

1粒の粒子で電池性能を見通す — 高精度単粒子電気化学計測システム —

関 志朗 先進工学部 環境化学科 准教授

キーワード: リチウムイオン電池, 電極活物質, 電解質, 高速評価, 高精度分析

概要

着目を浴びる蓄電池の開発分野において、性能評価を行う際には所定量の正極・負極・電解質を其々組み合わせ実電池に組み上げる必要があり、長時間・多大なコストが必要となる。本システムは、電池材料の性能を支配する電極(正極・負極)の粒子1粒に直接コンタクトし、これを評価するもので、開発途上の少量サンプルの性能評価や材料の高速スクリーニングを可能とする技術である。また、従来の電池系では電極作製に必要となり、導入されている副次的な材料(導電材、結着剤)を用いない性能評価が可能であり、蓄電池全体への影響が最も大きい電極活物質の性能を容易かつ正確に俯瞰できる。

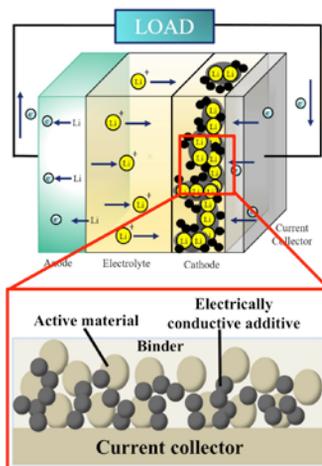
アピール ポイント

- ・粒子1粒で性能を見通すことができるため、希少・開発中・高価なサンプルなども容易に計測・性能評価することが可能。
- ・不活性かつ開放系での測定を基本とするため、添加剤などをその場で導入しながら性能変化を直接観測することが可能。

蓄電池及び類似する電気化学デバイスの電極/電解質の評価、電池全体の評価に最適!

利用・用途 応用分野

- 蓄電池の高速性能評価システム
- 高性能蓄電池を必要とする分野(小型民生用途、電気自動車、定置用蓄電池)への導入・普及推進
- 材料開発段階における蓄電池への適用可否の高速判断



- ・高いサイクル特性
- ・電気容量: $137 \text{ mAhg}^{-1} (\text{LiCoO}_2)$
- ・安定した充放電効率

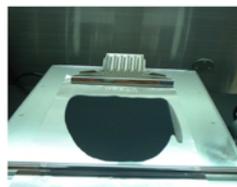
正極材料の構成

- ・正極活物質
- ・導電助剤
- ・バインダー

反応に直接関与
電池の性能を決める

合材として使用

正極活物質単独の
電気化学特性は不明確



○従来の電池正極では

- ・合材として使用
- ・含有する活物質粒子の個数が不明
- ・抵抗成分の同定が困難



解決方法、提案として

○活物質のみに注目した測定方法

- ・正極活物質の単一粒子を用いた測定
- ・電極厚さ、多孔度の影響を無視
- ・活物質が有する本質的な抵抗成分・電気容量の見積りが可能



粒子径と同程度の超微小電極を作製

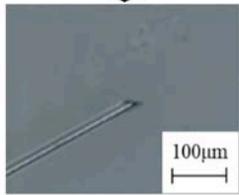
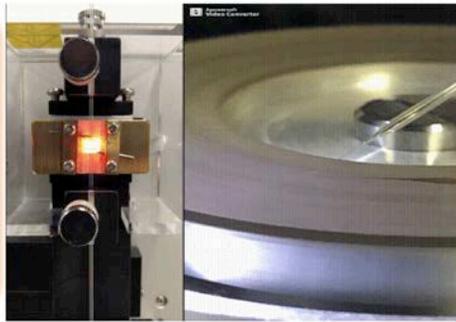
一般的なリチウムイオン電池.

単一の電極微粒子を扱う意味.

