

課題番号 : F-14-UT-0040
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 金属性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, 丸山茂夫
 Username (English) : K. Otsuka, S. Maruyama
 所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科
 Affiliation (English) : School of Engineering, The University of Tokyo

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子デバイス、とりわけ電界効果トランジスタ(FET)への応用が期待されている。しかし半導体単層CNTと同時に金属性単層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アレイから金属性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、その手法の精度を高めた。

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 PEM800
- 光リソグラフィ装置 MA-6
- 形状・膜厚・電気評価装置群
- クリーンドラフト潤沢超純水付

・実験方法

フォトリソグラフィと真空蒸着により水晶基板上に鉄微粒子触媒を担持し、CVD法により水平配向した単層CNTを合成した。電圧印加に必要な金属電極はフォトリソグラフィとスパッタリングによりパターンニングした。VDEC共用のフォトマスクを高速大面積電子線描画装置 F5112+VD01, 現像装置, アッシング装置, エッチング装置により加工した。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状態でCNTアレイに電圧を印加しCNTを燃焼除去した。CNTを走査型電子顕微鏡(SEM), 半導体パラメータアナライザによって観察・分析した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

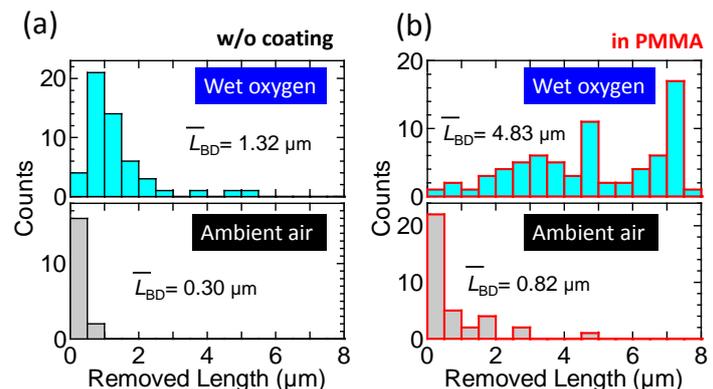


Fig. 1 Distribution of burned length of SWNTs in ambient gas and wet oxygen flow; SWNT arrays (a) without coating, and (b) coated with PMMA.

全長 7.2 μm 程度の CNT アレイに、それぞれポリメタクリル酸メチル (PMMA) コーティングなし(a), あり(b)の条件で、大気中または湿り酸素(飽和水蒸気を含む酸素ガス)中で電圧印加し、金属CNTを燃焼させた。SEMによって燃焼除去された長さを測定し、その分布を Fig. 1 のヒストグラムに示す。PMMA 薄膜によって平均燃焼長さが 3-4 倍に増加し、湿り酸素中によって燃焼長さが 4-6 倍に増加した。CNT 表面に吸着した水分子が CNT の長尺燃焼に寄与したものと考えられる。

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)

K Otsuka, T. Inoue, S. Chiashi, and S. Maruyama, *Nanoscale* 6, 8831 (2014).

6. 関連特許(Patent)

なし。