

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5836283号  
(P5836283)

(45) 発行日 平成27年12月24日(2015.12.24)

(24) 登録日 平成27年11月13日(2015.11.13)

(51) Int.Cl.	F 1
HO2J 7/02 (2006.01)	HO2J 7/02 H
HO1M 10/44 (2006.01)	HO2J 7/02 J
HO1M 2/10 (2006.01)	HO1M 10/44 Q
	HO1M 2/10 E

請求項の数 15 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2012-551641 (P2012-551641)	(73) 特許権者	510132347 コミサリア ア レネルジ アトミク エ オウ エネルジ アルタナティヴ フランス国 75015 パリ リュ ル ブラン 25 バティマン ル ポナン デ
(86) (22) 出願日	平成23年2月4日(2011.2.4)	(74) 代理人	100060759 弁理士 竹沢 荘一
(65) 公表番号	特表2013-519351 (P2013-519351A)	(74) 代理人	100087893 弁理士 中馬 典嗣
(43) 公表日	平成25年5月23日(2013.5.23)	(74) 代理人	100086726 弁理士 森 浩之
(86) 國際出願番号	PCT/EP2011/051691	(72) 発明者	シルヴァン メルシエ フランス国 エフ-38120 サン テ グレーブ リュ デュ フォイエ 21 最終頁に続く
(87) 國際公開番号	W02011/095610		
(87) 國際公開日	平成23年8月11日(2011.8.11)		
審査請求日	平成26年1月8日(2014.1.8)		
(31) 優先権主張番号	10/03087		
(32) 優先日	平成22年7月22日(2010.7.22)		
(33) 優先権主張国	フランス(FR)		
(31) 優先権主張番号	10/03071		
(32) 優先日	平成22年7月21日(2010.7.21)		
(33) 優先権主張国	フランス(FR)		

(54) 【発明の名称】電池のための充電均等化システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

直列に接続された、少なくとも2つのアキュムレータステージ(  $E_{t_i}$  )を備える充電均等化システムであって、各アキュムレータステージ(  $E_{t_i}$  )は、前記アキュムレータステージ(  $E_{t_i}$  )の負極(  $N_i$  )と正極(  $P_i$  )の間に配置された少なくとも1つのアキュムレータ(  $A_{i,j}$  )を備えるシステムにおいて、

- 少なくとも1つの正端子(  $v_2$  )と、少なくとも1つの負端子(  $v_1$  )とを備える、電圧発生器( 7 )と、

- 各アキュムレータステージ(  $E_{t_i}$  )に接続され、前記電圧発生器( 7 )から給電される充電デバイス( 5 )であって、

・ 少なくとも1つのインダクタ(  $L_{1_i}, L_{2_i}, L_{10_i}$  )と、

・ 第1の端子が前記電圧発生器( 7 )の端子(  $v_2, v_1$  )に接続され、第2の端子が接続されたインダクタ(  $L_{1_i}, L_{10_i}$  )に接続されている、第1のキャパシタ(  $C_{1_i}$  )と、

・ 第1の端子が前記電圧発生器( 7 )の端子(  $v_1, v_2$  )に接続され、第2の端子が接続されたインダクタ(  $L_{2_i}, L_{10_i}$  )に接続されている、第2のキャパシタ(  $C_{2_i}$  )と、

・ アノードが、前記接続されたアキュムレータステージの負極(  $N_i$  )に接続され、カソードが、前記第1のキャパシタ(  $C_{1_i}$  )の第2の端子に接続されている、第1のダイオード(  $D_{1_i}$  )と、

10

20

・アノードが、前記接続されたアキュムレータステージの負極( $N_{i_1}$ )に接続され、カソードが、前記第2のキャパシタ( $C_{2_i}$ )の第2の端子に接続されている、第2のダイオード( $D_{2_i}$ )と、

・アノードが前記接続されたアキュムレータステージの前記負極( $N_{i_1}$ )に接続され、かつ接続されたインダクタ( $L_{1_i}$ 、 $L_{2_i}$ 、 $L_{10_i}$ )の1つの端子に接続された少なくとも1つのダイオード( $D_{1_i}$ 、 $D_{2_i}$ ； $D_{11_i}$ 、 $D_{21_i}$ ； $D_{100_i}$ )であって、前記ダイオード( $D_{1_i}$ 、 $D_{2_i}$ ； $D_{11_i}$ 、 $D_{21_i}$ ； $D_{100_i}$ )がオンの時に、充電電流が前記接続されたアキュムレータステージ、前記ダイオード( $D_{1_i}$ 、 $D_{2_i}$ ； $D_{11_i}$ 、 $D_{21_i}$ ； $D_{100_i}$ )、および前記接続されたインダクタ( $L_{1_i}$ 、 $L_{2_i}$ 、 $L_{10_i}$ )を通るようになっているダイオードと、

・インダクタ( $L_{1_i}$ 、 $L_{2_i}$ 、 $L_{10_i}$ )に接続され、かつ前記接続されたアキュムレータステージの電極( $P_{i_1}$ )に接続されている、少なくとも1つのスイッチ( $SW_{1_i}$ 、 $SW_{11_i}$ )であって、充電デバイス(5)の接続されたスイッチ( $SW_{1_i}$ 、 $SW_{11_i}$ )、インダクタ( $L_{1_i}$ 、 $L_{2_i}$ 、 $L_{10_i}$ )およびキャパシタ( $C_{1_i}$ 、 $C_{2_i}$ )が、電圧発生器(7)の端子( $v_2$ 、 $v_1$ )と前記接続されたアキュムレータステージの電極との間に直列に接続されているスイッチとを備える充電デバイス(5)と、

-制御デバイス(3)であって

・導電時間に、前記電圧発生器(7)の端子( $v_2$ 、 $v_1$ )間の電圧変化を加えるように前記電圧発生器(7)を制御し、充電されるべきアキュムレータステージ( $E_{t_i}$ )に接続された充電デバイス(5)の前記スイッチ( $SW_{1_i}$ 、 $SW_{11_i}$ )を閉塞することにより、電圧発生器(7)から給電された次第に増大する電圧発生器電流が、前記インダクタ( $L_{1_i}$ 、 $L_{2_i}$ 、 $L_{10_i}$ )および前記スイッチ( $SW_{1_i}$ 、 $SW_{11_i}$ )を通って流れるようにし、かつ前記接続されたインダクタ( $L_{1_i}$ 、 $L_{2_i}$ 、 $L_{10_i}$ )にエネルギーを蓄えるようにし、

・導電時間の終了時に、前記接続されたインダクタ( $L_{1_i}$ 、 $L_{2_i}$ 、 $L_{10_i}$ )を通って流れる電源電流を遮断するように前記電圧発生器(7)および/または前記スイッチ( $SW_{1_i}$ 、 $SW_{11_i}$ )を制御し、

前記インダクタ( $L_{1_i}$ 、 $L_{2_i}$ 、 $L_{10_i}$ )および前記接続されたダイオード( $D_{1_i}$ 、 $D_{2_i}$ ； $D_{11_i}$ 、 $D_{21_i}$ ； $D_{100_i}$ )に減少する充電電流を循環させることにより、前記接続されたインダクタ( $L_{1_i}$ 、 $L_{2_i}$ 、 $L_{10_i}$ )に蓄えられたエネルギーのアキュムレータステージ( $E_{t_i}$ )への転送が可能となるように構成された制御デバイス(3)、

とを含むことを特徴とする充電均等化システム。

【請求項2】

前記電圧発生器(7)が、両端子( $v_1$ 、 $v_2$ )の間に、正電圧または負電圧を印加することができ、かつ前記制御デバイス(3)が

-第1の導電時間の間は正電圧を、第2の導電時間の間は負電圧を印加するように前記電圧発生器(7)を制御し、電流が、第1の導電時間の間は第1の方向へ、第2の導電時間の間は第1の方向とは反対方向である第2の方向へ、第1のキャパシタ( $C_{1_i}$ )および第2のキャパシタ( $C_{2_i}$ )を通って流れるように構成されており、

