

パルス熱処理法を用いた Nd-Fe-B 系厚膜磁石の高保磁力化

武田浩之, 佐藤修一, 柳井武志, 中野正基, 福永博俊, 山下文敏*
(長崎大学, *松下電器産業)

Enhancement in coercivity of Nd-Fe-B thick film magnets by using pulse annealing

H. Takeda, S. Sato, T. Yanai, M. Nakano, H. Fukunaga, F. Yamashita*
(Nagasaki University, *Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.)

はじめに 近年, 電子機器の小型化ならびに微小な機械デバイスの研究開発の進展に伴い, 数十 ~ 数百 μm 程度の厚みを有する小型磁石の必要性が高まっている。このような要求に対し, 筆者らは, 20 ~ 40 $\mu\text{m/h}$ の高速成膜が可能な PLD (Pulsed Laser Deposition) 法による 10 ~ 300 μm 厚の Nd-Fe-B 系磁石膜の作製ならびにミリサイズモーターへの搭載について報告してきた¹⁾。本稿では, 上述した磁石膜の磁気特性の向上を目的とし, 結晶粒の微細化が期待されるパルス熱処理法²⁾を用いた Nd-Fe-B 系磁石膜の作製ならびにその磁気特性について報告する。

実験方法 ターゲットには高周波溶解して作製した Nd-Fe-B 系合金を使用した。成膜はターゲットに Nd:YAG レーザ($\lambda=355\text{ nm}$)を照射し, Nd, Fe, B を解離放出させ, 基板の上に到達, 堆積させた。成膜直後のアモルファス状態の薄膜に対し, 赤外線加熱炉を用いて熱処理時間を変化させながら極短時間の熱処理を施した(パルス熱処理)。磁気特性は VSM を用いて測定し, 結晶構造は X 線回折を用い同定した。膜厚は磁気特性を利用し算出した³⁾。

実験結果 図 1 に保磁力の熱処理時間依存性, 図 2 にパルス熱処理時間 1.8 sec の条件で作製された試料ならびに既報の熱処理法で作製された代表的な試料の M-H ループを示す。図 1 に示した点線は, 既報の熱処理法(熱処理温度 923 K, 昇温速度 400 K/min, 保持時間 0 min)で作製された試料の保磁力の平均値であり, その値は約 1000 kA/m である。熱処理時間 1.6 ~ 1.8 sec においては, 既報の熱処理法により作製された試料の保磁力の平均値を上回っており, 熱処理時間 1.8 sec においては, 1305 kA/m の著しく高い保磁力の試料を作製することができた。この要因として, 極短時間の熱処理によって急速な結晶成長を促すことにより結晶粒の不均一性が改善されたことが考えられる。現在のところ, パルス熱処理の効果は保磁力の増加のみに有効であり, 残留磁化の向上には影響を及ぼしていないものの, 今後, TEM 観察により微細構造への影響を詳細に検討すると共に, Nd 量を減らしたターゲットを用いることにより残留磁化ならびに $(\text{BH})_{\text{max}}$ の向上も図る予定である。

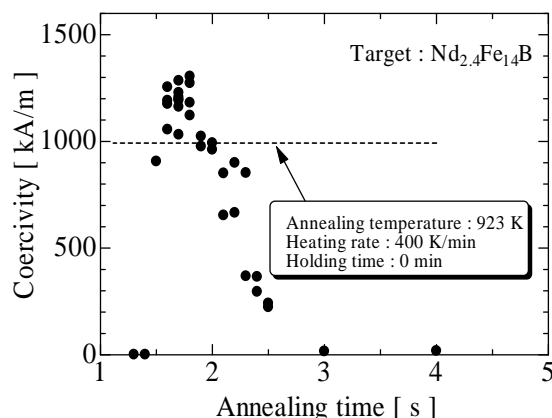


Fig.1 Dependence of coercivity on the annealing time.

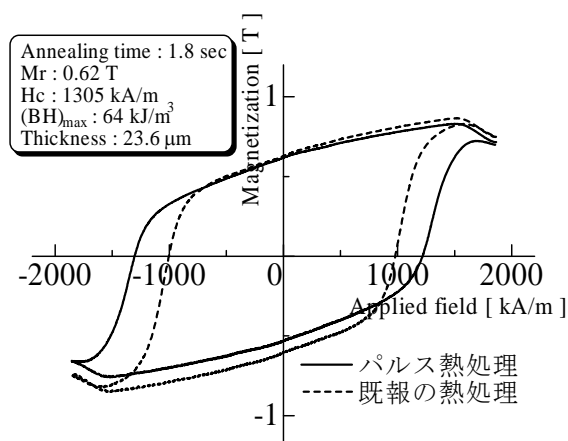


Fig.2 M-H loops of PLD-made Nd-Fe-B films after annealing processes.

参考文献

- 1) M. Nakano *et al.* : Proc. of the 18th International Workshop on High Performance Magnets and Their Applications, pp.791-796 (2004).
- 2) H.Fukunaga *et al.* : *IEEE Trans. Magn.*, Vol.38, No.5, pp.2970-2972 (2002).
- 3) M. Nakano *et al.* : *IEEE Trans. Magn.*, **38**, p.2913 (2002).