

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5897006号
(P5897006)

(45) 発行日 平成28年3月30日(2016.3.30)

(24) 登録日 平成28年3月11日(2016.3.11)

(51) Int.Cl.

F 1

HO 1 M	12/08	(2006.01)	HO 1 M	12/08	K
HO 1 M	2/10	(2006.01)	HO 1 M	2/10	E
HO 1 M	2/36	(2006.01)	HO 1 M	2/10	M
HO 1 M	4/90	(2006.01)	HO 1 M	2/36	1 O 1 J
			HO 1 M	4/90	M

請求項の数 6 (全 56 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-520843 (P2013-520843)
 (86) (22) 出願日 平成23年7月20日 (2011.7.20)
 (65) 公表番号 特表2013-537686 (P2013-537686A)
 (43) 公表日 平成25年10月3日 (2013.10.3)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2011/044715
 (87) 國際公開番号 WO2012/012558
 (87) 國際公開日 平成24年1月26日 (2012.1.26)
 審査請求日 平成26年7月18日 (2014.7.18)
 (31) 優先権主張番号 12/841,115
 (32) 優先日 平成22年7月21日 (2010.7.21)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 513014341
 エオス エナジー ストレージ、エルエルシー
 アメリカ合衆国 ニュージャージー 08
 837, エジソン, ファーンウッド
 アベニュー 214
 (74) 代理人 100078282
 弁理士 山本 秀策
 (74) 代理人 230113332
 弁護士 山本 健策
 (74) 代理人 100113413
 弁理士 森下 夏樹
 (74) 代理人 100181674
 弁理士 飯田 貴敏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電気的に再充電可能な金属空気バッテリシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

再充電可能なバッテリセルアセンブリであって、
 該バッテリセルアセンブリは、

第1の金属電極、第1の空気電極、および該第1の金属電極と該第1の空気電極との間の電解質を有する第1のセルと、

第2の金属電極、第2の空気電極、および該第2の金属電極と該第2の空気電極との間の電解質を有する第2のセルと

を含み、

該第1のセルの該第1の金属電極は、空気トンネルが該第1の金属電極と該第2の空気電極との間に形成されるように、該第2のセルの該第2の空気電極に接触し、該第1の金属電極と該第2の空気電極とは、実質的に、垂直方向に整列させられ、水平方向に方向付けられており、

ここで、該第1の金属電極は、該第2の空気電極の付近で折り曲げられることによって、該第2の空気電極に接触し、それにより、セントロードを形成する、
 再充電可能なバッテリセルアセンブリ。

【請求項 2】

前記第1および第2の金属電極、ならびに前記第1および第2の空気電極は、実質的に水平方向の方向付けで収納されている、請求項1に記載の再充電可能なバッテリセルアセンブリ。

10

20

【請求項 3】

前記セントロードは、前記第1のセルと前記第2のセルとの間に直列接続を提供する、請求項1に記載の再充電可能なバッテリセルアセンブリ。

【請求項 4】

第1のセルおよび第2のセルのさらなる1つ以上の組み合わせをさらに備え、

ここで、前記第1のセル、前記第2のセル、および該第1のセルおよび第2のセルのさらなる1つ以上の組み合わせは、垂直方向に積み重ねられ、水平方向に方向付けられ、所望の電圧を達成するように選択される、請求項1に記載の再充電可能なバッテリセルアセンブリ。

【請求項 5】

水平方向のガス流が、前記空気トンネル内を流れる、請求項1に記載の再充電可能なバッテリセルアセンブリ。

10

【請求項 6】

第3の金属電極、第3の空気電極、および該第3の金属電極と該第3の空気電極との間の電解質を有する第3のセルと、

第4の金属電極、第4の空気電極、および該第4の金属電極と該第4の空気電極との間の電解質を有する第4のセルと

をさらに含み、

該第3のセルの該第3の金属電極は、空気トンネルが該第3の金属電極と該第4の空気電極との間に形成されるように、該第4のセルの該第4の空気電極の付近で折り曲げられ、それにより、第2のセントロードを形成し、

20

該第2のセントロードは、前記第1のセルと該第2のセルとの間に接続を提供する前記セントロードと電気的に接触している、請求項3に記載の再充電可能なバッテリセルアセンブリ。

【発明の詳細な説明】**【背景技術】****【0001】**

(発明の背景)

老朽化した電力系統インフラストラクチャと、風、太陽光、および海洋波等の大規模再生可能エネルギー資源に由来する間欠発電源の統合との組み合わせにより、電力供給安定性を達成するための効果的なエネルギー貯蔵技術を開発し、ピークおよびオフピーク期間中に電力供給を転換する必要性が高まりつつあり、重大である。公共施設は、付加的な発電能力を追加することなくコスト効率的に、低公害の電力を電力系統に追加し、停電を防止し、ピーク負荷を管理することに役立つ方法を探している。バッテリは、風力および太陽光ファーム等の再生可能エネルギー源の拡張および大規模採用において重要な要素と見なされる。

30

【0002】

今まで、いずれのバッテリシステムも、いくつかの理由により、この用途において商業的に成功しなかった。1つの理由は、既存のバッテリシステムのコストが現在高すぎることである。その結果として、公共施設は、必要に応じてピーク電力を提供するためにガスタービンを使用する。しかしながら、それらは、バッテリ等の真の貯蔵デバイスほど多用途または使用可能ではない。現在のバッテリサイクル寿命は短すぎて、真の生涯コストを初期コストよりもはるかに高くする。また、(ナトリウム・硫黄バッテリ等の)多くのバッテリは、高温で動作し、有害化学物質を含有し、可燃物を有する場合があり、またはリチウムベースのバッテリで発生するもの等の暴走反応を受ける場合がある。要するに、商業的に実現可能なコストおよび公共施設にとって実現可能な寿命で、大規模バッテリサイズ、好適な性能、および長い放電/充電サイクル寿命を提供する、現在の商業用バッテリ技術がない。

40

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

50

【0003】

したがって、改良型バッテリシステムの必要性が存在する。商業的に実現可能である再充電可能なバッテリ構成のさらなる必要性が存在する。

【課題を解決するための手段】**【0004】**

これらの問題の全てを克服するために、本発明の側面によれば、新しい電気的に再充電可能な金属空気システム設計／化学反応が提供されている。金属空気セル設計は、相当な数の新規で以前に探索されていない化学物質、材料、構造、および設計変更を組み込む。これらの重要な変更および修正は、以下でさらに詳細に説明される。いくつかの実施形態では、この金属空気セルは、亜鉛空気セルであってもよい。現在までの独立第三者試験は、提案された亜鉛空気セルを、空気カソード劣化の証拠なしで200回以上放電および充電することができ、したがって、より長い寿命が期待されることを立証してきた。本明細書に記載される修正のうちのいくつか（または全て）は、この金属空気システムを手ごろな価格かつ実用的にし得る、長いサイクル寿命を有するセル性能を得るために組み合わせられてもよい。10

【0005】

本発明の側面は、金属電極と、空気電極と、金属電極と空気電極との間の水性電解質とを備え、金属電極は、電解質に直接接触し、いずれのセパレータも空気電極と電解質との間に提供されない、再充電可能金属空気バッテリセルを対象とする。いくつかの付加的な実施形態では、いずれのセパレータも空気電極と電解質との間に提供されない。20

【0006】

本発明の側面は、金属電極と、空気電極と、約3から約10の範囲内のpHを有する、電解質水溶液とを備え、バッテリセルシステムは、材料の物理的劣化またはバッテリセルシステムの性能の大幅な劣化を伴わずに、少なくとも500回の放電および再充電サイクルが可能である、再充電可能金属空気バッテリセルシステムを対象とする。

【0007】

本発明の別の側面によれば、バッテリセルアセンブリが提供されてもよい。バッテリセルアセンブリは、金属電極、空気電極、およびそれらの間の電解質を有する、セルと、金属電極、空気電極、およびそれらの間の電解質を同様に有する、第2のセルとを備えてよい。これら2つのセルは、セル#1の金属電極がセル#2の空気電極に接触する方式で接続される。これは、空隙または空気トンネルが、セル#1の金属電極とセル#2の空気電極との間に形成されることを可能にする。この構成では、金属電極および空気電極は、相互と平行であり、水平方向に方向付けられる。いくつかの実施形態では、金属電極および空気電極は、実質的に垂直方向に整列させられてもよい。30

【0008】

本発明の付加的な側面は、必要に応じて電解質を下層の金属空気バッテリセルに分配するように構成される流量制御特徴を有する電解質供給アセンブリと、オーバーフロー部分を有する、少なくとも1つのポートを備える1つ以上の金属空気バッテリセルとを備え、流量制御特徴は、電解質体積がかなり増加する場合に、過剰または余剰電解質が各セルの中で溢れることを可能にする、または特定のセルの中の電解質体積が減少する場合に、電解質で個々のセルを充電することを可能にする、エネルギー貯蔵システムを提供する。いくつかの実施形態では、流量制御特徴は、オーバーフロー部分を覆うように垂直方向に整列させられてもよい。40

【0009】

エネルギーを貯蔵するための方法が、本発明の別の側面を提供してもよい。方法は、電解質供給タンクにおいて電解質を受容するステップと、電解質供給タンクにおいてオーバーフローが発生する場合に、いくらかの電解質が、電解質供給タンクから下層の第1の金属空気バッテリセルへ落下することを可能にするステップと、下層の金属空気バッテリセルにおいてオーバーフローが発生する場合に、いくらかの電解質が、下層の第1の金属空気バッテリセルから第2の金属空気バッテリセルまたは収集タンクに落下することを可能50

にするステップとを含んでもよい。この電解質カスケード効果は、全てのセルの中の電解質液面が、(良好な電気的接触を維持するように)満杯であり、ほぼ等しく、電解質の膨張、収縮、または蒸発があっても電解質体積と同じ高さにすることを確実にする。

【0010】

本発明の他の側面によれば、付加的な方法が提供されてもよい。エネルギーを貯蔵するための方法は、間に空隙を有する1つ以上の双極空気電極(これは、「セントロード」と呼ばれる)、より具体的には、第2のセルの空気電極と接觸している第1のセルの金属電極を有するもの、を提供するステップであって、空気トンネルが、金属電極と空気電極との間に提供される、ステップと、1つ以上のセントロードを覆うように延在する第1のフレーム、および1つ以上のセントロードより下に延在する第2のフレームを提供するステップとを含んでもよく、ここで、第1のセルは、金属電極を覆い、電解質を受け入れるために第1のフレームによって取り囲まれる空間を備え、そして第2のセルは、空気電極より下にあり、電解質を受け入れるために第2の空間によって取り囲まれる空間を備える。いくつかの実施形態では、セントロードが、本明細書の他の場所で説明または図示されるように提供されてもよい。

10

【0011】

本発明の側面に従って提供される、実用規模のエネルギーを貯蔵するためのシステムは、少なくとも1つのフレームを備える、複数の垂直方向に積み重ねられた金属空気セルであって、1つ以上の空気トンネルが、セルの間に提供される、金属空気セルと、電解質を1つ以上のセルまたはセルスタックに分配するように構成される、電解質流量管理システムと、1つ以上の空気トンネルを通して空気流を提供するように構成される、空気流アセンブリとを備えてよい。いくつかの実施形態では、電解質管理システムは、1つ以上のフレームと一体であってよい。

20

【0012】

本発明の他の目標および利点は、以下の説明および添付図面と併せて考慮したときに、さらに認識および理解されるであろう。以下の説明は、本発明の特定の実施形態を説明する具体的な詳細を含有してもよいが、これは、本発明の範囲への制限として解釈されるべきではなく、むしろ、潜在的または好ましい実施形態の例示として解釈されるべきである。本発明の各側面について、本明細書で示唆されるように、当業者に公知である多くの変化例が可能である。その精神から逸脱することなく、本発明範囲内で、種々の変更および修正を行うことができる。

30

本願明細書は、例えば、以下の項目も提供する。

(項目1)

再充電可能な金属空気バッテリセルシステムであって、

該バッテリセルシステムは、

金属電極と、

空気電極と、

約3から約10までの範囲内のpHを有する電解質水溶液と

を含み、

該バッテリセルシステムは、材料の物理的劣化または該バッテリセルシステムの性能の実質的な劣化を伴わずに、少なくとも500回の放電および再充電サイクルが可能である

40

バッテリセルシステム。

(項目2)

前記電解質は、水性の塩化物ベース電解質である、項目1に記載のバッテリセルシステム。

(項目3)

前記電解質は、可溶性塩化物塩の混合物であり、該可溶性塩化物塩の混合物は、水溶液中で可溶性塩化物塩を生じるために好適な陽イオンを有する、項目2に記載のバッテリセルシステム。

50

(項目4)

前記電解質は、可溶性塩の混合物であり、該可溶性塩の混合物は、硫酸塩、硝酸塩、炭酸塩、ヘキサフルオロケイ酸塩、テトラフルオロホウ酸塩、メタンスルホン酸塩、過マンガン酸塩、ヘキサフルオロリン酸塩、ホウ酸塩、またはリン酸塩のうちの少なくとも1つに基づいている、項目1に記載のバッテリセルシステム。

(項目5)

前記電解質は、pHレベルを有し、該pHレベルにおいて、空気中に存在するCO₂が吸収されず、したがって、いずれの炭酸塩も形成されない、項目1に記載のバッテリセルシステム。

(項目6)

添加剤をさらに含み、該添加剤は、従来のバッテリセルと比較して、前記金属電極上の亜鉛堆積を向上させる、項目1に記載のバッテリセルシステム。

10

(項目7)

前記添加剤は、種々の分子量のポリエチレングリコール、またはチオ尿素のうちの少なくとも1つを含む、項目1に記載のバッテリセルシステム。

(項目8)

添加剤をさらに含み、該添加剤は、発泡を防止し、ガス放出を可能にする、項目1に記載のバッテリセルシステム。

(項目9)

前記添加剤は、シメチコン、Dowex、アロエベラ、または他の界面活性剤のうちの少なくとも1つである、項目8に記載のバッテリセルシステム。

20

(項目10)

添加剤をさらに含み、該添加剤は、充電中に水素発生を防止する、項目1に記載のバッテリセルシステム。

(項目11)

前記添加剤は、塩化スズ、塩化鉛、塩化水銀、塩化カドミウム、または塩化ビスマス等の高水素過電圧塩化物塩のうちの少なくとも1つを含む、項目10に記載のバッテリセルシステム。

(項目12)

添加剤をさらに含み、該添加剤は、再充電中に塩素および/または次亜塩素酸塩発生を防止する、項目1に記載のバッテリセルシステム。

30

(項目13)

前記添加剤は、尿素を含む、項目12に記載のバッテリセルシステム。

(項目14)

添加剤をさらに含み、該添加剤は、望ましい沈殿を制御する、項目1に記載のバッテリセルシステム。

(項目15)

前記添加剤は、安息香酸塩、ヨウ素酸塩、ステアリン酸塩、または炭酸塩のうちの少なくとも1つを含む、項目14に記載のバッテリセルシステム。

(項目16)

40

前記空気電極は、マンガンを含む、項目1に記載のバッテリセルシステム。

(項目17)

前記空気電極は、二酸化マンガンまたは可溶性マンガン塩のうちの少なくとも1つを含む、項目1に記載のバッテリセルシステム。

(項目18)

前記空気電極は、コバルトまたはイリジウムのうちの少なくとも1つを含む、項目1に記載のバッテリセルシステム。

(項目19)

前記空気電極は、塩化コバルトまたは酸化イリジウムのうちの少なくとも1つを含む、項目1に記載のバッテリセルシステム。

50

(項目 2 0)

前記バッテリセルは、1つ以上の電極反応を受けるように構成され、該1つ以上の電極反応は、尿素またはアンモニアのうちの少なくとも1つをさらに含む、項目1に記載のバッテリセルシステム。

(項目 2 1)

前記バッテリセルは、1つ以上の電極反応を受けるように構成され、該1つ以上の電極反応は、塩素、次亜塩素酸塩、または塩化物のうちの少なくとも1つをさらに含む、項目1に記載のバッテリセルシステム。

(項目 2 2)

バッテリセルアセンブリであって、

10

該バッテリセルアセンブリは、

第1の金属電極、第1の空気電極、およびそれらの間の電解質を有する第1のセルと、第2の金属電極、第2の空気電極、およびそれらの間の電解質を有する第2のセルとを含み、

該第1のセルの該第1の金属電極は、空気トンネルが該第1の金属電極と該第2の空気電極との間に形成されるように、該第2のセルの該第2の空気電極に接触し、該第1の金属電極と該第2の空気電極とは、実質的に、垂直方向に整列させられ、水平方向に方向付けられている、バッテリセルアセンブリ。

(項目 2 3)

前記第1および第2の金属電極、ならびに前記第1および第2の空気電極は、実質的に水平方向の方向付けで収納されている、項目2 2に記載のバッテリセルアセンブリ。

20

(項目 2 4)

前記第1の金属電極は、前記第2の空気電極の付近で折り曲げられることによって、該第2の空気電極に接触し、それにより、セントロードを形成する、項目2 2に記載のバッテリセルアセンブリ。

(項目 2 5)

前記セントロードは、前記第1のセルと前記第2のセルとの間に直列接続を提供する、項目2 4に記載のバッテリセルアセンブリ。

(項目 2 6)

前記第1のセル、前記第2のセル、および1つ以上のセルは、垂直方向に積み重ねられ、水平方向に方向付けられ、所望の電圧を達成するように選択される、項目2 2に記載のバッテリセルアセンブリ。

30

(項目 2 7)

水平方向のガス流が、前記空気トンネル内を流れる、項目2 2に記載のバッテリセルアセンブリ。

(項目 2 8)

第3の金属電極、第3の空気電極、およびそれらの間の電解質を有する第3のセルと、第4の金属電極、第4の空気電極、およびそれらの間の電解質を有する第4のセルとをさらに含み、

該第3のセルの該第3の金属電極は、空気トンネルが該第3の金属電極と該第4の空気電極との間に形成されるように、該第4のセルの該第4の空気電極の付近で折り曲げられ、それにより、第2のセントロードを形成し、

40

該第2のセントロードは、前記第1のセルと第2のセルとの間に接続を提供する前記セントロードと電気的に接触している、項目2 5に記載のバッテリセルアセンブリ。

(項目 2 9)

エネルギー貯蔵システムであって、

該エネルギー貯蔵システムは、

流量制御特徴を有する電解質供給アセンブリであって、該流量制御特徴は、液体電解質を下層の金属空気バッテリセルに分配するように構成される、電解質供給アセンブリと、オーバーフロー部分を有する少なくとも1つの充填または排出ポートを含む1つ以上の

50

金属空気バッテリセルとを含み、該流量制御特徴は、該オーバーフロー部分を覆うように垂直方向に整列させられている、エネルギー貯蔵システム。(項目 3 0)前記流量制御特徴は、液体電解質を滴に分解する、項目 2 9 に記載のエネルギー貯蔵システム。(項目 3 1)複数の金属空気バッテリセルをさらに含み、該金属空気バッテリセルは、垂直方向に整列させられ、相互の最上部の上に積み重ねられる、項目 2 9 に記載のエネルギー貯蔵システム。

10

(項目 3 2)前記金属空気バッテリセルの各々の前記充填または排出ポートは、水平方向に方向付けられ、相互の最上部の上に積み重ねられ、それにより、連続チャネルを形成する、項目 3 1 に記載のエネルギー貯蔵システム。(項目 3 3)電解質収集トレイをさらに含み、該電解質収集トレイは、前記 1 つ以上の金属空気バッテリセルより下に設置される、項目 2 9 に記載のエネルギー貯蔵システム。

20

(項目 3 4)前記電解質供給アセンブリは、重力駆動型である、項目 2 9 に記載のエネルギー貯蔵システム。(項目 3 5)前記電解質供給アセンブリは、射出成形される、項目 2 9 に記載のエネルギー貯蔵システム。(項目 3 6)前記複数の金属空気バッテリセルは、圧縮を受けて積み重ねられる、項目 3 1 に記載のエネルギー貯蔵システム。(項目 3 7)前記複数の金属空気バッテリセルは、前記電解質供給アセンブリに向かって上向きに傾斜している、項目 3 1 に記載のエネルギー貯蔵システム。

30

(項目 3 8)前記複数の金属空気バッテリセルは、水平から 1 ~ 5 度の範囲内に入る角度で傾斜している、項目 3 1 に記載のエネルギー貯蔵システム。(項目 3 9)前記金属空気バッテリセルは、空気電極を含み、該空気電極は、マンガンを含む、項目 3 1 に記載のエネルギー貯蔵システム。(項目 4 0)前記金属空気バッテリセルは、空気電極を含み、該空気電極は、二酸化マンガンまたは可溶性マンガン塩を含む、項目 3 1 に記載のエネルギー貯蔵システム。

40

(項目 4 1)前記金属空気バッテリセルは、空気電極を含み、該空気電極は、コバルトまたはイリジウムのうちの少なくとも 1 つを含む、項目 3 1 に記載のエネルギー貯蔵システム。(項目 4 2)前記金属空気バッテリセルは、空気電極を含み、該空気電極は、塩化コバルトまたは酸化イリジウムのうちの少なくとも 1 つを含む、項目 3 1 に記載のエネルギー貯蔵システム。(項目 4 3)前記金属空気バッテリセルは、1 つ以上の電極反応を受けるように構成され、該 1 つ以上の電極反応は、尿素またはアンモニアのうちの少なくとも 1 つをさらに含む、項目 3 1 に記載のエネルギー貯蔵システム。

50

(項目 4 4)

前記金属空気バッテリセルは、1つ以上の電極反応を受けるように構成され、該1つ以上の電極反応は、塩素、次亜塩素酸塩、または塩化物のうちの少なくとも1つをさらに含む、項目31に記載のエネルギー貯蔵システム。

(項目 4 5)

再充電可能な金属空気バッテリセルであって、

該バッテリセルは、

金属電極と、

空気電極と、

該金属電極と該空気電極との間の水性の電解質と

を含み、

該金属電極は、該電解質に直接接触し、いずれのセパレータも該空気電極と該電解質との間に提供されない、バッテリセル。

(項目 4 6)

フレームをさらに含み、該フレームは、相互から固定距離を置いている前記金属電極と前記空気電極とを支持する、項目45に記載のバッテリセル。

(項目 4 7)

前記金属電極と前記空気電極との間の前記固定距離は、前記水性の電解質が中に含有される空間を画定する、項目45に記載のバッテリセル。

(項目 4 8)

前記金属電極は、亜鉛ベースのアノードである、項目45に記載のバッテリセル。

(項目 4 9)

前記空気電極は、空気透過性疎水性膜、耐食金属電流コレクタを有する、炭素ベースの酸素カソードまたはポリマーベースの酸素電極であり、アノード電位下での充電中、酸素発生が有利である、項目45に記載のバッテリセル。

(項目 5 0)

前記フレームは、プラスチックで形成される、項目46に記載のバッテリセル。

(項目 5 1)

前記空気電極は、前記金属電極の上方に提供される、項目45に記載のバッテリセル。

(項目 5 2)

前記フレームは、棚を含み、該棚は、前記セル内で突出し、前記金属電極に接触する、項目46に記載のバッテリセル。

(項目 5 3)

前記空気電極と前記金属電極との間に、または該金属電極の両側に、補助電極をさらに含み、該補助電極は、セル充電および関連酸素発生のために構成される、項目45に記載のバッテリセル。

(項目 5 4)

前記空気電極は、マンガンを含む、項目45に記載のバッテリセル。

(項目 5 5)

前記空気電極は、二酸化マンガンまたは可溶性マンガン塩のうちの少なくとも1つを含む、項目45に記載のバッテリセル。

(項目 5 6)

前記空気電極は、コバルトまたはイリジウムのうちの少なくとも1つを含む、項目45に記載のバッテリセル。

(項目 5 7)

前記空気電極は、塩化コバルトまたは酸化イリジウムのうちの少なくとも1つを含む、項目45に記載のバッテリセル。

(項目 5 8)

前記バッテリセルは、1つ以上の電極反応を受けるように構成され、該1つ以上の電極反応は、尿素またはアンモニアのうちの少なくとも1つをさらに含む、項目45に記載の

10

20

30

40

50

バッテリセル。

(項目 59)

