

グラフェンへの界面電荷移動効果に対する電極接合と表面吸着子の競合

Competitive Interfacial Charge Transfer from Electrodes and Adsorbates to Graphene

大阪府立大 N2RC¹, 東北大 WPI-AIMR², 東北大院理³ °野内 亮¹, 松本 守広¹, 谷垣 勝己^{2,3}

Osaka Prefecture Univ.¹, Tohoku Univ.² °Ryo Nouchi¹, Morihiro Matsumoto¹, Katsumi Tanigaki²

E-mail: r-nouchi@21c.osakafu-u.ac.jp

グラファイトの単原子層であるグラフェンは、その究極的な薄さに伴う強い表面効果を示す。その一つの例として、表面吸着層との界面における電荷移動が挙げられる。界面電荷移動によりグラフェンの Fermi 準位のシフトが起き、グラフェン電界効果トランジスタ (FET) 構造においては、電極接合における界面電荷移動が不可避となるほか、電極間のチャンネル部に吸着子が存在すればそれも界面電荷移動を引き起こし得る。これらの内、電極接合に伴う Fermi 準位シフトについては、接合部位から $1\ \mu\text{m}$ 程度離れた点まで及ぶことが、走査型光電流顕微鏡[1]や X 線光電子分光法[2]により確認されている。表面吸着子に関しても同程度の距離まで効果が及ぶと考えられるため、電極接合近傍に存在する吸着子は電極接合直下のグラフェンに影響を及ぼす可能性がある。本講演では、電極接合と表面吸着子の両者が存在する場合のグラフェン FET 特性を調査し、表面吸着子からの電荷移動による電極接合直下のグラフェンの Fermi 準位変調について議論する。

Ni 接合とテトラシアノキノジメタン (TCNQ) 吸着層を有するグラフェン FET の例を下図に示す。試料作製後にアニール処理を施していない Ni 接合では、電極端から内部へと進行する界面酸化のため、電荷密度デピニング[3]が発現すると共に、電極からの電荷注入は電極接合の中央部から主に起こると考えられる[4]。そのため、FET 特性 (伝達特性) において、チャンネル部の電荷中性点に起因する谷の他に、負ゲート側に Ni 接合直下 (及び接合近傍) の電荷中性点に起因する歪みが出現している (横軸はチャンネル部の電荷中性点 V_{CN} を基準にしている)。TCNQ 層形成前後で両者の電荷中性点間の差を比較すると、接合長が短い ($1.4\ \mu\text{m}$) と変わらず、長い ($2.4\ \mu\text{m}$) と広がっていることが分かる。TCNQ からの正孔ドーピングにより、チャンネル部は正ゲート側へシフトする。短接合で差が不変であったということは、TCNQ と接触していないにもかかわらず電極接合部も同様に正シフトしたことを意味する。長接合で差が広がったのは、電極接合部の正シフトが無かったか限定的であったことを意味する。以上の結果から、表面吸着子の効果は電極端から $1\ \mu\text{m}$ 近く内部まで及ぶことが分かる。

[1] Mueller *et al.*, Phys. Rev. B **79**, 245430 (2009).

[2] Nagamura *et al.*, Appl. Phys. Lett. **102**, 241604 (2013).

[3] Nouchi and Tanigaki, Appl. Phys. Lett. **96**, 253503 (2010).

[4] Nouchi and Tanigaki, submitted.

