

【基盤研究(S)】

理工系(工学 I)



研究課題名 単層カーボンナノチューブの構造制御合成とエネルギーデバイス応用

東京大学・大学院工学系研究科・教授

まるやま しげお
丸山 茂夫

研究分野: 工学

キーワード: エネルギー利用、カーボンナノチューブ

【研究の背景・目的】

単層カーボンナノチューブ (SWNT) は、炭素の共有結合のみからなる 1 次元的構造に由来して、様々な特異な物性を有することで、ナノテクノロジーの中心的新素材として注目されている。その重要性から、多岐にわたる基礎研究が展開されている一方、工学応用の実用化に向けては課題も多い。最大の課題は、確固たる合成技術に立脚した学術的応用研究の展開の必要性であり、目的に併せてオンデマンドで SWNT の構造制御が可能な合成技術と、その実用化に向けた具体的なビジョンが対になった研究が切望される。

本研究課題では、SWNT のエネルギー機器応用を目的とする。これまでに開発してきた高純度の SWNT の合成法や物性評価法をさらに発展させて、応用環境に適した SWNT 膜材料を実現する。ナノ構造の制御を基に革新的デバイスを開発することを旨とするとともに、SWNT の実用化への道筋を示す。

【研究の方法】

これまで開発してきたアルコール触媒 CVD 法 [1, 2] を改良し、直径分布や配向性をオンデマンドで制御できる合成法を確立する。さらに、合成基板の濡れ性を制御して触媒を選択的に配置することによる [3]、ナノスケールの SWNT パターンニング技術を開発し、構造可変の SWNT アーキテクチャを実現する (図 1)。一方で、密度勾配超遠心分離法によって合成後に金属と半導体 SWNT を分離する技術の開発も進め、数値解析による分離機構の理解をもとに分離精度を大幅に改善する。以上の合成技術を基に、色素増感太陽電池 (図 2(A)) や固体高分子形太陽電池の電極 (図 2(B)) に応用するとともに、既存の技術と比較・評価する。

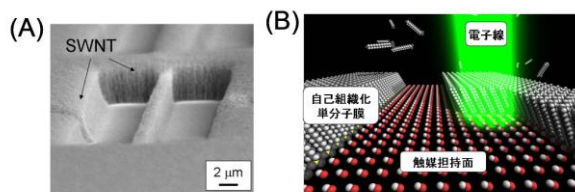


図 1(A) SWNT 垂直配向膜のパターン合成と(B)電子線による SAM 膜のエッチング技術

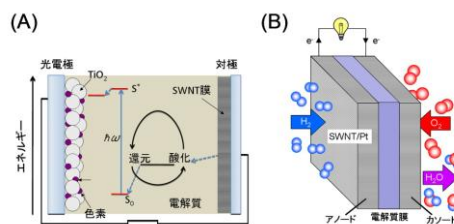


図 2(A) 色素増感太陽電池の対電極および(B) 固体高分子型燃料電池の電極への SWNT 膜の応用

【期待される成果と意義】

本研究では、構造を制御した SWNT 膜を太陽電池や燃料電池の電極に応用することで、エネルギー環境問題の解決を目指していく。SWNT の合成実験、分光評価、数値解析の全ての要素技術のスペシャリストが三位一体をなって取り組むことで、単に新ナノ材料を用いてデバイスを試作するのではなく、ナノスケールでの現象の理解に基づいて、設計・評価・最適化を継ぎ目なく実践する。また、ここで取り扱う太陽電池や燃料電池系には、多くの新しい物理化学の問題が関連しており、ナノテクノロジーや関連学術領域の発展にも貢献することを旨とする。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- [1] S. Maruyama, R. Kojima, Y. Miyauchi, S. Chiashi, M. Kohno, *Chem. Phys. Lett.*, **360**, 229-234 (2002).
- [2] Y. Murakami, S. Chiashi, Y. Miyauchi, M. H. Hu, M. Ogura, T. Okubo, S. Maruyama S, *Chem. Phys. Lett.*, **385**, 298-303, (2004).
- [3] R. Xiang, T. Wu, E. Einarsson, Y. Suzuki, Y. Murakami, J. Shiomi, S. Maruyama, *J. Am. Chem. Soc.*, **131**, 10344-10345 (2009).

【研究期間と研究経費】

平成 22 年度 - 26 年度
167,300 千円

【ホームページ等】

<http://www.photon.t.u-tokyo.ac.jp/~maruyama/Kakenhi/KibanS-j.html>