

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-520484

(P2015-520484A)

(43) 公表日 平成27年7月16日 (2015.7.16)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/18 (2006.01)	HO 1 M 8/18	5 H O 2 6
HO 1 M 8/24 (2006.01)	HO 1 M 8/24	5 H 1 2 7
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M 8/04	N
	HO 1 M 8/04	L
	HO 1 M 8/24	L
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)		

(21) 出願番号 特願2015-511673 (P2015-511673)
 (86) (22) 出願日 平成25年5月8日 (2013.5.8)
 (85) 翻訳文提出日 平成26年12月16日 (2014.12.16)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/040214
 (87) 国際公開番号 W02013/169950
 (87) 国際公開日 平成25年11月14日 (2013.11.14)
 (31) 優先権主張番号 61/645,495
 (32) 優先日 平成24年5月10日 (2012.5.10)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 13/842,446
 (32) 優先日 平成25年3月15日 (2013.3.15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 514284936
 イマジー パワー システムズ, インコー
 ポレーテッド
 アメリカ合衆国 94539 カリフォル
 ニア州, フリーモント, ワーム スプリ
 ングス ブールバード 48611
 (74) 代理人 100091096
 弁理士 平木 祐輔
 (74) 代理人 100105463
 弁理士 関谷 三男
 (74) 代理人 100129861
 弁理士 石川 滝治
 (74) 代理人 100182176
 弁理士 武村 直樹

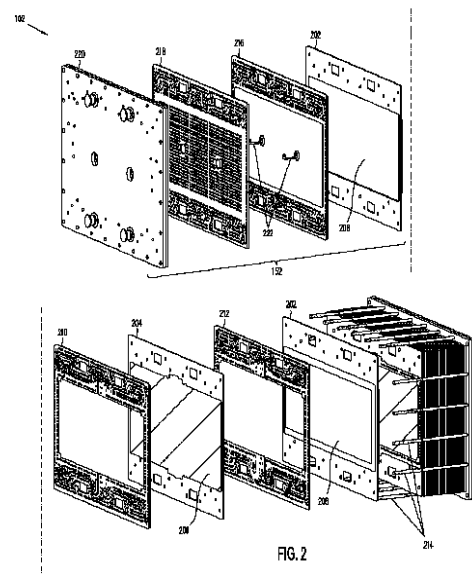
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バナジウムフロー電池

(57) 【要約】

バナジウムの化学作用を利用するフロー電池システムが提供される。フロー電池システムは、スタック、電解液の熱交換器、及び状態機械を実行する制御器を含む。端板構造を有するフロー電池システム用のスタックは、導電板、及び流体マニホールドを含むガasketフレームを備える。電解液の熱交換器は、流れ領域媒体、及び流れ領域媒体を隔てる熱伝達シートを含み、流れ電解液の熱交換器を通して電解液及び熱交換流体を流すことができる。本発明による制御器は、初期化状態;充電状態;放電状態;フロート状態;休止状態;及び機能停止状態を含むことができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

端板構造を有するフロー電池システム用のスタックであって、前記端板構造が、
集電板、
前記集電板と接触し、流体マニホールドを含むガスケットフレーム、
前記ガスケットフレーム内のフェルト、
挿入部を受けるポケットを有する端板であって、該端板と前記ガスケットフレームの間に前記集電板が位置決めされる端板、及び
前記ガスケットフレームと前記フェルトの間の電解液の流れのためのトンネル構造を形成する、前記端板を伴う挿入部、を有している、スタック。

10

【請求項 2】

流れ領域媒体及び該流れ領域媒体を隔てる熱伝達シートを備える電解液の熱交換器を有するフロー電池システムであって、
前記電解液の熱交換器を通して電解液及び熱交換流体を流すことができる、フロー電池システム。

【請求項 3】

初期化状態、
ESPドングル初期化状態、
充電状態、
放電状態、
フロート状態、
休止状態、及び
機能停止状態、を含むコードを実行する制御器を有するフローシステムであって、
前記状態間で移行が行われるようになっている、フローシステム。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、フロー電池システムに関し、特にバナジウムに基づく化学作用を用いたフロー電池システムに関するものである。

【背景技術】

30

【0002】

新しく革新的な電力貯蔵システムに対する要求が高まっている。レドックスフロー電池バッテリー(redox flow cell battery)は、そうしたエネルギー貯蔵のための魅力的な手段になっている。ある特定の用途において、レドックスフロー電池バッテリーは、一つ以上のレドックスフロー電池を含むことができる。レドックスフロー電池のそれぞれは、別個の半電池のコンパートメント内に配設された陽極及び陰極を含むことができる。二つの半電池は、多孔性膜又はイオン選択膜によって隔てることができ、レドックス反応の間、その膜を通してイオンを移動させる。レドックス反応が行われるとき、しばしば外部のポンプシステムを用いて、電解液(陽極液及び陰極液)が半電池を通して流される。こうして、レドックスフロー電池バッテリー内の膜は、水性の電解液環境で動作する。

40

【0003】

安定したエネルギー供給を可能にするために、レドックスフロー電池バッテリーシステムの構成要素の多くが正確に機能していることが重要である。レドックスフロー電池バッテリーの性能は、例えば電荷の状態、温度、電解液のレベル、電解液の濃度などのパラメータ、並びに漏出、ポンプの問題及び給電用の電子機器に対する電源の故障などの障害条件に基づいて変化する可能性がある。

【0004】

これまでしばらくの間、バナジウムに基づくフロー電池システムが提案されてきた。しかしながら、経済的に実現可能なバナジウムに基づくシステムの開発には多くの課題があった。こうした課題には、例えばバナジウム電解液の高い費用、適切な膜の高い費用、希

50

釈電解液の低いエネルギー密度、熱の取扱い、バナジウムにおける不純物のレベル、安定しない性能、スタックの漏出、汚損などの膜の性能、層間剥離及び酸化などの電極の性能、リバランスセル技術、並びにシステムの監視及び動作が含まれる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって、より優れたレドックスフロー電池バッテリーシステムが求められている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

