

(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2016-189665
(P2016-189665A)

(43) 公開日 平成28年11月4日(2016.11.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 2 J 7/02 (2016.01)	HO 2 J 7/02 H	5 G 5 0 3
HO 1 M 10/48 (2006.01)	HO 1 M 10/48 3 O 1	5 H 0 3 0
HO 1 M 10/44 (2006.01)	HO 1 M 10/44 P	5 H 7 3 0
HO 2 M 3/28 (2006.01)	HO 1 M 10/48 P	
	HO 2 M 3/28 W	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2015-68851 (P2015-68851)	(71) 出願人 000237721
(22) 出願日 平成27年3月30日 (2015. 3. 30)	F D K株式会社 東京都港区港南一丁目6番4 1 号
	(74) 代理人 100168457 弁理士 小川 英司
	(74) 代理人 100090022 弁理士 長門 侃二
	(72) 発明者 宮崎 真鶴 東京都港区港南1 丁目6番4 1 号 F D K 株式会社内
	(72) 発明者 福井 規生 東京都港区港南1 丁目6番4 1 号 F D K 株式会社内
	F ターム (参考) 5G503 BA03 BB01 BB02 GA01 GB03 GB04 HA04
	最終頁に続く

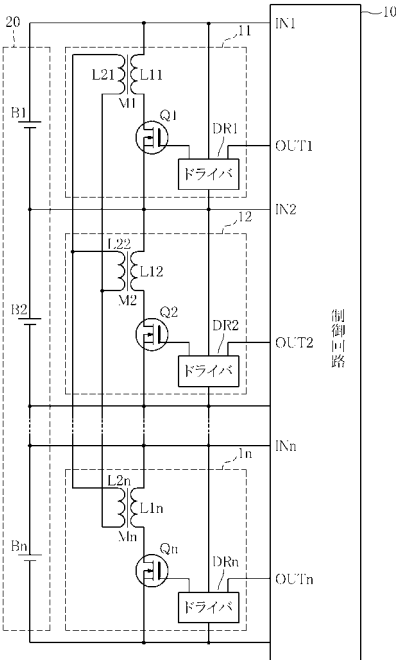
(54) 【発明の名称】 電圧バランス補正回路

(57) 【要約】

【課題】 高い汎用性及びスケラビリティを有する電圧バランス補正回路を提供する。

【解決手段】 本発明の電圧バランス補正回路は、直列に接続された複数の蓄電セルB 1～B nに一对一に対応する複数の電圧補正回路1 1～1 nと、複数の蓄電セルB 1～B nの電圧に基づいて複数の電圧補正回路1 1～1 nを制御する制御回路1 0と、を備え、複数の電圧補正回路1 1～1 nは、対応する蓄電セルB 1～B nに並列に接続される第1コイルL 1 1～L 1 nと、その蓄電セルB 1～B nに対する第1コイルL 1 1～L 1 nの接続を制御回路1 0の制御によってON/OFFする電界効果トランジスタQ 1～Q nと、第1コイルL 1 1～L 1 nと磁氣的に結合する第2コイルL 2 1～L 2 nと、を含み、複数の電圧補正回路1 1～1 nは、第2コイルL 2 1～L 2 nが並列に接続されている。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直列に接続された複数の蓄電セルの各蓄電セルに一对一で対応する複数の電圧補正回路と、

前記複数の蓄電セルの各蓄電セルの電圧に基づいて前記複数の電圧補正回路を制御する制御回路と、を備え、

前記複数の電圧補正回路の各電圧補正回路は、対応する蓄電セルに並列に接続される第 1 コイルと、その蓄電セルに対する前記第 1 コイルの接続を前記制御回路の制御によって ON/OFF するスイッチと、前記第 1 コイルと磁気的に結合する第 2 コイルと、を含み、

前記複数の電圧補正回路は、各電圧補正回路の前記第 2 コイルが並列に接続されている、電圧バランス補正回路。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電圧バランス補正回路において、前記制御回路は、前記複数の電圧補正回路のうち、前記複数の蓄電セルの最も電圧が高い蓄電セルに対応する電圧補正回路のスイッチの ON/OFF を繰り返し、その間、他の蓄電セルに対応する電圧補正回路のスイッチを整流状態で維持する、電圧バランス補正回路。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の電圧バランス補正回路において、前記制御回路は、前記電圧補正回路のスイッチを整流状態で維持する蓄電セルを各蓄電セルの電圧に応じて選択する、電圧バランス補正回路。

【請求項 4】

請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の電圧バランス補正回路において、前記複数の電圧補正回路の各電圧補正回路は、対応する蓄電セルの電力で動作して前記スイッチを ON/OFF するスイッチ駆動回路を含む、電圧バランス補正回路。

