

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5817678号

(P5817678)

(45) 発行日 平成27年11月18日(2015.11.18)

(24) 登録日 平成27年10月9日(2015.10.9)

(51) Int.Cl.

H02J 7/02 (2006.01)

F I

H02J 7/02

H

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2012-181591 (P2012-181591)	(73) 特許権者	000003218
(22) 出願日	平成24年8月20日 (2012. 8. 20)		株式会社豊田自動織機
(65) 公開番号	特開2014-39435 (P2014-39435A)		愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(43) 公開日	平成26年2月27日 (2014. 2. 27)	(74) 代理人	100074099
審査請求日	平成26年11月6日 (2014. 11. 6)		弁理士 大菅 義之
		(72) 発明者	牧志 渉
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
			社豊田自動織機内
		(72) 発明者	広瀬 慎司
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
			社豊田自動織機内
		(72) 発明者	山本 悟士
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
			社豊田自動織機内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】セルバランス装置及びセルバランス方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直列接続された少なくとも3個の蓄電素子(以下「セル」という)に対し、隣接するセルの接続点にインダクタの一端を接続し、該インダクタの他端を、該隣接するセルの他端にそれぞれスイッチ素子を介して接続し、該スイッチ素子のオン/オフ制御により、隣接するセル間で電荷を移動させ、各セルの電圧を均等化するセルバランス装置において、

前記直列接続された複数のセルを、該直列接続の列順を維持したまま、順次、2つのグループに分けて、各グループ内のセルの平均電圧を計算する平均電圧計算手段と、

前記平均電圧計算手段で計算した2つのグループの平均電圧同士を比較する平均電圧比較手段と、

前記平均電圧比較手段の比較結果を基に、前記平均電圧の高いグループの境界に位置するセルから、前記平均電圧の低いグループの境界に位置する隣接セルへ、電荷を移動させるよう、前記スイッチ素子のオン/オフ制御を行うオン/オフ制御手段と、

を備えたことを特徴とするセルバランス装置。

【請求項 2】

直列接続された少なくとも3個の蓄電素子(以下「セル」という)に対し、隣接するセルの接続点にインダクタの一端を接続し、該インダクタの他端を、該隣接するセルの他端にそれぞれスイッチ素子を介して接続し、該スイッチ素子のオン/オフ制御により、隣接するセル間で電荷を移動させ、各セルの電圧を均等化するセルバランス装置において、

前記直列接続された複数のセルを、該直列接続の列順を維持したまま、順次、2つのグ

グループに分けて、一方のグループのセルの平均電圧と全セルの平均電圧とを計算する平均電圧計算手段と、

前記平均電圧計算手段で計算した一方のグループの平均電圧と全セルの平均電圧とを比較する平均電圧比較手段と、

前記平均電圧比較手段の比較結果を基に、一方のグループの平均電圧が全セルの平均電圧より高いときは、該一方のグループの境界に位置するセルから、他方のグループの境界に位置する隣接セルへ電荷を移動させ、前記一方のグループの平均電圧が全セルの平均電圧より低いときは、該一方のグループの境界に位置するセルへ、前記他方のグループの境界に位置する隣接セルから電荷を移動させるよう、前記スイッチ素子のオン/オフ制御を行うオン/オフ制御手段と、

10

を備えたことを特徴とするセルバランス装置。

【請求項 3】

前記直列接続された複数のセルを、該直列接続の列順を維持したまま、順々に 2 つのグループに分けたそれぞれの 2 グループの境界に位置する隣接セルに対する前記電荷の移動のための、前記オン/オフ制御手段によるスイッチ素子のオン/オフ制御を、それぞれのグループの境界位置の隣接セルの電荷移動に対して、同時に又は並行して実施させる制御手段を備えたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のセルバランス装置。

【請求項 4】

直列接続された少なくとも 3 個の蓄電素子（以下「セル」という）に対し、隣接するセルの接続点にインダクタの一端を接続し、該インダクタの他端を、該隣接するセルの他端にそれぞれスイッチ素子を介して接続した回路を用い、該スイッチ素子のオン/オフ制御により、隣接するセル間で電荷を移動させ、各セルの電圧を均等化するセルバランス方法において、

20

前記直列接続された複数のセルを、該直列接続の列順を維持したまま、順次、2 つのグループに分けて、各グループ内のセルの平均電圧を計算するステップと、

前記 2 つのグループのセルの平均電圧同士を比較するステップと、

前記比較の結果を基に、前記平均電圧の高いグループの境界に位置するセルから、前記平均電圧の低いグループの境界に位置する隣接セルへ、電荷を移動させるよう、前記スイッチ素子のオン/オフ制御を行うステップと、

