

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2019-501616  
(P2019-501616A)

(43) 公表日 平成31年1月17日(2019.1.17)

(5) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)			
HO2J	7/02	(2016.01)	HO2J	7/02	H	5G053
HO2J	7/00	(2006.01)	HO2J	7/00	S	5G503
HO2H	7/18	(2006.01)	HO2H	7/18		5H030
HO1M	10/44	(2006.01)	HO1M	10/44	P	
HO1M	10/48	(2006.01)	HO1M	10/48	P	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2018-532683 (P2018-532683)  
 (86) (22) 出願日 平成28年12月23日 (2016.12.23)  
 (85) 翻訳文提出日 平成30年6月21日 (2018.6.21)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2016/082665  
 (87) 国際公開番号 W02017/109226  
 (87) 国際公開日 平成29年6月29日 (2017.6.29)  
 (31) 優先権主張番号 15202756.1  
 (32) 優先日 平成27年12月24日 (2015.12.24)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)  
 (31) 優先権主張番号 16158197.0  
 (32) 優先日 平成28年3月2日 (2016.3.2)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 510054027  
 ヴィート エヌブイ  
 ベルギー、ペー-2400 モル、ブーレ  
 タング 200  
 (74) 代理人 110001195  
 特許業務法人深見特許事務所  
 (72) 発明者 クーネン, ペーター  
 ベルギー、ペー-2400 モル、ブーレ  
 タング、200、ヴィート・エヌブイ内  
 Fターム(参考) 5G053 AA09 AA12 BA04 CA02 DA03  
 EA01 EA03 EC03 FA05  
 5G503 AA01 BA03 BB02 BB03 CA08  
 CA11 CB06 CC02 FA06 FA16  
 GC04 GD04 HA02

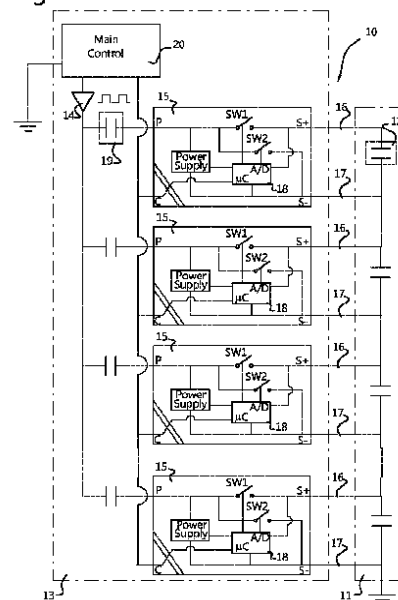
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 個々の電気エネルギー貯蔵セルを平衡させるための方法、システム、および装置

(57) 【要約】

エネルギー貯蔵システムの個々のセル電圧が監視されるような方法およびシステムが記載される。測定されたセル電圧は、中央コントローラに報告し戻すことができる。システムの全体的な健全性などのパラメータに基づいて、このコントローラは、いずれのセルをいずれの方向に、および、随意選択的にどのくらい長く平衡させるかを決定するように適合させることができる。平衡化は、ハードウェアにおいて、すなわち1つまたは複数の回路として実装することができるセル監視および平衡化手段によって行うことができる。コントローラからの決定情報は、コマンドとしてセル監視および平衡化手段に報告することができる。セル監視および平衡化手段は、例えば、それに接続されたセルの電圧またはSOCに関係なく、コマンドを実行することができる。

Fig. 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

電気エネルギー貯蔵システムにおける個々の電気エネルギー貯蔵セルの平衡化のためのシステムであって、

直列に接続された個々のエネルギー貯蔵装置と、

セルの健全性、電荷または充電状態に関連する個々のセルの電氣的パラメータを測定する手段と、

コントローラと、

測定されたパラメータ値を前記コントローラに報告する手段であって、

前記コントローラは、1つまたは複数の個々のセルが平衡されるべきか否か、および充電または放電のいずれの方向に平衡されるべきかを決定するように適合されており、前記決定は、測定されたパラメータに基づく、手段と、

平衡化ユニットであって、測定されるセルに接続されており、前記コントローラから平衡化コマンドを受信し、前記エネルギー貯蔵システムが全体として充電または放電されているかまたはアイドルであるかとは無関係に、前記平衡化ユニットに接続された前記セルのセル平衡を実行するように適合されている、平衡化ユニットとを備える、システム。

**【請求項 2】**

前記システムの全体的な健全性を判定する手段をさらに備え、前記コントローラは、1つまたは複数の個々のエネルギー貯蔵装置の容量によって健全性を判定するように適合される、請求項 1 に記載のシステム。

**【請求項 3】**

いずれの個々のエネルギー貯蔵装置を平衡させるかを決定する手段をさらに備え、いずれの個々のエネルギー貯蔵装置を平衡させるべきかは、充電および放電、または個々のエネルギー貯蔵装置の種類がバッテリーまたはキャパシタセルであるかに依存する、請求項 1 または 2 に記載のシステム。

**【請求項 4】**

前記決定は、平衡中に前記方向が充電であるべきかまたは放電であるべきかを決定する手段をさらに備え、前記方向が充電であるべきかまたは放電であるべきかは、バッテリーまたはキャパシタセルに対して適合される、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のシステム。

**【請求項 5】**

前記平衡がどれくらい長く行われるべきかを決定する手段をさらに備える、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のシステム。

**【請求項 6】**

前記平衡化ユニットは、個々のエネルギー貯蔵装置を監視することによって平衡を実行するように適合され、前記平衡化ユニットは、ハードウェアにおいて実装される、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のシステム。

**【請求項 7】**

前記コントローラから前記平衡化ユニットへと決定情報をコマンドとして報告する手段をさらに備え、前記コマンドの実行は、前記平衡化ユニットに接続された前記個々のエネルギー貯蔵装置の電圧または SOC に関係ない、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のシステム。

**【請求項 8】**

セル平衡化は、以下のいずれかに従って実行することができる、すなわち、

( i ) いつでも、または

( i i ) 平衡化は、特定の状況の充電状態にある前記平衡化されるセルに限定されない、個々の性能にかかわらず、または

( i i i ) より高いエネルギー貯蔵容量をもたらす最適なシステム性能に関して、

前記コントローラが、それぞれ最高または最低の個々のセル電圧に基づいて最大システム電圧または最小システム電圧を計算するように適合されることによって、セルの過電圧

10

20

30

40

50

または不足電圧を防止するように、または

( i v ) 平衡化充電器を使用せずに、または

( v ) 前記コントローラが電圧または S o C の予測においてセル容量および内部抵抗の差を考慮して、または

( v i ) 設定された期間にわたって、実行することができる、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の平衡化のためのシステム。

【請求項 9】

第 1 の平衡化ユニットが、前記エネルギー貯蔵システムが全体として充電または放電されているか、または、アイドルであるかとは無関係に、一方では、前記第 1 の平衡化ユニットに割り当てられた前記エネルギー貯蔵セルを充電するために、充電装置から、または、別の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵セルから電荷を転送し、他方では、前記第 1 の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵セルを放電するために、エネルギー充填装置へと、または、別の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵セルへと電荷を転送するための複数のスイッチを備える、任意の先行する請求項 1 に記載の平衡化のためのシステム。

10

【請求項 10】

エネルギー貯蔵装置の測定された電気パラメータを、対応する基準パラメータまたは閾値と比較するための比較器をさらに備える、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の平衡化のためのシステム。

【請求項 11】

前記電气的パラメータは、前記エネルギー貯蔵装置内の電荷の量または前記エネルギー貯蔵装置に残っている電荷の量または前記エネルギー貯蔵装置の S o C などの導出値とすることができる、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の平衡化のためのシステム。

20

【請求項 12】

前記コントローラは、前記比較器によって生成される信号に基づいて前記スイッチを制御するように適合されている、請求項 10 または 11 に記載の平衡化のためのシステム。

【請求項 13】

前記コントローラは、前記充電式エネルギー貯蔵装置を過電圧および / または不足電圧から保護するように適合されている、請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の平衡化のためのシステム。

30

【請求項 14】

直列に接続された個々のエネルギー貯蔵装置を備える電気エネルギー貯蔵システム内の個々の電気エネルギー貯蔵装置を平衡させる方法であって、

セルの健全性、電荷または充電状態に関連する個々のエネルギー貯蔵装置の電气的パラメータを測定するステップと、

1 つまたは複数の個々のエネルギー貯蔵装置が平衡されるべきか否か、および充電または放電のいずれの方向に平衡されるべきかを決定するステップであって、前記決定は、前記測定されたパラメータ値に基づく、決定するステップと、

前記エネルギー貯蔵システムが全体として充電もしくは放電されているか、またはアイドル状態であるかにかかわらず、前記 1 つまたは複数のエネルギー貯蔵装置の平衡化を実行するステップとを含む、方法。

40

【請求項 15】

1 つまたは複数の個々のエネルギー貯蔵装置の容量によって前記システムの全体的な健全性を判断するステップをさらに含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

充電するかもしくは放電するか、または、バッテリーであるかまたはキャパシタセルであるかに応じて、いずれの個々のエネルギー貯蔵装置を平衡させるかを決定するステップをさらに含む、請求項 14 または 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記個々のエネルギー貯蔵装置がバッテリーであるかまたはキャパシタセルであるかに依

50

存して、平衡化の間に充電または放電のいずれの方向が適用されるべきかを決定するステップおよび手段をさらに含む、請求項 14 ~ 16 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 18】

充電または放電である前記平衡化をどれだけ長く行うかを決定するステップをさらに含む、請求項 14 ~ 17 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 19】

平衡化を可能にするためのスイッチを使用したセル監視によって平衡化を実行するステップをさらに含む、請求項 14 ~ 18 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 20】

セル監視および平衡化のための決定情報をコマンドとして報告し、平衡化される個々のエネルギー貯蔵装置の電圧または SOC にかかわらず前記コマンドを実行するステップをさらに含む、請求項 14 ~ 19 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 21】

前記平衡化は、以下のいずれかに従って実行され、すなわち、

(i) いつでも、または

(ii) 平衡化は、特定の状況の充電状態にある前記平衡化されるエネルギー貯蔵装置に限定されない、または

(iii) 個々の性能にかかわらず、または

(iv) より高いエネルギー貯蔵容量をもたらす最適なシステム性能に関して、または

(v) 前記コントローラが、それぞれ最高または最低の個々のセル電圧に基づいて最大システム電圧または最小システム電圧を計算するように適合されることによって、セルの過電圧または不足電圧を防止するように、または

20

(vi) 平衡化充電器を使用せずに、または

(vii) 前記コントローラが電圧または SOC の予測においてセル容量および内部抵抗の差を考慮して、または

(viii) 設定された期間にわたって、実行される、請求項 14 ~ 20 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 22】

前記エネルギー貯蔵システムが全体として充電または放電されているか、または、アイドルであるかとは無関係に、一方では、前記第 1 の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵装置を充電するために、充電装置から、または、別の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵装置から電荷を転送すること、および、他方では、前記第 1 の平衡化ユニットに割り当てられた前記エネルギー貯蔵装置を放電するために、前記充電装置へと、または、別の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵装置へと電荷を転送するステップをさらに含む、請求項 14 ~ 21 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 23】

エネルギー貯蔵装置の測定された電気パラメータを、対応する基準パラメータまたは閾値と比較するステップをさらに含む、請求項 14 ~ 22 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 24】

前記電氣的パラメータは、前記エネルギー貯蔵装置内の電荷の量または前記エネルギー貯蔵装置に残っている電荷の量または前記エネルギー貯蔵装置の SOC などの導出値とすることができる、請求項 14 ~ 23 のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 25】

