

Ag(111)超薄膜上の Silicene エピタキシャル成長過程（実験）II

Epitaxial growth of silicene on Ag(111) ultra-thin-films II

平山 博之、青木 悠樹、大城敦也

H.Hirayama, Y. Aoki, A.Ohshiro

東京工業大学・大学院総合理工学研究科・材料物理学専攻

Department of Materials Science & Engineering, Tokyo Institute of technology,
Yokohama 226-8502

Si 原子がグラフェンのようにハニカム格子構造を取って2次元的に配列した silicene と呼ばれる物質は、理論計算により安定相として存在する可能性が指摘されている[1]。実験的にも最近、Ag(111)表面上では Si の6員環構造が繋がって表面全体に広がり、Ag1x1 格子に対して $2\sqrt{3}\times 2\sqrt{3}$ の周期で整合した silicene が形成されたと言う STM の観測結果が報告されている[2]。しかし極く最近、先の報告とは全く異なった STM 像の結果から、Ag(111)上では正しくは 4×4 および $\sqrt{13}\times\sqrt{13}$ の2つの周期性を持つ silicene の相が現れることが報告された[3]。このため现阶段で、Ag(111)表面に silicene が本当に形成されるのか、また形成されるとすればどのような成長過程を辿るのか明らかでない。

今回我々は、Si(111)基板上に成長した Ag(111)超薄膜表面上に様々な温度、蒸着レートで Si を蒸着させ、その成長過程を LEED（低速電子線回折）と STM により追跡することで、Ag(111)表面上の silicene のエピタキシャル成長条件および成長過程を詳細に調べた。この結果、silicene のエピタキシャル成長は 230°C を中心とした極めて狭い成長温度でのみ実現できること、またその成長には Si 蒸着速度を極めて低く抑えることが必要であることを確認した。さらに最適条件下で silicene 成長を行った場合、初めはグラフェン構造が弱くバククルして下地の Ag1x1 格子に対して $\sqrt{13}\times\sqrt{13}$ の周期性で整合した相がステップ端から形成され始めること、この silicene 層は Si 被覆率とともにステップ端からテラスへと広がっていき、やがてその中に Ag1x1 格子に対して 4×4 の周期性で整合した silicene 相が現れること、さらに被覆率を増加させると $\sqrt{13}\times\sqrt{13}$ 構造よりも 4×4 構造を持った silicene のドメインが広がっていくことを発見した。当日はこれら実験結果の詳細を報告する。また 4×4 および $\sqrt{13}\times\sqrt{13}$ の整合性を持った silicene の構造と STM 像の対応について議論する。

[1] S. Cahangirov, M. Topsakal, E. Akturk, H. Sahin, S. Ciraci, Phys. Rev. Lett. **102**, 236804 (2009).

[2] B. Lalmi, H. Onghadou, H. Enriquez, A. Kara, S. Vizzini, B. Ealet, B. Aufray, Appl. Phys. Phys. **97**, 223109 (2010).

[3] P. Vogt, P. De Padova, C. Quaresima, J. Aila, E. Frantzeskakis, M. C. Asensio, G. LeLay, Presented in ISSS-6, Dec.11-15, 2011, Tokyo, Japan.