

カーボンナノオニオンを核としたカーボンナノチューブの高温成長

High temperature growth of carbon nanotube from carbon nano-onion

阪大院工¹, 日本化薬(株)², °仙波 弘樹¹, 有福 達治², 清柳 典子², 小林 慶裕¹

Osaka Univ.¹, Nippon Kayaku², °H. Semba¹, M. Arifuku², N. Kiyoyanagi², Y. Kobayashi¹

E-mail: semba@ap.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】カーボンナノチューブ(CNT)の欠陥低減・高結晶化はキャリア輸送特性などCNTデバイス性能の向上に要請される技術である。そのアプローチの一つである高温での化学気相成長(CVD)[1]は、金属触媒を用いた通常のCVDプロセスでは成長核の凝集のために困難であった。本研究では、高温でも安定な固体成長核を用いて、この課題を克服する可能性を検討した。CNT成長核としての活性をもつナノダイヤモンド(ND)[2]は900℃以上の高温処理でダイヤモンド(sp³)構造からグラファイト(sp²)構造に変移し、カーボンナノオニオン(CNO)を形成する。前回の応物学会において、このCNOも800℃程度の温度でCNT成長可能であることを報告した[3]。今回は、1000℃以上でも固相で安定しているCNOからの高温でのCNT成長を検討した結果を報告する。

【実験】熱酸化シリコン上に所定層数の高純度ND(日本化薬製)を担持した。そのNDを大気中・600℃で加熱して表面不純物を除去する前処理を行った後、Ar中・1000℃で数時間アニーリングし、CNO化した。その後、成長ガスを導入して780～1000℃でのCNT成長を行った。得られた試料をラマン分光法で評価した(励起波長:633nm)。

【結果】800℃近傍での成長に最適化された気相条件のまま成長温度を高めた場合に得られた試料のラマンスペクトルをFig.1に示す。スペクトルは基板からのピーク強度で規格化した。成長温度が上がるに連れて、成長量は減少し、径は増大する傾向が観測された。この条件では気相中で生成したアモルファスカーボンが試料全面に堆積し、成長核が失活したためである。そこで高温での不純物堆積を抑制するため、気相条件等を最適化した。Fig.2は最適化したプロセス条件・1000℃で成長したCNTからのラマンスペクトルである。堆積が抑制され、D bandがほとんど観測されない極めて高い結晶性のCNT (I(G)/I(D)>300)が得られている。これはレーザーアブレーション法に匹敵する結晶性で、量子デバイス等の高結晶CNTが必要な研究への活用が期待される。今後、成長効率改善や不純物堆積を抑えた条件での細径CNT形成が課題である。

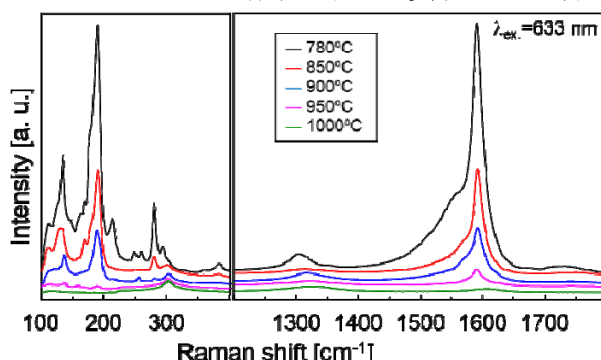


Fig.1: Raman spectra of CNTs grown at 780-1000℃ (average of 10 points)

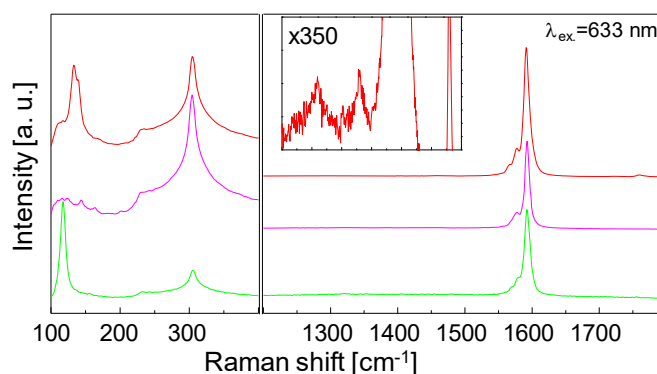


Fig.2 Raman spectra of CNTs grown at 1000℃ under optimized condition

謝辞: 本研究の一部は科研費の援助により実施した。

[1] H. Shirae, K. Hasegawa, H. Sugime, E. Yi, R. M. Laine, S. Noda Carbon **114** (2017) 31.

[2] D. Takagi, Y. Kobayashi and Y. Homma, JACS **131**(2009)6922、大畑他2017年春応物学会 15p-F203-7. [3]仙波2017年秋応物学会7a-C11-4.