

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5841592号
(P5841592)

(45) 発行日 平成28年1月13日(2016.1.13)

(24) 登録日 平成27年11月20日(2015.11.20)

(51) Int.Cl.

HO2J 7/02 (2016.01)

F 1

HO2J 7/02

H

請求項の数 6 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2013-511169 (P2013-511169)
 (86) (22) 出願日 平成23年4月20日 (2011.4.20)
 (65) 公表番号 特表2013-527741 (P2013-527741A)
 (43) 公表日 平成25年6月27日 (2013.6.27)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2011/033328
 (87) 國際公開番号 WO2011/146198
 (87) 國際公開日 平成23年11月24日 (2011.11.24)
 審査請求日 平成26年4月15日 (2014.4.15)
 (31) 優先権主張番号 12/785,285
 (32) 優先日 平成22年5月21日 (2010.5.21)
 (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、60606-2016
 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 100109726
 弁理士 園田 吉隆
 (74) 代理人 100101199
 弁理士 小林 義教
 (72) 発明者 ブラント, ランディー エル.
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 928
 67, オレンジ, クレスト デ ヴィル アヴェニュー 5523

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】バッテリーセルの充電均等化

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直列に結合されている複数のバッテリーセル(206-209)を含む組電池(102、202)と、

第1バッテリーセル(206)の電圧を監視するための第1回路構成であって、組電池(102、202)に充電電流が印加されると、第1バッテリーセル(206)の電圧が第1電圧閾値(110)を満たしたことに応答して、第1回路構成が、第1バッテリーセル(206)を迂回するよう充電電流の一部を送り、かつ、第1バッテリーセル(206)の電圧が第1電圧閾値(110)を満たしたことに応答して、第1回路構成が、第2電圧閾値(111)を設定する、第1回路構成であって、第1電圧閾値が第2電圧閾値より高く、第1バッテリーセル(206)の電圧が第2電圧閾値(111)を満たさなくなつたことに応答して、第1回路構成が、第1バッテリーセル(206)を迂回するよう該充電電流の該部分を送ることを停止する第1回路構成と、

第1バッテリーセル(206)の電圧を監視するための第2回路構成であって、組電池に充電電流が印加されると、第1バッテリーセル(206)の電圧が第3電圧閾値(112)を満たしたことに応答して、第2回路構成が、監視出力を生成し、ここで、第3電圧閾値(112)が、第1バッテリーセル(206)が満充電に近い状態であるときの第1バッテリーセル(206)の電圧であり、第3電圧閾値(112)が、第1電圧閾値(110)より高い、第2回路構成と、

第1バッテリーセル(206)の電圧を監視するための第3回路構成であって、組電池

10

20

(102、202)に充電電流が印加されると、第1バッテリーセル(206)の電圧が第5電圧閾値(114)を満たしたことに応答して、第3回路構成が、第2監視出力を生成し、ここで、第5電圧閾値(114)が、第1バッテリーセル(206)が過充電状態であるときの第1バッテリーセル(206)の電圧であり、第5電圧閾値(112)が、第3電圧閾値(114)より高い、第3回路構成と、を含み、

第1回路構成が電圧基準装置に結合された分圧回路を有し、第1電圧閾値が満足されたとき、該電圧基準装置が第1回線経路における電流の流れを可能とするように構成され、第1回線経路の電流の流れが該分圧回路の分圧回路率を修正することを可能とし、その結果第2の電圧閾値を設定し、第1回線経路における電流の流れが該充電電流の該一部を該バッテリーセルから迂回するように送ることを可能とする、組電池システム。 10

【請求項2】

第1バッテリーセル(206)の電圧が第3電圧閾値(112)を満たしたことに応答して、第2回路構成が、第4電圧閾値(113)を設定し、ここで、第4電圧閾値が第3電圧閾値(112)より低く、かつ、第4電圧閾値(113)が満たされている間に監視出力が生成される、請求項1に記載のシステム。

【請求項3】

第1バッテリーセル(206)の電圧が第2電圧閾値を満たさなくなった後に、第1電圧閾値(110)が再度活性化され、かつ、第2電圧閾値(111)が非活性化される、請求項1または2に記載のシステム。 20

【請求項4】

バッテリーセル充電均等化方法(220-223)であって、複数セルバッテリーのうちのあるバッテリーセル(302)に結合されているバッテリ充電均等化回路(220-223)において充電電流を受けるステップと、バッテリーセル(302)の電圧が第1電圧閾値(110)を満たすと、バッテリーセル(302)を通らないよう充電電流の一部を迂回させるステップと、バッテリーセル(302)の電圧が第1電圧閾値(110)を満たしたことに応答して、第2電圧閾値(111)を設定するステップであって、第2電圧閾値(111)が第1電圧閾値(110)より低く、かつ、バッテリーセル(302)の電圧が第2電圧閾値(111)を満たしている間にバッテリーセル(302)を通らないよう該一部の充電電流を送るステップと、 30

バッテリーセル(302)の電圧が第3電圧閾値(112)を満たしたことに応答して、監視出力を生成するステップであって、第3電圧閾値(112)が、バッテリーセル(302)が満充電に近い状態であるときのバッテリーセル(302)の電圧であり、第3電圧閾値(112)が、第1電圧閾値(110)がより高い、ステップと、

バッテリーセル(302)の電圧が第5電圧閾値(114)を満たしたことに応答して、第2監視出力を生成するステップであって、第5電圧閾値(114)が、バッテリーセル(302)が過充電状態であるときのバッテリーセル(302)の電圧であり、第5電圧閾値(114)が、第3電圧閾値(112)より高い、ステップと、を含み、

バッテリ充電均等化回路(220-223)の分圧回路の分圧回路率を修正することにより、第2電圧閾値(111)を設定し、分圧回路の出力を電圧基準装置と結合し、第1電圧閾値(110)が満たされると、電圧基準装置が第1回線経路における電流の流れを可能とし、かつ、第1回線経路における電流の流れが分圧回路の分圧回路率を修正することを可能とし、かつ、バッテリーセル(302)を通らないよう充電電流の少なくとも該一部を送ることを可能とする、方法。 40

【請求項5】

バッテリーセル(302)を通らないよう充電電流の少なくとも該一部を迂回させるステップが、バッテリーセル(302)を通らないよう充電電流の少なくとも該一部を分路させるバイパス回線経路へ充電電流の少なくとも該一部を送ることを含む、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

10

20

30

40

50

バッテリーセル（302）を通らないよう充電電流の少なくとも該一部を迂回させるステップが、監視出力へ充電電流の少なくとも該一部を送ることを含む、請求項4または5記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

組電池は、より高い動作電圧を達成するために直列に接続された複数のセルからなっていてもよい。特定のセル間の製造ばらつき、不均等な温度分布、エージング特性の違いやそれらセル間のその他の違いにより、組電池の性能低下や早期故障が引き起こされる可能性がある。例えば、充電サイクル中、組電池が劣化したセル（すなわち、容量の減少したセル）を有する場合、該劣化したセルは、完全に充電された後、組電池の残りのセルが完全に充電されるまで過充電されるかもしれない。セルの過充電は、該セル内の温度および圧力上昇につながる可能性があり、かつ、セル、組電池またはその他の近辺の装置にまで損傷を与える可能性がある。放電中、組電池におけるもっとも弱いセルは、最大の放電深度（すなわち、最低の充電状態）を有するかもしれない、したがって、他のセルより先に完全に放電される可能性がある。一般的に、ひとたび組電池の単一のセルが故障すると、組電池全体を交換せねばならず、費用および時間がかかりかねない。

10

【発明の概要】

【0002】

バッテリーセル充電均等化装置、システムおよび方法を提供する。バッテリーセルの充電均等化は、組電池の各セルに保存されるエネルギーの差異を減少させることにより、性能を向上させるため（例えば、放電中に可能な限り多くのエネルギーを送り出すため）、かつ、複数セルバッテリーのサイクル寿命を延長するために用いることができる。バッテリーセル充電均等化回路は、組電池の充電中に、バッテリーセルの充電レベルを検知してもよい。セルの充電状態（SOC）の目安であるセルの電圧が予め設定された閾値を超える場合、該回路は、過剰な充電電流をセルから分流（例えば、分路）させる。例えば、充電電流は、セルの再充電を制限するために損失の大きい回路素子へと分流させられてもよい。バッテリーセル充電均等化回路は、不規則なノイズトリップを低減するために電圧またはSOC閾値の正確なヒステリシスを提供してもよい。バッテリーセル充電均等化回路はまた、該回路を検出回路に結合することによりセルのSOCを監視するために用いられてもよい。閾値および閾値のヒステリシスは、充電電流の分流または所望のSOCレベルにおける検知出力を提供するよう選択されてもよい。

20

【0003】

ある特定の実施形態において、組電池システムは、直列に結合されている複数のバッテリーセルを有する組電池を含む。該組電池システムは、第1バッテリーセルの電圧を監視するための第1回路構成を含む。組電池に充電電流が印加されると、第1バッテリーセルの電圧が第1電圧閾値を満たしたことに応答して、第1回路構成は、第1バッテリーセルを迂回するよう充電電流の少なくとも一部を送る。第1バッテリーセルの電圧が第1電圧閾値を満たしたことに応答して、第1回路構成は、第2電圧閾値を設定する。該組電池システムはまた、第1バッテリーセルの電圧を監視するための第2回路構成を含む。組電池に充電電流が印加されると、第1バッテリーセルの電圧が第3電圧閾値を満たしたことに応答して、第2回路構成は、監視出力を生成する。第3電圧閾値は、第1電圧閾値より高い。