前記比較された測定電氣的パラメータに基づいて前記スイッチを制御するステップをさらに含む、請求項 23 または 24 に記載の方法。

【請求項 26】

前記充電式エネルギー貯蔵装置を過電圧および/または不足電圧から保護するステップをさらに含む、請求項 14 ~ 25 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 27】

処理エンジン上で実行されると、請求項 14 ~ 26 のいずれか一項に記載の方法を行な

50

う、コンピュータプログラム製品。

【請求項 28】

随意選択的に前記コンピュータプログラム製品を記憶する非一時的信号記憶手段。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば電気エネルギー貯蔵システムにおける個々の電気エネルギー貯蔵セルを平衡させるための方法、システムおよび/または装置に関する。

【背景技術】

【0002】

背景

電気エネルギー貯蔵システムは、例えば（バッテリー）内の静電（キャパシタ）セルまたは電気化学セルなどのセルから構成される。好ましくは、セルは充電式である。そのようなシステムでは、システムの充電または放電は、これらのセルのいずれかが一杯または空になると終了することが多い。いくつかのシステムではいくつかのセルの過充電が可能であるが、過充電はセルに損傷を与え、または、セルの寿命を短くし、鉛蓄電池の場合は、可燃性ガスである水素を発生させる。したがって、システムの容量を最大限にするためには、すべてのセルの電荷を平衡させる必要がある。

【0003】

セル内の充電レベルは、セル電圧、セルの充電状態 [%] および/または放電深度によって特徴付けることができる。これを判定するために、測定値を電流測定値と組み合わせること、および、従来技術から知られている SOC 推定技法を適用することによってそのまま使用することができるか、または SOC（充電状態）に変換することができる、個々のセル電圧測定値を取得することができる。

【0004】

セルが直列に接続されているとき、それらは等しい電流を見込める。セルは決して正確に等しくなく、相当性の欠如は使用期間と共に増加する可能性がある。このようなセル列の容量は、最小のセルが充電と放電の両方を制限する場合に最大になる。したがって、すべてのセルの充電レベルは、必要に応じてこれを保証するために監視し補正しなければならない。セル内の充電レベルの偏差は、自己放電、わずかな絶縁劣化、個々に接続された構成要素の公差などによって発生する可能性がある。

【0005】

セルを平衡させなければ、セルが過充電または過放電になる場合がある。セルが電圧または SOC 制限に近づいたときにセルを平衡させても、平衡化電流は充電電流または放電電流よりもいくらか小さいことが多いため、電圧制限が守られることは保証されない。

【0006】

平衡化は、従来、セルレベルで実行されている。電圧が測定され、一定の閾値を超えると措置が取られ、例えば、個々のセルが放電される。電圧が閾値に戻ると、措置は停止される。場合によっては、セルが等しい電圧に充電または放電されるため、平衡化は電気平衡化回路に固有のものである。他の場合には、セルは、電圧閾値に作用するコントローラの制御下で充電または放電することができる。他の場合には、例えば、ハードウェアは、一定電圧までの放電のみを可能にする。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0007】

発明の概要

本発明の実施形態によれば、エネルギー貯蔵システムの個々のセル電圧が監視されるような、方法、装置およびシステムが提案される。測定されたセル電圧は、中央コントローラに報告し戻すことができる。システムの全体的な健全性などのパラメータに基づいて、

10

20

30

40

50

このコントローラは、いずれのセルをいずれの方向に、および、随意選択的にどのくらい長く平衡させるかを決定するように適合させることができる。平衡化は、ハードウェアにおいて、すなわち1つまたは複数の回路として実装することができるセル監視および平衡化手段によって行うことができる。コントローラからの決定情報は、コマンドとしてセル監視および平衡化手段に報告することができる。セル監視および平衡化手段は、例えば、それに接続されたセルの電圧またはSOCに関係なく、コマンドを実行することができる。適切なセル監視および平衡回路、すなわちセルに接続するためのハードウェアは、その全体が参照により本明細書に組み込まれる国際公開第2011/036147号パンフレットに記載されている。

【0008】

したがって、本発明は、システムの全体的な健全性を判定するための方法ステップおよび手段を提供することができる。例えば、コントローラは、1つまたは複数のセルの容量によって健全性を判定するように適合させることができる。

【0009】

本発明は、例えば、充電および放電について、または、例えばバッテリーまたはキャパシタセルについて、いずれのセルを平衡させるかを決定する方法ステップおよび手段を提供することができる。

【0010】

本発明は、平衡させている間にいずれの方向、すなわち充電または放電を適用するかを決定する方法ステップおよび手段を提供することができる。これは、バッテリーまたはキャパシタセルに適合させることができる。

【0011】

本発明は、平衡（例えば、充電または放電）がどれだけ長く実行されるべきかを決定する方法ステップおよび手段を提供することができる。

【0012】

本発明は、セル監視によって実行できる平衡化を実行する方法ステップおよび手段を提供することができ、それによって、平衡化手段がハードウェアにおいて、すなわち1つまたは複数の回路、例えば、平衡化を可能にするスイッチとして実装される。

【0013】

本発明は、決定情報をコントローラからセル監視および平衡化手段にコマンドとして報告する方法ステップおよび手段を提供することができる。

【0014】

本発明は、例えば、それに接続されたセルの電圧またはSOCに関係なく、そのようなコマンドを実行することができるセル監視および平衡化を可能にする方法ステップおよび手段を提供することができる。

【0015】

本発明の実施形態の利点は、以下の1つまたは複数またはすべてである。

- ・セル平衡化はいつでも実行することができる。平衡化は、特定の状況（例えば、満充電に近い）にあるセルに限定されない。したがって、平衡化時間が延長され、平衡化電力を低減することができる。これにより、スペースおよびコストが節約される。

【0016】

- ・セルは、個々の性能に関して平衡化されるのではなく、より高いエネルギー貯蔵容量をもたらす最適なシステム性能に関して平衡化される。

【0017】

- ・中央コントローラが最大個別電圧に基づいて最大システム電圧を計算できるため、セルの過電圧が防止される。最大システム電圧は、充電回路に通信される。不足電圧保護も同様に機能する。この保護方法により、安全マージンが排除され、したがってシステムの実際の貯蔵容量が増加する。

【0018】

- ・平衡化充電器を使用しなくてもセル平衡化を行うことができる。これは、充電が再生

10

20

30

40

50

可能エネルギーまたはブレーキエネルギーによって行われる場合に特に有用である。

【0019】

・中央コントローラは、セル容量および内部抵抗の差を考慮に入れることができ、したがって、電圧またはSOCのより正確な予測を可能にする。この情報は、各個々のセルが安全動作領域内に留まるように、システムのバルク充放電をより良好に制御するために使用される。

【0020】

・装荷、例えば、放電または充電の制御によって、セルが不平衡である間にセルへの損傷が回避される。装荷、例えば、充電または放電は、全体的なバッテリー電圧または充電状態だけでなく、個々のセル電圧または充電状態を監視することにより行うことができる。

10

【0021】

・キャパシタのバッテリーの安全動作領域（電圧/充電など）は、すべてのセル状態（例えば、電圧または充電状態）に基づいて判定することができる。

【0022】

第1の態様では、本発明は、複数の充電式エネルギー貯蔵装置または直列に結合されたセルの電荷平衡システムに関し、上記システムは、充電式エネルギー貯蔵装置またはセルの1つに各々割り当てられた複数の平衡化ユニットと、AC信号を複数の平衡化ユニットに供給するためのAC信号発生器のような充電装置であって、各々が割り当てられた充電式エネルギー貯蔵装置またはセル上の電荷を平衡させ、それによって、システム全体が負荷を通じて放電されているか、または充電されているか、またはアイドル状態にあるかとは無関係にセルの平衡化が実行される、充電装置とを備える。

20

【0023】

システム全体が負荷を通じて放電されているか、または充電されているかまたはアイドル状態であるかとは無関係に、平衡化決定を行い、平衡化させる時間を決定することは、セルの健全性を最適化することができることを意味する。

【0024】

随意選択的に、AC信号発生器と、複数の平衡化ユニットのそれぞれとの間に、共通モード阻止のための容量性または誘導性の結合が存在してもよい。1つまたは複数のAC発生器を複数の平衡化ユニットに割り当てることができる。

【0025】

本発明の実施形態によるシステムにおいて、以下、第1の平衡化ユニットと呼ばれる特定の平衡化ユニットは、一方では、第1の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵装置またはセルを充電するために、AC信号発生器のような充電装置から、または、別の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵装置もしくはセルから電荷を転送し、他方では、第1の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵装置またはセルを放電するために、AC信号発生器のような充電装置へと、または、別の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵装置もしくはセルへと電荷を転送するための複数のスイッチを備える。

30

【0026】

本発明の特定の実施形態では、各平衡化ユニットには、第1の平衡化ユニットについて上述したような複数のスイッチが設けられている。

40

【0027】

AC信号発生器のような充電装置から平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵装置もしくはセルへ、または、エネルギー貯蔵装置もしくはセルから充電装置へと電荷を転送するための複数のスイッチは能動スイッチを含んでもよく、能動スイッチであってもよい。

【0028】

本発明の実施形態によるシステムは、充電式エネルギー貯蔵装置の電圧、電荷、充電状態、健康状態などの瞬間的な電気パラメータを、対応する基準パラメータまたは閾値と比較する比較器をさらに備えることができる。電圧は、マイクロコントローラによって測定

50

されてもよく、基準パラメータ値との比較のためにメインコントローラに送信されてもよく、または所定の閾値とローカルに比較されてもよい。他のパラメータは、計算によって導き出すことができる。

【0029】

電氣的パラメータは、エネルギー貯蔵装置内の電荷の量またはエネルギー貯蔵装置に残っている電荷の量またはエネルギー貯蔵装置のSOCなどの導出値とすることができる。

【0030】

特定の実施形態では、平衡化ユニットは正確に2つのスイッチを備える。平衡化ユニットは、スイッチを制御するためのコントローラを備えていてもよく、または、コントローラは、平衡化ユニットのモジュールのために設けられてもよい。コントローラは、比較器によって生成される信号に基づいてスイッチを制御するように適合することができる。

10

【0031】

本発明の実施形態によるシステムは、充電式エネルギー貯蔵装置のいずれが平衡化される必要があるかを制御するために、メインコントローラ、すなわち平衡化ユニットにローカルでないコントローラをさらに備えることができる。このとき、メインコントローラは、個々の平衡化ユニットごとに基準パラメータを決定するように適合することができる。

【0032】

そのような実施形態では、平衡化システムは、平衡化ユニットのローカルコントローラとメインコントローラとの間、またはモジュールコントローラとメインコントローラとの間、例えば、好ましくは各平衡化ユニットのローカルコントローラとメインコントローラとの間の通信のためのデータバスをさらに備えることができる。

20

【0033】

本発明の実施形態によれば、コントローラまたはメインコントローラは、好ましくは、過充電および/または不足電圧から充電式エネルギー貯蔵装置またはセルを保護するように適合される。これは、例えば、制動に由来するエネルギーがエネルギー貯蔵装置またはセルを充電するために使用される、電気制動中のエネルギー貯蔵システムを備えた車両について得ることができる。

【0034】

本発明の実施形態によるシステムは、複数の平衡化回路に共通の単一のAC信号発生器のような単一の充電装置を備えることができる。

30

【0035】

本発明の第1の態様の実施形態によるシステムは、充電式エネルギー貯蔵システムに組み込むことができる。

【0036】

第2の態様では、本発明は、直列に結合された一連の充電式エネルギー貯蔵装置と、本発明の第1の態様の実施形態による充電式エネルギー貯蔵装置の電荷を平衡させるためのシステムとを備える充電式エネルギー貯蔵システムを提供する。

