

## トピックス

- 次世代リチウム二次電池（シリコン-硫黄電池）の実用化に向けた技術を開発
- GSユアサ、2015年度デミング賞を受賞
- 日本仕様のEN規格鉛蓄電池
- 上海振華重工殿から港湾AGV用リチウムイオン電池システムを受注
- 多摩都市モノレール殿向け2,000kW出力の回生電力貯蔵装置を受注
- 二国間クレジット制度案件組成事業に採択
- 内閣府の第2回宇宙開発利用大賞「経済産業大臣賞」を受賞
- GSユアサの宇宙用リチウムイオン電池、採用数110機以上に到達
- H-IIA ロケット29号機にジーエス・ユアサテクノロジー製の大容量リチウムイオン電池を搭載
- X線天文衛星「ASTRO-H」にジーエス・ユアサテクノロジー製の高性能リチウムイオン電池が採用
- GSユアサによる大型リチウムイオン電池の開発の歩み（その1）  
ー世界初の角形ケースと車載用に有利な縦巻き電極体の発想ー
- GSユアサによる大型リチウムイオン電池の開発の歩み（その2）  
ー革新的な集電構造と生産プロセスの発想ー
- GSユアサによる大型リチウムイオン電池の開発の歩み（その3）  
ー集電構造と生産プロセスの更なる探究ー

**次世代リチウム二次電池  
（シリコン-硫黄電池）の実用化  
に向けた技術を開発  
～充放電サイクル性能の大幅向上に成功～**

（株）GSユアサは、金属リチウムの負極材料と「硫黄-多孔性カーボン複合体」正極材料<sup>注1)</sup>とを備えるリチウム-硫黄電池の充放電サイクル性能を飛躍的に高めることに成功しました（図1）。

今回のリチウム-硫黄電池におけるサイクル性能向上の達成は、従来のリチウムイオン電池の3倍のエネルギー密度を持つシリコン-硫黄電池<sup>\*1)</sup>の実用化に向けて、当社が大きく前進したことを意味します。

今後は、負極にシリコン系材料を用いることで、そのサイクル性能をさらに高めたシリコン-硫黄電池の実用化技術開発を進めます。

正極材料に用いる硫黄は、低コスト、資源的に豊富、

および環境有害性が低いことに加えて、その理論容量（1675 mAh g<sup>-1</sup><sup>注2)</sup>）は、従来のリチウムイオン電池用正極材料のものに比べて非常に高いことから、次世代リチウム二次電池の正極材料として期待されています。

しかしながら、正極の放電反応により生成する反応中間体（多硫化物）の電解液への溶解度が高いため、正極から多硫化物が容易に溶出することと、その溶出した多硫化物が正負極間で酸化還元反応を繰り返すために、自己放電が生じることから、充放電サイクルにともない容量が大きく低下するので、実用化に至っていません<sup>\*2)</sup>。

当社は、電解液添加剤により多硫化物の溶出を抑制するとともに、カチオン交換膜<sup>注3)</sup>をセパレータに用いることによって、多硫化物の正負極間の移動に起因する自己放電を防止した結果、硫黄-カーボン複合体正極材料あたりの容量を損なうことなく、この材料を用いたリチウム-硫黄電池の充放電サイクルにともな

う容量低下を止めること、つまり、充放電サイクル性能を飛躍的に高めることに成功しました。

GSユアサは、より高いエネルギー密度をもつ次世代リチウム二次電池の開発を通じて、今後も低炭素社会の実現に貢献してまいります。

\*1 GSユアサは2014年11月にシリコン-硫黄電池の正負極材料あたりのエネルギー密度<sup>注4)</sup>が、従来のリチウムイオン電池（当社市販の電気自動車用リチウムイオン電池）のものに比べて3倍であること、および2020年のサンプル出荷を目指すことを発表しております。

\*2 これまで、ポリマーと硫黄とを複合化することで多硫化物の溶出を抑制する技術が提案されていますが、その溶出抑制効果は完全ではなく、サイクル性能が依然低いレベルにあるばかりか、その複合化により硫黄の含有率が低下するため、その複合体正極材料あたりの容量は800 mAh g<sup>-1</sup>以下にとどまっていた。

<参考>

1. 本件に関する過去のリリース(2014年11月17日)  
[http://www.gs-yuasa.com/jp/newsrelease/article.php?ucode=gs150606000818\\_29](http://www.gs-yuasa.com/jp/newsrelease/article.php?ucode=gs150606000818_29)
2. 本成果の一部を、2015年11月11～13日に開催の「第56回電池討論会」で発表しました。

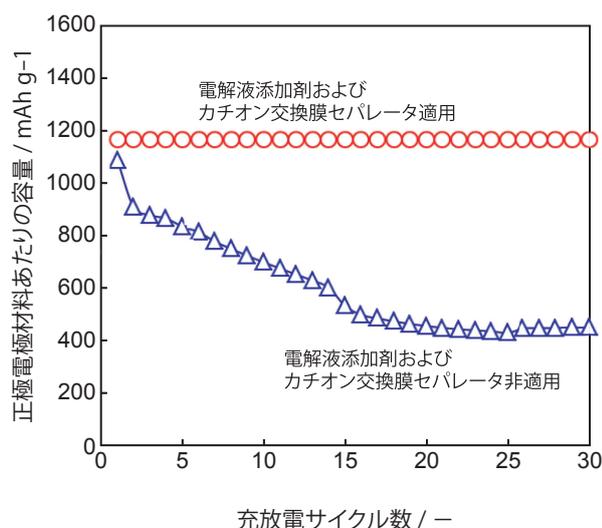
<用語解説>

- 注1) 「硫黄-多孔性カーボン複合体」正極材料  
 従来のリチウムイオン電池用正極材料に比べて、8倍の容量(1000 mAh g<sup>-1</sup>)をもつ正極材料  
 また、容量とは1gの電極材料から取り出すことのできる電気量
- 注2) mAh g<sup>-1</sup> (ミリアンペアアワーパーグラム)  
 容量の単位で、mAh/gとも表記する
- 注3) カチオン交換膜  
 カチオン(Li<sup>+</sup>イオンなどのように、正の電荷を帯びた原子)を選択的にとおす高分子膜
- 注4) 正負極材料質量あたりのエネルギー密度  
 電池を構成する電池ケース、集電板、セパレータ、および電解液などの部材を除き、電極材料のみの質量から計算したエネルギー密度

