

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5301837号
(P5301837)

(45) 発行日 平成25年9月25日 (2013. 9. 25)

(24) 登録日 平成25年6月28日 (2013. 6. 28)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 M 8/18 (2006. 01)

H O 1 M 8/18

H O 1 M 8/02 (2006. 01)

H O 1 M 8/02

H

H O 1 M 8/04 (2006. 01)

H O 1 M 8/04

N

H O 1 M 8/04

H

H O 1 M 8/04

L

請求項の数 15 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2007-553307 (P2007-553307)
 (86) (22) 出願日 平成18年1月30日 (2006. 1. 30)
 (65) 公表番号 特表2008-529241 (P2008-529241A)
 (43) 公表日 平成20年7月31日 (2008. 7. 31)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2006/003124
 (87) 国際公開番号 W02006/081514
 (87) 国際公開日 平成18年8月3日 (2006. 8. 3)
 審査請求日 平成21年1月15日 (2009. 1. 15)
 (31) 優先権主張番号 60/648, 156
 (32) 優先日 平成17年1月28日 (2005. 1. 28)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(73) 特許権者 507253750
 プレミアム パワー コーポレイション
 アメリカ合衆国 マサチューセッツ O 1
 8 6 4, ノース リーディング, コン
 コード ストリート 8 7
 (74) 代理人 100078282
 弁理士 山本 秀策
 (74) 代理人 230113332
 弁理士 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
 (74) 代理人 100181641
 弁理士 石川 大輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電位中和を用いるフローイング電解液バッテリー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フローイング電解液バッテリーであって、
 膜によって分離された第 1 の電極および第 2 の電極と、
 該第 2 の電極と流体的に連絡している少なくとも一つのバルブと
 を備えており、
 該バッテリーは、通常動作モードおよび中和動作モードを含み、該中和動作モードは、中
 和イベントに応答して起動され、
 アノード液は、該通常動作モードおよび該中和動作モードの両方の間に、該第 1 の電極
 を通って流れ、
 該通常動作モードにおいて、該少なくとも一つのバルブは、カソード液が該第 2 の電極
 を通って流れることを可能にし、
 該中和動作モードにおいて、該少なくとも一つのバルブは、アノード液または電氣的に
 中性の流体が該第 2 の電極を通って流れることにより、該バッテリーを化学的に中和するこ
 とを可能にし、
 該中和イベントは、異常バッテリー電圧、異常バッテリー温度、異常バッテリー圧力、バッテ
 リリーク、および該バッテリーの不使用からなるグループから選択される、フローイング電
 解液バッテリー。

【請求項 2】

前記通常動作モードの間に、カソード液リザーバから前記第 2 の電極にカソード液をボ

ンプで流すように、前記少なくとも一つのバルブと流体的に連絡しているポンプをさらに備えている、請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 3】

前記第 1 の電極および前記少なくとも一つのバルブと流体的に連絡しているポンプをさらに備えており、該ポンプは、前記通常動作モードの間に、アノード液リザーバから該第 1 の電極にアノード液をポンプで流し、該ポンプは、前記中和動作モードの間に、該アノード液リザーバから該第 1 の電極および前記第 2 の電極にアノード液をポンプで流す、請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 4】

前記アノード液を収容するアノード液リザーバと、

10

前記アノード液リザーバ、前記第 1 の電極、および前記少なくとも一つのバルブと流体的に連絡している第 1 のポンプであって、該第 1 のポンプは、前記通常動作モードの間に、該アノード液リザーバから該第 1 の電極にアノード液をポンプで流し、該第 1 のポンプは、前記中和動作モードの間に、該アノード液リザーバから該第 1 の電極および前記第 2 の電極にアノード液をポンプで流す、第 1 のポンプと、

前記カソード液を収容するカソード液リザーバと、

該カソード液リザーバおよび該少なくとも一つのバルブと流体的に連絡している第 2 のポンプであって、該第 2 のポンプは、該通常動作モードの間に、該カソード液リザーバから該第 2 の電極にカソード液をポンプで流す、第 2 のポンプと、

該アノード液が該第 1 の電極から該アノード液リザーバに流れるように、該第 1 の電極を該アノード液リザーバに接続するパイピングであって、該パイピングは、該カソード液が該第 2 の電極から該カソード液リザーバに流れるように、該第 2 の電極を該カソード液リザーバに接続し、該パイピングは、該第 2 の電極を通して流れた該アノード液が該アノード液リザーバに流れ続けるように、該第 2 の電極を該アノード液リザーバに接続するパイピングと

20

をさらに備えている、請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 5】

前記第 1 のポンプおよび前記第 2 のポンプによってもたらされた流れの方向と反対の方向に、前記第 1 の電極および前記第 2 の電極を通して前記アノード液を流すために、前記アノード液リザーバ、該第 1 の電極、および該第 2 の電極と流体的に連絡している第 3 のポンプをさらに備えている、請求項 4 に記載のバッテリー。

30

【請求項 6】

前記第 2 のポンプによってもたらされた流れの方向と同じ方向に、前記第 2 の電極を通して前記アノード液を流すために、前記アノード液リザーバおよび該第 2 の電極と流体的に連絡している第 3 のポンプをさらに備えている、請求項 4 に記載のバッテリー。

【請求項 7】

前記少なくとも一つのバルブは、

インターフェイス調整装置とデータ通信するコントローラと、

第 1 のインレットバルブおよび第 2 のインレットバルブと、

該インターフェイス調整装置とデータ通信する第 1 のアクチュエータおよび第 2 のアクチュエータと

40

を備えており、

該第 1 のアクチュエータは、前記アノード液が前記第 2 の電極に到達することを選択的に可能にするために該第 1 のインレットバルブを制御し、該第 2 のアクチュエータは、前記カソード液が該第 2 の電極に到達することを選択的に可能にするために該第 2 のインレットバルブを制御する、請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 8】

前記インターフェイス調整装置は、前記第 1 のアクチュエータおよび前記第 2 のアクチュエータに電気信号を供給することによって、該第 1 のアクチュエータおよび該第 2 のアクチュエータと通信する、請求項 7 に記載のバッテリー。

50

【請求項 9】

前記中和イベントを表す異常な状態を感知するための、コントローラとデータ通信する一つ以上のセンサをさらに備えている、請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 10】

ユーザーが前記中和イベントを開始することを可能にする、コントローラと通信するユーザー作動のスイッチをさらに備えている、請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 11】

