

Pd ナノドットで修飾したグラフェンナノリボンを用いた水素センサ

Hydrogen Sensor Based on Graphene Nano Ribbon Decorated with Pd Nano Dots

慶應大理工 電子工¹, JST CREST²

○竹内 豪¹, 星野 伸介¹, 宮田 耕¹, 高橋 綱己^{1,2}, 内田 建^{1,2}

Dept. Electronics and Electrical Eng., Keio Univ.¹,

CREST, Japan Science and Technology Agency²

○Go Takeuchi¹, Shinsuke Hoshino¹, Tsutomu Miyata¹, Tsunaki Takahashi^{1,2}, and Ken Uchida^{1,2}

E-mail: takeuchi@ssn.elec.keio.ac.jp, uchidak@elec.keio.ac.jp

【背景および目的】 近年, 燃料電池などから排出される水素(H_2)を高速で電氣的に検知するセンサの需要が高まっている. グラフェンは表面・体積比が大きく, 高感度センサの材料として期待されている. これまで, グラフェンとパラジウム(Pd)を組み合わせた H_2 センサの報告例は数多くあるが[1-3], センサ感度のデバイス構造依存性については必ずしも十分に調べられていない. 本研究では, Pd 修飾グラフェン・センサを作製し, グラフェンのサイズ, 層数がセンサ感度へ与える影響を調べた.

【実験方法】 酸化膜 90 nm を有する Si 基板上にスコッチテープ法でグラフェンを転写し, グラフェンの微細チャネルを形成, ソース・ドレイン・バックゲート電極として Cr/Au の蒸着を行った. 最後に Pd を 1 nm デバイス全体に EB 蒸着した. グラフェン上の Pd はナノドットを形成することが知られている[1]ので, Pd ナノドットで修飾されたグラフェン・センサ (図 1) となる. グラフェンの層数は基板とグラフェンのコントラスト比から判定した. ガスを直接デバイスに吹き付けることにより, デバイス近傍がガス雰囲気となるようにして測定を行った. 作製した素子のソース・ゲートを接地電位 (GND) にし, ドレインに $V_D = 10$ mV を印加しながら抵抗値の時間依存性を測定した. 水素に対する応答を調べるために純窒素雰囲気 3 min, 水素 0.1 %/窒素 99.9 %の雰囲気 3 min, 純窒素雰囲気 6 min と切り替えて測定を行った. 測定に使用した素子のグラフェンチャネルは $L = 500$ nm, $W = 50, 200$ nm であり, 層数は 1, 3, 5 層となっている.

【結果】 作製した素子の測定結果を図 2 に示す. 横軸は時間を示し, 縦軸の抵抗値変化量 (感度) は測定開始時の抵抗値を R_0 として $(R - R_0) / R_0$ で定義している. 従来の報告例[1-3]に比べて約 6 倍以上という高い感度を示した. 今回作製した素子は従来のセンサ[1-3]よりもサイズが非常に小さく, 素子のチャネル幅が細いために抵抗値の変化量が大きくなったと予想される. また層数が多くなるほど抵抗値の変化量は減少している.

図 3 にはチャネル幅依存性を示す. チャネル幅によって抵抗値の変化量が異なり, チャネル幅が細い素子のほうが変化量は大きいという結果となった.

【結論】 Pd ナノドットで修飾されたグラフェン水素センサを作製した. グラフェンの層数が少なく, チャネル幅が細いほど感度が高くなる傾向が得られた. 今後, 層数やチャネルのサイズを更に幅広く変化させ, Pd ナノドットのサイズなども評価することで, 高い感度を示すためのデバイス構造をより詳細に明らかにする.

[1] M. G. Chung *et al.*, Sens. Actuators B, **169** (2012) 387.

[2] Y. Pak *et al.*, Sens. ACS Appl. Mater. Interfaces, **6** (2014) 13293.

[3] J. L. Johnson *et al.*, Adv. Mater., **22** (2010) 4877.

謝辞: 本研究の一部は, 内閣府の最先端・次世代研究開発支援プログラムより助成を受けて行われた. また素子作製の一部は文部科学省委託事業ナノテクノロジープラットフォーム (東京工業大学) の支援を受けた.

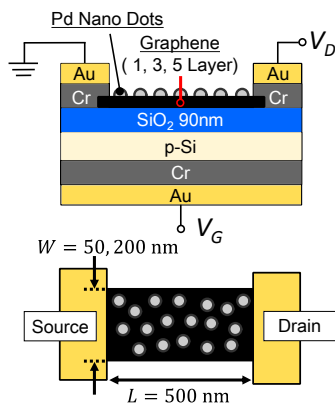


図 1: デバイス構造

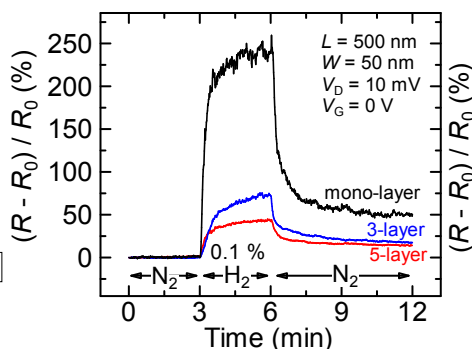


図 2: 水素 0.1%に対する応答

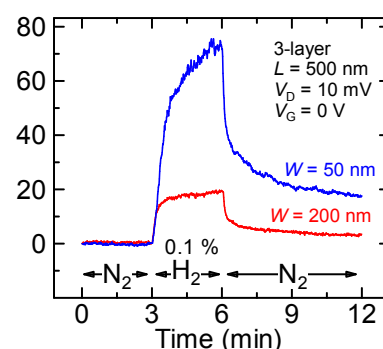


図 3: チャネル幅による比較