

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5361935号
(P5361935)

(45) 発行日 平成25年12月4日(2013.12.4)

(24) 登録日 平成25年9月13日(2013.9.13)

(51) Int.Cl. F I
H02J 7/02 (2006.01) H02J 7/02 H

請求項の数 19 外国語出願 (全 22 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2011-97707 (P2011-97707) (22) 出願日 平成23年4月26日(2011.4.26) (65) 公開番号 特開2011-244680 (P2011-244680A) (43) 公開日 平成23年12月1日(2011.12.1) 審査請求日 平成23年4月26日(2011.4.26) (31) 優先権主張番号 12/772, 719 (32) 優先日 平成22年5月3日(2010.5.3) (33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(73) 特許権者 501209070 インフィネオン テクノロジーズ アーゲー – INFINEON TECHNOLOGI ES AG ドイツ連邦共和国 85579 ノイビー ベルク アム カンペオン 1-12 (74) 代理人 100109726 弁理士 園田 吉隆 (74) 代理人 100101199 弁理士 小林 義教 (72) 発明者 ゴロブ, ベーター オーストリア国 アー8052 グラーツ , ドクトル エンペルゲルヴェク 12</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 能動電荷平衡回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の端子および第2の端子、少なくとも1つの制御信号を受信する少なくとも1つの制御入力、ならびに直列接続された複数の電荷貯蔵電池を含む電荷貯蔵装置のタップに接続されるようにそれぞれ構成された複数の電池端子を備えるスイッチ装置と、

前記スイッチ装置の前記第1および第2の端子に結合され、前記第1の端子を前記複数の電池端子のうちの1つに選択的に接続するように構成され、前記少なくとも1つの制御信号に応じて、前記第2の端子を前記複数の電池端子のうちの1つに選択的に接続するように動作可能であり、前記第1の端子と前記第2の端子との間の電圧に応じて第1の方向または逆方向のいずれかで、片方の前記第1の端子および前記第2の端子と、他方の前記電池端子との間に電流を流すことができるように構成される、第1の誘導性貯蔵要素と、

前記電荷貯蔵電池のうちの少なくとも1つの電荷の状態に応じて、前記少なくとも1つの制御信号を提供するように構成される制御回路とを備える、電荷平衡回路。

【請求項2】

第2の誘導性貯蔵要素であって、前記第1および第2の誘導性貯蔵要素は互いに誘導結合する、第2の誘導性貯蔵要素と、

前記第1または第2の誘導性貯蔵要素を前記スイッチ装置の前記第1および第2の端子に選択的に接続するように構成された切り替えスイッチと、をさらに備える、請求項1に記載の電荷平衡回路。

【請求項 3】

前記第 1 および第 2 の誘導性貯蔵要素は、逆の巻き線方向を有するコイルを備える、請求項 2 に記載の電荷平衡回路。

【請求項 4】

前記スイッチ装置は、

$n + 1$ 個の第 1 の群のスイッチであって、 $n > 1$ であり、各スイッチは第 1 および第 2 の負荷端子を有し、前記第 1 の負荷端子は 1 つのタップに結合される、第 1 の群のスイッチと、

それぞれが前記第 1 の群のうちの 2 つのスイッチの前記第 2 の負荷端子間に接続される、 n 個の第 2 の群のスイッチと、

前記第 1 の群のスイッチのうちの 1 つの前記第 2 の負荷端子により形成される、第 1 の内部ノードと、

前記第 1 の群のスイッチのうちの別の 1 つの前記第 2 の負荷端子により形成される、第 2 の内部ノードと

を備え、

前記第 1 および第 2 の内部ノードは、前記スイッチ装置の前記第 1 および第 2 の端子のうちの少なくとも一方に結合されるように動作可能である、請求項 1 に記載の電荷平衡回路。

【請求項 5】

前記第 1 の内部ノードは前記スイッチ装置の前記第 1 の端子に接続され、

前記第 2 の内部ノードは前記スイッチ装置の前記第 2 の端子に接続される、請求項 4 に記載の電荷平衡回路。

【請求項 6】

前記第 1 の群のスイッチおよび前記第 2 の群のスイッチのスイッチは、双方向スイッチを含む、請求項 4 に記載の電荷平衡回路。

【請求項 7】

前記スイッチ装置は、

前記第 1 の内部ノードを前記スイッチ装置の前記第 1 の端子に接続するように動作可能な少なくとも 1 つの第 1 のスイッチを有する第 3 の群のスイッチをさらに備える、請求項 4 に記載の電荷平衡回路。

【請求項 8】

前記第 3 の群のスイッチは、

前記第 2 の内部ノードを前記スイッチ装置の前記第 2 の端子に接続するように動作可能な第 2 のスイッチと、

前記第 2 の内部ノードを前記スイッチ装置の前記第 1 の端子に接続するように動作可能な第 3 のスイッチと、

前記第 1 の内部ノードを前記スイッチ装置の前記第 2 の端子に接続するように動作可能な第 4 のスイッチと

をさらに含む、請求項 7 に記載の電荷平衡回路。

【請求項 9】

前記第 3 の群のスイッチは、

前記スイッチ装置の前記第 1 の端子を前記電池端子のうちの 1 つに接続するように動作可能なさらなるスイッチをさらに含む、請求項 7 に記載の電荷平衡回路。

【請求項 10】

前記スイッチ装置は、

n 個の第 1 の群のスイッチであって、 $n > 1$ であり、各スイッチは、第 1 および第 2 の負荷端子を有し、1 つのタップに結合された前記第 1 の負荷端子および第 1 の内部ノードに結合された前記第 2 の負荷端子を有する、第 1 の群のスイッチと、

n 個の第 2 の群のスイッチであって、 $n > 1$ であり、各スイッチは、第 1 および第 2 の負荷端子を有し、1 つのタップに結合された前記第 1 の負荷端子および第 2 の内部ノード

10

20

30

40

50

に結合された前記第 2 の負荷端子を有する、第 2 の群のスイッチとを備え、

前記第 1 および第 2 の内部ノードは、前記スイッチ装置の前記第 1 および第 2 の端子のうちの少なくとも一方に結合するように動作可能である、請求項 1 に記載の電荷平衡回路。

【請求項 1 1】

前記第 1 の内部ノードは前記スイッチ装置の前記第 1 の端子に結合され、前記第 2 の内部ノードは前記スイッチ装置の前記第 2 の端子に結合される、請求項 1 0 に記載の電荷平衡回路。

【請求項 1 2】

前記第 1 の群のスイッチおよび前記第 2 の群のスイッチの前記スイッチは、双方向スイッチを含む、請求項 1 0 に記載の電荷平衡回路。

【請求項 1 3】

前記スイッチ装置は、前記第 1 の内部ノードを前記スイッチ装置の前記第 1 の端子に接続するように動作可能な少なくとも 1 つの第 1 のスイッチを有する第 3 の群のスイッチをさらに備える、請求項 1 0 に記載の電荷平衡回路。

【請求項 1 4】

前記第 3 の群のスイッチは、前記第 2 の内部ノードを前記スイッチ装置の前記第 2 の端子に接続するように動作可能な第 2 のスイッチと、前記第 2 の内部ノードを前記スイッチ装置の前記第 1 の端子に接続するように動作可能な第 3 のスイッチと、前記第 1 の内部ノードを前記スイッチ装置の前記第 2 の端子に接続するように動作可能な第 4 のスイッチとをさらに含む、請求項 1 3 に記載の電荷平衡回路。

【請求項 1 5】

前記第 3 の群のスイッチは、前記スイッチ装置の前記第 1 の端子を前記電池端子のうちの 1 つにするように動作可能なさらなるスイッチをさらに含む、請求項 1 3 に記載の電荷平衡回路。

【請求項 1 6】

直列接続された複数の電荷貯蔵電池および複数のタップを備える電荷貯蔵装置と、第 1 の端子および第 2 の端子、少なくとも 1 つの制御信号を受信する少なくとも 1 つの制御入力、ならびに前記電荷貯蔵装置の前記タップのそれぞれ 1 つにそれぞれ接続される複数の電池端子を備えるスイッチ装置と、

前記スイッチ装置の前記第 1 および第 2 の端子に結合された第 1 の誘導性貯蔵要素であって、前記スイッチ装置は、前記第 1 の端子を前記複数の電池端子のうちの 1 つに選択的に接続するように構成され、前記少なくとも 1 つの制御信号に応じて、前記第 2 の端子を前記複数の電池端子のうちの 1 つに選択的に接続するように動作可能であり、一方では、前記第 1 の端子と前記第 2 の端子との間で、他方では前記電池端子間で、両方向に電流を流すことができるように構成される第 1 の誘導性貯蔵要素と、

前記電荷貯蔵電池のうちの少なくとも 1 つの電荷の状態に応じて、前記少なくとも 1 つの制御信号を提供するように構成された制御回路とを備える、エネルギー貯蔵装置。

【請求項 1 7】

第 2 の誘導性貯蔵要素であって、前記第 1 および第 2 の誘導性貯蔵要素は互いに誘導結合する、第 2 の誘導性貯蔵要素と、

前記第 1 または第 2 の誘導性貯蔵要素を前記スイッチ装置の前記第 1 および第 2 の端子に選択的に接続するように構成された切り替えスイッチと、をさらに備える、請求項 1 6 に記載のエネルギー貯蔵装置。

【請求項 1 8】

10

20

30

40

50

前記スイッチ装置は、

$n + 1$ 個の第 1 の群のスイッチであって、 $n > 1$ であり、各スイッチは第 1 および第 2 の負荷端子を有し、前記第 1 の負荷端子は 1 つのタップに結合される、第 1 の群のスイッチと、

