

課題番号 : F-18-NM-0084  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 選択成長炭素薄膜を用いた電界効果型トランジスタの作製  
 Program Title(English) : Fabrication of carbon thin film field effect transistor utilizing selective growth method.  
 利用者名(日本語) : 石井孝文  
 Username(English) : T. Ishii  
 所属名(日本語) : 群馬大学 大学院理工学府元素科学国際教育研究センター  
 Affiliation(English) : Graduate School of Science and Technology, Gunma University  
 キーワード/Keyword : ナノエレクトロニクス、電気計測、graphene, FET, selective growth method

### 1. 概要(Summary)

当研究室では熱 CVD 法を用いて、Si/SiO<sub>2</sub> 基板上の Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜マイクロパターン表面に厚さ 1 nm 以下の炭素薄膜を選択的に成長させることに成功している。この炭素薄膜を電界効果型トランジスタ(FET)として応用し、ナノグラフェンと類似の FET 特性を示すことを報告している。ナノグラフェンの電子状態は、炭素網面のエッジの状態によって左右されることが知られている。熱 CVD 法によって生成する炭素薄膜のエッジは、基板となる金属酸化物に化学結合していることが分かっており、基板の組成を変えることで、炭素薄膜 FET の電気特性を変化できる可能性がある。そこで、本研究では炭素薄膜を析出させる基板の組成を変化させ、炭素薄膜のトランジスタ特性に及ぼす基板組成の影響を調べるとともに、炭素薄膜 FET の高感度センサーとしての応用を目指す。

### 2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 レーザー露光装置, 12 連電子銃型蒸着装置, 極低温プローブシステム, 自動スクライバー

#### 【実験方法】

炭素薄膜 FET の作製は(1)SiO<sub>2</sub>/Si 基板上に金属酸化物薄膜(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>または ZrO<sub>2</sub>)を形成, (2)金属酸化物薄膜マイクロパターンの作成, (3)液相エッチングによる金属酸化物薄膜表面への水酸基の導入, (4) 化学気相蒸着法による金属酸化物薄膜表面への炭素薄膜の選択成長, (5)炭素薄膜上への電極形成の 5 工程によって行った。(2), (5)の工程では, PF 所有のレーザー露光装置, 12 連電子銃型蒸着装置, 自動スクライバーを利用した。各基板上の成長した炭素薄膜試料をそれぞれ C/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、C/ZrO<sub>2</sub>とする。作製した炭素薄膜 FET について、その電気特性を PF 所有の極低温プローブシステムにより評価した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に作製した炭素薄膜 FET の特性評価結果を示す。基板が Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>のどちらであっても、ゲート電圧によってドレイン電流が変調し、FET はアンビポーラトランジスタとして動作していることが分かる。このような FET 特性は既往の研究で報告されているナノグラフェンの特性と類似している。基板の組成によって FET 特性に違いが見られた。C/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の FET 特性曲線と比べ C/ZrO<sub>2</sub> の曲線は+側にシフトしており、このシフトは、C/ZrO<sub>2</sub> のフェルミ準位が C/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>より低くなったことを示している。C/ZrO<sub>2</sub>では、カーボン薄膜の電子が酸素原子へより強く引きつけられるため、フェルミ準位が低くなったものと考えられる。

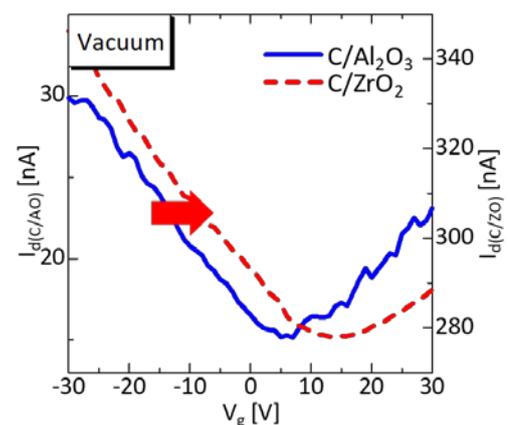


Figure 1 - The dependences of the FET characteristics on the substrate Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and ZrO<sub>2</sub> when the source-drain voltage ( $V_{SD}$ ) was 1.0 V.

### 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