前記バッテリセルは、1つ以上の電極反応を受けるように構成され、該1つ以上の電極反応は、塩素、次亜塩素酸塩、または塩化物のうちの少なくとも1つをさらに含む、項目45に記載のバッテリセル。

(項目 60)

エネルギーを貯蔵するための方法であって、

該方法は、

電解質供給タンクにおいて電解質を受容することと、

該電解質供給タンクにおいてオーバーフローが発生する場合に、いくらかの電解質が、電解質供給タンクから下層の第1の金属空気バッテリセルに落下することを可能にすることと、

10

該下層の金属空気バッテリセルにおいてオーバーフローが発生する場合に、いくらかの電解質が、該下層の第1の金属空気バッテリセルから第2の金属空気バッテリセルまたは収集タンクに落下することを可能にすることと

を含む、方法。

(項目 61)

前記収集タンクから除去された前記電解質を除去することと、

該収集タンクから除去された該電解質を処理することと、

該処理された電解質のうちの少なくともいくらかを前記電解質供給タンクに提供することと

20

をさらに含む、項目60に記載の方法。

(項目 62)

前記第1の金属空気バッテリセルと前記第2の金属空気バッテリセルとは、相互に直列に接続される、項目61に記載の方法。

(項目 63)

前記第1の金属空気バッテリセルと前記第2の金属空気バッテリセルとは、それらの間に空隙を有する、項目62に記載の方法。

(項目 64)

エネルギーを貯蔵するための方法であって、

30

該方法は、

1つ以上のセントロードを提供することであって、該1つ以上のセントロードは、第2のセルの空気電極と接触している第1のセルの金属電極を有し、空気トンネルが、該金属電極と該空気電極との間に提供される、ことと、

該1つ以上のセントロードを覆うように延在する第1のフレーム、および該1つ以上のセントロードより下に延在する第2のフレームを提供することと

を含み、

該第1のセルは、空間を含み、該空間は、該金属電極を覆い、電解質を受け入れるために該第1のフレームによって取り囲まれ、該第2のセルは、空間を含み、該空間は、該空気電極より下にあり、電解質を受け入れるために第2の空間によって取り囲まれている、方法。

40

(項目 65)

実用規模のエネルギーを貯蔵するためのシステムであって、

該システムは、

複数の垂直方向に積み重ねられた金属空気セルであって、該金属空気セルは、少なくとも1つのフレームを含み、1つ以上の空気トンネルが、該セルの間に提供される、金属空気セルと、

該1つ以上のフレームと一体である電解質流量管理システムであって、該電解質流量管理システムは、電解質を該1つ以上のセルに分配するように構成される、電解質流量管理システムと、

50

該 1 つ以上の空気トンネルを通して空気流を提供するように構成される空気流アセンブリと

を含む、システム。

【0013】

(参照による組み込み)

本明細書で記述される全ての出版物、特許、および特許出願は、各出版物、特許、および特許出願が、参照することにより組み込まれるように具体的かつ個別に示された場合と同じ程度に、参照することにより本明細書に組み込まれる。

【0014】

本発明の新規の特徴は、特に添付の請求項で説明される。本発明の特徴および利点のより良好な理解は、本発明の原則が利用され、添付図面が以下の通りである、例証的実施形態を説明する、以下の詳細な説明を参照することによって得られる。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、本発明の実施形態による、水平方向の方向付けで配設された再充電可能金属空気セルを示す。

【図2】図2は、相互の上に積み重ねられ得る、個々のセルの実施例を示す。

【図3】図3は、本発明の実施形態による、単一のセルの等角断面図である。

【図4A】図4Aは、本発明の実施形態による、共通電解質充填ポートおよび再循環タンクを共有し得る、水平方向に配設されるセルの配設内で、実質的に一定かつ均一な電解質液面を維持するためのシステムを示す。

20

【図4B】図4Bは、本発明の別の実施形態による、使用済み電解質を(亜鉛金属または亜鉛スラリーを有する)帶電電解質と交換するように充填ポートおよび別個のタンクまたは装填器を共有する、並列セルを有する複数のセル内で、電解質液面を維持するための附加的なシステムを示す。

【図5】図5は、バッテリスタック構成の実施例を示す。

【図6】図6は、本発明の実施形態による、各セルが充填され、他のセルの中へ滝状に流れる、または溢れることを可能にする、エネルギー貯蔵システム用の中央電解質管理ポートの実施例を示す。

【図7】図7は、垂直方向に金属電極・空気電極接続を伴い、また、故障したセルを迂回する水平冗長性も有する、バッテリスタック構成の附加的な図を示す。

30

【図8A】図8Aは、本発明の実施形態による、上タンクおよび下排水管とともにトレイの別個のスタックを有するバッテリモジュールが電解質再循環システムの一部になるための絶縁貨物コンテナおよびH V A C機械利用の実施例を示す。

【図8B】図8Bは、本発明の実施形態による、コンテナ床の上の再循環システムの一部であるパイプを有するバッテリモジュールの底部にあるセルの個々のトレイを示す。

【図8C】図8Cは、再循環タンクおよびインバータまたは他の電力制御機器とともにバッテリシステムの中に組み立てられた、いくつかのバッテリモジュールを示す。

【図8D】図8Dは、コンテナ内に複数のバッテリモジュールを含む、バッテリシステムの上面図を示す。

40

【図8E】図8Eは、空気流アセンブリの実施例を提供する。

【図8F】図8Fは、空気流アセンブリの附加的な図を提供する。

【図8G】図8Gは、空気流アセンブリの代替実施例を提供する。

【図8H】図8Hは、コンテナ内のバッテリシステムの実施例を提供する。

【図9A】図9Aは、水平方向に接続される各列の端部に電気接続を有するセルフレームアセンブリまたはトレイの底面図を提供する。

【図9B】図9Bは、セルフレームまたはトレイアセンブリおよび1つ以上のセントロードの図を示す。

【図10】図10は、「クアッド」と呼ばれ得る、共通充填および退出ポートを供給するように設置される水平アセンブリの中の4つのセルの上面図を提供する。

50

【図11A】図11Aは、本発明の実施形態による、セルの間に共有充填およびオーバーフローポートを有するエネルギー貯蔵システムの上面図を示す。

【図11B】図11Bは、上側に重力送りの給水タンクを有する、重力でガスを排出または放出するように角度を成す、図11Aからのエネルギー貯蔵システムの側面図または断面図を示す。

【図12】図12は、電気的に再充電可能な金属空気セル用の3電極設計の概略図を提供する。

【図13】図13は、本発明の実施形態による、試験時間にわたるセル電圧の実施例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明の好ましい実施形態が本明細書で示され、説明されているが、そのような実施形態は一例のみとして提供されていることが当業者に明白となるであろう。ここで、本発明から逸脱することなく、多数の変化例、変更、および置換が、当業者に思い浮かぶであろう。本明細書で説明される本発明の実施形態の種々の代替案が、本発明を実践する際に採用されてもよいことを理解されたい。

【0017】

本発明は、電気的に再充電可能な金属空気バッテリシステムおよび方法を提供する。本明細書で説明される本発明の種々の側面は、以下で説明される特定の用途のうちのいずれかに、または任意の他の種類のバッテリシステムに適用されてもよい。本発明は、独立型システムまたは方法として、あるいは電力系統実用システムもしくは再生可能エネルギー貯蔵システムまたは方法の一部として、適用されてもよい。本発明の異なる側面は、個別に、集合的に、または相互と組み合わせて認識できることを理解されたい。

【0018】

(金属空気バッテリ)

金属空気バッテリは、低コストで非常に高いエネルギー密度の可能性を有する。金属空気バッテリシステムは、それらのカソード反応物として大気中酸素を使用し、したがって、その名前に「空気」がある。金属空気バッテリは、反応物のうちの1つである酸素がバッテリ自体内に貯蔵されないという点で、独特な電源である。代わりに、周囲空気の約20パーセントを構成する酸素ガスが、必要に応じて周辺空気の無限供給から得られ、セルに進入することを許容されてもよく、そこで空気電極の内側の触媒表面によって還元される。酸素ガスは、本質的に、無尽蔵のカソード反応物であり得る。酸素ガスはセル内で携持される必要がないため、全体的なセル重量、体積、またはサイズは、比較的低くあり得、エネルギー密度（所与のセル重量あたりのセルアンペア時容量）は、高くあり得る。例えば、セル重量は、他のバッテリ構成のセル重量より低くあり得、エネルギー密度は、他のバッテリ構成のエネルギー密度より高くあり得る。別の利点は、空気電極によって占められる小さい体積および重量であり、それは、他の電気化学電源と比較して、システムのより高い特定の特性（Ah/kgおよびAh/l）をもたらし得る。

【0019】

金属空気バッテリシステムは、好適な酸素還元触媒を含有するカソードにおける酸素還元反応とともに、セル放電中にアノードの役割を果たし得る反応性金属電極における酸化反応を結合することによって、発電し得る。亜鉛アノードからの生成された自由電子は、外部負荷を通してカソードの役割を果たす空気電極まで移動し得る。

【0020】

しかしながら、金属空気型バッテリの主要な欠点は、それらが一般的には、多数の放電および充電サイクルにわたって電気的に再充電可能ではなかったことかもしれない。放電・充電サイクルは、ここでは、完全充電が後に続く、1回の完全放電として定義される。いくつかの実施形態では、完全放電は、約6時間続くことができる一方で、引き続き行われる完全充電もまた、約6時間続き得る。この12時間の往復放電および充電サイクル（電力系統を安定させる、または調節するように、より短い持続時間の充電および放電の可

10

20

30

40

50

能性がある)は、電力系統上の一般的な1日のバックアップサービスにとって特徴的となり、予期することができる。電気的再充電可能性は、電力系統用途に考慮される任意のバッテリに必要であり得る、または極めて望ましくあり得る。従来の大規模金属空気バッテリは、全く電気的に再充電可能ではない、または数100回未満の放電充電サイクルにわたって循環させられるのみであり得る。さらに、従来の大型金属空気バッテリシステムは、容易に市販されていない。実用用途に対して実用的となるために、電気的に再充電可能なバッテリは、好ましくは、良好な全体的効率で、少なくとも3500から10,000回の高性能放電および充電サイクルを実現するべきである。これは、約10~30年の寿命に対応する。

【0021】

10

金属空気型バッテリ内で、金属電極と空気電極とを接続する導電性電解質は通常、溶解塩を含有する溶液(いくつかの実施形態では、水性、含水)である。金属空気バッテリは、燃料セルおよびバッテリの両方の所望の性質を組み合わせると考えられてもよく、金属(例えば、亜鉛)は、燃料であり、反応速度は、空気流を変化させることによって制御することができ、酸化金属/電解質ペーストを新たな金属またはペーストと交換することができる。金属空気セルの多大な安全性利点は、それらが本質的に耐短絡性であるという事実である。金属空気セルは、周囲空気から継続的に引き込んで利用することができる酸素の量によって制限されるため、どれだけ多くの電流を产生することができるかによって最終的に制限される。短絡がセルの内側で発生するときに、他のバッテリ化学反応と違って、金属空気セルは単に、無限電流を供給せず、電流送達能力は、最大値、上限を有する。これは、重要な安全性考査である。金属空気バッテリシステムは、アルミニウム・空気、マグネシウム・空気、鉄・空気、リチウム・空気、ナトリウム・空気、チタン・空気、ベリリウム・空気、および亜鉛・空気を含むことができるが、それらに限定されない。

20

【0022】

亜鉛は、特に、他の金属と比べていくつかの利点を有する。しかしながら、本明細書の他の場所で論議される実施形態のうちのいずれかはまた、亜鉛を含んでも含まなくてもよい任意の種類の金属空気バッテリシステムに適用されてもよい。アノードとしての亜鉛への任意の言及はまた、任意の他の金属に適用することもでき、その逆も同様である。亜鉛・空気バッテリへの任意の言及は、任意の他の金属空気バッテリに適用することができ、その逆も同様である。

30

【0023】

亜鉛は、軽量であり、毒性がなく、容易に入手可能であり、電気化学充電中のめっきのための急速な電気化学反応速度を有するので、有利な材料であり得る。このため、亜鉛空気セルが、一次(使い捨て)および再充電可能(最利用可能)セルとして使用されてきた。亜鉛空気セルは、機械的または電気的に再充電されてもよい。機械的に再充電可能(燃料補給可能)なセルでは、消費された亜鉛は、セル/バッテリから物理的に除去され、新たな亜鉛と機械的に交換されてもよい。新たな亜鉛は、異なる場所で別個に、金属亜鉛に戻るように処理されてもよい。そのような機械的に再充電可能なバッテリは、いくつかの実施形態では、電力系統貯蔵用途に使用することができる。

【0024】

40

好ましい実施形態では、電気的に再充電可能なセルが使用されてもよい。より実用的な電気的に再充電可能なセルでは、空気電極において酸素を生成するために、外部源からの電気を使用することができる一方で、亜鉛金属は、元の金属電極を再構成するように、再び金属電極上へ電気化学的に再堆積(めっき)されてもよい。これらの亜鉛空気システムの両方は、一般的には、極めて苛性の水酸化カリウムKOHに基づく、アルカリ性水性電解質を使用する。

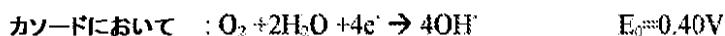
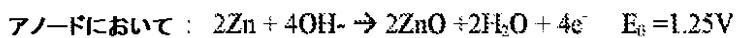
【0025】

セル放電中の正常なセルの動作中に、周辺空気からの酸素が還元されてもよい(電子を獲得する)一方で、反応性金属は酸化を受ける(電子を失う)。アルカリ性電解質を含有する亜鉛空気セルでは、例えば、

50

【0026】

【化1】



の簡略化したセル反応が起こり得る。

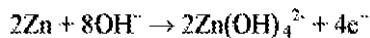
【0027】

場合によっては、実際のアノード反応生成物は、単に $\text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$ ではなく、むしろ Zn(OH)_4^{2-} である。したがって、全体的なアノード反応は、

10

【0028】

【化2】



のように記述することができる。

【0029】

生成された亜鉛酸化生成物である亜鉛酸カリウムは、溶液中に残ることができる。

【0030】

アルカリ性電解質を使用する亜鉛空気再充電可能セルには、いくつかの技術的問題があり得る。第1の問題は、空気がセルに進入するにつれて、 CO_2 、二酸化炭素（通常は周囲空气中に存在する）も進入する場合があり、アルカリ性電解質とゆっくり反応して不溶性炭酸塩種を形成することである。これらの不溶性炭酸塩は、空気電極の細孔内で、また、電解質の中でも沈殿する。この生成された沈殿物は、電解質の電気伝導度を低下させ、空気電極細孔が不溶性物質によって塞がれているため、空気電極性能が顕著に低減される。二酸化炭素吸収システムが、流入空気から CO_2 を除去する（洗い流す）ために使用されてきたが、追加重量および複雑性が、アルカリ性電解質を使用する金属空気システムの利点を損なう。

20

【0031】

加えて、一般的に使用されているアルカリ性電解質は、湿潤環境で融解性である（空気から水を吸収する）ことに悩まされ、過剰な水が、これらのバッテリシステムの中で蓄積し、空気電極を水で溢れさせる場合がある。空気（酸素）は、水を通して容易に拡散することができないため、より少ない酸素が進入し、空気カソード内で還元され得る。これは、アルカリベースの空気カソードに、それらの活性を急速に失わせる場合がある。

30

【0032】

従来のアルカリベースの亜鉛空気セルに関連する別の問題は、 OH^- 濃度が増加するとともに、イオン伝導度およびセル電力性能が向上するが、形成された亜鉛種の溶解度も向上することである。これは、セル設計のジレンマを提示する。一方で、より高い pH が、向上した電解質の電気伝導度および良好なセル容量のために望ましい。トレードオフとしては、より高い電解質 pH が、セル充電中のさらなる形状変化、したがって、より短いサイクル寿命をもたらし得る、形成された亜鉛放電生成物のより高い溶解度につながり得る。言い換えれば、一般的なセル設計では、不良なサイクル寿命を有する良好なセル容量、または不良なセル容量を有する良好なサイクル寿命のいずれか一方を有することを選択し得る。良好なサイクル寿命および良好なセル容量の両方の所望の組み合わせは、電気科学的に再充電可能な金属空気セルでは現在利用可能ではない。

40

【0033】

一般的なアルカリ電解質に関連するさらに別の問題は、充電中に、めっき亜鉛が亜鉛電極上で移動し、再配分することである。数回だけの充電サイクル後に、亜鉛は、不要な形態で（例えば、海綿状、苔状、またはフィラメント状／樹枝状堆積物として）堆積し得る。樹枝状堆積物は、通常は平滑な亜鉛表面から突出する堆積物である。不規則にめっきした亜鉛粒子は、より高い電気抵抗を有し得、相互に機械的によく付着しない。これらの亜

50

鉛粒子は、隔離亜鉛堆積物を形成するように、金属電極から容易にはがれ落ち得る。これらの要因の全ては、継続的な放電および充電サイクル後の従来の亜鉛空気バッテリに対する低減したバッテリ容量および低減した電力出力の一因となる。

【0034】

(バッテリ電解質)

本発明の側面によれば、亜鉛空気バッテリ等の金属空気バッテリの性能を向上させ得る、バッテリ電解質が選択されてもよい。いくつかの実施形態では、バッテリ電解質は、水性の塩化物ベース電解質であってもよい。いくつかの実施形態では、電解質は、約6のpHを有してもよい。電解質は、10以下のpH、または本明細書で記述される任意の他のpH値以下を有してもよい。代替実施形態では、電解質は、3~10、4~9、5~7、5.5~6.5、または5.75~6.25の間にあるpHを有してもよい。いくつかの実施形態では、電解質は、約3、4、5、5.25、5.5、5.75、5.8、5.9、5.95、6、6.1、6.2、6.3、6.5、6.75、7、8、9、または10のpHを有してもよい。いくつかの実施形態では、電解質は、アルカリ性であってもよい。pHは、比較的pH中性であってもよい。いくつかの実施形態では、空気中に存在するCO₂の結果として、実質的にいずれの炭酸塩も形成されない。電解質は、ほとんどまたは全くCO₂吸収がない非樹枝状であってもよい。

10

【0035】

本発明の実施形態に従って提供されるバッテリは、水性の塩化物ベース電解質を利用してもよい。より低い電解質pHにより、いずれの二酸化炭素も空気から吸収されず(または極めて低いレベルの二酸化炭素が吸収され)、したがって、いずれの不溶性炭酸塩も電解質または空気電極のいずれか一方の中で形成しない。加えて、塩化物ベースの水性電解質が、平滑で高付着性の亜鉛堆積物を堆積させるために亜鉛めっき業界で一般的に使用されているため、(セル充電中の)亜鉛めっき効率は、顕著に向上させられるはずである。

20

【0036】

亜鉛空気セルの中の好ましい塩化物ベースの電解質は、本発明の実施形態によるものである。電解質は、水溶液中の可溶性塩化物塩の混合物を含んでもよい。可溶性塩化物塩は、水溶液中で可溶性塩化物塩を生じるために好適な陽イオンを有し得る。好適な塩化物塩の陽イオンは、水溶液中で可溶性塩化物塩を生じることができる、亜鉛、アンモニウム、ナトリウム、または任意の他の陽イオンを含んでもよい。伝導性電解質は、単独で、または水溶液中でともに混合された、硫酸塩、硝酸塩、炭酸塩、ヘキサフルオロケイ酸塩、テトラフルオロホウ酸塩、メタンスルホン酸塩、過マンガン酸塩、ヘキサフルオロリン酸塩、ホウ酸塩、またはリン酸塩に基づく可溶性塩の混合物であってもよい。塩化物電解質の混合物が使用される場合、例えば、この新しい亜鉛空気セルは、

30

Zn/ZnCl₂、NH₄Cl、H₂O/O₂ (炭素)

のように表されてもよい。ここで、左から右に読むと、亜鉛はアノードであり得る。それは、ZnCl₂およびNH₄ClおよびH₂Oを含有する電解質から分離することができる。炭素ベースの空気電極は、O₂が放電中に還元され、充電中に生成される場所である。

【0037】

40

いくつかの実施形態では、KOHまたは他の電解質が使用されてもよい。そのようなシステムは、水酸化カリウム電解質がCO₂を吸収するにつれて、CO₂除去装置の追加を要求または利用してもよい。当技術分野で公知である任意の電解質が、本明細書で説明されるシステムおよび方法の実施形態と併せて使用されてもよい。

【0038】

いくつかの実施形態では、低電流密度でセルを充電することによって、酸素発生が増進されてもよい。そのような電流密度は、Cl₂発生を最小化または低減してもよい。そのような電流密度の実施例は、約1mA/cm²から約100mA/cm²を含んでもよい。そのような電流密度は、約1mA/cm²、5mA/cm²、10mA/cm²、20mA/cm²、30mA/cm²、40mA/cm²、50mA/cm²、60mA/cm²

50

m^2 、 70 mA/cm^2 、 80 mA/cm^2 、 90 mA/cm^2 、または 100 mA/cm^2 といつた電流密度のうちのいずれかよりもほぼ小さい、大きい、またはその間であってもよい。酸素発生はまた、電解質 pH を調節することによって増進されてもよい。さらに、酸素発生は、酸素発生のための低い過電圧を有する電極または触媒を使用することによって増進されてもよい。

【0039】

いくつかの実施形態では、金属電極は、亜鉛で形成されてもよく、めっき亜鉛であってもよく、または合金等の任意の他の形態の亜鉛を含んでもよい。本発明の一実施形態によれば、電解質は、質量パーセントで、水中の約 15% 塩化亜鉛 (ZnCl_2) および約 15% 塩化アンモニウム (NH_4Cl) の混合物を含んでもよい。電解質は、代替として、質量パーセントで、水中の約 15% 塩化亜鉛および約 20% 塩化アンモニウムの混合物を含んでもよい。いくつかの実施形態では、水性電解質は、様々な量の塩化亜鉛および塩化アンモニウム、あるいは他の塩または LiCl 等の塩化物を含有してもよい。例えば、電解質は、約 10%、12%、13%、14%、14.5%、15%、15.5%、16%、17%、18%、または 20% 塩化亜鉛または塩化アンモニウムを含んでもよい。いくつかの実施形態では、ほぼ同じ量または同様の量の塩化亜鉛および塩化アンモニウムが提供されてもよい。他の物質が、電解質を中和するように添加されてもよい。これらは、1~2 質量パーセントで、クエン酸アンモニウム、または酢酸アンモニウム等の他の適合緩衝剤、または水酸化アンモニウムを含むことができる。 Mn または Co ベースの触媒を含有する、多孔質炭素空気電極 (カソード) が、酸素還元反応を支援し得る。

【0040】

セル放電中に、周囲空気からの酸素は、多孔質空気電極を通じてセルに進入し、空気電極の中または上の特異的に設計された触媒部位で還元を受け得る。空気電極は、炭素ベースの電極であってもよい。その間、(亜鉛であってもよい) 金属電極において、亜鉛は、可溶性亜鉛イオンとして溶液に進入する。塩化物ベースの電解質の存在下で、塩化亜鉛は、水性電解質中でいくらか可溶性であってもよい。セル放電が継続し、より多くの亜鉛イオンが生成されるにつれて、塩化亜鉛の溶解限度が超過される場合がある。これは、いくらかの塩化亜鉛を沈殿させる場合がある。本発明の実施形態による、沈殿に対処するための方法は、以下でさらに詳細に説明される。セル充電中に、逆電気化学反応が起こる。酸素ガスが空気電極において生成される一方で、亜鉛金属は再び亜鉛電極上に再生 (めっき) され得る。

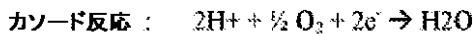
【0041】

約 6 の pH を有し得る塩化物電解質における簡略化した放電 / 充電過程は、

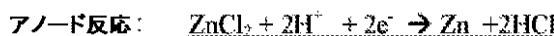
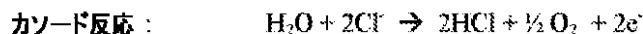
【0042】

【化3】

セル放電中



セル充電中



の反応によって表され得る。塩化アンモニウム電解質におけるセル放電中に形成される亜鉛種は、より正確には $\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ と表すことができる。

【0043】

空気電極において、周囲空気から得られる酸素は、空気透過性の疎水性膜を通じてセルに進入し得る。セル充電中に、酸素ガスが空気電極における水電解を介して產生されてもよい。

