SHIMADZU
Excellence in Science

Application News

マイクロフォーカスX線CTシステムinspeXio™ SMX™-225CT FPD HR Plus

X線CTシステムによる円筒型リチウムイオン電池の解析及び、充放電付属システムの紹介

佐藤 渉

ユーザーベネフィット

- ◆ リチウムイオン電池の内部構造を非破壊で観察できます。
- ◆ 電極間の距離計測や、集電板の接合状態の観察が行えます。
- ◆ カスタム製品の充放電付属システム*1により、充電後と放電後の電池内部状態の変化が観察できます。

■はじめに

リチウムイオン電池（以下LIB）はLiイオンが正極と負極の間を移動することで充放電が生じる二次電池で、セルの形状によって円筒型・角型・ラミネート型の三つに分類されます。中でも円筒型のLIBは製造コストが安く、高エネルギー密度であることから、モバイルバッテリー、ノートパソコンなど幅広く使用されています。また、近年では電気自動車用途での開発も目覚ましく、さらなる高出力・大容量といった高性能化を追求する研究開発が進んでいます。

一方で、LIBは製造工程で電極への異物の混入や巻きずれによる短絡といった製造不良が発生する可能性があり、そのような不良は発火・爆発事故につながる恐れがあるため開発試作品の製造条件出しや検査が重要になります。そこで電池内部を非破壊で解析できる有効なツールとしてX線CTシステム（図1）が挙げられます。

本稿ではX線CTシステムを用いた円筒型LIBの解析事例と充放電装置付属システムを紹介します。

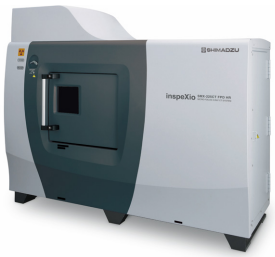


図1　マイクロフォーカスX線CTシステム
inspeXio™ SMX™-225CT FPD HR Plus

■円筒型LIBの透視撮影

図2に21700型*2LIBの透視画像を示します。透視画像はX線の吸収量の違いによって相対的に色付けされ、リアルタイムでの観察が行えるため検査用途で活用されています。図3に示すように電極部は正極・負極・セパレーターから構成されており、それぞれが交互に配列されています。

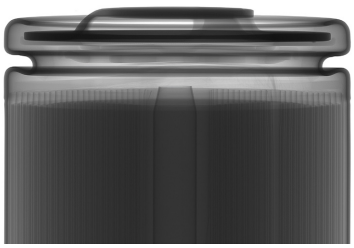


図2　21700型LIB正極端子の透視画像

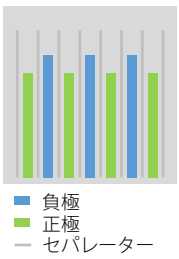


図3　LIBの電極構造模式図

透視撮影では電極の屈曲具合や巻きずれ具合の観察が行えます。電極の屈曲や巻きずれは正極と負極が接触するショート状態を招く可能性があり、発火の原因になるためこのような検査が重要になります。

■円筒型LIBのCT撮影

さらに詳細に内部を観察・解析したい場合はCT観察が有効です。図4に21700型LIBの断面画像を、図5に三次元表示画像を示します。CT撮影し、断面画像を表示することで透視画像では重なって表現されていた正極・負極や集電板などをはっきりと区別して観察することができます。また断面画像を積み重ねることで三次元表示も可能で、一部を切断することで、内部の三次元構造の観察や特定の材質のみを表示することもできます。

