नगाण-। सन्। echnology Report

リチウムイオン二次電池用 バインダーの開発



研究開発本部 コーポレート開発部 笹川 巨樹 SASAGAWA NAOKI

1 はじめに

リチウムイオン二次電池(LIB)は1991年にソニーが世界で初めて量産化して以降急速に市場が拡大し現在、携帯電話やモバイル機器を中心に広く用いられている電池である。さらに2019年に吉野彰氏がノーベル化学賞を受賞したということもあり、現在のIT社会の実現に大きな貢献をし、環境・エネルギー問題の解決に向けて大きな可能性を秘めている技術の一つである。

近年、容量の増大化とともに高付加価値特性の向上、さらなる安全性確保の研究も進んできたことでPHV(Plug-in Hybrid Vehicle)やEV(Electric Vehicle)といった自動車のエネルギー供給デバイスの一つとしても実用化され、さらに定置用電源や電力貯蔵等、様々な用途に用いられるようになっている。

LIBの構成材料は主として正極材、負極材、セパレータ、電解液から成る(図1)。

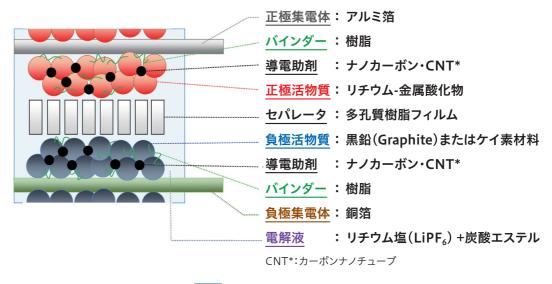


図1 LIBの構成材料例

LIBは、集電箔の上の正極材、負極材を塗工して作製された電極の間にセパレータを挟み、全体を電解液で満たした構造となっている。正極材と負極材の間をLiイオンが行き来することで充放電が行われ電池として機能する。電池用バインダーは正極あるいは負極の活物質同士を結着させ、集電箔上に固定化することで電極構造を維持する役目を担っており、一般的には正極用バインダーには溶剤系ポリマー、負極用バインダーには水系ポリマーが用いられている。当社は長年培ってきたポリマー技術を駆使し製紙用薬品や印刷インキ用樹脂、粘着・接着剤用樹脂といった様々な製品を上市している。本稿では、これらの実績のあるコア技術を用いて水系ポリマーの新たな用途展開として電池に適用できるよう改良したLIB用バインダー樹脂について紹介する。



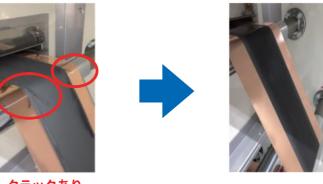
2 LIB用バインダー樹脂に求められる機能

LIB用バインダー樹脂には電池作製時の工程毎に異なる機能が求められる(表1)。スラリー作製時にはスラリーの分散性や安定性、さらに塗工時のレオロジー特性が求められる。電極作製時には集電箔との密着性、電極乾燥時のカールやクラックの抑制が求められる。また電池として充放電を行った際には電極の膨張収縮の抑制、ガス発生の抑制などが求められる。

作製工程	各工程でバインダーに求められる機能
スラリー	活物質・導電助剤の分散性及び分散安定性
	スラリーのレオロジー特性の担保
東福	電極密着性
電極	電極のカール・クラック抑制
	耐電解液性
電池	充放電時の電極の厚み増加の抑制(耐スプリングバック性)
	電池内でのガス発生の抑制

表1 各工程でバインダーに求められる機能

これら各工程の要求事項に対して、当社はポリマー設計の観点から対応している。例えば電極 乾燥時に求められるカール・クラック抑制については柔軟性を付与するためにポリマーのガラス 転移温度を下げた樹脂を提案している(図2)。



クラックあり

図2 電極作製時のクラックあり(左)、クラックなし(右)

