エラストマーナノシートを用いた歪み印加グラフェン共振質量センサの作製

Fabrication of strain-induced graphene resonant mass sensor using elastomer nanosheet

豊橋技術科学大 [1]，東工大 [2]　○(B)加藤 源基 [1]，　(M2)新野 謙 [1]，斎藤 優人 [2]，藤枝 俊宣 [2]，
崔 容俊 [1]，野田 俊彦 [1]，澤田 和明 [1]，高橋 一浩 [1]

Toyohashi Univ. Technology [1], Tokyo Institute of Technology [2], °Motoki Kato[1], Ken Arano[1],
Masato Saito [2], Toshinori Fujie [2], Yong Joon Choi[1], Toshihiko Noda[1],
Kazuaki Sawada[1], Kazuhiro Takahashi[1]

E-mail: kato.motoki.hr@tut.jp

1. はじめに

近年，COVID-19 等の感染症が世界中で問題となっており，携帯性と高感度なセンサが求められている．本研究室では，グラフェンをセンサ機能膜とし，グラフェン上に吸着した分子の質量を測定する共振型センサでウイルス検出を行うことを検討している[1]．しかし，既存のグラフェン共振器はグラフェン膜の質量が軽すぎることから振動の Q 値劣化に伴い周波数分解能が低下する．その解決策として fQ 積の向上が求められる．先行研究では，封止構造の架橋グラフェン上に SU-8 パターンを形成し，SU-8 の熱収縮によって fQ 積を向上させた例[2]があるが，熱収縮により印加される歪みには限界がある．本報告ではグラフェンへ印加される歪みを増大するため，転写工程において歪みが印加されたグラフェン膜を転写するプロセス技術を開発することを目的とした．

2. エラストマー支持膜によるグラフェン転写

従来の転写支持膜であるポリメチルメタクリレート樹脂(PMMA)はプラスチック素材であるため，転写前に大きな歪みを印加することはできない．そこで，グラフェン転写の支持膜としてエラストマー素材であるポリスチレン-ポリブタジエン-ポリスチレン(SBS)ナノシートを用いることで，転写時にグラフェンに歪みを与えることを検討した．SBS ナノシートは弾性変形量が PMMA よりも 2 桁大きな 100%以上の歪みが印加できる．しかし，半導体微細プロセスに使用された実績がないため，完全に除去できる知見がない．そのため SBS の除去方法として低極性溶媒のテトラヒドロフランを使用してエッチング条件の検討を行い，SBS ナノシートを支持膜としてグラフェンが被転写基板に接着することを確認した．

3. 共振センサ特性評価

一軸ひずみが印加された場合，G ピークおよび 2D ピークはそれぞれ-14.2 cm^{-1}/%, -27.8 cm^{-1}/%のピークシフトが起こる[3]．作製したデバイスでは Fig.1 より，G ピーク 2D ピークはそれぞれ-13.7 cm^{-1}, -2.2 cm^{-1} の低波数側へのシフトが得られた．ラマンシフトとひずみの関係を表した文献値[3]より、得られたラマンシフトは 0.56%程度のひずみが印加されたことを示唆している．

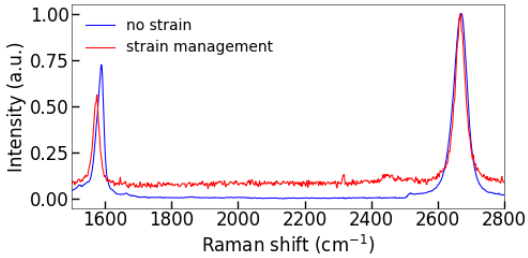

Fig. 1 Raman characteristics of strain-induced suspended graphene.

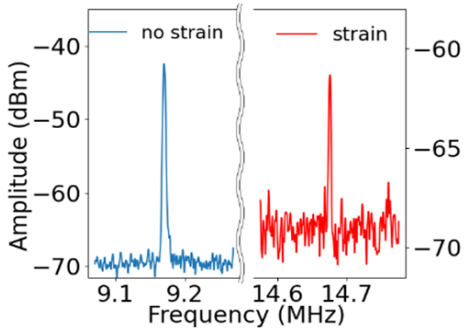

Fig. 2 Resonance characteristics of strain-induced graphene resonant mass sensor.

また、グラフェン共振器の共振測定は、レーザー照射により加振を行い、膜の共振動作時の光干渉特性の変化を利用して反射光の強度変化から共振周波数を測定する方法を採用した．Fig.2 より，共振周波数，Q 値ともに 62%向上を確認した．以上の結果より，エラストマー素材によるグラフェン歪み印加デバイスの作製に初めて成功し，さらに共振特性の向上に成功した．

謝辞

本研究の一部は NEDO 未踏チャレンジの支援を受けて行われた．

参考文献

[1] 新野謙 他，第 82 回応用物理学会秋季学術講演会，13p-N322-8, 2021.
[2] 上坂淳平 他，第 67 回応用物理学会春季講演会，2020.
[3] Z. H. Ni et al., “Uniaxial strain on graphene:Raman spectropy study and band-gap opening,” ACS Nano 2, 2301 (2008)