

急冷法による SiC (0001) 上バッファ層フリーグラフェンの作製

Buffer-layer-free graphene on SiC (0001) by quenching method

〇包 建峰¹、岩田 寛²、乗松 航²、楠 美智子¹

(1. 名古屋大学エコトピア科学研究所、2. 名古屋大学大学院工学研究科)

E-mail: baojianfeng0920@esi.nagoya-u.ac.jp

グラフェンは炭素原子一層分の厚さを持つ二次元膜である。シリコンカーバイド (SiC) 熱分解法では、絶縁性基板上へのウェハースケール単結晶グラフェンのエピタキシャル成長実現の可能性が高い。しかしながら SiC 上グラフェンにおいては、グラフェンと SiC 基板の間にバッファ層が存在し、これがグラフェンの電気特性に大きな影響を与えることが知られている。最近の研究では、水素などの他元素をインターカレーションさせバッファ層を除去する報告が多くされている。本研究では、全く新しい手法によって、バッファ層フリー SiC 上グラフェンの作製を試みた。注目したのは、グラフェンが室温から数百℃の温度範囲で負の熱膨張係数を持つ事実である[1]。一方で SiC は正の熱膨張係数を持つ。すなわち、SiC 上グラフェンを数百℃から急冷することで急激な格子定数の変化からグラフェン (バッファ層) と SiC の結合が切れることが期待される。実際にはまず、SiC(0001)基板上にあらかじめバッファ層あるいは数層グラフェンを成長させ、この基板を石英管中に真空封入する (真空度 4.8×10^{-3} Pa 程度)。これを 400~1000℃に加熱して 30 分保持した後、液体窒素中に投入することで急冷処理を施した。得られた試料に対し、原子間力顕微鏡 (AFM) および透過型電子顕微鏡 (TEM) 観察、ラマン分光測定、および Hall 効果測定を行うことにより、グラフェン/バッファ層/SiC 構造の変化を調べた。

図 1 に、SiC 上にバッファ層のみ成長させた試料を用いて行った、同一基板の急冷処理前後での AFM 像およびラマンスペクトルを示す。急冷前後で AFM 像は類似のコントラストを持っており、位相像のコントラストから、大部分の面積で均一な表面であることがわかる。複数の領域から得られた (SiC 基板成分を差し引いた) ラマンスペクトルでは、急冷前には 2D バンドは存在せず、ブロードな G および D バンドが存在することから、表面はバッファ層であることがわかる。急冷後にはシャープな 2D バンドが見られることから、バッファ層がグラフェン化したことがわかる。数層グラフェン試料を用いて同様の実験を行ったところ、TEM 観察の結果からグラフェンが基板からわずかに離れていることが、Hall 効果測定の結果からはキャリアタイプが N 型から P 型に変わり、移動度は 3 倍程度に上昇することがわかった。

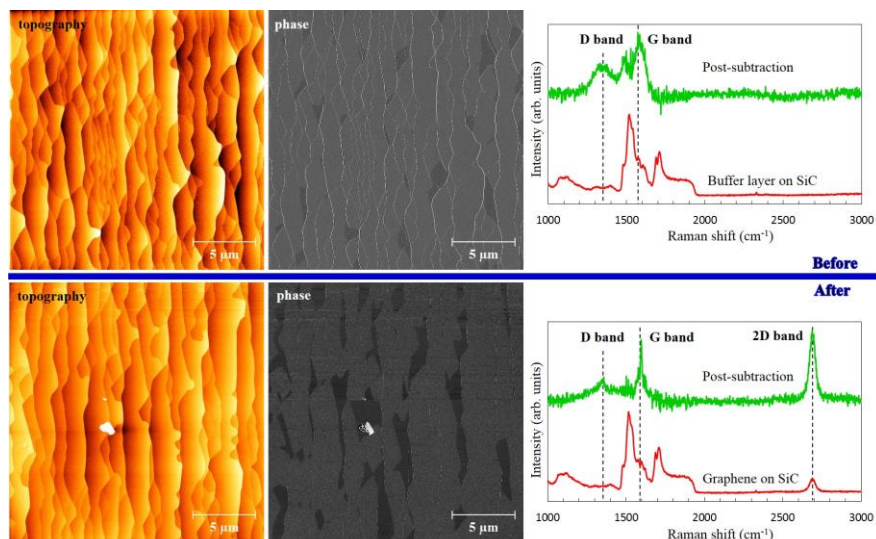


図 1 900℃からの急冷前後での AFM 像およびラマンスペクトル。

[1] E. G. STEWARD, B. P. COOK, E. A. KELLETT, *Nature* 1960, 187, 1015–1016.