

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4971791号
(P4971791)

(45) 発行日 平成24年7月11日(2012.7.11)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int.Cl.

F I

HO 2 J 7/34 (2006.01)
GO 1 R 31/36 (2006.01)
HO 1 M 10/44 (2006.01)
HO 1 M 10/48 (2006.01)
HO 2 J 7/02 (2006.01)

HO 2 J 7/34 B
GO 1 R 31/36 A
HO 1 M 10/44 P
HO 1 M 10/48 A
HO 1 M 10/48 P

請求項の数 4 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-518934 (P2006-518934)
(86) (22) 出願日 平成16年7月8日(2004.7.8)
(65) 公表番号 特表2007-531479 (P2007-531479A)
(43) 公表日 平成19年11月1日(2007.11.1)
(86) 国際出願番号 PCT/US2004/022046
(87) 国際公開番号 W02005/008266
(87) 国際公開日 平成17年1月27日(2005.1.27)
審査請求日 平成19年7月5日(2007.7.5)
審査番号 不服2009-24625 (P2009-24625/J1)
審査請求日 平成21年12月11日(2009.12.11)
(31) 優先権主張番号 60/485,871
(32) 優先日 平成15年7月9日(2003.7.9)
(33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 506009143
プレミアム パワー コーポレイション
アメリカ合衆国 マサチューセッツ O 1
8 2 1, ビルリカ, マニング ロード
3 0
(74) 代理人 100118371
弁理士 ▲駒▼谷 剛志
(72) 発明者 ダーシー, デニス エム.
アメリカ合衆国 マサチューセッツ O 1
8 2 6, ドレーカット, アーリントン
ストリート 5 1 2 0
(72) 発明者 コレリョ, ガリー エム.
アメリカ合衆国 マサチューセッツ O 1
8 4 5, ノース アンドーバー, シュ
ガーケン レーン 3 1

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 選択された一群の電池セルの監視および充電するための装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の電池スタックを有する流動電解質電池における個々のスタック制御のためのシステムであって、該システムは、

該流動電解質電池における該複数の電池スタックのうちの第 1 の電池スタックと、動作可能な相互接続をするスタック制御器と、

該スタック制御器と通信するセンサ入力であって、該第 1 の電池スタックの動作状況に関する情報を提供するためのセンサ入力と、

該スタック制御器と通信する制御出力であって、該動作状況に関する情報に少なくとも部分的に基づいて、該第 1 の電池スタックの充電状況を個々に制御するための制御出力とを備え、

該動作状況が、均一でないめっき速度を含み、該均一でないめっき速度においては、該第 1 の電池スタックにおいて、該複数の電池スタックのうちの第 2 の電池スタックとは異なる速度で電極がめっきされ、

該第 2 の電池スタックは、該第 1 の電池スタックとは異なる電池スタックであり、

該第 1 の電池スタックの該充電状況を個々に制御することは、該第 1 の電池スタックへの電流の流れと、該第 1 の電池スタックからの電流の流れと、該第 1 の電池スタックへの電解質の流れとのうちの少なくとも一つを、該第 2 の電池スタックの同様の制御とは異なるように、個々に制御することを含む、システム。

【請求項 2】

10

20

複数の電池スタックを有する流動電解質電池における個々のスタック制御のためのシステムであって、該システムは、

該流動電解質電池における該複数の電池スタックのうちの第1の電池スタックと、動作可能な相互接続をするスタック制御器と、

該スタック制御器と通信するセンサ入力であって、該第1の電池スタックの動作状況に関する情報を提供するためのセンサ入力と、

該スタック制御器と通信する制御出力であって、該動作状況に関する情報に少なくとも部分的に基づいて、該第1の電池スタックの充電状況を個々に制御するための制御出力とを備え、

該動作状況が、該第1の電池スタックへの電解質の流量および/または該第1の電池スタックへと流れる電解質の量を含み、

該第1の電池スタックの該充電状況を個々に制御することは、該第1の電池スタックへの電流の流れと、該第1の電池スタックからの電流の流れと、該第1の電池スタックへの電解質の流れとのうちの少なくとも一つを、該複数の電池スタックのうちの第2の電池スタックの同様の制御とは異なるように、個々に制御することを含む、システム。

【請求項3】

複数の電池スタックを有する流動電解質電池における個々のスタック制御のためのシステムであって、該システムは、

該流動電解質電池における該複数の電池スタックのうちの第1の電池スタックと、動作可能な相互接続をするスタック制御器と、

該スタック制御器と通信するセンサ入力であって、該第1の電池スタックの動作状況に関する情報を提供するためのセンサ入力と、

該スタック制御器と通信する制御出力であって、該動作状況に関する情報に少なくとも部分的に基づいて、該第1の電池スタックの充電状況を個々に制御するための制御出力とを備え、

該動作状況が、該第1の電池スタックに利用可能である電解質の化学成分を含み、

該第1の電池スタックの該充電状況を個々に制御することは、該第1の電池スタックへの電流の流れと、該第1の電池スタックからの電流の流れと、該第1の電池スタックへの電解質の流れとのうちの少なくとも一つを、該複数の電池スタックのうちの第2の電池スタックの同様の制御とは異なるように、個々に制御することを含む、システム。

【請求項4】

複数の電池スタックを有する流動電解質電池における個々のスタック制御のためのシステムであって、該システムは、

該流動電解質電池における該複数の電池スタックのうちの第1電池スタックと、動作可能な相互接続をするスタック制御器と、

該スタック制御器と通信するセンサ入力であって、該第1の電池スタックの動作状況に関する情報を提供するためのセンサ入力と、

該スタック制御器と通信する制御出力であって、該動作状況に関する情報に少なくとも部分的に基づいて、該第1の電池スタックの充電状況を個々に制御するための制御出力とを備え、

該動作状況が、該第1の電池スタックのためのスタック重量を含み、

該第1の電池スタックの該充電状況を個々に制御することは、該第1の電池スタックへの電流の流れと、該第1の電池スタックからの電流の流れと、該第1の電池スタックへの電解質の流れとのうちの少なくとも一つを、該複数の電池スタックのうちの第2の電池スタックの同様の制御とは異なるように、個々に制御することを含む、システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の参照)

本発明は、「Features, Controls and Methods Re

10

20

30

40

50

lating to a Flowing Electrolyte Battery and a Uninterruptible Power Source Employing a Flowing Electrolyte Battery」と題された、米国仮特許出願番号第60/485,871号に関連し、その利益を主張し、その全体においてここに援用される。

【0002】

本発明は、一般に、流動電解質電池 (flowing electrolyte battery) の動作に関する。より詳細には、一局面において、本発明は、流動電解質電池を制御、監視、充電および/または放電 (総称的には「制御」) するための方法およびシステムに関する。

10

【背景技術】

【0003】

停電や他の電力の不調和は、電力を使用する者にとって問題である。電力品質における、ほんの少しの中断時間や、僅かな異常が、ビジネス上、何百万ドルもの損失となり得る。Electric Power Research Institute (EPRI) は、電力障害は、産業に、一年で400億ドルもの費用がかかると推定している。

【0004】

公共電力網 (public utility grid) は、中断なしで電力を運ぶように、デザインされてなく、また、そのような体制が整ってもない。それはまた、電力を変調し、調整し、改善する能力に欠けており、顧客が、サージ、サグ、および他の電力品質の不調和に陥りやすいというリスクが増加する。さらに、国の主要電力網から電力を運ぶ250万マイル以上の電線は、あらゆるタイプのリスクに対して脆弱である。激しい天気が主な破壊的力を生じ得るが、時折の落下した電線または壊れた電柱でさえ、生産作業を中断させ、労働者から仕事をなくし、および/または通信を停止させる。

20

【0005】

公共電力網における確実性への代替手段は、継続的な電力およびバックアップ電力のために、生成容量を増加させ得、送信および分散における障害を軽減し得、一時的なバックアップ電力を生成することによって、電力システムの維持をサポートし得る、分散生成システム (かつては、顧客の場所に備え付けられていた) を含む。分散電力モデルはまた、顧客に、個々の必要に基づいた電力システムをカスタマイズする柔軟性を提供し、それらの電力システムモデルは、従来の中央発電システムの電力生成をアップグレードするよりも、より少ない時間で、置かれ、備え付けられる。

30

【0006】

既存の代替手段は、しかしながら、会社、十分に満足のいく分散生成システムを提供しているわけではない。例えば燃料電池は、分散電力生成に適する以前に、さらなる開発が必要である。他の選択肢は、ソーラー電力、風力、ピストンエンジン、および、マイクロタービンを含む。しかしながら、これらの選択肢の全ては、効果的に作動するためには、ローカルでのエネルギーの貯蔵を必要とする。ソーラー電力および風力は、適宜なエネルギー源であるが、いつ何時でも利用可能であるというわけではない。燃料電池およびマイクロタービンは、天然ガスを利用することができる定常装置であるが、しかしながら、これらの技術は負荷追従型ではない。その結果、過渡電流が貯蔵から提供される必要がある。これらの技術の利用は、効果的で、信頼の置ける貯蔵システムを利用することが要求される。