第 1 の電極および第 2 の電極を含むフローイング電解液バッテリーを選択的に化学的に中和するプロセスであって、

該第 1 の電極を通してアノード液を流し、かつ、該第 2 の電極を通してカソード液を流すことにより、電力を生成することと、

コントローラを用いて中和イベントを決定することと、

該中和イベントにตอบสนองして、該第 2 の電極を通してアノード液または電氣的に中性の流体を流すことにより、該バッテリーの電位を中和することと

を包含し、該中和イベントは、異常バッテリー電圧、異常バッテリー温度、異常バッテリー圧力、バッテリーリーク、および該バッテリーの不使用からなるグループから選択される、フローイング電解液バッテリーを選択的に化学的に中和するプロセス。

【請求項 12】

前記フローイング電解液バッテリーの電位を選択的に元に戻すこと

をさらに包含し、該選択的に元に戻すことは、

該バッテリーが電位を有すべきかどうかを決定することと、

前記第 2 の電極を通してアノード液または電氣的に中性の流体を流すことを抑制することと、

該電位を生成するために、該第 1 の電極を通してアノード液を流し、かつ、該第 2 の電極を通してカソード液を流すことと

を包含する、請求項 11 に記載のプロセス。

【請求項 13】

前記少なくとも一つのバルブは、インレットバルブおよびアウトレットバルブを含み、該インレットバルブは、アノード液およびカソード液のうちの一つを前記第 2 の電極に流すことを選択的に可能にし、

該アウトレットバルブは、該第 2 の電極からアノード液リザーバおよびカソード液リザーバのうちの一つに流体を流すことを選択的に可能にする、請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 14】

前記少なくとも一つのバルブは、前記第 2 の電極までインレットと流体的に連絡している単一のバルブである、請求項 1 に記載のバッテリー。

【請求項 15】

前記少なくとも一つのバルブは、単一对の三方向バルブであり、

該単一对の三方向バルブのうちの第 1 のものは、前記第 2 の電極までインレットと流体的に連絡しており、

該単一对の三方向バルブのうちの第 2 のものは、該第 2 の電極からアウトレットと流体的に連絡している、請求項 1 に記載のバッテリー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の引用)

本出願は、「Methods and Apparatus for Electric Potential Neutralization in Flowing Electrolyte Battery」と題される米国特許出願第 60 / 648, 156 号 (2005 年 1 月 28 日出願) に対して優先権を主張し、該出願は、本明細書において参照により援用される。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

バッテリーは、多種多様な産業上の利用のために使用されている。例えば、鉛バッテリーを含む建造物が、電気エネルギーの格納のために、国のいたる所に、かつ、都市部内に置かれ、これらのバッテリーは、そうしなければ電力が失われる場合に、電話、ケーブルテレビ、およびインターネットのデータセンタを作動させ続けるために使用される。産業上の利用のために最も広く使用されているバッテリーは、典型的な鉛バッテリーであり、満液式セルまたは制御弁方式バッテリーとして入手可能である。これらのバッテリーのそれぞれは、同じ基本的な化学作用を使用する。つまり、鉛と鉛酸化物の金属板が、硫酸の電解液の中に含まれる。バッテリーの端子は、電解液の中に浸漬されたこれらの金属板に接続される。

10

【0003】

フローイング電解液バッテリーは、2つの電解液であるアノード液とカソード液とを有し、アノード液とカソード液とは、循環し、膜によって分離されている。亜鉛臭素フローイング電解液バッテリーの場合に、亜鉛は、充電の間にメッキされ、その結果、臭素イオンを自由にし、該臭素イオンは、膜を横断して拡散する。この場合に、アノード液は、ますます亜鉛を消費し、カソード液は、ますます臭素が豊富になる。電位は、膜の一方の側上における金属、例えば、亜鉛と、膜の他方の側上におけるカソード液との存在の結果、この膜を横断して発生する。カソード液は、カチオン、例えば臭化物の濃度が高い。

【0004】

産業用バッテリーを含む施設内における火災の場合、またはバッテリーの不具合の場合に、バッテリーは、危険になり得、格納しているエネルギーは、外部に対してすぐに利用可能となり得る。消防隊は、細心の注意で、そのような施設内の火災の中に向かう。なぜならば、バッテリーの故障の場合に発生し得る電気ショックまたは爆発の危険性のためである。これまで、バッテリーを化学的に切断する方法は、存在しなかった。

20

【0005】

また、不使用時の場合に、バッテリーは、反応セルの中において利用可能な反応体により、自己放電する。反応体は、膜を通るゆっくりとした拡散をもたらし、バッテリーをゆっくりと放電させる。これまで、バッテリーを化学的に中和させることにより、不使用時におけるこの自己放電を停止させる方法は、存在しなかった。

【発明の開示】

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

電位が化学的に素早く中和されるバッテリーは、上記のような状況において安全性を増加させ、そして不使用時における自己放電を防止する。従って、選択的に化学的に中和させることが可能であるフローイング電解液バッテリーと、フローイング電解液バッテリーを選択的に化学的に中和するプロセスとが、本明細書において開示される。バッテリーの一実施形態は、膜によって分離されている第1および第2の電極を含む。一つ以上のバルブは、(1)第2の電極を通るカソード液の流れと、第1の電極を通るアノード液の流れを可能にして、バッテリーが電位を有し、または代替的に、(2)第1と第2との両方の電極を通るアノード液のフローを可能にして、バッテリーを化学的に中和させる。

40

【0007】

一実施形態において、電位を有するフローイング電解液バッテリーであって、選択的に化学的に中和されるフローイング電解液バッテリーが提供される。該バッテリーは、膜によって分離されている第1および第2の電極と、アノード液を収容するためのアノード液リザーバと、カソード液を収容するためのカソード液リザーバとを含む。第1のポンプは、第1の電極を通してアノード液リザーバからアノード液を、選択的に強制し、第2のポンプは、第2の電極を通してカソード液リザーバからカソード液を、選択的に強制する。第2の電極を通してアノード液リザーバからアノード液のみを、選択的に強制する方法が含まれる。

【0008】

50

－実施形態において、フローイング電解液バッテリーを選択的に化学的に中和するプロセスが、提供される。該方法は、（１）電解液バッテリーの電極を通してアノード液とカソード液とを流れさせることにより、電気を生成するステップと、（２）中和イベントを決定するステップと、（３）電極を通してアノード液のみを流れさせて、バッテリーの電位を中和するステップとを含む。

【０００９】

－実施形態において、選択的にフローイング電解液バッテリーの電位を回復させるプロセスが提供される。方法は、（１）バッテリーが電位を有すべきかどうかを決定するステップと、（２）バッテリーの電極のうちの一つを通してアノード液が流れることを抑制するステップと、（３）バッテリーを通してアノード液とカソード液とを流れさせて、電位を生成するステップとを含む。

