

※課題番号 : F-12-IT-0029
 ※支援課題名 (日本語) : グラフェン・電極コンタクトの電子輸送特性に対する酸素吸着効果
 ※Program Title (in English) : Oxygen Adsorption Effect on the Electronic Transport at Graphene-Metal Contact Interfaces
 ※利用者名 (日本語) : 高井 和之
 ※Username (in English) : Kazuyuki Takai
 ※所属名 (日本語) : 東京工業大学 大学院理工学研究科化学専攻
 ※Affiliation (in English) : Department of Chemistry, Tokyo Institute of Technology

※概要 (Summary) :

電子デバイス材料としてグラフェンを応用するためには、グラフェンそのものの電子物性のみならず、金属コンタクトとグラフェンの界面における電子輸送物性を理解することが不可欠である。しかし、一般に金属・チャンネル物質界面では大気(酸素や水)吸着によって電子状態変調を受けやすく、これによりデバイスの特性(p/n型の極性や移動度等)が大幅に変化し得る。本課題では、グラフェン・電極界面に対する酸素吸着効果を、特に電子輸送特性の観点から、様々な電極物質に対して系統的に調査した。

※実験 (Experimental) :

SiO₂(90 nm)/n⁺⁺-doped Si 基板上に単層グラフェンをへき開し、これにフォトリソグラフィ、電子銃蒸着器および抵抗加熱蒸着装置を用いてソース・ドレイン電極を取り付け、バックゲート型のグラフェンFET構造を作製した。電極界面の影響が電子輸送に顕著に現れるよう、FETチャンネル長は~1 μm程度の短いものを用い、電極材料としてはCr/Au(3 nm/40 nm)、Ti(15 nm)またはPd(25 nm)の3種を比較した。10⁻⁵ Paで真空加熱処理による表面洗浄をしたグラフェンFETに対し、in situで純酸素ガスを暴露し、電気抵抗のゲート電圧(V_g)依存性を調べた。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

グラフェンのゼロギャップ半導体型のバンド構造を反映し、V_g = 0 V付近に抵抗ピークを持つ両極性型のR vs V_g特性が電極金属の種類にかかわらず観測された。酸素への暴露時間増加とともに、抵抗ピークがV_g > 0方向にシフトしており、グラフェン上へのホールドーピングが進行することを示しているが、ドーピングの時間変化速度はそれほど大きな電極依存性を示さなかった (Fig.1 上)。ところが、金属電極近傍のバン

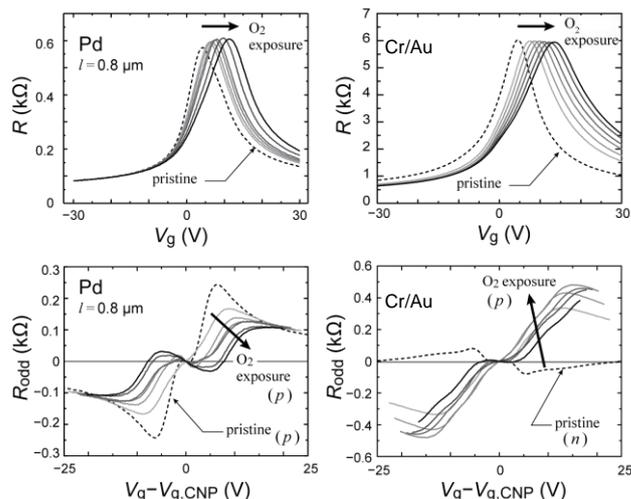


Fig.1 The R vs V_g characteristics (top panels) and their odd parts (bottom panels) for pristine and for O₂-exposed (t = 0.5, 1, 2, 4, 8, 16 min) devices attached with Pd or Cr/Au contacts.

ド曲がり状態を反映するR vs V_g特性の非対称成分 $R_{\text{odd}} = R(V_g - V_{g,\text{peak}}) - R(V_{g,\text{peak}} - V_g)$ (V_{g,peak}は抵抗ピークを与えるゲート電圧)は顕著な電極物質依存性を示した (Fig.1 下)。酸素吸着前の状態では、Pdはp型の、Cr/Au・Tiはn型の電荷ドーピングが電極界面近傍で生じており、各金属の仕事関数の差異 (W_{Pd} > W_{Cr/Au} > W_{Ti})を反映しているが、酸素を吸着させると、いずれの電極界面でもp型の電荷ドーピングが生じることが明らかとなった。電極・グラフェン界面における酸素吸着活性の高さを示唆している。

※その他・特記事項 (Others) :

なし

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

佐藤、高井、榎 第44回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン学会総合シンポジウム、2013年3月(東京)