

(様式 11)

2021 年 2 月 12 日

学 位 論 文 審 査 要 旨 (課程博士)

東京農工大学大学院工学府長 殿

審査委員 主査 直井 勝彦
副査 山崎 孝
副査 中村 暢文
副査 熊谷 義直
副査 岩間 悦郎
副査 玉光 賢次

| | |
|--|--|
| 学位申請者 | 応用化学専攻 2019 年度入学 学籍番号 19832102 氏 名 近岡 優 |
| 申請学位 | 博 士 (工学) |
| 論文題目 | Electrolyte Design for Next-Generation Electrochemical Capacitors with High Power and High Energy Densities 高出力・高エネルギー密度型次世代キャパシタに向けた電解液の設計 |
| 論文審査要旨 (600~700 文字) 本論文は第二世代キャパシタとして $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO)負極と活性炭(AC)正極で構築された LTO//AC ハイブリッドキャパシタと、第三世代キャパシタとして Li_3VO_4 (LVO)負極と $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ (LVP)正極を用いた LVO//LVP スーパーレドックスキャパシタに着目し、電解液設計の最適化によりこれらの次世代キャパシタのエネルギー密度とサイクル特性を向上させたものである。その結果、リチウムをベースとした電解質(LiBF_4)と解離度の高い支持電解質(四級アンモニウム塩やイオン液体)を混合したデュアルカチオン電解液を適用することで高イオン伝導度(従来系の約 2~3 倍)、出力特性(電流密度 200 mA cm^{-2} で容量保持率 64%)、 H_2 ガス発生の抑制(従来系の半分)を達成した。本研究によってこれまでの電解液設計で注目されていた「反応イオン種の輸送能向上」ではなく、それらが低下した場合においても「支持電解質による系全体のイオン伝導度向上」が高出力化に有効であることを明らかにした。さらに、新規に開発した充放電サイクルシミュレーションによって次世代キャパシタの劣化メカニズムを解明する手法を提案した。この手法では迅速かつ効率的に劣化要因(正・負極での充放電効率低下・容量減少)を特定することが可能であり、劣化要因に応じて電解液設計(溶媒・添加剤・塩など)を最適化することで電気化学特性が向上可能である。 | |

(様式 11)

論文審査要旨

上記の支持電解質を新たに混合する電解液の設計指針や充放電シミュレーションによる劣化要因の特定手法は Li^+ をベースとした電解液設計だけでなく、「ポスト Li^+ 電池」として期待される $\text{Na}^+ \cdot \text{K}^+ \cdot \text{Mg}^{2+}$ 電池等への応用も期待できる点でもインパクトは非常に高く、学術的にも今後の研究発展が大いに期待できる。

以上のように、本論文は、多くの新しい知見を有すること、論文の内容、構成および公表論文数などから、本学位論文審査委員会は、全員一致して、本論文が博士(工学)の学位論文として十分価値があるものと判断し、合格と判定した。

審査経過 (時系列)

2020 年 12 月 4 日 2021 年 3 月博士後期課程修了に係る学位申請

2021 年 1 月 13 日 審査委員の選出・指名・付議、論文審査委員の付託 (運営委員会)

2021 年 2 月 6 日 学位論文発表会

2021 年 2 月 10 日 本専攻内における博士学位取得要件「原著論文 3 報 (受理) 以上、内筆頭著者を含む成果またはそれに相当する成果」(投稿論文公表済み 3 報) を満たしていることを確認の上、専攻会議で論文合格及び最終試験合格を承認。

2021 年 3 月 4 日 学位授与認定・修了認定 (運営委員会)