

氏名(本籍)	劉 喜正 (中華人民共和国)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博 甲 第 6891 号		
学位授与年月日	平成26年 3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	Electrochemical performance improvement and its mechanism analyses on Li-ion battery cathode $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ by surface coating (リチウムイオン電池正極 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ の表面コーティングによる電気化学特性改善とそのメカニズム解明)		
主査	筑波大学 教授	博士(工学)	石田 政義
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	西岡 牧人
副査	筑波大学 助教	博士(学術)	花田 信子
副査	筑波大学 助教	博士(工学)	中山 知紀
副査	産業技術総合研究所 首席研究員	博士(工学)	周 豪慎

論文の要旨

モバイル電子機器やシステムなどの電力源として普及しているリチウムイオン電池には、長寿命、安定性、低コスト化など様々な面で高性能化が求められている。しかしながら、正極では充放電を繰り返すことによって電解液/電極界面で副反応が生じ、容量劣化を引き起こすことが知られている。本研究ではこれらの欠点を解消するために $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ を V_2O_5 、PEDOT、 FePO_4 で表面被覆し、化学修飾による電気化学特性、電極表面分極、電池内部抵抗などへの影響を検討した。その結果、被覆した活物質において良好なサイクル及びレート特性を示し、電極/電解液界面での副反応を抑制可能なことが確認できた。特に FePO_4 で被覆した活物質が最も良いサイクル特性を示すことを見出した。一方、異なる充放電サイクル後での活物質特性劣化が、活物質結晶内の Li^+ と Ni^{2+} のサイト乱れによることを解明した。表面被覆による活物質は性能劣化を十分に抑制し、100 サイクル後でも活物質結晶内の大きなサイト乱れを生じることはないことを示した。加えて、層状正極の被覆材料の選択基準として、高電位での安定性を検証することが最も重要であることを提唱した。

審査の要旨

【批評】

本論文は、リチウムイオン電池の、長寿命、安定性、低コスト化など様々な面で高性能化に関して、正極材料 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ に V_2O_5 、PEDOT、 FePO_4 で表面修飾する手法を用いる研究成果をまとめたものである。主に材料分析による検証に加え、電気化学特性、電極表面分極、電池内部抵抗への影響を詳細に明らかにした。結果として、電極/電解液界面での副反応を抑制でき、良好なサイクル及びレート特性を実現するに至っている。これら独自の成果はリチウムイオン電池層状正極材料の表面修飾法についての指針策定や実用化に繋がり、電池寿命や出力向上といった性能向上に大きく貢献した。高性能蓄電池、延いては電力貯蔵を応用した新しい形のエネルギー社会の構築に大きく寄与するものと評価できる。

以上の研究開発成果は電気化学会を始め国内外の関連学会においても高い評価を受けている。

【最終試験の結果】

平成 26 年 1 月 27 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。