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の電圧バランス補正回路において、前記電圧補正回路は、前記第 1 コイルが一次巻線、前記第 2 コイルが二次巻線として構成されるフォワード方式又はフライバック方式の絶縁型コンバータ回路である、電圧バランス補正回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、直列に接続された複数の蓄電セルの各蓄電セルの電圧を均等にする電圧バランス補正回路に関する。

【背景技術】

【0002】

ニッケル水素二次電池、リチウムイオン二次電池、キャパシタ等の蓄電セルを複数直列に接続し、その蓄電セルに蓄えられた電力で負荷装置を駆動する技術が様々な分野で広く用いられている。一般に直列に接続された複数の蓄電セルは、その性質上、必ずしも各蓄電セルの電圧が均等な状態になるとは限らない。そして直列に接続された複数の蓄電セルは、各蓄電セルの電圧が不均等な状態にあると、充放電を行う際に、一部の蓄電セルが過充電あるいは過放電となってしまう虞が生ずる。

【0003】

このような課題を解決する従来技術の一例として、直列接続された複数の蓄電セルと、同一磁心に同一巻数で巻回されて相互に 1 対 1 の変圧比をなす複数のトランス・コイルとを、互いに連動してオン・オフ動作するスイッチを介して 1 対 1 の対応で接続することにより、各セルの電圧を均等化させるようにした直列セルの電圧バランス回路が公知である（例えば特許文献 1 を参照）。

【0004】

また上記課題を解決する従来技術の他の一例として、多直列蓄電セルを接続順に連続す

10

20

30

40

50

る複数の直列セルグループに分け、各セルグループ内にてそれぞれ隣接セル間での電圧バランス補正を行うセル間電圧バランス補正回路を設け、さらに各セルグループの直列電圧をトランス・コイルとスイッチング回路を用いて形成される交流結合によってバランス補正させるグループ間電圧バランス補正回路を設けた多直列蓄電セルが公知である（例えば特許文献 2 を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2008-005630 号公報

【特許文献 2】特開 2008-035680 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら特許文献 1 及び 2 に開示された従来技術は、単一のコアに多数のコイルを巻く構成であるため、対象となる蓄電セルの数に応じて個別に設計・製造せざるを得ず、汎用性が低いという課題がある。また上記の従来技術は、単一のコアに多数のコイルを巻く構成であるため、後から蓄電セルを増設・減設することが困難である場合が多く、その規模や構成を柔軟に拡大・縮小することが難しい、つまりスケーラビリティ（scalability）が低いという課題がある。

20

【0007】

このような状況に鑑み本発明はなされたものであり、その目的は、高い汎用性及びスケーラビリティを有する電圧バランス補正回路を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

<本発明の第 1 の態様>

本発明の第 1 の態様は、直列に接続された複数の蓄電セルの各蓄電セルに一対一で対応する複数の電圧補正回路と、前記複数の蓄電セルの各蓄電セルの電圧に基づいて前記複数の電圧補正回路を制御する制御回路と、を備え、前記複数の電圧補正回路の各電圧補正回路は、対応する蓄電セルに並列に接続される第 1 コイルと、その蓄電セルに対する前記第 1 コイルの接続を前記制御回路の制御によって ON/OFF するスイッチと、前記第 1 コイルと磁気的に結合する第 2 コイルと、を含み、前記複数の電圧補正回路は、各電圧補正回路の前記第 2 コイルが並列に接続されている、電圧バランス補正回路である。

30

【0009】

例えば相対的に電圧が高い蓄電セルに対応する電圧補正回路のスイッチの ON/OFF を任意の周期で繰り返し、相対的に電圧が低い蓄電セルに対応する電圧補正回路のスイッチを整流状態で維持する。ここでスイッチを整流状態で維持するとは、トランジスタ等の半導体スイッチにおいて、そのスイッチの ON/OFF 制御を行わない状態を維持することを意味する。トランジスタ等の半導体スイッチは、ON/OFF 制御を行わない状態では、電圧が正と負で交互に繰り返されるような交流電圧に対し、どちらか一方の電圧のときのみ電流を流し、他方では電流を流さない特性を有する。これはトランジスタ等の半導体スイッチに含まれる素子によるものであり、このような働きをする素子は、トランジスタ等の半導体スイッチの製造過程で必然的に生ずるものである。

