

カーボンナノチューブによるエネルギー貯蔵・変換

○東原秀和, 沖野不二雄, 川崎晋司, Indrajit Mukhopadhyay,
信州大学 繊維学部 素材開発化学科

W. K. Hsu

School of Chemistry, Physical and Environmental Science, University of Sussex, U.K.

C. N. R. Rao

Carbon Laboratory, JNCASR, Bangalore, India

1. 緒言

高エネルギー密度のガルバニセルや電気二重層キャパシタ等のエネルギー関連材料, ガス貯蔵材料として, 最適なメソスペー, ナノスペースを有するカーボンナノ材料の創製を目的とする。

13年度は, ナノ構造が制御された多層カーボンナノチューブ (MWNTs), B-doping による化学修飾 MWNTs, アーク放電法単層カーボンナノチューブ (SWNTs) を作製し, 電気化学的リチウム貯蔵能を評価した。

2. 実験

構造制御 MWNTs (外径 30 nm, 内径 22 nm) は, 鋳型炭素化法で作製した試料を 1000~3000°C で熱処理することによって作製した。B-doped MWNTs (外径 28 nm, 内径 2.6 nm) は, BN 粉末を充填したグラファイトロッドのアーク放電, SWNTs (外径 1.4 nm, bundle 径 8-30 nm) は, Y₂O₃-graphite composite のアーク放電によって作製した。これらの試料を正極とするリチウムセル Li/1M-LiClO₄-EC+DEC/MWNTs を構築し, 電気化学的リチウム貯蔵能を評価した。

3. 結果および考察

B-doped MWNTs の OCV は 3.2 V で, pristine のそれより 0.4 V 高く, B-doping によってフェルミ準位が深くなる。Fig. 1 に pristine および B-doped MWNTs の可逆容量の充放電サイクル依存性を示す。B-doping によって, 可逆容量が著しく増加することが明らかにされた。可逆容量自体は, 180 mAh/g と, グラファイト系材料と比較して小さいが, B-doped MWNTs のクーロン効率, 90~95% と極めて高く安定するのが特徴なので, チューブの外径や内径を最適に制御することによって, リチウム貯蔵能の大幅な向上が期待できる。

Fig.2 に, SWNTs の充放電特性を示す。第一サイクルにおいて, 2500 mAh/g にもおよぶ多大なり

チウム挿入量 (D1) が観測された。この内の可逆容量は, 500 mAh/g (C1) 程度であった。このように, 初期充放電におけるクーロン効率はかなり低いものの, 高エネルギー密度電池電極ナノ材料として, かなり可能性の高い結果が得られた。低クーロン効率の主因は, SWNTs のバンドル構造とチューブ長にあることが, 明らかにされつつあり, 化学修飾を併用した SWNTs の構造制御が来年度の課題である。

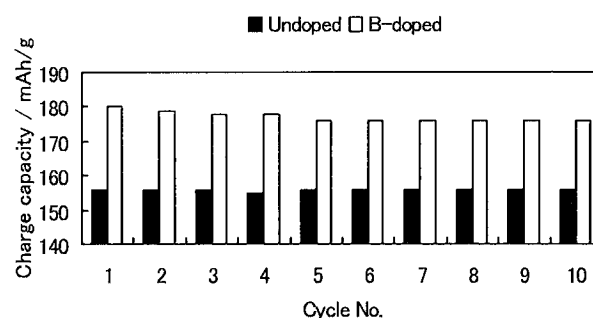


Fig. 1 Plot of charge capacities vs. cycle number of undoped and B-doped multi wall carbon nanotubes.

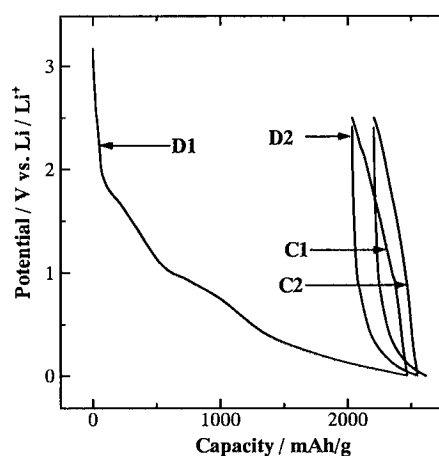


Fig. 2 Potential profiles from the discharge-charge measurements of single wall carbon nanotubes. D1 and D2, 1st and 2nd discharge curves; C1 and C2, 1st and 2nd charge curves.