それぞれが前記第 1 の群のうちの 2 つのスイッチの前記第 2 の負荷端子間に接続される、 n 個の第 2 の群のスイッチと、

前記第 1 の群のスイッチのうちの 1 つの前記第 2 の負荷端子により形成される第 1 の内部ノードと、

前記第 1 の群のスイッチのうちの別の 1 つの前記第 2 の負荷端子により形成される第 2 の内部ノードと

を備え、

前記第 1 および第 2 の内部ノードは、前記スイッチ装置の前記第 1 および第 2 の端子のうちの少なくとも一方に結合されるように動作可能である、請求項 16 に記載のエネルギー貯蔵装置。

【請求項 19】

前記スイッチ装置は、

n 個の第 1 の群のスイッチであって、 $n > 1$ であり、各スイッチは第 1 および第 2 の負荷端子を有し、1 つのタップに結合された前記第 1 の負荷端子および第 1 の内部ノードに結合された前記第 2 の負荷端子を有する、第 1 の群のスイッチと、

n 個の第 2 の群のスイッチであって、 $n > 1$ であり、各スイッチは第 1 および第 2 の負荷端子を有し、1 つのタップに結合された前記第 1 の負荷端子および第 2 の内部ノードに結合された前記第 2 の負荷端子を有する、第 2 の群のスイッチと

を備え、

前記第 1 および第 2 の内部ノードは、前記スイッチ装置の前記第 1 および第 2 の端子のうちの少なくとも一方に結合するように動作可能である、請求項 16 に記載のエネルギー貯蔵装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、それぞれ直列接続された複数の電荷貯蔵電池または蓄電池を含む電荷貯蔵装置内の電荷を平衡させる回路装置に関する。

【背景技術】

【0002】

蓄電池は、充電された状態では、電力を負荷に提供可能である再充電可能な電荷貯蔵装置である。蓄電池の出力電圧は、蓄電池のタイプに依存する。リチウムイオン蓄電池の場合、この電圧は約 3.3 V である。より高い供給電圧を必要とする負荷に供給する必要がある場合、いくつかの蓄電池を直列接続することができる。直列接続されたいくつかの蓄電池を含む蓄電池装置により提供される供給電圧は、直列に接続された蓄電池の個々の供給電圧の和に対応する。

【0003】

リチウムイオン電池等の大半のタイプの蓄電池は、劣化または破損を回避するために、所与の電圧上限を超える供給電圧を有するように充電されるべきではなく、所与の電圧下限を下回る供給電圧を有するように放電されるべきではない。蓄電池の製造プロセスでの不可避のばらつきにより、個々の蓄電池の静電容量は互いにわずかに異なり得る。すなわち、静電容量が平衡されていない場合がある。そのような非平衡は、充電上限および下限と併せて、蓄電池装置の充電および蓄電池装置の放電の両方に関して問題を生じさせる恐れがある。

【0004】

蓄電池装置を充電する場合、充電電流を蓄電池装置に提供し、充電プロセス中に個々の蓄電池の両端の電圧を監視し、対応する蓄電池が完全に充電され、それ以上充電すべきで

10

20

30

40

50

はないことを示す、蓄電池のうちの1つの両端の電圧が上限閾値に達した場合、充電を終えることが知られている。しかし、最も低い静電容量を有するコンデンサが充電限度に達した場合、すなわち、完全に充電された場合、より高い静電容量を有する蓄電池はまだ完全には充電されていない。したがって、蓄電池装置の全体静電容量は完全には利用されない。

【0005】

蓄電池装置を放電する場合、蓄電池のうちの1つが電圧下限に達した場合、すなわち、完全に放電された場合、他の蓄電池がまだ放電可能であったとしても、放電プロセスを停止することが知られている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

蓄電池装置の有効な静電容量を最適化するために、充電プロセスまたは放電プロセス中に、個々の蓄電池に蓄えられた電荷を平衡させることができる。したがって、電荷平衡回路を効率的かつ容易に実施する必要がある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の実施形態は、第1の誘導性貯蔵要素と、第1の端子および第2の端子、少なくとも1つの制御信号を受信する少なくとも1つの制御入力、ならびに複数の電池端子を有するスイッチ装置とを含む、電荷平衡回路に関する。電池端子は、直列接続された複数の電荷貯蔵電池を含む電荷貯蔵装置のタップに接続されるように構成される。第1の誘導性貯蔵要素は、スイッチ装置の第1および第2の端子に接続されるように動作可能であり、スイッチ装置は、第1の端子を複数の電池端子のうちの1つに選択的に接続するように構成され、少なくとも1つの制御信号に応じて、第2の端子を複数の電池端子のうちの1つに選択的に接続するように動作可能であり、片方の第1の端子および第2の端子と、他方の電池端子との間に、第1の端子と第2の端子との間の電圧に応じて第1の方向または逆方向に、電流を流すことができるように構成される。電荷平衡回路は、電荷貯蔵電池のうちの少なくとも1つの電荷の状態に応じて少なくとも1つの制御信号を提供するように構成された制御回路をさらに含む。

【0008】

さらなる実施形態は、電荷貯蔵装置を使用するエネルギー貯蔵装置およびそのような電荷平衡回路に関する。

【0009】

これより、図面を参照して例を説明する。図面は基本概念を示すように機能するため、基本概念を理解するために必要な側面のみが示される。図面は一定の縮尺ではない。図面中、同じ参照文字が同様の特徴を示す。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】いくつかの貯蔵電池を有する電荷貯蔵装置および貯蔵電池内の電荷を平衡させる電荷平衡回路を含む回路装置を示す。

【図2】図2Aないし図2Bは、いくつかの電荷貯蔵ユニットを有する電荷貯蔵電池の実施形態を示す。

【図3】図3Aないし図3Bは、ボトム平衡モードでの電荷平衡回路の動作原理を概略的に示す。

【図4】図4Aないし図4Bは、トップ平衡モードでの電荷平衡回路の動作原理を概略的に示す。

【図5】図5Aないし図5Bは、電池間平衡モードでの電荷平衡回路の動作原理を示す。

【図6】電荷平衡回路のスイッチ装置の第1の実施形態を示す。

【図7】電荷平衡回路のスイッチ装置の第2の実施形態を示す。

【図8】2つの誘導結合された誘導性貯蔵要素を有する電荷平衡回路を示す。

10

20

30

40

50

【図 9】電荷平衡回路のスイッチ装置の第 3 の実施形態を示す。

【図 10】電荷貯蔵装置と、変圧器を含む電荷平衡回路とを含む回路装置を示す。

【図 11】図 10 の電荷平衡回路のスイッチ装置の第 1 の実施形態を示す。

【図 12】図 12 A ないし図 12 B は、スイッチ装置の第 1 のスイッチの実施態様例を示す。

【図 13】スイッチ装置の第 2 のスイッチの実施態様例を示す。

【図 14】図 10 の電荷平衡回路のスイッチ装置の第 2 の実施形態を示す。

【図 15】さらなる実施形態による電荷平衡回路を有する回路装置を示す。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図 1 は、電荷貯蔵装置 1 を有する回路装置を表す図を示す。電荷貯蔵装置 1 は、負荷端子 13、14 との間に直列接続された n 個の複数の電荷貯蔵電池 11、12、1 n を含む。負荷端子 13、14 は、接続された負荷または充電装置 Z（一点短鎖線内に示される）を有するように構成される。回路装置の動作に当たり、電荷貯蔵装置 1 は、負荷端子 13、14 を介して、接続された負荷 Z に電気エネルギーを提供するか、または負荷端子 13、14 に接続された充電装置 Z から電気エネルギーを受け取る。さらなる実施形態によれば、図 9 に示される電荷貯蔵装置 1 は、その種の他のモジュールと一緒に使用して、より高い供給電圧を提供する電荷貯蔵モジュールを形成する。この場合、負荷端子 13、14 は、モジュールを他のモジュールと接続するように機能する。実施形態によれば、モジュールは、8 ~ 12 個の貯蔵電池を含み、すなわち、 $n = 8 \sim 12$ であり、8 ~ 12 個のそのようなモジュールが互いに直列に接続される。

【0012】

電荷貯蔵装置 1 は、直列接続されたいくつかの電池セルを有する再充電可能な電池等の任意の種類の前充電可能な電荷貯蔵装置であり得る。充電された状態では、各電荷貯蔵電池 11、12、1 n は供給電圧を提供することが可能であり、負荷端子 13、14 の間の電荷貯蔵装置 1 により提供される全体電圧は、電荷貯蔵電池 11、12、1 n により提供される個々の供給電圧の和に対応する。

【0013】

図 2 A および図 2 B を参照すると、各電荷貯蔵電池 11、12、1 n は、複数の電荷貯蔵ユニットまたは単電池を含み得る。図 2 A および図 2 B に示される貯蔵電池 1 i は、図 1 に示される貯蔵電池 11、12、1 n のうちの任意のものを表す。図 2 A によれば、電荷貯蔵電池 1 i は、並列接続された複数の単電池 1 i_1 、1 i_2 、 \dots 、1 i_k を含み得る。図 2 B を参照すると、1 つの電荷貯蔵電池 1 i は、直列接続されたいくつかの単電池 1 i_1 、1 i_2 、 \dots 、1 i_k を含み得る。さらなる実施形態（図示せず）によれば、1 つの電荷貯蔵電池 1 i は、並列接続されたいくつかの直列回路を有する並列回路および/または直列接続されたいくつかの並列回路を有する直列回路を含む。

【0014】

図 2 A および図 2 B に示される単電池 1 i_1 、1 i_2 、 \dots 、1 i_k は、リチウムイオン電池、コンデンサ等の任意の種類の前充電可能な電荷貯蔵ユニットであり得る。図 2 A および図 2 B に示されるように、複数の単電池を含むように電荷貯蔵電池 11、12、1 n を実施することは単なる一例であることを言及すべきである。1 個のみの単電池を含むように電荷貯蔵電池 11、12、1 n を実施することも可能である。

【0015】

図 1 に示される電荷貯蔵装置 1 では、 $n = 3$ の複数の電荷貯蔵電池 11、12、1 n が直列接続される。しかし、 $n = 3$ 個の貯蔵電池を有することは単なる一例である。個々の貯蔵電池 11、12、1 n が、充電された状態で提供することができる供給電圧および負荷端子 13、14 の間での提供が望まれる供給電圧に応じて、直列接続される電荷貯蔵電池の数を任意に選択することができる。