40

【0007】

エネルギー貯蔵システムの一つのタイプは、電解質電池である。そのような電池は、電池スタック (通常は、鉛酸電池) のアレイとして構成され得、それ自身の電解質を有するそれぞれの電池スタックを有する。それぞれのスタックは閉じられたシステムであるがゆえに、スタックを介した開回路電圧 (V_o) は、その特定のスタックにおいて貯蔵された充電の量を示す。スタック間の開回路電圧における差異は、システムにおけるスタックが十分に充電されたか、部分的に充電されたかどうかを決定するために使用され得る。

50

【0008】

電解質電池の第2のタイプは、流動電解質電池である。一つのそのような電池は、電池スタックのアレイを用い、そのスタックは流動電解質を共有する。そのスタックが電解質を共有するゆえ、スタックを介した開回路電圧の計測は、システムにおける他のスタックに関連するスタックの充電状態を示すよりも、むしろ、一部の充電があるかないかを示すのみである。さらに、スタック間の開回路電圧における差異は、通常、スタックの内部抵抗を減少させる、一部の内部異常を示す。

【0009】

例えば、臭化亜鉛 (zinc bromide) 流動電解質電池において、スタックは、水溶性の臭化亜鉛電解質を共有し、充電および放電のサイクルの間に、元素状亜鉛 (elemental zinc) の堆積および分解のために、スタック自体の電極を有する。このタイプの電池において、スタックへの電解質の流れは、わずかに存在する亜鉛の堆積物によって阻止され得る。付け加えて、電極における核生成 (nucleation) は、電池間で樹枝状結晶形成および分岐を生じ得る。影響されたスタックの内部抵抗は減少され、スタックを解した開回路電圧において、対応する低下を生じる。

【0010】

流動電解質電池システム間の開回路電圧の差異は、スタックの充電および放電のサイクル、および潜在的には、電池動作に影響を与えることができる。例えば、前述の臭化亜鉛電池において、特定のスタックにおける減少された開回路電圧は、充電サイクルの間に、欠陥のあるスタックにおいて、亜鉛の蓄積レートを増加させ、および、放電サイクルの間に、欠陥のあるスタックにおいて、亜鉛の低減レートを減少させる。さらに、欠陥のあるスタックに貯蔵された追加的な亜鉛は、典型的には、近傍のスタックによって、通常、利用される電解質から由来する。亜鉛利用の低減された結果として、近傍のスタックのエネルギー貯蔵受容量が減少され得る。他の結果は、増加された亜鉛蓄積を有するスタックが放電の間、十分にストリップ (strip) しないことであり、その結果、欠陥のあるスタックの電極上に亜鉛を蓄積してしまい、それが、スタックの電池間での、内部漏電を生じさせてしまう。これは、潜在的に、スタック、および、電池全体を破壊してしまふことができる。さらなる結果は、増加された亜鉛の蓄積が、電解質が流れる通路を制限することである。電解質の流れがスタックを冷却するためにアクトすると、制限された流れは、スタックを、オーバーヒートさせ、重要な要素を溶解させてしまう。

【0011】

この問題に対する従来技術の解決法は、例えば、電池におけるそれぞれのスタックを、十分に「ストリップ」する、例えば、十分に放電することを含み、全てのスタックにおける全ての電池から、全ての貯蔵された充電を完全に取り除く。理想的には、このプロセスは、スタック間での開回路電圧における差異を初期に生じさせた異常を除去する。例えば、十分なストリップは、通常、プレート間の樹枝状結晶および/または電解質の流れを妨害する堆積を溶解する。しかしながら、流動電解質電池の十分なストリップは、通常、時間のかかるもの (しばしば、完了するのに一日または二日かかる) であり、再発する問題のために、数日毎に繰り返さなければならなくなり得る。電池の十分なストリップは、通常、それを利用できないものにし、または、電気的応用のために相当に低減された受容量にて、追加の余分な電池システムの購入および備え付けを必要とする。さらに、完全なストリップは、しばしば不必要であり、というのは、通常、電池におけるスタックの少数は、異常に動作しているからである。

【0012】

それゆえ、流動電解質電池において、電池を制御、監視、充電および/または放電するための改良された方法および装置が必要である。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、様々な実施形態において、流動電解質電池を監視、充電および/または放電

10

20

30

40

50

(総称的には「制御」)するための、改良された方法、システム、および特質を提供することによって、従来技術における欠陥と取り組む。一局面に従い、本発明は、流動電解質電池における個々の電池スタックを制御するための方法、システム、および特質を提供することによって、従来技術における欠陥と取り組む。さらなる実施形態において、本発明は、流動電解質電池における、個々の電池を制御するための方法、システム、特質を提供する。他の利点のうち、本発明は、電池スタックが充電およびストリップされ得、電池をオフラインにすることなく、規則正しく継続的に電池を維持することができ、予測可能で一定の充電容量にて電池を維持し、例えば、電解質の流れの閉塞、熱暴走 (thermal runaway)、および/または樹枝状結晶物の形成などのための、スタックの不具合の可能性の低減し、平らでない電池のプレート (plate) のリスクを低減し、利用可能である充電/放電サイクルの数を増加させ、余分な電池システムを維持することに関連するコストを低減する、などへの柔軟性を増加するものである。

10

【0014】

一局面において、本発明は、複数の電池スタックを有する流動電解質電池において、電池スタックを個々に制御するシステムおよび方法を提供する。好ましくは、電池は、流体の臭化亜鉛電池である。しかしながら、本発明は、任意の適切な流動電解質電池が用いられ得る。一構成に従い、本発明は、電池における複数の電池スタックの一つと動作可能に相互接続するためのスタック制御器を含む。一つの特徴に従い、スタック制御器は、電池スタックを介して個々に電流の流れを制御する。一実施形態に従い、システムは複数のスタック制御器を含み、それぞれの一つが、複数の電池スタックの関連する一つと動作可能に相互接続するために関連される。一つの好ましい構成において、電池スタックとスタック制御器との間の相互接続は電氣的相互接続を介し得る。しかしながら、他の構成において、相互接続は、光学的、または電氣的および光学的の組み合わせ、または、任意の適切な、直接または電氣的に分離された、相互接続のアプローチであり得る。

20

【0015】

代替的な実施形態に従い、個々の電池スタック制御器を有するよりも、単一の主制御器が個々の電池スタックを制御する。個々の制御器の場合におけるように、単一の主制御器は、スタックごとの基準で、それぞれの電池スタックへの電流の流れを制御する。このようにして、個々のスタック制御器の全ての重要な利点が提供される。他の代替的な実施形態において、単一の主制御器を有するよりも、電池スタックの数よりも少ない複数の制御器が個々の電池スタックを制御する。さらなる代替的な実施形態において、本発明は、マルチレベルのスタック制御器設計を提供し、主制御器は、個々のスタック制御を提供するために、一つ以上の追加的なスタック制御器への指示を提供する。

30

【0016】

一部の実施形態において、それぞれの電池スタックへの電流制御は、他の電池スタックに提供された電流制御によっては、実質的に、または完全に、影響を受けない。しかしながら、一部の実施形態において、特定のスタックへの電流制御は、他のスタックへの電流制御に影響を与え得るが、それは、予測可能、および制御可能な方法においてである。

【0017】

一実施形態において、スタック制御器は、電池スタックへのおよび/または電池スタックからの、電流の流れ (例えば、充電) を制御するために、一つ以上の固体スイッチに制御信号を提供する。一アプローチに従い、主制御器および/または個々の制御器は、電池スタックの電流を制御するために、一つ以上の固体スイッチへの制御信号の負荷サイクルを調節する。

40

【0018】

代替的な実施形態に従い、本発明は、それぞれの電池スタックに、個々の dc/dc 変換器/制御器を提供する。好ましくは、dc/dc 変換器/制御器は、電池スタックへのおよび/または電池スタックからの、電流の流れを制御する。一つの特徴に従い、それぞれの dc/dc 変換器/制御器は、それぞれ他の dc/dc 変換器/制御器から、実質的にまたは完全に、独立して動作し、例えば、関連する電池スタックのための、充電、放電

50

、電極プレーティング、電極分離、電解質の流れ、および、電池スタックの維持制御などを提供する。他の特性に従い、それぞれのdc/dc変換器/制御器は、電圧、電流、電解質の流れ、および、関連する電池スタックのための温度監視を提供する。他の特性に従い、例えば、不足電流、過電流、不足電圧、過電圧、不足充電、過充電、および/または過度の温度状況などに応じて、それぞれのdc/dc変換器/制御器は、実質的に電池全体の動作に影響することなしに、関連する個々の電池スタックをオフラインにし得る。

【0019】

先に検討したように、「スタック制御器」という用語は、上で検討したスタック制御器構成の任意を含み得、dc/dc変換器/制御器、または個々の電池スタックの制御をイネーブルする他の任意の適切な制御器を含み得る。