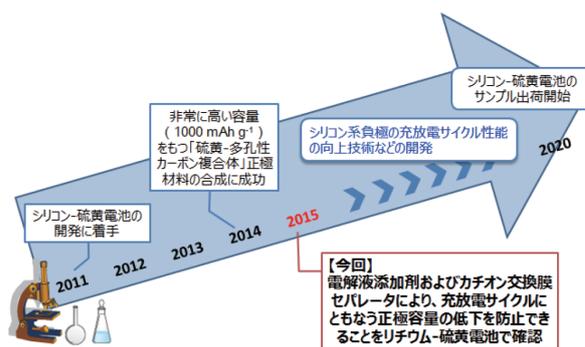
<問い合わせ先>

(株)GSユアサ 広報・IR室

<図1 リチウム-硫黄電池の充放電サイクル特性>



<図2 シリコン-硫黄電池の実用化に向けたイメージ図>



## GSユアサ、2015年度デミング賞\*を受賞

(株)GSユアサは、2015年10月6日に2015年度「デミング賞」を受賞しました。2015年11月11日に受賞報告講演会ならびに授賞式が経団連会館で開催され、日本科学技術連盟からデミングメダルと賞状が授与されました。

今回の受賞では、生販一体となったTQM（総合的品質管理）活動の推進・展開をベースとした経営課題への取り組み、工場出荷高とコスト削減による創出利益額の目標達成といった体質改善結果が評価されました。

今後もGSユアサグループは、積み重ねてきた電池技術で人と社会と地球環境に貢献してまいります。

\*「デミング賞」とは、戦後の日本に統計的品質管理を普及し、日本製品の品質を世界最高水準に押し上げた大きな礎となった、故 William Edwards Deming 博士の功績を記念して1951年に創設された、TQM（総合的品質管理）に関する世界最高ランクの賞です（出典：日本科学技術連盟デミング賞委員会）。

### <受賞組織>

(株)GSユアサ 産業電池電源事業部  
産業電池生産本部（本部長：田淵 淳）

### <受賞理由>

#### 1. TQM をベースとした経営活動の実施

産業電池生産本部（以下、同本部）は2009年度にTQMを本格的に導入、「品質向上計画の必達と重要品質問題の解決」などの経営課題を明確化し、達成すべき経営目標の明晰さを重視したTQMマスタープランを策定。その上で、トップの強力なリーダーシップのもと、同本部が一丸となって本活動を戦略的に推進・展開して経営課題に取り組み、成果をあげている。

#### 2. 現場力を活用した改善活動

利益創出を目指し、能率改善、原価低減活動に関して製造部、技術部、生産管理部などが部門横断的なプロジェクト活動として取り組んでいる。

#### 3. 多様な品種構成と生販一体となった供給体制の構築

非常用のバックアップ電源や電動車両用の蓄電池な

ど、社会インフラを支える蓄電池および関連製品を開発・生産・供給する企業として、多様な顧客ニーズに応える合理的な製品開発プロセスと、補修に備えたサービス体制を構築し、ブランド力と顧客満足度の向上を図っている。

<授賞式にて賞状を授与される村尾社長（写真左）>



<受賞報告講演を行う 田淵本部長>



<問い合わせ先>

(株)GSユアサ 広報・IR室

## 日本仕様の EN 規格鉛蓄電池 ～トヨタ自動車「新型プリウス」に採用～

(株)GSユアサが開発した EN 規格 (欧州統一規格) 鉛蓄電池「LN1」が、トヨタ自動車(株) 殿が 2015 年 12 月 9 日に発売開始された 4 代目新型プリウスの補機用鉛蓄電池として採用されました。

EN 規格は欧州の寒冷な気候に合わせた規格であり、鉛蓄電池に求められる性能も CCA (Cold Cranking Ampere) \*<sup>1</sup> の優劣が重視される傾向にあるため、温暖化が進む日本での使用には改良の必要があります。「LN1」は、日本の気候風土に適応し、かつ JIS 規格 (日本工業規格) の安全性にも合致した「日本仕様の EN 規格鉛蓄電池」として開発した鉛蓄電池です。

また、4 代目プリウスの特長として、重心を低くして走行性能を高めるためのさまざまな改良がなされています。EN 規格鉛蓄電池は、従来の JIS 規格の鉛蓄電池よりも高さが低いため、車高を低く抑えた車両の設計にも対応できます。

当社の EN 規格鉛蓄電池は、JIS 規格の鉛蓄電池で培った「安心」と「性能」を兼ね備えた技術を投入しており、2015 年発売のシエンタ HV には「LN0」、アルファード・ヴェルファイア HV には「LN2」が採用されています。また当社は、今後見込まれる日本市場での EN 規格鉛蓄電池の取り替え需要増加を見据え、順次ラインアップを拡充する予定です。

GSユアサは EN 規格鉛蓄電池を日本のみならず海外でも生産しており、今後もグローバルにお客様のニーズにお応えしていきます。

### <特長>

1. 十分な電解液量を確保し、JIS タイプと同レベルのローメンテナンス性を実現
2. 新型格子デザインの極板を採用することにより、性能を維持しつつ軽量化を実現し、車両の低燃費化に貢献
3. 一括排気タイプ\*<sup>2</sup>には注液栓付二重蓋を採用し、さらなるローメンテナンスを実現

\*<sup>1</sup> 低温時の始動性能を示す尺度

\*<sup>2</sup> LN1 は一括排気タイプではありません

### <仕様>

製品名	LN0	LN1	LN2
公称電圧	12 / V	12 / V	12 / V
20 時間率容量	35 / Ah	45 / Ah	51 / Ah
最大外形寸法 / W×D×H	175×175×190 mm	207×175×190 mm	242×175×190 mm
質量 (約)	10.0 Kg	11.5 kg	14.0 kg