【0016】

疲労もしくは摩耗等の異なる影響または製造プロセスでのばらつきにより、個々の貯蔵

10

20

30

40

50

電池 1 1、1 2、1 n の静電容量は、個々の貯蔵電池 1 1、1 2、1 n が同一の様式で実施される場合であっても互いにわずかに異なり得る。静電容量のそのような相違またはそのようなアンバランスのそれぞれは、電荷貯蔵装置 1 が充電される場合に、いくつかの貯蔵電池、すなわちより低い静電容量を有する貯蔵電池がより速く充電され、電荷貯蔵装置 1 が放電される場合、他の貯蔵電池、すなわちより高い静電容量を有する貯蔵電池よりも速く放電されるという影響を有する。

【0017】

リチウムイオン電池を含む貯蔵電池等の大半の電荷貯蔵電池は、電荷上限を超える電荷状態まで充電されるべきではなく、電荷下限を下回る電荷状態まで放電されるべきではないため、貯蔵電池のうちの 1 つが電荷上限または電荷下限に達した場合、充電プロセスまたは放電プロセスを停止させる必要があり、それにより、追加の対策がとられない場合、全体装置の使用可能な静電容量が制限される。

10

【0018】

個々の貯蔵電池 1 1、1 2、1 n の静電容量のそのようなアンバランスを補償するために、回路装置は、電荷貯蔵装置 1 のタップに接続されるように構成された電荷平衡回路 9 を含む。電荷貯蔵装置 1 の「タップ」は、負荷端子 1 3、1 4 であり、以下、主タップと呼ばれることもあり、2 つの隣接する貯蔵電池間に配置される中間タップである。図 1 の電荷貯蔵装置 1 は、2 つの主タップの他に、隣接する各対の貯蔵電池間にタップを有するため、貯蔵電池が n 個の場合、n + 1 個のタップがある。しかし、これは単なる一例である。タップの数は n + 1 未満であってもよい。実施形態によれば、貯蔵装置のタップは、2 つの主タップを含むと共に、n - 1 個未満の中間タップを含み、そのため、隣接する各対の貯蔵電池間にタップが配置されない。

20

【0019】

図 1 による電荷平衡回路は、チョーク等の誘導性電荷貯蔵要素 2 を含む。誘導性電荷貯蔵要素 2 は、コアありで実施してもよく、またはコアなしで実施してもよい。

【0020】

誘導性貯蔵要素 2 は、スイッチ装置 3 の第 1 および第 2 の端子 3 3、3 4 に接続するように動作可能な第 1 および第 2 の端子 2 1、2 2 を有し、図 1 に示される実施形態では、誘導性貯蔵要素 2 の第 1 および第 2 の端子 2 1、2 2 は、スイッチ装置 3 の第 1 および第 2 の端子 3 3、3 4 に永久的に接続される。スイッチ装置 3 の第 1 および第 2 の端子 3 3、3 4 は、以下、スイッチ装置 3 の第 1 および第 2 のインダクタ端子とも呼ばれる。

30

【0021】

スイッチ装置 3 は、電荷貯蔵装置 1 のタップに接続するように構成された電池端子 3 0、3 1、3 2、3 n をさらに含む。スイッチ装置 3 は、インダクタ端子 3 3、3 4 を介して誘導性貯蔵要素 2 に接続すると共に、電荷貯蔵装置 1 の 2 つのタップ間の電池端子のうち 2 つに選択的に接続するように構成される。誘導性貯蔵要素 2 の第 1 および第 2 の端子 2 1、2 2 を接続すべきタップは、スイッチ装置 3 の制御入力において受信される少なくとも 1 つの制御信号 S 3 により与えられる。

【0022】

制御回路 4 が、電荷平衡回路 9 により行われる電荷平衡を制御し、個々の電荷貯蔵電池 1 1、1 2、1 n の電荷の状態に応じて少なくとも 1 つの制御信号 S 3 を生成する。制御回路 4 は、個々の電荷貯蔵電池 1 1、1 2、1 n の電荷の状態を表す少なくとも 1 つの電荷状態信号 S C を受信する。実施形態によれば、センサ装置 S (一点短鎖線内に示される) が電荷状態信号 S C を生成する。センサ装置 S は、個々の電荷充電電池 1 1、1 2、1 n の電荷状態を検出するのに適した任意のセンサ装置であり得る。第 1 の実施形態によれば、センサ装置 S は、電荷貯蔵電池 1 1、1 2、1 n の両端の電圧 V 1 1、V 1 2、V 1 n を検出し、これらの電圧に応じて電荷状態信号 S C を提供する。通常、電荷状態が低いほど、電荷貯蔵電池 1 1、1 2、1 n の両端の電圧は低い。貯蔵電池 1 1、1 2、1 n 等の電荷貯蔵電池の電荷の状態を評価するセンサ装置 S 等のセンサ装置は、一般に既知であるため、これに関してさらに説明する必要はない。制御回路 4 は、例えば、マイクロコン

40

50

トローラとして実施される。制御回路 4 は、個々の電荷貯蔵電池 1 1、1 2、1 n の電荷の状態を評価するように構成されると共に、電荷貯蔵電池 1 1、1 2、1 n の電荷アンバランスを平衡させるようにスイッチ装置 3 を制御するように構成される。

【 0 0 2 3 】

図 1 に示される電荷平衡回路 9 は、少なくとも 2 つの異なる電荷平衡モード、すなわち、電荷が全体の電荷貯蔵装置 1 から取り出されて、再び 1 つの電荷貯蔵電池または隣接する電荷貯蔵電池群に供給されるボトム平衡モードおよび電荷が 1 つの電荷貯蔵電池または隣接する電荷貯蔵電池群から取り出されて、再び全体の電荷貯蔵装置 1 に供給されるトップ平衡モードで動作するように構成される。これら各平衡モードは 2 つのステップを含む。第 1 のステップでは、誘導性貯蔵要素 2 は、全体の装置 1 から（ボトム平衡モードで）、1 つの電荷貯蔵要素から、または電荷貯蔵要素群から取り出された電荷から生じるエネルギーを蓄える。第 2 のステップでは、このエネルギーは再び 1 つの貯蔵要素、貯蔵要素群、または全体の装置に供給される。これら 2 つのステップを含むサイクルを数回繰り返して、所望の電荷平衡を得ることができる。

10

【 0 0 2 4 】

図 1 の電荷平衡回路 9 は、誘導性貯蔵要素 2 および制御回路 4 の他に必要なのが、複数のスイッチを有するスイッチ装置 3 のみであるため、実施が容易である。スイッチ装置は、片方の第 1 および第 2 の誘導性端子 3 3、3 4 と、他方の電池端子のうちの 2 つとの間で、交互に両方向に、すなわち、第 1 の方向または逆の第 2 の方向に電流を流すことができるように構成される。電流が、片方の端子 3 3、3 4 と電池端子 3 0 ~ 3 n の間を流れる方向は、インダクタ端子 3 3、3 4 の間の電圧に依存する。説明のために、平衡モードの 1 つで、スイッチ装置 3 がインダクタ端子 3 3、3 4 と電池端子のうちの 2 つとを接続するものと想定し得る。インダクタ端子 3 3、3 4 の間の電圧が、これら 2 つの電池端子間の電圧よりも高い場合、電流は第 1 の方向に流れる。この文脈では、「第 1 の方向に流れる電流」は、第 1 の端子 3 3 からスイッチ装置 3 に、そしてスイッチ装置 3 から第 2 の端子 3 4 に流れる電流である。インダクタ端子 3 3、3 4 の間の電圧が、これら 2 つの電池端子間の電圧よりも低い場合、電流は逆の第 2 の方向に流れる。この文脈では、「第 2 の方向に流れる電流」は、スイッチ装置 3 から第 1 の端子 3 3 に、そして第 2 の端子 3 4 から流れ出る電流である。

20

【 0 0 2 5 】

図 3 A および図 3 B は、ボトム平衡モードでの電荷平衡回路 9 の動作原理を概略的に示す。第 1 のステップにおいて、スイッチ装置 3 は、インダクタ端子 3 3、3 4 および電池端子 3 0、3 n を介して誘導性貯蔵要素 2 の第 1 および第 2 の端子 2 1、2 2 を、電荷貯蔵装置 1 の負荷端子 1 3、1 4 に対応する主タップに接続する。図 3 A および図 3 B では、スイッチ装置 3 は回路ブロックとして概略的に示される。個々の電荷平衡ステップでのインダクタ端子 3 3、3 4 と電池端子 3 0、3 1、3 2、3 n との接続は、太線で示される。

30

【 0 0 2 6 】

誘導性貯蔵要素 2 が負荷端子 1 3、1 4、すなわち主タップのそれぞれに接続される場合、放電電流 I_d は電荷貯蔵装置 1 から誘導性貯蔵要素 2 を通って流れる。電荷貯蔵装置 1 から取り出された電気エネルギーは、誘導性貯蔵要素 2 内に磁場を生じさせ、内部にエネルギーが磁気の形態で蓄えられる。誘導性貯蔵要素 2 内に蓄えられるエネルギーは、誘導性貯蔵要素 2 が電荷貯蔵装置 1 に接続される持続時間に伴って増大する。

40

【 0 0 2 7 】

ボトム平衡プロセスの次のステップにおいて、誘導性貯蔵要素 2 は、インダクタ端子 3 3、3 4 および 2 つの電池端子を介して、電荷貯蔵電池のうちの 1 つに接続される。図 3 B に示される例では、誘導性貯蔵要素 2 は、第 1 および第 2 の端子 3 3、3 4 を、間に第 2 の貯蔵電池 1 2 が配置された電池タップ 3 1、3 2 に接続することにより、装置 1 の第 2 の電荷貯蔵要素 1 2 に接続される。しかし、これは単なる例である。誘導性貯蔵要素 2 は、任意の電荷貯蔵要素 1 1、1 2、1 n に接続することができ、または隣接する電荷貯

