

4d 置換スピネルフェライト(001)薄膜の作製と磁気特性

久松裕季, 岡美嶺人, 関場大一郎, Sonia Sharmin, 柳原英人, 喜多英治
(筑波大)

Magnetic properties of 4d-element-replaced spinel ferrite(001) thin films.

Y. Hisamatsu, M. Oka, D. Sekiba, Sonia Sharmin, H. Yanagihara, and Eiji Kita
(Univ. of Tsukuba)

はじめに

MgO(001)上にエピタキシャル成長させた Co フェライト ($\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$: CFO) 薄膜は、基板との格子不整合 (-0.52%) による磁気弾性効果を通じて高い垂直磁気異方性を示すことがわかっている¹⁾. この高い垂直磁気異方性は、スピン軌道相互作用 (SOI) に起因すると考えられるが、SOI の大きさはスピン軌道相互作用結合定数 λ と軌道磁気モーメント L に比例するため、大きな λ を持つ、すなわち原子番号の大きな元素を導入することでより大きな垂直磁気異方性が実現できるものと考えられる²⁾. そこで本研究では、3d 元素に比して大きな λ を持つ Rh を導入した $\text{Rh}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ を作成し、その磁気特性を評価した.

実験方法

二元同時反応性 RF マグネトロンスパッタリング法により $\text{Rh}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ を作製した. 基板温度は 300°C とし、Fe, および Rh の純金属ターゲットを使用して Ar + O₂ 雰囲気中で成膜を行った. このとき、使用する基板を MgO(001) と $\text{MgAl}_2\text{O}_4(001)$ とで使い分けることで $\text{Rh}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ に導入する正方歪みの制御を試みた. 作製した試料に対して反射高速電子線回折 (RHEED) を用いた表面結晶構造の評価、X 線逆格子マップ測定 (RSM) を用いた歪み評価、ラザフォード後方散乱法 (RBS) を用いた組成比評価、および磁気測定を行った.

実験結果

Fig. 1 に (a) MgO(001), (b) $\text{Rh}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4/\text{MgO}(001)$, (c) $\text{MgAl}_2\text{O}_4(001)$, および (d) $\text{Rh}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4/\text{MgAl}_2\text{O}_4(001)$ の RHEED 像を示す. どちらの基板においてもその上部に作製した $\text{Rh}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ の RHEED 像は (b), (d) に示す通り明瞭なストリークとなった. いずれの $\text{Rh}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ においても MgO の 2 倍の格子定数に対応するストリークが現れている. これはスピネル型結晶構造の形成を示唆している. さらに MgO の 4 倍の格子定数に対応するストリークも現れているが、これは表面再

構成によるものと考えられる. (b) では菊池線が現れていることから、平滑で結晶性が高い事が示唆される.

Fig. 2 に 300K において測定を行った $\text{Rh}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4/\text{MgO}(001)$ ($x = 0.14$) の磁化曲線を示す. 飽和磁化は Fe_3O_4 ($x = 0$) の 500 emu/cm^3 よりも小さい値を示した. 他の組成についても磁気特性の評価を行った結果、飽和磁化は Rh の組成比 x の増加に応じて減少することが分かった. この飽和磁化の減少は Rh のスピン状態が関わっているとみられる.

講演当日は上記に加え、格子歪みの評価と磁気測定の結果に基づき、 $\text{Rh}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ の磁気特性について議論する.

参考文献

- 1) T. Niizeki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **103**, 162407 (2013).
- 2) J. Inoue *et al.*, AIP Advances **4**, 027111 (2014).

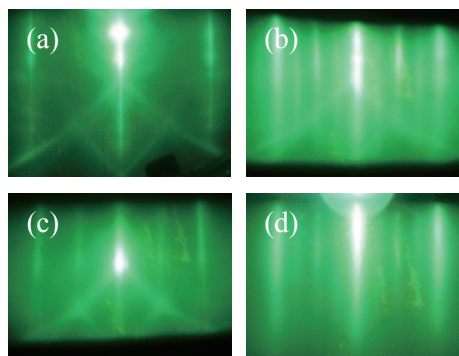


Fig. 1 RHEED images of (a) MgO(001), (b) $\text{Rh}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4/\text{MgO}(001)$, (c) $\text{MgAl}_2\text{O}_4(001)$, and (d) $\text{Rh}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4/\text{MgAl}_2\text{O}_4(001)$.

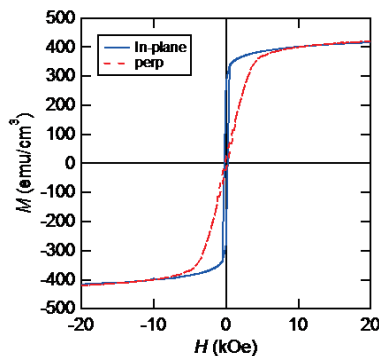


Fig. 2 MH-loops of $\text{Rh}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ ($x = 0.14$)/MgO(001).