を含むことを特徴とするセルバランス方法。

30

【請求項 5】

直列接続された少なくとも 3 個の蓄電素子（以下「セル」という）に対し、隣接するセルの接続点にインダクタの一端を接続し、該インダクタの他端を、該隣接するセルの他端にそれぞれスイッチ素子を介して接続した回路を用い、該スイッチ素子のオン/オフ制御により、隣接するセル間で電荷を移動させ、各セルの電圧を均等化するセルバランス方法において、

前記直列接続された複数のセルを、該直列接続の列順を維持したまま、順次、2 つのグループに分けて、一方のグループのセルの平均電圧と全セルの平均電圧とを計算するステップと、

前記一方のグループのセルの平均電圧と前記全セルの平均電圧とを比較するステップと

40

、
前記比較の結果を基に、前記一方のグループの平均電圧が前記全セルの平均電圧より高いときは、該一方のグループの境界に位置するセルから、他方のグループの境界に位置する隣接セルへ電荷を移動させ、前記一方のグループの平均電圧が全セルの平均電圧より低いときは、該一方のグループの境界に位置するセルへ、前記他方のグループの境界に位置する隣接セルから電荷を移動させるよう、前記スイッチ素子のオン/オフ制御を行うステップと、

を含むことを特徴とするセルバランス方法。

【請求項 6】

前記直列接続された複数のセルを、該直列接続の列順を維持したまま、順々に 2 つのグ

50

ループに分けたそれぞれの２グループの境界に位置する隣接セルに対する前記電荷の移動のための、前記スイッチ素子のオン／オフ制御を、それぞれのグループの境界位置の隣接セルの電荷移動に対して、同時に又は並行して実施させることを特徴とする請求項４又は５に記載のセルバランス方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、直列接続された複数個の蓄電素子（以下「セル」という）の電圧を均等化させるセルバランス装置及びセルバランス方法に関する。

【背景技術】

10

【０００２】

複数個のセルを直列接続したバッテリーでは、電力の有効利用や長寿命化を図るために各セルの電圧を均等化するセルバランスが行われる。セルバランスを行うために、各セルと並列に抵抗を接続し、該抵抗を介して高電圧のセルを放電させる手法があるが、この手法は、抵抗で放電電流を消費させることによる電流損失が大きくなるという問題がある。

【０００３】

そこで、複数個のセルの各電圧を低損失で均等化させるセルバランス回路として、抵抗を用いることなく、スイッチ素子とインダクタとを用いた回路が知られている（例えば、特許文献１等参照）。

【０００４】

20

図５は、スイッチ素子とインダクタとを用いてセルバランスを行う回路の一例を示している。図５において、 $Ce1$ 、 $Ce2$ 、 $Ce3$ 、 $Ce4$ 、 $Ce5$ はセル、 $L12$ 、 $L23$ 、 $L34$ 、 $L45$ はインダクタ、 $Sw12$ 、 $Sw21$ 、 $Sw23$ 、 $Sw32$ 、 $Sw34$ 、 $Sw43$ 、 $Sw45$ 、 $Sw54$ はスイッチ素子、 $D21$ 、 $D12$ 、 $D32$ 、 $D23$ 、 $D43$ 、 $D34$ 、 $D54$ 、 $D45$ はスイッチ素子に逆並列に接続されたダイオードである。

【０００５】

図５に示すように、５個の同一容量のセル $Ce1 \sim Ce5$ を直列に接続し、この直列回路の各セル $Ce1 \sim Ce5$ と並列にスイッチ素子 $Sw12 \sim Sw54$ が接続される。即ち、セル $Ce1$ にはスイッチ素子 $Sw12$ が、セル $Ce2$ にはスイッチ素子 $Sw21$ 、 $Sw23$ が、セル $Ce3$ にはスイッチ素子 $Sw32$ 、 $Sw34$ が、セル $Ce4$ にはスイッチ素子 $Sw43$ 、 $Sw45$ が、セル $Ce5$ にはスイッチ素子 $Sw54$ が、それぞれ並列に接続される。

