

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
【部門区分】第 7 部門第 4 区分
【発行日】令和 5 年 9 月 29 日(2023.9.29)

【公開番号】特開 2023-26313(P2023-26313A)
【公開日】令和 5 年 2 月 24 日(2023.2.24)
【年通号数】公開公報(特許)2023-036
【出願番号】特願 2022-84551(P2022-84551)
【国際特許分類】

H 0 2 J 7/02(2016.01)

10

【F I】

H 0 2 J 7/02 H

【手続補正書】

【提出日】令和 5 年 9 月 20 日(2023.9.20)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電池バランス回路及びその動作方法に関し、特に能動型電池バランス回路及びその動作方法に関する。

【背景技術】

【0002】

高エネルギー（高出力）、高電圧のエネルギー貯蔵システムの応用では、通常は単一の電池で動作するわけではないので、高エネルギー（高出力）、高電圧のエネルギー貯蔵に適用するために、複数の電池セル（battery cell）パッケージをモジュール化する。図 1 は、従来技術の複数の電池セルを有する電池モジュールの概略斜視図である。同図に示すように、各電池モジュール 100 は 18 個の電池セル 101 - 10N を有し、2 列に配置され、直列に接続されている。したがって、エネルギー貯蔵システムの応用においては、高エネルギー（高出力）、高電圧の電力供給に適用するために、複数群の電池モジュール 100 を並列に接続することができる。

30

【0003】

単一の電池セル 101 - 10N では、この電池セル 101 - 10N が経年劣化すると、満充電が早くなり、放電が早くなる異常現象が発生する。図 1 に示す単一の電池モジュール 100 は 18 個の電池セル 101 - 10N を有し、そのうちの 1 つが早めに劣化すると、この劣化の進んだ電池セルが充放電時に他の 17 個の電池セルに対して以下の影響を与える。充電時には、この劣化の進んだ電池セルの充電電圧の上昇が比較的に速いため、電池モジュール 100 全体としては正常な充電を継続している間に、この劣化の進んだ電池セルは、過充電状態になったり（他の電池セルがまだ満充電していない可能性がある）、破損したりすることがある。一方、放電時には、この劣化の進んだ電池セルの放電電圧が急速に低下するため、電池モジュール 100 全体としては正常な放電過程を継続している間に、この劣化の進んだ電池セルは、過放電状態になったり（他の電池セルが放電しきれていない可能性がある）、破損したりすることがある（電池バランス回路の従来技術は、例えば、以下の特許文献に開示されている）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】中国特許出願公開第 1 1 3 0 7 8 7 1 4 号

【特許文献 2】中国特許出願公開第 1 1 0 7 5 2 6 3 5 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

そこで、従来技術の問題やボトルネックを解決するための電池バランス回路及びその動作方法をどのように設計するかが、本願発明者によって検討された重要な課題である。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、電池バランス回路及び電池バランス回路の動作方法を提供することを目的とする。 10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するために、本発明に係る電池バランス回路は、A C 電源を受けて前記 A C 電源を D C 電源に変換する A C - D C コンバータと、電池リンクを形成するように直列に結合された複数の電池セルと、前記複数の電池セルの各々にそれぞれ対応して接続された複数のスイッチと、入力側が各前記スイッチの入力側に並列に接続され、出力側が前記電池リンクに直列に結合された絶縁型 D C - D C コンバータと、前記 A C - D C コンバータと、前記絶縁型 D C - D C コンバータ及び前記複数のスイッチとの間に介在して結合されるラインスイッチと、前記複数のスイッチ及び前記ラインスイッチを制御するための複数の制御信号を提供する制御ユニットと、を含む。 20

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するために、本発明に係る電池バランス回路の動作方法において、前記電池バランス回路は、電池リンクを形成するように直列に接続された複数の電池セルと、前記複数の電池セルの各々にそれぞれ対応して接続された複数のスイッチと、D C 電源と前記スイッチとの間に介在して結合されるラインスイッチと、を含み、前記動作方法は、前記複数の電池セルのいずれかの電池セルの電池電圧が高しきい電圧より高いことを検出した場合、前記電池セルに対応する前記スイッチを導通制御することと、前記電池セルの電気エネルギーが前記電池リンクに放出することと、前記複数の電池セルのいずれかの電池セルの電池電圧が低しきい電圧より低いことを検出した場合、前記ラインスイッチを導通制御するとともに、前記電池セルに対応する前記スイッチを導通制御することと、前記電池セルが前記 D C 電源から電気エネルギーを受けることと、を含む。 30

