

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

直列接続される複数の蓄電池モジュールを有する蓄電池システムであって、
上記複数の蓄電池モジュールの電源端子間を接続する電源線と、
上記複数の蓄電池モジュールの通信端子間を接続する通信線と、
上記複数の蓄電池モジュールから、第 1 の蓄電池モジュールを取り外す場合に、上記第 1 の蓄電池モジュールに接続される通信線を切り離れた後に、上記第 1 の蓄電池モジュールに接続される電源線を切り離す機構を有する蓄電池システム。

【請求項 2】

請求項 1 において、

10

上記取り外された第 1 の蓄電池モジュールを第 2 の蓄電池モジュールに交換する場合に、上記第 2 の蓄電池モジュールに電源線を接続した後に、上記第 2 の蓄電池モジュールに通信線を接続する機構を有する蓄電池システム。

【請求項 3】

請求項 1 において、

上記蓄電池モジュールは、上記通信線と送信回路または受信回路との間に通信線スイッチを有し、

上記第 1 の蓄電池モジュールを取り外す場合に、上記通信線スイッチを遮断する蓄電池システム。

【請求項 4】

20

請求項 3 において、

上記蓄電池モジュールは、上記電源線と単電池との間に電源線スイッチを有し、

上記第 1 の蓄電池モジュールを取り外す場合に、上記通信線スイッチを遮断した後に、上記電源線スイッチを遮断する蓄電池システム。

【請求項 5】

請求項 2 において、

上記蓄電池モジュールは、上記通信線と送信回路または受信回路との間に通信線スイッチを有し、

上記第 2 の蓄電池モジュールに交換する場合に、上記通信線スイッチが遮断された状態で上記蓄電池モジュールに電源線を接続する蓄電池システム。

30

【請求項 6】

請求項 5 において、

上記蓄電池モジュールは、上記電源線と単電池との間に電源線スイッチを有し、

上記第 2 の蓄電池モジュールに交換する場合に、上記電源線スイッチを接続した後に、上記通信線スイッチを接続する蓄電池システム。

【請求項 7】

請求項 1 において、

上記蓄電池モジュール間を接続するための電源用バスバーと通信用バスバーとを有する電池ラックを有し、

上記蓄電池モジュールにおいて、上記電源用バスバーに接続する電源コネクタの先端は、上記通信用バスバーに接続する通信コネクタの先端よりも電池ラック側に突き出している蓄電池システム。

40

【請求項 8】

請求項 1 において、

上記蓄電池システムを制御する制御装置を有し、

上記制御装置と上記複数の蓄電池モジュールとは上記通信線によりデジチェーン状に接続される蓄電池システム。

【請求項 9】

複数の直列接続される単電池と、

上記単電池と他の蓄電池モジュールとを接続する電源コネクタと、

50

送信または受信回路と、

上記送信または受信回路と他の蓄電池モジュールの受信または送信回路とを接続する通信コネクタと、

上記通信コネクタと上記送信または受信回路の間に設けられた第１のスイッチとを有する蓄電池モジュール。

【請求項１０】

請求項９において、

上記電源コネクタと上記送信または受信回路の間に設けられた第２のスイッチとを有する蓄電池モジュール。

【請求項１１】

10

複数の直列接続される単電池と、

上記単電池と他の蓄電池モジュールとを接続する電源コネクタと、

送信または受信回路と、

上記送信または受信回路と他の蓄電池モジュールの受信または送信回路とを接続する通信コネクタとを有し、

上記電源コネクタの先端は上記通信コネクタの先端よりも突き出している蓄電池モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

20

本発明は蓄電池モジュール及び複数の蓄電池モジュールから構成される蓄電池システムに関するものである。

【背景技術】

【０００２】

直列に接続した複数の単電池（例えば、Ｌｉイオン電池セル）を電池モジュールとする。この蓄電池モジュールを一単位として、複数直列に接続することで高電圧化し、高い出力電力を得るための蓄電池システムが考えられている。

【０００３】

しかしながら、経時変化などによって個々の蓄電池モジュールの電圧や充放電容量にばらつきが生じた場合、これらの蓄電池モジュールが負担する充放電容量は不均一となり、システム全体としての性能を落とすこととなる。なぜならば、蓄電池モジュールは直列接続されているため、この中の蓄電池モジュール間の充放電容量ばらつきが大きくなると、放電時には放電能力は容量の少ないモジュールに制約され、充電時には残存電力の大きいモジュールが先に満充電となることでそれ以上の充電がなされなくなることにより、システム全体の充放電能力が低下する。

30

【０００４】

そのため、それぞれの蓄電池モジュールにモジュール制御装置を配置し、蓄電池モジュールの状態を監視・制御することでばらつきを抑制する技術が開示されている（特許文献１）。それぞれのモジュール制御装置は監視下の単電池を介して直列に接続されるため、信号伝達にはモジュール制御装置間をデイジーチェーン状に接続して情報伝達を行う。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特開２００８－２８９２３４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