40

【0010】

相対的に電圧が高い蓄電セルに対応する電圧補正回路では、第 1 コイルの電圧よりも第 2 コイルの電圧の方が低くなるため、蓄電セルが放電する電気エネルギーが磁気エネルギーに変換されて第 1 コイルから第 2 コイルへ伝達され、第 2 コイルに誘導電圧が発生して交流電流が流れる。複数の電圧補正回路は、各電圧補正回路の第 2 コイルが並列に接続されている。したがって相対的に電圧が高い蓄電セルに対応する電圧補正回路の第 2 コイルに交流電流が流れることによって、相対的に電圧が低い蓄電セルに対応する電圧補正回路の第 2 コイルにも同じ電圧の交流電流が流れる。すると相対的に電圧が低い蓄電セルに対

50

応する電圧補正回路では、第 1 コイルの電圧よりも第 2 コイルの電圧の方が高くなるため、第 2 コイルに流れる交流電流の電気エネルギーが磁気エネルギーに変換されて第 2 コイルから第 1 コイルへ伝達され、第 1 コイルに誘導電圧が発生し、それによって相対的に電圧が低い蓄電セルが充電される。

【0011】

つまり相対的に電圧が高い蓄電セルに対応する電圧補正回路のスイッチの ON/OFF を任意の周期で繰り返し、相対的に電圧が低い蓄電セルに対応する電圧補正回路のスイッチを整流状態で維持することによって、相対的に電圧が高い蓄電セルから相対的に電圧が低い蓄電セルへ電力が供給される。それによって相対的に電圧が高い蓄電セルは放電して電圧が低下し、相対的に電圧が低い蓄電セルは充電されて電圧が上昇するので、蓄電セル間の電圧差が小さくなり、最終的に各蓄電セルの電圧を均等にする事ができる。

10

【0012】

複数の電圧補正回路は、直列に接続された複数の蓄電セルの各蓄電セルに一つ一つに対応している。そして複数の電圧補正回路の各電圧補正回路は、回路間の電氣的な接続としては、それぞれの第 2 コイルが並列に接続されているだけである。そのため電圧バランス補正回路の設計・製造時には、対象となる蓄電セルの数に合わせて同じ数の電圧補正回路を設け、各電圧補正回路の第 2 コイルを並列に接続するだけでよい。したがって本発明に係る電圧バランス補正回路は、対象となる蓄電セルの数に応じて個別に設計・製造を行わなければならない要素がほとんどなく、高い汎用性を実現することができる。

20

【0013】

また蓄電セルを後から増設する場合には、その蓄電セルの数の増加に応じて電圧補正回路を増設し、増設した電圧補正回路の第 2 コイルを既設の電圧補正回路の第 2 コイルに並列に接続するだけでよい。他方、蓄電セルを後から減設する場合には、その蓄電セルの数の減少に応じて電圧補正回路を減設し、減設する電圧補正回路の第 2 コイルの接続を撤去するだけでよい。したがって本発明に係る電圧バランス補正回路は、蓄電セルを後から増設・減設することが容易に可能であり、高いスケーラビリティを実現することができる。

【0014】

これにより本発明の第 1 の態様によれば、高い汎用性及びスケーラビリティを有する電圧バランス補正回路を提供することができるという作用効果が得られる。

【0015】

<本発明の第 2 の態様>

本発明の第 2 の態様は、前述した本発明の第 1 の態様において、前記制御回路は、前記複数の電圧補正回路のうち、前記複数の蓄電セルの最も電圧が高い蓄電セルに対応する電圧補正回路のスイッチの ON/OFF を繰り返し、その間、他の蓄電セルに対応する電圧補正回路のスイッチを整流状態で維持する、電圧バランス補正回路である。

本発明の第 2 の態様によれば、複数の蓄電セルの最も電圧が高い蓄電セルが放電して電圧が低下し、他の蓄電セルが充電されて電圧が上昇するので、短時間で効率的に複数の蓄電セルの電圧差を小さくすることができる。それによって短時間で効率的に複数の蓄電セルの各蓄電セルの電圧を均等にする事ができる。

30

【0016】

<本発明の第 3 の態様>

本発明の第 3 の態様は、前述した本発明の第 2 の態様において、前記制御回路は、前記電圧補正回路のスイッチを整流状態で維持する蓄電セルを各蓄電セルの電圧に応じて選択する、電圧バランス補正回路である。

本発明の第 3 の態様によれば、複数の蓄電セルの各蓄電セルの電圧を均等にする上で、蓄電セルの無駄な充放電を低減することができるので、さらに短時間で効率的に複数の蓄電セルの各蓄電セルの電圧を均等にする事ができる。

