

Nd₂Fe₁₄B/M (M = Nd, Mo)/Fe 薄膜の磁気特性に与える中間層効果

○小池邦博¹, 大平悠介¹, 小川大介¹, 水野善幸¹, 宮崎孝道², 安藤康夫², 加藤宏朗¹
(¹山形大学, ²東北大学)

Effect of interlayer on magnetic properties of Nd₂Fe₁₄B/M (M = Nd, Mo)/Fe thin films

○K. Koike¹, Y. Ohira¹, D. Ogawa¹, T. Miyazaki², Y. Ando², and H. Kato¹
(¹Yamagata Univ., ²Tohoku Univ.)

はじめに

大きな最大エネルギー積(BH)_{max}をもち、且つレアメタルフリー磁石を実現する候補として異方性ナノコンポジット型ネオジウム永久磁石^[1]が提案されている。しかしこのナノコンポジット磁石が従来型のネオジウム磁石特性を越えた結果はわずかであった。近年この原因を説明可能な計算や実験としてNd₂Fe₁₄B最表面と接するFe層のスピンの配置が接合面によって異なる面方位依存性を持つことが報告されている^{[2],[3]}。一方、Nd₂Fe₁₄B単層の(BH)_{max}を越えるNd₂Fe₁₄B/Ta/Fe-Co積層膜が作製され、高い H_c と(BH)_{max}の同時実現にはTa層の導入が必須であると報告されている^[4]。そこで本研究では、単結晶Mo(111)下地層上へ成長させた高 c 軸配向Nd₂Fe₁₄B層とFe層の間に数nmのM(M = Nd, Mo)中間層を挿入し、その磁気特性に与える影響を検討する。

実験方法

UHV同時スパッタ法を用いてAl₂O₃(0001)基板上へMo(20 nm)/Nd-Fe-B($t_{\text{NFB}} = 40$ nm)/M($t_M = 1$ nm)/Fe(5 nm)/Mo(10 nm)の膜構成で、中間層のM元素をNdおよびMoとした試料を作製した。Mo層とNd-Fe-B層、ならびにNd層のArガス圧を各々0.07 Paと0.2 Pa, 0.065 Paとした。Mo(111)下地層上に600°CでNd₂Fe₁₄B層を成長させた後、室温まで冷却して中間層、Fe層の順で各層を堆積し、最後に保護層としてMo層を堆積した。磁化曲線はVSM, SQUIDを用いて測定した。結晶構造と配向状態ならびに膜断面構造はXRDおよびTEMで評価した。また、AFMおよびSEMで表面形態を評価し、組成をEDSで分析した。

結果

Fig.1の減磁曲線からNd-Fe-B単層膜が高い c 軸配向状態を反映した高角形性を有しており、このNd-Fe-B膜へFe層を直接堆積したNd-Fe-B/Fe膜の角形性や残留磁化 M_r 、また保磁力 H_c の値は、Nd-Fe-B膜の値よりも低下していることが分かる。一方、MoおよびNd中間層を導入した試料について12 kOeでの磁化値を見ると、Mo中間層を持つ膜に比べてNd中間層を持つ膜が単層膜の値よりも増加しており、 H_c は中間層を持つ両膜とも単層膜の値よりも大きく、特にMo中間層膜は単層膜の値にほぼ回復していることが分かる。このように1 nmの薄い中間層であっても元素の違いが、Nd-Fe-B/M/Fe薄膜の磁気特性に影響を与えることが明らかとなった。講演ではこの原因について微細構造観察と合わせた考察した結果も合わせて報告する予定である。

謝辞

本研究の一部はJST産学共創基礎基盤研究プログラムおよびSUZUKI財団の支援を受けた。

参考文献

- 1) R. Skomski and J.M.D. Coey, *Phys. Rev. B* 48, **1993**, 15812.
- 2) Y. Toga, H. Moriyama, H. Tsuchiura, A. Sakuma, *J. Phys. Conf. Ser.*, 266, **2011**, 012046.
- 3) D. Ogawa, K. Koike, S. Mizukami, M. Oogane, Y. Ando, T. Miyazaki and H. Kato, *J. Mag. Soc. Jpn.*, 36, **2012**, 5.
- 4) W. B. Cui, Y.-K. Takahashi, and K. Hono, *Adv. Mater.* 2012 doi: 10.1002/adma.201202328.

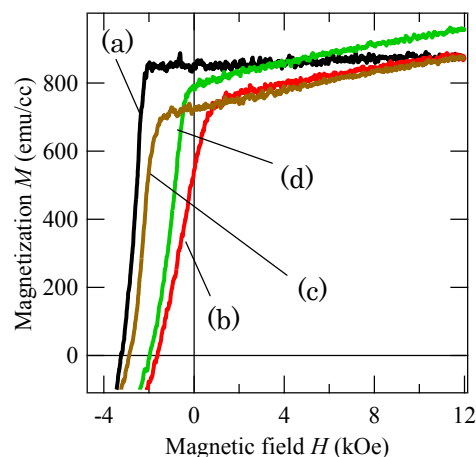


Fig.1 Demagnetization curves for (a)Nd-Fe-B, (b)Nd-Fe-B/Fe, (c) Nd-Fe-B/Mo/Fe, and (d) Nd-Fe-B/Nd/Fe thin films.