【0044】

10

20

30

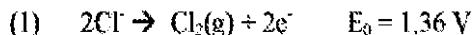
40

50

再充電可能亜鉛空気バッテリ技術において塩化物ベースの水性電解質を使用することの1つの効果は、(アノード電位下での)セル充電中に、

【0045】

【化4】



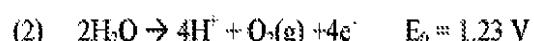
のような塩素発生を含む不要な副反応が起こり得る可能性がある。

【0046】

塩素を生成することは、全体的なセル充電効率を低下し得るので、この電解質システムにおいて望ましくない反応となる場合がある。例えば、電気エネルギーが、酸素を発生させるよりもむしろ塩素を生成し始め得る。したがって、セル充電中に、アノード電位が酸素発生を支持し、塩素発生を最小化するようにバッテリシステムが設計されることが望ましくあり得る。

【0047】

【化5】



そのより低い酸化電位を有する酸素発生(反応2)が、塩素発生(反応1)と比べて熱力学的に有利であるので、主として起こると見込まれるが、塩素発生は、はるかに単純な化学反応であり、より低い過電圧を有する。これは、塩化物環境で、望ましくない塩素発生が、実際には、酸素発生よりも起こる可能性が高い場合があることを意味する。

【0048】

生成される塩素は、次亜塩素酸HClOを形成するように水中で溶解し得る。次いで、次亜塩素酸塩イオンは、条件に応じて、塩化物、いくつかの既知の酸化塩素種、または自由溶解塩素ガスに分解することができる。たとえ塩素ガス自体が原型を保ったままであっても、この反応は、全体的な充電効率を低下させるので、我々のセルでは依然として望ましくない場合がある。

【0049】

望ましくない塩素(または次亜塩素酸塩)発生を最小化または低減する(または酸素生成効率を向上させる)いくつかの実用的な方法がある。酸素発生が低い電流密度条件下で有利であるので、1つの可能性は、酸素発生を支持するように充電電流密度を下げることであり得る。いくつかの実施形態では、望ましい充電電流密度は、約10mA/cm²から約200mA/cm²であってもよく、用途に応じて、バッテリが耐える最大充電または放電電流まで変化させることができる。

【0050】

別のアプローチは、電解質pHを調節することであり得る。あるpH値では、酸素生成が、塩素発生よりも有利であり得る。より高いpHは、Cl₂発生よりもO₂発生を支持する。電解質は、わずかに上昇させられ、水酸化アンモニウム、クエン酸アンモニウムの添加によって中和され得る。塩素発生は、pH2以下で有利である。塩化アンモニウムがこのシステムではpH緩衝剤の役割を果たす一方で、含水水酸化アンモニウムの添加は、電解質の伝導度または他の性能特性に悪影響を及ぼすことなく、電解質pHを上昇させる。

【0051】

別のアプローチは、塩素発生のための高い過電圧および酸素発生のための非常に低い過電圧を有する、空気電極または空気電極の中の選択された触媒を使用することであり得る。このように、セル充電中、酸素発生が有利である。これは、(以下でさらに詳細に論議されるように)電極表面を修正することによって、または、酸素発生のための低い過電圧を有することが周知であるMnO₂等の物質を添加することによって、達成することができる。同様に、種々の電解質塩の添加が、塩素発生を最小化することが示されている。そのような塩または化学物質の実施例は、塩化コバルト、酸化イリジウム(IrO₂)、ま

10

20

30

40

50

たは可溶性Mn塩を含んでもよい。加えて、毒性がない容易に放出されるガスを产生するために（形成された場合）塩素と反応することが周知である尿素等の水溶性添加剤がある。

【0052】

しかしながら、アルカリ電解質の使用は、二酸化炭素が空気から除去された場合に、本明細書の開示されたシステムの一部として使用できることを理解されたい。もしそうであれば、本明細書で説明されるようなセルの全ての利益を依然として実現することができる。

【0053】

（第3の電極を有する亜鉛空気セル）

10

本発明の側面は、亜鉛電極、および酸素ガスの電気化学的還元のための炭素ベースのカソードを有する亜鉛空気セル等の可逆的または再充電可能バッテリに関し得る。この種類のカソードはまた、化学的に還元される酸素が一般的には周囲空気から得られるので、空気カソードとして知られ得る。

【0054】

従来の制限された電気的に再充電可能な金属空気セルにおいて、空気電極は、2つの反対の機能を果たすことが見込まれる（したがって、二機能空気電極とときには名付けられる）。第1の機能は、（セル放電中の）酸素還元であり、第2の機能は、（セル充電中の）酸素ガス発生である。

【0055】

20

二機能空気電極が、還元および酸化といった多様な目的を果たすので、これらの空気電極に2つの主な課題がある。第1に、印加された電位のこれらの広い推移の下で、水性電解質中で容易に腐食しない伝導性材料がほんの一握りしかない。これは、空気電極電流コレクタを選択することをより困難にする。第2に、セル充電中に酸素ガス気泡を生成することが、この空気電極を弱くする、多孔質炭素構造における圧力および機械的応力を導入する場合がある。

【0056】

1つの可能なアプローチは、同じ多孔質空気電極が酸素還元および酸素生成反応の両方を行うことを要求しないことである。代わりに、いくつかの実施形態では、第3または補助電極が、標準空気電極の代わりに提供されてもよい。補助電極は、セル充電および関連酸素生成を独占的に行ってもよい。したがって、1つの空気電極が、独占的にセル放電のために提供されてもよい一方で、第2の補助空気電極が、独占的にセル放電のために設計および使用される。この補助電極は、通常使用されている空気電極と金属電極との間に位置付けられてもよく、または金属電極の両側に位置付けられてもよい。補助電極は、通常、セル再充電および酸素生成中のみに使用されるため、次いで、それを再充電（酸素産生）のために最適化することができる一方で、従来の空気電極は、放電（酸素還元）のために最適化される。

30

【0057】

図12は、この新しい電極構成の実施例を示す。図12は、電気的に再充電可能な亜鉛空気セル用の3電極設計の概略図を提供する。ここで、従来の多孔質空気電極（CC）と固体亜鉛電極（AA）とは、液体電解質によって分離される。セル充電中のみに使用され、電極AAから電気的に絶縁される第3の補助電極（BB）は、電極CCと電極AAとの間に位置付けられてもよい。いくつかの実施形態では、補助電極BBは、絶縁体によって、または間隙によって、電極AAから電気的に絶縁され得る。

40

【0058】

電極AAは、標準多孔質炭素空気電極、または任意の他の種類の空気電極であってもよい。電極CCは、亜鉛金属電極、あるいは本明細書の他の場所で説明されるような任意の他の金属電極またはアノードであってもよい。金属スクリーン、箔、網、または発泡体、あるいは加圧または焼結金属粉末となり得る第3の電極（BB）は、セル充電中のみに使用される。

50

【0059】

セル放電中、電極 A A と電極 C C とが接続され、電流が產生される。

【0060】

セル放電中、電極 B B と電極 C C とは、電気スイッチを介して自動的に接続され得、外部回路からの電流がこれらの電極にわたって印加され得る。

【0061】

補助電極配設を使用することによって、異なる（おそらくより安価で効率的な）充電電極が得られてもよい。セル放電中に、外部回路を通して接続される電極 C C および A A は、電力を提供してもよい。電流は、従来のセルと同じ方向であってもよい。周囲空気からの酸素は、亜鉛電極において生成される電子によって電気化学的に還元されてもよい。

10

【0062】

セル充電前に、この第3の電極（B B）は、自動的にセル回路に電気的に切り替えられてもよく、電極 A A は、亜鉛電極等の金属電極（C C）から断絶される。ここで、充電中に、電極 B B および A A は、電気的に接続され、利用される。電流コレクタは、増加した表面積を有するように構成されてもよい。これらの電流コレクタは、網、多孔質プレート、ワイヤ、スクリーン、発泡体、加圧または焼結粉末、細片、あるいは他の好適な開放および／または高表面積構造の形態となり得る。これは、酸素生成反応のための電解質とのより良好な接触を可能にし得る。この電極の多孔性は、電解質が貫流することを可能にし、また、生成された酸素ガスが容易に漏出することも可能にする。 O_2 ガスが、この多孔質補助電極において生成されるため、いずれのカーボンブラックも損傷されない。

20

【0063】

この補助的な第3の電極はまた、 O_2 発生を増進させる特定の触媒（低い酸素過電圧を有する触媒）を含有するように設計されてもよい。加えて、この第3の電極は、次いで、セル充電中にこの電極が利用されることのみを可能にする、切替ダイオードを使用することによって、セル放電中の逆電流から保護されてもよい。

【0064】

セルが完全に充電された後、第3の（充電）電極は、セル回路から断絶されてもよく、標準金属電極および従来の空気電極が最接続されてもよい。

【0065】

放電中に、電極 A A および C C が接続されてもよい。

30

【0066】

充電中に、電極 B B および C C が接続されてもよい。

【0067】

当技術分野で公知である、任意の切替または接続／断絶機構が、充電および放電中に所望の接続を提供するために使用されてもよい。そのような接続は、コントローラによって提供される命令に応じて行われてもよい。

【0068】

再充電空気電極は、以下のように作製されてもよい。

1. より低い電流密度で急速な再充電を可能にするように、放電空気電極よりも大きい。
2. より小さい体積を占有し、空気電極を妨害しないように、放電空気電極よりも小さい。

40

【0069】

（バッテリアノードとしての金属水素化物）

本発明のいくつかの実施形態では、水素化チタン TiH_2 が、水平方向に構成されたバッテリの中の好適な金属電極／アノード材料であってもよい。

【0070】

$LaNi_5$ 等の他の A B 5 型金属水素吸蔵合金と違って、 Ti 粉末およびその水素化物は、より安価となり、より高いエネルギー密度を有することができる。また、酸化を受けるときに溶解する他の金属電極と違って、 TiH_2 は、その酸化後に溶解しない。 TiH_2 は単に、固体金属の Ti になる。

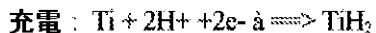
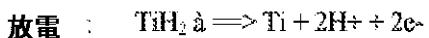
50

【0071】

アノードとして、セル放電サイクル中に、 TiH_2 は、 Ti 金属を形成するように2つの陽子および2つの電子を放出してもよい。充電中に、2つの陽子および2つの電子が Ti に戻されてもよく、 TiH_2 が再び形成されてもよい。放電／充電反応は、以下のようになり得る。

【0072】

【化6】



10

一般的な金属水素化物は、誘発された機械的応力により、多数の放電／充電循環後に劣化する。これは、粗碎を引き起こし、より小さいサイズの金属および金属水素化物粉末を形成させる場合がある。これらのより小さいサイズの粉末は、ともによく付着せず、低下した電気伝導度および不良なセル性能をもたらす。しかしながら、金属電極が水平方向に設置される、本明細書でさらに規定されるような本提案の水平構成セル設計と併せて、重力の作用は、さらに細かく分割された Ti および TiH_2 粉末が、下側の電流コレクタの上に再び定着するのを助け得る。たとえ金属電極がわずかに傾斜していたとしても、それでもなお、重力は、比較的均等または均一に、 Ti および TiH_2 粉末を電流コレクタ上に再び定着させるはずである。 TiH_2 および Ti 粉末は、密接に接触したままとなり、この金属電極は、良好な効率で酸化および還元を受け続けることができる。

20

【0073】

Ti 粉末はまた、 Ti をより導電性にするように、本明細書で提案される種々の処理過程のうちのいずれか1つを介した処理によって、修飾されてもよい。

【0074】

水素化チタンは、標準バッテリとして、または水素化チタン・空気バッテリとして機能することができる。水素化チタン電極に関する論議の特徴または複数部分はまた、亜鉛空気バッテリまたは他の金属空気バッテリにも適用されてもよく、その逆も同様である。

【0075】

(水平セル構成／配向)

本発明の別の側面によれば、亜鉛空気バッテリシステム等の金属空気バッテリシステムは、水平セル構成を有してもよい。図1は、本発明の実施形態による、水平方向の方向付けて配設された再充電可能金属空気セルを示す。バッテリシステムは、プラスチックフレーム100a、100bと、空気電極102a、102bと、金属電極104aと、電解質106a、106bと、空気流トンネル108a、108bとを含んでもよい。いくつかの実施形態では、空気電極102a、102bは、疎水性膜110と、炭素および触媒112と、膨張チタン114と、伝導性炭素116とを含んでもよい。空気電極は、セル放電中にカソードとして機能してもよい。金属電極は、セル放電中にアノードとして機能してもよい。言い換えれば、空気電極は、セル放電にカソードとして機能し、金属電極は、セル放電中にアノードとして機能する。セル充電中に、多孔質炭素空気電極が、ここではアノードとして機能する一方で、金属電極は、ここではカソードとして機能する。いくつかの実施形態では、金属空気バッテリセルシステムは、金属電極と、空気電極と、電解質水溶液とを備えてもよい。いくつかの実施形態では、電解質は、約3から10の範囲に入るpHを有してもよい。

30

【0076】

いくつかの実施例では、プラスチックフレームは、Noryl、ポリプロピレン(PP)、ポリフェニレンオキシド(PPO)、ポリスチレン(PS)、高衝撃ポリスチレン(HIPS)、アクリロニトリルブタジエンスチレン(ABS)、ポリエチレンテレフタート(PET)、ポリエステル(PES)、ポリアミド(PA)、ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリウレタン(PU)、ポリカーボネート(PC)、ポリ塩化ビニリデン(PVD)、ポリエチレン(PE)、ポリカーボネート/アクリロニトリルブタジエンスチレン

40

50

(P C / A B S)、または任意の他のポリマー、あるいはそれらの組み合わせで形成されてもよい。いくつかの実施形態では、フレームを形成するために使用されるプラスチックは、高温、すなわち、電解質の沸点と同じくらい高い温度に耐える能力のために選択されてもよい。いくつかの実施形態では、フレームを形成するために使用されるプラスチックは、射出成形可能であってもよい。N o r y 1 等であるが、それに限定されない射出成形プラスチックでできているプラスチックフレームは、固体亜鉛電極(セルの底部上に示される)および空気電極の両方を担持するように設計されてもよい。セルの底部上の亜鉛電極は、固定距離によって(多孔質炭素空気電極の裏面に埋め込まれる)膨張金属チタン電流コレクタスクリーンから分離されてもよい。亜鉛電極(金属電極/アノード)とチタンスクリーン電流コレクタ(空気電極/カソード)との間のこの分離空間を充填しているのは、導電性の塩化物電解質水溶液である。

10

【0077】

フレーム100aは、セルを包囲してもよい。空気電極102aは、セルの最上層として提供されてもよい。金属電極104aは、セルの中間部分として提供されてもよい。空気流トンネル108bは、第1のセルの金属電極104aと第2のセルの空気電極102bとの間に提供されてもよい。電解質106aは、セル内に提供されてもよい。電解質106aは、フレーム100aによって含有されてもよく、金属電極層104aによって支持されてもよい。代替実施形態では、金属電極が最上層として提供されてもよく、空気電極が中間部分として提供されてもよいように、空気電極と金属電極の位置とが交代させられてもよい。

20

【0078】

いくつかの実施形態では、空気電極は、空気透過性疎水性触媒膜、耐食金属電流コレクタを有する炭素酸素カソード電極またはポリマーベースの酸素電極であってもよく、アノード電位下での充電中、酸素発生が有利であってもよい。空気電極はまた、当技術分野で公知である任意の材料を含んでもよい。

【0079】

いくつかの実施形態では、低温ガスプラズマ処理が、種々のプラスチックへの金属の付着を顕著に増進するために使用されてもよい。ガスプラズマは、種々のポリマー表面への蒸着金属の付着を向上させることが示されている。構造用接着剤を塗布する前に種々のガスプラズマでポリマー表面を処理することによって、より強力でより耐久性のある結合が形成されてもよい。望ましいガスプラズマの実施例は、O₂、C F₄ / O₂の混合物、またはN₂を含んでもよい。そのような処理は、金属電極へのプラスチックフレームの付着を増進することが見込まれる。単一セルまたは多重セル設計のいずれか一方では、プラスチック表面が構造用接着剤で金属表面に接着結合される、いくつかの場所がセルスタック内にあってもよい。このより長持ちするシールは、より寿命の長いセルに変ることができる。

30

【0080】

水平電極配向を有することのいくつかの明確に異なる利点がある。第1に、水平構成は、セルが、射出成形プラスチックコンテナまたはフレームから急速かつ安価に組み立てられることを可能にし得る。別の利点は、いずれの多孔質バッテリセパレータも必要とされないことである。ほとんどのバッテリでは、分離膜がしばしば効果であり、この膜を穿刺することも、これらのバッテリの主要故障モードである。多孔質バッテリセパレータの必要性を排除することによって、セルが安価かつ確実に製造および使用されてもよい。いくつかの実施形態では、特定のセル内の電解質は、同じセルの金属電極に直接接触してもよい。いくつかの実施形態では、電解質は、セルの空気電極に直接接触してもしなくてもよい。いずれの分離層も電解質と金属電極との間で必要とされない。いくつかの実施形態では、いずれの分離または分離層も、電解質と金属電極および/または空気電極との間に提供されなくてもよい。例えば、金属電極、空気電極、および金属電極と空気電極との間の水性電解質を有する、再充電可能金属空気バッテリセルが提供されてもよく、空気電極は、電解質に直接接触してもよく、いずれのセパレータも空気電極と電解質との間に提

40

50

供されない。

【0081】

分離膜を排除することは、実用的利用のために好適となるように、バッテリコストを手ごろなレベルに下げ、バッテリサイクル寿命を延長させるのに役立つことへの手掛けりである。金属電極が下部分の上にあるように、セルを配向することによって、重力は、めっき金属電極が上側の空気電極に接触（および短絡）することを防ぐのに役立つ。いくつかの実施形態では、金属電極は、亜鉛金属アノードであってもよく、重力は、めっき亜鉛が上側の空気電極に接触することを防ぎ得る。これは、機能しなくなる膜がなく、セルが適正な動作を確保するのに重力に依存するため、極めて信頼性のあるバッテリを作成する。
再充電可能金属空気バッテリシステムは、材料の物理的劣化またはバッテリセルシステムの性能の大幅な劣化を伴わずに、多数の放電／再充電サイクルが可能であり得る。いくつかの実施形態では、システムは、大幅な劣化を伴わずに、約100回以上、200回以上、300回以上、350回以上、400回以上、450回以上、500回以上、700回以上、1,000回以上、1,500回以上、2,000回以上、3,000回以上、5,000回以上、10,000回以上、または20,000回以上の放電／再充電サイクルが可能であり得る。
10

【0082】

セル動作中に、反応放電生成物は、主に塩化亜鉛であってもよい。塩化亜鉛の溶解度が、その溶解限度を超えるときに、それが沈殿する（および塩化ベースの電解質の中で形成されるため、塩化イオンの存在が、共通イオン効果を介して、塩化亜鉛の溶解限度を迅速に超越させる）。水平構成は、重力の助けを借りて、沈殿塩化亜鉛粒子が下側の水平方向に位置付けられた亜鉛金属電極上に再び定着するのに役立つはずである。塩化亜鉛粒子が亜鉛電極の上／付近に堆積するため、亜鉛イオンは、かなり少ない移動を受ける。これは、セル充電中に、亜鉛が金属電極上に再び堆積させられたときに、セルの中の他の場所に失われた亜鉛が少なくともよいことを示す。これは、かなり向上した亜鉛循環効率、および向上したセル容量につながる。再充電可能セルの中の膜セパレータを排除することはまた、セル内の内部抵抗損失が最小化または低減され得ることも意味する。これは、より高い動作電位、およびより少ない廃熱が生成されることにつながる。
20

【0083】

水平幾何学形状はまた、亜鉛電極（アノード）と空気電極の電流コレクタとの間に再現可能な固定距離を確立することを可能にし得る。これは、より再現可能に電解質抵抗を制御するのに役立つ。いくつかの実施形態では、バッテリセルは、相互から固定距離を置いて金属電極および空気電極を支持する、フレームを有してもよい。固定距離は、液体電解質が含有され得る空間を画定してもよい。第2に、各個別吸気電極が上方を向いている、水平幾何学形状では、多数の亜鉛空気セルアセンブリが、相互の上に積み重ねられてもよい。これは、（ここではセルがともに密集していないこともよい）エネルギー密度を増加させるだけでなく、各個別空気電極の上で空気／酸素を循環させるように、個々のセル間のバッテリケーシングを通して空気が送出され得る、水平方向のガス流マニホールドを有するバッテリシステムを設計することも可能にする。
30

【0084】

図2は、相互の上に積み重ねられ得る、個々のセルの実施例を示す。セルは、プラスチックフレーム200a、200bと、空気電極202a、202bと、金属電極204a、204bと、電解質206a、206bとを含んでもよい。電解質は、プラスチックフレームによって含有されてもよく、金属電極によって支持されてもよい。いくつかの実施形態では、空気電極は、電解質より上側に提供されてもよい。電解質は、金属電極と空気電極との間に挟持されてもよい。1つ以上の空気流トンネル208a、208bが、セルの間に提供されてもよい。空気流トンネル208bは、金属電極204aと空気電極202bとの間に提供されてもよい。
40

【0085】

したがって、2つの個々のセルは、水平空気通路またはトンネル（一定の縮尺で描かれ
50

ていない)によって相互から分離されてもよい。この水平セル構成は、空気 / 酸素が送出され、セルの間で個々の空気電極へ循環させられることを可能にし得る。空気 / 酸素を空気電極へ流すことは、より高い電流密度でさえも、セルがそれらの酸素供給を維持することを可能にし得、加えて、セル冷却を提供する。空気循環は、継続的に動作している必要はなく、空気流速は、フィードバック機構を介して調節されてもよい。いくつかの実施形態では、空気は、空気流トンネルの各々について同じ方向に流れてもよい。代替として、異なる空気流トンネル内の空気は、様々な方向に流れてもよい。

【 0 0 8 6 】

一実施例では、ファン(軸流ファン、遠心ファン、横流ファンを含んでもよい)、ポンプ、または空気流を生じるための任意の他の機構が使用されてもよい。1つ以上のアクチュエータが、空気流機構の一部であってもよく、または空気流機構と連通していてもよい。アクチュエータの実施例は、モータ、ソレノイド、線形アクチュエータ、空気圧アクチュエータ、油圧アクチュエータ、電気アクチュエータ、圧電アクチュエータ、または磁石を含んでもよいが、それらに限定されない。アクチュエータは、コントローラから受信される信号に基づいて、空気を流れさせてもよい。アクチュエータは、電源に接続されてもされなくてもよい。1つ以上のセンサが、セル配設の中で提供されてもよい。いくつかの実施形態では、センサは、温度センサ、電圧センサ、電流センサ、またはpHセンサであってもよい。これらのセンサは、コントローラと通信していてもよい。センサから受信される信号に基づいて、コントローラは、セル間で空気流を変化させ、および/または維持してもよい、空気流機構に信号を提供してもよい。

10

【 0 0 8 7 】

- 前述のように、金属空気セルにおける水平幾何学形状のいくつかの利点がある。
- A . 水平幾何学形状は、より少ないセル管理を必要とし得る、固定された制御電解質抵抗を可能に得る。
- B . 水平幾何学形状はまた、複数のセルを物理的に組み立て、積み重ねることの容易性を提供し得る。
- C . 重力が異なる密度の材料を分離してもよいため、バッテリセパレータの必要性がなくてもよい。
- D . 沈殿放電生成物は、前述のように、金属電極上で均等または実質的に均等な層として定着するように、重力によって助けられ得る。
- E . 水平設計は、セルを冷却することを支援し、また、より高い電流を可能にし得る、より多大な酸素送達を可能にし得る。
- F . 重力はまた、後述のように、電解質を流すのに役立ち得る。
- G . 圧縮がセルを定位置で担持し得る。

20

【 0 0 8 8 】

水平バッテリ設計は、亜鉛空気バッテリ等の金属空気バッテリに限定される必要がない。水平セル設計はまた、固体またはわずかに可溶性の放電生成物が形成される、他のバッテリシステムで使用されてもよい。これは、鉛酸(「浸水型」およびVRLA)バッテリ、NiCdバッテリ、ニッケル金属水素化物バッテリ、リチウムイオンバッテリ、リチウムイオンポリマーバッテリ、または溶融塩バッテリを含んでもよいが、それらに限定されない。

