

Ir および Co 触媒を用いた単層カーボンナノチューブ成長におけるバッファ層が与える効果の違い

Differences in the effects of buffer layers on single-walled carbon nanotube growth with Ir and Co catalysts

名城大理工¹, 名城大ナノマテ研², 兵庫県立大高度研³ ○四本 真央¹, 才田 隆広^{1,2},
春山 雄一³, 成塚 重弥¹, 丸山 隆浩^{1,2}

Meijo Univ.¹, Meijo Nanomaterial Res. Center², Univ. of Hyogo³

○ (M1) Mao Yotsumoto¹, Takahiro Saida^{1,2}, Yuichi Haruyama³, Shigeya Naritsuka¹,
Takahiro Maruyama^{1,2}

E-mail: takamaru@meijo-u.ac.jp

1. 緒言

単層カーボンナノチューブ (SWCNT) の作製には、遷移金属ナノ粒子を触媒に用いた化学気相成長 (CVD) 法が広く用いられている。しかし、高温で SWCNT 成長を行うため、しばしば触媒粒子の凝集や表面下拡散が原因で触媒失活が起こってしまう。そこで、触媒と基板の間に触媒担持層としてバッファ層を導入することが試みられている[1]。我々はこれまで、Ir と Co を触媒に用いて、様々なバッファ層を導入して SWCNT 成長を行い、バッファ層と触媒の組み合わせにより、最適成長条件や CNT 成長様式が変化することを報告してきた[2]。本研究では、SiO₂/Si 基板および Al₂O₃、MgO の各バッファ層上に堆積させた Ir および Co 触媒を用いて SWCNT 成長を行い、バッファ層が CNT の成長様式に与える影響とその原因について調べた。

2. 実験方法

SiO₂/Si 基板に RF 高周波スパッタ装置によりバッファ層 (Al₂O₃, MgO)を膜厚 20 nm 堆積させたのち、パルスアークプラズマガンを用いて、各バッファ層上に Ir, Co 触媒を 8 pulse 放電蒸着した。これらの基板に対し、Ir 触媒の場合、成長温度 600~850°C/EtOH 圧 40 Pa/成長時間 10 min で、Co 触媒の場合、成長温度 450~800°C/EtOH 圧 100 Pa/成長時間 10 min の条件で、コールドウォール CVD 装置を用いて SWCNT 成長を行った。比較のため、SiO₂/Si 基板の上に各触媒を直接堆積した試料についても、同様の実験を行った。成長後の試料をラマン分光法と走査型電子顕微鏡(SEM)により評価した。

3. 結果と考察

SWCNT 成長量の指標としてラマンスペクトルの G band ピークと Si ピークの強度比 (G/Si 比) を用いた。Fig.1 に最も CNT の成長量が多かった Ir/SiO₂ と Co/Al₂O₃ の組み合わせに対する G/Si 比の成長温度依存性を示す。Ir 触媒は低温での SWCNT 成長量が非常に少なく、800°Cを超えると急激に成長量が増加した。Co 触媒の場合、低温の成長量は Ir 触媒よりも多く、700°Cで G/Si 比が最大となったが、それ以上の温度では成長量が急激に減少した。Fig.2 (a), (b)に各基板で最も成長量が多かった試料の断面 SEM 像を示す。どちらも垂直配向した SWCNT の成長が観察された。2つの触媒間で異なる成長様式を示す原因、および各バッファ層が触媒粒子に与える効果の違いに関して、当日議論を行う。

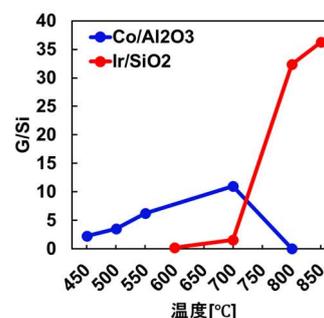


Fig 1 Temperature dependence of G/Si ratio (red: Ir/SiO₂, blue: Co/Al₂O₃).

謝辞 本研究の一部は名城大ナノマテリアル研究センターおよび文科省マテリアル先端リサーチインフラ事業 (分子科学研究所) の支援を受けて実施した。

[1] C. Mattevi et al., *J. Phys. Chem. C* **112**, 12207 (2008).

[2] 四本真央他、第 71 回応用物理学会春季学術講演会 22p-P07-2.

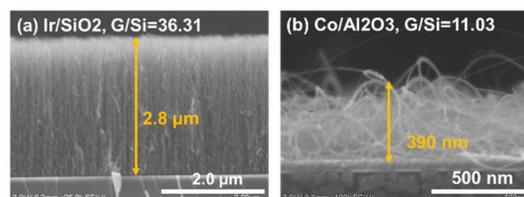


Fig 2 SEM image of SWCNTs grown under the optimal growth conditions: (a) Ir/SiO₂ (850°C), (b) Co/Al₂O₃ (700°C).