

鉛蓄電池からの置き換えに最適な産業用 24 V/48 V 出力 SCiB™ 電池モジュール

24 V/48 V SCiB™ Lithium-Ion Rechargeable Battery Modules Capable of Replacing Lead-Acid Batteries for Industrial Use

川端 望 KAWABATA Nozomi 野澤 滋 NOZAWA Shigeru 海老沢 政文 EBISAWA Masafumi

近年、産業機器の小型・軽量化及び長寿命化に伴い、キー技術の一つである蓄電池への要求性能も多様化しており、従来の鉛蓄電池からリチウムイオン二次電池への置き換え需要が拡大している。

東芝インフラシステムズ(株)は、産業用 24 V/48 V 出力に対応した電池モジュール SIP24-23/SIP48-23 の 2 機種を 2017 年 4 月に市場へ投入した。電池セルには、急速充電、低温動作、長寿命、及び高い安全性を備えた当社製リチウムイオン二次電池 SCiB™ 23 Ah セルを採用した。内蔵の BMU (バッテリーマネジメントユニット) は、FET (電界効果トランジスター) によるパワーライン遮断機能とヒューズを用いた自己完結型の保護機能を備え、CAN (Controller Area Network) 通信やデジタル出力 (DO) 機能によって電池情報が取得できる。一般的な鉛蓄電池に比べて小型で質量も約 1/4 に軽量化した。鉛蓄電池の代替用途に最適な電池モジュールとして、国内外の様々な分野への適用が可能である。

In line with recent world trends in industrial equipment toward smaller size, lighter weight, and longer lifetime, requirements have become diversified and performance increasingly sophisticated in the field of storage batteries for industrial use. The replacement of existing lead-acid batteries for industrial equipment with lithium-ion rechargeable batteries has therefore been expanding.

Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corporation has developed the SIP24-23 and SIP48-23 24 V/48 V battery modules and released them in April 2017 as its lineup of SIP series battery modules for industrial use. These battery modules incorporate 23 Ah SCiB™ cells offering high-speed charging, good low-temperature performance, a long lifetime, and high safety. The built-in battery management unit (BMU) provides self-contained protection by means of a power line shutdown function using field-effect transistors (FETs) as well as a self-contained protection function using a fuse. The BMU can also acquire battery information via a controller area network (CAN) interface and output a digital output (DO) signal. The SIP series is physically smaller than a typical lead-acid battery and its weight is approximately one-quarter that of the lead-acid type. These new battery modules are optimal replacements for lead-acid batteries installed in industrial equipment, and can be applied to various industrial fields in Japan and other countries.

1. まえがき

従来、産業機器のバッテリーとして鉛蓄電池が主に使用されてきたが、産業機器の小型・軽量化及び長寿命化に伴ってリチウムイオン二次電池への置き換えが進んでいる。

このような市場ニーズに応じて、東芝インフラシステムズ(株)は、鉛蓄電池からの置き換えを目的として、産業機器向けに 24 V/48 V 出力に対応した電池モジュール SIP24-23/SIP48-23 (SIP シリーズ) を開発し、2017 年 4 月に市場投入した。当社製リチウムイオン二次電池 SCiB™ 23 Ah セルの採用で急速充電や、低温動作、長寿命、高い安全性といった特長を生かすとともに、小型・軽量化を図り、BMU

を内蔵することで自己完結型の保護機能を備え、鉛蓄電池からの代替用途に最適な電池モジュールを実現した。

ここでは、SIP シリーズの特長と、産業機器への適用性について述べる。

2. SIP シリーズの概要

2.1 SIP シリーズの位置付け

当社はこれまで、SCiB™ セルを採用した定置・産業用電池モジュールとして Type1, Type2, 及び Type3 の各シリーズを製品化しており、公共、産業、電力系統など社会インフラ用途に幅広く使用され、顧客から高い評価を得ている。

大型インフラシステムに求められる高い安全性に配慮した

これらの製品では、複数の直並列接続された電池モジュールを監視制御するためのBMUのほか、過剰な充放電や異常時に充放電電流を遮断するコンタクター、電流センサーなどの各種コンポーネントを用意してシステム化する必要や、電池モジュール起動用に別電源からの電力供給が必要である。そこで今回、鉛蓄電池の代替ニーズのような小規模用途に最適で、システム開発の知見や事前準備が不要な、ユーザーにとって扱いやすく柔軟なシステム構成を提供できる電池モジュールを開発することとした。

