

SiC 上グラフェン成長とステップバンチングの影響

Relation between graphene growth and step-bunching on SiC

°安井 理¹・乗松 航¹・楠美智子² (1. 名大院工、2. 名大エコ研)°Osamu Yasui¹ Wataru Norimatu¹, Michiko Kusunoki² (1.Nagoya Univ., 2.Ecotopia Lab.)

E-mail: yasui.osamu@c.mbox.nagoya-u.ac.jp

グラフェンは高いキャリア移動度と機械的特性から次世代電子材料として期待されている。グラフェンは SiC 表面分解法と呼ばれる合成法で合成することが出来る。その成長メカニズムは、グラフェン核形成が SiC ステップ付近で起き、グラフェンが SiC ステップを覆い、その後テラス面を覆うようにグラフェンが成長するとされている。しかし、グラフェン成長は千数百°C という高温での現象であり、低い高さのステップが集合するステップバンチングと言われる現象が同時に起こる。グラフェンとステップバンチングとの関係については、初期 SiC 表面形態に関わらず、グラフェンが成長した時点では激しいバンチングが起こるといふ報告がなされている[1]が、系統的な実験に関する論文発表はこの他にはほとんどない。本研究ではグラフェン形成とステップバンチングのメカニズムを、様々な加熱条件を系統的に観察することで調べた。

グラフェン成長条件は、加熱雰囲気、加熱温度、昇温時間の 3 種類の要素を組み合わせ、それぞれ系統的に変化させた。加熱雰囲気は、(1) Ar 大気圧フロー雰囲気 (2) Ar 静的減圧雰囲気の 2 種類で、加熱温度は 1400°C~1650°C を用いた。昇温速度は 4 種類で、それぞれ (i) 270°C/min, (ii) 160°C/min, (iii) 80°C/min, (iv) 40°C/min ある。これらの組み合わせから 12 種類のサンプルを作製し、系統的に観察を行った。さらに、異なる初期 SiC 表面形態を用いて同様の実験を行った。得られたサンプルは AFM(原子間力顕微鏡)、ラマン分光分析装置を用い観察と解析を行った。

図 1 は(a) Ar フロー雰囲気下と(b) Ar 減圧雰囲気下で作製したグラフェンの AFM の形状像である。Ar フロー雰囲気下で作製したグラフェン基板の表面は、ステップ高さ 10nm であり、激しくステップバンチングが起きている。しかしながら、Ar 減圧雰囲気下でのものはステップ高さ 0.75nm でバンチングは抑制されている。系統的な実験の結果から、これらの違いの起源を検討した。図 2 は(a) Ar フロー雰囲気下と(b) Ar 減圧雰囲気下におけるグラフェンとステップバンチングの関係を示した模式図である。Ar フロー雰囲気下では、グラフェン形成開始温度が 1600°C である為に、ステップバンチングは 1200°C~1600°C の広い温度域で生じる。それに対し、Ar 減圧雰囲気下ではグラフェン形成の開始温度は低下し、1400°C 付近になるため、ステップバンチングが起こる温度域は 1200°C~1400°C と狭い。従って、グラフェン形成開始温度の差がグラフェン表面形態に影響を与えると考えられる。系統的な実験の結果から、グラフェン形成後にはステップバンチングが起こらないことに加え、グラフェン形成前の高温での正味の保持時間を制御することでステップバンチングの程度を制御できることがわかった。

[1] M.H Oliveira, Jr., et al., Appl. Phys. Lett., 99, 111901 (2011)

図 1 (a)
Ar フローおよび
(b) Ar 減圧雰囲気
で成長したグラ
フェンの AFM 形
状像。

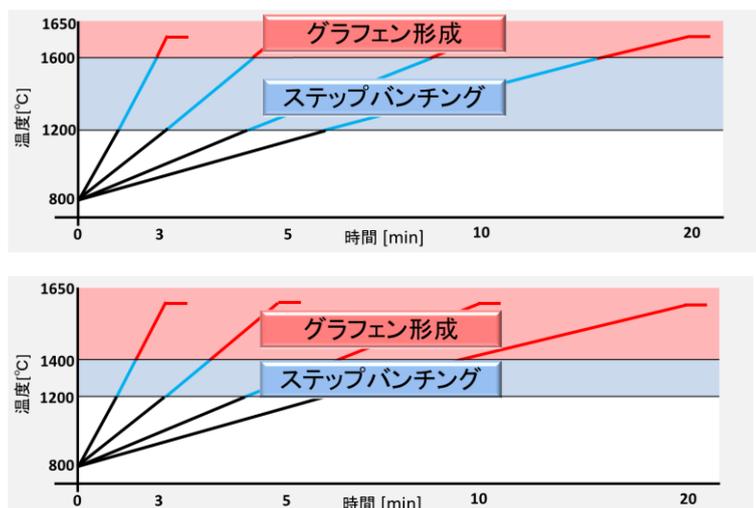
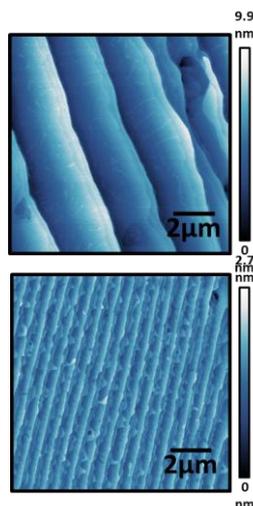


図 2 グラフェン形成とステップバンチング温度域の模式図。