

(Fe₇₅Co₂₅)₇₅(Al₅₀Si₅₀)₂₅ 合金薄膜の軟磁気特性と構造

中野 拓真^{1,2}, Bhuwan Nepal², 田中 美知¹, Shuang Wu², 阿部 暁太郎^{1,2}, Gary Mankey²,
Tim Mewes², Claudia Mewes², 鈴木 孝雄²
(¹TDK 株式会社, ²アラバマ大学)

Soft Magnetic and Structural Properties of (Fe₇₅Co₂₅)₇₅(Al₅₀Si₅₀)₂₅ Alloy Thin Films

Takuma Nakano^{1,2}, Bhuwan Nepal², Yoshitomo Tanaka¹, Shuang. Wu², Kyotaro Abe^{1,2}, Gary Mankey²,
Tim Mewes², Claudia Mewes² and Takao Suzuki²
(¹TDK Corporation, ²The University of Alabama)

はじめに

電子部品の小型化、駆動周波数の高周波化に伴い、高飽和磁化 (M_s)、低保磁力 (H_c)、低ダンピング定数 (α_{eff}) を持つ軟磁性材料が要望されている。これまで、Fe(Co)-Al¹⁾、Fe(Co)-Si^{2,3)} をはじめとする鉄系合金の軟磁性特性に関して研究を行ったが、さらなる改善が必要である。一方 Fe(Co)-Al-Si 合金は、Fe₆₀Co₁₂Al₁₂Si₁₆ 付近の組成で、零磁気異方性、零磁歪定数を持つことが報告されている⁴⁾。しかし、磁化ダイナミクス特性を含めた Fe(Co)-Al-Si 合金系に関する報告はほとんどない。本研究では、(Fe₇₅Co₂₅)₇₅(Al₅₀Si₅₀)₂₅ 合金薄膜の軟磁気特性を明らかにすることを目的とする。

実験方法

合金薄膜 (Fe₇₅Co₂₅)₇₅(Al₅₀Si₅₀)₂₅ を、DC マグネトロンスパッタ装置を用いて、MgO(100) 単結晶基板の上に [Fe₇₅Co₂₅ (0.7 nm)/Al₅₀Si₅₀ (0.4 nm)] を積層することにより成膜した。成膜中の基板温度 (T_s)、および膜厚を変化させた試料を複数作製した。X 線回折法 (XRD)、透過電子顕微鏡 (TEM) を用いた結晶構造の評価、VSM、MOKE を用いた軟磁気特性の測定を行った。磁化ダイナミクス特性は強磁気共鳴測定により評価した。

実験結果

XRD による結果より、 $T_s = 410^\circ\text{C}$ で成膜した試料では DO₃ 構造を含むことが確認された (Fig. 1(a))。また、 $T_s = 40^\circ\text{C}$ では非晶質、 $T_s = 100 \sim 300^\circ\text{C}$ では bcc 構造を示すことが分かった。Fig. 1 に H_c 、 M_s 、 α_{eff} の T_s 依存性を示す。 H_c 、 M_s は T_s によらずほぼ一定であり、それぞれ、約 700 emu/cc、4 Oe であった。ダンピング定数は、 T_s の増加とともに低下し、その後増加する。 $T_s = 300^\circ\text{C}$ における最小値は 2.2×10^{-3} であった。さらなる H_c 、 α_{eff} の低下のために、成膜条件の最適化を検討中である。磁気特性の膜厚依存性についても報告する。

本研究における結果は、TDK 株式会社及びアラバマ大学 MINT センターによる共同研究により得られたものである。

参考文献

- 1) Y. Ariake et al. AIP Advances 8, 056119 (2018).
- 2) K. Abe et al. AIP Advances 9, 035139 (2019).
- 3) S. Wu et al., Phys. Rev. B, 99, 144416 (2019)
- 4) M. Hayakawa et al., IEEE Trans. Magn., 23, 5 (1987).

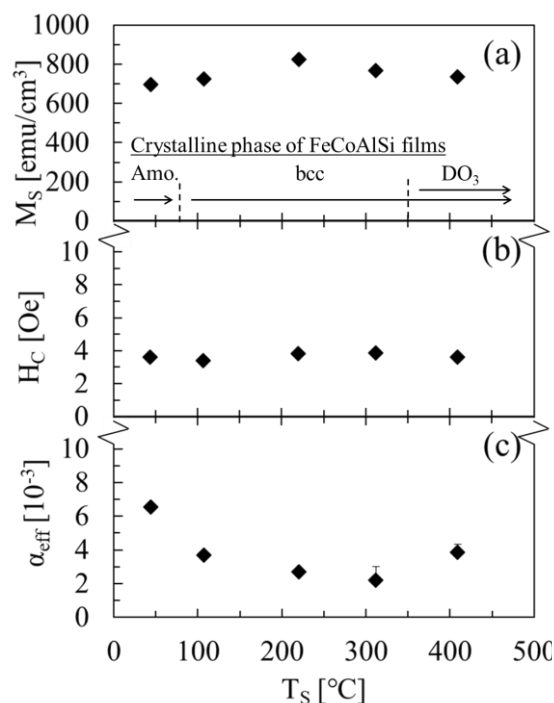


Fig.1 The dependences of (a) M_s , (b) H_c and (c) α_{eff} on T_s of (Fe₇₅Co₂₅)₇₅(Al₅₀Si₅₀)₂₅ films. The crystalline phases for each T_s are shown in Fig. 1(a)