

## 磁気ヘッド膜の反強磁性／強磁性界面における Mn 磁気構造の評価

平野辰巳(5097)<sup>1)</sup>、上田和浩(5099)<sup>1)</sup>、角田匡清(15753)<sup>2)</sup>、仲真美子(15767)<sup>2)</sup>  
吉滝慎一郎(16466)<sup>2)</sup>、磯上慎二(18172)<sup>2)</sup>、中村哲也(3439)<sup>3)</sup>、大沢仁志(2025)<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> (株)日立製作所、<sup>2)</sup> 東北大、<sup>3)</sup> JASRI

### 1. 緒言

記録密度の高い磁気ヘッドを開発および量産する上で解決すべき課題の一つに、反強磁性／強磁性(AFM/FM)間の安定した交換磁気結合の実現がある。この解決には、交換結合の起源の解明やAFMの材料系、配向、粒径などの制御因子によるAFM/FM界面における磁気構造の評価が極めて重要である。最近、X線磁気円二色性(XMCD)を用いた元素選択磁気ヒステリシス法(ESMH)により、AFM/FM界面のMn磁化において、外部磁場により回転および固着された成分があることが報告された[1]。これは、MnのESMHループにおける磁化方向(縦軸)のシフト量を界面に固着された磁化成分(Mpin)と解釈している。従来、理想界面で計算される交換結合エネルギー( $J$ )[2]に比べて、多結晶試料で測定された交換結合エネルギー( $J_k$ )は、一桁小さいという問題があった。上記報告によれば、AFM/FM界面に固着されたMpinの被覆率( $\rho$ )は4%となり、 $J_k \sim \rho J$ として説明している。即ち、Mpinが $J_k$ に寄与すると解釈している。そこで、本報告では、AFMの材料として、MnPt系(L1<sub>0</sub>規則相)で配向／粒径の差異により $J_k$ が異なる試料、および界面での組成が同じMnIr系(同じ $J$ )で、 $J_k$ が2倍異なる不規則相(fcc)と規則相(L1<sub>2</sub>)の試料を用いて、上記解釈の検証を目的とした。

### 2. 実験方法

MnPt系試料は、ガラス基板／下地膜／MnPt(15)/CoFe(2)/Cu(1)/Ru(2)とし、下地膜により、配向([111]、[110])と粒径を制御して異なる $J_k$  (0.1~0.3erg/cm<sup>2</sup>)の試料を作製した。括弧内の数値は膜厚でnm単位である。MnIr系試料は、SiNメンブレン基板(100)/CrNiFe(5)/Ru(20)/MnIr(10)/CoFe(2)/Ru(1)/CrNiFe(1)とした。MnIr成膜時の熱処理条件により、不規則相( $J_k = 0.6\text{erg/cm}^2$ )と規則相( $J_k = 1.2\text{erg/cm}^2$ )の試料を

作製した。

MnPt系試料は、全電子収量法(TEY)で測定した。MnIr系試料は、高S/Nで測定できる透過法を用いた。

測定にはSPring-8/BL25SUの軟X線MCD装置を用いた。XMCDは、2台の挿入光源からの右回り／左回りの円偏光X線を切り替える偏光反転法により測定した。試料表面と外部磁場および入射X線のなす角度は、20度および30度とした。また、AFM/FMの着磁方向と入射X線の平行／反平行配置のESMHループは、(1)分割した試料の着磁方向を反平行とした試料固定(TEY法)、(2)試料の180回転(透過法)により測定した。高S/Nでの測定のために、1)分光器直下のスリットサイズの最適化、2)挿入光源のギャップの最適化、3)試料近傍の低ノイズ化、4)信号処理系の低ノイズ化などを実施した。

### 3. 実験結果

図1にMnPt系試料のCoとMnのESMHループを示す。赤線は、AFM/FMの着磁方向と入射X線が平行配置、青線は、反平行配置を示す。AFMのスピンの(Mn)は本来、そのスピンベクトルの方向が打ち消しあつて全磁化量は0となるが、界面で接触した強磁性層により、非打ち消成分が誘起されて全磁化量は0とならない。CoとMnのESMHループは同形であり、Coのスピンの非打ち消スピンはフェロ結合である。横軸方向のバイアスシフト量は、 $J_k$ により異なる。AFM/FM界面に外部磁場で回転しない、固着した磁化成分(Mpin)が存在すると、そのMHループは上下方向(縦軸)にシフトし、平行／反平行配置のMHループは、飽和磁場で一致しない。図1より、Mnの平行／反平行配置のMHループは、飽和磁場でほぼ一致しており、配向／粒径が異なるMnPt系では、Mpinは存在していないと思われる。

図2にMnIr系試料のCoとMnのESMHループ

ブを示す。不規則相、規則相とも Mn の平行／反平行配置の MH ループは、飽和磁場で一致しており、Mpin は存在していない。

以上の結果から、交換結合の起源としては、スピンプラストラレーションモデル[3]やドメインモデル[4]が妥当と考えられ、AFM/FM 界面からの深さ方向の Mn のスピン構造が重要となる。

- [1] Ohldag et. al., Phys. Rev. Lett. 91 (2003) 17203.
- [2] Meiklejohn & Bean, Phys. Rev. 102 (1956) 1413.
- [3] Mitsumata et. al., Phys. Rev. B 68 (2003) 14437.
- [4] Mauri et. al., J. Appl. Phys. 62 (1987) 3047.