10

【００１０】

－実施形態において、電位を有するフローイング電解液バッテリーであって、選択的に化学的に中和されるフローイング電解液バッテリーが提供される。該バッテリーは、膜によって分離されている第１および第２の電極を含む。一つ以上のバルブは、（１）第２の電極を通してカソード液が流れることと、第１の電極を通してアノード液が流れることとを可能にして、バッテリーが電位を有し、または、代替的に、（２）第１の電極を通るアノード液および第２の電極を通った電氣的に中性の流体の両方の流れを可能にして、バッテリーを化学的に中和させる。

【００１１】

20

－実施形態において、電位を有するフローイング電解液バッテリーであって、選択的に化学的に中和されるフローイング電解液バッテリーが提供される。該バッテリーは、膜によって分離されている第１および第２の電極と、第１のポンプと連絡しているアノード液リザーバであって、アノード液を収容し、かつ、第１のポンプにアノード液を供給するアノード液リザーバと、カソード液リザーバであって、カソード液を収容し、かつ、第２のポンプにカソード液を供給するカソード液リザーバとを含むパイピングが含まれ、該パイピングは、アノード液リザーバを第１の電極に接続して、アノード液が、アノード液リザーバから第１の電極に流れることと、第１の電極をアノード液リザーバに接続して、アノード液が、第１の電極からアノード液リザーバに流れることと、カソード液リザーバを第２の電極に接続して、カソード液が、カソード液リザーバから第２の電極に流れることと、第２の電極をカソード液リザーバに接続して、カソード液が、第２の電極からカソード液リザーバに流れることとを目的としている。カソード液を第２の電極から選択的に流れさせて、最初にカソード液リザーバに入ることなく、第２の電極に戻す手段が含まれる。

30

【００１２】

－実施形態において、フローイング電解液バッテリーを選択的に化学的に中和するプロセスが、提供される。該方法は、（１）電解液バッテリーの電極を通してアノード液とカソード液を流れさせて、電力を生成するステップと、（２）中和イベントを決定するステップと、（３）電極を通してアノード液および電氣的に中性の流体のみを流れさせて、バッテリーの電位を中和するステップとを含む。

【００１３】

40

－実施形態において、フローイング電解液バッテリーの電位を選択的に回復させるプロセスが提供される。該方法は、（１）バッテリーが電位を有すべきかどうかを決定するステップと、（２）バッテリーの電極のうちの一つを通して電氣的に中性の流体の流れを抑制するステップと、（３）バッテリーを通してアノード液とカソード液とを流れさせ、電位を生成するステップとを含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１４】

図１は、フローイング電解液バッテリー１００に対する一般的な構成を示す。バッテリー１００は、カチオンに対して透過性がある膜１０８によって分離されたバイポーラ炭素電極１０１と、カソード液タンク１０２と、アノード液タンク１０３とを含む。ポンプ１０４

50

は、アノード液を循環させ、別のポンプ１０７は、カソード液を循環させる。第２のカソード液１０５がまた含まれ得、亜鉛臭素フローイング電解液バッテリー１００の場合に、該カソード液１０５は、多臭化物錯体である。バルブ１０６、例えば、多臭化物錯体バルブは、ポンプ１０７が、バッテリーの放電の間に、タンクの底から多臭化物錯体１０５を吸引することを可能にする。バッテリー１００は、カソード液とアノード液とが、膜のそれぞれの側において電極１０１を通過するとき、膜１０８を横断する電位エネルギーを提供する。

【００１５】

図２は、化学的に切断されることが可能であり、電位中和を提供するフローイング電解液バッテリー２００（１）を示す。バッテリー２００（１）は、亜鉛臭素フローイング電解液バッテリーまたは別のフロータイプのバッテリーであり得る。アノード液電解液リザーバ２０１は、アノード液ポンプ２０５に流体的に連絡し、カソード液リザーバ２０２は、カソード液ポンプ２０６に流体的に連絡する。ポンプ２０５が動作すると、アノード液は、炭素電極２０３を通過して流れ、該電極は、膜２０９によってカソード液電極２０４から分離されている。ポンプ２０６が動作すると、アノード液またはカソード液は、ここで記述したように、カソード電極２０４を通過して流れる。パイピング２１０は、例えば図２に示されているように、様々な要素と接続するように適切に配置される。２つのバルブ２０８、２０７は、カソード液電極２０４を通るカソード液またはアノード液の流れを導くように配置されている。

【００１６】

通常の動作において、バルブ２０８は、カソード液リザーバ２０２からのカソード液が、カソード液電極２０４を通過することのみを可能にし、バルブ２０７は、カソード液電極を通過したカソード液が、カソード液リザーバ２０２に入ることを可能にする。しかしながら、中和されるモードにおいては、バルブ２０８は、アノード液リザーバ２０１からのアノード液が、カソード液電極２０４を通過することのみを可能にし、バルブ２０７は、カソード液電極２０４を通過した電解液が、アノード液リザーバ２０１に入ることを可能にする。従って、中和されるモードの場合に、バッテリー２００（１）は、化学的に中和（「切断」）される。バルブ２０７および２０８は、図２において中和されるモードにおいて示されている。バルブ２０７および２０８は、共に共同して作用するように接続されている独立したバルブから構成され得る。バルブ２０７および２０８は、チェックバルブまたは別のタイプのバルブであり得る。

【００１７】

パイピング２１０に損傷がなく、ポンプ２０５、２０６が機能している場合に、バッテリー２００（１）の電位は、バルブ２０７および２０８が通常的位置に戻された（すなわち、カソード液が電極２０４を通過して流れる）ときに回復する。言い換えると、バッテリー２００（１）の電位は、電荷を除去することなく０となり得、最初の電位は、格納されたエネルギーの認められるほどの損失なく回復され得る。これは注目に値することである。なぜならば、バッテリーは、一般的にはある電圧に充電され、バッテリーの電位を完全に放電することによってのみ、０ボルトに戻り得るからである。

【００１８】

図３は、電位中和を用いるフローイング電解液バッテリー２００（２）を示し、該フローイング電解液バッテリーは、追加のポンプ３００と、並列の追加のバルブ３０１、３０２とを含む。追加のポンプ３００は、パイピング２１０の供給側２１０aにおける故障の場合に、バッテリー２００（２）を通過して、反対方向（すなわち、図３において示されている矢印２０５a、２０６aの反対方向）に、電解液を強制するために使用され得る。通常、電解液は、ポンプ２０５、２０６を通過して、矢印２０５a、２０６aの方向にそれぞれポンプで流され得る。しかしながら、バッテリー２００（２）が、中和されるモードにされる場合に、バルブ２０７、２０８は、アノード液（例えば、亜鉛劣化電解液）が、電極２０３と電極２０４との両方を通過してポンプで流され、上記のようにアノード液リザーバに戻され得る。

