

Ag (110) 上シリセンナノリボンの電子状態評価

Electronic Density of States of Silicene Nanoribbons Formed on Ag (110)

阪大院工, °大村 良輔, 重原 正明, 田畑 博史, 森 伸也, 久保 理, 片山 光浩

Grad. Sch. Eng., Osaka Univ., °R. Omura, M. Shigehara, H. Tabata, N. Mori, O. Kubo, and M. Katayama

E-mail: omura@nmc.eei.eng.osaka-u.ac.jp

[はじめに] シリセンは、シリコンにより形成されたハニカム構造を持つ層状物質であり、 10^6 m/s と大きなフェルミ速度を有するなどの優れた特性が報告されている。また、バックリング構造を持つため、スピン軌道相互作用が大きく、バンドギャップの大きさを外部からの電界印加により制御可能である^[1]など他の材料にない特性を有することが予測されており、FET 等のデバイスへの応用が期待される材料である。これまでの研究により、銀など導電性基板上でシリセンが作製可能であり、特に Ag (110) 上ではナノリボン構造を形成する事が明らかになっている。さらに、最近、試料作製時に Ag (110) 基板を高温で加熱する事で、Ag 表面の再構成が起こり、高さ数 nm の Ag ナノワイヤ(NW)上にシリセンナノリボン (SiNR) が形成されることが明らかになった^[2,3]。しかし、テラス上に形成された 5×2 周期の SiNR 密集構造との電子状態の違いなど、その詳細は明らかになっていない。そこで、本研究では、Ag (110) 上に形成した SiNR に対して走査トンネル顕微鏡 (STM) / 分光 (STS) 測定を行うことにより、その電子状態の解明を試みた。

[実験・結果] アルゴンイオンスパッタ後、420 °C で 20 min アニールを行い得られた Ag (110) 清浄表面上に Si を室温蒸着した後、220 °C で 20 min アニールを行った。このサンプルに対して LEED 測定を行い、 5×2 周期構造が形成されていることを確認した後に、室温で STM 測定を行った。得られた STM 像を Fig. 1 に示す。Fig. 1 (a) より、平坦な表面上に、NW が一定方向に成長していることが確認された。また Fig. 1 (b) と 1 (c) は、Fig. 1 (a) の I および II に示すようなテラス領域、および、NW の拡大像である。テラス領域では SiNRs が形成されており、NW 上にも SiNR が形成されていることが確認された。次に、Fig. 1 (b) と 1 (c) のようなテラス上 SiNRs、NW 上 SiNR の上でそれぞれ取得した STS スペクトルを Fig. 2 に示す。テラス上 SiNRs は、理論的に予測される孤立した二次元シリセンシートに近い電子状態^[4]を示した。これは、リボン間の距離が小さいため、リボン間に染み出した波動関数の重なりが起こり、リボンを跨ぐ方向にも電子バンドを形成することによるものと考えられる。また、NW 上 SiNR の STS スペクトルでは、テラス上 SiNRs に比べてフェルミエネルギー付近で電子状態密度の減少が見られた。これは、グラフェンナノリボンと同様に、量子閉じ込め効果によってエネルギーギャップが生じるためであると考えられる^[5]。

[1] N. D. Drummond, *et al.*: Phys. Rev. B **85** (2012) 075423.[2] P. De Padova, O. Kubo, *et al.*: Nano Lett. **12** (2012) 5500.[3] F. Ronci, *et al.*: Phys. Rev. B **89** (2014) 115437.[4] M. P. Lima, *et al.*: Phys. Rev. B **88** (2013) 235413.

[5] 大村良輔、他：第 61 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 (18p-PG9-7).

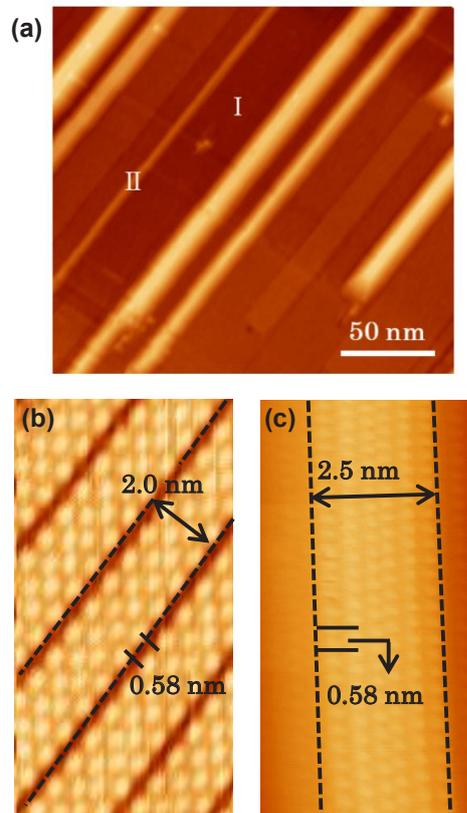


Fig. 1

(a) STM image of SiNRs on Ag (110).

 $(V_s = -0.6$ V, $I_t = 0.5$ nA)

(b) High-resolution STM image of SiNRs on terrace.

 $(V_s = -0.3$ V, $I_t = 0.5$ nA)

(c) High-resolution STM image of SiNR on NW.

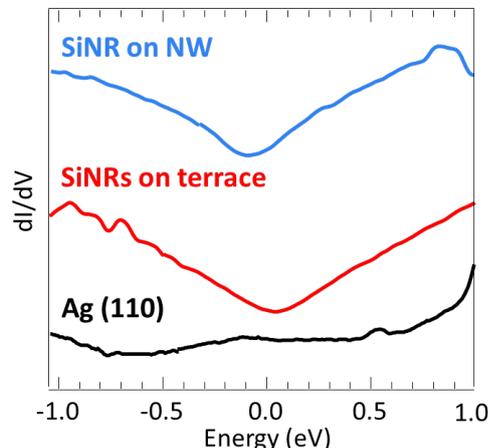
 $(V_s = 0.7$ V, $I_t = 0.05$ nA)

Fig. 2 STS spectra of SiNRs and Ag(110).