

課題番号 : F-12-AT-0123

※支援課題名(日本語) : 酸化物保護膜/CVD グラフェンの電気伝導特性

※Program Title(in English) : Electrical transport characterization on oxide/CVD graphene

※利用者名(日本語) : 山口淳一

※Username(in English) : Junichi Yamaguchi

※所属名(日本語) : 最先端研究開発支援プログラム「グリーンナノエレクトロニクスのコア技術開発」

※Affiliation(in English) : Funding Program for World-Leading Innovative R&D on Science and Technology (FIRST Program), Development of Core Technologies for Green Nanoelectronics

※概要(Summary):

本研究では、化学気相堆積(CVD)法を用いてCu触媒上に単層グラフェンの高品質、かつ大面積合成を行っている。このCVDグラフェンをトランジスタのチャンネルとして利用するには、絶縁体基板への転写が必須のプロセスになる。この転写プロセス、さらにはトランジスタ作製におけるリソグラフィ工程で用いるレジストの高分子残留物がグラフェンの特性を劣化させるという懸念がある。これまでに我々は、グラフェンに対するレジストの高分子残留物の影響を抑制することを目的として、酸化物薄膜をグラフェンの保護膜として用いた転写プロセス技術を構築した。そこで今回、各種の酸化物保護膜/CVDグラフェンをチャンネルとするバックゲート型電界効果トランジスタ(FET)を作製し、そのFET特性から本転写プロセスの有用性を検証した。

※実験(Experimental):

- ・電子ビーム描画装置・真空蒸着装置
 - ・スピンドーター・ホットプレート
 - ・有機/酸ドラフト・反応性イオンエッチング装置
- SiO₂(90 nm)/p⁺-Si基板上に転写した酸化物保護膜(Al₂O₃, Cr₂O₃, TiO₂, NiO)/CVDグラフェンの各チャンネル材料に対して、電子ビーム描画装置、真空蒸着装置を用いてPd電極を形成した。また、反応性イオンエッチング装置を用いたO₂プラズマにより、グラフェンチャンネルの加工を行い、図中の挿入図に示すようなバックゲート型FETを作製し、室温真空下にてその電気特性を評価した。

※結果と考察(Results and Discussion):

Fig.1は4端子測定で得られたバックゲート型FETの抵抗-バックゲート電圧($R-V_G$)特性である。保護膜の無いFETでは、Dirac点が $V_G \sim 30$ Vに位置し、グラフェンはホール型を示す。一方、Al₂O₃, Cr₂O₃保護膜を用いたFETでは、Dirac点が $V_G \sim 10$ Vに位置しており、電気特性においても、Raman分光の結果と同様、Al₂O₃, Cr₂O₃保護膜がレジストの高分子残留物による非本質的なホー

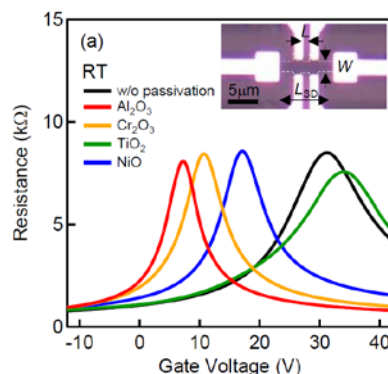


Fig.1 Four-probe $R - V_G$ characteristics for unpassivated and oxide-passivated CVD graphene FETs. The inset shows the optical micrograph of a typical FET structure ($W/L/L_{SD} = 1/1/7 \mu\text{m}$).

ルドーピングを抑制することを示す結果が得られた。電界効果移動を比較したところ、Al₂O₃, Cr₂O₃保護膜を用いた場合では、保護膜の無い場合に比べて改善が見られたが、TiO₂, NiO保護膜では減少する。以上の結果から、Al₂O₃, Cr₂O₃はグラフェンの保護膜として有用だが、TiO₂, NiOでは遷移金属のcarbide化によりグラフェンの電子状態を変化し、電気特性の劣化を誘起するため保護膜として有用ではないと結論付けられる。

※その他・特記事項(Others):

- ・今後の課題
- 酸化物保護膜/グラフェン上に high-k ゲート絶縁膜を堆積し、トップゲート型 FET を作製して、その電気特性を評価する。

共同研究者等(Coauthor):

林賢二郎, 佐藤信太郎, 横山直樹

論文・学会発表(Publication/Presentation):

J. Yamaguchi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **102**, 143505 (2013).

関連特許(Patent): 1件出願中