50

蔵要素群に接続することさえも可能である。誘導性貯蔵要素 2 を貯蔵電池群に接続する場合、第 1 および第 2 の端子 3 3、3 4 は、間に隣接する電池群を有する直列回路が配置された電池タップに接続される。

【 0 0 2 8 】

実施形態によれば、ボトム平衡プロセスの第 2 のステップにおいて、誘導性貯蔵要素 2 が接続される第 2 の電荷貯蔵要素 1 2 等の電荷貯蔵要素は、電荷貯蔵要素 1 1、1 2、1 n のうちで最も低い電荷状態を有すると識別された電荷貯蔵要素である。誘導性貯蔵要素 2 が、1 つの電荷貯蔵要素または電荷貯蔵要素群に接続される場合、誘導性貯蔵要素 2 内に蓄えられていた磁気エネルギーから生じる電荷電流 I_c が電荷貯蔵要素または電荷貯蔵要素群に流入し、それにより、電荷貯蔵要素または電荷貯蔵要素群を充電する。誘導性貯蔵要素 2 は、電荷貯蔵要素 2 が充電電流 I_c により充電されるように、第 2 の電荷貯蔵要素 1 2 等の電荷貯蔵要素に接続される。

10

【 0 0 2 9 】

電荷貯蔵装置 1 および各電荷貯蔵要素 1 1、1 2、1 n は、正端子および負端子を有する。説明のために、第 1 の負荷端子 1 3 が電荷貯蔵装置 1 の正端子であり、第 2 の負荷端子 1 4 が負端子であると想定し得る。個々の電荷貯蔵要素 1 1、1 2、1 n の正端子は、第 1 の負荷端子 1 3 の方向に配置された端子であり、電荷貯蔵要素 1 1、1 2、1 n の負端子は第 2 の負荷端子 1 4 の方向に配置された端子である。平衡プロセスの第 1 のステップと第 2 のステップとの間で、誘導性貯蔵要素 2 の極性を反転させる必要がある。すなわち、第 1 のステップにおいて貯蔵装置 1 または貯蔵電池の正端子に接続された誘導性貯蔵要素 2 の端子を、第 2 のステップにおいて、貯蔵装置または貯蔵電池の負端子に接続する必要がある。図 3 A および図 3 B に示される例を参照すると、これは、第 1 のステップにおいて、第 1 の端子 2 1 が貯蔵装置 1 の正端子 1 3 に接続され、第 2 のステップにおいて、第 2 の貯蔵要素 1 2 の負端子に接続されることを意味する。同等に、誘導性貯蔵要素 2 の第 2 の端子 2 2 は、第 1 のステップにおいて、負の負荷端子 1 4 に接続され、第 2 のステップにおいて、第 2 の貯蔵要素 1 2 の正端子に接続される。

20

【 0 0 3 0 】

第 2 の貯蔵電池 1 2 等の 1 つの貯蔵電池の電荷を平衡させることは、エネルギーが全体の貯蔵装置 1 から取り出される第 1 のステップおよびエネルギーが再び 1 つの貯蔵要素または隣接する貯蔵要素群に供給される第 2 のステップを有する複数の平衡サイクルを含み得る。

30

【 0 0 3 1 】

実施形態によれば、個々の電荷貯蔵要素 1 1、1 2、1 n の電荷状態が、各平衡サイクル後に評価される。さらなる実施形態によれば、いくつかの平衡サイクルが実行されてから、電荷貯蔵電池要素 1 1、1 2、1 n の電荷状態が再び評価される。

【 0 0 3 2 】

図 3 A および図 3 B に示されるボトム平衡は、例えば、その他の電荷貯蔵要素の電荷状態よりもかなり低い電荷状態を有する 1 つの電荷貯蔵要素がある場合に適する。この場合、ボトム平衡プロセスは、電荷量が低い貯蔵要素の電荷状態を増大させるのに役立つ。

【 0 0 3 3 】

これより、トップ平衡モードでの電荷平衡回路の動作原理について、図 4 A および図 4 B を参照して説明する。図 4 A を参照すると、第 1 のステップにおいて、エネルギーが、第 1 の電荷貯蔵要素 1 1 等の 1 つの電荷貯蔵要素から取り出される。このために、誘導性貯蔵要素 2 は、インダクタ端子 3 3、3 4 を介して、放電すべき電荷貯蔵要素が間に接続された電池端子 3 0、3 1 に接続される。図 4 B を参照すると、第 2 のステップにおいて、誘導性貯蔵要素 2 は、インダクタ端子 3 3、3 4 および電池端子 3 0、3 n を介して、電荷貯蔵装置 1 の負荷端子 1 3、1 4 に接続される。これを通して、誘導性貯蔵要素 2 内に予め充電されていたエネルギーは、再び全体装置に供給される。装置に再び供給されるこのエネルギーは、1 つの貯蔵電池から取り出されたエネルギーがいくつかの電池に分配されるように、貯蔵電池 1 1、1 2、1 n の間で共用される。

40

50

【 0 0 3 4 】

図 3 A、図 3 B に示されるボトム平衡プロセスのように、誘導性貯蔵要素 2 の極性は、第 1 のステップと第 2 のステップとの間で反転する。図 4 A および図 4 B に示される例を参照すると、これは、第 1 のステップにおいて、誘導性貯蔵要素 2 の第 1 の端子 2 1 が第 1 の電荷貯蔵要素 1 1 の正端子に接続され、第 2 のステップにおいて、電荷貯蔵装置 1 の負端子に接続されることを意味する。したがって、第 1 のステップにおいて、放電電流 I_d が第 1 の電荷貯蔵電池 1 1 から流れ、第 2 のステップにおいて、充電電流 I_c が全体装置 1 に流入する。ボトム平衡モードのように、エネルギーが 1 つの貯蔵電池から取り出される第 1 のステップおよびエネルギーが再び全体装置に供給される第 2 のステップを有するいくつかの平衡サイクルを実行して、1 つの電荷貯蔵要素の電荷を平衡させることができる。1 つのみの電荷貯蔵要素からエネルギーを取り出すことに代えて、エネルギーを隣接する電荷貯蔵要素群から取り出してもよい。この場合、誘導性貯蔵要素 2 は、第 1 のステップにおいて、放電すべき電荷貯蔵要素群を有する直列回路が間に配置されたスイッチ装置 3 の電池端子に接続される。

10

【 0 0 3 5 】

トップ平衡モードは、例えば、その他の電荷貯蔵要素の電荷状態よりもはるかに高い電荷状態を有する 1 つの電荷貯蔵要素がある場合に適する。この場合、全体の電荷貯蔵装置 1 に有利なように、電荷量が多い貯蔵要素を放電することができる。

【 0 0 3 6 】

一実施形態によれば、電荷平衡回路 9 は、電池間平衡モードを実行することも可能である。この平衡モードでは、第 1 のステップにおいて、電荷が 1 つの貯蔵電池または隣接する貯蔵電池の一群から取り出され、第 2 のステップにおいて、別の貯蔵電池または隣接する貯蔵電池の別の群に再び供給される。図 5 A および図 5 B は、電池間平衡モードでの電荷平衡回路 9 の動作原理を示す。

20

【 0 0 3 7 】

図 5 A および図 5 B を参照すると、第 1 のステップにおいて、誘導性貯蔵要素 2 は、スイッチ装置 3 のインダクタ端子 3 3、3 4 およびスイッチ装置 3 の電池端子を介して、放電すべき電荷貯蔵要素に接続される。図 5 A に示される例では、第 1 の電荷貯蔵要素 1 1 が放電すべき要素である。第 1 のステップにおいて、誘導性貯蔵要素 2 は、放電すべき電荷貯蔵要素 1 1 が間に配置されたスイッチ装置 3 の電池端子 3 0、3 1 に接続される。

30

【 0 0 3 8 】

図 5 B を参照すると、次のステップにおいて、誘導性貯蔵要素 2 は、スイッチ装置 3 を介して、充電すべき電荷貯蔵要素に接続される。図 5 B に示される実施形態では、充電すべき電荷貯蔵要素は第 2 の電荷貯蔵要素 1 2 である。したがって、誘導性貯蔵要素 2 は、第 2 の電荷貯蔵要素 1 2 が間に配置されたスイッチ装置 2 の電池端子 3 1、3 2 に接続される。ボトム平衡モードおよびトップ平衡モードでのように、誘導性貯蔵要素 2 の極性は、第 1 のステップと第 2 のステップとの間で反転すべきである。図 5 A および図 5 B に示される例を参照すると、これは、第 1 のステップにおいて、誘導性貯蔵要素 2 の第 1 の端子 2 1 が第 1 の電荷貯蔵要素 1 1 の正端子に接続され、第 2 のステップにおいて、第 2 の電荷貯蔵要素 1 2 の負端子に接続されることを意味する。第 1 のステップにおいて、放電電流 I_d は第 1 の電荷貯蔵要素 1 1 から流れ、誘導性貯蔵要素 2 内に磁気エネルギーが蓄えられることになる。第 2 のステップにおいて、誘導性貯蔵要素 2 内に蓄えられている磁気エネルギーから生じる充電電流 I_c は、第 2 の電荷貯蔵要素 1 2 を充電する。

40

【 0 0 3 9 】

ボトム平衡モードおよびトップ平衡モードでのように、1 つの電池または電池群が放電する第 1 のステップおよび別の電池または別の電池群が充電される第 2 のステップを有するいくつかの平衡サイクルを実行し得る。電池間平衡モードは、例えば、その他の貯蔵電池よりもはるかに高い電荷状態を有する 1 つの電荷貯蔵要素があり、その他の貯蔵電池よりもはるかに低い電荷状態を有する別の貯蔵電池がある場合に適する。この場合、電気エネルギーが電荷量の多い貯蔵電池から取り出され、電荷量が少ない貯蔵電池に提供される

