

Sm-Co/ α -Fe 積層型ナノコンポジット磁石の磁気特性に及ぼす 硬軟層間 Cu バッファ層の影響に関する研究

前畠 悠雅*, 韓 旭, 古川 雄也, 柳井 武志, 中野 正基, 福永 博俊 (長崎大学)

1. はじめに

高温下での使用が可能な磁石として、キュリー温度の高い Sm-Co 系磁石があるが、その飽和磁気分極は Nd-Fe-B 磁石に比べて小さい。そこで我々は、高飽和磁気分極を有する軟磁性材料とのナノコンポジット化によりこの欠点を克服することを目指し、PLD 法を用いて Sm-Co/ α -Fe 積層型ナノコンポジット磁石膜を作製し、その特性の報告をしてきた。この磁石膜では Sm-Co 層と α -Fe 層間で Co と Fe が相互に拡散していることが確認され、意図しない結晶相の析出や保磁力の低下につながっている⁽¹⁾。本研究では層間の拡散を抑えるために Sm-Co 層と α -Fe 層間に Cu バッファ層を挿入して磁気特性の向上を目指した。

2. 実験方法

本研究では積層型ナノコンポジット磁石作製のために、Sm-Co, α -Fe, Cu からなる複合ターゲットを用いた。Sm-Co と α -Fe の面積比は 3 : 1 とし、Cu を Sm-Co と α -Fe の境界に配置した。Cu の面積は Sm-Co と α -Fe の交換相互作用を切らないために、その積層厚が 1nm 以下となる様に制御した。Nd:YAG レーザ($\lambda = 355$ nm)を 6.5 rpm で回転するターゲットに照射し、ターゲット物質を解離・放出させ Ta 基板に付着・堆積させることで、超多周期積層構造(780 層)を有する 7 μ m 厚程度の膜を作製した。成膜直後の厚膜は非晶質状態にあり、軟磁性を示したので、定格出力 8 kW の赤外線加熱炉を用いたパルス熱処理により磁氣的に硬化させた。各試料の磁気特性を VSM, 組成分析は SEM-EDX にて評価した。

3. 実験結果及び検討

図 1 に作製した磁石膜のバッファ層の厚さごとの面内方向と面直方向の残留磁化比を示す。膜は面内方向に異方化しており、バッファ層を挿入することで残留磁化比は増加し、バッファ層の厚さが 0.3nm 付近で残留磁化比は最も大きくなった。これにより極薄いバッファ層を挿入することにより膜の異方性を増加できることが分かる。

図 2 にバッファ層の厚さごとの保磁力と残留磁化を示す。黒いプロットは保磁力、白いプロットは残留磁気分極を示す。保磁力のばらつきは大きいですが、残留磁気分極はバッファ層を含まない膜に対してバッファ層を含む膜で大きくなる傾向を示した。

これはバッファ層を挿入したことで膜の異方性が大きくなったためと考えられる。

図 3 に同条件で作製した膜のバッファ層の有 (Sm : 17.1 at.%, Fe : 25.6 at.%)無 (Sm : 17.8 at.%, Fe : 24.9 at.%)による面内方向, 面直方向それぞれのヒステリシスループの比較を示す。対応する試料を図 2 の口で示している。面内方向ではバッファ層を挿入すると残留磁化が大きく向上し、かつ保磁力も向上していることが見て取れる。その結果 $(BH)_{max}$ はバッファ層を挿入しないものの $(BH)_{max}=41$ kJ/m³に比べて大きく向上し、 $(BH)_{max}=80$ kJ/m³が得られた。

参考文献

(1) Tou et al. :J. Appl. Phys **115**, 17A748 (2014).

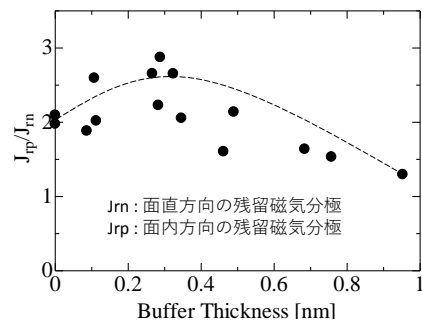


図 1 残留磁化比のバッファ層厚さ依存性

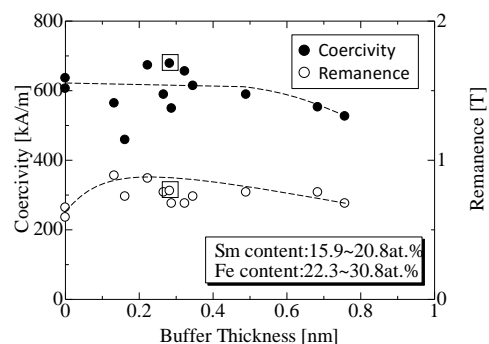


図 2 保磁力と残留磁化のバッファ層厚さ依存性

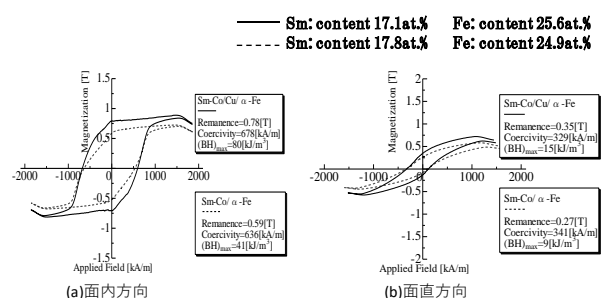


図 3 図 2 に示した試料のヒステリシス曲線