いくつかの実施形態によれば、フローシステムは、フロースタック、冷却熱交換器、及び状態機械を実行する制御器を含む。いくつかの実施形態による端板構造を有するフロー電池システム用のスタックは、導電板；挿入部を受けるポケットを有する絶縁端板；電極を備えるフレーム；フェルト；及びフェルトの上に形成されたガスケットを含み、そのフェルトを横断する流体の流れの中にトンネルが形成される。本発明のいくつかの実施形態による電解液の熱交換器は、流れ領域媒体；及びその流れ領域媒体を隔てる熱伝達シートを含み、電解液の熱交換器を通して電解液及び熱交換流体を流すことができる。本発明による制御器は、初期化状態；充電状態；放電状態；フロート状態；休止状態；及び機能停止状態を含むことができ、その状態間で移行が行われる。

【0007】

以下では、これらの実施形態及び他の実施形態を、以下の図面に関連してさらに詳しく記載する。

【0008】

以下の詳細な説明を読むことによって、図面をより適切に理解することができる。なお、図面は、一定の縮尺ではない。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1A】本発明のいくつかの実施形態によるフロー電池システムを示す図である。

【図1B】図1Aに示すフロー電池システムに関する化学作用を示す図である。

【図2】本発明のいくつかの実施形態によるスタックの一例を示す図である。

【図3】図2に示すスタック内のガスケットの一部の拡大図である。

【図4】本発明のいくつかの実施形態による端板の一実施形態を示す図である。

【図5】本発明のいくつかの実施形態による端板の断面図である。

【図6】本発明のいくつかの実施形態による端板をさらに示す図である。

【図7A】本発明のいくつかの実施形態による端板をさらに示す図である。

【図7B】本発明のいくつかの実施形態による端板をさらに示す図である。

【図8A】本発明のいくつかの実施形態による端板をさらに示す図である。

【図8B】本発明のいくつかの実施形態による端板をさらに示す図である。

【図9A】図1Aに示す電解液の熱交換器のいくつかの実施形態を示す図である。

【図9B】図1Aに示す電解液の熱交換器のいくつかの実施形態を示す図である。

【図10】図1Aに示すフロー電池システムを制御するために利用される状態機械を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本願は、参照によってその内容全体をすべて本明細書に組み込む、2012年5月10日に出願された米国仮特許出願第61/645,495号及び2013年3月15日に出願された米国非仮特許出願第13/842,446号の優先権を主張するものである。

【0011】

バナジウムに基づく化学作用を利用するバナジウムフロー電池システムを開示する。諸グループが、 H_2SO_4 中のバナジウム/バナジウム電解液について研究してきた。その試みでは、 $\text{V}_2\text{O}_5 + \text{V}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ によって VOSO_4 が得られる。 $\text{V}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{SO}_4$ の電気化学的還元によっても

、 VOSO_4 を得ることができる。しかしながら、電解液の調製は、困難で非実用的であることが分かった。他のグループは、 VOSO_4 を HCl に溶解することによって、 H_2SO_4 と HCl の混合物を試してきた。しかしながら、やはり電解液は、硫酸塩を含まない配合物を調製するには高価で非実用的であることが分かった。

【0012】

図1Aは、本発明のいくつかの実施形態によるフロー電池システム100を概念的に示している。図1Aに示すように、フロー電池システム100は、スタック102を含む。スタック102は、個々のフロー電池146を積み重ねた配置であり、各フロー電池146は、膜148によって隔てられた二つの半電池を含む。膜148は、例えば参照によってその全体を本明細書に組み込む、米国特許第7,927,731号に記載されるイオン透過膜とすることができる。さらに、電池146の半電池はそれぞれ、電極150を含む。端部の電池は、端部電極152及び154を含む。スタック102に出入りする電荷を制御するために、端部電極152及び154に制御器142が連結される。制御器142は、システム100が放電しているときに、スタック102から端子156及び158へ電荷を供給し、充電しているときには、端子156及び158から電荷を受けてスタック102へ供給する。端子156及び158は、システム100が放電しているときには、負荷に対する供給電流に連結され、システム100の充電のために、電流源(例えば、風力発電機、太陽電池、ディーゼル発電機、電力網、又は他の電力源)に連結される。

【0013】

図1Aに示すように、電解液溶液は、電池146の半電池のそれぞれを通して流される。陰極液は半電池の一方を通して流され、陽極液は半電池の他方を通して流される。システム100に使用するために他の化学作用も提案されているが、いくつかの実施形態では、バナジウムに基づく化学作用を利用して電荷を保持し、スタック102から電荷を供給する。バナジウムの化学作用は、電池146の負の半電池では、 $\text{V}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{V}^{2+}$ の反応を含み、電池146の正の半電池では、 $\text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{VO}_2^+ + 2\text{H}^+ + \text{e}^-$ ($\text{V}^{4+} \rightarrow \text{V}^{5+} + \text{e}^-$)の反応を含む。その場合、バナジウムの化学作用を利用するスタック102内の各電池の理論的な開回路電圧は、1.25Vである(一方の半電池から-0.25V、他方の半電池108から1.00V)。イオン H^+ 及び Cl^- は、反応中に膜148を通り抜けることができる。システム100に利用可能なバナジウム電解液については、参照によってその全体を本明細書に組み込む、米国特許出願第13/651,230号にさらに記載されている。

【0014】

図1Aに示すように、電解液は、タンク104及び106に蓄えられる。タンク104は、管108及び110を通してスタック102に流体連結される。タンク104に蓄えられた電解液は、ポンプ116によってスタック102を通して送ることができる。同様に、タンク106は、管112及び114を通してスタック102に流体連結される。タンク106からの電解液は、ポンプ118によってスタック102を通して送ることができる。

【0015】

図1Aに示すように、システム100は、キャビネット160の内部に収容される。システム100の動作中、システム100によって、特にスタック102において、かなりの量の熱が生成される可能性がある。いくつかの実施形態では、冷却ファン138を設けることができる。いくつかの実施形態による温度制御システムは、参照によってその全体を本明細書に組み込む、米国特許第7,919,204号に記載されている。

【0016】

図1Aにさらに示すように、システム100は、スタック102からそれぞれタンク104及び106の中に戻る電解液を冷却する、電解液冷却システム120及び128を含むことができる。図示するように、管108を流れるスタック102からの電解液は、電解液の熱交換器122を流れることができる。同様に、管112を流れるスタック102からの電解液は、電解液の熱交換器130を流れることができる。交換器122及び130のそれぞれは、冷却液を利用して電解液を冷却することができ、その冷却液は、それぞれ電解液の交換器122及び130を通して流され、それ自体は熱交換器126及び136によって冷却される。ポンプ124及び134はそれぞれ、冷却液を、それぞれ熱交換器126及び136、並びにそれぞれ熱交換器