40

【0017】

<本発明の第 4 の態様>

本発明の第 4 の態様は、前述した本発明の第 1 ～ 第 3 の態様のいずれかにおいて、前記

50

複数の電圧補正回路の各電圧補正回路は、対応する蓄電セルの電力で動作して前記スイッチをON/OFFするスイッチ駆動回路を含む、電圧バランス補正回路である。

本発明の第4の態様によれば、対応する蓄電セルの電力で動作してスイッチをON/OFFするスイッチ駆動回路が各電圧補正回路に設けられているため、スイッチをON/OFFさせるために外部電源装置等を設ける必要がないので、電圧バランス補正回路の小型化及び省電力化が可能になる。

【0018】

＜本発明の第5の態様＞

本発明の第5の態様は、前述した本発明の第1～第4の態様のいずれかにおいて、前記電圧補正回路は、前記第1コイルが一次巻線、前記第2コイルが二次巻線として構成されるフォワード方式の絶縁型コンバータ回路である、電圧バランス補正回路である。

本発明の第5の態様によれば、第1コイル（一次巻線）と第2コイル（二次巻線）の電流が流れるタイミングが同じであるため、制御回路による各スイッチのON/OFF制御タイミングの設定が容易になるので、より高精度に複数の蓄電セルの各蓄電セルの電圧を均等にすることができる。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、高い汎用性及びスケーラビリティを有する電圧バランス補正回路を提供することができるという作用効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】多直列の高電圧蓄電ユニットの要部を図示した回路図。

【図2】電圧補正回路のより具体的な構成の一例を図示した回路図。

【図3】フォワード方式の絶縁型コンバータ回路を用いて構成した電圧補正回路を備える電圧バランス補正回路のタイミングチャート。

【図4】電圧補正回路のより具体的な構成の他の一例を図示した回路図。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

尚、本発明は、以下説明する実施例に特に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変形が可能であることは言うまでもない。

【0022】

図1は、多直列の高電圧蓄電ユニットの要部を図示した回路図である。

多直列の高電圧蓄電ユニットは、制御回路10、蓄電モジュール20、n個の電圧補正回路11～1nを備える。「複数の蓄電セル」としての蓄電モジュール20は、直列に接続されたn個の蓄電セルB1～Bnを含む。蓄電セルB1～Bnは、例えばニッケル水素二次電池、リチウムイオン二次電池、キャパシタ等の充放電可能な二次電池乃至蓄電素子である。

【0023】

本発明に係る電圧バランス補正回路は、制御回路10とn個の電圧補正回路11～1nとで構成される。「複数の電圧補正回路」としての電圧補正回路11～1nは、全て同じ回路構成であり、直列に接続されたn個の蓄電セルB1～Bnの各々に対一対一に対応する。

【0024】

電圧補正回路11は、コイルL11、コイルL21、コアM1、電界効果トランジスタ(Field Effect Transistor: FET) Q1、ドライバDR1を含む。「第1コイル」としてのコイルL11は、対応する蓄電セルB1に並列に接続される。「スイッチ」としての電界効果トランジスタQ1は、その蓄電セルB1に対するコイルL11の接続を制御回路10の制御によってON/OFFする。「第2コイル」としてのコイルL21は、磁性体で形成されたコアM1を介してコイルL11と磁氣的に結合してトランスを構成する。

「スイッチ駆動回路」としてのドライバDR 1は、対応する蓄電セルB 1の電力で動作して電界効果トランジスタQ 1をON/OFFする。

【0025】

電圧補正回路1 2は、コイルL 1 2、コイルL 2 2、コアM 2、電界効果トランジスタQ 2、ドライバDR 2を含む。「第1コイル」としてのコイルL 1 2は、対応する蓄電セルB 2に並列に接続される。「スイッチ」としての電界効果トランジスタQ 2は、その蓄電セルB 2に対するコイルL 1 2の接続を制御回路1 0の制御によってON/OFFする。「第2コイル」としてのコイルL 2 2は、磁性体で形成されたコアM 2を介してコイルL 1 2と磁氣的に結合してトランスを構成する。「スイッチ駆動回路」としてのドライバDR 2は、対応する蓄電セルB 2の電力で動作して電界効果トランジスタQ 2をON/OFFする。

10

【0026】

電圧補正回路1 nは、コイルL 1 n、コイルL 2 n、コアM n、電界効果トランジスタQ n、ドライバDR nを含む。「第1コイル」としてのコイルL 1 nは、対応する蓄電セルB nに並列に接続される。「スイッチ」としての電界効果トランジスタQ nは、その蓄電セルB nに対するコイルL 1 nの接続を制御回路1 0の制御によってON/OFFする。「第2コイル」としてのコイルL 2 nは、磁性体で形成されたコアM nを介してコイルL 1 nと磁氣的に結合してトランスを構成する。「スイッチ駆動回路」としてのドライバDR nは、対応する蓄電セルB nの電力で動作して電界効果トランジスタQ nをON/OFFする。

