

ポストアニーリングを用いて作製した異方性 Sm-Co 厚膜磁石の磁気特性

古川雄也、古閑浩晃、柳井武志、中野正基、福永博俊
(長崎大学)

Magnetic property of an anisotropic Sm-Co thick magnet prepared by post-annealing

Y. Furukawa, H. Koga, T. Yanai, M. Nakano, H. Fukunaga
(Nagasaki Univ.)

はじめに

Sm-Co/ α -Fe ナノコンポジット磁石は、高飽和磁化と高いキュリー温度を有するため、高温でも使用可能な磁石な候補の一つである。我々は既に等方性 Sm-Co/ α -Fe ナノコンポジット磁石を作製し、室温で 100 kJ/m³ の最大エネルギーを報告しており^[1]、異方化することで磁気特性の向上が期待される。異方性磁石は成膜中に基板を加熱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てしまう。一方、Nd-Fe-B 系磁石では 2 ステップ熱処理 (基板加熱+ポストアニーリング) を用いることで異方性磁石が得られることが報告されている^[2]。本研究では、異方性 Sm-Co/ α -Fe ナノコンポジット磁石を作製する前段階として、2 ステップ熱処理を用いて異方性 Sm-Co 厚膜磁石の作製を試み、上記の方法の Sm-Co 系磁石に対する有効性を検討した。

実験方法

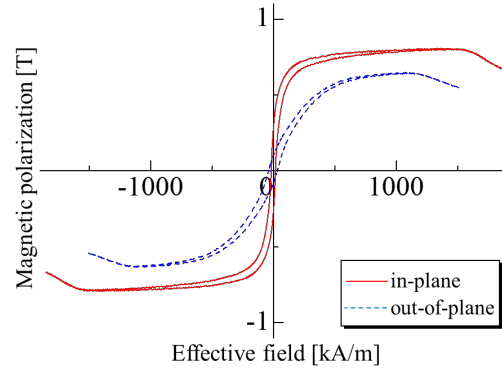
磁石膜の作製には PLD 法を用いた。回転する Sm_{1.4}Co₅ ターゲットに Nd:YAG レーザ ($\lambda=355$ nm) を照射し、加熱された Ta 基板上に堆積させた。成膜中は、Ta 基板に電流を流し、ジュール熱を利用して基板を加熱した。成膜直後の磁石膜は軟磁性であったのでポストアニーリング (600°C で 0 min) によって磁氣的に硬化させた。

実験結果

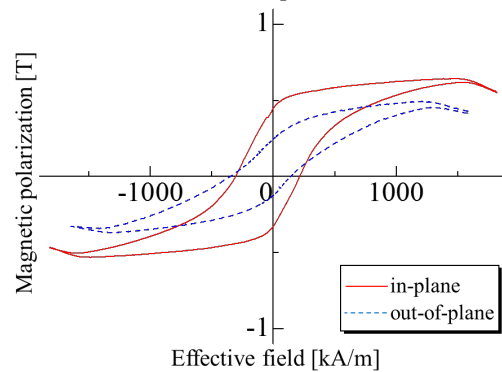
Fig.1 に基板温度 200°C で作製した Sm-Co 磁石膜の成膜直後(a)と熱処理後(b)のヒステリシスループを示す。成膜直後の膜は硬磁性を示さないが、面内方向に異方化していた。熱処理後は面内異方性を有したまま保磁力が増加した。

Fig.2 に等方性の Sm-Co 磁石膜(a)と基板温度 200°C で成膜した熱処理後の磁石膜(b)の X 線回折の結果を示す。どちらの試料も主に SmCo₅ からのピークが観察されるが、Fig.2(b)では面直方向に配向している(002)面からのピークが観察されず相対的に面内方向に異方化していることが了解される。超伝導 VSM (最大印加磁界 4800 kA/m) を用いて測定したヒステリシス曲線から面内および面直方向に磁化するために必要なエネルギーを計算し、異方性エネルギーを算出すると 400 kJ/m³ 程度であった。この値は、各結晶の磁化容易軸が面内方向でランダムに配向した場合の異方性エネルギーの理論値 10.7 MJ/m³ ($K_{u1} = 17.2$

MJ/m³として計算)と比較すると低い値であり、今後成膜および熱処理条件の詳細な検討が必要である。



(a) As-deposited



(b) After post-annealing

Fig.1 Hysteresis loops

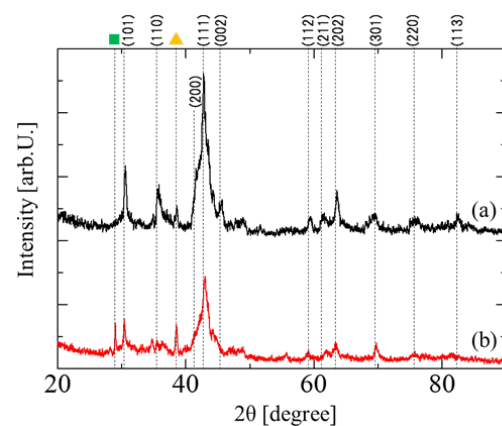


Fig.2 XRD patterns

[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).