

MgO/Rh/Fe_{100-x}Co_x 膜の正方歪と一軸磁気異方性

吉田真司, 瀧口嵩, 高橋海里, 金谷峻介, 大宮裕之, 荒川明, 長谷川崇, 早坂浩二*, 斉藤伸*, 石尾俊二
(秋田大工資, *東北大学)

Tetragonally distorted structure and uniaxial magnetic anisotropy of MgO/Rh/Fe_{100-x}Co_x epitaxial film

S. Yoshida, T. Kataguchi, K. Takahashi, S. Kanatani, H. Ohmiya, A. Arakawa, T. Hasegawa, K. Hayasaka*, S. Saito*, S. Ishio
(Akita univ. *Tohoku univ.)

はじめに

高飽和磁化 Fe_{1-x}Co_x 合金に正方歪を導入すると高結晶磁気異方性を発現することが、第一原理計算により示されている¹⁾。これによると、 $x=0.5-0.6$ 、軸比(c/a)が 1.22-1.25 付近で一軸磁気異方性(K_u)が最大となり $K_u=1.0 \times 10^8 \text{ erg/cm}^3$ が予測される。実験では種々のバッファ層を用いたエピタキシャル成長によって FeCo に正方歪を導入が試みられている²⁾³⁾。しかし、依然として Fe_{1-x}Co_x の結晶構造と K_u との相関は明らかではない。本研究では、Rh バッファ層を用いて正方晶 FeCo を合成し、 K_u と正方歪 c/a の相関を調べた。

実験方法

マグネトロンスパッタ法により、基板加熱温度 300°C で MgO(100)基板上に Rh を(001)配向させた。その後、基板加熱温度 200°C で FeCo を成膜し、次いで保護層として Ru を室温成膜した。磁気特性評価にはカー効果、磁気トルクメーター、VSM、構造解析には XRD、TEM 及び走査透過電子顕微鏡 (STEM) を用いた。

実験結果

Fig.1 に MgO(100)sub./Rh(20.0nm)/Fe_{0.5}Co_{0.5}(3.0nm)/Ru (2.0nm) の HAAD-STEM 像(a)と SAD パターン(b)を示した。FeCo と Rh の界面は平滑であり、エピタキシャル成長していることが確認できる。(b)では、Rh の強い回折スポットに加え、FeCo の弱い回折スポットが観察され、正方歪をもった FeCo が形成されていることが解る。この時の c/a は 1.11 で、格子関係は FeCo(001)[110]/Rh(001)[100]/MgO(001)[100]となる

一軸磁気異方性(K_{u1})の大きさは膜厚に依存しており、膜厚が 1.5-2.5nm で、 $1.6 \times 10^7 \text{ erg/cm}^3$ の最大値を示した。一方、上述のように、膜中は正方歪も誘起されており、正方歪も膜厚に依存している。そこで Fig.2 には Fe₅₀Co₅₀ の種々の膜厚での K_{u1} と c/a データを用いて、 K_{u1} と c/a の関係をプロットした (図中●)。図のように、 K_{u1} は c/a に依存しており、 $c/a=1.15-1.35$ で最大値となった。この結果は、Kota らの第 1 原理計算の結果 (図中○) とよく一致しており、正方晶 FeCo の一軸磁気異方性(K_{u1})は、正方歪に起因していることと結論できる。また、膜厚 10.0nm 以上($c/a=1.0-1.04$)付近でも、 $K_{u1}=0.5 \times 10^7 \text{ erg/cm}^3$ の値が観察されるが、これは FeCo の B2 規則化ドメインの[001]配向に起因していると思われる。

参考文献

- 1) Y. Kota and A. Sakuma, *Appl. Phys. Express*, 5, 113002 (2012)
- 2) B. Wang et al, *J. Appl. Phys.*, 115, 133908 (2014)
- 3) L. Reichel et al, *J. Appl. Phys.*, 116, 213901 (2014)

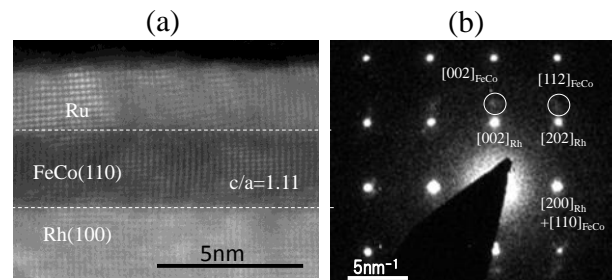


Fig. 1 (a) HAAD-STEM and (b) SAD images for the Rh/FeCo layer in the Rh/FeCo(3 nm)/Ru film.

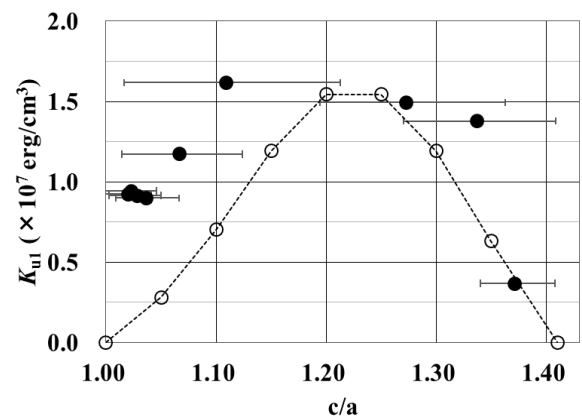


Fig. 2 K_{u1} as a function of c/a for Rh/Fe₅₀Co₅₀ films. The predicted magnetocrystalline anisotropy for Rh/FeCo with $S=0$ is also shown (open circles).