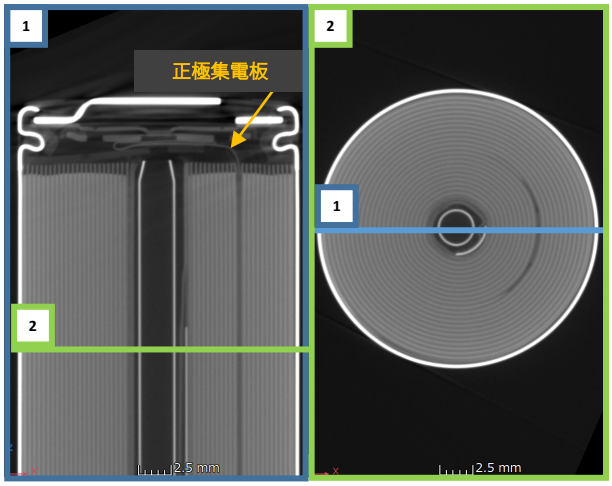


図4　21700型LIBの断面画像

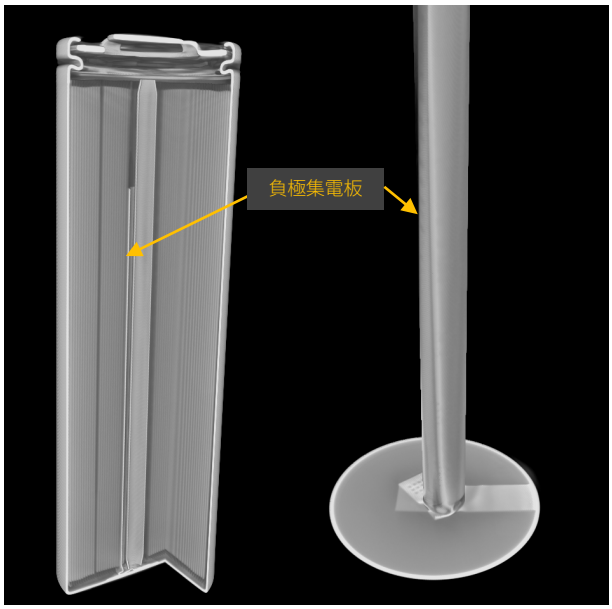
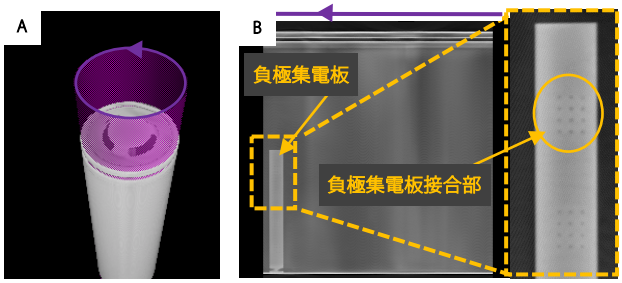


図5　21700型LIBの三次元表示画像

*1 充放電装置はお客様にてご用意いただく必要があります
*2 直径：21 mm、全長：70 mmの電池型式

次に図6に円筒展開断面画像を示します。図6-Aに示される紫色の円筒で展開した断面は図6-Bのように表示されます。このように垂直・水平方向の断面観察以外にも円筒面に沿った展開もできるため、円筒型に巻く前の状態を断面として観察できます。ここでは負極集電板を観察しており、拡大することで集電板接合部の状態が観察できます。



-A 展開位置表示図　　-B 円筒展開断面画像

図 6　21700型LIBの円筒展開断面画像

■電極の距離計測

次に、電極の距離計測結果を図7、表1に示します。断面画像から測長すること以外にも、図8に示す輝度値のラインプロファイルを利用して正極・負極の幅を測長することもできます。

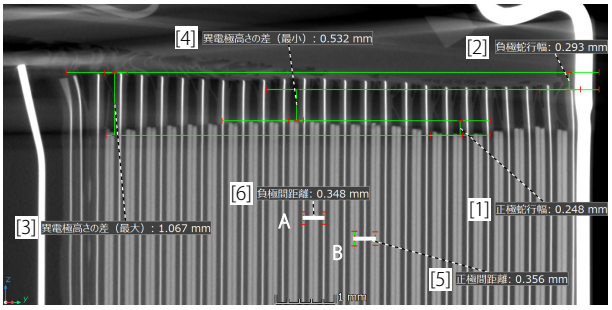
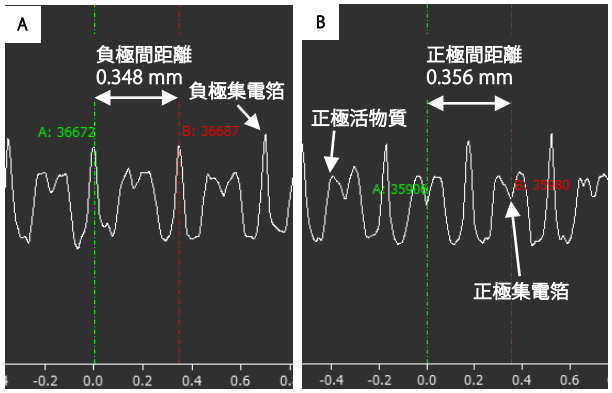


