

Al(111)3×3 超周期ゲルマネンの角度分解光電子分光計測

ARPES measurement on germanene with Al(111)3×3 periodicity

阪大院工¹, 広大 HiSOR² ○久保 理¹, 木下 盛治朗¹, 佐藤 仁², 宮本 幸治², 遠藤 聡¹, 菅原 隆志¹

田畑 博史¹, 奥田 太一², 片山 光浩¹

Grad. Sch. Eng., Osaka Univ.¹, HiSOR, Hiroshima Univ.²

○Osamu Kubo¹, Seiji Kinoshita¹, Hitoshi Sato², Koji Miyamoto², Satoshi Endo¹, Ryuji Sugahara¹,

Hiroshi Tabata¹, Taichi Okuda², Mitsuhiro Katayama¹

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

[はじめに] 近年、グラフェンと同様に蜂の巣状の原子配列を持つIV族元素の単層材料が盛んに研究されている。これらは電界を印加することによりバンドギャップ幅を制御できる等、グラフェンとは異なる物性が理論研究で報告されている^[1]。Si 単層膜から成るシリセンの作製は比較的多く報告されている^[2]一方で、実験にてゲルマネンを作製した報告は少なく^[3-5]、その特徴であるディラックコーンを実験で証明した報告はほとんどない^[5]。最近我々は、Al(111) 基板上に Ge を堆積させた表面で Al(111) $\sqrt{7}\times\sqrt{7}$ 周期を持つ Ge 単層膜の蜂の巣状構造 (ゲルマネン) が形成されることを示した^[6]。しかし、この構造では基板との相互作用が強くディラックコーンが発現しない。これに対して先行研究で報告されている Al(111)3×3 周期を持つゲルマネンでは基板との相互作用が弱いとされている^[4]。本講演では、この 3×3 周期ゲルマネンに対して、角度分解光電子分光 (ARPES) を用いて電子バンド構造の測定を行った結果について報告する。

[実験・結果] 超高真空中でスパッタ・アニールによって清浄化した Al(111)表面に、基板温度約 100℃で Ge を 0.03±0.01 ML/min の蒸着レートにて 30 min 間を蒸着すると、Fig. 1(a) に示すような3×3の周期を示すLEED像が観測された。この表面に対して、Al(111)の Γ -K 方向に沿って取得した入射光エネルギー53eV で取得した ARPES 測定結果を Fig. 1(c) に示す。3×3 周期のブリルアンゾーンに対しては γ -k-m-k- γ (小文字で記述) 方向となる。表面には Al(111)面に特徴的な表面バンド (図中黒線) に加えて Ge 蒸着前には見られなかった様々なバンド分散が観測された。先行研究では表面には Ge 蜂の巣状構造が 2×2 の超周期を形成しているとされ、ディラックコーンは k 点に発現することが予測される。実際に Fig.1(c)には k 点付近に直線的なバンド分散 (図中矢印) が見られた。しかし、入射光エネルギーを変えると Al の表面状態とともにこのバンドも消失したことから、Ge ではなく Al 由来のバンドであることが示唆される。

本研究はJSPS 科研費 17H02788 および(公財)村田学術振興財団の助成を受けて行われました。

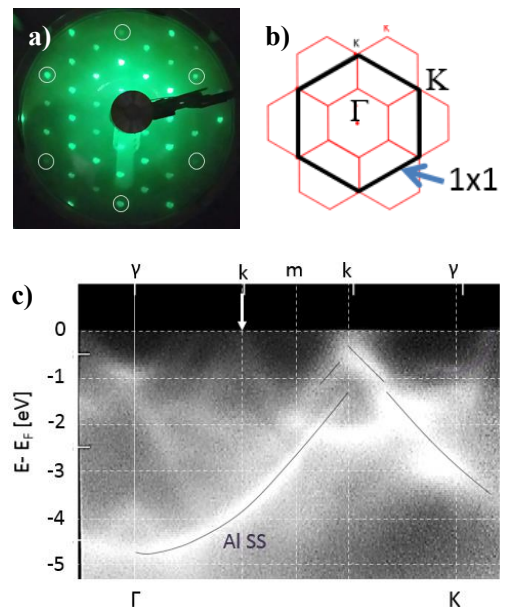


FIG. 1 LEED image obtained from germanene on Al(111). White circles indicate 1×1 spots. (b) Schematic of Brillouin zone for 1×1 and 2×2 periodic hexagonal lattices. (c) ARPES intensity obtained from germanene on Al(111).

References

- [1] M. Houssa, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **96**, 082111 (2010).
- [2] A. Fleurence *et al.*, Phys. Rev. Lett. **108**, 245501 (2012).
- [3] M. E. Dávila, *et al.*, New J. Phys. **16**, 095002 (2014).
- [4] M. Derivaz, *et al.*, Nano Lett. **15**, 2510 (2015).
- [5] M. E. Dávila and G. Le Lay, Sci. Rep. **6**, 20714 (2016).
- [6] 久保 他 2018 年応用物理学会秋季学術講演会 18p-431B-10.