126及び136を通して循環させることができる。

【0017】

図1Aにさらに示すように、制御システム142が、システム100の様々な状況を制御する。制御システム142は、スタック102、並びに電解液ポンプ116及び118の動作を制御して、システム100の充電及び放電を行う。制御システム142は、冷却ファン138、並びに冷却液ポンプ124及び134を制御して、システム100の冷却を制御することもできる。制御システム142は、システム100の動作に関するデータを提供する様々なセンサ140から信号を受け取ることができる。制御システム142は、例えば、米国特許出願第12/577,147号に記載されるような流体レベルセンサ；米国特許出願第12/790,794号に記載されるような水素塩素レベル検知器；又は米国特許出願第12/790,749号に記載されるような光学的な漏れ検知器を含むことができ、その特許出願のそれぞれは、参照によってその全体を本明細書に組み込む。

10

【0018】

これまでに論じたように、HCL電解液中のバナジウムは、米国特許出願第13/651,230号にさらに記載されるように、システム100に利用することができる。スタック102内の電気化学電池146では、以下の反応が起こり得る、すなわち、正の半電池(陰極液)では、



負の半電池(陽極液)では、



電池146全体では、



である。これらの反応を、図1Bの反応図172に図式的に示す。図1Aに示す電池は、前述のものより様々な反応及び様々な電解液の化学作用を利用することができる。これまでの説明は、単に例示のためのものである。

20

【0019】

図2は、例えば米国特許出願第12/577,134号及び米国特許出願第13/350,424号に記載されるようなスタック102の実施形態を示しており、その特許出願のそれぞれは、参照によってその全体を本明細書に組み込む。図2に示すように、スタック102は本質的に、電極要素202、膜要素204、並びにガスケット210及び212から構成される。図2に示すように、電極要素202は、電極材料208を取り付けるフレームを含む。膜要素204は、膜206を取り付けるフレームを含む。ガスケット210及び212は、膜206と電極208の間に電解液の流体の流れを生成する。図示するように、ガスケット210及び212は、同様に構成することができるが、180度回転させる。二つの電解液を要素間の適切な流れ領域に別々に方向付けることができるように、通路が形成される。

30

【0020】

図2は、末端部152をさらに示している。末端部152は、この構成では電荷収集器とされ得る電極208を含む。電極208と端板220の間に、構成要素216及び218が挟まれる。構成要素216及び218は、絶縁シールとすることができる。端板220は、アルミニウムの端板とすることができる。電極が電極208と接触し、端板220から延びることができる。スタック102は、ボルト214によって一緒に保持されて張力をかけられる。

40

【0021】

図3は、末端部152における、電流収集器である電極208との境界でのガスケット210の実施形態を示している。拡大図300によって示すように、流体の流れの境界は、ガスケット210のプラスチックのスリーブ306を通してポート302とグラファイトの電流収集器208との間で電解流体を運ぶチャネル304を含む。電解液が、徐々にグラファイトの電流収集器208とプラスチックのスリーブ306との間の境界に染み込む傾向にあり、最終的には、電解液が電流収集器の末端部152を通して漏出する。

【0022】

図4は、本発明のいくつかの実施形態による、末端部152のガスケット210と電流収集器208の間の境界を示している。図4に示すように、トンネル410が設けられる。入口412及び

50

出口414を含むトンネル410は、グラファイトの電流収集器208とスリーブ306の間の境界が電解液に曝されず、したがって、電解液の漏出の可能性を排除するように、流路にバイパスをもたらす。図4に示すように、トンネル410は入口412及び出口414を含み、入口は、ガスケット210内のチャネル304から流体を受け取り、出口は、スリーブ306を通してグラファイトの電流収集器208に流体を供給する。

【0023】

図5は、スタック102の端部の断面を示している。図5は、膜要素204、ガスケット210、電極要素202及び最終的な末端部152を含む。図5に示すように、頂部から底部に向かって、第1の層はフレーム204及び膜206を有する膜の層である。次にガスケット210が存在し、このガスケット210は、流れを維持するフェルト502を囲む。下方へ向かって次の層は、電流収集器の電極208を有する別のフレーム202であり、電極208は、例えば、サントプレーン(Santoprene)で形成可能なフレームによって囲まれたチタン504で形成することができる。マニホルドからの流れが、絶縁性の端板218を通り、グラファイト208のバイポーラ板とフレーム202のポリプロピレンのスリーブとの間の境界縁部を迂回するトンネル410を経由して、フェルト502に入る。絶縁性の端板218は、例えばPVC板とすることができる。次の層は、サントプレーンで形成可能な端部ガスケット216であり、電流収集器を下層から隔てる。次の層は、絶縁性の端板218である。次いで、アルミニウムで形成可能な圧力板220が、スタックの端部を完成させる。図5に示すように、トンネル410は、端板218の中に、フレーム204及びガスケット210を通る通路によって形成される。グラファイトとプラスチックのフレームの層の間の継ぎ目に対する垂直力が、その継ぎ目を密閉された状態に保つ。図5に示すように、流れのバイパス(トンネル)410は、端板218内のポケット及びPVCで形成可能なブリッジ支持体を有することによって作られる。いくつかの実施形態では、この構造が、接着剤を必要とせずに電流収集器を電解液から密閉する。図6は、マニホルド302からトンネル410に向かい、入口412及びトンネル410からの出口414を通る流れを示している。

【0024】

終端子156にトンネル410を加えることによって、追加の端板を利用せずに、複雑に入り組んだチャネルが改善される。それに加えて、スタックの厚さを増す必要がない。トンネルのためにグラファイト208内に生成される入口412及び出口414の孔のまわりに支持を加えることによって、存在するPVCの端板216に行き止まりの長方形のポケットを機械加工し、射出成形されたCPVC又は他の適合したプラスチックの挿入部(insert)を用いて流れのための管路を提供する際の費用の増加はわずかになる。

【0025】

図7A及び7Bは、端板218内に形成された挿入ポケット702の構造をさらに示している。図7Aに示すように、ポケット702は端板内に形成され、また、ポケット702の中に収まり、トンネル410を提供する挿入部704が形成される。