【 0 0 1 9 】

通常、バルブ 3 0 1 は閉じられ得、バルブ 3 0 2 は開かれ得て、アノード液が電極 2 0 3 から（時には、上記のように電極 2 0 4 から）アノード液リザーバ 2 0 1 に流れることを可能にする。ポンプ 3 0 0 が、容積式ポンプであるよりも、むしろインペラ駆動のポンプである場合には、バルブ 3 0 1、3 0 2 は使用され得ない。なぜならばそのようなポンプは、アノード液が、ポンプ 3 0 0 を通ってアノード液リザーバ 2 1 0 に流れることを可能にするからである。

【 0 0 2 0 】

ポンプ 2 0 5 から電解液を供給するパイピング 2 1 0 a、ポンプ 2 0 5、または他の関連要素が故障して、バッテリー 2 0 0 (2) のカソード液側 2 0 4 内の流体を移動させることが困難となった場合には、ポンプ 3 0 0 が作動され得る。ポンプ 3 0 0 を作動させる際に、アノード液リザーバ 2 0 1 からアノード液が流れることを可能にするように、バルブ 3 0 1 が開かれ得、ポンプ 3 0 0 の周囲を電解液が流れることを防止するように、バルブ 3 0 2 が閉じられ得、バルブ 2 0 7 および 2 0 8 は、アノード液リザーバ 2 0 1 からのアノード液が、電極 2 0 4 を通って流れることを可能にするように構成され得る。その結果として、電解液は、バッテリー 2 0 0 (2) を通って後方（すなわち、図 3 において示されている矢印の反対方向）へ流れ得る。

【 0 0 2 1 】

図 4 は、バルブ 2 0 8 の例示的な実施形態を示している。この実施形態において、バルブ 2 0 8 は、コントローラ 4 0 1 と、インターフェイス調節装置 4 0 2 と、電力供給源 4 0 3 と、第 1 のバルブ 4 0 4 と、第 2 のバルブ 4 0 4 a と、第 1 のバルブアクチュエータ 4 0 6 と、第 2 のバルブアクチュエータ 4 0 6 a とを含む。コントローラ 4 0 1 は、例えば、プログラム可能な論理アレイ、マイクロコントローラ若しくはマイクロプロセッサ、スイッチ、または異常なデータ信号（例えば、異常な圧力、電圧、若しくは温度のデータ信号、またはリークの存在を示す別の信号）を捜すための論理を有するコンパレータであり得、この異常なデータ信号は、本明細書において以下で記述されるような中和イベントを起動し得る。コントローラ 4 0 1 は、スイッチ 4 1 1、圧力センサ 4 1 2、電圧計 4 1 3、温度計 4 1 4、および/またはリーク感知器 4 1 5 とデータ通信し得る。

【 0 0 2 2 】

インターフェイス調節装置 4 0 2 は、第 1 のバルブアクチュエータ 4 0 6 および第 2 のバルブアクチュエータ 4 0 6 a に適切なレベルの電圧または電流を提供することなどによって、第 1 のバルブアクチュエータ 4 0 6 および第 2 のバルブアクチュエータ 4 0 6 a と、コントローラ 4 0 1 をデータ通信させる。アクチュエータ 4 0 6 および 4 0 6 a は、インターフェイス調整装置 4 0 2 から受信された信号（例えば、特定の電圧または電流）に従って、バルブ 4 0 4 および 4 0 4 a を開いた状態または閉じた状態にするように、バルブ 4 0 4 および 4 0 4 a とそれぞれ連絡している。バルブ 4 0 4 および 4 0 4 a は、ボールバルブまたは他のタイプのバルブであり得、バルブ 4 0 4 および 4 0 4 a のうちの一つが開いたときには、バルブ 4 0 4 および 4 0 4 a のうちの他のバルブが閉じる。電力供給 4 0 3 は、例えば、コントローラ 4 0 1 と、インターフェイス調整装置 4 0 2 と、第 1 のバルブアクチュエータ 4 0 6 と、第 2 のバルブアクチュエータ 4 0 6 a とのうちの任意または全てのものに、電力を供給し得る。

【 0 0 2 3 】

バルブ 4 0 4 および 4 0 4 a とアクチュエータ 4 0 6 および 4 0 6 a とは、カタログから購入することが可能な標準的なパイピングパーツであり得る。例示的なアクチュエータ 4 0 6 および 4 0 6 a は、Asahi America Series 83 Actuator Electromni であり、例示的なバルブ 4 0 4 および 4 0 4 a は、Type 21 ball valve である。バルブ 4 0 4 および 4 0 4 a は、亜鉛臭素反応体を使用される場合には、P V D F であるような非反応性プラスチックを含む。

【 0 0 2 4 】

例示的な使用方法において、コントローラ 4 0 1 は、バルブ 4 0 4 a を開いた構成にし

10

20

30

40

50

て、バルブ 404 を閉じた構成にするように、面調節装置 402 を介して、第 1 のバルブアクチュエータ 406 および第 2 のバルブアクチュエータ 406a に、「正常」信号を送信する。これは、対応するバッテリー（例えば、バッテリー 200（1）、バッテリー 200（2））が、通常モードの動作で機能することを可能にし、カソード液リザーバ 202 およびパイプ 408a からのカソード液が、パイプ 409 を通って電極 204 に流れる。コントローラ 401 が、中和イベント（例えば、スイッチ 411 が切断される、異常な圧力、電圧、温度、またはリークの別の兆候）を感知するときには、コントローラ 401 は、バルブ 404a を閉じた構成にして、バルブ 404 を開いた構成にするように、インターフェイス調節装置 402 を介して「中和」信号を送信する。これは、バッテリー 200（1）および 200（2）が、上記のように化学的に切断されることを可能にする。こうして、アノード液リザーバ 202 およびパイプ 408 からのアノード液が、パイプ 409 を出て電極 204 に流れる。コントローラ 401 が、バルブ 404a を開いた構成にして、バルブ 404 を閉じた構成にするように、別の「正常」信号を、後に送信する場合には、バッテリーの電位は元に戻される。つまり、カソード液リザーバ 202 およびパイプ 408a からのカソード液が、再び、パイプ 409 を通って電極 204 に流れる。

【0025】

スイッチ 411 は、例えば、不使用時におけるバッテリー 200（1）および 200（2）の自己放電を防止するために切断され得る。上記のようにバッテリー 200（1）および 200（2）が中和されるときには、この自己放電は停止される。なぜならば、反応体が、反応部位から取り除かれて、安全に蓄積されるからである。しかしながら、スイッチ 411 が、この理由で切断される場合であって、バッテリー 200（1）および 200（2）が、非常用（バックアップ）電力供給として使用されている場合には、バッテリー 200（1）および 200（2）の電位を元に戻すために要求される時間は容認できない。この場合において、バッテリー 200（1）および 200（2）の一部のみを中和して、他のバッテリー 200（1）および 200（2）の他の電位を維持することが所望され得る。それにより、利用可能な電位が、必要な負荷を一時的に負担し、中和されたバッテリー 200（1）および 200（2）の電位を元に戻すために、電力ポンプ 205 および 206 に一時的に電気を供給することが可能である。