-前記第1の導電時間と前記第2の導電時間との間の前記電源電流を遮断するように前記電圧発生器(7)および/または前記スイッチ( $SW_{1_i}$ 、 $SW_{11_i}$ )を制御して、減少する充電電流を前記インダクタ( $L_{1_i}$ 、 $L_{2_i}$ 、 $L_{10_i}$ )および前記接続されたダイオード( $D_{1_i}$ 、 $D_{2_i}$ ； $D_{11_i}$ 、 $D_{21_i}$ ； $D_{100_i}$ )で循環させることにより、インダクタ( $L_{1_i}$ 、 $L_{2_i}$ 、 $L_{10_i}$ )に蓄えられたエネルギーを、前記接続されたアキュムレータステージ( $E_{t_i}$ )へ転送できるように構成されていることを特徴とする、請求項1に記載の充電均等化システム。

【請求項3】

前記第1のキャパシタ( $C_{1_i}$ )が、前記電圧発生器(7)の正端子( $v_2$ )に接続されている第1の端子を備え、前記第2のキャパシタ( $C_{2_i}$ )が、前記電圧発生器(7)

10

20

30

40

50

の負端子 (  $V_1$  ) に接続されている第 1 の端子を備えていることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の充電均等化システム。

【請求項 4】

前記スイッチ (  $SW_{1_i}$  ) は、第 1 の端子が少なくとも 1 つのインダクタ (  $L_{1_i}$  、  $L_{2_i}$  、  $L_{10_i}$  ) に接続され、第 2 の端子が前記接続されたアキュムレータステージの正極 (  $P_i$  ) に接続されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の充電均等化システム。

【請求項 5】

前記制御デバイス ( 3 ) が、電圧発生器 ( 7 ) の前記端子においてゼロ電圧にするために前記電圧発生器 ( 7 ) を制御することにより前記インダクタ (  $L_{1_i}$  、  $L_{2_i}$  、  $L_{10_i}$  ) を通して流れる電源電流を遮断するように構成されていることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の充電均等化システム。 10

【請求項 6】

- 前記充電デバイス ( 5 ) が、第 1 のインダクタ (  $L_{1_i}$  ) および第 2 のインダクタ (  $L_{2_i}$  ) を備え、

・ 前記第 1 のインダクタ (  $L_{1_i}$  ) が、前記第 1 のキャパシタ (  $C_{1_i}$  ) の第 2 の端子と第 1 のダイオード (  $D_{1_i}$  ) のカソードとに接続された第 1 の端子を有し、

・ 前記第 2 のインダクタ (  $L_{2_i}$  ) が、前記第 2 のキャパシタ (  $C_{2_i}$  ) の第 2 の端子と第 2 のダイオード (  $D_{2_i}$  ) のカソードとに接続された第 1 の端子を有するようになつてあり、 20

- 前記充電デバイス ( 5 ) が、前記 2 つのインダクタ (  $L_{1_i}$  ) および (  $L_{2_i}$  ) に接続された共通のスイッチ (  $SW_{1_i}$  ) 、または第 1 のインダクタ (  $L_{1_i}$  ) に接続された第 1 のスイッチ (  $SW_{11_i}$  ) および第 2 のインダクタ (  $L_{2_i}$  ) に接続された第 2 のスイッチ (  $SW_{11_i}$  ) を備えることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の充電均等化システム。

【請求項 7】

第 1 のダイオード (  $D_{1_i}$  ) は、アノードが前記接続されたアキュムレータステージの前記負極 (  $N_i$  ) に接続され、かつカソードが前記第 1 のキャパシタ (  $C_{1_i}$  ) の第 2 の端子および第 1 のインダクタ (  $L_{1_i}$  ) の 1 つの端子に接続されることにより、第 1 のダイオード (  $D_{1_i}$  ) がオンの時に、充電電流が、前記接続されたアキュムレータステージ、前記第 1 のダイオード (  $D_{1_i}$  ) および第 1 のインダクタ (  $L_{1_i}$  ) を循環するようになつていることを特徴とする、請求項 6 に記載の充電均等化システム。 30

【請求項 8】

第 2 のダイオード (  $D_{2_i}$  ) は、アノードが前記接続されたアキュムレータステージの負極 (  $N_i$  ) に接続され、かつカソードが前記第 2 のキャパシタの第 2 の端子および前記接続された第 2 のインダクタ (  $L_{2_i}$  ) の 1 つの端子に接続されることにより、第 2 のダイオード (  $D_{2_i}$  ) がオンの時に、充電電流が、前記接続されたアキュムレータステージ、前記第 2 のダイオード (  $D_{2_i}$  ) および前記第 2 のインダクタ (  $L_{2_i}$  ) を循環するようになつていることを特徴とする、請求項 6 または 7 に記載の充電均等化システム。 40

【請求項 9】

- カソードが接続されたインダクタ (  $L_{1_i}$  、  $L_{10_i}$  ) の第 1 の端子に接続され、アノードが前記第 1 のダイオード (  $D_{1_i}$  ) の前記カソードに接続されている、少なくとも 1 つの第 3 のダイオード (  $D_{10_i}$  ) と、

- カソードが接続されたインダクタ (  $L_{2_i}$  、  $L_{10_i}$  ) の第 1 の端子に接続され、アノードが前記第 2 のダイオード (  $D_{2_i}$  ) の前記カソードに接続されている、少なくとも 1 つの第 4 のダイオード (  $D_{20_i}$  ) とをさらに備えることを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の充電均等化システム。

【請求項 10】

前記第 3 のダイオード (  $D_{10_i}$  ) は、第 1 のインダクタ (  $L_{1_i}$  ) に接続され、前記第 4 のダイオード (  $D_{20_i}$  ) は、第 2 のインダクタ (  $L_{2_i}$  ) に接続されていることを 50

特徴とする、請求項 9 に記載の充電均等化システム。

【請求項 1 1】

前記充電デバイス(5)は、

- カソードが前記第1のインダクタ( $L_{1i}$ )の前記第1の端子に接続され、アノードが前記接続されたアキュムレータステージの前記負極( $N_i$ )に接続されている、少なくとも1つの第5のダイオード( $D_{11i}$ )と、

- カソードが前記第2のインダクタ( $L_{2i}$ )の前記第1の端子に接続され、アノードが前記接続されたアキュムレータステージの前記負極( $N_i$ )に接続されている、少なくとも1つの第6のダイオード( $D_{21i}$ )とをさらに含むことを特徴とする、請求項10に記載の充電均等化システム。

10

【請求項 1 2】

前記第3のダイオード( $D_{10i}$ )、および前記第4のダイオード( $D_{20i}$ )は、同一のインダクタ( $L_{10i}$ )に接続されていることを特徴とする、請求項9に記載の充電均等化システム。

【請求項 1 3】

前記充電デバイス(5)は、カソードが前記インダクタ( $L_{10i}$ )の前記第1の端子に接続され、アノードが前記接続されたアキュムレータステージの前記負極( $N_i$ )に接続されている、少なくとも1つの第5のダイオード( $D_{100i}$ )をさらに備えることを特徴とする、請求項12に記載の充電均等化システム。

【請求項 1 4】

20

前記充電デバイス(5)は、充電段階の間は、前記接続されたアキュムレータステージ( $E_{t_i}$ )の電圧レベルおよび電池(1)の電圧レベルとは無関係に、不連続導電のもとで動作するように構成され、

前記電池(1)は、直列に接続された少なくとも2つの前記アキュムレータステージ( $E_{t_i}$ )を備えていることを特徴とする、請求項1～13のいずれか1項に記載の充電均等化システム。

【請求項 1 5】

前記アキュムレータ( $A_{ij}$ )が、リチウムイオンタイプであるか、または電池が、スーパーキャパシタを含むことを特徴とする、請求項1～13のいずれか1項に記載の充電均等化システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気化学アキュムレータ電池のための充電均等化システムに関する。特に、電気転送システム、ハイブリッド転送システム、および搭載システムの分野で使用することができる電気化学アキュムレータ電池のための均等化システムに関する。本発明は、特に、ここで述べる応用に適するリチウムイオン( $L_i$ イオン)タイプの電池に関する。これは、リチウムイオンタイプの電池は、小さな質量で高いエネルギーを蓄積できる可能性があるからである。本発明はまた、スーパーキャパシタに対しても適用可能である。

