

カリウム添加多層グラフェンの電気特性評価

Electrical characterization of potassium doped multilayer graphene

産総研¹, 静岡大², 東北大³ ○山田貴壽¹, 増澤智昭², 小川修一³, 高桑雄二³, 沖川侑揮¹

AIST¹, Shizuoka Univ.², Tohoku Univ.³, °Takatoshi Yamada¹, Tomoaki Masuzawa², Shuichi Ogawa³,

Yuji Takakuwa³, Yuki Okigawa¹

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

KOH 水溶液を用いたカリウム添加により二層グラフェンが n 型伝導性を示すことを報告している[1]。しかし、カリウムの位置やキャリア生成機構が明らかではなく、グラフェン表面や基板界面に吸着や終端したカリウムが電気特性に影響を及ぼすことも考えられた。本研究では、二層に比べて分析が容易な多層グラフェンを用いて KOH 水溶液によりカリウムを添加し、グラフェン層内のカリウムの分布を TOF-SIMS により評価した。さらに、テープを用いた剥離法により表面および基板界面近傍のグラフェン層を除去し、剥片化したグラフェンを SiO₂ 上に転写して作製した FET の電気特性を評価した。

Ni 箔上に成膜された多層グラフェンを用いた。多層グラフェン表面に PMMA を塗布し、塩化第二鉄水溶液で Ni 箔をエッチングし、PMMA/グラフェン構造を KOH 水溶液に浸した。純水によるリンス後に PMMA/グラフェン構造を石英上に転写し、PMMA をアセトンで除去した。得られた試料を TOF-SIMS で分析したところ、カリウムが膜厚方向に一様に分布していることが確認された[2]。カリウム添加による欠陥形成はなく、G バンドピークが高波数側にシフトしたことがラマン分光法により確認された。

剥離法によりカリウム添加多層グラフェンの厚みを 3 nm 程度に剥片化し、SiO₂/Si 上に転写してバックゲート型 FET を作製した(図 1)。真空中で測定したカリウム添加多層グラフェン FET のシート抵抗-ゲート・ソース間電圧特性を図 2 に示す。比較として、厚みが同程度である pristine の多層グラフェンの特性も示す。カリウム添加および pristine 多層グラフェン FET の Dirac 点は -4.4 V および +3.8 V であった。特性にヒステリシスは観測されなかった。二層グラフェンと同様に、カリウム添加により多層グラフェンは n 型伝導を示した。

KOH 水溶液に浸すことで、多層グラフェンの膜内部にカリウムが添加されていることが ToF-SIMS により確認できた。ラマン分光測定結果を考慮すると、グラフェン層内のカリウムから電子がドープされたために、n 型伝導が得られたと考えられる。

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP20H02191 及び「物質・デバイス領域共同研究拠点」の共同研究プログラムの助成、産総研 NPF の支援を受けて行った。

[1] T. Yamada et al., APL. 112 (2018) 043105.

[2] T. Masuzawa et al., 投稿中.

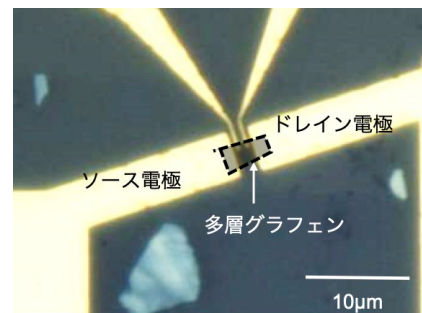


図 1. 多層グラフェン FET の光学顕微鏡像

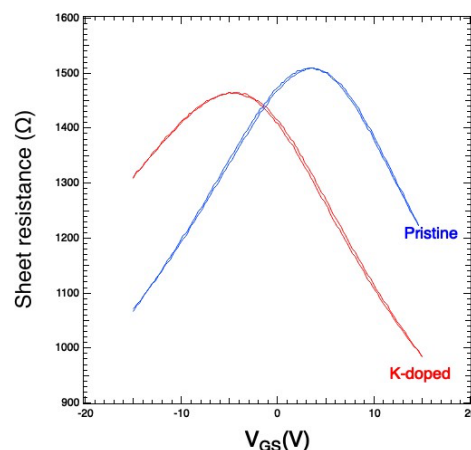


図 2. 多層グラフェン FET のシート抵抗-ゲート・ソース間電圧特性