

c、m面サファイア上でのグラフェン CVD 成長メカニズムの比較

Comparison of graphene CVD growth mechanism on *c*- and *m*-plane sapphire

関学大理工[○](M2)川合良知、(B4)小田昂到、(M2)中尾拓登、日比野浩樹

Kwansei Gakuin Univ., Y. Kawai, T. Nakao, T. Oda, and H. Hibino

E-mail: ivv16375@kwansei.ac.jp

グラフェンは優れた物性により次世代電子デバイス材料として注目を集めている。しかし、金属上に化学気相成長(CVD)させたグラフェンをデバイスに加工するためには転写が不可欠であり、その際に導入される汚染や欠陥が物性を低下させる課題がある。そこで、転写プロセスが不要な絶縁基板上へのグラフェンの直接成長技術が求められている。最近、サファイア上へのグラフェンの直接 CVD において、*r* 面での成長速度が *c* 面、*a* 面に比べ大幅に速いことや[1]、Al リッチな再構成構造をもつ *c* 面上に非常に均一なグラフェンが得られることが報告された[2]。しかし、サファイア上でのグラフェンの成長メカニズムには不明な部分が多い。本発表では、高温常圧 (AP) CVD 法を用い *c* 面と *m* 面サファイア上でのグラフェン CVD 成長メカニズムを調べたので報告する。

1500 °C に加熱した *c* 面、*m* 面サファイア基板上に、CH₄を原料、Ar/H₂(3.8 vol%)をキャリアガスとして APCVD 法を用いてグラフェンを合成した。成長させた試料は、顕微ラマン分光法、原子間力顕微鏡法、低エネルギー電子顕微鏡法 (LEEM) を使用して評価した。

図 1 は、*m* 面サファイア上に異なる時間成長させたグラフェンの AFM 高さ像である。5 分間成長した時点で既にグラフェンは全面を被覆しており、成長時間をさらに長くすると基板表面に穴ができることが確認できる。一方、*c* 面サファイア上では全面被覆に 45 分を要したため、*m* 面の方がグラフェンの成長速度が速い。AFM 像中の水色の線に沿った断面図から、穴は時間と共に深くなっており、グラフェンの原料の炭素がサファイア表面の酸素と反応して脱離した結果であると考えられる。図 2 は、*m* 面サファイア上に成長させたグラフェンのラマンスペクトルである。*I*_{2D}/*I*_G 値から、全ての成長時間でグラフェンが単層であること、*I*_D/*I*_G 値から、成長時間が長いほど結晶性が高いことがわかる。成長時間が延びると、単層のまま結晶粒サイズが拡大すると考えられる。

[1] Y. Ueda *et al.*, Appl. Phys. Lett. **115**, 013103 (2019). [2] N. Mishra *et al.*, Small **15**, 1904906 (2019).

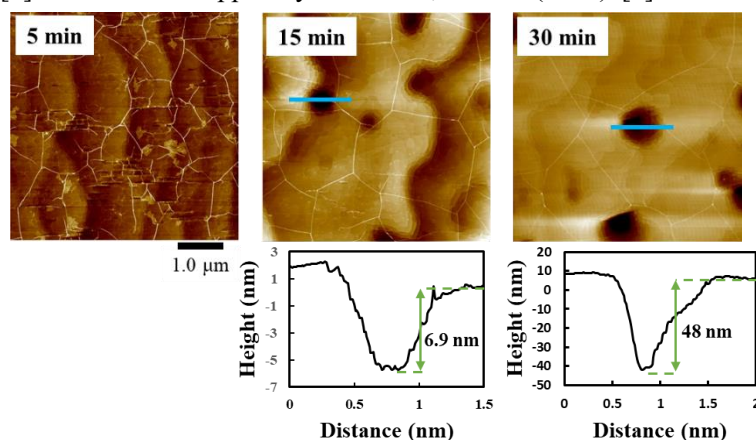


Figure 1: AFM height images of graphene grown on *m*-plane sapphire for different growth times.

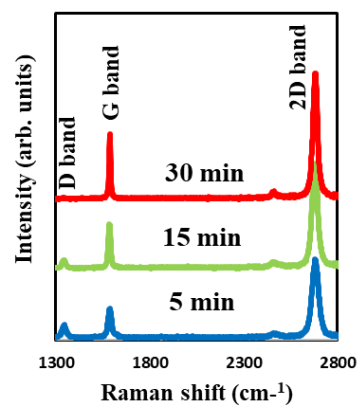


Figure 2: Raman spectra of graphene on *m*-plane sapphire.