

(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2015-177718

(P2015-177718A)

(43) 公開日 平成27年10月5日(2015.10.5)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
<b>HO 2 J</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 2 J	7/00	3 O 2 C	5 G 5 0 3	
<b>HO 1 M</b>	<b>10/44</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 2 J	7/00	H	5 H 0 3 0	
<b>HO 1 M</b>	<b>10/48</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1 M	10/44	Q		
			HO 1 M	10/48	P		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2014-54882 (P2014-54882)  
 (22) 出願日 平成26年3月18日 (2014. 3. 18)

(71) 出願人 504157024  
 国立大学法人東北大学  
 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号  
 (74) 代理人 100087480  
 弁理士 片山 修平  
 (74) 代理人 100137615  
 弁理士 横山 照夫  
 (72) 発明者 山村 朝雄  
 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号  
 国立大学法人東北大学内  
 (72) 発明者 坂本 清志  
 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号  
 国立大学法人東北大学内  
 Fターム(参考) 5G503 BA03 BA04 BB01 BB02 BB03  
 BB05 GA01 GD02 HA02  
 最終頁に続く

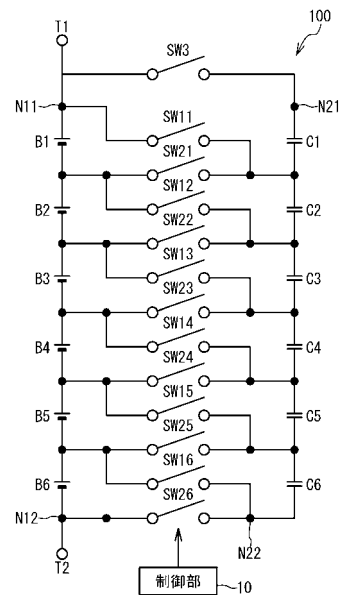
(54) 【発明の名称】 蓄電装置およびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】電池間の端子間電圧を均一化し、かつ大電流放電を可能とすること。

【解決手段】第1端子と第2端子との間に直列に接続された複数の電池と、第1端子と第2端子との間に直列に接続された複数のキャパシタと、電池の第1端子側のノードと対応するキャパシタの第2端子側のノードとの間に接続された複数の第1スイッチと、電池の第2端子側のノードと対応するキャパシタの第2端子側のノードとの間に接続された第2スイッチと、第1端子とキャパシタのうち最も第1端子側のキャパシタの第1端子側のノードとの間に接続された第3スイッチと、電池を第1電流で放電するとき第1スイッチと第2スイッチおよび第3スイッチとを交互にオンおよびオフし、かつ電池を第1電流より大きい第2電流で放電するとき第1スイッチをオフし第2スイッチのうち最も第2端子側の第2スイッチと第3スイッチをオンする制御部と、を具備する蓄電装置。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

第 1 端子と第 2 端子との間に直列に接続された複数の電池と、  
前記第 1 端子と前記第 2 端子との間に直列に接続され、前記複数の電池にそれぞれ対応する複数のキャパシタと、

それぞれが、前記複数の電池のそれぞれの前記第 1 端子側のノードと、前記対応するキャパシタの前記第 2 端子側のノードと、の間に接続された複数の第 1 スイッチと、

それぞれが、前記複数の電池のそれぞれの前記第 2 端子側のノードと、前記対応するキャパシタの前記第 2 端子側のノードと、の間に接続された複数の第 2 スイッチと、

前記第 1 端子と、前記複数のキャパシタのうち最も前記第 1 端子側のキャパシタの前記第 1 端子側のノードと、の間に接続された第 3 スイッチと、

前記複数の電池を第 1 電流で放電するときに、前記複数の第 1 スイッチと、前記複数の第 2 スイッチおよび前記第 3 スイッチと、を交互にオンおよびオフし、かつ前記複数の電池を前記第 1 電流より大きい第 2 電流で放電するときに、前記複数の第 1 スイッチをオフし、前記複数の第 2 スイッチのうち最も前記第 2 端子側の第 2 スイッチと前記第 3 スイッチをオンする制御部と、

を具備することを特徴とする蓄電装置。

**【請求項 2】**

第 1 端子と第 2 端子との間に直列に接続された複数の電池と、

前記第 1 端子と前記第 2 端子との間に直列に接続され、前記複数の電池にそれぞれ対応する複数のキャパシタと、

それぞれが、前記複数の電池のそれぞれの前記第 1 端子側のノードと、前記対応するキャパシタの前記第 2 端子側のノードと、の間に接続された複数の第 1 スイッチと、

それぞれが、前記複数の電池のそれぞれの前記第 2 端子側のノードと、前記対応するキャパシタの前記第 2 端子側のノードと、の間に接続された複数の第 2 スイッチと、

前記第 1 端子と、前記複数のキャパシタのうち最も前記第 1 端子側のキャパシタの前記第 1 端子側のノードと、の間に接続された第 3 スイッチと、

前記複数の電池を第 1 電流で放電するときに、前記複数の第 1 スイッチ、前記複数の第 2 スイッチおよび前記第 3 スイッチを制御することにより、前記複数の電池および前記複数のキャパシタのそれぞれの電圧を均一化し、かつ前記複数の電池を前記第 1 電流より大きい第 2 電流で放電するときに、前記複数の第 1 スイッチをオフし、前記複数の第 2 スイッチのうち最も前記第 2 端子側の第 2 スイッチと前記第 3 スイッチをオンする制御部と、を具備することを特徴とする蓄電装置。

**【請求項 3】**

前記制御部は、前記複数の電池を前記第 2 電流で放電するときに、前記複数の第 2 スイッチのうち最も前記第 2 端子側の第 2 スイッチ以外をオンすることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の蓄電装置。

