

課題番号 : F-20-UT-0012
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 単層 CNT の成長制御効果の同位体ラベル法による分析
 Program Title (English) : Analysis of growth control effect on single-walled carbon nanotubes by isotope labeling
 利用者名(日本語) : 小林明香里, 石丸亮哉, 丸山茂夫
 Username (English) : Akari Kobayashi, Ryoya Ishimaru, Shigeo Maruyama
 所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, The University of Tokyo
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, 単層カーボンナノチューブ, マテリアルサイエンス

1. 概要(Summary)

単層カーボンナノチューブ(CNT)は優れた機械的・電気的特性を備え、デバイス応用のために、カイラリティ、直径、長さなどの制御合成の実現が求められている。化学気相成長(CVD)法による単層 CNT の成長機構を解明するために、本研究室で開発された炭素同位体ラベルを組み込む合成法を用いて、アセチレンガスの成長促進効果の分析を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置, 光リソグラフィ装置 MA-6

【実験方法】

武田 CR にてリソグラフィ装置を用いて水晶基板に等間隔ライン状のパターニングを施した。その後当研究室で触媒として膜厚 ~0.2 nm の Fe をライン上に真空蒸着し、CVD 法によって単層 CNT を合成した。炭素源として、一定時間ごとに ^{12}C エタノールに代わって ^{13}C エタノールを制御しながら供給することで、単層 CNT に同位体ラベリングを行った。合成途中から ^{12}C アセチレンをエタノールの 1/50 の割合で導入し、その影響を調べた。合成後のサンプルをラマン分光法により分析し、G バンドシフトから同位体ラベリングの位置を特定し、シフト量、ラマンマッピングの双方で単層 CNT の成長速度や成長開始時間を分析した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

^{12}C アセチレンガスを合成途中から導入した際の単一単層 CNT の成長曲線を Fig. 1 に示す。この成長曲線は図中右のラマンマッピング像に基づき作成した。この単層 CNT は合成開始 140 秒後に成長を開始し、等速で成長した後、200 秒後に ^{12}C アセチレンガスを導入したところ、

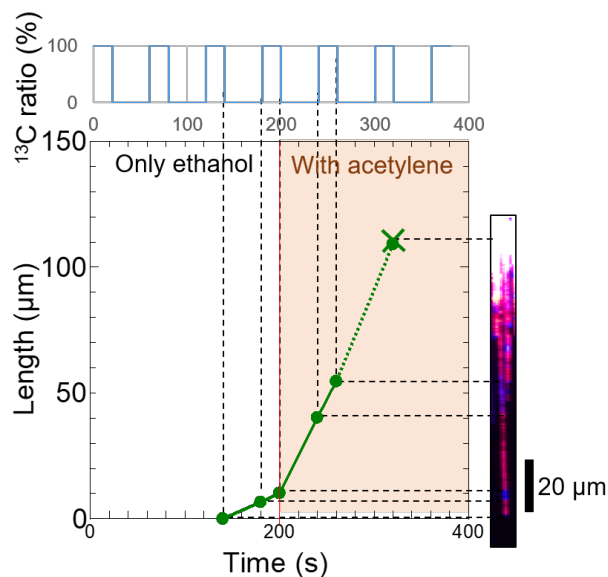


Fig. 1 Example of a growth curve of a SWCNT which is plotted based on an isotope introduction sequence (top panel) and a Raman mapping image (right panel).

成長速度が上昇したことが分かる。本分析手法により、単層 CNT の成長促進に成功した。さらに、アセチレンガスを加えた際のラマンスペクトルからも、単層 CNT の成長に用いられる ^{13}C エタノールと ^{12}C アセチレンの取り込み量の比率を算出することができた。これにより、アセチレンの有無によるエタノールの取り込まれやすさの違いも明らかとなった。

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

小林 他, 第 60 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 2021 年 3 月 1-3 日。

6. 関連特許(Patent)

なし