### < EN 規格蓄電池 (左から LN2, LN1, LN0) >



### <問い合わせ先>

(株)GSユアサ 自動車電池事業本部  
営業本部 直需営業部 中部営業グループ

### 上海振華重工殿から港湾 AGV 用 リチウムイオン電池システムを受注

(株)GSユアサは、上海振華重工(英文社名: Shanghai Zhenhua Heavy Industries Company Limited. 以下、ZPMC) 殿が中国上海市の洋山深水港区四期に納入する港湾 AGV(無人搬送車)の駆動用リチウムイオン電池システムを受注しました。当社製のリチウムイオン電池が搭載された50台の港湾 AGVは、2017年1月より運用が開始される予定です。

今回受注したシステムには、大容量タイプのリチウムイオン電池「LIM50EN-12」を使用し、1台の港湾用 AGVに1,800セルの蓄電池が搭載されます。港湾用 AGVは、海上輸送用コンテナを集積するコンテナヤードから、コンテナ船への荷役を行うガントリークレーンの間を無人自動運転で往復しコンテナ搬送する車両で、港湾物流拠点の効率化に貢献します。

GSユアサのリチウムイオン電池は、大容量や高入出力など幅広い用途に対応が可能です。大規模蓄電システムや鉄道車両をはじめとした産業用途、またロケットや人工衛星の特殊用途など様々な分野で使用されています。ハイブリッド車やプラグインハイブリッド車など電動化車両の需要が拡大している車載用とともに、今後はさらに、産業分野でも用途拡大を図り、省エネルギー社会に貢献してまいります。

#### <リチウムイオン電池の仕様>

モジュール形式	LIM50EN-12S2-F2-1 (12セルモジュール)
公称電圧	44.4 / V
公称容量	50 / Ah (2200 Wh)
構成	15直列 10並列

#### <リチウムイオン電池モジュール LIM50EN-12 >



#### <問い合わせ先>

(株)GSユアサ 国際事業部 産業電池販売本部  
営業部 リチウムイオン電池グループ

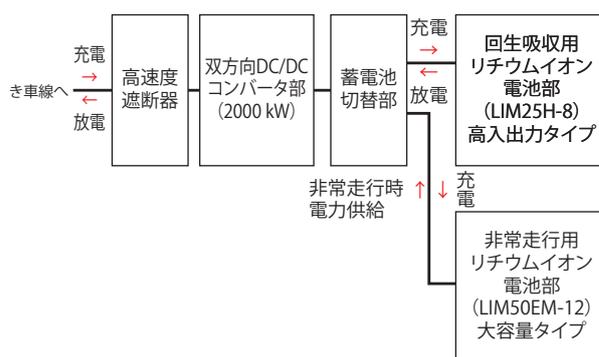
**多摩都市モノレール殿向け  
2,000 kW 出力の回生電力貯蔵装置を受注**

(株)GSユアサは、多摩都市モノレール(株) 殿から 2,000 kW 出力の回生電力貯蔵装置 E<sup>3</sup> Solution System <イースリー ソリューション システム> を受注しました。日野変電所に設置され、2016年6月に運用が開始される予定です。

今回受注した回生電力貯蔵装置 E<sup>3</sup> Solution System は、高入出力タイプの回生吸収用リチウムイオン電池「LIM25H-8」と大容量タイプの非常走行用リチウムイオン電池「LIM50EN-12」という2種類の蓄電池を搭載します。電車制動時に発生する回生電力を回生吸収用リチウムイオン電池に蓄え、電車の加速時に電力を放出することで電力をリサイクルし、省エネルギーを実現します。また、変電所停電時には駅間に停止した車両を最寄駅まで安全に退避させるため、非常走行用リチウムイオン電池から電力を供給し、鉄道の安全輸送に貢献します。

GSユアサのリチウムイオン電池は、大容量や高入出力など幅広い用途に対応が可能です。回生電力貯蔵装置をはじめ、大規模蓄電システム、ハイブリッドクレーンやAGV(無人搬送車)などの産業用途に広くご採用いただいております。またロケットや人工衛星などの特殊用途など様々な分野で使用されています。今後も、GSユアサグループは蓄電池を活用したシステムを普及させることにより、災害対策や省エネルギー社会に貢献してまいります。

<システム構成図>



<回生吸収用リチウムイオン電池「LIM25H-8」>



<非常走行用リチウムイオン電池「LIM50EN-12」>



<システム容量>

項目	定格容量	備考
双方向 DC/DC コンバータ*	2000 kW	1000 kW コンバータ × 2 台
回生吸収用リチウムイオン電池	74.88 kWh	LIM25H-8 × 26 直列 × 4 並列
非常走行用リチウムイオン電池	202.46 kWh	LIM50EN-12 × 16 直列 × 6 並列

\* 双方向 DC/DC コンバータは東洋電機製造(株)製です。

<問い合わせ先>

(株)GSユアサ 産業電池電源事業部  
新エネルギー推進本部  
事業推進部 第一グループ

**二国間クレジット制度案件  
組成事業に採択**  
～バングラデシュでリチウムイオン電池を  
活用して省エネルギー化～

(株)GSユアサは、環境省の平成27年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金(二国間クレジット制度\*案件組成事業)に採択され、交付決定の通知を受けました。

当社は、29,521千円の本補助金交付を受け、バングラデシュ国内最大手の携帯電話会社であるグラミンフォン(Grameenphone)社が所有する携帯電話基地局5局にリチウムイオン電池を納入します。系統電力が不安定な地域にある携帯電話基地局では、ディーゼル発電機を稼働することで電力を補っています。当社のリチウムイオン電池を活用した省エネルギー化により、ディーゼル発電機の稼働時間を大幅に抑え、二酸化炭素の排出量削減を行う事業の組成を目指します。

GSユアサは、大容量タイプや高入出力タイプのリチウムイオン電池をラインアップしており、幅広い用途に対応が可能です。大規模蓄電システムや鉄道車両をはじめとした産業用途、またロケットや人工衛星の特殊用途など様々な分野で使用されています。電気自動車、ハイブリッド車やプラグインハイブリッド車など電動化車両の需要が拡大している車載用とともに、今後はさらに、産業分野でも用途拡大を図り、省エネルギー社会に貢献してまいります。

