20a-B1-8

Fe_3O_4@SiO_2 型コアシェル粒子を触媒に用いたカーボンナノチューブの合成と構造評価

Synthesis and structure evaluation of carbon nanotubes grown from Fe_3O_4@SiO_2 core-shell nanoparticles

千葉大院工 ○大橋 正明，栗山 直樹，金杉 治，高際 翔太，串田 正人
Department of Applied Chemistry and Biotechnology, Graduate school of engineering, Chiba Univ.
○Masaaki Ohashi, Naoki Kuriyama, Osamu Kanasugi, Shota Takagiwa, Masahito Kushida
E-mail: kushida@faculty.chiba-u.jp

【緒言】固体高分子形燃料電池(PEFC)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)の利用が提案されている[1]．既存の電極材料であるカーボンブラックと比較して，VA-CNT は CNT の径や本数密度によって電極構造の制御が可能となる特徴を有する．上記構造の制御には径の揃った CNT 成長用触媒を狙いの間隔・密度で配列する必要がある．そこで我々は CNT 成長用触媒である Fe_3O_4 ナノ粒子をシリカ(SiO_2)で被覆したコアシェル型粒子を CNT 成長用触媒として用いる方法を提案する．SiO_2 は耐熱層として Fe_3O_4 ナノ粒子同士の熱凝集を防止し CNT の直径制御を可能にするだけでなく，その厚さにより Fe_3O_4 ナノ粒子同士の間隔・密度制御も可能にする[2]．そこで本研究は，コアシェル粒子を触媒として直径・密度を制御した CNT を合成することを目的としている．

【実験】Doh C. Leeらの手法[3]を参考に，Fe_3O_4@SiO_2型コアシェル粒子の合成を試みた．Fe_3O_4 ナノ粒子分散液に界面活性剤としてIgepal CO-520 (Sigma Aldritch)を加えて攪拌した．続いて，テトラエトキシシラン(TEOS)とNH_3水溶液を加えて攪拌することで，コアシェル粒子を合成した．得られたコアシェル粒子を熱酸化膜付きSi基板上にLangmuir-blodgett(LB)法を用いて担持し[4]，熱CVD法によりCNTを合成した[2]．なお，CNT原料ガスにはC_2H_2を用いた．合成した試料は透過型電子顕微鏡(TEM)，走査型電子顕微鏡(SEM)，ラマン分光法によって観察・測定した．

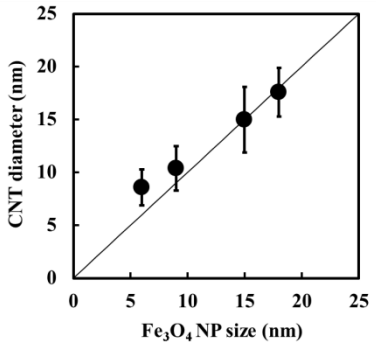

Fig. 1.　CNT diameter as a function of Fe_3O_4 NP size.

【結果と考察】Figure 1 に CNT 外径と触媒粒子径の関係を示す．これより，コアシェル粒子を触媒として用いることで，CNT の外径を制御できることがわかった．また，CNT の収量や触媒活性率を調べるために合成した CNT のラマンスペクトルを測定した．Figure 2 に CNT の本数密度と G/Si 比の関係を示す．ここで G/Si 比とは，ラマンスペクトルで観察された基板由来である Si のピークと CNT 由来である G バンドの面積比である．この結果より，G/Si 比から収量や触媒活性を測定できることが示唆された．詳細は当日議論する．

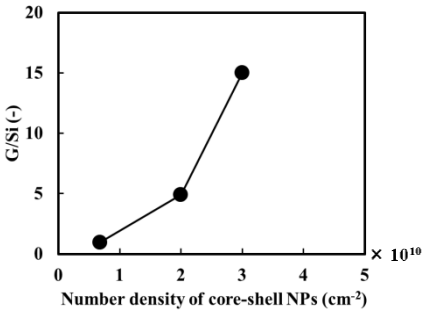

Fig. 2.　Correlation between G/Si and number density of core-shell NPs.

【参考文献】

[1] T. Hatanaka, *et al.*, ECS Transactions, **3**, pp.277-284 (2006).
[2] M. Ohashi, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **53** 02BD09 (2014).
[3] D. Lee, *et al.*, J. Phys. Chem. B, **110**, pp.11160-11166 (2006).
[4] M. Kushida, *et al.*, Thin Solid Films, **537**, pp. 252-255 (2013).

© 2014 年　応用物理学会