

Pt ナノドット修飾グラフェンガスセンサにおけるアルコール検知のアルキル鎖長依存性

Dependence of Alcohol Sensing Property in Pt-Functionalized Graphene Gas Sensor on Alkyl-Chain Length

慶應大理工¹, 九州大 先導研²

○下川 慶久¹, 山知 亮介¹, 横山 誉宗¹, 斎藤 雄太¹, 田中 貴久¹, 高橋 綱己^{1,2}, 内田 建¹

Faculty of Science & Tech., Keio Univ.¹, Institute for Materials Chem. and Eng., Kyushu Univ.²

○Y. Shimokawa¹, R. Yamachi¹, T. Yokoyama¹, Y. Saito¹, T. Tanaka¹, T. Takahashi^{1,2}, and K. Uchida¹

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

【背景および目的】 呼気中に含まれるガスが健康状態を測る指針となることが知られており[1], 呼気による健康診断を目的としたガスセンサの研究がおこなわれている. 呼気に含まれる VOC の中から特定の物質を検知するためにはガスセンサに選択性が必要である. そこで近年, グラフェンを用いたガスセンサの研究が進められている. グラフェンは六員環構造をもち, 芳香族化合物を π - π 相互作用で補足しやすい[2]. グラフェンの高い表面積体積比とあいまって芳香族化合物を高感度にセンシングができる. しかし, 芳香族化合物以外の多くの VOC については詳しく研究されていない. 本研究では Pt ナノドット修飾グラフェンセンサを作製し, 脂肪族アルコールのセンシングにおいて, 炭素数が与える影響について調査した.

【実験方法】 単層の CVD グラフェンをチャネルとしたバックゲート型トランジスタを作製した. 完成したトランジスタ上に電子線蒸着によって Pt を 0.5 nm 蒸着し, N₂ 雰囲気下において 400 °C で 30 分間のアニールを行うことで Pt をナノドット化させ[3], グラフェンセンサを作製した(図 1). センサ測定は 9 分間行い, 最初と最後の 3 分間は乾燥空気に曝露し, 中間の 3 分間は濃度 100 ppm の標的ガス(メタノール, エタノール, ペンタノール, ヘプタノール)を含む乾燥空気に曝露した. 一連の測定を通じて流量は 400 sccm で行った. センサ特性は, それぞれの標的ガスに対して外部ヒーターを用いて温度を変え, 100 °C, 150 °C, 200 °C で測定した.

【結果】 エタノールの感度の温度依存性を図 2 に示す. 初期抵抗を R_0 としたときの抵抗値の変化量 $(R - R_0) / R_0$ を感度として定義した. 温度上昇に従って感度が大きく上昇する温度依存性を得た. 同様の測定を炭素数が 7 個までの脂肪族アルコールに対しても行った. 結果を図 3 に示す. 標的ガスはすべて同じ濃度であるにも関わらず, 炭素数が大きなアルコールほど大きな感度を示した. これは, 脂肪族アルコールのアルキル鎖とグラフェンが分散力によって吸引されることで標的ガスが吸着しやすくなり, ガス雰囲気下における平衡状態でのグラフェン表面の平均的な標的分子濃度が濃くなっているためであると考えている.

【結論】 グラフェン表面に Pt を修飾したセンサを作製し, グラフェン単体では検知が困難であった脂肪族アルコールの検知に成功した. また, このセンサでは, アルキル鎖の長い脂肪族アルコールほど, 感度が高くなることを示した. これは, グラフェンとアルキル鎖の間に働く分散力により, アルキル鎖が長いほど脂肪族アルコールが強く吸引されていることによると考えられる.

謝辞: 本研究は, JST-CREST の支援 (グラント番号 JPMJCR1331) を受けたものである.

[1]M. Phillips *et al.*, *Chest*, **123**, 2115, 2003.

[2]Y. Liu *et al.*, *Chem. Soc. Rev.*, **41**, no. 6, 2283–2307, 2012.

[3]M. Gautam *et al.*, *J. Appl. Phys.*, **111**, no. 9, 2012.

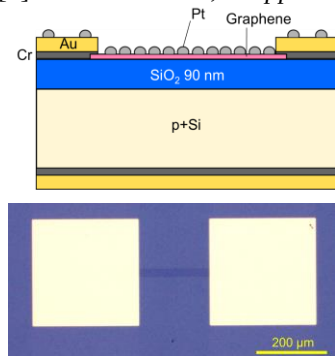


図 1 デバイス構造

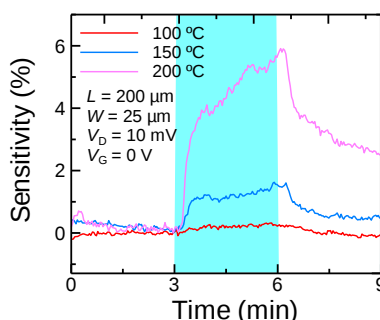


図 2 エタノールに対する反応

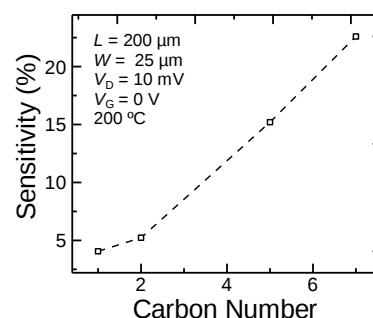


図 3 感度のアルコール炭素数依存特性