近年、地球温暖化ガスの低減や省資源消費の観点から、ＨＥＶ（Ｈｙｂｒｉｄ Ｅｌｅｃｔｒｉｃ Ｖｅｈｉｃｌｅ）やＥＶ（Ｅｌｅｃｔｒｉｃ Ｖｅｈｉｃｌｅ）といった電気自動車が目されている。これら車載用に用いられる直流電源は高い出力電力を必要と

50

し、単電池を直列に多数接続して使用する。とりわけそのエネルギー密度の高さから Li イオン二次電池を用いた蓄電池システムが注目されている。一方、このように小型で高い出力を得ることができる電池は安全性への配慮から、各単電池の充放電状態を高い精度で制御しなければならない。また上記のような蓄電池システムは、様々な環境でしかも長期間使用されることが想定されることから、高い信頼性を維持しなければならない。

【0007】

またこれらの蓄電池モジュールではシステム運用に伴って確実に電池劣化が進行することから、蓄電池システムの長期運用にあたっては劣化モジュールへの対処が重要な課題となる。本発明ではシステムの性能を維持して長期間の運用を可能にするために、劣化した蓄電池モジュールを、絶縁破壊を生じさせることなく安全に交換するための蓄電池モジュールおよび蓄電池システムを提供する。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の課題を解決するため、直列接続される複数の蓄電池モジュールを有する蓄電池システムにおいて、複数の蓄電池モジュールの電源端子間を接続する電源線と、複数の蓄電池モジュールの通信端子間を接続する通信線と、複数の蓄電池モジュールから、第1の蓄電池モジュールを取り外す場合に、第1の蓄電池モジュールに接続される通信線を切り離した後に、第1の蓄電池モジュールに接続される電源線を切り離す機構を設ける。

【発明の効果】

【0009】

20

劣化した蓄電池モジュールを、絶縁破壊をおこさせることなく安全に交換できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】電池システムを示す図である。

【図2】本発明の課題を説明するための図である。

【図3】実施例1にかかる蓄電池モジュールのブロック図である。

【図4】蓄電池モジュールの交換フローを示した図である。

【図5】図3の交換フローにおけるステップS08の様子を示した図である。

【図6】図3の交換フローにおけるステップS14の様子を示した図である。

【図7】図3の交換フローの変形例である。

30

【図8】実施例1にかかる蓄電池モジュールの変形図である。

【図9】実施例2にかかる蓄電池モジュールの外観である。

【図10】実施例2にかかる蓄電池モジュールの断面図である。

【図11】実施例2にかかる蓄電池モジュールが電池ラックにおいて接続された状態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図1は本発明の蓄電池システムである。蓄電池モジュール103は蓄電池の最小交換単位である。その内部構成は図3等を用いて詳述する。蓄電池システム100は複数の蓄電池モジュールで構成されており、図1の例では、蓄電池モジュール列103a~iを直列に接続している。端子101（正極）、端子102（負極）は蓄電池システムの出力端子であって、蓄電池システムにより駆動される負荷はこれら端子間に接続される。

40

【0012】

制御装置SCONは、蓄電池システム100が出力する電流の監視や、出力電流量等に応じて各蓄電池モジュールの状態を制御するための制御装置である。そのため、制御装置SCONは各モジュールと通信を行うための蓄電池モジュールをデイジーチェーン状に接続した通信線を有している。本発明では、さらに、制御装置SCONは蓄電池モジュール交換のための制御を行う。

【0013】

図1の例では、通信端子D1（+）とD1（-）との間に通信線104が設けられてい

50

おり、制御装置SCOMと蓄電池モジュール103a~iとの通信は、デイジーチェーン状に接続された通信線104により行われる。

【0014】

なお、通信線104は、正極側通信端子D(+)から負極側通信端子D(-)の単方向通信(または負極側通信端子D(-)から正極側通信端子D(+)への単方向通信)として構成してもよく、または正極側通信端子D(+)と負極側通信端子D(-)との間で双方向通信として構成することも可能である。スイッチ105の役割については後述する。

【0015】

図1の蓄電池システムにおいて、一つの劣化した蓄電池モジュールを交換しようとするならば、交換の際に生じる高電圧で絶縁破壊が蓄電池モジュールを構成する素子を破壊してしまうおそれがあることに、発明者らは気がついた。一般的な構成の蓄電池モジュール210で蓄電池システムを構成した図2の例を用いて本発明の課題を説明する。図2の例は定格電圧302.4Vの蓄電池システムである。1つあたり3.6Vの単電池(電池記号により表記する)が4個直列接続されている蓄電池モジュールが21個直列接続されている。また、図1において説明したように、直列接続された蓄電池モジュールは制御装置200と通信するための通信線がデイジーチェーン状に接続されている。

10

【0016】

ここで、蓄電池モジュール210bを取り外す際、先にモジュール210aの電源端子Tb11、Tb12とモジュール210bの電源端子Tu21、Tu22及びモジュール210cの電源端子Tu31、Tu32とモジュール210bの電源端子Tb21、Tb22とが電氣的に分離され、一方、モジュール210aの通信端子CTb1、モジュール210bの通信端子CTu2・CTb2、モジュール210cの通信端子CTu3とはデイジーチェーン接続されたままであったとする。図2はこの状態を示している。

