

グラフェン/Si ショットキーダイオードの光起電力ガス応答

Photovoltaic gas response of Graphene/Si Schottky diode

阪大院工 ○(M2) 麻下 卓嗣, 田畑 博史, 久保 理, 片山 光浩

Grad. Sch. Eng., Osaka Univ., °Takuji Asashita, Hiroshi Tabata, Osamu Kubo, Mitsuhiro Katayama

E-mail: tabata@nmc.eei.eng.osaka-u.ac.jp

[はじめに] ショットキー接合や pn 接合は、光を照射することで起電力を生じる。光起電力の大きさはヘテロ接合界面の拡散電位に依存するため、ガス吸着による化学ドーピングでこの拡散電位が変化すれば、光起電力変化を応答量とする光起電力変化型ガスセンサーになると考えられる。このセンサーの最大の特徴は、光照射下で電源が不要という点である。そのため、センサーネットワークに組み込むことで、環境モニタリングの分野で活躍することが大いに期待される。我々はこの光起電力変化型ガスセンサーのプラットフォームとして、原子層薄膜を用いたヘテロ構造に注目している。本講演では、グラフェン/Si ヘテロ構造 (G/Si) にソーラーシミュレータの光を照射しながら NO₂、NH₃ を曝露したときの光起電力ガス応答特性について報告する。

[実験結果] 部分的に Si 面を露出させた酸化膜付き Si 基板上に、予め整形処理した Cu 箔上 CVD グラフェンをピックアップ法で位置制御転写し、Fig.1 のような G/Si ヘテロ構造ダイオードを作製した。本研究では比較のため、n 型と p 型の 2 種類の Si 基板（結晶面方位(100)、抵抗値 1~10 Ω・cm）を使用してデバイスを作製している。作製した 2 つの G/Si に対して疑似太陽光（AM1.5、100mW/cm²）照射下で NO₂ 1ppm、NH₃ 1ppm をそれぞれ曝露したときの光起電力の時間変化を Fig.2 に示す。G/p-Si より G/n-Si のほうが大きな開放電圧が得られた。これは界面近傍の拡散電位の大きさの違いに由来すると考えられる。G/n-Si の光起電力は NO₂ を曝露すると増加し、NH₃ を曝露すると減少した。一方、G/p-Si ではこれと逆の応答を示した。グラフェンのフェルミ準位は、電子アクセプタとして働く NO₂ が吸着すると下降し、電子ドナーとして働く NH₃ が吸着すると上昇する。これに伴い、界面のショットキー障壁高さ、及び Si 表面近傍の拡散電位も変化する。Fig.3 に示すように、G/n-Si ではフェルミ準位の下降・上昇がそれぞれ拡散電位の増加・減少に対応しており、G/p-Si ではこれが逆となっている。今回観測された光起電力ガス応答は、この拡散電位の変化によって生じたものと説明される。

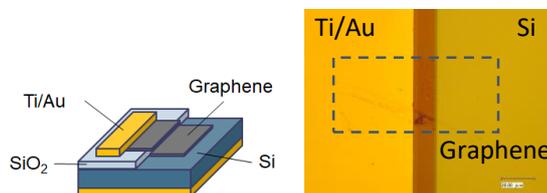


Fig.1 Schematic and optical images of G/Si

heterostructure

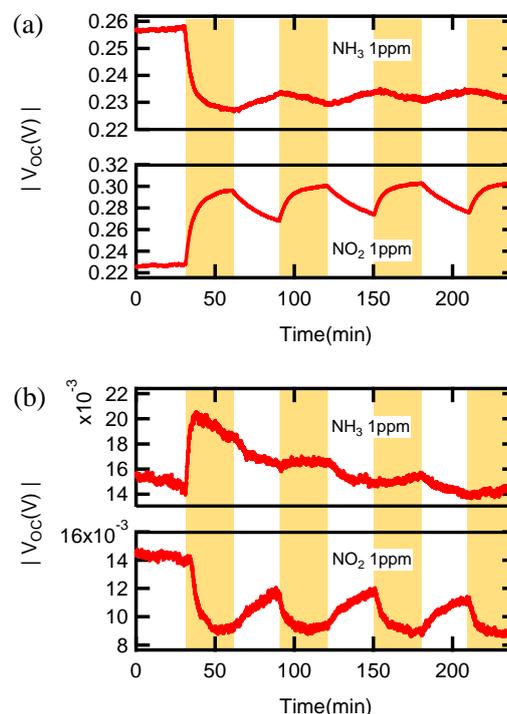


Fig.2 Temporal change in open circuit voltages (V_{oc}) of (a) G/n-Si and (b) G/p-Si diodes upon the exposure of NO₂ and NH₃

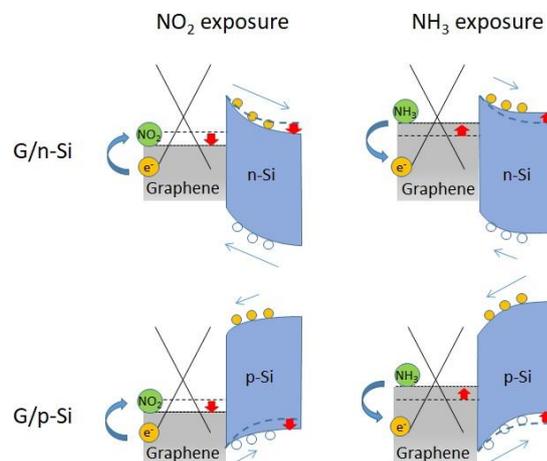


Fig.3 Change in built-in-potential of Si caused by NO₂ and NH₃ adsorption on graphene surface