30

【0004】

ある特定の方法は、複数セルバッテリーのうちのあるバッテリーセルに結合されているバッテリーセル充電均等化回路において充電電流を受けることを含む。該方法はまた、バッテリーセルの電圧が第1電圧閾値を満たすと、バッテリーセルを通らないよう充電電流の少なくとも一部を迂回させることを含む。該方法は、バッテリーセルの電圧が第1電圧閾値を満たしたことに応答して、第2電圧閾値を設定することをさらに含む。第2電圧閾値は、第1電圧閾値より低い。バッテリーセルの電圧が第2電圧閾値を満たしている間にバッ

40

50

テリーセルを通らないよう充電電流を送る。

【0005】

ある特定の実施形態において、バッテリーセル充電均等化装置は、バッテリーセルに結合されている電圧基準装置を含む。電圧基準装置は、バッテリーセルの電圧が第1電圧閾値を満たすと、第1回線経路を通る電流の流れを可能とする。該バッテリーセル充電均等化装置はまた、第1回線経路に結合されている第1スイッチング装置を含む。第1スイッチング装置は、第1回線経路を通る電流の流れにより活性化されて、第2回線経路を通る電流の流れを可能とする。第2回線経路を通る電流の流れにより第2電圧閾値が設定される。第2電圧閾値は、第1電圧閾値とは異なる（例えば、第2電圧閾値は、第1電圧閾値より低くてもよい。）該バッテリーセル充電均等化装置はまた、第1回線経路に結合されている第2スイッチング装置を含む。第2スイッチング装置は、第1回線経路を通る電流の流れにより活性化されて、第3回線経路を活性化する。第3回線経路は、バッテリーセルを通らないよう充電電流の少なくとも一部を迂回させる。

【0006】

説明した特徴、機能および利点は、さまざまな実施形態において独立して達成可能であり、または、以下の説明および図面を参照してさらなる詳細が開示されるさらに他の実施形態において組み合わせてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、バッテリーセル充電均等化システムの第1の特定の実施形態の図である。

【図2】図2は、組電池システムのある特定の実施形態の図である。

【図3】図3は、バッテリーセル充電均等化回路構成の第1の特定の実施形態の模式図である。

【図4】図4は、バッテリーセル充電均等化回路構成の第2の特定の実施形態の模式図である。

【図5】図5は、バッテリーセル充電均等化の方法のある特定の実施形態のフローチャートである。

【図6】図6は、さまざまな実施形態において用いることのできるある特定の電圧基準装置の等価模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

バッテリーセル充電均等化装置、システムおよび方法を描写する。バッテリーセルの充電均等化は、組電池の各セルに保存されるエネルギーの差異を減少させることにより、性能を向上させるため（例えば、放電中により多くのエネルギーを送り出すため）、かつ、複数セルバッテリーのサイクル寿命を延長するために用いることができる。バッテリーセルの充電均等化は、受動的手段（例えば、バイパス手段）または能動的手段（例えば、エネルギーの再分配）を用いて行ってもよい。ここに開示するさまざまな実施形態は、受動的なバイパス手段を用いて、組電池のセル間の充電を均等化する。

【0009】

複数セルバッテリーの性能およびライフサイクルは、組電池のセルの不均等な充電により劣化しかねない。例えば、組電池の使用（すなわち、放電）中、組電池から有用に放電される電力量は、最も低い充電状態（SOC）を有するセルにより制限される可能性がある。しかしながら、組電池の充電中、組電池に保存できる電力量は、最も高いSOCを有するセルにより制限される可能性がある。したがって、組電池のセル間の均衡が取れていないと、組電池に保存可能な、または、組電池から放電可能な電力は、セル間の均衡が取れているときの同じ組電池の場合より少いだろう。また、均等化をしなければ、使用中にセルの状態はますます異なりがちとなり、組電池の耐用寿命が制限される可能性がある。

【0010】

10

20

30

40

50

ある組電池に対してバッテリーセルの充電均等化に取り組むことができる一つの方法は、すべてのセルを過充電することである。ある組電池では、セルがより高い充電状態へと充電されるに伴い、損失が増大する。これらの損失増大は、セルの均等化の助けとなる傾向がある。しかしながら、現代のリチウムイオン電池のような他の組電池は、典型的に、均衡をとるための過充電を行なうべきではない。というのも、これらの組電池における損失は、セルがより高い充電状態へと充電されるに伴って増大しないからである。そのような組電池は、セルが過充電されれば劣化をこうむる可能性がある。さらに、ある組電池は、最低レベルより下方へ放電すると必ず劣化が生じる。

【0011】

上で説明したように、最大充電は、最も高いS O Cのセルにより制限されるかもしれません、かつ、最大放電は、最も低いS O Cのセルにより制約されるかもしれません。バッテリーセル充電均衡化システムは、セルまたは組電池の再充電を軽減するために、バッテリーセル充電均等化を検知するか、または、これに基づいて対策を講じるよう適合されていてもよい。例えば、セルの電圧（セルのS O Cの目安）が所定の値を超えると、バッテリーセル充電均衡化システムは、セルから損失の大きい回路素子へと過剰な充電電流を分流（例えば、分路）させて、再充電を制限してもよい。不規則なノイズトリップを低減するために、バッテリーセル充電均等化システムは、充電電流をセルに印加すること、および、充電電流をセルから分流することに関する閾値ヒステリシスを提供してもよい。例えば、第1電圧閾値に達すると、充電電流を分流させてもよく、セル電圧が第2（より低い）電圧閾値の下方へ低下するまで該充電電流を分流させ続けてもよい。バッテリーセル充電均等化システムはまた、バッテリーセル充電均等化回路を閾値検出システムに接続することにより、セルのS O C、組電池のS O Cまたはその両方を監視するために用いてもよい。

【0012】

バッテリーセルの充電均等化を行うよう提案してきたある回路は、電圧基準と分路との両方としてツエナーダイオードを用いている。これらの回路において、ツエナーダイオードは、組電池の各セルに取り付けられていてもよい。一般的に、適正に機能するためには、組電池の各セルに対して用いられるツエナーダイオードは一致していなければならず、このことが問題となる可能性がある。また、ツエナーダイオードは、信頼性の問題を有することがある。とりわけ、ツエナーダイオードは、短絡故障する（fail short）可能性があり、これが、短絡したツエナーダイオードが取り付けられているセルを破壊しかねず、その結果、組電池全体を破壊する可能性がある。また、ツエナーダイオードは、ヒステリシスを提供しないので、ツエナーダイオード回路は、不快なノイズトリップを受けやすいことがある。例えば、セルが充電されており、かつ、セル電圧が電圧閾値に達すると、ツエナーダイオードは、充電電流を放散することがある。しかしながら、充電電流を放散することにより、セル電圧が電圧閾値より下方へ低下する可能性があり、これにより、ツエナーダイオードがセルに再度充電電流を印加する。充電電流を印加する電圧閾値は、充電電流を放散する電圧閾値と同じであるので、充電電流の印加と放散とは周期的に繰り返される可能性がある。また、ツエナーダイオード回路は、セルまたは組電池のS O Cを監視する方法を提供しないかもしれない。

【0013】

提案してきた別の受動的なバッテリーセル充電均等化システムは、各セルと並列に接続された適切な大きさの抵抗器を含む。抵抗器は、セル電圧の増大とともに直線的に上昇する損失をもたらすことがある。しかしながら、本システムは、組電池の非使用時に抵抗器を介した組電池の放電を引き起こす可能性があり、これにより、組電池の有用性が低減しかねず、かつ、完全放電状態となることによる組電池の損傷を引き起こしかねない。また、並列接続された抵抗器は、組電池のセルの比較的遅い再均衡化をもたらすかもしれない。

【0014】

能動的なバッテリーセル均等化システムもまた提案してきた。例えば、能動的なバッテリーセル均等化システムは、充電程度のより高いセルからより低いセルへとエネルギー

10

20

30

40

50

を伝達することができる。能動的なバッテリーセル均等化システムは、バッテリーセル充電均等化機能を行うために、重大な能動的電子回路を用いることがある。したがって、能動的なバッテリーセル均等化システムは、複雑かつ大型で高価でありうる。

【0015】

ここに開示する特定の実施形態は、一般に入手可能な集積回路および個別部品を用いて、バッテリーセルの充電状態（SOC）の高速かつ信頼性の高い検出を可能とすると同時に、ノイズの多い監視用出力信号およびセル充電均等化分路回路に付随する不快感をなくすことができる。ある特定のバッテリーセル充電均等化回路は、基準増幅器に関連付けられた基準を含む。抵抗分割回路は、基準増幅器の基準に比例する第1閾値を設定する。スイッチング素子（例えば、トランジスタ）は、第1閾値より低い第2閾値の設定に用いられる。第2閾値は、ノイズ軽減および検出閾値ヒステリシスを提供してもよい。出力回路は、基準増幅器にすぐに応答してもよい。例えば、出力回路は、基準増幅器に応答してセルの均衡化を増強するための電流分路経路を提供してもよい。別の実施例において、出力回路は、基準増幅器にすぐに応答するセルのSOCを示すために信号を提供してもよい。

10

【0016】

ある特定の実施形態において、基準増幅器は、テキサスインスツルメンツ社から入手可能なTL1431精密プログラマブル基準といったシリコンバンドギャップ集積回路を含んでいてもよい。基準増幅器は、例えば、セルの高いSOCおよびセルの低いSOCを表すことができる電圧において分離された2つの予め設定されたまたは所定の検出閾値を有していてもよい。10mVごとにセルのSOCの約1%を表すことができるので、基準増幅器は、高精度基準増幅器であってもよい。