【背景技術】

40

【0002】

電気化学アキュムレータは、数ボルト程度の値の公称電圧値を有する。より正確に言うと、燐酸鉄に基づいた $L_i$ イオン電池では、3.3Vであり、また、酸化コバルトに基づいた $L_i$ イオン技術を使用すれば、4.2Vが得られる。この電圧が、給電されるべきシステムの要求条件と比較して低過ぎる場合には、いくつかのアキュムレータを直列に接続して配置する。また、直列に接続した各アキュムレータを、並列に接続して配置することも可能である。複数のアキュムレータを並列に接続することにより、利用可能な容量が増大し、より大きな電流および電力を供給することができる。従って、並列に接続したアキュムレータは、ステージを形成する。1つのステージは、最も小さい場合で1つのアキュムレータから構成される。これらのステージを直列に接続して、所望の電圧レベルを得る

50

ことができる。接続されたアキュムレータは、アキュムレータ電池と呼ばれる。

#### 【0003】

アキュムレータの充電または放電が行われると、その端子間電圧は、それぞれ、増大または減衰して行く。アキュムレータは、電気化学的過程によって規定される電圧レベルに到達した時に、充電された、または放電したと考えることができる。いくつかのアキュムレータステージを使用している回路では、それらのステージを通して流れる電流は、同じである。従って、ステージの充電または放電のレベルは、アキュムレータの本来固有の特性に依存する。すなわち、電解質の、または電極と電解質との間の、本来固有の容量と、直列および並列の内部寄生抵抗とに依存する。従って、ステージの間の電圧の差は、製造時およびエージングのばらつきによって生ずる可能性がある。

10

#### 【0004】

Liイオン技術のアキュムレータに対しては、閾値電圧と呼ばれる値よりも、高いまたは低い電圧は、アキュムレータを損傷または破壊する可能性がある。例えば、酸化コバルトに基づいたLiイオンアキュムレータの過充電は、それらの熱的暴走を引き起こし、発火させる可能性がある。磷酸鉄に基づいたLiイオンアキュムレータに対しては、過充電は、電解質の分解を引き起こし、それにより、その寿命が低下する、またはアキュムレータに障害を与える可能性がある。大きすぎる放電は、電圧を、例えば2Vよりも低くしてしまい、負電極電流コレクタが銅でできている場合には、主として、その電極の酸化を引き起こし、これによりアキュムレータの障害が発生する。従って、充電および放電している時には、安全性と信頼性の上から、各アキュムレータステージの端子間電圧を監視することが是非とも必要になる。各ステージに並列に接続されたデバイス（監視デバイスと呼ばれる）によって、この機能を確保することができる。

20

#### 【0005】

監視デバイスの機能は、各アキュムレータステージの充電および放電の状態を追尾し、その情報を駆動回路に送信することにより、ステージがその閾値電圧に到達したときには、電池の充電または放電を停止させることである。しかしながら、直列に接続されて配置されているいくつかのアキュムレータステージを有する電池では、最も高く充電されたステージが、その閾値電圧に到達した時に充電が停止されたとしても、他のステージはまだ十分に充電されていない可能性がある。また反対に、最も多く放電したステージが、その閾値電圧に到達した時に放電を停止したとしても、他のステージはまだ十分に放電していない可能性がある。従って、各アキュムレータステージに充電された電気は、最適には利用されてはおらず、これは、高い自律性が要求される転送タイプおよび搭載タイプの応用においては、重要な問題である。この問題を緩和するために、一般的に均等化デバイスには監視デバイスが接続されている。

30

#### 【0006】

従って、均等化デバイスの機能は、直列に接続されて構成されているアキュムレータステージの充電および/または放電の状態を、各ステージで同一の状態にすることにより、電池の充電と、動作の自律性とを最適にすることである。均等化デバイスには、2つのカテゴリが存在する。これらは、エネルギー消費均等化デバイス、およびエネルギー転送均等化デバイスと呼ばれるタイプである。

40

#### 【0007】

エネルギー消費均等化デバイスでは、閾値電圧に到達した1つ以上のステージの充電電流をバイパスさせて、抵抗体にエネルギーを消費させることにより、ステージの端子間電圧を、を均一にするものである。この変形として、閾値電圧に到達した1つ以上のステージを放電させることにより、ステージの端子間電圧を均一にするというデバイスもある。しかしながら、これらのエネルギー消費均等化デバイスは、電池を充電するために必要なエネルギーよりも多くのエネルギーが消費されるということが主要な欠点である。実際、この回路では、いくつかのアキュムレータを放電させ、またはいくつかのアキュムレータでは充電電流を変化させることにより、まだ十分には充電されていない、最後の1つまたは複数のアキュムレータの充電を完了させるということが必要になる。従って、充電を

50

完了するまでに必要なエネルギーよりも、ずっと多くのエネルギーが消費される可能性がある。さらに、過剰なエネルギーは熱として消費され、これは、転送タイプおよび搭載タイプの応用の中で一体化しようとする場合の制約条件には適合しないものである。また、温度上昇によって、アキュムレータの寿命は、大幅に短縮される。

【0008】

エネルギー転送均等化デバイスでは、アキュムレータ電池または補助エネルギーネットワークと、アキュムレータステージとの間でエネルギーの交換を行う。

【0009】

例えば、特許文献1には、1つのデバイスが開示されている。このデバイスは、いくつかの出力を有する「フライバック」構造を通して、補助ネットワークからステージへ、エネルギーを転送することができ、また、蓄積要素として結合インダクタを使用している。結合インダクタは、特定の構成要素である。その理由は、この結合インダクタは、この応用に対して専用の構成要素であるからである。このような構成要素にかかる経費は、実行するべき機能に対して、余りにも高いものになる。

10

【0010】

特許文献2には、別のデバイスが開示されている。このデバイスは、ステージから電池へ、エネルギーを転送することができ、この場合には、蓄積要素としてアキュムレータ毎に1つのインダクタを使用している。しかしながら、このデバイスは、転送タイプおよび搭載タイプの利用における電池の均等化に対して、最適なエネルギー転送を選択しているものではない。実際、電池の充電の完了は、最後に閾値電圧に到達したステージによって決定される。電池の充電を完了するために、1つ以上のステージからエネルギーがタップオフされて、エネルギーは全てのステージに戻ってくる。従って、1つ以上のアキュムレータステージが十分な充電の僅かに手前にある場合に、エネルギーは、エネルギーを必要とするステージに優先的に転送されるのではなく、エネルギーがタップオフされたステージにも等しく転送される。従って、充電の終了時に、全てのステージからエネルギーをタップオフすることにより、各ステージの充電電圧が高過ぎないようにする均等化が必要になる。従って、この場合の均等化では、動作する変換器の数が多いので、高い損失が伴う。さらに、電流の無効な交流または直流成分が、既に充電を完了したアキュムレータを通過することになる。

20

【先行技術文献】

30

【0011】

【特許文献】

【特許文献1】 米国特許第5659237号明細書

【特許文献2】 中国特許第1905259号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

従って、本発明の目的は、従来技術のこれらの欠点を示さない、改善された充電均等化デバイスを提案することである。

【課題を解決するための手段】

40

【0013】

本発明の主題は、充電均等化システムであり、この充電均等化システムは、直列に接続された、少なくとも2つのアキュムレータステージ( $E_{t_{\perp}}$ )を備える充電均等化システムであって、各アキュムレータステージ( $E_{t_{\perp}}$ )は、アキュミュレータステージ( $E_{t_{\perp}}$ )の負極( $N_{\perp}$ )と正極( $P_{\perp}$ )の間に配置された少なくとも1つのアキュムレータ( $A_{i,j}$ )を備えるシステムにおいて、

- 少なくとも1つの正端子( $v_2$ )と、少なくとも1つの負端子( $v_1$ )とを備える、電圧発生器(7)と、

- 各アキュムレータステージ( $E_{t_{\perp}}$ )に接続され、電圧発生器(7)から給電される充電デバイス(5)であって、

50

・少なくとも1つのインダクタ( $L_{1\perp}$ 、 $L_{2\perp}$ 、 $L_{10\perp}$ )と、  
・第1の端子が電圧発生器(7)の端子( $v_2$ 、 $v_1$ )に接続され、第2の端子が接続されたインダクタ( $L_{1\perp}$ 、 $L_{10\perp}$ )に接続されている、第1のキャパシタ( $C_{1\perp}$ )と、

・第1の端子が電圧発生器(7)の端子( $v_1$ 、 $v_2$ )に接続され、第2の端子が接続されたインダクタ( $L_{2\perp}$ 、 $L_{10\perp}$ )に接続されている、第2のキャパシタ( $C_{2\perp}$ )と、

