

MgO/Fe/Au 系における Fe 2p の X 線磁気円二色性の Fe 膜厚依存性の研究

Study of Fe thickness dependence of Fe 2p soft X-ray magnetic circular dichroism in MgO/Fe/Au system

山本真吾¹, 山本航平¹, 田久保耕¹, 加藤剛志², 和達大樹¹, 松田巖¹

¹ 東京大学物性研究所, 〒277-8581 柏市柏の葉 5-1-5

² 名古屋大工学部, 〒464-8603 名古屋市千種区不老町

Shingo Yamamoto¹, Kohei Yamamoto¹, Kou Takubo¹,
Takeshi Kato², Hiroki Wadati¹ and Iwao Matsuda¹

¹Institute for Solid State Physics, The University of Tokyo, Kashiwa 277-8581, Japan

²Department of electrical Engineering and Computer Science, Nagoya Univ.,
Nagoya, 464-8603, Japan

1 はじめに

スピントロニクス分野においてデバイスの高密度・集積化のために、面直磁化膜が注目を集めている。近年、スピン軌道相互作用の大きな金属と絶縁体の間に 3d 遷移金属の超薄膜を挟むと、ラシュバスピン軌道相互作用の有効場によって、その界面において垂直磁気異方性(PMA)が大きくなるのが計算によって示されている[1]。実際、Fe 超薄膜を Au と MgO で挟み込むように分子線エピタキシー法によって成膜し、その磁気曲線を測定することでこの系で大きな PMA を観測した。今回、この試料に対して X 線磁気円二色性(XMCD: X-ray magnetic circular dichroism)測定で Fe 膜厚依存性を調べ、スピン、軌道磁気モーメントの導出を行った。さらに Fe M 吸収端近傍の共鳴磁気光学 Kerr 効果(RMOKE: Resonant Magneto-Optical Kerr Effect)スペクトルの測定を行ったので XMCD の結果を中心に報告する。これらの一連の実験は、軟 X 線超短パルス光源である自由電子レーザー-SCSS+を用いたフェムト秒のスピンダイナミクスを追跡する時間分解測定に対する定常状態の基礎データとなる。

2 実験

XMCD 測定は、BL-16A にて、RMOKE 測定は BL-13A にて行った。

図 1 に今回の測定で使用した MgO/Fe/Au 系の試料の構造を示す。最上層の Au(2 nm)は酸化防止のため、MgO 基板の上の Cr(5 nm)はバッファ層としての役割を担っている。この系で Fe の膜厚が 2-5 ML (1ML ~ 0.143 nm)の試料の XMCD スペクトルを偏光は固定して、磁場の向きを変えることで全電子収量法によって測定した。外部図 1 試料の構造磁場については電磁石コイルによって ±1 T を印加し、測定時の試料温度は、液体ヘリウ

Au (2 nm)
MgO (2 nm)
Fe (2-5 ML)
Au (25 nm)
Cr (5 nm)
MgO(001) (0.5 mm)

ムを用いたクライオスタットの使用により ~10 K で測定した。総和則を測定されたスペクトルに対して適用することでスピン、軌道磁気モーメントを導出した。

3 結果および考察

図 2 に今回測定した吸収スペクトルに総和則を適用することで導出したスピン、軌道磁気モーメントの Fe 膜厚依存性を示す。膜厚が薄くなるに従って軌道磁気モーメントが大きくなっており、また軌道磁気モーメントのスピン磁気モーメントの比 (m_{orb}/m_{spin})も増大している。Fe と MgO の界面の影響[2]に加えて Au と Fe 界面も軌道磁気モーメントの成分の増大に寄与していると考えられる。

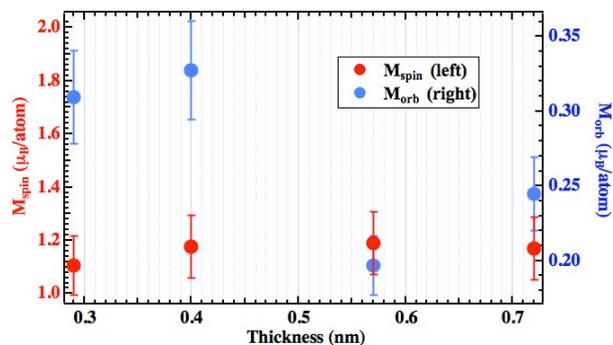


図 2 MgO/Fe/Au 系のスピン(左)と軌道(右)磁気モーメントの Fe 膜厚依存性

謝辞

実験遂行にあたって、BL-16A では、雨宮健太教授に、BL-13A では間瀬一彦准教授、武市泰男助教に技術的なサポートをいただきました。お礼申し上げます。

参考文献

- [1] S. E. Barnes *et al.*, *Sci. Rep.* **4**, 4105 (2014).
[2] J. Okabayashi *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **105**, 122408 (2014).