

MgO(100) 基板上的のエピタキシャル $\text{Sn}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ 薄膜

Fabrication of the epitaxial $\text{Sn}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ films on MgO(100)

北大院工 荒木 真人, 梶田 博樹, 柳瀬 隆, 島田 敏宏, 〇長浜 太郎

Hokkaido Univ. M. Araki, H. Kajita, T. Yanase, T. Nagahama, T. Shiamda

E-mail: nagahama@eng.hokudai.ac.jp

【背景】 MFe_2O_4 で表されるスピネルフェライトは高いキュリー温度を持つ酸化物磁性体である。M=Fe である Fe_3O_4 はハーフメタル材料すなわち高スピン分極材料として、また M=Co である CoFe_2O_4 はスピンフィルター障壁材料として、スピントロニクス分野での活用が検討されている。一方酸化物エレクトロニクス分野では、スピネルフェライトを FET のチャンネル層として活用しようとする試みが報告されている[1,2]。多くは M として 3d 遷移金属が導入され半導体的な伝導性を獲得している。これらの報告では FET 動作には成功しており、移動度などの特性の大幅な改善が課題となっている。本研究では室温で金属的な伝導を示す Fe_3O_4 に第 5 周期金属である Sn を添加した $\text{Sn}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ エピタキシャル薄膜を得ることに成功し、その伝導特性や磁気特性を評価した。

【実験】スピネルフェライト薄膜は反応性 MBE 法により MgO(100)基板上に作製した。MgO 基板を洗浄後 800°C で加熱前処理したのち、Mg の膜中への拡散を抑制するため NiO(5nm)製膜した。 $\text{Sn}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ 膜は $4 \times 10^{-4}\text{Pa}$ の酸素ラジカル雰囲気中反応性二元蒸着で製膜し、その後 O_2 雰囲気中 300°C でアニール処理を行った。

【結果】RHEED および XRD の結果から、 $\text{Sn}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ 膜は $x < 0.6$ の組成ではエピタキシャル成長していることが確認された。より高濃度ではスピネル型構造は維持されなかった。Sn 組成に対する電気抵抗率の変化を Fig.1 に示す。Sn の添加により抵抗率は増大している。電気伝導は八面体サイト中の $\text{Fe}^{2+}-\text{Fe}^{3+}$ 間のホッピングによって生じているため、Sn の添加により Fe イオン比が変化したことが電気伝導性の変化の原因と考えられる。MOKE 測定から得られた磁気ヒステリシスの組成依存性を Fig.2 に示す。面内磁化を示し、Sn の組成が増加するに従って角形性の低下が見られた。電気抵抗が低下する一方で磁性は保たれていることが確認されたことから、磁性半導体材料としての利用が期待できる。

【参考文献】 [1]. J. Takaobushi, et al., Appl. Phys. Lett. 98, 102506 (2011), [2]. T. Ichimura et al., Sci. rep. 4.5818 (2014)

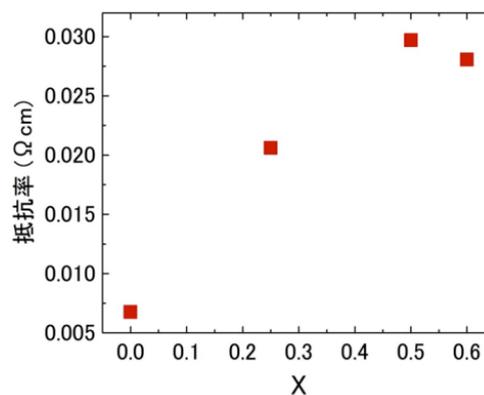


Fig.1 Resistivity of $\text{Sn}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ as a function of the x.

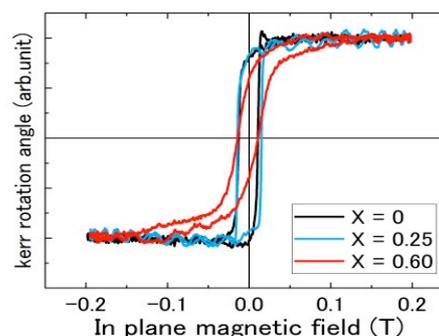


Fig. 2 Magnetization curves for $\text{Sn}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$.