・アノードが、接続されたアキュムレータステージの負極( $N_{\perp}$ )に接続され、カソードが、第1のキャパシタ( $C_{1\perp}$ )の第2の端子に接続されている、第1のダイオード( $D_{1\perp}$ )と、  
10

・アノードが、接続されたアキュムレータステージの負極( $N_{\perp}$ )に接続され、カソードが、第2のキャパシタ( $C_{2\perp}$ )の第2の端子に接続されている、第2のダイオード( $D_{2\perp}$ )と、

・アノードが接続されたアキュムレータステージの負極( $N_{\perp}$ )に接続され、かつ接続されたインダクタ( $L_{1\perp}$ 、 $L_{2\perp}$ 、 $L_{10\perp}$ )の1つの端子に接続された少なくとも1つのダイオード( $D_{1\perp}$ 、 $D_{2\perp}$ ； $D_{11\perp}$ 、 $D_{21\perp}$ ； $D_{100\perp}$ )であって、ダイオード( $D_{1\perp}$ 、 $D_{2\perp}$ ； $D_{11\perp}$ 、 $D_{21\perp}$ ； $D_{100\perp}$ )がオンの時に、充電電流が接続されたアキュミュレータステージ、ダイオード( $D_{1\perp}$ 、 $D_{2\perp}$ ； $D_{11\perp}$ 、 $D_{21\perp}$ ； $D_{100\perp}$ )、および接続されたインダクタ( $L_{1\perp}$ 、 $L_{2\perp}$ 、 $L_{10\perp}$ )を通るようになっているダイオードと、  
20

・インダクタ( $L_{1\perp}$ 、 $L_{2\perp}$ 、 $L_{10\perp}$ )に接続され、かつ接続されたアキュムレータステージの電極( $P_{\perp}$ )に接続されている、少なくとも1つのスイッチ( $SW_{1\perp}$ 、 $SW_{11\perp}$ )であって、充電デバイス(5)の接続されたスイッチ( $SW_{1\perp}$ 、 $SW_{11\perp}$ )、インダクタ( $L_{1\perp}$ 、 $L_{2\perp}$ 、 $L_{10\perp}$ )およびキャパシタ( $C_{1\perp}$ 、 $C_{2\perp}$ )が、電圧発生器(7)の端子( $v_2$ 、 $v_1$ )と接続されたアキュミュレータステージの電極との間に直列に接続されているスイッチとを備える充電デバイス(5)と、

- 制御デバイス(3)であって  
・導電時間に、電圧発生器(7)の端子( $v_2$ 、 $v_1$ )間の電圧変化を加え、充電されるべきアキュムレータステージ( $E_{t\perp}$ )に接続された充電デバイス(5)のスイッチ( $SW_{1\perp}$ 、 $SW_{11\perp}$ )を閉塞することにより、電圧発生器(7)から給電された次第に増大する電源電流が、インダクタ( $L_{1\perp}$ 、 $L_{2\perp}$ 、 $L_{10\perp}$ )およびスイッチ( $SW_{1\perp}$ 、 $SW_{11\perp}$ )を通って流れるようにし、かつ接続されたインダクタ( $L_{1\perp}$ 、 $L_{2\perp}$ 、 $L_{10\perp}$ )にエネルギーを蓄えるようにし、  
30

・導電時間の終了時に、接続されたインダクタ( $L_{1\perp}$ 、 $L_{2\perp}$ 、 $L_{10\perp}$ )を通つて流れる電源電流を遮断し、

インダクタ( $L_{1\perp}$ 、 $L_{2\perp}$ 、 $L_{10\perp}$ )および接続されたダイオード( $D_{1\perp}$ 、 $D_{2\perp}$ ； $D_{11\perp}$ 、 $D_{21\perp}$ ； $D_{100\perp}$ )に減少する充電電流を循環させることにより、接続されたインダクタ( $L_{1\perp}$ 、 $L_{2\perp}$ 、 $L_{10\perp}$ )に蓄えられたエネルギーのアキュムレータステージ( $E_{t\perp}$ )への転送が可能となるように構成された制御デバイス(3)、  
40

#### 【0014】

本発明の充電均等化システムは、次に示す特徴の中の1つ以上を、個別に、または組み合わせて具備することができる。

- 前記システムは、カソードが前記インダクタの第1の端子に接続され、アノードが前記少なくとも1つの第1のダイオードのカソードに接続されている、少なくとも1つの第3のダイオードと、カソードが前記インダクタの第1の端子に接続され、アノードが前記少なくとも1つの第2のダイオードのカソードに接続されている、少なくとも1つの第4のダイオードとをさらに含んでいる。

- 前記少なくとも1つの第3のダイオードは、第1のインダクタに接続され、前記少なくとも1つの第4のダイオードは第2のインダクタに接続されている。  
50

- 前記充電デバイスは、カソードが前記第1のインダクタの第1の端子に接続され、アノードが、対応したアキュムレータステージの負極に接続されている、少なくとも1つの第5のダイオードと、カソードが前記第2のインダクタの第1の端子に接続され、アノードが、対応したアキュムレータステージの負極に接続されている、少なくとも1つの第6のダイオードとを更に含んでいる。

- 前記少なくとも1つの第3のダイオード、および前記少なくとも1つの第4のダイオードは、1つかつ同一のインダクタに接続されている。

- 前記充電デバイスは、カソードが前記インダクタの第1の端子に接続され、アノードが、対応したアキュムレータステージの負極に接続されている、少なくとも1つの第5のダイオードとをさらに含んでいる。 10

- 前記充電デバイスは、充電段階では、対応したアキュムレータステージの電圧レベルと電池の電圧レベルとには無関係に、不連続導電のもとで動作するように構成されている。

- アキュムレータは、リチウムイオンタイプである。

- 電池は、スーパーキャパシタを含んでいる。

#### 【0015】

本発明のその他の特徴および利点は、例示的かつ非限定的な例として示す、以下の記述を読み、また添付の図面を参照することによって、より明らかになると思う。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0016】

【図1】アキュムレータステージの直列接続を含む電池と、この電池のための充電均等化システムとを示す図であり、充電均等化システムは、アキュムレータステージごと1つの充電デバイスと電圧発生器とを含んでいる。

【図2】各充電デバイスに対する電圧発生器を含む、図1に示す均等化システムの1つの変形を示す図である。

【図3】要素モジュールごと1つの電圧発生器を含む、図1に示す均等化システムの別の変形を示す図であり、要素モジュールは、直列に接続された所定の数のアキュムレータステージを含んでいる。

【図4】要素モジュールごと更なる充電デバイスを含む、図3に示す均等化システムの別の変形を示す図である。 30

【図5a】等化システムのための充電デバイスの第1の実施形態を示す図である。

【図5b】図5aに示す充電デバイスの実施形態に対する第1の変形を示す図である。

【図5c】図5aに示す充電デバイスの実施形態に対する第2の変形を示す図である。

【図6】図5a～図5c、図11、図12、および図13に示す充電デバイスに接続される電圧発生器の典型的な実施形態を示す図である。

【図7】図6に示す電圧発生器の実施形態の変形を示す図である。

【図8】図6に示す電圧発生器の実施形態の第2の変形を示す図である。

【図9】図6に示す電圧発生器の実施形態の第3の変形を示す図である。 40

【図10】図5a、図5b、および図5cに示す充電デバイスにおける種々の電流の変化を時間の関数として示す図である。

【図11】均等化システムのための充電デバイスの第2の実施形態を示す図である。

【図12】均等化システムのための充電デバイスの第3の実施形態を示す図である。

【図13】均等化システムのための充電デバイスの第4の実施形態を示す図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0017】

これらの図においては、実質的に同一の要素には、同じ符号を付してある。

#### 【0018】

図1は、アキュムレータ電池1を示す。この電池1は、直列に接続されたNステージ(

$E_{t_i}$  で示す) から構成されている。各ステージ  $E_{t_i}$  は、1つのアキュムレータまたは並列に接続された複数のアキュムレータ ( $A_{i,j}$ ) から構成されている。ここで、下添え字  $i$  は、ステージの数を表し、この下添え字  $i$  は、図1に示された例では、1からNまで変化する。また、下添え字  $j$  は、所与のステージの中の各アキュムレータの数を表し、この下添え字  $j$  は、ここに示された例では、1からMまで変化する。1つかつ同一のステージ  $E_{t_i}$  の各アキュムレータ  $A_{i,j}$  の端子は、電気接続により互いに結合されており、各ステージ  $E_{t_i}$  もまた、電気接続によって隣接したステージ  $E_{t_{i+1}}$  に結合している。