20

【0017】

電源端子が分離され、負荷RLを通じて放電されることにより正極201の電位は0Vとなる。したがって、モジュール210aのモジュールコントローラMCON1の電源電位VCC1は0Vとなり、この電位が通信端子CTb1にあらわれる。通信端子CTb1とモジュール210bの通信端子CTu2とは電氣的に接続されているため、通信端子CTu2の電位も0Vとなる。一方、モジュール210cより負極側には18個のモジュール、すなわち72直列された単電池が接続されているため、モジュール210cの電源端子Tb32及びモジュールコントローラMCON3のローカル基準電位GNDL3は259.2V(=72×3.6V)となる。このため、モジュールコントローラMCON3の素子による電圧降下分を無視するとモジュール210bの通信端子CTb2には259.2Vの電位があらわれる。

30

【0018】

この結果、モジュール210bのモジュールコントローラMCON2のローカル基準電位GNDL2は受信回路RX2のツェナーダイオードを順方向電流が流れることにより通信端子CTu2に放電され、約0Vとなる。その結果、キャパシタ212の一方の端子には259.2Vから3直列の単電池分(10.8V)電圧降下した248.4Vの電位が、もう一方の端子には約0Vの電位が印加される。同様に、送信回路TX2のダイオードには約259.2Vの逆方向電圧が印加される。素子の耐圧は、通常、モジュールの数倍程度の耐圧しか持たないため、このような大電圧の印加は素子の絶縁破壊を生じさせる可能性がある。

40

【実施例1】

【0019】

第1の実施例について説明する。第1の実施例では、スイッチを内蔵した蓄電池モジュールによって蓄電池システムを構成する。図3は蓄電池モジュール300の主要構成を示すブロック図である。図1の蓄電池システムの蓄電池モジュールとして用いられる。蓄電池モジュールは、直列接続された単電池列301、モジュールコントローラMCON、モジュールの外部端子と内部素子との接続を遮断するスイッチSWを有する。単電池301

50

は、例えばLiイオン電池セルのような二次電池である。モジュールコントローラMC ONは単電池の電圧、電流、温度等の情報を取得し、他のモジュールとデジチェーン接続される通信線302、通信線303によって制御装置SC ONと通信する。この例では、制御装置SC ONと単方向通信を行うための送信回路TXと受信回路RXを示している。システムの正極側の通信端子CTuから受信回路RXで信号Rsigを受信し、信号Tsigを送信回路TXにより変調してシステムの負極側の通信端子CTbに出力する。双方向通信を行う場合には、もう一つ通信端子の組を設け、システムの負極側の通信端子から信号を受信する受信回路とシステムの正極側の通信端子に信号を送信する送信回路とを設けることで実現可能である。蓄電池モジュール間の通信方式としては、よく知られた規格（例えば、CAN、LIN、UARTなど）を適用することができる。

10

【0020】

また、モジュールコントローラMC ONは単電池列301から電源VCC及びローカル基準電位GNDLを得る。モジュールコントローラMC ONは、単電池間電位n1～n4をモニタすることにより、各単電池の出力電圧（VC1～3、VCC）をモニタしている。例えば、システム制御装置SC ONから蓄電池モジュール300の出力電圧を下げるよう指示を受けた場合には、モジュールコントローラMC ONは、出力電圧の高い単電池を特定し、該当する抵抗R1に電流を流させることで電力を消費させることにより、その単電池の出力電圧を調整することができる。

【0021】

スイッチSW1～3はそれぞれ蓄電池モジュールの電源線304、モニタ線305、通信線302、303を接続/遮断するためのものである。モジュールコントローラMC ONは電源制御信号Psw、通信制御信号Cswを生成し、スイッチSW1、SW2は電源制御信号Pswにより、スイッチSW3は通信制御信号Cswにより制御される。図3ではスイッチは蓄電池モジュールの正極側に取り付けられているが、負極側または正極、負極両側に取り付けることもできる。

20

【0022】

蓄電池モジュール300の情報収集と劣化判定、および交換作業を行う場合のフローを図4～6を用いて説明する。なお、図5、6の蓄電池モジュールは図3に示す蓄電池モジュールと同じものであるが、表記を簡略化して示している（例えば、モニタ線については省略している）。また、図4のフローは制御装置SC ONと蓄電池モジュールとが単方向通信可能（D（+）→D（-））であれば適用できるものである。

30

【0023】

制御装置SC ONは定期的に各蓄電池モジュールの状態についての情報をモジュールコントローラMC ONから収集する（S01）。制御装置SC ONは取得した情報をもとに各蓄電池モジュールに対して劣化の判定を行う（S02）。蓄電池モジュールの劣化は、充放電を繰り返すことによって生じ、劣化は蓄電池モジュールの容量低下（容量劣化）あるいは内部抵抗の増加（抵抗劣化）が所定のしきい値を超えたか否かで判定する。例えば、収集した情報から想定される満充電時の容量が定格容量の70%（しきい値）まで減少したモジュールを劣化モジュールと定義することができる。なお、劣化判定の演算処理量が大きく、かつリアルタイム性も低いためモジュールの劣化判定は制御装置SC ONで行なわせている。本例では、モジュール520（図5）が劣化モジュールと判定されたものとする。