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明に係る電池バランス回路及び電池バランス回路の動作方法によれば、エネルギーの放出や補充により、経年劣化が進んだ電池セルの電池電圧を調整し、即ち、電池セルが蓄電能力の低下によって充電過程に電圧の上昇が比較的速い場合に、比較的速い電圧の電池セルのエネルギーを電池リンクに伝送し、電池セルが蓄電能力の低下によって放電過程に電圧の降下が比較的速い場合に、A C 電源により比較的速い電圧の電池セルにエネルギーを補充する。このようにして、電池モジュール全体で劣化が進んだ電池セルの正常な動作を維持し、エネルギー貯蔵システムの応用では、電池セルを頻繁に交換することなく、電池モジュールの動作を持続に維持することができる。経年劣化の激しい電池セルを毎年のメンテナンス期間で交換することができ、エネルギー貯蔵システムの経済効果を高めることができる。 40

【 0 0 1 0 】

本発明の目的を達成するためになされた本発明の技術、手段、及び効果をより良く理解するために、本発明の目的及び特徴は、本発明の詳細な説明及び添付図面を参照することによってより良く理解されることが考えられるが、添付図面は、参照及び説明のみを提供するものであり、本発明を限定するものではない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 従来技術の複数の電池セルを有する電池モジュールの概略斜視図である。

【 図 2 】 本発明に係る電池バランス回路のスイッチユニットの第 1 実施形態を示す回路ブロック図である。

【 図 3 】 本発明に係る電池バランス回路のスイッチユニットの第 2 実施形態を示す回路ブロック図である。

【 図 4 】 本発明に係る電池バランス回路のスイッチユニットの第 3 実施形態を示す回路ブロック図である。

【 図 5 】 本発明に係る電池バランス回路の好ましい実施形態を示す回路ブロック図である。

10

【 図 6 】 本発明に係る電池バランス回路の好ましい実施形態を示す詳細な回路ブロック図である。

【 図 7 】 本発明に係る電池バランス回路の動作方法のフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

本発明の技術内容及び詳細な説明について、図面を参照しながら以下に説明する。

【 0 0 1 3 】

本発明に係る電池バランス回路及びその動作方法の技術的特徴を詳細に説明する前に、受動型電池バランス技術と能動型電池バランス技術について少し説明する。受動型電池バランス技術とは、エネルギー消費素子により比較的の高い電圧の電池セルのエネルギーを消費する技術であり、一般的な方法は、各電池セルはそれぞれスイッチ回路を介して抵抗素子を並列接続し、スイッチの導通及び並列接続された抵抗素子を制御することにより、比較的の高い電圧の電池セルのエネルギーを消費し、電池セルの電圧を低下させ、各電池セル間の電圧バランスを達成することである。

20

【 0 0 1 4 】

能動型電池バランス技術に比べて、能動型電池バランス技術とは、電池間のエネルギーを再配分する技術であり、例えば、エネルギー貯蔵素子（インダクタンスやコンデンサなど）を用いて、まず比較的の高い電圧の電池セルのエネルギーを一時的に貯蔵し、その後、一時的に貯蔵したエネルギーを比較的に低い電圧の電池セルに放出して、各電池セルの電圧バランスの効果を達成する。

30

【 0 0 1 5 】

従来の能動型電池バランス技術と比較して、本発明は、能動型電池バランスの効果を實現するための異なる技術手段を提案している。

【 0 0 1 6 】

図 2 は、本発明に係る電池バランス回路のスイッチユニットの第 1 実施形態を示す回路ブロック図である。図 2 に示すように、電池バランス回路は、複数（ m 個）の電池セル $C e l l 1 \sim C e l l m$ を有し、これらの電池セル $C e l l 1 \sim C e l l m$ が直列に接続されて電池リンク $L C E L L$ を形成している。本実施形態の配置構造において、電池セル $C e l l 1 \sim C e l l m$ の正、負極（端子）は、それぞれスイッチユニットに接続されている、即ち、電池セル $C e l l 1$ の正、負極は、スイッチユニット $S 1 A$ 、 $S 1 B$ にそれぞれ接続され、電池セル $C e l l 2$ の正、負極は、スイッチユニット $S 2 A$ 、 $S 2 B$ にそれぞれ接続されることなどが続く。そのため、スイッチユニットの数量は電池セルの数量の 2 倍である。したがって、電池セル $C e l l 1 \sim C e l l m$ の数量を 18 とすると、スイッチユニットの数は 36 となる。図 2 に示すように、電池セル $C e l l 1 \sim C e l l m$ は、スイッチユニット $S 1 a \sim S m B$ を介して充放電回路 200 に接続されている。ここで、電池セル $C e l l 1 \sim C e l l m$ の正極は、それぞれスイッチユニット $S 1 a \sim S m A$ を介して充放電回路 200 の正極給電端子又は正極受電端子に接続されている。同様に、電池セル $C e l l 1 \sim C e l l m$ の負極は、それぞれスイッチユニット $S 1 B \sim S m B$ を介して充放電回路 200 の負極給電端子又は負極受電端子に接続されている。