【0026】

図 5 は、電位中和を用いるフローイング電解液バッテリー 200（3）の実施形態を示し、バッテリー 200（3）は、アノード液リザーバ 201 から電極 204 に電解液を選択的に供給するために、ポンプ 510 と、第 1 チェックバルブ 511 と、第 2 のチェックバルブ 512 とを含む。ポンプ 510 は、起動されたときには、ポンプ 510 が、チェックバルブ 511 を開かせ、チェックバルブ 512 を閉じさせるようなサイズに決められている。示されているように、ポンプ 510 は、方向 510a の方向にアノード液リザーバ 210 から電極 204 に、電解液をポンプで押し流すのみであり、チェックバルブ 511 および 512 は、一方向への流体の流れを可能にするのみである。

【0027】

例示的な使用方法において、ポンプ 510 は、通常の状態の下で止められる。ポンプ 510 が止められるときには、ポンプ 206 からの圧力が、バルブ 512 を通して流体を押し流し、バルブ 511 が閉じられる。しかしながら、ポンプ 510 が、作動させられる場合には、アノード液リザーバ 201 からのアノード液が、バルブ 511 および電極 204 を通って押し流され、バルブ 512 は閉じられる。その結果、バッテリー 200（3）の電位は、電荷を取り除くことなくゼロにされる。

【0028】

図 5 に示されているように、電極 204 からの電解液は、電解液がアノード液か、またはカソード液かに関わらず、カソード液リザーバ 202 に入り得る。これは、短い期間にのみ行なわれるので、（せいぜい）わずかな量のアノード液がカソード液リザーバ 202 に送られるのみである。しかしながら、オーバフローコネクタ（示されていない）が、それぞれのリザーバがあふれることを防止するために、アノード液リザーバ 201 とカソー

ド液リザーバ２０２との間に含まれ得る。その結果、臭化物の豊富な電解液は、リザーバの底に沈み、最上層はアノード液として適合性がある。従って、リザーバの最上部からのオーバーフローは、臭化物の豊富な電解液をアノード液リザーバ２０１に強制しない。

【００２９】

図６は、電位中和を用いるフローイング電解液バッテリー２００（４）の実施形態を示し、該バッテリーは、実質的に図５を参照して上記されたように機能し得るが、チェックバルブ５１２を用いない。示されてはいないが、図５において記述された実施形態は、チェックバルブ５１１およびチェックバルブ５１２を用いなくても機能し得る。バルブ５１１および／またはバルブ５１２を取り除く際に、パイピング２０６およびポンプ５１０は、クロスフローがなく、リザーバ２０２からのカソード液が、電極２０４を通して選択的に押し流され、リザーバ２０１からのアノード液が、電極２０４を通して選択的に押し流されるように、構成され、かつ、サイズを決められ得る。

10

【００３０】

図７は、フローイング電解液バッテリーを化学的に選択的に中和し、電位を実質的に元に戻すプロセス７００を示す。ステップ７０１において、アノード液とカソード液とは、電力を生成するために、電解液バッテリーを通して流れる。ステップ７０１の例において、図２において示されているように、ポンプ２０５および２０６は、電極２０３および２０４を通してアノード液を移動させるステップ７０２において、中和状態が決定される。ステップ７０２の例において、図４を参照して述べられたように、コントローラ４０１は、イベント（例えば、スイッチ４１１がユーザによって切られる）および／または異常な状態（例えば、圧力センサ４１２によって感知された異常な圧力、電圧計４１３によって感知された異常な電圧、温度計４１４によって感知された異常な温度、および／またはリーク感知器４１５によるリークの兆候）を感知する。

20

【００３１】

ステップ７０３において、アノード液のみが、バッテリーの電位を中和するために、バッテリーを通して流れる。ステップ７０３の例において、バルブ２０７および２０８とポンプ２０５とは、図２において示されているように、電極２０３および２０４を通してアノード液のみを共同で導入する。バルブ２０８が、実質的に図４を参照して記述されているような場合には、コントローラ４０１は、バルブ４０４ａを閉じた構成にして、バルブ４０４を開いた構成にするように、インターフェイス調整装置４０２を介して、「中和」信号を送信する。追加例は、ポンプ５１０が、電極２０３および２０４を通してアノード液を流す場合のように、図５および図６を参照して上記されている。

30

【００３２】

ステップ７０４において、電位が所望される通常の動作状態の再開が決定される。ステップ７０４の例において、コントローラ４０１は、イベント（例えば、スイッチ４１１がユーザによって入れられる）を感知し、および／または通常の状態（例えば、圧力センサ４１２によって感知された通常の圧力、電圧計４１３によって感知された通常の電圧、温度計４１４によって感知された通常の温度、または通常状態の別の兆候）が感知される。

【００３３】

図８は、電位中和を用いるフローイング電解液バッテリー２００（５）の実施形態を示し、該バッテリーは、ポンプ８０５ならびにバルブ２０７および２０８と流体的に連絡する中性流体リザーバ８０１を含む。電氣的に中性の流体（例えば、反応体の取り除かれた電解液）は、中性の流体リザーバ８０１内に含まれ得る。亜鉛臭素フローイング電解液バッテリーの場合において、電氣的に中性の流体の例は、臭素の取り除かれた電解液である。

40

【００３４】

通常の動作において、バルブ２０８は、カソード液リザーバ２０２からのカソード液が、カソード電極２０４を通ることを可能にするのみであり、バルブ２０７は、電解液が、カソード電極２０４を通して、カソードリザーバ２０２に入ることを可能にするのみである。しかしながら、中和モードにおいて、バルブ２０８は、中性流体リザーバ８０１からの中性流体が、カソード電極２０４を通ることを可能にするのみであり、バルブ２０７は、

50

電解液が、カソード電極 204 を通って、中性の流体リザーバ 801 に入ることを可能にするのみである。従って、バッテリー 200 (5) は、中和モードのときには、化学的に中和 (「切断」) される。バルブ 207 および 208 は、図 8 において中和モードで示されている。

【0035】

パイピング 210 に破れがなく、ポンプ 205 および 206 が機能しているならば、バルブ 207 および 208 が通常的位置に戻される (すなわち、カソード液が電極 204 を通って流れる) ときには、バッテリー 200 (5) の電位は戻る。言い換えると、バッテリー 200 (5) の電位は、電荷を取り除くことなくゼロにされ得、最初の電位は、認められるほど、蓄積されたエネルギーのロスがなく元に戻され得る。