20

【0027】

そして上記のような構成の電圧補正回路1 1~1 nにおいて、コイルL 2 1~L 2 nは、並列に接続されている。

【0028】

コイルL 1 1~L 1 nとコイルL 2 1~L 2 nとの巻数比は、特に1:1に限定されるものではなく、蓄電セルB 1~B nの定格電圧や特性、電圧バランス補正回路の仕様等に応じて適宜設定し得る。例えばコイルL 2 1~L 2 nに流れる電流を低い電流に抑えたい場合には、コイルL 1 1~L 1 nの電圧よりもコイルL 2 1~L 2 nの電圧の方が高くなるように巻数比を設定してもよい。電界効果トランジスタQ 1~Q nは、例えばNチャンネルMOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) であるが、特にこれに限定されるものではなく、例えばバイポーラトランジスタ等、様々なスイッチング素子を用いることができる。ドライバDR 1~DR nは、例えばコントロール端子 (ON/OFF端子) を備えるスイッチングレギュレータであるが、特にこれに限定されるものではなく、様々なドライバ回路を用いることができる。

30

【0029】

また電界効果トランジスタQ 1~Q nは、蓄電セルB 1~B nの定格電圧以下のゲート電圧でONする素子を選定し、ドライバDR 1~DR nは、当該実施例のように、対応する蓄電セルB 1~B nの電力で動作する回路とするのが好ましい。それによって電界効果トランジスタQ 1~Q nをON/OFFさせるために外部電源装置等を設ける必要がなくなるので、電圧バランス補正回路の小型化及び省電力化が可能になる。

40

【0030】

制御回路1 0は、例えば公知のマイコン制御回路や制御IC (Integrated Circuit) であり、蓄電セルB 1~B nの電圧に基づいて電圧補正回路1 1~1 nを制御する。制御回路1 0は、n個の入力端子IN 1~IN n、n個の出力端子OUT 1~OUT nを含む。入力端子IN 1には、蓄電セルB 1の正極端子が接続されている。入力端子IN 2には、蓄電セルB 2の正極端子が接続されている。入力端子IN nには、蓄電セルB nの正極端子が接続されている。出力端子OUT 1は、ドライバDR 1のコントロール端子に接続されている。出力端子OUT 2は、ドライバDR 2のコントロール端子に接続されている。出力端子OUT nは、ドライバDR nのコントロール端子に接続されている。

尚、例えば蓄電セルB 1~B nとしてニッケル水素二次電池を用いる場合には、さらに

50

蓄電セル B 1 ~ B n のそれぞれに温度センサ（図示せず）を設け、その温度センサの出力信号を制御回路 1 0 に入力して、蓄電セル B 1 ~ B n のそれぞれの温度を制御回路 1 0 で検出する構成とするのが好ましい。

【0031】

ここで例えば蓄電セル B 1 の電圧が他の蓄電セル B 2 ~ B n の電圧よりも相対的に高い状態であるとする。このような状態において制御回路 1 0 は、相対的に電圧が高い蓄電セル B 1 に対応する電圧補正回路 1 1 の電界効果トランジスタ Q 1 の ON / OFF を任意の周期で繰り返し、相対的に電圧が低い蓄電セル B 2 ~ B n に対応する電圧補正回路 1 2 ~ 1 n の電界効果トランジスタ Q 2 ~ Q n を整流状態で維持する。すると相対的に電圧が高い蓄電セル B 1 に対応する電圧補正回路 1 1 では、第 1 コイル L 1 1 の電圧よりも第 2 コイル L 2 1 の電圧の方が低くなるため、蓄電セル B 1 が放電する電気エネルギーが磁気エネルギーに変換されて第 1 コイル L 1 1 から第 2 コイル L 2 1 へ伝達され、第 2 コイル L 2 1 に誘導電圧が発生して交流電流が流れる。