**【請求項 4】**

前記制御部は、前記複数の電池を前記第 2 電流で放電するときに、前記複数の第 2 スイッチのうち最も前記第 2 端子側の第 2 スイッチ以外をオフすることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の蓄電装置。

**【請求項 5】**

前記制御部は、前記複数の電池を充電するときに、前記複数の第 1 スイッチと、前記複数の第 2 スイッチおよび前記第 3 スイッチと、を交互にオンおよびオフすることを特徴とする請求項 1 記載の蓄電装置。

**【請求項 6】**

第 1 端子と第 2 端子との間に直列に接続された複数の電池と、

前記第 1 端子と前記第 2 端子との間に直列に接続され、前記複数の電池にそれぞれ対応する複数のキャパシタと、

それぞれが、前記複数の電池のそれぞれの前記第 1 端子側のノードと、前記対応するキ

10

20

30

40

50

キャパシタの前記第 2 端子側のノードと、の間に接続された複数の第 1 スイッチと、  
 それぞれが、前記複数の電池のそれぞれの前記第 2 端子側のノードと、前記対応するキャパシタの前記第 2 端子側のノードと、の間に接続された複数の第 2 スイッチと、  
 前記第 1 端子と、前記複数のキャパシタのうち最も前記第 1 端子側のキャパシタの前記第 1 端子側のノードと、の間に接続された第 3 スイッチと、  
 を具備する蓄電装置の制御方法であって、

前記複数の電池を第 1 電流で放電するとき、前記複数の第 1 スイッチと、前記複数の第 2 スイッチおよび前記第 3 スイッチと、を交互にオンおよびオフするステップと、

前記複数の電池を前記第 1 電流より大きい第 2 電流で放電するとき、前記複数の第 1 スイッチをオフし、前記複数の第 2 スイッチのうち最も前記第 2 端子側の第 2 スイッチと前記第 3 スイッチをオンするステップと、  
 を含むことを特徴とする蓄電装置の制御方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蓄電装置およびその制御方法に関し、例えば複数の電池とキャパシタとを備える蓄電装置およびその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電池を用いた蓄電装置は、電池容量を大きくするため複数の電池（例えば電池セル）を直列に接続する。特許文献 1 および 2 には、電池に並列にキャパシタを接続した蓄電装置が開示されている。特許文献 1 では、電池に並列に接続されるキャパシタをスイッチで逐次切り換える。特許文献 2 では、複数の電池に複数のキャパシタが並列に接続されている。特許文献 3 および 4 には、スイッチを用い電池の電圧を均等化することが開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2013 - 192371 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 199830 号公報

【特許文献 3】特表 2000 - 511398 号公報

【特許文献 4】特開 2008 - 219964 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

複数の電池間に容量のばらつきがあると、充電放電容量は容量の小さい電池で決まってしまう。特許文献 1 の方法では、キャパシタにより電池間で電荷が移動するため、電池間の端子間電圧を均一化できる。これにより、各電池の容量に応じ充放電できる。一方、電池を大電流で放電させる場合、電池の内部抵抗が高いため、電圧降下が大きくなる。キャパシタは、電池に比べ内部抵抗が小さい。このため、電池に並列にキャパシタを接続する。これにより、大電流で放電する際の電圧低下を抑制できる。しかしながら、特許文献 1 のように、電池間の端子間電圧を均一化すると、大電流での放電が難しい。

40

【0005】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、電池間の端子間電圧を均一化し、かつ大電流での放電を可能とすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、第 1 端子と第 2 端子との間に直列に接続された複数の電池と、前記第 1 端子と前記第 2 端子との間に直列に接続され、前記複数の電池にそれぞれ対応する複数のキャパシタと、それぞれが、前記複数の電池のそれぞれの前記第 1 端子側のノードと、前記対

50

応するキャパシタの前記第2端子側のノードと、の間に接続された複数の第1スイッチと、それぞれが、前記複数の電池のそれぞれの前記第2端子側のノードと、前記対応するキャパシタの前記第2端子側のノードと、の間に接続された複数の第2スイッチと、前記第1端子と、前記複数のキャパシタのうち最も前記第1端子側のキャパシタの前記第1端子側のノードと、の間に接続された第3スイッチと、前記複数の電池を第1電流で放電するときに、前記複数の第1スイッチと、前記複数の第2スイッチおよび前記第3スイッチと、を交互にオンおよびオフし、かつ前記複数の電池を前記第1電流より大きい第2電流で放電するときに、前記複数の第1スイッチをオフし、前記複数の第2スイッチのうち最も前記第2端子側の第2スイッチと前記第3スイッチをオンする制御部と、を具備することを特徴とする蓄電装置である。

10

**【0007】**

本発明は、第1端子と第2端子との間に直列に接続された複数の電池と、前記第1端子と前記第2端子との間に直列に接続され、前記複数の電池にそれぞれ対応する複数のキャパシタと、それぞれが、前記複数の電池のそれぞれの前記第1端子側のノードと、前記対応するキャパシタの前記第2端子側のノードと、の間に接続された複数の第1スイッチと、それぞれが、前記複数の電池のそれぞれの前記第2端子側のノードと、前記対応するキャパシタの前記第2端子側のノードと、の間に接続された複数の第2スイッチと、前記第1端子と、前記複数のキャパシタのうち最も前記第1端子側のキャパシタの前記第1端子側のノードと、の間に接続された第3スイッチと、前記複数の電池を第1電流で放電するときに、前記複数の第1スイッチ、前記複数の第2スイッチおよび前記第3スイッチを制

