# 超薄膜還元型酸化グラフェンを用いた 抵抗式高感度アセトンセンサ

# High sensitive resistive-type acetone sensor operating at low temperature

# using reduced graphene ultra thin films

## 信州大工<sup>1</sup>, 日本触媒<sup>2</sup> <sup>O</sup>(M2) 杉浦 弘晃<sup>1</sup>, (B) 高野 晃佑<sup>1</sup>, 伊東 栄次<sup>1</sup>, 小野 博信<sup>2</sup>, 郷田 隼<sup>2</sup>

### Shinshu Univ.<sup>1</sup>, Nippon Shokubai Co. Ltd.<sup>2</sup>, <sup>o</sup>Hiroaki Sugiura<sup>1</sup>, Kosuke Takano<sup>1</sup>, Eiji Itoh<sup>1</sup>,

#### Hironobu Ono<sup>2</sup>, and Shun Goda<sup>2</sup>

#### E-mail: eitoh@shinshu-u.ac.jp

1. **はじめに:** 呼気を高感度で検出するセンサの医療分野への応用に期待がもたれている<sup>[1]</sup>。ppm の感 度を持つアセトンセンサは糖尿病患者の早期検出と予防に効果があるが、これまでのセンサは主とし て酸化物半導体が用いられており数百度で高温動作するものが多かった。近年、還元されたグラフェ ン酸化物(rG0)が、特有の分子構造(大表面積、高い電荷移動度)からガス検出の有望な候補物質とし て大きな関心を集めている<sup>[2-4]</sup>。グラフェンは表面の変化に敏感なため1層ずつ製膜することでより高 感度化が期待できる。本研究では1層ずつ製膜するのに有効な交互吸着法を用いてグラフェンのガス センサ応答を調べた。また、呼気には数万 ppm に相当する水蒸気が共存することから湿度の影響につ いても検討した。

2. 実験方法:素子構造は Fig.1 に示す。基板上に 2 mm 幅の ITO を 1 mm のギャップとなるようにパ ターン化し、UV で表面処理をした。その後、PDDA: Poly(diallyldimethylammonium chloride) 溶液(Fig.2) と GO 分散液に浸漬させる交互吸着(LBL)法により GO を数層製膜した。GO 膜は不活性ガス中で 200 ℃ でアニール処理して還元した。素子を超小型測定容器に取り付け、1~1.5V 印加時にセンサを流れる 電流を計測した。アセトン濃度は 500 ppm のアセトンを含む窒素を乾燥空気と任意の比率で濃度調整 した。また、呼気と同程度の湿気を導入するためバブリングにより、湿度調整した空気に対する応答、 およびアセトンとの混合ガスに対する応答について検討した。湿度は測定容器内に併設したポリイミ ド湿度センサ<sup>[5]</sup>により静電容量値をモニタリングしながら所定の値に制御した。

3. 結果と考察: Fig.3 は還元酸化グラフェンのみを交互吸着で製膜したセンサを室温にて1 V の電 圧をかけた時のアセトン濃度に対する電流変化の様子を示したものである。グラフェンのみではアセ トンに対して電流値が減少し、4 ppm で変化率 1.71%の応答を示している。アセトンが還元型ガスと して知られており<sup>[6]</sup>、p型半導体的伝導を示す rGO 膜にアセトンが吸着することでキャリアとなる正孔 が減少したことや、rGO 片間に吸着したアセトンによって rGO 間の電気的接続が変化して抵抗が増加し たことが考えられる。低濃度領域では線形応答をしており 0.1 ppm 以下でも十分測定分解能があると 考えられる。応答時間については 4 秒前後で最初素早い応答成分と緩やかに応答する成分が見られガ ス置換時間を考慮すると室温で高速化が期待できる。同センサは湿度に対しても変化するがその変化 量は酸化物等に比べると小さいことから混合ガスに対する検出にも有利であると期待される。詳細は 現在、検討を進めており当日報告する。



Fig.2 Structural formula of PDDA.

Fig.3 The real-time response to different acetone concentrations.

#### [参考文献]

[1] Borini et al. ACS Nano 7 (2013) 11166–11173. [2] J.-Y. Shen et.al, Sensors and Actuators B, 239 (2017) 597-607. [3] M. Karmaoui et al. Sensors and Actuators B 230 (2016) 697–705. [4] J. Nanosci et al. Nanotechnol. 18 (2018) 7927–7932. [5] E. Itoh and Z. Yuan, JJAP, 58 (2017) 05EC03. [6] Zan et al. Appl. Phys. Lett. 98 (2011) 253503.