50

。

【0040】

図3A～図5Bを参照して示される電荷平衡モードは、貯蔵装置1が、アイドルモード、すなわち、貯蔵装置が充電回路により充電されておらず、かつ負荷のために放電もしていないモードであるか、貯蔵装置が充電回路により充電される充電状態であるか、それとも貯蔵装置が負荷のために放電する放電状態であるか、に関わりなく実行し得る。

【0041】

実施形態によれば、電荷平衡回路9は、誘導性貯蔵要素2を通して流れる電流を検知する電流センサ(図示せず)を含む。この電流センサは、電流情報を制御回路4に提供し、制御回路4は、この実施形態では、誘導性貯蔵要素2を通る電流がゼロまで低減するか、
10
または電流下限まで低減した場合、誘導性貯蔵要素2と電荷貯蔵装置1との接続を切断するように構成される。このようにして、第2のステップの終わりに、エネルギーが、図3Bでの第2の電荷貯蔵要素、図4Bでの全体電荷貯蔵装置1、または図5Bでの第2の電荷貯蔵要素12等の充電されるべき電荷貯蔵要素または電荷貯蔵要素群から取り出されることが回避される。

【0042】

図6は、スイッチ装置3の第1の実施形態を示す。図6に示されるスイッチ装置3は、上述した3つの平衡モードのそれぞれをサポートすることが可能である。図6に示される
20
スイッチ装置3は、スイッチ装置3の電池端子30、31、32、3nのうちの1つに接続された第1の端子をそれぞれ有する第1の群のスイッチ40、41、42、4nを含む。図6に示される実施形態では、電荷貯蔵装置1はn個の電荷貯蔵要素11、12、1nおよびn+1個のタップを有し、スイッチ装置3は、それら各タップに接続された電池端子30、31、32、3nを有する。しかし、図1を参照して付与された説明を参照すると、これは単なる一例である。スイッチ装置3の電池端子の数は、n+1個のタップの数よりも少なくてもよい。この場合、貯蔵装置のすべての電池を個々に平衡できるわけではなく、隣接する貯蔵電池群のうちの他の電池と一緒に平衡する必要がある。

【0043】

第1の群のスイッチ40、41、42、4nの数は、スイッチ装置3の電池端子の数に対応する。図6を参照すると、スイッチ装置3は第2の群のスイッチ51、52、5nをさらに含み、第2の群の各スイッチ51、52、5nは、第1の群のうちの2つのスイ
30
ッチの第2の端子の間に接続される。第1の群のスイッチの「第2の端子」は、電池端子30、31、32、3nから離れるほうに面するスイッチ40、41、42、4nの端子である。図6の実施形態では、第2の群の各スイッチは、第1の群のうちの隣接する2つのスイッチの間に接続される。第1の群のスイッチのうちの「隣接するスイッチ」は、隣接する電池端子30、31、32、3nに接続されたスイッチであり、隣接する電池端子は、貯蔵装置1の隣接するタップに接続された電池端子である。図6の実施形態では、貯蔵装置の「隣接するタップ」は、1つの貯蔵要素が間に配置されたタップである。

【0044】

スイッチ装置3は内部ノード35、36をさらに含み、それら内部ノード35、36のそれぞれは、第1の群のうちの1つのスイッチおよび第2の群のうちの1つのスイッチに
40
共通の回路ノードまたは第1の群のうちの2つのスイッチの第2の端子である。図6に示される実施形態では、第1の内部ノード35は、貯蔵装置の第1の負荷端子13に接続するように構成された電池端子30に接続された第1の群のスイッチ40の第2の端子であり、第2の内部ノード36は、第2の負荷端子14に接続するように構成された電池端子3nに接続された第1の群のスイッチ4nの第2の端子である。しかし、これは単なる一例であり、第1および第2の内部端子35、36は、第1の群のうちの異なる2つのスイッチの任意の第2の端子であり得る。第1および第2の群のスイッチを介して、第1および第2の内部ノード35、36のそれぞれを、任意の電池端子30、31、32、3nに、ひいては貯蔵装置1の任意のタップに接続することができる。

【0045】

10

20

30

40

50

図6を参照すると、スイッチ装置3は第3の群のスイッチをさらに含み、この実施形態では、第3の群は4つのスイッチ61、62、63、64を含む。第3の群のスイッチ61～64は、第1および第2のインダクタ端子33、34を第1および第2の内部ノード35、36に選択的に接続するように機能する。第3の群のうちの第1のスイッチ61は、第1のインダクタ端子33と第1の内部ノード35との間に接続され、第2のスイッチ62は、第2のインダクタ端子34と第2の内部ノード36との間に接続され、第3のスイッチ63は、第1のインダクタ端子33と第2の内部ノード36との間に接続され、第4のスイッチ64は、第2のインダクタ端子34と第1の内部ノード35との間に接続される。この実施形態では、第1および第2のインダクタ端子33、34のそれぞれは、第3の群のスイッチを介して第1および第2の内部ノード35、36のそれぞれに接続可能である。

10

【0046】

スイッチ装置3のスイッチは、図6において概略的にのみ示される。これらスイッチは、制御回路4により提供される制御信号に応じてオンオフを切り替えることができる制御可能なスイッチである。さらに、これらスイッチは、電流を、片方の第1のインダクタ端子33および第2のインダクタ端子34と、他方の電子端子のうちの2つとの間で、交互に両方向に、すなわち、第1の方向または逆方向に流すことができるように選択される。電流が片方の端子33および34と電池端子との間を流れる方向は、インダクタ端子33、34の間の電圧に依存する。説明のために、スイッチ装置がインダクタ端子を電池端子のうちの2つに接続すると想定し得る。インダクタ端子33、34の間の電圧が、それら2つの電子端子間の電圧よりも高い場合、電流は第1の方向に流れる。この文脈では、「第1の方向に流れる電流」は、第1の端子33からスイッチ装置3に、そしてスイッチ装置3から第2の端子34に流れる電流である。インダクタ端子33、34の間の電圧が、それら2つの電子端子間の電圧よりも低い場合、電流は逆の第2の方向に流れる。この文脈では、「第2の方向に流れる電流」は、スイッチ装置3から第1の端子33に、そして第2の端子34から流れ出る電流である。

20

【0047】

制御回路4は、それら各スイッチに制御信号を提供する。これら制御信号は、図6ではS40～S64と呼ばれる。この実施形態では、大文字「S」に続く番号は、個々の制御信号で制御すべきスイッチを示す。制御回路4により提供される複数の制御信号は、制御回路4によりスイッチ装置3に提供される少なくとも1つの制御信号S3を形成する。個々のスイッチの制御信号は、制御回路4からスイッチ装置3に並列に転送することができる。この場合、スイッチ装置3は、これら各制御信号の入力ポートを含む。さらなる実施形態によれば、個々のスイッチの切り替え情報が直列にスイッチ装置3に提供される。この場合、1つのみの制御入力が必要とされる。後者の場合、直列-並列インタフェース(SPI)が制御回路4およびスイッチ装置3内に配置され、制御回路4内のインタフェースが、個々の制御信号で表される並列データストリームを直列データストリームに変換し、スイッチ装置3内のインタフェースが、制御回路4から受信した直列データストリームを再び並列データストリームに変換する。各制御信号は2つの異なる信号レベルをとり、第1の信号レベルは対応するスイッチのオン状態を表し、オフレベルは対応するスイッチのオフ状態を表す。これら信号レベルは、制御回路4からスイッチ装置3に送信される。

30

40

【0048】

スイッチ装置3のスイッチを実施するために、任意のタイプのスイッチを使用することができる。これらタイプのスイッチは、MOSFET、IGBT、またはサイリスタ等の半導体スイッチまたはこれらスイッチ要素の組み合わせを含み得る。

【0049】

制御回路4は、電荷信号SCの状態に応じて、図2A～図5Bを参照して本明細書において上述した電荷平衡モードのうちの1つが実施されるように、スイッチ装置のスイッチを制御するように構成される。図6のスイッチ装置3の動作原理を容易に理解するために、図2A～図5Bに示される個々の平衡シナリオを得るために閉じる必要があるスイッチ

50

装置 3 のスイッチについて、これより手短に説明する。

【 0 0 5 0 】

図 3 A に示されるボトム平衡モードの第 1 のステップにおいて、スイッチ装置 3 の以下のスイッチを閉じる必要がある：4 0 - 6 1 - 6 2 - 4 n。スイッチ装置 3 のその他のスイッチは開く必要がある。図 3 B に示されるボトム平衡モードの第 2 のステップにおいて閉じられるスイッチは、4 2 - 5 n - 6 3 - 6 4 - 5 1 - 4 1 である。

【 0 0 5 1 】

図 4 A に示されるトップ平衡モードの第 1 のステップにおいて閉じられるスイッチは、4 0 - 6 1 - 6 2 - 5 n - 5 2 - 4 1 である。図 4 B に示されるトップ平衡モードの第 2 のステップにおいて閉じられるスイッチは、4 n - 6 3 - 6 4 - 4 0 である。

10

【 0 0 5 2 】

図 5 A に示される電池間平衡モードで閉じられるスイッチは、4 0 - 6 1 - 6 2 - 5 n - 5 2 - 4 1 である。図 5 B に示される電池間平衡モードで閉じられるスイッチは、4 2 - 5 n - 6 3 - 6 4 - 5 1 - 4 1 である。

