

グラフェン上に吸着した CO₂ 分子が及ぼす電荷移動とクーロン散乱による電流変化への影響

Impact of charge transfer and coulomb scattering on current conduction
caused by CO₂ molecules physisorbed onto graphene

北陸先端大, °加藤大貴, マノハラン・ムルガナタン, 水田博

JAIST, °Daiki Kato, Manoharan Muruganathan, Hiroshi Mizuta

E-mail: s1530010@jaist.ac.jp

【背景】 シックハウス症候群に代表される生活環境汚染が深刻な問題となっているが、その原因である希薄な揮発性有機化合物ガスを ppb レベルで検出可能な環境センサーは未だ存在しない。原子層材料であるグラフェンは、従来のバルク材料に比べて大きな表面積対体積比を有し、表面吸着した分子に対する感度が非常に高いことから、超高感度環境センサーとしての応用が期待されている。我々はこれまでに、①グラフェンと吸着した CO₂ ガス分子間の電荷移動量が、基板から印加した電界の極性と大きさに依存して変調されることを明らかにした[1]。また②サスペンデッド2層グラフェンの抵抗の経時変化から、単一 CO₂ ガス分子の吸着・脱離の検出に成功し、さらに基板電界で希薄ガス分子の吸着を加速させることで、約 30 ppb の低濃度 CO₂ ガスを数分でできることも見出している[2]。①の研究では、CO₂ ガス分子-グラフェン間の電荷移動量に焦点を絞っていたが、今回我々は、クーロン散乱と電荷移動量の両方による影響に着目して実験を行った。

【実験結果】 ドレイン電圧 50 mV、バックゲート電圧(V_g) 0 V、-40 V、20 V を 12600 秒間与え続けドレイン電流(I_d) の変化を測定した。また、測定の前後に V_g を -40~40 V に変化させ I_d を測定した。結果を Fig. 1 に示す。 I_d - V_g 測定から得られたそれぞれのディラックポイント電圧(V_{dp}) を Table 1 に示す。CO₂ ガスを経時変化測定開始 600 秒後から導入し、50 秒ごとに 10、50、100、150 ml/min と増やしていき 2200 秒でガスを止めた。Fig. 1(a)より CO₂ ガスの導入を止めた 2200 秒を境に I_d が $V_g = -40$ V の時は増加、20 V の時は減少、 $V_g = 0$ V の時は変化が小さいことが分かる。このことから $V_g = -40$ V の時はクーロン散乱が減少、20 V の時は増大していることが示唆される。また、Fig. 1(b)、Table 1 から分かるように経時変化測定の前後に V_{dp} が $V_g = -40$ V の時は負側にシフトし、0 V の時は正側へ小さくシフト、20 V の時は正側へ大きくシフトしていることが分かり、これまでの研究と同様の結果が得られた。これより吸着した CO₂ ガス分子が及ぼすクーロン散乱と電荷移動量の外部電界依存性が明らかになった。当日は、作製したデバイスの低周波ノイズ特性についても議論する予定である。

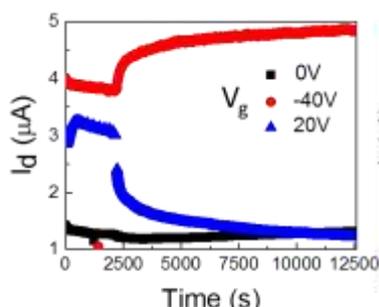


Fig. 1 : 二酸化炭素ガス導入下における I_d 経時変化の測定

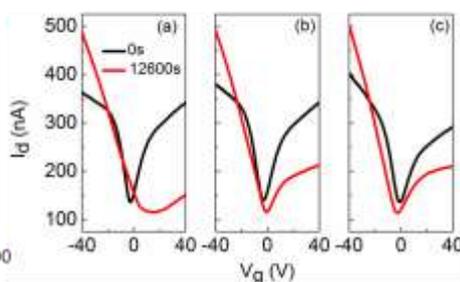


Fig. 2 : I_d 経時変化測定前後での I_d - V_g 測定 (a) $V_g = 0$ V, (b) $V_g = -40$ V, (c) $V_g = 20$ V

Table 1 : I_d 経時変化測定前後の V_{dp}

	0s	12600s
0V	-3V	-0.6V
-40V	-1V	-2.8V
20V	-2.8V	15.8V

【参考文献】 [1] M. Muruganathan, *et al.*, *Nano Lett.* 15(12), 8176 (2015). [2] J. Sun, *et al.*, *Science Advances* 2(4), e1501518 (2016).

【謝辞】 本研究は、科研費 25220904、16K18090 の助成を受けて実施しています。