【0019】

本発明の主題は、上記で述べたアキュムレータ電池1のための充電均等化システム2に10  
関し、アキュムレータ電池1は、直列に接続された少なくとも2つのステージ  $E_{t_i}$  を含んでいる。

【0020】

更に、充電均等化システム2は、制御デバイス3、および複数の同一の充電デバイス5を含んでいる。充電デバイス5は、それぞれ、アキュムレータステージ  $E_{t_i}$ 、および1つの電圧発生器7(図1)または複数の電圧発生器7(図2、図3、および図4)に接続されている。

【0021】

充電デバイス5および電圧発生器7は、制御デバイス3によって制御される。

【0022】

均等化システム2は、各ステージ  $E_{t_i}$  の電圧を測定し、電圧情報を制御デバイス3に20  
転送するための電圧測定デバイス(図示せず)をさらに含むことができる。制御デバイス3は、この電圧情報に基づいて、アキュムレータステージ  $E_{t_i}$  は充電されるべきか否かを判定することができ、従って、アキュムレータステージに並列に接続された充電デバイス5とそれに対応する電圧発生器7を制御することができる。

【0023】

充電デバイス5は、一方は、各アキュムレータステージ  $E_{t_i}$  の負極( $N_i$ で示されている)と正極( $P_i$ で示されている)とに接続され、他方は、1つ以上の電圧発生器7の正極( $v_2$ で示されている)と負極( $v_1$ で示されている)とに接続されている。

【0024】

単一の電圧発生器7が使用される場合(図1)には、電圧発生器7は、全ての充電デバイス5に接続される。

【0025】

複数の電圧発生器7が使用される場合には、電圧発生器7の数がステージ  $E_{t_i}$  の数に等しければ、各電圧発生器7は、1つの充電デバイス5に接続される。その例が、図2に示されている。

【0026】

図3に示されている別の代替的実施形態のように、電圧発生器7の数がステージ  $E_{t_i}$  の数よりも少ない場合には、電圧発生器7は、複数の充電デバイス5に接続することができる。

【0027】

例として、電気車両の場合のように、直列に接続された非常に多くの数のアキュムレータステージ  $E_{t_i}$  が使用される場合(例えば、100個のアキュムレータが直列に接続される場合)には、電池1は、要素モジュール9(図3)の直列接続で構成することができる。この場合、各要素モジュール9は、例えば、直列に接続された10ないし12のアキュムレータステージ  $E_{t_i}$  を含んでいる。従って、電圧発生器7は、10ないし12の要素の端子の両端に接続される。ダイオードおよび制御スイッチの絶縁耐圧は、Liイオン電池の技術によって決まり、約45Vから60Vである。この値は、半導体分野では、規格化された絶縁耐圧値である。電気車両に対する場合のように、非常に多くの数の要素モジュール9を維持することが容易になる。

【0028】

10

20

30

40

50

さらに、アキュムレータステージ  $E_{\perp}$  ごとの充電デバイス 5 に加えて、直列に接続された N ステージに対して 1 つの充電デバイス 5 を使用する構成とすることも可能である。これは、図 4 に示されている。この変形によって、これら N 個の隣接したステージの間で、従って直列に接続された要素モジュール 9 の間で、エネルギーを転送することが可能になる。この場合には、1 つ以上の追加的な電圧発生器 7 を使用して、N 個のステージの端子に接続された充電デバイス 5 に対してエネルギーを供給する。

#### 【0029】

電圧発生器 7 は、充電デバイス 5 に対して電圧パルスを供給する。この電圧パルスは、正または負の電圧パルスであるか、または正極性および負極性を有する電圧パルス、更には、異なる波形（例えば、矩形波または正弦波）である。

10

#### 【0030】

次に、充電均等化システム 2 の種々の実施形態について説明する。

##### [第 1 の実施形態]

#### 【0031】

##### [充電デバイス]

図 5 a に示すように、第 1 の実施形態においては、充電デバイス 5 は、

- 第 1 のインダクタ  $L_{1\perp}$  と、
- 第 2 のインダクタ  $L_{2\perp}$  と、
- 第 1 の端子が電圧発生器 7 の極  $v_2$  に接続され、第 2 の端子が第 1 のインダクタ  $L_{1\perp}$  の第 1 の端子に接続されている、第 1 のキャパシタ  $C_{1\perp}$  と、
- 第 1 の端子が電圧発生器 7 の極  $v_1$  に接続され、第 2 の端子が第 2 のインダクタ  $L_{2\perp}$  の第 1 の端子に接続されている、第 2 のキャパシタ  $C_{2\perp}$  と、
- アノードおよびカソードが、それぞれ、ステージの極  $N_{\perp}$  およびキャパシタ  $C_{1\perp}$  の第 2 の端子に接続されている、第 1 のダイオード  $D_{1\perp}$  と、
- アノードおよびカソードが、それぞれ、ステージの極  $N_{\perp}$  および第 2 のインダクタ  $L_{2\perp}$  の第 1 の端子に接続されている、第 2 のダイオード  $D_{2\perp}$  と、
- 第 1 の端子が 2 つのインダクタ  $L_{1\perp}$  および  $L_{2\perp}$  の第 2 の端子に接続され、第 2 の端子がアキュムレータステージの極  $P_{\perp}$  に接続されているスイッチ  $SW_{1\perp}$ （例えば、MOSFETトランジスタ）とを含んでいる。

20

#### 【0032】

30

この充電デバイス 5 は、正電圧および負電圧の矩形波を供給する電圧発生器 7 とともに使用されるようになっている。

#### 【0033】

充電デバイス 5 のこの実施形態に対するスイッチ  $SW_{1\perp}$  を異なる位置に置いた例を、図 5 b および図 5 c に示す。

#### 【0034】

図 5 b では、スイッチ  $SW_{1\perp}$  は、その第 1 の端子は、電圧発生器 7 の正極  $v_2$  に接続され、その第 2 の端子は、第 1 のキャパシタ  $C_{1\perp}$  の第 1 の端子に接続されている。2 つのインダクタ  $L_{1\perp}$  および  $L_{2\perp}$  は、アキュムレータステージの極  $P_{\perp}$  に接続されている。

40

#### 【0035】

図 5 c では、スイッチ  $SW_{1\perp}$  の第 1 の端子は、第 1 のキャパシタ  $C_{1\perp}$  の第 2 の端子に接続され、スイッチ  $SW_{1\perp}$  の第 2 の端子は、第 1 のダイオード  $D_{1\perp}$  のカソードに接続されている。

#### 【0036】

さらに、図 5 b および図 5 c に示すように、追加的なスイッチ  $SW_{11\perp}$  は、電圧発生器 7 の出力  $v_1$  および第 2 のキャパシタ  $C_{2\perp}$  の第 1 の端子（図 5 b）に、または、第 2 のキャパシタ  $C_{2\perp}$  の第 2 の端子および第 2 のダイオード  $D_{2\perp}$  のカソード（図 5 c）に接続される。

#### 【0037】

50

スイッチ SW 1<sub>1</sub>を、これらの2つの他の可能な位置（例として、図5bおよび5cに示されている）に置くことによって、充電デバイス5のスイッチ SW 1<sub>1</sub>が開放状態になって電圧発生器7が制御されているときに、電圧発生器7の構成要素と充電デバイス5の構成要素との間でエネルギーの交換が行われることを回避することができる。

【0038】

制御デバイス3によって、スイッチ SW 1<sub>1</sub>および/またはスイッチ SW 11<sub>1</sub>（スイッチ SW 11<sub>1</sub>が存在する場合には）を開閉することが可能になる。

【0039】

上記で述べた充電デバイス5は、連続導電状態、また不連続導電状態のどちらにおいても、同様に良好に動作する。

10

【0040】

不連続導電状態において動作することが望ましい。その理由は、その方が充電デバイス5の実施が容易であり、また費用も低くて済むからである。

【0041】

実際、不連続導電モードでは、インダクタ L 1<sub>1</sub>を通して流れる電流は、充電デバイス5の各動作期間Tの前にはゼロになるようになっている。電圧発生器7がエネルギーを供給しているときには、インダクタ L 1<sub>1</sub>を通して流れる電流の値は、インダクタ L 1<sub>1</sub>の両端に印加された電圧と、インダクタ L 1<sub>1</sub>の中にエネルギーが蓄積される時間と、インダクタ L 1<sub>1</sub>の値とから導き出すことができる。これに引き続いて、電圧発生器7を、固定した導電時間で制御することができる。

