

Al(111)基板上で作製したゲルマネンの STM 測定

STM observation of germanene formed on Al(111) substrate

阪大院工 [○]遠藤 聡, 中島 規晴, 久家 隆太郎, 岩熊 征也, 田畑 博史, 久保 理, 片山 光浩

Grad. Sch. Eng., Osaka Univ., [○]Satoshi Endo, Noriharu Nakashima, Ryutaro Kuga, Seiya Iwaguma,

Hiroshi Tabata, Osamu Kubo, Mitsuhiro Katayama

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

グラフェンは、高移動度電界効果トランジスタのチャネル材料として現在最も期待されている材料である。しかし、バンドギャップの形成など、その実用化に向けてまだ課題が多い。一方で、最近ではシリコンやゲルマニウム (Ge) でも、グラフェン同様の蜂の巣状単層構造を作製できることが報告されており、 10^6 m/s 程度の高いフェルミ速度^[1]を持つだけでなく、バックリング構造に起因してスピン軌道相互作用が存在し、電界を印加することによってバンドギャップを制御できるなど、グラフェンにはない物性が理論研究で報告されている^[2]。シリセンに比べ、ゲルマネンはスピン軌道相互作用がより大きいいため、上述した電界によるバンドギャップ制御の実証に適した材料であるが、その作製報告はまだ少ない^[3,4]。本研究では、Al(111) 基板上に Ge を堆積させた表面に対して、走査トンネル顕微鏡 (STM) を用いて計測を行った。その結果、これまで報告例のない周期を示す表面構造が見つかったので報告する。

Fig. 1 は、基板温度 70°C の Al(111) 上に 0.03 ± 0.01 ML/min の蒸着レートにて 30 min 間 Ge を蒸着した後の表面から得られた低速電子線回折 (LEED) 像である。これまで報告されている 3×3 周期^[4]を示すスポット (白矢印) に加えて、白丸で囲んだスポットが観測された。このスポットは左右にそれぞれ 19.1° 回転した $\sqrt{7} \times \sqrt{7}$ 周期の存在を示している。次に STM で同表面を観察したところ、Fig.2(a) に示すような輝点が六方晶に並んだ表面が得られた。ラインプロファイルの結果、この輝点は 7.5 ± 0.5 Å の間隔を持ち、Al(111)表面単位胞の $\sqrt{7}$ 倍 ($=7.57$ Å) によく一致した (Fig.2(b))。なお、試料バイアスを $-2 \sim +2$ V まで変化させて観察したが、明らかなバイアス依存性は見られなかった。さらに、表面上では、Fig.2(c) に示すように、輝点の列が約 38° 回転した 2 種類のドメインが観察された。これらは、前述した左右に 19.1° 回転した 2 つの $\sqrt{7} \times \sqrt{7}$ ドメインと考えられる。

References

- [1] M. Houssa *et al.*, Appl. Phys. Lett. **96**, 082111 (2010).
- [2] Z. Ni *et al.*, Nano Lett. **12**, 113 (2012).
- [3] M. E. Dávila *et al.*, New J. Phys. **16**, 095002 (2014).
- [4] M. Derivaz *et al.*, Nano Lett. **15**, 2510 (2015).

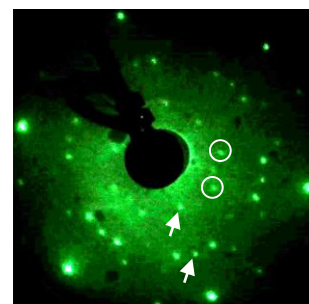


Fig. 1
LEED pattern ($E = 55$ eV) obtained from Ge/Al(111).

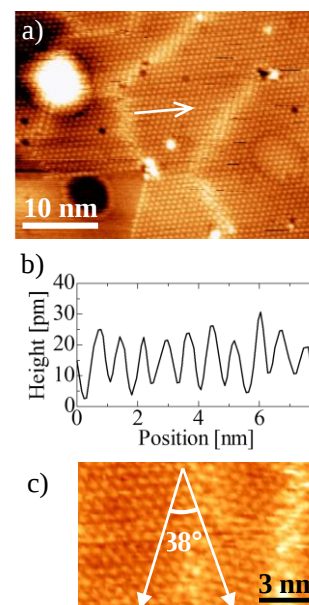


Fig. 2
(a) STM image obtained on Ge/Al(111). ($V_s = 1.3$ V, $I_t = 0.03$ nA). (b) Line profile obtained along the arrow shown in (a). (c) Two different rotational domains of $\sqrt{7} \times \sqrt{7}$ - 19.1° .