30

【０００６】

そして、インダクタ $L12$ は一端がセル $Ce1$ 、 $Ce2$ の接続点に接続され、他端がスイッチ素子 $Sw12$ 、 $Sw21$ の接続点に接続される。インダクタ $L23$ は一端がセル $Ce2$ 、 $Ce3$ の接続点に接続され、他端がスイッチ素子 $Sw23$ 、 $Sw32$ の接続点に接続される。インダクタ $L34$ は一端がセル $Ce3$ 、 $Ce4$ の接続点に接続され、他端がスイッチ素子 $Sw34$ 、 $Sw43$ の接続点に接続される。インダクタ $L45$ は一端がセル $Ce4$ 、 $Ce5$ の接続点に接続され、他端がスイッチ素子 $Sw45$ 、 $Sw54$ の接続点に接続される。

40

【０００７】

このようなセルバランス回路において、隣接する２個ずつのセル $Ce1$ と $Ce2$ 、 $Ce2$ と $Ce3$ 、 $Ce3$ と $Ce4$ 、 $Ce4$ と $Ce5$ をそれぞれ１組とし、各組内のセル同士で電荷を移動し合うための４組のスイッチングコンバータ $SC12$ 、 $SC23$ 、 $SC34$ 、 $SC45$ が構成される。これら４組のスイッチングコンバータ $SC12$ 、 $SC23$ 、 $SC34$ 、 $SC45$ に対して、それぞれ、各組内の２個のセルの電圧を比較し、電圧が高い方のセルに並列接続されたスイッチ素子を導通状態（オン）にし、電圧が低い方のセルに並列接続されたスイッチ素子を遮断状態（オフ）にし、各組ごとにセルの電圧が均等となるように制御する。

【０００８】

50

例えば、セルC e 1とセルC e 2の組において、セルC e 1の電圧がセルC e 2の電圧より高いとすると、スイッチ素子S w 1 2をオンにし、スイッチS w 2 1をオフにする。スイッチ素子S w 1 2がオンになると、セルC e 1 スwitch素子S w 1 2 インダクタL 1 2 セルC e 1の閉ループが形成され、セルC e 1からインダクタL 1 2に電気エネルギーが移行する。

【0009】

その後、スイッチ素子S w 1 2をオフにし、スイッチS w 2 1をオンにすると、インダクタL 1 2に移行された電気エネルギーは、ダイオードD 1 2を通した閉回路によりセルC e 2に移行する。このような動作により、高電圧のセルC e 1から低電圧のセルC e 2に電荷が移動し、セルC e 1の電圧とセルC e 2の電圧とを均等化することができる。

10

【0010】

逆に、セルC e 1とセルC e 2との組において、セルC e 2の電圧が高く、セルC e 1の電圧が低い場合には、スイッチ素子S w 2 1をオンにし、スイッチ素子S w 1 2をオフにする。すると、セルC e 2 インダクタL 1 2 スwitch素子S w 2 1 セルC e 2の閉ループが形成され、セルC e 2からインダクタL 1 2に電気エネルギーが移行する。

【0011】

その後、スイッチ素子S w 2 1をオフにし、スイッチS w 1 2をオンにすると、インダクタL 1 2に移行した電気エネルギーは、ダイオードD 2 1を通した閉回路によりセルC e 1に移行し、セルC e 2からセルC e 1に電荷が移動し、セルC e 1の電圧とセルC e 2の電圧とを均等化することができる。

20

【0012】

隣接するセルC e 2とセルC e 3との組、セルC e 3とセルC e 4との組、及びセルC e 4とセルC e 5との組においても、それぞれ上述の動作と同様に、各組ごとに2個のセルの電圧を均等化させ、抵抗による電流消費を伴うことなく、直列接続された各セルの電圧が等しくなるようセルバランスを行うことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】特開2010-220373号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

多数(3個以上)のセルが直列接続されたバッテリーに対して、スイッチングコンバータによる従来のセルバランスは、隣接する2つのセル同士で電圧を比較し、その比較結果により電荷移動の方向を決定し、それによってスイッチングコンバータの駆動・停止を行うものである。そのため、周辺のセルの電圧変動の影響を逐一受け、隣接セルで電圧の高低が反転を繰り返したり、電荷の無駄な往復移動を繰り返したりするなど、全体として効率良く電荷移動が行われず、セルバランスに多くの時間を要するものとなっていた。上記課題に鑑み、本発明は、セルバランスの動作効率を向上させ、セルバランスに要する時間の短縮化を図ることができるセルバランス装置及びセルバランス方法を提供する。

