

Sm(Fe_{0.8}Co_{0.2})₁₂系薄膜の軽元素添加による構造と磁気特性

神林守人¹、加藤大夢¹、森裕一¹、土井正晶^{1,2}、嶋敏之^{1,2}

(¹東北学院大工、²元素戦略磁性材料研究拠点)

Structure and magnetic properties of Sm(Fe_{0.8}Co_{0.2})₁₂ thin films by the addition of light elements

M. Kambayashi¹, H. Kato¹, Y. Mori¹, M. Doi^{1,2}, T. Shima^{1,2}

(¹Tohoku Gakuin Univ., ²ESICMM)

はじめに

ThMn₁₂型構造を有する RFe₁₂系化合物は高い飽和磁化及び異方性磁界を有することが報告されている。中でも、MgO(100)単結晶基板を用いて V 下地層上に作製した Sm(Fe_{0.8}Co_{0.2})₁₂ エピタキシャル膜は室温において飽和磁化 $M_s = 1416 \text{ emu/cm}^3$ 、異方性磁界 $H_A = 120 \text{ kOe}$ 、キュリー温度 $T_C = 586 \text{ }^\circ\text{C}$ を示し、Nd₂Fe₁₄B 相よりも優れた磁気特性を示すことが報告されている¹⁾。そのため、Sm(Fe_{0.8}Co_{0.2})₁₂ 化合物は Nd-Fe-B 焼結磁石に替わる高性能永久磁石材料として期待され、精力的に研究が行われている。先行研究において、RFe₁₂系化合物に軽元素である N を添加することで磁気特性の向上が報告され²⁾、我々はこれまでに、100 nm の膜厚の Sm(Fe_{0.8}Co_{0.2})₁₂ 薄膜において B 添加により 12 kOe もの大きな保磁力が得られることを報告した³⁾。微細構造解析の結果、主層は柱状構造を形成し、B が粒界相近傍に存在することでシェル状構造を有することが確認された。これより、主層内の僅かな組成の違いが磁化反転強度に差を生じさせ保磁力向上に起因するものと推察される。以上の結果から、Sm(Fe_{0.8}Co_{0.2})₁₂ 薄膜へ軽元素である B の添加は磁気特性向上に有効であることが確認された。本研究では、Sm(Fe_{0.8}Co_{0.2})₁₂ 薄膜に B や N 等の軽元素を添加した試料を作製し、その構造および磁気特性への影響を詳細に調べることを目的とした。

実験方法

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。最初に、基板クリーニングのために 550 °C の基板温度で 20 分間の熱処理を行い、その後 325 もしくは 350 °C の基板温度において下地層として V 層を 20 nm 成膜し、続けて主層として Sm(Fe_{0.8}Co_{0.2})₁₂-X 層(X=B, C, N)を軽元素の添加量を変化させ、 t_{SFCX} nm 成膜した。最後に、酸化防止層として V 層を 10 nm 成膜した。作製した試料の構造は X 線回折装置(XRD)を用いて、磁気特性は超伝導量子干渉磁束計(SQUID)を用い、室温下で ±70 kOe の範囲で磁場を印加し評価した。

実験結果

磁化測定の結果より、Sm(Fe_{0.8}Co_{0.2})₁₂ 薄膜に B を添加した試料では顕著に保磁力が増加する傾向が確認された。また、X 線回折パターンより B 及び N を添加した場合は、主相の(002)および(004)ピークが高角側へシフトしていることから c 軸が縮小すると考えられる。これに対して C の場合は上記の主相のピークが低角側へシフトしていることから c 軸が伸長していると推察される。講演では、B、C 及び N の添加量の変化による構造および保磁力を含む磁気特性の変化を詳細に報告し、Sm(Fe_{0.8}Co_{0.2})₁₂ 薄膜に対する軽元素の影響を比較する。

参考文献

- 1) Y. Hirayama, Y. K. Takahashi, S. Hirose, K. Hono, *Scr. Mater.*, **138**, 62-65, (2017).
- 2) Y. Hirayama, Y. K. Takahashi, S. Hirose, K. Hono, *Scr. Mater.*, **95**, 70-72, (2015).
- 3) H. Sepehri-Amin, Y. Tamazawa, M. Kambayashi, G. Saito, Y. K. Takahashi, D. Ogawa, T. Ohkubo, S. Hirose, M. Doi, T. Shima, K. Hono, *Acta Mater.*, **194**, 337-342, (2020).