

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4212429号
(P4212429)

(45) 発行日 平成21年1月21日(2009.1.21)

(24) 登録日 平成20年11月7日(2008.11.7)

(51) Int.Cl.

H02J 7/02 (2006.01)

F 1

H02J 7/02

H

請求項の数 17 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-293370 (P2003-293370)
 (22) 出願日 平成15年8月14日 (2003.8.14)
 (65) 公開番号 特開2004-80992 (P2004-80992A)
 (43) 公開日 平成16年3月11日 (2004.3.11)
 審査請求日 平成18年8月11日 (2006.8.11)
 (31) 優先権主張番号 10/218,995
 (32) 優先日 平成14年8月14日 (2002.8.14)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500520743
 ザ・ボーイング・カンパニー
 The Boeing Company
 アメリカ合衆国、60606-1596
 イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】バッテリセル平衡システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のセルを有するバッテリのバッテリセル平衡システムにおいて、電源と、
 バッテリの複数のセルにそれぞれ電気的に結合されてそのセルを充電する複数の変成器
 / 整流器回路と、

前記複数の変成器 / 整流器回路と電源との間に電気的に結合されてセルに供給される電流を制限している電流制限装置とを具備し、

前記各変成器 / 整流器回路は、前記電源から電圧を供給されてセルに充電する低い電圧に変換する変成器と、変成器で変換された電圧を整流するダイオードとを備え、そのダイオードは順方向でその両端間の電位差がそれ以下になった場合には電流の流通を阻止する順方向バイアス電圧値を有しており、

前記各変成器 / 整流器回路のダイオードの両端の電位差はセルが充電されている状態では前記順方向バイアス電圧値よりも小さく維持されてダイオードが導通せず、そのダイオードに接続されているセルは充電されず、セル電圧が低下して充電が必要となったセルに接続されているダイオードはその両端の電位差が大きくなり、前記順方向バイアス電圧値を越える電位差となってダイオードが導通し、セルの充電が行われるように電源電圧とセル電圧とダイオードの順方向バイアス電圧しきい値との関係が設定されているバッテリセル平衡システム。

【請求項 2】

10

20

さらに、前記複数の変成器／整流器回路に電気的に結合されて、前記ダイオードの両端の電圧が前記ダイオードの順方向バイアス電圧値よりも大きいときにそのセルの充電を可能にする複数の平衡スイッチと、

前記複数の平衡スイッチに電気的に結合されて複数のセルの中の平衡されるべきセルの決定に応答して前記複数の平衡スイッチを動作させる制御装置とを具備している請求項1記載のシステム。

【請求項3】

前記制御装置は前記複数の平衡スイッチに電気的に結合され、複数のセルの中の平衡されるべきセルの決定に応答して前記複数の平衡スイッチを動作させるように構成されている請求項1記載のシステム。

10

【請求項4】

複数のセルはサブグループに分割され、前記制御装置は前記サブグループ中の平衡されるべきサブグループを決定する請求項1記載のシステム。

【請求項5】

複数のセル中の1つのセルは複数のサブグループのメンバーである請求項1記載のシステム。

【請求項6】

複数のセルはサブグループに分割され、前記制御装置は平衡されるべきサブグループをランダムに決定する請求項1記載のシステム。

【請求項7】

複数のセルはサブグループに分割され、前記制御装置は前記サブグループを等しい時間量に対して平衡させる請求項1記載のシステム。

20

【請求項8】

前記制御装置は前記複数のセル中の平衡されるべきセルを決定し、前記選択されたセルの優先的充電を許容する請求項1記載のシステム。

【請求項9】

前記変成器／整流器回路はそれぞれ前記複数のセル中の少なくとも1つのセルと関連されている請求項1記載のシステム。

【請求項10】

前記平衡スイッチは前記複数の変成器／整流器回路中の少なくとも1つの変成器／整流器回路と関係している請求項1記載のシステム。

30

【請求項11】

さらに、前記電源および複数のセルに電気的に結合された電力バスを備え、前記電力バスは交流電源として動作する請求項1記載のシステム。

【請求項12】

複数のセルを有するバッテリのバッテリセルを平衡させる方法において、バッテリの複数のセルにそれぞれ電気的に結合されてそのセルを充電する複数の変成器／整流器回路と前記複数の変成器／整流器回路と電源との間に電気的に結合されてセルに供給される電流を制限している電流制限装置とを具備している充電装置を使用し、