20

**【0008】**

上記構成において、前記制御部は、前記複数の電池を前記第2電流で放電するときに、前記複数の第2スイッチのうち最も前記第2端子側の第2スイッチ以外をオンする構成とすることができる。

**【0009】**

上記構成において、前記制御部は、前記複数の電池を前記第2電流で放電するときに、前記複数の第2スイッチのうち最も前記第2端子側の第2スイッチ以外をオフする構成とすることができる。

30

**【0010】**

上記構成において、前記制御部は、前記複数の電池を充電するときに、前記複数の第1スイッチと、前記複数の第2スイッチおよび前記第3スイッチと、を交互にオンおよびオフする構成とすることができる。

**【0011】**

本発明は、第1端子と第2端子との間に直列に接続された複数の電池と、前記第1端子と前記第2端子との間に直列に接続され、前記複数の電池にそれぞれ対応する複数のキャパシタと、それぞれが、前記複数の電池のそれぞれの前記第1端子側のノードと、前記対応するキャパシタの前記第2端子側のノードと、の間に接続された複数の第1スイッチと、それぞれが、前記複数の電池のそれぞれの前記第2端子側のノードと、前記対応するキャパシタの前記第2端子側のノードと、の間に接続された複数の第2スイッチと、前記第1端子と、前記複数のキャパシタのうち最も前記第1端子側のキャパシタの前記第1端子側のノードと、の間に接続された第3スイッチと、を具備する蓄電装置の制御方法であって、前記複数の電池を第1電流で放電するときに、前記複数の第1スイッチと、前記複数の第2スイッチおよび前記第3スイッチと、を交互にオンおよびオフするステップと、前記複数の電池を前記第1電流より大きい第2電流で放電するときに、前記複数の第1スイッチをオフし、前記複数の第2スイッチのうち最も前記第2端子側の第2スイッチと前記

40

50

第3スイッチをオンするステップと、を含むことを特徴とする蓄電装置の制御方法である。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、電池間の端子間電圧を均一化し、かつ大電流での放電を可能とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、実施例1に係る蓄電装置の回路図である。

【図2】図2は、実施例1に係る蓄電装置において通常の充放電を行なう場合の各スイッチのオンおよびオフのタイミングチャートである。 10

【図3】図3(a)および図3(b)は、実施例1に係る蓄電装置において大電流での放電時の各スイッチのオンおよびオフのタイミングチャートである。

【図4】図4は、比較例1に係る蓄電装置の回路図である。

【図5】図5(a)から図5(d)は、実施例1および比較例2における充電時のシミュレーション結果を示す図である。

【図6】図6(a)から図6(d)は、実施例1および比較例2における放電時のシミュレーション結果を示す図である。

【図7】図7(a)から図7(d)は、実施例1および比較例2における大電流での放電時のシミュレーション結果を示す図である。 20

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照し本発明の実施例について説明する。

【実施例1】

【0015】

図1は、実施例1に係る蓄電装置の回路図である。図1に示すように、蓄電装置100は、複数の電池B1からB6、複数のキャパシタC1からC6、スイッチSW11からSW16、SW21からSW26およびSW3、並びに制御部10を備えている。

【0016】

電池B1からB6は、端子T1と端子T2との間に直列に接続されている。複数のキャパシタC1からC6は、端子T1とT3との間に直列に、かつ電池B1からB6と並列に接続されている。電池B1からB6の個数とキャパシタC1からC6の個数とは同じである。電池B1からB6とキャパシタC1からC6は、それぞれ対応している。電池B1からB6は、例えば二次電池であり、鉛蓄電池、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、またはナトリウム硫黄電池である。電池B1からB6は、例えば電池セルに対応してもよい。 30

【0017】

スイッチSW11からSW16は、それぞれ電池B1からB6の端子T1側のノードと、対応するキャパシタC1からC6の端子T2側のノードと、の間に接続されている。スイッチSW21からSW26は、それぞれ電池B1からB6の端子T2側のノードと、対応するキャパシタC1からC6の端子T2側のノードと、の間に接続されている。スイッチSW3は、端子T1と、複数のキャパシタのうち最も端子T1側のキャパシタC1の端子T1側のノードと、の間に接続されている。スイッチSW11からSW16、SW21からSW26およびSW3は、例えばMOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)等のトランジスタである。 40

【0018】

制御部10は、スイッチSW11からSW16、SW21からSW26およびSW3のオンおよびオフを制御する。制御部10は、電池B1からB6を通常の電流で充放電する場合と、電池B1からB6を大電流で放電する場合と、の2つの場合で、異なる制御を行なう。大電流で放電する場合の電流(第2電流)は、通常の電流で放電する場合の電流( 50

第 1 電流) より大きい。例えば、第 2 電流は第 1 電流の 2 倍以上、または 10 倍以上である。

【 0 0 1 9 】

図 2 は、実施例 1 に係る蓄電装置において通常の充放電を行なう場合の各スイッチのオンおよびオフのタイミングチャートである。図 2 に示すように、制御部 10 は、期間 T 10 において、スイッチ S W 1 1 から S W 1 6 をオンとし、スイッチ S W 2 1 から S W 2 6 および S W 3 をオフとする。制御部 10 は、期間 T 20 において、スイッチ S W 1 1 から S W 1 6 をオフとし、スイッチ S W 2 1 から S W 2 6 および S W 3 をオンとする。このように、制御部 10 は、スイッチ S W 1 1 から S W 1 6 と、スイッチ S W 2 1 から S W 2 6 および S W 3 と、を交互にオンおよびオフする。