\* 二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism)  
二国間文書に署名した海外相手国において、温室効果ガス削減技術・製品・システム・サービス・インフラなどの普及や対策を導入して日本として排出削減に貢献し、その貢献に応じて排出削減量を日本の排出削減目標に充当可能とするもので、国策の重要な柱として官民一体で進められている取り組み。

<リチウムイオン電池モジュールの仕様>

形式	LIM50E-13
公称電圧	48.1 V
定格容量	47.5 Ah (2,284.8 Wh)

<リチウムイオン電池モジュール>



<問い合わせ先>

(株)GSユアサ 国際事業部 産業電池販売本部  
営業部 リチウムイオン電池グループ

内閣府の第2回宇宙開発利用大賞  
「経済産業大臣賞」を受賞  
～リチウムイオン電池による  
人工衛星電源の小型・軽量・長寿命化～

GSユアサグループの(株)ジーエス・ユアサ テクノロジー(以下、GYT)は、内閣府主催の第2回宇宙開発利用大賞\*において、「経済産業大臣賞」を受賞しました。

今回の受賞では、世界に先駆けて人工衛星用のリチウムイオン電池を開発し、人工衛星の打ち上げコストの大幅な低減と運用年数の飛躍的な向上に貢献したこと、今日までに100機以上の衛星への搭載実績があることなどが評価されました。

GYTは特殊用途の電池や電源を開発・製造販売しており、海・陸・空(水深6,500mの深海から、上空36,000kmの宇宙空間まで)の特殊環境フィールドで、高性能かつ高品質な電池をお届けしています。

今後も高性能リチウムイオン電池の開発・製造を通じて宇宙開発事業へ貢献してまいります。

\* 宇宙開発利用大賞とは

宇宙開発利用の推進において大きな成果を収める、先導的な取り組みを行うなど、宇宙開発利用の推進に多大な貢献をした優れた成功事例に関し、その功績をたたえることにより、我が国の宇宙開発利用の更なる進展や宇宙開発利用に対する国民の認識と理解の醸成に寄与することを目的とする表彰制度です。

<事例名>

『リチウムイオン電池による人工衛星電源の小型・軽量・長寿命化』

<受賞者>

(株)ジーエス・ユアサ テクノロジー  
特殊・リチウム電池本部  
大型リチウムイオン技術グループ  
今村 文隆 担当課長  
岩本 達也 担当課長  
瀬川 全澄 担当課長

『リチウムイオン電池による人工衛星電源の小型・軽量・長寿命化』の詳細は、以下リンク先をご参照ください。

<http://www.gs-yuasa.com/jp/info/pdf/20160311.pdf>

<問い合わせ先>

(株)ジーエス・ユアサ テクノロジー 営業部

**GSユアサの宇宙用リチウムイオン電池、  
採用数 110 機以上に到達  
～ 軌道投入総容量は世界トップクラスへ～**

(株)GSユアサの子会社である(株)ジーエス・ユアサテクノロジー(以下、GYT)が製造する宇宙用リチウムイオン電池は、人工衛星や宇宙ステーション補給機などの宇宙機への採用数が110機を超えました。2015年度末には軌道へ投入された総容量は世界トップクラス\*である2.3MWhとなります。さらに、総容量は2017年末までにはほぼ倍増することが見込まれています。

GSユアサグループは、1980年代後半からリチウムイオン電池の開発を開始し、宇宙用リチウムイオン電池の製造は1998年からおこなっています。数多くの宇宙プロジェクトを通して得た知識と、研究開発の結果に基づいて2011年に発売した第3世代のリチウムイオン電池は、ベースとなるケミストリおよび構造を第2世代から変化させることなく大幅な性能向上を実現しました。さらに業界をリードする採用実績が認められ、有人対応ミッションへの採用が決まっています。

GYTは10年以上の経験と累計数百年分の寿命評価データをもとに、様々なケースにおいて、正確に性能・寿命を予測できる宇宙用リチウムイオン電池の寿命モデルを開発・検証してきました。その予測結果をもとにして、私たちはお客様とともに各ミッションの独自の要求を満足する最適な電池容量およびバッテリー構成の検討を行っています。

GSユアサグループは、業界トップクラスを誇る宇宙用リチウムイオン電池の打ち上げ実績をさらに積み重ねて、これからもお客様に安心と成功をお届けします。

\* 当社推定

<宇宙用リチウムイオン電池の特徴>

- ・高エネルギー密度
- ・低く安定した内部抵抗
- ・優れた寿命性能
- ・宇宙用に認定
- ・42 Ahから 200 Ah までの幅広いラインアップ

<宇宙用リチウムイオン電池の実績>

- ・累計 2.3 MWh の容量を軌道に投入 (世界トップクラス)
- ・有人対応ミッションを含む 110 機以上の衛星の電源として採用
- ・設計寿命 15 年以上
- ・実運用実績 10 年以上
- ・軌道上での異常、不具合ゼロ

<宇宙用リチウムイオン電池>



<問い合わせ先>

(株)ジーエス・ユアサテクノロジー 営業部

### H-IIA ロケット 29号機に ジーエス・ユアサ テクノロジー製の 大容量リチウムイオン電池を搭載

GSユアサグループの(株)ジーエス・ユアサ テクノロジー(以下、GYT)製の大容量リチウムイオン電池が2015年11月24日に、三菱重工業(株)(以下、MHI)殿と国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(以下、JAXA)殿により種子島宇宙センターから打ち上げられたH-IIA ロケット 29号機〔高度化仕様〕に、搭載されました。

高度化仕様のH-IIA ロケット 29号機は、エンジンが改良されたことにより従来よりも飛行性能が向上し、2段機体で宇宙空間を長時間飛行することができます。これにより人工衛星を静止軌道により近い軌道に投入することが可能となり、その分、衛星の燃料を節約できることから、衛星運用の長寿命化を実現できるようになりました。

これまでH-IIA ロケットの電子機器の電源としてGYT製のリチウムイオン電池が搭載されていましたが、29号機では2段機体のミッション時間延長に伴う必要電力量の増加に対応すべく、MHI殿とともに当社が新たに開発した、従来比約2倍の容量を持つリチウムイオン電池が搭載されています(出展:三菱重工技報, Vol.51, No.4(2014))。

