(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2021-36734
(P2021-36734A)
(43)公開日　令和3年3月4日(2021.3.4)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H02J 7/02	(2016.01)	H02J	7/02	H	5G503
H01M 10/48	(2006.01)	H01M	10/48	P	5H030
H01M 10/44	(2006.01)	H01M	10/44	P	

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 13 頁）

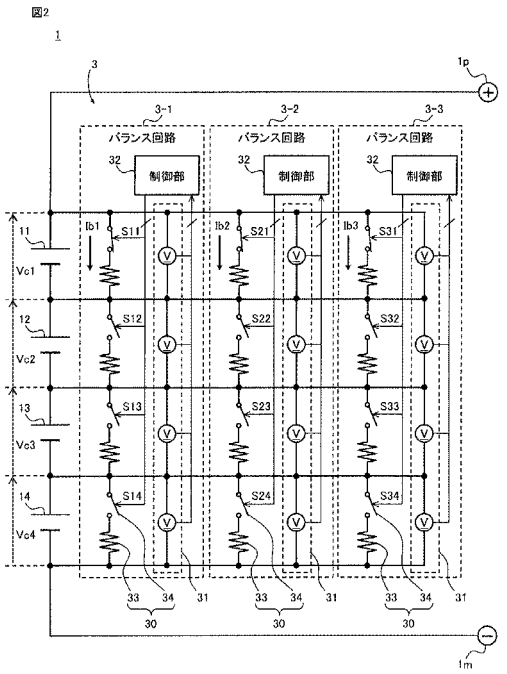
(21)出願番号　特願2017-196346 (P2017-196346)
(22)出願日　平成29年10月6日 (2017.10.6)

(71)出願人　000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号
(74)代理人　100101454
弁理士　山田　卓二
(74)代理人　100081422
弁理士　田中　光雄
(74)代理人　100199314
弁理士　竹内　寛
(72)発明者　佐野　孝典
京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号
株式会社村田製作所内

Ｆターム(参考)　5G503 AA01 BA03 BB02 DA04 HA01
5H030 AA10 BB23 FF41 FF43 FF44
FF51 FF52

(54)【発明の名称】組電池

(57)【要約】
【課題】充電可能な組電池において電池セルの充電状態をバランス良くすることができる組電池を提供する。
【解決手段】充電可能な組電池（１）が提供される。組電池は、複数の電池セル（１１～１４）と、検出部（３１）と、複数の放電抵抗（３３）と、制御部（３２）とを備える。複数の電池セルは、互いに直列接続されている。検出部は、各電池セルの両端間のセル電圧（Ｖｃ１～Ｖｃ４）をそれぞれ検出する。複数の放電抵抗は、各電池セルと並列に接続され、それぞれの電池セルを短絡して放電可能である。制御部は、検出部によって検出されたセル電圧に基づいて、各電池セルの放電を制御する。制御部は、検出されたセル電圧の大きさに応じて、当該セル電圧が検出された電池セルを放電するための１つ又は複数の放電抵抗による抵抗値を変更する。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
充電可能な組電池であって、
互いに直列接続された複数の電池セルと、
各電池セルの両端間のセル電圧をそれぞれ検出する検出部と、
各電池セルと並列に接続され、それぞれの電池セルを短絡して放電可能な複数の放電抵抗と、
前記検出部によって検出されたセル電圧に基づいて、各電池セルの放電を制御する制御部とを備え、
前記制御部は、検出されたセル電圧の大きさに応じて、当該セル電圧が検出された電池セルを放電するための１つ又は複数の放電抵抗による抵抗値を変更する
組電池。
【請求項２】
前記制御部は、前記電池セルの放電時に前記検出部によって検知されたセル電圧が大きいほど、前記抵抗値を減少させる
請求項１に記載の組電池。
【請求項３】
前記制御部は、所定の複数のしきい値に基づいて、前記抵抗値を段階的に変更する
請求項１又は２に記載の組電池。
【請求項４】
前記複数のしきい値のうちの最小のしきい値は、前記組電池の充電電圧を、直列セル数で除した電圧以上であり、前記直列セル数は前記組電池において直列接続された電圧セルの個数である
請求項１～３のいずれか１項に記載の組電池。
【請求項５】
各放電抵抗と各電池セルとの間に設けられる複数のスイッチをさらに備え、
前記放電抵抗と前記スイッチの直列回路が、１つの電池セルに対して複数、並列に設けられる
請求項１～４のいずれか１項に記載の組電池。
【請求項６】
前記放電抵抗は、可変抵抗器で構成される
請求項１～４のいずれか１項に記載の組電池。
【請求項７】
前記複数の電池セルは、４個以上である
請求項１～６のいずれか１項に記載の組電池。
【請求項８】
前記電池セルは、リン酸鉄リチウムを含む正極と、グラファイトを含む負極とを備えるリチウムイオン電池である
請求項１～７のいずれか１項に記載の組電池。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、充電可能な複数の電池セルを含む組電池に関する。
【背景技術】
【０００２】
複数の電池セルを含んだ組電池を充電する際に、各電池セルの電圧を均一化する技術が知られている（例えば特許文献１）。
【０００３】
特許文献１は、電池セルで構成される蓄電部の充電を、短時間で完了することを目的とする蓄電装置を開示している。特許文献１の蓄電装置は、直列接続された複数の蓄電部と

、蓄電部のそれぞれにスイッチを介して並列接続されたセルバランス部と、蓄電部に充電する充電電流を制御する制御部とを備えている。制御部は、蓄電装置の充電管理を行う制御装置と通信接続しており、充電電流を第１の定電流値よりも小さい第２の定電流値に切り替える制御を行っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開２０１５－６１３３５号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

