

課題番号 : F-13-UT-0087  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名 (日本語) : Few-layer Graphene を用いた片持ち梁構造の機械特性計測  
Program Title (English) : MECHANICAL PROPERTIES OF FEW LAYER GRAPHENE CANTILEVER  
利用者名 (日本語) : 松井 一真<sup>1)</sup>, 稲葉 亮<sup>1)</sup>, 竹井 裕介<sup>1)</sup>, 高畑 智則<sup>1)</sup>, 松本 潔<sup>2)</sup>, 下山 勲<sup>1,2)</sup>.  
Username (English) : K. Matsui<sup>1)</sup>, A. Inaba<sup>1)</sup>, Y. Takei<sup>1)</sup>, T. Takahata<sup>1)</sup>, K. Matsumoto<sup>2)</sup>,  
and I. Shimoyama<sup>1,2)</sup>.  
所属名 (日本語) : 1) 東京大学大学院情報理工学系研究科, 2) 東京大学 IRT 研究機構.  
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Information Science and Technology, The University of  
Tokyo, 2) Informatoin and Robot Technology Research Initiative, The University  
of Tokyo.

### 1. 概要 (Summary)

ナノサイズの片持ち梁は輻射圧雑音の計測や高感度なセンサへの応用が期待されている。近年、この片持ち梁の素材としてグラフェンが候補に挙げられている。グラフェンは六員環の炭素原子でできた平面シート構造であり、1層(0.335 nm)の厚さでも浮き構造を維持できる。従来、4層以上の厚さを持つ Multilayer graphene で片持ち梁が製作され、その機械的特性は長方形断面を持つ一般の片持ち梁の式に従うことが示されてきた。一方で、3層以下の厚さの Few-layer graphene (FLG) 片持ち梁を製作し、バネ定数や共振周波数などの機械的特性を計測した例はない。より高感度で軽量の FLG 片持ち梁を実際に共振子などのアプリケーションに応用するには、その機械的特性を計測する必要がある。

### 2. 実験 (Experimental)

1-3層の厚さの FLG を溝のあるウェハに転写し、浮き構造の FLG を製作した。その後、FIB による直接パターンニングによって FLG 片持ち梁を製作した。さらに、光ヘテロダイン振動測定装置を用いて共振周波数を計測した。FIB で片持ち梁を製作する際、Diamond-like carbon (DLC) の錘を乗せた FLG 片持ち梁と、錘を持たない片持ち梁を製作し、2つの構造から FLG 片持ち梁の機械的特性を評価した。

ナノテクプラットフォームが有する電子線描画装置を活用し、ウェハ上に溝パターンを製作した。また集束イオンビームを用いて FLG 片持ち梁を製作した。

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

近似直線から得られる共振周波数は、長方形断面を仮定した片持ち梁の共振周波数の 3.9 倍となった。また、長方形断面をもつと仮定し、DLC をもつ FLG 片持ち梁の共振周波数からヤング率を求めたところ、150 - 520 TPa となった。これは従来報告されてきた文献値 1 TPa よりも大きい。これらの結果から、製作した FLG 片持ち梁は長方形断面を持つ一般の片持ち梁よりも硬い構造になっていることが推測される。

### 4. その他・特記事項 (Others)

なし

### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) K. Matsui *et al.*, MEMS Conference, 2014.

### 6. 関連特許 (Patent)

なし