10

【 0 0 2 0 】

これにより、電池 B 1 は、キャパシタ C 1 と C 2 とに交互に並列に接続される。また、電池 B 2 は、キャパシタ C 2 および C 3 と交互に並列に接続される。よって、電池 B 1 の電圧(端子間電圧)と B 2 の電圧とは、キャパシタ C 2 を介した電荷の移動により均一化される。同様に、電池 B 2 から B 6 についてもキャパシタ C 2 から C 6 を介した電荷の移動によって電圧が均一化される。電圧が均一化された後には、電池 B 1 から B 6 およびキャパシタ C 1 から C 6 の互いの電圧(端子間電圧)はほぼ同じとなる。

【 0 0 2 1 】

なお、図 2 において、期間 T 10 と期間 T 20 との間に各スイッチがオフする期間を設けてもよい。また、制御部 10 は、複数の電池 B 1 から B 2 を充放電するとき、複数のスイッチ S W 1 1 から S W 1 6、複数のスイッチ S W 2 1 から S W 2 6 およびスイッチ S W 3 と、を制御することにより、複数の電池 B 1 から B 6 および複数のキャパシタ C 1 から C 6 のそれぞれの電圧をほぼ均一化すればよい。

20

【 0 0 2 2 】

図 3 ( a ) および図 3 ( b ) は、実施例 1 に係る蓄電装置において大電流での放電時の各スイッチのオンおよびオフのタイミングチャートである。図 3 ( a ) に示すように、時刻 t 1 前において、スイッチ S 1 1 から S W 1 6、スイッチ S W 2 1 から S W 2 6、スイッチ S 3 は、オフである。制御部 10 は、時刻 t 1 において、スイッチ S W 3 および S W 2 6 (スイッチ S 2 1 から S 2 6 のうち最も端子 T 2 側のスイッチ) をオンし、残りのスイッチをオフに維持する。制御部 10 は、時刻 t 2 において、スイッチ S W 3 および S W 2 6 をオフし、残りのスイッチをオフに維持する。このように、制御部 10 は、電池 B 1 から B 6 を大電流で放電するとき、スイッチ S W 1 1 から S W 1 6 をオフし、スイッチ S W 2 6 と S W 3 をオンし、スイッチ S W 2 1 から S W 2 5 をオフする。

30

【 0 0 2 3 】

これにより、キャパシタ C 1 から C 6 は端子 T 1 と T 2 との間に直列に接続され、かつ電池 B 1 から B 6 に並列に接続される。端子 T 1 と T 2 との間の放電電流は、主に内部抵抗の小さいキャパシタ C 1 から C 6 を介して流れる。よって、電池の電圧降下を抑制できる。

【 0 0 2 4 】

図 4 は、比較例 1 に係る蓄電装置の回路図である。比較例 1 は、特許文献 1 の技術を応用した例である。図 4 に示すように、比較例 1 では、実施例 1 のキャパシタ C 1 とスイッチ S 3 が設けられていない。その他の構成は実施例 1 の図 1 と同じであり、説明を省略する。比較例 1 では、制御部 10 が図 2 と同様に、スイッチ S W 1 1 から S W 1 6 とスイッチ S W 2 1 から S W 2 6 とを交互にオンおよびオフする。これにより、キャパシタ C 2 から C 6 を介し電荷が移動するため、電池 B 1 から B 6 の電圧を均一化できる。

40

【 0 0 2 5 】

実施例 1 の図 3 ( a ) と同様に、比較例 1 において、電池 B 1 から B 6 とキャパシタ C 2 から C 6 とを並列に接続し、大電流で放電させる場合を考える。この場合、端子 T 1 と T 2 との間に電池 B 1 から B 6 が 6 個直列に接続される。一方、キャパシタ C 2 から C 6 は 5 個直列に接続される。電池 B 1 から B 6 間の電圧が均一化されると、電池 B 1 から B

50

6 およびキャパシタ C 2 から C 6 の電圧 E はほぼ等しい。このとき、ノード N 1 1 と N 1 2 との間の電圧は  $6 \times E$  であり、ノード N 2 1 と N 2 2 との間の電圧は  $5 \times E$  である。よって、ノード N 1 1 と N 2 1 とを接続し、かつノード N 1 2 と N 2 2 とを接続すると、過電流が流れてしまう。このため、比較例 1 では、電池 B 1 から B 6 に並列にキャパシタ C 2 から C 6 を接続することが難しい。

【0026】

一方、実施例 1 によれば、電池 B 1 から B 6 とキャパシタ C 1 から C 6 との個数がそれぞれ 6 個と同じである。通常の充放電の場合、制御部 10 は、スイッチ SW 3 をスイッチ SW 2 1 から SW 2 6 と同期してオンおよびオフする。これにより、キャパシタ C 1 は、キャパシタ C 2 から C 6 とほぼ同じ電圧となる。よって、ノード N 1 1 と N 1 2 との間の電位差は  $6 \times E$  であり、ノード N 2 1 と N 2 2 との間の電位差は  $6 \times E$  であり、ほぼ同じとなる。このため、電池 B 1 から B 6 に並列にキャパシタ C 2 から C 6 を接続することができる。

10

【0027】

図 3 (b) に示すように、制御部 10 は、時刻  $t_1$  において、スイッチ SW 3 および SW 2 1 から SW 2 6 をオンし、スイッチ SW 1 1 から SW 1 6 をオフに維持する。制御部 10 は、時刻  $t_2$  において、スイッチ SW 3 および SW 2 1 から SW 2 6 をオフし、スイッチ SW 1 1 から SW 1 6 をオフに維持する。このように、制御部 10 は、電池 B 1 から B 6 を大電流で放電するときに、スイッチ SW 2 6 に加え SW 2 1 から SW 2 5 をオンしてもよい。各電池 B 1 から B 6 および各キャパシタ C 1 から C 6 の電圧はほぼ同じため、スイッチ SW 2 1 から SW 2 5 にはほとんど電流は流れない。図 3 (b) では、オンまたはオフするスイッチを、スイッチ SW 1 1 から SW 1 6 のグループと、スイッチ SW 2 1 から SW 2 6 およびスイッチ SW 3 と、の 2 つのグループに分けることができる。通常の充放電の場合も大電流で放電する場合も、これらのグループは変わらない。よって、制御部 10 の制御を簡素化できる。

