

緩衝層薄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 Control of epitaxial strain and magnetic anisotropy in cobalt-ferrite thin film by buffer layers

○ 小野田 浩成¹, 久松 裕季¹, 井上 順一郎¹, 介川 裕章², 柳原 英人¹ (1. 筑波大, 2. 物材機構)

○ H. Onoda¹, Y. Hisamatsu¹, J. Inoue¹, H. Sukegawa², and H. Yanagihara¹

(1.Univ. of Tsukuba, 2.NIMS)

【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^{eff} は 14.7 Merg/cm^3 に達する [1]. この CFO/MgO(001) 薄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 基板上に CFO 膜を成膜すると 3.6% の面内圧縮歪が導入され, その結果, -60 Merg/cm^3 の一軸異方性 (垂直困難軸) が現れ, その値は歪に対して線形に変化することが分かった [3]. したがって, この格子歪の範囲では, 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を緩衝層として導入し, その上に成膜した CFO 薄膜の特性を調べ, 歪と磁気異方性の関係を実験的に明らかにすることを試みた.

【実験方法】緩衝層酸化物を単結晶 MgO(001) 基板上に 2 つの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. 続いて, CFO(001) を CoFe 合金を用いた反応性 RF スパッタリング法で緩衝層上に作製した. 緩衝層の膜厚は 80 nm とした. CFO 膜の作製は, 基板温度 500 , 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) と X 線回折法を用いて表面構造と結晶構造をそれぞれ評価した. さらに, 磁気トルク測定と磁化測定を室温で行ない磁気特性を評価した.

【結果】緩衝層酸化物および 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, 表面が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 の膜厚が 10 nm である 2 層膜の磁化測定の結果を示す. 飽和磁化が 460 emu/cm^3 でバルクの値 (425 emu/cm^3) と比べて大きい値となった. 一方, 面内方向の測定に注目すると, 70 kOe を印加しても磁化がほとんど立たないことから大きな垂直磁気異方性が発現していることが分かる. 磁気トルク測定の結果から K_u^{eff} は, 20 Merg/cm^3 を越す値であった. また, 緩衝層酸化物との格子不整合が大きいため, 膜成長の早い段階で CFO の歪が緩和していることが逆格子マップ測定より分かった.

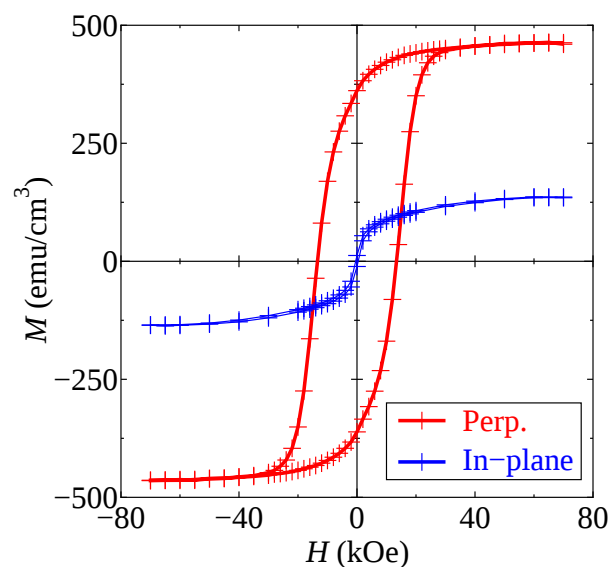


Fig. 1: MH curves of the thin film (CFO thickness: 10 nm)

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] 田結莊他 第 39 回日本磁気学会学術講演会 08pB-14