GYTは、特殊用途の電池や電源を開発・製造販売しており、海・陸・空(水深6,500mの深海から、上空36,000kmの宇宙空間まで)の特殊環境フィールドで、高性能かつ高品質な電池をお届けしています。

今後も高性能リチウムイオン電池の開発・製造を通じて、宇宙開発事業へ貢献してまいります。

#### <リチウムイオン電池の仕様>

構成	LFC 80 × 8 セル
公称電圧	28 / V
容量	80 / A h
寸法 / W×D×H	400 × 300 × 210 mm
質量	23 / kg

#### <リチウムイオン電池のセル(上)とモジュール(下)>



#### <問い合わせ先>

(株)ジーエス・ユアサ テクノロジー 営業部

### X線天文衛星「ASTRO-H」に ジーエス・ユアサ テクノロジー製の 高性能リチウムイオン電池が採用

GSユアサグループの(株)ジーエス・ユアサ テクノロジー(以下、GYT)製の高性能リチウムイオン電池が2016年2月17日に、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(以下、JAXA) 殿が種子島宇宙センターから打ち上げたX線天文衛星「ASTRO-H」(日本電気(株) 殿が衛星インテグレーションを担当)に、採用されました。

今回「ASTRO-H」に搭載されたのは、宇宙用リチウムイオン電池「JMG100」(100 Ah)です。この電池は、GYTの製品技術をベースにJAXA 研究開発部門 殿からの委託を受けて開発したもので、JAXA コンポーネントとして登録されています。

JAXA コンポーネント登録とは、人工衛星に共通で使用される搭載コンポーネントやデバイスを開発し、JAXA データベースに登録・開示する制度です。これまでに「JMG050」(50 Ah)と「JMG100」、「JMG150」(150 Ah)が登録されており、さらにラインアップ化を進めています。

GYTは特殊用途の電池や電源を開発・製造販売しており、海・陸・空(水深6,500 mの深海から、上空36,000kmの宇宙空間まで)の特殊環境フィールドで、高性能かつ高品質な電池をお届けしています。

今後も高性能リチウムイオン電池の開発・製造を通じて宇宙開発事業へ貢献してまいります。

#### <リチウムイオン電池の仕様>

項目	仕様
部品番号	JMG100
公称電圧	3.7 / V
容量	100 / Ah
寸法 / W×D×H	130 × 50 × 208 mm
質量	2,800 / g

#### <宇宙用リチウムイオン電池「JMG050」(左)と「JMG100」(右)>



#### <問い合わせ先>

(株)ジーエス・ユアサ テクノロジー 営業部

## GSユアサによる大型リチウムイオン電池の開発の歩み（その1）

－世界初の角形ケースと車載用に有利な縦巻き電極体の発想－

GSユアサは、1990年前後からリチウムイオン電池の開発を始め、1997年に携帯電話用のリチウムイオン電池の生産を開始した。その後、事業の軸足を小型電池から大型電池にシフトし、2002年から産業用リチウムイオン電池「LIMシリーズ」の生産を開始した（図1参照）。「LIMシリーズ」は、鉄道、産業機械、エネルギー・電源などの多くの産業用途で実績を重ねている。2008年には、車載用リチウムイオン電池「LEV50」を開発し、この電池は、世界に先駆けて量産電気自動車に採用された（図2参照）。

GSユアサの大型リチウムイオン電池は、一貫して「角形ケース」と「縦巻き電極体」を採用してきた。本稿では、技術の変遷を振り返り、大型リチウムイオン電池において現在当たり前のように使われているこれらの構造がいかに開発されたか、その歩みを紹介する。



図1 LIM40電池の外観写真\*1



図2 LEV50電池の外観写真\*2

## 1. 世界初の角形ケース

GSユアサは、1985年に、世界で初めて、「角形ケース」を用いた小型密閉式ニッケルカドミウム電池「GPシリーズ」を開発した（図3、図4参照）。

収納スペースにムダの生じない形状が評価され、この角形ニカド電池は、当時大流行した携帯音楽プレーヤーに採用された\*3。

さらに、1992年に角形ニッケル水素電池「HPシリーズ」、そして、1995年には角形リチウムイオン電池「LPシリーズ」を開発した。

## 2. 世界初の縦巻き電極体

携帯電話などの用途の小型リチウムイオン電池では、正極板と負極板を渦巻きのように巻いて、それを渦巻きの中心が上下方向を向くようにしてケースに収容する「横巻き電極体」が主流だった（図5左参照）。

GSユアサは小型リチウムイオン電池「LPシリーズ」において、正極板と負極板を長円筒形状に巻いた電極体を、円弧部分を下向きにして角形ケース内に挿入する「縦巻き電極体」を採用した（図5右参照）。

横巻き電極体の場合、電極体の端部が角形ケースの縁（ふち）に引っ掛かり損傷しやすいため、電極体の厚みを角形ケースの開口幅の90%以下にせざるをえなかった。これに対し、縦巻き電極体は、電極体の円弧部分からケースに挿入するため角形ケースの縁で電



図3 GPシリーズの外観写真



図4 角形ケースの深絞り連続工程

極体が損傷することを防止できる。そのため、横巻き電極体よりも厚い電極体でもスムーズに挿入できる。この「縦巻き電極体」の開発により、エネルギー密度の向上と生産性の向上を同時に実現した。

### 3. 車載用に有利な縦巻き電極体

GSユアサにおいて最初に量産化された大型リチウムイオン電池（宇宙用途）は、横巻き電極体を採用していた（図6参照）。この用途では、非常に高いエネルギー密度を要求されるために、可能な限りデッドスペースを小さくした長円形のセルケースと横巻き電極体の組み合わせが採用されている。

しかし、車載用途（特に電気自動車用途）では、多数の大型リチウムイオン電池を限られたスペースに効率良く収容することが求められた。それと同時に、各電池において電池容量を確保しながら電池の高さを低くすることが求められた。そこで、横長の角形ケース