【 0 0 5 3 】

図 2 A ~ 図 5 B を参照して説明された 3 つの電荷平衡モードのそれぞれをサポート可能なスイッチ装置 3 の第 2 の実施形態を図 7 に示す。

【 0 0 5 4 】

このスイッチ装置 3 は、第 1 の群のスイッチ 4 0、4 1、4 n を含む。この第 1 の群のうちの第 1 のスイッチ 4 0 は、第 1 の内部ノード 3 5 を、第 1 の負荷端子 1 3 に接続するように構成された電池端子 3 0 に接続し、第 1 の群のうちのさらなるスイッチ 4 1、4 n は、第 1 の内部ノード 3 5 を、貯蔵装置 1 の中間タップに接続するように構成された電池端子 3 1、3 2 に接続する。スイッチ装置 3 は、第 2 の群のスイッチ 8 1、8 2、8 n をさらに含む。第 2 の群は、第 2 の内部ノード 3 6 と第 2 の負荷端子 1 4 に接続するように構成された電池端子 3 n との間に接続される第 1 のスイッチ 8 n を含む。第 2 の群は、追加のスイッチ 8 1、8 2 をさらに含み、これら追加の各スイッチは、第 2 の内部ノード 3 6 と中間タップに接続するように構成された電池端子 3 1、3 2 のうちの一方との間に接続される。第 3 の群のスイッチ 6 1 ~ 6 4 は、図 6 に示される第 3 の群のスイッチに対応する。これらスイッチは、端子 3 3、3 4 を第 1 および第 2 の内部ノード 3 5、3 6 のうちの一方に選択的に接続するように機能する。図 7 の装置の第 1 の内部ノード 3 5 は、電荷貯蔵要素の正端子に接続される各電池端子 3 0、3 1、3 2 に接続することができ、第 2 の内部ノード 3 6 は、第 2 の群のスイッチ 8 1、8 2、8 n を介して、1 つの電荷貯蔵電池の負端子に接続するように構成された各電池端子に接続することができ、中間タップに接続された電池端子 3 1、3 2 は、ある貯蔵電池の正端子および別の貯蔵電池の負端子の両方に接続される。

20

30

【 0 0 5 5 】

図 6 に示されるスイッチ装置 3 と同様、図 7 のスイッチ装置 3 は、本明細書において上述した 3 つの平衡モードのそれぞれをサポートすることが可能である。

【 0 0 5 6 】

図 8 は、本明細書において上述した 3 つの電荷平衡モードのそれぞれをサポートすることが可能な電荷平衡回路 9 のさらなる実施形態を示す。この電荷平衡回路 9 は、1 つの誘導性貯蔵要素に代えて、2 つの誘導性貯蔵要素 2₁、2₂ があるという点で上述した電荷平衡回路と異なる。これら誘導性貯蔵要素 2₁、2₂ は、互いに誘導結合し、異なる巻き線スタンスを有する。これら誘導性貯蔵要素は、スイッチ装置の第 1 および第 2 の端子 3 3、3 4 に交互に接続するように動作可能である。このために、誘導性貯蔵要素 2₁、2₂ は、スイッチ装置 3 のインダクタ端子 3 3、3 4 の間で切り替えスイッチ 6 6 と直列に接続される。切り替えスイッチ 6 6 は 2 つの切り替え位置：切り替えスイッチ 6 6 が第 1 の誘導性貯蔵要素 2₁ をインダクタ端子 3 3、3 4 の間で接続する第 1 の切り替え位置 I、および切り替えスイッチ 6 6 が第 2 の誘導性貯蔵装置 2₂ をインダクタ端子 3 3、3 4 の間で接続する第 2 の切り替え位置 II を有する。

40

50

【 0 0 5 7 】

スイッチ装置 3 は、スイッチ装置 3 の第 1 および第 2 の内部ノード 3 5、3 6 と電池端子 3 0、3 1、3 2、3 n との間に接続された第 1 の群のスイッチ 4 0、4 1、4 2、4 n および第 2 の群のスイッチ 5 1、5 2、5 n を含む。図 8 のスイッチ装置 3 の第 1 および第 2 の群のスイッチは、図 6 のスイッチ装置 3 の第 1 および第 2 の群のスイッチに対応する。したがって、これら第 1 および第 2 の群のスイッチに関して図 6 を参照して付与された説明は、図 8 の実施形態にも当てはまる。これに関連して、図 8 に示される第 1 および第 2 の群のスイッチを、全般的な動作原理を変更せずに図 7 に示される第 1 および第 2 の群のスイッチで置換できることを言及すべきである。

【 0 0 5 8 】

図 8 のスイッチ装置 3 では、第 3 の群のスイッチは、第 1 のインダクタ端子 3 3 と第 1 の内部ノード 3 5 との間に接続された 1 つのみのスイッチ 6 1 を含む。図 3 A ~ 図 5 B を参照して上述した異なる電荷平衡シナリオの場合での図 8 に示される電荷平衡回路 9 の動作原理について、これより説明する。

【 0 0 5 9 】

図 3 A に示されるボトム平衡モード等のボトム平衡モードの第 1 のステップでは、エネルギーは電荷貯蔵装置 1 から取り出され、誘導性貯蔵要素のうち的一方、例えば、第 1 の誘導性貯蔵要素 2₁ に蓄えられる。エネルギーを第 1 の誘導性貯蔵要素 2₁ に蓄えるために、第 3 の群のうち第 1 のスイッチ 6 1 が閉じられ、第 1 および第 2 のスイッチ群のスイッチは、第 1 のインダクタ端子 3 3 が第 1 の負荷端子 1 3 に接続するように構成された電池端子 3 0 に接続されるように閉じられ、これらスイッチは、第 2 のインダクタ端子 3 4 が、第 2 の負荷端子 1 4 に接続するように構成された電池端子 3 n に接続するように閉じられる。したがって、ボトム平衡モードの第 1 のステップにおいて、切り替えスイッチ 6 6 は第 1 の位置 I にあり、以下のスイッチ：4 0 - 6 1 - 4 n は閉じられる。ボトム平衡モードの第 2 のステップでは、切り替えスイッチ 6 6 は第 2 の位置 II に切り替えられ、第 3 の群のうち第 1 のスイッチ 6 1 が閉じられ、スイッチ装置 3 のその他のスイッチは、インダクタ端子 3 3、3 4 が、充電すべき電荷貯蔵要素が間に配置されるか、または充電すべき電荷貯蔵要素群が間に配置された電池端子に接続されるように閉じられる。説明のために、ボトム平衡モードの第 2 のステップにおいて、第 2 の電荷貯蔵要素 1 2 を充電すべきであると想定し得る。この場合、以下のスイッチ：4 2 - 5 n - 6 1 - 5 1 - 4 1 を閉じる必要がある。

【 0 0 6 0 】

ボトム平衡モードの第 1 のステップでは、放電電流が全体貯蔵装置 1 から流れるのに対して、第 2 のステップでは、充電電流が、第 2 の電荷貯蔵電池 1 2 等の電荷貯蔵電池のうちの一つに流入する。第 1 のステップでの放電電流および第 2 のステップでの充電電流は、逆方向に流れる。これは、2 つの誘導性貯蔵要素 2₁、2₂ が異なる（逆の）巻き線方向を有することによる。

【 0 0 6 1 】

トップ平衡モードの平衡サイクルの第 1 のステップでは、切り替えスイッチ 6 6 は再び第 1 の位置 I にある。説明のために、この第 1 のステップにおいて、第 1 の電荷貯蔵電池 1 1 を放電すべきであると想定し得る。この場合、以下のスイッチ：4 0 - 6 1 - 5 n - 5 2 - 4 1 が閉じられる。トップ平衡モードのサイクルの第 2 のステップにおいて、切り替えスイッチ 6 6 は第 2 の位置 II にある。この第 2 のステップにおいて、全体装置 1 を充電するために、以下のスイッチ：4 n - 6 1 - 4 0 が閉じられる。

【 0 0 6 2 】

説明のために、電池間平衡モードにおいて、第 1 の電荷貯蔵電池 1 1 を第 1 のステップにおいて放電し、第 2 の電荷貯蔵電池 1 2 を第 2 のステップにおいて充電すると想定し得る。第 1 のステップにおいて、切り替えスイッチ 6 6 は第 1 の位置 I にあり、第 2 のステップにおいて、切り替えスイッチ 6 6 は第 2 の位置 II にある。第 1 のステップにおいて、以下のスイッチ：4 0 - 6 1 - 5 n - 5 2 - 4 1 が閉じられる。第 2 のステップにおい

10

20

30

40

50

て、第2の電荷貯蔵要素12を充電するために、以下のスイッチ：42 - 5n - 61 - 51 - 41が閉じられる。

【0063】

上述した例では、閉じられると明示されなかったその他のすべてのスイッチは開かれる。

【0064】

図6および図7を参照して説明した回路装置でのように、スイッチ装置3のスイッチは、個々の電荷貯蔵電池11、12、1nの電荷状態に応じて制御回路4により制御される。さらに、切り替えスイッチ66の切り替え状態も制御回路4により制御される。図8での制御信号S66は、切り替えスイッチ66の制御信号を表す。制御信号S66は2つの異なる信号値を有することができる。第1の信号値は、第1の切り替え位置Iを表し、第2の信号値は第2の切り替え位置IIを表す。

10

【0065】

図9は、図6に示される電荷平衡回路9の簡易化された実施形態を示す。図9による電荷平衡回路9は、第3のスイッチ群が2つのみのスイッチを含むという点で、図6による電荷平衡回路9と異なる。第1のスイッチ61は、第1のインダクタ端子33と第1の内部ノード35との間に接続され、第2のスイッチ65は、第1のインダクタ端子33と、貯蔵装置1の第2の負荷端子14に接続するように構成された電池端子3nとの間に接続される。図9に示されるスイッチ装置3のこの簡易化された実施形態は、ボトム平衡モードおよびトップ平衡モードをサポートすることが可能であるが、電池間平衡モードをサポートすることができない。

20

【0066】

図3A～図4Bに概略的に示される平衡シナリオを参照して、図9による平衡回路9の動作原理について説明する。図9の平衡回路9は、図6の平衡回路と比較して少数のスイッチを有し、いかなる追加の誘導性貯蔵要素も必要としない。しかし、電池間平衡は、この電荷平衡回路9を使用して行うことができない。同等に、図7に示される電荷平衡回路9は、第3の群のスイッチ61～64を図9に示されるスイッチ61、65で置換することにより、簡易化された電荷平衡回路9に縮小することができる。これを通して得られる電荷平衡回路9は、図9に示される電荷平衡回路と同じ機能を有する。すなわち、ボトム平衡およびトップ平衡をサポートは可能であるが、電池間平衡はサポートできない。

