

課題番号 : F-18-TU-0039  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : グラフェンナノリボン応用ひずみ計測技術の開発  
 Program Title (English) : Development of Graphene Nano-ribbon Base Strain Sensor  
 利用者名(日本語) : 鈴木研, 中川亮平  
 Username (English) : K. Suzuki, R. Nakagawa  
 所属名(日本語) : 東北大学大学院工学研究科附属先端材料強度科学研究センター  
 Affiliation (English) : Fracture and Reliability Research Institute, Graduate School of Engineering, Tohoku University  
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, EB 描画, グラフェン

### 1. 概要(Summary)

グラフェンを幅数 10 nm の細長いリボン状に切り出したグラフェンナノリボン (GNR: graphene nano-ribbon) は、量子効果と構造端部に起因して、バンドギャップが発現し半導体的な性質を示すことが知られている。また、この GNR のバンドギャップは負荷ひずみに応じて変化することから、GNR を応用した大変形可能かつ超高感度なひずみセンサの実現可能性が示されている。そこで、GNR 応用ひずみセンサの開発を目的に、Si 基板上に固定したグラフェンシートから EB リソグラフィ技術を用いて GNR を作製した。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

EB 描画装置

#### 【実験方法】

Si 基板上に固定したグラフェンシートに対し、初めに PMMA(A2 950 microchemical company)を塗布し、その上からネガレジストとして HSQ(XR1541-006 Dow Corning Toray Co., Ltd)を塗布した。その後 EB 描画装置(エリオニクス ELS-G125S)を用いて HSQ を描画し、TMAH(Tetra Methyl Ammonium Hydroxide 2.38%)を用いて現像を行った。EB 描画条件を表 1 に示す。

Table 1 Conditions of EB lithography

EB lithography	Beam voltage	130 kV
	Beam current	1 nA
	Exposure dose	500 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$
	Field size	200000 dot/500 $\mu\text{m}$

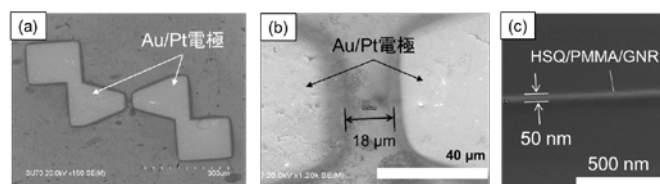


Fig.1 SEM images of fabricated HSQ/PMMA/GNR between deposited electrodes: (a) deposited electrodes, (b) GNR between electrodes and (c) magnified view of the GNR with width of 50 nm

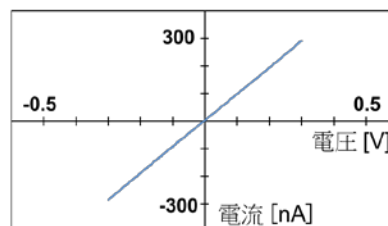


Fig. 2 I-V characteristic curve of the fabricated GNR

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

現像後、 $\text{O}_2$  プラズマによる RIE(Reactive Ion Etching)プロセスを用いて余分なグラフェンを除去し GNR 形状に加工した。HSQ/PMMA/GNR 層の SEM による観察結果を図 1 に示す。幅約 50 nm の GNR の存在を確認することができる。図 2 に作製したナノリボンの I-V 特性を示す。電極間に断線なくグラフェンナノリボンを形成することに成功した。

### 4. その他・特記事項(Others)

なし

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

(1)R. Nakagawa, Z. Wang, and K. Suzuki, International Mechanical Engineering Congress & Exposition (IMECE)2018, IMECE2018-87277.

### 6. 関連特許(Patent)

なし