

Co/Pd 多層膜被覆した磁気力顕微鏡探針の空間分解能と反転磁界

Spatial Resolution and Switching Field of Magnetic Force Microscope Tip
Coated with Co/Pd Multilayer Film

中央大理工 °鈴木 遼, 梓田 和希, 石原 慎司, 葉上 達也, 大竹 充, 二本 正昭

Chuo Univ., °Ryo Suzuki, Kazuki Soneta, Shinji Ishihara,
Tatsuya Hagami, Mitsuru Ohtake, Masaaki Futamoto

E-mail: r-suzuki@futamoto.elect.chuo-u.ac.jp

磁気力顕微鏡 (MFM) は磁性膜被覆探針を用いて観察試料から漏洩する磁場の勾配を検出し、磁化状態を観察する顕微鏡である。高分解能観察を行うためには、試料表面近傍まで探針を近づける必要がある。そのため、観察試料が永久磁石のような硬磁性体である場合、試料からの漏洩磁場による探針磁化の反転を防ぐために、高い反転磁界 (H_{sw}) を持つ探針を用いる必要がある。一方、軟磁性材料など試料表面からの漏洩磁場が強くない場合は、飽和磁化が大きい比較的低 H_{sw} 探針の活用も可能である。これまで、 $\text{CoPt}^{1)}$ や $\text{FePt}^{2)}$ などの $L1_0$ 型規則合金膜を被覆した高 H_{sw} 探針や $\text{Ni-Fe}^{3)}$ や $\text{Fe-B}^{4)}$ 合金などを膜被覆した高 M_s 低 H_{sw} 探針の作製が試みられている。Co/Pd 多層膜の磁気異方性は層厚や積層回数により変化することが知られており、多層膜を被覆膜として用いることにより H_{sw} を制御できることが期待される。本研究では、Co/Pd 多層膜を被覆した MFM 探針を作製し、Co/Pd 層厚比が分解能と H_{sw} に及ぼす影響について調べた。超高真空スパッタリング装置を用いて、先端半径 4 nm の Si 探針に総膜厚が 40 nm の Co/Pd 多層膜を室温で被覆した。膜構成を $[\text{Co}(2-x \text{ nm})/\text{Pd}(x \text{ nm})]_{20}/\text{Si}$ 探針とし、 x を 0 から 1 の間で変化させた。

探針分解能を評価するために、1000~1700 kFCI で記録された試作垂直媒体の MFM 観察を行った。Fig. 1 に $x=0\sim 1$ の探針を用いて観察を行った 1000 kFCI の記録ビットの MFM 像を示す。いずれの場合も、記録遷移を明瞭に識別できている。Fig. 2(a-1)~(c-1) に $x=0.5$ の探針を用いて観察した 1300~1700 kFCI のビットの MFM 像を示す。また、Fig. 2(a-2)~(c-2) にそのパワースペクトルを示す。1600 kFCI (ビット長: 15.9 nm) までは記録周期に対応するピークがパワースペクトルで観察されているが、1700 kFCI (ビット長: 14.9 nm) では認められない。よって、分解能は $7.9 (= 15.9/2) \sim 7.5 (= 14.9/2)$ nm となる。同様な方法により求めた分解能の x 依存性を Fig. 3(a) に示す。

x の増加に伴い、分解能が悪くなる傾向が認められる。探針信号検出感度は被覆膜の M_t に影響されることが知られており⁵⁾、Co/Pd 多層膜探針においても、Co 層厚の減少に伴い M_t が低下し、検出感度が不十分になったため、分解能が低下したものと考えられる。次に、 H_{sw} の評価を行った。評価法は我々のこれまでの方法⁵⁾と同様である。Fig. 3(b) に H_{sw} の x 依存性を示す。 x の増加に伴い、Co/Pd 多層膜の磁気異方性が増大し、 H_{sw} も増加していることが分かる。当日は、Co/Pd 多層膜の磁気特性と探針分解能および H_{sw} の関連性について詳細に議論する。

- 1) L. Gao et al.: *IEEE Trans. Magn.*, **40**, 2194 (2004).
- 2) N. Amos et al.: *J. Appl. Phys.*, **105**, 07D526 (2009).
- 3) P. Grütter et al.: *Appl. Phys. Lett.*, **57**, 1820 (1990).
- 4) M. Ohtake et al.: *J. Appl. Phys.*, **111**, 07E339 (2012).
- 5) K. Nagano et al.: *J. Magn. Soc. Jpn.*, **36**, 109 (2012).

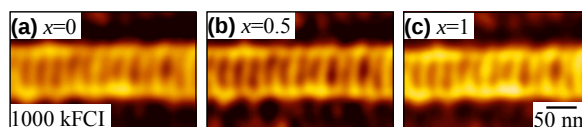


Fig. 1 MFM images of a medium recorded at 1000 kFCI observed by using MFM tips prepared by coating Co/Pd multilayer films with the Pd layer thickness, x , of (a) 0, (b) 0.5, and (c) 1.

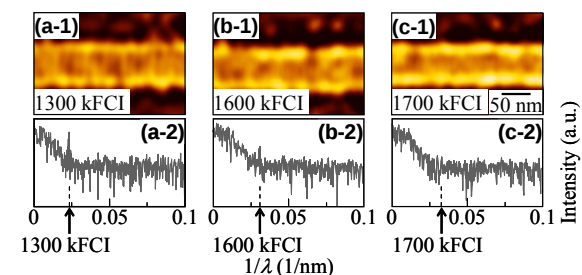


Fig. 2 (a-1)~(c-1) MFM images of a medium observed by using an MFM tip prepared by coating a Co/Pd multilayer film with the Pd layer thickness, x , of 0.5. (a-2)~(c-2) Power spectra analyzed for the magnetic bit images of (a-1)~(c-1), respectively. The linear recording densities are (a) 1300, (b) 1600, and (c) 1700 kFCI.

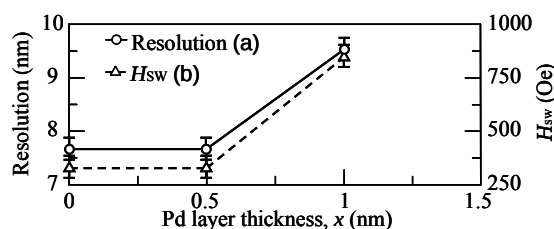


Fig. 3 Dependences of x on (a) resolution and (b) H_{sw} .