20

【0028】

図 3 (a) および図 3 (b) において、時刻  $t_1$  前および時刻  $t_2$  後において、図 2 のように、各スイッチをオンおよびオフ動作していてもよい。

【0029】

実施例 1 について、充放電特性のシミュレーションを行なった。シミュレーションでは、電池 B 1 から B 6 として鉛蓄電池を用いた。シミュレーションの条件は以下である。

30

【0030】

6 電池 (6 セル) における充電上限電圧および放電下限電圧は、それぞれ  $13.7 \text{ V}$  および  $10.5 \text{ V}$  である。1 電池 (1 セル) における充電上限電圧は、 $2.28 \text{ V}$  および  $1.75 \text{ V}$  である。電池 1 個の電池容量を  $10 \text{ A h}$  とすると、電池 1 個に蓄積される電荷量は、 $10 \text{ A} \times 3600 \text{ 秒} = 36000 \text{ C}$  である。よって、電池 1 個の静電キャパシタンスは、 $36000 \text{ C} / (2.28 - 1.75) \text{ V} = 68000 \text{ F}$  である。

【0031】

電池 B 1 から B 3、B 5 から B 6 を正常な電池セルとして、容量を  $68000 / 10 \text{ F} / \text{A h}$ 、電池 B 4 を例えば劣化した電池セルとして、容量を  $34000 / 5 \text{ F} / \text{A h}$  とした。各電池 B 1 から B 6 の初期電圧は  $2.28 \text{ V}$ 、内部抵抗は  $0.02$  とした。キャパシタ C 1 から C 6 は、静電容量を  $1000 \text{ F}$ 、初期電圧を  $2.28 \text{ V}$ 、内部抵抗を  $0.005$  とした。

40

【0032】

放電および充電の端子 T 1 から T 2 間に流れる電流を  $4 \text{ A}$ 、スイッチのオンおよびオフの周波数を  $1 \text{ Hz}$  とした。充電時は、端子 T 1 と T 2 との間の電圧が充電上限電圧である  $13.7 \text{ V}$  で制限され、放電時は、端子 T 1 と T 2 との間の電圧が放電下限電圧である  $10.5 \text{ V}$  で制限されるとした。

【0033】

比較例 2 として、スイッチが全てオフの場合についてシミュレーションした。

50

## 【 0 0 3 4 】

図 5 ( a ) から図 5 ( d ) は、実施例 1 および比較例 2 における充電時のシミュレーション結果を示す図である。図 5 ( a ) は、時間に対する端子 T 1 と T 2 間の電圧を示す図、図 5 ( b ) は、時間に対する端子 T 1 から T 2 に流れる電流を示す図である。実線は実施例 1、破線は比較例 2 を示す。図 5 ( c ) は、実施例 1 における時間に対する各電池セルの端子間電圧を示す図である。実線は電池 B 3 および B 4 の電圧、破線は電池 B 1、B 2、B 5 および B 6 の電圧を示す。図 5 ( d ) は、比較例 2 における時間に対する各電池セルの端子間電圧を示す図である。実線は電池 B 4 の電圧、破線は電池 B 1 から B 3、B 5 および B 6 の電圧を示す。

## 【 0 0 3 5 】

図 5 ( a ) および図 5 ( b ) に示すように、4 A の電流で充電を行なうと、端子 T 1 と T 2 との間の電圧は上昇する。電圧が充電上限電圧となると充電が停止する。実施例 1 は、比較例 2 に比べ若干充電時間が長くなる。

## 【 0 0 3 6 】

図 5 ( c ) に示すように、実施例 1 においては、電池 B 3 および B 4 の電圧が他の電池より若干高いものの、電池 B 1 から B 6 は、ほぼ同じ電圧である。図 5 ( d ) に示すように、比較例 2 では、電池 B 4 の電圧が他の電池より早く上昇する。このため、電池 B 4 では充電上限電圧 2 . 2 8 V を約 4 0 0 0 秒で越えてしまう。よって、電池 B 4 は過充電状態となり破損する可能性がある。仮に、電池 B 4 の電圧が 2 . 2 8 V となった時点で充電を停止したとすると、他の電池 B 1 から B 3、B 5 および B 6 においては、電池容量まで充電せずに充電が停止してしまう。

## 【 0 0 3 7 】

一方、図 5 ( c ) に示すように、実施例 1 においては、電池 B 4 が他の電池と同様に電圧が上昇する。このため、全ての電池 B 1 から B 6 について、過充電状態とはならず、かつ電池容量まで充電することができる。

## 【 0 0 3 8 】

図 6 ( a ) から図 6 ( d ) は、実施例 1 および比較例 2 における放電時のシミュレーション結果を示す図である。図 6 ( a ) は、時間に対する端子 T 1 と T 2 間の電圧を示す図、図 6 ( b ) は、時間に対する端子 T 1 から T 2 に流れる電流を示す図である。実線は実施例 1、破線は比較例 2 を示す。図 6 ( c ) は、実施例 1 における時間に対する各電池セルの端子間電圧を示す図である。実線は電池 B 3 および B 4 の電圧、破線は電池 B 1、B 2、B 5 および B 6 の電圧を示す。図 6 ( d ) は、比較例 2 における時間に対する各電池セルの端子間電圧を示す図である。実線は電池 B 4 の電圧、破線は電池 B 1 から B 3、B 5 および B 6 の電圧を示す。

