

正方歪み導入による Co フェライト薄膜の磁気異方性の制御

岡美嶺人, 内海優史, 柳原英人, 喜多英治
(筑波大)

Control of uniaxial anisotropy in Co ferrite by the misfit-induced distortion

M.Oka, Y.Utsumi, H.Yanagihara, and E.Kita
(Univ. of Tsukuba)

はじめに

スピネルフェライトの一つである Co フェライト($\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$)は, MgO(100)基板を用いて薄膜化するとエピタキシャル格子歪みが導入され, 強い垂直磁気異方性を示す事が知られている[1] [2]. この一軸性の磁気異方性の起原に関しては, $c/a < 1$ となるような正方歪による磁気弾性効果であるとして理解されているが, 電子論的な議論はさほど進んでいない[3]. $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ 薄膜における一軸磁気異方性の発現には, 正方歪の導入が不可欠であり, したがって $\text{MgAl}_2\text{O}_4(110)$ 基板上に Co フェライトを成膜することで $c/a < 1$ となるようなエピタキシャル歪を面内に導入可能であると予想される. そこで, $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ 薄膜における歪みの導入と磁気異方性発現との関係を総合的に評価するため, MgO(100)と $\text{MgAl}_2\text{O}_4(110)$ を基板として $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ 薄膜に膜面垂直方向あるいは膜面内方向に正方歪を導入し, それらの構造, 磁性を評価することとした.

実験方法

$\text{MgAl}_2\text{O}_4(110)$ 研磨基板上に CoFe(1:3atm 比)合金を用いて O_2 反応性マグネトロンスパッタリング法により $\text{Co}_{0.75}\text{Fe}_{2.25}\text{O}_4(110)$ 薄膜試料を作成した. $\text{Ar} + \text{O}_2$ 雰囲気中で成膜を行い, 成膜条件は MgO(001)基板上に成膜した際最も高い飽和磁化が得られた O_2 流量 6.0 sccm, 基板温度 600 °C とした[2]. 試料評価は, RHEED 観察, X 線小角反射法による膜厚測定, 4 軸 X 線回折装置による格子定数測定, 室温下での ± 40 kOe の範囲での磁化測定, Quantum design 社 PPMS を用いて最大印加磁場 90 kOe での磁気トルク測定を行った.

実験結果

$\text{MgAl}_2\text{O}_4(110)$ 基板上に $\text{Co}_{0.75}\text{Fe}_{2.25}\text{O}_4$ 薄膜を成膜する前後の RHEED 像(Fig.1)より, $\text{MgAl}_2\text{O}_4(110)$ 研磨基板上に $\text{Co}_{0.75}\text{Fe}_{2.25}\text{O}_4$ エピタキシャル薄膜が得られたことが示唆された. この $\text{Co}_{0.75}\text{Fe}_{2.25}\text{O}_4/\text{MgAl}_2\text{O}_4(110)$ 薄膜は 4 軸 X 線回折装置の測定結果より面内[001]軸のみ $\text{MgAl}_2\text{O}_4(110)$ 基板の格子定数に拘束される形で正方歪が導入されていることがわかった. 磁化測定の結果(Fig.2)より面内[001]軸が磁化容易軸, 面内[1-10]軸および面直[110]軸が磁化困難軸であり, 目的の一軸磁気異方性薄膜が得られたことがわかった. 磁気トルク測定は, 印加磁場 90 kOe では飽和しなかったが, ピーク値から見積もられた磁気異方性定数(K_u)は 8.52 Merg/cm^3 であった. 講演ではより詳細な実験結果を $\text{Co}_{0.75}\text{Fe}_{2.25}\text{O}_4/\text{MgO}(001)$ 薄膜の結果と比較し報告する.

参考文献

- [1] Y. Suzuki *et al.*, J. Magn. Magn. Mater. 191 (1999) 1-8
- [2] T. Niizeki, *et al.*, Appl. Phys. Lett. 103, 162407 (2013).
- [3] J. Inoue *et al.*, AIP Adv. 4, 027111 (2014)

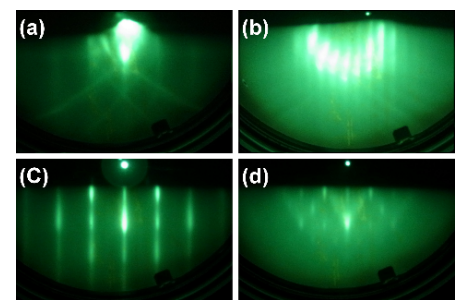


Fig. 1. (a, b) RHEED patterns of $\text{MgAl}_2\text{O}_4(110)$ substrate and (c, d) CFO film, taken with the incident electron beam parallel to (a, c) [1-10] and (b, d) [001].

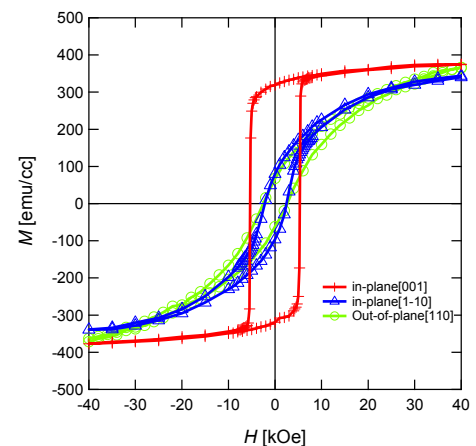


Fig. 2. MH loops for $H//[001]$, [1-10], and [110].