

## 熱処理した FeCoAlC 薄膜の格子歪と一軸磁気異方性

武政友佑 (院生), 熊谷洸平 (院生), 長谷川崇  
(秋田大理工)

Lattice distortion and uniaxial magnetocrystalline anisotropy of annealed FeCoAlC films

Y. Takemasa, K. Kumagai, T. Hasegawa  
(Akita Univ.)

## はじめに

FeCo 合金は、遷移金属合金中で最大の飽和磁化 ( $M_s$ ) と、比較的高いキュリー温度を有する材料であるが、立方晶であるため、一軸磁気異方性 ( $K_{u1}$ ) をもたない軟磁性材料として知られる。そのような中、FeCo 格子に正方晶歪 ( $c/a=1.25$ ) を導入することで高い  $K_{u1}$  と  $M_s$  が実現することが、理論計算[1]と実験[2]の両面から報告された。また理論計算では、FeCo の B2 規則化による  $K_{u1}$  の増加が予測されている[1]。しかし規則化のためには熱処理が必須であり、未だ実験的な格子歪と B2 規則化の両立は報告されていない。そのような中、格子歪の導入の観点からは、C 添加の効果が実験的に調べられている[2]。また FeCoAl 状態図では、B2 規則相が存在する。本研究では、B2 規則化と格子歪の両立を目的として、Al と C の同時添加を行った。

## 実験方法

試料作製には超高真空多元マグネトロンスパッタリング装置 (到達真空度 $\sim 10^{-7}$ ) を用いた。基板には MgO(100)単結晶基板と STO(100)単結晶基板を用いて、FeCo, FeCoAl, FeCoAlC (膜厚 2~20 nm) を、基板温度 200 °C で成膜した。その上に、SiO<sub>2</sub> キャップ層 (膜厚 5 nm) を室温で成膜した。試料の熱処理には、真空急速加熱炉 (RTA) を用い、昇温速度 100 °C/s、熱処理温度 600 °C、保持時間 1 h とした。結晶構造解析には 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、FeCo および FeCoAl 膜の B2 規則度 ( $S$ ) の熱処理温度 ( $T$ ) 依存性を示す。全ての  $T$  で、Al 無添加の試料と比べて、Al 添加の試料の方が、 $S$  が高い傾向がある。特に  $T=600$  °C の FeCoAl 膜で、規則度は最高の  $S=0.97$  となっている。Fig.2 は、MgO および STO 上に成膜した FeCoAl, FeCoAlC 膜の  $K_{u1}$  の軸比  $c/a$  依存性である。 $K_{u1}$  は  $M-H$  曲線から算出した。黒色は熱処理前 (As pre.)、赤色は熱処理後 (RTA) を示しており、熱処理によって  $K_{u1}$  が増加していることが分かる。これは Fig.1 で示すように、熱処理によって  $S$  が増加したためと考えられる。次いで熱処理後の試料 (赤色) に注目すると、C 無添加の試料よりも C 添加 (C added) の試料の軸比  $c/a$  が僅かに高くなっている。このことから、C は熱処理後も格子内に留まっていると考えられる。以上より、Al と C の同時添加は、規則化とある程度の格子歪を両立できることが分かった。

[1] Y. Kota and A. Sakuma, *Appl. Phys. Express*, 5, 113002 (2012). [2] 石尾俊二, 長谷川崇 et al., まぐね, 12, 21-25 (2017). 謝辞: この研究は科研費若手 A (JP15H05518)、NEDO 未踏チャレンジ 2050、ASRC、東北大学金属材料研究所との共同研究(18K0062)の支援を受けた。

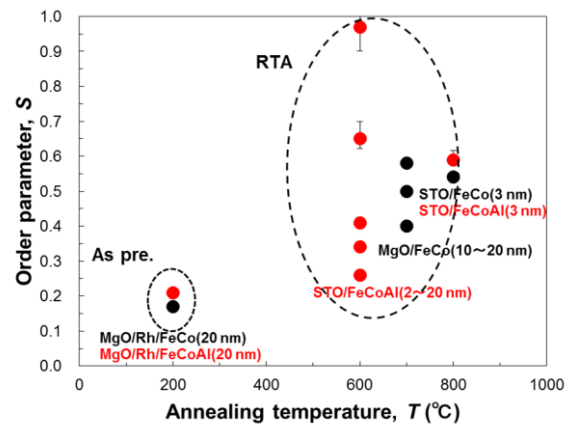


Fig.1 Annealing temperature  $T$  dependence of order parameter  $S$ .

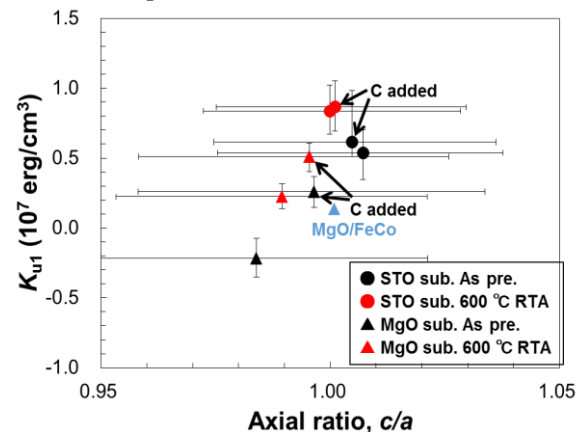


Fig.2 Axial ratio  $c/a$  dependence of  $K_{u1}$ .