

課題番号 : F-15-NM-0077
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : グラフェン中での交差アンドレーエフ反射検出
 Program Title (English) : Detection of crossed Andreev reflection in 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) : Graduate School of Science, Tokyo University of Science

1. 概要(Summary)

非局所性は量子状態が有する基礎的性質である。非局所性の実験的検証は光子については行われてきた。しかし固体素子中での高精度検証は長らく困難であったが、ようやくカーボンナノチューブ等を用いた超伝導体/量子ドット接合で量子もつれの生成源となる交差アンドレーエフ反射(CAR)の検出が報告された。最近、超伝導電極(S)の両側にグラフェンG₁、G₂を配置したG₁SG₂接合でもCARが発生し、その発生確率がゲート電圧によって制御できることが理論的に示された。そこで我々はG₁SG₂接合を作製し、グラフェン中でのCAR検出を目指した。

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
- ・ ワイヤーボンダー

【実験方法】

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、熱酸化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、O₂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

ート電極を作製した。作製した試料の概略図と測定配線はFig. 1(a)の通りである。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

G₂に微小電流I_{2ac}を流し、G₁に生じる電圧V₁を検出する非局所測定を行い、非局所抵抗R_{nl}=V₁/I_{2ac}のバイアス電圧V_{bias}依存性を得た。Figure 1(b)は温度T~20 mKにおけるR_{nl}のV_{bias}依存性で、G₁およびG₂のキャリアタイプはそれぞれp型とn型とした。V_{bias}<0で負のR_{nl}を、V_{bias}>0で正のR_{nl}が観測された。これはV_{bias}<0ではCARが発生し、V_{bias}>0ではG₂から入射した電子がSを介してG₁へ透過するコネリングが発生していることを示しており、グラフェン中でのCAR検出を実現できた。さらに、CAR発生確率はゲート電圧のみならず、バイアス電圧にも依存することがわかった。

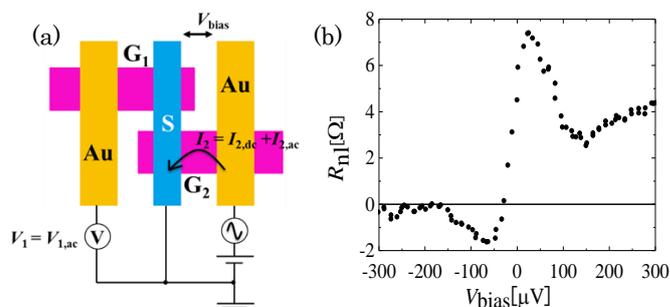


Fig. 1. (a) Schematic of the G₁SG₂ junction and the non-local measurement set-up. (b) R_{nl} versus V_{bias} at T ~ 20 mK.

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。