

## 無触媒 CVD 成長したカーボンナノチューブの評価

### Estimation of carbon nanotubes synthesized by non-catalytic CVD method

○平野 優<sup>1</sup>, 稲葉 優文<sup>1</sup>, 渋谷 恵<sup>1</sup>, 鈴木 和真<sup>1</sup>, 李 智宇<sup>1</sup>, 明道 三穂<sup>1</sup>, 平岩 篤<sup>1</sup>,

乗松 航<sup>2</sup>, 楠 美智子<sup>2</sup>, 川原田 洋<sup>1</sup> (1. 早稲田理工学術院、2. 名古屋大学エコトピア研)

○Yu Hirano<sup>1</sup>, Masafumi Inaba<sup>1</sup>, Megumi Shibuya<sup>1</sup>, Kazuma Suzuki<sup>1</sup>, Chih-Yu Lee<sup>1</sup>, Miho Myodo<sup>1</sup>,

Atsushi Hiraiwa<sup>1</sup>, Wataru Norimatsu<sup>2</sup>, Michiko Kusunoki<sup>2</sup>, Hiroshi Kawarada<sup>1</sup>

(1.Waseda Univ. , 2.Nagoya Univ.)

E-mail: yu.-855@ruri.waseda.jp

前回、SiC 表面分解法で作成したカーボンナノチューブフォレスト (CNT on SiC)<sup>[1]</sup>を下地として CVD 法により無触媒成長を行い、成長した CNT のカイラリティから成長機構の考察を行い報告した<sup>[2]</sup>。今回は、成長した CNT のさらに詳細な解析結果を報告する。

n 型 4H-SiC 基板の C 面に SiC 表面分解法を用いて CNT フォレストを形成した。このときの CNT 長は約 30 nm であった。次に、CNT 終端キャップを過酸化水素水溶液で穏やかに酸化し、開端処理を行った<sup>[3]</sup>。最後に、熱 CVD 法により開端面からの成長を試みた。CVD では原料ガスにメタンと水素を用いた。図 1 にこのプロセスを示す。

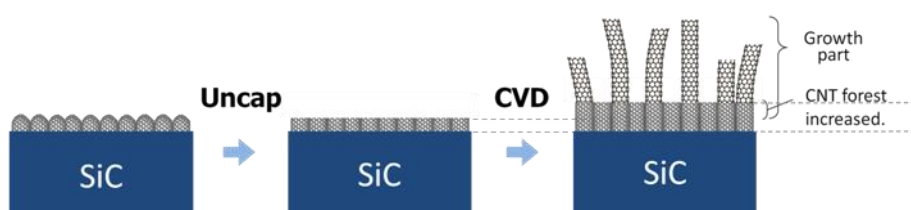


図 1 実験プロセス図

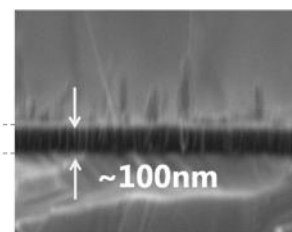


図 2 断面 SEM 像  
(CH4 40%, 1000°C, 1h)

基板温度 1000°C、メタン 10~100% (水素希釈、総流量 50sccm) の範囲で成長が確認できた。

図 2 にメタン 40% (水素希釈、総流量 50sccm)、基板温度 1000°C で 1 時間熱 CVD 処理を行った試料の断面 SEM 像を示す。この図から、下地の CNT フォレスト自体が 30nm から約 100nm まで均一に成長していることが確認できる。また、CNT フォレスト表面から直径の異なる多量の CNT が急速に成長していることがわかる。この条件でのフォレスト表面から成長している CNT の本数密度は下地に対して 1/1000 程度と見積られた。

図 3 に開端処理後、上記合成条件による熱 CVD 処理 (処理時間 1 時間、4 時間) 後のラマン測定結果を示す。CVD 処理時間が長くなるのに伴い、G ピーク強度が増大し、G/D 比が大きくなっている。このことから、CNT の成長が長時間持続していることがわかる。また、CVD 4 時間処理後の試料では RBM ピークが検出されていることから、高品質な CNT が合成されていることが考えられる。

謝辞: 本研究は日本学術振興機構(JSPS)の挑戦的萌芽研究 (研究課題番号: 26630136)の助成を受けて行われた。

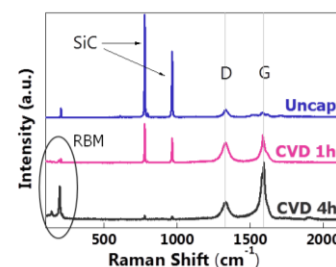


図 3 開端後、熱 CVD 処理 1 時間、4 時間後でのラマンスペクトル

[1] M. Kusunoki et al., Appl. Phys. Lett. 87, 103105 (2005)

[2] 平野, 稲葉, 川原田 他, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集, 20a-B1-3

[3] R. Marega et al., Carbon 47, 675 (2009).