前記各変成器／整流器回路は、前記電源から電圧を供給されてセルに充電する低い電圧に変換する変成器と、変成器で変換された電圧を整流するダイオードとを備え、そのダイオードは順方向でその両端間の電位差がそれ以下になった場合には電流の流通を阻止する順方向バイアス電圧値を有しており、

40

前記各変成器／整流器回路のダイオードの両端の電位差はセルが充電されている状態では前記順方向バイアス電圧値よりも小さく維持されてダイオードが導通せず、そのダイオードに接続されているセルは充電されず、セル電圧が低下して充電が必要となったセルに接続されているダイオードはその両端の電位差が大きくなり、前記順方向バイアス電圧値を越える電位差となってダイオードが導通し、セルの充電が行われるように電源電圧とセル電圧とダイオードの順方向バイアス電圧値との関係を設定して最低の充電状態を有するセルを優先的に充電するバッテリセルの平衡方法。

50

【請求項 1 3】

さらに、複数のセルの中の平衡されるべきセルを決定し、前記選択されたセルの優先的な充電を可能にする請求項 1 2 記載の方法。

【請求項 1 4】

さらに、複数のセルをサブグループに分割し、どのサブグループを平衡させるかをランダムに決定する請求項 1 2 記載の方法。

【請求項 1 5】

さらに、複数のセルをサブグループに分割し、前記サブグループを等しい時間量に対して平衡させる請求項 1 2 記載の方法。

【請求項 1 6】

さらに、複数のセルをサブグループに分割し、複数のセル中の充電して平衡させようとしている特定のセルを含んでいる第 1 のサブグループを平衡させ、

次に、前記特定のセルを含んでいる第 2 のサブグループを平衡させる請求項 1 2 記載の方法。

【請求項 1 7】

複数のセルを有するバッテリのバッテリセル平衡システムにおいて、

電源と、

バッテリの複数のセルにそれぞれ電気的に結合されてそのセルを充電する複数の変成器 / 整流器回路と、

前記複数の変成器 / 整流器回路にそれぞれ電気的に結合されてそれらの変成器 / 整流器回路選択的に動作可能にする複数の平衡スイッチと、

前記複数の変成器 / 整流器回路と電源との間に電気的に結合されてセルに供給される電流を制限している電流制限装置と、

前記複数の平衡スイッチに電気的に結合されている制御装置とを具備し、

前記各変成器 / 整流器回路は、前記電源から電圧を供給されてセルに充電する低い電圧に変換する変成器と、変成器で変換された電圧を整流するダイオードとを備え、そのダイオードは順方向でその両端間の電位差がそれ以下になった場合には電流の流通を阻止する順方向バイアス電圧値を有しており、

前記各変成器 / 整流器回路のダイオードの両端の電位差はセルが充電されている状態では前記順方向バイアス電圧値よりも小さく維持されてダイオードが導通せず、そのダイオードに接続されているセルは充電されず、セル電圧が低下して充電が必要となったセルに接続されているダイオードはその両端の電位差が大きくなり、前記順方向バイアス電圧値を越える電位差となってダイオードが導通し、セルの充電が行われるように電源電圧とセル電圧とダイオードの前記順方向バイアス電圧値との関係が設定され、

前記制御装置は前記複数の平衡スイッチを動作させて平衡させるセルの選択を可能にするように構成されているバッテリセル平衡システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、航空機のシステムに関し、特に、バッテリのセル電圧を平衡させるための方法およびシステムに関する。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

