

氏名（本籍・生年月日）	北野 高広（石川県・昭和48年12月3日）
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	甲 第595号
学位授与の日付	平成25年9月30日
学位授与の要件	信州大学学位規程第5条第1項該当
学位論文題目	サブミクロンサイズ炭素繊維の作製およびカーボンナノチューブと炭素繊維の電子・電気部材への応用
論文審査委員	主査 教授 沖野 不二雄 教授 村上 泰 准教授 服部 義之 准教授 後藤 康夫 准教授 米沢 晋（福井大学）

論文内容の要旨

微細炭素繊維の合成・加工とこの微細炭素繊維の電子部材への応用を目的に研究を行った。従来製造することが困難であったため報告例の少なかったサブミクロン炭素繊維を工業的に利用可能な手法を用いて作製。構造解析等を行った。

近年、BRICS や ASEAN 諸国など新興国の台頭により資源およびエネルギーの世界的消費が急激に増大し、わが国でもレアメタルの確保、有効利用の推進やエネルギーの有効利用が重要な課題となっている。

本研究において着目したデバイスの1つは透明導電膜である。本研究において供給量、価格共に不安定なインジウム等のレアメタルを使用しない材料として SWCNTs を用いて透明導電膜を作製できることを明らかとした。

また、本研究において着目したもう1つのデバイスはリチウムイオン二次電池である。本研究にて作製したサブミクロン炭素繊維を用いたリチウムイオン電池用負極材料の特性を評価し、レート特性に優れていることを明らかとした。また、リチウムイオン電池用導電助剤としての評価を行い、電極中の分散性に優れることを明らかとした。

第2章では C60(OH)_n は水および有機溶媒に SWCNTs を分散させる分散剤として働いた。Vis-NIR スペクトル、PL スペクトルの結果から C60(OH)_n はより大きな直径の SWCNTs を選択的に分散させた。本分散法を用いてワイヤーバーコート法によって SWCNTs からなる透明導電膜を作製した。SWCNTs の濃度は C60(OH)_n の濃度が上がるに従って上がり、C60(OH)_n の濃度が 900ppm 以上では SWCNTs の濃度に変化はなかった。得られた透明導電膜では SWCNTs 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できた。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、その構造解析を行った。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がわかった。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とした。

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を行った。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た。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た。

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剤としての特性を評価した。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できた。