【0037】

第3の態様では、本発明は、複数の充電式エネルギー貯蔵装置または直列に接続されたセルの電荷を平衡させるための方法に関し、充電式エネルギー貯蔵装置またはセルが2つの端子を有し、上記方法は、エネルギー貯蔵装置またはセルの瞬時パラメータを測定するステップであって、パラメータは、エネルギー貯蔵装置またはセルから放出される電荷量またはエネルギー貯蔵装置またはセルに残っている電荷量、またはエネルギー貯蔵装置またはセルのSOCなどの導出値である、測定するステップと、測定されたパラメータを所定のパラメータ値と比較するステップと、比較結果に応じて、システムが全体的に負荷へと放電されているか、または充填されているもしくはアイドルであるかにかかわらず、スイッチを作動させることによって、エネルギー貯蔵装置へと、または、エネルギー貯蔵装置から外方に電荷を転送するステップとを含む。

40

【0038】

電荷を転送するステップは、随意選択的に、充電式エネルギー貯蔵装置またはセルに結

50



合された平衡化ユニットにAC信号を提供するステップであって、平衡化ユニットは、AC信号を充電式エネルギー貯蔵装置またはセルに印加し、または、比較結果に依存しない、提供するステップと、容量結合または誘導結合による共通モード除去を含め、電荷を転送するステップとを含む。

【0039】

キャパシタセルを考慮する場合：

各充電式エネルギー貯蔵装置またはセルは最大安全電圧  $V_{max}$  を有し、 $n$  番目のセルの実際の測定電圧は  $V_n$  であり、 $Q_n$  は式(1)によって与えられる。

【0040】

$$(V_{max} - V_n) * C_n = Q_n \quad (1)$$

10

式中、

$V_{max}$  = 最大許容セル電圧

$V_n$  = セル  $n$  の電圧 [V]

$C_n$  = セル  $n$  の容量 [F]

$Q_n$  = 許容できる電荷 [C]

それによって  $Q_n$  の値は、セルを最大の電荷および電圧にするためにセルによって許容できる電荷に関係し、 $Q$  の最低値を有するセルが放電される。

【0041】

したがって、 $Q$  の最低値を有するセルが選択され、これが、いずれのセルを平衡させるかを発見するステップであり、発見動作を実行するための手段である。

20

【0042】

任意の式の値  $C_n$  はセルの健全性に関係し、したがって  $C_n$  を決定することは、セルの健全性を決定するステップであり、健全性を決定する手段を提供するステップでもある。

【0043】

エネルギー貯蔵装置が負荷に放電しているか、または充電中であるかもしくはアイドル状態であるかに関係なく、セルは放電される。

【0044】

$Q'$  はエネルギーセルに残っている電荷の量であり、 $V_{min}$  は完全に有用に放電している最低許容電圧状態であり、 $Q_n$  は式(2)によって与えられる。

【0045】

$$(V_n - V_{min}) * C_n = Q'_n \quad (2)$$

30

エネルギー貯蔵装置が負荷に放電しているか、または充電中であるかもしくはアイドル状態であるかに関係なく、最低値の  $Q'$  を有するセルが放電される。したがって、 $Q'$  の最低値を有するセルが選択され、これが、いずれのセルを平衡させるかを発見するステップであり、発見動作を実行するための手段である。

【0046】

式(1)は、 $V_n$  が  $V_{max}$  に近いときに評価することができ、または  $V_n$  が  $V_{min}$  に近いときに式(2)を評価することができる。

【0047】

さらなるステップとして、式(3)に従って閾値  $V_t$  を計算することができる。

40

$$V_t = V_{max} - k * t - S \quad (3)$$

式中、

$k = V / s$  で表される減衰定数 (例えば、 $0.01 V / 秒$ )

$t$  = 前回の評価からの経過時間。

【0048】

$S$  = 例えば、始動直後またはセル交換後の望ましくない挙動を避けるための安全マージンであり、 $V_n$  が  $V_t$  を超える場合、式(1)が評価され、 $t$  が 0 にリセットされ、平衡化決定が行われる。

【0049】

さらなるステップとして、式(4)に従って閾値  $V'_t$  を計算することができる。

50

$$V'_t = V_{min} + k * t + S \quad (4)$$

式中、

$k = V / s$  で表される減衰定数（例えば、 $0.01 V / 秒$ ）

$t$  = 前回の評価からの経過時間。

【0050】

$S$  = 例えば、始動直後またはセル交換後の望ましくない挙動を避けるための安全マージンであり、 $V_n$  が  $V'_t$  よりも低い場合、式(2)が評価され、 $t$  が0にリセットされ、平衡化決定が行われる。

【0051】

バッテリーセルを考慮する場合：

代替的に、 $Q_n$  または  $Q'_n$  は、式(1')および(2')によってそれぞれ計算することができる。

【0052】

$$(1 - SOC) * C_n = Q_n \quad (1')$$

$$(SOC) * C_n = Q'_n \quad (2')$$

平衡化は、式(5)で定義されるように、セルごとに予め設定された時間にわたって開始することができる。

【0053】

$$t_{balance} = Q_n / I_{balance} \text{ または } t_{balance} = Q'_n / I_{balance} \quad (5)$$

式中、 $t_{balance}$  は平衡化のために設定された時間であり、 $I_{balance}$  は使用される平衡化電流である。

【0054】

これは、例えばバッテリーセルについて、平衡化がどのくらい長く続くべきかを決定するための手段および方法ステップを開示している。

【0055】

バッテリーセルのセル平衡化：

$$(1 - SOC) * C_n = Q_n \quad (1')$$

$$(SOC) * C_n = Q'_n \quad (2')$$

式中、 $C_n$  は  $C$  または  $As$  単位のセル容量である。

【0056】

上述のキャパシタの平衡化方法をバッテリーに適用することができ、それによって、上述のような平衡の決定に使用される  $Q_n$  または  $Q'_n$  の計算に  $SOC$  を使用することができる。

【0057】

好ましくは、セルの容量を考慮して最適なシステム性能が達成される。

さらなるステップは、個々のセル電圧を上限または下限に照らしてチェックし、電圧が限界を超えたときに充電または放電を中断することによって、充電および/または放電を終了すべきときを、バルク負荷または充電器に通信することであり得る。

【0058】

さらに別のステップは、記憶装置への/からの電流が遮断されたときに、電圧が急激に変化し、それによって、セル電圧測定がないときに振動挙動を回避し、システム電圧を限界値と比較することであり得る。

【0059】

キャパシタセルシステムの場合、限界値は次のように計算できる。

個々のセル容量が分からない場合、それらは等しいと考えられる。

【0060】

$$V_{upperlimit} = V_{system} + N * (V_{max} - V_n) \quad (6)$$

式中、

10

20

30

40

50

$V_{max}$  = セル電圧の上限であり、

$V_n$  = 最高の個々のセル電圧であり、

個々のセルの容量が分かっている場合、

(1) を使用して、 $Q_n$  を計算し、最低値  $Q_1$  を保持し、

$V_{upperlimit} = \min_{n=1 \dots N} (V_n + Q_1 / C_n)$  である。 (

7)

バッテリーセルシステムの場合、限界値は次のように計算される。

【0061】

個々のセル容量が分からない場合、それらは(第1の近似と)等しいと考えることができ、式(8)を使用することができる。SOCとセル電圧との間の関係が分からない場合は、式(8)を使用することができる。 10

【0062】

$V_{upperlimit} = V_{system} + N * (V_{max} - V_n)$  (8)

個々のセル容量が分かっており、例えば、SOCを決定するためのアルゴリズムの一部として、SOCとセル電圧との間の関係が分かっている場合、式(1')を使用して、 $Q_n$  を計算し、最低値  $Q_1$  を保持し、すべてのセルに対して、 $Q_1$  を加算するときの予想電圧を計算する、

$V_{nf} = \text{lookup\_EMF}(SOC + Q_1 / C_n)$  であり、

$V_{upperlimit} = \min_{n=1 \dots N} V_{nf}$  である。

【0063】

関数  $\text{lookup\_EMF}$  は、SOCに基づいてセル電圧を決定することを可能にする。この関係は、一般にバッテリーセルのデータシートの一部として供給され、時には「電圧対SOC」曲線と呼ばれる。 20

【0064】

本発明の実施形態の利点は、エネルギー貯蔵装置またはセルの大きな直列接続でさえも平衡化を改善するために使用できる電荷平衡化装置または方法を提供することである。本発明の実施形態の利点は、エネルギー貯蔵装置が平均セル電圧から逸脱した電圧を有する少数のセルのみを補修する必要があることである。本発明の実施形態の利点は、システム内の他のセルで起こっていることとは無関係に、低電圧のセルの電圧を増大させることと、高電圧のセルの電圧を低減することの両方ができることである。本発明の実施形態の利点は、すべてのセルが、一連のセルの任意の平均セル電圧に向けて充電または放電され得ることである。本発明の実施形態の利点は、セルの1つについて最大電圧レベルに達するときに充電を停止する必要のない電荷平衡化装置または方法を提供することである。本発明の実施形態の利点は、同時に複数のセルを充電平衡化のために補修することができること、および、同時にいくつかのセルを充電することができ、いくつかのセルを放電することができることである。本発明の実施形態の利点は、充電器または負荷と通信することによって過電圧および不足電圧からセルを保護することができることである。 30

【0065】

さらなる態様において、本発明は、電気エネルギー貯蔵システムにおける個々の電気エネルギー貯蔵セルの平衡化を可能にし、電気エネルギー貯蔵システムは、 40

直列に接続された個々の電気エネルギー貯蔵セルと、

セルの健全性、電荷または充電状態に関連する個々のセルの電気的パラメータを測定する手段と、

コントローラと、

測定されたパラメータ値をコントローラに報告する手段と、

ここで、コントローラは、1つまたは複数の個々のセルが平衡されるべきか否か、およびいずれの方向に平衡されるべきかを決定するように適合されており、決定は、測定されたパラメータに基づき、

平衡化ユニットであって、測定されるセルに接続されており、コントローラから平衡化コマンドを受信し、エネルギー貯蔵システムが全体として充電または放電されているかま 50

たはアイドルであるかとは無関係に、平衡化ユニットに接続されたセルのセル平衡を実行するように適合されている、平衡化ユニットとを備える。

【0066】

セル平衡化は、以下のいずれかに従って実行することができる、すなわち、

(i) いつでも、または

(ii) 平衡化は、特定の状況の充電状態にある平衡セルに限定されない、または

(iii) 個々の性能にかかわらず、または

(iv) より高いエネルギー貯蔵容量をもたらす最適なシステム性能に関して、または

(v) コントローラが、それぞれ最高または最低の個々のセル電圧に基づいて最大システム電圧または最小システム電圧を計算するように適合されることによって、セルの過電圧または不足電圧を防止するように、または

(vi) 平衡化充電器を使用せずに、または

(vii) コントローラが電圧またはSOCの予測においてセル容量および内部抵抗の差を考慮して、または

(viii) 設定された期間にわたって、実行することができる。

【0067】

第1の平衡化ユニットを提供することができ、第1の平衡化ユニットは、エネルギー貯蔵システムが全体として充電または放電されているか、または、アイドルであるかとは無関係に、一方では、第1の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵セルを充電するために、充電装置から、または、別の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵セルから電荷を転送し、他方では、第1の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵セルを放電するために、エネルギー充填装置へと、または、別の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵セルへと電荷を転送するための複数のスイッチを備える。