20

【0042】

別の実施形態は、各充電デバイス5に対して、それぞれのダイオードの代わりに、1つの制御スイッチを使用することである。これにより、同期型と呼ばれる整流が可能になる。構成要素が導通状態の時の電圧降下が減少することにより、充電デバイス5の効率を上昇させることができる。

[電圧発生器]

【0043】

出力として正電圧と負電圧とを有する矩形波を生成する、電圧発生器7の種々の実施形態を、図6～図9に示す。

【0044】

30

電圧発生器7は、要素モジュール9の端子、また電池1の端子、さらには、補助電源（例えば、12V車両電源）に接続することもできる。

【0045】

電圧発生器の第1の典型的な実施形態では、完全ブリッジを使用する。この完全ブリッジは、4つのスイッチ SW 2<sub>1</sub>～SW 5<sub>1</sub>と、変成器 T 1<sub>1</sub>（図6に示す）、または変成器 T 1<sub>1</sub>の変形（図7に示す）とを有する。この変形例においては、変成器 T 1<sub>1</sub>は、1つの1次巻線と複数の2次巻線とから構成されている。

【0046】

複数の2次巻線を使用することによって、充電デバイス5のキャパシタの絶縁耐圧を減少させることができる。

40

【0047】

電圧発生器7の第2の典型的な実施形態を図8に示す。この実施形態では、2つのスイッチ SW 2<sub>1</sub>およびSW 3<sub>1</sub>を有するハーフブリッジと変成器 T 1<sub>1</sub>とを使用している。変成器 T 1<sub>1</sub>の1次巻線は、2つのスイッチ SW 2<sub>1</sub>およびSW 3<sub>1</sub>の中点と、2つのキャパシタ C 4<sub>1</sub>およびC 5<sub>1</sub>の中点との間に接続されている。

【0048】

この第2の典型的な実施形態は、第1の例と比較して、スイッチの数を減少させることができ、また、変成器 T 1<sub>1</sub>の1次巻線に直列に接続されたキャパシタ C 4<sub>1</sub>およびC 5<sub>1</sub>によって、スイッチに対する制御シーケンスの不均衡による、変成器の飽和が生ずる危険を防ぐことができるという利点を有する。

50

## 【0049】

電圧発生器の第3の典型的な実施形態では、1次巻線のところに中点を有する変成器T<sub>1</sub>と2つのスイッチSW<sub>2</sub>とおよびSW<sub>3</sub>とを使用している(図9)。この第3の典型的な実施形態の利点は、2つのスイッチSW<sub>2</sub>とおよびSW<sub>3</sub>の制御に対して、共通の基準があるということである。

## 【0050】

いずれの電圧発生器7を使用する場合でも、スイッチSW<sub>2</sub>とおよびSW<sub>3</sub>の導電時間は、各充電デバイス5が不連続導電状態の中で動作するように定めることができる。

## [動作]

## 【0051】

10

次に、充電デバイス5と電圧発生器7とを含む充電等化システム2の動作について説明する。この充電デバイス5は、例として、図5aに第1の実施形態として示されており、また電圧発生器7は図8に示されている。

## 【0052】

充電デバイス5によって、充電されている特定のステージにおける充電動作を追尾することが可能になる。以前に説明した理由から、不連続導電状態の中で動作するように設定することが望ましい。

## 【0053】

例えば、制御デバイス3がステージE<sub>t</sub>に対するエネルギーの転送を制御するときには、これを例えば、ステージE<sub>t</sub>に転送するとすれば、対応するステージE<sub>t</sub>と並列に接続されている充電デバイス5のスイッチSW<sub>1</sub>は、制御デバイス3によって閉塞される。

20

## 【0054】

充電デバイス5に給電している電圧発生器7もまた、制御デバイス3によって活性化される。

## 【0055】

各ステージと並列に接続されている充電デバイス5のスイッチSW<sub>1</sub>が開放状態である限り、ステージE<sub>t</sub>に直列に接続されているステージは、充電されない。

## 【0056】

充電デバイス5が動作状態に設定され、電圧発生器7が事前に動作している場合には、スイッチSW<sub>1</sub>の閉塞速度を、ステージに過大な電流を供給しないように制御されなければならない

30

## 【0057】

スイッチがブロック状態にあり、かつこの状態の時にいずれの電流も通過させないという場合には、スイッチは完全であると考えられる。

## 【0058】

図5a、図8、および図10に示すように、導電時間t<sub>1</sub>の間は、電圧発生器7の端子v<sub>2</sub>と端子v<sub>1</sub>との間には、正電圧が印加される。

## 【0059】

スイッチSW<sub>2</sub>は閉塞され、スイッチSW<sub>3</sub>は開放されている。従って、電圧発生器7は、スイッチSW<sub>2</sub>が閉塞され、スイッチSW<sub>3</sub>が開放されている間は、正電圧の矩形波を供給する。

40

## 【0060】

時間t<sub>1</sub>の間は、エネルギーは、インダクタL<sub>1</sub>の中に蓄えられる。インダクタL<sub>1</sub>を通して流れる電流は、その端子に印加された電圧に比例して増加する。この電圧は、変成器T<sub>1</sub>の2次巻線の電圧から、充電されているステージE<sub>t</sub>の電圧を差し引いた値と近似的に等しい。

## 【0061】

電流は、ステージE<sub>t</sub>だけを通して流れる。

## 【0062】

50

動作状態にある充電デバイス 5 のキャパシタ  $C_{1\perp}$  および  $C_{2\perp}$  を通して流れる電流は、インダクタ  $L_{1\perp}$  を通して流れる電流と等しい。キャパシタ  $C_{1\perp}$  および  $C_{2\perp}$  は、十分に大きな値を有するので、インダクタ  $L_{1\perp}$  および  $L_{2\perp}$  の端子間の電圧を殆ど一定値に保つために必要な電流を送ることができる。

【0063】

この時間  $t_1$  の間は、充電デバイス 5 の第 2 のダイオード  $D_{2\perp}$  は、導通状態となり、第 1 のダイオード  $D_{1\perp}$  はブロック状態になる。

【0064】

時間  $t_1$  の後に、電圧発生器 7 のスイッチ  $SW_{2\perp}$  は開放される。

【0065】

この時刻に、インダクタ  $L_{1\perp}$  を流れる電流は、ピーク値  $I_{pic}$  に到達する。このピーク値  $I_{pic}$  は、電圧発生器がエネルギーを供給しているときにインダクタ  $L_{1\perp}$  の両端に印加された電圧に、 $t_1$  を乗じてインダクタ  $L_{1\perp}$  の値で割った値と近似的に等しい。この公式は、充電デバイス 5 の各動作期間の前には、インダクタを流れる電流がゼロであると考えられる限り、近似的に成り立つ。

【0066】

時間  $t_1$  の後で、動作期間の半分の時間 ( $T/2$ ) の間は、電圧発生器 7 は、ステージ  $E_{t\perp}$  の充電デバイス 5 の端子  $v_2$  および  $v_1$  に対して、電圧値ゼロを与える(図 6 および図 9)か、または電圧を与えない(図 8)。スイッチ  $SW_{3\perp}$  および  $SW_{2\perp}$  は開放状態である。インダクタ  $L_{1\perp}$  を通して流れる電流は、その両端子に印加された電圧に比例して減少する。

【0067】

この段階にある間は、第 2 のダイオード  $D_{2\perp}$  はブロック状態にある。

【0068】

インダクタ  $L_{1\perp}$  および  $L_{2\perp}$  を通して流れる電流が、互いに打ち消されてその和がゼロになるまで、第 1 のダイオード  $D_{1\perp}$  は、導通状態にある。従って、第 1 のダイオード  $D_{1\perp}$  は、インダクタ  $L_{1\perp}$  を通して電流を流し、またインダクタ  $L_{2\perp}$  を通しても電流を流す。インダクタ  $L_{2\perp}$  を通して流れる電流は、変成器の 2 次巻線のインピーダンスが、インダクタ  $L_{1\perp}$  および  $L_{2\perp}$  のインピーダンスと比較して、十分に大きな値である限り、この段階の間は、一定であると考えられる。インダクタ  $L_{2\perp}$  を通して流れる電流は、変成器磁化電流と等しい。これは、図 10 では  $I_m$  で示されている。

