

酸化インジウムナノ粒子を修飾したグラフェントランジスタの NO_x ガスセンシング特性の改善
Improved NO_x Gas Sensor Based on In₂O₃ Nanoparticles Modified Graphene Transistor

○井須亮太¹, 藤元章¹, 柏木行康², 玉井聡行², 小山政俊¹, 小池一步¹, 矢野満明¹,
大阪工業大学ナノ材料マイクロデバイス研究センター¹, 大阪産業技術研究所²

○Ryota Isu¹, Akira Fujimoto¹, Yukiyasu Kashiwagi², Toshiyuki Tamai², Masatoshi Koyama¹, Kazuto Koike¹, Mitsuaki Yano¹

Nanomaterials and Microdevices Research Center, Osaka Institute of Technology¹,
Osaka Research Institute of Industrial Science and Technology²

グラフェンはその特異なバンド構造からゲート電圧によって n 型, p 型に変調できる。また原子 1 層分の層状物質であることから高い表面積-体積比を持つためガスセンサとして期待されている。一般的なグラフェンの作製方法の一つである化学気相成長法 (Chemical Vapor Deposition: CVD) で作製されたグラフェンは金属箔上に成長されているため, SiO₂/Si 基板に転写する必要がある。転写したグラフェンは有機物の残留物, または加工プロセス中に混入する様々な化学種の影響を受ける。我々は良好な電子デバイスを作製するためにチタンクリーニングを用いて CVD グラフェンの表面を清浄化し, 表面状態の改善を行ってきた[1]。グラフェンを用いたガスセンシングではグラフェンの表面に酸化性ガスもしくは還元性ガスが吸着することでグラフェンがそれぞれ p 型化, n 型化する。それに伴う抵抗変化によって検知できる[2]。これまでに CVD グラフェン/MoS₂/SiO₂/Si の構造でのガスセンシングの応答向上を確認した[3]。以前までの研究では半導体ガスセンサの材料の一つである酸化インジウム (In₂O₃) をグラフェン上に ALD (Atomic Layer Deposition) 法で成長させた試料でガスセンシング特性の改善のための検討を行ってきた[4]。

本研究ではガスセンサの高感度化を目的として平坦膜ではなく In₂O₃ ナノ粒子を用いることで, ガス吸着サイトの増加について検討した。デカン酸インジウム (In(CH₃(CH₂)₈COO)₃) を前駆体とする熱分解による化学合成を行い, 数十 nm サイズのナノ粒子が得られることが予備検討から明らかとなっている。In₂O₃ ナノ粒子をグラフェン上に修飾した試料でガスセンシング特性を評価する実験を進めた。

密閉容器内で測定試料を一定温度に保ち, マスフローコントローラとシーケンサを用いて 200 sccm のガスを一定時間流入した。検知ガスとして NO を流入したとき, air gas 中では, NO₂に変化していると考えている。NO₂が p 型グラフェンに吸着したとき, 本来, 抵抗は減少するがグラフェン上の n 型の In₂O₃ 中の電子が吸着した NO₂によって奪われるため抵抗が増加し, 酸化性ガスの応答を示すと予想される。詳細は講演で議論する。

[1] A. Fujimoto, *et al.*, Physica Status Solidi B, 256, 201800541 (2019).

[2] Q. Schedin, *et al.*, Nature Materials 6 652 (2007).

[3] 前田, 他 2019 年秋季応用物理学会概要集, 12a-PA2-37

[4] 井須, 他 2020 年春季応用物理学会概要集, 10p-PB5-53