

粒子数測定感度向上に向けた電流駆動型単一グラフェン共振器の作製

Fabrication of single graphene resonant sensor using electro-thermal excitation for improved sensitivity in particle counting

○米村 陸弥¹, Pham Viet Khoa¹,

崔 容俊¹, 野田 俊彦¹, 澤田 和明¹, 秋田 一平², 高橋 一浩¹

¹豊橋技術科学大学, ²国立研究開発法人産業技術総合研究所

○Rikuya Yonemura¹, Viet Khoa Pham¹,

Yong-Joon Choi¹, Toshihiko Noda¹, Kazuaki Sawada¹, Ippei Akita², Kazuhiro Takahashi¹

¹Toyohashi Univ. of Tech., ²Nat'l. Inst. Of Adv. Ind. Sci and Tech.

E-mail: yonemura.rikuya.in@tut.jp

共振質量センサの質量感度は可動膜の厚さと密度に反比例するため、薄膜かつ低密度で電気伝導性に優れたグラフェンを可動膜に用いることで質量感度の向上が期待できる。本研究室では、電流印加時に発生するジュール熱によって自立グラフェンを加振させることで吸着した分子の質量と粒子数を同時に測定するマルチモーダル計測を実現し、ウイルスの特異的検出^[1]を報告した。しかし、ウイルスの吸着量が少ない場合夾雑物との識別が困難な領域が存在するため、粒子数測定感度向上による識別能の向上が不可欠である。そこで本研究では、電流駆動型グラフェン共振センサの粒子数測定感度向上を目指し、チャンネル面積を削減しキャビティを1つにした単一グラフェン共振器を作製した。

作製した単一グラフェン共振器のSEM像をFig. 1に示す。従来デバイスはグラフェン転写の歩留まりが低いため測定可能な架橋グラフェンを残すために複数のキャビティを設計していた。しかし、チャンネル面積が広い場合、基板に固定されているグラフェンチャンネル内を流れる電子は基板からのフォノン散乱の影響を多く受けるため、電子移動度が低下し吸着粒子によるインピーダンス変化が小さくなる。そこで、膜の強度向上および転写時のクラックを抑えるために単層ではなく2層グラフェンを使用した。また、被転写基板にヘキサメチルジシラザン(HMDS)を塗布することで基板表面を疎水性にし、疎水性相互作用を利用してグラフェンと基板の密着度を向上させた。これらの転写プロセス改善によりチャンネル面積を削減した単一グラフェン共振器を実現した。また、Fig. 2に示した共振測定の結果から単一グラフェン共振器の方が、振動振幅が大きいことが確認できた。これは、チャンネルインピーダンスの削減により、ジュール熱による加振力が増加した結果を示唆している。以上の結果より、マルチモーダル計測における粒子数測定感度向上の可能性を示された。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省次世代 X-nics 半導体創生拠点形成事業 JPJ011438, JSPS 科研費 23H01466, および防衛装備庁安全保障技術研究推進制度(JPJ004596)の助成を受けたものです。

参考文献

[1] P. Khoa, et al., 第41回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 25P3-M-4, (2024)

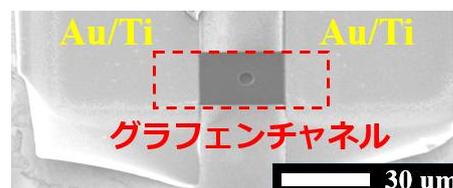


Fig. 1 Single resonant graphene sensor

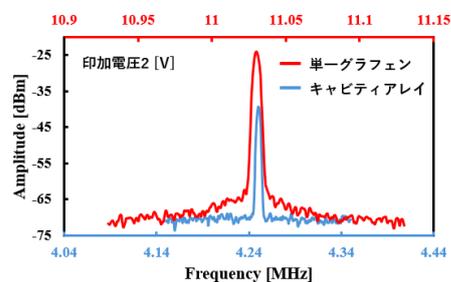


Fig. 2 Resonance measurement results