

紫外レーザー照射によるグラフェンの層数選択プロセス

Graphene layer number selective process by ultra-violet laser irradiation

阪大極限センター、○栗原 正志、若家 富士男、阿保 智、高井 幹夫

CQSTEC, Osaka Univ., Tadashi Kurihara, Fujio Wakaya, Satoshi Abo, Mikio Takai

E-mail: kurihara@nano.cqst.osaka-u.ac.jp

グラフェンはその電気伝導率、可視光の透過率、機械的強度の高さのため、様々な分野への応用に向けて多くの研究がおこなわれている。グラフェンは層数によりキャリア移動度やバンド構造が異なる特性を持つため、デバイス応用の際にはグラフェンの層数制御が重要となる。我々はこれまでに、グラフェンが膜厚に依存する閾値以上のレーザーパワー密度の KrF エキシマレーザーの照射により SiO₂/Si 基板上から完全に除去されることを明らかにした[1-4]。また、パルスレーザー照射による基板の瞬間的な熱膨張が機械的な振動を励起し、グラフェンが吸着力以上の力を受けることにより空気中に放出されることが加工の原理であると報告した[4]。今回は、同様の現象を用いて SiO₂/Si 基板上のグラフェンを層数選択的に除去する方法を開発した。

SiO₂/Si 基板上に機械的剥離法を用いて得たグラフェンへ KrF エキシマレーザー ($\lambda = 248$ nm) を照射し、照射前後のグラフェンの変化を光学顕微鏡、AFM、およびラマン分光法で評価した。

図 1 はレーザー照射前(a)後(b)の光学顕微鏡像とその模式図(c, d)である。基板上には膜厚 1 nm のグラフェン(図 1 a の右向き矢印が指す)と 0.3 nm のグラフェン(図 1 a, b の下向き矢印が指す)が確認された。5.2 MW/cm² のレーザーの照射により膜厚 1 nm のグラフェンが除去されていることがわかる。その一方で膜厚 0.3 nm のグラフェンは基板上から取り除かれなかった。このことから適切なレーザーパワーを設定することにより、特定の膜厚のグラフェンのみを基板上に残すことが可能であることが示された。

[1] F. Wakaya, et al., Microelectronic Engineering 97 (2012) 144

[2] 栗原正志 他 第 73 回応用物理学会学秋季術講演会, 2012 年 9 月 11-14 日, 愛媛

[3] F. Wakaya, et al., 38th Intern. Conf. on Micro and Nano Engineering, Toulouse, Sept. 16-20, 2012

[4] 栗原正志 他 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 2013 年 3 月 27-30 日, 神奈川

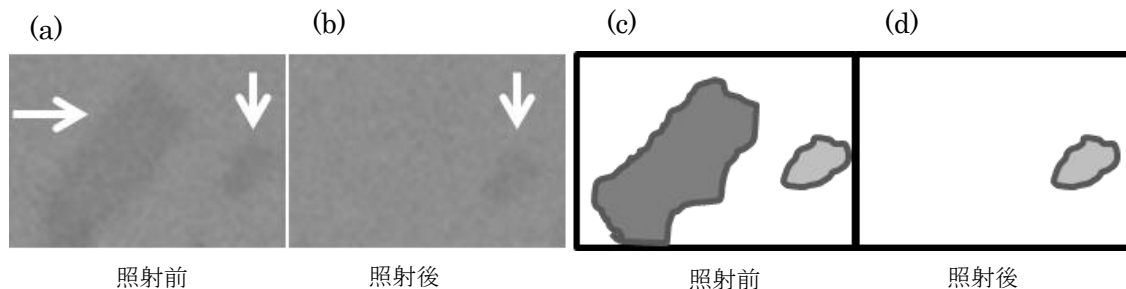


Figure 1. Optical microscope images of graphenes (a) before and (b) after laser irradiation with 5.2 MW/cm² power density. (c) and (d) are illustrations of graphenes in (a) and (b), respectively. The thicknesses of graphenes which are pointed by horizontal and vertical arrows are 1 nm and 0.3 nm, respectively. Only the thicker graphene is removed by laser irradiation.