

高安全リチウム電池

背景・目的

低炭素社会の実現に向けて、高いエネルギー貯蔵効率を有するリチウム電池の安全性の向上が求められている。

本課題では、安全性に優れる全固体型のリチウム二次電池を開発することによって、太陽光発電、風力発電などの再生可能エネルギーの大量導入時に必要となる電力貯蔵用電池の実用化を図る。平成21年度は、材料・製造プロセスの低コスト化が期待できる高分子固体電解質（SPE）の正極・負極の特性改善、ならびに kWh 規模のモジュール（集合電池）のエネルギー密度算定法の開発を行う。

主な成果

1. 平板全固体型リチウム電池の試作

赤城試験センターのドライルーム（吹き出し露点温度 -70°C 以下）内に電極塗布装置等を設置し、平板全固体型リチウム電池の試作が可能となった（図1）。

2. 全固体型リチウム二次電池の入出力特性解析

正極・負極間に封入する SPE のリチウム塩濃度に関して、正極/SPE間の界面抵抗（正極/SPE間のリチウムイオンの出入りのしやすさ）には最適点があること（図2）、正極/SPE間の界面抵抗の方がリチウムイオン導電率よりも電池の入出力特性を左右することを明らかにした（図3）[Q09001]。

3. 電極構成材料による炭素系負極の性能向上

充放電繰り返し後の電池の70%容量維持率は、電極中の結着剤（粒子状材料の成形剤）が汎用品のフッ素樹脂（ポリフッ化ビニリデン；PVDF）の場合は350回であるのに対して、合成ゴム（スチレンブタジエンゴム；SBR）では約2倍の700回まで寿命が延伸することを明らかにした（図4）[Q09010]。

4. リチウムイオン電池（LIB）のエネルギー密度の算定法の開発

各種正極・負極材料、電極・電解質厚さ、電極充填密度、集電体厚さ等をパラメータとする、電池のエネルギー密度算定法を開発した。この算定法を用いて推定した結果、現行材料の組み合わせによるエネルギー密度の上限値は、実績があって現在最もエネルギー密度の高い電池の約2割増、電気自動車等で実用化されている既存の大型LIBの2～3倍まで達成可能であるが、全固体型リチウム二次電池（LIPB）では、最大エネルギー密度がさらに高密度まで達成可能であることが示され（図5）、LIPBは安全性も兼ね備えた次世代二次電池として有用であることが示された [Q09006]。



[電極塗布装置]



[正極塗布工程]



[電極貼り合わせ工程]

図1 ドライルーム内に設置した全固体型リチウム電池試作設備と平板型電池試作工程

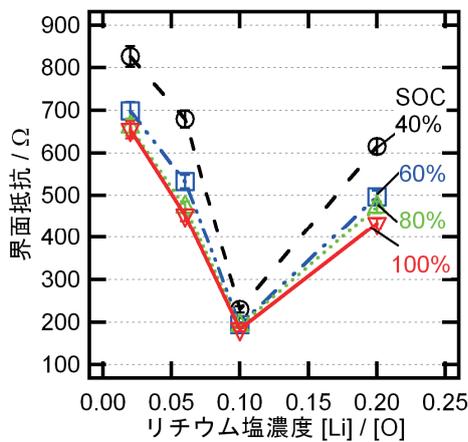


図2 SPE中のリチウム塩濃度に対する正極/SPE界面抵抗の関係

充電状態 (SOC) に関係なく、[Li] / [O] = 0.1 近傍で界面抵抗が極小となることを見出した。

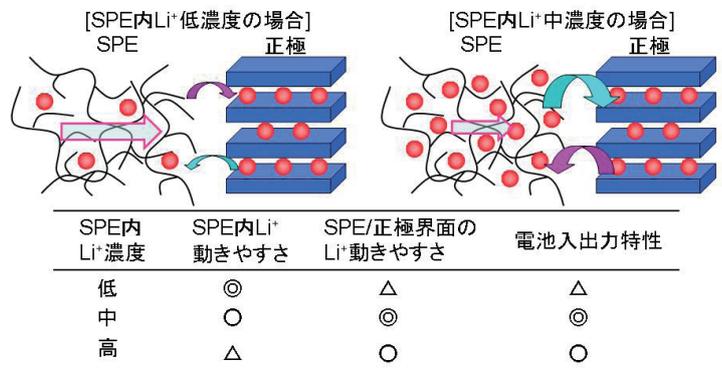


図3 電池入出力特性を左右する要因の相関イメージ図
正極/SPE界面のリチウムイオンの動きやすさは、SPE内リチウム塩濃度が「中」のとき最も良く、このとき電池入出力特性も最も良い。

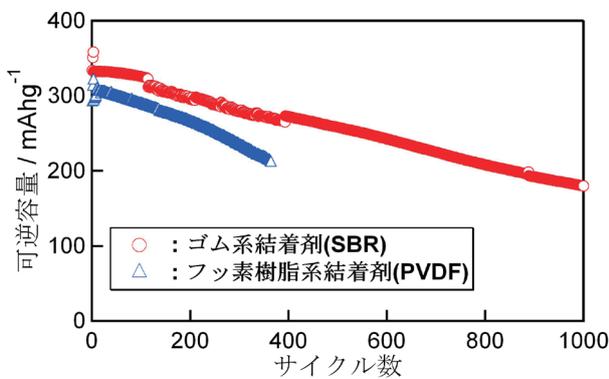


図4 炭素系負極材料中の結着剤による充放電繰り返しサイクルに対する可逆容量特性の変化
PVDF：ポリフッ化ビニリデン
SBR：スチレンブタジエンゴム

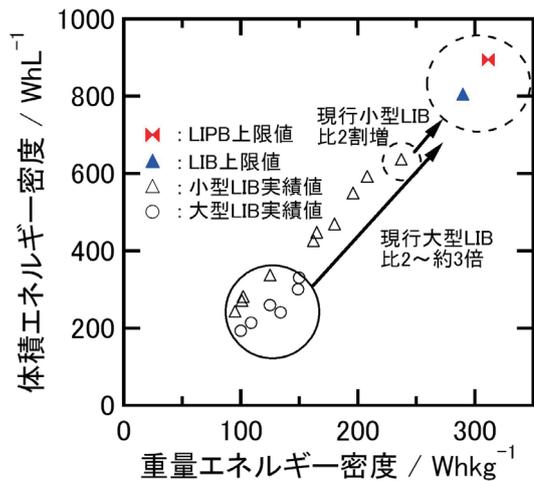


図5 リチウム電池のエネルギー密度
電池エネルギー密度算定法にもとづいて各種リチウムイオン電池 (LIB) のエネルギー密度、全固体型リチウム二次電池 (LIPB) のエネルギー密度限界値を推定した。