

質量検出型ガスセンサ用高 Q 値グラフェン共振器の作製

Fabrication of high-Q-factor graphene resonators for mass-detection-based gas sensors

北陸先端大¹, 太陽誘電(株)², 日立ケンブリッジ研³

○江本 圭佑¹, アミット・バネルジー¹, アハメド・ハママム¹, マノハラン・ムルガナタン¹,

榎 恒², 恩田 陽介², 服部 将志², 下舞 賢一², 水田 博^{1,3}

JAIST¹, TAIYO YUDEN CO., LTD.², Hitachi Cambridge Lab³,

○Keisuke Emoto¹, Amit Banerjee¹, Ahmed Hammam¹, Manoharan Muruganathan¹,

Hisashi Maki^{1,2}, Yosuke Onda², Masashi Hattori², Kenichi Shimomai², Hiroshi Mizuta^{1,3}

E-mail: k-emoto@jaist.ac.jp

【背景・目的】現在我々の研究室では生活習慣病やがんといった疾病の早期発見に向け、皮膚ガス検出に注目している。一部の生体ガスは疾病と密接な関係があり、近年特に注目している点は皮膚から発せられるアンモニアとメンタルストレスの関係である。人体にストレス負荷をかけた際に発汗部ではない前腕でもアンモニア放散速度が増大したことが報告されており、このことから将来的にはウェアラブル型センサへの応用の可能性があることが報告されている[1]。しかし、アンモニアの放散量は極微小の変化であり、現在のガス検出方法では検出ができないことから、小型かつ高感度のガスセンサの開発が急務となっている。先行研究においてグラフェン NEMS を用いた超高感度ガスセンサの原理実験を行い、グラフェン振動子によるzeptogramオーダー質量検出[2]、抵抗変化によるCO₂単分子吸着[3]に成功している。現時点の問題点として、デバイスの検出感度が低いことが挙げられる。グラフェンをBHFによるウェットエッチングによってサスペンドする過程において、アンカー部分がオーバーエッチングされることが判明している(Fig. 1)。これによりSiO₂/Si基盤とグラフェン間のアンカーダンピングが増大し、デバイスのQ値が低下する。本研究では、グラフェンとアンカー間のダンピングによるQ値低下の改善を図る2層メタルランピング構造デバイスを作製した。

【デバイス作製】本研究では、グラフェンナノリボンの上にゲート電極を作成するトップゲート型デバイスを作製した。まずCF₄ガスとフォトレジストマスクを用いて基板のSiO₂酸化膜をエッチングし、基板表面と同じ高さになるようにソース-ドレイン電極を作製した。その上からグラフェンを転写し、ソース-ドレイン電極と挟み込むようにコンタクト電極を作製することで従来のデバイスとは異なる、グラフェンを金電極で挟み込むデバイスを作製した(Fig. 2)。

【結果】Id-V_g測定の結果、グラフェンの特徴であるアンバイポーラ曲線が確認された(Fig. 3)。しかし、SEMで確認したところグラフェンが基板にブルインしている様子が確認された(Fig. 4)。当日は詳細なデバイス作製工程とグラフェンがブルインした原因について報告する。

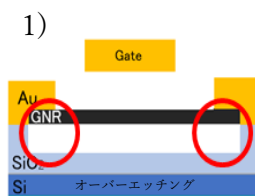


Fig. 1 アンカーのオーバーエッチング

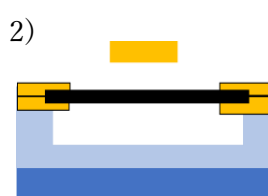


Fig. 2 改善後のデバイス

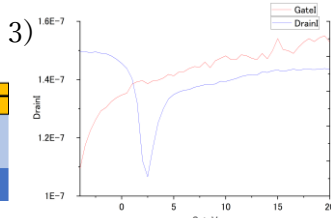


Fig. 3 アンバイポーラ曲線



Fig. 4 グラフェンナノリボンがブルインしている様子

【参考文献】 [1] M. Muruganathan, et al., Nano Letters, vol. 15, no. 12, pp. 8176–8180 (2015). [2] J. Sun, M. Muruganathan, et al., Science Advances, vol. 2, no. 4, pp. e1501518–e1501518, (2016). [3] M. Muruganathan, et al., International Journal of Automation Technology, vol. 12, no. 1, pp. 24–28, (2018).

【謝辞】本研究は(株)太陽誘電, JSPS 科研費 18K04260, 18H03861, 19H05520 の助成を受けたものです。