

課題番号 : F-14-NM-0020
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : 炭素材料を利用した電界効果型トランジスタの作製と電気特性の制御
Program Title (English) : Fabrication and Electrical Control of Field Effect Transistors Fabricated Using Carbon Materials
利用者名 (日本語) : 石井 聡
Username (English) : S. Ishii
所属名 (日本語) : 東京電機大学 理工学部 理学系 物理学コース
Affiliation (English) : Department of Physics, School of Science and Engineering, Tokyo Denki University

1. 概要 (Summary)

酸化グラフェンは高い機械的柔軟性を有すると共に、グラフェンにはないバンドギャップを有する。そこで、酸化グラフェンをチャンネルに利用したフレキシブル電界効果型トランジスタが期待される。一方で、酸化グラフェン FET (Field Effect Transistor) におけるキャリアの伝導機構についてはまだ未解明の部分が多く、デバイスの電気特性制御へ向けて明らかにすることが必要である。そのため、本研究では酸化グラフェン FET において、ゲート絶縁膜と酸化グラフェンとの相互作用がキャリア伝導に与える影響を検討するため、ゲート絶縁膜に陽極酸化アルミナナノ細孔を利用してデバイスを作製し、電気特性を調査した。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ 高速マスクレス露光装置
- ・ 12 連電子銃型蒸着装置
- ・ 室温プローブシステム

【実験方法】

多数の陽極酸化ナノ細孔を表面に有する $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}$ 基板を使用して、バックゲート型の酸化グラフェン FET を作製した。Fig. 1 の SEM 像に示すように、ナノ細孔の密度は約 10 個/ μm^2 であった。高速マスクレス露光装置を利用したリフトオフプロセスにより、アルミナナノ細孔の表面にソースドレイン電極を作製し、続いて、電極間に酸化

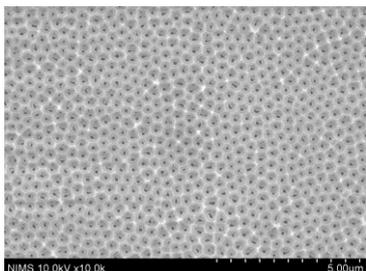


Fig. 1 SEM image of nanopores on the surfaces of the $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}$ substrate.

グラフェン水溶液を滴下することでチャンネルを形成した。そして、作製した FET のドレイン電流ーゲート電圧特性を室温プローブシステムを利用して測定した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 2 に、それぞれゲート絶縁膜にアルミナナノ細孔を利用した酸化グラフェン FET と、比較のために SiO_2 を利用した酸化グラフェン FET の $I_D - V_{GS}$ 特性を示す。 SiO_2 の場合はサブスレッショルドスウィングが 239 V/decade であったのに対して、アルミナナノ細孔では 180 V/decade と低くなった。ナノ細孔を用いることで酸化グラフェンとゲート絶縁膜の接触面積が低減され、相互作用が減少したことが示唆される。

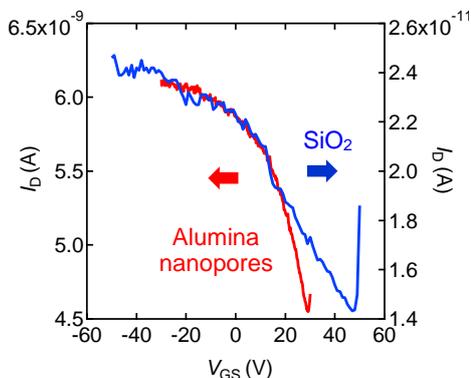


Fig. 2 $I_D - V_{GS}$ characteristics of the oxidized graphene FETs with alumina nanopores and SiO_2 as gate insulators.

4. その他・特記事項 (Others)

本研究の一部は、一般財団法人 関東電気保安協会 平成 26 年度 研究助成により行われた。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許 (Patent)

なし