

ひずみ印加によるキャビティ封止型グラフェン共振器の共振特性向上 Improvement of resonance properties of cavity-sealing graphene resonator by applying strain

豊橋技科大 ○(M1)上坂 淳平, 喜種 慎, 澤田 和明, 高橋 一浩

Toyohashi Univ. of Technol. , °J. Uesaka, S. Kidane, K. Sawada, K. Takahashi

E-mail: Uesaka.jumpei.aq@tut.jp

すことができた。

1. はじめに

近年グラフェンをセンサ機能膜として吸着分子を定量する MEMS 共振型センサが注目されている[1]。共振型センサは可動膜に微量の分子が付着すると、共振周波数がシフトし、そのシフト量で質量を検出する。しかし、グラフェン共振膜が軽いことにより低Q値を示し、周波数分解能が低下してしまう。共振特性向上のため、レジスト(SU-8)の熱収縮によりブリッジ状に形成されたグラフェンにひずみを与え fQ 積を向上させた報告があるが[2]、ブリッジ型共振器では構造的に溶液処理への耐久性がなく、グラフェン表面を架橋剤や受容体分子などで機能化することが困難である。そこで本研究では、センサへ応用する際の課題となる溶液処理への耐性を強くするために、ドラム構造の架橋グラフェンの両端に SU-8 パターンを形成し、SU-8 の熱収縮によって fQ 積の向上を検討した。

2. 作製デバイス

Fig.1 に減圧ドライ転写法[3]で作製した架橋グラフェンの両端に SU-8 パターンを形成した共振器の模式図と電子顕微鏡画像を示す。シリコン基板中にキャビティを形成し、グラフェンでキャビティを封止するようにしてシリコン基板へ CVD グラフェンを転写している。さらに、この架橋グラフェン上にフォトリソグラフィを行ってひずみ印加用の SU-8 構造を形成した。ここで、架橋グラフェンによってキャビティ内は封止されているため、従来のブリッジ構造よりもウェットプロセスへの耐性が高いことから架橋グラフェン上へのフォトリソグラフィによる SU-8 のパターンニングを可能としている。作製した架橋構造のキャビティサイズは $12\ \mu\text{m}$ の正方形で、SU-8 パターンの間隔は約 $10\ \mu\text{m}$ である。

3. 実験結果

グラフェン共振器へのひずみ印加による共振特性への効果を評価するため、光励起による固有振動数測定を行った。測定は $3 \times 10^{-2}\ \text{Pa}$ の真空チャンバー内で架橋グラフェンを周波数変調レーザーによって励振させ、グラフェン-基板間膜の干渉特性の変化を利用してプローブレザーの反射光強度変化を光検出器で検出し、架橋グラフェンの共振特性を観察した。ひずみ印加による fQ 積の向上を示すため、加熱前と $210\ ^\circ\text{C}$ で 10 分加熱後の場合でそれぞれ測定を行った。

Fig.2 に $12\ \mu\text{m}$ の正方形ドラム構造グラフェンへのひずみ印加による共振周波数と Q 値の変化を示す。加熱前に共振周波数が $9.08\ \text{MHz}$ 、Q 値が 2272、加熱後で共振周波数が $10.3\ \text{MHz}$ 、Q 値が 3866 を得た。熱処理により共振周波数は 1.13 倍、Q 値は 1.7 倍となり、ドラム構造の架橋グラフェンでの共振特性の向上を示

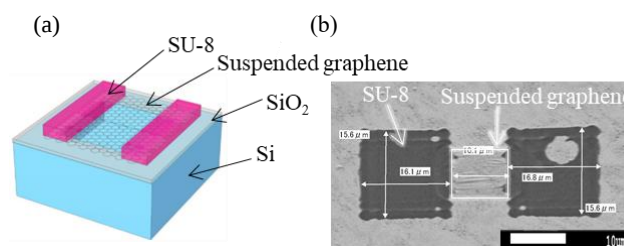


Fig.1 (a) Schematic image and (b) SEM image of cavity-sealing suspended graphene with SU-8 patterned at both ends fabricated by low-pressure dry transfer technique.

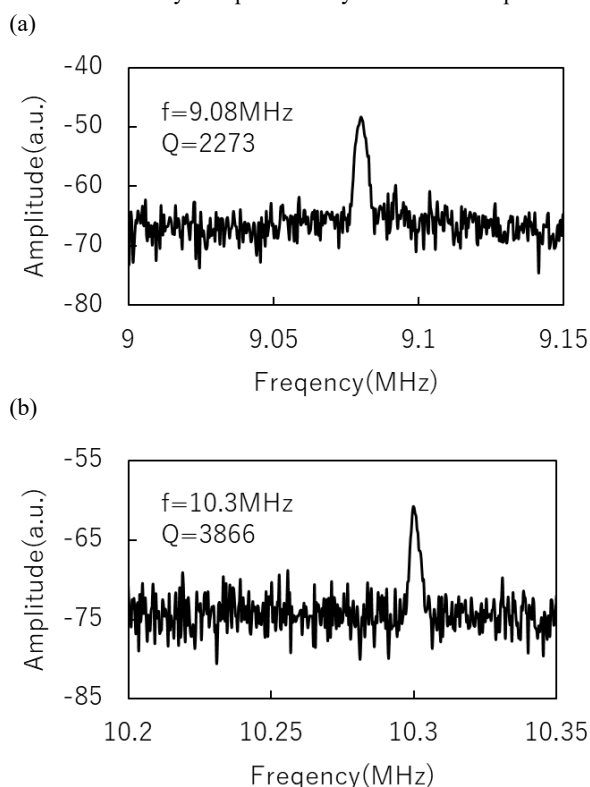


Fig.2 Resonance properties of graphene resonator (a) before baking and (b) after baking at $210\ ^\circ\text{C}$.

参考文献

- [1] J. Chaste, et al., Nature Nanotechnology 7, 2012, pp. 301-304.
- [2] Y. Oshidari, et al., Applied Physics Express 5 (11), 2012, 7201.
- [3] K. Takahashi, et al., Appl. Phys. Lett. 112, 2018, 041901.