40

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明に係るセルバランス装置は、直列接続された少なくとも3個の蓄電素子(セル)に対し、隣接するセルの接続点にインダクタの一端を接続し、該インダクタの他端を、該隣接するセルの他端にそれぞれスイッチ素子を介して接続し、該スイッチ素子のオン/オフ制御により、隣接するセル間で電荷を移動させ、各セルの電圧を均等化するセルバランス装置において、前記直列接続された複数のセルを、該直列接続の列順を維持したまま、順次、2つのグループに分けて、各グループ内のセルの平均電圧を計算する平均電圧計算手段と、前記平均電圧計算手段で計算した2つのグループの平均電圧同士を比較する平均電圧比較手段と、前記平均電圧比較手段の比較結果を基に、前記平均電圧の高いグループ

50

の境界に位置するセルから、前記平均電圧の低いグループの境界に位置する隣接セルへ、電荷を移動させるよう、前記スイッチ素子のオン/オフ制御を行うオン/オフ制御手段と、を備えたものである。

【0016】

このような構成により、駆動するスイッチングコンバータのインダクタを境にして、全セルを2つのグループに分け、該2つのグループの平均電圧を比較して電荷の移動方向を決定するため、セルバランスのための電荷の移動方向が、バッテリー全体におけるセル電圧の偏りに基づいて一意に決定され、セルバランスのための電荷の移動量を最少に抑えることができる。

【発明の効果】

10

【0017】

本発明によれば、セルバランスのための電荷の移動方向が、周辺のセルの電圧変動に影響されることなく、一意に決定されるため、隣接セルで電荷の無駄な往復移動を繰り返すことがなく、電荷の移動量を最少に抑え、効率良くセルバランスを行うことができ、セル電圧の均等化効率の向上及びセルバランスに要する時間の短縮化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明によるセルバランス装置の構成例を示す図である。

【図2】2グループに分けたセルのグループ毎の平均電圧の一例を示す図である。

【図3】本発明によるセルバランス方法の第1の実施例を示す図である。

20

【図4】本発明によるセルバランス方法の第2の実施例を示す図である。

【図5】セルバランスを行う回路の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、図面を参照して実施の形態について詳細に説明する。以下の実施の形態で、5個の直列接続のセルに対するセルバランスの動作例について説明するが、本発明は、これに限定されるものではなく、少なくとも3個以上の直列接続セルに対するセルバランスに適用可能である。

【0020】

図1はセルバランス装置の構成例を示す。図1において、各スイッチングコンバータSC12, SC23, SC34, SC45の構成及びその動作は、図5を参照して説明した構成及び動作と同様であるので重複した説明は省略する。

30

【0021】

本発明によるセルバランス装置は、駆動するスイッチングコンバータのインダクタを境にして、全セルを2つのグループに分け、該2つのグループの平均電圧を比較して電荷の移動方向を決定し、該移動方向に電荷を移動させるために、2グループの平均電圧計算部1-1と、2グループの平均電圧比較部1-2と、スイッチ素子オン/オフ制御部1-3、制御部1-4とを備える。

【0022】

2グループの平均電圧計算部1-1は、各セルCe1, Ce2, Ce3, Ce4, Ce5の電圧測定手段(図示省略)から各セルCe1, Ce2, Ce3, Ce4, Ce5のセル電圧を入力する。2グループの平均電圧計算部1-1は、直列接続された少なくとも3個のセルを、該直列接続の列順を維持したまま、順次、2つのグループに分け、各グループ内のセルの平均電圧を計算する。

40

【0023】

2グループの平均電圧比較部1-2は、2グループの平均電圧計算部1-1で計算した2つのグループの平均電圧を比較する。スイッチ素子オン/オフ制御部1-3は、2グループの平均電圧比較部1-2の比較結果を基に、平均電圧の高いグループの境界に位置するセルから、平均電圧の低いグループの境界に位置する隣接セルへ、電荷を移動させるよう、スイッチ素子のオン/オフ制御を行う。

50

【 0 0 2 4 】

また、2グループの平均電圧計算部1-1は、直列接続された少なくとも3個のセルを、該直列接続の順番を維持したまま、順次、2つのグループに分け、一方のグループのセルの平均電圧と全セルの平均電圧とを計算する構成とし、また、2グループの平均電圧比較部1-2は、一方のグループの平均電圧と全セルの平均電圧とを比較する構成としてもよい。

【 0 0 2 5 】

その場合、スイッチ素子オン/オフ制御部1-3は、一方のグループの平均電圧が全セルの平均電圧より高いときには、一方のグループの境界に位置するセルから、他方のグループの境界に位置する隣接セルへ電荷を移動させ、該一方のグループの平均電圧が全セルの平均電圧より低いときには、該一方のグループの境界に位置するセルへ、他方のグループの境界に位置する隣接セルから電荷を移動させるよう、スイッチ素子のオン/オフ制御を行う。

