

課題番号 : F-14-NM-0094
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 電子ビーム描画装置を用いたグラフェン超伝導デバイスの作製
Program Title (English) : Fabrication of the graphene/superconducting device using EB writer
利用者名(日本語) : 平林 元樹
Username (English) : M. Hirabayashi
所属名(日本語) : 東京理科大学大学院理学研究科応用物理学専攻
Affiliation (English) : Dept. of Applied Physics, Graduate School of Science, Tokyo Univ. of Science

1. 概要(Summary)

物理系の低次元化による量子現象が常伝導体/超伝導体(S)接合の輸送特性に影響を与える。そこで微細化によってその物性が大きく変化するグラフェン(G)を常伝導体として用いたジョセフソン接合の研究を行った。グラフェンチャンネル幅(W)を約 50 nm まで段階的に変化させた超伝導/グラフェン/超伝導(SGS)接合の作製技術を開発し、極低温下でその輸送特性を評価した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ 100kV 電子ビーム描画装置
- ・ レーザー露光装置
- ・ 12 連電子銃型蒸着装置
- ・ 超高真空電子銃型蒸着装置
- ・ 多目的ドライエッチング装置
- ・ 原子間力顕微鏡装置
- ・ 室温プローブシステム
- ・ 自動スクライバー
- ・ ワイヤボンダー

【実験方法】

スコッチテープを用いてキッシュグラファイトを劈開し、Si 基板上にグラフェンを転写した。電子線レジスト gL2000 を塗布し、電子ビーム描画によりエッチングマスクを作製し、多目的ドライエッチング装置によりグラフェンを任意形状に加工した。次に電子ビーム描画と超高真空電子銃型蒸着装置により超伝導電極(Ti/Al/Ti)を作製し、レーザー露光装置と 12 連電子銃型蒸着装置によりボンディングパッド(Ti/Au)を蒸着することで SGS 接合を形成した。グラフェンチャンネルの一部を再度エッチングし、細い W の SGS 接合を作製した。本試料を冷凍機中に設置し、 $T \sim 20$ mK で輸送測定を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

グラフェン微細化条件を最適化し、グラフェンナノリボン(GNR)を作製した(Fig. 1)。現状では最細 $W = 50$ nm の GNR まで再現性良く作製可能である。この GNR に超伝導電極を接合させ、S-GNR-S 接合を作製した。その電流電圧(I - V)特性のバックゲート電圧(V_{bg})依存性を Fig.2 に示す。 V_{bg} 変化によりグラフェン中のフェルミエネルギーが変調され、 $V_{bg} = 15$ V 付近では半導体同様の I - V 曲線となった。これは微細化によりグラフェン中にバンドギャップが生じたことに対応している。さらに V_{bg} 変化に伴う GNR 中に誘起された超伝導状態の変調も確認しており、グラフェン幅とゲート電圧変化によってグラフェン中に誘起される超伝導状態を制御可能であることを示した。

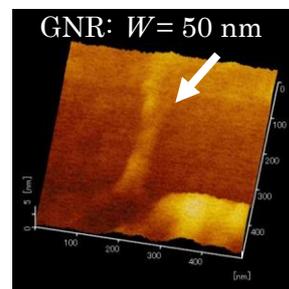


Fig.1.

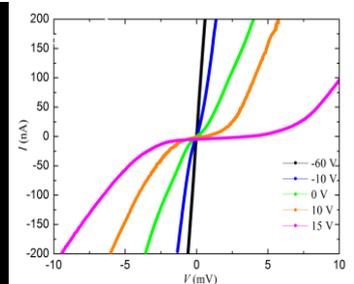


Fig.2.

Fig. 1. AFM image of GNR fabricated by etching.

Fig. 2. I - V characteristics of GNR at various V_{bg}

4. その他・特記事項 (Others)

なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

平林ら, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 平成 26 年 9 月 18 日.

6. 関連特許 (Patent)

なし。