宇宙船は複数のリチウムイオンバッテリを有しており、そのそれは約 30 のセルを有している。セルは過充電および過放電に敏感であり、そのため複雑な保護回路が必要である。

【0 0 0 3】

バッテリを充電し、各セルの充電を平衡させる通常の方法には、各セルに対して電源を使用し、全体で約 120 の電源を使用する方法が含まれている。技術的に知られているように、宇宙船では宇宙船システムの部品数を最少にし、重量を軽減することが望まれてい

10

20

30

40

50

る。上述の方法は複雑でコストが高く、特に重量が軽いことが重要であり、パッケージの大きさに制限がある宇宙船における応用に対しては問題がある。

【0004】

また、宇宙船システムではシステムに対する信頼性が高いことが望まれる。バッテリシステムのコンポーネントの数が増加すると、バッテリシステムの信頼性に対して悪影響を与え、究極的に宇宙船自体の信頼性を低下させる。

【0005】

別のバッテリ充電方法は直列に接続されたセルに対して1次／冗長充電装置および1次／冗長放電装置を使用するものである。電圧クランプ回路を使用して過充電に対してセルを保護し、遮断スイッチおよびバイパススイッチを使用して過放電に対してセルを保護している。この方法もまた複雑で高価となる。セルの充電中、電圧クランプ回路が過充電に対してセルを保護しているとき、貴重なバス電力が消費される。また、クランプ回路は典型的に熱を放散させるために付加的なヒートシンクを必要とする。また、過放電に対してセルを保護するためには電子・機械的装置が必要であり、そのような装置はライフサイクルが制限されている。

10

【0006】

電力を消費するセル平衡方法が特許文献1に記載されており、それにおいてはリチウムイオンバッテリセルがコスト効率のよい方法で平衡されている。この方法は、各バッテリセルと並列に接続された抵抗を含んでいる。セルの両端の電圧がシステムオペレータまたはコンピュータによって監視される。抵抗は所望の電圧が関心のあるセルの両端間で得られたとき遮断される。この方法は有効ではあるが、監視のためのインテリジェンスな手段と決定を行う何らかの手段が必要である。この方法はコストの面では有効ではあるが、複雑な制御技術を必要とし、制御システムのインテリジェンスな手段に制限を与える。この方法は複雑なコンピュータソフトウェアを使用し、そのために機上プロセッサリソースを可成使用しなければならない。

20

【0007】

さらに、分布されたコンバータ方法が導入され、それはバッテリの各セルと関連する平衡スイッチおよび変成器／整流器回路を含んでいる。マルチプレクサが各セルの電圧を測定する。制御装置は平衡スイッチを動作させてそれによりセルの両端間の電圧が第1の予め定められた電圧より低いときには各スイッチをオン状態または充電状態とし、セル電圧が第2の予め定められた電圧より高いときには各スイッチをオフ状態または充電状態とする。この技術はコスト的には優れているが、制御素子を必要とするためにこれもまた複雑であり、プロセッサリソースを減少させる。

30

【特許文献1】米国特許第5,477,132A号明細書

【特許文献2】米国特許第5,614,847A号明細書

【特許文献3】米国特許第5,982,143A号明細書

【特許文献4】米国特許第6,369,546B1号明細書

【特許文献5】米国特許第6,844,703B2号明細書

【特許文献6】E P特許第1,389,582A2号明細書

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

従来の最低の充電状態を有するセルを優先的に充電するバッテリ平衡技術はまた効率が悪い。単一のセルが充電できない場合に残りのセルが影響され、潜在的に充電されない。優先的な充電技術を使用する平衡システムは連続的にその充電できないセルの充電を試み、この充電できないセルよりも高い充電状態を有するが所望の充電状態よりも低い他のセルの充電を阻止してバッテリは動作できなくなる。

