

リチウム電池における電極材料の劣化挙動解明に有用なセル分解技術の構築

Construction of disassemble technology for lithium batteries towards material investigation

電気環境化学研究室

潮田祐丞¹⁾, 稲葉航平¹⁾, 加藤哲¹⁾, 石野優貴¹⁾, 高橋圭太郎¹⁾
指導教員 関志朗¹⁾

1) 工学院大学 先進工学部 環境化学科 電気環境化学研究室

再生可能エネルギーの系統安定化等に有効な容量の大きい二次電池の開発が求められ、現行のLiイオン電池の約十倍の容量をもつLi硫黄(Li-S)電池が注目されている。しかし実用化にあたっては、Li-S電池の劣化挙動の特定が課題となっている。本実験では通常の方法とは異なる分解可能なセルを用いることで運転後の材料を取り出し分析を可能とし、劣化挙動を解明する技術の構築を目指し、通常のセルと比較して実験を行った。結論として、通常のセルと分解セルとの間に大きな差異は見られず、分解セルが通常通り測定・評価が可能であることが分かった。

キーワード：リチウム硫黄電池, 分解セル, 電極材料, 大容量電池

1. 緒言

現在、地球温暖化などの環境問題が懸念されており、その主な原因は火力発電などによる大気中二酸化炭素濃度の上昇と考えられている。そこで、環境負荷の少ない再生可能エネルギーに替えることで環境問題の解決を目指す試みがある。しかし、再生可能エネルギーは太陽光や風力など自然を相手にするものであるため安定供給が難しいというデメリットもある。このデメリットを蓄電池で補うことで解決することが期待できるがそのためにさらに大きな容量を有する蓄電池の開発が急務となっている。リチウム硫黄電池(Li-S電池)は現行のLiCoO₂型リチウムイオン電池と比べて約10倍の1,672 mAhg⁻¹の容量を持ち、革新型蓄電池の一つとして期待されているが劣化挙動の特定が出来ていないことなど実用化には問題が残っている。

そこで本研究では劣化挙動解明のためセルの分解・評価・観察を行うための実験技術の構築を目的とする。また、汎用リチウムイオン電池の炭素電極(C₆電極)を分解可能なセルに導入してLi-S電池の劣化因子より負極を除外して劣化挙動の特定を目指す。

2. 実験

一般的な研究過程において作成した電池を測定する場合には、多くの場合コインセルが用いられる。コインセルは上蓋、下皿、電池材料(正極、負極、電解質、セパレーター、ガスケット、スパーサー、ワッシャー)(図1)からなり、封入することで電気化学的測定が可能となるが密閉後の分解が困難である。そこで、分解セル(図2)に電池材料を封入することでコインセル内の密閉環境を再現し、コインセルと同様に電気化学測定を行った。

本実験ではLi金属を用いるため不活性雰囲気下(アルゴン中、露点:約200 K)で電池材料を封入した。

2.1. コインセルの組立、充放電試験

コインセルに電池材料を封入し、[C₆] EC+DEC/LiFSI [Li]セルを作成した。出来たセルを大気環境下(温度:303 K、電圧:2.5-0 V、電流密度:30 mAhg⁻¹)で充放電試験を行った。

2.2. 分解セルの組立・充放電試験・分解

分解セルに電池材料を封入し、[C₆] EC+DEC/LiFSI [Li]セルを作成した。コインセルと同条件

で充放電試験を行った後、不活性雰囲気下にて分解し電極外観の観察を行った。

3. 結果

コインセルと分解セルでの充放電曲線の比較を図3に示す。図中の点線で表示されている曲線はコインセルの充放電曲線であり、実線で表示されている曲線は分解セルの充放電曲線である。図からわかるように両セルの結果に大きな差異は見られなかったため、分解セルを用いても安定した電気化学反応を実現できることが分かった。

