

【目的】 疾病早期発見を実現するためには、小型デバイスを用いた parts per billion (ppb) レベルでの呼気ガス分子の検出が必要であると考えられる。グラフェンは、炭素原子からなる蜂の巣格子状に配列した六角形格子構造をしており、キャリアの移動度が極めて高いことでも知られている。したがって、これらの特徴を活かすことによって、従来の半導体式ガスセンサよりもさらに高感度なガスセンサを作製することができると期待される。本研究では、高感度呼気ガスセンサの開発に向けて、1 本鎖 DNA 修飾グラフェン電界効果トランジスタを作製し、ターゲット気体導入前後での伝達特性をそれぞれ測定することでガス分子を電気的に検出することを目的とした。

【方法】 単層グラフェンは熱化学気相成長法を用いて銅箔上に合成し、その単層グラフェンを SiO_2 基板上に転写した後、ソース、ドレイン電極を形成することによって、グラフェン電界効果トランジスタを作製した。そのグラフェン上にある塩基配列を有する 1 本鎖 DNA を塗布することによって修飾した。作製したデバイスをプローブ装置に設置し、ppb オーダーのエタノールガスを装置に導入することによって、デバイスの電気特性の変化を計測した。

【結果】 エタノールガスを導入する前後でその伝達特性を測定した。その結果、1 本鎖 DNA 修飾グラフェン電界効果トランジスタを用いることによって、エタノールガスを ppb オーダーで検出することに成功した。さらに、2 種類の異なる塩基配列をもった DNA を用いて測定を行い、塩基配列の違いに応じて伝達特性のシフト方向の違いが観測された。これは、エタノール分子導入による DNA の構造変化の仕方によってグラフェンに与える影響が異なるためであると考えられる。以上より、測定するガスの種類に対して、DNA の塩基配列を適切に選択することによって、様々な種類のガスを低濃度で測ることが可能であると期待される。したがって、1 本鎖 DNA 修飾グラフェン電界効果トランジスタは、疾病早期発見に向けた呼気ガス分子の電気的高感度検出に対して有効であると考えられる。

1 本鎖 DNA 修飾グラフェン電界効果トランジスタを用いたエタノール分子の高感度検出