30

【 0 0 8 9 】

(セル相互接続のためのセントロード設計)

本発明の側面によれば、複数のセル間の安価な拡張可能接続のために、システムおよび方法が提供され得る。

【 0 0 9 0 】

1つ以上のセル(または各セル)の水平幾何学構成を維持しながら、直列電気接続で、いくつかの個々の金属空気セルを相互接続することは、「セントロード」と呼ばれ得るものによって、容易に達成され得る。「セントロード」は、1つのセルの空気電極を取り、それより上側のセルの中の金属電極に電気的に取り付けられ得る、またはそれ自体が金属

40

50

電極であり得る、別個の金属片で、両側に沿ってそれを圧着することによって、作成されてもよい。金属電極（ここでは上に位置付けられている）と空気電極（ここでは下側に位置付けられている）との間の空間は、空気がこれらの空気電極の上に流されることを可能にする、薄い空気チャネル 208a、208b によって分離されてもよい。これは、図 2 に示されている。結果として生じるセントロードサブアセンブリは、図 1 に示されるように、空気経路 108a、108b を通して（前後に）見たときに、ハットセクションに似ている。金属電極および空気電極は、実質的に垂直方向に整列させられ、水平方向に方向付けられてもよい。

【0091】

図 1 は、どのようにして第 1 のセルの金属電極 104a が第 2 のセルの空気電極 102b の周囲に圧着され、それにより、第 1 および第 2 のセルを直列に接続し得るかを図示する。第 1 のセルの金属電極および第 2 のセルの空気電極は、任意の他の方法で電気的に接続されてもよい。例えば、金属電極または空気電極のいずれか一方は、相互に対して圧着され、相互にろう付けされ、相互に溶接され、相互に押し付けられ、伝導性接着剤で取り付けられ、相互にはんだ付けされ、または別様に締結されてもよい。

10

【0092】

いくつかの実施形態では、空気電極および金属電極は、固定距離によって分離されてもよく、空気電極は、金属電極より上側に位置してもよい。固定距離は、空気電極および金属電極の領域にわたって均一であってもよい。代替として、固定距離は、空気電極および金属電極の領域にわたって様々であってもよい。いくつかの実施形態では、固定距離は、
1 mm、2 mm、3 mm、4 mm、5 mm、6 mm、7 mm、8 mm、9 mm、1 cm、
1.5 cm、2 cm、3 cm、またはそれ以上を含み得る、範囲内に入ってもよい。空気電極と金属電極との間の固定距離は、電解質が含有または提供され得る、空間を画定してもよい。空気電極および金属電極は、同じ金属空気セルの一部であってもよい。

20

【0093】

どのような全動作電圧が必要とされても達成するように、任意の数のセルが、組み立てられ、積み重ねられ、接続されてもよい。各プラスチックフレームは、個々のセントロードの形状および密閉要件に適合するように設計されている共通部品であってもよい。各セントロードは、プラスチックに成形された独特な上下の特徴を有してもよい。プラスチックに成形された特徴は、セルごとに同じであってもよく、または異なってもよい。成形特徴は、セルを積み重ねるのを支援し、セル内でセントロードを支持するために役立ち得る。自動過程が、2つの対応するプラスチックセルフレームの間で複数のセントロードを本質的に挟持することによって、モジュール式にセルを組み立てる。この過程は、連続的に繰り返されてもよい。

30

【0094】

図 3 は、本発明の実施形態による、単一のセルの等角断面図である。セルは、フレーム 300 と、金属電極 302 と、空気電極 304 とを有し得る。セルは、所望の形状または寸法を有してもよい。例えば、セルは、長方形、正方形、円形、三角形、台形、五角形、六角形、または八角形を有してもよい。フレームは、それに対応して、セルの周囲に適合するように成形されてもよい。

40

【0095】

いくつかの実施形態では、フレーム 300 は、垂直部分 312 を有してもよい。フレームはまた、セル内に突出し得る水平棚 306 を有してもよい。棚は、垂直部分に沿った任意のところで垂直部分から突出してもよい。いくつかの実施形態では、棚は、垂直部分の底部で、またはその付近で、垂直部分の最上部で、またはその付近で、あるいは垂直部分の中心で、またはその付近で突出してもよい。垂直部分および／または水平棚は、セルの円周全体に沿って提供されてもよく、またはセルの 1 つ、2 つ、3 つ、4 つ、またはそれ以上の側面に沿って提供されてもよい。いくつかの実施形態では、セルの 1 つ以上の部分が、フレームの一部分（例えば、フレームの垂直および／または棚部分）を含んでも含まなくてもよい。いくつかの実施形態では、棚の断面は、長方形、台形、正方形、任意の他

50

の四辺形、三角形として提供されてもよく、または任意の他の形状を有してもよい。いくつかの実施形態では、棚の頂面が傾斜していてもよい。いくつかの実施形態では、棚の頂面は、セルの中心に向かって下向きに傾斜していてもよく、またはセルの周辺へ下向きに傾斜していてもよい。代替として、頂面は、水平方向の方向付けを用いて平坦であってもよい。

【0096】

いくつかの実施形態では、金属電極302は、棚306より下に提供されてもよい。いくつかの実施形態では、金属電極は、水平方向の方向付けを有してもよい。金属電極は、棚の裏面に接触していてもよい。いくつかの実施形態では、金属電極は、フレームの1つ以上の垂直側面312に接触するように成形されてもよい。代替として、金属電極は、垂直側面に接触することなく、垂直側面にごく接近するように成形されてもよい。金属電極は、その部分において垂直側面と平行または実質的に平行であってもよい。10

【0097】

いくつかの実施形態では、フレームは、セルの下部分の上に提供される底部特徴314を有してもよい。いくつかの実施形態では、底部特徴は、フレームの底部に、またはその付近に提供され得る、陥凹、溝、チャネル、スロット、または穴であってもよい。金属電極は、底部特徴内に嵌合するように成形されてもよい。底部特徴内に嵌合する金属電極の一部分は、セルに跨設される金属電極と平行または実質的に平行であってもよい。底部特徴内に嵌合する金属電極の一部分は、垂直側面に接触するか、またはごく接近する金属電極の一部分と垂直または実質的に垂直であってもよい。20

【0098】

いくつかの実施形態では、空気電極304は、セルに跨設されてもよい。空気電極は、実質的に平面的な構成であってもよい。いくつかの実施形態では、空気電極は、セルの底部特徴314に接触してもよい。いくつかの実施形態では、空気電極は、セルの底部特徴内に嵌合されてもよい。いくつかの実施形態では、金属電極302の一部分は、セルの底部特徴内で空気電極に電気的に接触してもよい。例えば、金属電極の一部分が、セルの底部特徴内で空気電極の周囲に圧着されてもよい。好ましい実施形態では、間隙が、セルに跨設される空気電極の一部分と、セルに跨設される金属電極の一部分との間に提供されてもよい。空気が、間隙内に提供されてもよい。いくつかの実施形態では、空気は、この間隙内を流れてもよい。30

【0099】

いくつかの実施形態では、最上部特徴が、セルの上部分の上に提供されてもよい。いくつかの実施形態では、最上部特徴は、フレームの最上部に、またはその付近に提供され得る陥凹、溝、チャネル、スロット、または穴であってもよい。いくつかの実施形態では、最上部特徴は、底部特徴の左右対称像であってもよい。いくつかの実施形態では、最上部特徴は、セルより上側に金属電極および／または空気電極を収容してもよい。いくつかの実施形態では、金属電極と空気電極との間の電気接点が、第1のセルの底部特徴と第2のセルの最上部特徴との間で挟持されてもよい。他の実施形態では、最上部特徴が提供される必要がない。また、プラスチックセルが、セントロードまたは他の電気接続の周囲に射出成形されてもよい。40

【0100】

フレーム特徴、金属電極、および空気電極の他の構成が提供されてもよい。例えば、金属電極は、棚の上に提供されてもよい。空気電極は、セルの上に提供されてもよい。金属電極および空気電極の位置は、交換されてもよい。

【0101】

いくつかの実施形態では、フレームは、リップ308等の付加的な成形特徴を含んでもよい。フレームはまた、斜面部分310を含んでもよい。いくつかの実施形態では、リップが電解質を捕捉してもよい。いくつかの実施形態では、電解質のうちのいくらかは、セルの中の斜面部分310によってトンネルが掘られてもよい。電解質は、セルの垂直部分312によって含有されてもよく、セルに跨設される金属電極302の一部分によって支50

持されてもよい。いくつかの実施形態では、リップは、電解質の一部分が、フレームのリップ部分を通って流れ、フレームのリップ部分の下から退出することを可能にし得る。これは、セルからの電解質のオーバーフローを防止または低減し得る。いくつかの実施形態では、電解質は、セル内から提供されてもよく、またはセルより上側の供給源から提供されてもよく、あるいは、セルの中に空間があると、重力が電解質を再び押し下げるよう、セルより上側に押し上げるか、または対角線上に押し上げるブレード付きまたは膨張チャンバに、捕捉、保持、または供給されてもよい。

【0102】

水平構成の付加的な利点は、電解質管理が有意に容易になるように、セルが設計され得ることである。重力ベースの電解質管理システムが、本発明の実施形態に従って提供され得る。亜鉛空気バッテリが放電するにつれて、亜鉛電解質システムの正味体積が増加する場合がある。電解質が膨張するにつれて、いくらかの適応が行われない場合、圧力が蓄積して、液体電解質が空気電極の裏面に浸透し得る。これは、空気電極が溢れ出ることを引き起こす場合があり、膨張電解質からの圧力差が、脆弱な空気電極に損傷を引き起こし得る。小型の閉鎖型バッテリでは、電解質液体膨張のために、余分の空間が許容されなければならない。しかしながら、この余分の体積は、全体的なエネルギー密度を低下させる場合があり、多くのセルが直列であり、全てのセルが正しい電解質レベルを維持しなければならないシステムにおいて、問題を生成し得る。それはまた、新しい電解質がシステムの中へ供給されること、または電解質が試験されることを可能にしない。

【0103】

本発明の側面によれば、この問題は、4つ全てのセルが共通の角を共有する、4つの水平方向に整列させられた隣接セルによって対処され得る。この4セルアセンブリは、「クアッド」と呼ばれ得る。4つ全てのセルが交わる点において、セルは、充填またはオーバーフローまたは再循環ポートを共有することができる。各セルは、小型ポートにアクセスできるように設計することができる。各ポートは、各空気電極の底面よりわずかに上側に傾斜し得る小型オーバーフローリップ L を有してもよい。

【0104】

図5は、4セルクアッドの実施例を示し、図4Aは、重力ベースの電解質管理システム内のセルのスタックを断面で示す。重力ベースの電解質管理システムは、別のタンクまたはコンテナCと流体連通し得るタンクまたはコンテナBからのガス放出チャネルAを含んでもよい。いくつかの実施形態では、弁または入口または出口ポートD、Eがタンクにおいて提供されてもよい。いくつかの実施形態では、付加的なタンクまたはコンテナFは、主要タンクまたはコンテナCと連通していてもよい。分配タンクまたはコンテナが提供されてもよい。これらは、不要な粒子を捕捉し得るフィルタを含んでも含まなくてもよい。いくつかの実施形態では、タンクはまた、任意の所望の添加剤を提供する機会を提供してもよい。電解質は、電解質管理システム内で循環してもよいので、必要に応じて補充されてもよい。いくつかの実施形態では、電解質は、システム内で循環するときに監視されてもよく、電解質の修飾が必要に応じて行われてもよい。

【0105】

供給流体通路Gが、電解質をバッテリシステムに供給し得る。帰還流体通路Vが、電解質をバッテリシステムに戻し得る。流体通路は、パイプ、管、チャネル、または流体を輸送し得る任意の他のアセンブリを含んでもよい。電解質は、上電解質タンクHに供給されてもよい。1つ以上の排水管または充填ポートJが供給されてもよい。電解質は、タンクからオーバーフローKすると、下層のセルの中に滴下して、オーバーフローリップ L によって捕捉され得る。

【0106】

オーバーフローリップ L は、空気電極Tの裏面の全ての点と常に接触している一定の液体電解質液面を保証し得る。電解質Pは、セル内に提供されてもよい。セル放電中、電解質が膨張すると、このリップは、過剰な電解質が流出することを可能にし得る。これの全ては、空気電極になんらの静水圧もかけることなく、達成され得る。言い換えれば、これ

10

20

30

40

50

らの独特的なポートは、適正な（および自動的に制御された）電解質液面を維持しながら、液体膨張およびガスの排気を可能にし得る。この電解質液面平衡はまた、均一な電気的性能を維持することに役立ち得る。これらのポート（各々の隣接する4つのセルの共通中心に位置する「クアッド」）は、セルのスタックの底部にある小型サンプトレイU内の積み重ねられたセルの全ての部分から、あらゆるオーバーフロー電解質を分配し得る、一連の垂直方向に方向付けられたフィーダパイプを作成するように、他のポートと垂直方向に整列してもよい。これらのポートは、電解質を微小な滴Nに分解し得る角柱部分Mを含んでもよい。

【0107】

セルは、1つ以上の接続点Sで接続され得る空気電極Tおよび金属電極Rを含んでもよい。空気トンネルOが、空気電極と金属電極との間に提供されてもよい。いくつかの実施形態では、空気電極と金属電極とは、セントロードを形成してもよい。フレームQは、セル、クアッド、あるいはセルまたはクアッドのグループに対して提供されてもよい。フレームは、バッテリシステム内に積み重ねられてもよい。

10

【0108】

1つ以上の弁またはポートIが、上電解質タンクHまたはサンプトレイU内に提供されてもよい。ポートは、電解質および/または電解質のうちのいくらかへの添加剤が排出されることを可能にし得る。ポートは、ガスの放出を可能にし得る。いくつかの実施形態では、ポートは、測定を行うためのアクセスを提供してもよい。ポートは、他の用途を有してもよい。

20

【0109】

セル充電中、各セルの中の電解質体積が減少すると、これらの同じ充填ポートが、「クアッド」の各セルの中へ戻して液体電解質を添加するために使用されてもよい。サンプポンプが、セル充電中に上「クアッド」を充填するように誘起されてもよい。この最上水平クアッドからオーバーフローする電解質は、排水パイプに進入し、単純に、それより下側の水平「クアッド」を充填する。電解質を用いたクアッドの自動充填は、垂直スタックの中の全てのクアッドが電解質で再充填される（または最高レベルに達する）まで迅速に進み得る。これらの充填/Oーバーフローポートは、別の機能も果たすように設計されてもよい。各オーバーフローリップ(4-L)の下に配置される角柱突出(M)は、クアッドに入る前に、あらゆる電解質液体を小さい滴(N)に分解することに役立ち得る。これは、そうでなければ個々のセル間の連続伝導性液体流によって作成され得る任意の導電性回路を遮断するという効果を有する。伝導性電解質の切れ目のない流れは、直列に積み重ねられた多数のセルによって生成される高電圧にわたる大規模電気短絡を引き起こし得る可能性がある。

30

【0110】

従来のプレートおよびフレーム型構成を使用する、垂直方向に方向付けられたセルでは、セル間の液体接続は、エネルギー損失および他の設計問題の原因となり得る。本発明の実施形態に従って提供される水平構成は、説明された充填/Oーバーフローポートとともに、容易に組み立てられた射出成形プラスチック部品に関連するこれらの問題を最小化または低減し得る。

40

【0111】

この設計の組み立てやすさ、モジュール性、および拡張可能性もまた、従来のバッテリアセンブリと関連付けられる困難と比較して、容易に明白である（図5参照）。

【0112】

図4Bは、本発明の別の実施形態による、複数の積み重ねられたセル内で一定の電解質液面を維持するための付加的なシステムを示す。重力流バッテリ電解質管理システムは、2つの別個のシステムを含んでもよい。第1のシステムは、電解質再装填器を有する輸液ステーションを含んでもよい。第2のシステムは、重力流亜鉛空気バッテリ等の重力流金属空気バッテリを含んでもよい。

【0113】

50

電解質装填器および輸液ポンプが、本発明の実施形態に従って提供されてもよい。装填器は、充電プラグに電気的に接続されてもよく、充電プラグは次に、電力系統／公共施設等の電源に接続されてもよい。整流器が、電源からのAC電気をDCに変換してバッテリを充電するように提供されてもよい。電解質装填器を有する輸液システムは、既存の燃料補給所、住宅または船隊用途に使用されてもよい。それは、以前から存在する構造に組み込まれてもよい。輸液ポンプは、水性電解質を運ぶパイプ、管、チャネル、または任意の他の流体通路であってもよい、1つ以上の電解質運営部材A、Bを含んでもよい。第1の電解質運営部材は、電解質供給Aであってもよい。第2の伝導部材は、電解質帰還Bであってもよい。電解質は、電解質供給の中の電解質装填器および輸液ポンプから流れてもよく、電解質帰還の中の電解質装填器および輸液ポンプへ流れてもよい。いくつかの実施形態では、ポンプ、弁、圧力差、または任意の他の機構が、電解質を流れさせるために使用されてもよい。いくつかの実施形態では、電解質流を停止および／または開始し得る、弁、スイッチ、または係止機構が提供されてもよい。

【0114】

重力に支援された電解質流金属空気バッテリは、再装填電解質充填管Aと、使用済み電解質帰還管Bと、制御弁Cと、電子コントローラD、ポンプEと、電解質貯蔵タンクへの供給ラインFと、上部マニホールドへの供給ラインGと、上部供給制御弁H1、H2と、上部電解質流量コントローラI1、I2と、ポートJ-1、J-2、J-3と、貯蔵タンクKと、貯蔵タンクからの電解質帰還ラインLとを含んでもよい。いくつかの実施形態では、重力支援流動設計では、重力は、セルに電解質を押し通すようにポンプに要求することなく、セルに電解質を押し通してもよい。重力流・電解質オーバーフロー設計では、吸い上げ作用物質が必要とされない。

【0115】

電解質充填管Aは、電解質を重力流金属空気バッテリに提供してもよい。制御弁Cは、電解質が金属空気バッテリに提供されるかどうか、およびどれだけ多くの電解質／流量がバッテリに提供される必要があるかを決定してもよい。制御弁は、命令を制御弁に提供してもよい、電子コントローラDによって指図されてもよい。これらの命令は、どれだけ多くの電解質流を制御弁が許容するかを決定してもよい。命令は、コントローラによって自動的に提供されてもよい。コントローラは、命令をコントローラに提供し得る、外部プロセッサと通信していくてもよい。いくつかの実施形態では、コントローラは、ユーザインターフェースを有してもよく、またはユーザインターフェースを有し得る外部デバイスと通信していくてもよい。いくつかの実施形態では、ユーザが、ユーザインターフェースと通信できてもよく、または命令をコントローラに提供してもよく、それは制御弁に提供される命令に影響を及ぼし得る。

【0116】

いくつかの実施形態では、金属空気バッテリは、電解質の流動および循環を支援し得る、ポンプEを有してもよい。いくつかの実施形態では、ポンプは、金属空気バッテリの貯蔵タンクKの中に提供されてもよい。貯蔵タンクからの電解質帰還ラインLは、貯蔵タンクKから制御弁Cへ電解質を提供してもよい。貯蔵タンクからの電解質帰還ラインは、ポンプに接続されてもよい。ポンプは、電解質帰還ラインを通して制御弁へ電解質を付勢してもよい。電子コントローラは、電解質が戻ることができるかどうか、および／または電解質が戻ることができる流速を決定し得る命令を、制御弁に提供してもよい。

【0117】

貯蔵タンクへの供給ラインFが提供されてもよい。電解質は、制御弁Cから貯蔵タンクKへ流れてもよい。上部マニホールドへの供給ラインGも提供されてもよい。電解質は、制御弁から上部マニホールドへ流れてもよい。いくつかの実施形態では、1つのマニホールドが提供されてもよい。他の実施形態では、複数の上部マニホールドが提供されてもよい。上部マニホールドは、相互と流体連通していくてもよい。いくつかの実施形態では、供給ラインGを通して提供される電解質は、1つ以上の上部供給制御弁H1、H2によって制御されてもよい。いくつかの実施形態では、制御弁は、各上部マニホー

10

20

30

40

50

ルドに対して提供されてもよい。制御弁は、各上部マニホールドの中への電解質流を調節してもよい。電子コントローラDは、上部供給制御弁と通信していてもよい。電子コントローラは、命令を上部供給制御弁に提供してもよい。いくつかの実施形態では、電子コントローラによって提供される命令は、有線接続上で提供されてもよく、または無線で提供されてもよい。

【0118】

いくつかの実施形態では、上部電解質流量コントローラI1、I2は、上部マニホールドから下側のセルへの電解質流を制御してもよい。流量コントローラは、電解質を滴に分解してもよい。流量コントローラは、上部マニホールドから下層のセルへ移送されている流体の速度を制御してもよい。

10

【0119】

いくつかの実施形態では、上部マニホールドおよび／または貯蔵タンクKは、ポートJ-1、J-2、J-3を有してもよい。いくつかの実装では、ポートは、電子コントローラDと連通していてもよい。いくつかの実施形態では、ポートは、1つ以上の測定値を得るためにアクセスを提供してもよい。測定値は、命令を電解質管理システムの他の部分に提供し得る、電子コントローラに伝達されてもよい。例えば、測定値に基づいて、電子コントローラは、電解質の流速を調整させ、電解質の温度を調整させ、電解質のpHを調整させ、または電解質の組成を調整させてもよい。

【0120】

電気接続が、バッテリシステム内に提供されてもよい。例えば、電気接続は、バッテリの(+)側で提供されてもよく、電気接続は、バッテリの(-)側で提供されてもよく、第2の充電プラグに接続されてもよい。充電プラグ2は、電力系統公共施設等の壁コンセントに差し込まれてもよい。電力系統／公共施設からのACをDCに変換してバッテリを充電し得る、AC・DC整流器が提供されてもよい。バッテリが放電されるにつれて、バッテリからのDCをACに変換し得る、インバータが提供されてもされなくてもよい。

20

【0121】

いくつかの実施形態では、バッテリシステムの電圧が監視されてもよい。いくつかの実施形態では、全体的なシステムの電圧が監視されてもよく、各モジュールの電圧が個別に監視されてもよい。電圧が予想外に降下するとき、これは、1つ以上のセルに関連する問題を示す場合がある。いくつかの実施形態では、システムは、電圧が降下するときに電解質流速を増加させてもよい。

30

【0122】

いくつかの実施形態では、バッテリおよび／または電解質の1つ以上の特性が、単一の点で監視されてもよい。例えば、電解質のpH、電解質の温度、電解質の組成が、貯蔵タンク等の単一の点で測定されてもよい。本発明は、高価で複雑な感知システムを必要とすることなく、システムが調整される必要があるかどうかを決定し得る、簡易監視システムを含んでもよい。

【0123】

(亜鉛めっき品質を向上させ、不溶性亜鉛種を形成する添加剤)

各再充電サイクル中に、良質の亜鉛被覆をめっきすることによって、内部抵抗(IR)を低く保つことができる。このセルの寿命における主要な要因は、いずれの特定電極形状も維持される必要がないことである。循環が実際に電極を損傷する、亜鉛酸等の多くの化学反応と違って、バッテリは、新たな亜鉛の被覆を毎回めっきしてもよい。バッテリシステムは、金属電極上の亜鉛堆積を向上させ得る、添加剤を含んでもよい。種々の分子量のポリエチレングリコール、および／またはチオ尿素等の主要な添加剤を用いて、新たな平滑面の極めて伝導性の亜鉛被覆が、各セル再充電サイクル中にめっきされてもよい。次いで、この亜鉛層は、次のセル放電中に、溶解亜鉛イオンへの酸化を受けてもよい。いずれの正確な物理的形状もめっき中に必要とされないため、および重力が堆積亜鉛を定位位置で担持するのに役立つため、(他のバッテリシステムでは極めて一般的である)金属電極故障が、ここでは故障モードとして最小化または低減されてもよい。これは、非常に長いサ

