

SiC 上バッファ層の水素雰囲気下でのアニール - グラフェンリッジの生成とエッチング -

Ridge formation and etching of graphene after annealing in hydrogen

NTT 物性基礎研¹, 長岡技科大², °高村 真琴¹, 高木 翔平^{1, 2}, 前田 文彦¹, 日比野 浩樹¹

NTT Basic Research Labs.¹, Nagaoka Univ. of Tech.², Makoto Takamura¹, Shohei Takagi^{1, 2},
Fumihiko Maeda¹, Hiroki Hibino¹, E-mail: takamura.makoto@lab.ntt.co.jp

擬似的にフリースタンドした単層グラフェン(Quasi-free-standing monolayer graphene; QFMLG)は、SiC 基板上のバッファ層を水素雰囲気下でアニールし、基板-バッファ層間の Si-C 結合を切断することで得られる。QFMLG は、下地からのフォノン散乱が抑制されるため、高い移動度を示すと期待できる。しかしながら、低温アニールではバッファ層の残存が、高温ではグラフェンへの欠陥の誘起が予想され、QFMLG 作製に最適なアニール温度があると考えられる。そこで今回、QFMLG の構造と界面状態に着目して高移動度を得るためのアニール温度を探索した。その過程で、高温でのアニールにより、グラフェン及び SiC 基板がエッチングされることを見出したので報告する。

QFMLG は、SiC(0001)基板上のバッファ層を 500 ~ 1250 °C の大気圧高純度 H₂ 雰囲気下で 1 時間アニールして作製した。移動度は van der Pauw 法により室温、真空中で測定した。

移動度はアニール温度に対してピークを示し、650 °C で最高の約 3000 cm²V⁻¹s⁻¹ の移動度が得られた。XPS で表面状態を調べたところ、低温の 500 °C ではバッファ層の残存を示すピークが見られた。一方、高温の 1000 °C では、ラマンスペクトルに欠陥を示す D ピークは見られなかったが、AFM 像に約 1 nm 高さのリッジが現れた。リッジ構造は SiC 上の数層グラフェンにおいても複数報告されており、グラフェンと SiC 基板との熱膨張係数の差に起因してできたと考えられる。さらに高温の 1250 °C では、リッジ(図 1a の白い部分)に加えて、約 4 nm 深さの溝(図 1a の黒い部分)が現れるようになった。断面 TEM 観察により、この溝はグラフェンと SiC がエッチングされてできたものであることが分かる(図 1c)。またこのエッチングは結晶方位に依存し、溝は互いにほぼ 120° の角度をなしているが、リッジには明確な規則性は見られない(図 2)。このようにグラフェンが幾何学的にエッチングされる現象は非常に興味深い。以上のような低温及び高温アニールで見られた結晶性の乱れが移動度を低下させる要因と考えられる。

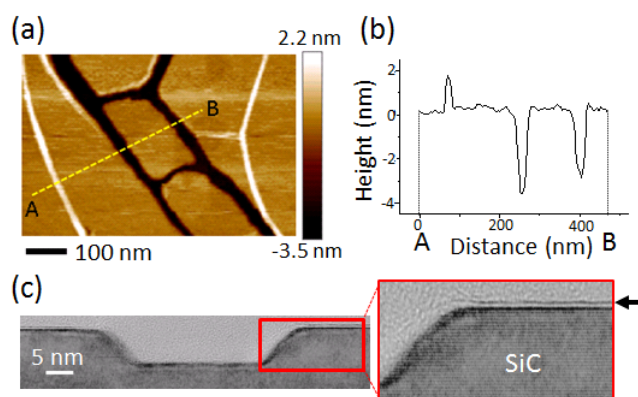


Fig. 1 (a) AFM topography image, (b) line profile along the line A-B and (c) TEM cross sections of QFMLG annealed at 1250 °C. The arrow shows QFMLG layer.

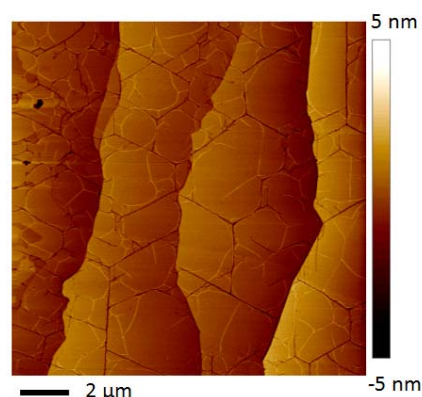


Fig. 2 AFM topography image of QFMLG annealed at 1250 °C.