に、複数の縦巻き電極体を挿入する構造が考案された（図7参照）。

複数の電極体を収納した場合、角形ケース内のデッドスペースが小さくなる。つまり、スペースを有効利用できて、電池容量、エネルギー密度を向上できる。1個の円筒形電極体を収納したときのデッドスペースは約22%であるが、2個の電極体を収納したときは約11%に、4個の電極体を収納したときは約5%にまでデッドスペースを小さくできる。

また、「電極体を厚くしても、角形ケースの縁で電極体が損傷することを防止できる」という縦巻き電極体の利点が十分に活かされて、この構造はエネルギー密度の向上と生産性の向上に大きく貢献した。

以上、本稿では、GSユアサが「角形ケース」と「縦巻き電極体」を大型リチウムイオン電池に採用するまでの技術の変遷を振り返った。「その2」では、大型リチウムイオン電池における重要な機構部品である「集電体」の開発の歩みを紹介する。

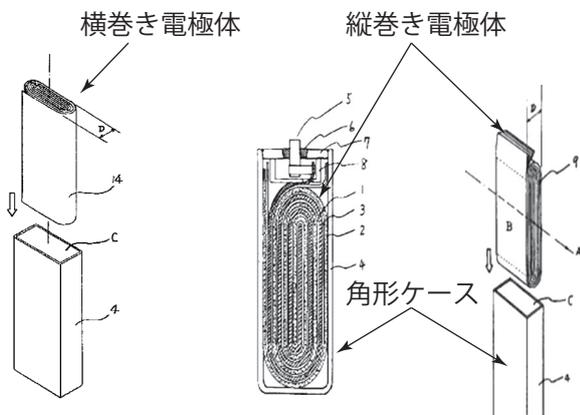


図5 小型電池の横巻き電極体と、縦巻き電極体\*4

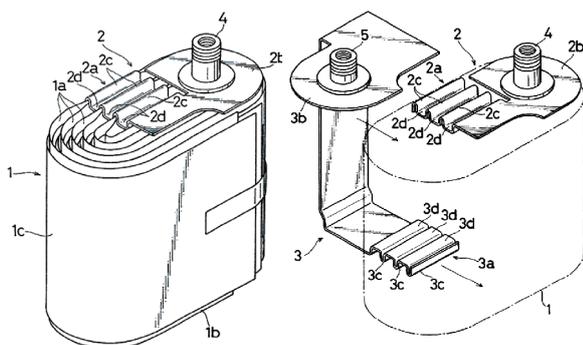


図6 最初に開発された大型リチウムイオン電池\*5

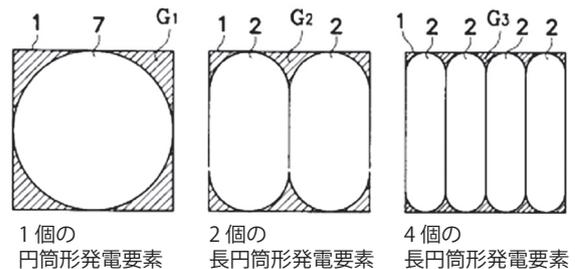
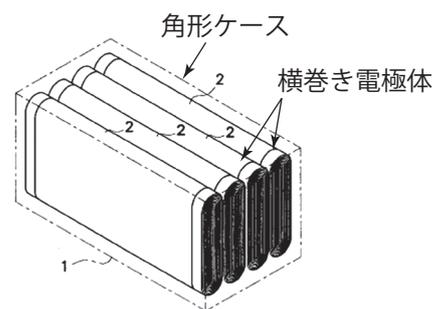


図7 角形ケースに複数の縦巻き電極体\*6

- \* 1 GS News Technical Report 第 62 巻, 第 2 号, 2003 年 .
- \* 2 GS Yuasa Technical Report 第 5 巻, 第 1 号, 2008 年 .
- \* 3 『最新実用二次電池 —その選び方と使い方—』, 日本電池株式会社 編, 日刊工業新聞社, 1995 年.
- \* 4 日本特許第 2692533 号 (1993 年出願) .
- \* 5 日本特許第 4099609 号, 日本特許第 4099610 号, 米国特許第 6440604 号 (1998 年出願) .
- \* 6 日本特許第 4552237 号 (1999 年出願) .

<問い合わせ先>

(株)GSユアサ 知的財産部

## GSユアサによる大型リチウムイオン電池 の開発の歩み（その2） —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」の開発ストーリーを振り返る。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、リボットの軸部が、外側パッキン、電池蓋、内側パッキンを貫通して、集電体の本体部に固定されていた。



図1 LPシリーズの外観写真

### 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。

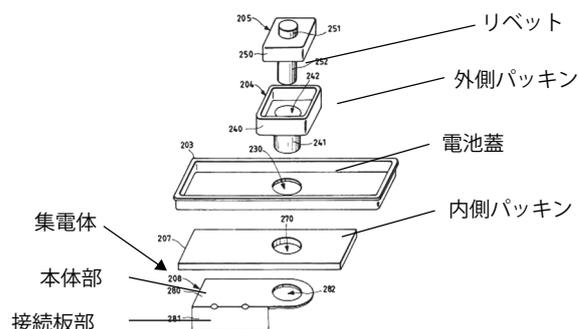


図2 LPシリーズの集電体\*1



図3 LIM40電池の外観写真

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、超音波溶接が行われた（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、接続板部が長いいため、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。

