

## 磁気力顕微鏡探針の表面起伏と空間分解能の関係

香川智紀・加藤慶一・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)

Relationship between Surface Morphology and Spatial Resolution of Magnetic Force Microscope Tip  
Tomoki Kagawa, Keiichi Kato, 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、磁性探針 (MFM 探針) 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装置である。MFM 探針は Si などの非磁性探針に磁性膜被覆することにより作製され、観察性能に寄与する重要な要素である。高分解能化のためには、探針の先鋭化<sup>1-3)</sup>に加え、被覆磁性膜の表面起伏を低減させる必要がある<sup>4)</sup>。本研究では、形成温度や下地層材料を変えて Co 膜を Si 探針に被覆することにより MFM 探針を作製し、探針表面起伏と分解能の関係について検討を行った。

**実験方法** 膜被覆には超高真空 RF マグネトロンスパッタリング装置を用いた。先端半径が 4 nm の Si 探針に 20 nm 厚の Co 膜を室温 (RT) ~ 300 °C で被覆した。拡散防止や表面起伏制御を目的に、Si 探針と Co 膜の間に、MgO や C, W などの下地層を挿入した。被覆膜の表面粗さは探針被覆と同時に Si 基板上に形成した磁性膜を AFM 観察することにより評価した。探針形状観察には SEM を用いた。分解能評価には真空排気型 MFM 装置を用いた。

**実験結果** Fig. 1 に Si 基板上に RT および 300 °C で形成した Co 膜の AFM 像を示す。RT では粒径が 10–20 nm 程度であり、表面粗さ  $R_a$  も 0.3 nm である。形成温度を 300 °C まで上昇させると、粒径が 50–100 nm,  $R_a$  も 6.6 nm まで増加している。Fig. 2 に RT および 300 °C で形成した探針の SEM 像を示す。AFM 像に対応して、RT では平坦な探針表面が実現されているのに対して、300 °C では起伏の大きな被覆膜が観察されている。このことから、300 °C で被覆した探針では、RT 被覆探針に比べ、分解能の低下や再現性劣化が予想される。Fig. 3(a) に RT 被覆探針を用いて試作垂直磁気記録媒体を観察した結果を示す。また、Fig. 3(b) に Fig. 3(a) の点線部分の信号プロファイル、Fig. 3(c) に記録ビット像に対して高速フーリエ変換を行ったパワースペクトルを示す。1000 および 1200 kFCI のいずれの記録密度においても、明瞭に記録ビット像を識別でき、パワースペクトルにおいても記録密度に対応するピークが認められる。当日は、探針表面起伏と分解能の関係について詳細に議論する。

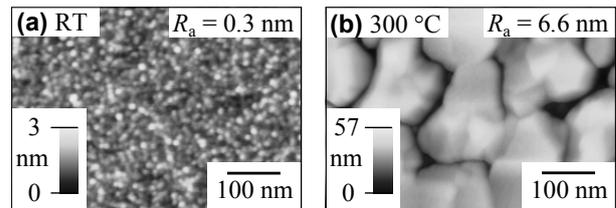


Fig. 1 AFM images observed for 20-nm-thick Co films deposited at (a) RT and (b) 300 °C.

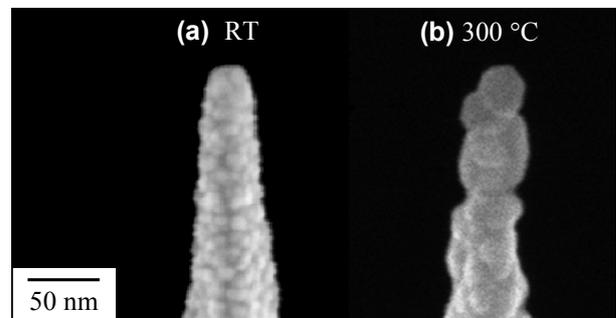


Fig. 2 SEM images observed for MFM tips coated with 20-nm-thick Co films at (a) RT and (b) 300 °C.

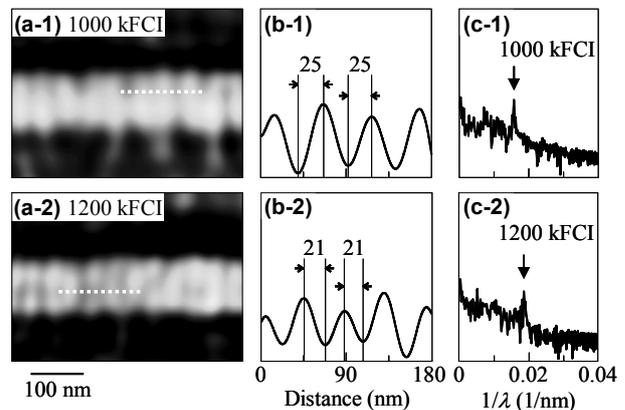


Fig. 3 (a) MFM images of a perpendicular medium recorded at (a-1) 1000 and (a-2) 1200 kFCI observed by using an MFM tip coated with 20-nm-thick Co film at RT. (b-1, b-2) Signal profiles along the dotted lines in (a-1, a-2), respectively. (c-1, c-2) Power spectra analyzed for the bit images of (a-1, a-2), respectively.

- 参考文献**
- 1) T. Yamaoka, K. Watanabe, Y. Shirakawabe, and K. Chinone: *J. Magn. Soc. Jpn.*, **27**, 429 (2003).
  - 2) L. Gao, L. P. Yue, T. Yokota, R. Skomski, S.-H. Liou, H. Takahoshi, H. Saito, and S. Ishio: *IEEE Trans. Magn.*, **40**, 2194 (2004).
  - 3) M. Futamoto, T. Hagami, S. Ishihara, K. Soneta, and M. Ohtake: *IEEE Trans. Magn.*, **49**, 2748 (2013).
  - 4) M. Ohtake, K. Soneta, and M. Futamoto: *J. Appl. Phys.*, **111**, 07E339 (2012).