

XMCD による次世代磁気ディスクの μm 領域磁気構造評価

平野辰巳(5097)¹⁾、萩野谷千積(20367)¹⁾、武井久子(21380)¹⁾、
橋本一慶(21303)²⁾、長崎侑弥(21302)²⁾

¹⁾(株)日立製作所、²⁾ 茨城大学

1. 緒言

磁気ディスク装置(HDD)の記録密度は年率40%程度で向上しており、記録密度が $1\text{Tb}/\text{in}^2$ の HDD が研究段階になっている。その開発は磁気ヘッドの高感度化と記録媒体の高記録密度化が鍵である。記録媒体の課題は、低ノイズ化と熱揺らぎによる磁化の不安定性の回避(熱安定性)である。熱安定性の課題については、面内記録に比べて優位な垂直磁気記録が製品化された。更なる記録密度の向上に向けて、1)Discrete Track Media(DTM)によるトラック密度の向上、2)Bit Patterned Media(BPM)による低ノイズ化を図る技術が検討されている。DTM は記録トラック間の磁性膜を取り除いたもので、1)磁性膜のトラック加工、2)基板側からのトラック加工の手法が検討されている。磁性膜の加工法では、電子ビーム(EB)、集束イオンビーム(FIB)、フォトリソ、イオン照射などが検討されているが、磁性膜を直接加工するため、そのトラック端部での加工ダメージが問題となる。マイクロビーム-X線磁気円二色性法(XMCD)及び元素選択磁気ヒステリシス法(ESMH)を用いた BPM の FIB 加工ダメージ評価が報告されている[1]。DTM は BPM に比べて加工領域が少なく加工ダメージ評価への適用が懸念される。そこで、上記手法の DTM における FIB 加工ダメージ評価への適用可能性を検討した。

2. 実験方法

試料は、Si 基板/CoCr(5)/Ru(20)/CoCrPtB(15)/C(4)である。括弧内の数値は、膜厚で nm 単位である。垂直磁化膜 DTM は、Ga イオンによる FIB を使い、トラックピッチ(TP):100nm~600nm を各 $10\mu\text{m}$ 領域に加工した。測定には、BL39XU のマイクロビーム-XMCD 装置を用いた[2]。ダイヤモンド位相子による左回り/右回り円偏光 X 線を Kirkpatrick-Baez 配置のミラーで試料上に集光した。測定時のビーム径は、約 $3\mu\text{m}$ である。Cu メ

ッシュを用いて、光学顕微鏡の位置アドレスと XMCD 試料台の位置アドレスを一致させた後、DTM 加工領域の光学顕微鏡アドレスを参照しながら、マイクロビームによる Pt 蛍光マッピングで、DTM 加工領域を同定した。

XMCD 及び ESMH は左回り/右回り円偏光 X 線による Pt-L α 蛍光 X 線をシリンドリフト検出器で測定した。測定時間は各1時間程度である。試料表面と外部磁場および入射 X 線のなす角度は 90 度とした。左回り/右回り円偏光 X 線の吸収スペクトルを各々、 $\mu(+)$ 、 $\mu(-)$ として、

$$\text{XMCD} = (\mu(+)-\mu(-)) / \text{平均スペクトルの L3 端最大値} \quad (1)$$

により XMCD を計算した。ここで、 μ は吸収端前のバックグランドを差し引いたスペクトルである。また、ESMH は XMCD 最大となる L3 端波長で外部磁場を $\pm 0.8\text{T}$ で掃引した。また、ESMH は XMCD 最大となる L3 端の値で規格化した。

3. 実験結果

図1(A)に、トラックピッチ(TP):100nm 加工部と FIB 加工が無い連続膜部での Pt-L3 端平均吸収スペクトル(XAS)と XMCD を示す。FIB 加工した TP:100nm は連続膜に比べて、吸収量(\propto Pt 元素量)が減少している。(1)式により Pt 元素量で規格化した XMCD は Pt 元素当たりの磁化量に比例する。TP:100nm の XMCD は連続膜に比べて減少しており、FIB 加工により、その磁化量が減少している。図1(B)に、同測定部での ESMH を示す。TP:100nm は、連続膜に比べて保磁力、各角型比が増加している。図 2 に XMCD と保磁力(Hc)の TP 依存性を示す。TP が小さくなると XMCD は減少し、FIB 加工によるダメージで、その磁化量が減少する。一方、Hc は TP が小さくなると増加する。これは、FIB 加工された両端での交換結合が切れ、磁化反転機構が変化したためと考えられる。以上の実験結果からマイクロビー

ムーXMCD/ESMH 法は DTM の加工ダメージに適用できることがわかった。

- [1] 近藤祐治、信学技法、MR2007-1 (2007).
- [2] M. Suzuki et al., Proceedings of the International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation, AIP Conference Series, **879** (2007) 1699.