40

【0024】

制御装置SC ONは劣化モジュール520の負極側に隣接するモジュール530に切断指示を通知する（S03）。隣接モジュール530は通信線スイッチ532をOPENとし、通信線を切断する（S04）。続いて、電源線をスイッチ531をOPENにすることで切断する（S05）。制御装置SC ONは通信端子D（+）からテスト信号を送信し、このテスト信号がデジチェーン接続された通信線を通して通信端子D（-）に戻ってこないことをタイムアウトにより確認する。これにより、制御装置SC ONは通信線が切断されたことを確認できる。これにより、劣化モジュールは負極側に隣接するモジュール530

50

と切り離される。

【 0 0 2 5 】

次に、制御装置 S C O N は劣化モジュール 5 2 0 に切断指示を通知する (S 0 7)。デ
イジーチェーン接続はスイッチ 5 3 2 において切断されているが、それよりも正極側に位
置する蓄電池モジュールは正常に接続されているので、制御装置 S C O N からの指示を受
信することが可能である。劣化モジュール 5 2 0 も同様に通信線、電源線の順に切断する
(S 0 8、S 0 9)。なお、図 5 はステップ S 0 8 でのスイッチの接続状態を示している
。以上をもって劣化モジュール 5 2 0 がシステムから独立した状態となり、ユーザによる
交換が可能となる。劣化モジュール 5 2 0 の切断完了については、制御装置 S C O N が切
断指示をしてから十分な時間が経過したことをもって劣化モジュール 5 2 0 の切断完了と
判定するようにしてもよい。また、蓄電池モジュールにスイッチの OPEN/CLOSE に応じて点
灯する L E D を設け、ユーザが蓄電池モジュールのスイッチの OPEN/CLOSE を視覚的に判断
できるようにしてもよい。

10

【 0 0 2 6 】

この後、ユーザは劣化モジュール 5 2 0 の取り外し、および新規モジュール 5 4 0 に交
換する (S 1 0)。モジュールの再接続は、例えば各モジュールが正極側電源端子、負極
側電源端子とも他の蓄電池モジュールに接続されていることを検知して自律的に実施す
る。このとき、各モジュールコントローラ M C O N は電源線スイッチを CLOSE してから通信
線スイッチを CLOSE にするように制御する (S 1 1 ~ 1 2、S 1 4 ~ 1 5)。図 4 の例で
は、隣接モジュールが先行する例であるが、隣接モジュールと新規モジュールのいずれが
先行してもよく、また同時であってもよい。なお、図 6 はステップ S 1 3 でのスイッチの
接続状態を示している。スイッチ接続が完了したモジュールは接続完了信号を制御装置 S
C O N に対して出力する (S 1 3、S 1 6)。制御装置 S C O N は、両モジュールからの
接続完了信号を受信することにより、蓄電池モジュールの交換を終了する。

20

【 0 0 2 7 】

以上は、交換される蓄電池モジュールの負極側にも蓄電池モジュールが存在する場合の
例であるが、最負極側の蓄電池モジュールの交換の場合には、負極側の通信線の切断のた
めにスイッチ 1 0 5 (図 1) を用いる。スイッチ 1 0 5 は制御装置 S C O N により制御さ
れる。

【 0 0 2 8 】

30

なお、蓄電池システムにおいて、蓄電池モジュール間で双方向通信可能に構成される場
合は、新規モジュールの接続フローを図 7 のように行うことができる。変更される部分は
図 4 の (A) - (B) 間である。モジュールの交換後、ユーザは制御装置 S C O N にモジ
ュールの交換完了を通知する (S 1 8)。この通知を受けて、制御装置 2 0 0 は、新規モ
ジュール 5 4 0 の負極側に隣接するモジュール 5 3 0 に対して、接続を開始するように指
示する。この指示は、負極側通信端子 D (-) から正極方向に通信することで伝達可能で
ある。この指示を受けて、隣接モジュール 5 3 0 では、最初に電源線を接続する (S 2 0)
。電源線の接続が終了した後、通信線を接続する (S 2 1)。隣接モジュール 5 3 0 は
接続完了信号を制御装置 S C O N に送信する (S 2 2)。接続完了信号も負極側の通信線
を用いて、隣接モジュールから制御装置 S C O N に送信される。接続完了信号を制御装置
S C O N が受け取ると (S 2 3)、制御装置 S C O N は新規モジュール 5 4 0 に接続を開
始するように指示する (S 2 4)。この指示も、負極側通信端子 D (-) から伝達される
。同様に、新規モジュール 5 4 0 も電源線、通信線の順で接続され (S 2 5 ~ 2 6)。隣
接接続完了を制御装置 S C O N が受け取ると (S 2 7 ~ 2 8)、蓄電池モジュールの交換
を終了する。

40

【 0 0 2 9 】

このように双方向通信ができる場合には、蓄電池モジュール交換の場合の自律的なスイ
ッチ制御は不要になる。また、通信線切断確認 (図 3 のステップ S 0 6) も切断完了を示
す信号を送信させることによって確認することが可能になる。

