

## カリウム添加二層グラフェンの電気特性

### Electrical properties of potassium doping of bilayer graphene

産総研 ○山田 貴壽, 沖川 侑揮, 長谷川 雅考

AIST, °Takatoshi Yamada, Yuki Okigawa, Masataka Hasegawa

E-mail: takatoshi-yamada@aist.go.jp

グラフェンの電子デバイス応用には、n 型・p 型制御が重要な技術課題である。水分(H<sub>2</sub>O)<sup>1)</sup>や硝酸(HNO<sub>3</sub>)吸着<sup>2)</sup>により p 型を示すこと、アンモニア(NH<sub>3</sub>)吸着<sup>3)</sup>による n 型導電性が報告されている。しかし、表面吸着による導電性制御は長期安定性に課題があると考えられる。カリウムがグラファイトの層間に挿入されると化合物を形成<sup>4)</sup>し安定であることや、カリウムが添加されたカーボンナノチューブが n 型を示す<sup>5)</sup>ことから、グラフェン層間にカリウムを挿入することで安定な n 型化の実現が期待された。本研究では、プラズマ CVD 法で成膜した二層グラフェンを用いて、カリウム添加による n 型化を行った<sup>6)</sup>。

銅箔上にプラズマ CVD 法にて二層グラフェンを成膜した。グラフェン表面に PMMA を保持材として塗布し銅箔を塩化第二鉄水溶液でエッチングした。PMMA/グラフェン構造を水酸化カリウム水溶液に浸し、リンス後に SiO<sub>2</sub>/Si 基材に転写した。アセトンにより PMMA 除去し、試料を 300 度の熱処理をすることでカリウム添加グラフェンを作製した。作製した試料を TEM/EDS、XPS 評価した結果、カリウム添加が添加されていることが確認された。ラマン分光法による G バンドの半値幅の評価から、カリウムが層間に存在していることは示唆された。

電気特性測定のためフォトリソグラフィによりホールバー素子を作製した。電気特性は、真空中、室温で測定した。測定前に、試料表面の水分除去のため、真空中にて 200°C の熱処理を 2 時間行った。図 1 に、シート抵抗—ゲート・ソース間電圧特性を示す。ディラック点が -7.2 V であることが確認できた。水酸化カリウム水溶液処理を施していない試料で作製したホールバー素子のディラック点は +7.4 V と正の電圧を示したことから、カリウム添加により n 型伝導性が得られたと考えられる。およそ 6 ヶ月後でも電気特性が変化しないことも確認できていることから、カリウムが層間に安定に存在していると思われる。

本研究の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務 (P16010) として実施された。

- 1) P. L. Levesque et al., *Nano Lett.* **11**, 132 (2011).
- 2) S. Bae et al., *Nat. Nanotechnol.* **5**, 574 (2010).
- 3) X. Wang et al., *Science* **324**, 768 (2009).
- 4) C. A. Howard et al., *Phys. Rev. B* **84**, 242404(R) (2011).
- 5) A. M. Rao, et al., *Nature* **388**, 257 (1997).
- 6) T. Yamada et al., *Appl. Phys. Lett.* **112**, 043105 (2018).

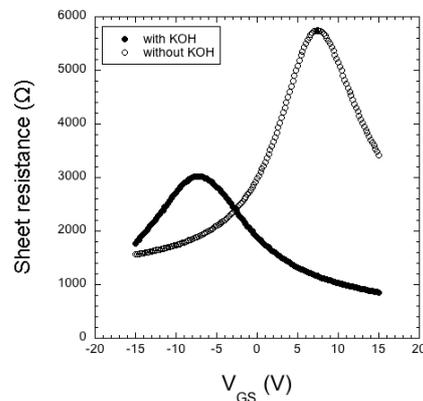


図 1. シート抵抗—ゲート・ソース間電圧特性