40

【 0 0 1 7 】

50

ちなみに、図 2 に示す充放電回路 200 は、これらの電池セル $C e l l 1 \sim C e l l m$ (の少なくとも一方) の電圧が低すぎる場合に充電を行うか、電圧が高すぎる場合に放電を行う必要がある場合に、協働する充電回路と放電回路を模式的に示したものに過ぎない。即ち、充放電回路 200 は、充電と放電の両方の機能を有する回路であってもよく、又は、充放電回路 200 は、充電と放電の両方の機能を有する 2 群の回路であってもよく、本発明はこれらに限定されない。

【0018】

図 3 は、本発明に係る電池バランス回路のスイッチユニットの第 2 実施形態を示す回路ブロック図である。図 3 に示すように、電池バランス回路は、複数 (m 個) の電池セル $C e l l 1 \sim C e l l m$ を有し、これらの電池セル $C e l l 1 \sim C e l l m$ は直列に接続されて電池リンク $L_{C E L L}$ を形成している。本実施形態の配置構造において、最初の電池セル $C e l l 1$ の正極はスイッチユニット S_1 に接続され、最後の電池セル $C e l l m$ の負極はスイッチユニット S_{m+1} に接続され、最初の電池セルと最後の電池セルとの間に介在する電池セル $C e l l 2 \sim C e l l m - 1$ の正極と負極との共通接続端はスイッチユニット $S_2 \sim S_m$ に接続され、4 つのスイッチユニット (詳細は後述) から構成されたスイッチ群 S_a により、電池セル $C e l l 1 \sim C e l l m$ の充放電動作を実現する。そのため、スイッチユニットの総数量は電池セル数に 5 を加えた数量である。したがって、電池セル $C e l l 1 \sim C e l l m$ の数を 18 とすると、スイッチユニットの数は 23 となる。

10

【0019】

図 4 は、本発明に係る電池バランス回路のスイッチユニットの第 3 実施形態を示す回路ブロック図である。図 2 及び図 3 の実施形態に比べて、図 4 に示すスイッチユニットは、リレー $R L 1 \sim R L 6$ (6 個の電池セルを有する電池リンク $L_{C E L L}$ を例に挙げている) によって実現されている。言い換えると、リレー $R L 1 \sim R L 6$ を励磁制御することにより、スイッチを導通又は非導通にして電池セル $C e l l 1 \sim C e l l 6$ の充放電動作の経路を提供する。

20

【0020】

具体的には、図 4 に示す実施形態を例にとると、本発明に係る電池バランス回路は、主として AC - DC コンバータ 300 と、複数の電池セル $C e l l 1 \sim C e l l 6$ と、複数のスイッチユニット $R L 1 \sim R L 6$ と、絶縁型 DC - DC コンバータ 400 と、ラインスイッチ S_c と、制御ユニット 500 とを含む。AC - DC コンバータ 300 は、AC 電源 V_{AC} を受けて AC 電源 V_{AC} を DC 電源に変換する。複数の電池セル $C e l l 1 \sim C e l l 6$ は、直列に接続されて電池リンク $L_{C E L L}$ を形成する。各スイッチユニット $R L 1 \sim R L 6$ は、各電池セル $C e l l 1 \sim C e l l 6$ に対応して接続されている。図 4 に示す実施形態では、各スイッチユニット $R L 1 \sim R L 6$ は電磁リレー (relay) であり、電磁効果の原理を利用してコイルを励磁させ、接点の状態を変化させてスイッチを導通又は非導通にする。また、スイッチユニット $R L 1 \sim R L 6$ の数量は電池セル $C e l l 1 \sim C e l l 6$ と同じで、即ち第 1 電池セル $C e l l 1$ は第 1 スwitchユニット $R L 1$ に接続され、第 2 電池セル $C e l l 2$ は第 2 スwitchユニット $R L 2$ に接続されることなどが続く。