40

50

イクル寿命のバッテリを達成するのに役立つ。

【0124】

別の実施例は、セル充電中に（過剰な移動を伴わずに）容易に還元されるように、（セル放電中の金属電極における酸化中に）生成される亜鉛イオンを金属電極の近くにとどまらせる、他の添加剤を含んでもよい。したがって、水平方向に方向付けられたセルの底部に沈殿することができる不溶性亜鉛種を形成し得る、水溶性添加剤電解質（金属電極において形成される Zn^{2+} イオンと1回接触している）を有することが有用となる。不溶性亜鉛種は、亜鉛電極付近にとどまり得、再充電中の還元のために、より容易に利用可能であり得る。バッテリシステムは、望ましい沈殿を制御し得る添加剤を含んでもよい。そのような添加剤は、以下の水溶性種のうちのいずれかを含んでもよい。不溶性亜鉛種を形成する水溶性種の実施例は、安息香酸塩、炭酸塩、ヨウ素酸塩、およびステアリン酸塩を含む。10

【0125】

いくつかの実施形態では、本明細書で説明される特性のうちのいずれかを有する添加剤は、単独で、または組み合わせで、尿素、チオ尿素、ポリエチレングリコール、安息香酸塩、炭酸塩、ヨウ素酸塩、ステアリン酸塩、水溶性触媒界面活性剤、またはアロエベラを含んでもよい。いくつかの実施形態では、アロエベラ抽出物を添加することが、亜鉛腐食を低減し得る。

【0126】

（再充電中に酸素形成を向上させる電解質添加剤としての可溶性触媒）20

空気電極自体に組み込まれる固体触媒に加えて、再充電中のセル性能を向上させるように、水溶性マンガン塩等の他の物質を添加することができる。酸素がセル再充電に生成されるため、酸素の気泡が容易に脱出することを可能にすることも有用である。これは、生成された気泡を壊すように（シメチコンまたはDowex等の）消泡剤の役割を果たす、界面活性剤を添加することによって、達成することができる。バッテリシステムは、発泡を防止し、ガス放出を可能にする、添加剤を含んでもよい。添加剤は、シメチコン、Dowex、アロエベラ、または他の界面活性剤のうちの1つ以上を含んでもよい。

【0127】

空気電極はまた、形成された酸素の気泡がオーバーフローリップ付近の共通充填ポートを介してクアッドから出て行くのを支援するように、平行面に対する小角度で載置することもできる。いくつかの実施形態では、空気電極の表面積の大部分が電解質に準拠することが確実にされ得るように、膨張チタンもまた、わずかなネガティブクラウンまたは型打ちした周辺ガス放出チャネルとともに配置することができる。あらゆる気泡またはガスが、共通充填ポートを介して漏出してもよい。これらの構成はまた、平坦性公差の問題に対処し、水平化の問題を軽減する。30

【0128】

（形成された塩素を排除する電解質添加剤としての尿素）

バッテリシステムは、再充電中に塩素および/または次亜塩素酸塩発生を防止する添加剤を含んでもよい。尿素が、塩素生成を制御するように、水性バッテリ電解質に添加されてもよい。尿素および塩素は、塩化物および良性ガス状生成物（例えば、 N_2 、 CO_2 、および H_2 ）を形成するように反応してもよい。セル充電中に、仮に遊離塩素が電解質の中で形成される場合、それは、（すでに電解質構成要素である）付加的な塩化物を形成するように、可溶性尿素と容易に反応してもよい。尿素との塩素の反応からの生成されたガスは、有害ではなく、安全に放出されてもよい。尿素が電解質に添加され、補充されない場合には、セルが充電されるにつれて（および塩素ガスが生成された場合）、尿素は、形成された塩素と反応し、使い果たされ、後続の充電サイクル中に生成される塩素ガスを除去するために利用可能ではない場合がある。40

【0129】

本発明の実施形態に従って提供されるセル設計では、電解質は、周期的に試験されてもよく、塩素レベルが所定のレベルを上回る場合、付加的な尿素が必要に応じて添加されて50

もよい。いくつかの実施形態では、電解質は、手動で試験されてもよい。他の実施形態では、塩素レベルを周期的に試験し、必要であれば、付加的な尿素を添加して塩素と反応させ、および塩素を除去するように、1つ以上のセンサが提供されてもよい。いくつかの実施形態では、尿素は、必要に応じて手動で添加されてもよい。代替実施形態では、尿素は、塩素レベルが所定のレベルを上回るときに自動的に添加されてもよい。いくつかの実施形態では、所定のレベルは、重量で5%尿素の範囲内であってもよいが、一般的には、数ppmの尿素となる。

【0130】

いくつかの実施形態では、バッテリシステムは、充電中に水素発生を防止し得る添加剤を含んでもよい。添加剤は、塩化スズ、塩化鉛、塩化水銀、塩化カドミウム、または塩化ビスマス等の高水素過電圧塩化物塩を含んでもよい。10

【0131】

(亜鉛／電解質スラリーを用いた急速再充電)

水平セル設計を用いて、(例えば、長距離移動用途のために)セルが急速に再充電され得る、システムが提供されてもよい。放電中に形成される塩化亜鉛粒子は、このスラリーを吸引することを介して、セルから廃棄物タンクまたは囊の中へ除去されてもよい。この使用済み電解質液体は、水平セルの中へ再び送出され得る、電解質スラリーの中の新たな亜鉛ペレットに置換されてもよい。固体亜鉛粒子が、セルの底部(金属電極)に定着し得る。この機械的再充電は、数分しかかからないことが見込まれる。

【0132】

いくつかの実施形態では、図4Bに示されるように、1つ以上の水平セルは、筐体内にあってもよく、またはバッテリ筐体の一部を形成してもよい。筐体は、タンクに接続されてもよい。いくつかの実施形態では、使用済み電解質液体は、タンクに戻されてもよい。電解質液体は、帰還パイプ、管、チャネル、導管、または任意の他の流体連通装置を介して戻されてもよい。いくつかの実施形態では、タンクは、電解質液体を筐体に供給してもよい。電解質は、供給パイプ、管、チャネル、導管、または任意の他の流体連通装置を介して供給されてもよい。いくつかの実施形態では、同じタンクが、使用済み電解質液体を受容し、新たな電解質液体を提供してもよい。電解質液体は、システム内で循環してもよい。いくつかの実施形態では、タンクは、筐体へ再び供給される前に使用済み電解質液体を処理し得る、1つ以上の処理過程を有してもよい。例えば、新たな亜鉛ペレットが、電解質に添加されてもよい。他の実施形態では、異なるタンクが、使用済み電解質液体を受容し、新たな電解質液体を提供するために使用されてもよい。新たな電解質は、システムに進入してもよく、使用済み電解質は、システムから除去されてもよい。30

【0133】

使用済みセルからの塩化亜鉛粒子は、周知の電気化学的技法によって、局的に、または何らかの地域施設(精製所またはタンク貯蔵所の同等物)で再生することができる。そのような修飾は、このシステムを、一般的にはバッテリとして構想されるものから、むしろ流動型セルまたは亜鉛空気燃料セルに変換する。しかしながら、上記の利点の全てが依然として利用可能となり、外部亜鉛の循環を伴わずに、各セルの中へ嵌合することができる亜鉛の量のみから利用可能となる放電サイクルよりも、長い放電サイクルを達成することができる。別の燃料補給方法は、従来の送出ステーションと同様に、高速で便利な燃料補給のために、劣化した電解質が新たな電解質と交換され得る、電解質輸液として表すことができる。

【0134】

(金属空気バッテリ筐体およびアセンブリ)

前述のように、金属空気バッテリシステムは、バッテリ筐体を含んでもよい。この筐体は、1つ以上の封入された個々のセルを含有し得る任意の数の構成を有してもよい。いくつかの実施形態では、セル自体が、筐体の一部を形成してもよい。例えば、セルは、セルフレーム画筐体の一部を形成してもよいように、積み重ねられてもよい。いくつかの実施形態では、筐体は、流体密封であってもよい。例えば、筐体は、液密および/または気密

10

20

30

40

50

であってもよい。いくつかの実施形態では、筐体は、1つ以上の放出機構を含んでもよい。

【0135】

(A. 共有4セル「クアッド」および電解質充填／排出ポートシステムを有するプラスチック筐体)

プラスチックセルフレームのレイアウトおよび設計は、空間効率、強度、成形性、および低下した内部抵抗による最小化または低減した内部抵抗損失のために、最適化または改良することができる。

【0136】

本発明の実施形態によるセルフレーム設計は、4つの個別に囲まれ、水平方向に方向付けられたセルによって共有され得る、共通中央電解質管理システムを組み込んでもよい。他の実施形態では、中央電解質管理システムは、1個、2個、3個、4個、5個、6個、7個、8個、9個、10個、11個、12個、13個、14個、15個、16個、17個、18個、19個、20個、またはそれ以上のセルを含むが、それらに限定されない、任意の数のセルによって共有されてもよい。この設計は、マニホールドシステムの最適な「中央」間隔、物理的積層性、および電気的接続性を可能にし得る。

【0137】

図5は、エネルギー貯蔵システムのバッテリースタック構成の実施例を示す。プラスチックフレーム500a、500b、500c、500dの外壁は、筐体壁502を形成してもよい。いくつかの実施形態では、4つのセル504a、504b、504c、504dが、共有中央電解質管理システム506を有するクアッド504を形成してもよい。

【0138】

任意の数のセルが、相互の上に積み重ねられてもよい。例えば、4つのセル504c、504e、504f、504gが、相互の上に積み重ねられてもよい。いくつかの実施形態では、1個以上、2個以上、3個以上、4個以上、5個以上、6個以上、7個以上、8個以上、9個以上、10個以上、12個以上、15個以上、20個以上、30個以上、または50個以上のセルが、相互の上に積み重ねられてもよい。1つ以上の空気流通路508a、508b、508c、508dが、各セルに対して提供されてもよい。複数の垂直方向に積み重ねられたセルが、所望の電圧を達成するように選択されてもよい。垂直方向に積み重ねられたセルが直列に接続される場合、垂直方向に積み重ねられたセルの数は、増加した電圧レベルに対応し得る。本明細書の他の場所において説明されるように、セントロードが、セル間の直列接続を作成するために使用されてもよい。

【0139】

任意の数のクアッドまたはクアッドのスタックが、相互に隣接して提供されてもよい。例えば、第1のクアッド504が、第2のクアッド510に隣接してもよい。クアッドの1つ以上の横列および／またはクアッドの1つ以上の縦列が、エネルギー貯蔵システムの中に提供されてもよい。いくつかの実施形態では、エネルギー貯蔵システムは、クアッドの*i* × *j* アレイを含んでもよく、*i*、*j*は、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、またはそれ以上を含む1以上の任意の整数である。他の実施形態では、セルまたはクアッドは、交互構成、同心構成を有してもよく、または相互に対して任意の方式で位置付けられてもよい。間隙が、隣接するセルまたはクアッドの間に提供されてもされなくてもよい。代替として、隣接するセルおよび／またはクアッドは、相互に電気的に接続されてもよい。いくつかの実施形態では、1つ以上のセルまたは1つ以上のクアッドが、隣接するセルまたはクアッドと共通フレームを共有してもよい。他の実施形態では、各セルまたはクアッドは、隣接するセルまたはクアッドのフレームに接触してもしなくてもよい、独自のフレームを有してもよい。

【0140】

以前に論議されたように、任意の数のセルが、共通中央電解質管理システムを共有してもよい。4つの四辺形セルが、共通中央電解質管理システムを共有し、クアッドを形成してもよい。他の実施例では、6つの三角セルが、共通中央電解質管理システムを共有して

10

20

30

40

50

もよく、または3つの六角セルが、共通中央電解質管理システムを共有してもよい。セル形状の任意の組み合わせが使用されてもよく、1つ以上のセルの角が、共通中央電解質管理システムを共有してもよい。クアッドへの任意の言及はまた、共通中央電解質管理システムを共有し得る、他の数または構成のセルに適用されてもよい。水平および／または垂直横断伝導性接続が提供されてもよい。これは、接続の冗長性を提供してもよい。

【0141】

(B. 独特なマニホールドおよび重力制御液滴システム設計)

図6は、本発明の実施形態による、エネルギー貯蔵システム用の中央電解質管理システムの実施例を示す。複数のセル600a、600b、600cが、共通電解質管理システムを共有してもよい。電解質管理システムは、各セルのリップ602a、602b、602cを含んでもよい。リップは、セル内で液体電解質を含有することを支援してもよい。電解質管理システムはまた、1つ以上の傾斜または垂直部分604a、604b、604cを含んでもよい。傾斜または垂直部分は、セルに流入するように電解質を方向付けてよい。いくつかの実施形態では、リップおよび傾斜または垂直部分の組み合わせが、セルより上側から提供される電解質を捕捉してもよい。いくつかの実施形態では、1つ以上の支持突出606a、606b、606cが提供されてもよい。中央電解質管理システムはまた、オーバーフロー電解質が、下層のセルおよび／または下側の電解質捕捉タンクへ滴ることを可能にする、角柱突出608a、608b、608cを含んでもよい。

【0142】

一実施例では、電解質液体が、第1のセル600aのオーバーフローリップ602aによって捕捉されてもよい。電解質液体は、傾斜または垂直部分604aを下方に流れ、セル内に含有されてもよい。電解質液体は、第1のセルからオーバーフローする場合、オーバーフローリップを越え、角柱突出608aの中へ流れてもよい。それは、角柱突出を通って流れ、第1のセルより下側の第2のセル600dのリップ602dおよび傾斜または垂直部分604dによって捕捉されてもよい。電解質は、第2のセルによって捕捉され、第2のセル内に含有されてもよい。第2のセルがオーバーフローしている、またはオーバーフローする場合、電解質流体は、第2のセルの角柱突出608dを通って流れ、第3のセル600eによって捕捉されてもよく、または下向きに流れ続けてもよい。

【0143】

最初にバッテリシステムを電解質で充填するときに、上にあるセルが最初に充填されてもよく、次いで、電解質は、下層のセルまたはクアッドの中へオーバーフローし得、それは次いで、どれだけ多くの垂直セルの層が提供されても、さらなる下層のセルまたはクアッドに流入し得る。最終的に、垂直スタック構成の中のセルの全ては、電解質で充填されてもよく、過剰な電解質は、セルの下の底貯留トレイによって捕捉されてもよい。

【0144】

電解質管理システムの特徴のうちのいずれかは、セルフレームと一体であってもよく、あるいはセルフレームから分離していてもよく、または分離可能であってもよい。いくつかの実施形態では、特徴は、射出成形されてもよい。

【0145】

電解質管理システムは、各空気電極の下部分との一定で均一な電気的接触を確保するよう、各4セル「クアッド」の中の液体電解質液面を継続的に管理してもよい。電解質が空気電極の下部分（例えば、610a）に接触し得るように、十分な電解質がセルに提供されてもよい。いくつかの実施形態では、下部分は、金属電極／アノードであってもよい。他の実施形態では、電解質が空気電解質オーバーヘッドの底部分612aに接触することを確実にするように、十分な電解質がセルに提供されてもされなくてよい。空気電極の底部分は、放電中にカソードであってもよい。

【0146】

図3は、角に電解質管理システムを有する、セルの付加的な図を提供する。

【0147】

好みしい実施形態では、角柱突出またはリップは、セルの間を流れる伝導性液体の任意

10

20

30

40

50

の潜在的接続を断絶するように構成されてもよい。角柱突出は、電解質液体を小さいサイズの滴に分解してもよい。角柱突出は、任意のオーバーフロー電解質の流速を制御してもよい。

【 0 1 4 8 】

電解質管理システムは、効率的な電解質オーバーフローおよび管理を可能にするために有用であってもよい。オーバーフロー電解質は、下側のセルによって捕捉されてもよく、または下側のタンクによって捕捉されるまで下向きに流れてもよい。

【 0 1 4 9 】

電解質管理システムはまた、不要な生成されたガスが安全に放出されることを可能にし得る。いくつかの実施形態では、ガスは、上向きまたは下向きのいずれか一方で、角柱部分によって形成される通路を通して放出されてもよい。

10

【 0 1 5 0 】

有利に、電解質管理システムは、重力制御液滴システムを介して、セルを液体電解質で補充してもよい。セルは、セルオーバーヘッドから、または電解質源からのオーバーフローによって補充されてもよい。例えば、図4Aに示されるように、電解質は、上部担持タンクに供給されてもよい。電解質は、任意の他の方式で供給されてもよい。

11

【 0 1 5 1 】

本発明の実施形態で提供されるように、各セル用の重力支援オーバーフローおよび共通再充填ポートが一般化され、放電および充電中に液体電解質液面が変化し得る、任意の他のエネルギー貯蔵デバイスで使用されてもよい。そのような液体管理システムは、亜鉛空気セル等の金属空気セルに限定される必要はない。他の種類のエネルギー貯蔵セルが、同様の液体管理システムを利用してよい。液体電解質の液面は、各個別空気電極の下部分のみに触れるように、自動的に調整されてもよい。

20

【 0 1 5 2 】

この設計への付加的な修正は、一方の側面に含有された陥凹空洞を伴って各セルを加工することを伴う。これは、過剰な電解質体積が必要に応じて安全に貯蔵され得る、液体貯留部として機能してもよい。電解質体積が減少するときに、この空洞の中に貯蔵された過剰な液体は、重力を介して自動的に下方に流れ、セルを再充填するために使用されてもよく、したがって、空気電極の電解質対面側（底部分）の全ての部分が液体電解質と接触したままであることを確実にする。

30

【 0 1 5 3 】

(C . 信頼性のための圧縮設計)

図5は、バッテリースタック構成の図を提供する。前述のように、いくつかの実施形態では、セルのフレームの外面が、筐体を形成することができる。いくつかの実施形態では、全ての重要な密閉表面が、追加された長期密閉信頼性のために、垂直圧縮荷重を受けてもよい。例えば、圧縮荷重は、圧縮荷重をフレームに分配することができる、セルのスタックに印加されてもよい。これは、フレームをともに圧縮させ、シールを形成させる。圧縮荷重は、セルのスタックとともに圧縮する方向に提供されてもよい。圧縮荷重は、セルの金属電極または空気電極によって形成される平面と垂直な方向に提供されてもよい。いくつかの実施形態では、圧縮荷重は、垂直方向に提供されてもよい。

40

【 0 1 5 4 】

セントロードアセンブリが、一連の個々の密閉セルを形成するように、対応するプラスチックフレームの間で挟持されてもよい。以前に論議されたように、1つのセルの金属電極が別のセルの空気電極に電気的に接続されるときに、セントロードが形成されてもよい。一実施形態では、この電気接続は、金属電極が空気電極の周囲で圧着されるときに形成されてもよい。これは、セル間の直列接続を可能にし得る。いくつかの実施形態では、圧縮力がセルの間に印加されてもよい。圧縮力は、金属電極と空気電極との間の接続に印加されてもよい。金属電極および空気電極を接合する力を印加することによって、金属電極と空気電極との間の電気接続を向上させてもよい。いくつかの実施形態では、金属電極および空気電極の接触点が、プラスチックフレームの間で挟持されてもよく、圧縮荷重が、

50

フレームと接点との間に圧縮力を提供してもよい。電解質が、セントロードとのフレーム接触を介して、1つのセルから別のセルへ流れることを防止し得る、流体密封シールが形成されてもよい。このシールは、接着剤で完成または支持されてもよい。

【0155】

(セルのフレームを形成してもよい)外壁および内部仕切りは、各セルの内部構造を適正に収納して密閉し、重要なセル接合点および密閉表面に圧縮荷重を印加するように設計されている、構造部材であってもよい。これは、個々のセルが垂直方向に積み重ねられるときに、容易に組み立てられた信頼性のある設計、および有利な構造システムを提供する。図1および図2は、どのようにして個々のセルが垂直方向に積み重ねられ得るかを示す。いくつかの実施形態では、スタックは、フレームおよび/または金属電極と空気電極との間の接続に印加され得る圧縮力で、荷重されてもよい。10

【0156】

(D. 金属電極、空気電極サブアセンブリ)

図1は、金属電極と空気電極との間の接続を示す。いくつかの実施形態では、型打ち方法が、空気電極を覆うように金属電極を圧着し、空気が通過するためのハットセクションを形成する。いくつかの実施形態では、金属電極の一部分が、空気電極の第1の側面上の縁および空気電極の第2の側面上の縁に接触するように、金属電極は、空気電極を覆うように圧着されてもよい。他の実施形態では、空気電極の一部分が、金属電極の第1の側面上の縁および金属電極の第2の側面上の縁に接触するように、空気電極は、金属電極を覆うように圧着されてもよい。金属電極および空気電極は、種々の構成で相互に屈曲され、または折り重ねられるように、任意の方式でともに圧着されてもよい。いくつかの実施形態では、それらは、いずれの屈曲または折り畳みも必要とすることなく、相互に接触するように、ともに圧着され、または別様に取り付けられる。上述のような電気接続を形成する他の方法を使用することができる。20

【0157】

金属空気電極アセンブリは、空気経路の両側に沿って電気流接続を形成するように圧着される、異なる材料を利用してよい。いくつかの実施形態では、金属電極の材料の実施例は、(亜鉛粉末アマルガム等の)亜鉛、または水銀を含んでもよい。空気電極の材料の実施例は、炭素、Teflon、またはマンガンを含んでもよい。

【0158】

金属電極が、上側の電解質プールの密閉床を提供する一方で、空気電極が下側の電解質プール用の密閉カバーを形成する、金属空気電極アセンブリが提供されてもよい。例えば、図1に示されるように、金属電極104aは、電解質プール106aの床を形成してもよい。空気電極102aは、電解質プール用のカバーを形成してもよい。金属電極および/または空気電極は、密閉されてもよい。30

【0159】

金属電極および空気電極によって形成されるセントロードは、任意の寸法を有してもよい。寸法(例えば、長さまたは幅)のうちの1つ以上は、約1/4"、1/2"、1"、2"、3"、4"、5"、6"、7"、8"、9"、10"、11"、12"、またはそれ以上であってもよい。40

【0160】

(E. セル間の横断伝導性設計)

図7は、金属電極・空気電極接続を伴うバッテリスタック構成の付加的な図を示す。セントロードの隣接する圧着フランジまたは他の延長部が重複または接触し、反復可能なモジュール式の水平および垂直方向に電気的に接続された直列構成を作成する、金属電極・空気電極アセンブリ構成が提供されてもよい。

【0161】

第1のセルは、フレーム部材700a、700cを含んでもよく、金属電極702aを有してもよい。金属電極は、下層のセルの空気電極704bの周囲に圧着されてもよい。いくつかの実施形態では、隣接するセル702cの金属電極は、その下層のセル704d50

の空気電極の周囲に圧着されてもよい。いくつかの実施形態では、金属電極 702a および空気電極 704b によって形成される電気接続は、金属電極 704c および空気電極 704d によって形成される電気接続と電気的に連通していてもよい。例えば、金属電極 702c のうちの 1 つが、他方の金属電極 702a に接触してもよい。代替として、隣接するセルの間の電気接続は、相互に接触する金属電極および / または空気電極の任意の組み合わせによって形成することができる。いくつかの実施形態では、覆っているセルおよび下層のセルと隣接するセルの間の電気接続（例えば、702c、704d、702a、704b の間の接続）が、フレーム（例えば、700c、700d）の間に提供されてもよい。

【0162】

10

図 7 は、圧着および折り畳みによって、どのようにして金属電極および空気電極が電気接続を行い得るかという実施例を示す。しかしながら、相互に折り重ねられる、または接触する金属電極と空気電極との間の接点の任意の組み合わせが、本発明の種々の実施形態に従って使用されてもよい。金属電極と空気電極の位置とは、本発明の代替実施形態では、逆転されてもよく、金属電極位置に関する任意の論議は、空気電極位置に適用されてもよく、その逆も同様である。

【0163】

重複する、または別様に適合する圧着フランジは、システム信頼性、簡素性、および融通性のための直列または直列・並列の電気接続を可能にし得る。例えば、そのようなシステムの 1 つの利点は、セルフレームの中のあらゆる横列が、重複する圧着フランジを介して電気的に直列に接続され得るので、より少ないワイヤおよび接続点が必要とされることであり得る。

