

FeCo/Rh/MgO(001)エピタキシャル薄膜の正方歪、 B2 規則格子と一軸磁気異方性

Tetragonal distortion, B2 order and uniaxial magnetic anisotropy of the epitaxial FeCo/Rh/MgO Films

井波暢人^{1,*}, 上野哲郎², 小野寛太¹, 石尾俊二³

¹放射光科学研究施設, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

²物質・材料研究機構, 〒305-0047 つくば市千現 1-2-1

³秋田大学理工学研究科, 〒101-8502 秋田市手形学園町 1-1

Nobuhito Inami¹, Tetsuro Ueno², Kanta Ono¹ and Shunji Isio³

¹Photon Factory, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

²National Institute for Materials Science, 1-2-1 Sengen, Tsukuba, 305-0047, Japan

³Department of Materials Science and Engineering, Akita University, Akita 010-8502, Japan

1 はじめに

遷移金属遷移金属合金の中で最大の飽和磁化を有する合金は FeCo である。第 1 原理計算によって、FeCo に $c/a=1.2$ 程度の正方晶歪を導入すれば、巨大な磁気異方性が誘導されることが示されている[1]。申請者らは、MgO 基板上に Rh などの fcc バッファ層を形成し、その上に FeCo を製膜することによって bctFeCo 薄膜が合成され、実際に $c/a=1.2$ 付近で 1×10^7 erg/cm³ を超える一軸磁気異方性が誘導されることを報告した[2, 3]。このような正方晶 FeCo 磁気異方性は、B2 規則構造にさらに増大する。本実験では、Rh バッファ層上の FeCo 膜 ($0 \leq x \leq 100$, 最大膜厚: 20 nm) の正方晶歪、B2 規則構造と一軸磁気異方性の関係を明らかにすることを目的とした。

2 実験

MgO(001)基板上に Rh バッファを製膜し、ついで

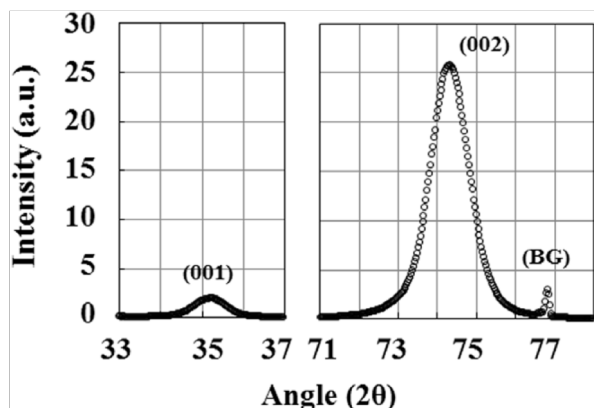


図 1: FeCo(20nm)/Rh/MgO(001)膜の(001),(002)回折

基板垂直に[001]配向した FeCo 膜(2-20nm)を製膜した。磁気異方性を VSM、SQUID、トルクメータ等により測定した。X 線回折(XRD)によって結晶構造を調べた。B2 規則度は、エネルギー7.1 keV($\lambda=0.1746$ nm, BL3A, 7C, 8A)の放射光を利用し、Fe と Co の異常散乱強度差を利用した XRD により算出した。

3 結果および考察

図 1 に放射光を用いた FeCo(20 nm)/Rh(20 nm)/MgO(001)膜の XRD 測定の結果を示した。(a)図は、(001)超格子反射、(b)図は(002)基本反射である。図の(001)、(002)反射についての、X 線回折シミュレーションによる波形フィッティングから規則度を算出した。得られた B2 規則度は約 0.2 であった。膜厚が薄くなると(001)超格子線は観察できなかった。図 2 には、種々の膜厚を持つ FeCo(2~20 nm)/Rh(20 nm)/MgO(001)膜の膜中正方歪(c/a)と一軸磁気異方性

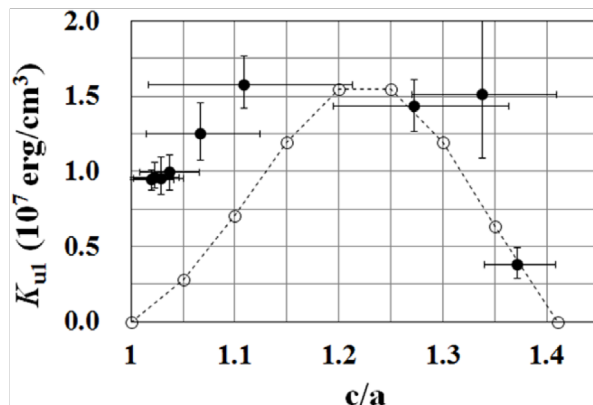


図 2: FeCo(20nm)/Rh/MgO(001)膜の一軸磁気異方性定数 K_{u1} と軸比 c/a の関係

K_{u1} の関係を示した。図 2 のように K_{u1} は c/a が 1.25 付近で最大となり、 $c/a = 1.4$ (fcc) もしくは $c/a = 1.0$ (bcc) に近づくとつれて低下する。この結果は、概ね第 1 原理計算の結果とよく一致している。しかし、 $c/a = 1.0 \sim 1.1$ でも K_{u1} の値は $1.0 \times 10^7 \text{ erg/cm}^3$ を越える値を示しており、正方歪の効果だけではこの K_{u1} の値を説明することは難しい。 $c/a = 1.05 \sim 1.1$ の膜は概ね 10~20 nm の膜であり、前述のように 20 nm 膜では B2 規則化が観察されている。以上の結果より、FeCo(2~20 nm)/Rh(20 nm)/MgO(001) 膜において、2 nm 付近の薄膜では正方歪が、20 nm 付近の厚膜では正方歪に加えて B2 規則化によって一軸磁気異方性が発現していると思われる。[4]

4 まとめ

XRD 法により FeCo 薄膜の構造解析を行った。その結果、Rh バッファ上の FeCo 薄膜に正方歪および B2 規則化が導入されることにより、一軸磁気異方性が発現していることが示唆された[4]。

参考文献

- [1] Y. Kota and A. Sakuma, *J. Magn. Soc. Jpn.* **37**, 17 (2013).
- [2] B. Wang, et al., *J. Appl. Phys.* **115**, 133908 (2014).
- [3] B. Wang, et al., *J. Appl. Phys.* **117**, 17C709 (2015).
- [4] H Oomiya, et al., *J. Phys. D: Appl. Phys.* **48**, 475003 (2015).

*nobuhito.inami@kek.jp