【0026】

結果として生じるトンネル410を図7Bに示す。図7Bに示すように、端板218は挿入部704を含む。図7Bに示すように、端板218とチタン層504を有する電流収集器の層216との間に、ガスケット層708を挿入することができる。支持を提供するために、グラファイト層208を通して出口414に様々な支持体706を適用することができる。

【0027】

図8A及び8Bは、端板のポケット内に提供された挿入部をさらに示している。サントプレーンがそれより上に存在する挿入部の頂部を圧縮力が通過する。この力が、グラファイト板208とPPスリーブの間の隙間を密閉する。

【0028】

図1Aにさらに示すように、いくつかの実施形態では、電解液がそれぞれタンク104及び106に戻るとき、その電解液を冷却するために、熱交換器122及び130が提供される。図9Aは、本発明のいくつかの実施形態に従って、熱交換器122又は130の一つとすることができる、電解液の熱交換器の一実施形態を示している。これまでに論じたように、フローバッテ

りは、電気だけではなく熱も発生させる。フロー電池の動作を最適化するために、この熱を処理すべきである。電解液のアグレッシブな性質のために、電解液の冷却には、金属で製造されたより一般的な熱交換器を使用することができない。したがって、熱交換器900は、主にプラスチックで形成される。

【0029】

いくつかのプラスチックの熱交換器を確認したが、費用が高価であることが分かり、また装置が大きかった。調査した熱交換器はすべて、チューブインシェル型熱交換器と呼ばれるタイプのものであった。しかしながら、スタック102の残りの部分に利用されるものと同様の材料は、電解液が示す化学条件に耐えるため、熱交換器900に利用し得る。

【0030】

図9Aは、本発明のいくつかの実施形態によるプレート型熱交換器900を示している。この熱交換器900は、フローバッテリーの材料を使用し、その設計において独特である。熱交換器900は、電解液中のプロセス熱を、例えばグリコールなどの通常の冷却液に伝える液体-液体プレート型熱交換器である。設計のトポロジーは、フローバッテリーにも適用できるが、流れのセパレータを膜及びバイポーラ板で置き換えるなどの変更が必要である。

【0031】

図9Aに示すように、熱交換器900は、熱交換部を構成する特定の形及び大きさの交互のシートで形成される。パッケージの側面には、パッケージを圧縮する一対の圧力板が配置される。これらは、タイロッド及びばねを収容する孔を有する。特に図9Aに示すように、熱交換器900は、圧力板902及び922の間に形成される。圧力板902及び922は、熱交換器900を保持及び密閉するタイロッド並びにばねを収容する整列した孔920を含む。図9Aに示すように、圧力板902に接してガスケット904を設置することができ、ガスケット904も孔920を含むことができる。ガスケット924は、圧力板922に接して設置することができ、孔920を含む。ガスケット924及び920の間に、流れ領域媒体906及び熱伝達シート908が位置決めされる。流れ領域媒体906は、各層において90度回転させ、各流れ領域媒体906は、熱伝達シート908によって次の流れ領域媒体906から隔てられる。熱伝達シート908及び流れ領域媒体906のそれぞれが、すべての流体が熱交換器900全体にわたって移動するマニホールド910を含む。圧力シート902及びガスケット904はマニホールドを含まず、マニホールドを密閉する。圧力シート922及びガスケット924は、一方が冷却媒体、他方が冷却される電解液である二つの媒体の流入及び流出を可能にする入力ポート912、913、916及び918を含む。

【0032】

流れ媒体は、入口ポート1 912に入ると、マニホールドのチャネル910の一つを通して流れ、次いで、ポート912から流れ媒体を受け取って分散させるように方向付けられた流れ領域媒体906内の、流れ領域の中のマニホールド部に入る。流れ媒体は、熱伝達シート908と接触する流れ媒体906を通して流れる。熱伝達シート908の反対側では、他の流れ媒体が熱伝達シート908と接触して流れている。流れ領域は、最初に言及した流れ領域と形及び大きさが同じであるが、図示するような向きを得るために回転させる。ポート2 916を通して入る他の媒体も、同様の経路をたどる。流体は常に隔てられたままであり、熱が熱伝達シートを通して流体媒体の一方から他方へ伝達される。図9Aに示すように、流れ媒体1は、入口ポート912を通して入り、出口ポート914を通して出るが、媒体2は、入口ポート916を通して入り、出口ポート918を通して出る。

【0033】

熱伝達シート908は、ポリエチレン、ポリプロピレン、pvdf、テフロン(登録商標)、硬質ゴムなどのプラスチックで製造することができる。流れ領域906は、軟質のサントプレーンなど、より軟らかい材料で製造することができる。硬質材料と軟質材料を交互にすることによって、相容れない液体と環境の間の密閉が保証される。

【0034】

図9Aに示す熱交換器900の実施形態は、二次元の二つの異なる構成要素のみを使用しており、このため、安価に製造することができる。交互のシートの数は、様々な熱伝達の要件に適合させるように簡単に変えることができる。組立は容易であり、特別な技術は不要

10

20

30

40

50

である。金属板の熱交換器と同様に、熱交換器900は、同格のチューブインシェル型熱交換器と比べてコンパクトである。

【0035】

熱交換器900の他の実施形態では、前の実施形態では軟質のゴムで製造されていた流れ領域906が、硬質のプラスチック材料で置き換えられる。ゴムは密閉機能を果たすが、硬質のプラスチックで置き換えた場合には、その密閉機能が失われる。その密閉機能は、層を互いに接着又は溶接することによって置き換えられる。ゴムを除くことによって費用を軽減することができ、またゴムの存在に起因する汚染がなくなる。

【0036】

熱交換器900の他の実施形態では、電解液が空気と熱交換し、したがって、中間の液体ループを利用しない。図9Bは、そうした電解液の熱交換器900の分解図を示している。

10

【0037】

図9Bに示すように、電解液は、グラファイトのシート960の間を流れ、共通のマニホールドのチャンネル966及び968を出て、その中に集まる。グラファイトのシート960は、その構造により、特に面の方向にきわめて優れた熱導体である。電解液は、グラファイト960及びゴムのシート958の積み重ねによって得られる構造を通る流れを方向付け、收容するための特定の大きさ及び形のゴムのシート958によって收容される。グラファイトのシート960は、ゴムのシート958から外に延び、したがって、熱のみが外部環境に伝わり、電解液は伝わらないようになる。熱交換器900は、端板958及び圧力板956を用いて形成される。側板962を利用して、空気の流れを方向付けることができる。

