

シリカナノ粒子を混合した CoFe_2O_4 ナノ粒子 Langmuir-Blodgett 膜を用いた垂直配向カーボンナノチューブの構造制御

Control of the morphology of vertically aligned carbon nanotubes by employing CoFe_2O_4 nanoparticles Langmuir-Blodgett films mixed with silica nanoparticles

千葉大院工, °多見谷 修平, 佐藤 太河、金杉 治、佐藤 健介、串田 正人

(Graduate School of Engineering, Chiba Univ.), °Shuhei Tamiya, Taiga Sato, Osamu Kanasugi,

Kensuke Sato, Masahito Kushida

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

【緒言】垂直配向カーボンナノチューブ(VA-CNT)は燃料電池や電気二重層キャパシタの電極材料などの応用に期待されているが、幅広い応用を可能にするためには VA-CNT を構成している一本一本の CNT の直径や CNT 間距離を広く正確に制御することが重要である。我々は Langmuir-Blodgett(LB)法を用いて CNT 用成長触媒と CNT 間距離を制御するフィラー分子を混合した薄膜を基板上に累積させることによって VA-CNT の構造の制御を試みてきた。しかし、今まで用いてきたフィラー分子はパルミチン酸(C_{16})などの脂肪酸であったため熱凝集を十分抑制することができず、幅広く正確な制御が困難であった²⁾。そこで本研究では耐熱性の高いシリカナノ粒子(SiO_2 NPs)を用いることによってより正確な制御を可能にすることを試みた。

【実験】触媒として平均粒径 $8.0\text{ nm}\phi$ の CoFe_2O_4 NPs、フィラー分子として SiO_2 NPs を用いた。両者を混合して作製した LB 膜から熱化学気相成長(CVD)法により CNT を合成し、TEM による CNT 直径の評価および SEM による CNT の成長性の評価を行った。

【結果と考察】Figure 1 に CoFe_2O_4 NPs- SiO_2 NPs LB 膜および CoFe_2O_4 NPs- C_{16} LB 膜から合成した CNT 外径の CNT 間距離依存性を示す。どちらも CNT 間距離が大きくなるほど直径の減少が見られたが、 SiO_2 NPs を用いたほうがより急激な減少が見られた。このことから SiO_2 NPs を用いたほうが効果的に熱凝集を抑制することができることが示唆された。また、Figure 2 に VA-CNT 膜厚の CNT 間距離依存性を示す。 SiO_2 NPs を用いたほうがすべての展開面積比において膜厚が大きくなり、 C_{16} を用いた場合では垂直配向しなかった CNT 間距離 40 nm 以上であっても垂直配向した。

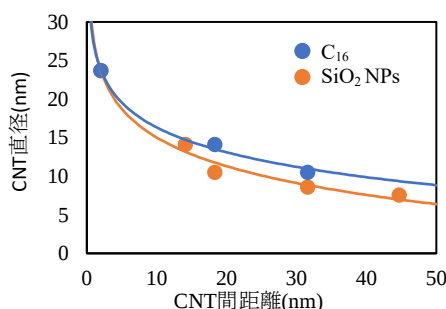


Fig. 1 CNT 間距離による CNT 直径の変化

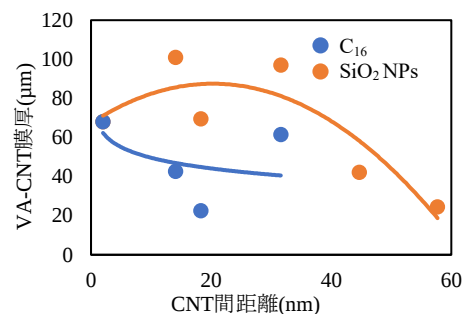


Fig. 2 CNT 間距離による VA-CNT 膜厚の変化

【参考文献】 1) T. Sato et al, Thin solid film., Vol. 616, pp., 662-672 (2016).

2) S. Tamiya et al, Jpn. J. Appl. Phys, 57, 03EG15 (2018).