

課題番号 : F-18-UT-0018
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 単層カーボンナノチューブの再成長の同位体ラベル分析
 Program Title (English) : Isotope labeling Analysis of Regrowth of Single-Walled Carbon Nanotubes
 利用者名(日本語) : 小矢野文章,¹⁾ 丸山茂夫^{1,2)}
 Username (English) : B. Koyano,¹⁾ S. Maruyama^{1,2)}
 所属名(日本語) : 1) 東京大学大学院工学研究科, 2) 産総研
 Affiliation (English) : 1) Department of Mechanical Engineering, The University of Tokyo, 2) National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
 キーワード/Keyword : 水平配向カーボンナノチューブ(carbon nanotube, CNT), 同位体, 化学気相蒸着(chemical vapor deposition, CVD)法, リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

単層カーボンナノチューブ(以下 SWCNT)は直径 1 nm 程度の炭素材料であり, 電子デバイスへの応用が期待されている. 一方, その成長機構は未解明な点が多く, 電子デバイスへ応用可能なほど高密度, 長尺な SWCNT の合成は実現されていない. そこで, 本研究では炭素同位体ラベルを組み込んで合成を行い個々の SWCNT の成長過程を追跡する方法[1]を用い, SWCNT の成長停止原因の追究および再成長させるための方法を探索した. 本研究ではエタノールの供給を意図的に止め, その間に水蒸気を導入することによって, 供給停止前後で SWCNT の成長がどのように変化するかを解析した.

実験(Experimental)

【利用した主な装置】

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のパターニングを施す. その後当研究室で触媒をライン上に蒸着し, CVD 法によって単層 CNT を合成する. 合成時に炭素同位体を含む炭素源を制御しながら用いることで単層 CNT に同位体ラベリングを行う. ラベルをラマン分光法によって判別し, 成長速度や寿命を求める.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

合成時にエタノール同位体をパルス状に流し, デジタル的にラベリングすることで (Fig. 1(a)), 合成後のラマンスペクトルによるマッピングからラベルを識別することに成功した (Fig.1(b)). エタノールの供給停止中に水蒸気を導入していた場合 SWCNT はエッチングされ, エタノールの供給再開後成長を再開した SWCNT は成長速度が上昇することが分かった(Fig. 1(c)).

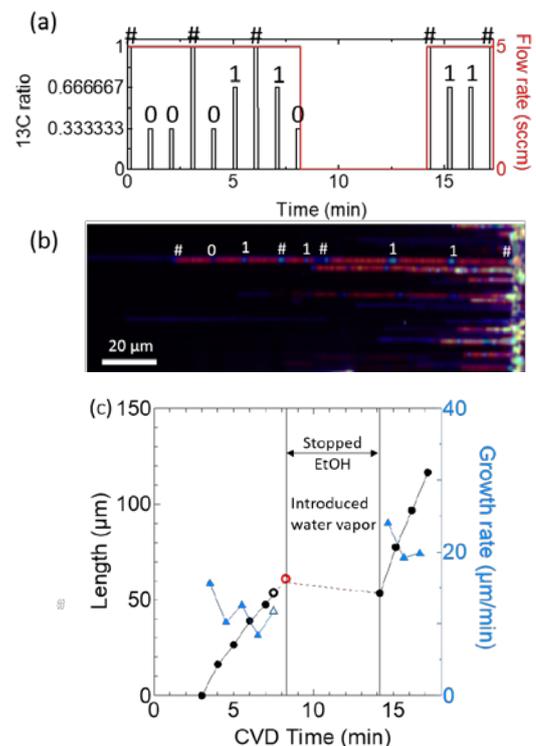


Fig. 1 (a) Example of introduction of labels by ¹³C ethanol. (b) Raman mapping colored by the shift of G-band peak. (c) The length and the growth rate of a SWCNT in the case where water vapor was introduced while ethanol was stopped.

4. その他・特記事項(Others)

[1] K. Otsuka et al., ACS Nano 12, 3994 (2018).
 本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金の助成を受けた.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) K. Otsuka, B. Koyano, S. Maruyama et al., ACS Nano, (2018), 12, 3994.

6. 関連特許(Patent)

なし.