

Ir 触媒を用いた単層カーボンナノチューブ成長における エタノール圧力および成長温度依存性

Effects of ethanol pressure and growth temperature on SWCNT growth using Ir catalyst

名城大理工¹, 名城大ナノマテ研² °山本 大貴¹, 近藤 秀¹, 柄澤 周作¹,
カマル プラサド サラマ², 才田 隆広^{1,2}, 成塚 重弥¹, 丸山 隆浩^{1,2},
Meijo Univ.¹, Meijo Nanomaterial Res. Centre²,
°Daiki Yamamoto¹, Shu Kondo¹, Shusaku Karasawa¹,
Kamal P Sharma², Takahiro Saida^{1,2}, Shigeya Naritsuka¹, Takahiro Maruyama^{1,2}
E-mail: takamaru@meijo-u.ac.jp

はじめに

直径 1 nm 程度以下の細径の単層カーボンナノチューブ (SWCNT) は、エレクトロニクス分野や脱塩フィルターへの応用が期待できる。我々のグループではこれまでに Ir 触媒を用いたアルコール触媒化学気相成長 (ACCVD) 法により、垂直配向した細径 SWCNT の成長に成功している[1、2]。また、Ir 触媒を用いた SWCNT 成長は他の触媒と異なり、炭素源の圧力が高いほど細径の SWCNT が得られることを報告している[2]。今回、細径 SWCNT の成長量増加に向けて、エタノール圧力と成長温度依存性に着目して実験を行った。

実験方法

SiO₂/Si 基板にパルスアークプラズマガンを用いて Ir 触媒を厚さ 0.3 nm 相当蒸着した。超高真空 CVD 装置内にて水素 1×10⁻³ Pa 雰囲気下で基板を昇温した。成長温度に達したのちエタノールガスをノズルを用いて基板に供給し SWCNT 成長を行なった[1]。成長温度 500~800°C、成長時間 1 h に固定し、エタノール圧を 1×10⁻¹~1×10⁻⁴ Pa に変化させ実験を行った。作製した試料はラマン分光法と FESEM により分析した。

結果と考察

Fig 1 (a)と(c)に 800°C、エタノール圧 1×10⁻³ Pa 下で成長を行った試料と 700°C、エタノール圧 1×10⁻⁴ Pa 下で成長を行った試料の SEM 像を示す。それぞれ、長さ約 800 nm と約 150 nm で垂直配向した SWCNT が成長している様子がわかる。また、生成した SWCNT に対してラマン分光測定を行ったところ、Fig 1 (b)と(d)に示す RBM 領域のスペクトルが得られた。両スペクトルの RBM ピークの波数が非常に似通っており、同程度の直径の SWCNT が生成していることがわかる。他の結果も考慮すると、エタノール圧力を増加することで直径が細くなり、かつ、成長温度を高くすることで成長量が増加し、さらに、両条件を最適化することで細径の SWCNT の成長が増加できると考えられる。

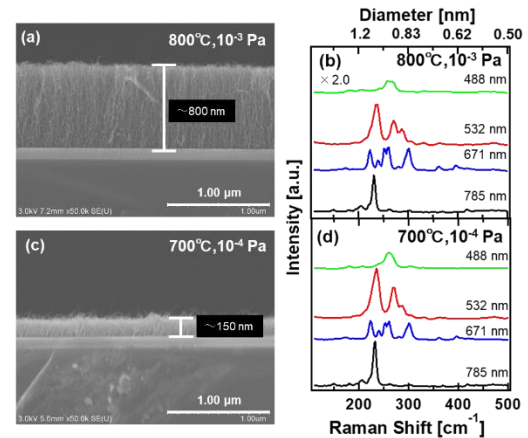


Fig 1, Cross-sectional SEM images of SWCNTs grown at (a) 800°C and (c) 700°C under ethanol pressures of 1×10⁻³ Pa and 1×10⁻⁴ Pa, respectively. (b), (d) Raman spectra of the RBM region of SWCNTs of (a) and (c), respectively.

謝辞

本研究の一部は私立大学研究ブランディング事業“新規ナノ材料の創製による名城大ブランド構築プログラム”, 戦略的基盤技術高度化支援事業 (サポイン), および文科省ナノテクノロジープラットフォーム事業(分子・物質合成)の支援を受けて行なった。

[1] T. Maruyama et al. Appl. Surf. Sci. 509 (2020) 145340.

[2] 山本 大貴他 応用物理学会 2020(秋).