

2段階熱処理を用いて作製した異方性 Sm-Co/ α -Fe ナノコンポジット厚膜磁石の磁気特性

前島悠雅、古川雄也、柳井武志、中野正基、福永博俊
(長崎大学)

Magnetic properties of anisotropic Sm-Co/ α -Fe nanocomposite thick film-magnets prepared by two-step annealing

Y. Maehata, Y. Furukawa, T. Yanai, M. Nakano, H. Fukunaga
(Nagasaki University)

はじめに

Sm-Co/ α -Fe ナノコンポジット磁石は高温下で使用可能な高性能磁石として注目されている。我々は等方性 Sm-Co/ α -Fe ナノコンポジット磁石で 100 kJ/m³ の最大エネルギー積を報告しており^[1]、異方化によりさらなる磁気特性の向上が期待される。異方性磁石は加熱基板に成膜することによって得られるが、長時間 (60 min) の加熱によって Sm-Co 層と α -Fe 層間で原子拡散が起こり、積層構造が破壊される。一方、Nd-Fe-B 系磁石では2段階熱処理により異方性磁石が得られることが知られている^[2]。本研究では、2段階熱処理を用いて異方性 Sm-Co/ α -Fe ナノコンポジット厚膜磁石を作製し、その磁気特性を検討した。

実験方法

本研究では Sm_{1.9-2.3}Co₅ と α -Fe(25-50 vol.%) の複合ターゲットを用いた。Nd:YAG レーザ ($\lambda=355$ nm) を 6.2-7.8 rpm で回転するターゲットに照射し、Ta 基板上に成膜した。基板はジュール熱で加熱した。成膜後の磁石膜に熱処理 (600 °C で 0 min) を施すことで磁的に硬化させた。

実験結果

Fig. 1 に作製した積層型 Sm-Co/ α -Fe ナノコンポジット磁石における残留磁気分極比 (面内方向残留磁気分極/垂直方向残留磁気分極) の Sm/(Sm+Co) 依存性を示す。Sm 含有量の減少に伴って残留磁気分極比が向上した。

Fig.1 中の A 及び B の試料の X 線回折図を Fig.2 に示す。両試料で Fe と SmCo₃ から回折線が観測されるが、B 試料において SmCo₃ の(110)や(220)面のピーク強度が強い。Sm 含有量の減少に伴う残留磁気分極比の向上は磁化容易軸の面内配向によると考えられる。

Fig.1 中の C の試料の面内(a)と面直方向(b)のヒステリシスループを Fig.3 に示す。図中の斜線部の面内・面直の面積差を異方性エネルギーと定義すると、異方性エネルギーは約 240 kJ/m³ 程度となり、同様な方法で作製した Sm-Co 単層の異方性磁石の持つ異方性エネルギー約 400 kJ/m³^[3] と比較して半分程度の値であった。これは膜組成の半分程

度が Fe で置き換えられたことにより、異方性が損なわれたためであると考えられる。

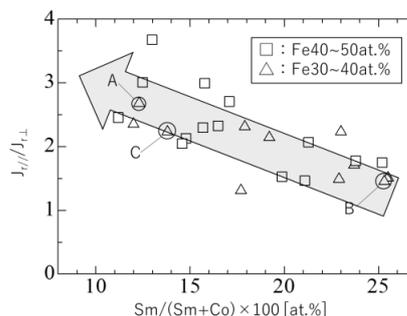


Fig.1 Dependence of remanence ratio on Sm content.

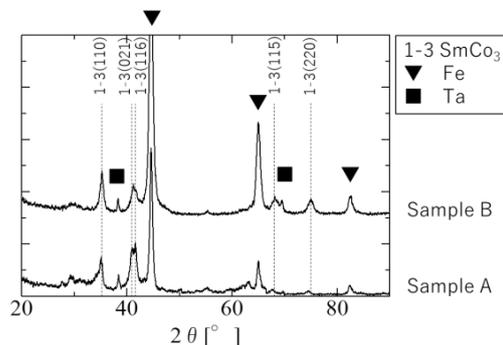


Fig.2 XRD patterns of Samples A and B.

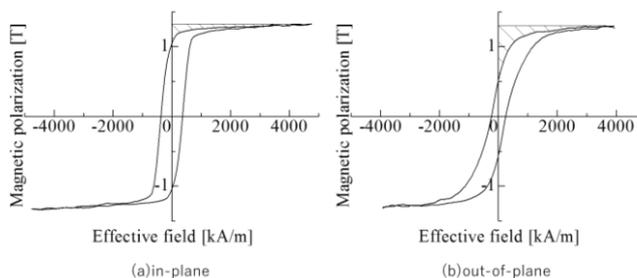


Fig.3 Hysteresis loops of Sample C.

[1] A. Tou, T. Morimura, M. Nakano, T. Yanai, and H. Fukunaga: *J. Appl. Phys.* **115**, 17A748 (2014).

[2] Ya. L. Linetsky and N.V. Kornilov: *J. Mater. Engineering and Performance* **4**, 188 (1995).

[3] Y. Furukawa, H. Koga, T. Yanai, M. nakano, H. Fukunaga: 第 39 回 日本磁気学会学術講演概要集 **189**, 10pA-9 (2015).