【0068】

エネルギー貯蔵セルの測定された電気的パラメータを、対応する基準パラメータまたは閾値と比較するための比較器を設けることができる。電気的パラメータは、エネルギー貯蔵セル内の電荷の量またはエネルギー貯蔵装置に残っている電荷の量またはエネルギー貯蔵装置のSOCなどの導出値とすることができる。

【0069】

コントローラは、比較器によって生成される信号に基づいてスイッチを制御するように適合することができる。コントローラは、充電式エネルギー貯蔵装置を過電圧および/または不足電圧から保護するように適合させることができる。

【0070】

別の態様では、電気エネルギー貯蔵システム内の個々の電気エネルギー貯蔵セルを平衡させる方法であって、システムは、直列に接続された個々のエネルギー貯蔵セルを含み、方法は、

セルの健全性、電荷または充電状態に関連する個々のセルの電気的パラメータを測定するステップと、

1つまたは複数の個々のセルが平衡されるべきか否か、およびいずれの方向に平衡されるべきかを決定するステップであって、決定は、測定されたパラメータ値に基づく、決定するステップと、

エネルギー貯蔵システムが全体として充電もしくは放電されているか、またはアイドル状態であるかにかかわらず、1つまたは複数のセルのセル平衡を実行するステップとを含む。

【0071】

セル平衡化は、以下のいずれかに従って実行することができる。すなわち、

(i) いつでも、または

(ii) 平衡化は、特定の状況の充電状態にある平衡セルに限定されない、または

(iii) 個々の性能にかかわらず、または

(iv) より高いエネルギー貯蔵容量をもたらす最適なシステム性能に関して、または

(v) コントローラが、それぞれ最高または最低の個々のセル電圧に基づいて最大システム電圧または最小システム電圧を計算するように適合されることによって、セルの過電圧または不足電圧を防止するように、または

(v i) 平衡化充電器を使用せずに、または

(v i i) コントローラが電圧またはS o Cの予測においてセル容量および内部抵抗の差を考慮して、または

(v i i i) 設定された期間にわたって、実行することができる。

【0072】

方法は、エネルギー貯蔵システムが全体として充電または放電されているか、または、アイドルであるかとは無関係に、一方では、第1の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵セルを充電するために、充電装置から、または、別の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵セルから電荷を転送するステップと、他方では、第1の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵セルを放電するために、エネルギー充填装置へと、または、別の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵セルへと電荷を転送するステップとを含むことができる。

10

【0073】

方法は、エネルギー貯蔵セルの測定された電気的パラメータを、対応する基準パラメータまたは閾値と比較するステップを含むことができる。

【0074】

電気的パラメータは、エネルギー貯蔵セル内の電荷の量またはエネルギー貯蔵セルに残っている電荷の量またはエネルギー貯蔵セルのS o Cなどの導出値とすることができる。

20

【0075】

方法は、比較器によって生成される信号に基づいてスイッチを制御するステップを含むことができる。さらなるステップは、充電式エネルギー貯蔵セルを過電圧および/または不足電圧から保護することであり得る。

【0076】

本発明のさらなる態様は、光ディスク(CD-ROMまたはDVD-ROM)、磁気ディスク、磁気テープ、フラッシュメモリなどのソリッドステートメモリなどの非一時的信号記憶手段に記憶することができるコンピュータプログラム製品である。コンピュータプログラム製品は、マイクロプロセッサまたはFPGAなどの処理エンジン上で実行されると、本発明の方法のいずれかを実装するソフトウェアを含む。

30

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図1】本発明の一実施形態による平衡化システムの回路図である。

【図2】図1の回路図の詳細を示す図である。

【図3】本発明の別の実施形態による平衡化システムの回路図である。

【図4】本発明の一実施形態による制御回路の図である。

【図5】本発明の実施形態による、平衡化の間の垂直軸の電圧、電荷またはS o C、および水平軸に沿った時間のグラフを示す図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0078】

本発明は、特定の実施形態に関して、および特定の図面を参照して説明されるが、本発明はそれに限定されず、特許請求の範囲によってのみ限定される。記載された図面は概略的なものに過ぎず、限定ではない。

【0079】

さらに、明細書および特許請求の範囲の第1、第2、第3などの用語は、類似の要素を区別するために使用され、必ずしも順次的または時間的な順序を説明するためではない。これらの用語は、適切な状況下で交換可能であり、本発明の実施形態は、本明細書に記載または図示されている以外の順序で動作することができる。

【0080】

50

さらに、本明細書および特許請求の範囲における上部、下部、上、下などの用語は、説明目的で使用され、必ずしも相対的な位置を説明するためではない。そのように使用される用語は、適切な状況下で交換可能であり、本明細書に記載の本発明の実施形態は、本明細書に記載または図示されている以外の向きで動作することができる。特許請求の範囲で使用される用語「備える (comprising)」は、その後に列挙される手段に限定されるものとして解釈されるべきではなく、他の要素またはステップを排除するものではない。この用語は、言及した特徴、整数、ステップまたは構成要素の存在を参照されているように指定するものとして解釈される必要があるが、1つまたは複数の他の特徴、整数、ステップもしくは構成要素、またはそれらのグループの存在または追加を排除するものではない。したがって、「手段 A および B を備える装置」という表現の範囲は、構成要素 A および B のみからなる装置に限定されるべきではない。これは、本発明に関して、装置の関連するに過ぎない構成要素が、A および B であることを意味する。同様に、同じく本明細書または特許請求の範囲において使用されている「結合されている (coupled)」という用語は、直接的な接続のみに限定されていると解釈されるべきではないことに留意すべきである。したがって、「装置 B に結合されている装置 A」という表現の範囲は、装置 A の出力が装置 B の入力に直接接続される装置またはシステムに限定されるべきではない。これは、他の装置または手段を含む経路であってもよい、A の出力と B の入力との間の経路が存在することを意味する。

【0081】

ソフトウェアへの参照は、プロセッサによって直接的または間接的に実行可能な任意の言語の、任意の種類プログラムを包含することができる。

【0082】

論理、ハードウェア、プロセッサまたは回路への参照は、任意の度合いまで集積されている、汎用プロセッサ、デジタル信号プロセッサ、ASIC、FPGA、ディスクリートコンポーネントまたはトランジスタ論理ゲート限定されない、任意の種類論理またはアナログ回路を含むことができる。

【0083】

本出願は、すべての形態のキャパシタまたはバッテリーセルに関する。特定のバッテリーモデルは、主記憶素子としてキャパシタを使用する。しかし、精度が要求される動作領域（満杯に近い、空に近い）では、これは正確ではない可能性がある。

【0084】

キャパシタセルの容量は、アンペア秒 / ボルトすなわち  $As / V$  またはクーロン / ボルトすなわち  $C / V$  と等価なファラッド単位で表すことができる。

【0085】

バッテリーセルの容量は、 $3600 As$  または  $3600$  クーロンすなわち  $3600 C$  に等しいアンペア時単位で表される。しかし、 $SI$  単位では、バッテリー容量は  $As$  またはクーロン  $C$  単位で表さなければならない。これにより、変換係数を必要としないため、単純な式を使用することができる。

【0086】

第 1 の実施形態

本発明の第 1 の態様によれば、例えば直列に結合された複数の充電式エネルギー貯蔵装置にわたって電荷を平衡させるためのシステムおよび方法および構成部品が提供される。バッテリー（または蓄電装置）の管理には、次の 2 つの要件がある。

【0087】

1. エネルギーを受け取りまたは送達し、これを負荷 / 充電器に伝達するシステム全体の能力を判定すること。

【0088】

2. システムの全体的な性能が最大化され、個々のセルが誤用から保護されるように、個々のセルを管理する（平衡させる）こと。

【0089】

10

20

30

40

50

図 1 は、本発明の一実施形態による充電式エネルギー貯蔵システム 10 を示す。この貯蔵システム 10 によって実行される方法は、第 3 の実施形態で定義される。中央コントローラ 20 およびコントローラ 18 が、この方法を実行するために協働する。

【0090】

充電式エネルギー貯蔵システム 10 は、セルとも呼ばれる複数のエネルギー貯蔵装置 12 の直列 11 を備える。エネルギー貯蔵装置 12 は充電式である。各エネルギー貯蔵装置 12 は、単一のエネルギー貯蔵セルまたは複数のエネルギー貯蔵セル（図示せず）の並列接続を含むことができる。直列に接続された充電式エネルギー貯蔵装置 12 は、ともにバッテリー、パックまたはスタックを形成する。本発明の実施形態によれば、充電式エネルギー貯蔵装置 12 は、任意のタイプの充電式エネルギー貯蔵装置であってもよい。しかしながら、本発明の装置および方法は、ウルトラキャパシタによって、特にリチウムキャパシタまたはリチウムバッテリーによって使用されることが有利である。本発明の特定の実施形態によれば、エネルギー貯蔵装置 12 は、スーパーキャパシタまたは電気二重層キャパシタ（EDLC）としても知られるウルトラキャパシタであってもよい。これらは、一般的なキャパシタに比べて異常に高い、典型的には高容量電解キャパシタより数千倍程度大きいエネルギー密度を有する静電キャパシタである。典型的なキャパシタンス値は、数ファラッド～数千ファラッドに及び得る。代替的な実施形態では、充電式エネルギー貯蔵装置 12 は、例えば、例としてリチウムまたはリチウムイオン（Li Ion）バッテリーのような高エネルギー密度バッテリーなどのリチウムキャパシタまたはバッテリーであってもよい。リチウムキャパシタはバッテリーに比べてエネルギー密度が低く、過電圧または低電圧の両方の電圧条件に対して非常に脆弱であるため、充電と放電の両方による正確な平衡が必要である。他の種類の充電式エネルギー貯蔵装置も同様に使用することができる。好ましい用途は、平均電力定格と比較して非常に高い瞬間電力を必要とするエネルギー平滑化および瞬間負荷装置の分野にある。

10

20

【0091】

本発明の実施形態によれば、各充電式エネルギー貯蔵装置 12 は、例えば、2～4V の制限された動作電圧を有する。例えば車両用途におけるエネルギー源として有用な、例えば数十ボルト～数百ボルトまたはさらにはそれ以上の有用な動作電圧を得るためには、複数の、時には多数の充電式エネルギー貯蔵装置 12 を直列に結合する必要がある。列または直列結合におけるエネルギー貯蔵装置 12 のわずかな差異が、セル電圧の不平衡を生じさせ、これによって列の充電容量を大きく減少させるおそれがある。

30

【0092】

これを軽減するために、本発明の実施形態による充電式エネルギー貯蔵システム 10 はまた、複数の充電式エネルギー貯蔵装置 12 にわたる電荷を平衡させるためのシステム 13 も備える。

【0093】

電荷を平衡させるためのシステム 13 は、複数の充電式エネルギー貯蔵装置 12 のうちの 1 つまたは複数に充電または放電する AC 信号発生器 14 を備える。システム 13 は、複数の平衡化ユニット 15 をさらに備える。各平衡化ユニット 15 は、充電式エネルギー貯蔵装置 12 のうちの 1 つに割り当てられる。最適な性能のために、各充電式エネルギー貯蔵装置 12 には平衡化ユニット 15 が割り当てられる。

40

【0094】

列 11 の各エネルギー貯蔵装置 12 には、その正端子である第 1 の端子 16 と、その負端子である第 2 の端子 17 とが設けられる。エネルギー貯蔵装置 12 は、第 1 のエネルギー貯蔵装置 12 の正端子 16 が第 2 のエネルギー貯蔵装置の負端子 17 に接続され、以下同様であるように、列 11 に結合される。列内のまさに最初のエネルギー貯蔵装置 12 の負端子 17 と、列内のまさに最後のエネルギー貯蔵装置 12 の正端子 16 とは、外部からアクセス可能である。