【 0 0 3 0 】

50

さらに、図 3 の構成において付随的効果として、外部端子と内部素子との間に内蔵スイッチが設けられることから、蓄電池モジュールの不使用时にこれらの内蔵スイッチを OPEN にするようにしておけば、蓄電池モジュール単体としての安全性を高めることも可能である。

【 0 0 3 1 】

図 8 は図 3 に示した蓄電池モジュールの変形例である。この例は、図 3 から電源制御信号 Psw で制御されるスイッチ $SW1$, $SW2$ を除いたものである。既に説明した通り、電源線が短絡して通信線が蓄電池システムに接続されている状態がなくなればよい。したがって、交換の際にスイッチ $SW3$ が OPEN になっているように制御されるようになっていれば、図 8 の構成であっても耐圧破壊を免れることができる。すなわち、電池モジュール交換フロー（図 4）の電源線スイッチ遮断 / 接続に関するステップ $S05$ 、 $S09$ 、 $S11$ 、 $S14$ のステップをなくしたフロー、または電池モジュール再接続フロー（図 7）の電源線スイッチ接続に関するステップ $S20$ 、 $S25$ のステップをなくしたフローで交換可能になる。この場合、電源線（すなわち単電池間）にスイッチが直列接続されることがなく、システムの効率が向上する。

10

【 0 0 3 2 】

以上、実施例 1 に蓄電池モジュールに内蔵スイッチを設ける例を説明したが、いずれも内蔵スイッチの OPEN/CLOSE のタイミングを制御することで電源を安定してから確実にモジュールの取り外し、再接続を行うことができるものであり、モジュール、ひいてはシステムの安全性を高める効果を有する。

20

【 実施例 2 】

【 0 0 3 3 】

第 2 の実施例について説明する。第 2 の実施例では、蓄電池モジュールの外部端子の構造を電源端子と通信端子とで異ならせることで、モジュール内部素子の絶縁破壊を防止するものである。第 2 の実施例では、蓄電池モジュールの内部構成は例えば図 2 の 210 に相当する構成である。

【 0 0 3 4 】

図 9、10 にそれぞれ第 2 実施例にかかる蓄電池モジュール 900 の外観と断面図を示す。蓄電池モジュール筐体 905 の背面部分に通信コネクタ 901、および電源コネクタ（正極・負極）903・904 が設けられている。双方向通信対応モジュールであれば、4 個の通信コネクタ 901 が設けられる。図 10 に示すように、通信コネクタ 901 の先端は、電源コネクタ 903、904 の先端よりも間隔 g で示される長さだけ短くなっている。通信コネクタ 901 が電源コネクタ 903、904 よりも短いことで、モジュールを引き抜く際、通信コネクタが先に切断され、その後電源コネクタが切断される。また蓄電池モジュール 900 を挿入する際は、先に電源コネクタが接続され、次に通信コネクタが接続されるため、実施例 1 に示す切断・接続フローと同様の効果を得ることができる。間隔 g は 1 mm ~ 50 mm 程度あればよい。なお、図 10 では蓄電池モジュール 900 は蓄電池システムの電池ラック 1001 に収納された状態を示しており、1002 はラック背面に設けられる冷却ファンである。

30

【 0 0 3 5 】

図 11 に電池ラック 1001 において蓄電池モジュール 900 が接続された状態を示す。制御装置 $SCON$ と 5 つの蓄電池モジュール 900 とが接続された状態を示している。蓄電池モジュール 900 の通信端子 901 は通信用バスバー 1002 a ~ f によりデイチェーン状に接続がなされている。また、隣接する電源モジュールは斜め方向に延びる電源用バスバー 1003 a ~ d により接続される。これにより、電源モジュール 900 の電源端子の位置を共通化できる。また、ラック電源端子（正極）1004 は最も正極側に位置する電源モジュール 900 a の正極が電源用バスバー 1006 で接続され、ラック電源端子（負極）1005 は最も負極側に位置する電源モジュール 900 e の負極が電源用バスバー 1006 で接続されている。なお、図 10 で説明したように、電源用バスバーに接続する電源コネクタの先端は、通信用バスバーに接続する通信コネクタの先端よりも電

40

50

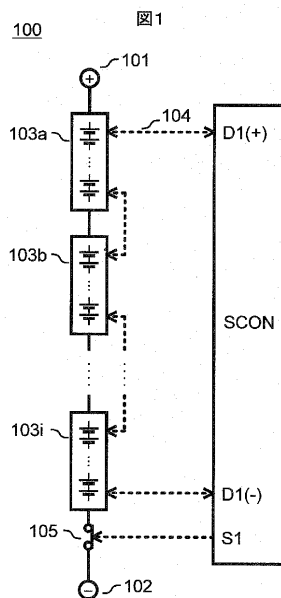
池ラック側に突き出している構造となっているため、通信用バスバー 1002 と電源用バスバー 1003 の位置関係は、電池ラックに挿入されたモジュールのコネクタの位置に応じた位置関係に設けられる。