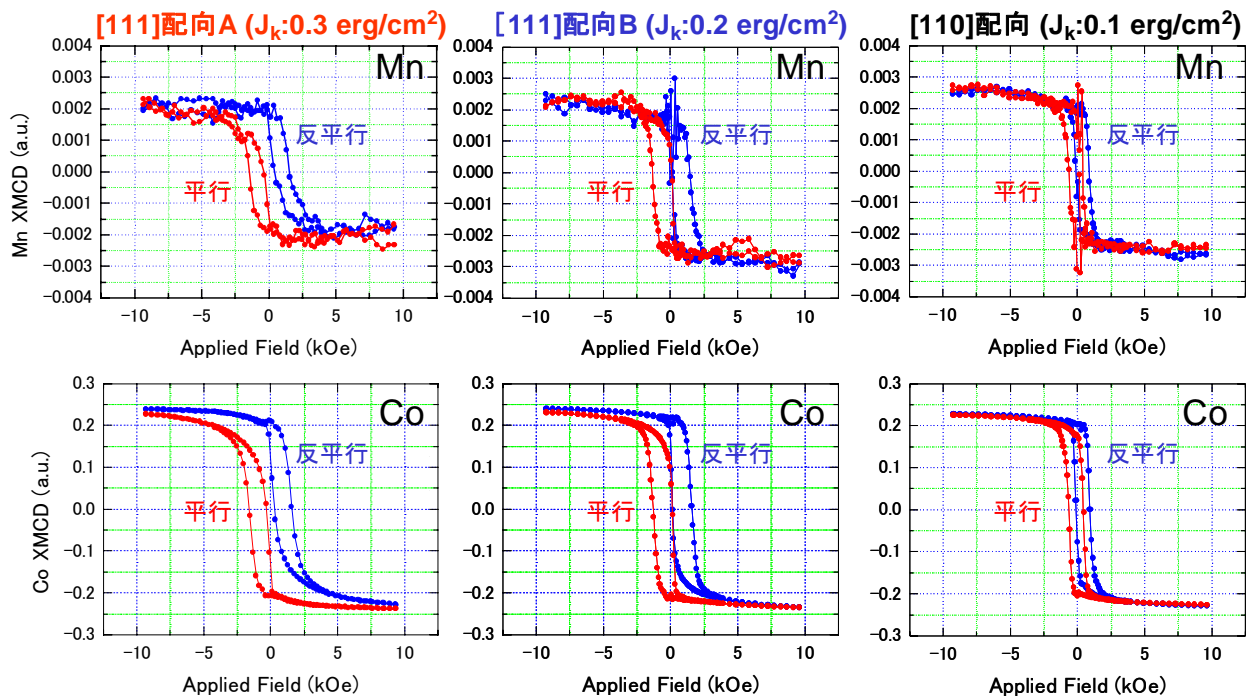


図1 CoとMnのESMHループ(MnPt系、TEY法)。

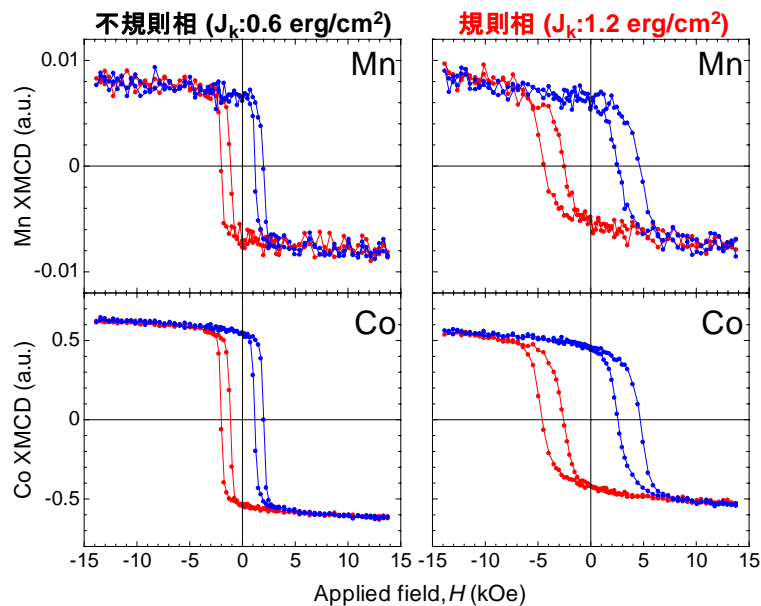


図2 CoとMnのESMHループ(MnIr系、透過法)。