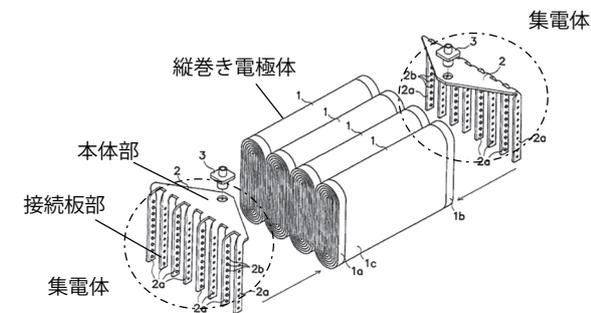


図4 LIMシリーズの集電体\*2

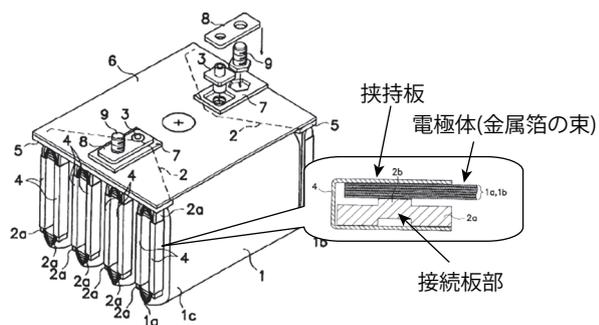


図5 LIMシリーズの集電構造\*3

### 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、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。

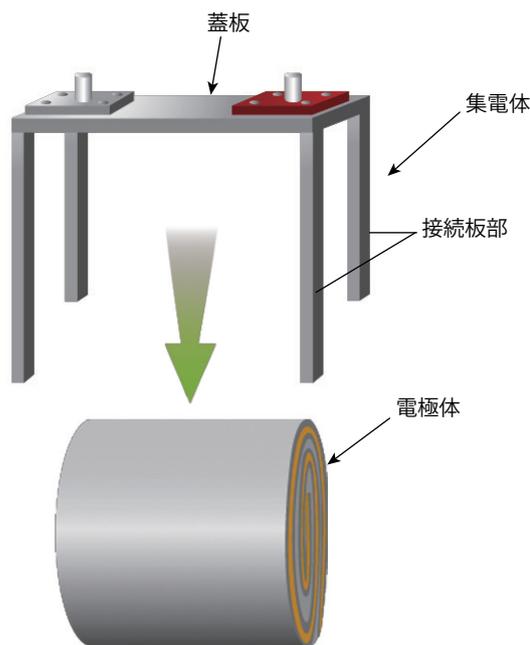


図6 組立工程のイメージ図

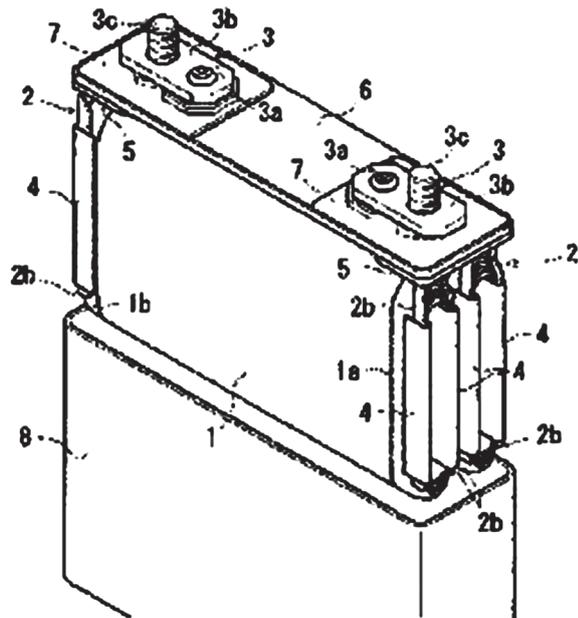


図7 LIMシリーズの組立工程\*4

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。

- \*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

## GSユアサによる大型リチウムイオン電池 の開発の歩み (その3) —集電構造と生産プロセスの更なる探究—

「その2」で、GSユアサの大型リチウムイオン電池に採用された「集電構造」の開発経緯と、生産性の大幅な向上を可能とした「生産プロセス」を紹介した。本稿では、「集電構造」および「生産プロセス」の、その後の発展を振り返る。

### 1. 自動化に適した生産プロセス

GSユアサは、まず蓋板と集電体を固定し、次いで集電体の接続板部と電極体の端部（金属箔の束）を接合するようにしたことを、「その2」で紹介した。接合方法として超音波溶接を用いる場合、集電体の接続板部と金属箔の束を位置合わせした状態で、挟持板を用いてそれらを固定していた（図1参照）。しかし、3つの部品（接続板部、金属箔の束、挟持板）の位置合わせを必要とするこの工程は、自動化には馴染まなかった。

GSユアサは、大量生産と更なるコストダウンを可能とするべく、より自動化に適した生産プロセスを考案した。図2に示すように、まず電極体端部の金属箔の束のみを挟持板で挟み、次にその挟持板の外側に集電体の接続板部を配置するようにした。この方法では、金属箔の束を挟持板で挟むときも、挟持板の外側に接続板部を配置するときも、2つの部品の位置合わせで済む。この新たな生産プロセスにより、手作業を廃し、自動組立が可能となった。

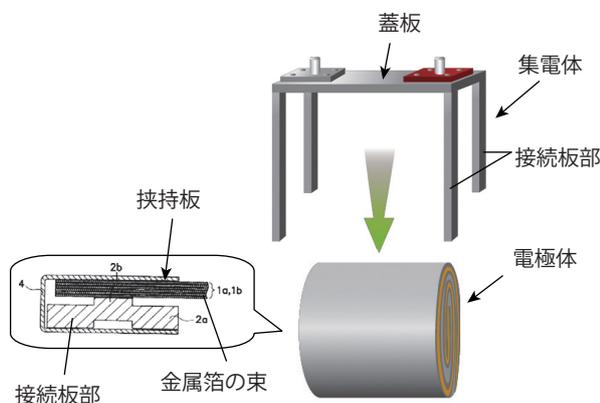


図1 従来の組立工程のイメージ図

### 2. 溶接作業を容易にする集電体

超音波溶接は、振動子（超音波ホーン）と受け治具（アンビル）との間に、溶接する2つ以上の部品を挟み、ホーンの振動を部品に伝えることでおこなわれる。金属箔の束を集電体の接続板部に溶接するには、超音波ホーンの振動を金属箔の束に伝えて金属箔を振動させる必要がある。上述の図2の例のように、金属箔の束が、集電体の接続板部の内側に位置していると、超音波ホーンの振動を金属箔の束に伝える設備が複雑になる。

そこでGSユアサは、新しい設計の集電体を開発した（図3参照）。この集電体は、電極体の左右方向の位置決めをおこなう第一板部と、第一板部から折り曲げられた第二板部を有していた。

電極体は前方から、一对の集電体の間にはめこまれ、その際に集電体の第一板部が電極体の左右方向の位置決めをおこなう。これにより、集電体の第二板部が、後方から電極体を支持するようになるが、電極体の前