20

【0038】

図9Bにさらに示すように、電解液は、ポート952及び954を通して熱交換器900に流入及び流出される。強制的な対流ファン964からの空気の流れが、熱の除去を可能にする。しかしながら、ある特定の実施形態では、熱は、グラファイトのシート960を垂直方向に向けることによって受動的に除去することができ、エアレット(air let)の密度の差がそのプロセスを駆動する。この手法では、ファン964を省くことができる。

【0039】

電解液の流れは、きわめてアグレッシブな電解液と化学的に適合する外部のポンプによって駆動される。この適合性を有する容積式ポンプ並びに遠心ポンプが存在する。一般に、寿命がより長いため、遠心ポンプが好ましい。欠点は、こうしたポンプはプライミングする必要があることである。この場合のプライミング(priming)は、ポンプがその機能を果たせるようになる前に、ポンプを液体で満たす必要があることを意味する。自動化された又は手動のプライミング方法がよく知られており、入口と出口の両方の電解質が常に液面より低いことを保証することによって、プライミングは、立上げの間及び整備のためにのみ必要になる。

30

【0040】

図10は、図1に示す制御器142に対して実行可能な、本発明のいくつかの実施形態による状態機能1000を示している。フロー電池用の制御システムは、参照によってその全体を本明細書に組み込む、米国特許出願第12/790,793号に既に記載されている。

【0041】

40

図10に示すように、制御器142は、電源を投入するとシステムの初期化1002を開始する。システムの初期化状態1002では、すべての内部レジスタ、メモリ及び制御器142の外部のデバイスが、始動のために初期化される。さらに、すべてのハードウェアの構成要素が、デフォルト状態に設定される。状態機能1000は、システムの初期化状態1002から、ESP Dongle初期化状態(ESPDongleInit state)1004へ移行する。

【0042】

ESP Dongle初期化状態1004において、制御器142はDongleの存在を調べ、存在しない場合には、状態機能1000は警告を与え、充電状態1014又は放電状態1008へ抜ける。Dongleが存在する場合には、レドックスフローバッテリーシステムのパラメータがDongleから読み込まれる。Commビット(Comm bit)が設定された場合、状態機能1000は、外部の立上げ

50

プログラム(Commissioning program)と通信する。それがシステムの構成要素を更新し、Eboxの試験が行われたか否かを検証し、Ebox内のいずれかのボードが変更されたか否かを確認し、 dongle が登録されていなければ、登録のために dongle からサーバ情報を送り出し、しばらくの間、DMSボードからのackを待つ。待機は1分で時間切れになる。状態機能1000は、En_Buck信号及びDongleExBitに応じて、ESP dongle 初期化状態1004から充電状態1014又は放電状態1008へ移行する。時間切れが起こったとき、又は立上げプロセスが行われたときには、DongleExbitが設定される。

【 0 0 4 3 】

充電状態1014では、スタック102が充電される。一般に、動力はBバスから得られ、定電流充電によってスタック102に送達される。特に、充電電流は、dongle 初期化状態1004で dongle を読み取ることによって得られた、システムの型の情報によって決まる。次いで、以下の機能が実施される、すなわち、ポンプ、ファン及び送風機をすべてオンにする;バックブーストボードとの相互作用によって、充電電流に勾配をつける;レベル制御アルゴリズムを初期化して機能できるようにする;安定な充電電流が確立されると、システムのSoCが計算される(SoCを計算するために、スタック電圧を用いることができる);システムのSoCがSoC閾値(SoCthreshold)を横断すると、システムのESRが計算される;電解液の温度が記録される;電解液の温度に基づき、冷却システム(熱交換器)のアルゴリズムがオンにされる。漏れセンサは、漏れがないかを絶えず監視する。以下の構成要素、すなわち、すべてのファン及び送風機の電流;制御ボードに対するすべての電源電圧;バックブーストボードに対するすべての電源電圧;Eboxの温度、ESP環境及び外側のESP環境の温度;Bバスの電圧;並びにディーゼル発電機センサ又は電気ボードセンサのような外部センサが、監視、記録及び報告される。

【 0 0 4 4 】

放電状態1008では、動力がスタック102からBバスへ送達される。Bバスの電圧が閾値電圧より下がると、En-Buck信号が「1」から「0」に変わる。En-Buck信号の状態に基づき、放電状態1008への切り換えが起こる。放電状態1008は、充電電流の制御が行われないことを除き、充電状態1014の機能のすべてを実施する;ESRの計算は行われない;ディーゼル発電機を制御するPFCが実施される;ABBがオンである場合、SoCが高ければABBがオフにされる。

【 0 0 4 5 】

SoCがFloatSoCの値より大きいと、充電状態1014からフロート状態1006へ移行される。立上げプログラム又はシステムの dongle 内のFRPシステムによって、FloatSoCが設定される。Bバスの動力が消失した場合、又は閾値より下がった場合には、バックブーストがオン状態になり、すぐに放電できる状態に保たれる。フロート状態1006では、充電電流が停止され;ポンプが停止され;ファン及び送風機が停止される。電解液の温度が記録され、電解液の温度に基づいて、冷却システムのアルゴリズムがオンにされ、冷却システムがオンにされ、漏れセンサは漏れがないかを監視し、充電状態1014で行われたように、構成要素が監視、記録及び報告される。ポンプが停止されるため、スタック内の電解液は流出しない。しかし、自己放電プロセスによって、スタックの電圧はゆっくりと減衰する。スタックの電圧は絶えず監視され、スタックの電圧が閾値電圧より下がると、ポンプが約90分間オンにされる。この時間の間、新しい電解液がスタックの内部に供給される。ポンプが作動しているとき、電解液のSoCが計算される。ポンプが停止すると、新しい電解液はスタック内にとどまり、したがって、スタックの電圧は閾値電圧より高くなる。次に、スタックの電圧はゆっくりと自己放電し、電圧が閾値電圧より下がり、次いでポンプが再びオンになる。このプロセスは、システムのSoCが閾値のSoCよりも下がるまで繰り返し続く。これが閾値のSoCより下がると、システムは充電モード1014に戻る。

【 0 0 4 6 】

SoCがSoC休止閾値(SoCHibernatethreshold)より下がると、放電状態1008から休止状態1010に入る。この休止状態では、ポンプがオフにされ、バックブーストがオフにされ、冷却システムのアルゴリズムがオフにされる。電解液の温度が記録され、漏れセンサは漏れ

