

ビスマス置換磁性ガーネットの磁気回転比向上に関する研究

Research on improvement gyromagnetic ratio of Bismuth-substituted magnetic garnet

朝野 航¹、西 敬生²、大島大輝³、加藤剛志³、李 基鎮⁴、河原正美⁵、西川雅美¹、石橋隆幸¹

Nagaoka Univ. Tech.¹, Kobe City College Tech.², Nagoya Univ.³, Sogang Univ.⁴, Kojundo Chem.⁵,

W. Asano¹, T. Nishi², D. Oshima³, T. Kato³, K. Lee⁴, M. Kawahara⁵, M. Nishikawa¹, T. Ishibashi¹

E-mail: s203199@stn.nagaokaut.ac.jp

【緒言】我々はこれまでに、Nd_{0.5}Bi_{2.5}Fe₅O₁₂ 薄膜を開発し、磁気光学イメージングにおいて 6 GHz の周波数まで可視化することに成功している⁽¹⁾。しかし、さらに高い周波数の測定を高感度に行うためには、高周波特性の改善が必要である。高周波特性を向上させるには、強磁性共鳴の周波数を向上させる必要があるが、フェリ磁性体においては、角運動が消失する角運動量補償組成付近で、強磁性共鳴が大きく増大することが知られている。そこで、今回は、EuBi₂Fe_{5-x}Ga_xO₁₂ (x=0, 0.5, 1, 1.5, 2) 薄膜を作製し、強磁性共鳴(FMR)測定による評価を行った結果について報告する。

【実験方法】EuBi₂Fe_{5-x}Ga_xO₁₂ (x=0, 0.5, 1, 1.5, 2) 薄膜は、MOD 溶液(BiFeEu(2/5/1)、BiFeEuGa(2/3/1/2)、高純度化学研究所)を各 Ga 置換量に調製した溶液を、Gd₃Ga₅O₁₂ (GGG) (100) 基板上に滴下、スピンドーターで 3000 rpm, 30 秒間の条件で塗布した。その後、ホットプレートを用いて 100 °C で 10 分間乾燥、450°C で 10 分間仮焼成を行った。一連の操作を 5 回繰り返した後、マッフル炉で 770°C 3 時間本焼成を行った。FMR 測定は、マイクロ波周波数 9.09 GHz、マイクロ波出力 5 mW、掃引磁場範囲 0-10 kOe、磁場印加角度 $\beta = 0-180^\circ$ (面直方向を 0°) として行った。 β を変数として共鳴磁場 H_{res} を数値的に解き、実験で求めた H_{res} の β 依存性に対して最もいいフィッティング曲線を与える数値として結晶磁気異方性定数 K_1 、一軸誘導磁気異方性定数 K_u 、および磁気回転比 γ を求めた⁽²⁾。

【結果と考察】Table.1 に FMR 測定より求めた K_1 、 K_u 、有効磁気異方性定数 K_{eff} 、および γ を示す。Ga 置換量 1~1.5 では、 K_u は負の値を示し、結果として K_{eff} が負の値となり、また、 γ が約 4.7 MHz/Oe と他のものと比べて約 1.9 倍に増加した。 K_{eff} が負の値を示すことは、磁気光学イメージングに用いる際に必要な面内磁気異方性を有していることを意味する。このことから、Ga 置換量 1~1.5 では、面内磁気異方性を維持しつつ、大きな磁気回転比 γ を得ることができたと言える。

謝辞：本研究の一部は、JSPS 二国間交流事業(JPJSPBP120208805)、名古屋大学未来材料・システム研究所共同研究の支援を受けて実施された。

(1) T. Ishibashi et al., J. Magn. Soc. Jpn., Vol.44(2020) (2) R. Urakawa et al., AIP. Adv. Vol. 12 (2022)

Table.1 K_1 , K_u , K_{eff} ($\times 10^3$ erg/cm³), and γ (MHz/Oe) of EuBi₂Fe_{5-x}Ga_xO₁₂ thin films.

Ga content	K_1	K_u	K_{eff}	γ
0	-24.8	21.2	-95.4	2.50
0.5	-17.2	-8.14	-65.7	2.45
1	-0.096	-0.270	-10.0	4.69
1.5	-0.002	-0.349	-0.36	4.71