

単一ユニットセル FeSe の構造と電子状態:STM/STS 観察

○田中友晃, 芳野諒, 平原徹

東工大・理

FeSe は 8K で超伝導転移を示し¹⁾、その結晶構造の単純さゆえに鉄系超伝導体のメカニズムを探る上で有用であると考えられている。この FeSe を 2 層グラフェン上で薄膜成長した研究では、膜厚の減少に従い超伝導転移温度が下がっていく通常の低次元超伝導の特徴を示すことが分かっている²⁾。しかし、SrTiO₃(STO) 基板上に FeSe を 1 ユニットセル(1UC)だけ蒸着させることで、~70K という非常に高い超伝導転移温度を示すことが発見された³⁾。この STO 上の FeSe 薄膜の超伝導は、2UC 目以降では発現しないという特異な性質もあり、その高温超伝導の起源を調べるための研究が盛んに行われている。最近では、FeSe 薄膜に電場を掛けたり⁴⁾、表面にカリウムを蒸着したり⁵⁾してで電荷をドーピングすることにより、2UC 以上の膜厚でも超伝導転移をすることが分かった。このように、FeSe/STO の超伝導メカニズムについては多くの研究がなされているが、その成長様式や基板の構造といった基礎的な情報との関連性についての報告は少ない。

そこで、本研究では、STO 上の FeSe 薄膜の成長様式と、単一ユニットセル FeSe の電子状態の関係について調べることを目的とした。

本実験では超高真空化で STO(001) 基板上に分子線エピタキシー法を用いて、FeSe 薄膜を反射高速電子回折(RHEED)でリアルタイム観察をしながら蒸着した。この時に測定した RHEED 振動をもとにして膜厚を制御した FeSe 薄膜を作成し、77K で走査トンネル顕微鏡/分光法(STM/STS)を用いて FeSe 薄膜の観察を行った。蒸着時の STO 基板の温度を変化させた時の RHEED 振動と STM 像の変化より、STO 基板の温度上昇に伴い 2UC 目以降の FeSe 薄膜は 2 次元島状成長からステップフロー成長へと変化し、さらに温度を上げることで FeSe 薄膜が壊れる事が分かった。また、1UC 以下の成長過程での FeSe 薄膜の様子やその時の FeSe の高さについての情報も得られた。さらに、77K での電子状態測定により、1UC FeSe/STO は超伝導にはならず、テラスが金属的である一方エッジが半導体的であること、アニール時間を変化させることで STS スペクトルが変化することが分かった。

参考文献

- 1) F. -C. Hsu *et al.*, Proc. Natl. Acad. Sci. **105**, 38, 14262324 (2008).
- 2) G. -L. Song *et al.*, Phys. Rev. B **84**, 020503(R) (2011).
- 3) Q. -Y. Wang *et al.*, Chin. Phys. Lett. **29**, 037402 (2012).
- 4) J. Shiogai *et al.*, Nat. Phys. **12**, 42 (2016).
- 5) Y. Miyata *et al.*, Nat. Mater. **14**, 775 (2015).