

磁気円二色性を用いた Fe/Co/Fe/Ni 多層膜の電子スピン状態解析 Electron spin analysis of Fe/Co/Fe/Ni multilayers by magnetic circular dichroism

東理大先進工¹, JASRI²

○(M1) 中村 航平¹, (M2) 古矢 大悟¹, 小谷 佳範², 山崎 貴大¹, 小嗣 真人¹

Tokyo Univ. of Sci.¹, JASRI², ○(M1) Kohei Nakamura¹, (M2) Daigo Furuya¹,

Yoshinori Kotani², Takahiro Yamazaki¹, Masato Kotsugi¹

E-mail: 8222544@ed.tus.ac.jp

近未来の情報爆発を背景に高密度かつ高速動作の磁気メモリが注目されており、高い磁気異方性エネルギー(K_u)を有する磁性材料が求められている。高 K_u を有する磁性材料として $L1_0$ 型規則合金に関する研究が広く行われてきたが^{[1][2]}、我々はこれまで $L1_0$ 型規則合金の元素数や層周期を拡張した新たな磁性材料として Fe/Co/Fe/Ni 多層膜を提案している^[3]。Fe/Co/Fe/Ni 多層膜は希土類元素フリーでありながら高 K_u を示すことが理論計算の立場から示唆されていたが、作製が難しく実験的な調査はあまり行われていない。そこで本研究ではパルスレーザー蒸着法(PLD)を用いて Fe/Co/Fe/Ni 多層膜を作製し、磁気円二色性による電子スピン状態の解析から Fe/Co/Fe/Ni 多層膜の磁気異方性の起源について調査を行なった。

基板に MgO(100)単結晶を用い PLD による単原子交互積層によって[Fe/Co/Fe/Ni]₈多層膜を成膜した。この時、成膜温度(T_s)を室温、300°C、600°Cとして試料を作製した。表面状態は反射高速電子線回折(RHEED)、原子間力顕微鏡(AFM)、結晶構造は X 線回折(XRD)、磁気特性は超伝導量子干渉磁力計(SQUID)、電子スピン状態は X 線磁気円二色性(XMCD)によって物性評価を行なった。

Fig. 1 に [Fe/Co/Fe/Ni]₈ ($T_s = 600^\circ\text{C}$) の磁化曲線を示す。磁化曲線から $M_s = 944 \text{ emu/cm}^3$, $K_u = 4.28 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ と見積もられた。全試料において磁化容易軸は面内方向であることを確認したが、 $T_s = 600^\circ\text{C}$ の試料においては面内磁化成分が弱まり垂直磁化成分が強くなっていることを確認した。Fig. 2 に[Fe/Co/Fe/Ni]₈ ($T_s = 300, 600^\circ\text{C}$) の軌道磁気モーメントの X 線入射角度に対する角度分布を示す。Fe, Co の軌道磁気モーメントが大きな異方性を持つことが確認でき、軌道磁気モーメントの異方性と磁気異方性の対応関係が示唆される。

[1] M. Kotsugi *et al.*, J. Magn. Magn. Mater. **326**, 235 (2013).

[2] M. Saito *et al.*, Appl. Phys. Lett. **114**, 072404 (2019).

[3] D. Furuya *et al.*, Sci. Tech. Adv. Mater. Meth. **2**, 280 (2022).

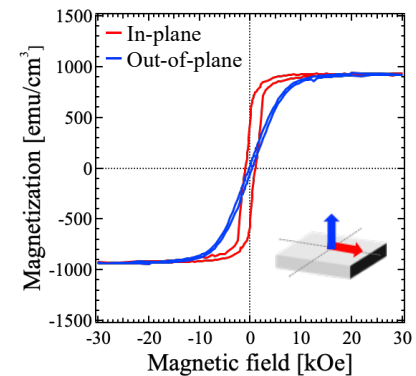


Fig.1 Magnetization curves of [Fe/Co/Fe/Ni]₈ deposited at 600°C

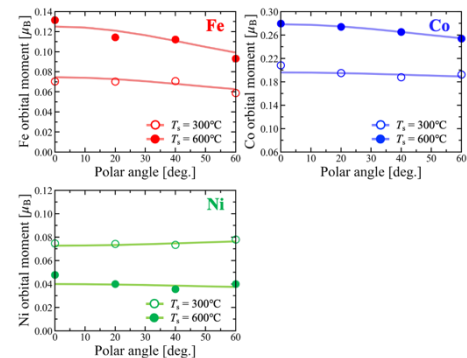


Fig. 2 Polar angle dependence of orbital magnetic moment