30

【0021】

絶縁型 DC - DC コンバータ 400 の入力側は、各スイッチユニット $R L 1 \sim R L 6$ の第 1 側に並列に接続されている。図 4 に示すように、絶縁型 DC - DC コンバータ 400 の入力側は正極と負極とを有し、正極が AC - DC コンバータ 300 によって変換された DC 電源の正極に接続され、負極が AC - DC コンバータ 300 によって変換された DC 電源の負極に接続されている。各電磁リレーは第 1 側と第 2 側とを有し、第 1 側及び第 2 側はそれぞれ正極と負極とを有している。第 1 側の正極は、DC 電源の正極と、絶縁型 DC - DC コンバータ 400 の入力側の正極とに接続され、第 1 側の負極は、DC 電源の負極と、絶縁型 DC - DC コンバータ 400 の入力側の負極に接続され、第 2 側は、それぞれ対応する電池セルの正極と負極とに接続されている。言い換えると、全ての電磁リレーの第 1 側の正極は一緒に結合されて、DC 電源の正極と絶縁型 DC - DC コンバータ 400

40

50

0の入力側の正極と共通に結合され、電磁リレーの第1側の負極は一緒に結合されて、DC電源の負極と絶縁型DC-DCコンバータ400の入力側の負極とに共通に結合されている。

【0022】

また、絶縁型DC-DCコンバータ400の出力側は、電池リンクLCELLに直列に結合されている。図4に示すように、絶縁型DC-DCコンバータ400の出力側は正極と負極とを有している。正極が電池リンクLCELLの正極端子（即ち第1電池セルCell1の正極）に結合され、負極が電池リンクLCELLの負極端子（即ち第6電池セルCell6の負極）に結合されることにより、絶縁型DC-DCコンバータ400の出力側は、電池リンクLCELLに直列に結合されている。

10

【0023】

ラインスイッチS_Cは、AC-DCコンバータ300と絶縁型DC-DCコンバータ400との間に介在して結合されるとともに、AC-DCコンバータ300とスイッチユニットRL1~RL6との間に介在している。ここで、ラインスイッチS_Cは、電磁リレースイッチ又はトランジスタスイッチ（例えばMOSFET）であってもよいが、本発明はこれらに限定されない。

【0024】

本発明に係る電池バランス回路は、これらの電池セルCell1~Cell6の充電過程において、全ての電池セルCell1~Cell6が正常な状態であれば、満充電時に全ての電池セルCell1~Cell6の電池電圧が高くなりすぎることはない。一方、これらの電池セルCell1~Cell6の放電過程において、全ての電池セルCell1~Cell6が正常な状態であれば、放電完了時に全ての電池セルCell1~Cell6の電池電圧が低くなりすぎることはない。

20

【0025】

本発明に係る電池バランス回路は、これらの電池セルCell1~Cell6の充電過程において、いずれかの電池セルCell1~Cell6の電池電圧が高すぎると、この（電圧が高すぎる）電池セルの電気エネルギーを電池リンクLCELLに放出させて、電池セルの電池電圧を下げて過充電状態にならないようにする。一方、これらの電池セルCell1~Cell6の放電過程において、いずれかの電池セルCell1~Cell6の電池電圧が低すぎると、AC電源V_{AC}によりこの（電圧が低すぎる）電池セルに電気エネルギーを供給して、電池セルの電池電圧を上げて過放電状態にならないようにする。

30

【0026】

具体的には、図4に示すように、電池セルCell1~Cell6の充電過程において、制御ユニット500は、電池セルCell1~Cell6のいずれかの電池電圧が高しきい電圧より高いことを検出した場合、制御ユニット500によって提供されたスイッチ制御信号SRL1~SRL6により、電圧が高すぎる電池セルに対応するスイッチユニットRL1~RL6を導通制御して、電圧が高すぎる電池セルCell1~Cell6の電気エネルギーを、絶縁型DC-DCコンバータ400を介して電池リンクLCELLに放出させる。例えば、電池リンクLCELLの電池セルCell1~Cell6の充電過程において、制御ユニット500は、第1電池セルCell1の電池電圧が高すぎる（即ち、高しきい電圧より高い）ことを検出した場合、第1スイッチ制御信号SRL1により第1スイッチユニットRL1を導通制御して、第1電池セルCell1の電気エネルギーを第1スイッチユニットRL1及び絶縁型DC-DCコンバータ400を介して電池リンクLCELLに放出させる。第1電池セルCell1の電池電圧を下げて過充電状態にならないようにする以外に、第1電池セルCell1の電気エネルギーを無駄にしないように電池リンクLCELLの充電用電気エネルギーとしてもよい。同様に、他の電池セルの動作原理については前述と同様であり、ここでは省略する。

