

酸素プレコート Fe(001)基板上の MgO(001)超薄膜成長と Fe 蒸着表面の超高真空 STM 研究

UHV-STM study of Fe / MgO monolayers on oxygen-precoated Fe(001)

千葉大院工¹ ○(M1)野中 悠司¹, Nana Nazriq¹, 佐々木 悟¹, 小菅 裕太郎¹, 山田 豊和¹

Chiba Univ.¹, °Yuji Nonaka¹, Nana Nazriq¹, Satoru Sasaki¹, Yutaro Kosuge¹, Toyo Kazu Yamada¹

E-mail: toyoyamada@faculty.chiba-u.jp

Bcc-Fe / MgO(001)界面は、トンネル磁気抵抗メモリーとして広く使用されている [1]。一方、Fe を MgO(001)表面に蒸着すると、鉄はナノサイズの粒として吸着する事が知られている。粒界が欠陥となり磁気抵抗比を下げる。要因として Fe(001)表面の活性がある。MgO 成膜時に Fe(001)表面自体が汚染され、界面での酸化鉄形成が考えられる。

本研究で我々は、Fe(001)-whisker 単結晶表面をあえて酸素暴露し、規則配列 p(1×1)酸素層でコートして活性を抑えた。その上に MgO 超薄膜を成長させ、さらに、Fe を蒸着した。すべての成膜および STM 計測は超高真空・低温一室温・走査トンネル顕微鏡(STM)装置を用いて実施した。

Fe(001)表面をスパッタ・加熱サイクルにより清浄した。原子テラス 50 nm を確認し、表面原子像と LEED より bcc-Fe(001)を確認した。超高真空中にて Fe(001)表面を、酸素 2 Langmuir (4×10^{-6} Pa, 60 s, 300 K) でさらし、その後 850 K (15 min) に加熱することで、Fe(001)-p(1×1)O 表面を得た (STM 原子像より確認) [2]。

超高真空中・酸素雰囲気 (1×10^{-6} Pa) にて Mg を基板温度 750 K で蒸着した。蒸着後 750 K で 15 min 保持した。FeO 表面上に MgO 膜を STM 観察した。MgO 単層膜上で計測した STM 分光曲線からバンドギャップ幅 2 eV (−1.1 eV から +0.9 eV) を確認した (バルク MgO: 7.8 eV)。

MgO 膜上に Fe を基板温度 5 K で蒸着した際は単一 Fe 原子を確認したが、吸着は極めて弱く特定の電圧でなければ STM 観察できなかった。一方、300 K で約 1 原子層分 Fe を蒸着した表面では、STM 分光曲線は金属ではなくフェルミ準位近傍に約 0.5 eV ギャップ (−0.25 eV から +0.25 eV) を示した。絶縁 MgO 上に Fe が 1 原子層吸着しているため、バルク bcc 構造とは異なる電子状態を有することを示唆している。

References:

[1] S. Yuasa, *et al.*, **Nature Materials** 3, 868-871 (2004).

[2] T. K. Yamada, *et al.*, **Japanese Journal of Applied Physics** 55, 08NB14 (2016).