

有害物質の高感度検出に向けた超分子修飾グラフェン FET の開発

High-sensitivity gas sensor for toxic chemicals using supramolecule-modified graphene FET

東京農工大¹、東京大学²、[○]生田 昂¹、玉木 孝²、正井 宏²、前橋 兼三¹

TUAT¹, Univ. of Tokyo², [○]T. Ikuta¹, T. Tamaki², H. Masai², K. Maehashi¹

E-mail: ikuta@go.tuat.ac.jp

大気環境の窒素系酸化物や硫黄系酸化物等の有害物質の簡易かつ極微量での検出手法の確立は、従来専門家が行ってきた環境計測を身近なものにするのと同時に、環境汚染への監視網の確立及び環境汚染への抑止力になる。しかしながら環境基準で求められている測定濃度は数十 ppb オーダーと従来の半導体ベースのセンサでは実現が困難な濃度領域であり、環境計測用途の小型センサは実現されていない。そこで本研究では、二酸化窒素及び二酸化硫黄の検出を目的とした小型デバイスの創製を目指し、メタロポルフィリンをグラフェン上に修飾した機能化グラフェンセンサの開発を試みた。

まず化学気相法によりグラフェンを銅箔上に形成し、Si/SiO₂ 基板上に転写、さらに電極を形成することでグラフェン FET の作製をした。続いてガス分子検出を目的とし、メタロポルフィリンをグラフェン上に修飾することによりデバイスの機能化を行った。

Fig. 1 に Mg ポルフィリン修飾グラフェン FET を用いた NO₂(1~100 ppb) 検出の結果を示す。NO₂ の導入に伴い正方向へと伝達特性のシフトが観察され、NO₂ の検出に成功していることが分かる。また、この結果より、Mg ポルフィリンと NO₂ の解離定数を求めると 12 ppb となり環境計測で要求されている値と同等となった。次に同様の測定を SO₂(0.2~10 ppb) で行った結果について示す (Fig. 2)。NO₂ の場合と異なり、負方向へのシフトが観察された。これは、それぞれのガス分子の Mg ポルフィリンに対する相互作用の差に起因しているものと考えられる。また、この結果より解離定数を計算すると 0.6 ppb となり、環境基準の要請よりも更に低濃度の定量に成功した。

以上より、メタロポルフィリンをグラフェン上に修飾した機能化グラフェン FET を用いて NO₂ 及び SO₂ を環境基準濃度以下での検出に成功した。本研究結果は環境計測を志向した小型デバイスによる極微量のガス計測への道を開くものであると同時にメタロポルフィリンを用いることにより様々なターゲットガスを検出できる手法の確立に繋がる結果となっている。

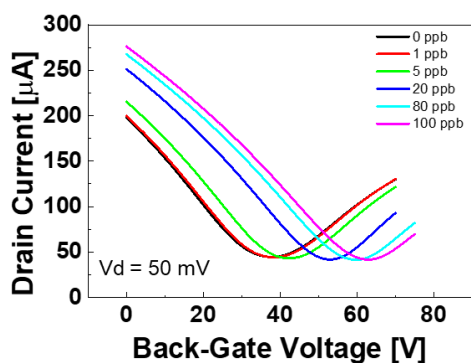


Fig. 1. Transport characteristics of Mg-porphyrin modified graphene FET with NO₂.

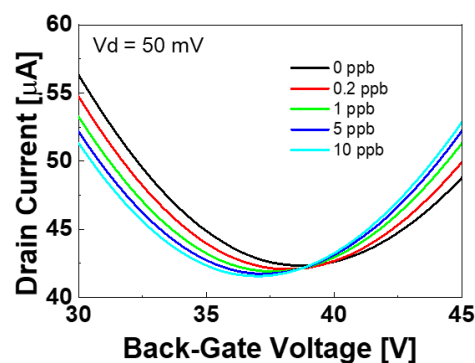


Fig. 2. Transport characteristics of Mg-porphyrin modified graphene FET with SO₂.