20

【0017】

複数セルバッテリー、例えば、リチウムイオンセルバッテリーシステムの各セルに対してバッテリーセル充電均等化回路を用いると、複数の充放電サイクルにわたって充電電流を分路することにより、より低いSOCのセルが、より高いSOCのセルとより厳密に一致するように充電レベルを引き上げ、これにより、セルのSOCを実質的に均等化するか、または、同等にすることができる。バッテリーセル充電均等化回路の各々はまた、バッテリー充電均等化回路を介したセルの寄生放電のない組電池の保存を支援するスイッチを備えていてもよい。スイッチはまた、「ホットメイト」の問題を低減することができる。

30

【0018】

図1は、全体として100で示したバッテリーセル充電均等化システムの第1の特定の実施形態の図である。システム100は、正極端子および負極端子を有するバッテリーセル102を含むか、または、これに結合されている。バッテリーセル102は、複数セルバッテリーのうちの1つのセルであってもよい。例えば、バッテリーセル102は、所望の出力電圧を負荷に与えるために（図1には示していない）1つ以上の他のバッテリーセルに直列に結合されていてもよい。

【0019】

システム100は、複数セルバッテリーのセル間のバッテリーセル充電均等化を促進するために1つ以上の均等化回路を含んでいてもよい。例えば、均等化回路は、第1回路構成104、第2回路構成105、第3回路構成106またはこれらのいかなる組み合わせを含んでいてもよい。図1において、回路構成104～106は機能ブロックとして示されているが、回路構成104～106は、さまざまな形状因子または実施構成で提供されてもよい。例えば、回路構成104～106は、バッテリーセル102に個別にまたは一体として結合可能な1つ以上のモジュール（すなわち、個別パッケージ部品）として提供されてもよい。別の実施例において、回路構成104～106は、バッテリーセル102に結合可能な1枚以上の回路基板として提供されてもよい。別の実施例において、回路構成104～106は、複数セルバッテリーの構成部品として複数セルバッテリー内に提供されてもよい。

40

【0020】

ある特定の実施形態において、第1回路構成104は、監視および分路回路として機能

50

してもよい。すなわち、第1回路構成104は、バッテリーセル102の電圧を監視してもよく、かつ、検出されたセル電圧がある特定の電圧閾値を満たすと、バッテリーセル102を通らないよう充電電流の少なくとも一部を迂回させてもよい。例示的な実施形態において、第1回路構成104は、第1電圧閾値110および第2電圧閾値111を有していてよい。第2電圧閾値111は、第1電圧閾値110と異なっていてよい。例えば、第2電圧閾値111は、第1電圧閾値110より低くてもよい。第1電圧閾値110と第2電圧閾値111とのこの差異により、第1回路構成104の不快な切り替わりを低減可能なヒステリシスがもたらされる。

【0021】

例えば、バッテリーセル102の電圧が第1電圧閾値110を満たす（例えば、第1電圧閾値110より大きいか、または、第1電圧閾値110以上である）とき、充電電流の一部を分路116へと送ってよい。これにより、バッテリーセル102へ印加される充電電流の量を低減し、組電池のその他のバッテリーセルがバッテリーセル102の充電状態（SOC）に追いつくことができる。例えば、バッテリーセル102を通らないように充電電流を迂回させることにより、バッテリーセル102のSOCの増加速度が弱まる可能性がある。より低いSOCを有し、かつ、完全充電電流を受け続けるその他のバッテリーセル（すなわち、充電電流は、これらのより低い（lower）SOCのバッテリーセルを通らないように迂回はされない）は、より高速に充電される。したがって、より低いSOCのバッテリーセルのSOCは、バッテリーセル102のSOCに追いつくことができる。

10

【0022】

充電電流の一部を分路116へ送ると、バッテリーセル102の電流が幾分低下することができる。バッテリーセル102の電圧のそのような低下により、第1回路構成104が分路116を切断する（すなわち、バッテリーセル102に完全充電電流を印加する）ようになる可能性を低減するために、第1回路構成104は、第2閾値111を用いて、分路116の非活性化を制御してもよい。すなわち、（第1電圧閾値110がもはや満たされていなくとも）第2閾値111が満たされている間は、充電電流の一部は、分路116へ送られてもよい。例示すると、ある特定の実施形態について、第1電圧閾値110は、約4.05Vであってもよく、第2電圧閾値111は約4.00Vであってもよい。本実施形態において、分路116は、バッテリーセル102の電圧が4.05Vに達すると活性化されてもよい。また、バッテリーセル102の電圧が4.05Vに達すると、第2閾値111は、活性化される。したがって、分路116は、バッテリーセル102の電圧が4.00Vより低くまで低下しないかぎりは、活性化状態に保たれてもよい。ある特定の実施形態において、分路116が活性化されていると、約C/500（ここで、Cは、典型的にアンペア時間またはミリアンペア時間で測定されるセルの容量を指す）の充電は、バッテリーセル102を通らないよう分流させられ、かつ、分路116の損失の大きい要素において放散されてもよい。第1回路構成104は、第1バッテリーセル102の電圧が第2電圧閾値111を満たさなくなったことに応答して、バッテリーセル102を迂回するよう（例えば、分路116へと）充電電流の一部を送らなくなってよい。例えば、バッテリーセル102の電圧が（例えば、組電池の使用または保存中に）第2電圧閾値を満たさなくなった後で、第1電圧閾値110は、再度活性化され、第2電圧閾値111は、非活性化される。

20

30

【0023】

ある特定の実施形態において、第2回路構成105は、監視回路として機能してもよい。すなわち、第2回路構成105は、電圧がある特定の電圧閾値を満たすと、バッテリーセル102の電圧に基づいて監視出力117を生成してもよい。例示的な実施形態において、第2回路構成105は、第3電圧閾値112および第4電圧閾値113を有してもよい。第4電圧閾値113は、第3電圧閾値112と異なっていてよい。例えば、第4電圧閾値113は、第3電圧閾値112より低くてもよい。第3電圧閾値112と第4電圧閾値113とのこの差異により、監視出力117の不快な切り替わりを低減可能なヒステ

40

50

リシスがもたらされる。

【0024】

例えば、バッテリーセル102の電圧が第3電圧閾値112を満たす（例えば、第3電圧閾値112より大きいか、または、第3電圧閾値112以上である）とき、監視出力117が生成されて、バッテリーセル102が完全に充電されていることを示してもよい。監視出力117は、監視出力117が受信されたとき、または、バッテリーセルが完全に充電されていることを示す所定の数のバッテリーセルに関連付けられた回路構成からの出力といったその他の条件に応答して、組電池の充電を中断する（例えば、充電電流を中断する）ことができる監視システム（図示せず）に提供されてもよい。

【0025】

監視出力117が生成されると、充電電流の一部は、監視出力117を提供するために、バッテリーセル102を通らないよう迂回させられる。したがって、バッテリーセル102の電圧は、監視出力117が生成されていることに応答して幾分低下することがある。バッテリーセル102の電圧のそのような低下により監視出力117が切断される可能性を低減するために、第2回路構成105は、第4閾値113を用いて、監視出力117の非活性化を制御してもよい。すなわち、監視出力117は、第4閾値113が満たされている間、生成される。例示すると、ある特定の実施形態について、第3電圧閾値112は約4.10Vであってもよく、第4電圧閾値113は約4.05Vであってもよい。本実施形態において、監視出力117は、バッテリーセル102の電圧が4.10Vに達すると、活性化されてもよい。また、バッテリーセル102の電圧が4.10Vに達すると、第4閾値113が活性化されてもよい。したがって、監視出力117は、バッテリーセル102の電圧が4.05Vより下まで低下しないかぎりは、活性化状態を保っていてもよい。

【0026】

ある特定の実施形態において、第3回路構成106は、過充電監視回路として機能してもよい。すなわち、第3回路構成106は、電圧がある特定の電圧閾値を満たすとき、バッテリーセル102の電圧に基づいて、過充電出力118などの第2監視出力を生成してもよい。

【0027】

例示的な実施形態において、第3回路構成106は、第5電圧閾値114および第6電圧閾値115を有してもよい。第6電圧閾値115は、第5電圧閾値114が満たされたことに応答して、設定または活性化されてもよい。第6電圧閾値115は、第5電圧閾値114と異なっていてもよい。例えば、第6電圧閾値115は、第5電圧閾値114よりも低くてもよい。第5電圧閾値114と第6電圧閾値115とのこの差異により、過充電出力118の不快な切り替わりを低減可能なヒステリシスがもたらされる。

【0028】

例えば、バッテリーセル102の電圧が第5電圧閾値114を満たす（例えば、第5電圧閾値114より大きいか、または、第5電圧閾値114以上である）とき、過充電出力118が生成されて、バッテリーセル102が過充電されているか、または、過充電される危険性があることを示してもよい。過充電出力118は、過充電出力118が受信されたとき、または、組電池のある数のバッテリーセルに関連付けられた回路構成からの過充電出力の受信といったその他の条件に応答して、組電池の充電を中断することができる監視システム（図示せず）に提供されてもよい。

【0029】

過充電出力118が生成されると、充電電流の一部は、過充電出力118を提供するために、バッテリーセル102を通らないよう迂回させられる。したがって、バッテリーセル102の電圧は、過充電出力118が生成されていることに応答して幾分低下することがある。バッテリーセル102の電圧のそのような低下により過充電出力118が切断される可能性を低減するために、第3回路構成106は、第6閾値115を用いて、過充電出力118の非活性化を制御してもよい。例示すると、ある特定の実施形態について、第

10

20

30

40

50

5 電圧閾値 114 は約 4.30V であってもよく、第 6 電圧閾値 115 は約 4.10V であってもよい。本実施形態において、過充電出力 118 は、バッテリーセル 102 の電圧が 4.30V に達すると、活性化されてもよい。また、バッテリーセル 102 の電圧が 4.30V に達すると、第 6 閾値 115 が活性化されてもよい。したがって、過充電出力 118 は、バッテリーセル 102 の電圧が 4.10V より下まで低下しないかぎりは、活性化状態を保っていてもよい。