40

【0027】

電池セルCell1~Cell6の放電過程において、制御ユニット500は、電池セルCell1~Cell6のいずれかの電池電圧が低しきい電圧より低いことを検出した

50

場合、制御ユニット500によって提供されたスイッチ制御信号 S_{cc} により、ラインスイッチ S_c を導通制御するとともに、提供されたスイッチ制御信号 $S_{RL1} \sim S_{RL6}$ により、電圧が低すぎる電池セル $C_{e111} \sim C_{e116}$ に対応するスイッチユニット $RL1 \sim RL6$ を導通制御して、電圧が低すぎる電池セルがAC電源 V_{AC} から電気エネルギーを受けるようにする。ここで、低しきい電圧は、上記高しきい電圧よりも小さい。例えば、電池リンク L_{CELL} の電池セル $C_{e111} \sim C_{e116}$ の放電過程において、制御ユニット500は、第1電池セル C_{e111} の電池電圧が低すぎる（即ち、低しきい電圧より低い）ことを検出した場合、スイッチ制御信号 S_{cc} により、ラインスイッチ S_c を導通制御するとともに、第1スイッチ制御信号 S_{RL1} により、第1スイッチユニット $RL1$ を導通制御して、AC電源 V_{AC} をラインスイッチ S_c 及び第1スイッチユニット $RL1$ を介して第1電池セル C_{e111} に電気エネルギーを供給させて、第1電池セル C_{e111} の電池電圧を上げて過放電状態にならないようにする。同様に、他の電池セルの動作原理については前述と同様であり、ここでは省略する。

10

【0028】

このようにして、電池バランス回路によれば、エネルギーの放出や補充により、経年劣化が進んだ電池セルの電池電圧を調整し、即ち、電池セルが蓄電能力の低下によって充電過程に電圧の上昇が比較的に速い場合に、比較的に高い電圧の電池セルのエネルギーを電池リンク L_{CELL} に伝送し、電池セルが蓄電能力の降下によって放電過程に電圧の降下が比較的に速い場合に、AC電源により比較的に低い電圧の電池セルにエネルギーを補充する。このようにして、劣化が進んだ電池セルの電圧を他の電池セルの電圧とほぼ同じに維持することができ、電池モジュール全体の正常な動作を確保することができる。その結果、エネルギー貯蔵システムの応用では、電池セルを頻繁に交換することなく、電池モジュールの動作を持続に維持することができる。経年劣化の激しい電池セルを毎年のメンテナンス期間で交換することができ、エネルギー貯蔵システムの経済効果を高めることができる。

20

【0029】

また、図4を併せて参照すると、本発明の実施形態では、電池バランス回路は、電池セル $C_{e111} \sim C_{e116}$ に対応する過電流保護素子、例えばヒューズ $F1 \sim F7$ をさらに含んでもよいが、これに限定されない。これにより、これらの電池セル $C_{e111} \sim C_{e116}$ が充放電過程に過電流異常が発生した場合には、対応するヒューズ $F1 \sim F7$ により過電流保護を行うことができ、これらの電池セル $C_{e111} \sim C_{e116}$ を保護することができる。

30

【0030】

図5は、本発明に係る電池バランス回路の好ましい実施形態を示す回路ブロック図である。図5は、図3（即ち、スイッチユニットの第2実施形態）に合わせる実施形態である。6個の電池セルを有する電池リンク L_{CELL} を例に挙げて説明すると、電池バランス回路は、主としてAC-DCコンバータ300と、絶縁型DC-DCコンバータ400と、制御ユニット500と、電池リンク L_{CELL} を形成するように直列に接続された複数（6個）の電池セル $C_{e111} \sim C_{e116}$ と、複数（7個）のスイッチユニット $S_1 \sim S_7$ と、切換スイッチユニット S_{a1} 、 S_{a2} 、 S_{b1} 、 S_{b2} を備えるスイッチ群 S_a とを含む。ここで、制御ユニット500は、スイッチユニット $S_1 \sim S_7$ をそれぞれ制御するためのスイッチ制御信号 $S_{1c} \sim S_{7c}$ と、切換スイッチユニット S_{a1} 、 S_{a2} 、 S_{b1} 、 S_{b2} をそれぞれ制御するための切換スイッチ制御信号 $S_{a1c} \sim S_{b2c}$ と、ラインスイッチ S_c を制御するためのスイッチ制御信号 S_{cc} とを提供する。本実施形態では、スイッチユニット $S_1 \sim S_7$ の配置（接続関係）により、電池セルが多い電池モジュールに対して、スイッチユニットの数量を大幅に低減することができる（上記図3についての説明のように）。それで、切換スイッチユニット S_{a1} 、 S_{a2} 、 S_{b1} 、 S_{b2} の導通又は非導通を組み合わせることで、電池セル $C_{e111} \sim C_{e116}$ の充放電動作の経路を提供することができる。