がないかを監視し、充電状態1014で行われたように、構成要素が監視、記録及び報告される。Bバスの動力が回復したとき、又はスタック102の動力が失われることによって障害が生じたとき、状態機能1000は休止状態1010から変化し、状態機能1000は機能停止1012に移行する。

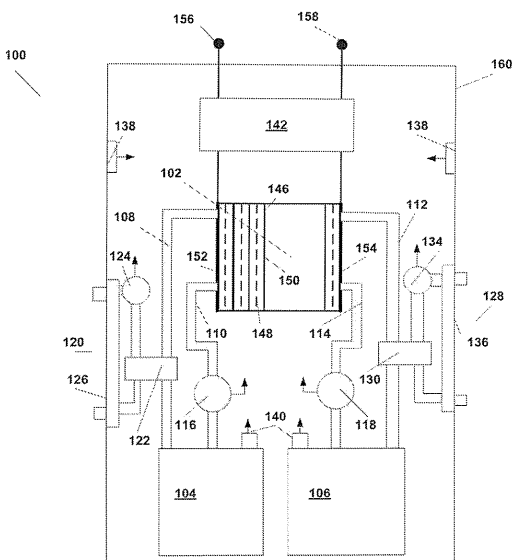
【0047】

状態機能1000は、エラーが生じると、任意の他の状態から機能停止状態1012へ移行する。この状態では、監視機能を除くすべての機能が動作不能になる。機能停止状態1012からの回復は、リモートのSMSコマンドによってBバスの動力が利用可能になったとき、又はエントリ(entry)が休止状態1010を経て、Bバスの電圧が52Vより大きくなった場合に、BTSスイッチをオン/オフにすることによって行われる。

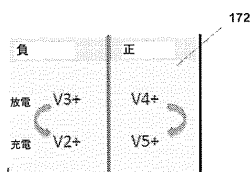
【0048】

ここまで本明細書では、添付図面を参照しながら、様々な実施形態について記載してきた。しかしながら、以下の特許請求の範囲において定める本発明のより広範な範囲から逸脱することなく、様々な修正及び変更を加えること、並びにさらなる実施形態を実施することが可能であることが明らかであろう。したがって、本明細書及び図面は、限定的ではなく例示的なものとみなされるべきである。

