

ビットパターン型次世代超高密度磁気記録材料 FePtRh 薄膜の強磁性-反強磁性相転移に伴う Fe および Rh の磁気モーメントの挙動に関する研究
Study on magnetic moment of Fe and Rh associated with ferro-antiferro magnetic phase transition in FePtRh thin film for high density bit patterned media

有明 順^a, 近藤 祐治^a, 千葉 隆^a, 田口 香^a, 長谷川 崇^b, 石尾 俊二^b, 中村 哲也^c
 Jun Ariake^a, Yuji Kondo^a, Takashi Chiba^a, Kaori Taguchi^a, Takashi Hasegawa^b, Shunji Ishio^b,
 Tetsuya Nakamura^c

^a 秋田県産業技術総合研究センター, ^b 秋田大学工学資源学部,
^c 高輝度光科学研究センター

^a Akita Prefectural R&D Center, ^b Akita University, ^c JASRI

次世代の磁気記録媒体として有望視されているビットパターン媒体への応用を目的に、強磁性-反強磁性相転移を用いる FePtRh 系薄膜を検討した。表面酸化層除去のため MCD 測定前にイオンエッチングを行なった。これにより酸化膜がほぼ除去されたことを確認できたが、エッチング前後で MCD のヒステリシスループに違いが見られた。反強磁性領域と思われる Rh リッチな組成における磁化ループには、強磁性成分と常磁性成分とが混在していた。また、MOKE 測定とも違いが見られた。今回の測定では反強磁性の挙動が見られるかについては、確認できなかった。

FePtRh thin film with ferro-antiferro magnetic phase transition is one of the promising candidates for the next generation high density Bit-Patterned-Media (BPM). MCD measurements for the thin films were investigated after ion etching process in order to remove a surface oxide layer. The difference between the measurement before/after ion etching was recognized. For a Rh-rich thin film, ferro- and para-magnetic phase mixture was observed in a MCD hysteresis loop. There were some differences observed in hysteresis loops compared with MOKE measurement. Antiferro magnetic behavior was not confirmed in this experiment..

キーワード：次世代高密度磁気記録媒体, 磁気多層膜, X 線磁気円二色性, 元素別磁化測定

背景と研究目的：現在ハードディスク用記録媒体としては、垂直磁気異方性を有する CoPt 系グラニューラ型媒体が用いられているが、将来 1 Tbit/in² 以上の高密度記録では、ビットを構成する磁性結晶粒子の微細化により磁化が熱磁氣的に不安定になるため、トラックを人工的に(物理的に)分離したディスクリートトラック媒体(DTM)や磁性ドットを2次元的に規則的に配列させたビットパターン媒体(BPM)が期待されている。現状のDTMやBPMは主にフォトリソグラフにより加工するため物理的な凹凸を生じ、さらにその凹凸を平坦化するなどの付加的な加工プロセスが必要となり、媒体作製時のコストアップにつながる事が懸念される。

我々は物理的な微細加工プロセスによらない新しい概念のBPMとして、FePtRh系合金における強磁性-反強磁性(FM-AFM)相転移を利用した磁性ドット形成を提案している[1]。

ここで、BPMに応用するためのFM-AFM転移に要求される事項としては、FM相での大きな磁気異方性とFM-AFM転移が急峻な結晶境

界を有すること、ならびにわずかな組成変化で急峻な転移を示すことである。

しかし、FePtRh系の磁気モーメント測定はバルク試料に対してのデータがほとんどで、薄膜での詳細なデータはほとんど示されておらず、また、磁気モーメントの組成依存性はほとんど知られていない。

本実験では、FePtRh薄膜の磁氣的な振る舞い(MCD測定)の組成依存性を評価することにより、BPMとしての磁氣的な構造や記録特性への理解を深めることを目的とした。

本材料は次々世代の超高密度磁気記録媒体への応用として世界で初めて提案されたものであり、ナノテクノロジー分野における研究として非常に重要である。

実験：試料は Si/SiO₂ 基板上に成膜した Fe₅₀Pt_{1-y}Rh_y 薄膜(膜厚 10 nm)を用いた。ここで、y を y=0, 6, 7, 11, 16, 17, 18, 20 % と変化させた。ビームラインは SPring-8 の BL25SU を利用し、Fe L₃ 端および Rh M₅ 端で MCD 測定を行なった。MCD 測定前に、表面酸化層を除去する目

的で予備チャンバ内にて試料表面をArイオンエッチング(加速電圧0.5 keV, 照射角度45度)を施した。

結果, および, 考察:

3-1 表面酸化層

初めに Ar イオンエッチング処理の有無による磁気特性の違いを検討した. エッチング処理を行なうことで, 酸化物に伴う吸収ピークは消滅していることが分かった. しかし, Fig. 1 に示すように, エッチング処理によりヒステリシスループに違い(この図では MCD 強度の低下と抗磁力の減少)があることが分かり, これがエッチングによるダメージか, 膜厚方向の組成変調によるものなのかを調べる必要がある.

