

課題番号 : F-13-BA-06
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : 導電性プローブ顕微鏡によるグラフェンの局所電圧電流計測
Program Title (English) : Evaluation of local electrical properties of graphene by conductive AFM
利用者名 (日本語) : 梶原裕哉、高橋哲平、董天辰、吉田木の実
Username (English) : Yuya Kajiwara, Tepei Takahashi, Tianchen Dong, Konomi Yoshida
所属名 (日本語) : 筑波大学大学院数理物質科学研究科電子・物理工学専攻
Affiliation (English) : Grad. Sch. of Pure and Appl. Sci., Appl. Physics, University of Tsukuba

1. 概要 (Summary)

我々の研究グループでは、長さ数ミクロン、幅 10 ナノメートル以下の直鎖構造のアミロイドタンパク質をカーボンテンプレートとし、ガリウムの触媒作用を用いたグラフェンナノリボンの固相合成について研究を行っている。これまで、サファイア基板上で、長さ 1~3 ミクロン、幅約 10 ナノメートルのグラフェンナノリボンの合成に成功している。ラマン分光測定と AFM 測定から、合成したグラフェンナノリボンは単層または 2 層が支配的であることが分かっている。本研究では、合成したグラフェンナノリボンの局所電流分布を導電性プローブ顕微鏡 (C-AFM) を用いて評価した。

2. 実験 (Experimental)

タンパク質溶液 (5 g/L Hen egg white lysozyme, pH 1.0) を 84~93 °C で 9 h 攪拌することで平均幅 6.5 nm、長さ数ミクロンのアミロイド繊維を合成した。C 面サファイア基板上に分散させたアミロイド線維をテンプレートに用い、真空加熱炉内 (加熱温度 800 ~ 1000 °C、真空度 3.0×10^{-4} Pa) でガリウム触媒を用いた固相合成によってグラフェンナノリボンを合成した。作製したナノリボンに電子ビームリソグラフィによるリフトオフプロセスを用いて Ti/Au 電極を作製し、Ti/Au 電極を導電性プローブのステージに短絡した。導電性プローブ顕微鏡測定には Bruker 社の Dimension Icon、電流アンプには PeakForce TUNA、導電性プローブには Bruker 社の SCM-PIT を用いた。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig.1 に、900 °C で合成したグラフェンナノリボンの AFM 像 (Fig.1(a)) と C-AFM 像 (Fig.1(b)) を示す。AFM 像と C-AFM 像からアミロイド形状を反映した直線状の構造部で電流が流れていることが分かる。 Fig.1(c)

の AFM 像と C-AFM 像の重ね合わせ像から、電流経路はグラフェンナノリボンの形状よりわずかに広がっており、外側に拡散しているように見える。また、一部ではサファイア基板のテラスエッジでも導電性が見られる。これは、サファイア上でのグラフェンの固相合成機構がステップフロー成長である可能性を示唆している。

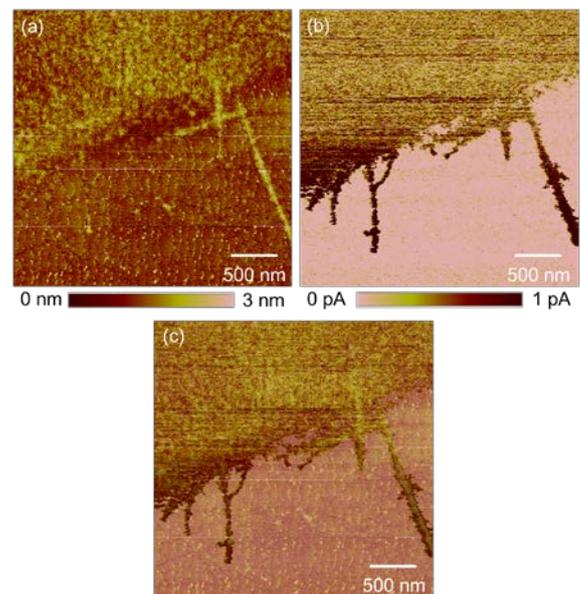


Fig.1: (a) Topography image of GNR synthesized at 900 °C for 30 min. (b) Current distribution map. (c) Superimposed image of the topography image and the current distribution map.

4. その他・特記事項 (Others)

なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

1. K. Murakami, T. Dong, T. Hiyama, R. Ueki, G. Ohashi, K. Shiraki, Y. Yamada, J. Fujita, "Synthesis of Graphene Nanoribbons from Amyloid Fibrils by Solid-Phase Graphitization Using Liquid Gallium Catalyst" 2013 MRS Fall meeting, Boston USA, Dec. 1-6 (2013)

6. 関連特許 (Patent)

なし