本発明の目的は、充電可能な組電池において、満充電時の組電池中の電池セルの電圧を速やかに均一化することができる組電池を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明に係る組電池は、充電可能な組電池である。組電池は、複数の電池セルと、検出部と、複数の放電抵抗と、制御部とを備える。複数の電池セルは、互いに直列接続されている。検出部は、各電池セルの両端間のセル電圧をそれぞれ検出する。複数の放電抵抗は、各電池セルと並列に接続され、それぞれの電池セルを短絡して放電可能である。制御部は、検出部によって検出されたセル電圧に基づいて、各電池セルの放電を制御する。制御部は、検出されたセル電圧の大きさに応じて、当該セル電圧が検出された電池セルを放電するための１つ又は複数の放電抵抗の抵抗値を変更する。

【発明の効果】

【０００７】

本発明に係る組電池によると、セル電圧の大きさに応じて放電抵抗の抵抗値を変更しながら、電池セルが放電される。これにより、充電可能な組電池において電池セルの電圧を速やかに均一化することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】実施形態１に係る組電池の使用例を説明するための図

【図２】実施形態１に係る組電池の構成を示す回路図

【図３】組電池のバランス動作の課題を説明するための図

【図４】実施形態１に係る組電池のバランス動作を説明するための図

【図５】組電池のバランス動作を説明するためのタイミングチャート

【図６】実施形態１に係る組電池のバランス動作のシミュレーションを説明するための図

【図７】実施形態２に係る組電池の構成を示す回路図

【図８】実施形態２に係る組電池の動作例を説明するための図

【発明を実施するための形態】

【０００９】

以下、添付の図面を参照して本発明に係る組電池の実施形態を説明する。

【００１０】

各実施形態は例示であり、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることは言うまでもない。実施形態２以降では実施形態１と共通の事項についての記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については、実施形態毎には逐次言及しない。

【００１１】

（実施形態１）

実施形態１では、充電可能な複数の電池セルを含む組電池において、充電時にバランス状態を達成するためのバランス動作を行う組電池について説明する。バランス状態は、組電池において直列接続された電圧セルの電圧が均一化された状態をいうこととする。また

、バランス動作は、組電池において各電池セルに並列接続した放電抵抗等を用いて、或る電池セルを放電する動作をいうこととする。

【００１２】

一般に、バランス動作は、組電池の安全（過充電予防）および劣化促進抑制のために、早く完了させるほど好ましい。従来から、放電抵抗の抵抗値を小さく設定する手段があったが、その場合、放電抵抗に流れるバイパス電流が大きくなる。このため、組電池は、バランス動作時に過電圧により電池セルの電圧を過少に評価することで誤動作判定しやすくなり、直列セル間の電圧の平滑性が悪い状態になりやすくなってしまう。このように、上記のような設定だけではバランス動作の精度が低下してしまうという問題に、本願発明者は着目した。

【００１３】

本実施形態に係る組電池は、以上のような誤動作判定を防止しつつ、満充電時の組電池中の電池セルの電圧を速やかに均一化することができる。以下、本実施形態に係る組電池の構成及び動作について、図１～６を参照して説明する。

【００１４】

１．構成

実施形態１に係る組電池の構成について、図１，２を用いて説明する。図１は、本実施形態に係る組電池１の使用例を説明するための図である。

【００１５】

本実施形態に係る組電池１は、種々の電子機器（例えば車載機器やモバイル機器）に供給可能な電力を蓄電する蓄電装置を構成する。図１の使用例において、組電池１は、正極端子１ｐと負極端子１ｍとを介して、負荷２及び充電回路２０に接続されている。組電池１は、正極端子１ｐと負極端子１ｍ間の組電池電圧Ｖａを種々の負荷２に供給する。また、本実施形態に係る組電池１は二次電池であり、両端子１ｐ，１ｍ間に接続された充電回路２０によって充電可能である。

【００１６】

充電回路２０は、例えば発電機及びコンバータ等を含み、組電池１を充電するための電圧を制御する。また、充電回路２０は、組電池電圧Ｖａを検知する検知回路を含む。充電回路２０は、検知回路で検知した組電池電圧Ｖａが所定値未満であるときに、組電池１を充電する充電動作を実行し、検知した組電池電圧Ｖａが所定値以上であるときには、組電池１の充電動作を停止する。所定値は、例えば組電池１の満充電状態を示す電圧値である（例えば１４．２Ｖ）。

【００１７】

組電池１は、図１に示すように、複数の電池セル１１～１４と、電池保護回路部１０と、バランス回路部３とを備える。本実施形態では、組電池１において４個の電池セル１１，１２，１３，１４が直列接続された例を説明する。

【００１８】

第１～第４の電池セル１１～１４は、リチウムイオン電池で構成され、例えば正極の材料にリン酸鉄リチウム（ＬＦＰ）を含むと共に負極の材料にグラファイト（Ｇｒ）を含む（以下「ＬＦＰ－Ｇｒセル」という場合がある）。各電池セル１１～１４は、それぞれ１つの蓄電素子で構成されてもよいし、複数の蓄電素子を含んでもよい。複数の蓄電素子は、例えば互いに並列接続されてもよい。複数の蓄電素子は、適宜、組み合わされて１つの電池セルを構成してもよい。

【００１９】

電池保護回路部１０は、組電池１の内部に組み込まれ、第１～第４の電池セル１１～１４のいずれかが異常な充電状態にあるときに、組電池１の充電を強制的に終了する電池保護機能を実現する。電池保護回路部１０は、各電池セル１１～１４の端子間電圧であるセル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４を検知して、いずれかのセル電圧が所定のしきい値（例えば４Ｖ）を超えたときに、電池セル１１～１４に対する電力供給を遮断するようにスイッチ１０ａ等を制御する。

【００２０】
バランス回路部３は、組電池１の充電時などに、各々の電池セル１１～１４の満充電近傍のセル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４を均一化させるように各電池セル１１～１４を放電するバランス機能を実現する。本実施形態に係る組電池１では、内部に組み込まれたバランス回路部３が、セル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４の大きさに応じて、各電池セル１１～１４の放電を段階的に調整する。以下、本実施形態に係る組電池１の構成の詳細を、図２を用いて説明する。

