交番磁気力顕微鏡を用いた磁気記録ヘッドの 高分解能・交流磁場エネルギーイメージング

High Resolution AC Magnetic Field Imaging of Magnetic Recording Head by

Alternating Magnetic Force Microscopy

秋田大理工, ^O(M1) 今 裕史, Paritosh Dubey, 齊藤 準

Akita Univ., °Hirofumi Kon, Paritosh Dubey, Hitoshi Saito

E-mail: m8020411@s.akita-u.ac.jp

<u>はじめに</u> ハードディスクドライブの主要部品である磁気記録ヘッドにおいては高密度化のため にヘッド素子の小型化が進んでおり、磁気記録ヘッドから発生する交流磁場に対して高い空間分 解能でのイメージングが求められている。本研究では、我々がこれまで開発した交番磁気力顕微 鏡(A-MFM)および超常磁性探針を用いることで可能になる交流磁場エネルギーイメージング手 法を用いて、種々のサイズの磁気記録ヘッドを観察し、磁気力顕微鏡(MFM)を用いた場合と比 較した。

実験方法 観察試料として主磁極サイズが異なる種々の 垂直磁気記録ヘッドを用い、交流電流を流して発生させ た交流磁場を、Co-GdOx 超常磁性探針(磁性膜厚 100nm) を用いて検出した。超常磁性探針の磁化は探針に印加さ れる磁場に比例するので、探針磁化とヘッド磁場の相互 作用から交流磁場の2 乗値に対応する交流磁場エネルギ 一信号および交流磁場エネルギーの時間平均に対応する 直流信号が発生するが、前者をA-MFM 手法、後者をMFM 手法により大気中で観察した。

結果 Fig.1(a)に MFM 手法で測定した磁気ヘッド A の交流 磁場エネルギーの時間平均に対応する位相像と、図(b)に 位相信号の最大値の交流電流に対する対数・対数プロットを 示す。図(a)の破線は主磁極位置を示す。ここで磁場周波数 は 1MHz でありヘッド電流の振幅は 20 mA である。図に 見るように、MFM 信号は主磁極付近で最大値をとり、対数・ 対数プロットの傾きが 2 と見積もられることから、磁場の 2 乗に 対応する交流磁場エネルギーを検出していることが確認 できる。Fig.2 に主磁極サイズがヘッド A より小さな記録ヘッ ド(B、C)における、MFM 像と A-MFM 像を示す。ここで図 (a),(b)はヘッド B、および図(c),(d)はヘッド C を観察した像で ある。図(a)の破線は主磁極位置を示す。ここで磁場周波数 は 89Hz でありヘッド電流の振幅は 20 mA である。



Fig.1 MFM image of AC magnetic field energy for perpendicular magnetic recording head A [(a)] and the AC head current dependence of MFM signal at the main pole [(b)].



Fig.2: MFM and A-MFM images of magnetic recording head B [(a), (b)] and head C [(c), (d)].

Fig.2(a)、(c)の MFM 像では、Fig.1(a)のヘッド A の場合と比較して、ヘッド B、ヘッド C では主磁極サ イズの減少に伴い、主磁極から発生する交流磁場エネルギーに対する像コントラストが弱くなっており、測 定感度が急激に減少していることがわかる。一方、Fig.2(b)、(d)の A-MFM 像では、MFM 像と比較し て主磁極付近の像信号が強くなっていることがわかる。この原因は A-MFM ではロックイン検出により 信号周波数付近の信号を検出しているのに対して、MFM では信号が時間平均される際に広い周波 数帯域でノイズが加わるためと考えられる。A-MFM の課題は高周波磁場の検出である。講演では、 A-MFM 手法の詳細とともに、測定磁場周波数の増加に向けた取り組みを報告する予定である。