

課題番号 : F-16-NM-0093
 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-超伝導体接合光学素子作製
 Program Title (English) : Fabrication of an optical device based on a graphene-superconductor junction
 利用者名 (日本語) : 津村 公平
 Username (English) : K. Tsumura
 所属名 (日本語) : 東京理科大学理学部第一部応用物理学科
 Affiliation (English) : Department of Applied Physics, Faculty of Science, Tokyo University of Science

1. 概要 (Summary)

グラフェンに超伝導電極を接続した超伝導金属/グラフェン (SG) 接合では、超伝導体近傍のグラフェン中に超伝導状態が誘起される。これまでに、我々は SGS 接合に対して光照射を行い、超伝導スイッチング電流 I_{sw} 値が変化することを確認した。これは光励起に伴うグラフェンの電子温度上昇の観点から理解可能であるが、それ以外の影響については未解明である。本研究では、従来よりも幅の広い SGS 接合を作製することで I_{sw} 値を大きくし、光照射に伴う I_{sw} 値確率分布変化の精密測定を目指した。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ 125kV 電子ビーム描画装置
- ・ レーザー露光装置
- ・ 超高真空および 12 連電子銃型蒸着装置
- ・ 多目的ドライエッチング装置

【実験方法】

試料作製は NIMS 微細加工プラットフォームにて実施した。作製した試料の模式図を Fig. 1 に示す。まず粘着テープを用いた機械的劈開法で、単層グラフェンを Si 基板上に作製した。電子ビーム描画によってエッチングマスクを作製し、酸素プラズマエッチングでグラフェンを所望の形状に加工した。次に電子ビーム描画で超伝導電極パターンを作製し、電子ビーム蒸着によって Ti/Al/Ti 超伝導電極を蒸着した。そしてレーザー露光装置を用いてボンディングパッドパターンを作製し、電子ビーム蒸着で Ti/Au を蒸着し、試料が完成した。極低温における輸送測定は東京理科大学で実施した。

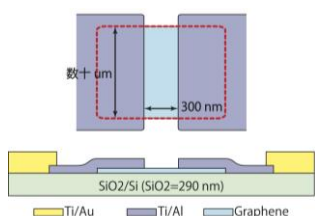


Fig. 1. Schematic sample structure.

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Figure 2 に示す通り、比較的大面積の単層グラフェンの恒常的作製を実現し、超伝導ソース-ドレイン電極間距離 300 nm、接合幅数十 μ m 以上の接合作製を可能にした。しかし、いずれの試料においても超伝導電流を観測できなかった。極低温での測定結果を考慮すると、超伝導電極/グラフェン界面のコンタクト形成が不十分であると考えられる。これまでは超伝導電流計測が可能な試料を安定的に作製しており、本年度もそのプロセスを踏襲した。唯一の違いは EB 用レジストを gL2000 から PMMA A6 に変更した点である。このようなレジスト起因の問題は常伝導電極では知られておらず、超伝導電極形成時に特有の問題である可能性がある。今後これを改良し、当初目的の達成を目指す。

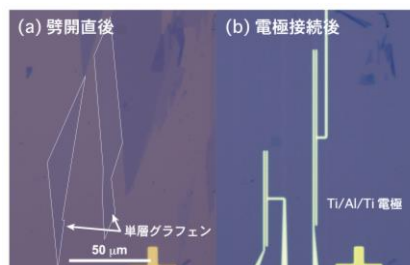


Fig. 2. Optical microscope images of (a) large-area graphene flakes and (b) SGS junctions fabricated from those flakes.

4. その他・特記事項 (Others)

NIMS 分子・物質合成プラットフォームにて顕微 Raman 分光によるグラフェンの層数判定を行い、筑波大学微細加工プラットフォームにてボンディングを行った。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) K. Tsumura *et al.*, 19th International Conference on Superlattices, Nanostructures, and Nanoelectronics, 平成 28 年 7 月 24 日

6. 関連特許 (Patent)

なし