

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-169283

(P2012-169283A)

(43) 公開日 平成24年9月6日(2012.9.6)

|                               |                |             |
|-------------------------------|----------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                  | F I            | テーマコード (参考) |
| <b>HO 1 M 8/18 (2006.01)</b>  | HO 1 M 8/18    | 5 H O 2 6   |
| <b>HO 1 M 8/04 (2006.01)</b>  | HO 1 M 8/04 J  | 5 H O 2 7   |
| <b>HO 1 M 8/20 (2006.01)</b>  | HO 1 M 8/20    | 5 H O 3 2   |
| <b>HO 1 M 12/08 (2006.01)</b> | HO 1 M 8/04 N  |             |
| <b>HO 1 M 8/10 (2006.01)</b>  | HO 1 M 12/08 C |             |

審査請求 有 請求項の数 1 O L 外国語出願 (全 19 頁) 最終頁に続く

|              |                                     |          |                                                                                                      |
|--------------|-------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2012-94451 (P2012-94451)          | (71) 出願人 | 507253750<br>プレミアム パワー コーポレイション<br>アメリカ合衆国 マサチューセッツ O 1<br>8 4 5, ノース アンドーバー, ウィ<br>ロー ストリート サウス 300 |
| (22) 出願日     | 平成24年4月18日 (2012.4.18)              | (74) 代理人 | 100078282<br>弁理士 山本 秀策                                                                               |
| (62) 分割の表示   | 特願2007-553307 (P2007-553307)<br>の分割 | (74) 代理人 | 100062409<br>弁理士 安村 高明                                                                               |
| 原出願日         | 平成18年1月30日 (2006.1.30)              | (74) 代理人 | 100113413<br>弁理士 森下 夏樹                                                                               |
| (31) 優先権主張番号 | 60/648, 156                         | (72) 発明者 | デニス ダーシー<br>アメリカ合衆国 マサチューセッツ O 1<br>8 7 9, チングズバロ, ゲイル アベ<br>ニュー 14                                  |
| (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)                             |          |                                                                                                      |

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) 【要約】

【課題】電位中和を用いるフローイング電解液バッテリーを提供すること。

【解決手段】カチオンに対して透過性がある膜によって分離されたバイポーラ炭素電極と、カソード液タンクと、アノード液タンクと、アノード液を循環させるポンプと、カソード液を循環させるポンプと、タンクの底から多臭化物錯体を吸引することを可能にする多臭化物錯体バルブとを含む、化学的に選択的に中和され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化学的に選択的に中和するプロセスと、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プロセスとが本明細書において開示されている。

【選択図】 図 1

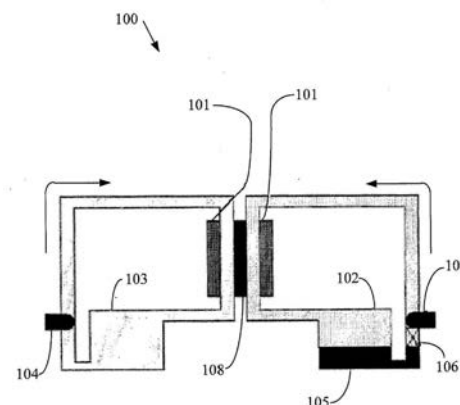


FIG. 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

明細書に記載の発明。

## 【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

## 【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。 20

## 【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。 30

## 【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。

## 【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。 40

## 【発明の概要】

## 【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 50

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。

【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。

10

【0008】

一実施形態において、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】

一実施形態において、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。

20

【0010】

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。

30

【0011】

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、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バイピングが含まれ、該バイピングは、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。

40

【0012】

一実施形態において、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

50

りの電位を中和するステップとを含む。

【0013】

一実施形態において、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。

本発明は、例えば、以下を提供する。

(項目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、

該バッテリーが電位を有するように、該第2の電極を通してカソード液が流れることと、該第1の電極を通してアノード液が流れることとを可能にするか、または代替的に、該バッテリーが化学的に中和されるように、該第1の電極および該第2の電極の両方を通してアノード液が流れることを可能にする一つ以上のバルブと