40

【0031】

50

具体的には、図 5 に示すように、電池セル $C e l l 1 \sim C e l l 6$ の充電過程において、制御ユニット 500 は、電池セル $C e l l 1 \sim C e l l 6$ のいずれかの電池電圧が高しきい電圧より高いことを検出した場合、制御ユニット 500 によって提供されたスイッチ制御信号 $S 1 c \sim S 7 c$ により、電圧が高すぎる電池セルに対応するスイッチユニット $S 1 \sim S 7$ を導通制御して、電圧が高すぎる電池セル $C e l l 1 \sim C e l l 6$ の電気エネルギーを、絶縁型 DC - DC コンバータ 400 を介して電池リンク $L c e l l$ に放出させる。例えば、電池リンク $L c e l l$ の電池セル $C e l l 1 \sim C e l l 6$ の充電過程において、制御ユニット 500 は、第 1 電池セル $C e l l 1$ の電池電圧が高すぎる（即ち、高しきい電圧より高い）ことを検出した場合、第 1 切換スイッチ制御信号 $S a 1 c$ により第 1 切換スイッチユニット $S a 1$ を導通制御し、第 2 切換スイッチ制御信号 $S a 2 c$ により第 2 切換スイッチユニット $S a 2$ を導通制御し、第 1 スイッチ制御信号 $S 1 c$ により第 1 スイッチユニット $S 1$ を導通制御し、及び第 2 スイッチ制御信号 $S 2 c$ により第 2 スイッチユニット $S 2$ を導通制御して、第 1 電池セル $C e l l 1$ の電気エネルギーを第 1 スイッチユニット $S 1$ 、第 2 スイッチユニット $S 2$ 、第 1 切換スイッチユニット $S a 1$ 、第 2 切換スイッチユニット $S a 2$ 、及び絶縁型 DC - DC コンバータ 400 を介して電池リンク $L c e l l$ に放出させる。第 1 電池セル $C e l l 1$ の電池電圧を下げて過充電状態にならないようにする以外に、第 1 電池セル $C e l l 1$ の電気エネルギーを電池リンク $L c e l l$ の充電用電気エネルギーとしてもよい。

10

【0032】

同様に、電池リンク $L c e l l$ の電池セル $C e l l 1 \sim C e l l 6$ の充電過程において、制御ユニット 500 は、第 2 電池セル $C e l l 2$ の電池電圧が高すぎることを検出した場合、第 3 切換スイッチ制御信号 $S b 1 c$ により第 3 切換スイッチユニット $S b 1$ を導通制御し、第 4 切換スイッチ制御信号 $S b 2 c$ により第 4 切換スイッチユニット $S b 2$ を導通制御し、第 2 スイッチ制御信号 $S 2 c$ により第 2 スイッチユニット $S 2$ を導通制御し、及び第 3 スイッチ制御信号 $S 3 c$ により第 3 スイッチユニット $S 3$ を導通制御して、第 2 電池セル $C e l l 2$ の電気エネルギーを第 2 スイッチユニット $S 2$ 、第 3 スイッチユニット $S 3$ 、第 3 切換スイッチユニット $S b 1$ 、第 4 切換スイッチユニット $S b 2$ 、及び絶縁型 DC - DC コンバータ 400 を介して電池リンク $L c e l l$ に放出させる。第 2 電池セル $C e l l 2$ の電池電圧を下げて過充電状態にならないようにする以外に、第 2 電池セル $C e l l 2$ の電気エネルギーを電池リンク $L c e l l$ の充電用電気エネルギーとしてもよい。

