

軽量で長寿命を誇る通信機器用 リチウムイオン二次電池パックの開発

栃原 功 圓岡 和典 小宮 禎広 鈴木 伸 田村 裕明 上野 敬章

要旨

NEC エナジーデバイスでは、電源供給が困難な地域に設置される通信機器用電源システムに適応した、軽量で長寿命なリチウムイオン二次電池パックを開発しました。電気自動車 (EV) や大型蓄電デバイスに向けたラミネート外装タイプのリチウムイオン二次電池 (LIB) と、バッテリーマネジメントシステム (BMS)、電池パック構造設計や制御ソフトウェアを開発・生産してきた経験をいかんなく発揮し、マンガン系正極材料、積層型電極構造という特長を生かした高い安全性と長寿命を実現しました。本稿では、それらの技術を使って開発した、通信機器用電源システムに使用する19インチラックに搭載可能な48V系電池パックについて紹介します。



リチウムイオン二次電池／マンガン系／積層ラミネート／電源／48V／19インチラック／通信機器

1. はじめに

リチウムイオン二次電池は、エネルギー密度が高く、カドミウム・鉛・水銀などの環境規制物質を使用しない、充放電時のエネルギーロスが少ないなどの特長を持つ、環境にやさしい電池です。また小型で軽量であることから、ノートパソコン、スマートフォンなどの小型の携帯機器用電源、電動アシスト自転車、電動自転車 (E-Bike)、電気自動車 (EV) などの駆動用電源として用途が拡大しています。更

に、近年では、エネルギー効率 (放電電力 / 充電電力) が高いため、省エネルギー社会の実現や再生可能エネルギーの有効活用に向けて、家庭用・産業用蓄電システムや電力系統用の需要変動調整、周波数調整など各種の蓄電システム用に採用されています (図1)。

本稿では、NEC エナジーデバイスが保有する電池技術を用いて開発した、通信機器用電源システムに使用する19インチラック搭載型の48V系電池パックについて紹介します。

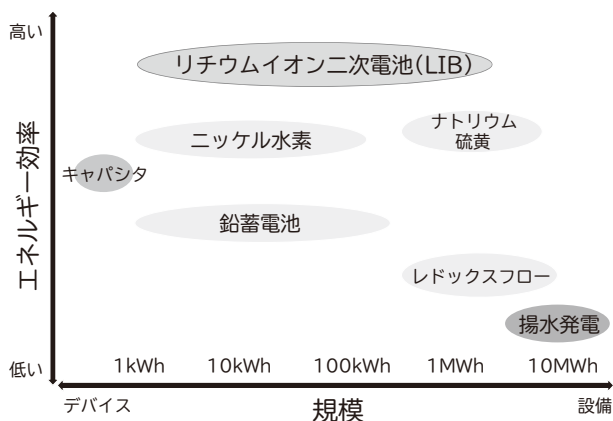


図1 蓄電デバイスエネルギー効率

2. 通信機器用電源システムの構成

図2に、今回開発した電池パックを用いる通信機器用電源システムの概略構成を示します。本システムは、系統やディーゼル発電からの交流を直流に変換するRectifier、停電時などに通信機器に電力を供給する電池パック、Rectifierと電池パックの通信を行うコントローラなどで構成されています。

現在、通信機器用システムに使用されている電池は、一般的に鉛蓄電池です。鉛蓄電池は簡便に使用でき、また価格が安く、容易に入手ができるため広く使われています。しかし、エネルギー密度が小さく、軽量、小型化が難しいた