【0095】

本発明の実施形態による平衡化ユニット 15 は、図 2 に拡大された形式で概略的に示さ

50

れている。平衡化ユニットは第1のデータ入力ポートS+と第2のデータ入力ポートS-とを有する。エネルギー貯蔵装置12の第1の端子16および第2の端子17は、そのエネルギー貯蔵装置12に割り当てられた平衡化ユニット15の第1のデータ入力ポートS+および第2のデータ入力ポートS-に接続されており、それによって、エネルギー貯蔵装置12の正端子16は第1のデータ入力ポートS+に接続され、エネルギー貯蔵装置12の負端子17は第2のデータ入力ポートS-に接続される。平衡化ユニット15は、例えば、2つのデータ入力ポートS+とS-との両端の電圧などの関連するエネルギー貯蔵装置12の瞬間的な電氣的パラメータを測定するように適合されている。これを得るために、平衡化ユニット15は、適切な測定回路を設けられている。本発明の一実施形態では、この測定回路は、平衡化ユニット15内に存在するローカルマイクロコントローラ18

10

のアナログ/デジタル変換器21のアナログ入力である。測定された電圧から、以下に説明するように電荷値を計算することができる。代替的に、測定される瞬間的な電氣的パラメータは電流であってもよい。測定された電流から、以下に説明するように電荷値を計算することができる。

#### 【0096】

本発明の実施形態による平衡化ユニット15は、入力信号を受信する入力端子Pをさらに備える。この入力端子は、それぞれ第1のスイッチSW1および第2のスイッチSW2を介して第1のデータ入力ポートS+および第2のデータ入力ポートS-に電氣的に接続されている。入力信号は、AC信号発生器14から受信される。平衡化ユニット15は、入力端子Pにおける電圧レベルに応じて第1のスイッチSW1および第2のスイッチSW2

20

を作動させるように適合されている。スイッチSW1、SW2のこの作動はコントローラ18によって制御される。コントローラ18は、メインコントローラ20と協働して動作することができる。制御機能は、1つのコントローラに集中していてもよく、2つ以上のレベルにわたって分散していてもよい。図1は2レベルのコントローラを示しているが、それ以上が使用されてもよい。

#### 【0097】

このコントローラまたはこれらのコントローラの構成および動作は、本発明の実施形態に関連する。

#### 【0098】

スイッチSW1およびSW2は、任意の適切な実装態様によって実装することができる

30

。スイッチSW1およびSW2は能動スイッチとすることができる。能動スイッチの例は、トライアックまたはバイポーラトランジスタ、MOSFETなどのトランジスタであってもよい。スイッチSW1およびSW2は、修正されていないエネルギー貯蔵装置の充電、放電または放置の要件に応じて、エネルギー貯蔵装置を流れる電流の方向を決定する。スイッチSW1およびSW2が能動スイッチである場合、それらはAC信号発生器14の周期ごとに制御することができる。一例として、それらのスイッチは、50 $\mu$ sの間は開いており、50 $\mu$ sの間は閉じており、以下同様である必要があり得る。これにより、能動スイッチを流れる制御電流が柔軟になる。

#### 【0099】

本発明の代替的な実施形態では、スイッチSW1、SW2は、例えば、図3に示すように、ダイオードD1、D2によって実装される受動スイッチであってもよい。修正されていないエネルギー貯蔵装置を充電、放電または放置するための命令に応じて、ダイオードを通る電流の方向を変えるために、図3のトランジスタTによって示される、任意の適切な装置によって実装することができるさらなるスイッチを設けることができる。これは、充電または放電を含む平衡化を制御するための方法およびハードウェアを開示する。このさらなるスイッチの制御は、AC信号発生器14の半周期当たりのさらなるスイッチを制御する必要がないためそれほど複雑ではなく、それにもかかわらず同じ柔軟性を有する。図示された事例ではトランジスタTである、さらなるスイッチは、充電が開始されるとすぐにスイッチオンされ、充電が停止(平衡化)されるときに遮断(スイッチオフ)される。これは、例えば1時間後のようなものであり得る。

40

50



## 【0100】

本発明の実施形態による平衡化ユニット15は、少なくとも以下の機能を実行する。

例えば、関連するエネルギー貯蔵装置12のデータ入力ポートS+、S-にわたる電圧などの瞬時パラメータを測定すること、および

入力端子PにおいてAC信号発生器14から受け取られる電圧レベルに応じてスイッチSW1、SW2を作動させること、

第3の実施形態の方法を実施するように、スイッチSW1、SW2を作動させること。

## 【0101】

本発明の実施形態によれば、平衡化のためのシステム13のすべての平衡化ユニット15は、AC信号発生器14に結合される。このAC信号発生器14は、ブロック波発生器、正弦波信号源、のこぎり波発生器、または任意の他のタイプのAC信号発生器とすることができる。構成要素サイズが小さくなるため、AC信号発生器14が高周波信号発生器であることが有利である。正弦波信号発生器は、より効率的であり、ピーク電流が低く、したがって発熱が低く、実質的にスイッチング損失を一切生じない。しかし、ブロック波発生器は、正弦波信号発生器よりも実装が容易である。AC信号発生器14は、例えば充電器などの外部ソース（図示せず）、またはエネルギー貯蔵装置12の直列11から給電することができる。AC信号発生器14は、メインコントローラ20によって制御することができる。平衡化システム13のための単一のAC信号発生器14を有することが有利である。この実施形態は、例えば、AC信号発生器が各平衡化ユニット内に必要とされる従来技術のソリューションとは異なる。

## 【0102】

本発明の実施形態によれば、複数のAC信号発生器が設けられ（図示せず）、複数の平衡化ユニットがグループにグループ分けされ、1つのグループの平衡化ユニットがAC信号発生器の1つに結合される。この場合においても、平衡化のためのシステムは、単一のAC信号発生器を備え、それに結合された信号発生器および平衡化ユニットのグループが、平衡化のためのシステムを形成すると言える。平衡化ユニットには信号発生器は不要である。有利には、信号発生器および/またはコントローラのローカル電源におけるリップルを低減するために同期位相シフト信号を使用することができる。

## 【0103】

本発明の実施形態によれば、平衡化ユニット15は、キャパシタ19によってAC信号発生器に結合される。キャパシタ19によって提供される容量結合は、コモンモード電圧を阻止するために使用される。これは、エネルギー貯蔵装置12が異なる、変動する電位レベルにあるために必要とされる。

## 【0104】

平衡化ユニット15、またはひいては平衡化のためのシステム13は、以下のように機能する。各平衡化回路15は、第1に、例えば、その第1の端子16および第2の端子17にわたる局所電圧、すなわち、関連するエネルギー貯蔵装置12にわたる電圧などの、関連するエネルギー貯蔵装置12の局所的な瞬間的な電氣的パラメータを測定する。本発明の実施形態によれば、この測定は、国際公開第2006/058394号パンフレットに開示されている方法および装置を介して行うことができる。本発明の実施形態によれば、測定は、A/D変換器、例えば、平衡化ユニット15にローカルなローカルコントローラ18の部分形成するA/D変換器21によって行うことができる。

## 【0105】

本発明の実施形態によれば、測定回路は、例えば電圧などの測定値をデジタル化し、図4のローカルコントローラLC1にそれらを送信することができる。例えば電圧などの測定されたパラメータ値は、充電または放電が必要な領域においてセル12が動作しているか否かを判定する。例えば電圧などの測定されたパラメータ値は、ローカルコントローラLC1、メインコントローラ20または関連するメモリ（図示せず）に記憶することができる、例えば電圧などの対応するローカル基準値と比較される。この比較は、セル12が充電または放電を必要とするか否かを識別する。少なくとも第1の所定の閾値によって、

例えば、電圧などの測定されたパラメータ値が、例えば電圧などのローカル基準値を超える場合、セル12は放電する必要があり、例えば、電圧などの測定されたパラメータ値が、例えば電圧などの基準値を下回る少なくとも第2の所定の閾値である場合、セル12は充電する必要がある。第1の閾値および第2の閾値は同じであってもよい。代替の実施形態では、それらは異なってもよい。

#### 【0106】

上述したハードウェアによって実行される方法は、第3の実施形態のいずれかまたは一部またはすべての方法である。

#### 【0107】

##### 第2の実施形態

平衡化システムを説明する本発明の一実施形態は、1つまたは複数のマイクロプロセッサ、プロセッサ、コントローラ、または中央処理装置(CPU)および/またはグラフィック処理装置(GPU)、通信手段を含む処理能力を有するデジタル装置によって実施することができ、ソフトウェア、すなわち1つまたは複数のコンピュータプログラムでプログラムされることにより、それぞれの機能または試験を実行するように適合させることができる。

#### 【0108】

そのような装置は、メモリ(非一時的コンピュータ可読媒体、RAMおよび/またはROMなど)、オペレーティングシステム、随意選択的にOLEDディスプレイのような固定フォーマットディスプレイのようなディスプレイ、キーボードのようなデータ入力装置、「マウス」などのポインタ装置、他のデバイスと通信するためのシリアルまたはパラレルポート、ネットワークに接続するためのネットワークカードおよび接続を有することができる。

#### 【0109】

この実施形態による充電式エネルギー貯蔵システムのシステムアーキテクチャが図4に概略的に示されている。正確な平衡化決定を行うことを可能にする中央コントローラ内で実装されるプロセスを上述した。

#### 【0110】

充電式エネルギー貯蔵システムは、図4には詳細に示されていない。これは、セルとも呼ばれる複数のエネルギー貯蔵装置の直列を含む。エネルギー貯蔵装置は充電式である。各エネルギー貯蔵装置は、単一のエネルギー貯蔵セルまたは複数のエネルギー貯蔵セルの並列接続を含むことができる。直列に接続された充電式エネルギー貯蔵装置は、ともにバッテリー、パックまたはスタック、すなわち、物理ユニットを形成する。本発明の実施形態によれば、充電式エネルギー貯蔵装置は、任意のタイプの充電式エネルギー貯蔵装置であってもよい。しかしながら、本発明の装置および方法は、ウルトラキャパシタによって、特にリチウムキャパシタまたはリチウムバッテリーによって使用されることが有利である。本発明のこの実施形態によれば、エネルギー貯蔵装置は、スーパーキャパシタまたは電気二重層キャパシタ(EDLC)としても知られるウルトラキャパシタであってもよい。これらは、一般的なキャパシタに比べて異常に高い、典型的には高容量電解キャパシタより数千倍程度の大きいエネルギー密度を有する静電キャパシタである。典型的なキャパシタンス値は、数ファラッド~数千ファラッドに及び得る。代替的な実施形態では、充電式エネルギー貯蔵装置は、例えば、例としてリチウムまたはリチウムイオン(LiIon)バッテリーのような高エネルギー密度バッテリーなどのバッテリーまたはリチウムキャパシタであってもよい。リチウムキャパシタはバッテリーに比べてエネルギー密度が低く、過電圧または低電圧の両方の条件に対して非常に脆弱であるため、充電と放電の両方による正確な平衡が必要である。他の種類の充電式エネルギー貯蔵装置も同様に使用することができる。好ましい用途は、平均電力定格と比較して非常に高い瞬間電力を必要とするエネルギー平滑化および瞬間負荷装置の分野にある。

#### 【0111】

図4では、充電装置、放電するためのシステムに対する負荷、システムのユーザおよび

10

20

30

40

50

アプリケーションのいずれかまたは一部またはすべてと通信する中央制御装置として、メインコントローラ（STWと表示される）が設けられている。メインコントローラSTWは、セル情報を個々の平衡化決定に統合し、セル情報を充電器、放電に対する負荷、ユーザおよびアプリケーションの過/不足電圧保護情報に統合する。