30

【0067】

ボトム平衡およびトップ平衡をサポート可能な電荷平衡回路9のさらなる実施形態を図10に示す。この電荷平衡回路9は、第1のスイッチ71と直列接続された第1の巻き線10₁を有する変圧器10を含む。第1のスイッチ71および第1の巻き線10₁の直列回路は、誘導性電荷貯蔵装置1の第1および第2の負荷端子13、14に接続するように構成されたスイッチ装置の電池端子30、3nの間に接続される。変圧器10は、第1の誘導性貯蔵要素10₁と誘導結合する第2の誘導性貯蔵要素10₂をさらに含む。第1および第2の誘導性貯蔵要素10₁、10₂は、逆の巻き線方向を有し得る(図示のように)。第2の誘導性貯蔵要素10₂は、スイッチ装置3のインダクタ端子33、34の間に接続される。スイッチ装置3は、電荷貯蔵装置1のタップに接続するように構成された電池端子30、31、32、3nをさらに含む。したがって、電荷貯蔵装置のタップを参照して上述した説明は、図10に示される実施形態にも当てはまる。スイッチ装置3は、少なくとも1つの制御入力において受信する少なくとも1つの制御信号S3に応じて、インダクタ端子33、34を電池端子30、31、32、3nのうちの2つに選択的に接続するように構成される。制御回路4は、個々の電荷貯蔵電池11、12、1nの電荷状態に応じて、少なくとも1つの制御信号S3を生成する。

40

【0068】

図10に示される電荷平衡回路9は、ボトム平衡モードまたはトップ平衡モードで動作するように構成される。ボトム平衡モードでは、第1の巻き線10₁に直列接続された第1のスイッチ71は、第1のステップにおいて閉じられる。このステップ中、エネルギー

50

は第1の巻き線 10_1 内に蓄えられる。第2のステップにおいて、第1のスイッチ71は開かれ、第2の巻き線 10_2 がインダクタ端子33、34を介し、スイッチ装置3を介して、電池端子30、31、32、3nのうち2つに接続される。この第2のステップでは、エネルギーは第1の巻き線 10_1 から第2の巻き線 10_2 に移り、インダクタ端子33、34および電池端子を介しての電気充電が、電荷貯蔵電池のうち1つまたは隣接する電荷貯蔵電池群に戻される。

【0069】

トップ平衡モードでは、第1のスイッチ71は、第1のステップにおいて開かれる。第1のステップでは、第2の巻き線 10_2 が、インダクタ端子33、34およびスイッチ装置3を介して、電池端子30、31、32、3nのうち2つ、すなわち、放電すべき貯蔵電荷要素が間に配置されるか、または放電すべき隣接する電荷貯蔵要素群が間に配置された、2つの電池端子に接続される。第1のステップにおいて、エネルギーが第2の貯蔵要素 10_2 内に蓄えられる。第2のステップにおいて、インダクタ端子33、34と電池端子との接続が中断され、第1のスイッチ71が閉じられ、それにより、第2の貯蔵要素 10_2 内に蓄えられていたエネルギーは、第1の貯蔵要素 10_1 に移され、電池端子30、3nを介して充電電流が全体電荷貯蔵装置1に流入する。

10

【0070】

図11は、スイッチ装置3の第1の実施形態を示す。スイッチ装置3は、図6を参照して本明細書において上述した第1の群のスイッチ40、41、42、4nおよび第2の群のスイッチ51、52、5nを含む。第1および第2の内部ノード35、36は、第1および第2のインダクタ端子33、34に直接接続される。

20

【0071】

図12Aは、第1の群のうち第1のスイッチ40~4nを実施する第1の例を示す。図12Aに示される切り替え要素4iは、これらスイッチ40~4nのうち1つを表し、端子3iは、スイッチ装置3の対応する電池端子30~3nを表す。示される例では、切り替え要素4iは、2つのMOSFET、すなわちソース端子と一緒に接続され、ゲート端子と一緒に接続された2つのn-MOSFETを含む。n-MOSFETのうち一方のドレイン端子は電池端子3iに接続される。2つのMOSFETのドレイン-ソースパスに並列接続されたダイオードは、MOSFETの一体型ダイオードを表す。しかし、これらダイオードは、特に、使用されるMOSFETが一体型ダイオードを有さない場合、追加の構成要素として実施してもよい。MOSFETは、シリコンまたは炭化シリコン(SiC)または窒化ガリウム(GaN)等の他の任意の半導体材料で作ることができる。

30

【0072】

図12Bを参照して、2つのMOSFETを使用することに代えて、TRIACを切り替え要素として使用してもよい。

【0073】

図13を参照すると、第2の群の切り替え要素51~5nは、MOSFETとして実現し得る。図13に示される切り替え要素5iは、第2の群のこれら切り替え要素のうち1つを表す。

40

【0074】

図14は、図10による電荷平衡回路9のさらなる実施形態を示す。この電荷平衡回路では、図7を参照して本明細書において上述したように接続されたスイッチ装置3は、第1の群のスイッチ40~4nおよび第2の群のスイッチ81~8nを含む。第1および第2の内部ノード35、36は、第1および第2のインダクタ端子33、34に直接接続される。第1の群のスイッチ40~4nおよび第2の群のスイッチ81~8nは、図12Aおよび図12Bに示される切り替え要素のように実施することができ、すでに上述した。

【0075】

図10、図11、および図14に示される実施形態では、変圧器10の第1の巻き線 10_1 および第2の巻き線 10_2 は、逆の巻き線方向を有し、それにより、各巻き線に直列

50

接続されたスイッチが閉じられているときに巻き線のうちの一方に蓄えられているエネルギーは、そのスイッチが開かれた後、他方の巻き線に移される。

【0076】

図15は、電荷平衡回路9のさらなる実施形態を示す。この実施形態は、図10の実施形態に基づくが、変圧器10の第1および第2の巻き線10₁、10₂が同じ巻き線方向を有し、そのため、貯蔵装置1または1つもしくは群の貯蔵電池により駆動されて、巻き線のうちの一方を通して電流が流れる場合は常に、電流が他方の巻き線を通っても流れるという違いがある。さらに、第2の巻き線10₂は、第2のスイッチ73およびさらなる誘導性貯蔵要素43の直列回路を介してスイッチ装置3に接続される。第3のスイッチ74が、さらなる誘導性貯蔵要素43およびスイッチ装置3を含む直列回路に並列接続される。スイッチ装置3は、図11または図14に示されるように実施し得る。

10

【0077】

図15に示される電荷平衡回路9は、ボトム平衡モードまたはトップ平衡モードで動作するように適応される。ボトム平衡モードでは、第1のステップにおいて、第1の巻き線10₁に直列接続された第1のスイッチ71および第2の巻き線10₂に直列接続された第2のスイッチ73は閉じられ、第3のスイッチ74は開かれ、スイッチ装置3は、さらなる誘導性貯蔵要素43が第2の巻き線10₂に直列接続され、スイッチ装置3が貯蔵電池11、12、1nを迂回するように駆動される。このようにして、電気エネルギーはさらなる誘導性貯蔵要素43に蓄えられる。

【0078】

20

第2のステップにおいて、第1および第2のスイッチ71、73は開かれ、第3のスイッチ74は閉じられ、さらなる誘導性貯蔵要素43は、スイッチ装置3を介して電池端子30、31、32、3nのうちの2つに接続される。この第2のステップにおいて、エネルギーはさらなる誘導性貯蔵要素43から電荷貯蔵電池のうちの1つまたは隣接する電荷貯蔵電池群に移される。この第2のステップでは、第3のスイッチ74は、スイッチ装置3とさらなる誘導性貯蔵要素43との間の電流ループを閉じる。

【0079】

トップ平衡モードでは、第3のスイッチ74が第1のステップにおいて閉じられ、さらなる誘導性貯蔵要素43は、スイッチ装置3を介して、貯蔵要素のうちの1つまたは直列接続された貯蔵要素群に接続され、それにより、この(これら)貯蔵電池からのエネルギーはさらなる誘導性貯蔵要素43内に蓄えられる。第2のステップにおいて、第3のスイッチ74は開かれ、第1および第2のスイッチ71、73は閉じられ、スイッチ装置3は、さらなる誘導性貯蔵要素43が第2の巻き線10₂に直列接続され、貯蔵装置1を迂回するように駆動される。次に、誘導性貯蔵要素43内に蓄えられていたエネルギーは、変圧器10を介して貯蔵装置1に移される。

30

【0080】

最後に、明示されていない場合であっても、上記において一実施形態に関連して説明された特徴を他の実施形態の特徴と組み合わせることが可能なことに言及すべきである。

【符号の説明】

【0081】

40

- 1 電荷貯蔵装置
- 2、2₁、2₂ 誘導性電荷貯蔵要素
- 3 スイッチ装置
- 4 制御回路
- 9 電荷平衡回路
- 10 変圧器
- 10₁ 第1の巻き線
- 10₂ 第2の巻き線
- 11、12、1n 電荷貯蔵電池
- 13 第1の負荷端子

50

- 1 4 第 2 の負荷端子
- 2 1 誘導性貯蔵要素の第 1 の端子
- 2 2 誘導性貯蔵要素の第 2 の端子
- 3 0、3 1、3 2、3 n 電池端子
- 3 3、3 4 インダクタ端子
- 3 5 第 1 の内部ノード
- 3 6 第 2 の内部ノード
- 4 0、4 1、4 2、4 n 第 1 の群のスイッチ
- 4 3 さらなる誘導性貯蔵要素
- 5 1、5 2、5 n、8 1、8 2、8 n 第 2 の群のスイッチ
- 6 1、6 2、6 3、6 4 第 3 の群のスイッチ
- 6 6 切り替えスイッチ
- 7 1 第 1 のスイッチ
- 7 3 第 2 のスイッチ
- 7 4 第 3 のスイッチ
- S センサ装置
- S 3、S 4 0 - S 7 1 制御信号
- S C 電荷状態信号