20

30

【0033】

電池セル $C e l l 1 \sim C e l l 6$ の放電過程において、制御ユニット 500 は、電池セル $C e l l 1 \sim C e l l 6$ のいずれかの電池電圧が低しきい電圧より低いことを検出した場合、制御ユニット 500 によって提供されたスイッチ制御信号 $S c c$ により、ラインスイッチ $S c$ を導通制御するとともに、提供されたスイッチ制御信号 $S 1 c \sim S 7 c$ により、電圧が低すぎる電池セル $C e l l 1 \sim C e l l 6$ に対応するスイッチユニット $S 1 \sim S 7$ を導通制御し、電圧が低すぎる電池セルが AC 電源 $V a c$ から電気エネルギーを受けるようにする。例えば、電池リンク $L c e l l$ の電池セル $C e l l 1 \sim C e l l 6$ の放電過程において、制御ユニット 500 は、第 1 電池セル $C e l l 1$ の電池電圧が低すぎる（即ち、低しきい電圧より低い）ことを検出した場合、スイッチ制御信号 $S c c$ によりラインスイッチ $S c$ を導通制御し、第 1 切換スイッチ制御信号 $S a 1 c$ により第 1 切換スイッチユニット $S a 1$ を導通制御し、第 2 切換スイッチ制御信号 $S a 2 c$ により第 2 切換スイッチユニット $S a 2$ を導通制御し、第 1 スイッチ制御信号 $S 1 c$ により第 1 スイッチユニット $S 1$ を導通制御し、及び第 2 スイッチ制御信号 $S 2 c$ により第 2 スイッチユニット $S 2$ を導通制御して、AC 電源 $V a c$ をラインスイッチ $S c$ 、第 1 切換スイッチユニット $S a 1$ 、第 2 切換スイッチユニット $S a 2$ 、第 1 スイッチユニット $S 1$ 、第 2 スイッチユニット $S 2$ を介して第 1 電池セル $C e l l 1$ に電気エネルギーを供給させて、第 1 電池セル $C e l l 1$ の電池電圧を上げて過放電状態にならないようにする。

40

【0034】

50

同様に、電池リンク L_{CELL} の電池セル $C_{e111} \sim C_{e116}$ の放電過程において、制御ユニット 500 は、第 2 電池セル C_{e112} の電池電圧が低すぎることを検出した場合、スイッチ制御信号 S_{cc} によりラインスイッチ S_c を導通制御し、第 3 切換スイッチ制御信号 S_{b1c} により第 3 切換スイッチユニット S_{b1} を導通制御し、第 4 切換スイッチ制御信号 S_{b2c} により第 4 切換スイッチユニット S_{b2} を導通制御し、第 2 スイッチ制御信号 S_{2c} により第 2 スイッチユニット S_2 を導通制御し、及び第 3 スイッチ制御信号 S_{3c} により第 3 スイッチユニット S_3 を導通制御して、AC 電源 V_{AC} をラインスイッチ S_c 、第 3 切換スイッチユニット S_{b1} 、第 4 切換スイッチユニット S_{b2} 、第 2 スイッチユニット S_2 、第 3 スイッチユニット S_3 を介して第 2 電池セル C_{e112} に電気エネルギーを供給させて、第 2 電池セル C_{e112} の電池電圧を上げて過放電状態にならないようにする。

10

【0035】

説明をまとめると、図 5 に示す電池バランス回路のスイッチ群 S_a (切換スイッチユニット S_{a1} 、 S_{a2} 、 S_{b1} 、 S_{b2} を含む) 及びスイッチユニット $S_1 \sim S_7$ の制御原則は、AC - DC コンバータ 300 が変換して出力する DC 電源の正、負極性が、電池電圧が高すぎる (又は低すぎる) 電池セル $C_{e111} \sim C_{e116}$ の正、負極性と一致することにより、エネルギーの放出や補充により、経年劣化が進んだ電池セルの電池電圧を調整することができる。

【0036】

同様に、図 2 に示すスイッチユニットの第 1 実施形態は図 5 の構造にも適用でき、そのスイッチユニットの制御原則は図 5 と類似するため、詳細な制御と動作の説明についてはここでは省略する。

20

【0037】

図 6 は、本発明に係る電池バランス回路の好ましい実施形態を示す詳細な回路ブロック図である。図 6 は、AC - DC コンバータ 300 が、AC - DC 変換回路 301 と、非絶縁型 DC - DC 変換回路 (例えば、スイッチ S_1 、スイッチ S_2 、インダクタンス L_1 、キャパシタンス C_1 、及び抵抗 R_1 を含む降圧変換回路) とをさらに含むことを示している。制御ユニット 500 は、電池セル $C_{e111} \sim C_{e116}$ の充電及び放電動作を制御するための、電池充電制御ユニット 501 と、コントローラ 502 とを含む。また、電池バランス回路は、コントローラエリアネットワーク CAN (コントローラエリアネットワーク集積回路 CAN IC とコントローラエリアネットワークバスとを備える) をさらに含む。これにより、制御ユニット 500 によって全体回路を検出し制御して結果を、コントローラエリアネットワーク CAN を介して外部に伝送し、遠隔操作者は、監視や状況把握することができ、システムに異常が発生した場合にリアルタイムにメンテナンスを行うことができ、システムの正常動作を維持する。