【0112】

メインコントローラSTWにリンクされたバス上にあることができるマイクロコントローラ（例えばPIC18などのマイクロコントローラなどLC1などとラベル付けされた）のようなローカルコントローラが、セルレベルからトップレベルへ、およびその逆に、関連データを再送信するための中間ゲートウェイとして設けられる。これによって、メインコントローラSTWの通信負荷が低減する。バスは、コントローラエリアネットワークまたはCANの一部とすることができる。PIC18などのマイクロコントローラは、PIC18、LC1、LC2、LC3、LC4...LC32...LCmなどのマイクロコントローラ（ローカルコントローラ（LC））を備えた他のモジュールとともにモジュールレベルにある。

10

【0113】

例えば、マイクロコントローラ（マイクロコントローラPIC12のようなVBU1とラベル付けされた）などの電圧平衡化装置が、例えば1つのセルにつき1つ、監視および平衡化ユニットであるセルレベルにおいて提供される。マイクロコントローラPIC12などの電圧平衡化ユニットVBU1、VBU2...VBU32...VBUnは、セル12が列内でリンクされているのと同様に、内部バスによって列内にリンクすることができる。この実施形態では、例えば、PIC12のようなマイクロコントローラなどの電圧平衡化ユニットVBU1、VBU2...VBU32...VBUnは、低レベルの安全性を提供する以外は意思決定能力を含む必要はない。電圧平衡化ユニットは、例えば、PIC18のようなマイクロコントローラなどの中間ゲートウェイLC1に情報を送信する。電圧平衡化ユニットは、例えば、例としてPIC18のようなマイクロコントローラなどのLC1を介して、メインコントローラSTWから供給される平衡化コマンドを実行するように適合された手段を含む。

20

【0114】

組み合わせられたコントローラSTW、および、例えば、PIC18のようなマイクロコントローラなどのLC1、LC2、LC3、LC4...LC32...LCmのいずれか、ならびに、例えば、PIC12のようなマイクロコントローラなどの平衡化ユニットVBU1、VBU2...VBU32...VBUnによって実行される方法は、第3の実施形態の方法のいずれかまたはすべてに従う。

30

【0115】

第3の実施形態

第3の実施形態で説明する方法は、第1の実施形態および第2の実施形態などのシステムの構成要素を説明するいずれかの実施形態によって実装される。

【0116】

第3の実施形態の方法は、いずれかの実施形態による電気エネルギー貯蔵システムにおける個々の電気エネルギー貯蔵セルを平衡させるためのシステムにおいて使用することができる。第3の実施形態の方法は、直列に接続された個々の電気エネルギー貯蔵セルと、セルの健全性、電荷または充電状態に関連する個々のセルの電氣的パラメータを測定する手段と、

40

コントローラと、

測定されたパラメータ値をコントローラに報告する手段であって、

コントローラは、1つまたは複数の個々のセルが平衡されるべきか否か、およびいずれの方向に平衡されるべきかを決定するように適合されており、決定は、測定されたパラメータに基づく、手段と、

平衡化ユニットであって、測定されるセルに接続されており、コントローラから平衡化コマンドを受信し、エネルギー貯蔵システムが全体として充電または放電されているかま

50

たはアイドルであるかとは無関係に、平衡化ユニットに接続されたセルのセル平衡を実行するように適合されている、平衡化ユニットとによって使用することができる。

【0117】

ここで、本発明のさらなる実施形態による、ローカルコントローラ18（図1, 2, 3）またはLC1（図4）およびメインコントローラ20（図1）またはSTW（図4）および平衡回路（VBU1、VBU2...VBU32...VBU<sub>n</sub>を含む、図1~図4に示すものなど）およびユニットを説明する。本発明の実施形態による平衡化戦略は、平衡化されるべきセルの種類に依存する。この戦略では、平衡化決定を行うことおよび平衡化自体は2つの異なるプロセスであることを前提とする。

【0118】

キャパシタセルのセル平衡化：

各セルは、最大安全電圧V<sub>max</sub>を有する。n番目のセルの実測電圧はV<sub>n</sub>である。

【0119】

$$(V_{max} - V_n) * C_n = Q_n \quad (1)$$

式中、

V<sub>max</sub> = 最大許容セル電圧

V<sub>n</sub> = セルnの電圧 [V]

C<sub>n</sub> = セルnの容量 [F]

Q<sub>n</sub> = 許容できる電荷 [C]

Q<sub>n</sub>の値は、セルを最大の電荷および電圧にするためにセルによって許容できる電荷に関する。

【0120】

システム全体（直列セル列）の電圧、したがって貯蔵される電荷は、すべてのセル電圧の合計に等しい。したがって、すべてのセルが同時に最大電圧に達することが好ましい。1つのセルが最大電圧V<sub>max</sub>に達するまでシステムを充電することができる。充電はその時点で停止する必要がある。次に、Qの値が最も低いセルが放電される。Qの最低値は、満充電に最も近いセルが放電されることを意味する。したがって、Qの最小値が増加し、したがってシステムの容量が増加する。システムがその時点で何を行っているかに関係なく、すなわち、エネルギー貯蔵装置が負荷に放電しているか、または充電されているかに関係なく、セルは放電される。したがって、Qの最低値を有するセルが選択され、これが、いずれのセルを平衡させるかを発見するステップであり、発見動作を実行するための手段である。

【0121】

同様に、リチウムイオンキャパシタの場合にそうであり得るように、エネルギー貯蔵セルを最小電圧限界に近いところで動作させる必要がある場合、Q'の最小値を有するセルは充電を必要とする。Q'は、エネルギーセルに残っている電荷量である。V<sub>min</sub>は、最低許容電圧であり、すなわち、完全に有用に放電している状態である。

【0122】

$$(V_n - V_{min}) * C_n = Q'_n \quad (2)$$

したがって、充電を必要とするセルは、システムがその時点で何を行っているかに関係なく、すなわち、エネルギー貯蔵装置が負荷に放電しているか、または充電されているかに関係なく、充電される。

【0123】

充電または放電を必要とするセルは、必ずしも最低電圧または最高電圧のセルであるとは限らないことに留意されたい。セルの容量が異なる場合、小さなセルは大きなセルとは異なる方法で制御される。C<sub>n</sub>が最も低いセルは、そのQ値またはQ'値がより極端になる可能性があるため、平衡化の候補になることが多い。

【0124】

C<sub>n</sub>は使用年数とともに減少する。C<sub>n</sub>が正常に動作している間にC<sub>n</sub>を正確に判定することができない、または分からない場合、動作の誤差が発生することになる、これらの

10

20

30

40

50

誤差の結果を制限するために、式(1)は、 $V_n$ が $V_{max}$ に近いときに評価されるべきであり、または、式(2)の場合、 $V_{min}$ に近いときに評価されるべきである。これを実装するために、閾値 $V_t$ は、以下のように生成することができる。

【0125】

$$V_t = V_{max} - k * t - S \quad (3)$$

式中、

$k = V / s$ で表される減衰定数(例えば、0.01V/秒)

$t$  = 前回の評価からの経過時間。

【0126】

$S$  = 例えば、始動直後またはセル交換後の望ましくない行動を避けるための安全マージンである。 10

【0127】

任意の $V_n$ が $V_t$ を超える場合、式(1)が評価され、 $t$ が0にリセットされ、平衡化決定が行われる。同様に $V_{min}$ について：

さらなるステップとして、式(4)に従って閾値 $V'_t$ を計算することができる。

【0128】

$$V'_t = V_{min} + k * t + S \quad (4)$$

式中、

$k = V / s$ で表される減衰定数(例えば、0.01V/秒)

$t$  = 前回の評価からの経過時間。 20

【0129】

$S$  = 例えば、始動直後またはセル交換後の望ましくない挙動を避けるための安全マージンであり、 $V_n$ が $V'_t$ よりも低い場合、式(2)が評価され、 $t$ が0にリセットされ、平衡化決定が行われる。

【0130】

この方法は、システムが限界近くで操作された場合、平衡化決定が頻繁に行われ、正確度が高いことを保証する。システムが中間電圧範囲で動作する場合、方程式(1)または(2)の正確度が低くなり、そのため、アルゴリズムはより長い時間にわたって以前の決定に依存する。

【0131】

本発明の実施形態では、平衡化決定が行われると、平衡化は、セルごとに予め設定された時間にわたって開始され得る。 30

【0132】

$$t_{balance} = Q_n / I_{balance} \text{ または } t_{balance} = Q'_n / I_{balance} \quad (5)$$

式中、 $t_{balance}$ は平衡化のために設定された時間であり、 $Q_n$ および $Q'_n$ は上記で説明されており、 $I_{balance}$ は使用される平衡化電流である。

【0133】

これは、例えばキャパシタセルについて、平衡化がどのくらい長く続くべきかを決定するための手段および方法ステップを開示している。 40

【0134】

バッテリーセルのセル平衡化：

$$(1 - SOC) * C_n = Q_n \quad (1')$$

$$(SOC) * C_n = Q'_n \quad (2')$$

式中、 $C_n$ はCまたはAs単位のセル容量である。

【0135】

本発明のこの実施形態によれば、上述のキャパシタの平衡化方法をバッテリーに適用することができる。上述のような平衡の決定に使用される $Q_n$ または $Q'_n$ の計算にSOCを使用することができる。キャパシタ平衡化と同様に、好ましくは、セルの容量を考慮して最適なシステム性能が達成される。 50

## 【0136】

システム最適化 - 全体的なシステム容量

バッテリー管理システム (BMS) は、充電および/または放電を終了すべきときに、バルク負荷または充電器と通信できる必要がある。これは、個々のセル電圧を上限または下限に照らしてチェックし、電圧が限界を超えたときに充電または放電を中断することによって行うことができる。しかし、蓄電装置への/からの間の電流が遮断されると、電圧が急激に変化する。すべての電圧が限界内の値に戻り、それによって負荷/充電器のスイッチがオンになり、限界値をすぐに再び超過したことが分かる。この挙動は望ましくない。この挙動を回避するために、セル電圧測定が行われない場合、システム電圧を使用して限界値と比較することができる。

10

## 【0137】

キャパシタセルシステムの場合、限界値は次のように計算できる。

個々のセル容量が分からない場合、それらは等しいと考えられる。

## 【0138】

$$V_{upper\ limit} = V_{system} + N * (V_{max} - V_n) \quad (6)$$

)

式中、

$V_{max}$  = セル電圧の上限であり、

$V_n$  = 最高の個々のセル電圧であり、

個々のセルの容量が分かっている場合、

(1) を使用して、 $Q_n$  を計算し、最低値  $Q_1$  を保持し、

$$V_{upper\ limit} = \sum_{n=1}^N (V_n + Q_1 / C_n) \text{ である。}$$

20

## 【0139】

(7)

バッテリーセルシステムの場合、限界値は次のように計算される。

## 【0140】

個々のセル容量が分からない場合、それらは(第1の近似と)等しいと考えることができ、式(8)を使用することができる。SoCとセル電圧との間の関係が分からない場合は、式(8)を使用することができる。

30

## 【0141】

$$V_{upper\ limit} = V_{system} + N * (V_{max} - V_n) \quad (8)$$

)

個々のセル容量が分かっており、例えば、SoCを決定するためのアルゴリズムの一部として、SoCとセル電圧との間の関係が分かっている場合、式(1')を使用して、 $Q_n$  を計算し、最低値  $Q_1$  を保持し、すべてのセルに対して、 $Q_1$  を加算するときの予想電圧を計算する、

$$V_{nf} = \text{lookup\_EMF}(SoC + Q_1 / C_n) \text{ であり、}$$

$$V_{upper\ limit} = \sum_{n=1}^N V_{nf} \text{ である。}$$

## 【0142】

関数  $\text{lookup\_EMF}$  は、SoCに基づいてセル電圧を決定することを可能にする。この関係は、一般にバッテリーセルのデータシートの一部として供給され、時には「電圧対SoC」曲線と呼ばれる。

