

交番磁気力顕微鏡を用いたソフト磁性薄膜の交流磁場中での 磁壁移動イメージングの高周波化

Imaging of Magnetic Domain Wall Movement of Soft Magnetic Films in AC Magnetic Field by Alternating MFM: Extension of AC Magnetic Field Frequency

秋田大理工¹, 国立彰化師範大², (M2)大阪 飛翔¹, (M1)成田 裕¹, Jong-Ching Wu², °齊藤 準¹

Akita Univ.¹, NCUE², Tsubasa Osaka¹, Yutaka Narita¹, Jong-Ching Wu², °Hitoshi Saito¹

E-mail: hsaito@gipc.akita-u.ac.jp

はじめに ソフト磁性材料はモーター用の磁心材料や高周波磁気デバイス等に広く用いられており、交流磁場中での磁区観察は特性向上を図る上で有用となる。磁気力顕微鏡 (MFM) は磁区観察に広く用いられているが、ソフト磁性材料においては、磁区の大きさがハード磁性材料等と比較して大きく、またMFMが検出する磁場の主な発生箇所が磁区境界である狭い磁壁であることから広範囲での画素数を増やした観察が必要であり、また磁壁の位置は磁性探針からの漏洩磁場により観察中に容易に変動するので、磁区観察は無磁場中においても容易ではなかった。

我々は、ソフト磁性材料の磁区構造をMFMにより高分解能で観察するために、1) 漏洩磁場が大きな強磁性探針に変えて、残留磁化がゼロで漏洩磁場が発生しない超常磁性探針を用い、2) 高い空間分解能での観察が可能になる試料表面近傍において磁場を単独検出できる交番磁気力顕微鏡 (Alternating -Magnetic Force Microscope; A-MFM) を用いることで、パーマロイ・パターンド薄膜において、高い空間分解能での磁壁構造の観察ならびに89Hzの交流磁場中での磁壁移動の観察を実現したことを先に報告した。本報告では、磁壁移動観察の高周波化を検討した結果を述べる。

実験方法 A-MFM では探針の共振周波数と異なる、探針試料間の非共振の交番磁気力により探針振動に発生する周波数変調を利用し、交流磁場印加により周期的に往復運動する磁壁から発生する交流磁場を検出することで磁壁移動を観察する。探針には超常磁性探針 (Co-GdO_x、磁性膜厚100 nm) を用い、試料にはパーマロイ・パターンド薄膜 (4×4 μm、磁性膜厚20 nm) を用いた。高い周波数での磁壁移動の観察を実現するために、新たに試作した試料の膜面方向に交流磁場を印加できる交流電磁石を用いて観察を行った。超常磁性探針には探針直下に設置したフェライトコアにより300 Oeの直流磁場を印加し、周波数復調後の探針振動信号を交流電磁石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画像信号を得た。

実験結果 Fig.1(a), (b), (c) に、薄膜に印加する交流磁場の周波数を各々89, 500, 1000 Hzに変化させて観察したA-MFM 像を示す。交流磁場の振幅は300 Oeである。図に見るように、いずれの周波数においても磁壁の移動範囲はほぼ同様であることがわかった。現在、さらに高い磁場周波数での観察を試みており、詳細は学会で報告する。

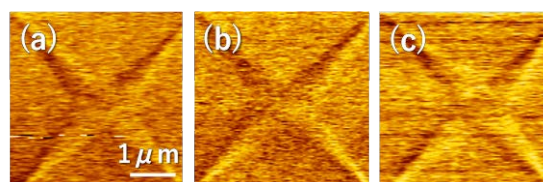


Fig.1 A-MFM images of lock-in X signal under in-plane magnetic field of various frequency. [(a) 89 Hz, (b) 500 Hz, (c) 1000 Hz]