【００２１】
図２は、実施形態１に係る組電池１の構成を示す回路図である。図２では、電池セル保護回路部１０（図１）等の図示を省略している。本実施形態に係る組電池１は、図２に示すように、複数段のバランス回路３－１～３－３を備える。以下では、組電池１において３段のバランス回路３－１，３－２，３－３が設けられた例について説明する。

【００２２】
各段のバランス回路３－１～３－３は、第１～第４の電池セル１１～１４の各々を放電する４つの放電回路３０と、検出部３１と、制御部３２とを備える。各バランス回路３－１～３－３の検出部３１と制御部３２とは、例えば同じＩＣ等に実装される。

【００２３】
各段のバランス回路３－１～３－３において、４つの放電回路３０は、それぞれ第１～第４の電池セル１１～１４のうちの１つの電池セルに並列接続される。本実施形態において、各放電回路３０は、放電抵抗３３とスイッチ３４との直列回路で構成される。それぞれの放電抵抗３３は、例えば共通の抵抗値Ｒ（例えば１００Ω）を有する。スイッチ３４は、例えばＦＥＴ，ＩＧＢＴ等で構成される。

【００２４】
各電池セル１１～１４に対する放電回路３０は、それぞれスイッチ３４がオンしたときに、対応する電池セルを放電抵抗３３で短絡して、当該電池セルを放電する。本実施形態に係る組電池１においては、３段のバランス回路３－１～３－３により、各電池セル１１～１４に対して、互いに並列する３段分の放電回路３０を用いた多段階の放電動作（バランス動作）が行われる。

【００２５】
検出部３１は、電圧計測回路などを含み、４個の電池セル１１～１４の各々のセル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４を検出する。各段のバランス回路３－１～３－３における検出部３１は、同段の制御部３２に、セル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４の検出結果を示す検出値を出力する。

【００２６】
制御部３２は、ロジック回路などを含む。各段の制御部３２は、各セル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４の検出値に基づいて、対応する電池セル１１～１４のバランス動作における放電を制御する。それぞれの制御部３２は、各セル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４の検出値に対して、所定のしきい値による比較判定を行い、判定結果に応じてそれぞれのスイッチ３４をオン／オフ制御する。

【００２７】
１～３段目のバランス回路３－１～３－３の制御部３２には、互いに異なる第１～第３のしきい値Ｖｔｈ１，Ｖｔｈ２，Ｖｔｈ３が設定される（以下、Ｖｔｈ１＜Ｖｔｈ２＜Ｖｔｈ３とする）。例えば、第１のしきい値Ｖｔｈ１は、組電池１の充電電圧を、直列セル数で除した電圧以上の値に設定される。

【００２８】
例えば、１段目のバランス回路３－１の制御部３２は、第１の電池セル１１のセル電圧Ｖｃ１の検出値が第１のしきい値Ｖｔｈ１よりも大きいと判定すると、第１の電池セル１１に対する放電回路３０のスイッチ３４をオンするように制御信号Ｓ１１を生成する。また、同制御部３２は、セル電圧Ｖｃ１の検出値が第１のしきい値Ｖｔｈ１以下と判定すると、同スイッチ３４をオフするように制御信号Ｓ１１を生成する。

【００２９】

上記と同様に、１段目のバランス回路３－１において、各セル電圧Ｖｃ２～Ｖｃ４の検出値と第１のしきい値Ｖｔｈ１との比較結果に基づき、第２～第４の電池セル１２～１４に対する放電回路３０のスイッチ３４をそれぞれオン／オフ制御する制御信号Ｓ１２～Ｓ１４が生成される。また、２，３段目のバランス回路３－２，３－３において、各セル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４の検出値と第２，第３のしきい値Ｖｔｈ２，Ｖｔｈ３との比較結果に基づき、各スイッチ３４の制御信号Ｓ２１～Ｓ２４，Ｓ３１～３４が生成される。

【００３０】

２．動作

以上のように構成される組電池１の動作について、以下説明する。

【００３１】

本実施形態に係る組電池１は、充電回路２０（図１）等から充電される際に、バランス回路部３において、複数の電池セル１１～１４の中で規定の電圧より高い電圧の電池セルを放電するバランス動作を行う。バランス動作によると、充電回路２０による充電中もしくは充電動作停止状態において、組電池１内部の複数の電池セル１１～１４の各セル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４に応じて放電抵抗３３をＯＮ（短絡）し放電することで、セル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４を均等化する。

【００３２】

２－１．課題について

組電池におけるバランス動作の課題について、図３（ａ），（ｂ）を用いて説明する。図３（ａ）は、電池セルの充電電圧特性を例示するグラフである。図３（ｂ）は、図３（ａ）における満充電状態の近傍の拡大図である。図３の縦軸はセル電圧［Ｖ］を示し、横軸は充電量、即ち充電済みの容量［Ａｈ］を示す。

【００３３】

図３（ａ）では、電池セルとして満充電の容量２Ａｈを有するＬＦＰ－Ｇｒセル（以下「セル」と略記する場合がある）を用いた場合の特性曲線６１を例示している。特性曲線６１は、セル充電時のセルの充電量とセル電圧の関係を示したものである。ＬＦＰ－Ｇｒセルでは、図３（ａ）に示すように、満充電状態の近傍（２Ａｈ近傍）において、セル電圧が急峻に立ち上がる。

【００３４】

本実施形態に係る組電池１のように複数のセルを用いて組電池を構成した場合、理想的には、全てのセルの特性曲線が重なった状態、即ちＳＯＣ（State Of Charge）ずれがない状態にある。しかし、組電池における電池セル間での劣化ばらつきやセル内部の微小短絡により、特性曲線にずれが生じる場合がある。図３（ａ）の特性曲線６１は、通常の電池セルによる充電電圧特性を示している（以下「正常な特性曲線６１」という場合がある）。

