

PLD 法により作製した Pr-Fe-B 系等方性磁石膜の磁気特性と膜構造

大島 修一* 柳井 武志 中野 正基 福永 博俊 (長崎大学)

Magnetic properties and structure of isotropic Pr-Fe-B film magnets prepared by PLD method

Oshima Shuichi*, Takeshi Yanai, Masaki Nakano, Hirotooshi Fukunaga (Nagasaki University)

はじめに

モータ等の電子機器の小型化に伴い、内部に用いられる永久磁石の薄手化、およびその磁気特性の向上が期待されている。すでに我々は、数 10 μm 厚の等方性 Nd-Fe-B 系ナノコンポジット系磁石膜を作製し、1.0 T 程度の比較的大きな残留磁化を実現した⁽¹⁾ものの、現状で 300 kA/m 程度の保磁力を増加させれば、磁気特性の更なる向上が期待される。本研究では、室温の飽和磁化値(1.56 T)が Nd₂Fe₁₄B 相の値(1.61 T)に比べ劣るものの、Nd₂Fe₁₄B 硬磁性相より高い結晶磁気異方性定数を有する Pr₂Fe₁₄B 硬磁性相に着目し、等方性 Pr-Fe-B 系厚膜磁石を作製し、その磁気特性ならびに膜構造について評価・検討した結果を報告する。

実験方法

成膜法として PLD (Pulsed Laser Deposition)法を用いた。約 6.5 rpm で回転させた Pr_xFe₁₄B (x=2.0~2.4)合金ターゲットに、波長 355 nm の Nd:YAG レーザを照射し、厚膜磁石を成膜した。具体的には、ターゲット-Ta 基板間距離を 10 mm とし、レーザーパワー 2 W、成膜時間 60 min 一定の条件下において、10 μm 厚以上の試料を作製した。成膜直後は非晶質であるため、熱処理時間 1.8 s 程度の極短時間熱処理を施した後、印加磁界 7 T のパルス着磁を行い、最大印加磁界 2.5 T のもと VSM で磁気特性を評価した。組成は SEM-EDX で Pr と Fe の含有量を測定した。膜断面の観察には TEM を用いた。

実験結果

Fig.1 に作製した試料内の Pr 含有量ならびに磁気特性の関係を示す。Pr 含有量減少に伴い、残留磁化値は低下し、Pr_{2.0}Fe₁₄B ターゲットを用いた試料では、希土類含有量が 9 at.%程度で保磁力は約 350 kA/m の値を示す。その一方で、Pr_{2.2}Fe₁₄B, Pr_{2.4}Fe₁₄B ターゲットを用いた試料の残留磁化値は 1.0 T 程度の比較的高い値を示すと共に、400 kA/m 以上の保磁力が得られる。Fig. 2 に示すように、Pr_{2.2}Fe₁₄B ターゲットより作製し、1.0 T 程度の残留磁化ならびに 400 kA/m を超える保磁力を両立した Pr-Fe-B 系試料 (Pr 含有量 : 11.8 at.%)と既報の Nd-Fe-B 系ナノコンポジット磁石膜⁽¹⁾のリコイル特性を比べたところ、より優れた特性を示すことが確認された。本学会発表では TEM による微細構造観察の結果も含めて議論する予定である。

参考文献

- (1) 本村浩介ら : 電気学会マグネティクス研究会試料, MAG-12-072(2012)

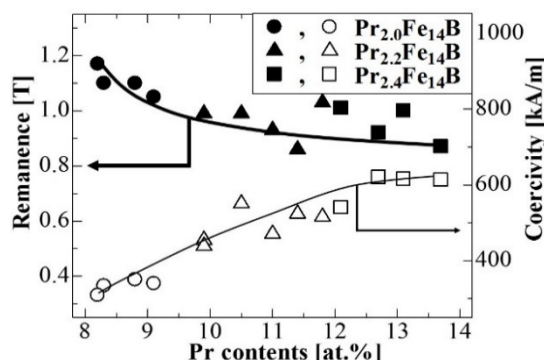


Fig.1 Magnetic properties of Pr-Fe-B samples

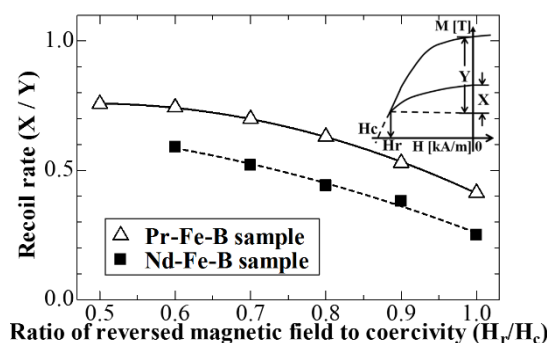


Fig.2 Recoil rates of Pr-Fe-B and Nd-Fe-B samples