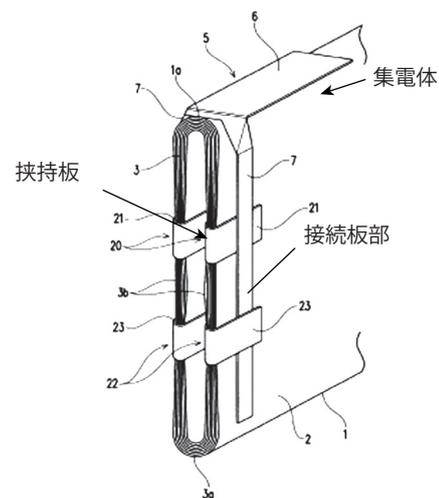


図2 自動化に適した新たな組立工程\*1

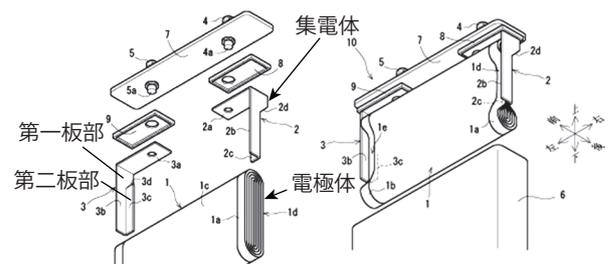


図3 新しい設計の集電体\*2

方は集電体に覆われることなく露呈する。そのため、超音波ホーンを、前方から、電極体端部の金属箔の束にスムーズに接近させることができ、設備をシンプルにできるようになった。

GSユアサは、2011年にハイブリッド自動車用リチウムイオン電池「EH4」を市場投入した(図4参照)。

「EH4」では、上述の図3の集電体をさらに発展させた、図5に示す集電体が採用された。板状の集電体にスリットを形成し、そのスリットで二分された板をそれぞれ内側に捻ることで、一対の挿入部を形成した。

電極体と集電体の組立時には、電極体端部の金属箔の束が、束の中央で二分される。それにより形成された金属箔の束の中央空間に、集電体の一対の挿入部が挿入される。二分された金属箔の束それぞれの、内側には集電体の挿入部が位置するが、外側は集電体に覆われることなく露呈する。そのため、超音波ホーンを、外側から、金属箔の束にスムーズに接近させることができた。

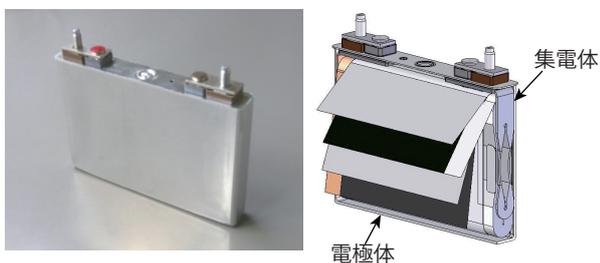


図4 EH4電池の外観写真と内部構造

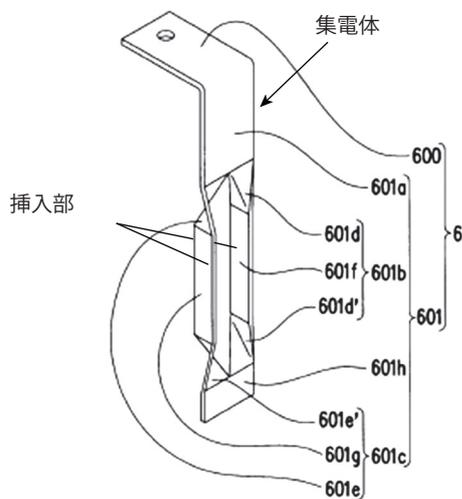


図5 EH4電池の集電体\*<sup>3</sup>

### 3. 金属箔を傷めない挟持板

さらに「EH4」では、新しい設計の挟持板が採用された(図6参照)。

この挟持板は、四角形状の板であって、二分された金属箔の束それぞれの外側に配置された。挟持板の中央部は、金属箔の束を挟んで反対側に位置する挿入部とほぼ平行に配置されて金属箔を支持するが、挟持板の周辺部は、金属箔から徐々に離れるように傾斜する。この形状により、超音波溶接時に、金属箔が挟持板のふちで損傷することを抑制できるようになった。また、自動車走行時の耐振動性も向上した。

以上、本稿では、大型リチウムイオン電池用の「集電構造」および「生産プロセス」の発展を振り返った。次回「その4」では、大型リチウムイオン電池における絶縁機能のために重要な機構部品である「ガスケット」の開発の歩みを紹介する。

- \*1 日本特許第 5796794 号, 米国特許第 8932740 号 (2009 年出願)
- \*2 日本特許第 5716398 号, 中国特許第 200980121676.3 号 (2008 年出願)
- \*3 日本特許第 5717008 号, 米国特許第号 9,123,475 号, 中国特許第 201180005062.6 号 (2010 年出願)
- \*4 米国特許第 9159505 号, 欧州特許第 2565962 号 (2011 年出願)

<問い合わせ先>

(株)GSユアサ 知的財産部

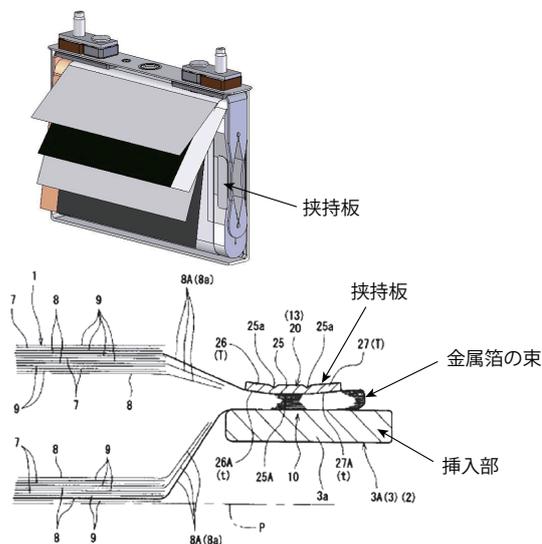


図6 EH4電池の挟持板\*<sup>4</sup>