

パルスレーザー蒸着法を用いた $\text{Nd}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 薄膜作製とその磁気特性Formation of NdIG thin films grown by a pulsed laser deposition
and their magnetic properties

東大工、○那須 英和、足立 真輝、山原 弘靖、関 宗俊、田畑 仁

Univ. of Tokyo, ○Hidekazu Nasu, Masaki Adachi, Hiroyasu Yamahara,

Munetoshi Seki, Hitoshi Tabata

E-mail: nasu@bioxide.t.u-tokyo.ac.jp

近年スピントロニクス分野において、モット絶縁体イットリウム鉄ガーネット (YIG) 中でのスピン輸送現象が発見され [1] 大きな注目を集めている。しかしながら、YIG をはじめとする希土類鉄ガーネット酸化物 $\text{R}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (RIG; R は希土類元素) については、有効イオン半径が Sm より大きな希土類元素との固溶体はガーネット構造で安定とならず、通常の固相反応法では作製できないことが指摘されており [2]、他の合成技術による作製例は極めて少なく、基板との格子ミスマッチが大きい系での報告はない。また、SmIG よりも大きな格子定数を持つ RIG は、2 種類以上の希土類元素との混晶系において実現されるものの、格子構造の複雑さ故に混晶系では未解析の物性も存在するため、単一の希土類での作製が望まれる。そこで本研究では、Sm より有効イオン半径が大きい希土類元素である Nd を十二面体サイトにもつ、 $\text{Nd}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (NdIG) 薄膜の作製とその磁気特性について報告する。

薄膜はパルスレーザー堆積 (PLD) 法により $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ (001) 基板上に作製した。ターゲットには Nd_2O_3 と Fe_2O_3 の焼結体を用い、基板温度 700 °C、酸素分圧 1 Pa、の下で作製した。結晶構造解析には X 線回折 (XRD) 測定、磁気特性の評価には磁気円二色性分光 (MCD) 測定を用いた。

Fig.1 に NdIG 薄膜の XRD パターンを示す。NdIG 薄膜 (004) のピーク位置が膜厚に応じて低角側にシフトしている。さらに、すべての薄膜について GGG(-408) 基板近傍の逆格子マップ測定を行い、ガーネット構造として単相エピタキシャル成長したことを確認した。次に、MCD 測定で 3.32 eV における $\text{O}^{2-}(2p) \rightarrow \text{Fe}^{3+}(3d)$ 電荷移動遷移に由来するファラデー回転角ピークの磁場依存性から得られた M-H 曲線を Fig.2 に示す。M-H 曲線の非線形特性から作製した NdIG 薄膜が希土類鉄ガーネットの特徴である室温フェリ磁性体であることを確認した。以上より、従来報告されていなかった格子ミスマッチが大きな (> 2%) 系において NdIG 薄膜の作製に初めて成功した。NdIG のような平衡状態で安定でない RIG において、格子歪が磁気物性に与える効果を探索する新たな可能性を示すものと思われる。

謝辞

本研究の一部は科研費基盤研究 (S): 24226014 および (独) 日本学術振興会の「研究拠点形成事業 (A. 先端拠点形成型)」の助成を得て遂行された。

Reference

- [1] Y. Kajiwara et al., Nature 464, 262 (2010).
[2] S. Geller, Z. Kristallogr., Bd., 125 (1967).

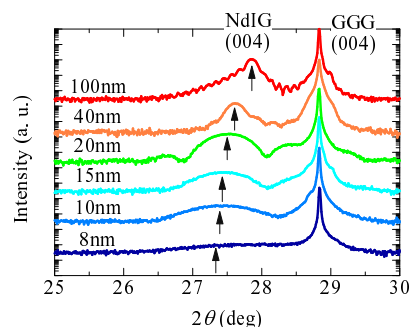


Fig. 1. 2θ - ω XRD scans of NdIG film of thickness $t = 8, 10, 15, 20, 40$, and 100 nm grown on GGG (001) substrate.

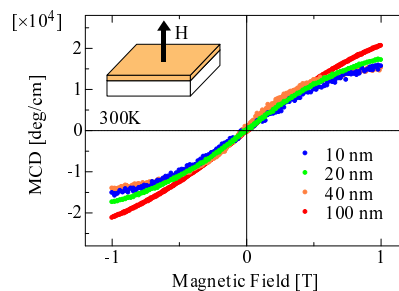


Fig. 2. Magnetic field dependence of MCD for the NdIG/GGG films measured at 300 K. The excited photon energy is around 3.32 eV.