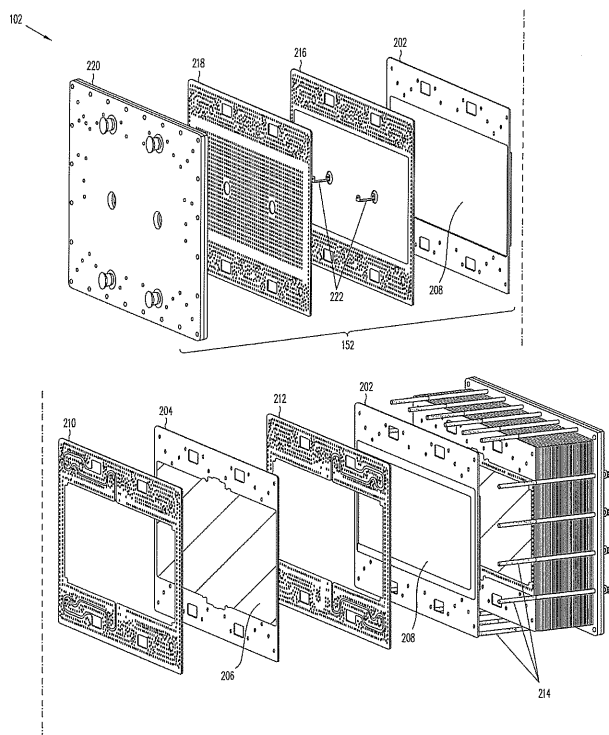
【図1A】



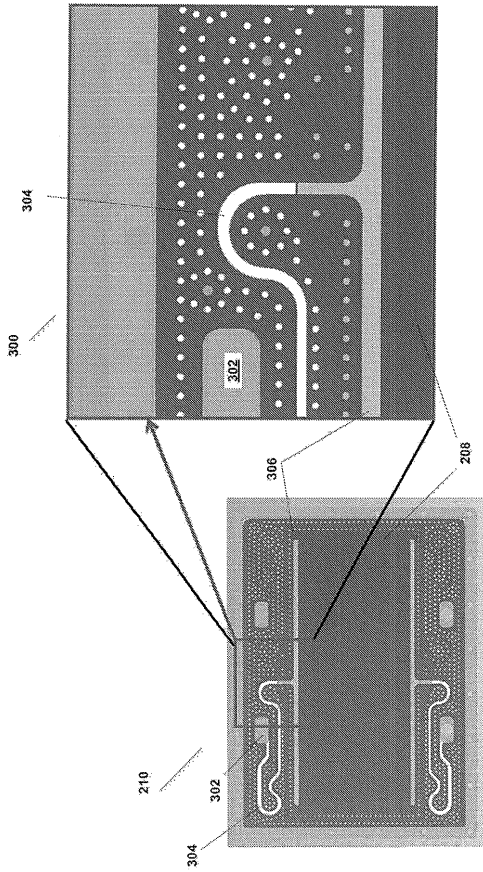
【図1B】



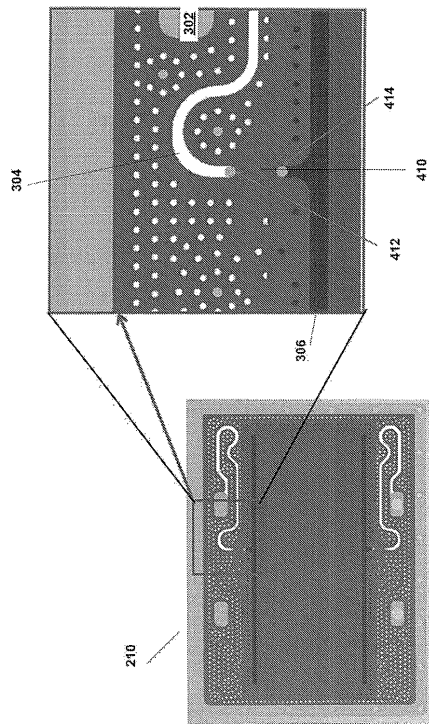
【図2】



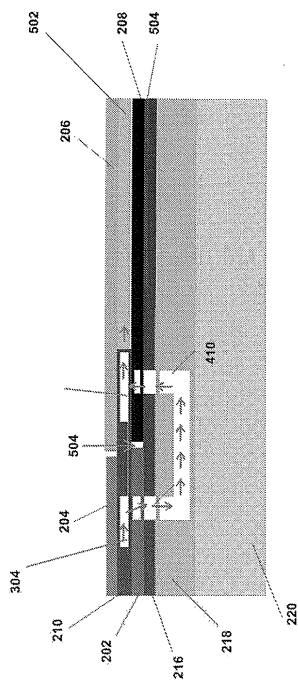
【図 3】



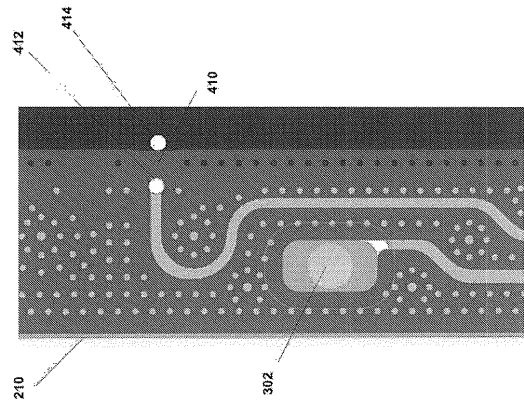
【図 4】



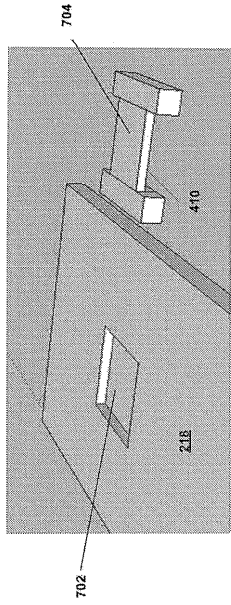
【図 5】



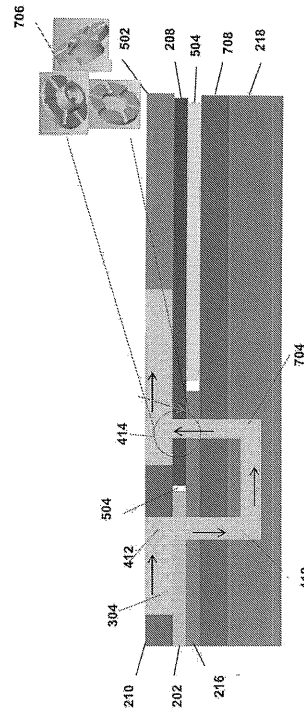
【図 6】



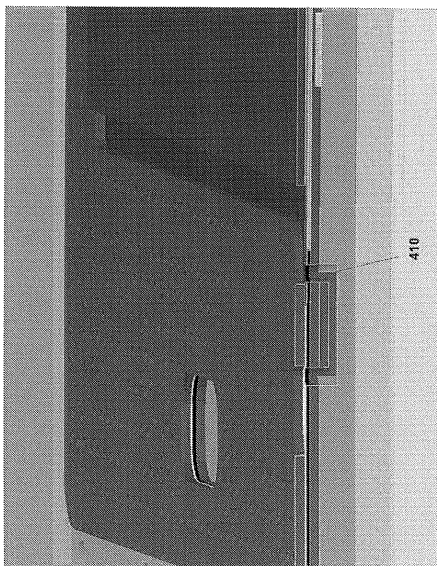
【図 7 A】



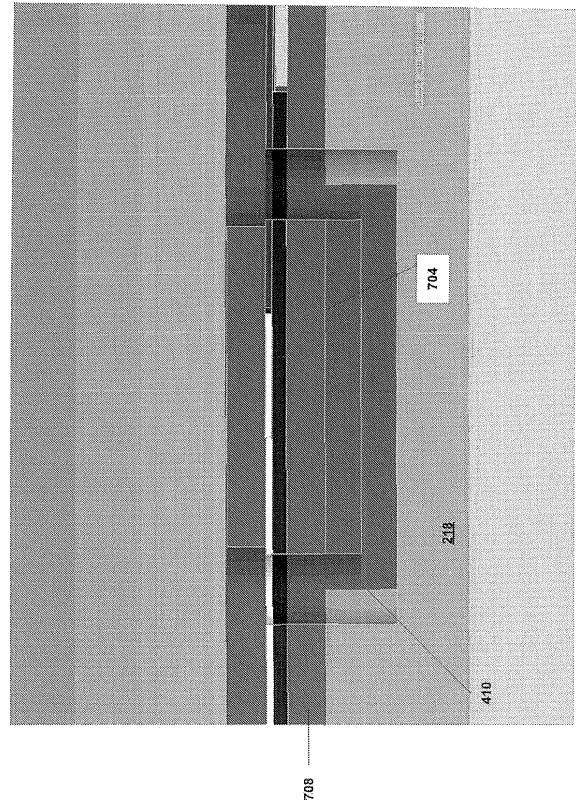
【図 7 B】



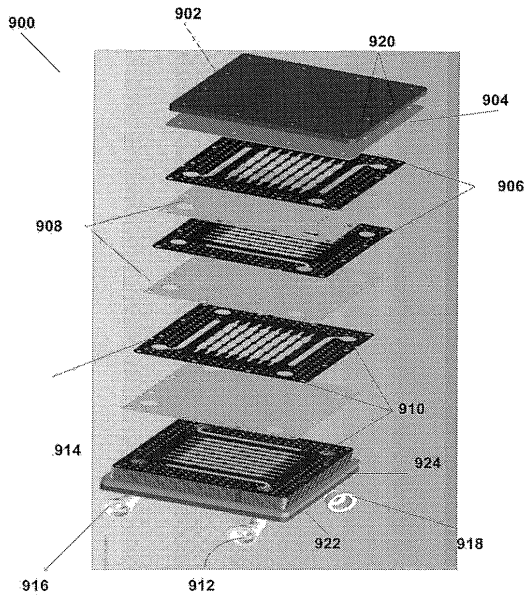
【図 8 A】



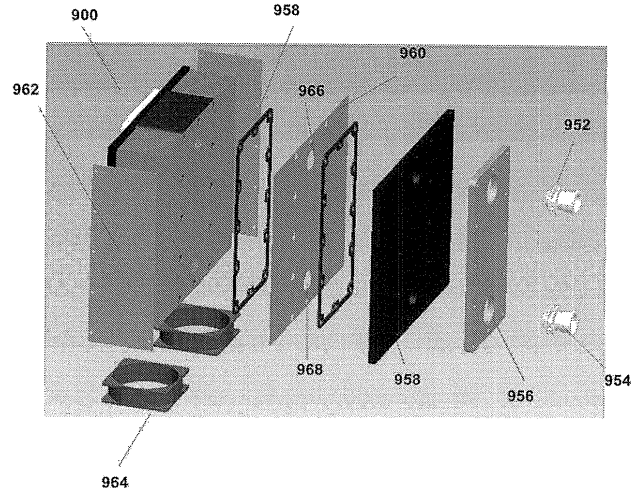
【図 8 B】



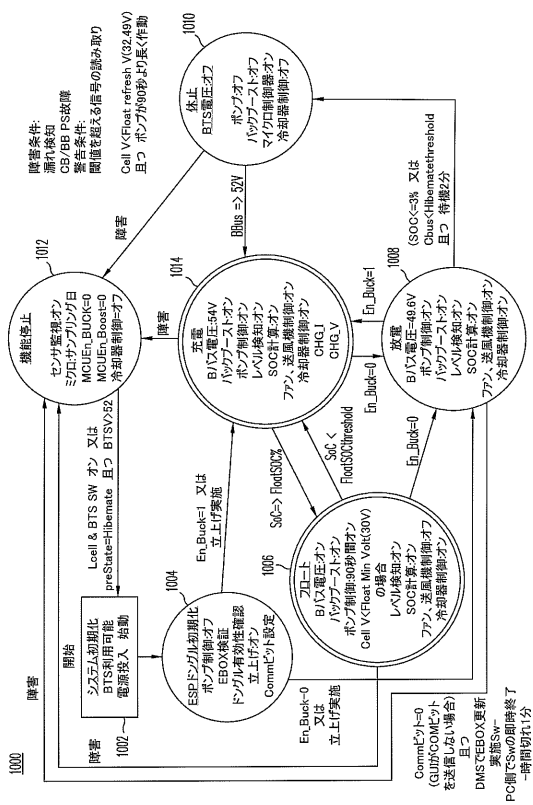
【図 9 A】



【図 9 B】



【図 10】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2013/040214																								
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - H01M 8/04 (2013.01) USPC - 429/452 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																										
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8) - H01M 8/02, 8/04, 8/08, 8/18, 8/24 (2013.01) USPC - 429/408, 428, 452, 454, 457, 460 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched CPC - H01M 8/02, 8/0276, 8/04, 8/04007, 8/08 (2013.01) Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Orbit.com, Google Patents, Public AppFT and PatFT, Google Scholar																										
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>US 2010/0136455 A1 (WINTER) 03 June 2010 (03.06.2010) entire document</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2012/032368 A1 (KAMPANATSANYAKORN et al) 15 March 2012 (15.03.2012) entire document</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2003/0118889 A1 (SMITH) 26 June 2003 (26.06.2003) entire document</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2009/0274940 A1 (MORITA et al) 05 November 2009 (05.11.2009) entire document</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2006/045893 A1 (KIVISAARI et al) 04 May 2006 (04.05.2006) entire document</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2011/0074357 A1 (PARAKULAM et al) 31 March 2011 (31.03.2011) entire document</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2012/0040216 A1 (PARAKULAM) 16 February 2012 (16.02.2012) entire document</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	US 2010/0136455 