

産業用鉛蓄電池の新世代技術

New Technology for Industrial Lead-Acid Battery

下浦 一郎 *Ichiro Shimoura*

開発統括本部 電池技術開発センター 産業電池開発部

Chih-Te Wei

Technical Headquarters, Hitachi Chemical Energy Technology Co., Ltd.

1 概要

近年、鉛蓄電池は、電源バックアップ、主電源システム、車両用電源等への需要も高まり、その性能向上は一刻も猶予できない状況にある。また、環境面での関心も高まり、環境に適応した資源節約型の電池が要求されている。電池容量、高率放電性能、そして寿命等性能と、環境適応性を同時に向上させることは、克服すべき重要課題である。本論文では、当社で開発したPPC(Pure lead, Punching, Carbon)技術を紹介する。その内容は、革新的な構造設計と最先端のカーボン材配合技術との組み合わせにより電池性能を大幅に向上させ、さらに自動化による製品の安定性および歩留りを高めるものである。また、製造工程でのエネルギー消費および水使用量の低減により、製品のカーボンフットプリントを低減し、環境に優しい製品を実現する。

Today, the demand for the lead acid battery, such as vehicle, industrial backup, and industrial starter uses have constantly grown, and the improvements of the lead acid battery performance can afford no further delay. In addition, as the interest to the environmental aspect increases, resources saving batteries are required.

Improving the four elements, battery capacity, high-rate discharge characteristics, service life and environmental applicability at the same time is an ultimate challenge.

For this solution, this article will introduce our latest technology, Pure lead, Punching, Carbon technology (hear in after PPC). This technology has combined the cutting edge of the carbon material compounding techniques with innovative structure design, greatly enhancing the battery performance. In addition, we have developed an automation system for the PPC technology, achieving product quality stabilization and high yield rate. The technology will also reduce water and energy usage, resulting to reduce carbon footprint, and achieving to produce an environmental friendly product.

2 開発技術の特徴

- ・粒界腐食のない合金材料を格子に適用することで、格子の耐食性を向上させて電池寿命を延ばす。
- ・銅芯を埋め込んだ端子とストラップを自動溶接一体化成型により溶接不良を低減し、また導電経路の短い形状そして貫通溶接部の面積を大きくとることで導電性を改善し、発熱温度を下げ、高率放電性能を向上する。
- ・格子の製造方法の変更により、メッシュの細かい軽量薄型格子とすることで、導電性および活物質利用率を向上する。
- ・導電性を有するカーボン材を負極活物質に添加することで、活物質の比表面積の増大と導電性を向上させ、充電受け入れ性能を改善する。

3 開発の経緯

科学技術が日進月歩で進化しているとともに、市場においてはエネルギーに対する需要が増え続けており、使用分野をより一層広げるため、産業用鉛蓄電池に関する技術は絶え間なく発展している。現在直面している課題とその対応策を表1に示す。電池寿命の延長および高率放電時の電池性能向上をめざして、設計構造の変更と、新材料の導入によるPPC技術を開発した。その主要な要素技術を図1に示す。

表1 鉛蓄電池が直面する課題とその対応策

Table 1 Issues and their measures of a lead acid battery

直面している課題	関連する部材特性	対応策
電池の短寿命	格子の耐食性	合金材料変更による耐食性の向上
高率放電による温度上昇	端子・ストラップ部の導電性	導電部構造の設計変更による発熱温度の低下
高出力を満足すること	極板群の貯蔵エネルギー量(高率放電性能・充電受け入れ性)	格子製法の変更および極板枚数の増加
活物質利用率が低い		極板表面積および多孔度の向上
充電時間過剰によるエネルギーの消費		導電性を持つカーボン材の添加による充電受け入れ性の向上

4 技術内容

既存のPb-Ca-Sn合金は結晶が大きく、粒界腐食により劣化しやすい。PPC技術で採用したPb-Sn合金は、結晶が小さく、全面腐食(図1(a))により劣化する¹⁾。Pb-Ca-Sn合金格子の腐食量は純鉛格子の腐食量の132.1%であるが、Pb-Sn合金格子は71.9%である。Pb-Sn合金の採用により、格子の腐食速度を低減し、電池の長寿命化が可能となる。

高率放電時における高出力化を可能にするためにPPC電池の構造を改善した(図1(b))。COS(Cast-on Strap)工法により、極柱と銅芯を埋め込んだCOS極柱—ストラップ—体構造へ変更することで導電経路を短くした。さらにセル間の貫通溶接部の接触面積を大きくすることで内部抵抗を低減した。自動化設備の導入により生産速度が向上し、さらに手溶接による溶接不良、鉛流れ、溶断の発生を抑え、歩留りが大きく向上する。構造変更の結果、放電時の発熱量はストラップで60%、セル間端子部で58%減少し、高率放電性能が向上した。

