

Si 圧力に依存した 4H-SiC{0001} 上グラフェン成長安定化機構

Si-pressure dependence of graphene growth mechanism on 4H-SiC{0001}

関学大理工 〇芦田 晃嗣, 久津間 保徳, 重政 英史, 玉井 尚登, 大谷 昇, 金子 忠昭

School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University

〇Koji Ashida, Yasunori Kutsuma, Hidefumi Shigemasa, Naoto Tamai, Noboru Ohtani, Tadaaki Kaneko

E-mail: aid75966@kwansei.ac.jp

大面積かつ高品質なグラフェンを形成する手法として、SiC 表面の熱分解法が注目されている。これは、下地基板である SiC 結晶表面から Si 昇華を誘起させ、残留した C 原子を SiC 界面にて自己組織化させる手法である。グラフェンの結晶性向上には、黒鉛自体の結晶化駆動力が発現する高温領域での成長条件 ($>2000^{\circ}\text{C}$) が有効と考えられる[1]。さらに、グラフェン成長過程における SiC 結晶表面・界面でのステップ-テラス構造を精密に制御することも重要である。しかしながら現状では、 2000°C 領域までの高温化自体が装置・部材限界を突破する必要があり、従って SiC 表面・界面の安定性までを考慮に入れたグラフェン成長機構の報告例はない。我々はこれまで、 $1600\text{-}2100^{\circ}\text{C}$ 領域における 4H/6H-SiC 結晶表面がもつ熱的安定性を検証することを目的に、高温気相環境中の Si/C 分圧比制御を可能にする触媒機能付き新規部材 TaC を独自に開発し、その部材で構築した容器 (準閉鎖環境) を用いて、SiC 単結晶の積層構造を反映したステップ高さと基底面との安定性について明らかにしてきた [2]。さらに Si 蒸気圧を精密に制御しながら、Si-rich 条件から C-rich 条件へ至る遷移過程でグラフェン安定成長領域が存在することを見出した[3]。本報告では、グラフェン安定成長領域でのグラフェン成長機構を SiC 表面・界面の安定性の観点から議論する。

実験では 4H-SiC{0001}Si 面、C 面のオン基板それぞれを TaC 製の容器内に閉じ込め、超高真空下 $1600\text{-}2100^{\circ}\text{C}$ で加熱した。特徴は、SiC からの Si 昇華成分がグラフェン成長時の Si 蒸気圧成分として再利用されることである。SiC 基板表面には前処理として、Si 蒸気圧環境下 1900°C 10 分間での超平坦化処理を施し、研磨加工時の潜傷を除去した。評価には AFM、ラマン分光法を用いた。

結果の一例として、C 面上で安定に成長させたグラフェンの表面 AFM 像を Fig.1(a)に示す。超高真空環境での成長においてみられるピット、また Ar 環境での成長において見られるアイランドの形成が抑制された表面が得られた。またラマン分光法により、1-2 層のグラフェンが均一に成長していることを確認した。これはグラフェン成長過程において、TaC 容器内に発生した Si フラックスが SiC(000-1)テラスを安定化し、ステップ端からの SiC 熱分解が優勢となった結果であると考えられる。

Reference

- [1] C. Virojanadara, et al., Phys. Rev. B, 78 (2008) 245403.
 [2] 萩原 他 SiC および関連ワイドギャップ半導体研究会 第 21 回講演会 予稿集 p-78.
 [3] 久津間 他 SiC および関連ワイドギャップ半導体研究会 第 21 回講演会 予稿集 p-224.

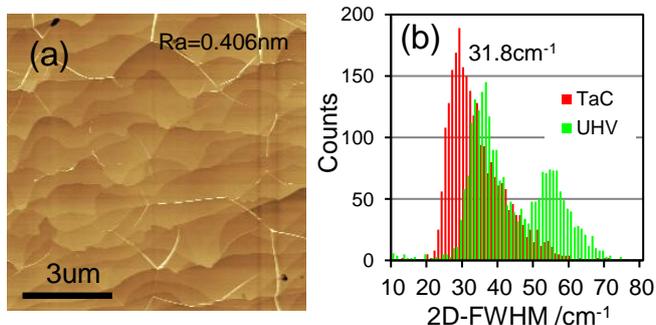


Fig.1 : (a) TaC 容器内において 2000°C で 1 分間加熱した 4H-SiC(000-1)表面 AFM 像。(b) TaC 容器内、および超高真空下で成長させたグラフェンの 2D-FWHM 分布 ($50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ 視野)。