

課題番号 : F-14-NM-0092
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : グラフェンを用いた交差アンドレーエフ反射検出器の作製
Program Title (English) : Fabrication of crossed Andreev reflection detector based on graphene
利用者名(日本語) : 上保 淳敬
Username (English) : A. Uwabo
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) : Dept. of Applied Physics, Graduate School of Science, Tokyo Univ. of Science

1. 概要(Summary)

非局所性は空間的に隔たった量子系の相関として表れる量子力学の基本的性質である。量子もつれ光子については多くの検証実験が行われてきたが、固体素子中での高精度検証は実験的に困難であった。しかし近年、スピン-重項状態のクーパー対を別々の電子に分裂させることにより量子もつれを生成することが可能であり、超伝導体/量子ドット接合での実験的検証が報告されている。本研究ではグラフェン(G)/超伝導体(S)接合での量子もつれ生成を目指した。

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
- ・ 12 連電子銃型蒸着装置
- ・ 超高真空電子銃型蒸着装置
- ・ 原子層堆積装置
- ・ 多目的ドライエッチング装置
- ・ 自動スクライバー
- ・ 室温プローブシステム
- ・ ワイヤボンダー

【実験方法】

試料は中央の超伝導電極両側にグラフェン(G₁, G₂)を配置した G₁/S/G₂ 接合である(Fig.1)。スコッチテープを用いてキッシュグラファイトを壁開し、Si 基板上にグラフェンを転写した。電子線レジスト gL2000 を用いて電子ビーム描画でエッチングマスクを作製し、酸素プラズマでエッチングを行い、所望の形状にグラフェンを加工した。その後 Au 電極、超伝導 Al 電極、ボンディングパッドの順に、それぞれを蒸着・リフトオフによって作製した。そして原子層堆積装置によりグラフェン上にゲート絶縁膜 Al₂O₃ = 600 Åを成膜し、その上にトップゲート電極(TG1, TG2)

を作製した。G₁ と G₂ に対して独立したトップゲート電極を配することにより、それぞれの電子状態を独立に制御できるようにした。

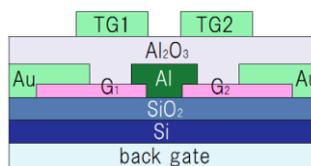


Fig. 1: Schematic structure of crossed Andreev reflection detector.

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

$T = 20$ mK で測定した G₁ の抵抗値 R_{G1} のトップゲート電圧 V_{TG1} 、バックゲート電圧 V_{BG} 依存性を Fig.2 に示す。ゲート電圧印加によって G₁ 中のフェルミエネルギーが変調され、 R_{G1} を変化させる。同様の結果は G₂ においても観測されており、G₁ と G₂ の電子状態をそれぞれ独立に制御可能であることがわかる。今後はこの試料を用いて、G/S 接合中での量子もつれ状態の観測を目指す。

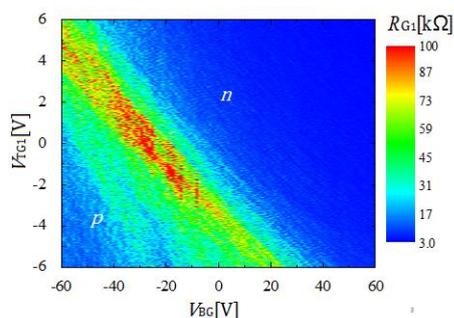


Fig. 2: R_{G1} as a function of V_{TG1} and V_{BG} .

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

上保ら、第 62 回応用物理学会春季学術講演会、平成 27 年 3 月 11 日

6. 関連特許(Patent)

なし