10

【0020】

他の特徴に従い、本発明はそれぞれの電池スタックを介して、電流を監視し、計測された電流に基づいて、電池スタックへ向かう電流、または電池スタックから離れてゆく電流を変更する。一実施形態において、スタック制御器はそれぞれの電池スタックを介して、電流の平均を計算し、次いで、電池スタックの特定の一つを介して、監視された電流の流れが計算された平均からどれくらいのアンペアで逸脱するのかに基づいて、電流を調整する。一実施に従い、本発明は、電池スタックへの電流の流れにおける調整がなされるのに先立って超過される平均からの閾値電流偏差を提供する。例示的には、本発明は、特定の電池スタックを介して電流を調整するのに先立って、 $\pm 0.1\text{ A}$ 、 0.25 A 、 0.5 A 、 0.75 A 、 1 A 、 1.5 A 、 2 A 、 2.5 A 、または 3.0 A より大きい、計算された平均からの偏差を要求し得る。

20

【0021】

一実施形態に従い、本発明は定期的に全ての電池スタックの電流計測をし、平均電池スタック電流を計算し、平均からの偏差の順に電流を並べ、および、その並びに基づいて、電流の調整のための電池スタックをスケジュールする。つまり、最初にその平均からの最大の電流偏差を用いて、それらの電池スタックを調整し、その平均からの最小の偏差を用いて、電池スタックを介して、進む。一アプローチにおいて、本発明は電流の低減をスケジュールすることによって、電流を調整するが、他のアプローチにおいては、本発明は、逸脱する電池スタックへの追加的な電流の容易をスケジュールし、および/または、例えば、電池スタックへの電流の流れが平均より高いか低いかに依存しつつ、電流追加および電流低減の組み合わせを提供する。

30

【0022】

他の実施形態において、本発明は、実質的に併用的な仕方において、多数の電池スタックへの電流を調整し、および、ある特定の実施形態においては、実質的に併用的または同時的な仕方において、全ての電池スタックへの全ての電流を調整する。一つの構成に従い、本発明は平均からの電流偏差にリニアに依存する仕方において、電池スタックへの電流の流れを調整する。しかしながら、他の実施形態においては、他の適切な関係が用いられ得る。

【0023】

他の局面において、本発明は、実質的にリアルタイムで、電池スタックを介し、電流の流れのサブセットを監視する。本発明はまた、実質的にリアルタイムで、電池スタックを介し、電流の平均を計算し得る。さらなる実施形態に従い、本発明は、実質的にリアルタイムで、および必要に応じて実質的に併用的に、電流の調整を実行する。電池スタックのサブセットは、全ての電池スタックを含み得る。

40

【0024】

代替的な実施形態に従い、電池スタックを介して平均電流を計算するよりも、スタック制御器は電池スタックを介して、電流の流れを監視し、および、電池スタックから、所望の電流の流れからの偏差のみに、実質的に基づき、電池スタックを介して電流の流れを調整する。一実施において、本発明は、電池スタックへの電流の流れにおける任意の調整をするのに先立って超過された、所望の電流からの閾値電流偏差を提供する。例示的には、

50

本発明は、電池スタックを介して電流を調整するのに先立って、 $\pm 0.1\text{ A}$ 、 0.25 A 、 0.5 A 、 0.75 A 、 1 A 、 1.5 A 、 2 A 、 2.5 A 、または 3.0 A より大きい、所望の電流の流れからの偏差を要求し得る。

【0025】

さらなる特性に従い、本発明は、電池スタックの電流調整をするかどうかに関する決定のヒステリシスを含む。本発明はまた、例えば、電池スタックへの電流の流れを変更するかどうかに関する決定において、例えば、電池スタックの電圧、温度、電解質の流れ、および/または充電などの状態をも含み得る。

【0026】

一部の局面において、本発明は特に、電池スタックと、充電/放電電流が流れる電池スタックと直列している特定の装置とを除外する一方で、他の局面においては、本発明は特に、電流フロー装置（例えば、固体および/または機械的スイッチなど）および/または電池スタック、および/または流動の電解質電池全体を含む。

【0027】

他の局面に従い、スタック制御器は、特定の電池スタックおよび、不具合状態に応じて電池スタックの充電状況を変更するためのスタック制御器において、不具合状態を検出するためのセンサと通信する。

【0028】

一つの実施形態において、センサは、一つ以上の電池スタックを介して、開回路電圧を監視するための電圧センサを含む。他の実施形態において、センサは、電流流入の監視および/または一つ以上の電池スタックを放置するための電流センサを含む。他の実施形態において、本発明は、特定の電池スタックに関連した記録センサのための履歴記録器を含む。他の実施形態に従い、センサは電池において循環する電解質を監視するための電解質フローセンサを含む。一構成において、電解質フローセンサは、電解質ポンプが動いている場合を検出するためのポンプセンサを含む。他の実施形態において、本発明は、所定の時間増加の経過を決定するためのタイマーを含む。

【0029】

一局面に従い、本発明は、スタック制御器と通信するスイッチ、または、スタック制御器の一部としてのスイッチを含み、そのスイッチは不具合状態に応じて、スタックへ供給される充電電流を変調する。他の実施形態において、本発明は、スタック制御器と通信するスイッチ、または、スタック制御器の一部としてのスイッチ、ならびに、スイッチと通信する抵抗性の要素を含み、そのスイッチは、不具合状態に応じて、または、維持を実行する方法として、スタックを介して放電するための抵抗を設置する。他の実施形態において、本発明は、スタック制御器と通信するスイッチ、または、スタック制御器の一部としてのスイッチを含み、そのスイッチは、不具合状態に応じて、または、維持を実行する方法として、放電のプロセスを完了するために使用される電池スタックの末端を介してショートされ得る。他の実施形態において、本発明は、スタック制御器と通信するスイッチ、または、スタック制御器の一部としてのスイッチを含み、そのスイッチは、スタックへの電流が中断された場合、抵抗性の要素を介して電流を逸らすことができ、他の電池スタックを介した電流分配は影響を受けない。

【0030】

他の局面において、本発明は、流動電解質電池における個々の電池スタックの制御のための方法を提供する。一実施形態に従い、個々の電池スタックにおける不具合状況を検出することに応じて、本発明の方法は、電池スタックに関連する充電状況を変更する。追加的な特質に従い、検出された不具合状況の訂正を検出することに応じて、本発明の方法は、再び、電池スタックに関連する充電状況を変更する。

【0031】

一実施形態において、不具合状況の訂正に応じて充電状況を変更するステップは、その元の状態に、充電状況を回復することを含む。他の実施形態において、不具合状況を検出するステップは、電池スタックを介して開回路電圧における変化を検出、および/または

10

20

30

40

50

電池スタックへの電流の流れにおける変化の検出を含む。

【0032】

さらなる実施形態に従い、不具合状況の検出に応じて、充電状況を変更するステップは、電池スタックを充電する電流の量を低減させることを含む。他の実施形態において、電流の量を低減させることは、電池スタックを充電する回路へ、100%未満の負荷サイクルを有するパルス幅変調を与えることを含む。他の実施形態において、電流の量を低減させることは、dc/dc変換器/制御器から電池スタックへの電流の出力を変更することを含む。

【0033】

一実施形態において、不具合状況の検出に応じて充電状況を変更するステップは、特定の電池スタックを充電する電流の量を低減させることを含み、その一方で、一定の割合で、電池スタックの他の一つを充電する量を維持する。他の実施形態において、特定の電池スタックへの電流の量を低減させることは、実質的に等しい時間の間、特定の電池スタックおよび他の電池スタックとに、充電電流を提供することを含む。他の実施形態において、不具合状況の検出に応じて、充電状況を変更するステップは、特定の電池スタックから貯蔵されたエネルギーを、実質的に奪い、結果として、無電荷の状態において、特定の電池スタックを介して、ショート回路を作成することを含む。

【0034】

本発明の他の局面、他の実施形態、他の特性、および他の要素は、例証される実施形態に関連し、以下で詳細に検討される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

本発明は、以下の例証される図面に関連して記載され、類似した参照番号は同一の要素を示す。しかしながら、それらの要素は縮尺にしたがって表され得ない。以下の図面は、図示のためのものであり、本発明の範囲を限定するように意図されているわけではないことに注意されたい。

【0036】

要約において検討されたように、本発明は、流動電解質電池を制御、監視、充電および/または放電（総称的には、「制御」）するための改善された方法、システム、および特徴を、様々な実施形態において、提供することによって、従来技術における欠点と取り組む。一部の例証される実施形態に従い、本発明は、流動電解質電池における電池の個々のスタックを制御するための方法、システム、および特徴を提供することによって、従来技術の欠点と取り組む。他の例証される実施形態において、本発明は、流動電解質電池における個々の電池を制御するための方法、システム、特徴を提供する。他の例証される実施形態において、個々の電池スタックおよび/または電池と相互接続されたスタック制御器および感知器は、欠陥状況の検出を提供し、そのような欠陥状況の検出に応じて、個々の電池スタックおよび/または電池の一つ以上の充電状況を変更する。必要な場合、変更は、繰り返され、および/または反復され得、オペレータは欠陥状況についてアラートされ得る。

