

産業機器への SCiB™ 電池システムの構築を容易にする BMU 自立起動機能付きゲートウェイ

Self-Starter Gateway for BMUs (SSGB) Facilitating Introduction of SCiB™ Battery System into Industrial Equipment

菊地 祐介 KIKUCHI Yusuke 海老沢 政文 EBISAWA Masafumi 稲村 篤 INAMURA Atsushi

産業機器では、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が進んでいる。一般に、リチウムイオン二次電池は、鉛蓄電池に比べ高性能であるが、安全性の観点から電圧や温度などを厳密に管理することが求められるため、BMU（バッテリーマネジメントユニット）と組み合わせて使用する必要がある。

東芝は、リチウムイオン二次電池 SCiB™ セルを採用した BMU 搭載電池モジュールへの置き換えを容易にするため、BMU 自立起動機能付きゲートウェイ (SSGB : Self-Starter Gateway for BMUs) を開発した。SSGB は、簡易な通信インターフェース機能や、BMU を外部電源なしで起動する自立起動機能、過放電防止機能などを提供し、幅広い産業機器、特にフォークリフトや無人搬送車 (AGV) のような、産業車両への SCiB™ 電池システムの構築に適している。

In the field of storage batteries for industrial equipment, the replacement of existing lead-acid batteries with lithium-ion rechargeable batteries offering higher performance has recently been progressing. From the viewpoint of securing the safety of lithium-ion rechargeable battery modules, a battery management unit (BMU) is essential in order to strictly control the voltage and temperature of the lithium-ion battery cells in accordance with the operating conditions of each cell.

To facilitate the replacement of lead-acid batteries in industrial equipment with SCiB™ lithium-ion rechargeable battery modules equipped with a BMU, Toshiba Corporation has developed a self-starter gateway for BMUs (SSGB) that makes it possible to handle BMUs more simply and more effectively. The SSGB is suitable for introducing SCiB™ battery systems into a wide variety of industrial equipment, particularly industrial vehicles including forklifts and automated guided vehicles (AGVs), due to the following functions: (1) a simple communication interface function to easily connect the BMU to user equipment, (2) a self-startup function to eliminate the need for external power supplies, and (3) an overdischarge prevention function.

1. まえがき

東芝が開発したリチウムイオン二次電池 SCiB™ は、高い安全性を確保しながら、サイクル寿命・充電性能・入出力性能・低温性能などに優れた特性を持つ二次電池である。自動車をはじめ、一般産業機器から大規模蓄電システムまで、幅広い製品分野への応用が進んでいる。定置・産業用途では、2012年より SCiB™ 電池モジュールと電池システムコンポーネントをリリースしており⁽¹⁾、電圧と蓄電池容量に対してスケーラブルな電池システムの構築を実現している。

近年、産業機器の小型軽量化や長寿命化を図るため、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増大している。この分野の電池システムでは、スケーラビリティよりもシステム構築や制御の容易性が重視されており、これに応える製品ラインアップの拡充が課題であった。

そこで、当社は、BMU 自立起動機能付きゲートウェイ (SSGB : Self-Starter Gateway for BMUs) を開発し、2019年に製品化した。この SSGB は、既に採用実績が豊富な電池モジュール・コンポーネントと組み合わせることで、主に産

業車両向け SCiB™ 電池システムの構築を容易にする製品である。ここでは、SSGB の開発の背景や特長などについて述べる。

2. SSGB 開発の背景

2.1 リチウムイオン二次電池システムの構成

リチウムイオン二次電池を安全に扱うには、電圧や温度の管理を鉛蓄電池よりも厳密に行わなければならない。正常範囲を逸脱すると、電池の劣化が加速し、著しい過充電や高温条件下では熱暴走に至るためである。そのため、リチウムイオン二次電池は、BMU と組み合わせて使われるのが一般的である。BMU は、電池の電圧や温度を常時監視し、安全上のリスクがあるときはコンタクター（電磁接触器）を強制的に開放して充放電電流を遮断する。また、BMU は、コンタクターの開閉制御のほか、電池システムの故障診断や充電率 (SOC : State of Charge) の推定など、ユーザーが電池システムを安全で便利に利用するための機能を提供する。図 1 は、当社が開発した BMU-2G (BMU 2nd Generation) を用いた電池システムの構成例である。ユー

