コバルトセン内包カーボンナノチューブにおける内包量の制御

Control of the Embeted Preparation of the Cobaltocene Encapsulated Carbon Nanotube

和歌山大システム工 ○(M1)小林 昇弥, 本田 惇, 伊東 千尋
Nanotechnology cluster, Graduate School of Wakayama University,
Shoya Kobayashi, Honda Atsushi, Chihiro Itoh,
E-mail: s193025@center.wakayama-u.ac.jp

1. 導入

単層カーボンナノチューブ(SWNT)は、構造と電子構造に強い相関を持つナノ物質であり、機械的強度、柔軟性、優れた電気的特性から、デバイス応用の点で注目されている。しかしながら、安定な n ドープを行うことが困難であった。最近、n ドープを行う研究の一つとして、SWNT にコバルトセン($CoCp_2$)を内包することで安定な n 型 SWNT が得られることが示された[1]が、内包量の制御は未確立である。本研究では、$CoCp_2$ のドープ量の調整とその評価を目的とした。

2. 実験方法

Arc 放電法で作られた市販の SWNT を空気中 450℃で熱処理を行い、末端のキャップを取り除いた後、SWNT をコール酸ナトリウム溶液に分散、超音波分散、遠心分離、吸引ろ過、アセトンによる Si 基盤、Mo メッシュへの転写、360℃で熱処理を経て基準となる SWNT 薄膜を作製した。この薄膜を $CoCp_2$ とともにガラス管中へ真空封管し、100℃, 150℃, 200℃で $CoCp_2$ 内包処理を行った。得られた試料をラマン散乱分光法、エネルギー分散型 X 線分析(EDS)、赤外吸収測定により評価した。

3. 結果・考察

100℃、150℃、200℃の内包温度で得られた試料の Co 原子数濃度の EDS による評価結果は、それぞれ、0.11%, 0.18%, 0.27%であり、内包温度の上昇に伴い内包量が多くなることがわかった。Fig.1 に示すように、532nm でプローブしたラマン散乱スペクトルに現れる Radial Breathing Mode(RBM)は、Co 原子数濃度の増加により高波数シフトすることがわかった。内包による同様の RBM ピークシフトは先行研究でも確認されている。これらの結果より、本研究の範囲において内包温度により、SWNT への $CoCp_2$ の内包量の調整ができ、そのラマンシフトの値より、内包量を評価できると結論づけた。Fig.2 に赤外吸収測定の結果を示す。半導体 SWNT の S_{11} 遷移に由来する 5000cm^{-1} 付近のピークは、$CoCp_2$ の内包により強度が増加し、低波数シフトした。これは酸素により電子を奪われた SWNT の価電子帯に、$CoCp_2$ から電子が移動したためと考えられる。講演では、空気中 360℃の熱処理を行っていないものや、窒素気流中 300℃の熱処理を行ったもので、比較的酸素により電子が奪われていない SWNT に $CoCp_2$ を内包した結果についても加えて議論する。

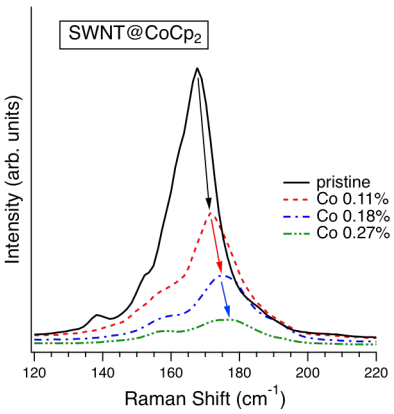

Fig.1 Raman Spectra of SWNTs Encapsulated $CoCp_2$

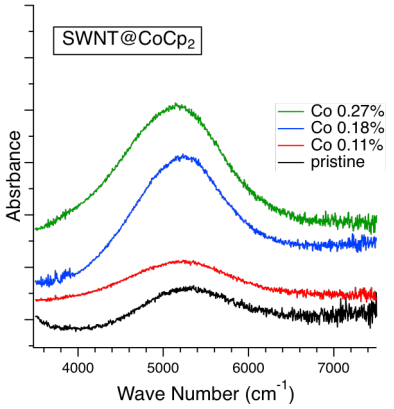

Fig.2 Infrared Absorption of SWNTs Encapsulated $CoCp_2$

[1]T. Fukumaru *et al*, Scientific Reports 5 (2015), 7951