

課題番号 : F-15-UT-0002  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 金属単層カーボンナノチューブの全長除去  
Program Title (English) : Full-length removal of metallic single-walled carbon nanotubes  
利用者名(日本語) : 大塚慶吾<sup>1)</sup>, 丸山茂夫<sup>1,2)</sup>  
Username (English) : K. Otsuka<sup>1)</sup>, S. Maruyama<sup>1,2)</sup>  
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)

単層カーボンナノチューブ(CNT)は、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。しかし半導体CNTと同時に金属CNTが合成されるため、合成後に選択的に除去する必要があるが、十分な除去選択性と大規模な精製処理を両立する手法は確立していない。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、かつ全長にわたって燃焼除去する手法を開発し、その手法の有用性を検証した。

## 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・ウェ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】

東京大学 VDEC 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。SiO<sub>2</sub>/Si 基板上にフォトリソグラフィ(東京大学 VDEC)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真空プローパー(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アレイ上にフォトリソグラフィ(東京大学 VDEC)、真空蒸着(自前)により電極をパターンニングし、複数の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。

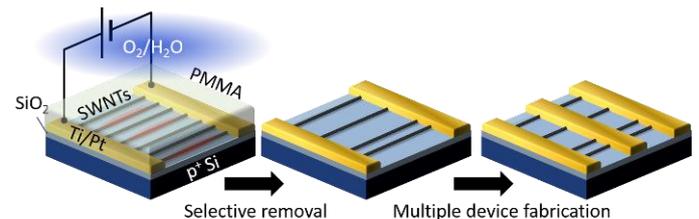


Fig. 1 Schematic illustration of selective removal of metallic CNTs and the fabrication of multiple FETs.

## 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。精製された半導体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複数のFETを作製し、それらが優れた電気特性を示すことを確認した。さらに、従来手法を用いて同様の手順で作製されたFETの特性は、残存する金属CNTの影響により損なわれていることを確認した。

## 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, Y. Shimomura, T. Inoue, S. Chiashi, S. Maruyama, The Sixteenth International Conference on the Science and Application of Nanotubes, 2015. 07. 02.

## 6. 関連特許(Patent)

なし