

交番磁気力顕微鏡を用いた垂直磁気記録媒体薄膜の ジグザグ状磁化反転境界の高分解能検出

田中 花道、和田 真羽、松村 透、齊藤 準

(秋田大理工)

High-resolution detection of zigzag magnetic reversal boundary of perpendicular magnetic recording media film by alternating magnetic force microscopy

H. Tanaka, S. Wada, T. Matsumura, H. Saito

(Akita Univ.)

はじめに 磁気力顕微鏡 (MFM) において、磁気記録媒体は顕微鏡開発当初からの観察対象であり、高密度磁気記録媒体を構成する 5 nm 程度の磁性結晶粒サイズに起因する nm オーダーのジグザク形状の磁化反転境界の検出が、MFM の空間分解能の究極的な目標となり得る。このため我々の研究グループでは、MFM の空間分解能を向上させるため、これまで困難であった試料表面近傍での磁場の単独検出が可能な交番磁気力顕微鏡 (Alternating Magnetic Force Microscopy; A-MFM) を開発し、さらに逆磁歪効果を利用することで測定感度を高めた Fe 系非晶質高磁歪ソフト磁性探針を開発して、高密度垂直磁気記録媒体に対して 3 nm 程度の空間分解能を空間スペクトルの評価により得ている。本研究では高い空間分解能を実空間で実証するために、保護膜のない高密度磁気記録媒体薄膜の A-MFM 観察を行い、さらに A-MFM の磁場勾配値のゼロ検出機能を利用して、磁場極性が反転する磁化反転境界を抽出した結果について報告する。

実験方法 A-MFM による直流磁場計測では探針に外部から交流磁場を印加し、探針の磁気モーメントの方向を周期的に変化させることで、試料からの直流磁場との相互作用により探針振動に誘起される周波数変調から直流磁場を検出する。ここでは、周波数変調した探針振動信号を周波数復調後に、交流磁場の駆動電圧を参照信号としてロックイン検出することで直流磁場に係わる画像信号 ($X+iY = R \exp(i\theta)$) を得る。垂直磁気記録媒体薄膜 (グラニューラ媒体・粒径 5 nm 程度で保護膜なし) を測定試料とし、A-MFM 観察を大気中で行った。用いたソフト磁性探針は、非晶質 $\text{Fe}_{60}\text{Co}_{20}\text{B}_{20}$ ソフト磁性合金を Si 探針母材に 15 nm 程度成膜して自作した。A-MFM 観察では、探針に交流磁場 (振幅 150 Oe、周波数 89 Hz) を小型フェライトコアにより印加した。A-MFM 像の解析には、像信号の正負が反転する画素を抽出するプログラムを作成し、磁化反転境界の可視化を行った。

実験結果 Fig 1 (a)に 1 画素を 2.5 nm 角で観察した垂直磁気記録媒体薄膜の A-MFM 像 (ロックインアンプの X 信号)、図(b)に図(a)で信号の正負が反転する画素を抽出して得た磁化反転境界像、図(c)に図(b)の拡大像を示す。図(c)では画素サイズをメッシュで表している。図(b)では、5 nm 程度のジグザグ形状の磁化反転境界が観察でき、その大きさは像の空間スペクトルで評価した空間分解能 (5 nm) とも対応している。さらに結晶粒径の異なる垂直磁気記録媒体薄膜

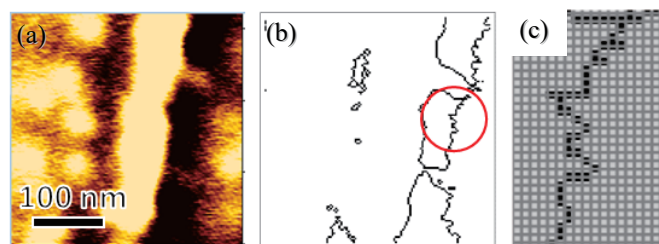


Fig.1 A-MFM images of lock-in X signal [(a)], magnetic reversal boundary detected image from the image (a) [(b)], and enlarged view of (b) [(c)] for a perpendicular magnetic recording media film.

を観察したところ、粒径の大小に相関した磁化反転境界が観察できた。さらに垂直磁気記録媒体の記録ビットのビット境界においてもジグザグ形状の磁化反転境界の観察に成功した。これらの詳細は学会で報告する。

謝辞 観察に用いた垂直磁気記録媒体薄膜は、JX 金属(株)様からご提供いただきました。ここに感謝申し上げます。