

AlFe₂O₄ ナノ粒子を触媒に用いた垂直配向 CNT の合成および直径評価 Synthesis and diameter evaluation of vertically-aligned carbon nanotube growth from AlFe₂O₄ nanoparticles used as catalyst

千葉大院融[○]佐藤健介, 木田一肇, 筒井達也, 中村健太郎, 串田正人

Graduate School of Engineering, Chiba Univ.,

Kensuke Sato, Kazutoshi Kida, Tatsuya Tsutsui, Kentaro Nakamura, masahito kusida

E-mail: kushida@faculty.chiba-u.jp

【緒言】電気二重層キャパシタ(EDLC: Electric double-layer capacitor)の高性能化のため、電極材料に従来使われている活性炭よりもさらに高い導電性や比表面積を持つ垂直配向カーボンナノチューブ(VA-CNT)の利用が検討されている。さらに VA-CNT の直径や本数密度を制御することで EDLC のエネルギー密度の向上が期待されている¹⁾。そこで本研究では薄膜作製法の1つである Langmuir-Blodgett (LB) 法を用いた CNT 合成を試みることで、VA-CNT の直径制御及び本数密度制御を目指している²⁾。今回は AlFe₂O₄ ナノ粒子を CNT 合成の触媒として用い、LB 膜作製時にエタノール(Et)を混合することで触媒粒子の凝集を抑制し、VA-CNT の直径制御を試みた。

【実験】自作した AlFe₂O₄ ナノ粒子に溶媒としてジクロロメタン、フィラー分子であるパルミチン酸(C₁₆)および Et 0.2 vol%を混合した。この溶液を水面に滴下し、圧縮することによって触媒展開面積比(LB 膜中で触媒粒子が占める比率)0.1-1.0の LB 膜を作製した。さらに SiO₂ 基板に累積させ、熱化学気相(CVD)法により VA-CNT を合成した。その後、SEM による VA-CNT の成長性の評価および TEM による VA-CNT 直径の評価から、Et 混合の有無による CNT 直径の比較を行った。

【結果と考察】Figure 1 に Et を 0.2 vol%混合した AlFe₂O₄ ナノ粒子 LB 膜の TEM 像を示す。Fig. 1 より Et を加えることによって LB 膜中での触媒粒子が分散していることを確認した。Figure 2 に触媒展開面積比 1.0 の Et 0.2 vol%混合 AlFe₂O₄ ナノ粒子から合成した CNT の SEM 像を示す。Fig. 2 より膜厚 43 μm の VA-CNT の成長を確認した。また AlFe₂O₄ ナノ粒子から合成した CNT の内径および外径のグラフを Figure 3 に示す。Figure 3 より Et を 0.2 vol%混合した LB 膜から合成した CNT は内径、外径ともに Et を混合していない LB 膜から合成した CNT よりも小さくなった。この結果から Et を混合することで触媒展開面積比によらず CNT 直径が小さくなることがわかった。さらに触媒展開面積比が小さくなるごとに CNT 直径は小さくなり、CNT 直径が一定値に近づいていることがわかる。これらの結果から、Et 混合量を変化させることにより触媒粒子の凝集を抑制することで、CNT 直径制御が可能だと示唆された。

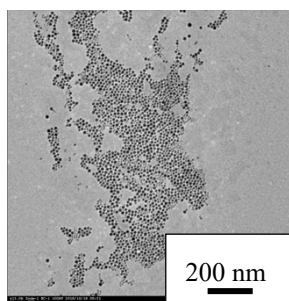


Fig. 1. TEM image of AlFe₂O₄ NPs LB film.

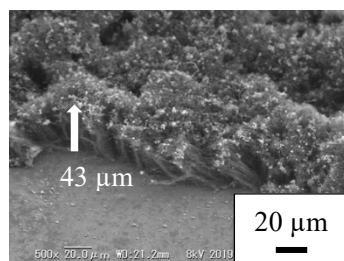


Fig. 2. SEM image of VA-CNT growth from AlFe₂O₄ NPs LB film.

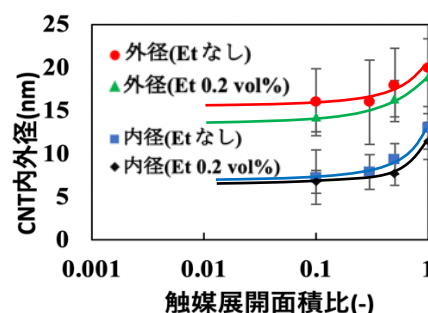


Fig. 3. Inner and outer diameter of VA-CNT growth from AlFe₂O₄ NPs LB film.

【参考文献】

- 1) H. Hatori, et al., Synthensiology, 6, 4 (2013).
- 2) K. Nakamura, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 55, 03DD06(2016).