## 【 0 0 3 9 】

図 6 ( a ) および図 6 ( b ) に示すように、- 4 A の電流で放電を行なうと、端子 T 1 と T 2 との間の電圧は下降する。電圧が放電下限電圧となると放電が停止する。実施例 1 は、比較例 2 に比べ若干放電時間が長くなる。

## 【 0 0 4 0 】

図 6 ( c ) に示すように、実施例 1 においては、電池 B 3 および B 4 の電圧が他の電池より若干低いものの、電池 B 1 から B 6 は、ほぼ同じ電圧である。図 6 ( d ) に示すように、比較例 2 では、電池 B 4 の電圧が他の電池より早く下降する。このため、電池 B 4 では放電下限電圧 1 . 7 5 V を約 4 0 0 0 秒で越えてしまう。よって、電池 B 4 は過放電状態となり破損する可能性がある。仮に、電池 B 4 の電圧が 1 . 7 5 V となった時点で放電を停止したとすると、他の電池 B 1 から B 3、B 5 および B 6 においては、過放電状態とならず、かつ電池容量まで放電せずに放電が停止してしまう。

## 【 0 0 4 1 】

一方、図 6 ( c ) に示すように、実施例 1 においては、電池 B 4 が他の電池と同様に電圧が下降する。このため、全ての電池 B 1 から B 6 について電池容量まで放電することができる。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 4 2 】

このように、実施例 1 においては、通常の充放電のときに、電池 B 1 から B 6 間に電池容量のばらつきがあっても、電池容量まで充放電することができる。

## 【 0 0 4 3 】

次に、1 秒の間に 1 0 0 A で放電するシミュレーションを行なった。図 7 ( a ) から図 7 ( d ) は、実施例 1 および比較例 3 における大電流での放電時のシミュレーション結果を示す図である。図 7 ( a ) は、時間に対する端子 T 1 と T 2 間の電圧を示す図、図 7 ( b ) は、時間に対する端子 T 1 から T 2 に流れる電流を示す図である。図 7 ( c ) は、時間に対する各電池セルを流れる電流を示す図である。図 7 ( d ) は、時間に対する各キャパシタを流れる電流を示す図である。実線は実施例 1 を示し、破線は、スイッチを全てオフした比較例 3 を示す。

10

## 【 0 0 4 4 】

実施例 1 では、全てのスイッチをオフした状態で、時刻が 1 秒から 2 秒の間でスイッチ S W 3 とスイッチ S W 2 6 をオンし、他のスイッチをオフしている。その後、全てのスイッチをオフしている。比較例 3 では、時刻が 1 秒から 2 秒の間においても全てのスイッチをオフしている。

## 【 0 0 4 5 】

図 7 ( a ) に示すように、比較例 3 では、端子 T 1 と T 2 間の電圧が 2 V 以下まで低下する。実施例 1 では、電圧低下は 1 1 V 程度までである。図 7 ( b ) に示すように、実施例 1 および比較例 3 と同、端子 T 1 と T 2 の間に 1 0 0 A の電流が流れる。図 7 ( c ) に示すように、比較例 3 では、各電池 B 1 から B 6 に 1 0 0 A の電流が流れる。実施例 1 では、各電池 B 1 から B 6 に流れる電流は約 2 0 A である。図 7 ( d ) に示すように、比較例 3 では、各キャパシタ C 1 から C 6 に電流は流れない。実施例 1 では、約 8 0 A の電流が流れる。

20

## 【 0 0 4 6 】

このように、比較例 3 では、電池 B 1 から B 6 に 1 0 0 A が流れることにより、端子 T 1 と T 2 との間の電圧は 2 V 以下にまで低下する。実施例 1 では、電池 B 1 から B 6 に約 2 0 A が流れ、キャパシタ C 1 から C 6 に約 8 0 A が流れる。このように、内部抵抗が低いキャパシタ C 1 から C 6 に主に電流が流れる。よって、端子 T 1 と T 2 の間の電圧の低下は、約 1 1 V まで抑えられる。

30

## 【 0 0 4 7 】

図 7 ( a ) から図 7 ( d ) において、大電流を放電するときに、スイッチ S W 1 1 から S W 1 6 およびスイッチ S W 2 1 から S W 2 5 をオフする例を説明したが、スイッチ S W 1 1 から S W 1 6 をオフしスイッチ S W 2 1 から S W 2 5 をオンしても、ほぼ同じ結果となる。

## 【 0 0 4 8 】

実施例 1 によれば、図 4 の比較例 1 に比べ、図 1 のように、端子 T 1 側にキャパシタ C 1 が接続されている。キャパシタ C 1 の端子 T 1 側のノードと端子 T 1 との間にスイッチ S W 3 が接続されている。電池 B 1 から B 6 を充放電するときに、図 2 のように、スイッチ S W 3 をスイッチ S 2 1 から S W 2 6 と同じタイミングでオンおよびオフさせる。これにより、キャパシタ C 1 は、キャパシタ C 2 から C 6 および電池 B 1 から B 6 とほぼ同じ電圧となる。よって、図 2 の N 1 1 と N 1 2 の間の電位差と N 2 1 と N 2 2 の電位差とはほぼ同じである。

40

## 【 0 0 4 9 】

大電流を放電するときに、スイッチ S W 3 とスイッチ S W 2 6 をオンし、他のスイッチをオフする。このとき、図 1 のノード N 1 1 と N 2 1 とが直接接続し、ノード N 1 2 と N 2 2 とが直接接続する。このとき、N 1 1 と N 1 2 の間の電位差と、N 2 1 と N 2 2 の電位差と、はほぼ同じであるため、過電流等が流れることなく、電池 B 1 から B 6 とキャパシタ C 1 から C 6 とを並列に接続できる。