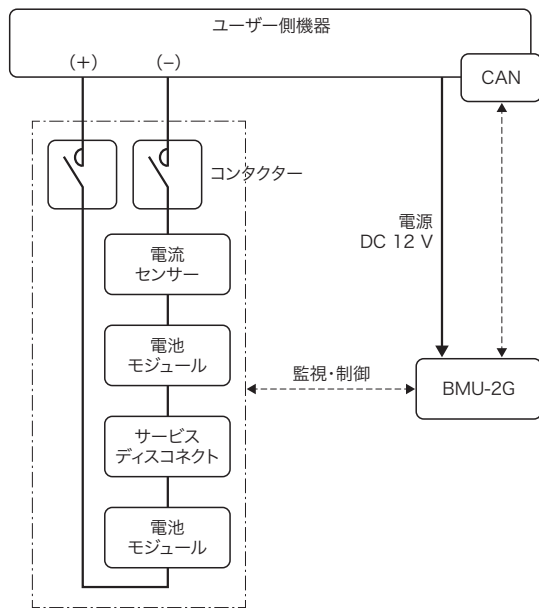


図1. システム構成 (SSGB 不使用)

電池モジュールを2直列接続した例である。ユーザーは、BMU-2Gに電源を供給するとともに、CAN (Controller Area Network) でBMU-2Gと通信して、コンタクター・サービスディスコネクト・電流センサー・電池モジュールなどを監視・制御する。

Configuration of SCiB™ battery system without use of SSGB

ユーザーは、BMU-2GにDC (直流) 12 V電源を供給するとともに、CAN (Controller Area Network) でBMU-2Gと通信して、コンタクター・サービスディスコネクト・電流センサー・電池モジュールなどの運転制御や状態取得 (監視) を行う。

2.2 産業機器用途へのSCiB™電池システム展開の課題

産業機器では、鉛蓄電池からリチウムイオン二次電池への置き換えが進んでいる。機器の小型・軽量化、長寿命電池によるランニングコスト削減、急速充電による稼働率向上などの効果を狙ったものである。

当社は、定置・産業用SCiB™電池モジュールと電池システムコンポーネントを展開し、産業機器向けの需要にも応えている。この製品群は、大規模蓄電システムにも応用可能なスケラビリティを持つが、小規模システムに組み込む場合も大規模システムと同様、CANによる通信インターフェースを用いた制御が必要になる。CANは、多数のBMU-2Gを同時接続できるバス型のネットワークで、大規模システムの構築に対応するが、多くの産業機器ではBMU-2Gが1台あれば十分である。CANでの通信処理は、単純なシリアル通信よりも煩雑で、多くのユーザーは、BMU-2GとのCAN通信の作り込みを負担に感じていた。このため、特に電池システムの起動制御については、接点信号などの簡単なインターフェースとして、鉛蓄電池からSCiB™に置き換える際のシステム設計変更を最小化し

たいという要望が強かった。したがって、産業機器用途にSCiB™電池システムを展開するには、ユーザーにとって扱いやすい簡素な制御インターフェースの提供が課題になる。

もう一つの課題は、BMU-2G動作電源の供給である。BMU-2Gは、定置用システムを念頭に置いており、外部電源で動作する仕様だが、産業車両のような移動体では外部電源の供給が受けられないため、別の電池を準備するか電池システム自身から電源を生成する回路を準備する必要があった。

これらの課題に対する解決策の一つとして、当社は、SIPシリーズを既に製品化している⁽²⁾。この製品は、BMU機能を一体化したSCiB™電池モジュールで、スタートスイッチを投入すれば出力電圧24 V又は48 Vが得られ、比較的小規模な用途に最適である。

2.3 SSGBのターゲットとなる製品分野

SIPシリーズよりも高い電圧や大きな蓄電池容量を要する用途でも、SIPシリーズのように扱いが容易なSCiB™電池システムが待望されていた。このようなニーズに応えるために開発した製品が、SSGBである。

SCiB™電池モジュールや電池システムコンポーネントにSSGBを組み合わせると、外部電源は不要となりスイッチを投入するだけで電池システムを使えるようになる。また、電池モジュールの直並列数によって電圧や蓄電池容量を調整することで、幅広い製品用途に適用できる。

