

micro-XMCD による磁性ドットの磁気特性評価

近藤祐治¹, 鈴木基寛², 千葉隆¹, 高垣昌史², 河村直己², 経徳敏明¹, 田口香¹¹ 秋田県産業技術総合研究センター, ² 高輝度光科学研究センター

現在, 市販されているグラニュー型連続媒体では記録ビットの熱磁気緩和により 1 Tbit/in² 以上の面記録密度の実現は困難であると言われており, それ以上の記録密度では, 単磁区構造を持つ磁性ドットを周期的に 2 次元配列したパターン媒体が最も有力視されている. そこで, 我々は集束イオンビーム (FIB) を用いて磁気ドットアレイの作製を行い, パターン媒体の設計指針について研究を行ってきた[1]. しかし, 我々がこれまで磁気特性評価に用いてきた磁気力顕微鏡 (MFM) は, 磁区観察はできるが, 磁化の大きさや, 磁化曲線の印加磁場角度依存性などは測定不可能である. そこで, 2005B 期には, BL39XU において, micro-XMCD 測定により CoPt 磁性ドットアレイの磁化の大きさの評価を行なった[2]. その結果, CoPt 磁性ドットでは, 未加工の CoPt 連続膜に比べて XMCD 強度が減少していることから, ドット加工によりドット内の平均的な磁化の大きさが減少することを明らかにした. これは, FIB 加工時に磁性ドットの周囲部分に Ga イオンが打ち込まれ, 磁化を消失した領域が生成されたためであると推察した[3]. そこで, 今期の実験では, Ga イオン照射と CoPt の磁気特性の関係を明らかにすることを第 1 の目的とした. さらに, CoPt 磁性ドットの磁化反転機構を解明するために, XMCD ヒステリシスの印加磁場角度依存性を得ることを第 2 の目的とした.

イオン照射膜および磁性ドットアレイ試料は, 予めガラスディスク基板に成膜した磁性膜を FIB 加工により作製した. 磁性膜の膜構成は Co₈₀Pt₂₀(at.%(15 nm)/Au(6 nm)/Ti(5 nm)/glass でマグネトロンスパッタ法により室温で成膜したものをを用いた. イオン照射およびドットパターンニングは FIB 装置 (SII ナノテクノロジー社製, SMI2050MS) で行った. 加工には加速電圧 30 keV, 試料電流 1 pA の Ga イオンを用いた. 全体の試料サイズはディスク基板から切り出した 5 mm 角基板であるが, イオン照射部およびドットアレイはその中央部分の 8 μm 角領域のみに配置した. イオン照射膜についてはドーズ量を 2 種類変えたものを作製した. イオン照射膜の膜厚は AFM 観察から, それぞれ 11.8 nm, 10.9 nm と見積もられた. 未照射膜の膜厚 (15 nm) よりも減少したのは, Ga イオンによりエッチングされたためである. ドットアレイについては 2005B 期の実験と同一試料で, ドットの大きさは 1 辺 70, 100, 150 nm の正方ドットでドット間隔は全て 100 nm である.

図 1(a)にドーズ量を変えたイオン照射 CoPt 膜の Pt L₃ 吸収端での XMCD ヒステリシス曲線を示す. 図にはイオン照射していない CoPt 膜のヒステリシス曲線も併せて示した. この結果から, イオン照射量が増加するとともに XMCD の大きさが減少していることと, 垂直磁気異方性が低下することがわかった. 図 1(b)には XMCD の大きさを, 膜厚に対してプロットし直したものを示す. 今回の結果を直線で外挿することにより, XMCD 強度がゼロになる膜厚は約 7 nm と見積もることができる. このことから, Ga イオンによる磁気的ダメージが及ぶ範囲は 7 nm 程度と考えられるが, 2005B 期の実験で得られたドット外周部のダメージ領域幅 13 nm と若干異なる. これは, ドット外周部のダメージ領域幅を見積もる際に, ドット形状を直方体と仮定していることが一つの原因であろう. 今後, さらに詳細に検討する必要がある.

次に、CoPt 磁性ドットの抗磁力の印加磁場角度依存性測定を試みたが、測定中に徐々に XMCD 強度が減少して測定できなかった。また、2005B 期に測定した XAS と比べて、white ラインが相対的に大きいこともわかった。この原因は解明できていないが、今回のように高エネルギーの Ga イオンにより加工したナノ磁性構造体は磁氣的に不安定で経年劣化しやすいと考えられる。今後は磁性ドットの作製プロセスを見直し、磁氣的ダメージの少ない方法で作製する必要がある。

- [1] Y. Kondo, T. Keitoku, S. Takahashi, N. Honda, K. Ouchi, J. Magn. Soc. Jpn., 30, 112 (2006).
 [2] 近藤祐治, 鈴木基寛, 有明順, 千葉隆, 高垣昌史, 河村直己, 本多直樹, 第 30 回日本応用磁気学会学術講演会概要集, p.82 (2006).
 [3] M. Takagaki, M. Suzuki, N. Kawamura, Y. Kondo, J. Ariake, T. Chiba, H. Mimura, T. Ishikawa, "Proceedings of the 9th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation", AIP Conference Series to be published.

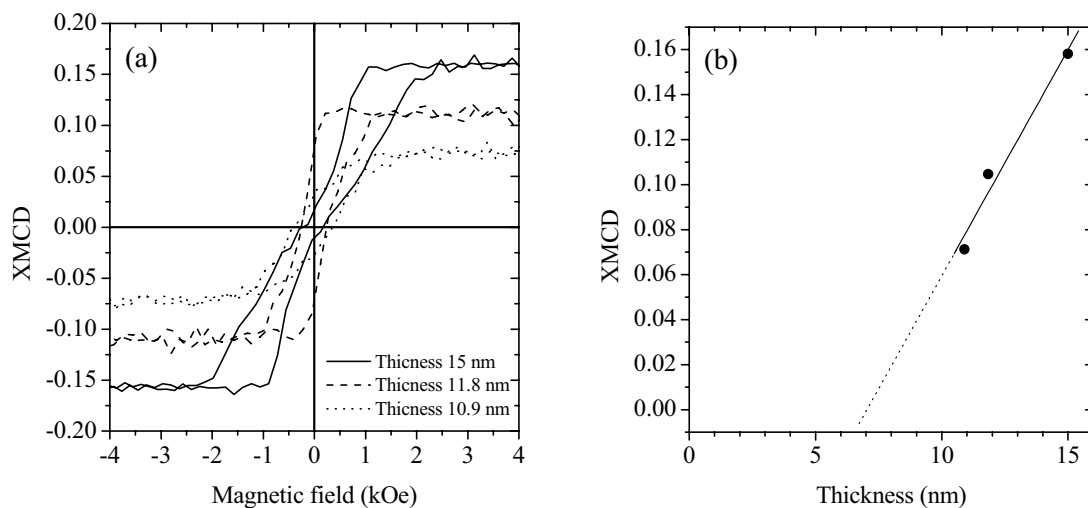


図 1 イオン照射量を変えた CoPt 磁性膜の Pt L_3 XMCD ヒステリシス曲線(a)とイオン照射量に対する XMCD の変化(b).