30

【0038】

図 7 は、本発明に係る電池バランス回路の動作方法のフローチャートである。電池バランス回路は、電池リンクを形成するように直列に接続された複数の電池セルと、各電池セルにそれぞれ対応して接続された複数のスイッチと、DC 電源とこれらのスイッチとの間に介在して結合されるラインスイッチと、を含む。電池バランス回路の具体的な構成は、上記説明を参照することができるので、ここでは省略する。本発明に係る電池バランス回路の動作方法は次の通りである。

40

【0039】

複数の電池セルは、充電動作 (S_{11}) と放電動作 (S_{21}) とが可能である。これらの電池セルの充電過程において (S_{11})、複数の電池セルのいずれかの電池電圧が高しきい電圧より高いことを検出した場合、この電池セルに対応するスイッチを導通制御する (S_{12})。さらに、この電池セルの電気エネルギーが電池リンクに放出する (S_{13})。この電池セルの放電過程において (S_{21})、複数の電池セルのいずれかの電池電圧が低しきい電圧より低いことを検出した場合、ラインスイッチを導通制御するとともに、この電池セルに対応するスイッチを導通制御する (S_{22})。さらに、この電池セルが AC

50

電源から電気エネルギーを受ける（Ｓ２３）。

【００４０】

以上をまとめると、本発明の特徴と利点は次の通りである。

（１）本発明に係る電池バランス回路によれば、エネルギーの放出や補充により、経年劣化が進んだ電池セルの電池電圧を調整し、即ち、電池セルの電圧が高すぎると、エネルギーを電池リンクＬＣＥＬＬに伝送し、電池セルの電圧が低すぎると、ＡＣ電源により補充する。このようにして、劣化が進んだ電池セルの電圧を他の電池セルの電圧とほぼ同じに維持することができ、電池モジュール全体の正常な動作を確保することができる。その結果、エネルギー貯蔵システムの応用では、電池セルを頻繁に交換することなく、電池モジュールの動作を持続に維持することができる。経年劣化の激しい電池セルを毎年のメンテナ

10

（２）特定の電池モジュールが固体スイッチを介して電池バランス回路に結合されるように選択された場合、この構造で接続する方式では、スイッチは２極単投スイッチ（従来の電磁弁スイッチ）の代わりに固体スイッチを用いることができるので、電池バランス回路におけるスイッチの寿命を増加させ、電池モジュール間の電圧差をより最適化することができる。

（３）電池リンクの充電では、最高電圧の電池セルを選択して、その電気エネルギーを回収して電池リンクにフィードバックし、電池リンクの充電時間を延長する。

（４）電池リンクの放電では、最低電圧の電池セルを選択してＡＣ電源で充電し、電池リンクの放電時間を延長する。

20

【００４１】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されないことは言うまでもなく、本発明の範囲を限定するものではなく、本発明の全ての範囲は以下の特許請求の範囲に基づくものであり、本発明の特許請求の範囲に合致する精神とその類似の変形例は、本発明の範囲に含まれるべきであり、当業者であれば、本発明の技術的範囲内において、容易に思いつくことができ、また、その変形例や修正例も、以下の特許請求の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【００４２】

30

１００ 電池モジュール

１０１ - １０Ｎ 電池セル

２００ 充放電回路

３００ ＡＣ - ＤＣコンバータ

３０１ ＡＣ - ＤＣ変換回路

４００ 絶縁型ＤＣ - ＤＣコンバータ

５００ 制御ユニット

５０１ 電池充電制御ユニット

５０２ コントローラ

Ｃｅ１１１～Ｃｅ１１ｍ 電池セル

40

Ｃｅ１１１～Ｃｅ１１６ 電池セル

Ｆ１～Ｆ７ ヒューズ

ＬＣＥＬＬ 電池リンク

ＲＬ１～ＲＬ６ スイッチユニット

Ｓ１Ａ～ＳｍＢ スイッチユニット

Ｓ１～Ｓｍ＋１ スイッチユニット

Ｓａ スイッチ群

Ｓｃ ラインスイッチ

ＳＲＬ１～ＳＲＬ６ スイッチ制御信号

Ｓｃｃ スイッチ制御信号

50

S 1 ~ S 7 スイッチユニット
S 1 c ~ S 7 c スイッチ制御信号
S a 1、S a 2、S b 1、S b 2 切換スイッチユニット
S a 1 c ~ S b 2 c 切換スイッチ制御信号
V A C A C 電源

10

20

30

40

50