

利用課題番号 : F-13-NM-0057
利用形態 : 技術補助
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 lithography
利用者名 (日本語) : 平林 元樹¹⁾, 津村 公平¹⁾, 高柳 英明^{1),2)}
Username (English) : M. Hirabayashi¹⁾, K. Tsumura¹⁾, H. Takayanagi^{1),2)}
所属名 (日本語) : 1) 東京理科大学大学院理学研究科応用物理学専攻, 2) 物質・材料研究機構 MANA
Affiliation (English) : 1) Tokyouniversity of Science, 2) MANA-NIMS

1. 概要 (Summary) :

グラフェンナノリボンを超伝導金属で挟んだジョセフソン接合を作製し、一次元電子輸送による超伝導輸送特性を評価した。グラフェンナノリボンは電子線描画とプラズマエッチングを用いてグラフェンから加工するが、グラフェン幅のナノスケール制御が容易でないため、再現可能な細線幅を持つ複数本を用いた。抵抗のゲート電圧依存性よりエネルギーギャップの存在は確認できたが、磁場特性からは一次元輸送の特性は判断できなかった。

2. 実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

電子ビーム描画装置(EBL), レーザー露光装置(LL), 12連電子銃型蒸着装置(12 E-gun), 超高真空電子銃型蒸着装置(UHV), 多目的ドライエッチング装置(RIE)

【実験方法】

① キッシュグラフィートを劈開し、SiO₂/Si 基板に転写した。

② EBL 後, RIE によりバー形状にグラフェンを加工した。

条件 : O₂ 100sccm, 10W, 17sec

③ EBL により描画の後, UHV を用いて超伝導電極(Ti/Al/Ti)を蒸着した。

条件:レジスト(ZEP520A)現像液(Acetone,IPA)

描画条件 : Field Size 150μm 角 (60000dot)

Dose time 0.15μsec/dot (=240μC/cm²)

蒸着条件 : Ti/Al/Ti = 100/1000/50 Å

④ LL により描画の後, 12 E-gun を用いて常伝導電極(Ti/Au)を蒸着した。

条件 : レジスト液 (PMGI SF9, AZ5214E)

現像液 (TMAH2.38%)

露光条件 : 140mJ/cm²

蒸着条件 : Ti/Au = 100/1000 Å

⑤ 超伝導金属間のグラフェンを複数本の細長形状にするため再度 RIE を用いてエッチングした。

細長形状設計条件:長さ $L = 300\text{nm}$ 、幅 $W = 80\text{nm}$

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

超伝導金属間の抵抗のゼロバイアスにおけるバックゲート電圧依存性を図1に示す。 $V_g = 15\text{V}$ を中心に試料抵抗の増大が見られた。これはグラフェンをリボン状に加工したためバンドギャップエネルギーが生じたと考えられ、このギャップの大きさ 5meV に対応するリボン幅は $W = 50\text{nm}$ である。

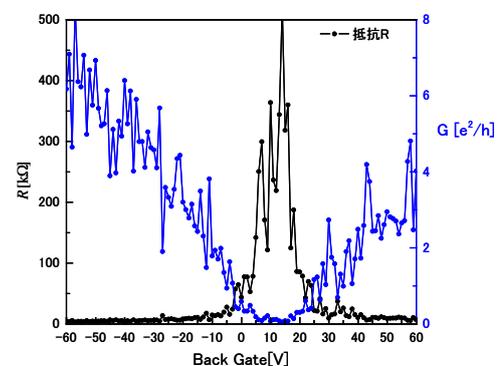


図1. 抵抗と伝導度の V_g 電圧依存性 ($T = 20\text{mK}$)

4. その他・特記事項 (Others) :

今後は、グラフェンの幅を変化させた試料を作製することにより、二次元電子輸送から一次元電子輸送への変化を温度特性から評価していく。

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

なし

6. 関連特許 (Patent) :

なし