

課題番号 : F-16-UT-0017
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 半導体単層カーボンナノチューブアレイの作製
Program Title (English) : Fabrication of semiconducting single-walled carbon nanotube arrays
利用者名(日本語) : 大塚慶吾¹⁾, 丸山茂夫^{1,2)}
Username (English) : K. Otsuka¹⁾, S. Maruyama^{1,2)}
所属名(日本語) : 1) 東京大学大学院工学系研究科, 2) 産業技術総合研究所
Affiliation (English) : 1) School of Engineering, The University of Tokyo, 2) The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

1. 概要(Summary)

半導体単層カーボンナノチューブ(CNT)は、その一次元構造と優れた電気特性から電界効果トランジスタ(FET)への応用が期待されている。しかし、同時に得られてしまう金属CNTは、合成後に選択的に除去する必要があるが、十分な高純度化と大規模化を両立する手法は未確立である。本研究では、基板上に並んだCNTアレイから金属CNTのみを選択的に除去することで広域に半導体CNTのアレイを作製し、それを利用して多数のFETが同時作製可能であることを示した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置
マスク・ウエーハ自動現像装置群
光リソグラフィ装置 MA-6
クリーンドラフト潤沢超純水付

【実験方法】

武田CR共用のフォトマスクを電子線描画装置、自動現像装置群により加工した。SiO₂/Si基板上にフォトリソグラフィ(武田CR)とスパッタリング(自前)により金属電極をパターンニングし、さらにその上に化学気相成長法により合成した水平配向したCNTアレイを転写した。スピコートによりCNT上に有機薄膜を成膜したのち、雰囲気ガス組成を制御したチャンバー(自前)内でCNTアレイに電圧を印加しCNTを燃焼除去した。金属CNTが除去されたCNTアレイ上に電子線リソグラフィ(自前)、真空蒸着(自前)により電極をパターンニングすることで多数のFETを作製し、その特性を半導体パラメータアナライザ(自前)で評価した。

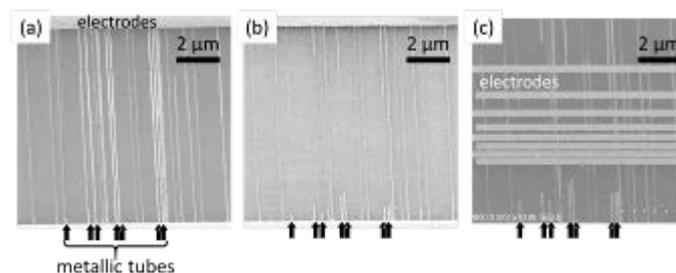


Fig. 1 SEM images of (a) as-grown CNT arrays, (b) s-CNT arrays after metallic CNT removal, and (c) fabrication of multiple FETs.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

CNTアレイ上にポリメタクリル酸メチル(PMMA)を成膜し、飽和水蒸気を含む酸素ガス中でCNTアレイに電圧を印加し燃焼させると、金属CNTが選択的に除去された。得られた半導体CNTアレイ上に、さらに金属電極をパターンニングすることで多数のFETを作製し、それらが必要なスイッチング特性を有することを確認した。

4. その他・特記事項(Others)

本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金および科学技術振興機構・欧州委員会研究イノベーション総局国際科学技術共同研究推進事業(戦略的国際共同研究プログラム)の助成を受けた。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) K. Otsuka, T. Inoue, S. Chiashi, S. Maruyama, The Seventeenth International Conference on the Science and Application of Nanotubes and Low-Dimensional Materials, 2016.08.08

6. 関連特許(Patent)

なし