

学位論文及び審査結果の要旨

氏名 玉 智英

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 理工博甲第21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 理工学府・化学・生命系理工学専攻

学位論文題目 Physicochemical properties of poly(vinylidene fluoride)-based gel electrolytes with high Li salt concentration and their application in lithium batteries

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 大山 俊幸
横浜国立大学 教授 藪内 直明
横浜国立大学 准教授 上野 和英
横浜国立大学 特任教授 渡邊 正義

論文及び審査結果の要旨

本研究では、リチウム塩を有機溶媒に高濃度で溶解させた濃厚電解液にフッ化ビニリデンとヘキサフルオロプロピレンからなる共重合体(PVDF-HFP)を混合してゲル電解質を調製し、その物理化学特性と電池応用に関して研究を行っている。これまでに、グライム類やスルホランなどの有機溶媒にリチウム塩を3 mol/L程度溶解させた濃厚電解液が良好な熱安定性や酸化安定性、特異なリチウムイオン輸送特性を発現することが知られている。本研究では、これらの濃厚電解液とPVDF-HFPからなるゲル電解質の基礎物性に関して詳細に検討するとともに、ゲル電解質とリチウムイオン伝導性無機固体電解質を複合化した複合電解質を開発し、これらのイオン輸送特性や電気化学特性、リチウムイオン電池への適用に関して詳細な検討を行っている。

本研究では、テトラグライムまたはスルホランを溶媒とし、リチウム塩を高濃度で溶解させた電解液を調製し、これをPVDF-HFPによりゲル化させ、ゲルのイオン伝導率やリチウムイオン輸率を測定し、スルホランを溶媒として用いたゲル電解質でリチウムイオン輸率

が0.5以上の高い値となることを見出している。また、これらのゲル電解質をリチウム二次電池の電解質として適用し、電極材料とゲル電解質の界面電荷移動反応過程を交流インピーダンス法により解析し、ゲル電解質中のアニオン種が電荷移動反応抵抗に大きな影響を及ぼすことを明らかにした。さらに、ゲル電解質とリチウムイオン伝導性無機固体電解質を複合化した複合電解質に関する検討では、無機固体電解質とゲル電解質の界面におけるリチウムイオン交換が複合電解質のイオン伝導性に大きな影響を及ぼすことを見出し、複合電解質中で連続相を形成しているゲル電解質のイオン伝導が複合電解質のイオン輸送特性に支配的に働くことを示した。

本論文では、高濃度リチウム塩を含有するゲル電解質の基礎物性、輸送現象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、次世代蓄電池に適した電解質の設計・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。