10

【0036】

図 9 は、電位中和を用いるフローイング電解液バッテリー 200 (6) 実施形態を示し、該バッテリーは、電極 204 から流れる電解液が、最初にかソード液リザーバ 202 に戻ることなく、電極 204 に再び入ることを選択的に可能にするバルブ 901 を含む。これは、電解液内の反応体が、認められるほどのエネルギーのロスがなく使い果たされる (または「電氣的に中性になる」) ことを可能にする。なぜならば、反応体が補充されないからである。このように、電極 204 とバッテリー 200 (6) とは、認められるほどの蓄積されたエネルギーのロスがなく、短い期間で電氣的に中性になる。

【0037】

図 10 は、フローイング電解液バッテリーを化学的に選択的に中和し、そして電位を実質的に元に戻すプロセス 1000 を示す。ステップ 1001 において、アノード液とカソード液とは、電力を生成するために電解液バッテリーを通して流される。ステップ 1001 の例において、図 8 に示されているように、ポンプ 205 および 206 は、電極 203 および 204 を通ってアノード液をポンプで強制する。ステップ 1002 において、中和状態が決定される。ステップ 1002 の例として、図 4 を参照に述べられているように、コントローラ 401 は、イベント (例えば、スイッチ 411 がユーザによって切断される) および / または異常な状態 (例えば、圧力センサ 412 によって感知された異常な圧力、電圧計 413 によって感知された異常な電圧、温度計 414 によって感知された異常な温度、および / またはリーク感知器 415 によるリークの兆候) を感知する。

20

【0038】

ステップ 1003 において、アノード液と電氣的に中性の流体のみが、バッテリーの電位を中和するために、バッテリーを通して流れる。ステップ 1003 の例は、バルブ 207 および 208 とポンプ 805 とは、図 8 に示されているように、電極 204 を通って電氣的に中性の流体のみを共同で導入する。追加例が、図 9 を参照して上記されている。例えば、バルブ 901 が、電極 204 から流出する電解液を、最初にかソード液リザーバ 202 に戻ることなく、電極 204 に再び入らせる場合である。

30

【0039】

ステップ 1004 において、電位が所望される通常の動作状態の再開が決定される。ステップ 1004 の例において、コントローラ 401 は、イベント (例えば、スイッチ 411 がユーザによって入れられる) を感知し、および / または通常の状態 (例えば、圧力センサ 412 によって感知された通常の圧力、電圧計 413 によって感知された通常の電圧、温度計 414 によって感知された通常の温度、または通常状態の別の兆候) が感知される。

40

【0040】

(実験結果)

バッテリー 200 (1) のバッテリースタックにおいて行なわれた実験からのテスト結果が、図 11 ~ 図 15 に示されている。ZincFlow 45 ソフトウェアが、フロートの後の回復の間の短い期間を除いて、スタックに出入りする直流電流を制御するために使用された。テストスタックは、約 4.5 時間、13.5 Amps で充電された。次に、テストスタックは、アノード液を流されて、19 時間の間、リンスサイクル無しでフロートされ

50

た。次に、抵抗器負荷バンクからの変化する負荷が、ポンプ 205 および 206 を切断した状態で、スタックに加えられた電圧が衰弱するまで、次に、カソード液ポンプ 205 およびアノード液ポンプ 206 が起動されて、臭化物錯体が、カソード半電池 204 にポンプ注入された。電圧の回復の後、ZincFlow 45 ソフトウェアが、スタックを分解するために使用された。図 11 および図 12 のグラフは、完全なサイクルデータを示している。

【0041】

図 13 は、スタックの充電が停止されて、アノード液が、カソード半電池 204 を通って流された場合の時間を示している。スタックのフラッシングの手順は、1) カソードポンプ 206 を切断して、2) カソード液リザーバ 202 およびポンプ 206 を分離するために、バルブ 207 および 208 を閉じて、3) アノード液が、カソード半電池 204 を通って循環して、アノード液リザーバ 201 に戻ることを可能にするように、バルブ 207 および 208 を開くという手順である。この手順は、アノード液を染色するには充分である臭化物錯体をアノード液リザーバ 201 に導入した。振り返ってみると、カソード液リザーバ 202 への戻りのラインを閉じることは、アノード液がカソード半電池 204 から出てくることを確認されるまで、数秒間、遅らされるべきである。アノード液は、90 秒間、スタックを通して流されて、次に、アノード液ポンプ 205 は切られた。5 分間の休止の後で、カソード半電池 203 とアノード半電池 204 との両方からの放電された電解液が、均一な色になるまで、この手順は繰り返された。全部で 3 回 × 90 秒が必要とされた。

【0042】

図 14 は、フロートの間のスタックの OCV を詳述している。

【0043】

図 15 は、フロートの後のスタックの回復を詳述している。フロート時の終了時に、抵抗器バンクからの負荷が、依然として休止中のポンプ 205 および 206 を有するスタックに加えられ、スタック内の残余の電力およびエネルギーを決定する。カソード 204 上で消費された臭化物の置換物がなかったので、スタックの電圧は、40 ボルト以下に非常に急激に下落した。負荷が取り除かれた後に、スタックの電圧は、約 70 ボルトに回復した。ポンプ 205 および 206 を切ると、負荷は、スタックに再び加えられ、次に、カソード電解液ポンプ 206 およびアノード電解液ポンプ 205 は、錯体バルブを開いた上体で起動された。ポンプ 205 および 206 が起動されたときから、臭化物錯体が、カソード半電池 204 に到達するまでに、約 1 分かかった。スタックの電圧の回復のために、さらに 3 分が必要となった。次に、抵抗器の負荷が取り除かれて、スタックは、ZincFlow 45 プログラムによって分解するために、DC/DC コンバータに再接続された。ソフトウェアは、53 ボルトを下回る電圧に対して約 1.3 kW での一一定電力での放電を命令する。次に、ソフトウェアは、4 Amps に対する一定電圧での放電に転換する。次に、電圧と電力との両方が、減少することを可能にされる。

【0044】

上記で開示された特定の実施形態からのバリエーションは、本明細書において予想されており、記述されたテスト結果は限定ではないということを当業者は理解する。記述は、上記の実施形態またはテスト結果に限定されるべきではなく、特許請求の範囲によって判断されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図 1】図 1 は、従来技術のフローイング電解液バッテリーを概略的に示す。