10

【 0 0 2 6 】

制御部1-4は、上述した各機能部1-1~1-3の動作を制御し、スイッチ素子オン/オフ制御部1-3に対して、それぞれのグループの境界に位置する隣接セルの電荷移動のためのスイッチ素子のオン/オフ制御のタイミングを制御する。

【 0 0 2 7 】

図2はセルCe1~セルCe5を2グループに分けたとき、グループ毎のセルの平均電圧の一例を示している。このグループ分けは、直列接続された5個のセルCe1~Ce5を、該直列接続の列順を維持したまま、順々に、2つのグループに分ける。そして、各グループ内のセルの平均電圧を計算する。ここで、セル全体の平均電圧を基準電圧0Vとし、セルCe1は-1V、セルCe2は-2V、セルCe3は+1V、セルCe4は+3V、セルCe5は-1Vであったとする。

20

【 0 0 2 8 】

図2の(a)は、セルCe1のみのグループと、セルCe2~セルCe5のグループとに分けたとき、セルCe1のみのグループの平均電圧-1V、セルCe2~セルCe5のグループの平均電圧+0.25Vと計算された例を示している。(この場合、グループの境界はセルCe1とセルCe2との間である。セルCe1とセルCe2はグループの境界に位置するセルであり、また、2グループの境界に位置する隣接セルでもある。)

30

図2の(b)は、セルCe1~セルCe2のグループと、セルCe3~セルCe5のグループとに分けたとき、セルCe1~セルCe2のグループの平均電圧-1.5V、セルCe3~セルCe5のグループの平均電圧+1Vと計算された例を示している。(この場合、グループの境界はセルCe2とセルCe3との間である。セルCe2とセルCe3はグループの境界に位置するセルであり、また、2グループの境界に位置する隣接セルでもある。)

図2の(c)は、セルCe1~セルCe3のグループと、セルCe4~セルCe5のグループとに分けたとき、セルCe1~セルCe3のグループの平均電圧-0.67V、セルCe4~セルCe5のグループの平均電圧+1Vと計算された例を示している。

【 0 0 2 9 】

40

図2の(d)は、セルCe1~セルCe4のグループと、セルCe5のみのグループとに分けたとき、セルCe1~セルCe4のグループの平均電圧+0.25V、セルCe5のみのグループの平均電圧-1Vと計算された例を示している。

【 0 0 3 0 】

セルCe1とセルCe2との間には、スイッチングコンバータSC12が介在し、セルCe2とセルCe3との間には、スイッチングコンバータSC23が介在し、セルCe3とセルCe4との間には、スイッチングコンバータSC34が介在し、セルCe4とセルCe5との間には、スイッチングコンバータSC45が介在する。

【 0 0 3 1 】

ここで、一例としてスイッチングコンバータSC23に注目すると、図2の(b)に示

50

すように、セルC e 1とセルC e 2の平均電圧 - 1 . 5 Vと、セルC e 3～セルC e 5の平均電圧 + 1 Vとを比較し、平均電圧の低い方のグループのセルC e 2（平均電圧の低いグループの境界に位置する隣接セル）へ、平均電圧の高い方のグループのセルC e 3（平均電圧の高いグループの境界に位置するセル）から電流をスイッチングコンバータS C 2 3により流す。

【 0 0 3 2 】

スイッチングコンバータS C 2 3による電流の流出／流入は、セルC e 1とセルC e 2の平均電圧がセルC e 3～セルC e 5の平均電圧と等しくなったとき又はそれを超えたときに停止する。あるいは、セルC e 1とセルC e 2の平均電圧又はセルC e 3～セルC e 5の平均電圧の何れかが、セル全体の平均電圧と、所定の閾値の以下の差となったときに停止する構成としてもよい。

10

【 0 0 3 3 】

同様に、その他のスイッチングコンバータS C 1 2，S C 3 4，S C 4 5についても、両側のグループのセルの平均電圧を基に電荷の移動方向を決定する。各スイッチングコンバータS C 1 2，S C 2 3，S C 3 4，S C 4 5は、同時に又は並行して各スイッチ素子を駆動する構成とすることができる。

