

SmCo₅ ナノコンポジット多層膜の高エネルギー積化

古我城 航, 田中 純太, 大橋 健*, 中川 茂樹

(*信越化学工業, 東京工業大学)

Improvement of maximum energy product of SmCo₅ multilayer for permanent magnet films

W.Koganoki, J.Tanaka, K.Ohashi*, S.Nakagawa

(*Shin-Etsu Chemical Co., Ltd., Tokyo Institute of Technology)

はじめに

最大エネルギー積が高くかつ耐熱性の高い永久磁石薄膜は、様々な環境下で使用が想定されるマイクロアクチュエーターやマイクロセンサー等の用途に需要がある。現在最も高い最大エネルギー積を持つ Nd₂Fe₁₄B は、キュリー点が 315°C ほど低く耐熱性に難があるため、本研究では SmCo₅ を用いた永久磁石薄膜の作製を行った。更なる高飽和磁化を達成するため、SmCo₅ の配向制御も期待し、下地層に FeCoB, Fe を採用した。今回基板温度を 450°C で成膜することで SmCo の結晶性向上と層間拡散防止を両立し、さらに FeCoB を Fe に変更することで最大エネルギー積が向上したことを報告する。

実験方法

試料は対向ターゲット式スパッタ法により熱酸化 Si 基板上に成膜した .Si/SiO₂/W(40nm)/[FeCoB(5nm)/SmCo₅(10nm)]₃/Ta 多層構造を基板温度 400-500°C で成膜した。500°C の試料では下地層の W を積層していない。また、FeCoB 層を Fe に変更した Si/SiO₂/W(40nm)/[Fe(5nm)/SmCo₅(10nm)]₃/W を基板温度 450°C で成膜した。作製した試料は、結晶構造を X 線回折法(XRD), 磁気特性を振動試料型磁力計(VSM), 深さ方向元素分布をオージェ電子分光法(AES)により評価した。

実験結果

Fig.1 に作製した試料の XRD の結果を示す。FeCoB を用いた試料では、XRD の結果から 400°C 成膜で SmCo(110) の結晶性が低下し、AES の結果から 500°C 成膜の場合に SmCo と FeCoB 層の相互拡散が確認された。そこで、中間の 450°C 成膜したところ、SmCo の結晶性の向上と積層構造の形成を両立することができた。

Fig. 2 に基板温度 450°C で作製した試料の磁化特性を示す。*J-H* 曲線は単一ループとなっていることから、SmCo 層と FeCoB 層で層間交換結合していることが確認でき、(BH)_{max} は 85 kJ/m³ となった。

次に、飽和磁化向上のために、FeCoB を Fe に変更した試料を作製した。Fe に変更した試料の XRD の結果から SmCo(110) の結晶性が低下しているが、磁気曲線から飽和磁化、保磁力が共に向上することが確認された。これは SmCo が XRD では回折ピークが明瞭でない程度の微結晶となっているためだと考えられる。(BH)_{max} は 181 kJ/m³ となり、FeCoB を用いた試料の 2 倍以上の値となった。

参考文献

- 1) J. M. D. Coey, IEEE Trans. Magn. **47**, 12 (2011)
- 2) 田中純太, 第 40 回日本磁気学会学術講演会, 08pC-10 (2016)

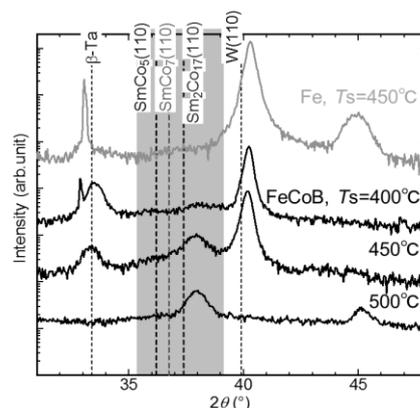


Fig.1 XRD pattern of [FeCoB, Fe/SmCo₅]₃ multilayers

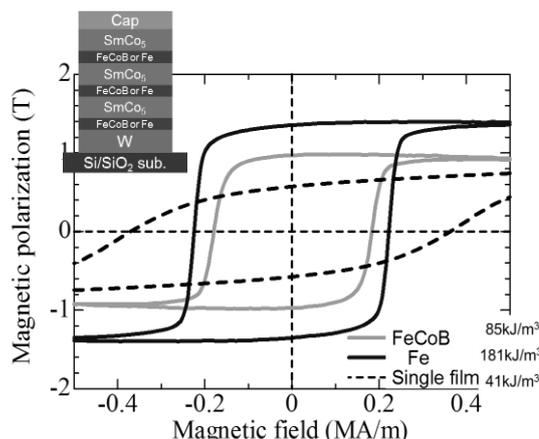


Fig.2 *J-H* loop of [FeCoB, Fe/SmCo₅]₃ multilayers prepared at *T*_s = 450°C