

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)¹⁾、中村哲也(3439)²⁾、大沢仁志(2025)²⁾

¹⁾ (株)日立製作所、²⁾ 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 (M_{pin}) 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 M_{pin} の被覆率 () は 4% となり、 $J_k \sim J$ として説明している。即ち、 M_{pin} が J_k に寄与すると解釈している。そこで、本実験課題では、AFM 材料に MnIrCr(fcc) を採用し、その膜厚の差異により J_k が異なるという性質を用いて、上記解釈の検証を目的とした。

2. 実験方法

試料は、Si 基板 / 下地膜 / MnIrCr / CoFe(2) / Cu(1) / Ru(2) である。括弧内の数値は膜厚で nm 単位である。MnIrCr の膜厚は、3、5、10nm とし、 J_k は各々、0.09、0.47、0.53 erg/cm² であった (後述する、Co の ESMH の測定結果から算出)。

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を利用し、全電子収量法 (TEY) で測定した。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、分割した試料の着磁方向を反平行とし

た試料固定により測定した。高 S/N で測定のために、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 (Mn) は本来、そのスピンベクトルの方向が打ち消しあって全磁化量は 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 のスピンと Mn の非打消スピンは強磁性的結合である。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 (M_{pin}) 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、 M_{pin} は有意に存在していないと結論できる。

また、Mn の非打消スピンによる磁化量は、膜厚とともに増加していることから、非打消スピンは界面に局在しているのではなく、深さ方向に分布があることが示唆される。

以上の結果から、交換結合の起源としては、スピンフラストレーションモデル [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.

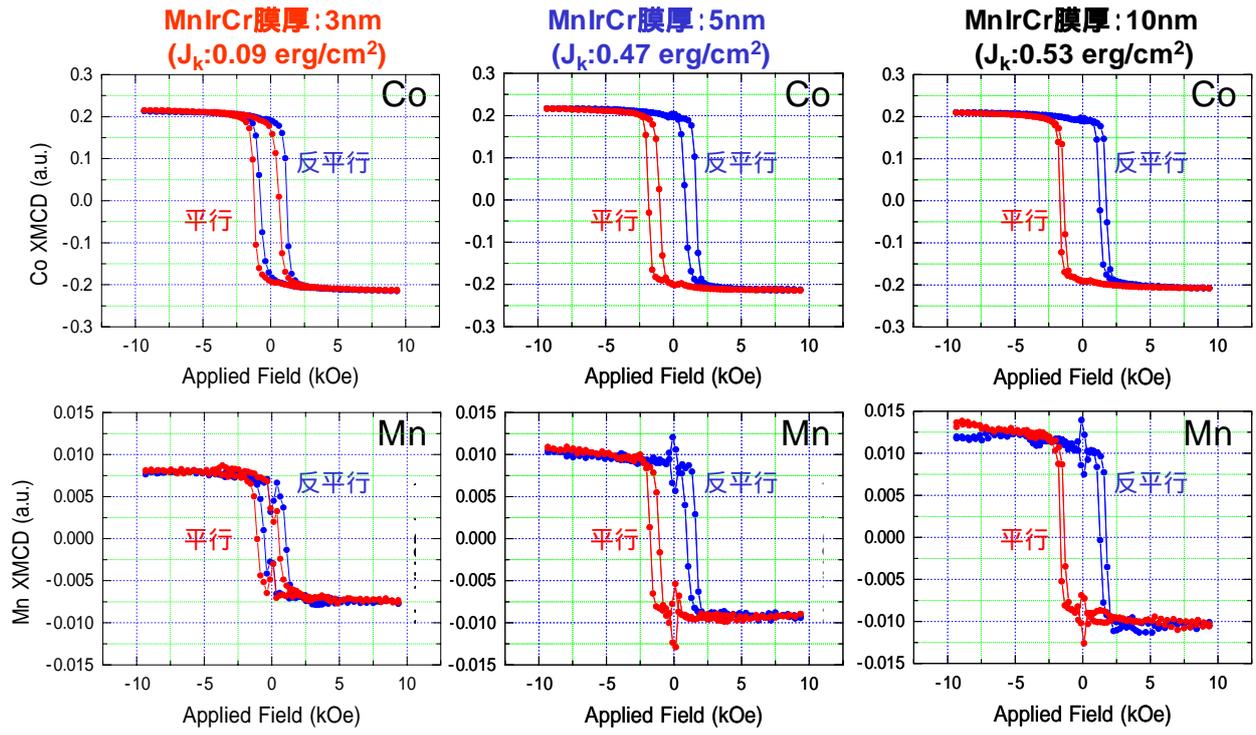


図1 CoとMnのESMHループ(TEY法)。