

イオンゲルを用いて電気化学ドーピングした単層グラフェンの ラマン散乱分光による評価

Characterization of single-layer graphene electrochemically doped by an ion gel using Raman scattering spectroscopy

名大院工¹, 九大 GIC²

○犬飼 大樹¹, 小山 剛史¹, 河原 憲治², 吾郷 浩樹², 岸田 英夫¹

Nagoya Univ.¹, Kyushu Univ.²

○Daiki Inukai¹, Takeshi Koyama¹, Kenji Kawahara², Hiroki Ago², Hideo Kishida¹

E-mail: inukai.daiki@h.mbox.nagoya-u.ac.jp

単層グラフェンのエレクトロニクスデバイス応用において、ドーピング濃度を自在にコントロールすることは非常に重要である。特に、数ボルトの印加電圧で 10^{13}cm^{-2} 程度のドーピング濃度を実現できることから、イオンゲルを用いた電気化学ドーピングが広く利用されている[1]。イオンゲルを用いた電気化学ドーピングにおける高いドーピング濃度は、イオン液体分子とグラフェンが極めて近接していることに起因する。また、高い光透過性を示すため、光デバイスへの応用も可能である[2]。

このようにイオンゲルを用いた電気化学ドーピングは有効な手法であるが、電解質を直接グラフェンに接触させているために、グラフェンの格子系や電子系に影響が出る可能性がある。実際、固化させていないイオン液体を用いたグラフェンの電気化学ドーピングでは、イオン液体分子の接触がグラフェンにおける周期構造に関する欠陥としてふるまい、電子状態に影響を与えることを報告している[3]。そこで、本研究ではイオンゲルを用いた電気化学ドーピングが単層グラフェンにどのような影響を与えるのか、またそのメカニズムについてラマン散乱分光により評価した。

イオン液体 1-ethyl-3-methylimidazolium bis (trifluoromethylsulfonyl) imid ([EMIM][TFSI]) / トリブロックコポリマー polystyrene-*b*-poly(ethylene glycol)-*b*-polystyrene (PS-PEG-PS) のジクロロメタン溶液を単層グラフェンが転写された ITO/SiO₂ 基板上に滴下、スピンコートし、平面型の電気化学ドーピングセルを作製した。セルの ITO 電極間に電圧を印加することによりグラフェンのドーピングを行った。ラマン散乱分光では 632.8nm の He-Ne レーザーを励起光に用い、グラフェンの G モード、D モード、2D モードの印加電圧依存性を観測した。これらラマンピークの波数、および各ピークの強度比について詳細な解析を行った。格子ひずみやドーピング濃度の情報を得て、固化させていないイオン液体を用いた場合[3]と比較した。発表では、これらの結果から、単層グラフェンの電気化学ドーピングにおけるイオン液体分子の振る舞いについて議論する。

[1] C. F. Chen *et al.*, Nature **471**, 619 (2011).

[2] D. Huang *et al.*, Nano Lett. **18**, 7985 (2018).

[3] D. Inukai *et al.*, J. Phys. Chem. C **124**, 26428 (2020).