

LB 法を応用した垂直配向 CNT の作製と成長条件の最適化

Synthesis of Vertically-Aligned CNTs and Optimization of Growth Condition Using LB films

千葉大院工 ○栗山 直樹, 金杉 治, 大橋 正明, 高際 翔太, 中村 健太郎, 串田正人

Graduate School of Engineering Chiba Univ. °Naoki Kuriyama, Osamu Kanasugi

Msaaki Ohashi, Shouta Takagiwa, Kentaro Nakamura, Masahito Kushida

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

【緒言】固体高分子形燃料電池(PEFC)の Pt 触媒担体の新規電極材料として,垂直配向カーボンナノチューブ(VA-CNT)が注目されている¹⁾. 我々は Langmuir-Blodgett(LB)法を用いて VA-CNT 成長用触媒である Fe ナノ粒子を基板に直接担持し,熱化学気相法(CVD)により VA-CNT を作製した. フィラー分子として飽和脂肪酸を用いることで Fe 個数密度を制御し,VA-CNT の本数密度制御が可能であることを報告してきた²⁾. 本研究では本数密度制御をしつつ,PEFC の使用にも適した長尺な CNT の作製方法を紹介する.

【実験】Fe ナノ粒子と飽和脂肪酸の混合溶液を調製し,LB 法を用いて水面上に単層膜を作製し, SiO₂ 膜付き Si 基板上に累積した. LB 膜が累積された基板を,熱 CVD 法により VA-CNT を成長させた. キャリアガスとして Ar,原料ガスには C₂H₂ を用いた. この際, LB 膜展開溶媒, 飽和脂肪酸の種類,あるいは CVD 条件を変えて作製した CNT を SEM および TEM により観察した.

【結果と考察】Fe ナノ粒子とフィラー分子の割合を Fe 展開面積比として次のように定義する¹⁾.

$$\text{Fe 展開面積比(Fe are ratio)} = \frac{\text{Fe ナノ粒子展開面積}}{\text{Fe ナノ粒子展開面積} + \text{フィラー分子展開面積}}$$

Figure 1 に示すように実際に Fe 展開面積比を任意に調製し LB 膜化し,CNT を作製することに成功した. フィラー分子である飽和脂肪酸は,種類によっては触媒被毒効果があり,C₁₆ ではその影響が小さいことがわかった. また LB 膜展開溶媒には蒸気圧が高く,粘性が小さいことから膜物質の分散性を高めるジクロロメタンが最適であることがわかった. また Fe ナノ粒子の還元条件を最適化する CVD 条件により CNT の長尺化に成功した.さらに Figure 2 に示すように, LB 膜展開溶媒に親水性のエタノールを 1.5%加えて LB 膜化することで,どの Fe 展開面積比においても,エタノールを加えない場合と比べると CNT フォレストの膜厚が上昇することがわかった. Fe ナノ粒子粒径,Fe 展開面積比と,そこから作製される VA-CNT 直径との関連性については当日議論する.

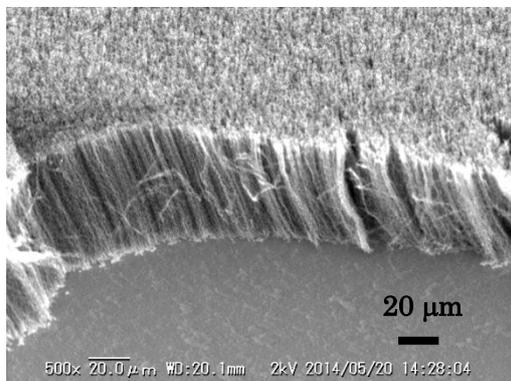


Fig. 1. SEM image of VA-CNT.
Fe area ratio 0.5, ethanol 5%.

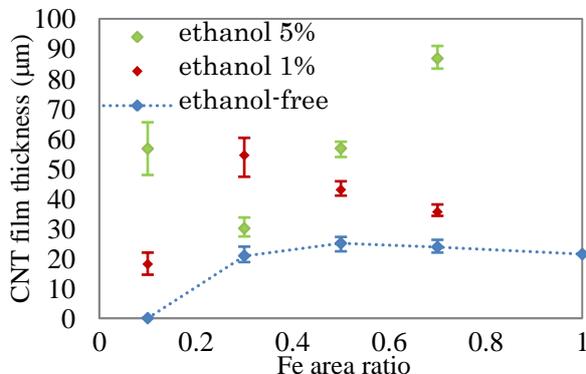


Fig. 2. CNT film thickness as a function of Fe area ratio and concentration of ethanol.

- 【参考文献】 1) N. Kuriyama et al. Jpn. J. Appl. Phys. 53, 02BD08 (2014),
2) 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 19a-E5-9 (2014)