【００３５】

図３（ｂ）では、満充電状態の近傍における２セルの特性曲線６１，６２を示している。具体的には、正常な特性曲線６１と、正常な特性曲線６１からずれた電池セルの特性曲線６２とを示している。例えば、特性曲線６１，６２のようにＳＯＣがずれた２セルからなる組電池をある容量（例えば２．０１５Ａｈ）に充電した場合、図３（ｂ）のように一方のセルが３．８Ｖとなり、他方のセルは３．５５Ｖとなる。ＳＯＣずれに起因して生じる特定セルの電圧が高い状態は、そのセルの劣化促進、不安全状態および組電池の実効容量の低下を引き起こすため、図３（ａ），（ｂ）のような充電電圧特性を有する組電池においては、充電末期にバランス動作を行う必要がある。

【００３６】

従来のバランス動作においては、セル電圧の検出値が、満充電近傍のしきい値（図３（ｂ））等よりも大きいと判定されたときに、予め設定された抵抗値の放電抵抗で電池セルを短絡して、しきい値以下になるまで電池セルを放電していた。ここで、設定された抵抗値が大きいと、電池セルを放電する放電期間が長くなり、組電池の容量が最適化されるまでに長時間を費やしてしまう。さらに、上記の放電期間中、放電される電池セルは満充電

を超えた異常な状態にあり、電池セルの劣化促進が懸念される。

【００３７】

一方、従来のバランス動作において放電抵抗に小さい抵抗値が設定されると、電池セルの内部抵抗とバイパス電流による電圧降下（過電圧）が大きくなり、セル電圧の検出値が実際のセル電圧から下がることでバランス動作が中断するような事態を生じるため、従来のバランス動作では、組電池における個々のセルの電圧を迅速に、且つ高精度にバランスさせることが困難であった。

【００３８】

そこで、本実施形態に係る組電池１では、複数段のバランス回路３－１～３－３を用いて段階的に、電池セルを放電する際の抵抗値（合成抵抗）を変更する。これにより、バランス動作の長期化や中断を抑制して、組電池１における充電状態を精度良くバランスさせることができる。以下、本実施形態に係る組電池１の動作の詳細を説明する。

【００３９】

２－２．バランス動作について

本実施形態に係る組電池１におけるバランス動作について、図４，５を用いて説明する。図４は、本実施形態に係る組電池１のバランス動作を説明するための図である。図５は、組電池１のバランス動作を説明するためのタイミングチャートである。

【００４０】

図４では、特性曲線６１を用いて、各段のバランス回路３－１～３－３に設定される第１～第３のしきい値Ｖｔｈ１～Ｖｔｈ３を例示している。図４の例では、１段目のバランス回路３－１における第１のしきい値Ｖｔｈ１は、３．５５Ｖ（組電池１の充電電圧を直列セル数で除した電圧）に設定されている。第１のしきい値Ｖｔｈ１は、複数の電池セルが直列接続された組電池１においては、充電電圧／直列セル数以上に設定される。直列セル数は、組電池１において互いに直列接続された電池セルの個数である。また、２段目のバランス回路３－２において第２のしきい値Ｖｔｈ２＝３．６Ｖに設定され、３段目のバランス回路３－３において第３のしきい値Ｖｔｈ１＝３．６５Ｖに設定されている。

【００４１】

以下では、一例として第１の電池セル１１に対するバランス動作について説明する。特性曲線６１によると、同電池セル１１は充電時に、セル電圧Ｖｃ１が第１のしきい値Ｖｔｈ１よりも小さい点Ｐ１の状態から、特性曲線６１の急峻な立ち上がりに沿って第３のしきい値Ｖｔｈ３よりも大きい点Ｐ２の状態になる場合が想定される。このような場合の組電池１の動作例を図５（ａ）～（ｄ）に示す。

【００４２】

図５（ａ）は、１段目のバランス回路３－１（図２）における第１の電池セル１１に対する放電回路３０の制御信号Ｓ１１の制御タイミングを示す。図５（ｂ），（ｃ）は、それぞれ２，３段目のバランス回路３－２，３－３における同電池セル１１の放電の制御信号Ｓ２１，Ｓ３１の制御タイミングを示す。図５（ｄ）は、同電池セル１１を放電するための抵抗値の変更タイミングを示す。

【００４３】

図５（ａ）～（ｄ）では、第１の電池セル１１のセル電圧Ｖｃ１が時刻ｔ１に点Ｐ１に到達し、その後の時刻ｔ２に点Ｐ２に到達した場合の動作例を示している（図４参照）。時刻ｔ１と時刻ｔ２間の時刻ｔ１１，ｔ１２，ｔ１３に、各段のバランス回路３－１～３－３（図２）がバランス動作を開始する。

【００４４】

まず、時刻ｔ１１において、１段目のバランス回路３－１の制御部３２（図２）は、セル電圧Ｖｃ１の検出値が第１のしきい値Ｖｔｈ１よりも大きくなったと判定し、図５（ａ）に示すように制御信号Ｓ１１を生成する。これにより、１段目のバランス回路３－１において、第１の電池セル１１に対する放電回路３０のスイッチ３４がオンし、放電抵抗３３が当該電池セル１１を短絡する。このとき、当該電池セル１１は、１つの放電抵抗３３による抵抗値「Ｒ」に基づき放電されることとなる（図５（ｄ））。

