

課題番号 : F-15-NM-0020
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : グラフェン/超伝導体接合に対する光照射効果
 Program Title (English) : Optical effects on the transport properties of 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金属を接触させることで、グラフェン中に超伝導状態を誘起することができる。我々は超伝導電極に用いた Al-グラフェン-Al (SGS) 接合に対して光照射を行い、その超伝導輸送特性が変調できることを確認している。これは光励起に伴う電子系の温度上昇の観点から理解することができる。本研究では、特に入射光パワーに対するスイッチング電流値 I_{sw} の大きさとその標準偏差 σ_{sw} の変化を実験的に検証した。 σ_{sw} は接合内での“揺らぎ”に応答する物理量であり、本測定によって SGS 接合内に誘起された超伝導状態に対する光照射の影響を詳細に解明できると期待出来る。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ 100kV 電子ビーム装置
- ・ 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
- ・ 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。まずグラフェンを劈開し、SiO₂/Si 基板上に転写した。そして電子ビーム描画によってグラフェン上にエッチングマスクを作製し、酸素プラズマエッチングを施して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によって超伝導電極パターンを作製し、電子ビーム蒸着によって Al 超伝導電極を蒸着した。最後にレーザー露光によってボンディングパッドパターンを描画し、電子ビーム蒸着によって Ti/Au パッドを作製した。

本試料を希釈冷凍機中に設置し、温度 $T=40$ mK にて

様々な光照射パワー P の下で電流-電圧特性を測定した。

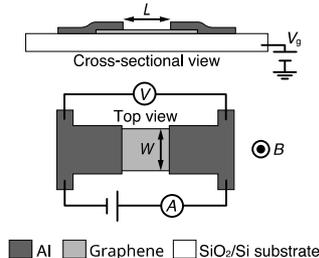


Fig. 1: Schematics of the SGS junction. Upper and lower figures show the cross-sectional view and the top view, respectively.

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

I_{sw} (赤)と σ_{sw} (黒)の P 依存性を Fig. 2 に示す。 I_{sw} は P 増加による電子温度上昇によって単調減少する。一方で、 σ_{sw} は一定の P 以上で増加に転じる。これは接合内での熱揺らぎと量子揺らぎのクロスオーバーに起因するものと期待しており、より精密な検証を進める予定である。

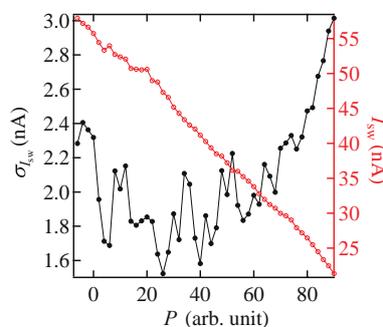


Fig. 2: Illumination power dependence of the switching current I_{sw} and its standard deviation σ_{sw} .

4. その他・特記事項(Others)

NIMS 分子・物質合成プラットフォームも利用

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) K. Tsumura *et al.*, 12th European Conference on Applied Superconductivity, 3A-E-O2, 9 Sep (2015).
- (2) K. Tsumura *et al.*, Applied Physics Letters, Vol. **108** (2016) 033109.
- (3) 津村公平 他、第63回応用物理学会春季学術講演会、平成28年3月21日

6. 関連特許(Patent)

なし。