【図 2】図 2 は、電位中和を用いる一つのフローイング電解液バッテリーを概略的に示す。

【図 3】図 3 は、電位中和を用いる別のフローイング電解液バッテリーを概略的に示す。

【図 4】図 4 は、一実施形態に従った、バルブを概略的に示す。

【図 5】図 5 は、電位中和を用いる別のフローイング電解液バッテリーを概略的に示す。

【図 6】図 6 は、電位中和を用いる別のフローイング電解液バッテリーを概略的に示す。

【図 7】図 7 は、フローイング電解液バッテリーを選択的に化学的に中和し、それに続き、電位を回復するプロセスを図示しているフローチャートである。

【図 8】図 8 は、電位中和を用いる別のフローイング電解液バッテリーを概略的に示す。

【図 9】図 9 は、電位中和を用いる別のフローイング電解液バッテリーを概略的に示す。

【図 10】図 10 は、フローイング電解液バッテリーを選択的に化学的に中和し、それに続き、電位を回復する別のプロセスを図示しているフローチャートである。

【図 11】図 11 は、電位中和を用いる別のフローイング電解液バッテリーに対する実施例テストの結果である。

【図 12】図 12 は、電位中和を用いる別のフローイング電解液バッテリーに対する実施例テストの結果である。

【図 13】図 13 は、電位中和を用いる別のフローイング電解液バッテリーに対する実施例テストの結果である。

【図 14】図 14 は、電位中和を用いる別のフローイング電解液バッテリーに対する実施例テストの結果である。

【図 15】図 15 は、電位中和を用いる別のフローイング電解液バッテリーに対する実施例テストの結果である。

10

【図 1】

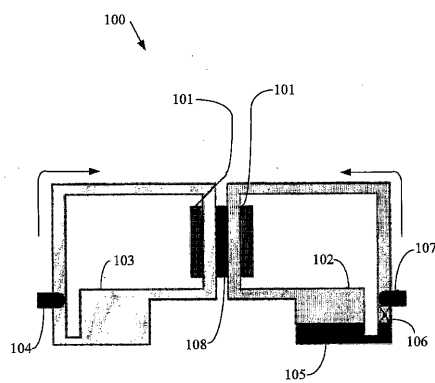


FIG. 1

【図 2】

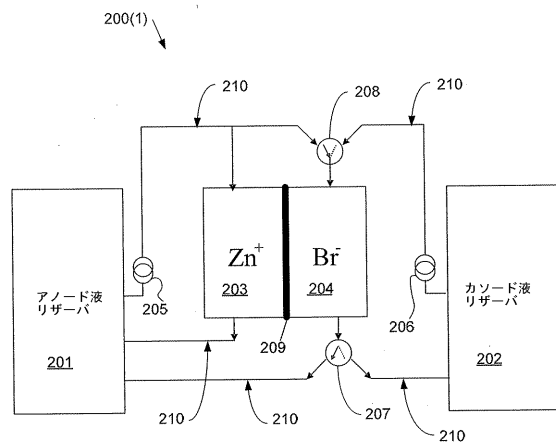


FIG. 2

【図 3】

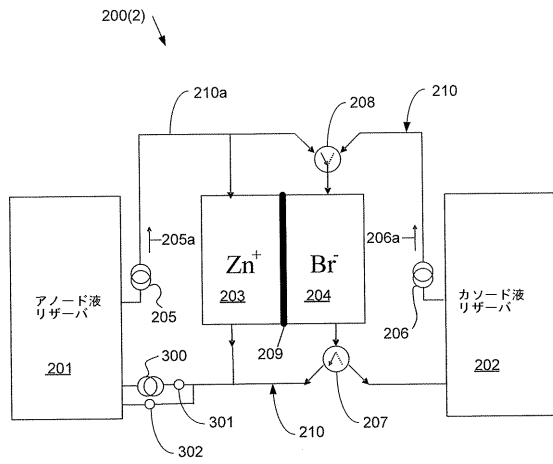


FIG. 3

【図 4】

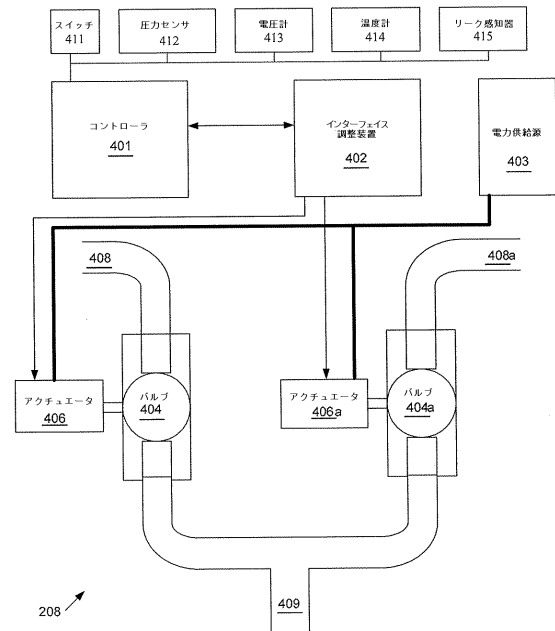


FIG. 4

【図 5】