【0030】

システム 100 はまた、第 1 スイッチ 122 および第 2 スイッチ 124 といった 1 つ以上のスイッチを含んでいてもよい。第 1 スイッチ 122 は、組電池の充電の完了後、第 1 回路構成 104 および第 2 回路構成 105 を介してバッテリーセル 102 の放電を低減するよう動作可能であってもよい。第 2 スイッチ 124 は、組電池の充電の終了後、第 3 回路構成 106 を介してバッテリーセル 102 の放電を低減するよう動作可能であってもよい。スイッチ 122 および 124 は、バッテリーセル 102 の自己放電率より小さいオフ（すなわち、オーブン）リーク電流を有していてもよい。例えば、あるリチウムイオンバッテリーセルでは、自己放電率は、約 C / 100000 であってもよい。したがって、スイッチ 122 および 124 は、C / 100000 より小さいオフリーク電流を有していてもよい。オン / オフスイッチ制御 126 は、（スイッチ 122 および 124 を閉鎖することにより）システム 100 への電源投入を可能として、バッテリーセル 102 からシステム 100 の回路要素へと電源を供給してもよい。ある特定の実施形態において、第 2 スイッチ 124 は、第 3 回路構成 106 への電力供給に用いてもよく、かつ、第 1 スイッチ 122 は、第 1 回路構成 104 および第 2 回路構成 105 への電力供給に用いてもよい。

【0031】

バッテリーセル 102 の充電中、バッテリーセル 102 は、回路構成 104 ~ 106 に取り付けられ、かつ、スイッチ 122 および 124 は閉鎖されている。バッテリーセル 102 の電圧が第 1 電圧閾値 110 を満たすと、第 1 回路構成 104 は、バッテリーセル 102 を通らないように充電電流を分路 116 へと導く。ある特定の実施形態において、分路 116 は、およそ C / 500 の放電電流をバッテリーセル 102 から逃がす。また、バッテリーセル 102 の電圧が第 1 電圧閾値 110 を満たしたことに応答して、第 1 回路構成 104 は、第 2 電圧閾値 111 を設定または活性化して、分路 116 の不快なトリップを回避する。例示すると、第 1 電圧閾値 110 が 4.05V のとき、第 2 電圧閾値 111 は、0.05V の閾値ヒステリシスを提供するために約 4.00V であってもよい。

【0032】

バッテリーセル 102 は、充電電流に付随しているので、バッテリーセル 102 の電圧は、分路 116 が活性化されている間でも、引き続き上昇する。バッテリーセル 102 の電圧は、第 3 電圧閾値 112 が満たされるまで上昇してもよい。第 3 電圧閾値 112 が満たされると、監視出力 117 は、活性化されてもよい。監視出力 117 は、バッテリーセル 102 の SOC がほぼ完全に近いことを示してもよい。監視出力 117 の活性化は、組電池に結合されている充電器に充電を低減または停止するよう信号を送ってもよい。また、バッテリーセル 102 の電圧が第 3 電圧閾値 112 を満たしたことに応答して、第 2 回路構成 105 は、第 4 電圧閾値 113 を設定または活性化して、監視出力 117 の不快なトリップを回避する。例示すると、第 3 電圧閾値 112 が 4.10V のとき、第 4 電圧閾値 113 は、0.05V の閾値ヒステリシスを提供するために約 4.05V であってもよい。

【0033】

バッテリーセル 102 への充電電流が監視出力 117 に応答しないとき、第 3 回路構成 106 は、バッテリーセル 102 が有害な充電状態に近づいている（例えば、過充電状態に近づいている）ことを示すための保護監視装置として作用してもよい。例示すると、第 5 電圧閾値 114 が満たされると、過充電出力 118 は活性化してもよい。過充電出力 118 は、バッテリーセル 102 の SOC が有害な状態にあるか、または、これに近づいていることを示してもよい。過充電出力 118 の活性化は、充電器に組電池保護手順を開始

10

20

30

40

50

するよう、例えば、充電器から組電池を取り外すよう信号を送ってもよい。また、バッテリーセル 102 の電圧が第 5 電圧閾値 114 を満たしたことに応答して、第 3 回路構成 106 は、第 6 電圧閾値 115 を設定または活性化して、過充電出力 118 の不快なトリップを回避する。例示すると、第 5 電圧閾値 114 が 4.30V のとき、第 6 電圧閾値 115 は、0.2V の閾値ヒステリシスを提供するために約 4.10V であってもよい。

【0034】

活性化されていないとき（例えば、組電池が保存されている間）バッテリーセル充電均等化システム 100 は、バッテリーセル 102 の自己放電率より小さい電流を流してもよい。例えば、バッテリーセルの自己放電率は、バッテリーセルが完全に放電される 2.8V から 3.0V の範囲において約 C/100000 であってもよい。バッテリーセル充電均等化システム 100 が活性化されているとき（例えば、組電池の充電中）、バッテリーセル充電均等化システム 100 は、最大予測バッテリーセル動作電圧（例えば、いくつかの実施形態では、約 4.1V）においておよそ C/500 の電流を流してもよい。ある特定の実施形態において、バッテリーセル充電均等化システム 100 の最大通電能力は、約 C/500 であり、これは、50Ah のバッテリーセルに対する約 100mA および 13Ah のバッテリーセルに対する約 26mA に対応する。約 C/500 の電流に基づく 4.1V における最大ワット損は、50Ah のバッテリーセルに対して約 410mW かつ 13Ah のバッテリーセルに対して約 107mW であってもよい。バッテリーセル充電均等化システム 100 は、組電池の動作温度範囲を通じて動作可能であってもよい。例えば、バッテリーセル充電均等化システム 100 は、-10°C 以上 50°C までの温度範囲にわたって動作可能であってもよく、この範囲は、約 10°C の余裕を有するリチウムイオンバッテリーセルの典型的な最大動作温度範囲を包含する。

【0035】

図 2 は、組電池システムのある特定の実施形態の図である。図 2 は、直列に結合された複数のバッテリーセル 206 ~ 209 を有する組電池 202 を示している。ある特定の実施形態において、組電池 202 は、リチウムイオン電池である。他の実施形態では、組電池 202 は、鉛酸蓄電池、ニッケルカドミウム電池、ニッケル水素電池、リチウムイオンポリマー電池などの別の種類の電池、または、別の種類の充電式電池である。また、図 2 では 4 つのバッテリーセル 206 ~ 209 を有する組電池 202 を示しているが、組電池 202 は、特定の実施構成によってはより多くのまたは少ないバッテリーセルを有していてもよい。

【0036】

図 2 において、組電池 202 は、正極端子 205 および負極端子 204 を介して負荷 210 に結合されている。負荷 210 は、組電池 202 を用いて電力供給されるいかなる装置またはシステムであってもよい。例えば、負荷 210 は、電子装置またはツールといった電池式携帯機器を含んでもよい。別の実施例において、負荷 210 は、衛星または電気もしくはハイブリッド航空機または自動車などの輸送手段の動力装置やその他のシステムを含んでもよい。さらに別の実施例において、負荷 210 は、分配用の電力の保存のために組電池 202 を用いる配電システムを含んでもよい。

【0037】

組電池 202 は、充電器 212 に結合されていてもよい。充電器 212 は、充電電流を組電池 202 へ供給して、バッテリーセル 206 ~ 209 を再充電してもよい。上で説明したように、バッテリーセル 206 ~ 209 の不均等な充電は、組電池 202 の性能を低下させる可能性があるか、または、組電池 202 の耐用寿命を短縮する可能性がある。したがって、バッテリーセル 206 ~ 209 は、バッテリーセル充電均等化システム 224 に結合されていてもよい。バッテリーセル充電均等化システム 224 は、バッテリーセル 206 ~ 209 の各々に結合されているバッテリーセル充電均等化回路を含んでもよい。例えば、第 1 バッテリーセル充電均等化回路 220 は、第 1 バッテリーセル 206 に結合されていてもよく、第 2 バッテリーセル充電均等化回路 221 は、第 2 バッテリーセル 207 に結合されていてもよく、第 3 バッテリーセル充電均等化回路 222 は、第 3 バッテ

10

20

30

40

50

リーセル 208 に結合されていてもよく、かつ、第 4 バッテリーセル充電均等化回路 223 は、第 4 バッテリーセル 209 に結合されていてもよい。

【0038】

バッテリーセル充電均等化回路 220 ~ 223 は、受動的なバッテリーセル充電均等化、バッテリーセル充電状態 (SOC) の監視およびバッテリーセル過充電の監視といったさまざまな機能を実施するための回路構成を含んでいてもよい。例えば、バッテリーセル充電均等化回路 220 ~ 223 は、バッテリーセル 206 ~ 209 間の SOC の同等化または均等化を促進するための第 1 回路構成 230 ~ 233 を含んでいてもよい。例示すると、第 1 回路構成 230 ~ 233 の各回路は、図 1 の第 1 回路構成 104 および分路 116 を含んでいてもよい。例示的な実施形態において、対応するバッテリーセルの電圧が第 1 電圧閾値 (例えば、4.05V) に達すると、第 1 回路構成 230 ~ 233 は、対応するバッテリーセルを通らないように充電器 212 から受けた充電電流を迂回させてもよい。第 1 回路構成 230 ~ 233 はまた、第 1 電圧閾値が満たされたことに応答して、第 2 電圧閾値 (例えば、4.00V) を活性化してもよい。例えば、充電中に、第 1 バッテリーセル 206 が第 1 電圧閾値に達すると、第 1 バッテリー充電均等化回路 220 の第 1 回路構成 230 により第 1 バッテリーセル 206 を通らないように充電電流の少なくとも一部を分路してもよい。充電電流が依然としてその他のバッテリーセル 207 ~ 209 に印加されている間に、第 1 バッテリーセル 206 を通らないように充電電流の少なくとも一部を迂回させることにより、その他のバッテリーセル 207 ~ 209 が第 1 バッテリーセル 206 の SOC に追いつくことができてもよい。