【 0 0 3 4 】

このとき、各スイッチングコンバータの動作は、他のスイッチングコンバータの動作による影響を受けない。何故なら、例えばスイッチングコンバータS C 2 3に着目すると、スイッチングコンバータS C 2 3の動作は、セルC e 2とセルC e 3との間だけの電荷移動であり、この電荷移動によって、他のグループ分けによるグループの平均電圧は変化しないからである。

20

【 0 0 3 5 】

即ち、セルC e 2とセルC e 3との間の電荷移動だけでは、図2の（a）のグループ分けによるセルC e 2～C e 5のグループでは、同一グループ内のセル間での電荷移動となるため、セルC e 2～C e 5のグループの平均電圧に変化は生じない。同様に、図2の（c）のグループ分けによるセルC e 1～C e 3のグループでも、同一グループ内のセル間での電荷移動となるため、セルC e 1～C e 3のグループの平均電圧に変化は生じない。また、図2の（d）のグループ分けによるセルC e 1～C e 4のグループでも、同一グループ内のセル間での電荷移動となるため、セルC e 1～C e 4のグループの平均電圧に変化は生じない。

30

【 0 0 3 6 】

また、他のスイッチングコンバータS C 1 2、S C 3 4、S C 4 5による電荷移動も、スイッチングコンバータS C 2 3の動作に影響を与えない。即ち、スイッチングコンバータS C 1 2による電荷移動は、セルC e 1とセルC e 2との間だけの電荷移動であり、スイッチングコンバータS C 3 4による電荷移動は、セルC e 3とセルC e 4との間だけの電荷移動であり、スイッチングコンバータS C 4 5による電荷移動は、セルC e 4とセルC e 5との間だけの電荷移動であるため、セルC e 1とセルC e 2のグループと、セル3～セル5のグループの各平均電圧に影響を与えない。

【 0 0 3 7 】

40

従って、スイッチングコンバータS C 1 2、S C 2 3、S C 3 4、S C 4 5を、独立に駆動することができ、制御部1 - 4は、各スイッチングコンバータS C 1 2、S C 2 3、S C 3 4、S C 4 5を同時に又は並行して駆動することにより、セルバランスの動作時間を短縮することが可能となる。

【 実施例 1 】

【 0 0 3 8 】

図3は、本発明によるセルバランス方法の第1の実施例のフローを示す。図3は、直列接続されたセルのm番目とm + 1番目の列順の隣接セルに対する電荷移動の動作例を示している。なお、セルの全個数はn個であるとする。第1の実施例では、まず、第1番目から第m番目までのセルのグループの平均電圧 $A v_m$ と、m + 1番目からn番目までのセル

50

のグループの平均電圧 $A v_{m+1}$ とを計算し、 $A v_m$ と $A v_{m+1}$ との大小比較を行う (S 3 - 1)。

【0039】

比較の結果、 $A v_m$ が $A v_{m+1}$ より大きい場合、 m 番目のセルから $m+1$ 番目のセルへ電荷を移動させるよう、スイッチ素子の ON/OFF 制御を行う (S 3 - 2)。そして、電荷移動後の $A v_m$ と $A v_{m+1}$ とを計算し、その大小比較を行う (S 3 - 3)。 $A v_m$ が $A v_{m+1}$ よりなお大きい場合 (S 3 - 4 YES)、再び、 m 番目のセルから $m+1$ 番目のセルへ電荷を移動させるよう、スイッチ素子の ON/OFF 制御を行い (S 3 - 2)。 $A v_m$ が $A v_{m+1}$ より小さいか $A v_{m+1}$ と等しくなった場合 (S 3 - 4 NO)、動作を終了する。

10

【0040】

また、比較の結果、 $A v_m$ が $A v_{m+1}$ より小さい場合、 $m+1$ 番目のセルから m 番目のセルへ電荷を移動させるよう、スイッチ素子の ON/OFF 制御を行う (S 3 - 5)。そして、電荷移動後の $A v_m$ と $A v_{m+1}$ とを計算し、その大小比較を行う (S 3 - 6)。 $A v_m$ が $A v_{m+1}$ よりなお小さい場合 (S 3 - 7 YES)、再び、 $m+1$ 番目のセルから m 番目のセルへ電荷を移動させるよう、スイッチ素子の ON/OFF 制御を行い (S 3 - 6)。 $A v_m$ が $A v_{m+1}$ より大きい場合 $A v_{m+1}$ と等しくなった場合 (S 3 - 7 NO)、動作を終了する。

