

Co/Pt 多層膜を被覆した磁気力顕微鏡探針の反転磁界

鈴木遼・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)

Switching Field of Magnetic Force Microscope Tip Coated with Co/Pt Multilayer Film

Ryo Suzuki, 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、磁性膜被覆探針を用いることにより試料からの漏洩磁場勾配を検出し、磁化状態を観察する顕微鏡である。高 K_u 記録媒体や永久磁石を観察する場合、漏洩磁場による探針磁化反転を防ぐため、高分解能に加えて高い反転磁界 (H_{sw}) を持つ探針が必要となる。これまで、CoPt や FePt, FePd 合金膜を被覆した高 H_{sw} 探針の作製が試みられている¹⁻³⁾。しかしながら、これらの材料を規則化させるためには高温処理が必要となる。磁性多層膜を被覆膜として適応することができれば、高 H_{sw} 探針の室温形成が可能となり、被覆膜の表面平坦性も保たれることが考えられる。最近、我々は Co/Pt 多層膜被覆探針を作製し、層厚比および総膜厚が分解能と H_{sw} に及ぼす影響を調べてきた⁴⁾。Co/Pt 多層膜の磁気異方性は結晶配向により変化することが知られている⁵⁾。本研究では、探針に被覆した Co/Pt 多層膜の結晶配向が H_{sw} に及ぼす影響について検討を行った。

実験方法 超高真空 RF マグネトロンスパッタリング装置を用い、市販の先端半径 4 nm の Si 探針に室温で膜被覆を行った。磁性膜被覆探針の構成は [Co(0.5 nm)/Pt(1.5 nm)]₁₀/Si 探針、もしくは、[Co(0.5 nm)/Pt(1.5 nm)]₁₀/X(20 nm)/Si 探針とした。下地層 X は、(111)配向用に hcp-Ru, fcc-Pt, Pd, その他配向用に bcc-Cr などを設けることにより配向を変化させた探針も作製した。分解能および H_{sw} の評価には、真空排気型 MFM を用いた。探針形状観察には SEM を用いた。被覆膜の構造および磁気特性評価には、MFM 探針作製時に同時に Si 基板上に形成した平坦膜を使用し、AFM, XRD, VSM 測定を行った。

実験結果 Fig. 1 に Si 探針および [Co(0.5 nm)/Pt(1.5 nm)]₁₀/Si 探針の SEM 像を示す。Si 探針に膜が均一に被覆されていることが分かる。また、AFM により評価した膜の表面粗さ (R_a) は 0.2 nm であった。以上のことから、Si 探針に多層膜が被覆されていることが分かる。Fig. 2 に Si 基板上に形成した多層膜の面外 XRD パターンを示す。Co および Pt 層からの反射がそれぞれ観察されており、いずれの層も最密充填配向となっていることが分かる。次に MFM 探針の性能評価を行った。[Co(0.5 nm)/Pt(1.5 nm)]₁₀ 膜被覆探針の分解能は 8.8 ± 0.3 nm であった⁴⁾。探針初期磁化方向と逆方向の磁界を印加し、磁界強度を 50 Oe ステップで増大させた。磁界印加処理した探針で垂直媒体試料の同一個所 MFM 像観察を行い、像コントラストが反転した処理磁界とその直前磁界の中間値を H_{sw} として求めた。Fig. 3 に [Co(0.5 nm)/Pt(1.5 nm)]₁₀ 膜被覆探針の評価結果を示す。印加磁界が 1050 から 1100 Oe へ増加するとコントラスト反転が認められる。したがって、 H_{sw} は 1075 ± 25 Oe であることが分かる。当日は下地層 X を用いることにより、多層膜の配向制御を行った結果についても議論する。

参考文献 1) L. Gao *et al.*: *IEEE Trans. Magn.*, **40**, 2194 (2004). 2) S. Ishihara *et al.*: *J. Magn. Soc. Jpn.*, **37**, 55 (2013). 3) M. Futamoto *et al.*: *IEEE Trans. Magn.*, **49**, 2748 (2013). 4) R. Suzuki *et al.*: *Dig. Annual Conf. Magn. Jpn.*; *Magnetic Society of Japan*, 3pF-13 (2013). 5) S. Shiomi *et al.*: *J. Magn. Soc. Jpn.*, **23**, 1357 (1999).

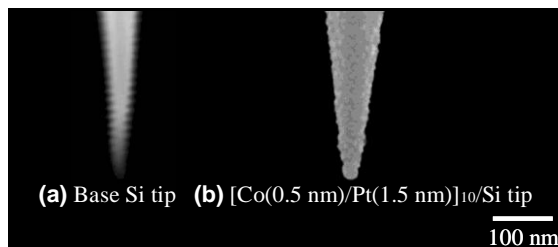


Fig. 1 SEM images observed for (a) a Si tip and (b) an MFM tip coated with [Co(0.5 nm)/Pt(1.5 nm)]₁₀ multilayer film.

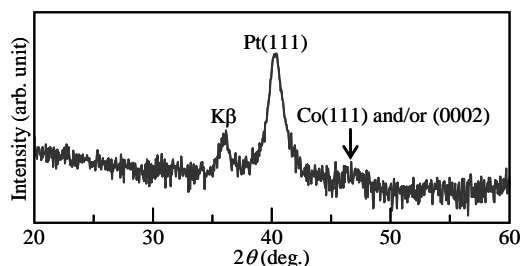


Fig. 2 XRD pattern of a [Co(0.5 nm)/Pt(1.5 nm)]₁₀ multilayer film deposited on flat Si substrate.

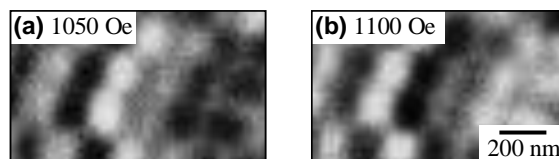


Fig. 3 MFM images of a same area of HDD perpendicular medium observed by using a tip coated with [Co(0.5 nm)/Pt(1.5 nm)]₁₀ multilayer film after applying magnetic fields of (a) 1050 and (b) 1100 Oe. The contrast is reversed for (b).