

課題番号 : F-19-OS-0019  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 高結晶性ナノカーボン材料の創成とデバイス応用  
 Program Title (English) : Fabrication of highly crystalline nanocarbon materials for the device applications  
 利用者名(日本語) : 根岸良太, 魏超鵬, 小林慶裕  
 Username (English) : R. Negishi, C. Wei, Y. Kobayashi  
 所属名(日本語) : 大阪大学大学院 工学研究科 精密科学・応用物理学専攻  
 Affiliation (English) : Dep. Applied Physics, Graduate School of Engineering, Osaka University  
 キーワード/Keyword : 電子ビーム蒸着装置、膜加工・エッチング、微細加工、ナノカーボン

## 1. 概要(Summary)

層間相互作用の弱い乱層積層した多層グラフェンでは、単層グラフェンの電子構造に起因した線形性分散を保持するため、高移動度と多層化による高い電気伝導とを両立した優れた電子材料として注目されている。我々はこれまで、単層グラフェンを成長核とした気相成長法により、乱層積層した多層グラフェンの形成が可能であることを見出ししてきた。本課題では、成長した乱層積層・多層グラフェン薄膜のキャリア伝導特性を比較することで、理論的に指摘されている乱層構造の特異なキャリア輸送特性の検討を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

- EB 蒸着装置
- リアクティブイオンエッチング装置

### 【実験方法】

合成した乱層積層・多層グラフェン薄膜を、マスクレス露光装置・電子ビーム蒸着装置・エッチングを利用したリソグラフィ工程により、電界効果型トランジスタ構造を組み込み、キャリア伝導特性を観察した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に、バッファ液中のトップゲート操作により得られた多層グラフェンチャネルのトランスファー特性を示す。ディラックコーン電子物性を反映した両極性を示している。ディラック点近傍の相互コンダクタンス( $dI/dV$ )が2層付近で増大しており、キャリア移動度の向上を示唆している。Fig. 2 に、ホール測定による移動度評価の結果を示す。層数の増加にキャリア移動度が2-4層付近で最大値を示し、トランスファー特性の結果とよく一致している。これら

の結果は、多層化に伴うスクリーニング効果により基板上の不純物電荷散乱の影響が軽減されたため、層数の増加に伴い伝導特性が向上したものと考えられる。特に、2-4層付近の移動度向上は、乱層積層による寄与が大きいと考えられる。以上のように、本手法により得られる乱層型多層グラフェンは、単層グラフェンの課題である環境効果の低減やキャリア輸送特性の向上に有効であると結論付ける。

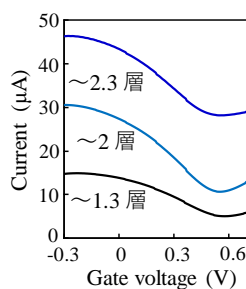


Fig. 1 Transfer characteristics in turbostratic multilayer graphene channel.

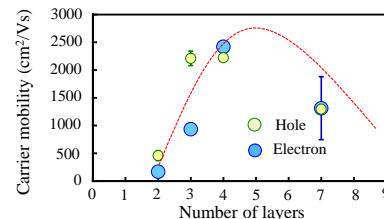


Fig. 2 Layer number vs. carrier mobility of turbostratic multilayer graphene device.

## 4. その他・特記事項(Others)

関連課題番号:S-19-OS-0018

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) R. Negishi, C. Wei, Y. Yao, Y. Ogawa, M. Akabori, Y. Kanai, K. Matsumoto, Y. Taniyasu and Y. Kobayashi, *Physica Status Solidi B*, Vol. **257** (2019) pp. 1900437/1-5.
- (2) C. Wei, R. Negishi, Y. Ogawa, M. Akabori, Y. Taniyasu and Y. Kobayashi, *International Conference on the Science and Application of Nanotubes and Low-Dimensional Materials (NT19)* (July 21-26, 2019).

## 6. 関連特許(Patent)

なし