【0069】

第 1 のダイオード  $D_{1\perp}$  がブロック状態であるときには、インダクタ  $L_{2\perp}$  を通して流れる電流は、もはやステージを通しては流れず、その値は、インダクタ  $L_{1\perp}$  を通して反対方向に流れる電流値に等しくなる。

【0070】

半分の期間  $T/2$  の後で、時間  $T/2$  に時間  $t_1$  を加えた時刻までは、電圧発生器の端子  $v_2$  および  $v_1$  の間には、負電圧が印加される。スイッチ  $SW_{3\perp}$  は閉塞され、スイッチ  $SW_{2\perp}$  は開放される。エネルギーはインダクタ  $L_{2\perp}$  の中に蓄えられる。インダクタ  $L_{2\perp}$  を通して流れる電流は、その両端に印加された電圧に比例して増加する。電流は、充電状態にあるステージ  $E_{t\perp}$  を通してのみ流れる。動作状態にある充電デバイスのキャパシタ  $C_{1\perp}$  および  $C_{2\perp}$  を通して流れる電流は、インダクタ  $L_{2\perp}$  を通して流れる電流と等しい。

【0071】

この段階の間は、第 1 のダイオード  $D_{1\perp}$  は、導通状態にある。第 2 のダイオード  $D_{2\perp}$  は、ブロック状態にある。

【0072】

時間  $T/2$  プラス  $t_1$  の後には、スイッチ  $SW_{3\perp}$  は開放される。この時刻に、インダクタ  $L_{2\perp}$  を流れる電流は、ピーク値  $I_{pic}$  に到達する。このピーク値  $I_{pic}$  は、電圧発生器 7 がエネルギーを供給しているときにインダクタ  $L_{2\perp}$  の両端に印加された電圧

10

20

30

40

50

に、 $t_1$ を乗じてインダクタの値で割った値に近似的に等しい。以前と同様に、この公式は、充電デバイス5の各動作時間の前には、インダクタを流れる電流がゼロであると考えられる限り、近似的に成り立つ。

【0073】

時間( $T/2 + t_1$ )の後は、期間Tの最後まで、電圧発生器7は、ステージE $t_1$ の充電デバイス5の端子v2およびv1の間に、電圧値を与えない。スイッチSW3 $_1$ およびSW2 $_1$ は、開放状態にある。インダクタL2 $_1$ を通して流れる電流は、その両端に印加された電圧に比例して減少する。

【0074】

この段階の間は、第1のダイオードD1 $_1$ はブロック状態にある。

10

【0075】

充電状態にあるインダクタL1 $_1$ およびL2 $_1$ を通して流れる電流が、打ち消し合って合計がゼロになるまで、第2のダイオードD2 $_1$ は、導通状態にある。第2のダイオードD2 $_1$ は、インダクタL2 $_1$ を通して電流を流し、またインダクタL1 $_1$ を通して電流を流す。インダクタL1 $_1$ を通して流れる電流は、変成器磁化電流(I<sub>m</sub>)と等しい。

【0076】

第2のダイオードD2 $_1$ がブロック状態であるときには、インダクタL1 $_1$ を通して流れる電流は、もはやステージを通しては流れず、その値は、インダクタL2 $_1$ を通して反対方向に流れる電流値と等しくなる。

【0077】

20

期間Tの終わりに、スイッチSW1 $_1$ がまだ閉塞状態にある場合には、新しい動作シーケンスが開始される。電圧発生器7は、電池が短絡されることがないように、2つのスイッチSW2 $_1$ およびSW3 $_1$ が、同時にオン状態にはならないように制御される。

[第2の実施形態]

【0078】

図11に示す第2の実施形態においては、充電デバイス5は、

- 第1のインダクタL1 $_1$ に直列にマウントされ、カソードが第1のインダクタL1 $_1$ の第1の端子に接続され、アノードが第1のダイオードD1 $_1$ のカソードに接続されている、第3のダイオードD10 $_1$ と、

- 第2のインダクタL2 $_1$ に直列にマウントされ、カソードが第2のインダクタL2 $_1$ の第1の端子に接続され、アノードが第2のダイオードD2 $_1$ のカソードに接続されている、第4のダイオードD20 $_1$ とを更に含んでいる。

30

【0079】

第2の実施形態における充電デバイス5を有する充電均等化システム2の動作は、第1の実施形態の動作と実質的に同一である。

【0080】

しかしながら、第1のインダクタL1 $_1$ が時間 $t_1$ の間にエネルギーを蓄積しているときには、第2のダイオードD2 $_1$ は導通状態になり、第1のダイオードD1 $_1$ はブロック状態になる。また、第2のインダクタL2 $_1$ に直列にマウントされている第4のダイオードD20 $_1$ もまたブロック状態になって、電流が第2のインダクタL2 $_1$ を通して流れるのを防いでいる。

40

【0081】

同様に、第2のインダクタL2 $_1$ がエネルギーを蓄積するときには、第1のダイオードD1 $_1$ が導通状態になり、第2のダイオードD2 $_1$ はブロック状態になる。そして、第1のインダクタL1 $_1$ と直列にマウントされている第3のダイオードD10 $_1$ もまたブロック状態になって、電流が第1のインダクタL1 $_1$ を通して流れるのを防いでいる。

【0082】

上記のように、スイッチSW3 $_1$ またはSW2 $_1$ が開放になった時に、それぞれ、インダクタL1 $_1$ またはL2 $_1$ の両端に発生する過電圧を防いでいる。

[第3の実施形態]

50

## 【0083】

図12に示す第3の実施形態では、充電デバイス5は、第2の実施形態と比較して、

- カソードが第1のインダクタL1<sub>1</sub>の第1の端子と第3のダイオードD10<sub>1</sub>のカソードとに接続され、アノードが、対応するアキュムレータステージの負極N<sub>1</sub>に接続されている、第5のダイオードD11<sub>1</sub>と、

- カソードが第2のインダクタL2<sub>1</sub>の第1の端子と第4のダイオードD20<sub>1</sub>のカソードとに接続され、アノードが、対応するアキュムレータステージの負極N<sub>1</sub>に接続されている、第6のダイオードD21<sub>1</sub>とを更に含んでいる。

## 【0084】

第3の実施形態における充電デバイス5を有する充電均等化システム2の動作は、第2の実施形態の動作と同一である。しかしながら、第5のダイオードD11<sub>1</sub>と第6のダイオードD21<sub>1</sub>とによって、第2の実施形態と比較して、より高いエネルギー転送効率を得ることができる。この理由は、第3の実施形態では、インダクタL1<sub>1</sub>およびL2<sub>1</sub>を通して流れる電流が減少する時に、エネルギー転送効率は、ダイオードD11<sub>1</sub>またはダイオードD21<sub>1</sub>の単一の閾値に依存するからであり、第2の実施形態におけるように、ダイオードD1<sub>1</sub>およびD10<sub>1</sub>、またはD2<sub>1</sub>およびD20<sub>1</sub>の2つの閾値に依存している場合とは異なるからである。これによって、時刻t1からインダクタを通して流れる電流がゼロになる時刻までのフリーホール段階でのダイオードによる損失が最小になる。このフリーホール段階は、最も長い時間を占めている。

## 【第4の実施形態】

10

## 【0085】

最後に、第4の実施形態を図13に示す。この場合には、充電デバイス5は、第3の実施形態の場合とは異なっている。第4の実施形態では、以前説明したように、第1のインダクタL1<sub>1</sub>および第2のインダクタL2<sub>1</sub>があるのではなく、1つのインダクタL10<sub>1</sub>だけを使用している。

## 【0086】

更に正確に言うと、このインダクタL10<sub>1</sub>は、前の実施形態における2つのインダクタL1<sub>1</sub>およびL2<sub>1</sub>に対応しており、2つのインダクタL1<sub>1</sub>およびL2<sub>1</sub>は、2つの第1の端子が互いに接続されている。並列に接続されていたインダクタL1<sub>1</sub>およびL2<sub>1</sub>は、単一のインダクタL10<sub>1</sub>と置換されている。