【図 1】

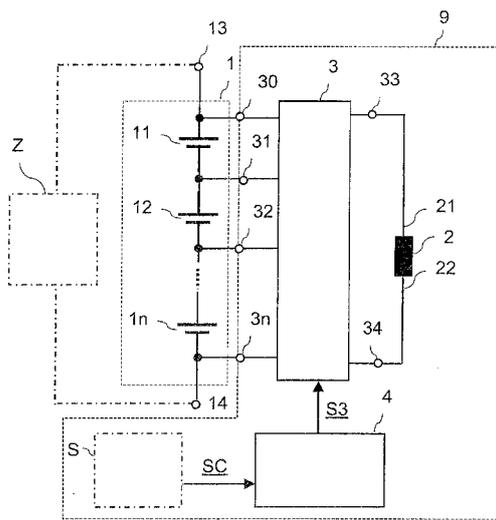


図 1

【図 2】

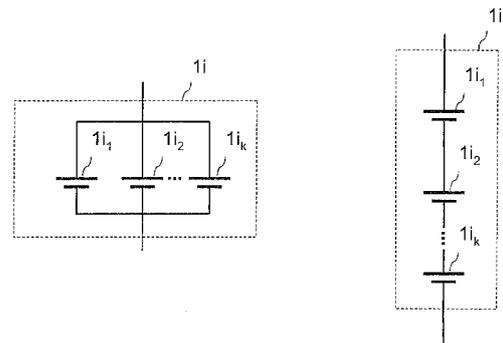


図 2A

図 2B

【 図 3 】

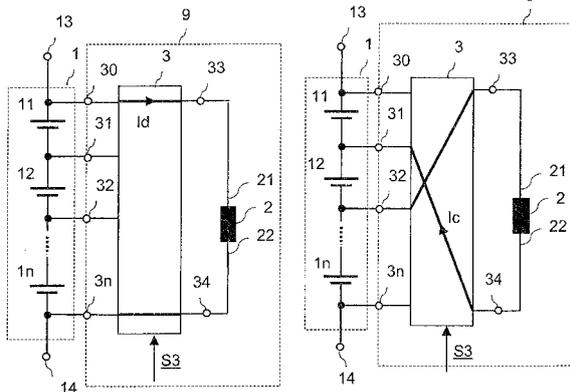


図 3A

図 3B

【 図 4 】

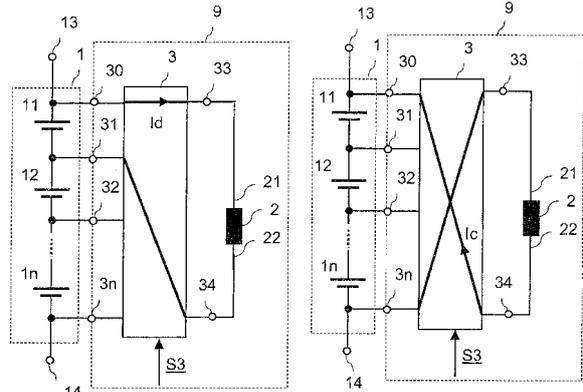


図 4A

図 4B

【 図 5 】

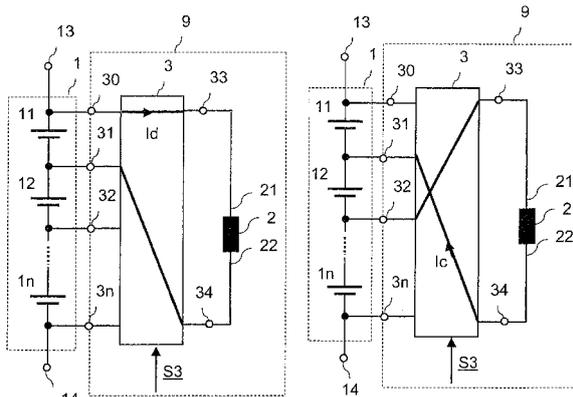


図 5A

図 5B

【 図 6 】

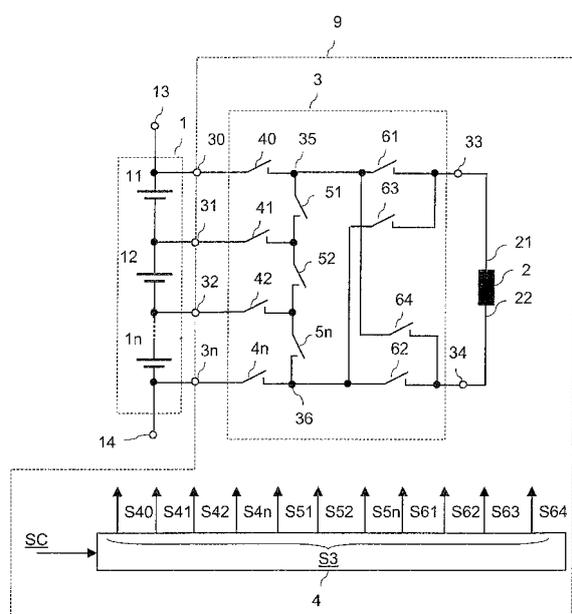


図 6

【 図 1 1 】

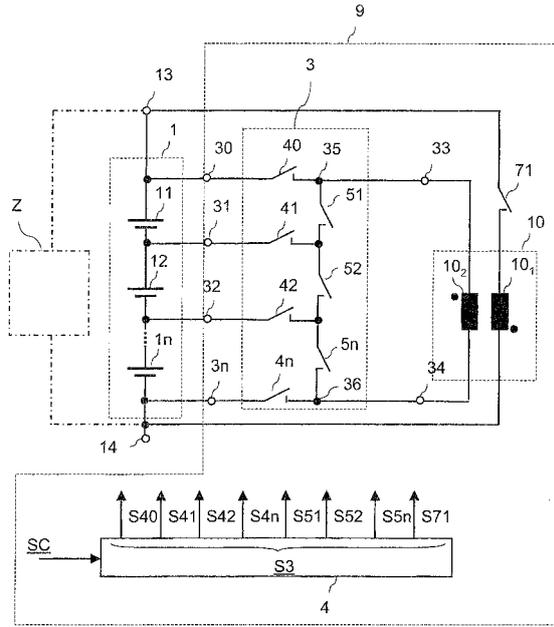


図 11

【 図 1 2 】

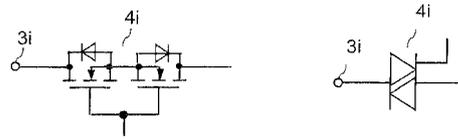


図 12A

図 12B

【 図 1 3 】

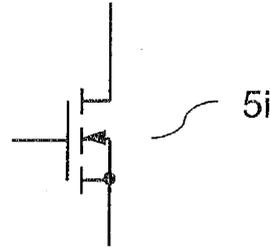


図 13

【 図 1 4 】

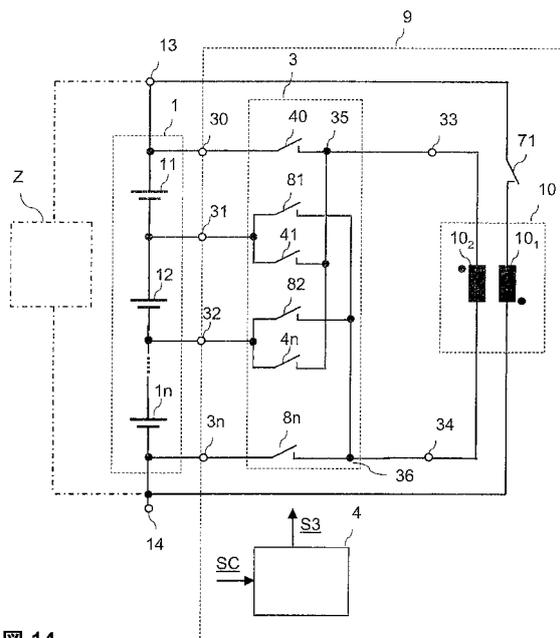


図 14

【 図 1 5 】

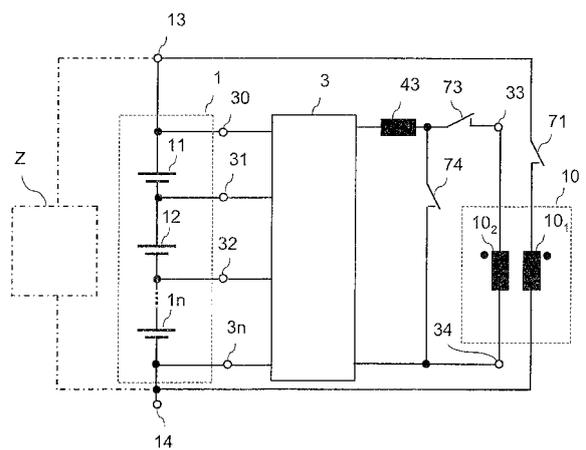


図 15

フロントページの続き

(72)発明者 ペヒラナー, アンドレアス
ドイツ国 83623 ディートラムスツェル, アム シュヴァイガンゲル 21ペー

審査官 杉田 恵一

(56)参考文献 特開2001-45672(JP,A)
特開2001-136669(JP,A)
特開2001-185229(JP,A)
特開2002-223528(JP,A)
特開2008-17605(JP,A)
特開2009-159726(JP,A)
特開2009-247515(JP,A)
特開2010-154628(JP,A)
特表2006-507790(JP,A)
独国特許出願公開第19645891(DE,A1)
米国特許第5821729(US,A)
米国特許出願公開第2004/0145351(US,A1)
米国特許出願公開第2005/0017682(US,A1)
米国特許出願公開第2005/0275474(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02J 7/02