また、スラリー作製時の分散性が悪いという課題に対してはイオン性官能基を導入し、顧客が使用する材料に最適なポリマー設計を提案している(図3)。

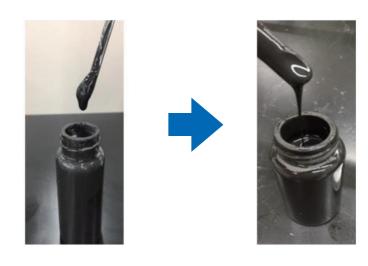


図3 スラリー作製時の分散不良(左)、良好(右)



3 当社のLIB用バインダーの特徴

当社が開発した汎用グレードのLIB用バインダーの代表的な性状と特徴、外観を示す(表2、 図4)。製品は無色透明の水溶液タイプである。

Spec.	当社バインダー
粘度	13,000 mPa⋅s / 25°C
固形分	13.0 %
рН	8.0
外観	無色透明 液状

44	Allik
7	ᄰ

水溶性

非常に硬いポリマー

凝集力が強く、活物質や集電箔と点接着する

高い耐熱性

難燃性

金属(銅やアルミなどの集電箔)やセラミックスへの高接着性

酸化還元に対して化学的に安定

電解液に不溶





図4 LIBバインダーの外観

当社バインダー樹脂は凝集エネルギーが高い官能基を有しているため、電極乾燥時には活物質同士や活物質と集電箔との接点にバインダーが存在するようになる。またガラス転移温度が高いため、高い耐熱性も有しており、さらに酸化還元に対して化学的に安定である。充電状態において正極は強酸化剤、一方負極は強還元剤として作用するため、当社バインダーにはこのような環境下で耐えうる性能を有していることから正極用バインダーあるいは負極用バインダーで使用することができる。

4 正極用バインダーへの応用

現在、正極用バインダーは溶剤系が主流であるが、環境負荷低減の観点から水系バインダーでも一部検討されている。 図5 には正極活物質としてリン酸鉄リチウム(LFP)を用いた際の分散性の結果を示す。

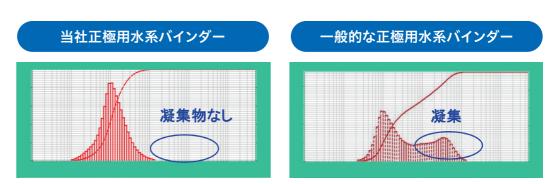


図5 リン酸鉄リチウム(LFP)を用いた際のスラリー分散性

一般的な水溶性のアクリル系バインダーを用いた場合、凝集物が発生し分散が困難である。そのため分散剤を併用するなどして使用されている。一方、当社水系バインダーを用いると分散剤を使用せずにきれいに分散することができる。これは当社の正極水系バインダーには正極活物質だけでなく、導電助剤に対する分散機能も付与したポリマー設計としていることによる効果である。そのためスラリー作製工程の簡略化も可能であり、当社バインダーに正極活物質、導電助剤、水を一括で仕込み、分散させるだけでスラリーが作製できるという特徴もある(図6)。

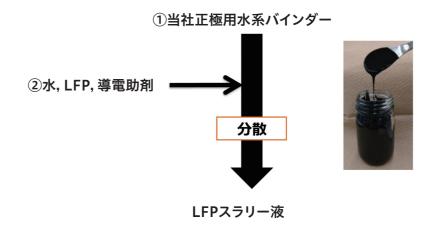


図 6 当社正極用バインダーを用いた時のスラリー作製工程

Technology Report

5 おわりに

本稿では当社の水系ポリマー技術をベースに開発したLIB用バインダー樹脂の特徴と正極 用バインダーについて紹介した。開発したLIB用バインダー樹脂は耐酸化性、耐還元性を示す ことから正極、負極用バインダーとしても使用できる。また最近、主流になっているセパレー タへのセラミックスコーティング用バインダーでも使用できる可能性もある。

昨今、世界各国がSDGsに向けた取り組みを活発化させており、炭素循環社会の実現に向けてより一層注力していく必要がある。そのため将来、世界的に化石燃料を使用する自動車をEVへ切り替える方針が出されているということもあり、車載用LIBを含むLIB市場は今後期待されている。このような成長市場に対して長年に渡る開発で培ってきた製品設計・生産技術、設備をベースにして技術開発を推し進め、その強みを広くアピールしながらタイムリーな提案を行っていきたい。