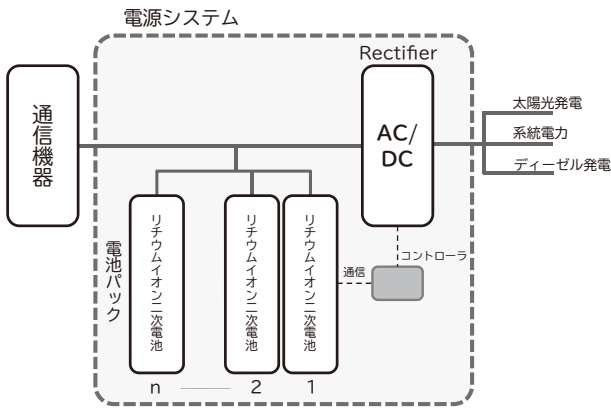


図2 電源システム構成図

めりチウムオン二次電池への置換が期待されています。今回開発した電池パックは従来鉛電池が使用されていた電源システムにリチウムイオン二次電池を採用したものです。

3. ラミネートリチウムイオン二次電池

2010年12月に日産自動車株式会社様から発売された電気自動車「リーフ」に搭載されているリチウムイオン二次電池（LIB）の電極を製造した経験を生かし、今回開発した通信機器用LIB電池にも、電池材料の調達から製造に至るまでその技術を活用して、高い信頼性を確保しています。

3.1 マンガン系正極材

NEC エナジーデバイスでは、スピネル構造を有するマンガン酸リチウムを正極活物質に使用しています。スピネル構造は、充電状態（リチウムイオンが抜けた状態）でも結晶構造が安定しています（図3）。そのため、過充電状態になっても熱暴走が起こりにくい電池となっています。

3.2 積層電極構造

NEC エナジーデバイスのリチウムイオン二次電池の電極構造は、正極、負極を交互に積み重ねた積層型にしています（図4）。この構造のため、円筒型電池や角形電池で主に用いられている電極を捲いた捲回型とは異なり、内部抵抗が低く、発熱が少ない特徴があります。結果として、ファンを使用しない電源システムや放熱構造を簡便にすることが可能です。

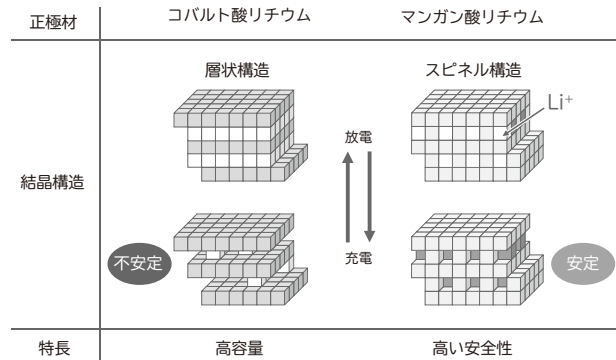


図3 正極活物質結晶構造図

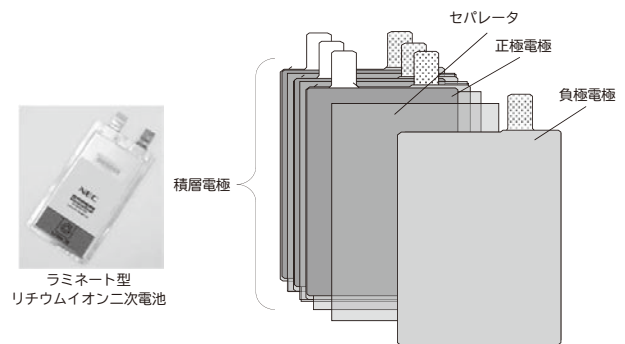


図4 セル電極構造図

4. 通信機器用リチウムイオン二次電池パック

4.1 通信機器用リチウムイオン二次電池パックの概要

通信機器用リチウムイオン二次電池の外観を写真1に示します。19インチラックの2Uに搭載可能な外形サイズとなっています。また、主要な仕様を表1に示します。使用しているリチウムイオン電池（単電池）は平均電圧3.8V-10Ahです。この単電池を、通信機器の動作電圧範囲に対応するため、13直列にし、39V～53.3Vの電圧範囲をカバーしています。電池パックの容量としては、10Ahのセルを4並列で使用することで約2kWhを実現しました。その他主要構成として、計52個の単電池の監視、制御、Rectifierとの通信を行うためバッテリーマネジメントシステム（BMS）を搭載しています。

