ノート

# 次世代型二次電池の集電体孔加工における インライン化を可能にするレーザ量産加工機の開発 － 抵抗値試験による孔加工集電箔の評価 －

林　成実[***]　中部　昇[*]　櫻井　貴文[*]　長谷川　直樹[**]　本多　章作[**]　中川　昌幸[**]　佐藤　健[*]

Development of In-line Laser Processing Machine for Micropored Current Collector Foil.
- Evaluation of Electric Resistance of Punching Foil -

HAYASHI Narumi[***], NAKABE Noboru[*], SAKURAI Takafumi[*], HASEGAWA Naoki[**],
HONDA Syosaku[**], NAKAGAWA Masayuki[**] and SATO Takeshi[*]

## 1. 緒　　言

リチウムイオンキャパシタ（LIC）は，リチウムイオンバッテリー（LIB）の負極と電気二重層キャパシタ（EDLC）の正極をハイブリッド化した新しい大容量蓄電デバイスであり，負極材にリチウムをドーピングするため集電体に孔加工が施されている。現行の集電体用金属箔（Cu，Al）は，直径100～300μmの貫通孔がロールプレスやエッチングにより加工されているが，高性能化するためには直径100μm以下の孔加工が必要[1]である。また需要拡大に伴い，より生産能力を高め，孔径や配置などのパターン変更にも対応できる製造方法の確立が必要である。

そこで本研究では，LIC集電体の孔加工をインラインで高速に加工を行うことができるレーザ高速多孔加工機の開発を行うとともに，開発したレーザ加工技術により，孔径，開口率のパラメータを検討するためLICをアッセンブリして性能試験を行ない，高性能な新規集電体を製造する加工条件の確立を図った。

本報告では，孔加工集電箔の孔径および開口率の違いによるプレドープへの影響を確認するため，電気抵抗値評価試験を実施した結果を報告する。

*　研究開発センター
**　下越技術支援センター
***　中越技術支援センター

## 2. 電気抵抗値評価試験

一般に，蓄電デバイスにおける抵抗値評価にはインピーダンス測定を行うが，簡易的な試験方法として抵抗値評価試験を実施した。評価サンプルの構成を図 1 に示す。1 枚の孔加工集電体の両側を紙系セパレータおよび金属リチウムで挟み，2032 型コインセルに組み上げた。セル内を電解液で満たし，リチウムイオンリッチ

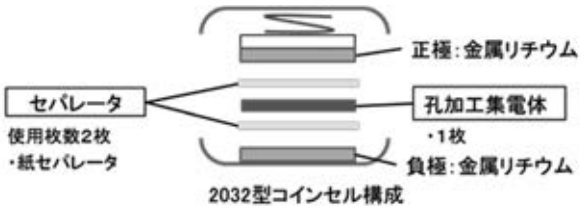


図 1　抵抗値評価サンプル構成

表 1　抵抗値評価試験条件

| | | |
|---|---|---|
| 集電箔 | | 圧延銅箔　t 10μm |
| 孔加工集電体 | 孔径 | 4,8,17,30,40,50,100 μm |
| | 開口率 | 1, 5, 10% |
| | 使用枚数 | 1 枚 |
| 正極・負極(φ15mm) | | 金属リチウム |
| セパレータ(φ16mm) | | 紙系セパレータ |
| 電解液 | | 1M $LiPF_6$ (EC:DMC 1:1 vol%) |
| サンプル数 | | n = 5 |

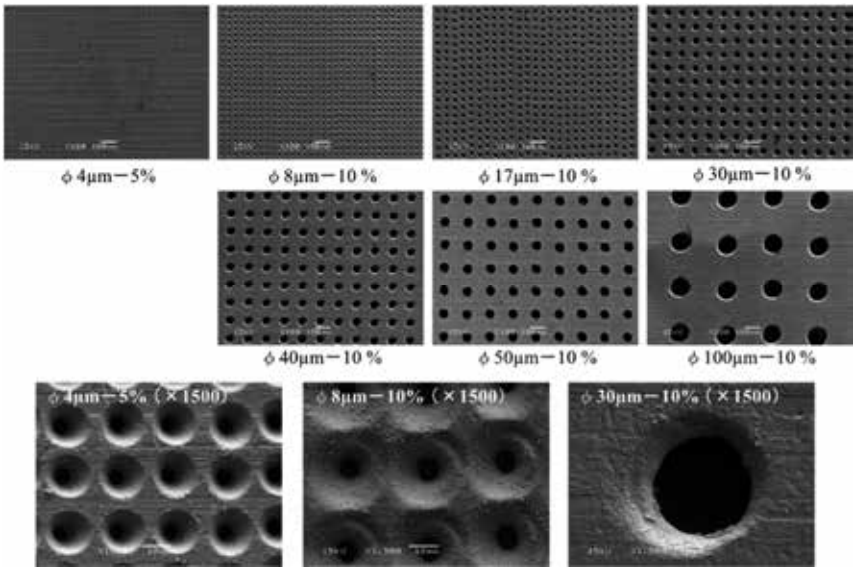


**図 2　孔加工集電箔サンプルの SEM 表面観察写真**

な状態にした。この構成により，集電体以外の抵抗を低減することができると考えられる。孔加工集電体の孔径，開口率をパラメータとした試験条件を表 1 に示す。孔径は 4～100μm の 7 条件，開口率は 1～10%の 3 条件とし，各条件についてサンプル数は 5 試料とした。孔加工集電箔サンプルの SEM 表面観察写真を図 2 に示す。抵抗値測定は，日置電機（株）製バッテリハイテスタ BT3562 を用い，測定ソース周波数 1kHz で行った。

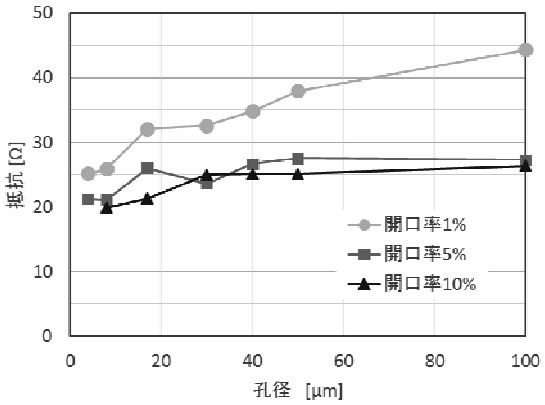


**図 3　孔径に対する抵抗値の変化**

### 3.　孔径，開口率の違いによる抵抗値の傾向

各開口率における，孔径に対する抵抗値の変化を図 3 に示す。孔径 4～100μm の場合開口率 5%と 10%では同程度の抵抗値を示し，孔径 4μm，開口率 1%と孔径 50μm，開口率 10%のサンプルにおいては，ほぼ同じ抵抗値を示した。集電箔のない（ブランク）時の抵抗値は約 20 Ωであることから，孔径 8μm 以下，開口率 5%以上で微細孔加工を行うことで，ほぼブランクに近い低抵抗値を得ることができた。また，これらの結果は本事業で実施したプレドープ試験においても同様な傾向が得られており，本評価方法は電池性能を簡易的に評価するうえで有効であると考えられる。

### 4.　結　　言

（1）電気抵抗値評価試験の結果，孔径 8μm 以下，開口率 5%以上の微細孔加工を行うことで低抵抗値を得ることができる。

（2）本研究で実施した電気抵抗値評価試験は電池性能を簡易的に評価する手段として有効な試験である。

なお，本研究は，平成 26～28 年度経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業で実施したものである。

### 参考文献

1）富士重工業，蓄電デバイス，特開 2011-210995.