

革新的な集電構造と生産プロセスの発想

「その1」で、「角形ケース」と「縦巻き電極体」がGSユアサの大型リチウムイオン電池に採用されるまでの技術の変遷を紹介した。本稿では、大型電池における重要な機構部品である「集電体」の開発ヒストリーを振り返る。集電体とは、電池ケース内部の電極体に蓄えられた電力を、電池ケース外部に取り出すための金属部品である。

1. GSユアサ独自の開発

GSユアサは、1995年に開発した小型リチウムイオン電池「LP シリーズ」において、業界で唯一、縦巻き電極体を採用したことを、「その1」で紹介した（●図1参照）。

この「LP シリーズ」に用いられた集電体（●図2参照）は、電池蓋と平行な本体部を有し、その本体部から、縦巻き電極体（図示せず）の端部を接合するための短い接続板部が伸びていた。また、リベットの軸部が、外側パッキン、電池蓋、内側パッキンを通って、集電体の本体部に固定されていた。

2. 革新的な集電構造

2002年から生産開始されたGSユアサの大型リチウムイオン電池「LIM シリーズ」では、新しい集電構造が採用された（●図3参照）。1つ目の特徴は、従来の電池には見られなかった形状の集電体で、これは小型電池「LP シリーズ」の設計にヒントを得たものだった。

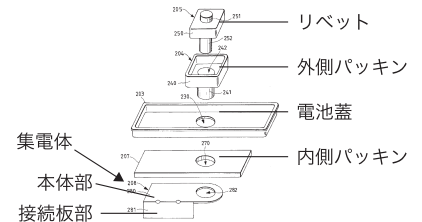
左右一対の集電体のそれぞれは、縦巻き電極体の円弧部の上方に配置される板状の本体部と、その本体部のふちから伸びた細長い接続板部とを有していた（●図4参照）。本体部から伸びた接続板部は、縦巻き電極体の表面と平行になるように曲げられて、電極体の端部に溶接された。

このような集電体の設計により、電池ケース内の限られたスペースで、集電体を隅に寄せて、電極体のサイズを極力大きくすることに成功した。さらに、集電体の長い接続板部によって電極体を保持できるため、耐振動性も向上した。

●図1 LPシリーズの外観写真



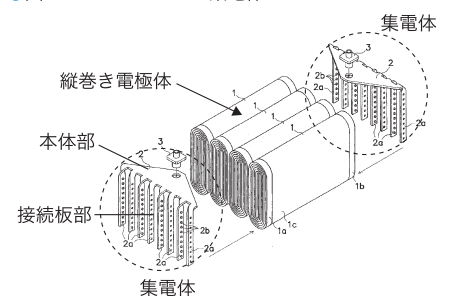
●図2 LPシリーズの集電体*1



●図3 LIM40電池の外観写真



●図4 LIMシリーズの集電体*2



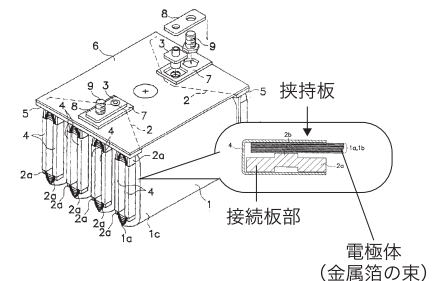
2つ目の特徴は、薄い金属板を用いて、その金属板と集電体の接続板部との間に電極体を挟んだことである。

それぞれの縦巻き電極体の端部で、金属箔の束が中央で二分され、二分された金属箔の束の一方のみが集電体の1本の接続板部に溶接された。具体的には、集電体の接続板部と、接続板部より厚みの薄い金属板（挟持板）とで、二分された金属箔の束の一方を挟んだ状態で、超音波溶接がおこなわれた（●図5参照）。

挟持板の厚みが薄いため、超音波溶接の際に、超音波の出力を強くせずとも超音波が挟持板を通して十分に電極体に伝わり、電極体を確実に反対側の接続板部に溶接できるようになった。また、接続板部が長いので、電極体と接続板部の接合箇所（接合面積）を多くとることができ、大電流での充放電が可能となった。

上述した集電体の基本構造や、溶接性向上のために薄い金属板を用いる技術は、更なる進歩・改善を重ねて、現在も、大型リチウムイオン電池において広く使われている。しかし、これら技術の発想の原点が、GSユアサが独自に開発した、小型リチウムイオン電池用の縦巻き電極体と、その電極体に適合した形状の集電体にあったことは、あまり知られていない。

●図5 LIMシリーズの集電構造*3



3. 生産プロセスのイノベーション

さらにGSユアサは、大型リチウムイオン電池の生産性を飛躍的に向上できる生産プロセスを考案した。

まず、蓋板と集電体を固定する（●図6上側の状態）。次に、集電体の接続板部と電極体の端部（金属箔の束）とを接合する。そして、電池ケースの蓋板から電極体を吊り下げた状態で、電極体を電池ケースに収納する（●図7参照）。

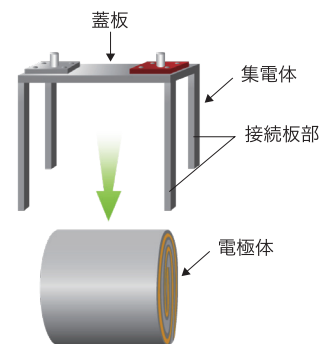
このような生産プロセスにより、大型リチウムイオン電池の生産性を大幅に向上させることができた。集電体の接続板部と電極体との接合部分はデリケートであり、この接合を先におこない、その後で集電体を蓋板に固定しようとすると、接合部分がはがれやすい。蓋板と集電体との固定を先におこない、その後で集電体と電極体の接合をおこなうことで、集電体と電極体の接合状態を良好に維持できる。

さらに、電極体を電池ケースに収納する作業が簡単におこなえるようになった。特に、複数の縦巻き電極体を電池ケースに収納する場合、それら複数の電極体を同時かつスムーズに電池ケースに挿入できる。

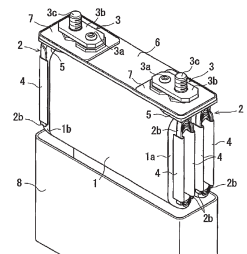
なお、電極体が縦巻き電極体以外のものである場合や、集電体と電極体の接合を超音波溶接以外の方法によりおこなう場合にも、この生産プロセスを適用でき、汎用性の高い技術であるといえる。

以上、本稿では、大型リチウムイオン電池用の革新的な「集電構造」と「生産プロセス」が開発された経緯を振り返った。次回「その3」では、今回紹介した集電体や挟持板の、他の設計例を紹介する。

●図6 組立工程のイメージ図



●図7 LIMシリーズの組立工程*4



*1 日本特許第 3163556 号、米国特許第 5585207 号（1994 年出願）

*2 日本特許第 5713127 号、米国特許第 7718312 号、米国特許第 8034482 号（2002 年出願）

*3 日本特許第 5440663 号（2001 年出願）、米国特許第 8329338 号（2002 年出願）

*4 日本特許第 5488759 号（2002 年出願）

<問い合わせ先>

(株)GSユアサ 知的財産部