本電池パックは、操作をすべて前面で行えるように構成しています。前面パネルには電池起動スイッチ（カバー付）、出力端子（+、-）、LED表示（稼働中、異常内容など）を配置しています。また本電池パックは、電源システムの構

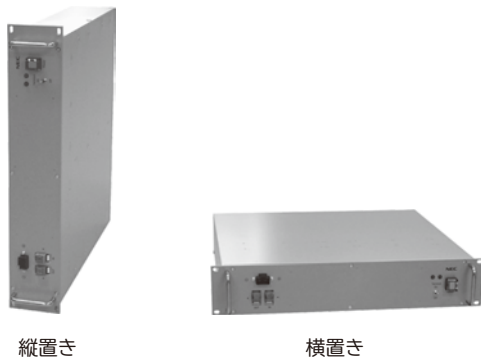


写真1 電池パック

表1 電池パック仕様

Items	Spec.
Configuration	13S4P
Width	418mm
Depth	482.6mm
Height	88mm
Weight	App.23kg
Energy	40Ah/1.97kWh
Nominal Voltage	50.3V
Operating Voltage	39Vdc - 53.3V
Operating Temperature	-20°C - 60°C
Max. Charge/Discharge Current	40A
IP Code	IP30
Enclosure Material	Sheet Metal

成に応じて、縦置きと横置きのどちらにも対応しています。

4.2 単電池

今回使用した単電池の主な仕様を表2に、外観を写真2に示します。

電極設計の最適化と、NECが独自に開発した電極表面に安定・低抵抗な皮膜を形成する添加剤を電解液中に混合することにより、25°Cで、4.1V充電かつ0.2C放電で約4,000回の充放電が可能となっています(70%残容量)。約10年の動作期間と想定しています。

4.3 組電池構造

図5に単電池を13直列に組み合わせた構成を示します。今回E-Bike向け電池パックで検討していた、単電池を保持するホルダー(枠)を採用した組電池にしました(特

許出願中)。構造解析やNECエナジーデバイス保有の3Dプリンタを用いた試作、落下や衝撃の試験を行い、最適な枠構造としました。このホルダーを採用することで、組み立ての作業性や、組み上げ時の精度の向上、輸送や設置作業に電池パックが受ける振動や衝撃に対する耐性の向上を図りました。今後、NECエナジーデバイスの電池パッ

表2 単電池仕様

Item	Spec.	Remarks
Rated Capacity	10.0Ah	
Nominal Voltage	3.8V	
Maximum Charge Voltage	4.25V	Standard Charge Voltage : 4.2V
Minimum Discharge Voltage	2.5V	Standard Discharge Voltage : 3.0V
Maximum Continuous Charge Current	10A	Temperature : 25°C
Maximum Continuous Discharge Current	30A	Temperature : 25°C
Cycle Life	1000cycles	Temperature : 25°C
Dimensions	150mm×82mm×11.2mm	
Mass	Approximately 245g	



写真2 枠付き単電池外観

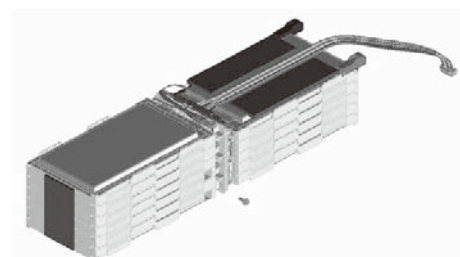


図5 組電池

クでは、ホルダーを用いた標準構成を採用していきます。

4.4 BMS

BMSの概略ブロック図を図6に、主な機能を表3に示します。BMSは、単電池の監視（電池電圧、電流、温度、電池残量など）機能、過充電保護、過放電保護、過電流保護など電池保護機能、Rectifierへ電池状態を送る通信