2.2 SIPシリーズの特長

SIPシリーズは、SCiB™ 23 Ahセルを採用し、自己完結型の保護機能を備え、従来の鉛蓄電池のように容易に使用できる電池モジュールの提供をコンセプトとして製品化した。SIP24-23の主な仕様とSIPシリーズの特長を表1、表2にそれぞれ示す。

外形は一般の鉛蓄電池に比べて小型ではあるが互換性は

表1. SIP24-23の主な仕様

Main specifications of SIP24-23

| 項目 | 仕様 | |
|--------|-----------------------------------|-----------------------|
| 型名 | SIP24-23 | |
| セル構成 | 1並列11直列 | |
| 公称電圧 | 直流 25.3 V | |
| 使用電圧範囲 | 直流 16.5 ~ 29.7 V | |
| 定格容量 | 22 Ah | |
| 最大許容電流 | 125 A-200 s ^{*1} | |
| 寸法 | 247 (幅) × 188 (奥行き) × 165 (高さ) mm | |
| 質量 | 8.3 kg | |
| 環境条件 | 使用周囲温度 | -30 ~ 45 °C |
| | 使用周囲湿度 | 85 %RH (相対湿度) 以下、結露なし |
| | 防塵(ぼうじん)防水 | IP53 相当 ^{*2} |

*1: セル温度が 55 °C 未満、かつ回路温度が保護温度に達しない領域で連続使用が可能

*2: JIS C 0920 で規定される保護等級で、防塵性能が 5、防水性能が 3 相当

表2. SIPシリーズの特長

Characteristics of SIP series

| 項目 | 特徴 |
|------------|---|
| サイズ | <ul style="list-style-type: none"> 一般の鉛蓄電池よりも小さい寸法で、質量も約 1/4 に軽量化 端子形状は JIS C 8702-2:2009 に準拠 |
| BMU | <ul style="list-style-type: none"> 電池モジュールに内蔵 別途電力を供給する必要なし |
| 保護機能 | BMU で電池電圧・各種温度を監視制御 FET とヒューズを内蔵した自己完結型の保護機能 |
| 急速充電 | 電池モジュール内の熱設計を工夫し、最大 125 A で充放電が可能 |
| 外部インターフェース | CAN 通信機能や DO 機能により、電池状態のモニターが可能 |



確保し、また産業機器への搭載時に作業者の負担軽減につながるように、質量も約 1/4 に軽量化した。出力端子の形状は JIS C 8702-2:2009 (日本工業規格 C 8702-2:2009) に準拠しており、鉛蓄電池からの置き換えに最適な形状とした。

SIPシリーズの最大の特長は、図1に示すようにBMUを内蔵したことである。これにより、他のコンポーネントを接続しなくても使用できる。BMUの電力は電池モジュールから供給されるため、定置・産業用電池モジュールのように別電源からの電力供給も不要である。空間的にも、使い勝手の面からも、鉛蓄電池の代替用途に最適な設計とした。

また、ユーザーが容易に使用できるように、多様なユースケースを想定した安全設計を行った。BMUは、電圧、電流、セル温度、及び回路温度を常時監視しており、自己完結型の保護機能を備えている。電池モジュール内にはFET及びヒューズが内蔵されており、外部短絡や過充電などによって過剰な電流・電圧が発生した場合にも、異常発熱や発煙の発生もなく、安全に充放電電流を遮断できる。

更に、充放電における最大電流は、SCiB™の特長である急速充電性能を最大限に活用するための放熱設計の採用により、125 Aを実現した。また、電池モジュールを構成する電池セル間で電圧のばらつきが発生すると、その分だけ容量が減少してしまうが、BMUのセル電圧バランス機能によって自動的にセル電圧のバランス調整(放電)が実施されるので、容量の低下を最小限にすることができる。