20

## 【0087】

第4の実施形態における充電デバイス5を有する均等化システム2の動作は、第3の実施形態における動作と同様であるが、次の点が第3の実施形態とは異なっている。すなわち、第4の実施形態では、電圧発生器7の出力電圧の極性に拘わらず、時間t1の間は、単一のインダクタL10<sub>1</sub>がエネルギーを蓄える。電圧発生器7が、変成器T1<sub>1</sub>の入力をゼロ電圧にするか、または電圧を与えないときにも、単一のダイオードD100<sub>1</sub>によって、インダクタL10<sub>1</sub>を通して流れる電流の連続性が確保される。このダイオードD100<sub>1</sub>は、第3の実施形態と対応させて考えると、並列に接続されている第5のダイオードD11<sub>1</sub>および第6のダイオードD21<sub>1</sub>と対応している。

30

## 【0088】

40

これにより、第3の実施形態と比較して、構成要素の数は減少し、しかも、第3の実施形態と同程度のエネルギー転送効率を発揮させることができる。

## 【符号の説明】

## 【0089】

- 1 アキュムレータ電池
- 2 充電均等化システム
- 3 制御デバイス
- 5 充電デバイス
- 7 電圧発生器
- 9 要素モジュール

50

【図1】

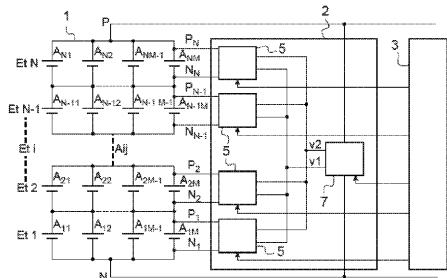


Fig. 1

【図3】

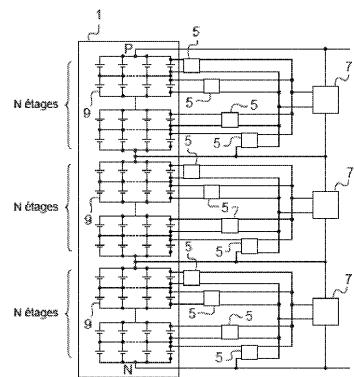


Fig. 3

【図2】

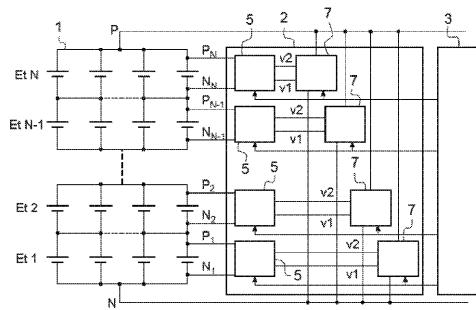


Fig. 2

【図4】

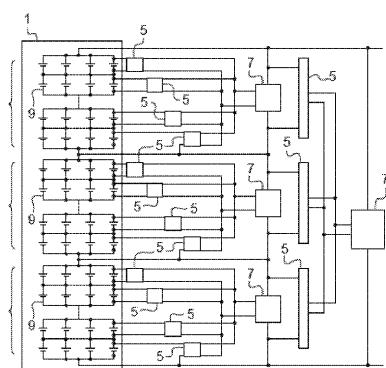


Fig. 4

【図5 b】

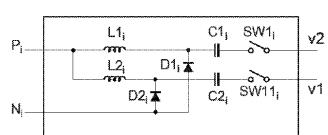


Fig. 5b

【図5 c】

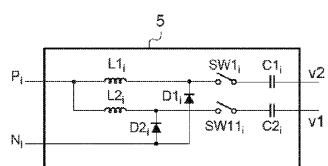


Fig. 5c

【図5 a】

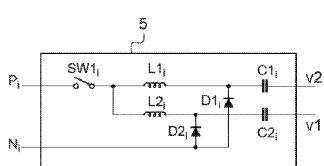


Fig. 5a

【図6】

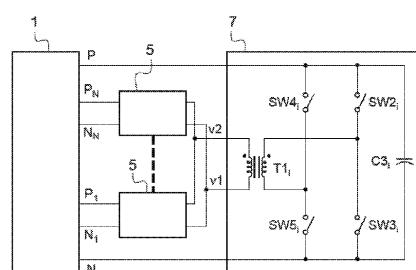


Fig. 6

【図7】

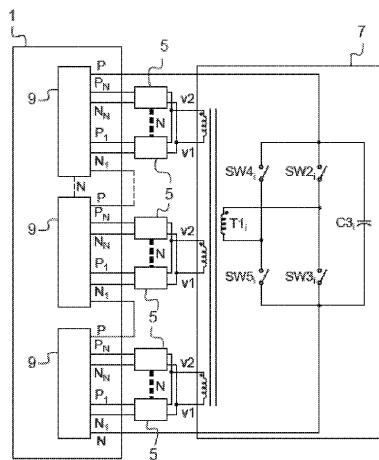


Fig.7

【図8】

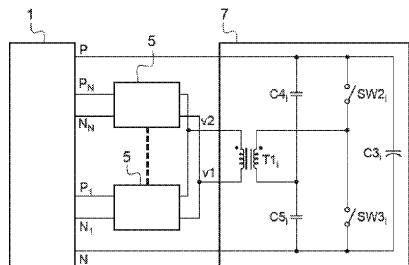


Fig.8

【図9】

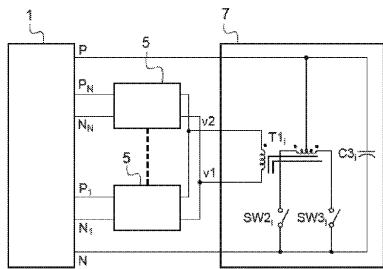


Fig.9

【図10】

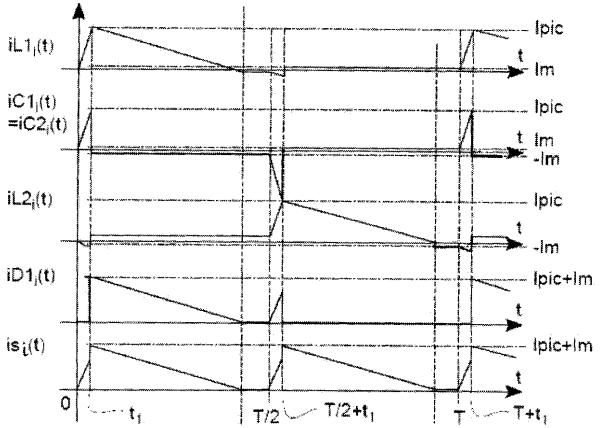


Fig.10

【図11】

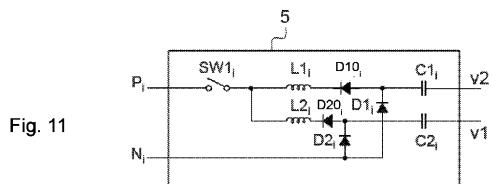


Fig.11

【図12】

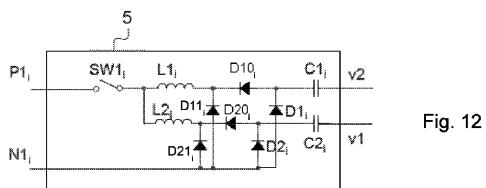


Fig.12

【図13】

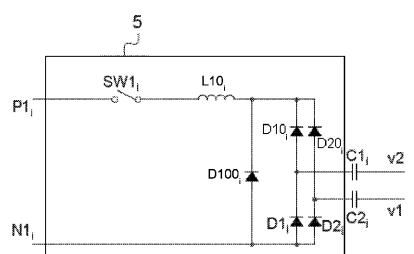


Fig.13

---

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 10/00478

(32)優先日 平成22年2月5日(2010.2.5)

(33)優先権主張国 フランス(FR)

(72)発明者 ダニエル シャトルー

フランス国 エフ - 3 8 4 7 0 テッシュ リュ デュ ブール 6 6 0

(72)発明者 ジュリアン ドーシー

フランス国 エフ - 3 8 1 6 0 シャット ル ジエルヴアン

(72)発明者 エリック フェルナンデス

フランス国 エフ - 3 8 7 6 0 サン ポール ドゥ ヴァルス ロティスマン ル ムーラン

1 6

審査官 高野 誠治

(56)参考文献 米国特許出願公開第2008/0116850(US, A1)

特開2001-008374(JP, A)

特表2006-507790(JP, A)

国際公開第2009/051414(WO, A1)

特開2006-223088(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 02 J 7 / 00 - 7 / 12

H 02 J 7 / 34 - 7 / 36

H 01 M 2 / 10

H 01 M 10 / 44