10

20

【0039】

バッテリーセル充電均等化回路 220 ~ 223 はまた、バッテリーセル 206 ~ 209 の SOC の監視を促進するための第 2 回路構成 240 ~ 243 を含んでいてもよい。例示すると、第 2 回路構成 240 ~ 243 の各回路は、図 1 の第 2 回路構成 105 を含んでいてもよい。例示的な実施形態において、第 2 回路構成 240 ~ 243 の各回路は、関連付けられたバッテリーセルの電圧が第 3 電圧閾値 (例えば、4.10V) に達すると、関連付けられたバッテリーセルが目標 SOC に達したこと (例えば、対応するバッテリーセルが実質的に完全に充電されていること) を示す出力 260 ~ 263 を生成してもよい。第 2 回路構成 240 ~ 243 はまた、第 3 電圧閾値が満たされたことに応答して、第 4 電圧閾値 (例えば、4.05V) を活性化してもよい。例えば、充電中に、第 4 バッテリーセル 209 が第 3 電圧閾値に達すると、出力 263 は、充電状況信号を提供するよう活性化されてもよい。充電状況信号は、充電器 212 に充電電流を低減または切斷させることのできる監視または制御システムへ送られてもよい。

30

【0040】

バッテリーセル充電均等化回路 220 ~ 223 は、バッテリーセル 206 ~ 209 の過充電監視を促進するための第 3 回路構成 250 ~ 253 を含んでいてもよい。例示すると、第 3 回路構成 250 ~ 253 の各回路は、図 1 の第 3 回路構成 106 を含んでいてもよい。例示的な実施形態において、第 3 回路構成 250 ~ 253 は、関連付けられたバッテリーセルの電圧が第 5 電圧閾値 (例えば、4.30V) に達すると、関連付けられたバッテリーセルが有害な SOC にあるか、または、これに近づいていること (例えば、関連付けられたバッテリーセルが過充電されているか、または、過充電状態に近づいていること) を示す過充電出力 265 ~ 268 を生成してもよい。第 3 回路構成 250 ~ 253 はまた、第 5 電圧閾値が満たされたことに応答して、第 6 電圧閾値 (例えば、4.10V) を活性化してもよい。例えば、充電中に、第 4 バッテリーセル 209 が第 5 電圧閾値に達すると、過充電出力 268 は、過充電信号を提供するよう活性化されてもよい。過充電信号は、バッテリーセル 206 ~ 209 の有害な過充電を予防する対策を講じることのできる監視または制御システムへ送られてもよい。例えば、監視または制御システムは、充電器 212 を遮断するか、または、組電池 202 を充電器 212 から電気的に切斷してもよい。

40

【0041】

50

ある 1 つのバッテリーセル充電均等化回路、例えば、第 1 バッテリーセル充電均等化回路 220 に対して用いられる閾値は、その他のバッテリーセル充電均等化回路、例えば、第 2、第 3 および第 4 バッテリーセル充電均等化回路 221～223 により用いられる閾値と同じであっても、異なっていてもよい。例えば、組電池 202 の充電中に、第 1 バッテリーセル充電均等化回路 220 の第 1 回路構成 230 は、第 1 バッテリーセル 206 を通らないよう充電電流の一部を導き、かつ、第 2 閾値を活性化するために第 1 閾値を用いてよい。第 1 バッテリーセル充電均等化回路 220 の第 2 回路構成 240 は、監視出力を活性化し、かつ、第 4 閾値を活性化するために第 3 閾値を用いてよい。第 1 バッテリーセル充電均等化回路 220 の第 3 回路構成 250 は、過充電出力を活性化し、かつ、第 6 閾値を活性化するために第 5 閾値を用いてよい。同時に、すなわち、組電池 202 の同じ充電サイクル中に、第 2 バッテリーセル充電均等化回路 221 の第 1 回路構成 231 は、第 2 バッテリーセル 207 を通らないよう充電電流の一部を導き、かつ、（第 2 閾値とは異なっていても、同じであってもよい）第 8 閾値を活性化するために（第 1 閾値とは異なっていても、同じであってもよい）第 7 閾値を用いてよい。第 2 バッテリーセル充電均等化回路 221 の第 2 回路構成 241 は、監視出力を活性化し、かつ、（第 4 閾値とは異なっていても、同じであってもよい）第 10 閾値を活性化するために（第 3 閾値とは異なっていても、同じであってもよい）第 9 閾値を用いてよい。第 2 バッテリーセル充電均等化回路 221 の第 3 回路構成 251 は、過充電出力を活性化し、かつ、（第 6 閾値とは異なっていても、同じであってもよい）第 12 閾値を活性化するために（第 5 閾値とは異なっていても、同じであってもよい）第 11 閾値を用いてよい。同様に、第 3 バッテリーセル充電均等化回路 222 および第 4 バッテリーセル充電均等化回路 223 は、第 1 バッテリーセル充電均等化回路 220 および第 2 バッテリーセル充電均等化回路 221 により用いられる閾値と同じであるか、または、異なっている閾値を用いてよい。
10

【0042】

バッテリーセル充電均等化回路 220～223 はまた、スイッチ 280～283 およびスイッチ 285～288 を含んでいてもよい。スイッチ 280～283 およびスイッチ 285～288 は、組電池 202 の充電中は閉鎖されて、バッテリーセル充電均等化回路 220～223 に電力供給してもよい。スイッチ 280～283 およびスイッチ 285～288 は、組電池 202 の保存または使用中は開放されて、バッテリーセル充電均等化回路 220～223 が組電池 202 およびバッテリーセル 206～209 の自己放電率を上昇させないように、バッテリーセル充電均等化回路 220～223 を通じる電流の流れを低減してもよい。ある特定の実施形態において、スイッチ 280～283 およびスイッチ 285～288 は、バッテリーセル充電均等化システム 224 のリターン入力 270 およびオン／オフ入力 272 を介して制御してもよい。
20

【0043】

図 2 は、電圧閾値の特定の値を示しているが、電圧閾値は、他の実施形態において他の値を有する可能性もある。例えば、ある特定のリチウムイオン電池の完全充電電圧は、約 4.10V であってもよい一方で、他の種類の電池または他のリチウムイオン電池は、他の完全充電電圧を有していてもよい。さらに、電池寿命の延長などの特定の使用に対して、より低い電圧を完全充電電圧として指定してもよい。例示すると、ある特定の用途に対して、リチウムイオン電池の完全充電電圧は、リチウムイオン電池の寿命を延長するために約 3.92V に設定されてもよい。その他の閾値もまた、（電池の作成に用いられる特定の材料を含む）電池の種類、電池が用いられる予定の用途（例えば、負荷 210 の特定の種類または性質、組電池 202 の動作環境など）、組電池 202 が晒されるその他の動作制約（例えば、規制の制約またはその他の規格）、充電器 212、組電池 202、負荷 210 またはこれらのあらゆる組み合わせのその他の特徴によって選択されてもよい。
40

【0044】

図 3 は、300 で示されたバッテリーセル充電均等化回路構成の第 1 の特定の実施形態の模式図である。ある特定の実施形態において、回路構成 300 は、バッテリーセル充電均等化を促進するために用いられてもよい。例えば、回路構成 300 は、図 1 の第 1 回路
50

構成 104 として用いられてもよい。図 3 において、回路構成 300 は、バッテリーセル 302 と結合されているものとして示されている。バッテリーセル 302 は、他のバッテリーセルと直列接続されて、バッテリーパックを形成してもよい正極端子 304 および負極端子 306 を含む。回路構成 300 の入力は、バッテリーセル 302 の正極端子 304 に結合されていてもよく、かつ、リターン 312 は、バッテリーセル 302 の負極端子 306 に結合されていてもよい。図示されていないその他の構成要素が存在することもある。例えば、回路構成 300 は、図 1 のスイッチ 124 などのスイッチを介してバッテリーセル 302 と結合していてもよい。回路構成 300 のいずれの特定の部分が説明されているのかを明確にするために、ここで「回線経路」と呼ばれる回路構成 300 の個々の部分を、図 3 における破線の枠を用いて示している。破線の枠は、説明を簡略化および明確化するために用いられており、回路構成 300 の限定として解釈されるべきではない。10

【 0045 】

回路構成 300 は、分圧回路を形成する第 1 抵抗素子 314（例えば、第 1 抵抗器）および第 2 抵抗素子 316（例えば、第 2 抵抗器）を含む。分圧回路の分圧回路出力 318 は、電圧基準装置 320 の基準電圧入力に結合されている。ある特定の実施形態において、電圧基準装置 320 は、テキサスインスツルメンツ社から入手可能な TL1431 精密プログラマブル基準などの高精度電圧基準を含む。図 3 に示す特定の実施形態では、ツエナーダイオードを示すのに一般に用いられる記号と類似の記号を用いて電圧基準装置 320 を示しているが、電圧基準装置 320 は、単なるツエナーダイオードではないことに注目されたい。むしろ、電圧基準装置 320 は、入力基準電圧に応答して出力電圧を提供する高精度かつ安定な（例えば、動作温度範囲にわたって安定な）電圧基準である。図 6 は、図 3 の電圧基準装置 320 として用いることができる電圧基準装置のある特定の実施形態の等価模式図を示している。ある特定の実施形態において、電圧基準装置 320 は、2.5V のバンドギャップ基準を含む。20