【0009】

また、バッテリの放電中にセル電圧がある値よりも低下したとき、セル電圧の反転が生じる可能性がある。セル電圧の反転が生じたとき、セルの電位は反転してセルは短絡され

50

て、この場合にもまたバッテリは動作不能になる。

【0010】

それ故、システムコンポーネントの数が最少であり、重量が少く、コンポーネントおよび制御論理装置の複雑性を減少させ、コスト的に有効で信頼性の高いバッテリ平衡技術を提供することが望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、バッテリのセル電圧を平衡させるための方法およびシステムを提供する。複数のセルを有するバッテリに対するバッテリセル平衡システムが提供される。このシステムは、電源と、セルとに電気的に結合されている複数の変成器／整流器回路とを備えている。優先的充電は最低の充電状態を有するセルに対して行われる。1以上の電流制限装置が変成器／整流器回路および電源に結合されている。この電流制限装置は複数のセルの少なくとも1つのセルの反射された電圧から電源電圧をバッファしている。このような動作を行う方法もまた提供される。

【0012】

本発明の利点の1つは、電源とバッテリ平衡システムの電力バスとの間に電流制限装置が設けられることである。このようにすることによって、本発明では、電力バスが実質上交流（A C）電流源として動作して、その結果、最低の充電状態を有するセルが最初に充電されるように変成器／整流器回路と組合せられるときバッテリセルの優先的充電が行われる。

10

【0013】

本発明の別の利点は、優先的充電の制御が平衡されるべきセルの統計的な選択により自藏されたランダム論理装置によって行われ、それによって従来のバッテリ平衡システムにまさる信頼性とバッテリ寿命の増加が得られる。本発明はセルを複数のサブグループに関連させ、各セルは複数のサブグループのメンバーであってもよく、各サブグループをランダムに平衡させる。サブグループへの関連は充電できない単一セルの影響を減少させ、他のセルの充電を可能にさせる。

【0014】

本発明およびその目的およびそれに付随する利点は、添付図面を参照にした以下の詳細な説明により当業者には明白になるであろう。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明はバッテリセルを平衡させる方法およびシステムに関して記載されているが、本発明は、航空機システム、地上ベースシステム、商用システム、地上の工業システム、乗物システム、またはその他の応用および既知の技術のシステムを含む種々の応用およびシステムに適用されることができる。

以下の説明において種々の動作パラメータおよびコンポーネントが1つの構成された実施形態に対して記載されている。これらの特定のパラメータおよびコンポーネントは例示として記載されたものであり、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

【実施例】

30

【0016】

図1を参照すると、本発明の1実施例のバッテリ平衡システム12を利用する衛星システム10の概略斜視図が示されている。このシステム10はトランシーバ20により衛星18に種々のチャネルで通信信号を送信する地上ステーション14を含んでいる。衛星18は受取った通信信号を多数のサイト22に再送信する。サイト22には業務用および居住用の両方のサイトが含まれている。衛星18は平衡システム12を含んでいる。もちろん、システム10は平衡システム12のバージョンを有し、多数の衛星、多数のトランシーバ、多数の地上ステーション14を有していてもよい。

【0017】

図2を参照すると、本発明の1実施例のバッテリ30のためのバッテリ平衡システム12の

40

50

概略的なブロック図が示されている。バッテリ30は多数の電池セル32を有しており、それぞれ対応するセル電圧を有している。平衡システム12は多数の変成器／整流器回路34を含み、そのそれぞれはセル32の1つと関連している。電流制限装置36は電源38および電力バス40に電気的に結合され、その電力バス40は変成器／整流器回路34に電気的に結合されている。電流制限装置36はインダクタとして示されているが、任意の技術的に知られている電流制限抵抗や能動電子装置のような他の電流制限装置が使用されることができる。変成器／整流器回路34は電流制限装置36に対しては並列に電源38およびセル32と直列に配置されている。各変成器／整流器回路34は制御装置44を介して動作される関連するスイッチ42を有している。制御装置44はセル32が平衡されて、変成器／整流器回路34により優先的に充電できるようにするために平衡されるべきセルを決定してスイッチ42を動作させる。

