DNA 修飾グラフェンにおける塩基配列がガス応答性へ与える影響評価

Influence of DNA sequences on gas responses using DNA-modified graphene devices

東京農工大 °(M1)野崎 諒，生田 昂，上野 絹子，塚越 かおり，池袋 一典，前橋 兼三
TUAT, °R. Nozaki, T. Ikuta, K. Ueno, K. Tsukakoshi, K. Ikebukuro, K. Maehashi
E-mail: s184639r@st.go.tuat.ac.jp

近年、医療分野において Point of Care Testing (POCT)への関心が高まっている。その中でも呼気中の疾患マーカーを小型分析キットで迅速に検出し早期診断を行うことが注目されているが、実現のためには小型デバイスでの ppb オーダーのガス検出が求められる。そこで、我々はグラフェンの原子 1 層分という薄さ、表面に吸着した分子との相互作用の直接認識、および、高移動度に着目し、グラフェンを用いた高感度ガスセンサの開発を行っている。その中で、気相中での分子認識のために、液相中で標的分子と特異的に結合する 1 本鎖 DNA を利用している。本研究では、塩基配列の異なる DNA を修飾したグラフェン FET をそれぞれ作製し、エタノールガス導入前後における伝達特性の変化を測定することにより、塩基配列がガス応答性に与える影響を評価することを目的とした。

まず、CVD 法で銅箔上に成長させた単層グラフェンを SiO_2/Si 基板上に転写し、Ni/Au 電極を形成してグラフェン FET を作製した。次に、DNA 溶液をデバイス上に滴下することでグラフェンチャネル上に DNA の修飾を行い、エタノールガスの検出を行った。

Fig. 1 に、異なった塩基配列を有する DNA を修飾した各デバイスでのエタノール応答性を示す。ある塩基配列を有する DNA では、エタノールの濃度を増加すると、伝達特性の正電圧方向シフトが得られた[Fig. 1(a)]。この結果は ppb レベルのエタノール検出に優れていることを示唆しているため、DNA 修飾グラフェンでガス検出を行うことは有効な手段であると考えられる。一方で、異なる塩基配列を有する DNA を修飾したデバイスでは、エタノール導入により逆の負電圧方向シフトが得られた[Fig. 1(b)]。また、エタノールに対して応答性を示さない塩基配列も存在した。これらのシフトは、エタノール分子中の酸素原子や水素原子といった分極部分、および、エタノールの吸着による DNA の立体構造の変化がグラフェンに影響を及ぼすことで生じる可能性が考えられる。したがって、DNA 修飾グラフェンデバイスを用いてガスセンシングを行う際に DNA 塩基配列が影響を与えることを示唆している。以上の結果は、今後塩基配列を選択していくことにより実際のマーカーに対する選択性と感度の向上を行っていく上で有意な結果であると考えられる。

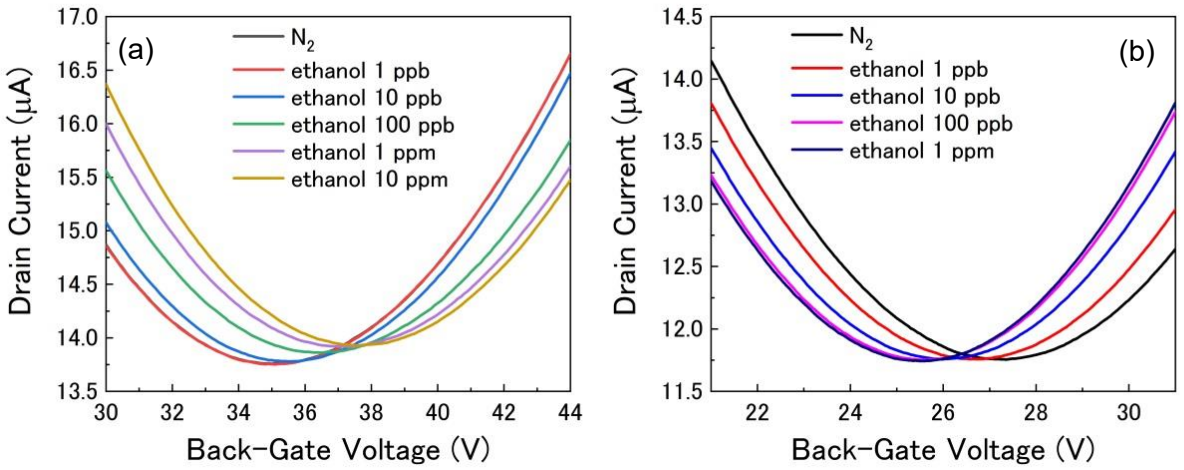

Fig. 1. Transfer characteristics before and after introducing ethanol gas for DNA-modified graphene FETs; (a) DNA sequence 1 and (b) DNA sequence 2.