【実施例 2】

【0041】

20

図 4 は、本発明によるセルバランス方法の第 2 の実施例のフローを示す。図 4 も同様に、直列接続されたセルの m 番目と $m+1$ 番目の列順の隣接セルに対する電荷移動の動作例を示し、セルの全個数は n 個であるとする。第 2 の実施例では、2 つに分けたグループの一方のみのセルの平均電圧と、セル全体の平均電圧を計算し、その大小比較により電荷の移動方向を決定するものである。

【0042】

セル間の電荷の移動ではセル全体の平均電圧は変化しないので、セル全体の平均電圧は 1 回計算すればよい。そして、2 つに分けたグループの平均電圧は、一方のグループの平均電圧が他方のグループの平均電圧より低ければ、必ず、該一方のグループの平均電圧はセル全体の平均電圧より低く、該他方のグループの平均電圧はセル全体の平均電圧より高くなる。

30

【0043】

従って、両グループの平均電圧を比較する第 1 の実施例に代えて、一方のグループの平均電圧とセル全体の平均電圧とを比較して電荷の移動方向を決定することができ、グループの平均電圧の計算処理を 1 グループのみとすることにより、計算の処理負担を軽減することが可能となる。第 2 の実施例は、このような動作原理に基づくものである。

【0044】

図 4 を参照して第 2 の実施例の動作フローを説明する。まず、 n 個の全セルの平均電圧 $A v_n$ を計算する (S 4 - 1)。次に、第 1 番目から第 m 番目までのセルのグループの平均電圧 $A v_m$ を計算し、 $A v_m$ と $A v_n$ との大小比較を行う (S 4 - 2)。

40

【0045】

比較の結果、 $A v_m$ が $A v_n$ より大きい場合、 m 番目のセルから $m+1$ 番目のセルへ電荷を移動させるよう、スイッチ素子の ON/OFF 制御を行う (S 4 - 3)。そして、電荷移動後の $A v_m$ を計算し、 $A v_n$ と大小比較を行う (S 4 - 4)。 $A v_m$ が $A v_n$ よりなお大きい場合 (S 4 - 5 YES)、再び、 m 番目のセルから $m+1$ 番目のセルへ電荷を移動させるよう、スイッチ素子の ON/OFF 制御を行い (S 4 - 3)。 $A v_m$ が $A v_n$ より小さいか $A v_n$ と等しくなった場合 (S 4 - 5 NO)、動作を終了する。

【0046】

また、比較の結果、 $A v_m$ が $A v_n$ より小さい場合、 $m+1$ 番目のセルから m 番目のセルへ電荷を移動させるよう、スイッチ素子の ON/OFF 制御を行う (S 4 - 6)。そし

50

て、電荷移動後の $A v_m$ を計算し、 $A v_n$ と大小比較を行う(S4-7)。 $A v_m$ が $A v_n$ よりなお小さい場合(S4-8YES)、再び、 $m+1$ 番目のセルから m 番目のセルへ電荷を移動させるよう、スイッチ素子のON/OFF制御を行い(S4-6)、 $A v_m$ が $A v_n$ より大きい $A v_n$ と等しくなった場合(S4-8NO)、動作を終了する。

【0047】

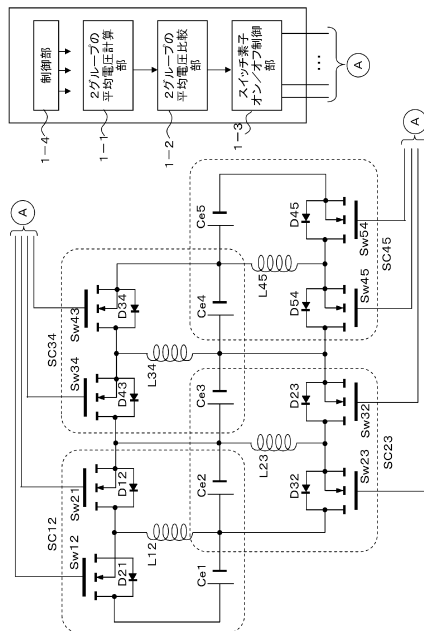
以上説明した2つのグループ分けによる、グループの境界位置の隣接セル間での電荷移動によるセルバランスは、それぞれのグループ分けのグループ境界位置の隣接セル間で、同時に実施してもよく、また、時系列的に順々に行ってもよい。なお、本発明は、以上に述べた実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の構成または実施形態を取ることができる。

