

## 学位論文の審査結果の要旨

本学位論文はサブミクロンサイズ炭素繊維を環境に優しい方法で作製し、そのサイズ、形状、電気・電子的性質を活かして、リチウムイオン二次電池の電極部材やカーボンナノチューブの透明導電膜などの機能材料への応用についての検討した結果をまとめたものである。

第1章では本論文の緒言として、本研究の背景、目的、意義を明らかにしている。

第2章では  $C_{60}(OH)_n$  は水および有機溶媒に SWNTs を分散させる分散剤として働くことが示されている。Vis-NIR スペクトル、PL スペクトルの結果から  $C_{60}(OH)_n$  はより大きな直径の SWNTs を選択的に分散させることを明らかにしている。本分散法を用いてワイヤーコート法によって SWNTs からなる透明導電膜を作製した。SWNTs の濃度は  $C_{60}(OH)_n$  の濃度が上がるに従って上がるが、 $C_{60}(OH)_n$  の濃度が 900 ppm 以上では SWNTs の濃度に変化はなかった。得られた透明導電膜では SWNTs はバンドルを形成しており、このバンドルは配向しておらず、タッチパネルとして使用可能な表面抵抗と全光線透過率を有していた。

第3章ではポリビニルアルコールとメソフェーズピッチを原料としてエレクトロスピンニング法及び遠心紡糸法によってサブミクロン炭素繊維が作製されている。エレクトロスピンニング法を用いて直径 200~800 nm のピッチ系サブミクロン炭素繊維不織布を作製し、炭素繊維の構造はメソフェーズピッチ由来の微結晶の集合体であることを明らかにしている。さらに、熱処理過程における構造変化を解析し 2000 °C から 2400 °C において黒鉛化が進むことを明らかにしている。

遠心紡糸法を用いたサブミクロン炭素繊維はエレクトロスピンニング法に比べ微結晶の配向性が高かった。

第4章ではメソフェーズピッチ系サブミクロン炭素不織布の LIBs 電池の負極としての性能の評価が行われている。この不織布はメソフェーズピッチと PVA という安価材料を用いて、水溶液系でのエレクトロスピンニングによって工業的に生産されたものである。不織布は高電流密度 (100-3000 mAh/g) において、比較に用いた黒鉛粉末よりも高い出力性能を示した。更に、不織布を解砕して粉末にすると比表面積の増加に伴い出力特性が更に良くなることが示されている。これらのことより、メソフェーズピッチ系炭素繊維およびその解砕物は高出力電池の負極材料として適していることがわかった。また、この不織布は銅箔などの集電体やバインダーが不要な負極となり、製造コストが従来よりも低く、よりコンパクトな LIBs が可能であることが示唆されている。

遠心紡糸法によって作製されたサブミクロン炭素繊維のリチウムイオン二次電池の導電助剤としての特性も評価されている。カーボンナノファイバーに比べ分散性に優れ、レート特性を向上させることが明らかにされている。発表論文目録及び別刷等より、有審査の原著論文が4編、うち3編は申請者が筆頭著者であり、その3編うち2編は博士課程在籍中の研究をまとめた論文である。これは物質創成科学専攻、極限材料工学講座の学位審査基準の目安を満たしている。

以上、本研究は科学的な手法を用いた研究によって新たな機能性材料の可能性を示しており、その研究内容は工学博士の学位論文として相応しいものであると判断する。

## 公表主要論文名

- YUTAKA MAEDA, TAKAAKI KATO, JUNKI HIGO, TADASHI HASEGAWA, TAKAHIRO

KITANO, TAKAHIRO TSUCHIYA, TAKESHI AKASAKA, TOSHIYA OKAZAKI, JING LU, SHIGERU NAGASE,  $C_{60}(OH)_n$ -ASSISTED DISPERSION OF SINGLE-WALLED CARBON NANOTUBES, NANO, Vol. 3, No. 6 (2008) 455-459.

- TAKAHIRO KITANO, YUTAKA MAEDA, TAKESHI AKASAKA, PREPARATION OF TRANSPARENT AND CONDUCTIVE THIN FILMS OF CARBON NANOTUBES USING A SPREADING/COATING TECHNIQUE, CARBON, 47(2009) 3559-3565.
- 北野高広, 岩田 彰, 沖野不二雄, ピッチ系サブミクロン炭素繊維不織布の作製, 炭素 No.254 (2012) 160-164.
- 北野高広, 岩田 彰, 沖野不二雄, ピッチ系サブミクロン炭素繊維不織布のリチウムイオン電池負極への応用, 炭素 No.257 (2013) 135-140.