

課題番号 : F-19-NM-0066
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : グラフェン・ナノリボンのデバイス応用の研究
Program Title(English) : Fabrication of graphene nanoribbon field-effect transistors
利用者名(日本語) : 大伴真名歩
Username(English) : M. Ohtomo
所属名(日本語) : 富士通株式会社
Affiliation(English) : Fujitsu Ltd.
キーワード/Keyword : ナノエレクトロニクス、リソグラフィ・露光・描画装置、グラフェン、グラフェンナノリボン

1. 概要(Summary)

グラフェンナノリボンをボトムアップ成長する手法が知られているが、電界効果トランジスタ(FET)特性はまだ十分良いものが得られていない。本研究ではデバイス特性を損ねる要因の一つとして、絶縁膜中の不純物準位に起因するバイアスストレス効果を確認した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 125kV 電子ビーム描画装置、12連電子銃型蒸着装置

【実験方法】

グラフェンナノリボンのボトムアップ成長、および絶縁体基板への転写は、すべて自機関の装置を用いて行っている。成長基板である Au(111)表面からエッチング転写した 7AGNR を、SiO₂ 表面上に張り付けた。支持膜として PMMA を利用し、アセトンで除去している。電極の加工は NIMS 微細加工 PF で行っている。125kV 電子ビーム描画装置を利用し、チャンネル長約 500 nm、チャンネル幅 100 μm のソース・ドレイン電極を描画した。電極には Pd を使用し、12 連電子銃型蒸着装置から蒸着した。その後のパッド電極加工、および測定は、すべて自機関の装置を用いている。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

7AGNR の構造式を Fig. 1 inset に示す。トランジスタの出力特性においては、7AGNR の大きなバンドギャップに起因するショットキー障壁を示唆する非線形な I-V 特性と同時に、スイープの大きなヒステリシスが観測された(not shown)。このヒステリシスの原因を確認するため、ドレイン電流の経時変化を調べた結果を図1に示す。ドレイン電流は、V_G = -30 V, V_D = 5 V の値である。この経時変化は、以下のバイアスストレスによる電流経時変化

のモデル[1]で、図中の黒実線のようによくフィットすることができた。

$$I_{DS}(t) = I_{DS}(0) \exp\left(-\left(\frac{t}{\tau}\right)^\beta\right)$$

ここで $I_{DS}(t)$ は $t = 0$ における電流の初期値、 β はトラップ分布と相関がある指数、 τ は電荷のトラップと脱離に関連するパラメータである。フィッティングにより、 $\tau = 0.83$ と $\beta = 0.23$ が得られた。この結果からスイープのヒステリシスは、基板表面のトラップ準位による、バイアスストレスに起因することが示された。

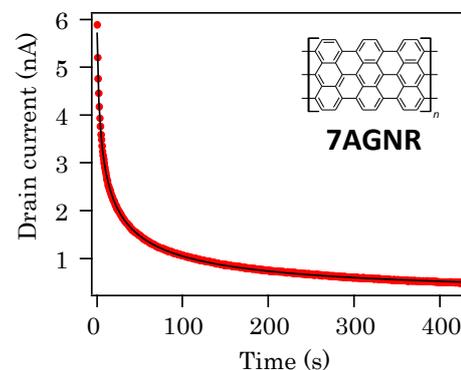


Fig. 1 The decay of source-drain current measured in 7AGNR-FET. The structural formula of 7AGNR is shown in the inset.

4. その他・特記事項(Others)

- ・参考文献:[1] Organic Electronics **51**, 128 (2017).
- ・共同研究者: 奈良先端大 山田容子教授、林宏暢助教
- ・競争的資金: JST、CREST (No. JPMJCR15F1)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし