

STM の電流による SrTiO₃(100)-√13×√13 表面上の原子スイッチ

○金 庚民^{1*}, 山崎 詩郎², 勝部 大樹³, 山下 隼人¹, 阿部 真之¹
¹大阪大学大学院基礎工学研究科, ²東京工業大学理学院物理学系, ³長岡技術科学大学工学研究科

Atom switch by STM current on SrTiO₃(100)-√13×√13 surfaces

○Kyungmin Kim^{1*}, Shiro Yamazaki², Daiki Katsube³, Hayato Yamashita¹, and Masayuki Abe¹

¹Graduate School of Engineering Science, Osaka University, ²Department of Physics, School of Science, Tokyo Institute of Technology, ³Department of Electrical, Electronics and Information Engineering, Nagaoka University of Technology

1. はじめに

遷移金属酸化物は、電荷・スピン・軌道の自由度が密接に絡み合うことで様々な興味深い物性を示す。特に、絶縁体であるペロブスカイト型酸化物薄膜の SrTiO₃ と LaAlO₃ の界面に生じる金属的界面状態は、次世代の酸化物薄膜デバイスとして注目されている¹⁾。

しかしながら、これらの特異な物性は界面の原子スケールでの原子構造や電子状態に非常に敏感であるにもかかわらず、それらを精密に対応付けた研究は困難であった。そこで我々は、まず基板となる SrTiO₃ に対して原子スケールで原子構造と電子状態を評価することを出発点とした。その過程で、遷移金属酸化物基板としては稀な SrTiO₃ 基板上的原子スイッチ²⁾を発見したので報告する。原子スイッチをプローブとして用い、SrTiO₃ の知られざるダイナミックな側面に迫る。

2. 実験方法

試料には信光社製の Nb ドープ (0.05 wt%) の SrTiO₃(100) 基板を用いた。まず O₂ 分圧 1×10⁻⁴ Pa において 500°C で 2 時間デガスし、次に O₂ 分圧 1×10⁻³ Pa において 850°C で 1 時間アニールした。反射高速電子線回折 (RHEED) により (√13×√13)-R33.7° (以後√13) 表面再構成を確認した。実験はオミクロン社製の走査トンネル顕微鏡 (STM) / 原子間力顕微鏡 (AFM) 複合装置を用い、1×10⁻⁹ Pa の超高真空中において 78 K の液体窒素温度下で行った。探針は qPlus センサーを用い、加振させた状態で STM 画像を取得した。

3. 結果

まず、単位ユニットセルステップと√13 周期の特徴的な格子状構造を示す原子スケールで清浄な SrTiO₃(100)-√13 表面を確認した。また、格子線上や格子点上などに数種類の欠陥が輝点として見られた。

一部の輝点は STM スキャン中に構造が数状態間で不

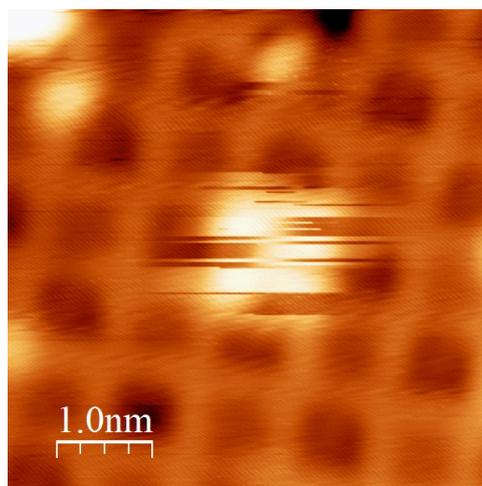


Fig. 1. SrTiO₃(100)-√13 表面の STM 像。中央のノイズは約 15 回の原子スイッチを示す (V=1.9 V, I=0.01 nA)。

連続に変化する原子スイッチと考えられる (Fig. 1)。

原子スイッチの頻度の電流依存性を調べたところ、電流に大まかに比例して上昇する傾向があり、このことは原子スイッチの機構が電流による一電子過程であることを示唆している。また、原子スイッチの頻度の電圧依存性を調べたところ、およそ 1.8 V から指数関数的に上昇した。これは、およそ 2 V に存在する SrTiO₃ の DOS に近く、原子スイッチの機構が電子励起であることを示唆している。

当日は、STM の電流による SrTiO₃(100)-√13 表面上の原子スイッチに関して、画像から判断できる範囲で定性的な議論を行う。将来的には、電流の時間変化を詳細に測定し、電流/電圧/場所依存性を定量的に評価し、理論計算による原子構造、電子状態と比較することで、電流による原子スイッチの機構を確定する。

文 献

- 1) A. Ohtomo, et al., Nature, **427**, 423 (2004).
- 2) S. Yamazaki, et al., Nano Lett, **15**, 4356 (2015).

*E-mail: u764704g@ecs.osaka-u.ac.jp