10

【0018】

バッテリ30は任意の数のセル32を含むことができる。各セル32はリチウムイオンセルまたは技術的に知られている他の型式のセルであってもよい。本発明の1実施例では、バッテリ30は衛星システムで通常使用されているような24個のリチウムイオンセルを含んでいる。

【0019】

変成器／整流器回路34は変成器46と1対のダイオード48を含んでいる。変成器46の1次巻線50はスイッチ42の1つと直列であり、そのスイッチ42を介して接地端子52に接続されている。1次巻線50とスイッチ42は電流制限装置36および電源38に対して並列である。1対のダイオード48は各ダイオード48の両端間の電圧差が対応するダイオードの順方向バイアス電圧より低くなったとき、関係するセル32に流れる電流を阻止する整流器として動作する。変成器46の各2次巻線54は中央タップ56により上半分58と下半分60とに分割されている。各ダイオード48は陽極端子62と陰極端子64とを有している。

20

【0020】

以下、第1の変成器67を含む第1の変成器／整流器回路66について説明するが、他の変成器／整流器回路34も同様である。第1のダイオード68の第1の陽極端子63と第1の陰極端子65とは2次巻線71の第1の端部70と関係する第1のセルB₁の正の端子78とにそれぞれ電気的に結合されている。第2のダイオード78の第2の陽極端子74と第2の陰極端子76とは2次巻線54の第2の端部80と第1のセルB₁の正の端子72とにそれぞれ電気的に結合されている。2次巻線71の第1の中心タップ84は第2の変成器／整流器回路86に電気的に結合されている。第1の中心タップ84は第2の変成器／整流器回路86の第1の陰極端子88と第2のセルB₂の正の端子90とに電気的に結合されている。各セル32は第1のセルB₁のそれと類似した関連する変成器／整流器回路34を有する。n番目のセルB_nの中心タップ92はn番目のセルB_nのn番目の負の端子に電気的に結合され、ここでnはバッテリ30中のセルの数である。

30

【0021】

電流制限装置36は電源38と複数の変成器／整流器回路34との間に電気的に接続されている。電流制限装置36は電力バス40が交流(A C)電源として実質上動作することを可能にする。電流制限装置36はセルが放電中に短絡を生じるセル電圧の反転を阻止する。電流制限装置36は技術的に知られている種々のスタイルタおよびイプのものでよい。

40

【0022】

制御装置44はセル32のグループをランダムに選択するように多数の論理装置を含んでいることが好ましい。制御装置44は、中央処理装置、メモリ(R A Mおよび、またはR O M)、および関連する入力および出力バスを有するコンピュータのようなマイクロプロセッサベースのものでよい。制御装置44は、中央ビーカル主制御装置、相互対話ビーカルダイナミックモジュール、または独立した制御装置の一部であってもよい。制御装置44は、平衡されるべきセルのサブグループをランダムに選択するように多数の論理装置を含んでいる。本発明の好ましい実施例では、システム12は制御装置44を使用するものとして説明されているが、システム12は制御装置44を使用しないで動作することもできる。制御装置44はセル32のサブグループを形成して平衡させるために使用されてもよく、それによりシス

50

システム12の信頼性は増加され、或いは技術的に知られている他のタスクが行われる。

【0023】

図3を参照すると、本発明の実施例によるセル32を平衡させる方法の論理フロー図が示されている。

ステップ100で、電流制限装置36は電源電圧を少なくとも1つのセルの反射された電圧からバッファされる。

【0024】

ステップ102で、制御装置44はどのセル32が平衡されるべきかを決定する。セル32はサブグループに分割される。例えば、各サブグループは4個のセルを有しており、それらは平衡中にスイッチ42により付勢される。サブグループはほぼ等しい時間量に対して平衡される。各セル32は1以上のサブグループのメンバーであってもよい。選択されることのできる $n! / (n - m)!$ の可能なサブグループが存在し、ここで n はセルの数であり、 m はグループ当たりのセルの数である。各サブグループが平衡され、各サブグループが他のサブグループのメンバーでもあるメンバーを有しているから、正常に機能しているセル32は同じ電圧に対して平衡され、したがって同じ充電状態である。10

