磁気光学イメージング用 $Nd_{0.5}Bi_{2.5}Fe_5O_{12}$ 薄膜の高周波数特性の評価

Characterization of high frequency characteristics of $Nd_{0.5}Bi_{2.5}Fe_5O_{12}$ thin films for magneto-optical imaging

長岡技科大 [1]，東北大 [2]，名大 [3]，名工大 [4]，東工大 [5] ○(D)婁 庚健 [1]，松本 悠人 [2]，枦 修一郎 [2]，石山 和志 [2]，加藤 剛志 [3]，岩田 聡 [3]，安達 信泰 [4]，谷山 智康 [5]，石橋 隆幸 [1]
Nagaoka Univ. of Tech. [1], Tohoku Univ. [2], Nagoya Univ. [3], Nagoya Inst. Tech. [4], Tokyo Inst. Tech. [5]
○Gengjian Lou [1], Yuto Matsumoto [2], Shuichiro Hashi [2], Kazushi Ishiyama [2], Takeshi Kato [3], Satoshi Iwata [3], Nobuyasu Adachi [4], Tomoyasu Taniyama [5], Takayuki Ishibashi [1]
E-mail: lougeng@mst.nagaokaut.ac.jp

近年、高周波技術の進展に伴い、GHz 帯の高周波領域における計測技術が求められている。高周波磁界の計測方法として、磁気光学(MO)イメージングが注目されているが、GHz まで応答可能な MO 材料の開発が必要である。そのような高周波磁界計測用 MO 材料として、我々は高濃度 Bi 置換ガーネットを開発している。今回は、$Nd_{2.5}BiFe_5O_{12}$ (Bi2.5:NIG)薄膜によって測定した MO 信号の周波数依存性について報告する。

Bi2.5:NIG 薄膜は、有機金属分解法(MOD)法を用いて、$Gd_3Gd_5O_{12}$ (GGG) (111)、GGG (100)およびガラス基板（コーニング、イーグル XG）上に作製された[1,2]。ガラス基板の場合のみ、90 nm の厚さの $Nd_2BiFe_4GaO_{12}$ (Bi1:NIGG)薄膜をバッファー層として用いた。GGG およびガラス基板上の基板の Bi2.5:NIG の膜厚は、それぞれ約 450 nm、150 nm とした。高周波特性の評価は、FMR 測定及びパルスレーザを用いた測定[3]により行った。また、磁気異方性の評価はトルク測定によって行った。

作製した試料の FMR 測定により求めたゼロ磁界での磁気共鳴周波数 f_{res} と有効磁気異方性定数 K_{eff} [1,2]を Table 1 に示す。また、6 GHz までの高周波磁界に対する MO 信号の測定結果を Fig. 1 に示す。Fig. 1 の結果から、MO 信号は、周波数の増加に伴ってピークを示した後、減衰しいくが、6 GHz の周波数においても MO 信号を検出可能であった。観察されたピーク位置は、FMR 測定から求めた f_{res} の値とほぼ一致した。また、GGG (100)基板の場合、GGG (111)基板の場合に比べて良好な高周波特性を示すことがわかった。さらに、GGG (100)に比べてガラス基板を用いた時の方が、面内方向の磁気異方性が小さいにもかかわらず高い共鳴周波数を有し、高周波側で良い特性を示した。

Table 1. Magnetic resonant frequency estimated from FMR measurement and effective magnetic anisotropy K_{eff} in $Nd_{0.5}Bi_{2.5}Fe_5O_{12}$ thin films.

Sample	f_{res} (GHz)	K_{eff} (erg/cc)
on GGG(111)	0.7	-0.5×10^4
on GGG(100)	1.5	-4.9×10^4
on glass	2.3	-3.3×10^4

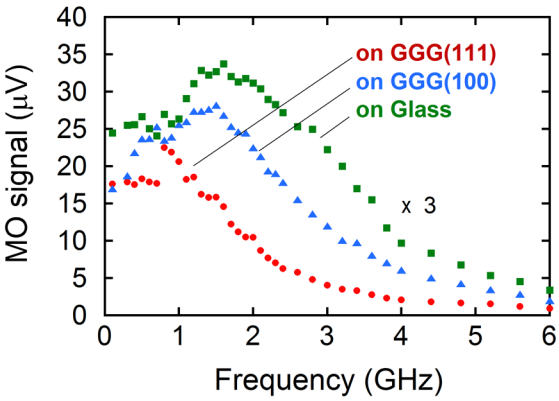

Fig. 1. Frequency dependence of MO signals measured in $Nd_{0.5}Bi_{2.5}Fe_5O_{12}$ thin films.

本研究の一部は、東工大フロンティア材料研究所共同利用研究、名大未来材料・システム研究所との共同研究及び文科省「ナノテクノロジープラットフォーム」の支援を受けて行われた。

[1] G. Lou et al., JAP, **117**, 17A749 (2015), M. Sasaki et al., JJAP, **55**, 055501 (2016).
[2] 婁 庚健他，第 77 回応物秋季学術講演会，13P-P8-24.
[3] H. Nasuno et al., IEEE Trans. Magn., **47**, 10 (2011).