20

【0164】

図 9A は、電気接続を伴うセルフレームアセンブリの底面図を提供する。1 つ以上のセル 900a、900b、900c、900d が、共通電解質管理システム 902 を有するクアッドを形成してもよい。セルの底部は、金属電極で形成されてもよい。1 つ以上のフレーム構成要素 904a、904b、904c、904d、906a、906b が提供されてもよく、セルを分離する。いくつかの実施形態では、隣接するセルに対して、セル間の電気接続が提供されてもよい。例えば、電気接続は、第 1 のセル 900a と第 2 のセル 900b との間等の、横列内の 2 つ以上のセルの間に提供されてもよい。電気接続は、セル間のフレーム 904a 付近に提供されてもよい。電気接続は、第 1 のセル 900a と第 2 のセル 900c との間等の、縦列内の 2 つ以上のセルの間に提供されてもよい。電気接続は、セル間のフレーム 906a 付近に提供されてもよい。電気接続は、横列または縦列内の隣接するセルの任意の組み合わせに対して提供されてもよい。

30

【0165】

いくつかの実施形態では、電気接続は、隣接するセルの間に提供されない。いくつかの実施形態では、電気接続は、覆っているセルと下層のセルとの間のみに提供されてもよく、スタックを形成する。

【0166】

40

図 9B は、フレームアセンブリおよび 1 つ以上のセントロードの図を示す。フレーム 880 は、1 つ以上の单一セルまたはクアッド、あるいは複数の单一セルまたはクアッドを提供していてもよい。1 つ以上のセントロード 882a、882b は、金属電極 884 および空気電極 886 で形成されてもよい。セントロードは、フレーム内に嵌合するようにならんでもよい。いくつかの実施形態では、フレームの側面部分がセルの壁を形成し、セントロードの金属電極がセルの床を形成するように、フレームは、セントロード上に載っていてもよい。複数の隣接するセントロード、例えば、882a、882b は、相互に電気的に接続されてもよい。例えば、セントロードは、金属電極および空気電極が相互に接触する点 888 を有してもよい。第 1 のセルの接触点は、第 2 のセルの接触点に接触してもよい。いくつかの実施形態では、セントロードは、空気トンネル 890 が金属電極と空気電極との間に提供されるように形成されてもよい。

50

【0167】

フレーム 880 は、フレームに一体的に形成され得る電解質分配アセンブリ 892 を含んでもよい。電解質分配アセンブリは、電解質が下層のセルへ流れることを可能にし得るスロット 894 を含んでもよい。電解質分配アセンブリは、電解質がスロットの中へオーバーフローするときを決定し得るオーバーフローリップ 896 を含んでもよい。いくつかの実施形態では、オーバーフローリップの高さは、セルまたは全体的なバッテリシステムが傾斜しているときに対する公差を提供してもよい。たとえ全体的なバッテリシステムが傾斜していても、オーバーフローリップが十分高ければ、オーバーフローする前に十分な電解質がセル内に保持される。

【0168】

フレームはまた、フレームから突出し得る棚 898 を含んでもよい。金属電極 884 は、棚に接触してもよい。いくつかの実施形態では、流体密封シールが、金属電極と棚との間に形成されてもよい。金属電極と空気電極との間の接点 888 は、フレーム 881 の底部分に接触してもよい。フレームの底部分は、接点の上に載っていてもよい。流体密封シールは、形成されてもされなくてもよい。フレームの底部分 883 は、隣接するセントロードの間に形成される接点の上に載っていてもよい。

【0169】

(F. 積み重ね可能な構成およびモジュール式アセンブリ)

図 5 は、共通フレームのうちの 2 つの間に複数のセントロードを本質的に挟持する 1 つのプラスチックフレーム構成要素を利用する設計を示す。これは、簡略化した設計を有利に提供し得る。例えば、示されるように、フレームが提供されてもよく、複数のセルに跨設されることができる格子パターンを形成する。格子パターンフレームは、相互の上に積み重ねることができる。いくつかの実施形態では、格子パターンフレームは、単一の一体部品で形成されてもよい。代替として、格子パターンフレームは、相互に接続され得る複数の部品で形成されてもよい。複数の部品は、着脱可能であってもなくてもよい。セントロード 512a、512b は、フレーム 514a、514b、514c の間に提供されてもよい。

【0170】

フレーム設計は、水管理システムを含んでもよい。水管理システムは、前述のように、水入口、上昇したオーバーフローポート、および角柱液滴縁を示し得る、図 4 で提供されてもよい。水管理システムは、1 つ以上のセル内に所望の電解質液面を確保するために使用されてもよい。

【0171】

積み重ねられたときに、プラスチックフレーム設計は、水のオーバーフロー、電解質の液滴補充、およびガス排出を可能にする、一連の垂直方向の管またはパイプを形成することができる。図 4 および図 6 に関して以前に論議されたように、電解質管理システムが提供されてもよい。フレームが相互に積み重ねられるとき、電解質管理システムは、セルのスタックに対して提供されてもよい。

【0172】

積み重ね可能なフレームアセンブリ構成は、モジュール式であることによって効率的であり得る。プラスチック特徴は、その下のセルより下側の金属電極および上側の空気電極の噛合形状に一致してもよく、それは、より少ない部品を有するモジュール式構成を可能にし得る。図 1 および図 2 は、金属電極および空気電極接続に一致するように成形され得る、フレームの中に特徴を有するセルのスタックの実施例を提供する。金属電極と空気電極との接続の形状に応じて、フレームは、接続形状に一致するように成形され得る。いくつかの実施形態では、1 つ以上の隆起、溝、チャネル、突出、または穴が、金属電極・空気電極接続の対応する形状の特徴を補完するように、プラスチックフレーム上に提供されてもよい。いくつかの実施形態では、相補的な形状は、フレームが 1 つ以上の方へ水平方向に遷移することを防ぎ得る。任意の特徴が、セルと一体であってもよく、またはセルから分離可能であってもよい。いくつかの実施形態では、フレーム特徴は、射出成形され

10

20

30

40

50

てもよい。

【0173】

(G. モジュール式設置および利用構成)

フレーム設計を拡大または縮小することによって、複数のバッテリ構成を達成することができる。例えば、フレーム設計は、単一セルフレーム、クアッドセルフレーム、または単一フレームの中の複数のクアッドを含むことができる。各グループ化（例えば、単一セル、クアッドセル、複数のクアッド）に対するフレーム設計は、単一の一体部品で形成することができる。代替として、フレーム設計は、複数の部品を含むことができる。

【0174】

いくつかの実施形態では、複数のフレームはまた、相互に隣接して提供されてもよい。
10 例えば、複数の単一セルフレーム、クアッドセルフレーム、またはマルチクアッドフレームが、相互に隣接して提供されてもよい。相互に隣接して提供されるフレームは、コネクタを使用して相互に接続されてもされなくてもよい。いくつかの実施形態では、フレームを相互に対し持するように力が提供されてもよい。

【0175】

フレームは、電力および貯蔵受容に応じて、任意の所望の高さまで積み重ねられてもよい。任意の数のフレームが、相互の上に積み重ねられてもよい。例えば、1個以上、2個以上、3個以上、4個以上、5個以上、6個以上、7個以上、8個以上、9個以上、10個以上、12個以上、15個以上、20個以上、30個以上、60個以上、90個以上、120個以上、または150個以上のフレームが、相互の上に積み重ねられてもよい。いくつかの実施形態では、各フレームは、約1/8"、1/4"、1/2"、3/4"、1"、1.25"、1.5"、2"、2.5"、3"、4"、5"、6"、8"、10"、または12"の高さであってもよい。
20 いくつかの実施形態では、フレームのスタックの全体的高さは、約1インチ以上、3インチ以上、6インチ以上、1フィート以上、2フィート以上、3フィート以上、5フィート以上、10フィート以上、または20フィート以上であってもよい。

【0176】

個々のフレームのスタックは、空気循環を最適化するように種々の方向に方向付けられてもよい。例えば、空気トンネルが、セル内に提供されてもよい。いくつかの実施形態では、空気トンネルは、セルの間に提供されてもよい。例えば、連続空気トンネルが、隣接するセルの間に形成されてもよい。空気トンネルは、セルの縦列および/またはセルの横列に対して提供されてもよい。いくつかの実施形態では、空気トンネルは、相互と平行であってもよい。他の実施形態では、1つ以上の空気トンネルは、相互と垂直であってもよい。いくつかの実施形態では、空気トンネルは、直線で形成されてもよく、または他の実施形態では、空気トンネルは、屈曲または湾曲を有してもよい。いくつかの実施形態では、セルがわずかに傾斜していてもよいときに、空気トンネルは、実質的に水平方向に方向付けられてもよいが、セルの傾斜に適応するようにわずかな昇降を有してもよい。空気は、平行ば空気トンネルについては同じ方向に流れてもよく、または反対方向に流れてもよい。いくつかの実施形態では、空気トンネルは、単一の高さに限定されてもよい。他の実施形態では、空気トンネルがスタックの複数の高さにわたって提供されることを可能にし得る、通路が提供されてもよい。これらの構成の任意の組み合わせが利用されてもよい。
30 40

【0177】

スタックまたは一連のスタックを種々の構成で利用し、種々の筐体に設置することができる。例えば、スタックの高さは異なってもよい。同様に、スタックの高さにつき提供されるセルの数は異なってもよい。いくつかの実施形態では、個々のセルサイズまたは形状が均一であってもよい一方で、他の実施形態では、個々のセルサイズまたは形状は異なってもよい。筐体サイズは、スタックのサイズに応じて異なってもよい。例えば、全体的なエネルギー貯蔵システムは、約数インチ、フィート、数10フィート、または数100フィートの1つ以上の寸法（例えば、高さ、幅、長さ）を有してもよい。各寸法は、同じ桁数以内であってもよく、または様々な桁数以内であってもよい。

【0178】

スタックまたは一連のスタックは、電解質の交換または補充、および該支持システムの包装を介して、燃料セルシステムとして構成することができる。例えば、亜鉛空気燃料セルシステムは、亜鉛金属の添加および酸化亜鉛の除去を含んでもよい。前述のように、亜鉛ペレットが電解質に添加されてもよい。酸化亜鉛または塩化亜鉛が、廃棄物タンクに除去されてもよい。

【0179】

(H. 絶縁貨物コンテナおよびH V A C 機械利用)

図8Aは、本発明の実施形態による、バッテリスタック用の絶縁貨物コンテナおよびH V A C 機械利用の実施例を示す。¹⁰複数のモジュール800a、800b、800cが、筐体802内に提供されてもよい。各モジュールは、最上部トレイ804、セルの1つ以上のスタック(1つ以上の高さ/層の単一セル、クアッドセル、および/または任意の数のセル)806、および底部トレイまたはスキッド808を有してもよい。図8Hも参照されたい。セルの各スタックは、マニホールドを有する場合があり、それにより、電解質を所与のスタックまたはスタックの一部に送るか、または断絶することができる。同様に、あるスタックへの電気接続を分離および断絶することができる。

【0180】

一実施例では、960個のクアッドセルの16個のモジュール800a、800b、800cが提供されてもよい。各々8個のモジュールを有する、2つの横列が提供されてもよい。本発明の種々の実施形態では、1個以上、2個以上、3個以上、4個以上、5個以上、6個以上、7個以上、8個以上、9個以上、10個以上、12個以上、15個以上、20個以上、30個以上、50個以上、または100個以上のモジュールを含むが、それらに限定されない任意の数のモジュールが提供されてもよい。いくつかの実施形態では、モジュールは、1つ以上の横列および/または1つ以上の縦列に配設されてもよい。いくつかの実施形態では、モジュールは、アレイに配設されてもよい。筐体802は、モジュールに適合するように成形されてもよい。いくつかの実施形態では、筐体は、約40、45、50、または52フィートの長さであってもよい。

【0181】

モジュールは、任意の寸法を有してもよい。いくつかの実施形態では、モジュールは、約50インチ×44インチであってもよい。一実施例では、モジュールは、15個以上または以下のクアッドセルの80または120個以上のスタックを備えてもよい。しかしながら、モジュールは、1層以上、2層以上、3層以上、5層以上、10層以上、20層以上、30層以上、40層以上、50層以上、60層以上、70層以上、80層以上、90層以上、100層以上、120層以上、150層以上、または200層以上を含むが、それらに限定されないスタックの中の任意の数の高さ/層で形成されてもよい。各スタック層は、任意の数の単一またはクアッドセルを含んでもよい。例えば、各スタック高さ/層は、高さ/層につき、1個以上、2個以上、3個以上、4個以上、5個以上、6個以上、7個以上、8個以上、9個以上、10個以上、12個以上、14個以上、16個以上、20個以上、25個以上、30個以上、36個以上、40個以上、50個以上、または60個以上の単一セルまたはクアッドセルを含んでもよい。

【0182】

いくつかの実施形態では、モジュールは、最上部トレイ804を含んでもよい。最上部トレイは、電解質を受け入れるように構成されてもよい。いくつかの実施形態では、最上部トレイは、電解質を1つ以上のセルに分配するように構成されてもよい。最上部トレイは、セルの電解質管理システムと流体連通していてもよい。いくつかの実施形態では、最上部トレイは、1つ以上のセルと流体連通していてもよい。最上部トレイは、1つ以上の突出を含んでもよい。1つ以上の突出は、トレイを覆うカバーのための構造支持を提供してもよい。最上部トレイは、1つ以上のチャネルまたは溝を含んでもよい。いくつかの実施形態では、最上部トレイは、下位層への流体連通を提供する1つ以上の穴または通路を含んでもよい。

10

20

30

40

50

【0183】

モジュールはまた、底部トレイまたはスキッド808を含んでもよい。いくつかの実施形態では、底部トレイまたはスキッドは、スタックのオーバーヘッドからオーバーフローし得る、電解質を収集してもよい。底部トレイまたはスキッドは、収集された電解質を含有してもよく、またはそれを他の場所に移送してもよい。

【0184】

モジュール式設計は、最適化された様式で、種々の標準ISO貨物コンテナの中に嵌合するように作成されてもよい。いくつかの実施形態では、筐体は、ISO貨物コンテナであってもよい。筐体は、約20ft(6.1m)、40ft(12.2m)、45ft(13.7m)、48ft(14.6m)、および53ft(16.2m)の長さを有してもよい。ISOコンテナは、約8フィートの幅を有してもよい。いくつかの実施形態では、コンテナは、約9ft6in(2.9m)、または4ft3in(1.3m)、または8ft6in(2.6m)の高さを有してもよい。モジュール式設計はまた、航空貨物コンテナ等の任意の他の種々の標準コンテナに適合するように作成されてもよい。モジュール式設計は、エネルギー貯蔵システムが以前から存在するコンテナまたは構造内に嵌合するための融通性を提供してもよい。

10

【0185】

モジュール式設計は、完全HVAC解決法として絶縁コンテナに取り付けられた既存の冷蔵および空気処理機器を利用してもよい。

【0186】

20

従来の冷却は、冷却通気孔をエンクロージャの外側に適正に配置することによって、達成されてもよい。

【0187】

いくつかの実施形態では、バッテリシステムは、1つ以上のバッテリモジュールと、1つ以上の電解質管理システムと、1つ以上の空気冷却アセンブリとを含んでもよい。いくつかの実施形態では、バッテリモジュールは、最上部トレイと、底部トレイと、1つ以上のセルスタックとを含んでもよい。いくつかの実施形態では、セルのスタックは、1つ以上の層または高さのセルを含んでもよい。いくつかの実施形態では、1つ以上の高さまたは層のセルは、単一のセル、セルのクアッド、複数のセル、またはセルの複数のクアッドを含んでもよい。例えば、層は、セルのm×nアレイまたはクアッドのm×nアレイでできいていてもよく、mおよび/またはnは、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、またはそれ以上を含むが、それらに限定されない、1以上の任意の整数から選択されてもよい。各モジュールは、電解質管理システムの1つ以上の部分を組み込んでもよい。いくつかの実施形態では、各クアッドは、電解質管理システムの1つ以上の部分を共有してもよい。

30

【0188】

いくつかの実施形態では、モジュールは、50kW/300kWhモジュールであってもよい。他の実施形態では、モジュールは、任意の他の電力/エネルギーを有してもよい。例えば、モジュールは、10kW以上、20kW以上、30kW以上、50kW以上、70kW以上、100kW以上、200kW以上、300kW以上、500kW以上、750kW以上、1MW以上、2MW以上、3MW以上、5MW以上、10MW以上、20MW以上、50MW以上、100MW以上、200MW以上、500MW以上、または1000MW以上を提供してもよい。モジュールはまた、50kWh以上、100kWh以上、200kWh以上、250kWh以上、300kWh以上、350kWh以上、400kWh以上、500kWh以上、700kWh以上、1MWh以上、1.5MWh以上、2MWh以上、3MWh以上、5MWh以上、10MWh以上、20MWh以上、50MWh以上、100MWh以上、200MWh以上、500MWh以上、1000MWh以上、2000MWh以上、または5000MWh以上を提供してもよい。

40

【0189】

50

図 8 B は、本発明の実施形態による、バッテリモジュールの底部分を示す。底部分は、1つ以上の層 / 高さ 836 のセルを含み得る1つ以上のスタック 820 を含んでもよい。バッテリモジュールは、セルの層の下にバッテリストック支持材 824 を含んでもよい。スタック支持材は、下部タンク 822 の下においてスタックを支持してもよい。下部タンクは、スタックから流れ得る電解質を含有するように構成されてもよい。スタック支持材は、電解質がスタックの底にある空気電極等のスタックの底に接触することを防止するように構成されてもよい。他の実施形態では、スタック支持材は、電解質がスタックの底に接触することを可能にし得るが、下部タンクの複数部分を覆うように吊るされたスタック支持材を保つための支持を提供してもよい。

【0190】

10

いくつかの実施形態では、熱成形され得る下部電解質貯蔵タンクが、電解質オーバーフローを受容し、バッテリシステム内で電解質を循環させることを支援してもよい。例えば、下部タンクは、電解質を試験タンクに方向付け、次いで、電解質を1つ以上のスタックに分配し得る上部タンクに方向付けてもよい。下部タンクは、パイプ、チャネル、または当技術分野で公知である流体を分配するための任意の他の通路を含み得る1つ以上の流体分配部材 826 に流体的に接続されてもよい。

【0191】

バッテリモジュール内のスタック 820 は、1つ以上の層または高さ 836 を含んでもよい。高さまたは層は、フレーム 830 を含んでもよい。フレームは、射出成形され、または任意の他の方式で形成されてもよい。いくつかの実施形態では、単一の一体的に形成されたフレームが、1つの層またはレベルにつき提供されてもよい。他の実施形態では、複数のフレームまたはフレームの分離可能な部分が、1つの層またはレベルにつき提供されてもよい。いくつかの実施形態では、フレームは、電解質管理システム 832 の一部分を含んでもよい。電解質管理システムは、フレーム内に一体的に形成されてもよい。フレームの層が垂直方向に積み重ねられたときに、電解質管理システムの複数部分は、垂直方向に整列させられ、電解質が層内のセル 834 に分配されることを可能にし得る。

20

【0192】

セル 834 は、フレーム 830 によって包囲され、電極 828 によって支持されるものとして形成されてもよい。好ましい実施形態では、セルの底部分を形成する電極の表面は、金属電極であってもよい。電解質は、セルに流入し、電極によって支持され、フレームによって含有されてもよい。電解質の任意のオーバーフローは、電解質管理システム 832 に流入してもよく、下層のセルに分配されてもよく、または下部タンク 822 まで流れてもよい。

30

【0193】

図 8 C は、バッテリシステムの中の複数のバッテリモジュールを示す。いくつかの実施形態では、バッテリシステムは、床 840 または基礎、あるいは1つ以上の壁 842 または被覆を含み得る筐体を含んでもよい。前述のように、いくつかの実施形態では、筐体は、運送用コンテナ等の標準コンテナであってもよい。

【0194】

40

バッテリシステムは、電解質管理システムを含んでもよい。いくつかの実施形態では、電解質管理システムは、蒸発が起こるときに一貫した電解質混合を確保するために、システム内の電解質の循環、あるいは貯水または給水を支援し得る1つ以上のタンク 844a 、844b を含んでもよい。これらのタンクは、システム内の電解質を濾過することを支援し、または添加剤をシステム内の電解質に提供することを支援してもよい。いくつかの実施形態では、1つ以上のポンプ、弁、あるいは陽圧源または陰圧源等の圧力差が、電解質システム内で使用されてもよく、それにより、電解質循環を支援する。いくつかの実施形態では、タンクは、システムからの入口および / または出口を有してもよい。入口および / または出口は、廃棄物または濾過された物質を除去する添加剤を提供する、ガスまたは過剰な流体を放出する、またはシステムの中へ新たな流体を提供するために使用されてもよい。いくつかの実施形態では、1つ以上の電解質運営部材 846 が、バッテリシステ

50

ム内に提供されてもよい。電解質運営部材は、直接的に、またはマニホールドを介して、タンクからスタックの上部タンクへ流体を輸送することが可能なパイプ、チャネル、または任意の他のアセンブリであってもよい。電解質運営部材は、タンク 844a、844b から 1つ以上のモジュール 850 へ電解質を移送してもよい。いくつかの実施形態では、電解質は、モジュールの上部トレイまたはタンクへ移送されてもよい。いくつかの実施形態では、電解質運営部材は、モジュールからタンク 844a、844b へ電解質を移送するためには使用されてもよい。電解質運営部材は、モジュールの底部トレイまたはタンクからタンク 844a、844b へ電解質を移送するために使用されてもよい。

【0195】

バッテリシステムは、空気流アセンブリを含んでもよい。空気流アセンブリは、空気をバッテリシステム内で循環させてもよい。いくつかの実施形態では、バッテリシステムは、空気をモジュール内を流れさせてよい。いくつかの実施形態では、空気流アセンブリは、空気をセル間の空気トンネルの中で流れさせてよい。いくつかの実施形態では、1つ以上の空気トンネルが、スタックの各層の間に提供されてもよい。いくつかの実施形態では、空気流トンネルは、水平方向に方向付けられてもよい。いくつかの実施形態では、空気流トンネルは、実質的に水平方向に方向付けられてもよく、および／またはわずかな傾斜（例えば、1～5度）を有してもよい。空気流アセンブリは、ファン、ポンプ、陽圧源または陰圧源等の圧力差、あるいは空気を流れさせ得る任意の他のアセンブリを含んでもよい。いくつかの実施形態では、空気流アセンブリは、空気を1つ以上のモジュールのトンネル内を流れさせてよい。いくつかの実施形態では、空気は、異なるモジュールのトンネルの間に流れてもよい。セルは、空気トンネルが隣接するセルおよび／または隣接するモジュールの間で連続的に形成されてもよいように、構成されてもよい。他の実施形態では、トンネルの途切れが、セルの間またはモジュールの間に発生してもよい。

10

20

【0196】

いくつかの実施形態では、バッテリシステムはまた、1つ以上のインバータバンク 848 を含んでもよい。インバータバンクは、DC を AC 電力に変換してもよい。

【0197】

図 8D は、複数のバッテリモジュールを含むバッテリシステムの上面図を示す。前述のように、筐体がバッテリシステムに対して提供されてもよい。筐体は、床 860、および／または壁あるいは天井を含み得る被覆あるいはドア 862 を含んでもよい。1つ以上のタンク 864、またはパイプ等の電解質運営部材 866 が提供されてもよい。電解質運営部材は、タンクを1つ以上のモジュール 870 と流体的に接続してもよい。いくつかの実施形態では、各モジュールは、電解質運営部材を介してタンクに直接流体的に接続されてもよい。いくつかの他の実施形態では、1つ以上のモジュールは、他のモジュールを介してタンクに間接的に接続されてもよい。いくつかの実施形態では、電解質運営部材は、モジュールの最上部において1つ以上のモジュールに接続されてもよい。電解質運営部材は、電解質を1つ以上のモジュールの最上部トレイに提供するように構成されてもよい。

30

【0198】

任意の数のモジュール 870 が、バッテリシステム内に提供されてもよい。例えば、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、またはそれ以上のモジュールが、バッテリシステム内に提供されてもよい。いくつかの実施形態では、バッテリシステムは、1MW、6時間のエネルギー貯蔵コンテナであってもよい。他の実施形態では、バッテリシステムは、100kW、200kW、300kW、500kW、700kW、1MW、2MW、3MW、5MW、7MW、10MW、15MW、20MW、30MW、またはそれ以上のシステムであってもよい。いくつかの実施形態では、バッテリシステムは、1時間、2時間、3時間、4時間、5時間、6時間、7時間、8時間、9時間、10時間、11時間、12時間、13時間、14時間、15時間、またはそれ以上のシステムであってもよい。

