

表面修飾による Fe₃O₄ 最表面ハーフメタル性回復現象

倉橋光紀^{1,*}, A. Pratt^{1,2}, X. Sun^{1,3}, 山内泰¹

¹物質・材料研究機構 量子ビームセンター

²Department of Physics, University of York

³University of Science and Technology of China

*Kurahashi.mitsunori@nims.go.jp

Fe₃O₄ は、理論予測されたハーフメタル性と高キュリー温度(858 K)のため、スピントロニクス応用への関心が持たれて久しい。しかし、Fe₃O₄ を用いて得られた磁気抵抗比やスピン注入効率は高いとは言えず、またスピン分解光電子分光法(SPPEs)で観測されるフェルミ面スピン偏極度[P(E_F)]は-40~-80%の値[1,2]を示す。SPPEs は表面3原子層程度をモニターする点、また表面2層目以降の電子状態は通常バルク的と予想される点を考慮すると、最表面層の P(E_F)はかなり低いと予測され、このことは報告されたスピン依存伝導特性とも関連が深いと考えられる。表面第一層の P(E_F)とその起源を明らかにし、何らかの方法でバルク値に近づけることができれば、応用への新たな可能性が開けると期待される。本報告では、Fe₃O₄(100)最表面 P(E_F)が極めて低い(-5%以下)、表面の水素終端により大幅に回復できること(-50%以上)を示した著者らの研究[3,4]を紹介する。

スピン偏極準安定ヘリウム(He*)ビームを用いた分光法を表面スピン偏極評価に用いた。本手法は、He*[(1s)↑(2s)↑]の脱励起に伴う放出電子のエネルギー分布を計測するもので、最表面に敏感である。またスペクトルの最大運動エネルギー付近の放出電子収率は E_F 近傍電子状態に由来し、He*スピンに対する非対称率は近似的に-P(E_F)に等しくなる[3]。本研究では特にこの点を利用した。MgO(100)基板上に酸素雰囲気下 Fe 蒸着によりその場で作製した Fe₃O₄(100)薄膜(膜厚 20nm)を試料とした。

図に Fe₃O₄(100)清浄表面および水素終端面のスピン非対称率を示す。本測定は強磁場下で行ったので、電子収率は試料電流法で計測した。図の 14eV 付近の非対称率は P(E_F)に関連づけられ、清浄表面では 5%以下であるが、原子状水素吸着により 50%以上に増加した。本結果は、Fe₃O₄(100)清浄表面の P(E_F)は極めて低いこと、水素終端により室温でも-50%以上に回復することを示している。

Fe₃O₄(100)清浄表面および水素終端面の表面 Fe 原子に対して計算した局所電子状態密度を示す。清浄表面では P(E_F)が極めて低いのにに対し、水素終端面ではハーフメタル性が回復している。類似の計算結果は最近別グループからも報告されている[5]。

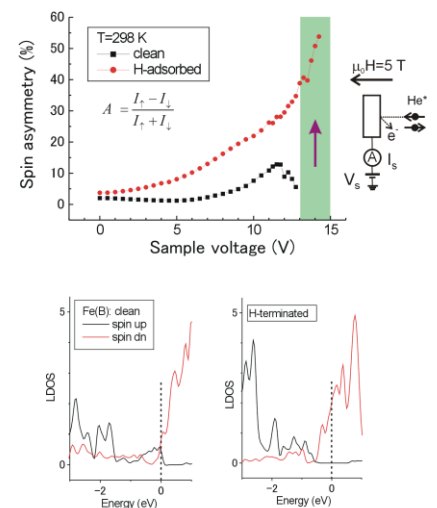
[1] M. Fonin et al., Phys. Rev. B **72**, 104436 (2005).

[2] Y. S. Dedkov et al., Phys. Rev. B **65**, 064417 (2002).

[3] M. Kurahashi et al., Phys. Rev. B, **81**, 193402 (2010).

[4] A. Pratt et al., J. Phys. D, **44**, 064010 (2011).

[5] G. Parkinson et al., Phys. Rev. B, **81**, 193402 (2010).



図, 水素終端前後の Fe₃O₄(100)表面スピン非対称率(上)、および計算した表面 Fe 原子の局所状態密度(下)。