

Si(100)表面上の Pb 単原子層の低温 STM 測定

○廉 東奇^{1*}, 佐藤 優大¹, 土師 将裕¹, 長谷川 幸雄¹¹東京大学物性研究所

Low temperature STM measurements of Pb atomic-layer on Si(100) substrate

○Toki Ren^{1*}, Yudai Sato¹, Masahiro Haze¹ and Yukio Hasegawa¹¹ISSP, The University of Tokyo

薄膜超伝導体はその厚さがナノスケールまで薄くなると、コヒーレンス長や磁場侵入長といった超伝導現象を特徴づける長さに比べ短くなり、バルク超伝導体とは異なる特性を示すようになる。近年、薄膜化の一つの到達点である Si(111)などの半導体表面上の Pb や In などの単原子層超伝導相の研究が盛んに行われている。金属単原子層超伝導の大きな特徴の一つは、基板の原子ステップにその超伝導特性が大きく影響される点である。¹ Si(111)- $\sqrt{7}\times\sqrt{3}$ -In や Si(111)- $\sqrt{3}\times\sqrt{43}$ -Pb 単原子層超伝導相では、ステップ構造が隣接するテラス間での超伝導結合を弱め、ジョセフソン接合として機能し、ステップにジョセフソン渦糸が侵入するため、渦糸があたかも排斥されるように可視化されることが報告されている¹。一方、Si(111)-SIC-Pb では、ステップにおけるテラス間結合が上記の場合に対して比較的強く、渦糸はステップにピン止めされる²。このように、テラス間結合の強さによってステップにおける渦糸の振る舞いが大きく変わることが知られている一方、どのようなパラメータによってテラス間結合の強さが決められるのかについて、明らかになっていない。

そこで、Si(111)と異なる対称性を有する Si(100)の基板上に形成された Pb 単原子層に着目した。Pb/Si(100)の表面構造についてはすでに報告がなされており、Pb 0.5 ML (Mono-Layer:単原子層)で 2×2 構造、0.75 ML で $c(8\times 4)$ 構造、1.5 ML で 2×1 構造、1.875 (15/8) ML で $c(4\times 4)$ 構造をとることが知られている³。超伝導特性については報告されていないが、Si(111)における SIC や HIC の再構成から類推すれば、Pb 被覆量の多い 2×1 構造と $c(4\times 4)$ 構造は超伝導体的性質を示すことが期待される。

そこで本研究では、その超伝導特性を明らかにするため、Pb/Si(100)構造の低温走査トンネル顕微鏡 (STM)

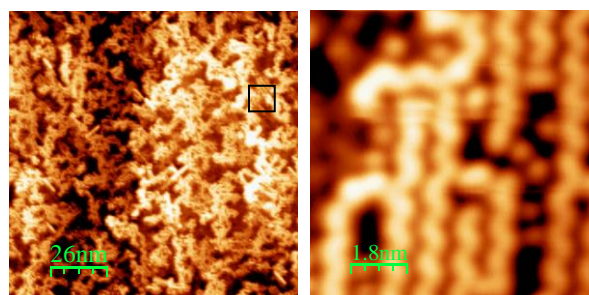


Fig. 1. Si(100)- $c(4\times 4)$ -Pb の STM 測定 $I_t = 20$ pA

左: $V_s = 4.0$ V, 130 nm \times 130 nm,

右: $V_s = -1.8$ V, 9 nm \times 9 nm

測定を行った。これらの構造はいずれも蒸着する Pb のわずかな厚さの違いによって構造が変わるため、Pb の蒸着量とその後のアニール温度を精密に制御するため、自動制御機構を導入した。図 1 は自動制御機構の導入後に蒸着した Pb 単原子層を STM で測定したものであり、左図で四角で囲んだ領域を詳しく測定したところ、右図のように $c(4\times 4)$ の再構成が観測された。

講演では、異なる表面構造上で STM 測定を行った結果について報告する。

文 献

- 1) S. Yoshizawa, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **113**, 247004 (2014).
- 2) C. Brun, *et al.*, Nat. Phys. **10**, 444 (2014).
- 3) V. G. Kotlyar, *et al.*, Surf. Sci. **695**, 121574 (2020).

*E-mail: toki-ren@issp.u-tokyo.ac.jp