そのほかに、CAN通信やDO機能を用いて、電池状態を

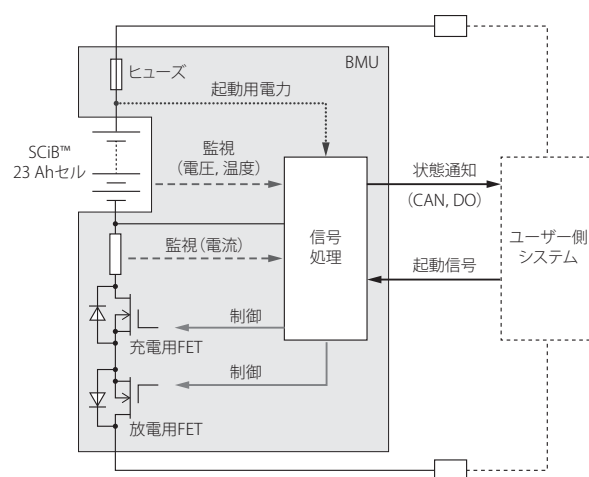


図1. SIPシリーズのブロック図

FETとヒューズを内蔵した自己完結型の保護機能を持つBMUとセルを一体化した電池モジュールを実現した。

Block diagram of SIP series

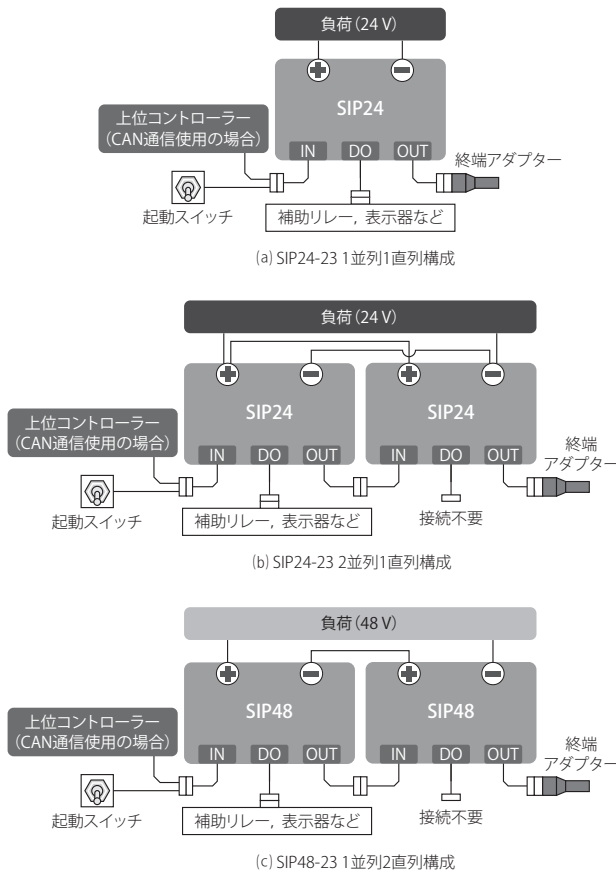


図2. SIPシリーズの接続構成

三つの接続構成で使用でき、CAN通信又はDO端子で電池状態をモニターできる。

Three types of SIP series connections

表3. 接続構成ごとの仕様

Specifications of three types of connections

| 項目 | 仕様 | | |
|------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| モジュール構成 | SIP24-23 × 1個 単独構成 | SIP24-23 × 2個 2並列 | SIP48-23 × 2個 2直列 |
| 公称電圧 (V) | DC 25.3 | | DC 50.6 |
| 使用電圧範囲 (V) | DC 16.5 ~ 29.7 | | DC 33.0 ~ 59.4 |
| 公称容量 (Wh) | 556 (22 Ah) | 1,112 (44 Ah) | 1,112 (22 Ah) |

DC：直流

モニターできる。CAN通信では、BMUからの制御指示や、異常・警告状態、電池モジュールの温度や電圧などをモニターできる。DO端子からは、電池モジュールにとって影響が大きい低電圧、過電圧、及び高温度の三つの状態に至った場合における警告信号のほか、充電状態(SOC: State of Charge)も25%刻みの4段階で出力される。

2.3 SIPシリーズのシステム構成

SIPシリーズは、SCiB™ 23 Ahセルが1並列11直列接続された電池モジュールがベースであるが、ユーザーの使用方法や要求仕様に柔軟に対応できる製品となっている。SIP24-23を用いれば、1並列1直列又は2並列1直列で接続することで24V電池として、SIP48-23を用いれば、1並列2直列で接続することで48V電池として使用できる。

2機種のハードウェア、ソフトウェア、及び保護機能は同一である。それぞれの接続構成を図2に、仕様を表3に示す。

3. SIPシリーズがターゲットとする市場と、市場投入に向けた取り組み

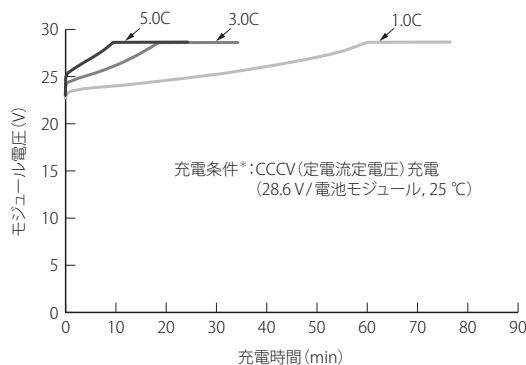
2017年4月に市場投入されたSIPシリーズでは、産業機器の中でも電池セルや電池モジュールの性能を最大限に生かせる用途への適用に注力している。

