

# ナノビーム XMCD を用いた HDD 書き込みヘッドの磁化ダイナミクス観察

首藤 浩文<sup>1</sup>、喜々津 哲<sup>1</sup>、小谷 佳範<sup>2</sup>、前田 知幸<sup>1</sup>、豊木 研太郎<sup>2</sup>、  
大沢 仁志<sup>2</sup>、菊池 伸明<sup>3,4</sup>、岡本 聡<sup>3,4</sup>、中村 哲也<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>東芝研究開発センター、<sup>2</sup>JASRI、<sup>3</sup>東北大多元研、<sup>4</sup>東北大 CSRN)

Nano-beam XMCD study on magnetization dynamics of an HDD write head

H. Suto<sup>1</sup>, A. Kikitsu<sup>1</sup>, Y. Kotani<sup>2</sup>, T. Maeda<sup>1</sup>, K. Toyoki<sup>2</sup>,  
H. Osawa<sup>2</sup>, N. Kikuchi<sup>3,4</sup>, S. Okamoto<sup>3,4</sup>, and T. Nakamura<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Corporate R&D Center, Toshiba Corp., <sup>2</sup>JASRI, <sup>3</sup>IMRAM, Tohoku Univ., <sup>4</sup>CSRN, Tohoku Univ.)

## はじめに

HDDの年間総出荷記録容量は、現在およそ1ゼタ( $10^{21}$ )バイトに達しており、HDDは主要なストレージデバイスとしてデジタル技術を支えている。年々増大する情報量に対応するため、さらなるHDDの高記録容量が求められている。HDDの開発においては、書き込みヘッドの磁化ダイナミクスの解明が重要であるが、書き込みヘッドの微細な構造・高速な動作のため、磁化ダイナミクスの直接的な観察はこれまで困難であった。本研究では、ナノメートルオーダーの空間分解能、サブナノ秒オーダーの時間分解能で磁化を観察可能という特徴を持つナノビーム XMCD を用いて、HDD 書き込みヘッドの磁化ダイナミクスの観察を行った。<sup>1)</sup>

## 実験方法

記録密度 200 Gbit/inch<sup>2</sup>、書き込み速度 700 Mbit/s に対応した垂直記録用書き込みヘッドを用い、SPring-8 BL25SU ビームラインにおいて XMCD 測定を行った。X 線のパルスの 5 倍の周波数に同期した 211.9 MHz の記録電流を記録ヘッドに印可することで、記録ヘッドの磁化を 2.36 ns ごとに反転させ、記録電流と X 線パルスのディレイ時間を変化させることで、記録ヘッドの空気支持 (ABS) 面の磁化のスナップショット観察を行った。

## 実験結果

Fig. 1(a)に書き込みヘッドの ABS 面の SEM 像を示す。書き込みヘッドは、先端のサイズが 250 nm (down-track) × 120 (cross-track) nm 程度である主磁極と、数  $\mu\text{m}$  (down-track) × 数 10  $\mu\text{m}$  (cross-track) のシールドから構成されている。Fig. 1(b)に示す記録電流を記録ヘッドに印可し、ディレイを磁化反転の 1 周期分 (2.36 ns) 変化させて測定した XMCD 像を Fig. 1(c)に示す。カラースケールは磁化の面直方向成分に対応している。0 ns においては主磁極の磁化は  $-z$  方向を向いているが、0.78 ~ 1.58 ns にかけて磁化が  $+z$  方向へと変化し、1 ns 以下の時間で主磁極が反転する様子が観察された。また、シールド部分には磁化の空間パターンが変化する様子が観察された。

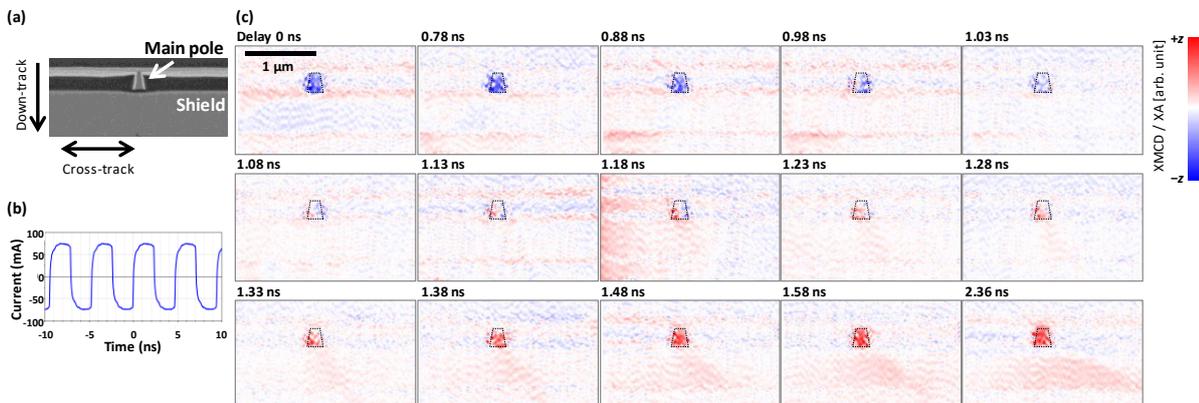


FIG. 1. (a)記録ヘッド ABS 面の SEM 像。(b)記録電流波形。(c)ディレイを変化させながら測定した XMCD 像。破線の台形は主磁極の位置。  
※ディレイ時間は相対値であり、(b)に示す記録電流の横軸の時間とは対応していない。

XMCD 測定は SPring-8 BL25SU (課題番号 2018A1109, 2019B1683, 2019B2093) において行われた。

<sup>1)</sup> H. Suto et al., Time-resolved imaging of an operating hard-disk-drive write head using nano-beam X-ray magnetic circular dichroism, (accepted to JAP).