40

## 【0143】

$Q_1$  は、最小のセルがいっぱいになるまで、バッテリーシステムが貯蔵できる総充電量を表す。総充電量は  $As$  (アンペア秒) で表すことができるため、電流が分かれば、残りの充電時間を計算することができる。バッテリーモデルを使用してセルSoCおよびセル容量を推定する場合、このモデルは通常、内部抵抗を考慮して、測定電圧および予測電荷を予測電圧に変換することを可能にする。この電圧を上限電圧として使用する。

## 【0144】

50

前述の説明から、セルと主要意思決定アルゴリズムとの間でデータおよびコマンドを交換する必要があることは明らかである。本発明の一態様では、階層化されたアーキテクチャが提供される。

【0145】

1. 第2の実施形態では、セルレベルにおいて、電圧および温度を測定し、充電または放電回路を作動させることができるモニタおよび平衡化ユニットが設けられる。

【0146】

2. 第2の実施形態では、モジュールレベルにおいて、限られた数のセルからのデータをグループ化し、電荷平衡に必要な電力と共にこれらにコマンドを提供するコントローラが提供される。

10

【0147】

3. 第2の実施形態では、システムレベルにおいて、モジュールコントローラから関連データのみを受信し、上述したように平衡化決定を行い、平衡化コマンドをモジュールコントローラに再送信し、負荷/充電器と通信するコントローラが設けられる。

【0148】

4. 各モジュールは、選択された戦略に応じて、 $V_n$  または  $Q_n$  の上限および下限値をメインコントローラに再送信し、したがって、メインコントローラへのデータトラフィックを制限する。

【0149】

本発明の別の態様では、階層化されたアーキテクチャが提供される。

20

1. 第1の実施形態では、セルレベルにおいて、電圧および温度を測定し、充電または放電回路を作動させることができるモニタおよび平衡化ユニットが設けられる。

【0150】

2. 第1の実施形態では、モジュールレベルにおいて、限られた数のセルからのデータをグループ化し、電荷平衡に必要な電力と共にこれらにコマンドを提供するコントローラが提供される。したがって、コントローラは、第2の実施形態について上述したように平衡化決定を行い、平衡化コマンドをモニタおよび平衡化ユニットに送信し、負荷/充電器と通信する。

【0151】

図5は、本発明の実施形態による、平衡化の間の垂直軸の電圧、電荷またはSOC、および水平軸に沿った時間のグラフを示す。最大許容限界100は、セルがこの最大値に達するとシステムの充電が終了することを意味する。平衡化に関する決定が行われるとき、閾値102が存在する。

30

【0152】

図5では、より急な傾斜は、電荷がセルに追加または除去されるにつれて電圧がより急速に変化することを意味する。容量の小さいセルの電圧は、より大きいセルの電圧よりも速く変化するため、傾斜はより急である。

【0153】

システムが充電中である場合、かつ、本発明の実施形態に従って放電との平衡が取れている場合、傾斜はより小さい。

40

【0154】

セル60は平均よりも容量が小さいため、充電が高速になる。したがって、セル60は、平均セル70よりも早く決定閾値102に達し、セル60についてステップ104において平衡化が開始される。平均セル70は、ステップ106においてセル60が最大に達したときに、より低い充電電圧またはSOCに達する。これは、システムに未使用容量があることを意味する。

【0155】

システムがステップ114において放電しているとき、セル60の平衡化は放電中に継続され、それによって、ステップ112において平衡が停止するときに勾配がより急峻になり、より浅くなる。急勾配の傾斜は、最初に、システムがステップ116において再び

50

充電を開始するときに、セル60が平均セル70よりも低い電圧、充電またはSOCに達することを意味する。セル60はより低いレベルから充電を開始し、さらには傾斜が平均セル70より急であるにもかかわらず、ステップ118において無駄な容量はない。ステップ116においてシステムの充電が最適に行われ、それによって、システム全体が充電中であるか、放電中であるか、またはアイドルであるかに関係なく、充電または放電による平衡を自由に選択することができる場合、最大値118において無駄な容量はない。

【0156】

本発明の実施形態によれば、追加のセル80（二点鎖線）が平均セル70から逸脱し、任意の時点で閾値102に交差する場合、そのセルについて平衡化に関する決定を行うことができる。これは、異なる時点になり、本発明の実施形態によれば、平衡化時間は異なり得、充電方向は異なる得る。例えば、平衡化はステップ108において開始し、ステップ110において停止する。

10

【0157】

この例では、充電することによって1つのセルの平衡化が行われ、一方で同時に放電することによって別のセルの平衡化が行われる。したがって、平衡化は、システム全体が充電中または放電中であるか、またはアイドル状態であるかに依存しない。

【0158】

実装態様

平衡化システムを説明する本発明の一実施形態は、1つまたは複数のマイクロプロセッサ、プロセッサ、コントローラ、または中央処理装置（CPU）および/またはグラフィック処理装置（GPU）、第1の実施形態および第2の実施形態を参照して説明したような通信手段を含む処理能力を有するデジタル装置によって実装することができ、これらのいずれかは、ソフトウェア、すなわち1つまたは複数のコンピュータプログラムでプログラムされることにより、それぞれの機能または試験を実行するように適合させることができる。

20

【0159】

そのような装置は、メモリ（非一時的コンピュータ可読媒体、RAMおよび/またはROMなど）、オペレーティングシステム、随意選択的にOLEDディスプレイのような固定フォーマットディスプレイのようなディスプレイ、キーボードのようなデータ入力装置、「マウス」などのポインタ装置、他のデバイスと通信するためのシリアルまたはパラレルポート、ネットワークに接続するためのネットワークカードおよび接続を有することができる。

30

【0160】

ソフトウェアは、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数のデバイスにロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどのような1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるときに、直列に接続された個々のエネルギー貯蔵装置を含む電気エネルギー貯蔵システム内の個々の電気エネルギー貯蔵装置を平衡させるための以下の機能を実行するように適合されたコンピュータプログラム製品において具現化することができる。

【0161】

装置の健全性、電荷または充電状態に関連する個々のエネルギー貯蔵装置の電気的パラメータを測定すること。

40

【0162】

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

【0163】

1つまたは複数の個々のエネルギー貯蔵装置が平衡されるべきか、およびいずれの方向に平衡されるべきかを決定すること、決定は測定されたパラメータ値に基づく。

【0164】

50



ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

【0165】

エネルギー貯蔵システムが全体として充電または放電されているか、またはアイドル状態であるかに関係なく、1つまたは複数のエネルギー貯蔵装置の平衡化を実施すること。

【0166】

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

10

【0167】

平衡化は、以下のいずれかに従って実行される。すなわち、

(i) いつでも、または

(ii) 平衡化は、特定の状況の充電状態にある平衡化されるエネルギー貯蔵装置に限定されない、または

(iii) 個々の性能にかかわらず、または

(iv) より高いエネルギー貯蔵容量をもたらす最適なシステム性能に関して、または

(v) コントローラが、それぞれ最高または最低の個々のセル電圧に基づいて最大システム電圧または最小システム電圧を計算するように適合されることによって、セルの過電圧または不足電圧を防止するように、または

20

(vi) 平衡化充電器を使用せずに、または

(vii) コントローラが電圧またはSOCの予測においてセル容量および内部抵抗の差を考慮して、または

(viii) 設定された期間にわたって、実行される。

【0168】

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

30

【0169】

エネルギー貯蔵システムが全体として充電または放電されているか、または、アイドルであるかとは無関係に、一方では、第1の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵装置を充電するために、充電装置から、または、別の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵装置から電荷を転送すること、および、他方では、第1の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵装置を放電するために、充電装置へと、または、別の平衡化ユニットに割り当てられたエネルギー貯蔵装置へと電荷を転送すること。

【0170】

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

40

【0171】

エネルギー貯蔵装置の測定された電気的パラメータを、対応する基準パラメータまたは閾値と比較すること、および/または

電気的パラメータは、エネルギー貯蔵装置内の電荷の量またはエネルギー貯蔵装置に残っている電荷の量またはエネルギー貯蔵装置のSOCなどの導出値とすることができる。

【0172】

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれ

50

の1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

【0173】

エネルギー貯蔵装置の測定された電気的パラメータを、対応する基準パラメータまたは閾値と比較すること、および/または

測定された電気的パラメータに従って生成された信号に基づいてスイッチを制御すること。

【0174】

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

10

【0175】

充電式エネルギー貯蔵装置を過電圧および/または不足電圧から保護すること。

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

【0176】

20

$Q_n$  の計算：

各充電式エネルギー貯蔵装置またはセルは最大安全電圧  $V_{max}$  を有し、 $n$  番目のセルの実際の測定電圧は  $V_n$  であり、 $Q_n$  は式(1)によって与えられる。

【0177】

$$(V_{max} - V_n) * C_n = Q_n \quad (1)$$

式中、

$V_{max}$  = 最大許容セル電圧

$V_n$  = セル  $n$  の電圧 [ V ]

$C_n$  = セル  $n$  の容量 [ F ]

$Q_n$  = 許容できる電荷 [ C ]

30

それによって  $Q_n$  の値は、セルを最大の電荷および電圧にするためにセルによって許容できる電荷に関係し、 $Q$  の最低値を有するセルが放電される。

【0178】

したがって、 $Q$  の最低値を有するセルが選択され、これが、いずれのセルを平衡させるかを発見するステップであり、発見動作を実行するための手段である。

【0179】

任意の式の値  $C_n$  はセルの健全性に関係し、したがって  $C_n$  を決定することは、セルの健全性を決定するステップであり、健全性を決定する手段を提供するステップでもある。

【0180】

エネルギー貯蔵装置が負荷に放電しているか、または充電中であるかもしくはアイドル状態であるかに関係なく、セルは放電される。

40

【0181】

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

【0182】

$Q'_n$  の計算：

$Q'$  はエネルギーセルに残っている電荷の量であり、 $V_{min}$  は完全に有用に放電している最低許容電圧状態であり、 $Q_n$  は式(2)によって与えられる。

50

## 【0183】

$$(V_n - V_{min}) * C_n = Q'_n \quad (2)$$

エネルギー貯蔵装置が負荷に放電しているか、または充電中であるかもしくはアイドル状態であるかに関係なく、最低値の $Q'$ を有するセルが放電される。

## 【0184】

したがって、 $Q'$ の最低値を有するセルが選択され、これが、いずれのセルを平衡させるかを発見するステップであり、発見動作を実行するための手段である。

## 【0185】

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

10

## 【0186】

式(1)は、 $V_n$ が $V_{max}$ に近いときに評価することができ、または $V_n$ が $V_{min}$ に近いときに式(2)を評価することができる。

## 【0187】

さらなるステップとして、式3に従って閾値 $V_t$ を計算することができる。

$$V_t = V_{max} - k * t - S \quad (3)$$

式中、

$k = V / s$ で表される減衰定数(例えば、 $0.01 V / 秒$ )

20

$t$  = 前回の評価からの経過時間。

## 【0188】

$S$  = 例えば、始動直後またはセル交換後の望ましくない挙動を避けるための安全マージンであり、 $V_n$ が $V_t$ を超える場合、式(1)が評価され、 $t$ が0にリセットされ、平衡化決定が行われる。

