

課題番号 : F-13-BA-09
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名 (日本語) : 集束イオンビームを用いたグラフェンの局所加工
 Program Title (English) : Local processing of graphene by using focused ion beam
 利用者名 (日本語) : 梶原裕哉、高橋哲平、董天辰、吉田木の実
 Username (English) : Yuya Kajiwara, Teppei Takahashi, Tianchen Dong, Konomi Yoshida
 所属名 (日本語) : 筑波大学大学院数理物質科学研究科電子・物理工学専攻
 Affiliation (English) : Grad. Sch. of Pure and Appl. Sci., Appl. Physics, University of Tsukuba

1. 概要 (Summary)

グラフェンは高い電子移動度を有するため、従来のシリコンを用いたトランジスタに置換わる次世代の高速トランジスタ材料として期待されている。グラフェンの電子デバイス応用で最も重要かつ困難となるのは、グラフェンへのバンドギャップ形成である。これまでにグラフェンへのバンドギャップ形成について多くの手法が提案されており、グラフェンをナノリボン状に形成し量子閉じ込め効果によってリボン幅に依存したバンドギャップが形成されることが理論的に報告されている。本研究では、集束イオンビームを用いてグラフェンを局所的にリボン状に加工した際のグラフェン FET の電気特性とリボン部分の結晶性をラマン分光によって調べた。

2. 実験 (Experimental)

n-Si 基板/SiO₂ (300 nm) 上にキッシュグラファイトから剥離法を用いてグラフェン試料を作製した。作製したグラフェンに電子ビーム露光・電子ビーム蒸着・リフトオフプロセスにより Ti/Au 電極形成し、グラフェン FET 構造を作製した。加速電圧 30keV の条件でグラフェン FET チャンネル部をリボン状に加工し、リボン部分の結晶性をラマン分光によって調べた。また、チャンネル部をリボン状に加工したグラフェン FET の電気特性の評価を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig.1 に長さ 1 μm、幅 50 nm のリボン状に加工したグラフェンの SEM 像を示す。FIB 加工によって任意のリボン幅、リボン長さに加工することが出来た。しかしながら顕微ラマン分光マッピングの結果から、FIB 加工領域周囲 3 μm の領域において、グラフェンの欠陥に由来する D バンドピークが現れることが分かった。このことは、FIB 加工によってグラフェンナノリボンを作成すると、加工領域周辺約 3 μm の領域

に集束イオンビームのガウス分布のビームプロファイルに起因する照射損傷が発生することを示唆している。また、リボン状加工前後でのグラフェン FET の電子移動度の変化率を調べると、リボン状に加工後では移動度が 1 %以下にまで低下し、300 度真空アニールによって 2 %程度にまで回復することが分かった (fig.2)。

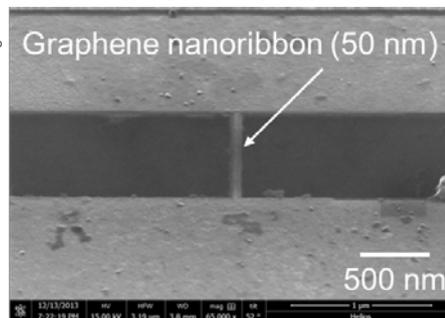


Fig.1: SEM image of graphene channel fabricated by FIB

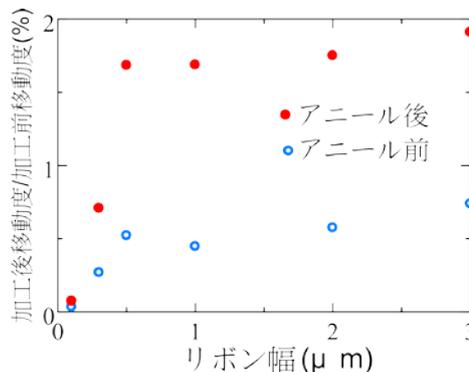


Fig.2: Rate of change in carrier mobility of graphene before and after channel fabrication with various width

4. その他・特記事項 (Others)

なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

1. T. Takahashi, K. Murakami, and J. Fujita, "Damage and strain in graphene induced by focused-ion-beam irradiation", RPGR2013, Tokyo, Japan, Sept.12 (2013).

6. 関連特許 (Patent) なし