【 0046 】

第 1 抵抗素子 314 および第 2 抵抗素子 316 の抵抗（または、第 1 抵抗素子 314 および第 2 抵抗素子 316 が純粋な抵抗でないときは、インピーダンス）は、第 1 電圧閾値が満たされると、分圧回路出力 318 が電圧基準装置 320 に電源を投入するように、選択される。すなわち、電流が分圧回路を含む初めの回線経路 390 を通じて流れると、かつ、入力 310 とリターン 312 との間の電圧が第 1 電圧閾値を満たすとき、分圧回路出力 318 は、電圧基準装置 320 の電源投入に十分である。例えば、電圧基準装置 320 が 2.5V バンドギャップ基準であるとき、分圧回路出力 318 は、第 1 電圧閾値が満たされると 2.5V 以上であってもよい。30

【 0047 】

電圧基準装置 320 に電源が投入されると、第 3 抵抗素子 322 および電圧基準装置 320 を含む第 1 回線経路 391 を通じて電流が流れる。第 1 回線経路 391 における電流の流れに応答して、（トランジスタなどの）第 1 スイッチング素子 326 に電源が投入されてもよい。例えば、第 1 回線経路 391 を通る電流の流れは、トランジスタのベース（例えば、第 1 スイッチング素子 326）に電流を印加してもよく、これにより、第 1 スイッチング素子 326 および第 4 抵抗素子 328 を含む第 2 回線経路 392 を活性化する（すなわち、第 2 回線経路 392 を通じて電流が流れるようにする）ことができる。40

【 0048 】

第 2 回線経路 392 は、分圧回路において第 4 抵抗素子 328 が第 1 抵抗素子 314 と並列であるように配置してもよい。したがって、第 2 回線経路 392 が活性化されると、分圧回路の分圧回路率が修正され（効率的に第 2 分圧回路を形成する）。第 4 抵抗素子 328 の抵抗（またはインピーダンス）は、回路構成 300 の第 2 電圧閾値を実施するか、そうでなければ、これを設定するよう選択されてもよい。例示すると、第 4 抵抗素子 328 の抵抗は、入力 310 とリターン 312 との間の電圧が第 2 電圧閾値を満たすと、分圧回路出力 318 が電圧基準装置 320 の活性化電圧より低くまで低下するように、選択されてもよい。50

【0049】

例えば、図1を参照して実施例として説明した特定の電圧閾値を用いて、第1電圧閾値は、4.05Vであってもよく、第2電圧閾値は、4.00Vであってもよい。さらに、電圧基準装置320は、2.5Vの活性化電圧を有していてもよい。すなわち、電圧基準装置320は、分圧回路出力318において2.5Vの電圧が存在するとき、電源が投入されてもよい。本実施例において、第1抵抗素子314および第2抵抗素子316の値は、第1分圧回路率を提供するよう選択されてもよい。第1分圧回路率は、入力310とリターン312との間の電圧が4.05V(第1電圧閾値)であるとき、分圧回路出力318を2.5Vとするよう選択されてもよい。したがって、第1電圧閾値が満たされると、電圧基準装置320は、電源投入され、かつ、電流を第1トランジスタのベース(すなわち、第1スイッチング素子326)へと流してもよい。これに応答して、第1トランジスタは、第4抵抗素子328を通って電流を流して、第2分圧回路率を有するよう分圧回路を修正してもよい。第2分圧回路率は、入力310とリターン312との間の電圧が4.00Vより低くまで低下すると、分圧回路出力318が2.5Vより低くまで低下する(すなわち、電圧基準装置320の電源を切断する)ように、選択される。10

【0050】

電流が第1回線経路391を通って流れると、第2スイッチング素子332もまた活性化されてもよい。例えば、第2トランジスタのベース(例えば、第2スイッチング素子332)に電流を印加して、第3回線経路393を活性化してもよい。第3回線経路393は、バッテリーセル302を通らないよう充電電流の少なくとも一部を迂回させてもよい。例えば、第3回線経路393は、充電電流の一部を(図1の分路116のような)損失の大きい回路素子334へ送ってもよい。したがって、バッテリーセル302の充電速度を低下させて、他のバッテリーセル(図示せず)がバッテリーセル302の充電状態に追いつけるようにしてもよい。また、回路構成300は、自らの動作により自動的に第1電圧閾値と第2電圧閾値との間で切り替わるので、回路構成300は、回路構成300の不快なトリッピングを低減することができる閾値ヒステリシスをもたらす。20

【0051】

ある特定の実施形態において、バッテリーセル302の電圧が第2電圧閾値を満たさなくなった後(例えば、組電池の使用または保存中)、第1電圧閾値は再度活性化され、かつ、第2電圧閾値は非活性化される。例えば、電圧が第2電圧閾値より低くまで低下すると、分圧回路出力318が電圧基準装置320の最低電圧入力より低くまで低下する結果として、電圧基準装置320は、電源を切断してもよい。電圧基準装置320の電源が切断されると、第1回線経路391における電流の流れが停止する可能性がある。したがって、第1スイッチング素子326は、非活性化してもよく、かつ、第2回線経路392における電流の流れが停止する可能性があり、これにより、分圧回路から第4抵抗素子328が取り除かれる。したがって、分圧回路は、第1抵抗素子314および第2抵抗素子316を含むが、第4抵抗素子328は含まないように再設定される。また、第1回線経路391における電流の流れの停止に応答して、第2スイッチング素子332は非活性化してもよく、かつ、第3回線経路393における電流の流れは停止してもよい。30

【0052】

図4は、バッテリーセル充電均等化回路構成の第2の特定の実施形態の模式図である。図4は、バッテリーセルのSOCまたは過充電監視を促進するために出力402が監視システムに結合されている状態の回路構成300を示している。図3および図4における同じ参照番号を有する要素は、図3を参照して説明したように機能する。図1および図2を参照して説明されているように、バッテリーセル302のSOCまたはバッテリーセル302の過充電状態を監視するために用いられる電圧閾値は、バッテリーセル充電均等化のために用いられる電圧閾値とは異なっていてもよい。したがって、分圧回路を形成する抵抗素子314、316および328の値は、特定の電圧閾値に基づいて選択されてもよい。40

【0053】

50

電流が第2スイッチング素子332を通って第3回線経路を流れると、該電流は、出力402へ送られる。本実施形態において、抵抗素子404を用いてもよいが、損失の大きい分路は存在しない。出力402は、監視システムに提供されてもよい。

【0054】

ある特定の実施形態において、アイソレーションシステムを用いて、監視システムから回路構成300を分離してもよい。例えば、光アイソレータ440を用いることができる。光アイソレータ440は、監視システムと回路構成300とが大きな電位、例えば、何百ボルトの電位により分離できるようにしてもよい。光アイソレータ440は、回路構成300の出力402および電源電圧450に基づいて出力信号452を生成してもよい。例示すると、光アイソレータ440は、光センサ素子454（例えば、感光性ダイオード）と出力402に応答する発光ダイオード（LED）442とを含んでいてもよい。LED442は、光センサ素子454により検出可能な光を発生させてもよい。LED442が出力402に応答して発光すると、光センサ素子454は、その光を検出して、出力信号452を発生させてもよい。したがって、回路構成300および監視システムは、互いからの電気的分離を保ったままで連通してもよい。

【0055】

図5は、バッテリーセル充電均等化方法のある特定の実施形態のフローチャートである。該方法は、図1～図4に示した回路のうちの1つ以上を用いて実施可能である。

【0056】

ある特定の実施形態において、該方法は、502で、複数セルバッテリーのあるバッテリーセルに結合されたバッテリー充電均等化回路において充電電流を受けることを含む。該方法はまた、504において、バッテリーセルの電圧が第1電圧閾値を満たすとき、バッテリーセルを通らないよう充電電流の少なくとも一部を迂回させることを含んでもよい。例えば、506において、充電電流の少なくとも一部は、バッテリーセルを通らないよう充電電流の少なくとも一部を分路させるバイパス回線経路へ送ってもよい。別の実施例において、508で、充電電流の少なくとも一部を監視出力へ送ってもよい。

【0057】

該方法はまた、510において、バッテリーセルの電圧が第1電圧閾値を満たしたことに対応して第2電圧閾値を設定することを含んでもよい。第2電圧閾値は、第1電圧閾値よりも低くてもよい。例えば、図1を参照して説明したように、第1電圧閾値は4.05Vであってもよく、かつ、第2電圧閾値は4.00Vであってもよい。図1を参照して説明した別の実施例において、第1電圧閾値は4.10Vであってもよく、かつ、第2電圧閾値は4.05Vであってもよい。図1を参照して説明したさらに別の実施例において、第1電圧閾値は4.30Vであってもよく、かつ、第2電圧閾値は4.10Vであってもよい。充電電流の少なくとも一部は、バッテリーセルの電圧が第2電圧閾値を満たしている間、バッテリーセルを通らないよう迂回させてもよい。

【0058】

例示的な実施形態において、第1および第2電圧閾値は、分圧回路を用いて実施されてもよい。例えば、分圧回路の出力は、電圧基準装置と結合されてもよい。電圧基準装置は、第1電圧閾値が満たされているとき、第1回線経路における電流の流れを可能としてもよい。第1回線経路における電流の流れにより、分圧回路の分圧回路率を修正してもよい。第2電圧閾値は、512において、分圧回路の分圧回路率を修正することにより設定してもよい。第1回線経路における電流の流れはまた、バッテリーセルを通らないよう充電電流の少なくとも一部を迂回させることを可能としてもよい。