10

【0032】

電圧補正回路 1 1 ~ 1 n は、第 2 コイル L 2 1 ~ L 2 n が並列に接続されている。したがって相対的に電圧が高い蓄電セル B 1 に対応する電圧補正回路 1 1 の第 2 コイル L 2 1 に交流電流が流れることによって、相対的に電圧が低い蓄電セル B 2 ~ B n に対応する電圧補正回路 1 2 ~ 1 n の第 2 コイル L 2 2 ~ L 2 n にも同じ電圧の交流電流が流れる。すると相対的に電圧が低い蓄電セル B 2 ~ B n に対応する電圧補正回路 1 2 ~ 1 n では、第 1 コイル L 1 2 ~ L 1 n の電圧よりも第 2 コイル L 2 2 ~ L 2 n の電圧の方が高くなるため、第 2 コイル L 2 2 ~ L 2 n に流れる交流電流の電気エネルギーが磁気エネルギーに変換されて第 2 コイル L 2 2 ~ L 2 n から第 1 コイル L 1 2 ~ L 1 n へ伝達され、第 1 コイル L 1 2 ~ L 1 n に誘導電圧が発生し、それによって相対的に電圧が低い蓄電セル B 2 ~ B n が充電される。

20

【0033】

つまり相対的に電圧が高い蓄電セル B 1 に対応する電圧補正回路 1 1 の電界効果トランジスタ Q 1 の ON / OFF を任意の周期で繰り返し、相対的に電圧が低い蓄電セル B 2 ~ B n に対応する電圧補正回路 1 2 ~ 1 n の電界効果トランジスタ Q 2 ~ Q n を整流状態で維持することによって、相対的に電圧が高い蓄電セル B 1 から相対的に電圧が低い蓄電セル B 2 ~ B n へ電力が供給される。それによって相対的に電圧が高い蓄電セル B 1 は放電して電圧が低下し、相対的に電圧が低い蓄電セル B 2 ~ B n は充電されて電圧が上昇するので、蓄電セル B 1 ~ B n の間の電圧差が小さくなり、最終的に蓄電セル B 1 ~ B n の電圧を均等にすることができる。

30

【0034】

上記説明した構成の電圧バランス補正回路において、電圧補正回路 1 1 ~ 1 n は、蓄電セル B 1 ~ B n の各々に一対一に対応している。そして電圧補正回路 1 1 ~ 1 n は、回路間の電氣的な接続としては、それぞれの第 2 コイル L 2 1 ~ L 2 n が並列に接続されているだけである。そのため電圧バランス補正回路の設計・製造時においては、対象となる蓄電セル B 1 ~ B n の数に合わせて同じ数の電圧補正回路 1 1 ~ 1 n を設け、第 2 コイル L 2 1 ~ L 2 n を並列に接続するだけでよい。したがって本発明に係る電圧バランス補正回路は、対象となる蓄電セル B 1 ~ B n の数に応じて個別に設計・製造を行わなければならない要素がほとんどなく、高い汎用性を実現することができる。

40

【0035】

また蓄電セル B 1 ~ B n に新たな蓄電セル B x（図示せず）を追加する場合には、対応する電圧補正回路 1 x を増設し（図示せず）、増設した電圧補正回路 1 x の第 2 コイル L 2 x（図示せず）を既設の電圧補正回路 1 1 ~ 1 n の第 2 コイル L 2 1 ~ L 2 n に並列に接続するだけでよい（ $x = n + 1$ ）。他方、蓄電セル B 1 ~ B n から蓄電セル B n を撤去して後から減設する場合には、減設する電圧補正回路 1 n の第 2 コイル L 2 n の接続を撤去するだけでよい。したがって本発明に係る電圧バランス補正回路は、蓄電セル B 1 ~ B n を後から増設・減設することが容易に可能であり、高いスケーラビリティを実現するこ

50

とができる。

【0036】

このようにして本発明によれば、高い汎用性及びスケラビリティを有する電圧バランス補正回路を提供することができる。また本発明によれば、電圧補正回路11～1nの回路間の電氣的な接続は、それぞれの第2コイルL21～L2nが並列に接続されているだけであるため、例えば電圧補正回路11～1nを複数の回路基板に分散して実装する構成も容易に可能になるとともに、さらに第2コイルL21～L2nの接続順序に何ら制約がないことから、電圧補正回路11～1nのレイアウトについて高い自由度が得られる。

【0037】

図2は、電圧補正回路11のより具体的な構成の一例を図示した回路図である。

10

電圧補正回路11～1nは、図2に図示したように、例えばフォワード方式の絶縁型コンバータ回路を用いた構成とすることができる。以下、図2に図示した電圧補正回路11を参照しながら説明する。

【0038】

電圧補正回路11は、前述したコイルL11、コイルL21、コアM1、電界効果トランジスタQ1及びドライバDR1に加えて、さらにコンデンサC11、C21、ダイオードD11、D21、チョークコイルL31を含む。

【0039】

コイルL11は、コンデンサC11の一端側に巻き始め端が接続されており、電界効果トランジスタQ1のドレイン端子に巻き終わり端が接続されている。コンデンサC11の他端側は、電界効果トランジスタQ1のソース端子に接続されている。電界効果トランジスタQ1のゲート端子は、ドライバDR1に接続されている。コイルL21は、チョークコイルL31の一端側に巻き始め端が接続されており、ダイオードD11のカソードに巻き終わり端が接続されている。

