

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目(和文)            | 再生可能エネルギーシステムの実現に向けたバリウムシリサイド太陽電池と酸化タングステン負極の蓄電デバイスに関する研究                                                                                                                                       |
| Title(English)    |                                                                                                                                                                                                 |
| 著者(和文)            | 佐々木亮人                                                                                                                                                                                           |
| Author(English)   | Akito Sasaki                                                                                                                                                                                    |
| 出典(和文)            | 学位:博士(工学),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:甲第10534号,<br>授与年月日:2017年3月26日,<br>学位の種別:課程博士,<br>審査員:角嶋 邦之,筒井 一生,若林 整,渡辺 正裕,大見 俊一郎,岩井 洋                                                                    |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Engineering),<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:甲第10534号,<br>Conferred date:2017/3/26,<br>Degree Type:Course doctor,<br>Examiner:,,,,, |
| 学位種別(和文)          | 博士論文                                                                                                                                                                                            |
| Category(English) | Doctoral Thesis                                                                                                                                                                                 |
| 種別(和文)            | 審査の要旨                                                                                                                                                                                           |
| Type(English)     | Exam Summary                                                                                                                                                                                    |

## 論文審査の要旨及び審査員

|             |     |       |     |         |        |      |
|-------------|-----|-------|-----|---------|--------|------|
| 報告番号        | 甲第  |       | 号   | 学位申請者氏名 | 佐々木 亮人 |      |
| 論文審査<br>審査員 |     | 氏 名   | 職 名 |         | 氏 名    | 職 名  |
|             | 主査  | 角嶋 邦之 | 准教授 | 審査員     | 大見 俊一郎 | 准教授  |
|             | 審査員 | 筒井 一生 | 教授  |         | 岩井 洋   | 名誉教授 |
|             |     | 若林 整  | 教授  |         |        |      |
|             |     | 渡辺 正裕 | 准教授 |         |        |      |

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「再生可能エネルギーシステムの実現に向けたバリウムシリサイド太陽電池と酸化タングステン負極の蓄電デバイスに関する研究」と題し、和文 6 章から構成されている。各章は以下に要約できる。

第 1 章「緒言」では、環境負荷物質を排出することのないエネルギー源として太陽光発電の重要性を述べ、シリコン太陽電池が理論効率限界を迎えている現状を述べている。一方、日照変化に伴う出力変動や電力系統に接続された際の課題についてまとめている。また、太陽光パネルの裏面一部に蓄電デバイスを設置する方法を紹介し、この方式が再生エネルギーシステムとしてエネルギーの有効利用が可能となることを示している。以上の背景から、本論文の目的、および構成を示している。

第 2 章「太陽電池と蓄電デバイスの新規材料応用における課題」では、高効率発電が期待できるバリウムシリサイド( $\text{BaSi}_2$ )の物性上の優位性、および研究現状の課題について述べている。また、蓄電デバイスとしてリチウムイオン電池について述べ、サイクル特性や急速充電に課題のあるカーボン電極に替わる酸化タングステン( $\text{WO}_3$ )電極の利点とその課題についてまとめている。

第 3 章「 $\text{BaSi}_2$ を用いた太陽電池のための電極構造と発電特性」では、本研究で採用した太陽電池構造について述べ、 $\text{BaSi}_2$ 膜の結晶などの予備実験、および外気による酸化防止の方法について述べている。また、ショットキー接合用の電極材料の選定を行い、発電特性を示すことに成功している。

第 4 章「六方晶  $\text{WO}_3$  電極を用いたリチウムイオン電池の劣化メカニズムの解明」では、従来より検討されてきた六方晶  $\text{WO}_3$  を負極とした場合の課題の物理的要因について解析している。初回の充電時に六方晶  $\text{WO}_3$  負極の結晶構造が充電量と共に変化し、放電しても元に戻らないことを実験的に示している。また、充放電サイクル試験から、結晶構造の変化に加えて、表面状態の変化、電解液組成の変化を捉えており、耐久性の課題となる要因を特定している。以上から、六方晶  $\text{WO}_3$  負極のリチウムイオン電池の耐久性向上と高速充放電特性向上の指針を示している。

第 5 章「単斜晶  $\text{WO}_3$  電極を用いたリチウムイオン電池の特性向上」では、前章の指針に基づき、 $\text{WO}_3$  負極の酸素欠損導入による低抵抗化と充放電サイクル特性を向上することが期待できる単斜晶  $\text{W}_{18}\text{O}_{49}$  を選択し、リチウムイオン電池の特性を実験的に示している。その結果、1000 回の充放電サイクル特性でも 9 割の容量を維持し、100 倍の放電レートでも 7 割の出力と飛躍的な性能向上が得られることを報告している。分析の結果、充電時と放電時で結晶の格子定数が可逆的に変化することを X 線回折で確認している。また内部抵抗が数  $\Omega\text{cm}^2$  と炭素負極の場合と比較して半分以下であることをインピーダンス測定から示しており、特性向上の原理について述べている。

第 6 章「結論」では、本論文で述べた各章をまとめ、 $\text{BaSi}_2$  太陽電池の発電特性の更なる高効率化に向けた指針、および  $\text{WO}_3$  負極のリチウムイオン電池の更なる充放電特性の向上について提言を行っている。一方、本論文で示した技術の再生可能エネルギーシステム以外の分野への応用展開の可能性について述べている。

以上を要するに、本論文は、エネルギーの有効利用が可能となる再生可能エネルギーシステムについて多くの知見を述べたものであり、工学上、工業上、貢献することが大きい。よって我々は、本論文が博士(工学)の学位論文として十分価値あるものと認める。