

CNT 合成における Fe 触媒寿命への Y 層効果

Effects of Y on Fe catalyst lifetime in carbon nanotube growth

静岡大院工¹, 近畿大² ○レフイクーンユイ¹, 杉目恒志², 中野貴之¹, 井上翼¹

Shizuoka University¹, Kindai University², ○Le Huy Khuong Duy¹, Hisashi Sugime²,

Takayuki Nakano¹, Yoku Inoue¹

E-mail: le.huy.khuong.duy.19@shizuoka.ac.jp

【緒言】 CNT (carbon nanotube) 成長過程において Fe 触媒状態は動的に変化しており、時間と共に横方向及び担持層方向へ拡散する。触媒ナノ粒子を定常状態に保つことは難しく、ある一定時間経過すると触媒失活が進み CNT 成長は停止する。これまで、触媒長寿命化には、酸化物の標準生成ギブスエネルギー (ΔG) が大きい Gd が顕著な効果を有することが報告されている[1]。本研究では、Gd よりも大きな ΔG を持つ Y の Fe 触媒寿命長期化効果を調べた。

【実験】 Si 基板上にスパッタリングにより SiO₂ (20nm)、Al₂O₃ (3nm)、Y (0.24nm)、Fe (2.0nm) を成膜した。C₂H₂ を炭素源とし、コールドガス化学気相堆積法 (CVD 法) で CNT を合成した。また、成長促進のため H₂O とフェロセンの蒸気をキャリアガス Ar とともに供給した。

【結果と考察】 Fig.1 に CNT の成長時間と CNT フォレスト長の関係を示す。Y 層なしでは、成長は 2 時間程度で停止し長さは 0.5mm であった。一方、Y 層を導入した場合、CNT 成長は 6 時間程度継続し、長さは 4mm に達した。これらの結果から、Y 層の導入は明らかに触媒寿命の長期化に効果があると分かった。さらに H₂O を供給すると、成長は 9 時間程度継続し長さは 9.5mm に達した。H₂O に加えフェロセンを供給した場合、CNT は 18 時間成長し 13.8mm となった。Fig.2 に Y と H₂O 及びフェロセンを導入して合成した CNT フォレストを示す。以上より、Y 層導入及び H₂O、Fe 同時供給は触媒状態の長期安定化に寄与することがわかった。

【参考文献】 [1] H. Sugime et al. Carbon **172**, 772-780 (2021).

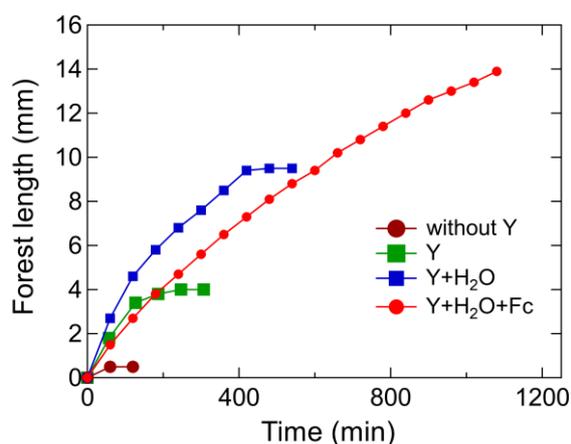


Fig.1 Growth profiles of the CNT forests without Y, with Y, with Y and H₂O, with Y and H₂O and ferrocene.

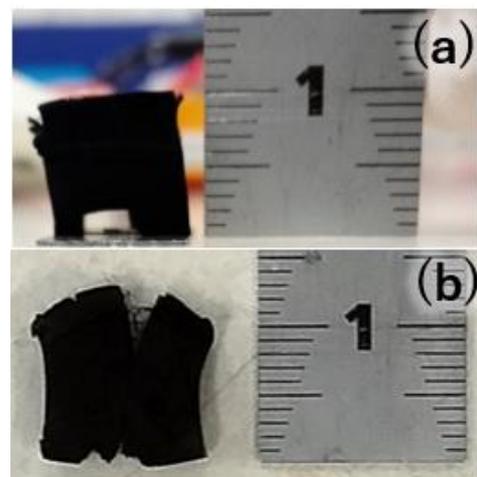


Fig.2 CNT forests grown (a) with a Y layer and H₂O, (b) with Y, H₂O and ferrocene.