

課題番号 : F-17-FA-0014
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : グラフェンナリボンを用いた次世代ナノ配線の開発
 Program Title(English) : Development of next generation electrical wiring by graphene nanoribbon
 利用者名(日本語) : 田中啓文¹⁾
 Username(English) : H. Tanaka¹⁾
 所属名(日本語) : 1) 九州工業大学大学院生命体工学研究科
 Affiliation(English) : 1) Graduate school of Life Science and Systems Eng., Kyushu Institute of Technology
 キーワード/Keyword : グラフェンナリボン、アンジップ、電界効果トランジスタ、電子線リソグラフィ、有機分子修飾

1. 概要(Summary)

次世代ナノ配線を志向したグラフェンナリボンの作製と有機物ナノ粒子吸着による電気特性の制御を目指した。コンピュータの性能はそのダウン祭神により急速に向上してきた。しかし、トランジスタのサイズが 10nm を切るようになり、ダウンサイズに物理限界が目前に迫っている。ただ、敗戦に注目すると未だに金属配線を用いているために厚さが 30nm を切ることができずにいる。そこで我々は炭素原子一層でも良導体であるグラフェンナリボンに注目した。単層および 2 層カーボンナノチューブをアンジップすることで単層グラフェンナリボン(sGNR)を得た。得られた GNR の電気特性も金属性であった。グラフェンナリボンは将来的に集積回路の配線に用いられると期待される。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 電子ビーム描画装置、スピコーター、マスクアライナ、ステッパ、走査型電子顕微鏡、比抵抗測定器

【実験方法】

分散剤 PmPV がアンジップに寄与しているという仮定を実証するため、分散剤を PmPV の部分構造を有する 4 種の化合物(4-methoxyphenol、trans-stilbene、1,4-dioctyloxybenzene、1,4-dimethoxybenzene)に置き換え、アンジップが進行するかを調べた。まず、熱処理した DWNT 5 mg をジクロロエタン 10 mL 中に分散させた後、各化合物を加えて 5 時間超音波処理を行った。得られた溶液をマイカ基板上にキャストし、サンプルを得た。次に、原子間力顕微鏡を用いて基板上的孤立した構造物の高さを 200 本測定し、そのヒストグラムを解析することで各試料のアンジップの進行具合を調べた。電子線ナノリソグラフィ(EBL)を用い、Al80nm または Ti/Pt (6 nm/24 nm) の厚みで、700nm ギャップ対向電極を作製した (Fig. 1)。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

4-methoxyphenol、trans-stilbene、1,4-dioctyloxybenzene が DWNT のアンジップに有効であることが分かった。一方、1,4-dimeoxybenzene は DWNT のアンジップにあまり有効でないことがわかった。考えられるア

ンジップメカニズムとしては、まず超音波により DWNT の C-C 結合が切れ、そこに超音波などの影響でラジカル化した分散剤の一部が配位することで、C-C 結合の開裂が

不可逆な変化となり、連鎖的に C-C 結合の切断が起こるものである。今回得られた結果により、DWNT のアンジップのメカニズムの解明に大きく前進した。得られた GNR を対向電極間に架橋し電気伝導特性を測定したところ、事前の予想通り金属性電気特性を示した。今後はアンジップする CNT の直径を変更し電気特性を調べる。

4. その他・特記事項(Others)

グラフェンナリボンの作製方法を記した論文 : H. Tanaka, R. Arima, M. Fukumori, D. Tanaka, R. Negishi, Y. Kobayashi, S. Kasai, T. K. Yamada, T. Ogawa, Sci. Rep. 5, 12341 (2015).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) M. Fukumori, S. Hara, T. Ogawa, H. Tanaka, Jpn. J. Appl. Phys. 57, 03ED01 (2018).
- (2) H. Furuki, A. TermehYoiusefi, H. Tanaka, Proceedings for 2017 IEEE Regional Symposium on Micro and Nanoelectronics (RSM 2017), 4pp, (2017). Invited paper.
- (3) R. R. Pandey, M. Fukumori, A. TermehYousefi, M. Eguchi, D. Tanaka, T. Ogawa, H. Tanaka, Nanotechnology 28, 175704 (6pp) (2017).

6. 関連特許(Patent)

なし

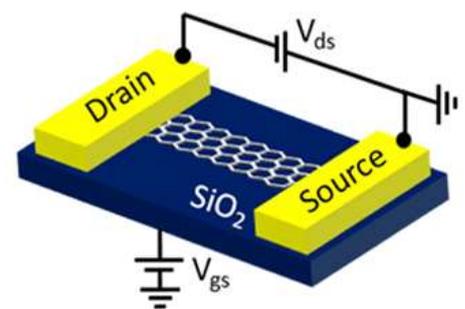


Fig. 1 Schematic of back gate FET measurement.