

課題番号 : F-18-AT-0012
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 単層カーボンナノチューブを利用した熱流スイッチング
Program Title (English) : Thermal Switching based on Single-Walled Carbon Nanotubes
利用者名(日本語) : 稲葉工
Username (English) : Takumi Inaba
所属名(日本語) : 東京理科大学 理学部 物理学科
Affiliation (English) : Department of Physics, Tokyo University of Science
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積, カーボンナノチューブ, 熱

1. 概要(Summary)

単層カーボンナノチューブ(SWCNT)ではフォノンがバリステック伝導を示し, 熱輸送の基本的な法則であるフーリエ則に従わない熱輸送が観測される[1]. 2000 年以降このような材料での熱物性が注目され, その開拓を通して新しい学術領域の創生が期待できる. 本課題では, 架橋した SWCNT を伝わる熱流の制御を目指し, 試料作製のための電極成膜を行った.

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

スパッタ装置(芝浦)

UV オゾンクリーナー

研磨機

ナノサーチ頭微鏡 SPM3[SFT-3500]

【実験方法】

別途, 光リソグラフィーによってパターンマスクを成膜した合成石英基板にスパッタ装置(芝浦)を用いてチタン 3-5 nm および白金 40-100 nm を成膜した.

リフトオフプロセスで膜質が安定しないことがあり, この対策として成膜前に UV オゾンクリーナーで軽く基板処理し膜質の向上を図ったが, 不安定な膜質は UV オゾンクリーナーを使用するかどうかではなくレジストの品質が問題であることがわかった.

また合成石英基板にゲート電極を埋め込むプロセスの検討のため研磨機, およびナノサーチ頭微鏡を利用した. 研磨機では $Ra < 5 \text{ nm}$ を目標としたが, 既存の設備では容易でないと判断し, 中断.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

両端に白金電極を設けた溝構造上に SWCNT を架橋させた試料の走査電子顕微鏡(SEM)像および原子間力顕微鏡(AFM)像を Fig. 1 に示す. SEM 像中で架橋

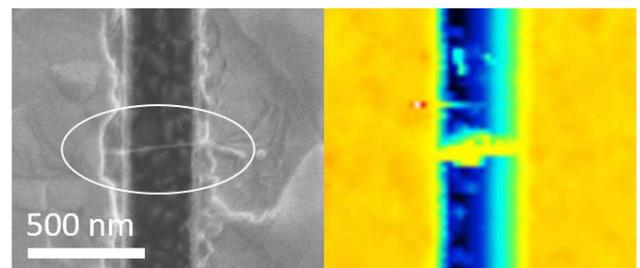


Fig. 1 (Left) SEM image and (Right) corresponding AFM image of the air-suspended SWCNT.

SWCNT は白丸で示されている. SWCNT の合成はプロセスの最後に行ったため, SWCNT 表面にレジスト等の付着のない比較的清浄な SWCNT が得られた. この試料を用い, SWCNT を流れる熱流の制御を図る.

4. その他・特記事項(Others)

[1]野村政宏, フォノンニック結晶による熱伝導制御と熱電変換応用, <https://www.nlab.iis.u-tokyo.ac.jp/images/pdf/2014kotai.pdf> (2014)

謝辞

Fig. 1 に記載した試料は, 理化学研究所主任研究員の石橋幸治先生のご助力のもと作製することができました. また産業技術総合研究所 NPF でのナノプラットフォーム事業公開設備の利用にあたっては, 鈴木すすむ様, 佐藤平道様にサポートしていただいております.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 第 54 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 2P-7, Tokyo Japan, March 10th-12th 2018

6. 関連特許(Patent)

(1) なし.