

# FeCo 膜への V, C 添加による bct 構造安定化と一軸結晶磁気異方性

坂本真人 (院生), 熊谷洸平 (院生), 高橋海里 (院生), 石尾俊二, 長谷川崇  
(秋田大理工)

Stabilization of bct structure and uniaxial magnetocrystalline anisotropy of FeCoVC films

M. Sakamoto, K. Kumagai, K. Takahashi, S. Ishio, T. Hasegawa  
(Akita Univ.)

## はじめに

資源問題の観点から、レアアースを含まない高結晶磁気異方性 ( $K_u$ )、高飽和磁化 ( $M_s$ )、高キュリー温度 ( $T_c$ ) を有する次世代の新規永久磁石材料の開発が求められている。FeCo 合金は、遷移金属の中で最大の  $M_s$  と高  $T_c$  を有する材料であるが、立方晶であるために一軸磁気異方性をもたない軟磁性材料として知られている。正方晶歪を有する  $Fe_{1-x}Co_x$  は、高い  $K_u$  と高い  $M_s$  をあわせもつ可能性があることが T. Bukert<sup>1)</sup>, Y. Kota<sup>2)</sup> により報告されている。また実験的には、Ir や Rh パツファー層と FeCo 層との間の格子ミスフィットによる歪の導入、あるいは第三元素添加による歪の導入により、垂直磁気異方性が発現するとの報告がある<sup>3-5)</sup>。しかしながら、例えば数 100 nm 程度の厚膜領域における十分な歪の導入、またそれに伴う高  $K_u$  の獲得には至っていない。そこで本研究では、FeCoVC 合金薄膜の膜厚に対する結晶構造と  $K_u$  の変化を調べた。

## 実験方法

試料の成膜には超真空多元同時スパッタリング装置 (到達真空度  $< 5 \times 10^{-7}$  Pa) を用いた。まず、MgO(001) 単結晶基板上に FeCoVC を配向させるために、基板温度を 200°C に保持して成膜を行った。次いで、酸化防止のためにキャップ層として  $SiO_2$  を室温で成膜した。構造評価には X 線回折装置 (XRD)、磁気特性評価には振動試料型磁力計 (VSM) を用いた。

## 実験結果

Fig.1 に MgO 基板上に異なる膜厚で成膜した FeCoVC 薄膜の Out of plane XRD パターンを示す。MgO 基板からのピークと FeCo(002) ピークのみが観測されることから、FeCo 以外の化合物の生成はなく、(001) 面が膜面に対して垂直方向に配向した試料が得られていることが分かる。FeCo(002) ピークが膜厚の増加に伴い、低角側にシフトしていることから、 $c$  軸が伸びた結晶構造を有することが分かる。Fig.2 は、XRD の結果から求めた格子定数  $c, a$  およびその軸比  $c/a$  をプロットしたものである。Rh 下地層上の FeCoVC では、膜厚の増加に伴い格子緩和が生じ  $c/a$  が減少している。一方、MgO 基板上に直接成膜した FeCoVC では、膜厚の増加に伴い  $c/a$  が増加し、膜厚 100nm においても  $c/a \approx 1.08$  が発現している。これらのことから、FeCoVC は自発的に正方晶歪を有すると考えられる。

## 参考文献

- 1) T. Burkert *et al.*, *Phys. Rev. Lett.*, 93, 027203 (2004).
- 2) Y. Kota and A. Sakuma, *Appl. Phys. Express*, 5, 113002 (2012).
- 3) F. Yildiz *et al.*, *Phys. Rev.*, B, 80, 064415 (2009)
- 4) H. Oomiya *et al.*, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 48, 475003 (2015).
- 5) 石尾俊二他, まぐね, Vol. 12, No. 1, PP. 21-25 (2017)

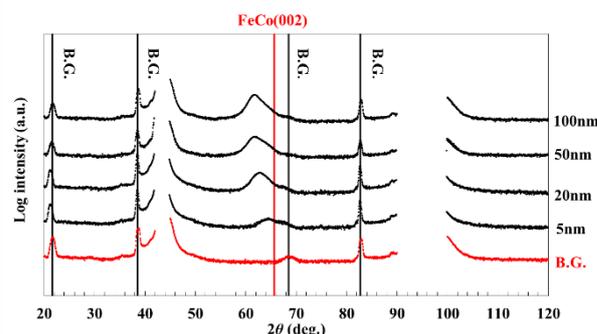


Fig.1 Out of plane XRD spectra of MgO/FeCoVC/SiO<sub>2</sub> films as a function of film thickness.

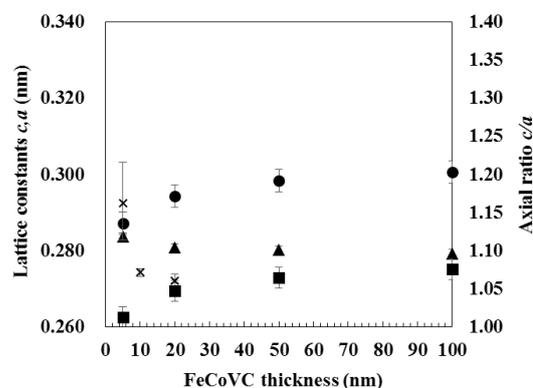


Fig.2 Film thickness dependences of lattice constants  $c$  (●),  $a$  (▲) and axial ratios  $c/a$  (MgO/Rh/FeCoVC/SiO<sub>2</sub> ■, MgO/FeCoVC/SiO<sub>2</sub> ×).