

Sm-Co/Ta/ α -Fe 積層型ナノコンポジット厚膜磁石の磁気特性

古閑 浩晃*, 古川 雄也, 柳井 武志, 中野 正基, 福永 博俊

(長崎大学院 工学研究科)

Magnetic Properties of Sm-Co/Ta/ α -Fe Multi-Layered Nanocomposite Thick Film-Magnets.

Hiroaki Koga*, Yuya Furukawa, Takeshi Yanai, Masaki Nakano, Hirotohi Fukunaga

(Nagasaki University)

はじめに

我々はNd-Fe-B系磁石に替わる高温下でも使用可能な代替材料としてキュリー温度の高いSm-Co系磁石に着目し、PLD (Pulsed Laser Deposition) 法を用いたSm-Co/ α -Fe積層型ナノコンポジット磁石膜を作製し、その特性を報告してきた。この磁石膜ではSm-Co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⁾。そこで本研究では、層間の拡散を抑えるためにSm-Co層と α -Fe層間に高融点のTaバッファ層を挿入して磁気特性の向上を目指した。

実験方法

積層構造作製のため、Sm-Co, α -Fe, Ta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、TaをSm-Coと α -Feの境界に配置した。Ta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以下となる様に決定した。回転する複合ターゲットをパルスレーザ($\lambda=355$ nm)でアブレーションして、対面する基板の上に自動的に390周期のTM/Sm-Co/TM/ α -Fe超多周期積層構造を作製した。積層周期は約14nmであり、膜厚は6 μ m程度である。実験方法の詳細は文献⁽²⁾に示した。

実験結果

Fig.1に作製した磁石膜の結晶化後のX線回折パターンを示す。バッファ層を挿入した磁石膜の回折パターンでは、SmCo₃からの回折線が弱まり、SmCo₅からの回折線が強くなった。これは、層間でCoとFeが相互に拡散してSm-Co層の化学量論組成より少なくなっていたものが、バッファ層の挿入によりCoとFeとの層間での相互拡散が抑制され、Sm-Co層の組成がSmCo₅と近くなったことが原因と考えられる。

Fig.2に保磁力、残留磁化のバッファ層の厚み依存性を示す。実線はバッファ層を挿入しない膜の保磁力、残留磁化のそれぞれの平均値を表している。また、作製した膜のSm含有量はSm/(Sm+Co) = 17.6~19.5[at.%]である。非磁性であるTaを挿入したことによって若干、残留磁化が減少している。一方、保磁力は大幅に向上しておりバッファ層の挿入の有効性を示した。

Fig.3に保磁力と残留磁化の関係と作製した膜のヒステリシスループを示している。残留磁化の減少を抑制しつつ保磁力を向上できることが分かる。

本研究の結果、 $(BH)_{\max}$ はバッファ層を挿入しないものに比べ約15%向上し、 $(BH)_{\max}=59$ kJ/m³が得られた。

文献

- (1) A. Tou et al. :J. Appl. Phys **115**, 17A748 (2014).
- (2) 古閑浩晃他：電気学会マグネティクス研究会資料 MAG-14-179 (2014).

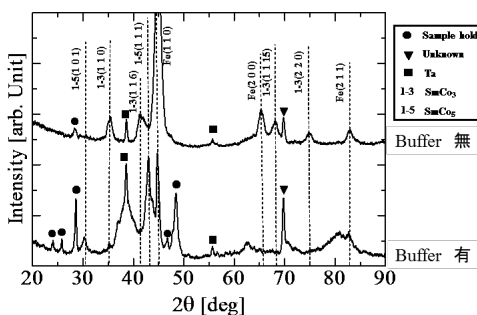


Fig.1 X-ray diffraction patterns for films with and without buffer layers.

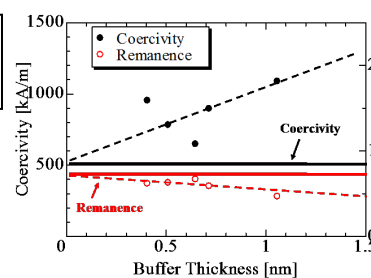


Fig.2 Coercivity and remanence as a function of buffer thickness.

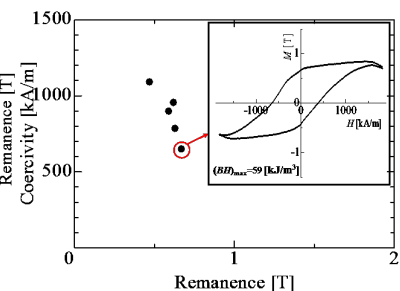


Fig.3 Relationship between coercivity and remanence, together with a hysteresis loop.