

非接触原子間力顕微鏡による Fe_3O_4 薄膜表面の電荷秩序整列の観察

NC-AFM observation of charge-ordered Fe_3O_4 thin film surface

北大院情報科学¹, 北大創成研²

○石川誠一郎¹, スバギョ アグス¹, 細井浩貴², 末岡和久¹

Graduate School of IST, Hokkaido Univ.¹, CRIS, Hokkaido Univ.²

○S. Ishikawa¹, A. Subagyo¹, H. Hosoi² and K. Sueoka¹

E-mail: s-ishikawa@nano.ist.hokudai.ac.jp

マグネタイト(Fe_3O_4)(001)表面における電荷秩序整列 (charge-ordering, CO) は Fe 探針を用いた走査トンネル顕微鏡 (STM) により単結晶表面で初めて観察されて以来、興味を持たれてきた[1]。 Fe_3O_4 (001)再構成表面では、理論計算や STM 観察の結果から表面の安定構造としては Fe 列の波状構造が広く受け入れられている[2, 3]。エピタキシャル成長した薄膜表面では、W 探針を用いた STM 観察により波状に 0.3nm 間隔で配列している Fe 原子が観察されている。また Ni 探針を用いた STM 観察により同一表面上で CO パターンも観察されている[3]。一方で、サブサーフェイスにおける CO の STM 観察の結果も報告されている[4]。多くの報告があるにもかかわらず CO の構造や再構成表面との関係性は明らかになっていない。CO 表面の構造解明に向けて、表面の電荷状態に敏感な非接触原子間力顕微鏡 (NC-AFM) を用いた研究を進めてきた。本報告では、NC-AFM により観察された Fe_3O_4 薄膜表面における CO 表面構造をこれまでに報告された STM による研究をもとに議論する。

本実験では、日本電子社製の超高真空 AFM を用いた。探針はフッ化水素処理により酸化膜を除去し、チャンバー内で脱ガスおよび Ar スパッタによる表面処理を施したものを使用した。 Fe_3O_4 試料は Fe を酸素雰囲気中 (O_2 圧: 8.0×10^{-5} Pa) で MgO 基板上に電子衝突加熱により蒸着して成長させ、20nm 成膜した。図 1 に Fe_3O_4 (001) 薄膜表面の NC-AFM 像を示す。異なる高さの輝点が $\langle 110 \rangle$, $\langle 1-10 \rangle$ 方向に沿って 0.6nm の間隔で交互に配列している。CO 表面においても Fe 列が近いサイトと遠いサイトが存在し、波状構造を形成していた。この結果は、CO 表面においても Fe 列は波状の構造であることを示唆している。

参考文献

- [1] R. Weisendanger *et al.*, Science **255**, 583 (1992).
- [2] R. Pentcheva *et al.*, Phys. Rev. Lett. **94**, 126101 (2005).
- [3] A. Subagyo *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **45**, 2255 (2006).
- [4] S. Hiura *et al.*, Appl. Phys. Express **10**, 045701 (2017).

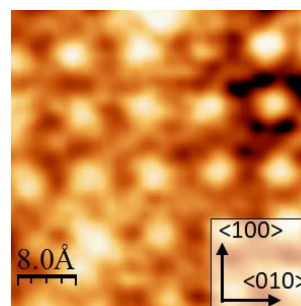


Fig. 1 NC-AFM image of Fe_3O_4 (001) surface.