3-2 組成依存性

次に薄膜の組成を変えて MCD 測定を行なった結果を Fig. 2 に示す. Rh の組成変化に対し, Fig. 2(a)の Fe と Fig. 2(b)の Rh の磁気モーメントはほぼ同様の振る舞いを示し, これらから FM から AFM への相転移が Rh 組成で 16-17%であることが分かる. これは Fig. 2(c) に示す Kerr 効果測定装置での Kerr 回転角の Rh 組成依存性と同じである. ただし, AFM と思われる Rh 組成 17%以上の試料でも完全には磁気モーメントが消失しておらず, 磁化ループには, 強磁性成分と常磁性成分と思われるものが混在していた. 反強磁性の挙動があるかは, この測定では確認できなかった.

MCD 測定と Kerr 効果測定(MOKE)を比較すると, まず強磁性相領域での磁気モーメントの変化の様子が異なっている. MCD 測定では Rh 組成が増すにつれ, MCD 強度が低下しているのに対し, MOKE では変化は小さい. 次に FM-AFM 転移付近で MOKE 測定では, 急峻な変化がみられるのに対し, MCD では緩やかな減少になっている. さらに AFM 相領域での磁気モーメントの大きさも MOKE 測定の方が小さいという結果になっている. た

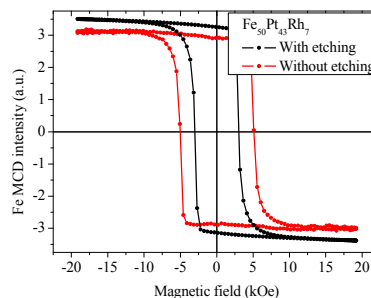


Fig. 1 Hysteresis loop of Fe MCD intensity for $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{43}\text{Rh}_7$ film with/without Ar ion etching.

だ, これらの結果についても MOKE 測定は Ar イオンによるエッチングを施していないため, MCD 測定(エッチングあり)とは若干異なっているものを見ている可能性がある.

今後の課題: 今回は測定試料の表面酸化の影響を考慮し, Ar イオンによるエッチングを行なったが, これにより, エッチングしない試料とヒステリシスや抗磁力などに違いが見られた. また, MOKE 測定との違いもあることが分かった. これはエッチングによるダメージや試料の膜厚方向の組成変調などが原因と考えられる. このためプローブ深さが深い硬 X 線での XMCD の測定結果を加味して, より正確に薄膜の磁气的構造を明らかにしたい.

今回の実験結果より, 磁気光学総和則を用いた Fe の軌道磁気モーメント, ならびに硬 X 線を用いた Pt L_3 吸収端での XMCD 測定から Pt の軌道磁気モーメントを求めたい.

謝辞: 本研究は科学技術振興機構(JST)重点地域研究開発推進プログラム(育成研究)の補助を受けて実施されたものである.

参考文献

[1] 長谷川崇, 宮原惇, W. Pei, 斎藤準, 石尾俊二, 日本応用磁気学会概要集, 13aD-10, 2007.

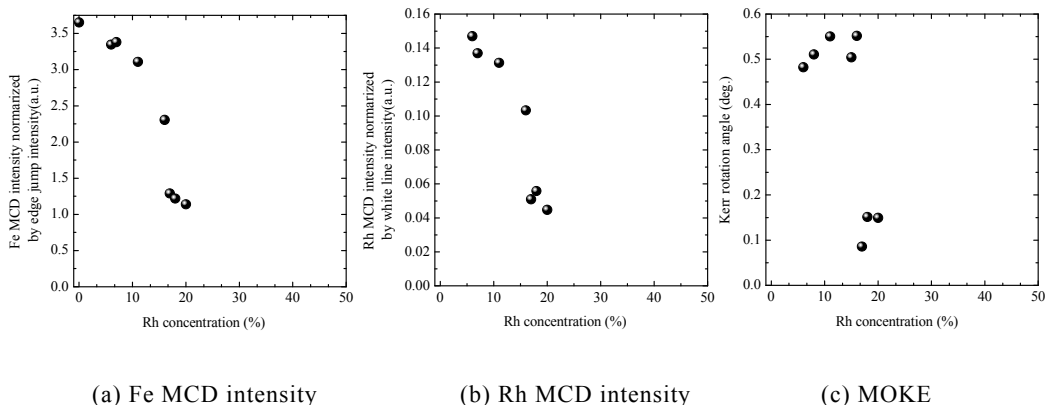


Fig. 2 Dependences of Rh composition on (a)Fe and (b)Rh MCD intensity and (c) MOKE result.