【0037】

以下の図における検討は、「電池」(battery)および「スタック」(stack)という言葉を使用するが、本発明の範囲はそれらに限定されるものではない。より広い意味において、本発明は、個々のユニットまたはアレイを記載するために使用される語彙に関係なく、流動電解質電池などのように、電池における相互接続された充電貯蔵ユニットのアレイにおける、個々の充電貯蔵ユニットの制御をイネーブルする。例えば、一つの例証される実施形態において、本発明は、相互接続された電池スタックの電池における個々の電池スタックの制御をイネーブルする。図における記載の残りの部分において展開されるものは、この例示的な実施形態である。しかしながら、他の例証される実施形態において、本発明は、相互接続された電池スタックの筐体における、個々の電池スタックの制御をイネーブルするように、記載され得る。他の例証される実施形態において、本発明

10

20

30

40

50

は、電池のスタックにおける個々の電池の制御をイネーブルすることなどように記載され得る。

【 0 0 3 8 】

「電池」という言葉は、相互接続された電池スタックのアレイなどのような、充電貯蔵ユニットのアレイを参照することが理解される。一方で、「スタック」は、電池スタックなどのような、個々の充電貯蔵ユニットを参照することが理解され、個々の制御が所望される。

【 0 0 3 9 】

本発明における、例証される実施形態の一部は、電池における電池スタックの全てを充電するための d c 電流の単一のソースを用いる。これらの実施形態は、図 1 から図 9 に関連して、特に記載される。しかしながら、他の例証される実施形態において、本発明は、多数の独立した d c 電流源を（好ましくはそれぞれの電池スタックに一つずつ）を提供する。これらの実施形態は、特に、図 7 および図 8 に関連して、以下に記載される。

【 0 0 4 0 】

図 1 は、本発明の例証される実施形態に用いられ得るタイプの九つの電池スタック 1 0 4¹ . . . 1 0 4⁹（概して、「電池スタック 1 0 4」）から構築される、例示的な流動電解質電池 1 0 0 を表す。例示的な電池 1 0 0 は、並列して電氣的に接続される三つのスタック 1 0 4 の三つの群を含む（例えば、スタック 1 0 4¹、スタック 1 0 4²、スタック 1 0 4³ は、並列して電氣的に接続されるスタック 1 0 4 の一つの群を形成する）。同時に、スタックの三つの群は、電池 1 0 0 を形成するために、順に、電氣的に接続される。図 1 において図示されるスタックの接続形態は、検討を容易にするために単に図示され、選択されるのであり、本発明の例証される実施形態は、任意の内部接続形態、スタック、電池構成を有する電池と相互動作する。

【 0 0 4 1 】

この例において、スタック 1 0 4 は、流動電解質を共有することを許可するように、液圧的（図には示されていない）に相互接続される。これは、液圧的には相互接続されていない、電氣的に相互接続されているスタックを有する電池に比較して、高エネルギー密度を、電池 1 0 0 に達成させ得、それゆえ、分離した、非流動（non-flowing）電解質を有する。この例において、電池 1 0 0 は臭化亜鉛電池であり、その流動電解質は水溶性臭化亜鉛溶液である。

【 0 0 4 2 】

本発明の例証される実施形態は、図 1 の電池 1 0 0 などのように、流動電解質電池を統合するために、別々に売られ得る。代替的に、図 2 において示されるように、本発明は、流動電解質電池 1 0 0 に統合されるように構成され得、単一のユニットとして売られ得る。この図に表された実施形態において、それぞれのスタック 1 0 4 は、スタック制御器 2 0 0¹ . . . 2 0 0⁹（概して、2 0 0）と電氣的に接続される。スタック制御器 2 0 0 は、順に、主制御器 2 0 4 と電氣的に接続される。

【 0 0 4 3 】

図 2 の実施形態において、相互接続は、個々のスタック制御器 2 0 0 および主制御器 2 0 4 に電力を供給することを許可し、ならびに、個々のスタック制御器 2 0 0 の間で、または主制御器 2 0 4 の間で、もしくはそれらの両方の間で、データおよび/または要求の交換を許可する。例えば、制限された d c 電力供給は、スタック制御器 2 0 0 および主制御器 2 0 4 に電力を供給するために、電氣的な相互接続を使用し得、または、主制御器 2 0 4 は、電力供給の機能を含み得、および、それぞれの個々のスタック制御器 2 0 0 に、選択的に電力を供給し得る。その相互接続は、様々な制御器の間で、データおよび/または要求の交換のための専用線を含み得る。付け加えて、データおよび電力は、その同一の線を介して提供され得る。制御器間でのデータ交換は、RS-232、I²C、または CAN Bus などのような、技術的に既知であるプロトコルを使用し、成し遂げられ得る。また、Bluetoothまたは IEEE 802.11 (b) などのような、既知の無線プロトコルを使用する制御器間にて、データおよび/または要求を交換することが可能

10

20

30

40

50

である。付け加えて、上記されたように、相互接続は、例えば、光ファイバー相互接続を使用し、光学的に分離され得る。

【 0 0 4 4 】

図 2 の実施形態において、主制御器 2 0 4 は、電池 1 0 0 と、電池 1 0 0 が電力を供給する外部アプリケーションとの間のインターフェースを制御する。例えば、定電圧 4 8 0 V A C に給電するインバータ、半導体処理装置への 3 相波形などである。主制御器 2 0 4 は、電池 1 0 0 に利用可能な電力を監視する。過剰な電力が利用可能な場合、主制御器 2 0 4 は、スタック 1 0 4 に充電電流を供給することによって、電池 1 0 0 を充電する。電池 1 0 0 へ供給された電力が、負荷の要求に見合わない場合、主制御器 2 0 4 は、スタック 1 0 4 から電力を引き出し、それを負荷へ供給する。一実施形態において、主制御器 2 0 4 はまた、所定の量による負荷の平均的な要求を超過する電力の突然の要求を検出し、電池 1 0 0 から、即座に、または、ほぼ即座に、その差分を供給する。好ましくは、主制御器 2 0 4 はまた、電解質ポンプの動作や、例えば、冷却システム、ユーザインターフェース、システム遠隔計測、などのような、電池における他のサポートシステムを制御する。

10

【 0 0 4 5 】

電池スタック 1 0 4 における内部欠陥は、通常、そのスタック 1 0 4 における内部抵抗を低減させ、一部の構成においては、その最も近接したスタック 1 0 4 から充電電流を奪ってしまう。それゆえ、図 2 において例証される実施形態において、主制御器 2 0 4 の一機能は、欠陥スタック 1 0 4 に入る電流の大きさを低減させることである。単一の d c 電流源が全ての電池スタック 1 0 4 に供給し、電流源での充電電流を低減することによって一つのスタックをストリップすることが電池全体をストリップすることを引き起こすと想定すると、それは相当な中断時間を要求し、上記したような動作から電池を効果的に取り除く。欠陥のあるスタック 1 0 4 への充電電流を低減させることによって（その間に他のスタック 1 0 4 は充電し続けるが）、本発明は、流動電解質をさらに反応を早くさせ、欠陥のあるスタック 1 0 4 から堆積された亜鉛を取り除き、内部抵抗および、次には、開回路電圧における急落を生じさせ得る、樹枝状結晶および他の平板上の欠陥を除去する。このアプローチは、電池の電源を切ったり、残りの全ての電池スタックをストリップする必要なしで、欠陥を直すために、単一のスタックを、十分に効果的にストリップさせ得る。

20

【 0 0 4 6 】

制御器 2 0 0 および主制御器 2 0 4 は、任意の適切な方法において実施され得る。例示の目的で、一部の実施形態において、一つ以上の制御器 2 0 0 および主制御器 2 0 4 は、プログラムロジックデバイス（P L D）、プログラムロジックアレイ（P L A）、フィールドプログラムゲートアレイ（F P G A）、または他の特化したハードウェアであり得る。他の実施形態において、一つ以上の制御器 2 0 0 および主制御器 2 0 4 は、単一のプロセッサ、マルチプロセッサコンピュータ、または、オペレーションシステムを実行する分散処理アレイ上で実行するソフトウェアプロセスであり得る。

30

【 0 0 4 7 】

図 3 は、本発明の実施形態に従う、流動電解質電池における電池スタックを個々に制御するためのプロセスを要約した、単純化されたフローチャートである。このプロセスまたは類似のプロセスを使用し、スタック制御器 2 0 0 などのようなスタック制御器は、電池スタック 1 0 4 などのような、関連された電池スタックを制御する。好ましくは、制御は、スタック動作に関連する状況のための、関連された電池スタックを監視することを含む。そのような監視は、欠陥状況を監視することを含む。しかしながら、複数の関連する電池動作は、限定なしに、以下を含み、調整する：電池、スタック、および/または、電池開回路電圧、流入および流出電流、充電容量、温度、および/または抵抗、および/または起伏のある電極プレート、負荷要求、電力網電圧/状態、電解質流動状態、レート、ボリューム、および/または障害、電解質化学組成、リークセンサからの電解質スタックのリーク、例えば歪ゲージからのスタック重量、例えば、ポンプセンサからの電池における流動電解質を計算する一つ以上のポンプの状態、などである。参照番号 3 0 0 で示される