## 【 0 0 5 0 】

50

実施例 1 では、充電と放電との両方でスイッチ S W 1 1 から S W 1 6 と、スイッチ S W 2 1 から S W 2 6 および S W 3 と、を交互にオンおよびオフする例を説明したが、充電と放電とのいずれか一方ですwitch S W 1 1 から S W 1 6 と、スイッチ S W 2 1 から S W 2 6 および S W 3 と、を交互にオンおよびオフすればよい。すなわち、充電と放電とのいずれか一方で、電池 B 1 から B 6 およびキャパシタ C 1 から C 6 の端子間電圧を均一化すればよい。

【 0 0 5 1 】

電池 B 1 から B 6 のうち 1 つの電池容量が異なる場合を例に説明したが、電池 B 1 から B 6 の互いに電池容量が異なってもよい。電池容量が異なる例として、電池の劣化について説明したが、電池を使用する前から電池容量が異なってもよい。電圧の均等化のため、各キャパシタ C 1 から C 6 の静電キャパシタンスは互いにほぼ同じであることが好ましい。また、各電池 B 1 から B 6 は同じ種類の電池であることが好ましく、各電池 B 1 から B 6 の充電上限電圧はほぼ同じであり、各電池 B 1 から B 6 の放電下限電圧はほぼ同じであることが好ましい。当然のことながら、電池およびキャパシタの数はそれぞれ 6 個に限られない。また、第 1 端子 T 1 を正極端子であり、第 2 端子 T 2 を負極端子としたが、第 1 端子 T 1 が負極端子であり、第 2 端子 T 2 が正極端子でもよい。

10

【 0 0 5 2 】

以上、発明の好ましい実施例について詳述したが、本発明は係る特定の実施例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本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

20

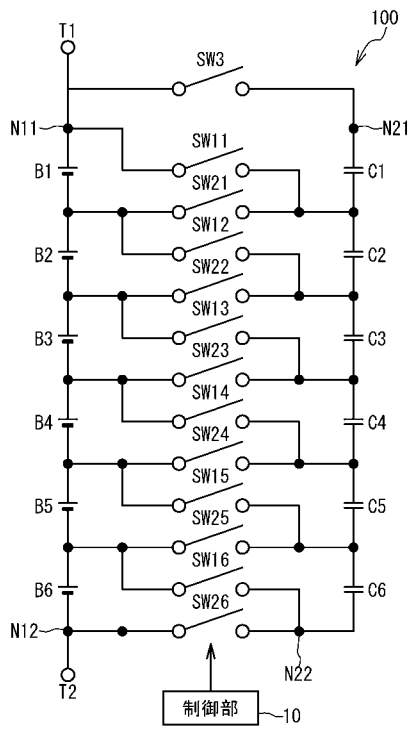
【 符号の説明 】

【 0 0 5 3 】

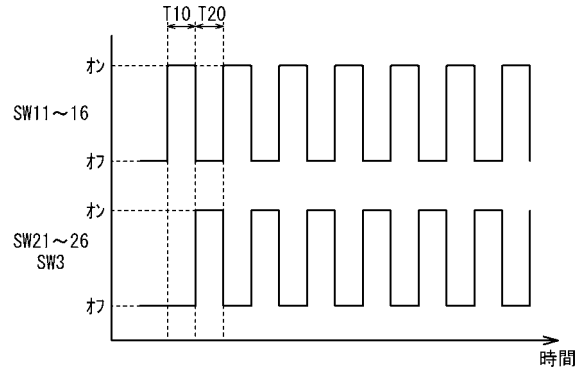
1 0	制御部
B 1 - B 6	電池
C 1 - C 6	キャパシタ
S W 1 1 - S W 1 6	スイッチ
S W 2 1 - S W 2 6	スイッチ
S W 3	スイッチ
T 1、T 2	端子
N 1 1、N 1 2、N 2 1、N 2 2	ノード

