

単結晶および多結晶 Ni/Ni-Co 積層膜の磁歪挙動

芹澤伽那¹・川井哲郎¹・大竹充^{1,2}・二本正昭¹・桐野文良³・稲葉信幸⁴

(¹中央大, ²工学院大, ³東京藝大, ⁴山形大)

Magnetostriction Behaviors of Single- and Poly-Crystalline Ni/Ni-Co Bi-Layer Films

Kana Serizawa¹, Tetsuroh Kawai¹, Mitsuru Ohtake^{1,2}, Masaaki Futamoto¹, Fumiyoshi Kirino³, and Nobuyuki Inaba⁴
(¹Chuo Univ., ²Kogakuin Univ., ³Tokyo Univ. Arts, ⁴Yamagata Univ.)

はじめに 軟磁性材料は磁気ヘッドやセンサなどの磁気デバイスから変圧器やモータなどの電磁エネルギー変換機器まで幅広く活用されている。デバイスや機器の性能向上には保磁力などの基本磁気特性に加え、磁歪の制御も要求される場合がある。また、軟磁性材料はデバイスや機器中においてしばしば交番磁界にさらされる。従って、回転磁界を用いて磁歪挙動を調べるのが有効である¹⁾。これまで、我々は、回転磁界中における $\text{Ni}_{100-x}\text{Co}_x(001)_{\text{fcc}}$ 単結晶膜 ($x = 0-100$ at. %) の磁歪挙動を調べてきた²⁾。本研究では、正の λ_{100} ³⁾を持つ $\text{Ni}_{50}\text{Co}_{50}$ 合金と負の λ_{100} ³⁾を持つ Ni を積層させた単結晶および多結晶積層膜を形成することにより、磁歪特性の制御を試みた。

実験方法 膜形成には超高真空 RF マグネトロンスパッタリング装置を使用した。単結晶膜形成には、 $\text{MgO}(001)$ 基板上にヘテロエピタキシャル成長させた $\text{Cu}(001)$ 単結晶下地層、多結晶膜形成にはガラス基板を用いた。そして、これらの上に $\text{Ni}_{50}\text{Co}_{50}(100-t \text{ nm})/\text{Ni}(t \text{ nm})$ 二層膜を形成した ($t = 0-100 \text{ nm}$)。構造評価には RHEED および XRD、磁化曲線測定には VSM、磁歪測定には片持ち梁法を用いた。

実験結果 Fig. 1(a-1)および(c-1)にそれぞれ $\text{Ni}_{50}\text{Co}_{50}$ 単層膜 ($t = 0$) および Ni 単層膜 ($t = 100$) の $\text{fcc}[100]$ 方向に対して観察を行った磁歪の出力波形を示す。 $\text{Ni}_{50}\text{Co}_{50}$ 単層膜に対しては正の λ_{100} , Ni 単層膜に対して負の λ_{100} を示す出力波形が観察されている。また、 $\text{Ni}_{50}\text{Co}_{50}$ 膜の方が Ni 膜よりも出力の絶対値が大きいことが分かる。 Fig. 1(b-1)に $\text{Ni}_{50}\text{Co}_{50}/\text{Ni}$ 二層膜 ($t = 50$) の出力波形を示す。正と負の λ_{100} をそれぞれ持つ $\text{Ni}_{50}\text{Co}_{50}$ および Ni の磁歪特性が重畳され、 $\text{Ni}_{50}\text{Co}_{50}$ 単層膜 (Fig. 1(a-1)) に比べ、 $\text{Ni}_{50}\text{Co}_{50}/\text{Ni}$ 二層膜 (Fig. 1(b-2)) の出力は半分程度まで低下していることが分かる。 Fig. 1(b)に上述の3種類の膜に対して観察方向を $\text{fcc}[110]$ とすることにより測定した磁歪の出力波形を示す。いずれの膜に対しても、同程度の負の λ_{111} を示す出力波形が現れており、二層膜にするによる出力の低下は認められない。以上のことから、単結晶の場合、積層膜の磁歪挙動においても、膜面内における観察結晶方位の依存性があることが分かる。当日は、二層膜の層厚比を詳細に変化させた結果および単結晶膜と同様な条件で形成した多結晶二層膜の磁歪挙動についても報告する。

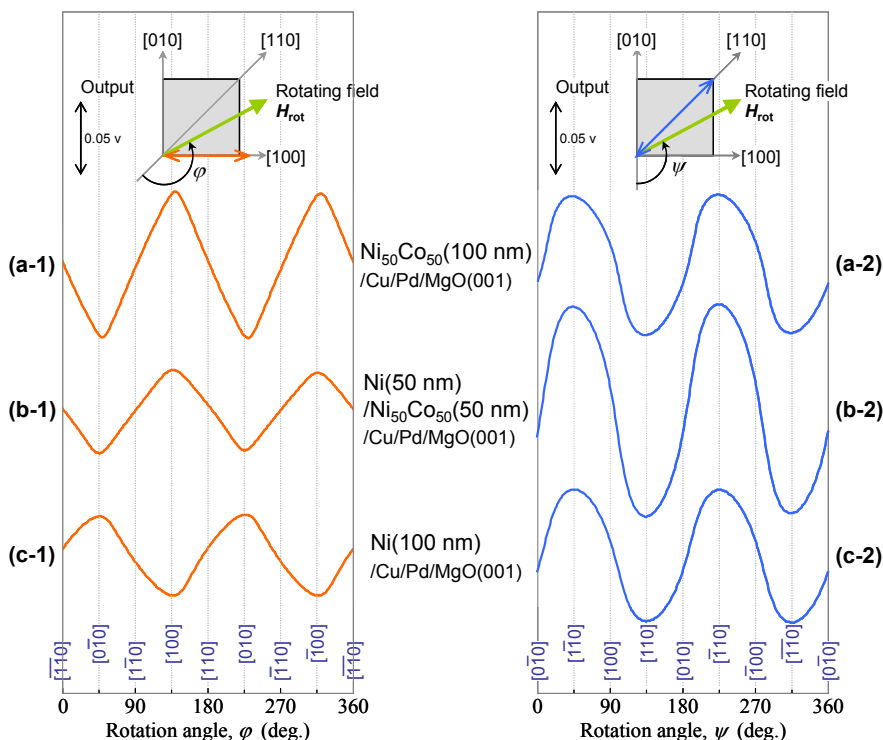


Fig. 1 Output waveforms of magnetostriction observed for (001) single-crystalline (a) $\text{Ni}_{50}\text{Co}_{50}(100 \text{ nm})$ single-layer (b) $\text{Ni}(50 \text{ nm})/\text{Ni}_{50}\text{Co}_{50}(50 \text{ nm})$ bi-layer, (c) $\text{Ni}(100 \text{ nm})$ single-layer films along (a-1)–(c-1) $[100]$ and (a-1)–(c-2) $[110]$.

- 1) M. Enokizono, T. Suzuki, and J. Sievert: *IEEE Trans. Magn.*, **26**, 2067 (1990).
- 2) K. Serizawa, T. Kawai, M. Ohtake, M. Futamoto, F. Kirino, and N. Inaba: to be published in *IEEE Trans. Magn.*, **53** (2017).
- 3) S. Ishio, T. Kobayashi, H. Saito, S. Sugawara, and S. Kadowaki: *J. Magn. Magn. Mater.*, **164**, 208, (1996).