

学位被授与者氏名	龍 東明 (Tomi Ryu)
学位の名称	博士 (工学)
学位番号	博 (一) 第 7 3 号
学位授与年月日	2 0 2 5 年 3 月 2 0 日
論文題目	吸水ポリマーと水系電解液を混合した固体電解質キャパシタに関する研究
論文題目 (英訳または和訳)	Study on Solid Electrolyte Capacitors Mixed with Water Absorbing Polymer and Aqueous Electrolyte
論文審査委員	論文審査委員会 委員主査 : 福岡工業大学大学院物質生産システム工学専攻教授 田島 大輔 同審査委員: 福岡工業大学大学院物質生産システム工学専攻教授 井上 昌睦 同審査委員: 福岡工業大学大学院物質生産システム工学専攻教授 松山 清 同審査委員: 福岡工業大学大学院知能情報システム工学専攻教授 近木祐一郎
論文審査機関	福岡工業大学大学院工学研究科
論文内容の要旨 (和文)	近年、環境に配慮した考え方や企業努力によって電動化が推し進められる社会において、電動化社会において大事な蓄電池にも環境配慮が必要なのではないかと考え、コストが安く容易に作製導入できる蓄電池が開発できないか、本研究において検討した。 本研究では、廃棄物由来の活性炭を用いて原材料コストを抑え、吸水ポリマーと水酸化カリウム(KOH)水溶液、精製水を用いて作製した固体電解質を用いて電気二重層キャパシタを構成し、電解質の耐電圧を向上させることで高エネルギー密度化を図った。その結果、低リサイクル性の焼酎粕から作製した活性炭と吸水ポリマーと水系電解液から作製した固体電解質で廃棄物削減に貢献でき、4.8 V印加しても耐えられる蓄電池が作成できた。 本論文は以下のように内容で順序だてて構成されている。 第1章では、この論文を書くにあたっての社会的な事情や現在の社会状況などの背景を示している。また、この研究の大まかな概要と目的を示している。 第2章では、本研究で作製している蓄電池について、つまりスーパーキャパシタについての原理とその構造などについて触れ、本研究においてのスーパーキャパシタの構成部品について、何を用いたか、作製方法についても部品ごとに材料や手順を図を付けて示した。 第3章では、実験方法や結果について触れている。部品ごとの構造の評価や、電気化学的な手法と評価の仕方や評価結果について述べた。 第4章では、本論文のまとめとしての考察と、今後の課題を示した。 そして、最後に謝辞と参考にした書籍や論文の題名や筆者について掲載している。
論文内容の要旨 (英文)	In recent years, as the electrification of society has been promoted by environmentally conscious thinking and corporate efforts, we have considered the need for environmentally conscious storage batteries, which are important in an electrified society, and have examined the possibility of developing storage batteries that can be easily produced and introduced at low cost. In this study, an electric double-layer capacitor was constructed using a solid electrolyte made of water-absorbing polymer, potassium hydroxide (KOH) solution, and purified water, and the cost of raw materials was reduced by using activated carbon derived from waste materials. As a result, the combination of activated carbon made from low-recyclability shochu distillation lees and solid electrolyte made from water-absorbent polymers and water-based electrolyte contributed to waste reduction and produced a storage battery that can withstand an applied voltage of 4.8 V. This thesis is organized in the following order of content.

	Chapter 1, a general overview and objectives of this study were described. And the principle and structure of the supercapacitor, the storage battery fabricated in this study, were described. In Chapter 2, the components of the supercapacitor used in this study, the materials used, and the fabrication method were described, with diagrams showing the materials and fabrication method. Chapter 3 discussed the experimental methods and results. The evaluation of the structure of each component and the electrochemical methods and evaluation methods and results were described. In Chapter 4, a summary discussion of this paper and future issues are presented. Finally, the acknowledgments, titles of books and papers consulted, and the authors were listed.
論文審査結果	この論文では、焼酎粕を原料に用いて作製された活性炭と、ポリアクリル酸ナトリウムと純水、水酸化カリウムを用いて作製されたゲル状固体電解質を組み合わせたこれまでにない水系電気二重層キャパシタについて実験的な側面から研究を進め、従来の水系電気二重層キャパシタと比較して高耐電圧化と静電容量の向上に関する成果が述べられた。第1章では本研究の背景・研究概要と目的を示され、第2章では本研究で作製した水系電気二重層キャパシタについての原理とその構造について説明がなされた。第3章では水系電気二重層キャパシタの構成部品について、電極材の焼酎粕活性炭の作製方法、ポリアクリル酸ナトリウムと水酸化カリウムを混合したゲル状固体電解質の作製方法について述べられた。第4章ではポリアクリル酸ナトリウムと純水、水酸化カリウムの重量比を変化させて作製したそれぞれの電解質について物理的および電気化学的な視点から、測定が行われた。吸水力の点から電解質の性質を調べるため、ゲル状固体電解質の粘度測定を行った結果、材料比における水酸化カリウムの割合が吸水力に関っていることが示された。水酸化カリウムの割合が最も多いゲル状固体電解質は粘度が最も低く水分率が多い電解質であり、セパレータなしでは使用が難しいことも明らかとなった。電気化学的視点から固体電解質キャパシタとしての性能を把握するため、各サンプルをサイクリックボルタンメトリー法にて入力電圧を高めながら比静電容量を計測した結果、通常の水系電解液は電圧 1.2 V を超えたところで電気分解が起きてしまい静電容量が落ちるところ、作製した全てのサンプルでは電圧 2.0 V を印加しても比静電容量は減少せず、特にポリアクリル酸ナトリウム：KOH：純水を 1：0.5：50 の割合で作製したサンプルにおいては 4.8 V まで耐電圧を向上させることができた。また、これまでに報告されている固体電解質を用いた蓄電池において、静電容量という点で比較的大きな数値を得ることに成功した。しかし、エネルギー密度の向上という観点からは課題が残った。 ゲル状固体電解質を使った水系電気二重層キャパシタは、セル作製の簡素化、安全性の観点から将来有望な蓄電デバイスとなる可能性があり、回生エネルギー回収が必要な重機（クレーン、フォークリフトなど）や電気自動車、電気鉄道分野への応用が期待される。今後の展望として、周囲温度環境を考慮した実験や、実環境下での試験が必要であることが述べられた。 学位論文公聴会においては、論文内容に関連する種々の工学的及び技術的な質問があったが、いずれも適切な回答を行うことができた。また公聴会後の最終試験においては、学位論文に関連する分野の学識を有し、今後研究を進めていくための研究能力を備えていることが判明した。 以上の結果から、学位審査委員会はこの論文が博士（工学）の学位に適格であると判定した。
主な研究業績	参考論文 13編1冊 査読付き学術論文