20

【0040】

ダイオードD11のアノードは、ダイオードD21のアノードに接続されている。ダイオードD21のカソードは、チョークコイルL31の一端側とコイルL21の巻き始め端との接続点に接続されている。コンデンサC21の一端側は、チョークコイルL31の他端側に接続されている。コンデンサC21の他端側は、ダイオードD11のアノードとダイオードD21のアノードとの接続点に接続されている。

30

【0041】

図2は、電圧補正回路11～1nをフォワード方式で構成した場合の一例である。コイルL11～L1n（一次巻線）とコイルL21～L2n（二次巻線）の電流が流れるタイミングが同じであるため、制御回路10による電界効果トランジスタQ1～QnのON/OFF制御タイミングの設定が容易になるので、より高精度に蓄電セルB1～Bnの電圧を均等にすることができる。

【0042】

図3は、フォワード方式の絶縁型コンバータ回路を用いて構成した電圧補正回路11～1nを備える電圧バランス補正回路のタイミングチャートである。

【0043】

40

ここで蓄電セルB1～Bnにおいて、例えば蓄電セルB1が最も高い電圧になっているとする。この場合には制御回路10は、例えば最も電圧が高い蓄電セルB1に対応する電圧補正回路11の電界効果トランジスタQ1のON/OFFを繰り返し、その間、他の蓄電セルB2～Bnに対応する電圧補正回路12～1nの電界効果トランジスタQ2～Qnを整流状態で維持するのが好ましい。それによって最も電圧が高い蓄電セルB1が放電して電圧が低下し、他の蓄電セルB2～Bnが充電されて電圧が上昇するので、短時間で効率的に蓄電セルB1～Bnの電圧を均等にすることができる。

【0044】

また上記の場合において制御回路10は、例えば最も電圧が高い蓄電セルB1に対応する電圧補正回路11の電界効果トランジスタQ1のON/OFFを繰り返す間、蓄電セル

50

B 2 ～ B n の電圧に応じて、電界効果トランジスタ Q 2 ～ Q n の中から選択した電界効果トランジスタ（例えば電界効果トランジスタ Q 2）を整流状態に維持するのが好ましい。それによって蓄電セル B 1 ～ B n の電圧を均等にする上で、蓄電セル B 1 ～ B n の無駄な充放電を低減することができるので、さらに短時間で効率的に蓄電セル B 1 ～ B n の電圧を均等にする事ができる。

【 0 0 4 5 】

より具体的には制御回路 1 0 は、蓄電セル B 1 ～ B n のそれぞれの電圧を検出し、蓄電セル B 1 ～ B n の平均電圧を演算する。そして最も電圧が高い蓄電セル B 1 に対応する電圧補正回路 1 1 の電界効果トランジスタ Q 1 の ON / OFF を任意の周期で繰り返す動作を開始する（図 3 のタイミング T 1）。同時に制御回路 1 0 は、他の蓄電セル B 2 ～ B n のうち、平均電圧より電圧が低い蓄電セル B 2 に対応する電圧補正回路 1 2 の電界効果トランジスタ Q 2 を整流状態で維持する動作を開始する（図 3 のタイミング T 1）。

10

【 0 0 4 6 】

最も電圧が高い蓄電セル B 1 は、電界効果トランジスタ Q 1 が ON するタイミングで放電し、それによって電圧が低下していく。他方、平均電圧よりも電圧が低い蓄電セル B 2 は、電界効果トランジスタ Q 1 が ON するタイミングで充電され、それによって電圧が上昇していく。そして制御回路 1 0 は、蓄電セル B 1 の電圧が平均電圧まで低下し、蓄電セル B 2 の電圧が平均電圧まで上昇した時点で（図 3 のタイミング T 2）、電界効果トランジスタ Q 1 及び Q 2 を OFF した状態に維持する。

【 0 0 4 7 】

20

図 4 は、電圧補正回路 1 1 のより具体的な構成の他の一例を図示した回路図である。

電圧補正回路 1 1 ～ 1 n は、図 4 に図示したように、例えばフライバック方式の絶縁型コンバータ回路を用いた構成とすることができる。以下、図 4 に図示した電圧補正回路 1 1 を参照しながら説明する。

【 0 0 4 8 】

電圧補正回路 1 1 は、前述したコイル L 1 1、コイル L 2 1、コア M 1、電界効果トランジスタ Q 1 及びドライバ D R 1 に加えて、さらにコンデンサ C 1 1、C 2 1、ダイオード D 1 1 を含む。

