

Fe と CoPt 合金の磁性二層膜を被覆した磁気力顕微鏡探針の空間分解能と反転磁界

永津良・大竹充・二本正昭・桐野文良*・稲葉信幸**
(中央大, *東京藝大, **山形大)

Spatial Resolution and Switching Field of Magnetic Force Microscope Tip
Coated with Magnetic Bi-Layer Film Consisting of Fe and CoPt-Alloy

Ryo Nagatsu, Mitsuru Ohtake, Masaaki Futamoto, Fumiyoshi Kirino*, and Nobuyuki Inaba**
(Chuo Univ., *Tokyo Univ. Arts, **Yamagata Univ.)

はじめに 磁気力顕微鏡 (MFM) は観察試料から漏洩する磁場勾配を検出し、磁化状態を観察する顕微鏡である。次世代高 K_1 磁気記録媒体や永久磁石材料の観察には、漏洩磁場による探針磁化反転を防ぐために、高分解能に加え、高い反転磁界 (H_{sw}) を持つ探針が必要になる。これまで、 $L1_0$ 型構造を持つ FePt や CoPt, FePd 膜を被覆した高 H_{sw} 探針の作製が試みられている¹⁻³⁾。我々は、比較的低い熱処理温度で高い K_u を持つ準安定 $L1_1$ 構造が実現できる CoPt 合金膜に着目し、この磁性材料を被覆して作製した高 H_{sw} 探針を検討している⁴⁾。本研究では、MFM 信号の高感度検出が可能な高 M_s -Fe と高 H_{sw} が期待される $L1_1$ -CoPt 合金を組み合わせた磁性二層膜被覆 MFM 探針を作製し、高分解能で高 H_{sw} の実現可能性を検討した。

実験方法 膜被覆には、超高真空マグネトロンスパッタリング装置を用いた。ベース探針として、市販の先端半径 4 nm の Si 探針を使用した。300 °C で加熱したベース探針上に、Fe(x nm)/CoPt(20- x nm)/Ru(5 nm)、もしくは、CoPt(20- x nm)/Fe(x nm)/Ru(5 nm)膜を形成した。Ru 層は磁性二層膜の配向制御層として導入した。 x を 0 から 20 とし、各磁性層厚比を変化させた。

実験結果 Fig. 1 に Fe(20 nm)/Ru 膜被覆探針を用いて観察を行った垂直磁気記録媒体の MFM 像とその像から得られたパワースペクトルを示す。1500 kFCI (ビット長: 17.1 nm) までは、パワースペクトルにおいてピークが認められる。一方、1600 kFCI (ビット長: 15.9 nm) では記録周期に対応するピークが現れていない。したがって、分解能は $17.1/2 = 8.5$ nm と $15.9/2 = 7.9$ nm との間の 8.2 ± 0.3 nm であると判断できる。同様な評価を Fe(x nm)/CoPt(20- x nm)/Ru 膜被覆探針に対して行った結果を Fig. 2(a) にまとめる。Fe 層の増加に伴い、MFM 信号検出感度が高くなり、分解能が向上していることが分かる。次に、 H_{sw} 評価のために、MFM 探針着磁方向と逆方向に外部磁界を印加し、HDD 媒体 (163 Gb/in²) の MFM 観察を行った。磁界強度を 50 Oe 間隔で上昇させ、印加毎に媒体の同一箇所観察を行い、コントラストが反転した際の磁界を H_{sw} とした。Fig. 3 に Fe(20 nm)/Ru 膜被覆探針の測定結果を示す。印加磁界が 450 Oe までは初期状態と同じコントラストで観察されている (Fig. 3(a), (b))。500 Oe まで上昇させると、コントラスト反転が認められる (Fig. 3(c))。したがって、 H_{sw} は 475 ± 25 Oe となる。同様な H_{sw} 評価を Fe(x nm)/CoPt(20- x nm)/Ru 膜被覆探針に対して行った結果を Fig. 2(b) に示す。Fe 層の増加に伴い、分解能は向上するが、CoPt 層の減少により、 H_{sw} は低い値となることが分かる。当日は、CoPt(20- x nm)/Fe(x nm)/Ru 膜被覆探針についても報告する。

参考文献

- 1) Y. Rheem *et al.*: *IEEE Trans. Magn.*, **41**, 3793 (2005).
- 2) L. Gao *et al.*: *IEEE Trans. Magn.*, **40**, 2194 (2004).
- 3) S. Ishihara *et al.*: *J. Mang. Soc. Jpn.*, **37**, 55 (2013).
- 4) S. Ishihara *et al.*: *J. Mang. Soc. Jpn.*, **37**, 255 (2013).

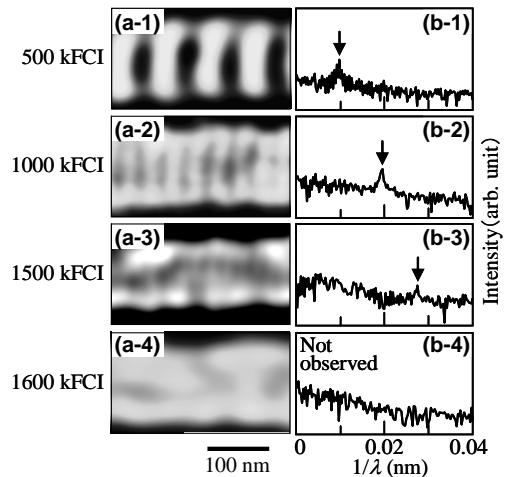


Fig. 1 (a) MFM images of a perpendicular medium recorded at (a-1) 500, (a-2) 1000, (a-3) 1500, and (a-4) 1600 kFCI observed by using an MFM tip coated with Fe(20 nm)/Ru(5 nm) film. (b-1)–(b-4) Power spectra analyzed for the magnetic bit images of (a-1)–(a-4), respectively.

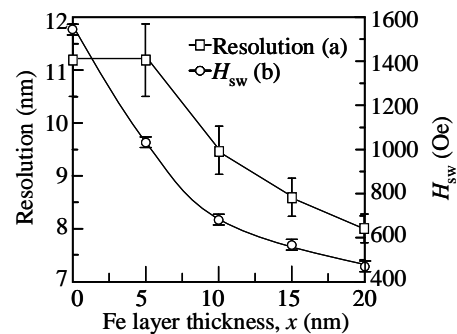


Fig. 2 (a) Resolutions and (b) H_{sw} values of MFM tips coated with Fe(x nm)/CoPt(20- x nm)/Ru(5 nm) films.

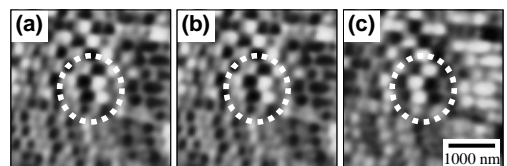


Fig. 3 MFM images of a same area of HDD perpendicular medium observed by using an MFM tip coated with Fe(20 nm)/Ru(5 nm) film (a) before and [(b), (c)] after applying magnetic fields of (b) 450 and (c) 500 Oe.