を備えている、フローイング電解液バッテリー。

(項目2)

カソード液リザーバから上記第2の電極にカソード液を強制するように、上記バルブと流体的に連絡している第1のポンプをさらに備えている、項目1に記載のバッテリー。

(項目3)

アノード液リザーバから上記第1の電極または上記第2の電極にアノード液を強制するように、上記バルブと流体的に連絡している第2のポンプをさらに備えている、項目1に記載のバッテリー。

(項目4)

上記第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、上記アノード液を収容し、該第1のポンプに該アノード液を供給するアノード液リザーバと、

上記第2のポンプと通信するカソード液リザーバであって、上記カソード液を収容し、該第2のポンプに該カソード液を供給するカソード液リザーバと、

該アノード液が上記第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し、該カソード液が上記第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

をさらに備えている、項目1に記載のバッテリー。

(項目5)

カソード液が上記第2の電極を通して流れて、上記カソード液リザーバに入るように、アノード液が該第2の電極を通して流れて、上記アノード液リザーバに入るように、上記バルブの第1のバルブが、配置され、構成されている、項目4に記載のバッテリー。

(項目6)

上記第1のポンプおよび上記第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、上記第1の電極および上記第2の電極を通して上記アノード液が流れるために、上記アノード液リザーバと、該第1の電極と、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、項目5に記載のバッテリー。

(項目7)

上記第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、上記第2の電極を通して上記アノード液が流れるために、上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4のポンプをさらに備えている、項目5に記載のバッテリー。

(項目8)

上記バルブのうちの少なくとも一つは、

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、

10

20

30

40

50

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 のアクチュエータを備え、該第 1 のアクチュエータは、上記アノード液が上記第 2 の電極に到達することを選択的に可能にする該一つのパルプを制御し、該第 2 のアクチュエータは、上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第 2 のパルプを制御する、項目 1 に記載のバッテリー。

(項目 9)

上記インターフェイス調整装置は、上記第 1 のアクチュエータと上記第 2 のアクチュエータとに電気信号を供給することによって、該第 1 のアクチュエータと該第 2 のアクチュエータと通信する、項目 8 に記載のバッテリー。

(項目 10)

異常な状態を感知するための一つ以上のセンサをさらに備え、上記パルプは、該異常な状態に応答して上記第 1 の電極および上記第 2 の電極を通してアノード液のみが流れる、項目 1 に記載のバッテリー。

(項目 11)

ユーザ作動のスイッチをさらに備え、上記パルプは、(a) 中和モードの動作において、上記第 1 の電極および上記第 2 の電極を通してアノード液のみを流すか、または (b) 通常モードの動作において、該第 1 の電極を通してアノード液を流し、該第 2 の電極を通してカソード液を流すかのいずれかのために、上記スイッチに応答する、項目 1 に記載のバッテリー。

(項目 12)

選択的に化学的に中和される電位を有するフローイング電解液バッテリーであって、該バッテリーは、

膜によって分離された第 1 の電極および第 2 の電極と、

アノード液を収容するアノード液リザーバと、

該第 1 の電極を通して、該アノード液リザーバからの該アノード液を選択的に強制する第 1 のポンプと、

カソード液を収容するカソード液リザーバと、

該第 2 の電極を通して、該カソード液リザーバからの該カソード液を選択的に強制する第 2 のポンプと、

該第 2 の電極を通して、該アノード液リザーバからの該アノード液のみを選択的に強制する手段と

を備えている、バッテリー。

(項目 13)

選択的に流す上記手段が、第 3 のポンプを備えている、項目 12 に記載のバッテリー。

(項目 14)

選択的にフローする上記手段は、

上記第 1 のポンプと、

上記アノード液リザーバを上記第 1 のポンプに接続し、該第 1 のポンプを上記第 2 の電極に接続するパイピングと

を備えている、項目 12 に記載のバッテリー。

(項目 15)

