

Fe/Pd 薄膜の磁気特性に Pd 層の量子井戸状態が与える影響

櫻木俊輔, 中原翔太, 餅原耕佑, 沢田正博*, 佐藤徹哉
(慶大, * 広大)

Effect of quantum-well states in Pd layer on magnetic properties of Fe/Pd films

S. Sakuragi, S. Nakahara, K. Mochihara, M. Sawada*, and T. Sato

(Keio Univ., *Hiroshima Univ.)

1 はじめに

3d 遷移金属/(Pd・Pt) 界面には非常に強い磁気異方性が生じるため、磁気メモリへの応用を目指した研究が古くから行われている。最近では、(Pd・Pt) 層への電場印加により 3d 遷移金属/(Pd・Pt) の磁気異方性が変調可能であることが報告されており、界面に生じる特異な磁気特性を制御するための指針が立ちつつある¹⁾。本研究では Pd 中の量子井戸状態をプローブとして用いることで²⁾、3d 遷移金属/Pd における界面磁性の外場による変調を電子論の観点から議論することを試みた。

2 実験方法

HiSOR BL-14 において、フルエピタキシャルな Fe(3 原子層)/Pd(4-15 原子層)/Cu(100) を作製し、in-situ にて X 線吸収分光 (XAS) 測定および X 線磁気円二色性 (XMCD) 測定を行った。BL-14 準備槽において超高真空中で Cu(100) 単結晶基板をスパッタ・アニールした後、基板上にエピタキシャル Pd 勾配膜および Fe を 3 原子層蒸着することで、Fe/Pd エピタキシャル薄膜を作製した。Fig. 1 に、試料の低速電子線回折像を示す。4 回対称のスポットが観測されており、Fe がエピタキシャルに成長していることが分かった。作製した試料を BL-14 測定槽に移動し、全電子収量法により Pd M 吸収端および Fe L 吸収端における XAS/XMCD の Pd 膜厚依存性を調べた。

3 実験結果

Fig. 2 に、Fe/Pd における Pd M_3 吸収端の XAS 強度の Pd 膜厚依存性を示す。Pd 膜厚が 8-9 原子層付近にて、XAS 強度がピークを示すことが分かった。本試料における Fe 層の磁気特性を、Fe の L 吸収端における XMCD 測定により評価した。 L_3 吸収端ピークトップにおける磁場磁化曲線の測定から、Fe が面内磁気異方性を有していたことが分かった。加えて、Fe の磁気異方性の大きさの Pd 膜厚依存性を調べたところ、Pd の XAS 強度が強まるにつれて Fe の面内磁気異方性が小さくなることが分かった。

XAS のホワイトラインの強度は、非専有準位数を反映する。よって、Fig. 2 は Pd の $4d$ 状態の非専有準位数が Pd 膜厚に依存して変化したことを示唆する。これは、Pd の d 電子量子井戸状態が特定の膜厚においてフェルミエネルギー付近に量子井戸バンドを形成したことより説明される。Pd 層の非専有準位数の変化は Fe 界面の電子数に影響を与えるため、それに起因して Fe 層の磁気異方性に変化が生じることが予想される³⁾。加えて、Pd の量子井戸バンドが $d_{xz,yz}$ 軌道より形成されることから、フェルミエネルギー付近の電子軌道に偏りが生じ、Fe 層の磁気異方性が変化した可能性を考慮する必要がある^{4,5)}。講演では、Pd の量子井戸状態に起因した Fe の磁気異方性の変化について詳細を議論する。

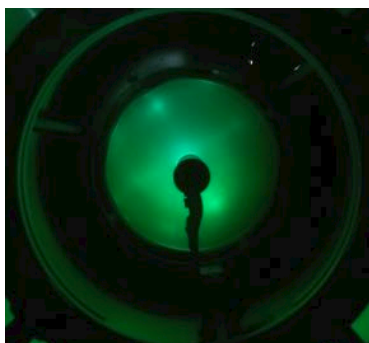


Fig. 1 LEED image

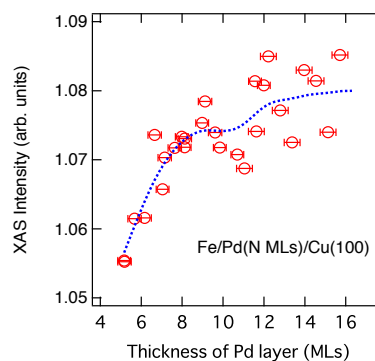


Fig. 2 Pd M_3 XAS intensity

References

- 1) Y. Hibino, T. Koyama, A. Obinata, K. Miwa, S. Ono, and D. Chiba: *APEX* **8**, 113002 (2015).
- 2) S. Sakuragi, et al.: *Phys. Rev. B* **90**, 054411 (2014).
- 3) H. Shima K. Oikawa, A. Fujita, K. Fukamichi, K. Ishida, and A. Sakuma: *Phys. Rev. B* **70**, 224408 (2004).
- 4) S. Manna, P. L. Gasteloir, M. Dabrowski, P. Kuswik, M. Cina, M. Przybylski, and J. Kirschner: *Phys. Rev. B* **87**, 134401 (2013).
- 5) P. V. Ong, N. Kioussis, P. K. Amiri, J. G. Alzate, K. L. Wang, G. P. Carman, J. Hu, and R. Wu: *Phys. Rev. B* **89**, 094422 (2014)