SSGBがターゲットとする製品分野は、フォークリフトや無人搬送車 (AGV) をはじめとする産業車両・機器である。当社のSCiB™電池モジュールは、外形寸法でもAGVに適している。近年、特に小型の用途で低床型AGVと呼ばれる機器の高度が低い製品の需要が拡大している。当社の電池モジュールType3-20、Type3-23は、高さが125 mmに抑えられており、SSGBと組み合わせて使用することで、鉛蓄電池と同等の扱いやすさを確保しながら高さを抑えられる。

3. SSGBの技術的な特長

3.1 機能概要

SSGBは、ユーザー側の機器とBMU-2Gを接続するゲートウェイとして使う製品で、CANに代わる簡易な通信インターフェース機能や、ユーザーからの電源供給なしで動作する自立起動機能、過放電防止機能を実現するための回路などを、コンパクトにパッケージ化したものである (図2)。

図3は、BMU-2GとSSGBを使用した電池システムの構成例である。SSGBの自立起動機能により、ユーザー側の機器からの電源供給が不要となる。また、通信インターフェースは、マイコンでも扱いやすいDI (Digital Input)、



図2. 開発したSSGB

簡易な通信インターフェース機能や、BMUを外部電源なしで起動する自立起動機能、過放電防止機能などを備えている。

Newly developed SSGB

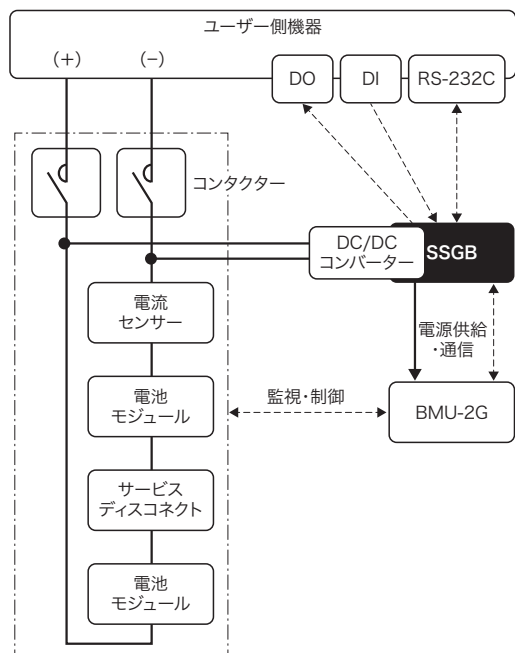


図3. SSGBを用いたシステム構成

ユーザーは、SSGBを介してBMU-2Gと通信してコンタクター・サービスディスコネクト・電流センサー・電池モジュールなどを監視・制御する。BMU電源は、ユーザーからの供給は不要で、外付けDC/DCコンバーターが生成する。

Configuration of SCiB™ battery system using SSGB

DO (Digital Output), RS-232Cに置き換わる。このように、ユーザー側の機器とのインターフェースが置き換わるのとは対照的に、電池モジュール・コンポーネントは既に採用実績が豊富な製品群をそのまま使えるのが特長である。

SSGBの主な仕様を表1に示す。SSGBを含むこのシステムでは、2P12S電池モジュールを、合計28台(最大4直列)まで直並列接続できる。ここで、2P12S電池モジュールとは、SCiB™セルを2並列12直列に構成した電池モジュール

表1. SSGBの主な仕様

Main specifications of SSGB

項目	仕様
型名	FMW-GAA0070P
対応BMU	BMU-2G-RJ45
主な対応電池モジュール	2P12Sモジュール Type3-20 2P12Sモジュール Type3-23
電池モジュール接続数	1~28台(4直列以下)
通信インターフェース	DI, DO, RS-232C (オプションで、CAN又はEthernetを選択可能)
DC/DCコンバーター制御	市販DC/DCコンバーターの標準開・標準閉の制御に対応
定格電圧・電流	BMU電源：直流12V, 4A 待機電源：直流11.7~144V, 0.02A
外形寸法	95(幅)×88(奥行き)×32(高さ)mm(突起含まず)
質量	160g

表2. SSGBの通信インターフェース

Communication interfaces of SSGB

項目	通信内容
DI	起動スイッチ, 運転許可指令
DO	充電末, 放電末近傍, 放電末, 高温度保護
RS-232C	SOC(%), セル電圧(mV), モジュール温度(°C), 充放電電流(mA), 運転状態, 故障情報, など

