

利用課題番号 : F-13-NM-0058
利用形態 : 技術補助
利用課題名 (日本語) : EB 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 etc.
利用者名 (日本語) : 古川 直紀¹⁾、津村 公平¹⁾、高柳 英明^{1), 2)}
Username (English) : N. Furukawa¹⁾, 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) Tokyo University of Science, 2) MANA-NIMS

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1つないし2つ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】

電子ビーム(EB)描画装置、多目的ドライエッチング(RIE)装置、レーザー露光装置、超高真空蒸着装置、12 連電子銃蒸着装置、原子層堆積(ALD)装置

【実験方法】

- ① 酸化膜(90 nm)付き Si 基板にレジスト (ZEP520A) を塗布し、EB 描画装置を用いてドーズ量 $240 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 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 RIE 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、超高真空蒸着装置により Ti/Al/Ti = 10/100/5 nm の蒸着を行い、リフトオフした。
- ③ パッド作製のため、試料基板に下層レジスト (PMGI SF9)、上層レジスト (AZ5214) を塗布し、レーザー描画装置を用いてドーズ量 $140 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ 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 ALD 装置により絶縁膜を形成し

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、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。以下に示す図 1 はグラフェン/超伝導体接合を2つ持つ超伝導量子干渉計(SQUID)における臨界電流(I_c)の磁場応答の測定結果である。SQUID 由来の \sin 関数的な I_c の振動が確認でき、バックゲート電圧により I_c が制御可能である。ここで、試料に対する波長 $1.31 \mu\text{m}$ の光照射を行い、 I_c の磁場応答の光パワー変化を図 2 に示す。光パワー増加に伴う振動振幅の減少が起きたが、これは単純な温度変化によるものとは異なる振る舞いである。

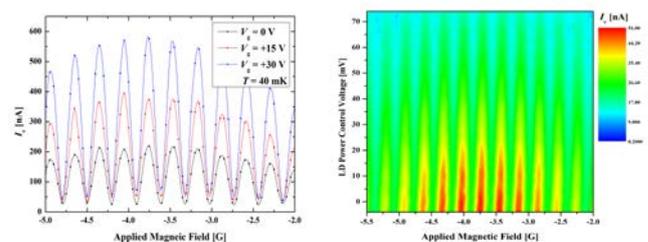


図1 SQUIDにおける I_c の磁場応答特性

図2 SQUIDにおける I_c の磁場応答の光パワー特性

4. その他・特記事項 (Others) :

本研究では、試料近辺にある物質の影響や温度等、考慮すべきパラメータが多い。今後は外乱を極力排し、グラフェンによる効果の抽出を目指す。

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

なし

6. 関連特許 (Patent) :

なし