## 【0189】

さらなるステップとして、式4に従って閾値 $V'_t$ を計算することができる。

$$V'_t = V_{min} + k * t + S \quad (4)$$

式中、

$k = V / s$ で表される減衰定数(例えば、 $0.01 V / 秒$ )

30

$t$  = 前回の評価からの経過時間。

## 【0190】

$S$  = 例えば、始動直後またはセル交換後の望ましくない挙動を避けるための安全マージンであり、 $V_n$ が $V'_t$ よりも低い場合、式(2)が評価され、 $t$ が0にリセットされ、平衡化決定が行われる。

## 【0191】

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

40

## 【0192】

代替的に、 $Q_n$ または $Q'_n$ は、式(1')および(2')によってそれぞれ計算することができる。

## 【0193】

$$(1 - SoC) * C_n = Q_n \quad (1')$$

$$(SoC) * C_n = Q'_n \quad (2')$$

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

50

## 【0194】

平衡化は、式(5)で定義されるように、セルごとに予め設定された時間にわたって開始することができる。

## 【0195】

$$t_{\text{balance}} = Q_n / I_{\text{balance}} \text{ または } t_{\text{balance}} = Q'_n / I_{\text{balance}} \quad (5)$$

式中、 $t_{\text{balance}}$  は平衡化のために設定された時間であり、 $I_{\text{balance}}$  は使用される平衡化電流である。

## 【0196】

これは、平衡化がどのくらい長く続くべきかを決定するための手段および方法ステップを開示している。

10

## 【0197】

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

## 【0198】

バッテリーセルのセル平衡化：

$$(1 - \text{SoC}) * C_n = Q_n \quad (1')$$

$$(\text{SoC}) * C_n = Q'_n \quad (2')$$

式中、 $C_n$  はCまたはAs単位のセル容量である。

20

## 【0199】

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

## 【0200】

上述のキャパシタの平衡化方法がバッテリーに適用され、それによって、上記のような平衡の決定に使用される $Q_n$ または $Q'_n$ の計算にSoCを使用することができ、および/または

30

セルの容量を考慮して最適なシステム性能を達成すること。

## 【0201】

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

## 【0202】

個々のセル電圧を上限または下限に照らしてチェックし、電圧が限界を超えたときに充電または放電を中断することによって、充電および/または放電を終了すべきときを、バルク負荷または充電器に通信すること。

40

## 【0203】

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

## 【0204】

記憶装置への/からの電流が遮断されたときに、電圧が急激に変化し、それによって、セル電圧測定がないときに振動挙動を回避し、システム電圧を限界値と比較すること、および/または

キャパシタセルシステムの場合、限界値は次のように計算できる。

50

## 【0205】

個々のセル容量が分からない場合、それらは等しいと考えられる。

$$V_{upper\ limit} = V_{system} + N * (V_{max} - V_n) \quad (6)$$

式中、

$V_{max}$  = セル電圧の上限であり、

$V_n$  = 最高の個々のセル電圧であり、

個々のセルの容量が分かっている場合、

(1)を使用して、 $Q_n$ を計算し、最低値 $Q_1$ を保持し、

$$V_{upper\ limit} = \sum_{n=1}^N (V_n + Q_1 / C_n) \text{ である。}$$

10

## 【0206】

(7)

ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に具現化され、ソフトウェアがそれぞれの1つまたは複数の装置にロードされ、マイクロプロセッサ、ASIC、FPGAなどの1つまたは複数の処理エンジン上で実行されるとき、以下の機能を実行するように適合される。

## 【0207】

バッテリーセルシステムの場合、限界値は次のように計算される。

個々のセル容量が分からない場合、それらは(第1の近似と)等しいと考えることができ、式(8)を使用することができる。 $SoC$ とセル電圧との間の関係が分からない場合は、式(8)を使用することができる。

20

## 【0208】

$$V_{upper\ limit} = V_{system} + N * (V_{max} - V_n) \quad (8)$$

)

個々のセル容量が分かっており、例えば、 $SoC$ を決定するためのアルゴリズムの一部として、 $SoC$ とセル電圧との間の関係が分かっている場合、式(1')を使用して、 $Q_n$ を計算し、最低値 $Q_1$ を保持し、すべてのセルに対して、 $Q_1$ を加算するときの予想電圧を計算する、

$$V_{nf} = lookup\_EMF(SoC + Q_1 / C_n) \text{ であり、}$$

$$V_{upper\ limit} = \sum_{n=1}^N V_{nf} \text{ である。}$$

30

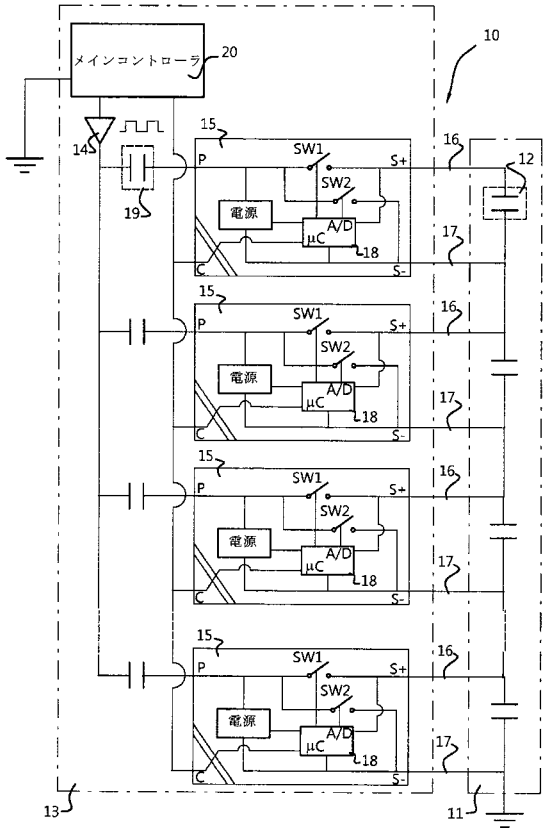
## 【0209】

関数 $lookup\_EMF$ は、 $SoC$ に基づいてセル電圧を決定することを可能にする。この関係は、一般にバッテリーセルのデータシートの一部として供給され、時には「電圧対 $SoC$ 」曲線と呼ばれる。

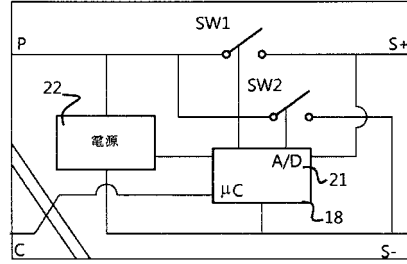
## 【0210】

コンピュータプログラム製品は、光ディスク(CD-ROMまたはDVD-ROM)、磁気ディスク、磁気テープ、フラッシュメモリなどのソリッドステートメモリなどの非一時的信号記憶手段に記憶することができる。

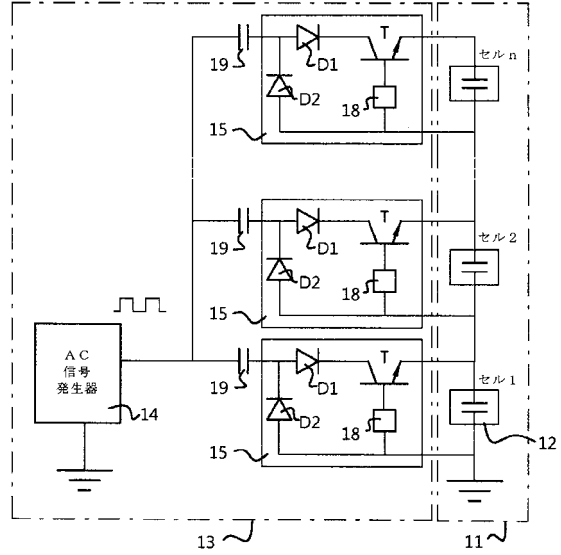
【図1】



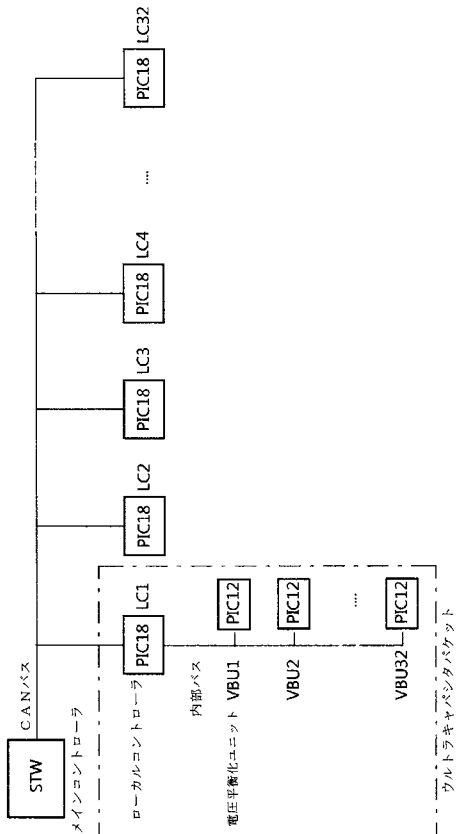
【図2】



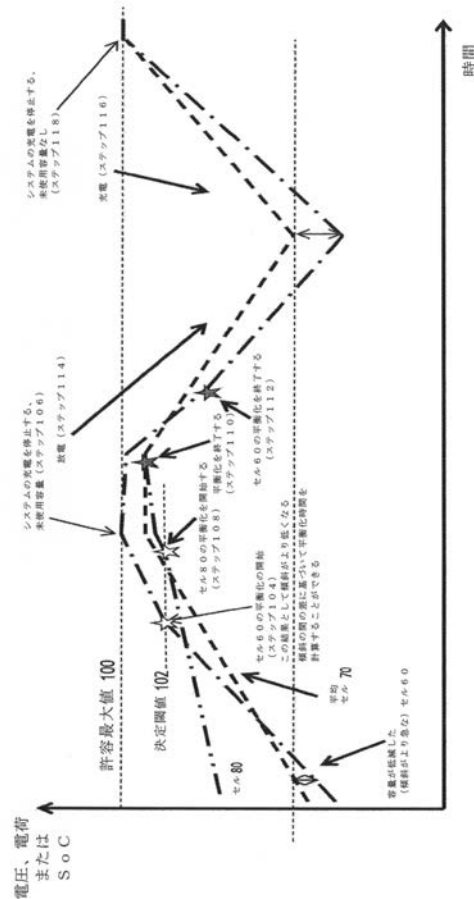
【図3】



【図4】



【図5】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2016/082665
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. H02J7/00 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2011/158051 A1 (STANGL FERENC [HU]; MARINKA-TOTH JOZSEF [HU]; KINCSES JANOS [HU]) 22 December 2011 (2011-12-22) figure 1 page 1, lines 6-33 page 4, lines 15-33 page 5, lines 3-32 page 11, lines 24-28 page 12, lines 29-33	1-28
X	----- EP 2 302 757 A1 (VITO NV VLAAMSE INSTELLING VOOR TECHNOLOGISCH ONDERZOEK NV [BE]) 30 March 2011 (2011-03-30) paragraphs [0026] - [0040]; figure 1 -----	1,14
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
13 March 2017		27/03/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Berger, Josef

1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/082665

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2011158051	A1	22-12-2011	NONE
-----			
EP 2302757	A1	30-03-2011	CA 2773841 A1 31-03-2011
			EP 2302757 A1 30-03-2011
			JP 5771210 B2 26-08-2015
			JP 2013506391 A 21-02-2013
			US 2013127419 A1 23-05-2013
			WO 2011036147 A2 31-03-2011
-----			



---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ

Fターム(参考) 5H030 AA10 AS08 BB01 BB23 FF22 FF41 FF42 FF43 FF44 FF51  
FF52