高感度測定へ向けたグラフェン機械共振器の高周波化

High frequency operation of graphene mechanical resonator toward highly sensitive measurement

大阪府立工，°池本拓史，竹井邦晴, 有江隆之，秋田成司

Osaka Pref. Univ., °H. Ikemoto, K. Takei, T. Arie, S. Akita

E-mail: ikemoto-4@pe.osakafu-u.ac.jp

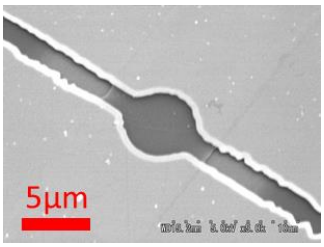
はじめに　グラフェン機械共振器(G-MR)は高感度の質量・力センサへの応用が期待されている。高感度センサの実現に向けて、G-MR の小型化による高周波化が課題である。本研究では、両持ち梁 G-MR の小型化と張力変化の影響について検討した。

実験　Si/SiO_2 基板上に電極を作製した後、CVD 法で合成したグラフェンを転写し成形した。ここでグラフェン直下の SiO_2 を BHF によりエッチングし、超臨界乾燥法を用いて乾燥を行い、、直径が 6 μm のドラム型グラフェンとチャネル幅および長さ 2×2 μm^2 の両持ち梁グラフェンを形成した(図 1 (a) (b))。電極間に交流電圧を印加することで基板とグラフェン間に働く静電気力により、グラフェンを加振した。振動による出力電流値の変化を読み取ることで振動の検出を行った。また、直流電圧により張力を加え、共振周波数を測定した。

結果と検討　グラフェン膜面への電圧印加により膜の張力が印加電圧 V の 2 乗に比例して大きくなり、共振周波数が V に比例して増加する。直径が 6 μm のドラム型 G-MR では、$V > \pm 3$V の電圧を印加すると、共振周波数が大きくなり最大値が 12 MHz となった（ 図 2 (a) ）。$V > \pm 5$V を印加すると中吊り構造が破壊された。一方、G-MR を 2 μm にすると、共振器質量が 1/9 (2.4fg) になり基本共振周波数が 3 倍に、さらに、最大印加可能電圧が 5 V から 30 V となることで 6 倍大きくなる。これにより共振周波数が 100 MHz 以上の高周波化が実現できた(図 2 (b))。

謝辞　本研究は科学研究費補助金で行われた。

(a)



(b)

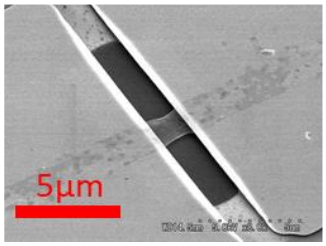
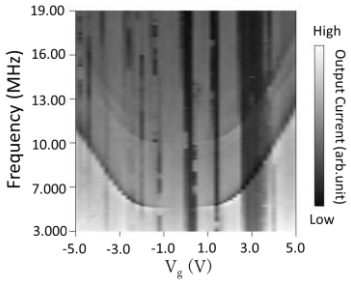


図 1　グラフェン共振器の SEM 画像
(a) ドラム直径 6 μm, (b) 両持ち梁 2 μm

(a)



(b)

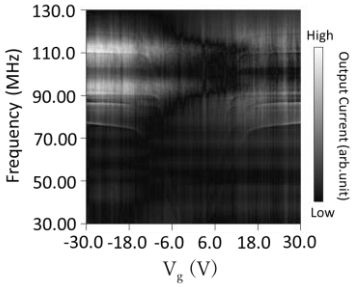


図 2　電圧印加の共振周波数依存性
(a) ドラム直径 6 μm, (b) 両持ち梁 2 μm

© 2019年 応用物理学会