

光定在波による両持ち梁グラフェン機械共振の非線形制御

Control of nonlinearity of suspended graphene by standing wave of light

大阪府大工, °井上太一, 安野裕貴, 竹井邦晴, 有江隆之, 秋田成司

Osaka Pref. Univ., °T. Inoue, Y. Anno, K. Takei, T. Arie, S. Akita

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

はじめに グラフェンは電氣的機械的に優れた特性から高感度機械共振器への応用が期待されている。また、光定在波による共振制御が報告されているがパラメトリック発振や周波数変換等の応用展開が期待できる非線形効果の制御への応用はほとんど検討されていない。本研究では、光定在波のグラフェン共振器の非線形振動に与える影響について検討した。

実験 SiO₂ (300 nm)/Si 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 SiO₂ を BHF によりエッチングし、超臨界乾燥法を用いて乾燥しチャンネル幅および長さ 2×4 μm² の両持ち梁グラフェンを形成した(図 1)。

測定系を図 2 に示す。グラフェンの加振は周波数 f で強度変調(ピーク強度 472 μW)したレーザ光(660 nm)を梁支持部近傍に照射し光誘起熱駆動法により行った。振動の検出には波長の異なる CW レーザ(406 または 521 nm)を用い、基板とグラフェンで形成された干渉光強度の加振周波数依存性を光電子増倍管とロックインアンプを用いて測定した。

結果と検討 図 3a に示すように検出用レーザ光として 406 nm を用い、その強度を 4.27 から 6.75 μW と増加したとき、加振振幅が一定の条件下でも振幅が増加した。また、共振特性は典型的な Duffing 型の非線形振動であるが振幅が増加しても振幅のピーク位置はほとんど変化しなかった。一方、検出用レーザが 521 nm の時(図 3b)にはレーザ光強度が増加するにつれ非線形性を保ちながら振幅が減少しピーク位置も低周波側へシフトした。また、光強度が 5.51 μW 以上の場合には線形振動を経ずに振幅が減少するだけでなく明瞭な反共振が観測され振動が抑圧されることを見出した。ここで検出用レーザの波長により定在波の腹の位置と振動中心における光強度分布の傾きが異なる。これに起因し振動するグラフェンの位置に依存し光誘起される熱量が変化する。この振動周期に応じた熱量変化と加振用レーザの変調周期との位相の関係から光誘起熱駆動による振動を促進もしくは抑制する力が重畳することで図 3 の挙動は説明できる。

謝辞 本研究は科学研究費補助金で行われた。

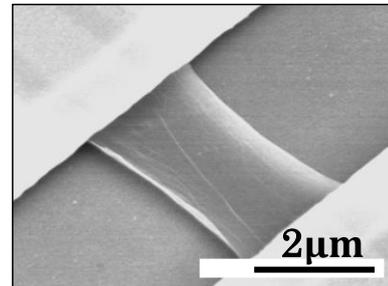


図 1 両持ち梁グラフェンの SEM 像

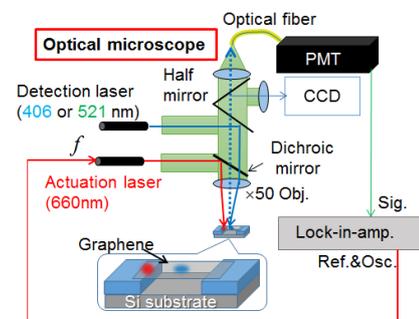


図 2 測定系

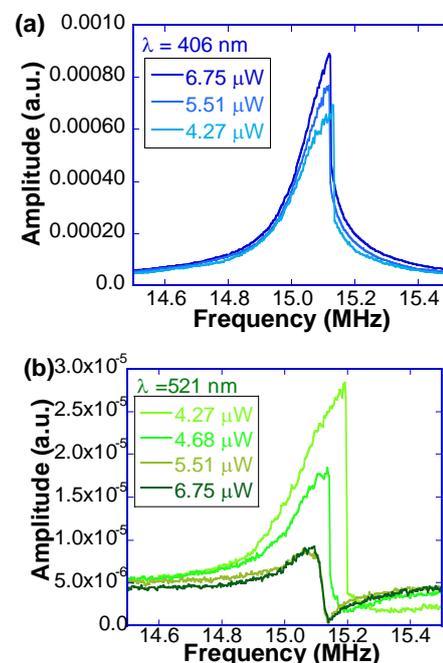


図 3 共振のレーザ光強度依存性

(a) 406 nm, (b) 521 nm