40

【0199】

50

いくつかの実施形態では、標準モジュールについては、システムが 500 k ~ 2 MW、2 ~ 12 MWH 等の特徴を有してもよい、およびシステムが低いコストを有することが予測されるといった、特徴のうちの 1 つ以上が該当してもよい。そのような特徴は、一例として提供され、本発明を限定しない。

【0200】

モジュールは、バッテリシステム内に任意の構成を有してもよい。例えば、モジュールの 1 つ以上の横列および / または縦列が提供されてもよい。いくつかの実施形態では、モジュールのアレイが提供されてもよい。例えば、各々 12 個のモジュールの 2 つの横列が提供されてもよい。

【0201】

いくつかの実施形態では、電解質運営部材は、各モジュールを通り越し得る、パイプであってもよい。いくつかの実施形態では、パイプは、モジュールの最上部において各モジュールと流体的に連通してもよい。パイプは、電解質を各モジュールの上部トレイへ移送してもよい。いくつかの実施形態では、パイプは、真っ直ぐなパイプとして、モジュールの第 1 の横列を通り越してもよく、次いで、真っ直ぐなパイプとして、モジュールの第 3 の横列の周囲で屈曲して方向転換し、それを通り越してもよい。代替として、パイプは、任意の他の屈曲またはジグザグ構成を有してもよい。

【0202】

いくつかの実施形態では、バッテリシステムはまた、1 つ以上のインバータバンク 868 を含んでもよい。インバータバンクは、DC を AC 電力に変換してもよい。

【0203】

図 8 E は、空気流アセンブリを含むバッテリシステムの実施例を示す。バッテリアセンブリは、前端および後端を有するコンテナを有してもよい。いくつかの実施形態では、コンテナは、熱的に絶縁され、および / または電気的に絶縁されてもよい。いくつかの実施形態では、コンテナは、前述のもの、または冷凍コンテナ等の標準コンテナであってもよい。いくつかの実施形態では、コンテナは、約 40 フィートの長さであってもよい。

【0204】

1 つ以上のモジュールが、コンテナ内に含有されてもよい。いくつかの実施形態では、最大で 36 個のモジュールが、コンテナ内に提供されてもよい。モジュールは、各横列が 12 個のモジュールを有する、モジュールの 2 つの横列が提供されるように、コンテナの中に配列されてもよい。したがって、バッテリシステムは、深さが 12 個のモジュールおよび幅が 2 個のモジュールである配設を有してもよい。いくつかの実施形態では、1800 個のクアッドセルが、1 つのモジュールにつき提供されてもよい。モジュールは、高さが 120 個のセルであってもよく（例えば、120 の層または高さを有する）、1 つの層または高さにつき 15 個のクアッドセルを有してもよい。いくつかの実施形態では、バッテリシステムは、合計約 50,000 個のクアッドセルを有してもよい。

【0205】

図 8 E は、空気流アセンブリの実施例を提供する。空気流アセンブリが、コンテナ内に提供されてもよい。コンテナの床 A は、t バー、溝、チャネル、突出、隆起、または他の形状を含んでもよい。下部空気流マニホールド B が提供されてもよく、または T フローリングがいくつかの冷凍コンテナで利用されてもよい。いくつかの実施形態では、下部マニホールドの中の空気は、横方向に流れてもよい。いくつかの実施形態では、空気は、空気流アセンブリの中央通路 C に向かって流れてもよい。いくつかの実施形態では、空気は、中央通路の中で上昇してもよい。1 つ以上の空気トンネル D が、1 つ以上のモジュールに対して提供されてもよい。空気トンネルは、水平方向の方向付けを有してもよい。空気トンネルは、セルのセントロードの一部として提供されてもよい。空気は、中央通路から、セルの間で横方向に空気を送る 1 つ以上の空気トンネルの中に流れてもよい。

【0206】

空気トンネル D から、空気は、周辺通路 E へ横方向に流れてもよい。1 つ以上の周辺通路が提供されてもよい。いくつかの実施形態では、2 つの周辺通路 E、F が提供されても

10

20

30

40

50

よい。空気は、周辺通路に沿って上昇してもよい。周辺通路は、モジュールKとコンテナ壁Iとの間に提供されてもよい。いくつかのファンあるいは空気循環または排除システムの実施形態では、上部空気マニホールドHには、上部空気マニホールドケーシングGが提供されてもよい。上部空気マニホールドは、周辺通路から空気を受容してもよい。いくつかの実施形態では、空気が中央通路から上部空気マニホールドの中へ直接上昇することを防止するために、遮断物Jが提供されてもよい。これは、空気のうちのいくらかを空気トンネルに流れさせてもよい。代替実施形態では、いくらかの空気が、中央通路から上部マニホールドの中へ上昇してもよい。いくつかの実施形態では、空気は、上部空気マニホールドに沿って縦方向に流れてもよい。例えば、空気は、利用領域を有するコンテナの側面から、コンテナの他方の端へ流れてもよい。

10

【0207】

図8Fは、空気流アセンブリの付加的な図を提供する。空気流アセンブリは、コンテナ内に提供されてもよい。コンテナの床Aは、tバー、溝、チャネル、突出、隆起、または他の形状を含んでもよい。空気は、床特徴の間で床の上に提供された空間に沿って流れてもよい。下部空気流通路またはトンネルBが提供されてもよい。いくつかの実施形態では、下部通路の中の空気は、横方向に流れてもよい。いくつかの実施形態では、空気は、空気流アセンブリの中央通路Cに向かって流れてもよい。いくつかの実施形態では、空気は、中央通路の中で上昇してもよい。1つ以上の空気トンネルDが、1つ以上のモジュールに対して提供されてもよい。空気トンネルは、水平方向の方向付けを有してもよい。空気トンネルは、セルのセントロードの一部として提供されてもよい。空気は、中央通路から、セルの間で横方向に空気を送る1つ以上の空気トンネルの中へ流れてもよい。

20

【0208】

空気トンネルDから、空気は、周辺通路Eへ横方向に流れてもよい。1つ以上の周辺通路が提供されてもよい。いくつかの実施形態では、2つの周辺通路が提供されてもよい。空気は、周辺通路に沿って上昇してもよい。周辺通路は、モジュールとコンテナ壁Iとの間に提供されてもよい。いくつかの実施形態では、上部空気マニホールドJには、上部空気マニホールドケーシングが提供されてもよい。上部空気マニホールドは、周辺通路から空気を受容してもよい。いくつかの実施形態では、空気が中央通路から上部空気マニホールドの中へ直接上昇することを防止するために、遮断物Hが提供されてもよい。これは、空気のうちのいくらかを空気トンネルに流れさせてもよい。代替実施形態では、いくらかの空気が、中央通路から上部マニホールドの中へ上昇してもよい。いくつかの実施形態では、空気は、上部空気マニホールドに沿って縦方向に流れてもよい。例えば、空気は、利用領域を有するコンテナの側面から、コンテナの他方の端へ流れてもよい。

30

【0209】

上部電解質供給タンクGが、モジュールの一部として提供されてもよい。下部電解質受容タンクFもまた、モジュールの一部として提供されてもよい。いくつかの実施形態では、コンテナIは、表面K上に静置してもよい。

【0210】

いくつかの実施形態では、供給空気は、床および下部マニホールドを通して提供される空気であってもよい。次いで、供給空気は、中央通路を通って上昇し、空気トンネルを通って流れてもよい。帰還空気は、周辺通路を通って上昇し、上部マニホールドを通って流れてもよい。本発明の代替実施形態では、空気は、他の方向に流れてもよい（例えば、上部マニホールドから供給されてもよく、反対方向に空気トンネルを通って流れてもよい）。

40

【0211】

図8Gは、空気流構成の代替実施例を示す。いくつかの実施形態では、空気は、コンテナに沿って縦方向に流れてもよく、横方向に分割される必要がない。空気は、コンテナに沿って縦方向に戻るように循環させられても、させられなくてもよい。

【0212】

いくつかの実施形態では、モジュールは、コンテナの床の上に配置されてもよい。いく

50

つかの実施形態では、コンテナの床は、床バーを有してもよい。いくつかの実施形態では、床は、モジュールより下に空間を提供しながらモジュールを支持し得る1つ以上の溝、チャネル、スロット、突出、または隆起を有してもよい。いくつかの実施形態では、空気は、モジュールの下の空間内を流れてもよい。これは、温度調節に役立ち得る。

【0213】

いくつかの実施形態では、利用領域が、コンテナ内に、およびモジュールに隣接して提供されてもよい。例えば、モジュールは、6×7フィートの利用領域を提供するようにコンテナ内に位置付けられてもよい。いくつかの実施形態では、ユーザが、利用領域にアクセスすることができてもよい。ユーザは、利用領域の中のコンテナに進入することができてもよい。いくつかの実施形態では、利用領域は、コンテナの後端に提供されてもよい。

10

【0214】

いくつかの実施形態では、プレナムがコンテナ内に提供されてもよい。プレナムは、前端においてコンテナの壁から突出してもよい。プレナムは、曲線状であってもよく、約半分上でモジュールと接触してもよい。いくつかの実施形態では、空気供給が、プレナムの一方の部分において提供されてもよく、空気取入れ口が、プレナムの他方の部分において提供されてもよい。例えば、空気供給が、プレナムの裏面において提供されてもよく、空気取入れ口が、プレナムの上部分において提供されてもよく、またはその逆も同様である。いくつかの実施形態では、空気供給は、冷たい処理された空気を含んでもよい。空気供給は、プレナムの供給側に提供されたモジュールを通って、第1の水平方向に流れてもよい。例えば、空気供給がプレナムの裏面上に提供される場合、空気は、モジュールの下半分を通って水平方向に第1の方向に流れてもよい。空気は、モジュールの1つ以上の空気トンネルを通って流れてもよい。

20

【0215】

空気がコンテナの他方の端における利用領域に到達したときに、空気は、モジュールの他方の部分へ進んでもよい。例えば、空気は、モジュールの上半分へ上昇し、プレナムの上部分に向かって戻り、第2の方向に流れてもよい。いくつかの実施形態では、第2の方向は、水平であってもよく、および／または第1の方向の反対側であってもよい。空気は、プレナムの上部分における帰還空気取入れ口に到達してもよい。プレナムは、コンテナの前端において提供されてもよい。代替として、空気は、再び循環させられる必要がなく、コンテナの利用領域側における取入れ口によって受け入れられてもよい。コンテナの利用領域側は、第1の空気供給に戻るよう流れ得る第2の空気供給を提供してもしなくてよい。キャリアユニットもまた、コンテナの前端において提供されてもよい。キャリアユニットは、空気の取入れを受け入れてもよく、それを冷却してもよく、空気の温度を変化させ、および／または維持してもよく、空気をフィルタにかけてもよく、および／または空気の組成を変化させ、あるいは維持してもよい。

30

【0216】

(プラント構成の均衡)

(A. 電解質循環および処理システム)

図4Aで以前に説明され、示されたように、いくつかの構成要素から成る電解質循環および処理システムが提供されてもよい。いくつかの実施形態では、プラント(空気および水／電解質管理システム)の別個の均衡が提供されてもよい。電解質循環および処理システムは、以下のうちの1つ以上を含んでもよい。

40

【0217】

システムに進入する前に供給水を脱イオン化して濾過するデバイス。

【0218】

種々の塩および他の化学物質を導入し、脱イオン水と混合する化学タンク。これは、電解質の少なくとも一部分を形成してもよい。

【0219】

バッテリ電解質を測定し、処理するタンクまたは一連のタンク。

【0220】

50

バッテリシステムの全体を通して電解質を分配するポンプまたは一連のポンプ。

【0221】

電解質の体積、密度、温度、pHレベル、およびシステムの動作の他の尺度を測定および監視する種々のセンサ。

【0222】

バッテリへ、およびバッテリから液体電解質を分配する供給および帰還ライン。

【0223】

液体電解質の流量を制御する、および制御ボックスから電気接続を制御する種々のセンサおよび弁。

【0224】

図8Hは、コンテナ内のバッテリシステムの実施例を提供する。1つ以上のタンク（例えば、処理／貯蔵タンク、電解質タンク）が提供されてもよく、流体コネクタおよび弁を介して1つ以上のモジュールに接続されてもよい。例えば、電解質は、マニホールドを通して提供され、次いで、電解質をシステム内のモジュールのうちの各々に移送する別個の流体コネクタの中に個別に分割されてもよい。例えば、システム内のモジュールの各上部タンクは、マニホールドと流体連通してもよく、そこから流体を受容してもよい。いくつかの実施形態では、1つ以上のユーザインターフェースが提供されてもよい。

10

【0225】

いくつかの実施形態では、気密仕切りが、モジュールとコンテナの他の部分との間に提供されてもよい。例えば、オペレータまたは他のユーザがアクセスし得るサービスまたは利用領域が提供されてもよい。例えば、オペレータまたは他のユーザが進入することができるサービス通路が提供されてもよい。いくつかの実施形態では、サービスまたは利用領域は、タンク、ユーザインターフェース、または電子制御機器を含んでもよい。一実施例では、気密仕切りは、モジュールからサービスまたは利用領域を分離してもよい。

20

【0226】

(B. 空気循環および調節システム)

図8Aは、本発明の実施形態による、絶縁貨物コンテナおよびHVAC機械利用の実施例を示す。エネルギー貯蔵システムは、いくつかの構成要素から成る空気循環および調節システムを含んでもよい。図8Eは、空気循環システムの実施例を提供する。

【0227】

30

一連の空気流プレナムが、セルの間で空気流を均等に制御し、分配するために提供されてもよい。強制空気冷却は、特に良好な内部ヒートシンクおよびプレナム型エンクロージャ設計と併用されたときに、対流よりも効果的であり得る。加熱空気は、通気孔を通して低温空気も引き込み得るファンまたは送風機によって、機器エンクロージャから除去され得る。冷却機器に応じて、エンクロージャを通して少量から大量の空気を移動させることができる。

【0228】

いくつかの実施形態では、1つ以上の温度センサが提供されてもよい。温度センサによって検出される温度に基づいて、ファンまたは送風機は、空気流速を制御するように変化させられ、および／または維持されてもよい。バッテリを通して空気を付勢するファンシステムが提供されてもよい。

40

【0229】

システムは、不要な汚染物質を濾過しながら酸素を導入するように、新鮮空気補給および濾過システムを含んでもよい。いくつかの実施形態では、周囲空気よりも高い酸素含有量を有することが望ましくあり得る。

【0230】

バッテリ筐体の内側の気温を測定および制御するHVACシステムが提供されてもよい。

【0231】

システムはまた、バッテリ筐体内の空気を加湿または除湿する湿度制御システムを含ん

50

でもよい。1つ以上の湿度センサが提供されてもよい。湿度制御システムは、湿度センサからの測定値に基づいて、空気の湿度を変化させ、および／または維持してもよい。

【0232】

いくつかの実施形態では、種々の他のシステムと通信する、一連のセンサが提供されてもよい。

【0233】

(C. 電気的接続性および管理)

バッテリ内の電力流れを促進し、バッテリと電力系統または他の電源との間で電力を分配する電気システムが提供されてもよい。いくつかの実施形態では、電気システムは、バッテリと電力系統または他の電源あるいは電力シンクとの間に電力流れを提供するかどうかを決定してもよい。電気システムは、バッテリと電源または電力シンクとの間の電力流れの方向および／または量を決定してもよい。

10

【0234】

(D. 測定および制御システム)

中央測定システムは、コンピュータ化制御システムにリンクされる種々のセンサから成ってもよい。いくつかの実施形態では、コンピュータ化制御システムは、1つ以上のプロセッサおよびメモリを含んでもよい。コンピュータ化制御システムは、種々のセンサから回収される測定値を収集し得る。コンピュータ化制御システムは、測定値に基づいて1つ以上の計算を行ってもよい。任意のアルゴリズム、計算、または他のステップが、そのようなステップを行うためのコード、論理、命令を含み得る有形コンピュータ可読媒体を使用して実装されてもよい。そのようなコンピュータ可読媒体は、メモリの中に記憶されてもよい。1つ以上のプロセッサが、そのようなメモリにアクセスし、その中のステップを実装してもよい。

20

【0235】

コンピュータ化制御システムは、種々の他の機械システムにリンクされてもよい。いくつかの実施形態では、コンピュータ化制御システムは、1つ以上の機械システムに措置を行うように命令してもよい。例えば、コンピュータ化制御システムは、ポンプに、より大量の電解質を最上部トレイの中に送出するように命令してもよい。コンピュータ化制御システムは、複数のモジュールの間の電解質の分配に影響を及ぼし得る1つ以上の弁に命令してもよい。別の実施例では、コンピュータ化制御システムは、より遅い速度でファンを吹かせてもよい。いくつかの実施形態では、システムは、1つ以上のセンサから受信される測定値に基づいて、1つ以上の命令を発行してもよい。任意の命令が、有線接続を介して、または無線で、コントローラによって提供されてもよい。

30

【0236】

コンピュータ化制御システムは、電話および／または移動体通信ネットワークにリンクされてもよい。いくつかの実施形態では、コンピュータ化制御システムは、コンピュータ等の処理デバイスを含んでもよい。処理デバイス、または任意の特定の種類の処理デバイスの任意の論議は、パーソナルコンピュータ、サーバコンピュータ、あるいはラップトップコンピュータ、PalmベースのデバイスまたはWindows（登録商標）デバイス等の携帯情報端末（PDA）、携帯電話または（GPS等の）位置認識携帯電話等の電話、ネットワーク接続されたローミングデバイス等のローミングデバイス、無線Eメールデバイスまたはコンピュータネットワークと無線通信することができる他のデバイス等の無線デバイス、あるいはネットワーク上で通信し、電子トランザクションを取り扱い得る任意の他の種類のネットワークデバイスを含んでもよいが、それらに限定されない。いくつかの実施形態では、コンピュータ化制御システムは、複数のデバイスを含んでもよい。場合によっては、コンピュータ化制御システムは、クライアント・サーバーアーキテクチャを含んでもよい。いくつかの実施形態では、処理デバイスは、特に、1つ以上のステップまたは計算を行うように、あるいは任意のアルゴリズムを行うようにプログラムされてもよい。コンピュータ化制御システムは、移動体通信ネットワーク、他の電話ネットワーク、ローカルエリアネットワーク（LAN）、または（インターネット等の）広域ネットワー

40

50

クを含むが、それらに限定されない、任意のネットワーク上で通信してもよい。任意の通信が、有線通信および／または無線通信を通して提供されてもよい。

【0237】

いくつかの実施形態では、ユーザがコンピュータ化制御システムと相互作用してもよい。ユーザは、コンピュータ化制御システムの遠隔にいてもよく、ネットワーク上でコンピュータ化制御システムと通信してもよい。代替として、ユーザは、コンピュータ化制御システムのユーザインターフェースにおいて局所的に接続されてもよい。

【0238】

(E. 環境設置および筐体構成)

概して、モジュール式バッテリおよびそのシステムは、サイズ、体積、または規模によって制限されない。一般的な工業用キャビネット、コンテナ、建築物、および他の構造は、バッテリおよびそのシステムを収納するように構成することができる。

10

【0239】

バッテリおよびその支持システムは、移動および静止構成のために構成することができる。例えば、バッテリおよびその支持システムは、例えば、建築物、運送用コンテナ、船、および自動車の中に提供することができる。

【0240】

(燃料セル構成)

本発明のいくつかの実施形態によれば、他の場所において説明されるエネルギー貯蔵システムが、燃料セル構成で利用されてもよい。燃料セル構成では、各セルは、電解質の移送または輸液のための供給入口および排出出口弁によって支援されてもよい。いくつかの実施形態では、それは、重力ベースのフローバッテリの電解質移送システムを利用してよい。例えば、供給入口が、セルよりも上方に提供されてもよく、排出出口が、セルより下方に提供されてもよい。他の実施形態では、(クアッドまたは層等の)一群のセルが、供給入口および排出出口によって支援されてもよい。

20

【0241】

燃料セル構成は、遠隔の便利な移送または輸液ポートを介して、使い果たした電解質を除去し、新たな電解質を追加する機構を提供してもよい。

【0242】

(市場採用および適応シナリオ)

30

本明細書の他の場所で論議される実施形態を含み得るエネルギー貯蔵システムは、グリーン発電機によって有利に使用されてもよい。グリーン発電機の実施例は、風力ファーム、太陽光ファーム、または潮流ファームを含んでもよい。エネルギー貯蔵システムはまた、化石燃料蒸気発電機または原子力発電機等の従来の発電機とともに使用されてもよい。いくつかの実施形態では、エネルギー貯蔵システムは、発電機からのエネルギーを貯蔵してもよい。他の実施形態では、それは、発電機によって產生されるエネルギーを補完または転換することができてもよい。

【0243】

エネルギー貯蔵システムは、配電において使用されてもよい。例えば、それは、地域電力利用、局所電力利用、遠隔貯蔵、および移動貯蔵によって使用されてもよい。

40

【0244】

エネルギー貯蔵システムまた、電力貯蔵、管理、およびバックアップにおける用途を有してもよい。例えば、エネルギー貯蔵は、政府および軍事用途、商業および工業用途、共同体および施設用途、住宅および個人用途(燃料セルまたはバッテリ)に使用されてもよい。いくつかの実施形態では、過剰なエネルギーは、エネルギー貯蔵システムの中に貯蔵され、必要なときに使用されてもよい。エネルギー貯蔵システムは、郊外変電所または都市基盤に位置するためにエネルギーの密度が高くてもよい。

【0245】

輸送用途が、エネルギー貯蔵システムに対して提供されてもよい。例えば、エネルギー貯蔵システムは、機関車およびレールに電力供給するために使用されてもよい。エネルギ

50

—貯蔵システムはまた、（陸または水上の）貨物運送に使用されてもよい。エネルギー貯蔵システムはまた、大量輸送およびバス輸送に使用されてもよい。例えば、エネルギー貯蔵システムは、大量輸送車両における燃料セルまたはバッテリとして提供されてもよい。同様に、エネルギー貯蔵システムは、自動車用途を有してもよく、自走車両用の燃料セルまたはバッテリとして提供されてもよい。おそらく、車両上のエネルギー貯蔵システムは、再充電可能であり得る。

【0246】

（扁平な四角ピラミッドセル設計が充電電解質体積を補う）

再充電可能な亜鉛空気セルでは、電解質体積は、一般的には、一定のままではない。セル放電中、亜鉛金属（比較的高い密度を有する）は、より低い密度の亜鉛種に変換されるにつれて、電解質体積が増加し得る。セル充電中、逆の反応が起こり、電解質体積が減少し得る。電解質体積はまた、水の蒸発により減少し得る。10

【0247】

電解質体積のこれらの変化は、セル性能に悪影響を及ぼす場合がある。電解質体積が低くなりすぎた場合、金属電極と空気電極との間にある伝導電解質が不十分な場合がある。これは、セル抵抗の増加を引き起こす場合があり、それは次に、セル性能に悪影響を及ぼし得る。同様に、電解質体積が過大に増加する場合、過剰な電解質は、空気電極の細孔の中へと付勢され得る。空気電極の細孔に浸透してあふれる電解質は、酸素ガスが細孔の内側で容易に拡散すること（および電気化学的に還元されること）を防止する。加えて、増加した電解質体積は、空気電極に圧力を印加し得、電極の機械的な劣化を引き起こし得る。これは、セル性能を劣化させる。20

【0248】

動作する完全バッテリストックの中のこれらの常に変化する電解質体積を制御することは、電解質体積の変化を自動的に補い得るフィードバック機構を有することによって達成され得る。付加的な電解質がセルによって必要とされるときに（例えば、電解質液面が減少するときのセル充電中に）、電解質は、貯留部から個々のセルの中へゆっくりと滴ることが許容されてもよい。セル放電中に、電解質体積が膨張するにつれて、セル内の過剰な電解質は、オーバーフローポートを介して貯蔵のための貯留部に送達されてもよい。

【0249】

前述の実施形態は、4つの水平方向に位置付けられたセルが交わる接合点に位置する充填ポートおよび退出ポートを組み込む、4セル水平設計を含んでもよい。この中空充填／退出ポートは、必要に応じて、個々のセルの中へ、および個々のセルから外へ、電解質が滴ることを可能にする。いくつかのこれらの4セルアセンブリが相互の上に積み重ねられる際に、4セルアセンブリの充填／退出ポートは、下部4セルアセンブリより正確に上側に位置付けられてもよい。このようにして、いくつかの垂直方向に積み重ねられた4セルアセンブリは、共通貯留部に接続される共通充填／退出ポートを共有してもよい。30

