

学位論文及び審査結果の要旨

氏名 高橋 卓矢

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 工府博甲第639号

学位授与年月日 令和3年9月17日

学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 工学府・機能発現工学専攻

学位論文題目 FSI系イオン液体を応用したリチウムイオン電池及び次世代二次電池の開発

論文審査委員	主査	横浜国立大学	教授	獨古 薫
		横浜国立大学	教授	跡部 真人
		横浜国立大学	教授	藪内 直明
		横浜国立大学	准教授	稲垣 怜史
		横浜国立大学	准教授	上野 和英
		関西大学	教授	石川 正司

論文及び審査結果の要旨

本研究では、ビス(フルオロスルホニル)イミドアニオン(以下、FSI)を構成アニオンとするイオン液体を電解液として用いたリチウムイオン電池及び次世代蓄電池の実用化に向けた研究を行っている。イオン液体は、低揮発性・難燃性という特徴を有しており、二次電池の電解液として利用することによって安全性や信頼性を向上させることが期待されている。特に、FSIアニオンを有するイオン液体を電解液として用いることで、リチウムイオン電池の様々な正極および負極が安定に作動することが知られている。本研究では、FSI系イオン液体を用いた二次電池の性能を実用的なレベルまで向上させるために、電解液中のリチウム塩濃度や作動条件を最適化する検討を行なっている。はじめに、高イオン伝導度かつ低粘度という特徴を有する1-エチル-3-メチルイミダゾリウムカチオン(以下、EMIm)とFSIから構成されるイオン液体(EMImFSI)にリチウム塩LiFSIを混合した電解液の輸送特性や電気化学特性を詳細に検討している。リチウムイオン電池にイオン液体電解液を適用し、電解液中のLiFSI濃度が電池性能に及ぼす影響を解析して、LiFSI濃度が2.4

mol/kg で出力特性が最大となることを見出している。さらに、FSI 系イオン液体電解液を次世代蓄電池の正極材料として注目されているリチウム硫黄電池への適用についても検討を行っている。活性炭の細孔内に硫黄を充填した複合正極を調製し、硫黄とリチウムの還元生成物であるリチウムポリスルフィドの溶出を抑制するとともに、イオン液体電解液を適用して安定に充放電作動できることを実証した。また、リチウム硫黄電池の負極材料については、シリコンにリチウムをプレドープ処理することで負極を調製し、これを硫黄正極およびイオン液体電解液と組み合わせることで、長期間の繰り返し充放電が可能な次世代蓄電池を構築できることを実証した。

本論文では、FSI 系イオン液体電解液の輸送特性および電気化学特性に関して基礎から応用まで十分に検討がなされており、リチウムイオン電池や次世代蓄電池に適した電解液の設計・開発を行う上で、有用な知見を与えている。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値があるものと認める。