【0059】

ある特定の実施形態において、該方法は、514において、複数セルバッテリーを充電した後でスイッチを開放することを含んでもよい。スイッチを開放することにより、バッテリーセルの自己放電率より低い率までのバッテリーセル充電均等化回路を通じたバッテリーセルの放電が低減される可能性がある。

【0060】

10

20

30

40

50

ここに開示する特定の実施形態は、一般に入手可能な集積回路および個別部品を用いて、バッテリーセルの充電状態（S O C）の高速かつ信頼性の高い検出を可能とすると同時に、ノイズの多い監視用出力信号およびセル充電均等化分路回路に付随する不快感を減ずることができる。バッテリーセル充電均等化回路を通じたバッテリーセルの寄生放電を低減するために、スイッチを設けて、バッテリーセルからバッテリーセル充電均等化回路を分離してもよい。該スイッチはまた、「ホットメイト」の問題を低減することもある。バッテリーセル充電均等化回路は、容易に入手可能かつ丈夫であってもよい。ある用途では、バッテリーセル充電均等化回路は、例えば、宇宙における使用のために放射線硬化することができる。

【0061】

10

ここに開示するバッテリーセル充電均等化システムは、自己完結型とすることができます。すなわち、バッテリーセル充電均等化の実施に他の資源（例えば、コンピュータまたはソフトウェア）を必要としない。複数サイクルにわたってバッテリーセルを通らないよう充電電流を分路させることにより、完全に近く充電されているときに、より低いS O Cのセルが追いつくことができる。また、バッテリーセル充電均等化システムは、特定の用途のためにカスタマイズすることができる。例えば、閾値および閾値ヒスチリシスは、分圧回路要素の選択により、特定の組電池または用途のためにカスタマイズすることができる。

【0062】

20

ある特定の実施形態において、ここに開示するバッテリーセル充電均等化システムにより用いられる閾値は、動的に調整可能であってもよい。例えば、図3を参照すると、閾値の設定に用いられる分圧回路を形成する抵抗素子314、316および328は、制御入力に応答する可変抵抗器であってもよい。したがって、監視または制御システムは、閾値の1つ以上を調整するよう1つ以上の抵抗素子314、316および328の抵抗を調整するために制御入力を提供してもよい。例えば、閾値の1つ以上を動的に調整して、変化する動作条件、1つ以上のセルのエージングまたは1つ以上のセルに対する損傷を補償してもよい。別の実施例において、組電池の最初の構成中に閾値の1つ以上を調整して、セル間の小さな製造または機能の差異を補償してもよい。例示すると、組電池の性能を微調整するために、セルを組み立てて組電池を形成した後で組電池の各セルに用いられる閾値を調整してもよい。

【0063】

30

ここに開示した実施形態の説明は、さまざまな実施形態の構造の一般的理解をもたらすよう意図されている。該説明は、ここに説明した構造または方法を利用する装置およびシステムの構成要素および特徴のすべての完全な記述となることを意図されていない。開示を検討すると、当業者にとって数多くの他の実施形態が明白かもしれない。その他の実施形態を利用し、かつ、該開示から導き出してもよく、その結果、開示の範囲を逸脱することなく構造的および論理的な代用や変更を行うことができる。例えば、図示されているのとは異なる順序で方法工程を行ってもよく、1つ以上の方法工程を省略してもよい。したがって、開示および図は、制限的というよりむしろ例示的なものと考えられるべきである。

【0064】

40

そのうえ、ここでは特定の実施形態を例示および記述したが、同じまたは類似の結果を達成するよう設計されたいかなる後続の配置構成を示した特定の実施形態の代わりに用いてもよいことは理解されたい。本開示は、さまざまな実施形態のあらゆるすべての後続の適合または変形例を包含するよう意図されている。上記実施形態の組み合わせおよびここに特定して説明していないその他の実施形態は、記述を検討すると、当業者にとって明白であろう。

【0065】

開示の要約は、それが請求項の範囲または意味の解釈または限定に用いられることがないという理解のもとで提出されている。これに加えて、前述の詳細な説明において、開

50

示を整理する目的でさまざまな特徴をひとまとめにしたり、单一の実施形態において説明したりすることができる。本開示は、請求されている実施形態が各請求項にはっきりと記載されているより多くの特徴を必要とするという意図を反映するものとして解釈されるべきでない。むしろ、以下の請求項が反映しているように、請求されている主題は、開示されている実施形態のいずれかの特徴のすべてよりも少ない特徴に向けられていてもよい。

また、本願は以下に記載する態様を含む。

(態様 1)

直列に結合されている複数のバッテリーセルを含む組電池と、

第1バッテリーセルの電圧を監視するための第1回路構成であって、組電池に充電電流が印加されると、第1バッテリーセルの電圧が第1電圧閾値を満たしたことに応答して、第1回路構成が、第1バッテリーセルを迂回するよう充電電流の少なくとも一部を送り、かつ、第1バッテリーセルの電圧が第1電圧閾値を満たしたことに応答して、第1回路構成が、第2電圧閾値を設定する、第1回路構成と、

第1バッテリーセルの電圧を監視するための第2回路構成であって、組電池に充電電流が印加されると、第1バッテリーセルの電圧が第3電圧閾値を満たしたことに応答して、第2回路構成が、監視出力を生成し、ここで、第3電圧閾値が第1電圧閾値より高い、第2回路構成と、

を含む組電池システム。

(態様 2)

第1バッテリーセルの電圧が第3電圧閾値を満たしたことに応答して、第2回路構成が、第4電圧閾値を設定し、ここで、第4電圧閾値が第3電圧閾値より低く、かつ、第4電圧閾値が満たされている間に監視出力が生成される、態様1に記載のシステム。

(態様 3)

第1バッテリーセルの電圧が第2電圧閾値を満たさなくなったことに応答して、第1回路構成が、第1バッテリーセルを迂回するよう充電電流の少なくとも一部を送ることを停止する、態様1に記載のシステム。

(態様 4)

第1バッテリーセルの電圧が第2電圧閾値を満たさなくなった後に、第1電圧閾値が再度活性化され、かつ、第2電圧閾値が非活性化される、態様3に記載のシステム。

(態様 5)

第1バッテリーセルの電圧を監視するための第3回路構成をさらに含み、組電池に充電電流が印加されると、第1バッテリーセルの電圧が第5電圧閾値を満たしたことに応答して、第3回路構成が、第2監視出力を生成し、ここで、第5電圧閾値が第3電圧閾値より高い、態様1に記載のシステム。

(態様 6)

第1バッテリーセルに対する充電電流が、第2監視出力に応答して切斷される、態様5に記載のシステム。

(態様 7)

第1バッテリーセルの電圧が第5電圧閾値を満たしたことに応答して、第3回路構成が、第6電圧閾値を設定する、態様5に記載のシステム。

(態様 8)

第1バッテリーセルと第1および第2回路構成との間に第1スイッチをさらに含み、第1スイッチが、組電池の充電が完了した後で第1および第2回路構成を介したバッテリーセルの放電を低減するよう動作可能である、態様1に記載のシステム。

(態様 9)

第1バッテリーセルの電圧を監視するための第3回路構成であって、組電池に充電電流が印加されると、第1バッテリーセルの電圧が第5電圧閾値を満たしたことに応答して、第3回路構成が、第2監視出力を生成し、ここで、第5電圧閾値が第3電圧閾値より高い、第3回路構成と、

第1バッテリーセルと第3回路構成との間の第2スイッチであって、組電池の充電が完

10

20

30

40

50

了した後で第3回路構成を介したバッテリーセルの放電を低減するよう動作可能である、
第2スイッチと、
をさらに含む、態様8に記載のシステム。

(態様10)

第1バッテリーセルと直列に結合されている少なくとも1つの第2バッテリーセルと、
少なくとも1つの第2バッテリーセルと結合されており、第2バッテリーセルの電圧を
監視するための第4回路構成であって、組電池に充電電流が印加されると、少なくとも1
つの第2バッテリーセルの電圧が第7電圧閾値を満たしたことに応答して、第4回路構成
が、少なくとも1つの第2バッテリーセルを迂回するよう充電電流の少なくとも一部を送
り、かつ、少なくとも1つの第2バッテリーセルの電圧が第7電圧閾値を満たしたことに
応答して、第4回路構成が、第8電圧閾値を設定する、第4回路構成と、

第2バッテリーセルの電圧を監視するための第5回路構成であって、組電池に充電電流
が印加されると、少なくとも1つの第2バッテリーセルの電圧が第9電圧閾値を満たした
ことに応答して、第5回路構成が、第3監視出力を生成し、ここで、第9電圧閾値が第7
電圧閾値より高い、第5回路構成と、

をさらに含む、態様1に記載のシステム。

(態様11)

バッテリーセル充電均等化方法であって、

複数セルバッテリーのうちのあるバッテリーセルに結合されているバッテリー充電均等
化回路において充電電流を受けることと、

バッテリーセルの電圧が第1電圧閾値を満たすと、バッテリーセルを通らないよう充電
電流の少なくとも一部を迂回させることと、

バッテリーセルの電圧が第1電圧閾値を満たしたことに応答して、第2電圧閾値を設定
することであって、ここで、第2電圧閾値が第1電圧閾値より低く、かつ、バッテリーセ
ルの電圧が第2電圧閾値を満たしている間にバッテリーセルを通らないよう充電電流を送
る、設定することと、

を含む、方法。

(態様12)

バッテリー充電均等化回路の分圧回路の分圧回路率を修正することにより、第2電圧閾
値を設定する、態様11に記載の方法。

(態様13)