【 0 0 4 9 】

コイル L 1 1 は、コンデンサ C 1 1 の一端側に巻き始め端が接続されており、電界効果トランジスタ Q 1 のドレイン端子に巻き終わり端が接続されている。コンデンサ C 1 1 の他端側は、電界効果トランジスタ Q 1 のソース端子に接続されている。電界効果トランジスタ Q 1 のゲート端子は、ドライバ D R 1 に接続されている。コイル L 2 1 は、ダイオード D 1 1 のカソードに巻き始め端が接続されており、コンデンサ C 2 1 の一端側に巻き終わり端が接続されている。ダイオード D 1 1 のアノードは、コンデンサ C 2 1 の他端側に接続されている。

30

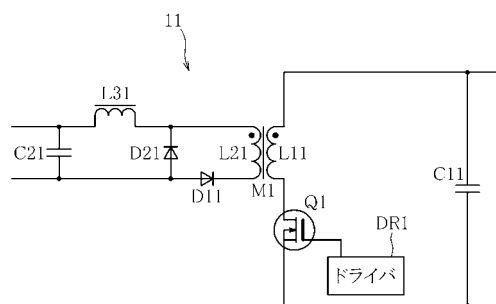
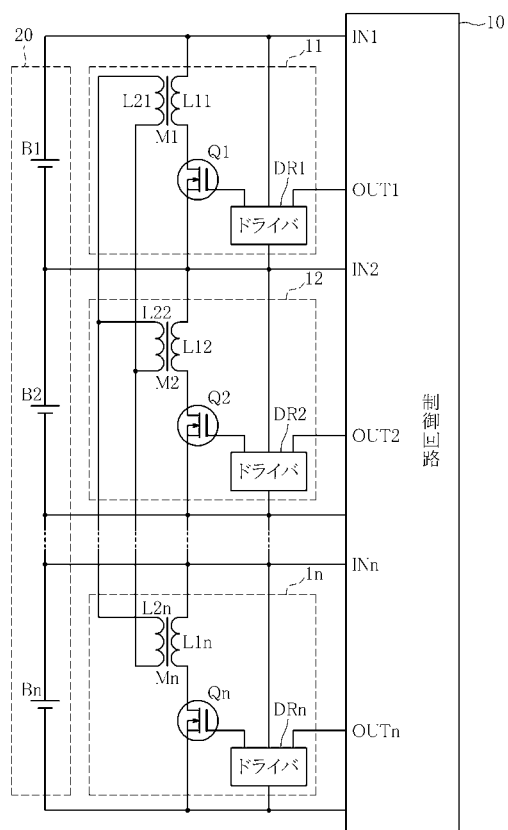
【符号の説明】

【 0 0 5 0 】

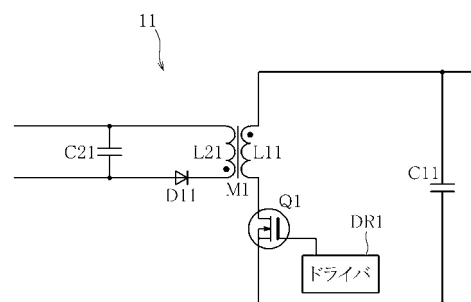
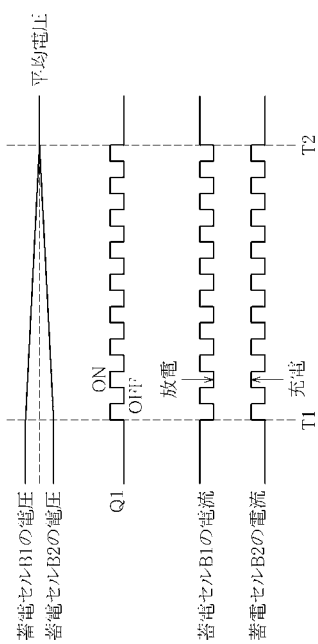
1 0 制御回路
1 1 ～ 1 n 電圧補正回路
2 0 蓄電モジュール
B 1 ～ B n 蓄電セル
D R 1 ～ D R n ドライバ
L 1 1 ～ L 1 n 第 1 コイル
L 2 1 ～ L 2 n 第 2 コイル
M 1 ～ M n コア
Q 1 ～ Q n 電界効果トランジスタ

40

【図 2】



【图 4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H030 AA03 AA04 AS06 AS20 BB09 BB21 FF22 FF43 FF44
5H730 AS08 AS17 BB23 BB43 BB83 BB88 DD04 EE02 EE08 EE10