

氏名(本籍)	さいとう よしやす 齋藤喜康(茨城県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第6470号
学位授与年月日	平成25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	リチウムイオン電池に関する充放電時の発熱特性および難黒鉛化性炭素負極反応機構の解析
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	筑波大学准教授 博士(工学) 岡島敬一
副査	筑波大学助教 博士(学術) 花田信子
副査	産業技術総合研究所 博士(工学) 周豪慎 主席研究員

論文の内容の要旨

次世代自動車等に用いる大型のリチウムイオン二次電池の開発において安全性の確保が重要な課題となっている。本研究では安全性評価のための熱シミュレーション技術開発に関し、リチウムイオン電池の発熱機構のモデル化および定式化を行うことを目的に、円筒形小型リチウムイオン電池の発熱特性評価を行った。その結果、電池の定電流充放電時の発熱が概ね反応のエントロピー変化と電気化学的分極との2つに因子によって決定されることが確認されたが、負極活物質に難黒鉛化性炭素を使用した場合は充電時の発熱挙動に直前の放電等の前歴が影響する特異な履歴現象が見出され、電強反応について化学反応を伴う新規なエネルギー準位モデルを提唱した。また劣化した電池では内部抵抗の増大に伴い大電流時の発熱が急増することが示された。更に電池に交流電流が印加された時の過渡的な発熱変化がインピーダンスの等価回路モデルにより予測できることを明らかにした。

審査の結果の要旨

本論文は、リチウムイオン電池の安全性および信頼性を評価する技術として、充放電時に生じる発熱挙動について、解析した結果をまとめたものである。電池反応のエントロピー変化に基づく発生熱と、電気化学的分極による損失熱との二つの因子で表されることを検証した。また、難黒鉛化性炭素負極での反応が単純電気化学反応ではなく化学反応が関与すること、電流が変化する場合の発熱の過渡的な変化は等価回路モデルで表現可能なこと、発熱シミュレーションでは劣化状況を考慮する必要性を明らかにした。これら独自の成果は大型リチウムイオン電池の安全性を高める指針や実用的利用に繋がり、電気自動車を始め電力貯蔵技術の向上に大きく貢献する。以上の研究開発は国内外の関連学会においても高い評価を受けている。

平成25年2月7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。

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。