【００４５】
次に、時刻ｔ１２において、２段目のバランス回路３－２の制御部３２は、セル電圧Ｖｃ１の検出値が第２のしきい値Ｖｔｈ２よりも大きくなったと判定し、制御信号Ｓ２１によってスイッチ３４をオンする（図５（ｂ））。このとき、第１の電池セル１１には２つの放電抵抗３３が並列に短絡され、当該電池セル１１を放電するための抵抗値は、２つの放電抵抗３３の合成抵抗値「Ｒ／２」になる（図５（ｄ））。
【００４６】
次に、時刻ｔ１３において、３段目のバランス回路３－３の制御部３２は、セル電圧Ｖｃ１の検出値が第３のしきい値Ｖｔｈ３よりも大きくなったと判定し、制御信号Ｓ３１によってスイッチ３４をオンする（図５（ｃ））。このとき、第１の電池セル１１を短絡する放電抵抗３３が３つになり、当該電池セル１１を放電するための抵抗値は「Ｒ／３」になる（図５（ｄ））。
【００４７】
また、時刻ｔ２以降に、３段目のバランス回路３－３の制御部３２が、セル電圧Ｖｃ１の検出値が第３のしきい値Ｖｔｈ３以下になったと判定すると、図５（ｃ）に示すように制御信号Ｓ３１によって放電回路３０のスイッチ３４をオフする。このとき、３段目のバランス回路３－３による第１の電池セル１１の放電が停止され、当該電池セル１１を放電するための抵抗値は「Ｒ／３」から「Ｒ／２」に戻る（図５（ｄ））。
【００４８】
その後、２段目のバランス回路３－２の制御部３２が、セル電圧Ｖｃ１の検出値が第２のしきい値Ｖｔｈ２以下になったと判定すると、制御信号Ｓ２１（図５（ｂ））によって第１の電池セル１１の放電を停止する。また、１段目のバランス回路３－１においても、制御部３２がセル電圧Ｖｃ１の検出値が第１のしきい値Ｖｔｈ１以下になったと判定すると、制御信号Ｓ１１（図５（ａ））によって同電池セル１１の放電を停止する。
【００４９】
１段目のバランス回路１１による放電が停止されることにより、図５（ａ）～（ｄ）の例のバランス動作は終了する。
【００５０】
以上の動作によると、第１の電池セル１１のセル電圧Ｖｃ１の大きさに応じて、当該電池セル１１を放電するための抵抗値が、図５（ｄ）に示すように段階的に変更される。このようなバランス動作は、他の電池セル１２～１４についても同様に行われる。これにより、組電池１において各電池セル１１～１４の電圧を速やかに均一化できる。
【００５１】
２－３．シミュレーションについて
以上のようなバランス動作について、本願発明者は効果を確認するためのシミュレーションを行った。本願発明者が行ったシミュレーションについて、図６（ａ），（ｂ）を用いて説明する。
【００５２】
図６（ａ）は、本実施形態に係る組電池１のバランス動作のシミュレーション結果を示すグラフである。図６（ｂ）は、比較例のバランス動作のシミュレーション結果を示すグラフである。図６（ａ），（ｂ）のグラフの横軸は、時間［秒］を示す。また、図６（ａ），（ｂ）中左側の縦軸は電圧［Ｖ］を示し、右側の縦軸は電流［ｍＡ］を示す。
【００５３】
図６（ａ）のシミュレーションでは、図５（ａ）～（ｄ）の動作例における時刻ｔ２以降において、第１の電池セル１１が放電される様子をシミュレーションした。本シミュレーションでは、初期条件として第１の電池セル１１のセル電圧Ｖｃ１＝３．８Ｖに設定すると共に、残りの各電池セル１２～１４のセル電圧Ｖｃ２＝Ｖｃ３＝Ｖｃ４＝３．５５Ｖに設定した。また、１つの放電抵抗３３当たりの抵抗値をＲ＝１００Ωに設定した。
【００５４】
上記のような設定において、１，２，３段目のバランス回路３－１～３－３の各々にお

いて第１の電池セル１１に対する放電抵抗３３に流れるバイパス電流Ｉｂ１，Ｉｂ２，Ｉｂ３、及び当該電池セル１１を放電する全体のバイパス電流Ｉｂ（＝Ｉｂ１＋Ｉｂ２＋Ｉｂ３）を数値計算した（図２参照）。さらに、バイパス電流Ｉｂによる放電中の同電池セル１１のセル電圧Ｖｃ１を数値計算した。これにより、図６（ａ）に示すようなシミュレーション結果が得られた。

【００５５】

また、上記と同様の設定において、図６（ａ）のシミュレーションに対する比較例として、１つのしきい値３．５５Ｖ（図３（ｂ）参照）と１つの抵抗によるバランス動作で電池セルが放電される様子についてもシミュレーションした。このシミュレーション結果を図６（ｂ）に示す。図６（ｂ）のシミュレーション結果によると、図６（ａ）と同じ初期状態からセル電圧がしきい値３．５５Ｖ以下に到達するまでのバランス動作の動作期間は、略１２００秒であった。

【００５６】

一方、本実施形態のシミュレーション（図６（ａ））では、初期状態において、第３のしきい値Ｖｔｈ３（＝３．６５Ｖ）よりも大きいセル電圧Ｖｃ１に対して、１～３段目のバランス回路３－１～３－３の各々がバイパス電流Ｉｂ１，Ｉｂ２，Ｉｂ３を流している。これにより、バイパス電流Ｉｂを大きくして、セル電圧Ｖｃ１が急速に低下している。このようなバランス動作により、図６（ａ）のシミュレーション結果によると、セル電圧Ｖｃ１が第１のしきい値Ｖｔｈ１（＝３．５５Ｖ）に到達するまでのバランス動作の動作期間が、略７００秒にまで短縮された。

【００５７】

以上のように、本実施形態に係る組電池１のバランス動作によると（図６（ａ））、図６（ｂ）の比較例よりも顕著に、バランス動作の動作期間を短縮できる効果を確認することができた。

【００５８】

また、本実施形態に係るバランス動作によると、図６（ａ）に示すように、セル電圧Ｖｃ１（の検出値）の低下に応じて、各段のバイパス電流Ｉｂ１，Ｉｂ２，Ｉｂ３が１つずつ「０」になり、段階的にバイパス電流Ｉｂを減らしている。これにより、理想状態（３．５５Ｖ）に近いほど、つまりセル電圧が低いほどバイパス電流による過電圧を小さくすることで、過電圧でバランス動作が誤って中断するような事態を回避して、精度良く各電池セル１１～１４の充電状態をバランスさせることができる。