40

50

ように、システムが最初に起動された場合、スタック制御器が開始される。起動が成功した後に、スタック制御器は、電池スタック 104 などのような、動作可能なように接続された電池スタックを監視（ステップ 304）する。

【0048】

ステップ 304 にて検出される状況に応じて、スタック制御器は、ステップ 308 における電池 100 の動作状況（例えば、充電状況）を変更する。例えば、電池および/またはスタック、電圧および/または電流における許容できない逸脱を検出することに応じて、スタック制御器 200 は、スタック 104 に関連した一つ以上の充電状況を変更し得る。これは、特定の電池スタックへの充電電流を増加または減少することを含み得る。付け加えて、例えば、許容できないほどの高温または低内部スタック抵抗を検出することに対応して、スタック制御器 200 は、熱暴走を避けるために、特定のスタックをオフラインにし得る。スタック制御器はまた、特定のスタックの部分的なオンラインのストリップを起動し得る。また、例えば、電源電圧の減少、負荷における変化、または電力網の欠陥に応じて、スタック制御器 200 は、充電のための電流を引き出すことから、電力ラインへ途切れない電力を提供することへ、電池を切替えるためのステップを取り得る。ステップ 312 において、スタック制御器 200 は、スタックにおいて初期に検出された状況における訂正または変化を検出する。その状況が持続し、訂正されない場合、スタック制御器 200 は、その状況が変化されるまで、または、所定の不具合状況（例えば、タイムアウトなど）が満たされるまで、ステップ 308 の矯正的なアクションを提供し続け得る。関連する状況における変化を検出することに応じて、ステップ 216 において、スタック制御器 200 は、再び、一つ以上の電池動作状況を変更させ得る。例えば、スタック制御器 200 は、ステップ 304 にて関連する状況を検出する前に存在した、元の充電状況を回復し得る。代替的には、スタック制御器は、スタックをオンラインに戻し得、もしくは、例えば、電力網がオンラインに戻ることを検出することに応じて、電池がラインをサポートし、それを充電モードまたは他の静止状態モードに戻すことを中断するためのプロセスを起動し得る。

【0049】

臭化亜鉛電池 100 に特に関連し、欠陥状態は、スタック 104 などのようなスタックにわたる開回路電圧における、または、スタックを介する充電電流における、欠落として、それ自体を明示し得る。以下でより詳細に検討するように、例証される実施形態に従い、スタック制御器は、スタック 104 に流入する充電電流の量を低減することによって欠陥を矯正する。充電電流を低減することは、腐食性の電解質に、スタック 104 において含まれる電池の電極から亜鉛を取り除きさせ得る。不具合状態を実質的に訂正するために、十分な亜鉛が取り除かれると（例えば、樹枝状結晶、核生成の特性、オーバープレATING、または、他の電極プレATINGの異形などを取り除く）、その訂正は、開回路電圧における増加、または、スタックに流入する充電電圧における減少によって検出される。それに応じて、スタック制御器 204 は、その充電電流を、元の値にまで回復する。その不具合が訂正されない場合、スタック制御器 204 は、スタック 104 の元素亜鉛をさらに使い尽くすために、他のスタック 104 に比べて、低減された充電電流を維持することができる。例証される一実施形態において、反復された矯正的な計測（例えば、消耗の多数のサイクル）が不具合を訂正することに失敗した場合、スタック制御器 200 は、その現場または離れた場所のオペレータに、例えば、主制御器 204 を用いて直接的または間接的に、アラートし得る。

【0050】

図 4 は、図 3 において例証される実施形態に従った、電流制御プロセスを表す、簡易状態図である。状態図は、例えば、プログラムされたロジック装置として、もしくは、一般的な目的として、または、適切な命令を実行する専用のプロセッサとして、スタック制御器 200 において実施され得る。起動後に、スタック制御器 200 は、NORMAL 状態 350 に入る。スタック制御器は、関連されるスタック 104 に流入する充電電流と、電流閾値との間の差異を反映する入力、I を受け取る。

10

20

30

40

50

【0051】

例証される一実施形態において、電流閾値は、それまでの期間にわたって、特定のスタック104に流入した平均電流の関数である。別の例証される実施形態において、閾値は、スタックへ提供される理想的な充電電流として選択される。例えば、スタックのアレイが、二つの直列接続したスタック104の、三つの並列接続した群から成り、主制御器によって提供される充電電流が100Aである場合、スタック104毎の所定の電流値は、ほぼ16Aである。他の例証される実施形態に従って、Iは、電池スタック104の全てに提供される充電電流の実際に計測された平均からの偏差として計算される。

【0052】

例証される実施形態に従い、Iが、選択された第1の値を下回ったままである場合、例えば、±ほぼ0.1A、0.25A、0.5A、0.75A、1A、1.5A、2A、2.5A、または3.0Aより低い場合、スタック制御器200は、NORMAL状態350のままであり、スタックに関連された充電状況を変更するアクションを取らない。Iが第1の値を超過し、第2の値を超過しない場合（例えば、0.25A、0.5A、0.75A、1A、1.5A、2A、2.5A、または3A）、スタック104への充電電流を低減することによって訂正され得る、スタック104における、初期の問題があるという想定のもとで、制御器200は、PWM_CHARGE状態354へと進む。この状況下で、スタック制御器200は、充電電流を調整するための様々な技術が用いられ得る。一つの構成において、スタック制御器200は、100%以下の負荷サイクル(duty cycle)を有するパルス幅変調を、スタック104に流入する充電電流の全体量を低減させるために、充電電流に適合させる。一つの実施において、パルス幅変調の期間は、流動電解質を解してイオン拡散するための十分な時間を許可するように、ほぼ100秒間である。

【0053】

代替的な実施において、ならびに、図7および図8に関連して、以下で検討されるように、状態354において、スタック制御器は、調整される特定のスタックに専用の、dc/dc制御器/変換器を含み得る。この実施において、dc/dc制御器/変換器は、残りのスタックとは無関係に、および、残りのスタックにおける影響を受けずに、スタック104に供給される電流、または、スタック104から取り去る電流を調節する。より低い内部抵抗を有するスタックへの電流はまた、電流が通常、提供される期間より短い、特定の期間のみにて、電流を、スタックへ提供することによって制限され得る。

【0054】

スタック104からの電流を低減、または取り去った結果として、スタック104は、元素亜鉛を失い、従って、その電極から、格納されたエネルギーを失う。これは、例えば、樹枝状結晶、核生成、または、スタックの内部抵抗における低減を生じさせる他の平面ではないプレーティングの特性などを除去する。このプロセスは、口語的に言えば、「オープンなストリップ(open stripping)」と呼ばれる。オープンなストリップが首尾良く完了し、電池100が、放電モード(負荷に電力供給する)、フロートモード(電池100が十分に充電され、稼動を待つ)、セトルモード(制御器200が周期的な間隔にて、電池に充電電流をサンプルする)のいずれかに入り、次いで、制御器200はNORMAL状態350に戻る。

【0055】

Iが第2の値を超過する場合、次いで、スタック制御器200は、STRIP状態358に進み、関連するスタック104が、内部ショートなどの重要な問題を経験し、スタック104に流入する充電電流を低減することによってだけでは訂正され得ないという結果になる。制御器200は、スタック104を、浅く、または深くストリップする手順を開始し、以下でさらに詳細に検討されるように、電池をオフラインにすることを要求し得、または要求し得ない。ストリップのプロセスが首尾良く終了し、電池100が、放電モード(負荷に電力供給する)、フロートモード(電池100が十分に充電され、稼動を待つ)、セトルモード(制御器200が周期的な間隔にて、電池に充電電流をサンプルする

）のいずれかに入り、次いで、制御器 200 は NORMAL 状態 350 に戻り、および、ステップ 304 における、関連する電池の動作状況における変化の監視へと戻る。

【0056】

図 4 の状態図は、スタック制御器 200 の独立した動作を反映し、それぞれは、特定のスタック 104 と関連する。例証される実施形態の特性に従って、電池 100 における、一つ特定のスタック 104、またはスタック 104 の少数が、動作的な欠陥を経験する場合、残りのスタック制御器 200 は、不具合のあるスタック 104 になんら問題がなかったかのように、通常の充電電流を受け取るために、それらの関連するスタックに要求し続ける。この場合、例証される実施形態は、要求するように求められた場合、電池をオンラインに保ち、提供されたバックアップ電流を利用可能に保つ。