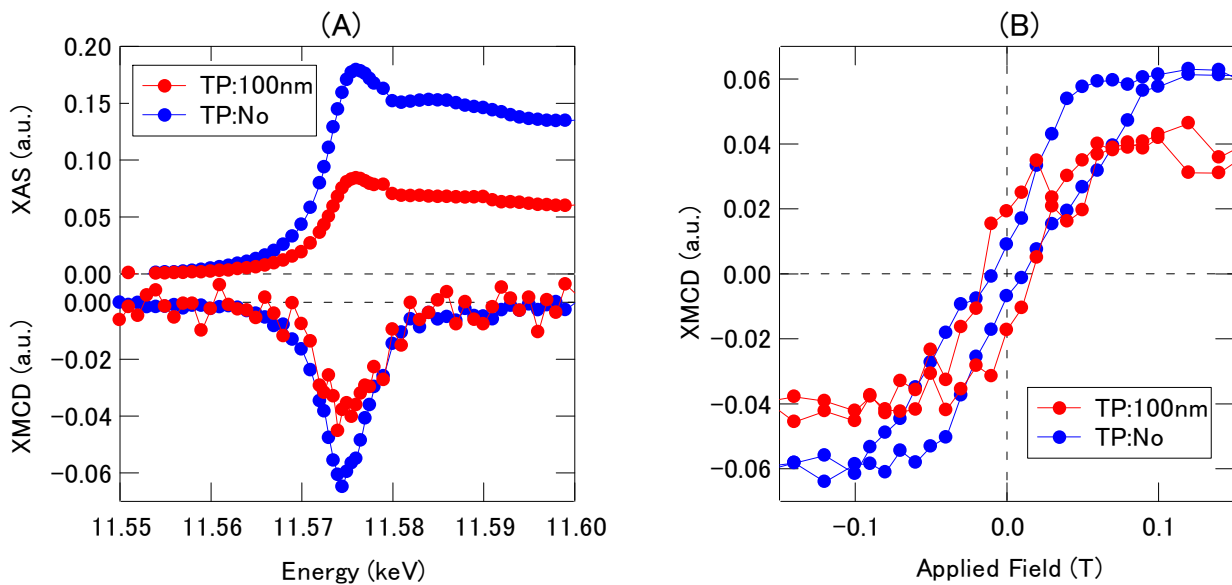


図1 Ptの平均スペクトルとXMCD(A)、およびPtのMHループ(B)

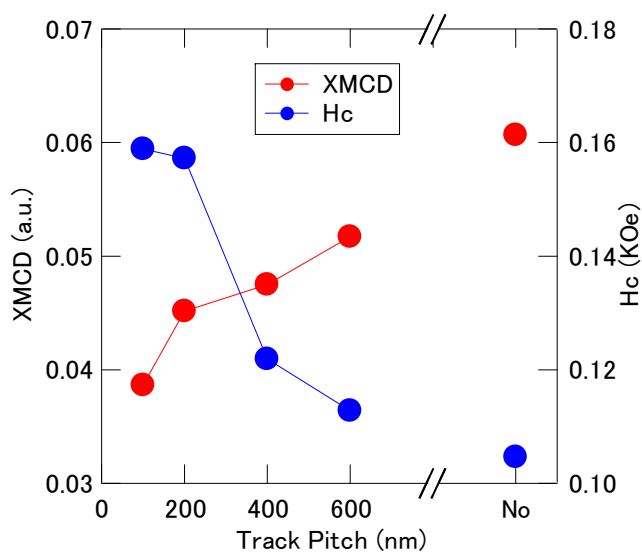


図2 XMCDと保磁力(Hc)のトラックピッチ依存性