



Synthesis and characterization of NiCo₂S₄ and its composites with unique nanostructure and their application for supercapacitors with high electrochemical performance

著者	ZHANG ZHIGUO
発行年	2018-03-23
その他のタイトル	NiCo ₂ S ₄ とその複合体の合成、キャラクタリゼーション及び高性能スーパーキャパシタへの応用
学位授与番号	17104甲生工第309号
URL	http://hdl.handle.net/10228/00006781

氏名・(本籍)	ZHANG ZHIGUO (中国)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	生工博甲第309号
学位授与の日付	平成30年3月23日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	Synthesis and characterization of NiCo ₂ S ₄ and its composites with unique nanostructure and their application for supercapacitors with high electrochemical performance (NiCo ₂ S ₄ とその複合体の合成、キャラクタリゼーション及び高性能スーパーキャパシタへの応用)
論文審査委員会	委員長 早瀬 修二 教授
論文審査委員	横野 照尚 教授
論文審査委員	馬 廷麗 教授
論文審査委員	パンディ シャム スディル 准教授

学位論文内容の要旨

この論文はスーパーキャパシタを構成する正極用新規の材料開発及びデバイスの性能評価に関する研究である。著者はまずNiCo₂S₄の合成を行い、ナノ構造の形成メカニズムを解析している。また性能を改善するために、NiCo₂S₄の複合体であるNiCo₂S₄@MnSとNiCo₂S₄@VS₂を簡単なin-situ水熱方法により合成し、これらの材料を正極とし、全固体型非対称フレキシブルスーパーキャパシタを構築していた。得られたスーパーキャパシタは高い性能及び安定性を示している。これらの優れた性質は、NiCo₂S₄@MnS及びNiCo₂S₄@VS₂複合体のユニークな構造に起因であり、ファラデーレドックス反応に必要な高い比表面積及び優れたキャリア移動度を有することを実施した。

第一章では序論としてキャパシタに関する構造、原理を述べている。特に本研究のターゲットである電極材料に関する背景を詳細に述べている。

第二章では本研究に用いた材料を述べている。また物性評価、特に電気化学特性評価に用いた機器、測定原理及び解析方法を記載している。

第三章ではいくつかの異なる形態のNiCo₂S₄の合成結果及びそのキャラクタリゼーションを詳細について述べている。3Dハニカム構造を有するNiCo₂S₄のナノ構造の成長メカニズムを解析している。さらに、スーパーキャパシタ性能の評価を行い、3Dハニカム構造を持つものが、優れたスーパーキャパシタの性能を持つという結果が得られている。

第四章ではスーパーキャパシタのエネルギー密度を向上するために、NiCo₂S₄@VS₂複合体の合成及び性能評価に関する研究結果を記載している。2Dの層状構造を有するVS₂と複合化させ

ることが有効であることを実証されている。上記二種類の材料の構造を制御し、正極に用いられたスーパーキャパシタの性能を評価している。単独の NiCo_2S_4 または VS_2 を用いた正極の性能に比べ、複合した材料のエネルギー密度が向上されたことが明らかにしている。正極材料の開発に有効な指針を得られている。

第五章ではフレキシブルスーパーキャパシタの実用化に向けて、 $\text{NiCo}_2\text{S}_4@\text{MnS}$ 複合体を用いたフレキシブルの非対称全固体スーパーキャパシタについての研究を記載している。 NiCo_2S_4 と MnS の異なる混合比で作製された3種類の複合体を合成し、それらの電気化学特性を評価している。

第六章では本論文の結論及び展望を述べている。スーパーキャパシタの正極材料として、 NiCo_2S_4 及びその複合体である $\text{NiCo}_2\text{S}_4@\text{MnS}$ と $\text{NiCo}_2\text{S}_4@\text{VS}_2$ を簡単な *in-situ* 水熱方法により合成し、全固体型非対称フレキシブルスーパーキャパシタを作製した。形態を制御することにより高い静電容量が得られ、動作電圧が大きくされることで、スーパーキャパシタの性能が改善されることを実証した。高エネルギー密度と柔軟性に優れたスーパーキャパシタへの応用展開が期待できる。

学位論文審査の結果の要旨

本論文に関し、論文審査委員からスーパーキャパシタの構造、形態の制御に関するメカニズム、実際に作製されているデバイスの性能及び今後の展開などについて質問がなされ、いずれも著者から明確な回答が得られた。

以上により、論文審査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。