

Al(111) $\sqrt{7}\times\sqrt{7}$ 周期ゲルマネンの電子バンド構造

Electronic band structure of germanene with Al(111) $\sqrt{7}\times\sqrt{7}$ periodicity

阪大院工¹, 広大 HiSOR² °久保 理¹, 遠藤 聡¹, 佐藤 仁², 宮本 幸治², 木下 盛治郎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, Satoshi Endo¹, Hitoshi Sato², Koji Miyamoto², Seiji Kinoshita¹, 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^[6]。最近我々は、Al(111) 基板の上に Ge を堆積させた表面で Al(111) $\sqrt{7}\times\sqrt{7}$ 周期を持つ Ge 単層膜が形成されることを見出し、STM 測定、密度汎関数理論 (DFT) 計算によりこれらが Al(111)表面上に形成された Ge 原子の蜂の巣状構造から成ることを示した^[6]。本講演では、このゲルマネン^[6]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)表面について、 Γ -K 方向に沿って取得した ARPES 測定結果を Fig. 1(a) に示す。表面には Al(111)面に特徴的な、-5eV 付近を底とした表面バンドが形成されている様子が見られる。この表面に基板温度 70°C で Ge を 0.02 \pm 0.01 ML/min の蒸着レートにて 30 min 間を蒸着すると、Fig. 2 に示すような $\sqrt{7}\times\sqrt{7}$ -R19.1° の周期を示す LEED 像が観測された。この表面の ARPES 測定結果には、Ge 蒸着前には見られなかった直線的なバンド分散が、 Γ 点付近に観測された (Fig. 1(b))。以前報告した構造モデル^[6]を基に、バンド構造のシミュレーションを行ったところ、Ge 蒸着によって形成されたバンドは最表面の Ge 層に由来するものではなく、Al の 2 層目より深い層からの寄与であることが示唆された。講演では、低速イオン散乱分光法を用いて行った構造解析の結果と合わせて議論する。

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。

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] S. Endo, *et al.*, Appl. Phys. Express **11**, 015502 (2018).

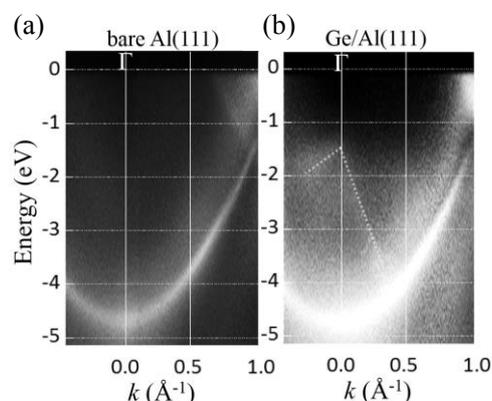


Fig. 1
ARPES intensity obtained from (a) Al(111) and (b) germanene on Al(111).

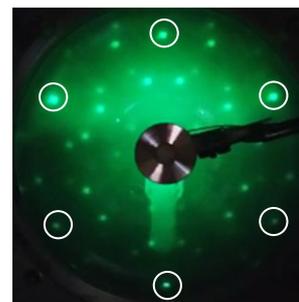


Fig. 2
LEED image for Al(111) $\sqrt{7}\times\sqrt{7}$ -R19.1° periodic structure formed by Ge deposition. White circles indicate Al(111)1 \times 1 spots.