

論文審査の結果の要旨

報告番号	博(生)甲第299号	氏名	青野 慎太郎
学位審査委員	主査 森口 勇 副査 清水 康博 副査 相楽 隆正 副査 山田 博俊		
<p>論文審査の結果の要旨</p> <p>青野慎太郎氏は、2010年4月に長崎大学大学院生産科学研究科博士後期課程に進学し、現在に至っている。同氏は、生産科学研究科に進学以降、物質科学を専攻して所定の単位を修得するとともに、高性能なLiイオン二次電池正極材料の開発に関する研究に従事し、その成果を2012年12月に主論文「ポリアニオン系正極材料のナノ構造制御と高性能化」として完成させ、参考論文として、学位論文の印刷公表論文2編(うち審査付き論文2編)、印刷公表予定論文1編(うち審査付き論文1編)、学位の基礎となる論文1編(うち審査付き論文1編)を付して、博士(工学)の学位の申請をした。長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、2012年12月19日の定例教授会において論文内容等を検討し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選定した。委員は主査を中心に論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会を実施するとともに、最終試験を行い、論文審査および最終試験の結果を2013年2月20日の生産科学研究科教授会に報告した。</p> <p>電気自動車用動力源や自然エネルギー負荷平準用蓄電システム等に利用可能な高出力・高エネルギー密度の蓄電デバイスの開発が望まれている。そのようなデバイスとして、特に高性能なLiイオン二次電池の開発が期待されているところであるが、その高性能化には、Li挿入・脱離容量を最大限に発現させるとともに、高速充放電を可能にする材料構造設計が必要である。このような背景を受けて、本論文は、ポリアニオン系正極活物質の新規なナノ構造材料を新たに開発し、ナノ構造制御と充放電機能の関連性を明らかにするとともに、優れた充放電特性の発現に成功している。</p> <p>本論文は全6章から構成され、第1章では、本研究の目的、既往の研究、および本論文の構成について述べている。第2章では、マイクロ波を利用して、多孔カーボン細孔内でLiMnPO₄ナノ結晶を数分程度の短時間で合成する新しい手法を開発し、LiMnPO₄ナノ結晶/多孔カーボン複合体を得ることに成功している。第3章では、LiMnPO₄ナノ結晶/多孔カーボン複合体の充放電特性を評価し、LiMnPO₄バルク結晶より高い放電容量とレート特性を示すこと、既報において最高性能を示していたカーボンコートLiMnPO₄ナノ結晶と比較しても、同等以上の高速充放電特性を示すことを明らかにしている。また、ナノサイズ化することにより、活物質固体内でのLiイオンの拡散過程がLiMnPO₄/MnPO₄の二相間相転移反応から単相の固溶相でのLi拡散に変化し、Liイオンの拡散性の</p>			

向上や電荷移動反応の活性化エネルギーが低下すること等を解明している。第4章では、フェノール性オリゴマー・シロキサンハイブリッド材料を原料に用いて、サイズ分布が非常に狭い $\text{Li}_2\text{MnSiO}_4$ ナノ結晶がカーボンとナノレベルで均一に複合化した新規な材料を直接的に合成することに成功している。また、合成時にカーボンナノチューブを導入することにより、階層的な電子伝導パスを有する $\text{Li}_2\text{MnSiO}_4$ ナノ結晶/カーボン系複合材料の開発も行っている。第5章では、 $\text{Li}_2\text{MnSiO}_4$ ナノ結晶/カーボンナノ複合体の充放電特性を評価し、バルク結晶では発現困難な1電子反応容量以上の大きな放電容量を室温条件において示すことを明らかにした。また、カーボンナノチューブを複合化したナノ複合体では、さらに放電容量が増大し、またサイクル特性を改善できることを見出し、これまでの関連研究報告の中で最高レベルの性能を達成することに成功している。第6章では、上記内容を総括し、将来の展望を述べている。

以上のように本論文は、ポリアニオン系正極活物質のナノ構造材料およびその合成法を新たに開発し、ナノ構造制御と充放電機能の関連性を明らかにするとともに、優れた充放電特性の発現に成功している。これらの研究成果は、学術的に大きなインパクトを与えたのみならず、今後ますます重要性が増すと予想される高性能な蓄電デバイス開発に多大の寄与をするものと評価できる。

学位審査委員会は、エネルギー物質科学の分野において極めて有益な成果を得るとともに、工学の進歩発展に貢献するところが大きく、博士（工学）の学位に値するものとして合格と判定した。