

Nd₃Fe₅O₁₂ ガーネット薄膜における格子歪み効果とその磁気特性

Lattice strain effect and magnetic properties of Nd₃Fe₅O₁₂ garnet thin films

○ 那須 英和¹、足立 真輝¹、山原 弘靖¹、関 宗俊¹、田畑 仁¹(1. 東大工)

○ Hidekazu Nasu¹, Masaki Adachi¹, Hiroyasu Yamahara¹, Munetoshi Seki¹, Hitoshi Tabata¹
(1.Univ. of Tokyo)

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

近年、モット絶縁体であるイットリウム鉄ガーネット (YIG) を介したスピン輸送現象が発見され [1]、YIG をはじめとする希土類鉄ガーネット R₃Fe₅O₁₂ (RIG; R は希土類元素) がスピンを利用した電子情報伝送に適した酸化物材料として大きな注目を集めている。しかしながら、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ほとんどない。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 Nd₃Fe₅O₁₂ (NdIG) 薄膜を作製し、その歪み効果が磁気特性に与える影響について報告する。

薄膜はパルスレーザー堆積 (PLD) 法により Gd₃Ga₅O₁₂ (001) 基板上に作製した。ターゲットには Nd₂O₃ と Fe₂O₃ 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)、強磁性共鳴 (FMR) の測定には室温 x-band (9 GHz) 測定を用いた。

Fig.1 に作製した NdIG 薄膜の XRD パターン (上部)、作製したターゲットの XRD パターン (下部) をそれぞれ示す。通常の固相反応法では NdIG バルク単結晶を作製出来ていないが、薄膜の作成に成功した。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ており、20nm → 8nm 厚へ膜厚減少に伴い緩和状態から歪状態へのグラディエントな変化を確認した。次に、MCD 測定で 3.3eV 付近における O²⁻(2p) → Fe³⁺(3d) 電荷移動遷移に由来するファラデー回転角を調べ、その磁場依存性から室温フェリ磁性体であることを確認した。また、Fig.2 に室温 x-band (9 GHz) 測定によって得られた FMR 結果を示す。ローレンツ関数を用いてフィッティングを行いピーク間線幅 2900 Oe を得た。また吸収のパワー依存性がほぼ $\propto \sqrt{P_{MW}}$ を示し FMR 信号を示唆する結果となった。

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).

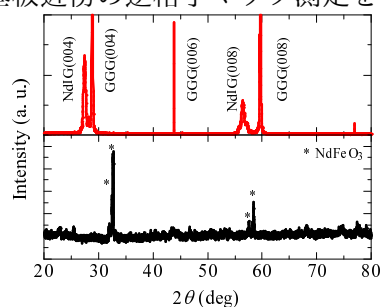


Fig. 1: 2θ-ω XRD scans of NdIG film and target

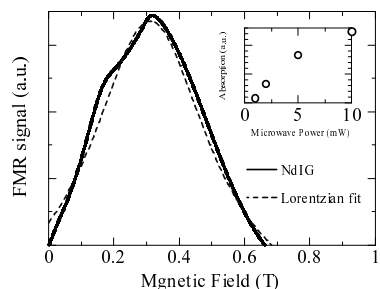


Fig. 2: FMR spectrum of NdIG film