

CNT フォレスト光学特性の構造依存性

Optical Properties of Carbon Nanotube Forests with Various Structures

高知工科大学¹, 高知工科大ナノテク研²○関家 一樹¹, 小路 紘史¹, 古田 寛^{1,2}, 八田 章光^{1,2}Kochi Univ. Technol.¹, Inst. Nanotechnol., Kochi Univ. Technol.²○Kazuki Sekiya¹, Hirofumi Koji¹, Hiroshi Furuta^{1,2}, Akimitsu Hatta^{1,2}

E-mail: 175057a@gs.kochi-tech.ac.jp, furuta.hiroshi@kochi-tech.ac.jp

【はじめに】現在、CNT (Carbon Nanotube) は、構造異方性を利用した光デバイスへの応用が期待され、光学特性評価の研究が盛んである。これまでに、垂直配向長尺 SWNTs では直径が小さいほど短波長光を吸収し、その吸収は光の散乱の繰り返しにより生じる報告[1]や、SWNTs の p 偏光吸収の角度依存性[2]、基板塗布した 100nm 以下の CNT 光学特性[3]などが報告されている。

我々は、CNT フォレストの光デバイス応用を目指すため、CNT 成長初期の短尺 CNT に注目し、CNT フォレストの構造(長さ、密度、直径、配向性)が制御された CNT フォレストについて、構造と光学特性の対応関係の評価研究を行っている。これまでに、熱 CVD 装置のガス導入時間の精密制御によって $\sim 10\mu\text{m}$ 長以下の MWNTs を再現よく合成し、長さ制御された MWNTs ($1\sim 4\mu\text{m}$)の反射率の長さ依存性を明らかにした[4]。今回、基板配向 CNT 構造(密度、直径、配向性)を変化させ光学特性の違いについて報告する。

【実験】高抵抗 Si 基板上にスパッタ成膜により Fe/Al₂O₃ を 1nm/30nm 積層させて積層触媒とし、原料ガスに C₂H₂ を用い、熱 CVD 法により CNT を合成した。CNT フォレストの光学特性は、分光光度計 U-3900 の積分球 $\phi 60$ (10° 全反射)で評価し、作製した CNT の構造は、基板断面 SEM 観察とラマン分光測定で評価した。

【結果と考察】作製したサンプルの高さ(長さ)は、sample1 が $2.1\mu\text{m}$ 、sample2 が $1.9\mu\text{m}$ 、sample3 が $5.0\mu\text{m}$ 、sample4 が $4.9\mu\text{m}$ である。Figure 1(a)に SEM 像で評価した CNT 直径と CNT 密度を示す。SEM による直径評価の結果は、Raman の G2 ピークシフトと対応した。Figure 1(b)に全反射スペクトルを Fe/Al₂O₃ 触媒基板で規格化し算出した吸収係数を示す。各試料で吸収スペクトルのピーク比($\lambda_1 = \sim 230\text{nm}$, $\lambda_2 = \sim 275\text{nm}$)に違いが見られるのは、CNT フォレストの配向性による変化[2]と考えられ、配向度が高い順に sample1、sample2、sample3、sample4 であり、基板断面 SEM 観察による配向性とほぼ傾向が同じように観測された。Fig1.(a)と(b)の結果から、CNTs の吸収は高密度で高垂直配向のとき大きくなることがわかった。同程度の直径の

sample1 と sample2 の吸収を比較しても、密度と配向性の違いによる吸収の違いが見られた。CNT の吸収と密度の関係をj知るために、Fig.1(c)に吸収ピークと CNT 密度の関係を示した。CNT 密度が低下すると吸収が低下する傾向が見られたが、配向性の低下が吸収の低下にも対応した。当日は CNT 吸収の密度と配向性の関係について議論する予定である。

【引用文献】

- [1] K. Mizuno *et al.*, PNAS 106 (2009) 6044-6047.
- [2] Y. Murakami *et al.*, Carbon. 43(13) (2005) 2664-2676.
- [3] X. Sun *et al.*, J. Am. Chem. 130 (2008) 6551-6555.
- [4] 関家一樹 *et al.*, 第 73 回秋季応用物理学会学術講演会予稿集, JSAP (2012) 17-076

【謝辞】本研究は科研費研究(24560050)の一部として行われた。

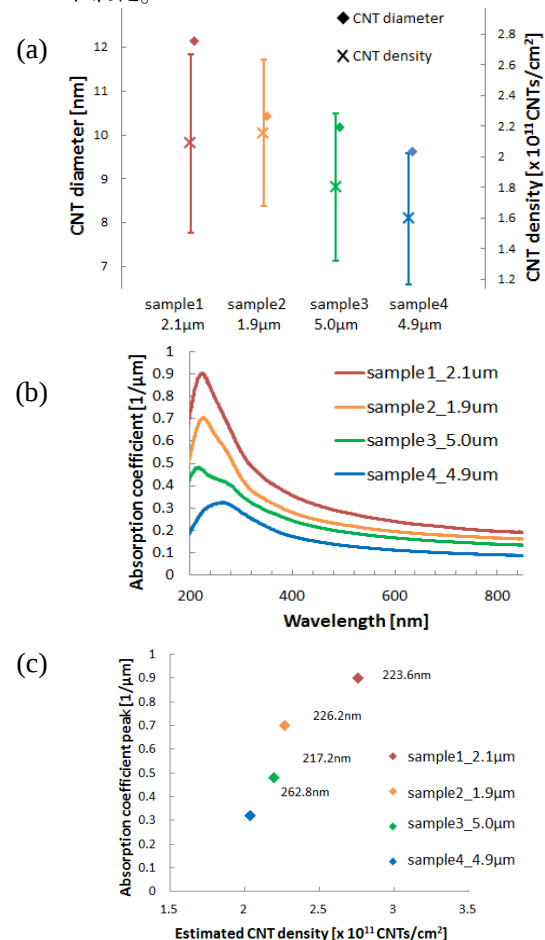


Figure 1 (a) CNT diameter and density, and (b) absorption coefficient spectra of each samples. (c) Absorption coefficient vs CNT density (estimated from cross sectional SEM images).