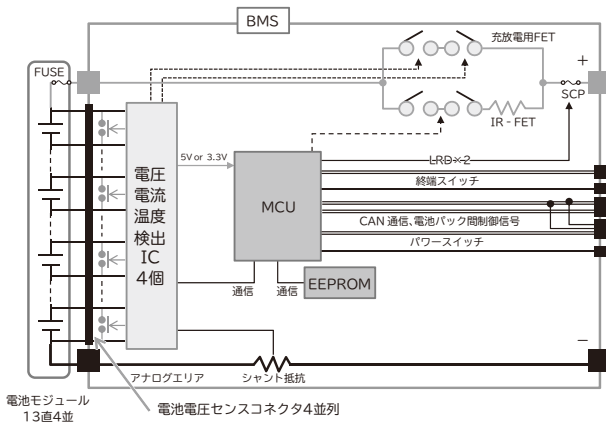


図6 BMSブロック図

表3 BMS機能表

No.	項目	制御機能・動作
1	起動	以下の条件で電池パックは起動を行う ・パワースイッチのON ・充電電圧確認
2	シャットダウン機能	以下の条件で電池パックはシャットダウンを行う ・パワースイッチのOFF ・外部通信によりシャットダウンコマンド受信 ・電池の過放電状態を検出
3	電池情報取得機能	電池の電圧、電流、温度、BMSの温度などを測定
4	SOC算出機能	SOCを管理
5	電池パック状態検出機能	電池パック内部の異常を検出
6	電池保護機能	電池、電池パックの保護を行うためにBMS内部のFETを制御する
7	通信機能	電池情報をCAN通信により伝達
8	CAN ID自動設定機能	電池パックは電池パック起動後自動でCAN IDの決定を行う
9	並列電池パック制御機能	並列する電池パックの制御をCAN通信により行う
10	ユーザーインタフェース	LED(2個)により動作状態を表示する
11	履歴	サイクル、異常履歴、使用最高、最低温度など記憶
12	FWアップデート	CAN通信によりFWのアップデート機能
13	検査出荷コマンド対応	基板出荷時の補正、製造No.などの書き込み対応

機能、電池異常を通知するアラーム機能を有しています。

また、今回開発したBMSでは、電池パックを最大16個まで並列接続（最大容量32kWh）可能です。そのため、通信機器が必要とする電力に合わせて、電池パックの接続数を調整できるので、最適なシステムの構成が可能になります。

本BMSには4個のアナログフロントエンド（AFE）を用いて、52個すべての単電池の電圧を監視しています。単電池間の電圧にばらつきが発生した場合には、セル電圧を制御することによって、単電池間の電圧のばらつきをそろえる機能を有しています。これにより、電池パックの性能を十分に引き出せるとともに、長期間使用可能な電池パックとなっています。また、屋外設置を考慮して、雷サージについても対策を行っています。

4.5 CAN通信

従来、鉛電池を用いた通信機器用の電源では、電池への充電電流はコントロールしていませんでした。本電池パックを用いた電源システムでは、電池パックのデータを通信でRectifier側に伝え、通信機器の出力に応じた適正な充電電流をコントロールすることが可能になっています。

通信方式にCAN（Controller Area Network）を用いることで、電池パックの状態などきめ細かな情報を、柔軟な構成で送受信できるという特長があり、本システム以外の用途でも電池パック側の情報も考慮された最適なシステム制御が可能になります。

5. むすび

本稿では、NEC エナジーデバイスが有する電池技術を使用して開発した、通信機器用電源システムに使用する電池パックの紹介を行いました。本電池パックには、EV用電極の開発・製造や駆動用電池パック開発などで培った技術が織り込まれており、通信機器のお客様が要求される性能や品質を十分にクリアできる製品と自負しています。

更にCAN通信により、装置本体へ電池パックからの情報提供が容易になり、システムの信頼性を向上させています。通信機器用に限らず、サーバ、カメラ、監視機器、照明機器などのバックアップ用電源やロボット、モビリティ機器などのモーター駆動用電源にもお使いいただけるものと考えています。