軽量薄型化のため、PPC技術では連続式鉛シート製造およびパンチング工法を用いて薄型でかつ細かいメッシュの格子(図1(c-1))を作ることが可能となる。これにより導電性が向上するとともに同じ電池サイズでも実装する極板枚数の増加が可能となり、貯蔵エネルギーが増加できる(図1(c-2))。

さらに負極活物質への導電性を有するカーボンの添加により、負極の充電受け入れ性を向上させ、鉛蓄電池の主要な劣化要因である負極のサルフェーションを抑制²⁾することができる。また、極板の充放電受け入れ性も向上する。

極板一枚当たりの活物質の増加による電池容量の増加により加えて、PPC電池の放電容量は現行電池と比較して15分間率放電で25%向上、5分間率放電で43%向上する。また、再溶解時に組成変化が少ない合金を使用することで、パンチングで打ち抜いた鉛の再利用率100%も達成可能となる。表2はPPC電池と現行電池の比較を示す。

さらにPPC技術では電池を組み立てた後に通電する電槽化成方式にすることで、従来の充電方式であるタンク化成と比べて化成および充電工程を統合し、水洗・乾燥工程を削減することが可能となり、省エネルギー、CO₂削減、そして環境に優しい製造工程を実現できる。

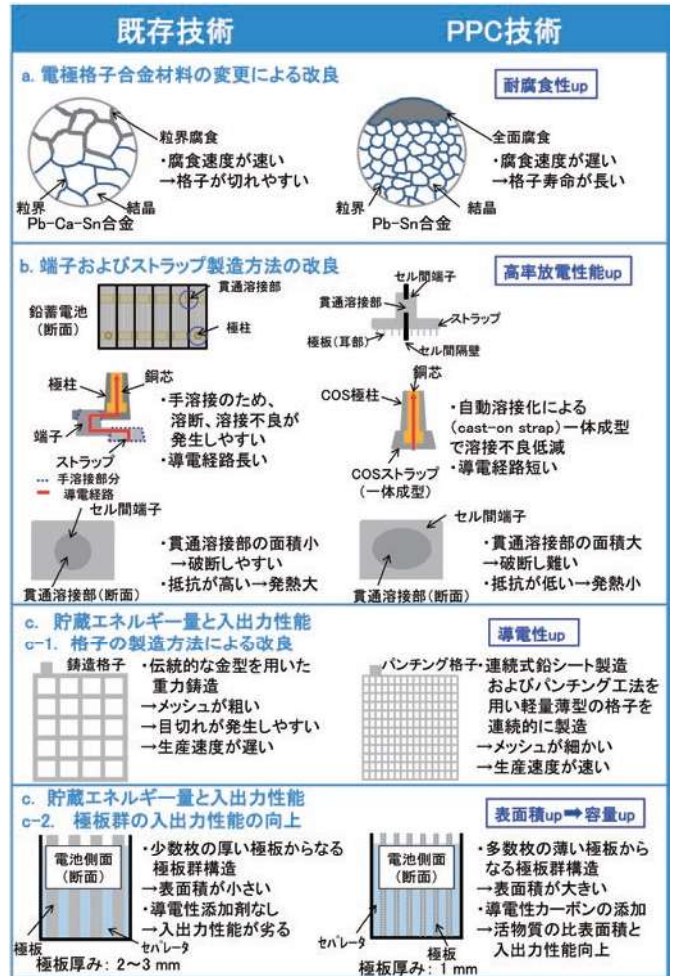


図1 産業用鉛蓄電池に関する開発新技術

Figure 1 Developed new technologies for industrial lead acid battery

表2 現行電池とPPC電池の性能比較

Table 2 Performance comparison between the current battery and PPC battery

参考となる指標	現行電池	PPC電池	期待される効果
正極格子の腐食量(%)	100	54	使用年数の向上, 電池の交換費用の削減
放電による発熱量(%)	100	40	高率放電を可能, 設置場所の空調設備の省エネ
15分間率放電容量の上昇率(%)	100	125	電池数量の減少, 電池ラックの減少,
5分間率放電容量の上昇率(%)	100	143	占有体積の低減, 電池の点検費用の削減

5 今後の展開

- ・ 本技術を採用した電池機種の拡大

【参考文献】

- 1) C.S. Lakshmia, J.E. Mandersb, D.M. Riceb. Journal of Power Sources 73(1998)pp. 23-29.

- 2) K. Nakamura, M. Shiomi, K. Takahashi, and M. Tsubota. J. Power Sources 59(1996)pp.153-157.