10

【0057】

図 5 は、本発明の例証される一実施形態に従った、スタック制御器 200、それに関連するスタック 104、および主制御器 204 との間の、例示的な相互接続の略ブロック図 500 である。スタック制御器 200 は、センサ 400 と、動作可能であるように通信し、それは、入力として、一つ以上のセンサ計測を受け取る。上で検討したように、センサ入力は、例えば、電池、スタック、および / または電池開回路電圧、流入および流出電流、充電容量、温度、および / または抵抗、および / または起伏のある電極プレート、負荷要求、電力網電圧 / 状態、電解質流動状態、レート、ボリューム、および / または障害、電解質化学組成、電解質の pH、リークセンサからの電解質スタックのリーク、例えば歪ゲージからのスタック重量、例えば、ポンプセンサからの電池における流動電解質を計算する一つ以上のポンプの状態、などである。スタック制御器 200 はまた、適切なスイッチを選択的に開閉することができ、スタック 104 の充電および放電を制御することができる、スイッチ 404、408、412、416、および 420 の制御入力と通信する。他の実施形態において、スタック制御器 200 はまた、電解質の流れをスタック 104 へ機械的に抑圧することによって、スタック 104 の充電および放電を制御することができる。主制御器 204 はまた、スイッチ 404 およびスイッチ 408、ならびに、スイッチ 404 の制御端子と通信することができる。図 5 のスイッチは、回路基または電力トランジスタ（例えば、単一のシリコンダイ (silicon die) 上の、電力 MOSFET) の集合体と相互接続された、別個の構成要素（例えば、リレーおよび / または IGBT) の集合体の形をとり得る。

20

30

【0058】

一つの特性に従って、スタック制御器 200 は、状況履歴ログを含むか、または、状況履歴ログと通信し、それは、時間の経過にしたがって、センサからのデータを記録する。他の特性に従って、スタック制御器 200 は、ある期間での通過を示す時間または信号を、システムに提供することが可能なタイマーを含むか、または、そのタイマーと通信する。

【0059】

アイソレータスイッチ 408 を閉じるスタック制御器 200 に応じて、主制御器 204 は、接触部スイッチ 404 の 起動 を制御する。接触部スイッチ 404 は、通常、接触 - 開放の位置にあり、主制御器 204 とスタック 104 との間の受電電流の流れを禁止する。接触部スイッチ 404 を 起動 することによって（それは通常電池 100 におけるスタック 104 の充電に付随して起こる）、主制御器 204 は、スタック 104 の充電を開始するために、必要ではあるが不十分な経路を提供する。

40

【0060】

スタック制御器 200 は、アイソレータスイッチ 408、変調器スイッチ 412、ショートスイッチ 416、および放電スイッチ 420 の 起動 を制御する。アイソレータスイッチ 408 は、主制御器 204 が接触部スイッチ 404 を 起動 することができるかどうかを、スタック制御器 200 に制御させる。不具合または他の関連する動作状況が、スタック 104 の電氣的遮蔽を要求するスタック 104 において検出された場合、スタック制御器 200 は、アイソレータスイッチ 408 を開放し、主制御器 204 が不具合のあるスタック

50

ク 1 0 4 への充電電流のための経路を作成しないようにする。

【 0 0 6 1 】

変調器スイッチ 4 1 2 は、上で検討したように、スタック制御器 2 0 0 に、パルス幅変調を介して、スタック 1 0 4 への充電電流を制限させ得る。適切な負荷サイクルを有し、一連の方形パルスを生成することによって、および、それらを、変調器スイッチ 4 1 2 の制御端子に適合することによって、スタック 1 0 4 へ提供される充電電流は、任意の他のスタック 1 0 4 へ提供される充電電流に実質的に影響されず、または、所定の方法においてのみ影響されて、パルス幅変調される。スイッチ 4 1 2 が開放されている場合、ダイオード 4 2 4 は、スタック 1 0 4 に、電池 1 0 0 上の負荷へ電力を供給させ得る。より詳細には、変調器スイッチ 4 1 2 は、状態を変化させるための、限定された時間を要求し、それは、スタック 1 0 4 から負荷へ電力を供給することにおける遅延を生じさせ得る。ダイオード 4 2 4 は、通常の動作においては、逆バイアスであるが（例えば、スタック 1 0 4 を充電する間）、しかし、主制御器 2 0 4 がスタックから電力を引き出す場合は、順方向バイアスになり、変調器スイッチ 4 1 2 が、スタック 1 0 4 から負荷への電流の流出のための経路を閉じ、および確立するための十分な時間を有するまで、開放の変調器スイッチ 4 1 2 の回避を許可する。

10

【 0 0 6 2 】

ショートスイッチ 4 1 6 は、スタック 1 0 4 の深い放電をイネーブルする。電池 1 0 0 全体の完全なストリップが命令された場合、スタック制御器 2 0 4 は、以下で検討するように、腐食性の電解質にスタック 1 0 4 をストリップさせ得るために、低い負荷サイクルにて、変調器スイッチ 4 1 2 を、最初に、開放するか、動作し、または、放電スイッチ 4 2 0 を係合することによって、スタックを浅くストリップする。スタック 1 0 4 に残っている格納されたエネルギーの量が十分に小さく、浅いストリップまたは開放のストリップが相当の時間を要求する場合、ショートスイッチ 4 1 6 を閉じることは、スタック 1 0 4 の末端にわたって、ショート回路を引き起こし、残っている格納されたエネルギーの除去を容易にする。

20

【 0 0 6 3 】

放電スイッチ 4 2 0 は、スタック制御器に、スタックをゆっくりとストリップさせる。放電スイッチ 4 2 0 を閉じることは、スタック 1 0 4 と並列に、電力レジスタ 4 2 8 を措置し、変調器スイッチ 4 1 2 の動作を介して、利用可能な電流の低減に関連し、スタック 1 0 4 によって受け取られる電流の量を相当に低減させる。

30

【 0 0 6 4 】

上記の例証される実施形態を検討することにおいて、本発明の機能は、様々な実施形態におけるスタック制御器 2 0 0 と主制御器 2 0 4 との間に、異なるように割り当てられ得ることに注意されたい。例えば、本実施形態において、スタック制御器 2 0 0 は、個々に、それぞれの個々のスタック 1 0 4 と関連される不具合検出および充電機能を実施し、その一方で、主制御器 2 0 4 は、全体の電池 1 0 0 におけるスタック 1 0 4 の充電を制御する。そのような実施形態は、分散された制御および増加する不具合への許容範囲を重視するアプリケーションにとって有用である。

【 0 0 6 5 】

別の例証される実施形態において、スタック制御器 2 0 0 は、スタック 1 0 4 から主制御器 2 0 4 へのセンサ計測のための実質的なパイプである。順に、主制御器 2 0 4 は、提供されたデータに基づいて、個々のスタック 1 0 4 の充電および放電に関連する動作決定をする。そのような実施形態は、例えば、単一の集積回路上でのスタック制御器 2 0 0 および主制御器 2 0 4 の機能を統合することが可能である場合のほうを好み得、それは、結果としてコストを大幅に節約する。

40

【 0 0 6 6 】

さらなる例証される実施形態において、主制御器 2 0 4 は、コントロールパネル、ネットワークリンク、または他の通信接続などのユーザインターフェースを利用する外部オペレータから受信されたコマンドを単にレポートするだけである。この実施形態において、

50

上記の機能に付け加えて、スタック制御器 200 はまた、 $d c / d c$ 変換器である。以前に検討したシステム（全てのスタック 104 を充電するために、一つの $d c$ 電流源のみを用い、ストリップを達成するために、個々のスタック 104 における $d c$ 電流のロットルに依存する）とは対照に、本実施形態は、スタック 104 毎に、一つの $d c$ 電流源を特徴とする。これは、他のスタック 104 の充電または放電状態に関係なく、電池における任意の個々のスタック 104 の、選択的な充電および放電をイネーブルする。本実施形態の一つの変形において、スタック制御器 200 は、関連する充電センサ 400 によって指示されるように、それらに関連するスタック 104 へ流入および流出する電流の、これまでの合計を保持する。これらの、過去の合計がネガティブである場合、適切なスタック制御器 204 は、適切に関連するスタック 104 を充電する。この例証される実施形態は、図 7 および図 8 に関連してさらに詳細に検討される。

10

【0067】

図 6 は、スタック 104 および電池 100 において、センサ 400 によって検出された様々な動作状態に応じて、図 5 に示された実施形態と相互接続されたスタック制御器 200 の例示的な動作を表す状態図である。この状態図を実施するロジックは、スタック制御器 200 においてプログラムされ得る。本実施形態において、接触器スイッチ 404 または主制御器 204 の状態を、スタック制御器へ直接に提供するセンサは存在しない。しかしながら、スタック制御器 200 は、電解質ポンプサブシステム（図には表されていない）の状態を監視することによって、主制御器 204 の動作モードを間接的に検出することができる。主制御器 204 が電池 100 におけるスタック 104 を充電、または使い果たす前に、スタック 104 間の流動電解質を循環させるために、ポンプサブシステムを起動する。スタック制御器 200 がポンプサブシステムにおける起動を検出する場合、主制御器 204 は、電池 100 からの電流を調達または減らす用意をすることを識別する。そうでなければ、電池は、充電または「フローティング」（例えば、充電が満タンの状態におけるスタンバイ）のうちのいずれかであることを識別する。