【符号の説明】

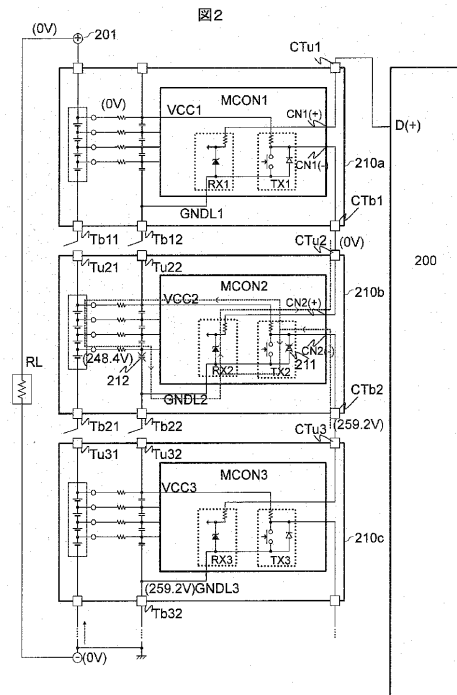
【0036】

100：蓄電池システム、SCON：制御装置、101：正極、102：負極、103：蓄電池モジュール、104：通信線。

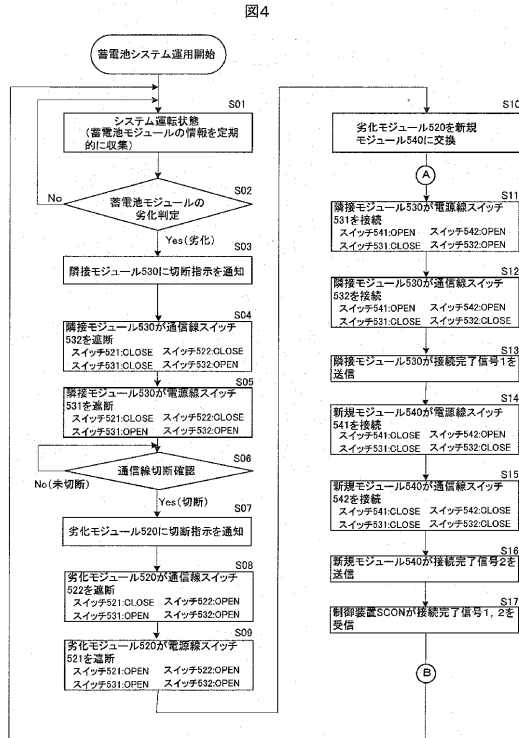
【図1】



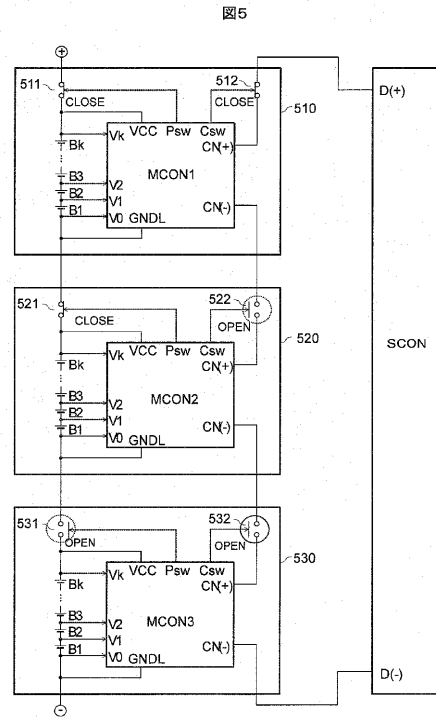
【図2】



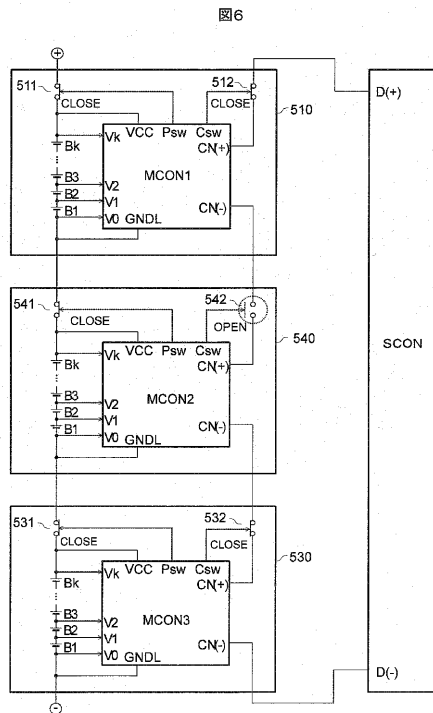
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