【００５９】

３．まとめ

以上のように、本実施形態に係る組電池１は、充電可能な組電池である。組電池１は、複数の電池セル１１～１４と、検出部３１と、複数の放電抵抗３３と、制御部３２とを備える。複数の電池セル１１～１４は、互いに直列接続されている。検出部３１は、各電池セル１１～１４の両端間のセル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４をそれぞれ検出する。複数の放電抵抗３３は、各電池セル１１～１４と並列に接続され、それぞれの電池セル１１～１４を短絡して放電可能である。制御部３２は、検出部３１によって検出されたセル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４に基づいて、各電池セル１１～１４の放電を制御する。制御部３２は、検出されたセル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４の大きさに応じて、当該セル電圧が検出された電池セル１１～１４を放電するための１つ又は複数の放電抵抗３３による抵抗値を変更する。

【００６０】

以上の組電池１によると、各電池セル１１～１４の放電中に検出されたセル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４の大きさに応じてバイパス電流Ｉｂを増減させ、組電池１における各電池セル１１～１４の電圧を均一化できる。

【００６１】

すなわち、組電池１において、「バランス動作によってセル電圧を収束させるべき値（例えばＶｔｈ１）」と「現状のセル電圧の値」との差（「ΔＶ」とする）について、ΔＶ＞過電圧という状態を実現しやすくすることができる。つまり、組電池１は、ΔＶが大き

いほどバイパス電流を大きくすることで過電圧を許容する。また、ΔＶが小さいほどバイパス電流を小さくすることで過電圧を最小化する。このような動作をすることで、組電池１において、誤動作判定を防止しつつ、バランス状態に到達するまでの時間を短縮することができる。

【００６２】

本実施形態において、制御部３２は、電池セル１１～１４の放電時に検出部３１によって検知されたセル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４が大きいほど、上記の抵抗値を減少させる（図５（ｄ）参照）。これにより、セル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４が大きいときほどバイパス電流Ｉｂを大きくして、効率良く電池セル１１～１４の充電状態をバランスさせることができる。

【００６３】

また、本実施形態において、制御部３２は、所定の複数のしきい値Ｖｔｈ１～Ｖｔｈ３に基づいて、上記の抵抗値を段階的に変更する。これにより、簡潔な制御で精度良く電池セル１１～１４の充電状態をバランスさせることができる。

【００６４】

また、本実施形態において、複数のしきい値Ｖｔｈ１～Ｖｔｈ３のうちの最小のしきい値Ｖｔｈ１は、組電池１の充電電圧を、直列セル数で除した電圧以上である。当該充電電圧は、例えば満充電の状態の組電池電圧Ｖａ（図１）として規定される。また、直列セル数は組電池１において直列接続された電圧セルの個数である。これにより、電池セル１１～１４が正常に満充電状態に到った状態でのバランス動作を小さくできる。また充電電圧が変動する場合は想定される充電電圧の下限電圧を直列セル数で除した電圧以上を設定する。

【００６５】

また、本実施形態における組電池１は、各放電抵抗３３と各電池セルとの間に設けられる複数のスイッチ３４をさらに備える。放電抵抗３３とスイッチ３４の直列回路で構成される放電回路３０が、１つの電池セルに対して複数、並列に設けられる。このような簡潔な回路構成で、精度良く電池セル１１～１４の充電状態をバランスさせることができる。

【００６６】

また、本実施形態において、複数の電池セル１１～１４は、４個である。組電池１における電池セルの個数は４個に限らず、５個以上であってもよいし、２個又は３個であってもよい。組電池１における各電池セルは、互いに直列接続されてもよいし、並列接続される組を含んでいてもよい。

【００６７】

また、本実施形態において、電池セル１１～１４は、ＬＦＰを含む正極と、Ｇｒを含む負極とを備えるリチウムイオン電池である。このようなＬＦＰ－Ｇｒセルの充電電圧特性（図３（ａ），（ｂ））に対して、精度良く充電状態をバランスさせることができる。

【００６８】

上記の実施形態１では、組電池１において３段のバランス回路３－１～３－３が設けられた例を説明したが、組電池１に設けるバランス回路の段数は、２段であってもよいし、４段以上であってもよい。

【００６９】

（実施形態２）

実施形態１では、多段のバランス回路３－１～３－３間の合成抵抗の抵抗値を変更した。実施形態２では、可変抵抗器を用いる組電池について説明する。

【００７０】

実施形態２に係る組電池について、図７，８を用いて説明する。

【００７１】

図７は、実施形態２に係る組電池１Ａの構成を示す回路図である。本実施形態に係る組電池１Ａは、実施形態１の組電池１（図２）と同様の構成において、多段のバランス回路３－１～３－３の代わりに、図７に示すように、１段のバランス回路３Ａを備える。

【００７２】

本実施形態のバランス回路３Ａは、実施形態１の各放電抵抗３３の代わりに、可変抵抗器で構成される放電抵抗３３Ａを備える。また、本実施形態のバランス回路３Ａの制御部３２Ａは、例えばマイコンで構成される。制御部３２Ａは、検出部３１によるセル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４の検出値に基づいて、各スイッチ３４を制御すると共に、放電抵抗３３Ａの抵抗値を変化させる。図８に、実施形態２に係る組電池１Ａの動作の一例を示す。

【００７３】

図８では、実施形態２のバランス回路３Ａの制御部３２Ａが、実施形態１と同様のバランス動作を実現するように放電抵抗３４Ａを制御した場合の動作例を示している（図６（ａ）参照）。

【００７４】

本動作例において、制御部３２Ａには、第１～第３のしきい値Ｖｔｈ１～Ｖｔｈ３が予め設定されている（図４参照）。制御部３２Ａは、セル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４の検出値のいずれかが第１のしきい値Ｖｔｈ１よりも大きいか否かに基づいて、対応するスイッチ３４をオン／オフ制御する。また、制御部３２Ａは、セル電圧Ｖｃ１～Ｖｃ４の検出値と第２及び第３のしきい値Ｖｔｈ２，Ｖｔｈ３とを比較判定し、判定結果に応じて対応する放電抵抗３３Ａの抵抗値を、例えば３つの設定値Ｒ，Ｒ／２，Ｒ／３の中から選択する。

