Effects of Composition on the Magnetostriction Properties of $Tb_xDy_{1-x}Fe_2$ Thin films

$Tb_xDy_{1-x}Fe_2$ 薄膜の磁歪特性に及ぼす組成比の影響

Akiko ICHIKAWA¹⁾, Mitsuhiko WADA¹⁾, Toshiyuki SATO¹⁾, Hirohisa UCHIDA¹⁾, Haru-hisa UCHIDA²⁾, Yoshihito MATSUMURA¹⁾, Veit KOENINGER¹⁾, Tsunehisa KURINO³⁾, Hideo KANEKO³⁾,

¹⁾Department of Applied Physics, Faculty of Engineering,

²⁾Department Resources and Environmental, Faculty of Humanities and Culture, Tokai University,
1117 Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa259-12 JAPAN

³⁾Society of Non-Traditional Technology(SNTT), Toranomon, Minato-ku Tokyo, JAPAN

(Accepted for publication 17 November 1994)

1.緒言

超磁歪材は、従来材のニッケルなどに比べて約1000倍もの優れた磁歪特性を持ち、薄膜形態にすることによりマイクロアクチュエータやMSAW(Magnetically Tunable Surface Acoustic Wave:磁気表面弾性波)素子などへの応用によって、従来の装置の小型化が期待されている。特に、ターフェノール-Dと呼ばれる $Tb_{0.3}Dy_{0.7}Fe_2$ は、バルク状、室温下で大きな磁歪を持つことが知られている。そこで我々は、母合金の組成を保つことが可能なフラッシュ蒸着法で超磁歪薄膜を作製し、基板温度や不純物の混入の割合などといった作製条件が、磁歪特性に大きな影響を与えることを以前報告した²⁾。本研究では、フラッシュ蒸着法でTbとDyとの比率が異なる薄膜を作製し、薄膜として優れた磁歪特性を示す組成比は、バルク状試料がなすものと異なることを見いだしたのでここに報告する。

2.実験方法

超磁歪材薄膜は以前と同様に、組成及び構造の確認されている粉体試料 $TbFe_2$ と $DyFe_2$ を用いてフラッシュ蒸着法により作製した。蒸着中真空度 $7.45 \times 10^{-4} \sim 2.6 \times 10^{-3}$ [Pa]、堆積速度 $0.57 \sim 0.97$ [nm/s]、基板温度 $500 \sim 507$ [K]、膜厚 $512 \sim 1095$ [nm] の条件で蒸着を行った。基板は、ガラス、Wを使用した。薄膜の組成比は、TbとDyの割合を変化させるため、 $TbFe_2$ と $DyFe_2$ の割合を変えて秤量した。粉体試料及び作製された薄膜は、組成の確認を誘導プラズマ発光分析装置(ICP)、エネルギー分散X線分光法 (EDX)、構造及び相の確認をX線回折法(XRD)によって行った。また磁気特性(I-H)は振動試料型磁力計(VSM)を、磁歪特性はレーザー光を用いた歪測定³⁾によって測定した。

3.結果・考察

今回は、薄膜作製時の基板温度が500[K]程度だったため、十分結晶化されていないアモルファスライクの薄膜で評価した。薄膜への印加磁場が15[kOe]の時の $Tb_xDy_{1-x}Fe_2$ の磁化量は、Tbの割合が多くなるに伴い増加する (Fig.1)。これは、一般的にバルク状での磁化量が $DyFe_2$ より $TbFe_2$ の方が大きいので、薄膜においても同様な結果が得られたと考えられる。また、薄膜として大きな磁歪を示す組成比は、バルク状試料のなすものと異なる事が分かり、印可磁場が15[kOe]の時では磁歪の逆転が認められた (Fig.2)。これは、膜が歪んだ時に、垂直成分の磁歪が影響してくることと、容易磁化方向が $TbFe_2 <111>$ 、 $DyFe_2 <100>$ と異なるためと

考えられる。

4.まとめ

以上の事から、薄膜として優れた磁歪特性を示す組成比は、バルク状試料がなすものと異なり、また超磁歪材薄膜では組成比と印可磁場が磁歪に大きな影響を与えることが分かった。

Fig.1印可磁場が15[kOe]の時の $Tb_xDy_{1-x}Fe_2$ 薄膜の磁化量

Fig.2 $Tb_xDy_{1-x}Fe_2$ 薄膜の磁歪

参考文献

- ¹⁾ A.E.Clark, Magnetostrictive RareEarth- Fe_2 Compounds, Chapt.7 in Ferromagnetic Materials, Vol.1, edited by E.P.Wohlfarth, North-Holland Publishing Co.,(1980).
- ²⁾ H.Uchida et al., J.Alloys and Compound, 211/212 (1994)576-580.
- ³⁾ A.C.Tam, IEEE Trans. Magn., 25 (1989)2629.

謝辞

本研究成果の一部は、(財)神奈川科学技術アカデミー(KAST)の超磁歪プロジェクトにおいて得られたものであり、当財団に感謝する。

'94 SAS Intelligent Symposium