

STM/STS による水素吸着 $\text{Fe}_3\text{O}_4(001)$ 薄膜表面の局所電子状態測定Measurement of local electronic states of $\text{H}/\text{Fe}_3\text{O}_4(001)$ film surfaces by STM/STS北大院情報科学 [○]樋浦諭志, 池内昭朗, Shirini Soraya, 城地雅史, Subagyo Agus, 末岡和久

Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

[○]S. Hiura, A. Ikeuchi, S. Shirini, M. Jochi, A. Subagyo, and K. Sueoka

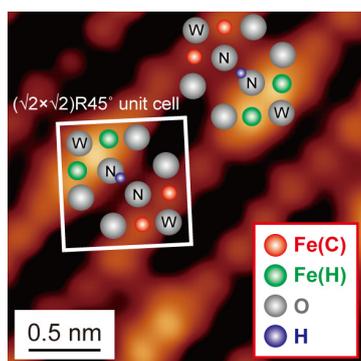
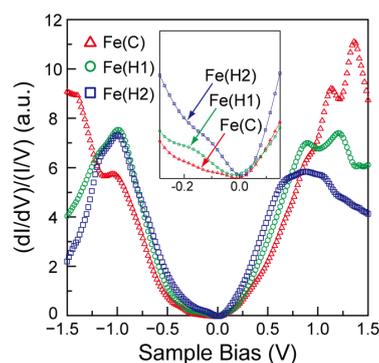
E-mail: hiura@nano.ist.hokudai.ac.jp

マグネタイト (Fe_3O_4) は、フェルミ準位近傍における電子状態のスピンの偏極度が-100%であることが理論予測されており、磁気トンネル接合素子の電極材料として期待されていた。しかし、 $\text{Fe}_3\text{O}_4(001)$ 薄膜を用いたデバイスでは期待された磁気抵抗比が得られず、その原因として界面第一層のスピンの偏極度がバルクに対して低いことが考えられる。実際、界面第一層を議論する出発点となる清浄な $\text{Fe}_3\text{O}_4(001)$ 表面のスピンの偏極度は-5%未満である[1]。 Fe_3O_4 をスピントロニクスデバイスへ応用するには、表面のスピンの偏極度を-100%に近づけるための指針を見出す必要がある。一方、 $\text{Fe}_3\text{O}_4(001)$ 表面に水素を吸着することでスピンの偏極度が-50%まで向上することが実験的に報告され[1]、表面修飾によるスピンの偏極度の向上に期待がよせられるようになった。しかし、高スピンの偏極材料を創出する上で重要な知見となるスピンの偏極度向上機構は実験的に未解明である。H 原子が吸着することで起こる電子移動反応を原子レベルで理解することがその機構解明に向けて重要である。本報告では、走査トンネル顕微/分光 (STM/STS) 測定により H 吸着 $\text{Fe}_3\text{O}_4(001)$ 表面の電子状態を原子レベルで調べ、H 吸着により誘起される電子移動現象について議論する。

本実験には Omicron 社製の室温超高真空 STM システムを用いた。酸素雰囲気中 (7.0×10^{-5} Pa) で $\text{MgO}(001)$ 基板上に鉄を蒸着することにより、 $\text{Fe}_3\text{O}_4(001)$ 薄膜を 20 nm エピタキシャル成膜した[2]。成膜後、STM/STS による表面の原子構造観察および局所電子状態測定をおこなった。

Figure1 に H 吸着 $\text{Fe}_3\text{O}_4(001)$ 表面の高分解 STM 像 ($V_s = 1.2$ V) を示す。清浄な $\text{Fe}_3\text{O}_4(001)$ 表面の Fe 原子 (図中 Fe(C)) 列上に見られる明るい輝点は、表面 OH 基により電子状態が変化した Fe 原子 (図中 Fe(H)) に対応する。H 原子は非等価な二つの O 原子 (O_N, O_W) のうちの O_N と結合する (N, W はそれぞれバルクに対して O 原子間距離が小さい, 大きいことの意) [2]。Figure2 に Fe(C) および Fe(H) 上で取得した $(dI/dV)/(I/V)$ スペクトルを示す。Fe(H) のフェルミ準位直下の局所状態密度 (LDOS) が Fe(C) よりも大きいことが見て取れる。この結果と理論計算の結果[3]を比較することにより、H 原子が $\text{Fe}_3\text{O}_4(001)$ 表面に吸着することで、H 原子は電子ドナー、 O_N に隣接する表面 Fe 原子は電子トラップサイトとして働くことを実証した[4]。また、表面 OH 基の密度が高くなるに従い、Fe(H) のフェルミ準位直下の LDOS が増加することを明らかにした[5]。

[1] M. Kurahashi *et al.*, Phys. Rev. B **81**, 193402 (2010). [2] S. Hiura *et al.*, e-J. Surf. Sci. Nanotech. **12**, 26 (2014). [3] X. Sun *et al.*, Surf. Sci. **605**, 1067 (2011). [4] S. Hiura *et al.*, Phys. Rev. B **91**, 205411 (2015). [5] S. Hiura *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 08LB02 (2015).

Fig. 1. STM image of $\text{H}/\text{Fe}_3\text{O}_4(001)$ film surface.Fig. 2. $(dI/dV)/(I/V)$ spectra obtained on Fe sites.