

非接触原子間力顕微鏡による Fe_3O_4 薄膜表面の異なる電子状態の逆位相ドメインの観察NC-AFM observations of antiphase domains of Fe_3O_4 thin film surfaces北大院情報科学¹, 北大創成研²○石川誠一郎¹, Subagyo Agus², 細井浩貴², 八田英嗣¹, 末岡和久¹Graduate School of IST, Hokkaido Univ.¹, CRIS, Hokkaido Univ.²°S.Ishikawa¹, A. Subagyo², H.Hosoi², E.Hatta¹, and K. Sueoka¹

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

マグネタイト (Fe_3O_4) はフェルミレベル近傍においてスピン偏極率 100%を示すハーフメタルであり^[1], 電気伝導性が高く, キュリー温度が 858K と高いため, スピントロニクスデバイスへの応用が期待されている。 Fe_3O_4 薄膜表面では, ハーフメタル性が失われスピン偏極率が低下する。これまで, MgO 基板上に成長した Fe_3O_4 薄膜について, 走査型トンネル顕微鏡 (STM) を用いて清浄表面の表面電子状態, 水素が吸着した時の電子状態の変化並びにサブサーフェイスの電子状態について明らかにしてきた^[2]。STM 観察に加え, 非接触原子間力顕微鏡 (NC-AFM) で同表面を観察することで, バルクとは異なるフェルウェー転移近傍での表面状態について明らかにできることが期待され, NC-AFM を用いた表面観察を進めてきた^[3]。

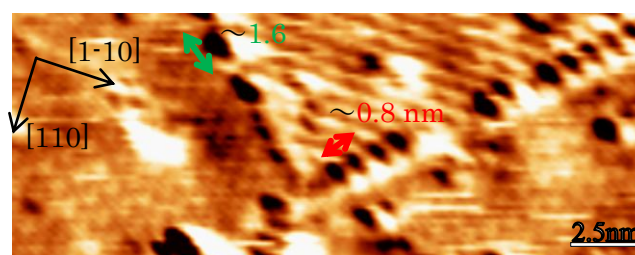
本報告では, STM 観察においてもみられていた, 同じ構造であると期待される逆位相ドメインにおいて, 逆位相境界を挟んで異なる電子状態となる表面が, NC-AFM においても観察することが出来たので, その結果について STM 観察結果と合わせて考察する。

本実験には, 日本電子社製の超高真空 AFM システム JAFM-4500XT (観察チャンバー真空度: 2.0×10^{-8} [Pa]), および市販のカンチレバーを用いた。カンチレバーは脱ガス処理を行い, カンチレバー上の探針について Ar スパッタを用いて表面処理を行った。 $\text{Fe}_3\text{O}_4(001)$ 薄膜は MgO(001) 基板上に MBE を用いて O_2 雰囲気中成長で作製した。酸素分圧 $8 \sim 9 \times 10^{-5}$ [Pa], 基板温度 523[K], 成膜時間は 90[min] とし, 膜厚 9[nm] 成膜した。

Fig.1 に $\text{Fe}_3\text{O}_4(001)$ 薄膜表面の AFM 像を示す。逆位相境界を挟んで, 異なる対称性を持つ表面構造が観察された。これらは同一テラス内に内に見られている構造である。[110] 方向に Fe イオンがダイマーを形成し電荷配向したドメインと, 電荷配向が見られない表面が観察されている。一つの走査ライン上に二つの電子状態が異なるドメインが再現性良くイメージされていることから, これらの電子状態の違いが, 探針先端のチャージ状態によるものでないことが分かる。

参考文献

- [1] Z. Zhang et al, Phys. Rev., B 44, 13319 (1991).
- [2] S. Hiura et al., Phys. Rev. B 91, 205411 (2015).
- [3] T. Mizuno et al, J. Appl. Phys., 51, 08KB03 (2012).

Fig.1 $\text{Fe}_3\text{O}_4(001)$ 薄膜表面の同テラス内にある

Charge order と Disorder の AFM 像

($\angle f = -51$ [Hz], $U = 0.9$ [V])