

# 交番磁気力顕微鏡の高分解能化に向けた磁場中熱処理による高感度 FeCoSiB 系非晶質ソフト磁性探針の開発

赤石悠輔, K. Srinivasa Rao, 江川元太, 吉村哲, 齊藤準

(秋田大学)

Development of high-sensitive amorphous FeCoSiB soft magnetic tip by magnetic field annealing for high resolution alternating magnetic force microscopy

Y. Akaishi, K. Srinivasa Rao, G. Egawa, S. Yoshimura, H. Saito

(Akita Univ.)

**はじめに** 近年、磁気力顕微鏡においては高密度磁気記録媒体等の進展により空間分解能の向上が強く求められている。我々は分解能の向上に有効となる試料表面近傍での磁場検出が可能な、交番磁気力顕微鏡 (Alternating Magnetic Force Microscope; A-MFM) を開発し、昨年、良好なソフト磁気特性と高い飽和磁化を有する FeCoSiB 系非晶質ソフト磁性探針の先鋭化を図ることで、垂直磁気記録媒体の磁区観察において、5nm 以下の分解能が安定して得られることを報告したり。ここで探針の先鋭化には、先鋭な Si 探針母材を回転させながら、スパッタリング法を用いて磁性膜を探針の側面方向から成膜することが有効であった。一方、FeCoSiB 系非晶質合金は Co 系非晶質合金と異なり、磁歪を組成調整によりゼロにできないので、ソフト磁気特性向上の観点から歪取り熱処理が有効と考えられる。また熱処理中の磁場印加により誘導磁気異方性の付与が可能であるので、探針先端の磁化状態を制御できる可能性がある。本研究では、FeCoSiB 系非晶質合金探針について磁場中熱処理を行い、磁場中熱処理の効果を A-MFM 観察により検討した結果を報告する。

**方法** FeCoSiB 非晶質ソフト磁性探針を、先端がピラミッド形状の Si 探針にターゲット組成が  $\text{Fe}_{56}\text{Co}_{24}\text{Si}_{10}\text{B}_{10}$  の磁性膜を種々の膜厚でスパッタリング法を用いて成膜した後に、磁場中熱処理を施して作製した。熱処理温度は 150~250 °C の範囲で変化させた。磁場は探針のピラミッド形状先端の長手方向 (探針を磁気力顕微鏡にセットしたときに観察面に垂直方向に対応) に印加し、その最大値は 2 kOe である。A-MFM は市販の走査型プローブ顕微鏡 (L-Trace II, 日立ハイテクサイエンス製) に、小型フェライトコア (交流磁場源)、PLL (周波数復調器)、ロックインアンプを加えて構成した。観察試料には CoCrPt-SiO<sub>2</sub> 垂直磁気記録媒体を用い、探針試料間距離を 2~3 nm にして直流磁場観察を行った。探針に印加した交流磁場の周波数は 89 Hz とし、振幅は 50~200 Oe の範囲で変化させた。

**結果** 磁場中熱処理を施した FeCoSiB 非晶質探針を用いて 500 kfcu の磁気記録ビットを A-MFM 観察した。ここで磁場中熱処理条件は、印加磁場 2 kOe, 保持温度 200°C, 保持時間 2 h である。Fig.1 に磁性膜厚が 15, 25, 30 nm, 交流磁場振幅が 50, 200 Oe のときの直流磁場像を一例として示す。これまで試作したソフト磁性探針 (ゼロ磁歪のパーマロイ探針や CoZrNb 系非晶質探針) では磁性膜厚や交流磁場の増加に伴い信号強度が増加するのに対して、磁場中冷却した FeCoSiB 非晶質探針では磁性膜厚が増加すると記録ビットが不鮮明になり計測感度が減少していることがわかる。図で最も計測感度が高い磁性膜厚 15nm では、図(a)に見るように 50 Oe においても記録ビットが観察できており、観察に要する交流磁場値を低減できることがわかる。これらの挙動の原因として、磁性探針先端の磁性膜の磁化状態が磁場中熱処理や磁歪効果による誘導磁気異方性の影響で変化していることを考えている。講演では、空間分解能向上の可能性を探るために、さらに磁性膜厚の小さな探針を含めて、磁場中熱処理条件が磁性探針の感度と分解能に及ぼす影響の詳細を報告するとともに、低磁性膜厚で計測感度が向上した原因を考察する。

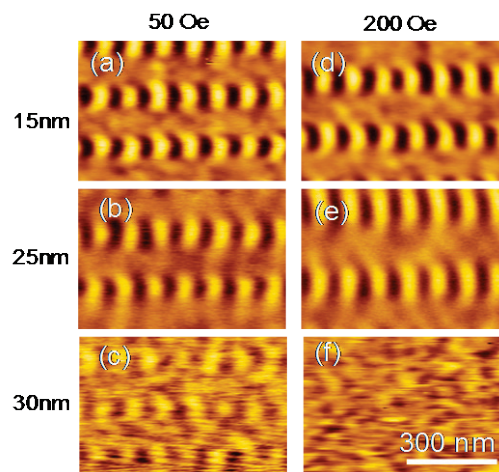


Fig. 1 A-MFM images measured by magnetic field annealed FeCoSiB tips with magnetic film thickness of 15, 25, 30 nm at AC magnetic field of 50 and 200 Oe, respectively.

**参考文献** 1) K. S. Rao 他, 第 39 回日本磁気学会学術講演概要集, 8pD-3 (2015).