*リーフは、日産自動車株式会社の登録商標です。

参考文献

- 1) 斎藤英彰ほか：高い安全性と長寿命を実現したリチウムイオン二次電池技術とその応用, NEC技報Vol.65 No.1, pp.53-56, 2012.2
- 2) 石川仁志, 宇津木功二：環状ジスルホン酸エステルを電解液添加剤に用いた二次電池の特性 (4), 第47回 電池討論会 2P-12, 2006.11

執筆者プロフィール

栃原 功

NEC エナジーデバイス
営業部
LIB 応用技術 G
シニアエキスパート

圓岡 和典

NEC エナジーデバイス
営業部
LIB 応用技術 G
マネージャー

小宮 禎広

NEC エナジーデバイス
営業部
LIB 応用技術 G
主任

鈴木 伸

NEC エナジーデバイス
営業部
LIB 応用技術 G
主任

田村 裕明

NEC エナジーデバイス
営業部
LIB 応用技術 G
主任

上野 敬章

NEC エナジーデバイス
営業部
LIB 応用技術 G
主任

NEC 技報のご案内

NEC 技報の論文をご覧いただきありがとうございます。
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご一読ください。

NEC技報WEBサイトはこちら

NEC技報(日本語)

NEC Technical Journal(英語)

Vol.68 No.2 ICTが拓くスマートエネルギーソリューション特集

～ICTとエネルギーの融合を目指して～

ICTが拓くスマートエネルギーソリューション特集によせて
NECの目指すスマートエネルギービジョン

◇ 特集論文

一般需要家様向けソリューション

データ活用で進化するNECのクラウド型HEMSソリューション
自律適応制御を用いたHEMSデータ活用ソリューション
クラウド型EV・PHV充電インフラサービス
“電気をためて、賢く使う”を実現する小型蓄電システム
軽量で長寿命を誇る通信機器用リチウムイオン二次電池パックの開発

企業様向けソリューション

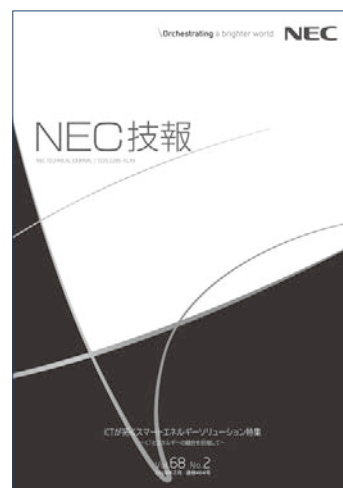
大林組技術研究所に導入したスマート化システムとNEC玉川事業場9号館への展開
データセンターの空調電力を削減する冷却技術
玉川スマートエネルギー実証
携帯電話基地局のエネルギー使用を最適化するEMSソリューション

エネルギー事業者様向けソリューション

電力サプライヤーソリューションの中核を担う電力需給管理システムの開発
インバリエント解析技術(SIAT)を用いた発電所向け故障予兆監視ソリューション
Situational Intelligenceによるリソース最適化
分散蓄電池による電力需給調整ソリューション
クリーン・高信頼性・再生可能な将来を目指した電力グリッド向けエネルギー貯蔵装置の活用
電力の安定供給を支える系統安定化ソリューション～イタリア ENEL 様向け系統用蓄電システム～
スマートメーター通信システム(AMI)における実績

技術開発・標準化

国連 CEFAC 標準のメソドロジー
OpenADR(自動デマンドレスポンス)とNECの取り組み
標準手順を用いた蓄電池遠隔制御の実証
1つのセンサーで複数機器の消費電力や利用状況を見える化する電力指紋分析技術
デジタルグリッドが実現するインバランス削減ソリューション
レジリエントなマイクログリッド管理ソリューション
高エネルギー密度リチウムイオン電池の安全性技術
NEC エナジーデバイスのLIB電極の特長と生産実績



Vol.68 No.2
(2016年2月)

特集TOP