【0250】

別の水平4セル設計が、本発明の別の実施形態に従って提供されてもよい。水平設計は、このアセンブリの中の各セルが、充填／退出ポートに向かって（片側のみにおいて）上向きにわずかに斜面になっている（傾斜している）ように、4セルアセンブリを組み立てるなどを伴ってもよい。これは、ガスがより容易に漏出することを可能にすることによって、ガス発生を物理的に補ってもよい。40

【0251】

図10は、水平アセンブリの中の4つのセル（セル1、セル2、セル3、セル4）についての（見下ろす）上面図を図示する。セルは、共通充填および退出ポート（○によって示される）を共有するように位置付けられてもよい。各個別セルの角は、○に向かって上向きに傾斜している。したがって、○から最も遠い各個別セルの角は、下向きに傾斜していてもよい。

【0252】

この設計を視覚化する別の方法は、四角ピラミッドとして設置される4つの個々のセル50

を想像することとなる（ピラミッドの頂点は、4つのセルが交わる点となる）が、一般的なピラミッドの場合のような鋭い上向きの傾斜面の代わりに、このピラミッドは、傾斜角が水平からわずか1～5度になるまで平らにされた。4セルアセンブリの中の各個別セルの傾斜角は、0.25度以下、0.5度以下、0.75度以下、1度以下、2度以下、3度以下、4度以下、5度以下、6度以下、7度以下、または10度以下を含むが、それらに限定される任意の値を有してもよい。好ましくは、各セルが同じ角度で傾斜していてもよい一方で、他の実施形態では、個々のセルは種々の角度で傾斜していてもよい。この扁平な四角ピラミッド設計は、放電／充電サイクル中の電解質管理およびガス発生に役立つことを目的としている。

【0253】

10

これは、図11Bの側面図に示されている。ここで、スタッカアセンブリの中のセル1150a、1150b、1150cの各々は、充填ポートに向かって水平から上向きにわずかに傾斜していてもよい。いくつかの実施形態では、約1.5度の傾斜が提供されてもよい。上部水タンク1152は、1つ以上の排水管1154を有してもよい。排水管は、制御された量の電解質が、上部水タンクから下側のセルへ流れることを可能にし得る。いくつかの実施形態では、内径3/4"のID排水管が提供されてもよい。

【0254】

設計は、マニホールド1158内に1つ以上のスペーサ1156を含んでもよい。このマニホールドは、上部水タンクと下層のセルとの間に間隙を提供してもよい。いくつかの実施形態では、スペーサは、上部水タンクと個々のセルとの間の間隙を持続させることに役立ち得る。いくつかの実施形態では、スペーサは、セルと上部水タンクとの間に支持を提供してもよい。

20

【0255】

1つ以上の流量制御特徴1166が、上部水タンクから下層のセルへ提供されている電解質の流速を制御し得る。いくつかの実施形態では、流量制御特徴が、突出してもよく、または垂直方向に整列させられてもよい。流量制御特徴は、電解質を小さい滴に分解してもよい。いくつかの実施形態では、流量制御特徴は、電気接続が上部水タンクの中の電解質といずれか1つの個々の下層のセルの中の電解質との間に形成されることを防いでもよい。流量制御特徴からの滴は、下層のセルによって捕捉されてもよい。いくつかの実施形態では、下層のセルは、オーバーフロー部分を有するポートを有してもよい。流量制御特徴は、オーバーフロー部分を覆うように垂直方向に整列させられてもよい。垂直方向に整列させられたセルのポートもまた、垂直方向に整列させられてもよい。いくつかの実施形態では、滴は、セルの電解質プール1160に流入してもよい。上部セルからの電解質は、下層のセルへ流れてもよい。いくつかの実施形態では、各セルは、下層のセルに提供されている電解質の速度も制御し得るセル流量制御特徴1164を有してもよい。セル流量制御特徴は、電解質を滴に分解し、電気接続がセルの中の電解質と下層のセルの中の電解質との間で形成されることを防止してもよい。いくつかの実施形態では、流量制御特徴は、上側および／または下側のセルの流量制御特徴と実質的に垂直である一直線上にあってもよい。代替として、それらは、交互または他の配設を有してもよい。1つ以上の空気路1162が、セルの間に提供されてもよい。

30

【0256】

40

以前に論議されたように、個々のセルが傾斜していることにより、電解質を受容するセルの部分は上向きに傾斜して得る。電解質は、電解質を受容するセルの部分から、セルの他方の端へ流れてもよい。

【0257】

わずかに傾斜したセルの方向付けは、セルがスタッカに組み立てられると、いくつかの明確な利点を有する。第1の利点は、一定の再現可能なセル抵抗が、金属電極と空気電極との間で依然として維持されることである。これは、厳格な制御下で電解質抵抗を保つことに役立つ。

【0258】

50

第2の利点は、ガス気泡形成を管理することを含む。セル充電サイクル中に、水が還元されている際に、酸素ガス気泡が必然的に生成される。この傾斜電極設計は、これらの生成されたガス気泡が、電極の上部分に向かって容易に移動することを可能にし得、次いで、電極の角付近で安全に放出され得る。ガス気泡を片側に容易に移動させることは、電解質の中に閉じ込められたガス気泡に起因する増加した電解質抵抗という潜在的問題を排除する。傾斜設計は、ガス漏出を可能にし、フローバッテリ構成の中のスラリー流を促進するように、わずかに角度を成してもよい。

【0259】

第3の利点は、充電サイクル中に（電解質が貯留部から各個別セルに添加されるときに）、傾斜セル設計が、添加した電解質が各個々のセルに容易に進入し、それを充填することを可能にすることである。10

【0260】

各セルの傾斜角は、大きくある必要がない。個々のセルの傾斜角が過度に急勾配に作られた場合、添加した電解質がセルの底に向かって流れ、空気電極の下部分から溢れることは明らかである。

【0261】

好みしい傾斜角は、水平からわずか1～5度の範囲内に入り得る。傾斜角が十分に低くあることにより、電解質が各セルの底の中に実質的に集まらないが、生成されるガス気泡が迂回させられ、アセンブリの最上開口部に向かって上昇し、容易に退出することができる。20

【0262】

図11Aは、本発明の実施形態によれば、エネルギー貯蔵システムの上面図の実施例を示す。いくつかの実施形態では、エネルギー貯蔵システムは、貫流セルのように機能してもよい。代替として、それは、貫流セルとして機能する必要がない。上部水タンクは、床1100を有してもよい。排水管1102が提供されてもよく、電解質が下側の1つ以上のセルに流れることを可能にする。いくつかの実施形態では、1つ以上の流量制御特徴1104が、下層のセルに移動する電解質の流速を制御するように提供されてもよい。いくつかの実施形態では、流量制御特徴は、電解質を滴に分解してもよい。いくつかの実施形態では、流量制御特徴は、各下層のセルに対して提供されてもよい。例えば、4つの水平方向に方向付けられたセル（クアッドを形成する）が共通の電解質管理システムを共有している場合、4つの流量制御特徴が提供され得る。各流量制御特徴は、その対応するセルを覆うように突出し得る。直接下側の層の中の下層のセルの数に対応してもしなくてもよい任意の数の流量制御特徴が提供されてもよい。例えば、1個、2個、3個、4個、5個、6個、7個、8個、9個、10個、またはそれ以上の流量制御特徴が提供されてもよい。30

【0263】

クアッドセルはまた、セルに向かって下向きに傾斜し得る中央部分を有してもよい。中央部分に落下し得る任意の電解質は、下向きに下層のセルへ流れ得る。いくつかの実施形態では、中央部分は、射出成形されてもよい。

【0264】

当技術分野で公知である、1つ以上の特徴、特性、構成要素、材料、またはステップは、本発明内に組み込まれてもよく、その逆も同様である。例えば、それらの全体で参照することにより本明細書に組み込まれる米国特許第4,168,349号、米国特許第4,463,067号、米国特許第5,126,218号、米国特許第7,582,385号、米国特許第7,314,685号、米国特許第5,716,726号、米国特許第4,842,963号、米国特許第4,038,458号、米国特許第5,242,763号、米国特許第5,306,579号、米国特許第6,235,418号、米国特許出願公開第2006/0141340号、米国特許出願公開第2008/0096061号、国際公開第WO2007/144357号を参照されたい。40

【0265】

10

20

30

40

50

(実施例)

一実施例では、試験セルが提供されてもよい。図13は、本発明の実施形態による、試験時間にわたるセル電圧の実施例を示す。システムが稼働することを実証するため35000秒の試験時間が提供された。

【0266】

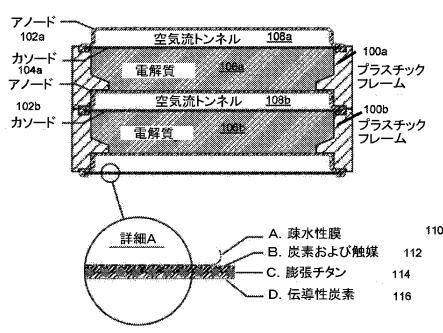
初期の試験セルを用いて、安定した電圧範囲が生じた。セルの初期バージョンには物理的劣化がなかった。例えば、図13に示されるように、電圧は、350000秒にわたって比較的安定したままであった。大部分で、電圧は、0.9から2.1ボルトの間で繰り返した。

【0267】

前述の内容から、特定の実装が図示および説明されているが、種々の修正をそれに行うことができ、本明細書で検討されることを理解されたい。また、本発明が本明細書内で提供される具体的な実施例によって限定されることは意図されない。本発明は、前述の明細書を参照して説明されているが、本明細書の好ましい実施形態の説明および図示は、限定的な意味で解釈されるように意図されていない。さらに、本発明の全ての側面は、種々の条件および変数に依存する、本明細書で説明される具体的な描写、構成、または相対的割合に限定されないことを理解されたい。本発明の実施形態の形態および詳細の種々の修正が、当業者に明白となるであろう。したがって、本発明はまた、任意のそのような修正、変化例、および同等物も対象とするものであることが検討される。

10

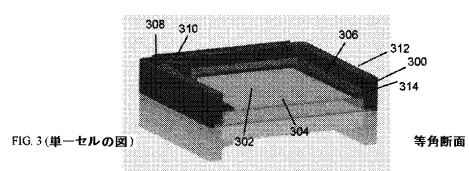
【図1】



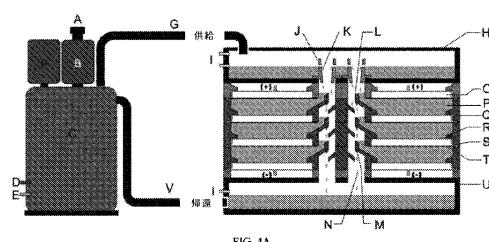
【図2】



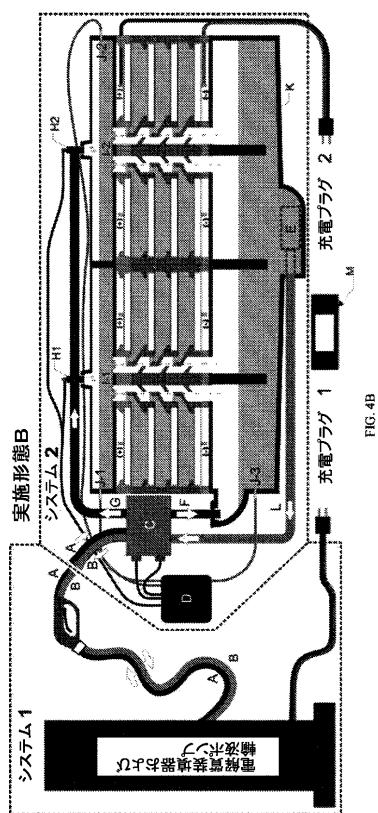
【図3】



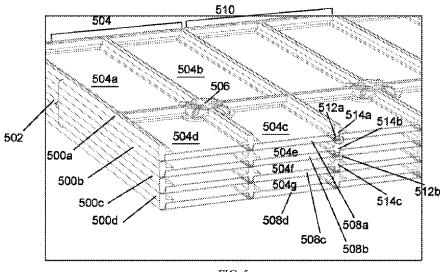
【図4A】



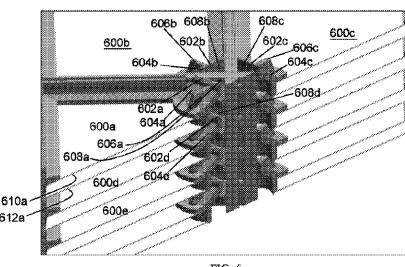
【図4B】



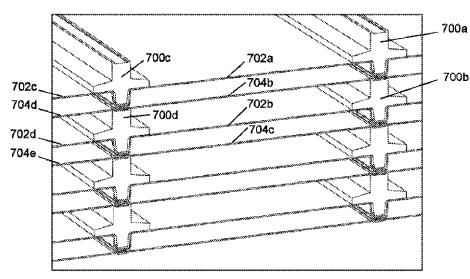
【図5】



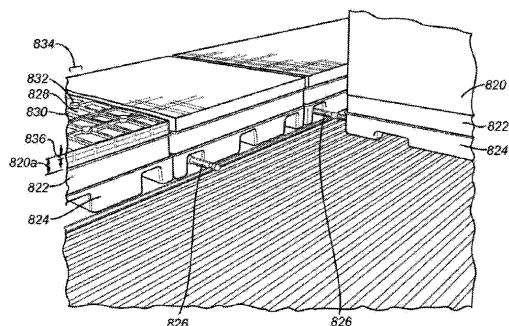
【図6】



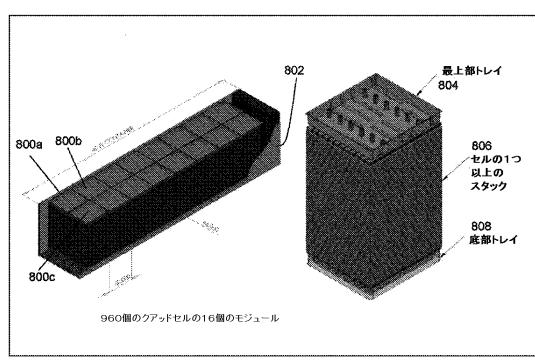
【図7】



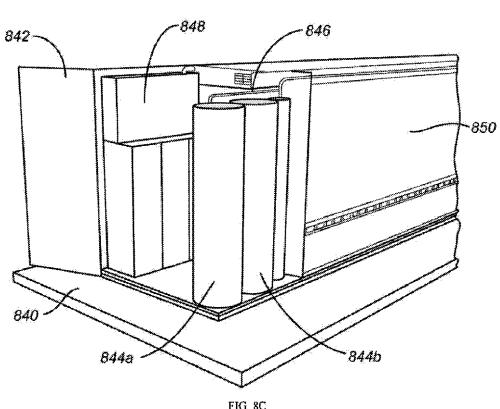
【図8B】



【図8A】



【図8C】



【図 8 D】

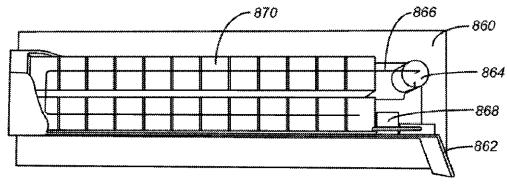


FIG. 8D

【図 8 E】

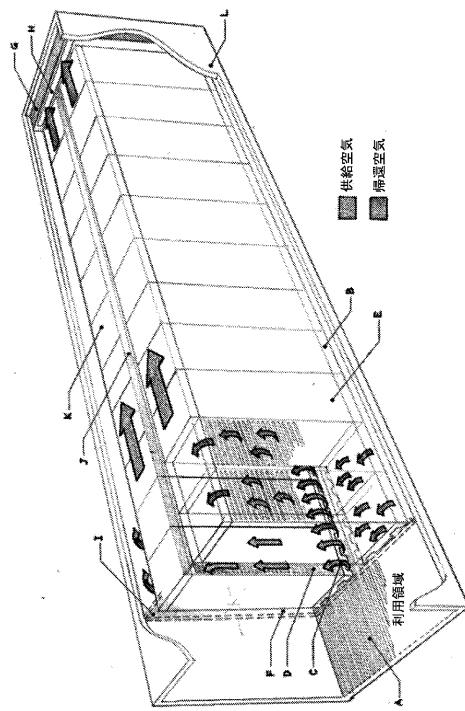


FIG. 8E

【図 8 F】

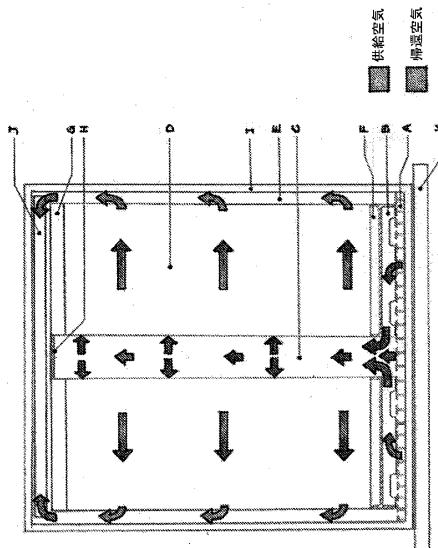


FIG. 8F

【図 8 G】

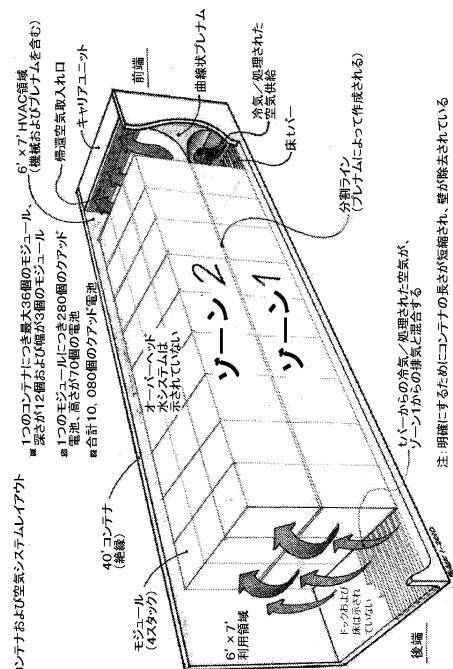


FIG. 8G

【図 8 H】

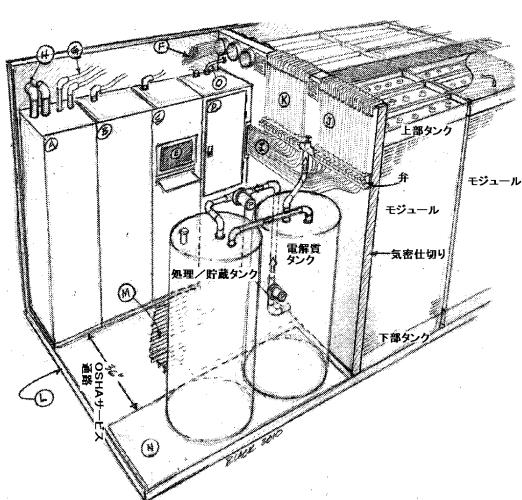


FIG. 8H

【図 9 A】

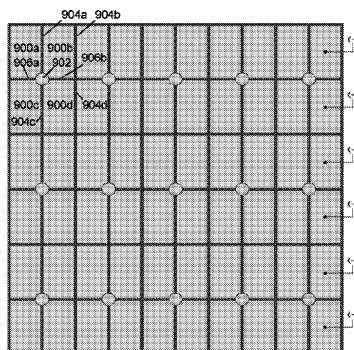


FIG. 9A

【図9B】

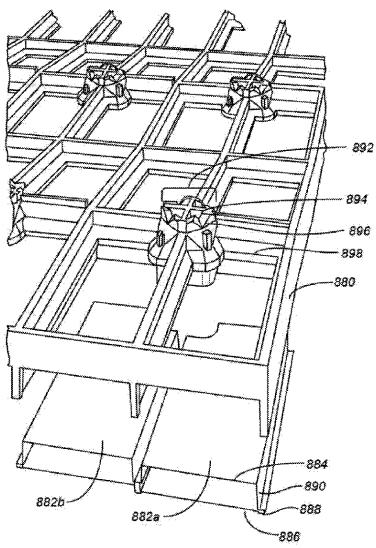


FIG. 9B

【図10】

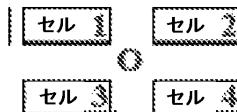


FIG. 10

【図 11A】

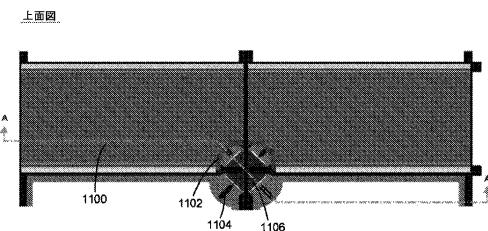
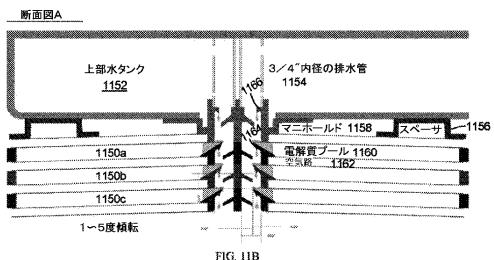
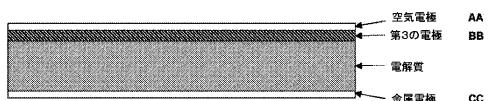


FIG. 11A

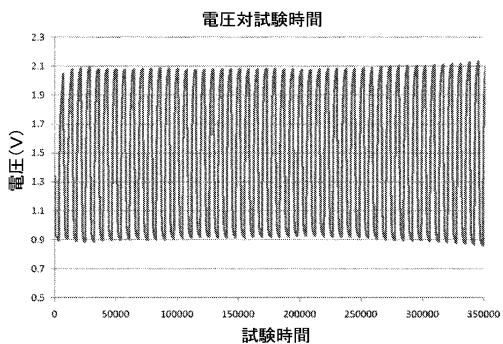
【図11B】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.CI.

F I

H 0 1 M 4/90

X

(74)代理人 100181641

弁理士 石川 大輔

(72)発明者 アメンドラ, スティーブン

アメリカ合衆国 ペンシルベニア 18040, イーストン, スタンプ ロード 1540

(72)発明者 ジョンソン, ロイス

アメリカ合衆国 ニュージャージー 08817, エジソン, ステート ルート 27 15
94

(72)発明者 バインダー,マイケル

アメリカ合衆国 ニューヨーク 11219, ブルックリン, 49 ストリート 1455

(72)発明者 クンツ, マイケル

アメリカ合衆国 ペンシルベニア 18353, セーラーズバーグ, ルート 715 670

(72)発明者 ブラック, フィリップ ジェイ.

アメリカ合衆国 ペンシルベニア 17233, マッコネルズバーグ, ウッドランド ドライ
ブ 328

(72)発明者 オスター, マイケル

アメリカ合衆国 ニュージャージー 07701, レッド バンク, ナベシンク リバー ロ
ード 719

(72)発明者 シャープ - ゴールドマン, ステファニー

アメリカ合衆国 ニュージャージー 08816, イースト ブランズウィック, ウィンター
ベリー コート 8

(72)発明者 シューケ, テシア

アメリカ合衆国 ペンシルベニア 18018, ベツレヘム, シャファー ストリート 21
0

(72)発明者 ジョンソン, リーガン

アメリカ合衆国 ペンシルベニア 17320, フェアフィールド, フェアフィールド ステ
ーション レーン 28

審査官 辻 弘輔

(56)参考文献 実公昭55-047003(JP, Y2)

特表2002-532861(JP, A)

特表2010-517210(JP, A)

米国特許第05716726(US, A)

特開2009-140898(JP, A)

特表平10-509554(JP, A)

特開昭51-096038(JP, A)

実公昭53-103130(JP, Y1)

(58)調査した分野(Int.CI., DB名)

H 0 1 M 1 2 / 0 6

H 0 1 M 1 2 / 0 8

H 0 1 M 2 / 1 0

H 0 1 M 2 / 3 6

H 0 1 M 4 / 9 0