分圧回路の出力を電圧基準装置と結合し、第1電圧閾値が満たされると、電圧基準装置
が第1回線経路における電流の流れを可能とし、かつ、第1回線経路における電流の流れ
が分圧回路率を修正することを可能とし、かつ、バッテリーセルを通らないよう充電電流
の少なくとも一部を送ることを可能とする、態様12に記載の方法。

(態様14)

バッテリーセルを通らないよう充電電流の少なくとも一部を迂回させることが、バッテ
リーセルを通らないよう充電電流の少なくとも一部を分路させるバイパス回線経路へ充電
電流の少なくとも一部を送ることを含む、態様11に記載の方法。

(態様15)

バッテリーセルを通らないよう充電電流の少なくとも一部を迂回させることが、監視出
力へ充電電流の少なくとも一部を送ることを含む、態様11に記載の方法。

(態様16)

複数セルバッテリーを充電した後でスイッチを開放することをさらに含み、スイッチを
開放することが、バッテリーセル充電均等化回路を介したバッテリーセルの放電を低減す
る、態様15に記載の方法。

(態様17)

バッテリーセルに結合されている電圧基準装置であって、バッテリーセルの電圧が第1
電圧閾値を満たすと、第1回線経路を通る電流の流れを可能とする電圧基準装置と、

第1回線経路に結合されている第1スイッチング装置であって、第1スイッチング装置

10

20

30

40

50

が第1回線経路を通る電流の流れにより活性化されて、第2回線経路を通る電流の流れを可能とし、第2回線経路を通る電流の流れにより第2電圧閾値が設定され、ここで、第2電圧閾値が第1電圧閾値とは異なる、第1スイッチング装置と、

第1回線経路に結合されている第2スイッチング装置であって、第2スイッチング装置が第1回線経路を通る電流の流れにより活性化されて、第3回線経路を活性化し、第3回線経路が、バッテリーセルを通らないよう充電電流の少なくとも一部を迂回させる、第2スイッチング装置と、

を含む、バッテリーセル充電均等化装置。

(態 樣 1 8)

電圧基準装置が、高精度バンドギャップ電圧基準を含む、態様 17 に記載の装置。

10

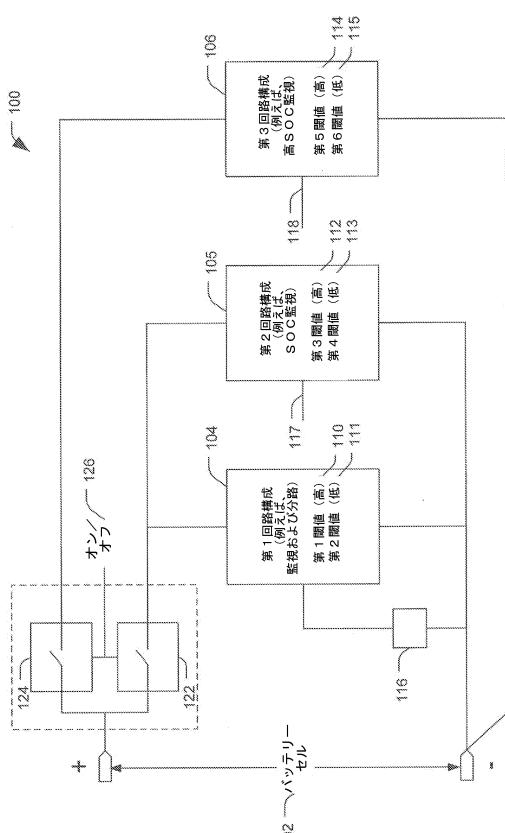
(態 樣 1 9)

電圧基準装置の基準電圧入力が、第1電圧閾値が満たされる前に第1分圧回路に電気的に結合され、第1電圧閾値が満たされた後で、かつ、第2電圧閾値が満たされている間に第2分圧回路に電気的に結合される、態様17に記載の装置。

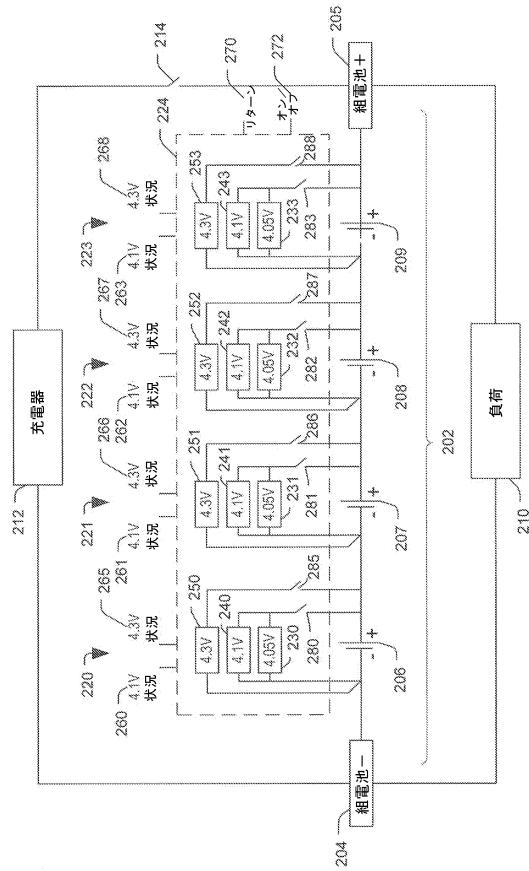
(態 樣 2 0)

バッテリーセルが、リチウムイオンバッテリーセルを貯め、機能 17 に記載の装置。

〔 1 〕



〔 図 2 〕



【図3】

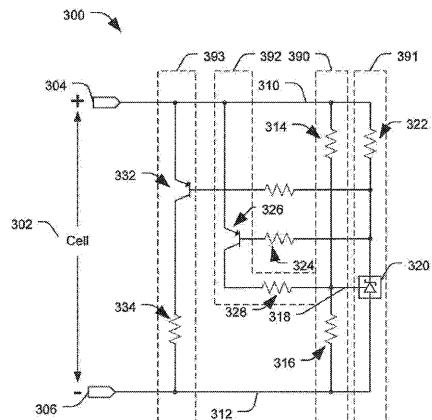


FIG. 3

【図4】

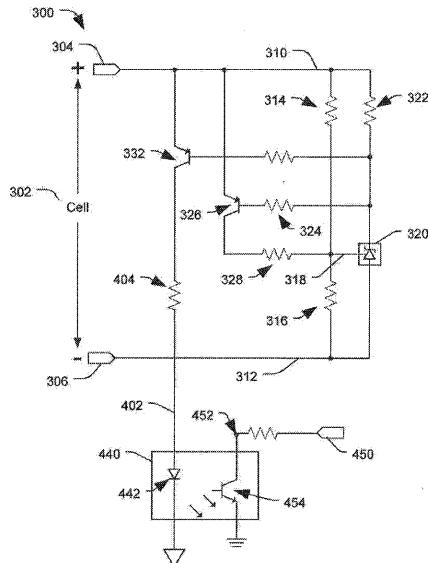
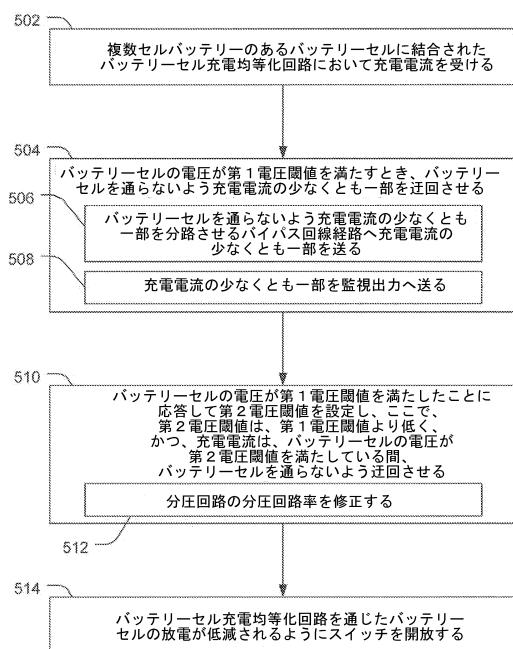


FIG. 4

【図5】



【図6】

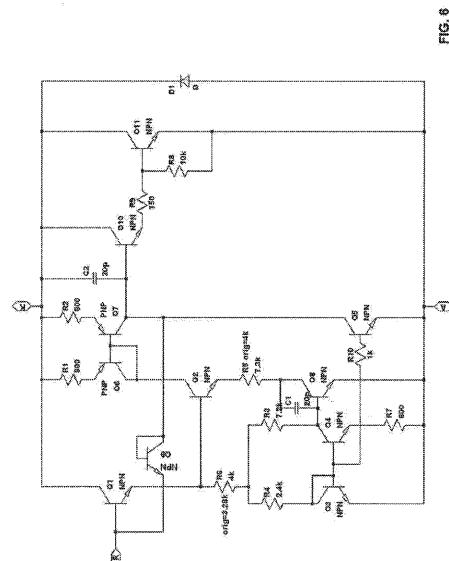


FIG. 6

フロントページの続き

(72)発明者 タイラ, ダニエル アイ.

アメリカ合衆国 カリフォルニア 92708, ファウンテン ヴァレー, ペタル アヴェニ
ュー 11114

審査官 馬場 慎

(56)参考文献 特開2004-39333 (JP, A)

特開2002-353786 (JP, A)

特表2001-511638 (JP, A)

特開平10-191574 (JP, A)

特開2007-236115 (JP, A)

特開平8-186940 (JP, A)

特開平7-264780 (JP, A)

特開2002-186191 (JP, A)

国際公開第2009/078136 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 7/00 - 7/12

H02J 7/34 - 7/36