20

【0068】

始動において、スタック制御器 200 は、POWERUP1 状態 450 に入る。変調器スイッチ 412、アイソレータスイッチ 408、放電スイッチ 420、およびショートスイッチ 416 は全て開放されている。ほぼ 100 ミリ秒経過の後、スタック制御器 200 は、POWERUP2 状態 454 に入る。変調器スイッチ 412 は、スタック 104 を充電するために、必要な接続を提供し、閉じられるが、アイソレータスイッチ 408 が閉じられるまで、それ自体としては不十分である。

30

【0069】

さらに 100 ミリ秒後、スタック制御器 204 は、WAIT_PUMP 状態 458 に入る。変調器スイッチ 412 およびアイソレータスイッチ 408 は閉じられ、接触器スイッチ 404 を閉じた上で、充電電流をスタック 104 へ導くことを、主制御器 204 に許可する。電解質を循環させるポンプがアクティブであることをポンプセンサ 400 が指示するまで、スタック制御器は、WAIT_PUMP 状態 458 のままであり、その時、スタック制御器は、PWM_CHARGE 状態 462 に入る。PWM_CHARGE 状態 462 において、アイソレータスイッチ 408 は閉じられ、変調器スイッチ 412 は、上で検討したように、スタック制御器 204 が充電電流にパルス幅変調を適合する場合、開放されるか閉じられるかのいずれかであり得る。

40

【0070】

ポンプサブシステムがディセーブルであり、スタック 104 への平均スタック電流が第 1 の閾値を下回る場合（図 4 に関連して検討されたように）、次いで、スタック制御器は、PWM_CHARGE 状態 462 から FLOAT 状態 466 へと移る。FLOAT 状態 466 において、スタック 104 は、実質的に十分に充電されており、電流が要求されるまで、アイドル状態である。FLOAT 状態 466 において、変調器スイッチ 412 は開放されており、他方で、アイソレータスイッチ 408 は閉じられたままである。変調器スイッチ 412 が閉じられていて、ポンプサブシステムが起動されている場合、ほぼ 100

50

ミリ秒後に、スタック制御器 200 は PWM__CHARGE 状態 462 へと戻る。

【0071】

PWM__CHARGE 状態 462 である間に、スタックへの平均電流が、上で検討されたように（例えば、ある一つの実施において、ほぼ 0.1 A など）、第 1 の閾値よりも低い第 2 の閾値を下回る場合、次いで、スタック制御器 200 は、DISCHARGE 状態 470 へと移る。DISCHARGE 状態 470 において、変調器スイッチ 412 およびアイソレータスイッチ 408 は共に閉じられている。ポンプサブシステムがアイドル状態であり、スタック 200 への平均電流が第 1 の閾値を下回る場合、次いで、スタック制御器 204 は FLOAT 状態 466 に入る。スタック 104 が第 3 の値（例えば、1 A、1.25 A、1.5 A、1.75 A、2 A、2.5 A、3 A、または 3.5 A より大きい）を超過する電流を調達し始めた場合、次いで、スタック制御器 200 は PWM__CHARGE 状態 462 に再び入る。

10

【0072】

PWM__CHARGE 状態 462 である間に、時間量が、上で検討した（一つの実施において、ほぼ 60 秒）パルス幅変調の期間を超過する場合、次いで、スタック制御器 200 は、SETTLE 状態 474 へと移る。変調器スイッチ 412 およびアイソレータスイッチ 408 は閉じられたままである。ポンプサブシステムが非アクティブで、スタック 200 への平均電流が、第 1 の閾値よりも低い場合、次いで、スタック制御器 200 は、上で検討されたように、FLOAT 状態 466 に入る。スタック 200 への平均電流が第 2 の閾値よりも低い場合、次いで、スタック制御器は、DISCHARGE 状態 470 へ入る。これらの遷移のいずれかが生じることなしに、所定の時間期間（一つの実施形態において、ほぼ 55 秒）が経過する場合、次いで、スタック制御器は、PWM__CHARGE 状態 462 へ移る前に、READ__CURRENT 状態 478 へ移る。スタック制御器が PWM__CHARGE 状態 462 にある間に、スタック 104 が十回以上、負荷に電力を供給するために、オンラインにされた場合、次いで、スタック制御器 200 は、STRIP 状態 482 に入り、主制御器 204 に、電池 100 全体のストリップを起動させ、オペレータに、不具合状態であることをアラートする。

20

【0073】

図 7 は、個々のスタック制御システム 500 の略図であり、それは、27 個の電池スタック 504₁ から電池スタック 504₂₇（総称は電池スタック 504）のそれぞれを制御するために、専用の dc/dc 変換器/制御器 502₁ から 502₂₇（総称は変換器/制御器 502）を用いる。電池スタック 504 のそれぞれは、それぞれ並列に接続され、54 個の電池を含む。dc/dc 変換器/制御器 502 からの出力電圧は、通常ほぼ 550 V dc であり、負荷に、3 相 580 V AC を供給するために、インバータ 506 へ提供される。整流器 510 は、電力網 512 からの、3 相 480 V ac の電圧を整流し、それを、電池スタック 508 を充電するために、dc/dc 変換器/制御器 504 に提供する。主電池制御器 508 は、例えば、CAN バスを介して、情報を交換し、制御コマンドおよびセンサ情報を dc/dc 変換器/制御器 502 へ供給するために、それぞれの dc/dc 変換器/制御器と通信する。dc/dc 変換器/制御器 502 は、上で検討された、様々な図示されたスタック制御器の全ての機能を実行可能である。また、前記した例証される実施形態と同様に、機能は、任意の適切な方法において、dc/dc 変換器/制御器 502 および主電池制御器 508 との間で分割され得る。

30

40

【0074】

図 8 に関連し、さらに詳細に記載されるように、dc/dc 変換器/制御器 502 は双方向性であり、バック変換器部とブースト変換器部とを含む。バック変換器部は、充電電流を、関連する電池スタック 504 へ提供し、他方で、ブースト変換器は、放電の間、電力を負荷へと供給する。図 8 に関連し、さらに詳細に記載されるように、および、以前に記載された実施形態の場合におけるように、システム 500 の一つの特徴は、主制御器 508 が、バックアップ電力を負荷に供給するための利用可能性に関連する、全ての電池スタック 504 の状態を追跡する。より詳細には、主制御器 508 は、例えば、スタック 5

50

04のそれぞれの充電状態（そのうちの一つはオフラインであり、または利用可能であり、または、十分な容量ではない）を追跡する。主制御器はまた、実質的にリアルタイムで、負荷要求（例えば、負荷によって引き出される電流）および電力網の状態（例えば、電力網の電圧レベル）を追跡する。この情報に基づいて、主制御器は、電池容量が、いつ、どの程度、負荷をサポートするために切り替わるかを制限する。この特徴の利点は、本発明における電池制御器を、無停電電力供給（UPS）の間、負荷によって実際に要求されるサポートへの電池によって提供されるサポートと合致させ得ることである。

【0075】

図7の構成の利点は、dc/dc制御器/変換器502のそれぞれが、関連する電池スタック504を制御する他の任意のdc/dc制御器/変換器502から独立して、関連する個々の電池スタック504を制御することである。より詳細には、これは、残りの任意の電池スタック504に、僅かな影響を有しつつ、関連する電池スタック504を充電、放電、オンライン、オフライン、および、部分的または十分にストリップさせることを、dc/dc変換器/制御器502にさせ得る。付け加えて、好ましい27個のスタック電池構成は、バックアップ電力を提供するために、電池の利用可能性に影響を与えることなしで、例えば、深いストリップまたは他のサービスのために、一つ以上のスタック504がオフラインであり得る十分なスタックおよび十分な容量を提供する。上記された様々な閾値電圧は、図7のそれぞれのdc/dc変換器/制御器の構成に用いられ得る。

