

有機金属分解法で作製した $Y_{3-x}Bi_xFe_5O_{12}$ 薄膜における Bi 含有量と微細構造Bi Composition and Microstructure in $Y_{3-x}Bi_xFe_5O_{12}$ Thin Films Fabricated by Metal Organic Decomposition Method○保坂弘輝¹, 津野宏之², 芦澤好人³, 中川活二³Hiroki Hosaka¹, Hiroyuki Tsuno², Yoshito Ashizawa³, Katsuji Nakagawa³

Abstract

A magneto-plasmonic (MP) effect, which is a phenomenon that conditions of exciting SPPs are modulated by an external magnetic field, has attracted much attention. A bismuth iron garnet is one of candidates of magnetic materials to obtain the greater MP effect. The composition and microstructure of Bi-substituted yttrium iron garnet ($Y_{3-x}Bi_xFe_5O_{12}$) thin films were investigated using X-ray diffraction. The results show the Bi composition of $x = 2.86$ with bismuth iron garnet thin films is close to 3 of previous studies.

1. 序論

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^[1-2]は、新規磁気センサとしての応用が期待されている。我々は、より大きな磁気表面プラズモン効果を得る方法として、大きな磁気光学効果を有するビスマス鉄ガーネット ($Bi_3Fe_5O_{12}$: BIG) 相を用いることを検討している。BIG 相は、平衡状態で薄膜を作製する液相エピタキシャル法などでは形成できない非熱平衡相^[3]であるため、有機金属分解 (MOD) 法^[4]による BIG 薄膜の作製を検討してきた^[2]。しかし作製した薄膜の磁気光学効果は、先行研究^[4]と差異が生じており、短波長側にシフトしている。そこで本検討では、MOD 法で作製した BIG 薄膜のガーネット相における Bi 含有量と微細構造の解析を行った。

2. 実験方法

試料は MOD 法により $Gd_3Ga_5O_{12}$ (111)面単結晶基板上に成膜した。スピンコータを用いて $Y_{3-x}Bi_xFe_5O_{12}$ 相の MOD 溶液を基板に塗布し、100 °Cで 10 分及び 30 分間乾燥した後、450 °Cで 30 分間の仮焼成と 490 °C, 650 °C, 750 °Cで 3 時間の本焼成を行った。薄膜の結晶構造解析には X 線回折法 (XRD) を用いた。

3. 結果及び考察

作製した薄膜において BIG 相が形成されているかを、 $Y_{3-x}Bi_xFe_5O_{12}$ 相の格子定数の組成依存性から見積もつ

た。 $Y_{3-x}Bi_xFe_5O_{12}$ 相の格子定数 a の文献値を Bi 含有量 x に対して **Figure 1** に示す。組成 x と格子定数 a の外挿線を Bulk^[4]の関係から算出した。 x と a の関係は、式(1)で表される。

$$a = 0.0827x + 12.377 \quad \dots\dots\dots (1)$$

今回作製した BIG 薄膜の格子定数は $a = 12.617 \text{ \AA}$ であり、式(1)より $x = 2.86$ と、3 に近いことが見積もられた。これは Adachi ら^[5]によって報告された値 (12.633 \AA) に近く、BIG 相の形成を示していると考えられる。近い値が得られたが 4.6%ズレた理由として、基板による格子の歪み及び Bi 含有量の減少が考えられる。

謝辞 本研究の一部は公益財団法人 JKA の補助金を受けた

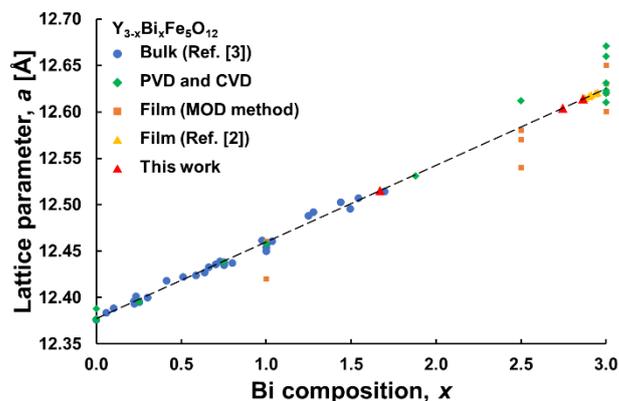


Figure 1. Lattice parameter, a , as a function of Bi composition, x , for Bi-substituted yttrium iron garnets, $Y_{3-x}Bi_xFe_5O_{12}$.

参考文献

- [1] J. B. González-Díaz et al.: Phys. Rev. B, Vol. 76, p.153402, 2007.
- [2] 原田俊英 他第 42 回日本磁気学会学術講演会概要集, 12aPS-43, p.105, 2018.
- [3] P. Hansen et al.: Phys. Rev. B, Vol. 27, p. 6608, 1983.
- [4] S. Ikehara et al.: J. Magn. Soc. Jpn., Vol. 36, p. 169, 2012.
- [5] N. Adachi et al.: J. Appl. Phys., Vol. 88, p. 2734, 2000.