また、充放電前の炭素電極、金属リチウム、充電・分解後の炭素電極を比較した画像を図4に示す。C₆への充電により電極の色が黒から金色に変化した。理由としては炭素電極内部にLiが担持されたことによりC₆Li_xが生成されたことが原因と考えられる。

4. 結論

分解セルがコインセルと同様に密閉環境を保ち測定・評価が可能であることが分かった。Liが炭素電極に担持されたことを視覚的に確認しセル分解による劣化家庭の材料を取り出し、分析可能であることを確認した。

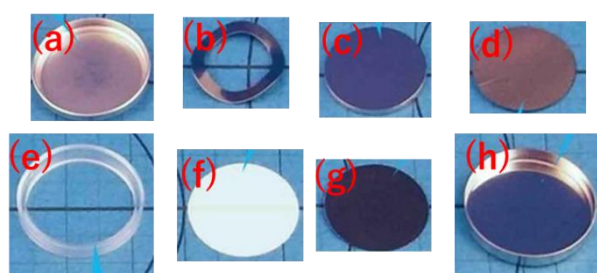


図1：コインセル材料(a)上皿(b)ワッシャー (c) スーパー (d)負極 (e)ガスケット (f)セパレーター (g)正極 (h)下皿 .

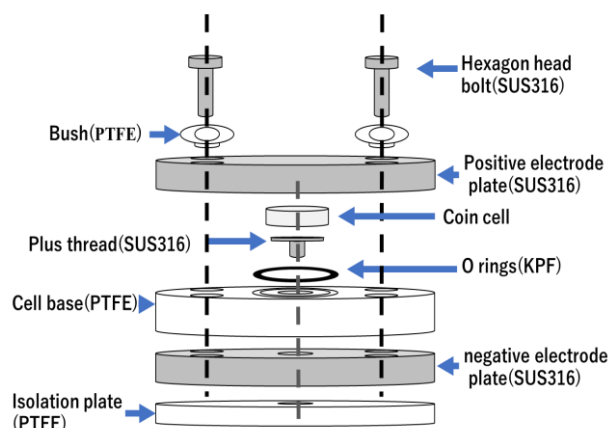


図2：分解セルの断面イメージ.

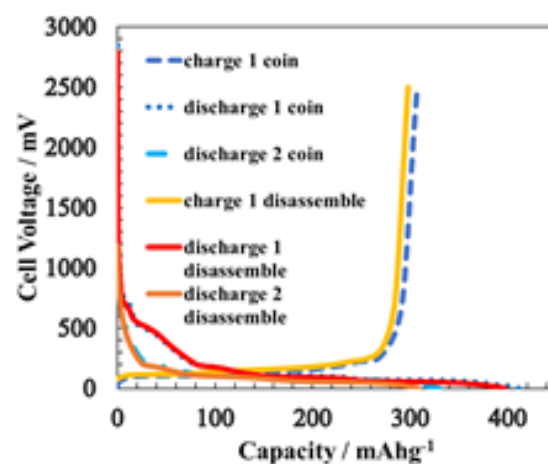


図3：コインセルおよび分解セルの充放電曲線.

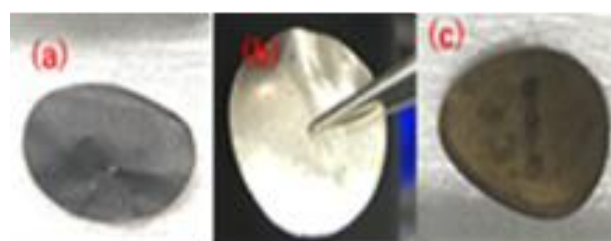


図4：各種電極の外観写真(a)炭素電極(b)金属Li電極 (c)充電後炭素電極.

謝辞：本研究は国立研究開発法人 科学技術振興機構 (JST) 先端的低炭素化技術開発 (特別重点領域蓄電池: ALCA-SPRING) からの委託を受け実施したものである。関係各位に謝意を表す。