【0076】

図8は、図7において表されたタイプの例示的なdc/dc変換器/制御器502の、より詳細な略図を提供する。より詳細には、図8において示されるように、電池スタック504に専用に関連する、dc/dc変換器/制御器502は、双方向性のdc/dc変換器/制御器600を含む。双方向性のdc/dc変換器/制御器600は、例えば、図7の整流器510からのdcリンク電圧（図7における550Vdcとして示されている）を、スタック504を充電する電流に変換する。それはまた、スタック504から電力を取り、それを、例えば、図7のインバータ506へ、dcリンク電圧を送り込む電流に変換することによって、スタック504を放電させ得る。それぞれの場合において、一つの電圧から他へと変える。ローカル制御器602は、dc/dc変換器/制御器の動作を制御する。そのローカル制御器は、図7の制御器508のように、主電池制御器からのコマンドを受け取り、および、主電池制御器と情報を交換する。これらのコマンドは、例えば、スタック504を充電および放電するコマンド、ならびに、そのような充電および放電の大きさのコマンドを含む。主制御器508は、どれくらいの電流が、UPSのイベントにおける負荷によって要求されるかに関して、先行する負荷の情報を、ローカル制御器602に提供することができる。UPSは電力網の不具合によって検出される。電力網が破綻した場合、dcリンク電圧は落ちる。その提供される負荷が大きければ大きいほど、dcリンク電圧の落下は速い。dc/dc変換器/制御器502および関連する電池スタック504から要求される電流量は、オンラインおよび電力を搬送するために利用可能である、負荷全体および電池スタック504の数に依存する。これらは、個々のスタックがストリップされるか不具合である場合、および、電力を搬送するために利用可能ではない場合であり得る。このように、利用可能である、全体の負荷の要求およびスタック504の数を識別する主制御器508は、次の瞬間に、UPSが生じる場合、それぞれのスタック504から要求される電流をプリセットし得る。これは、それぞれのdc/dc変換器/制御器502を、UPSが検出されることに応じて、それに関連するスタック504への適切な電流のコマンドに応じさせる。

【0077】

ローカル制御器602はゲートドライブインターフェース回路603によって、電力スイッチ607とインターフェースし、ローカル制御器602でのデジタル制御レベルから、電力スイッチ607の、個々に上部のQ1および下部のQ2のための適切な電流および電圧レベルへ、信号を調整する。ローカル制御器602はまた、上部のQ1のスイッチと下部のQ2のスイッチとの間の分離を提供する。電力スイッチ607は、チョーク604

10

20

30

40

50

(例えば、インダクタ)を介して、スタック504へ接続する。スタック504が充電されると、上部のスイッチQ1は、ローカル制御器602およびゲートドライブ603によって、パルス幅変調される。電流センサ605は、電流のフィードバックをローカル制御器602に提供する。ローカル制御器602は、所望される電流を維持するために、上部スイッチQ1への、パルス幅変調された信号の負荷サイクルを変化させる。スタック504が放電されると、下部スイッチQ2は、ローカル制御器607およびゲートドライブ603によって、パルス幅変調され、その結果、電流を、スタック504からdcリンクへ流れさせ、キャパシタ610を充電する。例証される実施形態に従い、従来のブースト構成は、スタック504からdcリンクへの電圧をブーストするために用いられる。前記したように、dcリンク電圧は、図7のインバータ506のように、インバータに与えられる。電圧センサ606および電流センサ605は、電池の放電の間、dcリンクの電流および電圧を制御することができるように、フィードバックをローカル制御器602に提供する。

10

【0078】

第2の電圧センサ611は、スタック504の電圧を計測し、ローカル制御器602にレポートする。それはまた、充電状況および任意の不具合状況が決定され得るように、その情報を主制御器508に、好ましくは提供する。それぞれのセンサは、それぞれの電池状況に関連された、適切な値の範囲を有する。その範囲外の任意の値は、不具合状態を示し得、および、適切な訂正アクションが実行され得る。

【0079】

20

従って、本発明は、様々な実施形態において、好ましくは、個々の電池のスタックのような、流動電解質電池を制御するための、改善された方法およびシステムを提供する。

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図1】本発明の例証される実施形態に用いられ得る複数の電池スタックのタイプを含む流動電解質電池を略的に表す。

【図2】本発明の例証される一実施形態に従う、図1において表された電池のタイプと相互接続される電池スタック制御器の例示的な実施を示す、略ブロック図である。

【図3】本発明の例証される一実施形態に従う、流動電解質電池における個々のスタック制御のプロセスを表すフローチャートである。

30

【図4】図3において表されたタイプのプロセスの、例証される状態の機械的实施を表す状態図である。

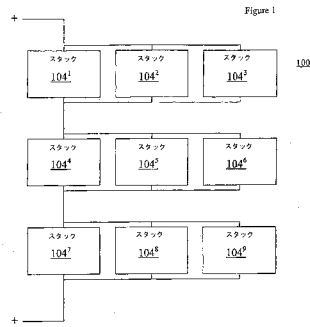
【図5】本発明の例証される一実施形態に従う、一つの電池スタックと一つのスタック制御器との間の相互接続を表す、略図である。

【図6】図5において表されたタイプのスタック制御器の動作を図示する状態図である。

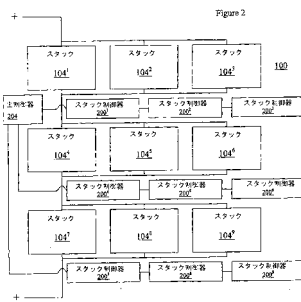
【図7】本発明の代替的な例証される実施形態に従う、スタック制御器アプローチのブロック図である。

【図8】図7の例証される実施形態において用いられたタイプの、dc/dc変換器/制御器の、さらに詳細な略図である。

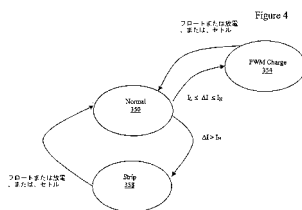
【図 1】



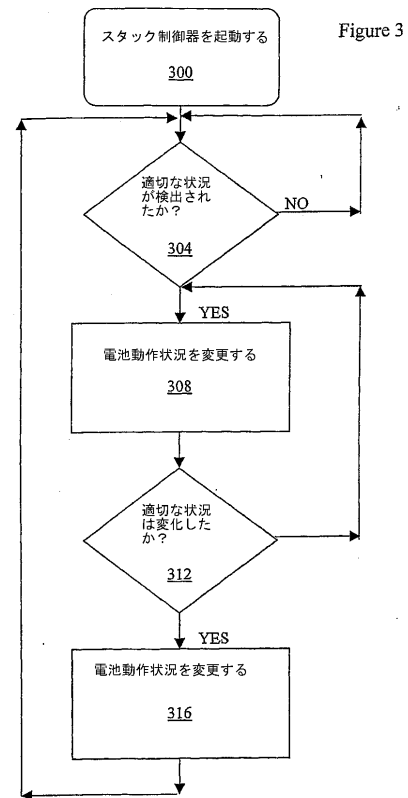
【図 2】



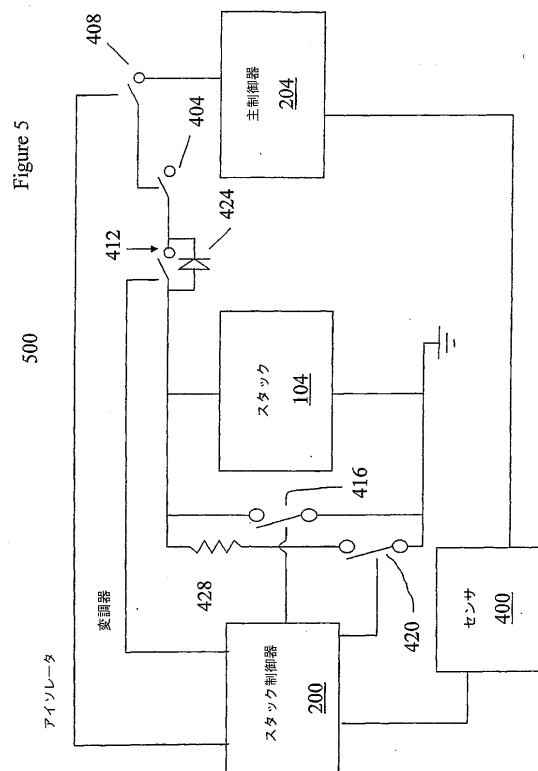
【図 4】



【図 3】



【図 5】



【圖 7】

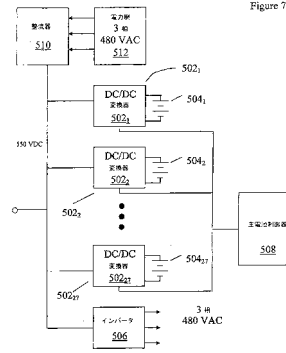
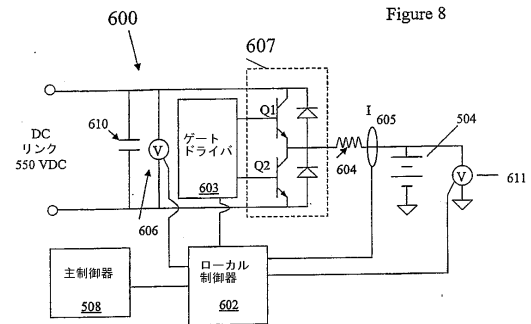


Figure 8



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 M	10/48	3 0 1
H 0 2 J	7/02	A

合議体

審判長 大河原 裕

審判官 仁木 浩

審判官 槇原 進

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 1 6 4 0 6 8 (J P , A)

特開昭 6 3 - 2 4 5 2 2 8 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 2 3 6 9 9 7 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 2 5 1 7 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H02J7/00-7/12

H02J7/34-7/36

H01M10/42-10/48