【符号の説明】

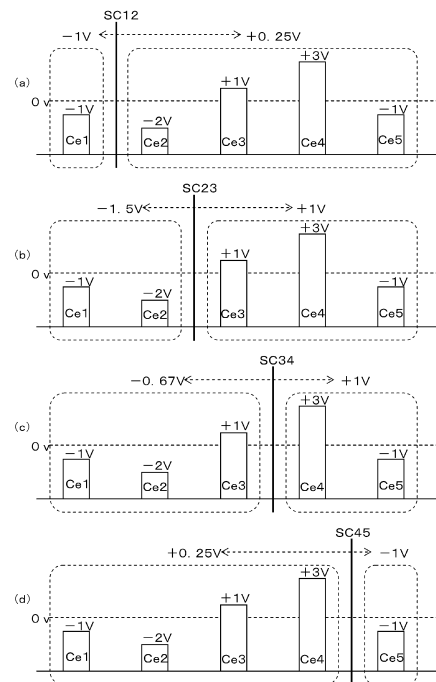
【0048】

- 1 - 1 平均電圧計算部
- 1 - 2 2グループの平均電圧比較部
- 1 - 3 スイッチ素子オン/オフ制御部
- 1 - 4 制御部
- Ce1, Ce2, Ce3, Ce4, Ce5 セル
- L12, L23, L34, L45 インダクタ
- Sw12, Sw21, Sw23, Sw32, Sw34, Sw43, Sw45, Sw54
 スイッチ素子
- D21, D12, D32, D23, D43, D34, D54, D45 ダイオード
- SC12, SC23, SC34, SC45 スイッチングコンバータ

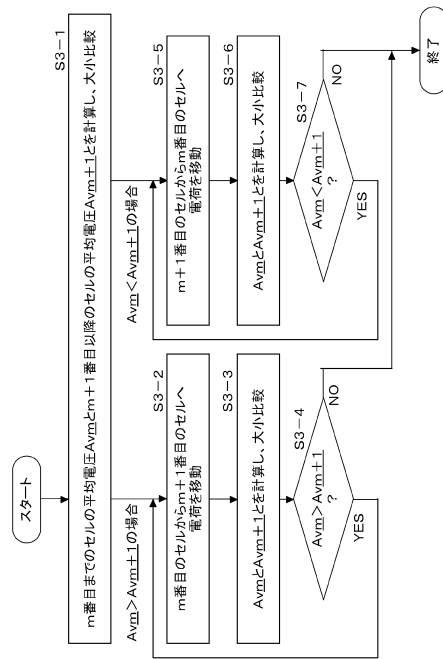
【図1】



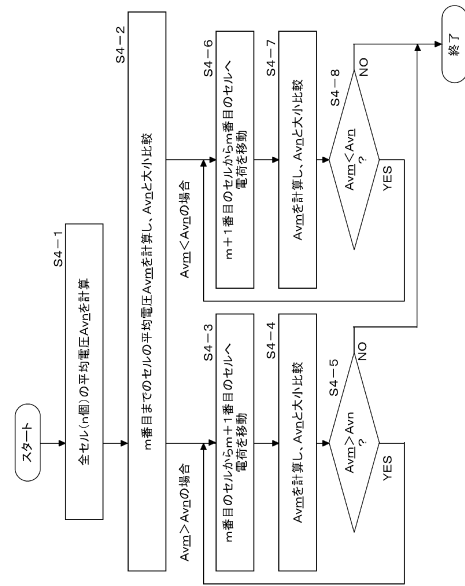
【図2】



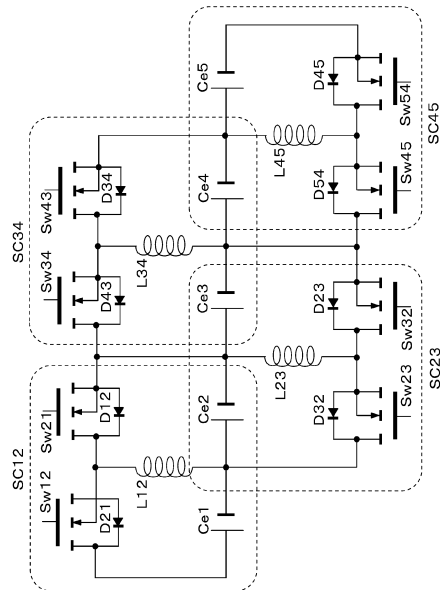
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

審査官 馬場 慎

(56)参考文献 特表2003-513605(JP,A)
特開2008-42970(JP,A)
国際公開第2013/114696(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 7/00 - 7/12

H02J 7/34 - 7/36