【００７５】

以上のような動作により、図８に示すようにバイパス電流Ｉｂを段階的に変化させ、実施形態１のシミュレーション結果と同様の効果を得ることができる。

【００７６】

以上の動作例では、制御部３２Ａは、複数のしきい値判定によって放電抵抗３３Ａの抵抗値を段階的に変化させた。これに限らず、例えば制御部３２Ａは、放電抵抗３３Ａの抵抗値を、連続的に段階的に（或いは充分に細分化して）変化させてもよい。

【００７７】

以上のように、本実施形態に係る組電池１Ａにおいて、放電抵抗３３Ａは、可変抵抗器で構成される。これにより、精度良く電池セル１１～１４の充電状態をバランスさせることができる。

【００７８】

（他の実施形態）

上記の各実施形態では、電池セル１１～１４がＬＦＰ－Ｇｒセルである例を説明したが、組電池の電池セルはＬＦＰ－Ｇｒセルに限らず、例えばオリビン系や非オリビン系の種々のリチウムイオン電池で構成されてもよい。

【００７９】

また、上記の各実施形態では、電池保護回路部を備える組電池１について説明したが、組電池は、電池保護回路部とは別に提供されてもよい。

【００８０】

上述した実施形態は例示であり、本発明は上記の実施形態に限定されない。本発明の範囲は上記した説明ではなく特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲またはその均等の範囲において種々の変更、置換、付加、省略などを行うことができる。