【0025】

ステップ104で、変成器／整流器回路34は、平衡するために決定されたサブグループ内の最低の充電状態を有するセルを優先的に充電する。この優先的な充電は最低の充電状態を有するセルによる電流ホッギングから生じる。最低の充電状態を有するセルは同じバッテリ中の他のセルと比較して、関係する差電圧が第1の予め定められた値よりも大きいとき充電される。変成器／整流器回路34は、関係する差電圧が第2の予め定められた値よりも小さいとき最低の充電状態を有しないセルが充電されることを阻止する。これについて以下さらに説明する。20

【0026】

再び図2を参照する。例えば第1のセル B_1 が電圧3.5Vを有し、残りのセルの両端子間の電圧が4Vであると仮定し、さらに、第2のセル B_2 が充電中であると仮定する。回路の解析から、第1のダイオード68と第1の上半分58の両端間と第2のダイオード78と第1の上半分60の両端間との2次電圧 T_1 は3.5Vより高い1ダイオードの電圧降下である。第1のダイオード68と第2のダイオード78の順方向バイアス電圧が約0.6Vと仮定すると、2次電圧 T_1 は4.1Vである。第1の変成器67が10に等しい巻線比Nを有するとき、各変成器／整流器回路34に共通である1次電圧は41Vであり、すなわち、2次電圧 T_1 と巻線比Nとの積である。30

【0027】

各変成器／整流器回路34は共通の1次電圧を共用しているから、2次電圧 T_2 乃至 T_N は4.1Vである。第1のセル B_1 以外のセル32は4.0Vと仮定されているから、0.1Vがダイオード48の順方向バイアスに利用可能であり、したがって整流器はオフ状態にある。それ故、電力はシステム12により最低の充電状態を有するセル（この例では第1のセル B_1 ）に転送される。セル電圧は従来の平衡システムのように制御システムが介入しないで平衡される。ステップ104が完了すると、システム12はステップ100に戻る。

【0028】

上述のステップは例示的な実施例であることを意味し、ステップは応用に応じて、同期して、連続的に、または異なった順序で行われることができる。

【0029】

それ故、本発明はバッテリの寿命を増加させる効率的で信頼性のあるバッテリ平衡システムを提供する。このシステムは、1以上のセルが充電されることができない場合でさえも各セルを等しい充電状態にすることを可能にするランダムなサブグループの平衡を与える。本発明は、セル平衡を行うときにアドレスされる変数の数を減少させる。また、セルの平衡中に消費される電力はバッテリ中のセルの数に対するサブグループのセルの数の比によって減少される。本発明のバッテリ平衡システムはシステムコンポーネントの数を最少にし、航空機の重量を軽減し、コンポーネントおよび制御論理装置の両者の複雑性を減4050

少させて。コストを有効にする。

【0030】

上記の方法および装置は当業者により種々の応用およびシステムに適応されることが可能であり、その応用には航空システム、地上ベースのシステム、商業システム、地球工業システム、乗物システム、あるいは技術的に知られているその他の応用およびシステムが含まれる。説明された発明は特許請求の範囲に記載された本発明の技術的範囲を逸脱することなく種々の変形、変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の1実施形態によるバッテリ平衡システムを使用する衛星システムの概略図。10

