

課題番号 : F-14-NM-0077  
 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・第二種超伝導体接合素子作製  
 Program Title (English) : Fabrication of graphene/Type II superconductor junction by using E-beam lithography system  
 利用者名(日本語) : 津村 公平  
 Username (English) : Kohei 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金属を接触させることで、超伝導近接効果によってグラフェン中に超伝導状態を誘起することができる。これまでに我々は Al を用いた Al-グラフェン接合作製技術を向上させ、さまざまな研究を進めてきた。しかし Al は超伝導転移温度が約 1K と低く、デバイス応用の観点からは Nb (~ 9 K) や NbN (~ 16 K) といった超伝導金属との接合が望まれる。本研究では NbN-グラフェン接合作製技術の開発を行う。特に NbN-グラフェン間に挿入する密着層として最適な材料・作製条件を検討することにより良好な NbN-グラフェン間のポテンシャルバリア高さ低減を目指す。また同試料の低温・強磁場中での輸送測定を実施する。

## 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
- ・ マスクライナー
- ・ 12 連電子銃型蒸着装置
- ・ 超高真空蒸着装置
- ・ 多目的ドライエッチング装置

### 【実験方法】

劈開したグラフェンを Si 基板上に転写し、電子線ポジレジスト gL-2000 を塗布し、電子ビーム描画装置を用いてエッチングマスクを作製し、O<sub>2</sub> プラズマによるエッチングでグラフェン幅 ( $W_G$ ) 2 $\mu$ m のバー状に加工した。その後 Au ボンディングパッドをレーザー露光装置と 12 連電子銃型蒸着装置によって作製した。最後に電子ビーム描画装置を用いてグラフェン上に微小電極パターンを作製し、スパッタ蒸着によって

NbN 電極をグラフェンに対して接続した。代表的試料の模式図を Fig. 1 に示す。NbN 電極幅 ( $W_{NbN}$ ) は 1 $\mu$ m、電極間隔 ( $L$ ) は最小 500 nm から、500 nm 間隔で広げ、複数の NbN-グラフェン-NbN 接合を有する多端子素子を作製した。

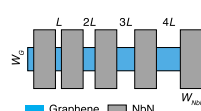


Fig. 1: Schematic structure of Type II superconductor (NbN) based junction.

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

$L = 500$  nm 試料のゼロバイアス抵抗 ( $R$ ) のゲート電圧 ( $V_g$ ) 特性を Fig. 2 に示す。 $B = 0$  T では  $V_g = 19$  V に単一の抵抗ピークが見られるが、 $B = 7$  T では  $V_g = 19$  V を境界として、2つのピークが現れる。これはグラフェン中に形成された Landau 準位 ( $\nu = 2$ ) に伴う構造で、 $B = 7$  T でも NbN 電極は超伝導状態を保持していた。従って、本試料中に超伝導状態と量子ホールとの混在状態を実現可能であることが示された。

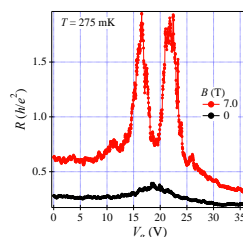


Fig. 2: Zero-bias resistance vs  $V_g$  at  $B = 0$  and 7 T at  $T = 275$  mK.

## 4. その他・特記事項 (Others)

本研究は JSPS 科研費 25790010 の助成を受けたものです。

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

(1) K. Tsumura et al., THz-plasma2014, 平成26年12月2日.

## 6. 関連特許 (Patent)

該当無し