

希土類鉄ガーネット薄膜における歪み構造と磁気・分光特性

Strain structures and magnetic/spectroscopic properties of garnet ferrite thin films

○加藤木 章浩¹、菊池 亮太¹、佐藤 英斗¹、山原 弘靖¹、関 宗俊¹、田畑 仁¹ (1. 東大院工)

○Akihiro Katougi¹, Ryota Kikuchi¹, Eito Sato¹, Hiroyasu Yamahara¹, Munetoshi Seki¹,

Hitoshi Tabata¹ (1. Univ. of Tokyo)

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

近年、伝導電子ではなく電子のスピン波を制御することによって情報伝達を行うことを目的とするマグノニクスと呼ばれる研究分野が注目を集めている。伝導電子のように散乱によりジュール熱が発生しないため、低消費エネルギーデバイスへの応用が期待される技術である。マグノニクス材料として有望なものの一つに希土類鉄ガーネット (RIG; $R_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$) が挙げられる。RIG は室温でフェリ磁性絶縁体であり、スピン波のダンピング定数が小さいことがマグノニクス材料に向いている理由である。またスピン波デバイス応用を見据えた際、磁気・誘電物性の交差相関がデバイス性能を向上させる可能性を秘めている。本研究では、格子歪み制御による分極発現およびそれに伴う磁気・誘電相関[1]を探ることを目的として、RIG 薄膜の磁気・分光特性を調べた。

本研究では、希土類元素として Sm を用いた SmIG 薄膜を、基板である $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ (GGG) の (001) 面上にパルスレーザー堆積法 (PLD 法) により作製した。格子定数のミスマッチから、転位が発生すると推定される臨界膜厚は 66 nm と算出される。膜厚を制御することにより SmIG の格子歪み構造を変化させ、磁気・分光特性に与える影響を調べた。図 1 に逆格子マッピングの膜厚依存性を示す。膜厚が薄い場合は、SmIG は GGG 基板からの束縛を受けて基板に対してコヒーレントに成長している。一方、膜厚が 70 nm 以上の場合には厚くなるにしたがって格子の緩和が進んでいることが確認された。磁気特性の評価は磁気円二色性分光 (MCD) により行った。試料面直に磁場を印加して測定した MCD ヒステリシスを図 2 に示す。膜厚の変化に応じて曲線の傾きや保磁力が変化しており、膜厚により磁気特性の制御が可能であることが示唆される。また、分光特性の評価として分光エリプソメトリーによる屈折率、消衰係数の測定を行った。消衰係数から見積もられるエネルギーギャップの値が、膜厚の薄い試料 (25 nm) では約 2.9 eV であるのに対し、厚い試料 (77 nm) では約 2.1 eV と変化しており、格子歪みの変化がエネルギー準位の変化に反映されていると考えられる。

[1] J. C. Wojdel, and J. Íñiguez, Phys. Rev. Lett. **105**, 037208 (2010)

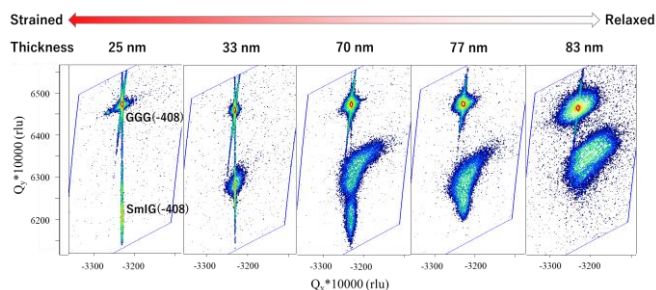


Figure 1. Thickness dependence of reciprocal space mapping

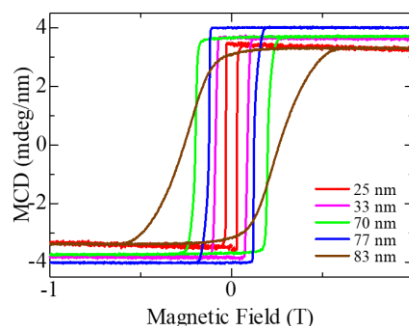


Figure 2. Thickness dependence of MCD hysteresis

謝辞 本研究の一部は科研費基盤研究 S「生体ゆらぎに学ぶゆらぎエレクトロニクス」、新学術領域研究「機能性酸化物における非対称傾斜歪場及び秩序・無秩序人工格子による特異構造創出」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。