



高い安全性と信頼性を実現する次世代電池の製造・評価技術を開発

● 難燃焼材料で構成される酸化物型全固体電池の利用により、火災安全性が飛躍的に向上

共通・分野横断

背景

高効率かつ長寿命で、高出入力にも対応する有機電解液型電池は、電力貯蔵による系統安定化や電気自動車 (EV) などに幅広く利用されています。しかし、有機電解液を利用するために低・高温に弱く、可燃性でもあることから国外では火災事故例が報告されており、運用面や安全性に課題があります。そのため近年、常温を中心とした幅広い温度域で充放電が可能で、過充・過放電による不可逆的な化学反応が生じにくく、発火することもない、全固体電池の開発が進められています。当所では、全固体電池の中でも安全性が極めて高く、リチウムより安価なナトリウムを使用することでコスト低減が期待されている酸化物型全固体電池 (ナトリウムイオン電池) の製造・評価技術の開発を進めています。

* 本研究の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) からの受託研究により実施。

成果の概要

◇融剤の混合による低温での製造手法を開発

酸化物型全固体電池はセラミックスである電極と電解質を密着させるため、一般に高温で製造する必要がありますが、意図しない化学反応によって電池性能の低下や製造コストの増大が課題となっていました。固体電解質にあらかじめ融剤を混合することで、従来の温度 (750-900℃) よりも低温の600℃において密着性の高い全固体電池を製造できる手法を開発しました (図1)。得られた電池は、高速充放電をしても安定に動作し、サイクル試験による顕著な性能低下は見られず (図2)、類似の酸化物から構成される全固体電池と比べても劣化しにくいことを示しました。

◇交流インピーダンス法により酸化物型全固体電池の性能決定要因を把握

電池内部の電気化学反応を電気的な等価回路に置き換えて得られたインピーダンスデータを解析することで、電池性能の決定要因を明らかにすることができます。酸化物型全固体電池を試作し評価した結果、現在主流の有機電解液型電池と比較して電荷移動反応に伴う抵抗は非常に小さく、電池の内部抵抗は大きいことから、内部抵抗を小さくすることで性能をさらに向上できることが明らかになりました。

融剤

融解しにくい物質をとけやすくするために加える物質。

電荷移動反応

電子の授受を伴う反応。

内部抵抗

電池内部の電気抵抗。主に電解質に起因する抵抗。

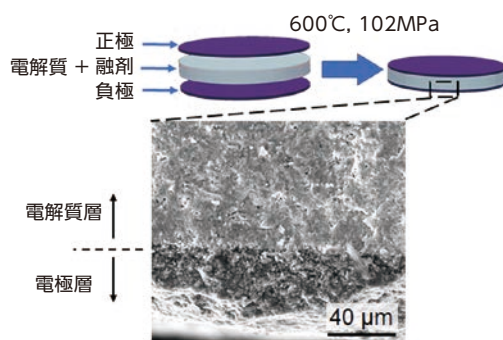


図1 本製造手法の模式図 (上図) と製造した電池の断面の電子顕微鏡写真図 (下図)

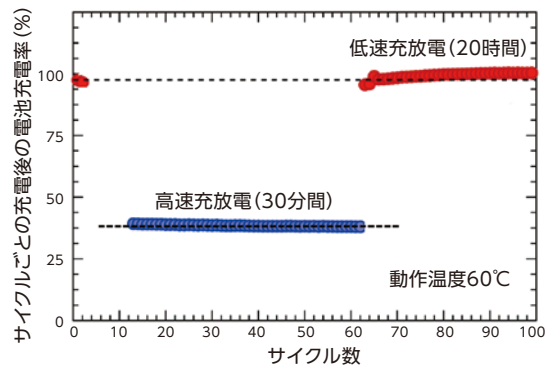
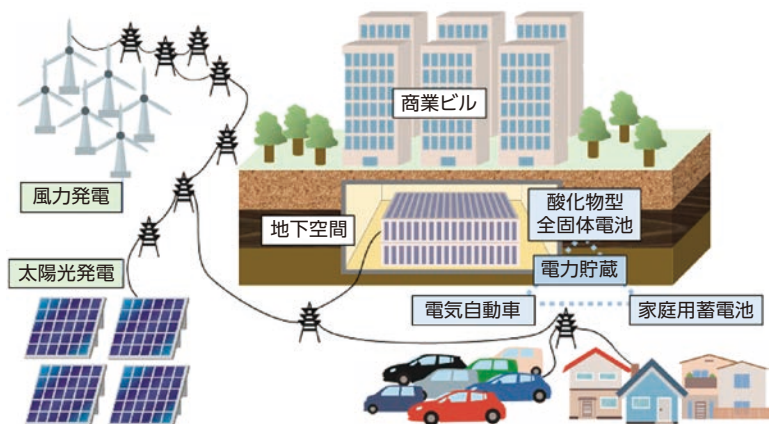


図2 充放電を繰り返したときの電池充電率の変化

充放電速度によらず充電速度ごとの電池充電率が一定となる優れたサイクル特性を示しました。電池抵抗に応じて充電率が低下するため、高速充放電では4割程度の充電率となります。



酸化物型全固体電池を用いた電力貯蔵イメージ

安全性が飛躍的に向上するため、商業ビルの地下空間に酸化物型全固体電池を設置することができます。都市部や住宅地で電力貯蔵が可能になります。

成果の活用先・事例

既存の電力貯蔵蓄電池に比べ高い安全性を有するため、設置場所の制約がなくなり、地下空間への設置も可能になります。電力貯蔵用や車載用に全固体電池を活用することにより、変動型再生可能エネルギーの導入促進や電力品質の安定化に貢献します。

参考 Kutsuzawa et al., ACS Applied Energy Materials, 5, 4025 (2022)
T. Kobayashi, et al., J. Power Sources, 450 227597 (2020)