

緩衝層膜によるコバルトフェライト薄膜の歪と磁気異方性制御

小野田 浩成¹, 井上 順一郎¹, 介川 裕章², Sonia Sharmin¹, 柳原 英人¹

(1.筑波大学, 2.物材機構)

Control of epitaxial strain and magnetic anisotropy in cobalt-ferrite thin films by buffer layers

H. Onoda¹, J. Inoue¹, H. Sukegawa², S. Sharmin¹, and H. Yanagihara¹

(Univ. of Tsukuba¹, NIMS²)

はじめに

MgO(001)上にエピタキシャル成膜されたコバルトフェライト ($\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$:CFO) 膜は垂直磁気異方性を示し, その垂直磁気異方性エネルギー K_u は 14.7 Merg/cm^3 に達する[1]. この CFO/MgO(001)膜における垂直磁気異方性は, 基板との格子不整合 (-0.48%) による磁気弾性効果で生じると理解されている[2]. 一方で, MgAl_2O_4 (001)に CFO 膜を成膜すると面内圧縮歪が導入され, $K_u = -60 \text{ Merg/cm}^3$ が生じる[3]. どちらの基板の上に成膜した場合も, 誘導される K_u は歪に対して線形に変化することが確認された. したがってこの格子歪の範囲では, CFO の誘起磁気異方性は現象論である磁気弾性効果によって定量的に説明できる. そのため, 3~4%程度の引張り歪を導入することで, さらに大きな垂直磁気異方性の発現が期待できる. そこで本研究では, MgO と比して格子定数の大きいスピネル型酸化物 Mg_2SnO_4 (MSO)を緩衝層として導入し, その上に成膜した CFO 膜の歪と磁気異方性の関係を実験的に明らかにすることとした.

方法

緩衝層である MSO(001)を単結晶 MgO(001)基板上に Mg 金属ターゲットと Sn 金属ターゲットを用いた2元同時反応性 RF スパッタリングにより作製した. MSO 膜の膜厚は 10 nm とした. 続いて, CFO(001)を CoFe 合金ターゲットを用いた反応性 RF スパッタリング法で MSO(001)上に作製した. CFO 膜の作製は, 基板温度 500°C , 酸素流量 8 sccm とした. 試料評価として, 反射高速電子線回折 (RHEED)・X 線回折法・磁気トルク測定・磁化測定を行なった.

実験結果

MSO(001)および CFO(001)成膜後の RHEED 像はいずれもストリークであることから, 薄膜の表面は平坦でかつ単結晶成長していることが分かった. Fig.1 に CFO(5 nm)/MSO/MgO(001)膜におけるスピネル(115)近傍の逆格子マップ (RSM) を示す. 図中に示した×印は, MSO と CFO の(115)の逆格子点である. 2つの逆格子点と同じ横軸の直線上に並ぶことから CFO の面内の格子定数が MSO の格子定数に拘束されていることが分かる. 逆格子点の位置から格子定数を求めた結果, $\epsilon_{\text{in-plane}} = 1.83\%$, $\epsilon_{\text{perp.}} = -1.52\%$ の歪が CFO 膜に導入されていることが確認された. 磁気トルク測定の結果から, K_u が 40 Merg/cm^3 を超えることが確認された. また, CFO の膜厚に伴い, 導入された歪が変化することが分かった.

講演当日は, 上記に加え, CFO の各膜厚における格子歪と磁気特性の評価に基づき, 磁気異方性と歪の関係についても議論する.

参考文献

- 1) T. Niizeki et al., Appl. Phys. Lett. 103, 162407 (2013).
- 2) J. Inoue, et al., IEEE Trans. Mag., 49, 3269 (2013).
- 3) 田結荘他 第 39 回日本磁気学会学術講演会 08pB-14.

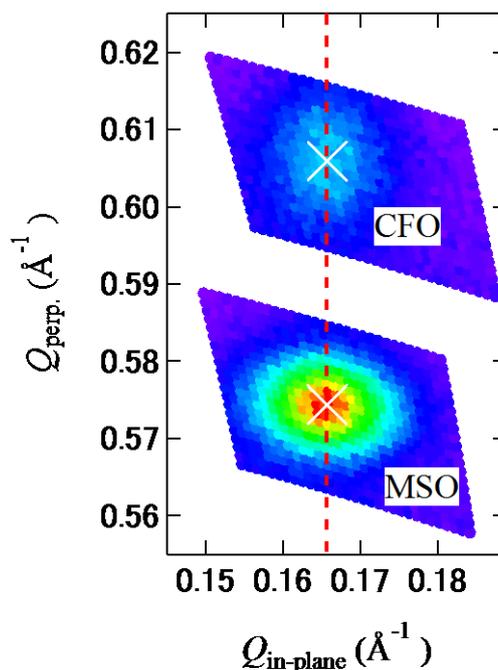


Fig. 1 RSM of CFO and MSO (115) on MgO substrates. (CFO thickness: 5 nm)