関連情報

- 知的財産権: 固体電解質形成用組成物、高分子固体電解質、固体電解質形成用組成物の製造方法、高分子固体電解質の製造方法及び全固体電池、出願人: 学校法人工学院大学、特願2017-232870
- 関連 URL: <http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwb1064/>

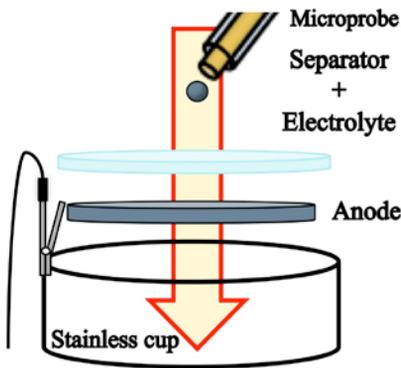
- 白金線 ($\phi 20 \mu\text{m}$) をガラスキャピラリー (GD-1) に挿入
- プーラー (NARISHIGE:PC-10) で加熱・切断し、先端を極細に加工
- 先端の研磨 (粒子に対して垂直に接触できるように調整)



研磨後のマイクロプローブ先端

マイクロプローブをマニピュレーション
 活物質1粒のみをとらえることが可能
 (約5~10 μm)
 Ar不活性雰囲気中のGB内にて
 活物質単粒子の反応・変化を観察

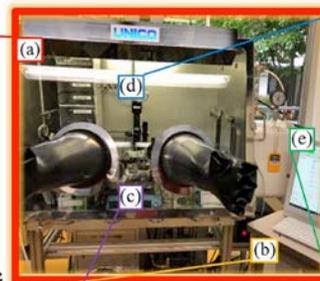
微粒子を捉えるためのマイクロプローブの作製.



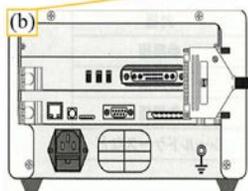
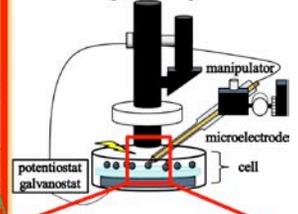
測定セルの内部構造.



GB内測定装置との外部接続を図るフランジ



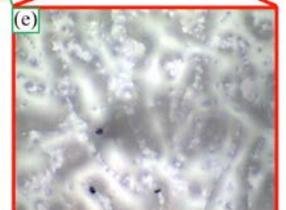
(d) 活物質単粒子の電気化学測定システム digital microscope



HZ-7000 (北斗電工) 微小電流の検出が可能

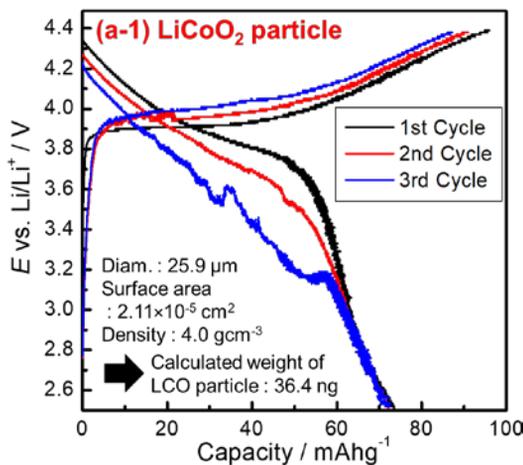


μm オーダーの操作を行う 微・粗動マニピュレーター

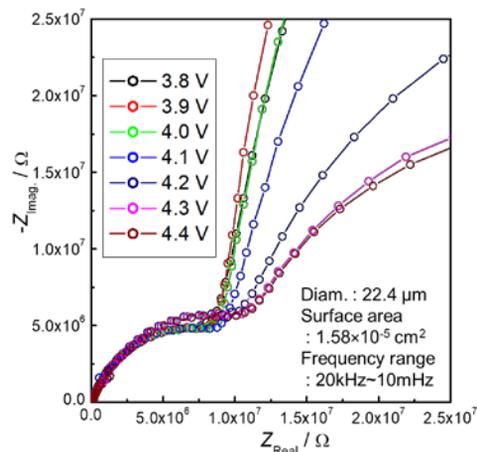


デジタルマイクروسコープによる 直接観察

測定システムの概要.



単一電極活物質の充放電曲線及び算出された活物質1粒子の重量.



単一電極活物質のインピーダンススペクトル. 電極本来の物性 (内部抵抗・皮膜抵抗) を分離して計測できる