30

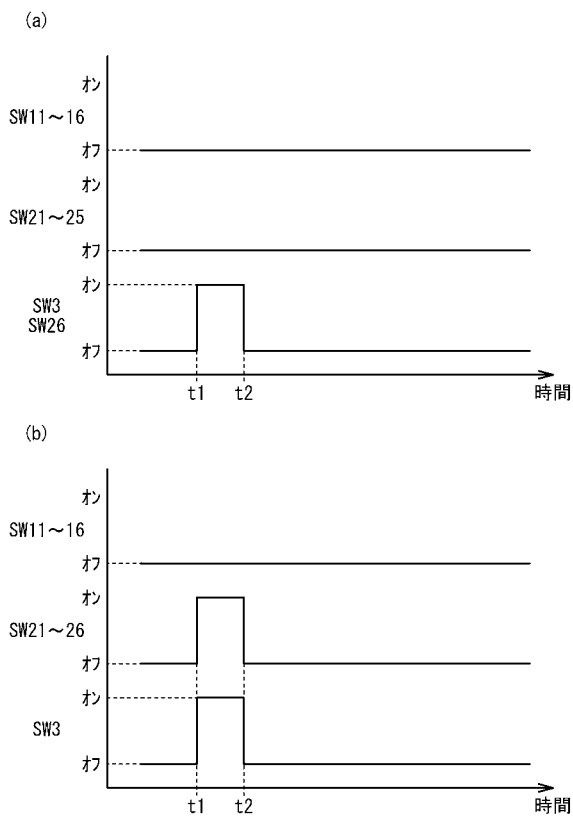
【 図 1 】



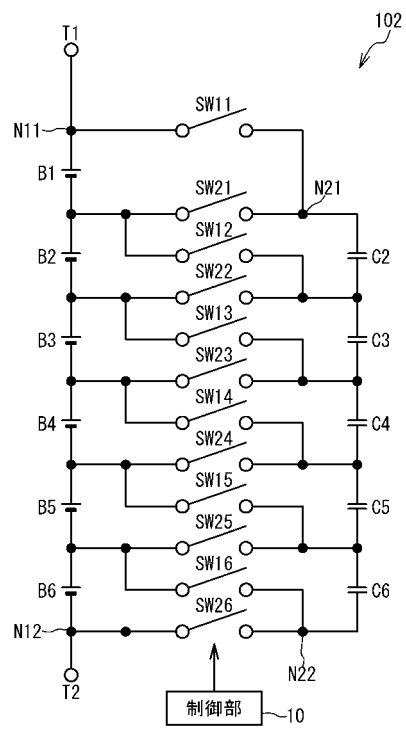
【 図 2 】



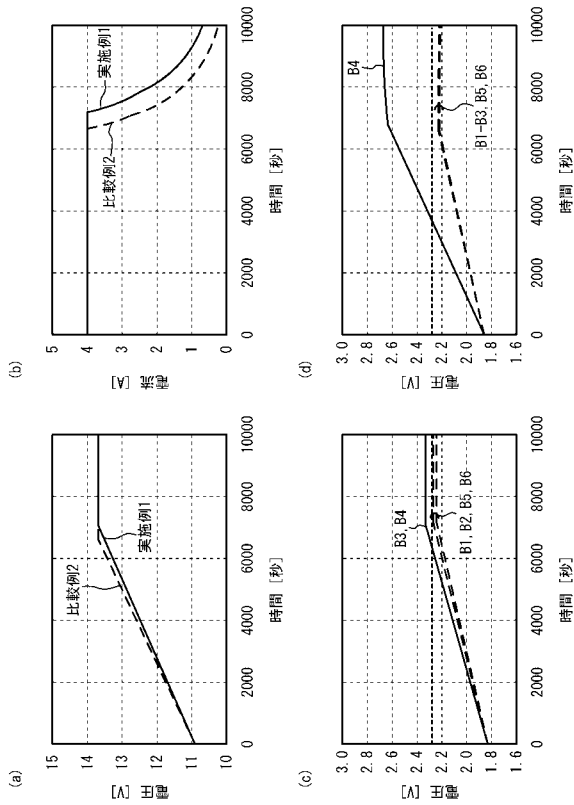
【 図 3 】



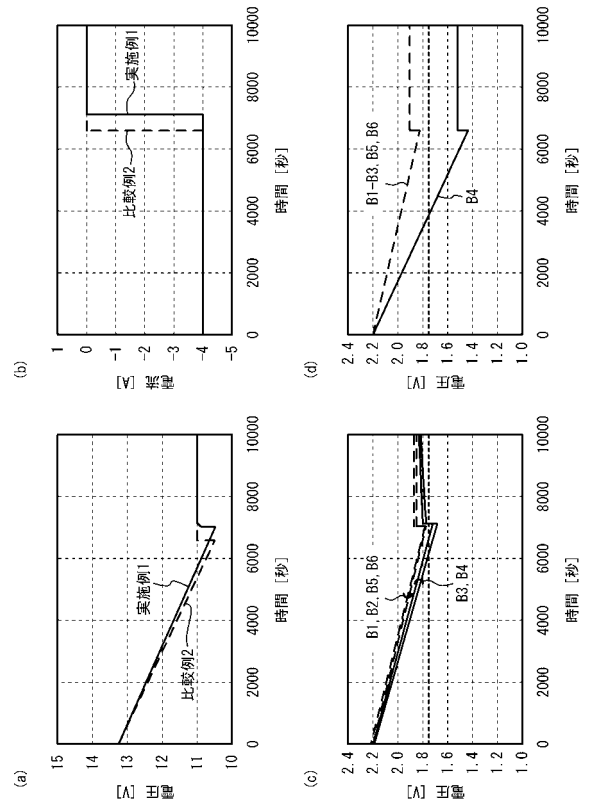
【 図 4 】



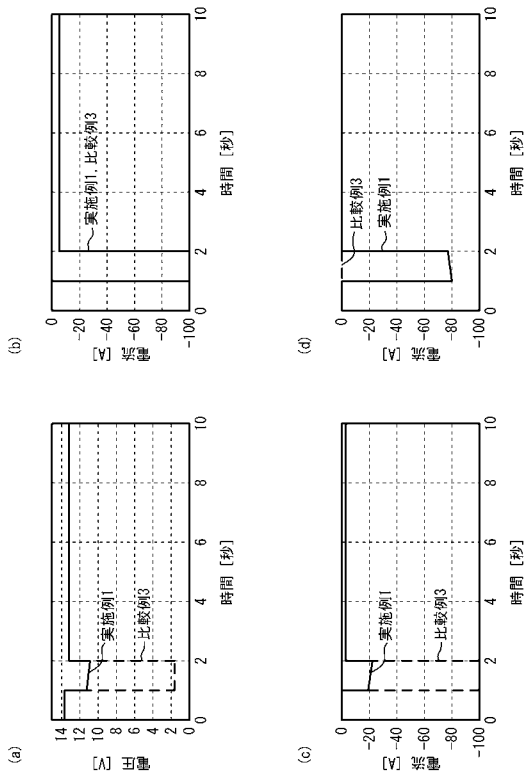
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H030 AA01 AS03 AS08 BB01 BB08 BB21 FF42 FF43 FF44