で、1台当たりの公称電圧が27.6V、公称容量が40Ahと45Ahの製品を取りそろえている。

3.2 簡易な通信インターフェース

SSGBで標準の通信インターフェースは、3.1節で述べたように、DI, DO, RS-232Cが採用されており、最小限の構成では、ユーザーは起動スイッチだけで運転制御ができる。電池システムの情報は、RS-232C又はDOで通知され、必要に応じて取得できる(表2)。また、DIやRS-232Cの代わりにCAN又はEthernetを使用して、従来のBMU-2Gと同様に通信することもできる。DI, DO, RS-232C, CANの各インターフェースは、電池システム側とユーザー側で絶縁され、安全にも配慮されている。

3.3 自立起動機能

SSGBは、電池システムの主回路を電源入力として、SSGB及びBMU-2Gの動作電源を生成する機能を持つ。安全面・電力効率面に配慮して、電源を2系統に分離する設計を小型の筐体(きょうたい)に収めた。

第1の系統は、待機電源である。SSGBは、入力電圧範囲全てに対応する待機電源回路を内蔵している。待機電源は、起動スイッチの投入検出などに使われ、人が触れるおそれもあることから、安全確保のために待機電源回路と主回路は絶縁されている。

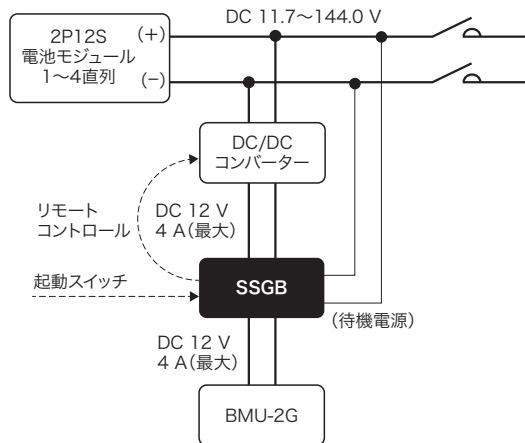


図4. SSGBによるBMU-2Gの電源制御

SSGBは、電池モジュールから待機電源を取る。BMU-2G用の12 V電源の生成は、電池モジュールの直列数に応じてDC/DCコンバーターを選択して外付けすることで、変換効率の向上を図っている。

Power control of BMU-2G using SSGB

第2の系統は、BMU-2G動作用のDC12 V電源である。これも主回路から生成するが、BMU-2Gの消費電流が最大4 Aと大きいので、電池システム自身の電力消費を抑えるために高い変換効率求められる。そのため、電池モジュールの直列数に応じて最適な市販DC/DCコンバーターを外付けする仕様とした。SSGBは、通常閉と通常開の両方のリモートコントロール信号を出力するので、より多くのDC/DCコンバーターに対応できる。

電池モジュールとSSGBの電源接続を図4に示す。主回路からSSGBに入る線のうち細線が待機電源、太線がBMU-2G動作用の12 V電源である。

3.4 過放電防止機能

SSGBは、電池モジュールの過放電を防止する機能を持っている。通常、SSGBは、起動スイッチ操作でBMU-2Gの電源制御を行うが、セルの電圧が使用可能範囲外まで低下し、かつ外部からの充電がない状態が継続すると、起動スイッチの状態によらずBMU-2G及びコンタクターの電源を遮断して電力消費を抑制する。無人運用中に異常が発生した場合や、ユーザーがシステムの電源を切り忘れた場合などに、電池モジュールを過放電による故障から保護するために役立つ機能である。

4. あとがき

産業機器向けに、鉛蓄電池からSCiB™に置き換えたシステムを容易に構築できるようにするため、SSGBを開発・製品化した。この製品により、SCiB™の新たなユーザーや製品用途の開拓に寄与していく。

文献

- (1) 小杉伸一郎, ほか. 社会インフラ向け 大規模蓄電池システムを支える基幹コンポーネント. 東芝レビュー. 2014, **69**, 4, p.45-49.
- (2) 川端 望, ほか. 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. 東芝レビュー. 2018, **73**, 1, p.63-66. <https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2018/01/73_01pdf/f07.pdf>, (参照 2020-01-10).

・CANは、ROBERT BOSCH GmbHの登録商標。



菊地 祐介 KIKUCHI Yusuke
電池事業部 電池システム開発部
Battery System Development Dept.



海老沢 政文 EBISAWA Masafumi
電池事業部 電池営業・技術部
Battery System Application Engineering Dept.



稲村 篤 INAMURA Atsushi
電池事業部 電池営業・技術部
Battery System Application Engineering Dept.