

課題番号 : F-14-NM-0049
 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等を用いたグラフェン/超伝導体接合を持つデバイスの作製
 Program Title (English) : Fabrication of Graphene/Superconductor device using EB lithography system
 利用者名 (日本語) : 古川 直紀
 Username (English) : N. Furukawa
 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) : Graduate school of Science, Tokyo University of Science

1. 概要 (Summary)

電子ビーム描画装置、多目的ドライエッチング装置、超高真空電子銃型蒸着装置等を用いてグラフェンのエッチング、超伝導電極のパターニング及び蒸着を行い、レーザー露光装置、12 連電子銃型蒸着装置を用いてボンディングパッドの作製を行った。これにより、グラフェン/超伝導体接合を持つデバイスの作製に成功し、その輸送特性やそれに対する光照射効果の測定を行った。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

100 kV 電子ビーム描画装置、多目的ドライエッチング装置、レーザー露光装置、超高真空電子銃型蒸着装置、12 連電子銃型蒸着装置、原子層堆積装置、室温プローブシステム、自動スクライバー、ワイヤーボンダー

【実験方法】

- ① 酸化膜(90 nm or 290 nm) 付き Si 基板にレジスト (ZEP520A) を塗布し、EB 描画装置を用いて Dose 量 0.15 $\mu\text{sec}/\text{dot}$ で描画を実行した。描画後、Xylene、IPA の順で現像処理した。続いて多目的ドライエッチング装置によりグラフェンをエッチングした後、レジスト剥離を行った。
- ② 超伝導電極作製のため、上記同様に描画及び現像処理を行った後、超高真空電子銃型蒸着装置により Ti/Al/Ti = 10/100/5 nm を蒸着し、リフトオフした。
- ③ パッド作製のため、基板に下層レジスト (PMGI SF9)、上層レジスト (AZ5214) を塗布し、レーザー露光装置を用いて Dose 量 140 mJ/cm^2 で描画を実行した。描画後、TMAH2.38%、純水の順で現像処理した。その後、12 連電子銃型蒸着装置を用いて Ti/Au = 10/100 nm を蒸着し、リフトオフした。
- ④ 試料基板全体に原子層堆積装置により絶縁膜を施した後、試料部分直上に Ti/Au = 10/100 nm を蒸

着してマスクとした。ここで、一部の試料のみ接合に用いられたグラフェン直上部分に $4.2 \mu\text{m} \times 0.5 \mu\text{m}$ のスリットを設けた。尚、パッド直上の絶縁膜のみリフトオフしてコンタクトを取っている。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

希釈冷凍機内部に光学系ごと試料を格納し、極低温下における輸送特性を測定した。Fig.1 は超伝導体/グラフェン/超伝導体接合 (SGS 接合) における臨界電流値 (I_c) 及び常伝導抵抗値 (R_N) のバックゲート電圧 (V_g) 依存性の測定結果である。 V_g による R_N 変調を介して I_c が制御可能である。ここで、試料に対する波長 1.31 μm の光照射を行い、 I_c 及び R_N の光パワー (P) 変化を Fig.2 に示す。その I_c の大きさは P の増加に伴い、 R_N にはほとんど変化が見られないにも拘らず単調減少していく。同等の I_c における P と温度との対応関係から、この要因は光照射による G 中の電子温度の上昇により説明できるが、温度変化と P 変化における I_c 減少率の違い等、熱的効果のみでは説明できない現象も見られた。

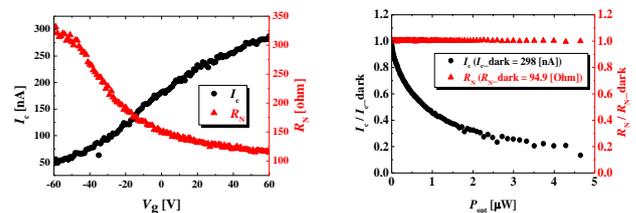


Fig.1 (left) I_c and R_N as a function of Backgate voltage (V_g).

Fig.2 (right) Normalized I_c and R_N as a function of light intensity (P).

4. その他・特記事項 (Others)

なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

古川ら、応用物理学会第 75 回秋期大会、平成 26 年 9 月 18 日

6. 関連特許 (Patent)

なし