【図2】本発明の1実施形態によるバッテリ平衡システムの概略プロック図。

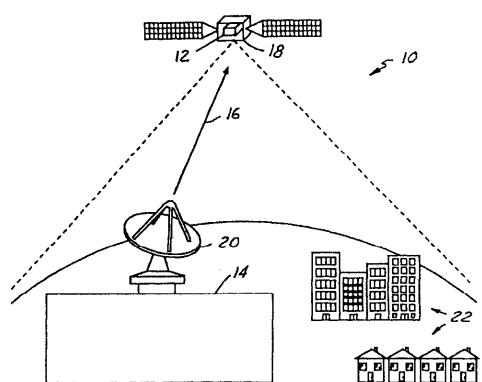
【図3】本発明の1実施形態によるバッテリセルの平衡方法を示す論理フロー図。

【符号の説明】

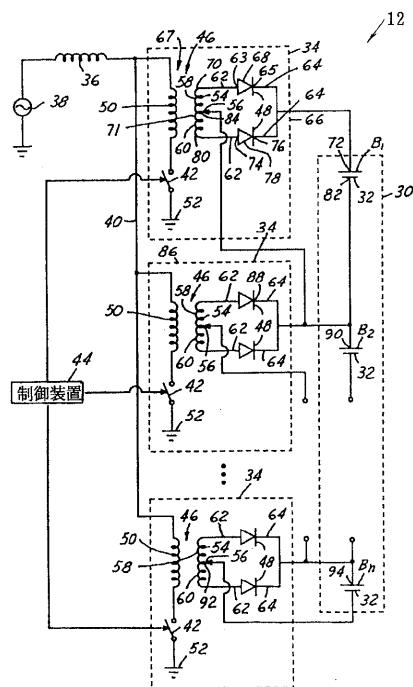
【0032】

12... 平衡システム、14... 地上ステーション、18... 衛星、30... バッテリ、32... セル、34... 变成器 / 整流器回路、36... 電流制限装置、38... 電源、42... スイッチ、44... 制御装置、46... 变成器、48... ダイオード。

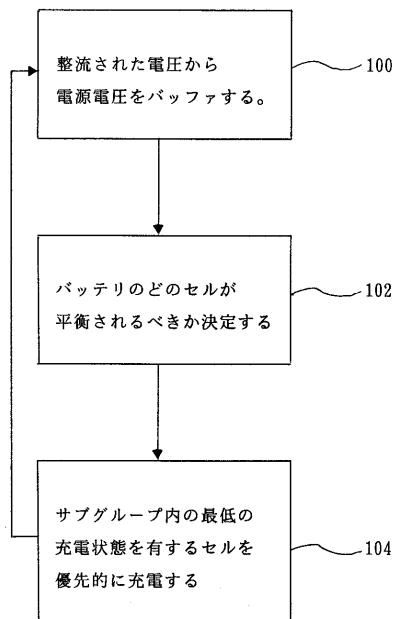
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(74)代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 スタンレイ・カンター

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 90254 ハーモサ・ビーチ、セカンド・ストリート 9
25

審査官 杉田 恵一

(56)参考文献 特開昭62-2816(JP,A)

特開平5-291929(JP,A)

特開平5-347550(JP,A)

特開平6-237146(JP,A)

特開平7-86916(JP,A)

特開平7-336811(JP,A)

特開平8-84465(JP,A)

特開平9-19072(JP,A)

特開平10-84627(JP,A)

特開平11-113183(JP,A)

特開2001-333540(JP,A)

特開2002-125325(JP,A)

特開2002-223528(JP,A)

特開2003-102132(JP,A)

欧州特許出願公開第432639(EP,A1)

米国特許第5646504(US,A)

米国特許第5656915(US,A)

米国特許第5982143(US,A)

米国特許第6369546(US,B1)

H. Sakamoto, K. Murata, E. Sakai, K. Nishijima, K. Harada, S. Taniguchi, K. Yamasaki,
G. Ariyoshi, Balanced Charging of Series Connected Battery Cells, 20th International
Telecommunications Energy Conference INTELEC'98, 米国, IEEE, 1998年10月 4日, p.
311-315

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 7/00 - 7/12

H02J 7/34 - 7/36