	1 “ Characteristics of electric double-layer capacitors based on solid polymer electrolyte composed of sodium polyacrylate.” Journal of Physics: Conference Series., Vol.2368, No.012002, (2022) Authors: Ryu Tomi, Tashima Daisuke, Kawabata Toshihiko 2 「ポリアクリル酸ナトリウムを電解質に用いた 水系電気二重層キャパシタの電気化学特性」 電気学会論文誌 A(基礎・材料・共通部門誌)、Vol.143、No.1、pp.44 - 45 (2023) 著者：龍 東明、田島 大輔、川畑 俊彦 3 “ Electrical Characteristics of Super Capacitors Using KOH Gel”, Journal of Mechanics Engineering and Automation, Vol.13、No.4、pp.111-116 (2023) Authors : Tomi Ryu, Daisuke Tashima 国際会議：3 編(第一著者：3 編) 1 “Solidification of Electrolyte Using Sodium Polyacrylate and Application to Electric Double Layer Capacitor” Tomi Ryu, Daisuke Tashima, Toshihiko Kawabata, The International Council on Electric Engineering Conference 2022(ICEE2022), (4p), Soul, Korea, July 2022. 2 “Characteristics of electric double layer capacitors with a solid polymer electrolyte based on sodium polyacrylate” Tomi Ryu, Daisuke Tashima, Toshihiko Kawabata, The 5th International Conference on Material Strength and Applied Mechanics (MSAM 2022), (7p), Qingdao, China, August 2022 3 “Electrical characteristics of supercapacitors using KOH gel.” Tomi Ryu, Daisuke Tashima, The International Council on Electric Engineering Conference 2023(ICEE2023), (5p), Hongkong, July 2023 国内会議：1 編(第一著者：1 編) 1 「吸水ポリマーと水系電解液による固体電解質キャパシタの電気化学特性」 龍東明 田島大輔 川畑俊彦 第 20 回日本炭化学会研究発表会.(2p), 2022 年 9 月 優秀発表賞 奨励賞受賞 国際会議：4 編 1 “Investigation of plastic and paper mixed film as electrode material for electric double layer capacitors” Shuto Kobayashi, Tomi Ryu, Daisuke Tashima The International Council on Electric Engineering Conference 2023(ICEE2023), (5p) Hongkong, July 2023 2 “Fabrication of Hybrid Capacitor Electrodes Using Japanese Distilled Liquor Waste and Wate Paint” Tomoya Sano, Tomi Ryu, Daisuke Tashima The International Council on Electric Engineering Conference 2023(ICEE2023), (5p), Hongkong, July 2023 3 “Evaluation of Activated Carbon for Electric Double Layer Capacitors Using Organic Electrolyte” Tomoya Sano, Tomi Ryu, Syuto Kobayashi, Daisuke Tashima
--	--

	The 76th Joint Conference of Electrical, Electronics and Information Engineers in Kyushu, (1p), Japan Kumamoto, September 2023 4 “A study on the Application of Activated Carbon for an Electric Double Layer Capacitor” Shuto Kobayashi, Tomoya Sano, Tomi Ryu, Daisuke Tashima The 76th Joint Conference of Electrical, Electronics and Information Engineers in Kyushu, (2p), Japan Kumamoto, September 2023 国内会議：2 編 1 「プラスチック＋紙混合フィルムの電気二重層キャパシタ用電極材料としての検討」 小林柊斗 龍東明 田島大輔 2022 年度(第 75 回)電気・情報関係学会九州支部連合大会.(1p) 2022 年 9 月 2 「焼酎粕と廃塗料を使ったハイブリッドキャパシタ電極の作製」 佐野智也 龍東明 田島大輔 2022 年度(第 75 回)電気・情報関係学会九州支部連合大会.(1p) 2022 年 9 月 掲載決定論文 1 編 1 冊 題名 ` A novel magnetic bifunctional hydrochar catalyst derived from palm leaf residue for biodiesel production: kinetic and thermodynamic studies" Journal of Chemical Technology and Biotechnology, Vol.100, issue 3, pp.530-544 (2024) Authors: Muhammad Aliyu, Umer Rashid, Toshiki Tsubota, Wan Azlina Wan Ab Karim Ghani, Mohamad Amran Mohd Salleh, Duy Anh Khuong, Kieu Trang Trinh, Nguyen Trung Duc, Daisuke Tashima, Tomi Ryu
--	--