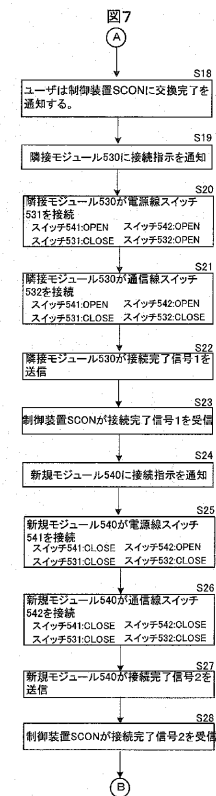


图9

900

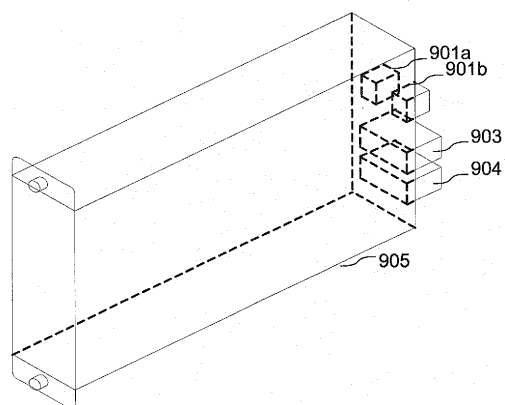


图 10

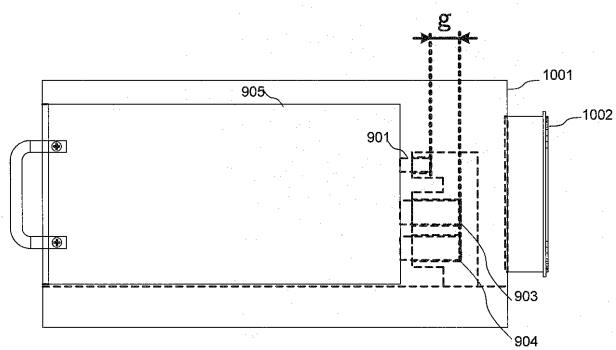
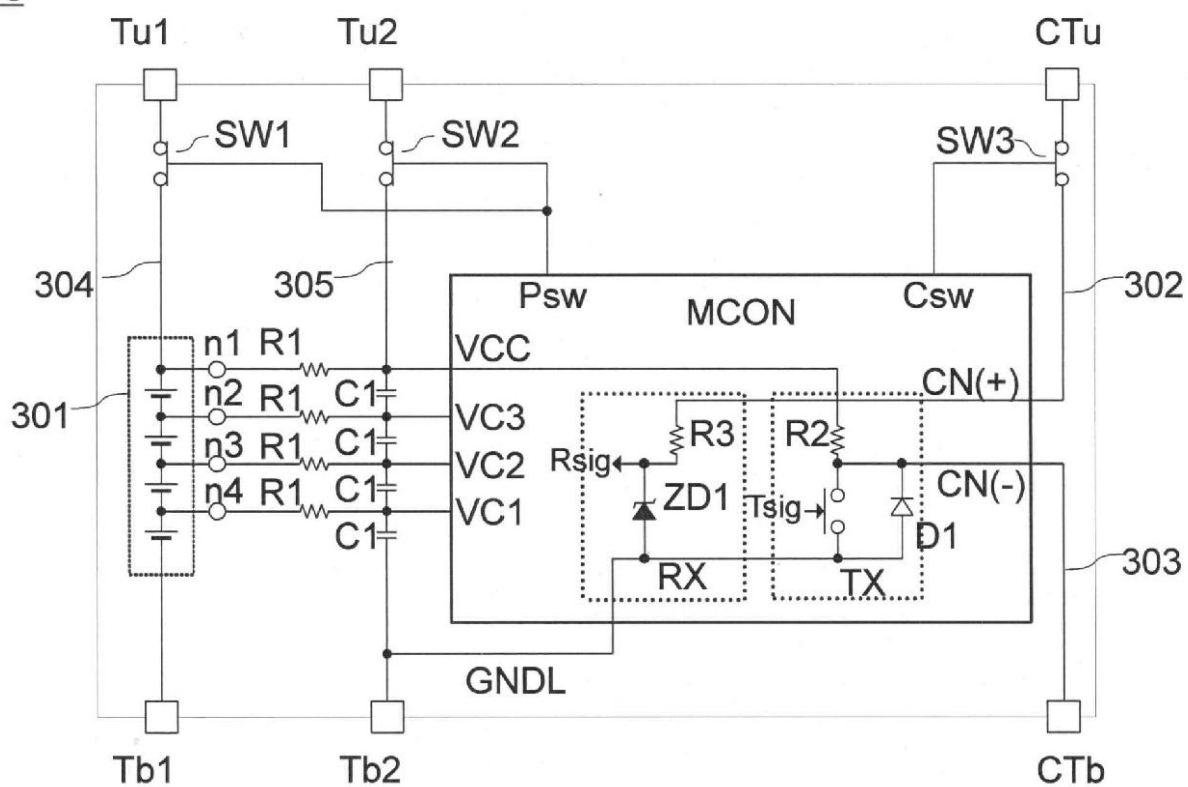


