

ゲート制御型端選択的光酸化によるグラフェンナノリボン形成

Graphene Nanoribbon Fabrication by Gate-Controlled Edge-Selective Photo-Oxidation

松本 守広、[○]野内 亮 (阪府大 21 機構)

Morihiro Matsumoto, [○]Ryo Nouchi (Osaka Pref. Univ.)

E-mail: r-nouchi@21c.osakafu-u.ac.jp

グラフェンはその究極的な薄さから、表面化学現象を電界効果トランジスタ (FET) 構造により制御可能である。グラフェンは大気中の紫外光照射により容易に酸化されることが知られているが、我々はこの電界効果表面化学の概念に従い、FET 構造、特にゲート電圧の極性によりグラフェンの光酸化の発現が制御できることを示した (図 1) [1]。このゲート制御型光酸化は、トランジスタのグラフェンチャンネル部分において端選択的に起こり、徐々にチャンネル内部へと進行していくことが分かっている。酸化グラフェンは絶縁体であるため、本現象を利用することでグラフェンの狭細化が可能となるわけである。グラフェンはバンドギャップを有さないため、スイッチング素子、特にデジタル素子への応用には向かないが、ナノスケールまで狭細化すること (ナノリボン化) によりバンドギャップが導入されることが知られている。本講演では、ゲート制御型端選択的光酸化を利用することで、グラフェンのナノリボン化を試みた結果について報告する。

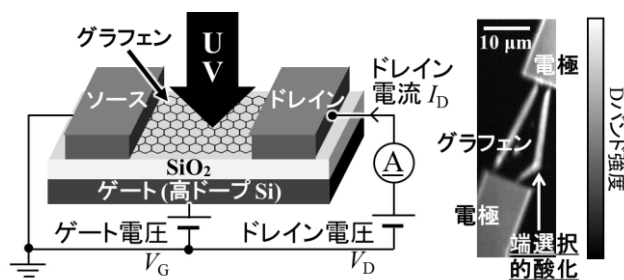


図 1 グラフェンのゲート制御型端選択的光酸化。

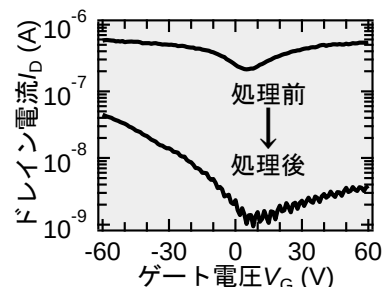


図 2 狭細化による伝達特性の変化。

本研究では、機械的剥離法により 300 nm 厚の熱酸化膜を有するシリコンウェハ上に形成した単層グラフェンを用いた。その上に、電子線リソグラフィプロセスにより Cr を接着層として有する Au 電極を作製し、図 1 と同様の FET 構造を得た。この構造を用いてゲート電圧 -60 V 印加中に、紫外光 (ウシオ UXM-Q256BY、 $\sim 2 \text{ W/cm}^2$) を大気中 (27°C、相対湿度 60%) で照射した。この処理の前後における FET の伝達特性 (図 2) を比較すると、室温でのオンオフ比が 3 から 50 へと大幅に増大しており、グラフェンの半導体化に成功したことを意味している。本手法は、FET 構造を用いるため、狭細化処理中のドレイン電流をモニターしながら行う。従って、電流レベルにより狭細化の度合いを比較的容易に制御可能と期待される。また、大気中且つ室温程度という穏和な環境下でナノリボン化が可能であるため、熱に弱いプラスチック等の柔軟性基板上のグラフェンに対しても適用可能と考えられる。

[1] N. Mitoma and R. Nouchi: Appl. Phys. Lett. **103** (2013) 201605.