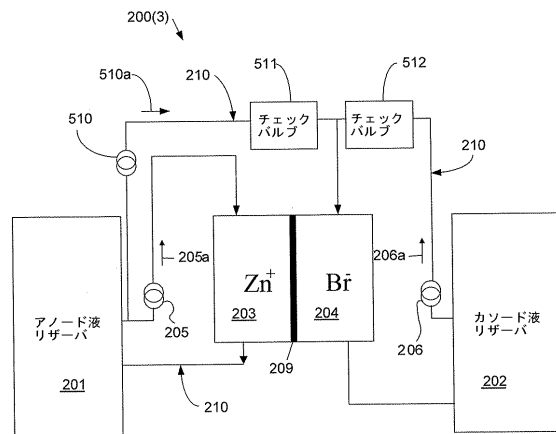


FIG. 5

【図 6】

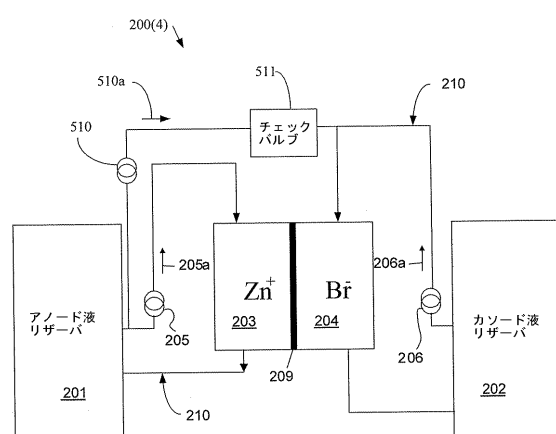


FIG. 6

【図 7】

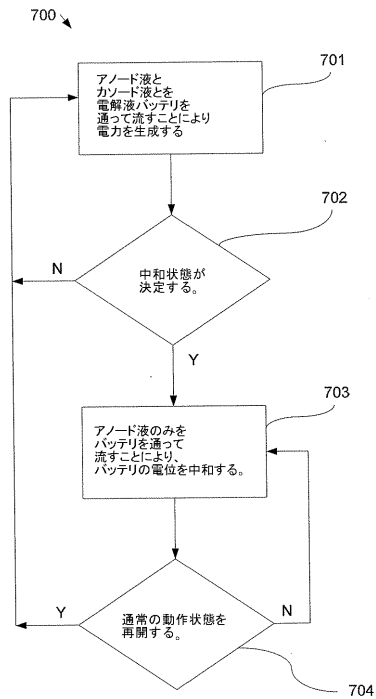


FIG. 7

【図 8】

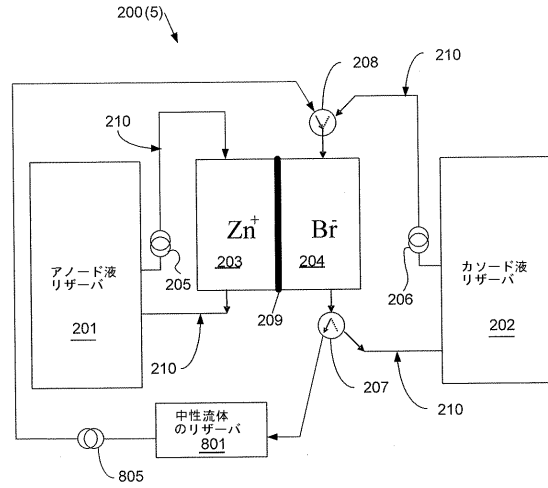


FIG. 8

【図 9】

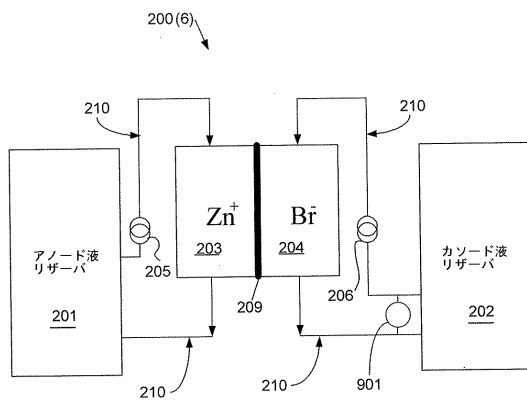


FIG. 9

【図 10】

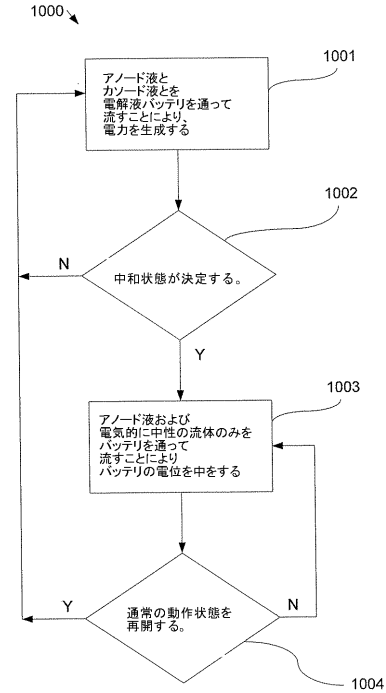
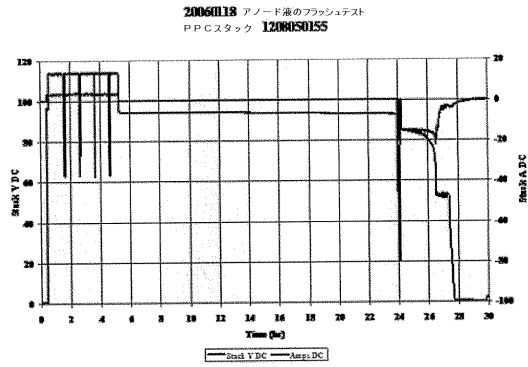
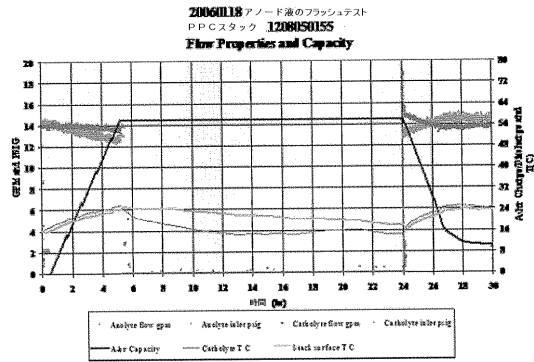


FIG. 10

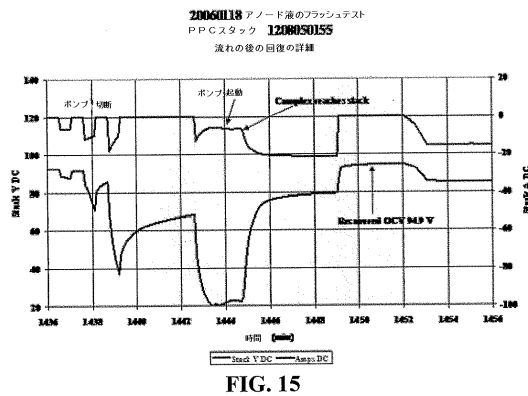
【図 1 1】



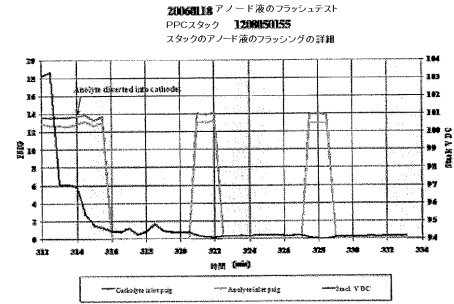
【図 1 2】



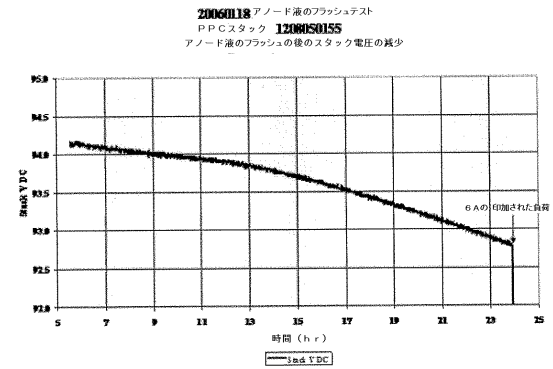
【図 1 5】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 ダーシー, デニス
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01879, チングズバロ, ゲイル アベニュー 14
- (72)発明者 コレロ, ゲイリー
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01845, ノース アンドーバー, シュガーケイン
レーン 31

審査官 山内 達人

- (56)参考文献 特開平02-065074(JP,A)
特開昭61-156641(JP,A)
特開平02-109275(JP,A)
米国特許第04069371(US,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 8/00-8/24