

^{13}C 同位体標識を用いた CNT 成長中の直径変化Diameter transition during the CNT growth via ^{13}C isotope labeling筑波大数理¹, 住友電工², 榊 優樹¹, 岸部 義也¹, 鄭 サムエル¹,藤森 利彦², 赤田 圭史¹, 藤田 淳一¹

Univ. of Tsukuba, Sumitomo Electric Industries, Ltd.

○Yuki Sakaki¹, Yoshiya Kishibe¹, Samuel Jeong¹, Toshihiko Fujimori², Keishi Akada¹, Jun-ichi Fujita¹

E-mail: s2120272@s.tsukuba.ac.jp

本研究室では長尺かつ高品質な CNT の連続的な合成手法として、高速ガス層流中へのフェロセンミスト噴霧による CVD 合成を行っている。フェロセンを触媒としたアルコール成長による CNT は、反応炉管内を飛行中に成長するフロー成長モード（気相成長）と、基板にトラップ後炭素源の供給を受け再度成長するカイトグロースモード（基板成長）がある。我々はこの二つの成長モードにおける CNT 成長速度が異なっていることを報告してきた。^[1]異なる成長様式が混在して成長した CNT はその単一 CNT 内でカイラリティ変化を誘発すると考えられる。本研究では、 ^{13}C 同位体標識を用いたラベリング手法を用いることで、単一 CNT 内の成長モードを追跡し、成長モードの変遷にともなって段階的な直径変化が生じていることを観測したので報告する。

本研究で用いた CNT の合成様式の模式図を Fig. 1、原料投入条件を Fig. 2 に示す。炉管に水素キャリアガスを流しながら、 ^{13}C 炭素同位体からなる ^{13}C エタノール-フェロセン溶液を 100 ミリ秒間(90 μL)投入して気相成長を行った。その後、原料供給を停止し、1 分後に ^{12}C エタノールを 2 分間 (400 μL) 投入して CNT を基板成長させた。電気炉の中央を 980°C に設定し、その領域に設置したスリット付きの酸化膜 Si 基板上で CNT を捕集した。捕集した CNT を PMMA を用いてガラス基板上に転写し、ラマンマッピングを行うことで、CNT の同定を行った。Fig. 3(a)より ^{13}C -CNT が気相成長領域、 ^{12}C -CNT が基板成長領域である。Fig. 3(b)より CNT の直径は気相成長領域において 1.74 nm、中間領域において 1.70 nm、基板成長領域において 1.64 nm であった。 ^{13}C による気相成長から成長停止期間において ^{12}C による基板成長するという CNT 成長過程において、CNT に含まれる同位体炭素量はなめらかに遷移していた。一方で、CNT の直径はカイラリティの変遷を伴いながらステップ状に段階的に変化していることがわかった。

謝辞：本研究は、防衛装備庁安全保障技術研究推進制度 JPJ004596 の支援を受けて実施した。

[1] 岸部義也, 第 83 回応物秋季講演会, 22a-B203-7

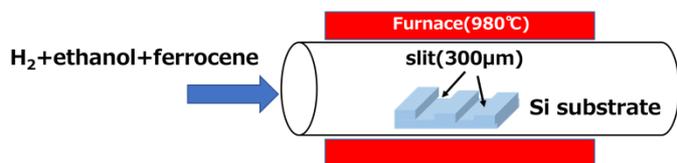


Fig.1 Schematics of the CVD system.

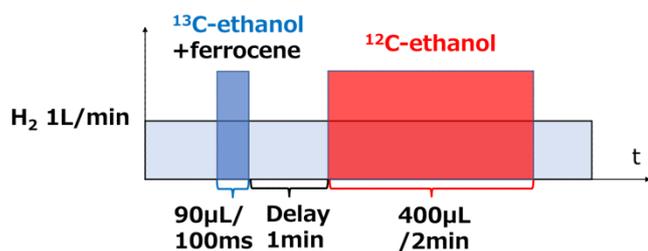


Fig.2 Synthesis diagram

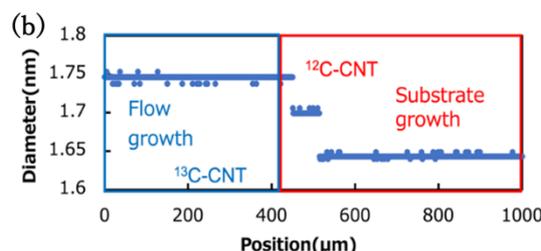
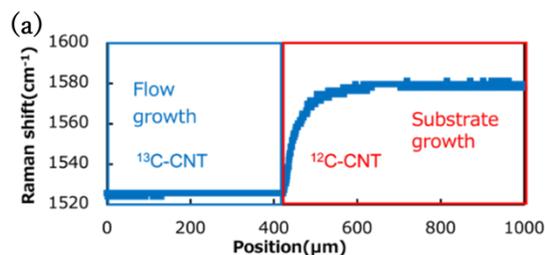


Fig.3 Transition of (a)G-peaks position and (b)RBM of the CNT