

Sm(Fe, Co)₁₂ 薄膜の Co 添加による磁気特性の変化

齋藤豪太、土井正晶、嶋敏之
(東北学院大)

Effect of Co-substitution for Sm(Fe, Co)₁₂ thin films and their magnetic properties

G. Saito, M. Doi and T. Shima
(Tohoku Gakuin Univ.)

はじめに

Nd₂Fe₁₄B 相を主相とする Nd-Fe-B 焼結磁石は、現行の商業用永久磁石の中で最も優れた磁気特性を有しており、様々な工業製品に広く応用されている。一方で、1984年に Nd-Fe-B 磁石が発明されて以来、その磁気特性を超える新規磁性材料は発見されておらず、そのような新規材料の開発が強く望まれている。現在期待されている磁性材料のうち、特に ThMn₁₂ 型の結晶構造を有する RFe₁₂ (R: 希土類元素) 系磁石は、R-Fe 系の化合物相の中でも最大の Fe 濃度を有していることから、Nd-Fe-B 磁石を超える優れた磁気特性を発現できるとされている。近年、SmFe₁₂ 薄膜に対して Fe の一部を Co に置換した Sm(Fe, Co)₁₂ 薄膜において、不安定とされる ThMn₁₂ 型結晶構造の安定化と、Nd-Fe-B 磁石を超える一軸磁気異方性と自発磁化が報告され注目を浴びている¹⁾。しかしながら、SmFe₁₂ 薄膜への Co 添加による結晶構造や磁気特性への影響は十分に理解されておらず、その調査が強く要求されている。そこで本研究では、SmFe₁₂ 薄膜及びそれに Co を置換した Sm(Fe, Co)₁₂ 薄膜を作製し、その結晶構造及び磁気特性について詳細に調べた。

実験方法

薄膜試料は超高真空多元スパッタ装置を用いて、MgO (100) 単結晶基板上に作製した。バッファー層として V を 10 nm 成膜し、700 °C に加熱して 30 分間エピタキシャル成長させた。その後、基板温度を 200 ~ 400 °C まで変化させ、SmFe₁₂ 層を 50 nm 成膜した。なお、SmFe₁₂ 層の成膜には Sm と Fe のターゲットを用い、同時成膜によって作製した SmFe₁₂ 合金膜の試料と、Sm 層を t_{Sm} nm、Fe 層を $(1-t_{\text{Sm}})$ nm とし 50 回交互成膜した SmFe₁₂ 積層膜の試料をそれぞれ作製した。その後、酸化保護膜として V を 10 nm 成膜した。作製した試料は、結晶構造を X 線回折装置 (XRD)、磁気特性を超伝導量子干渉磁束計 (SQUID) を用いて評価を行った。

実験結果

基板温度を変化させた SmFe₁₂ 積層膜を作製し、構造及び磁気特性の評価を行った。基板温度の上昇に従い SmFe₁₂ 相からのピーク強度が増加し、 $T_S = 300$ °C において SmFe₁₂ 相からのピークが明瞭に確認された。基板温度を更に上昇させることにより SmFe₁₂ 相からのピーク強度が減少したことから、SmFe₁₂ 積層膜においては $T_S = 300$ °C が最適であるものと考えられる。次に、 $T_S = 300$ °C に固定し、SmFe₁₂ 積層膜の Sm 膜厚 t_{Sm} を変化させた試料の XRD パターンを Fig. 1 に示す。化学両論組成となる $t_{\text{Sm}} = 0.08$ nm の試料では、Fe が過剰となり α -Fe 相からのピークが確認された。 t_{Sm} を増加させることで、 α -Fe 相からのピークは減少し、SmFe₁₂ 相からのピーク強度が増大することが判明した。講演時には SmFe₁₂ 合金膜及び Co を添加した Sm(Fe, Co)₁₂ 薄膜についての結果についても合わせて報告する。

参考文献

- 1) Y. Hirayama, Y.K. Takahashi, S. Hirose and K. Hono., *Scr. Mater.*, **138** (2017) 62-65.

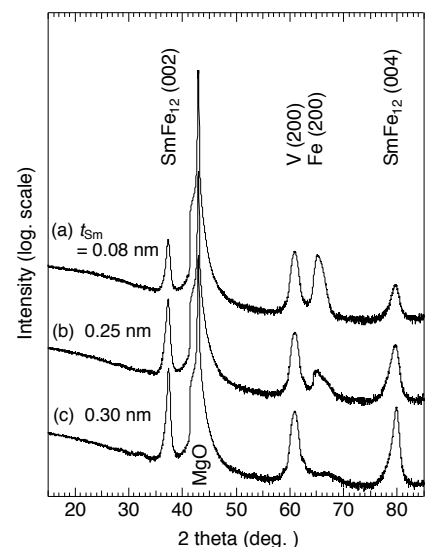


Fig. 1. X-ray diffraction patterns for SmFe₁₂ [Sm (t_{Sm} nm)/ Fe ($1-t_{\text{Sm}}$ nm)]₅₀ stacking thin films with different Sm layer thickness. (a) $t_{\text{Sm}} = 0.08$ nm, (b) 0.25 nm and (c) 0.30 nm.