

リチウムイオン電極の構成、特性と新たなプロセス ～バインダー、正・負極材への適応、バイポーラーとドライ化～

調査・執筆 菅原秀一 特別寄稿 鈴木孝典

2024年11月11日

A4判 並製本 309頁

価格

書籍版:本体 90,000円+税

ISBN:978-4-911146-06-4 C3058

書籍+PDF版:本体 105,000円+税

本書は現行のリチウムイオン電池の製造、その主要部である電極板の製造過程における、バインダー(接着材、結着材)を中心とした、化学材料とプロセス技術と、その新たな展開を扱う。

1991年にソニー(株)によって創造された“リチウムイオン電池”は、33年後の現在、EVを始めグローバルな、モバイル電源のほぼ全てを担うに至った。しかし2024夏現在、あれほど勢いがあったEVと、EV用電池の生産量が、火が消えた様に低下した。特に欧米においてその状況が著しいが、順調な生産を継続する中国においても、その内容は特に原材料のコスト構成において、劇的な変化が見える。

EVの普及には電池コストが最大の障壁である、これはこの十数年言われ続けて来た。コストは正極材の問題であろうと考えていたが、意外にも正極バインダーであるフッ素ポリマー(PVDF)にも降りかかって来た。コバルトフリーの鉄リン酸リチウムLFP正極材への、大幅なシフトは、安価な水系バインダーの採用と相まって、PVDFのサプライへの警戒論が出て来た。

元よりバインダーは発電要素はなく、無ければならぬ済む存在である。同時に使用される溶剤NMPも、リサイクルコストも含めて、コストアップの原因である。筆者は1991年からバインダーに携わって来たが、上記の様な自己矛盾の意識は常にあった。今後の全固体電池を含む、リチウムイオン電池の更なる進展の為に、(湿式)バインダーを解消して乾式プロセスに移行し、更にはバイポーラー(双極子)電極によって、比容量Wh/(Kg, L)の大幅なアップの可能性を探りたい。

第4、5章で取り上げた、全固体電池とリチウム硫黄電池は、これまでの電解液とは次元の異なるバインダーや、イオン伝導パスと更には、電気伝導路を形成する、困難な課題に突き当たっている。電解液系バインダーの技術経験が活かせる部分、全く役に立たない部分が混在している。明確な回答はないが、情報を整理して提供したい。

今回、特別寄稿をお願いした鈴木孝典氏は、筆者と同じ呉羽化学工業(株)(現 (株)クレハ)の技術系OBで、電池材料とバインダーの開発営業を共に担当した仲でもある。現在はドライプロセス開発の第一人者である。

電池メーカーにとっては、汚れ仕事の湿式バインダーと電極製造は、余り手を出したくない部分である。この辺の問題解決に、化学系OBが多少なりとも、お役に立てばと、データを集め解説を試みた。なお個々のメーカーの技術ノウハウにわたる部分もあり、多少歯切れの悪い点はご容赦願いたい。(菅原秀一)

第1章 (基礎)電解液系リチウムイオン電池の電極バインダー

1.1 バインダーの役割と求められる特性(1)セルの構成、接着と結着

1.2 バインダーの役割と求められる特性(2)湿式プロセスにおける塗工工程

1.3 電気化学的な環境、充放電と酸化・還元

1.4 正極材の種類とバインダー、溶剤系vs.水系

1.5 負極材の種類とバインダー、溶剤系vs.水系

4.8 (資料)硫化物系固体電解質セルのバインダー

第5章 (異変)リチウム硫黄電池とブラダインシフト

5.1 非遷移元素の正極と負極の組合せ

5.2 バインダーレスの電極構成

5.3 目標レベルと可能性

5.4 非水溶媒による正・負電極の作製

5.5 参考資料 国内の研究動向

6.4 ドライブプロセスとバインダー

6.5 ドライブプロセスの生産性

6.6 おわりに

第7章 まとめ

7.1 今後の高性能化、10Ahレベルのセル

7.2 リチウムイオンセルの特性向上、Ragone Plot

7.3 ドライブプロセス化のコストダウン効果

第2章 (応用)電解液系リチウムイオン電池の電極バインダー

2.1 バインダーに関する直近12ヶ月の開発動向

2.2 正極材の二極分化と選択、LFPとNMC三元系

2.3 負極材の多様化とバインダーの選択、炭素系とシリコン系

2.4 フッ素系バインダーとフッ素系ケミカル環境問題

第6章 (改革)電極板製造のドライ化と生産性向上

6.1 現行プロセス(ウェットプロセス)

6.2 ドライブプロセスの種類

6.3 ドライブプロセスの現状

成書と参考資料一覧

謝辞と執筆後記

著者紹介

第3章(展開)バインダーレス、ドライブプロセスとバイポーラー

3.1 バインダーレスの電極板製造

3.2 ドライブプロセスによる電極板製造

3.3 バイポーラー(双極子)セル

第4章 (転換)全固体リチウムイオン電池とイオン伝導パスの形成

4.1 直近12ヶ月の各社の開発動向

4.2(A) 固体電解質、硫化物系と酸化物系(その1)

4.2(B) 固体電解質、硫化物系と酸化物系(その2)

4.3 全固体セルの構成、イオン伝導系と電子伝導系

4.4 正・負極材の電気伝導とイオン伝導

4.5 半固体と全固体セル

4.6 正極材の表面変性、固体電解質対応(東北大ほか)

4.7 液体電解質 vs. 固体電解質、メリット&デメリット

