グラフェン機械共振器(G-MR)の電気・光学的手法による共振周波数制御

Control of resonance frequency of G-MR by electrical and optical method 大阪府大工, [°]井上太一, 望月裕太, 今北悠貴, 竹井邦晴, 有江隆之, 秋田成司 Osaka Pref. Univ., [°]T. Inoue, Y. Mochizuki, Y. Imakita, K. Takei, T. Arie, S. Akita E-mail: t_inoue-4@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに G-MR は質量・力センサや多共振器からなる振動システムへの応用が期待されており、応用範囲拡大に向け共振周波数制御は重要である。これまで我々はレーザによる光学的な共振計測[1]を行ってきたが、共振周波数の制御は困難であった。本研究では、G-MR の電気・光学的な 共振周波数の制御について検討した。

実験 SiO₂ (300 nm)/Si 基板上にソース・ドレイン電極を作 製し、CVD 法で合成したグラフェンを転写・成形した。こ こでグラフェン直下の SiO₂ を BHF によりエッチングし、 超臨界乾燥法を行い直径約 5.8 μm の G-MR を形成した(図 1)。架橋部分が FET のチャネルとなっている。

測定系を図 2 に示す。加振はグラフェンに高周波 V_{sd} を 印加し、基板-グラフェン間に生じる静電気力により行った。 振動の検出は、振動によるグラフェン-基板間の距離変化に 起因した電流値変化から行った。ここで、低周波の AM 変 調を加えることで高感度に振動を検出した。また、基板に 直流電圧 V_s^{DC} を印加させることで張力を変化させ共振周 波数を制御できる。上記の電気的な共振測定系に加え、レ ーザ光(波長 660 nm、スポット半径約 25 μ m)を照射する系 を導入した。これにより、光熱効果により共振周波数の更 なる制御も可能にした。

結果と検討図3にV_{sd}=0.3V_{pp}、レーザ照射無しのでの共 振測定結果を示す。VgDC 増加に伴い共振点 (黄点線)が変化 し、周波数が高周波数側に最大で約0.4 MHz シフトした。 これはこれまで報告されている通り、V^{DC}による静電気力 による張力の変調のためである。次にレーザ(パワー密度 30 nW/µm²)を照射した状態で共振測定し、レーザ照射無し の結果と比較した(図 4)。レーザ照射により、Vg^{DC} < 2.5 V では共振周波数が最大で約0.167 MHz 低周波数側にシフト したが、 $V_g^{DC} > 2.5 V$ ではほとんど変化はなかった。これ は $V_{g}^{DC} < 2.5$ Vでは、電極の共振器支持部にてレーザによ る熱歪みが生じ、張力が緩和されたことに起因する。VgDC> 2.5 Vでは支持部の熱歪みよりも Vg^{DC}による静電気力が支 配的なため、周波数変化がほとんどなかったと考えられる。 以上、静電気力では困難な周波数の下方制御について、レ ーザ照射による電極部分の熱歪みの誘起により成功した。 謝辞 本研究は科学研究費補助金で行われた。 文献[1]T. Inoue et al., arXiv, 1705.05656 (2017)



密度依存性