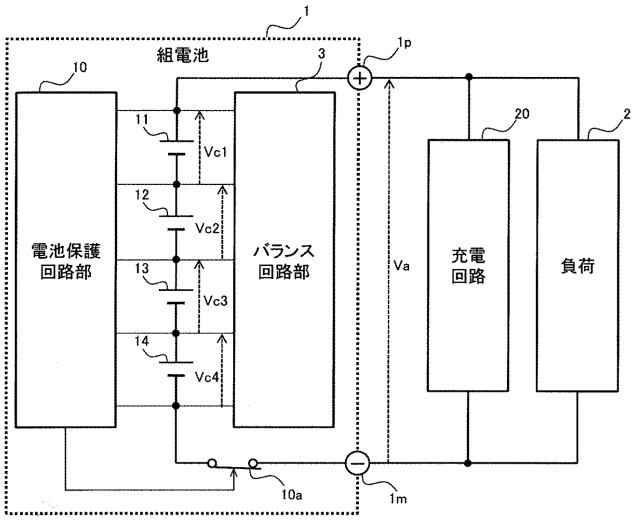
【符号の説明】

【００８１】

１　組電池
１１～１４　電池セル
３－１～３－３，３Ａ　バランス回路
３０　放電回路
３１　検出部
３２．３２Ａ　制御部
３３．３３Ａ　放電抵抗
３４　スイッチ

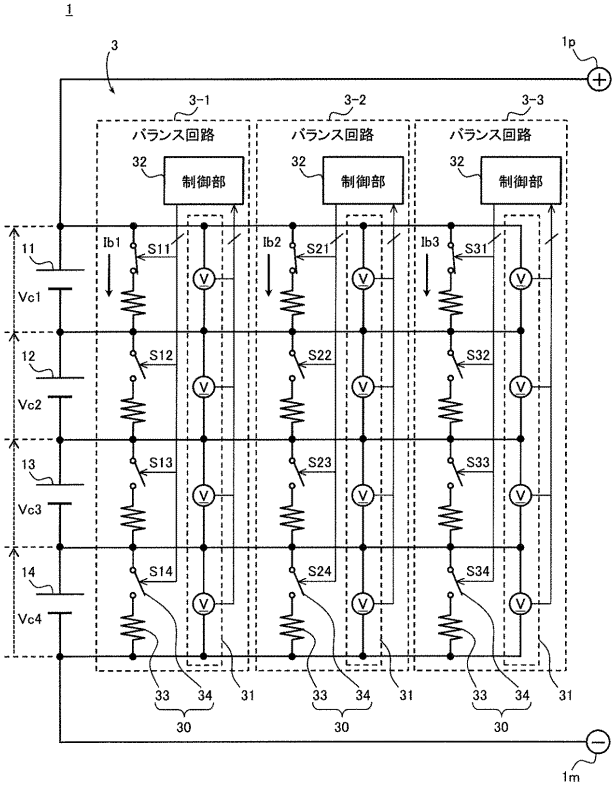
【図１】

図1



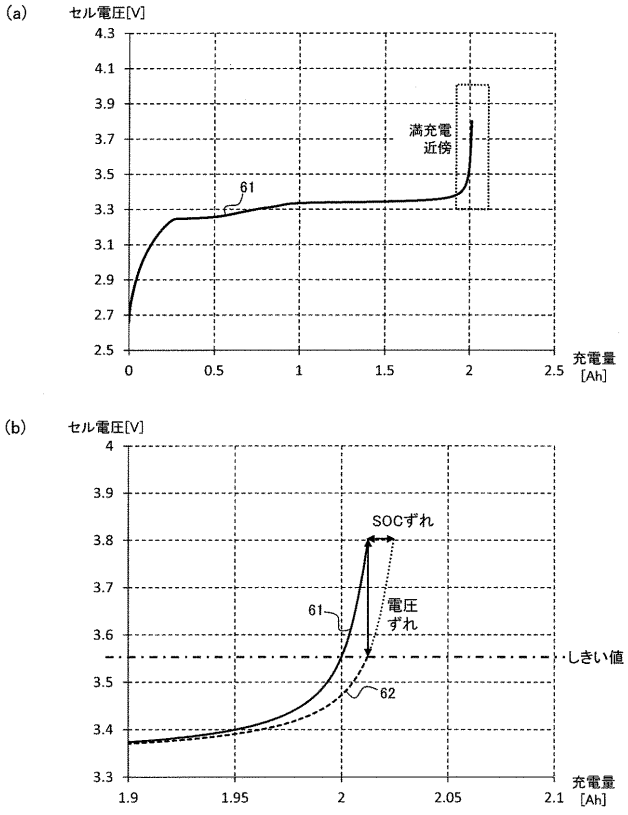
【図２】

図2



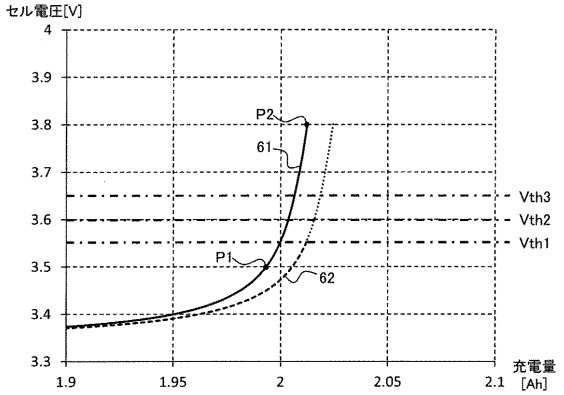
【図３】

図3



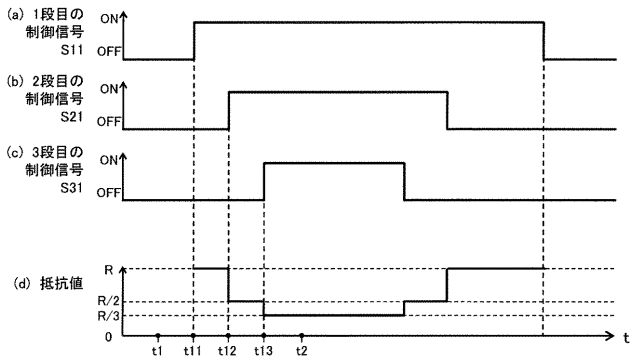
【図４】

図4



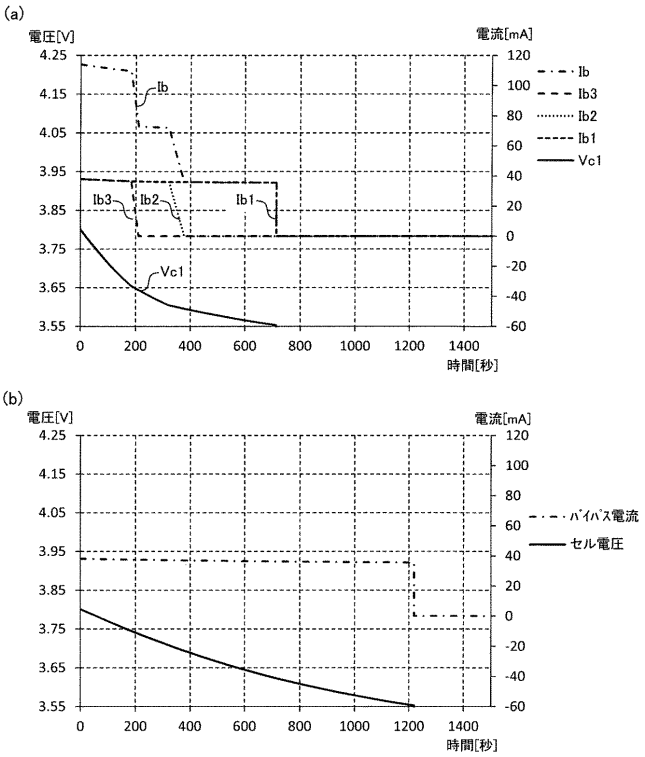
【図５】

図5



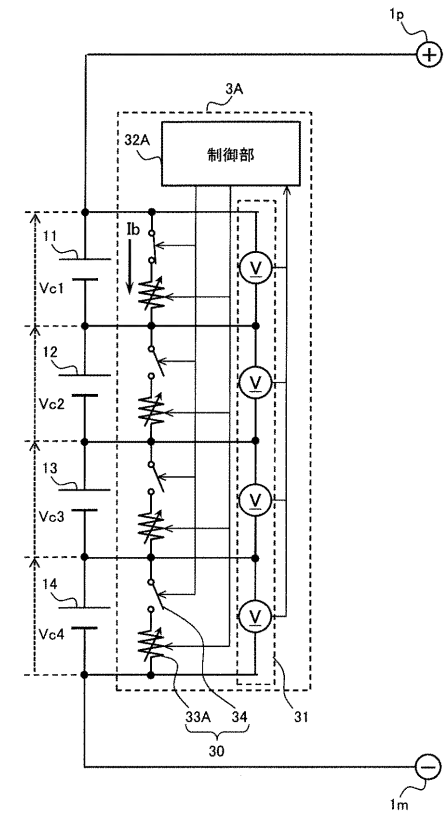
【図６】

図6



【図７】

図7



【図８】

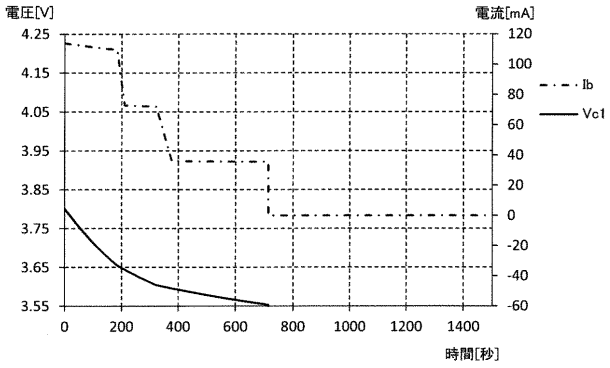



図8