图3

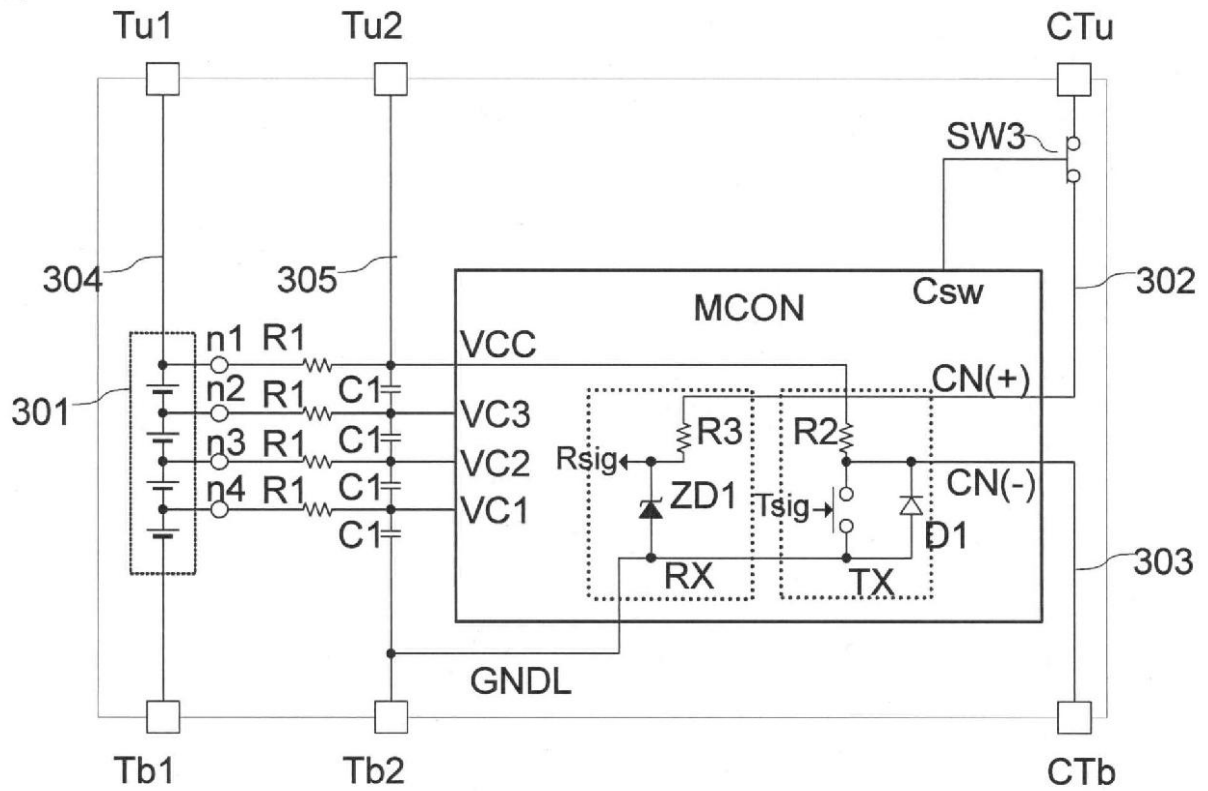
300



【図 8】

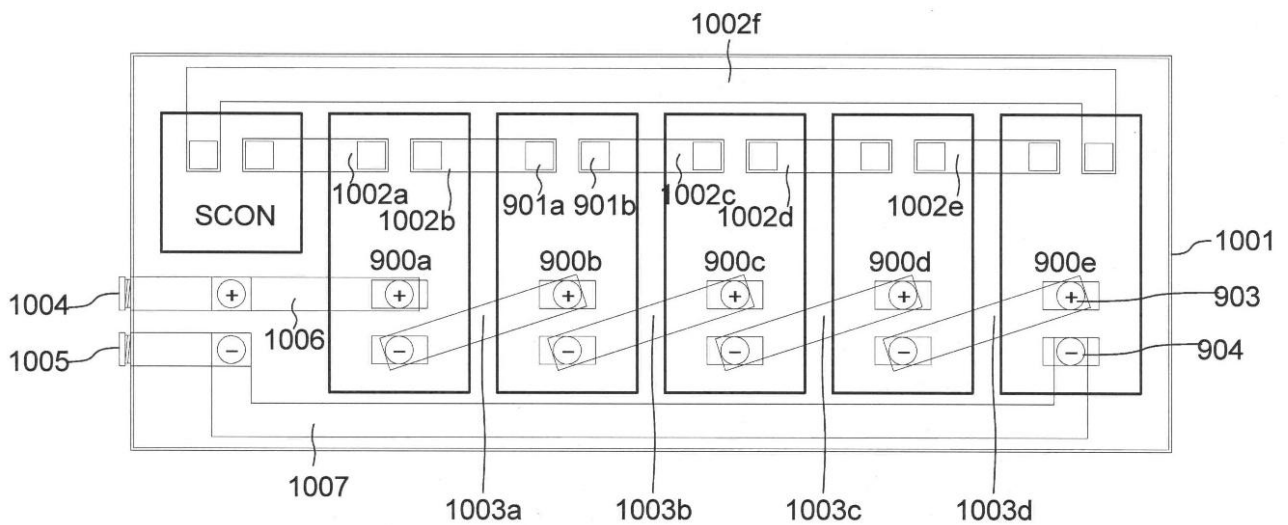
図 8

800



【図 11】

図 11



フロントページの続き

(72)発明者 長田 健一

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 5G503 AA01 BA03 BB01 BB02 CA11 CC02 CC04 FA06 HA01

5H030 AA06 AS06 AS08 FF43