図 7　断面画像における電極の距離計測結果

表 1　電極間高さ・幅の距離計測結果

測定箇所	距離 (mm)
[1] 正極蛇行幅	0.248
[2] 負極蛇行幅	0.293
[3] 異電極高さの差（最大）	1.067
[4] 異電極高さの差（最小）	0.532
[5] 正極間距離	0.356
[6] 負極間距離	0.348



-A 線分Aのラインプロファイル　　-B 線分Bのラインプロファイル

図 8　輝度値ラインプロファイルを用いた距離計測

■充放電装置付属システム

リチウムイオン電池は充放電時に起こる電極材料の膨張、収縮による体積変化や化学変化により劣化が進むことが知られており、劣化評価や長寿命化に向けた開発において、充放電を繰り返した際の電池内部の状態を観察するニーズが高まっています。本システムは装置防護箱内*3でリチウムイオン電池の充放電を行いながらCT撮影が可能なシステムです（図9）。お客様にてご用意いただく充放電装置と接続が可能です。

*3 X線CTの主仕様は標準のinspeXio SMX-225CT FPD HR Plusと同仕様です。

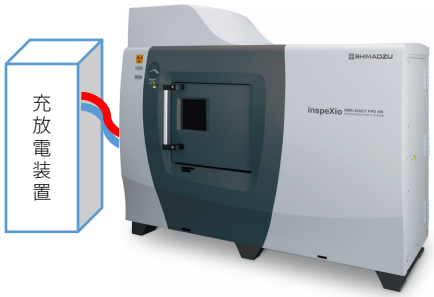
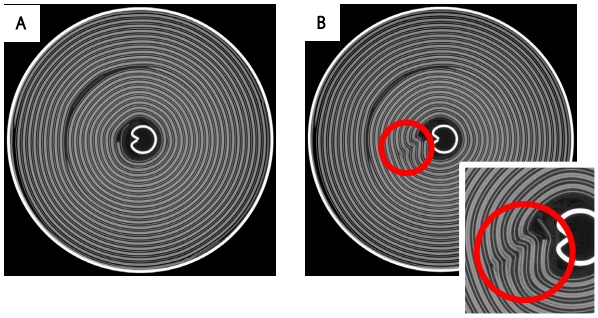


図 9　inspeXio™ SMX™-225CT FPD HR Plus
充放電装置付属システム（イメージ）

充放電試験前後の18650型LIBの断面画像を図10に示します。試験後のLIB断面画像では赤枠で示す箇所に電極の変形が見られます。外観上は問題ない電池であってもX線CTシステムを使用すれば内部の電極の変形具合を観察することが可能です。



-A 試験前　　-B 試験後

図 10　充放電試験前後の18650型LIBの断面画像

■まとめ

本稿では透視・X線CTシステムによる円筒型LIBの観察事例を紹介しました。短時間での簡便な観察・検査にはX線透視が適していますが、さらに詳細な観察・解析にはX線CTが有効で、電極間の距離計測や、集電板接合状態の観察といった距離計測や局所的な観察が行えます。また、カスタム製品の充放電付属システムを使用することで充放電前後の電池内部の変化をその場で観察できます。

このようにX線CTシステムは開発試作品の製造条件出しや製造品の抜き取り検査といった場で活用することができます。

inspeXioおよびSMXは、株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。

株式会社 島津製作所　分析計測事業部
グローバルアプリケーション開発センター

01-00277-JP　初版発行：2021年 12月

島津コールセンター　0120-131691

本文中に記載されている会社名および製品名は、各社の商標および登録商標です。
本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。

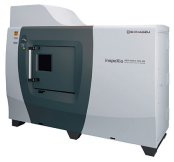
本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。

最新版は、島津製作所>分析計測機器の以下のサイトより閲覧できます。
https://www.an.shimadzu.co.jp/apl/index.htm
会員制情報サービス Shim-Solutions Club にご登録いただきますと、毎月の最新情報をメールでご案内します。
新規登録は、https://solutions.shimadzu.co.jp/ よりお願いします。

© Shimadzu Corporation, 2021

アンケート

関連製品 一部の製品は新しいモデルにアップデートされている場合があります。



inspeXio
SMX-225CT FPD HR
Plus
マイクロフォーカスX線CTシステム

関連分野

電気・電子

自動車

価格お問い合わせ

製品お問い合わせ

技術お問い合わせ

その他お問い合わせ