間の本焼成を行った。また、図 1 は  $(\text{Bi}_{2.9}\text{Ce}_{0.1})\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  用 MOD 溶液の熱重量 - 示差熱分析 (TG-DTA) であり 400 ~ 450 °C で TG は低下, DTA は山ができてるので燃焼行われておりそれが終了する 450 °C を仮焼成温度にした。

仮焼成 450 °C、本焼成温度 450 ~ 650 °C で作製した組成比  $(\text{Bi}_{2.9}\text{Ce}_{0.1})\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  のガーネット薄膜の X 線回折 (XRD) プロファイルを図 2 に示す。  $2\theta = 50^\circ$  近傍にある回折線は、ガーネット相の (444)面に起因する回折線と同定され、本焼成温度 500 ~ 650 °C で焼成した試料ではガーネット相が形成していることがわかった。格子定数を算出すると  $a = 1.261 \sim 1.265 \text{ nm}$  程度であった。これまで MOD 法で作製した BIG 薄膜は、本焼成温度が 550 °C 以下でのみ形成され、 $a = 1.262 \text{ nm}$  程度であった [2]。微量の Ce イオンが、高温でのガーネット相の形成能の向上と形成されるガーネット相の格子定数の増大に寄与することが明らかになった。

参考文献

- [1] 原田 俊英 他: 「有機金属分解法を用いたビスマス鉄ガーネット薄膜の作製および磁気表面プラズモン効果」, 第 42 回日本磁気学会学術講演会, 12aPS-43, (2018).
- [2] Yoshito Ashizawa et al. : “Pre-annealing temperature dependence on magneto-optical effect of bismuth iron garnet films fabricated by metal organic decomposition method”, MORIS2022, Tu-P-05, (2022).

1 : 日大理工・学部・電子, 2 : 日大理工・院 (前期)・電子, 3 : 日大理工・教員・電子

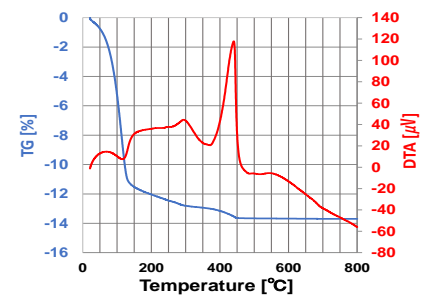


Figure 1. TG and DTA curves of MOD solution for the  $(\text{Bi}_{2.9}\text{Ce}_{0.1})\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  films

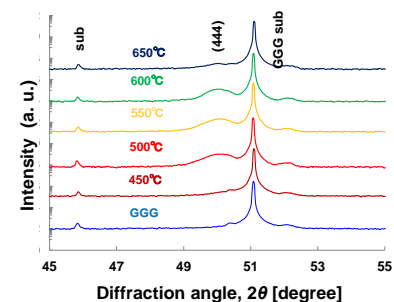


図4 XRDプロファイル

Figure 2. XRD profiles of the  $(\text{Bi}_{2.9}\text{Ce}_{0.1})\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  films as a function of annealing temperature.