その一つが、無人搬送車(AGV)への適用である。AGVは、製造工場のラインや倉庫内で物品を運ぶ役割を担っている。これまで、AGVの多くに鉛蓄電池が搭載されていたが、寿命が短いため頻りに交換が必要なことや、充電に数時間掛かることから、その間に使用する予備電池の保有が必要なこと、質量が大きく載せ替えが重労働であることなどから、リチウムイオン二次電池への置き換えニーズが高まっている。

このようなAGV搭載向けのユーザー要求と、SIPシリーズの仕様はよく合致している。SIPシリーズを使用することで、寿命劣化による頻りに交換が不要になるほか、小型かつ軽量なことから搭載・交換作業の負担軽減や、これまで約8~10時間掛かっていた満充電までの充電時間を1時間に削減可能で稼働率向上に貢献できることなど、多数のメリットが得られる。充電時間については、SIPシリーズは急速充電に対応できることから、急速充電器や非接触充電器との組み合わせで更なる時間短縮も可能である(図3)。

既に国内の自動車工場などでAGVに搭載されており、作業者の負担軽減や稼働率向上の実績から、費用対効果が得られたと高い評価を得ている。また、使用周囲温度が-30~45℃であることから、冷蔵倉庫など低温環境で使用されるAGVへの適用も期待できる。更にAGV以外でも、太陽光・風力発電、無停電電源システム(UPS)、牽引(けんいん)車、ロボットなどの幅広い産業分野への応用を提案している。

海外では、工場や倉庫における自動化の導入は盛んに進められており、産業機器に使用されるバッテリーへの要求はより一層厳しくなっている。特にリチウムイオン二次電池の



*試験条件は自社による



図3. SIP24-23の充電曲線

充電特性が優れており、鉛蓄電池で約8～10時間掛かっていた充電時間を大幅に短縮できる。

Charging curves of SIP24-23

表4. SCiB™ 23 Ahセル及びSIPシリーズの取得認証

List of certifications of 23 Ah SCiB™ cell and SIP series

| 認証取得機関と 認証マーク | 適合規格 | |
|--|---------------------------------------|----------------------------|
| | 23 Ah セル | SIP シリーズ |
| Intertek  | UL 1642 UL 62133 CAN/CSA-E62133 | UL 62133 CAN/CSA-E62133 |
| 一般財団法人 電気安全環境研究所 (JET)  | JIS C 8715-2 | — |

安全性に対する要求は高く、グローバル市場への参入には各国の安全規格を満足している必要がある。そこでSIPシリーズでは、表4に示すように、アメリカ保険業者安全試験所(UL)が作成した規格UL 62133と、それをベースとしてカナダ規格協会(CSA)が作成した規格CAN/CSA-E62133の認証を取得することと、欧州連合(EU)で流通・販売される製品に義務付けられるCE(Conformité Européenne)マーキングの取得にも注力した。2017年9月には、第三者認証機関による認定が必要なUL 62133及びCAN/CSA-E62133に適合して認証を取得できた。引き続き、グローバル市場への展開を加速していく。

4. あとがき

産業機器の小型・軽量化及び長寿命化の進展に伴い、鉛蓄電池の代替ニーズに応える、24V/48V出力SCiB™電池モジュールSIP24-23/SIP48-23を開発し、製品化した。自己完結型の保護機能を備え、扱いやすく柔軟なシステム構成が可能なSIPシリーズを、様々なユーザーや用途に向けてアピールし、国内外での更なるシェア拡大に向けた活動に注力していく。

・CANは、ROBERT BOSCH GmbHの登録商標。



川端 望 KAWABATA Nozomi
東芝インフラシステムズ(株)
産業・自動車システム事業部
電池システム統括部
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.



野澤 滋 NOZAWA Shigeru
東芝インフラシステムズ(株)
産業・自動車システム事業部
電池システム統括部
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.



海老沢 政文 EBISAWA Masafumi
東芝インフラシステムズ(株)
府中事業所
パワーエレクトロニクス・計測制御機器部
Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.