A1 (WINTER) 03 June 2010 (03.06.2010) entire document	1	Y	WO 2012/032368 A1 (KAMPANATSANYAKORN et al) 15 March 2012 (15.03.2012) entire document	1	Y	US 2003/0118889 A1 (SMITH) 26 June 2003 (26.06.2003) entire document	1	Y	US 2009/0274940 A1 (MORITA et al) 05 November 2009 (05.11.2009) entire document	2	Y	WO 2006/045893 A1 (KIVISAARI et al) 04 May 2006 (04.05.2006) entire document	2	Y	US 2011/0074357 A1 (PARAKULAM et al) 31 March 2011 (31.03.2011) entire document	3	Y	US 2012/0040216 A1 (PARAKULAM) 16 February 2012 (16.02.2012) entire document	3
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																								
Y	US 2010/0136455 A1 (WINTER) 03 June 2010 (03.06.2010) entire document	1																								
Y	WO 2012/032368 A1 (KAMPANATSANYAKORN et al) 15 March 2012 (15.03.2012) entire document	1																								
Y	US 2003/0118889 A1 (SMITH) 26 June 2003 (26.06.2003) entire document	1																								
Y	US 2009/0274940 A1 (MORITA et al) 05 November 2009 (05.11.2009) entire document	2																								
Y	WO 2006/045893 A1 (KIVISAARI et al) 04 May 2006 (04.05.2006) entire document	2																								
Y	US 2011/0074357 A1 (PARAKULAM et al) 31 March 2011 (31.03.2011) entire document	3																								
Y	US 2012/0040216 A1 (PARAKULAM) 16 February 2012 (16.02.2012) entire document	3																								
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>																										
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family																										
Date of the actual completion of the international search 14 October 2013		Date of mailing of the international search report 24 OCT 2013																								
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774																								

フロントページの続き

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

(72)発明者 ボースマ, レインダー, ジェイ.

アメリカ合衆国 0 1 5 7 0 マサチューセッツ州, ウェブスター, ブルーベリー ヒル 2 8

(72)発明者 クウォク, デレク

アメリカ合衆国 9 4 5 4 6 カリフォルニア州, カストロ バレー, カミノ ドロレス 2 3 3
9

(72)発明者 ナイール, スレッシュ, クマール, スラパラン

アメリカ合衆国 9 4 5 3 9 カリフォルニア州, フリーモント, ウッド クリーク テラス 3
7 6

(72)発明者 パラクラム, ゴパラクリシュナン, アール.

アメリカ合衆国 9 5 0 1 4 カリフォルニア州, クパチーノ, メアリー アベニュー 1 0 3 4
1

Fターム(参考) 5H026 AA10 CX03

5H127 AA10 BA21 BA28 BA43 BA57 BB13 BB23 BB37 DC42 EE15