上記アノード液リザーバを上記第 1 のポンプに、

該第 1 のポンプを上記第 1 の電極に、

該第 1 の電極を該アノード液リザーバに、

上記カソード液リザーバを上記第 2 のポンプに、

該第 2 のポンプを上記第 2 の電極に、

該第 2 の電極を該カソード液リザーバに、

該アノード液リザーバを第 3 のポンプに、

該第 3 のポンプを該第 2 の電極に

接続しているパイピングをさらに備えている、項目 12 に記載のバッテリー。

10

20

30

40

50

( 項目 1 6 )

アノード液が上記第 2 の電極に入ることを選択的に制限するために、上記第 3 のポンプを該第 2 の電極に接続している上記パイピングと連絡する第 1 のチェックバルブをさらに備えている、項目 1 5 に記載のバッテリー。

( 項目 1 7 )

カソード液が上記第 2 の電極に入ることを選択的に制限するために、上記第 2 のポンプを該第 2 の電極に接続している上記パイピングと連絡する第 2 のチェックバルブをさらに備えている、項目 1 6 に記載のバッテリー。

( 項目 1 8 )

上記アノード液リザーバと上記カソード液リザーバとの間にオーバフローコネクタをさらに備えている、項目 1 2 に記載のバッテリー。

10

( 項目 1 9 )

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すことにより、電力を生成することと、

中和イベントを決定することと、

該電極を通してアノード液のみを流すことにより、該バッテリーの電位を中和することと  
を包含する、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するプロセス。

( 項目 2 0 )

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プロセスであって、  
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、  
該バッテリーの電極のうちの一つを通ったアノード液を流すことを抑制することと、  
該電位を生成するために、該バッテリーを通してアノード液およびカソード液を流すこと  
と

20

を包含する、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プロセス。

( 項目 2 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、

該バッテリーが電位を有するように、該第 2 の電極を通してカソード液が流れることと、  
該第 1 の電極を通してアノード液が流れることを可能にするか、または代替的に、該バッ  
テリーが化学的に中和されるように、該第 1 の電極を通してアノード液と、該第 2 の電極を  
通って電氣的に中性の流体が流れることを可能にする一つ以上のバルブと

30

を備えている、フローイング電解液バッテリー。

( 項目 2 2 )

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 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、第  
1 のポンプに該アノード液を供給するアノード液リザーバと、

該第 2 のポンプと連絡しているカソード液リザーバであって、カソード液を収容し、第  
2 のポンプに該カソード液を供給するカソード液リザーバと、

40

該アノード液が該アノード液リザーバから該第 1 の電極に流れるように、該アノード液  
リザーバを該第 1 の電極に接続し、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し、該カソード液が、  
該カソード液リザーバから該第 2 の電極に流れるように、該カソード液リザーバを該第 2  
の電極に接続し、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するパイピングと、

該第 2 の電極から最初にカソード液リザーバに入ることなく、該第 2 の電極に戻るよう  
に該カソード液を選択的に流す手段と

をさらに備えている、フローイング電解液バッテリー。

( 項目 2 3 )

50

選択的に流す上記手段は、バルブを備えている、項目 2 2 に記載のバッテリー。

(項目 2 4)

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すことにより、電気を生成することと、

中和イベントを決定することと、

該電極を通してアノード液および電気的に中性の流体のみを流すことにより、該バッテリーの電位を中和することと、

を包含する、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。

(項目 2 5)

フローイング電解質バッテリーの電位を選択的に元に戻すプロセスであって、

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、

該バッテリーの電極のうちの一つを通して、電気的に中性の流体のフローを抑制することと、

該バッテリーを通してアノード液およびカソード液を流すことにより、該電位を生成することと

を包含する、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するプロセス。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【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。

【発明を実施するための形態】

【0015】

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 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

10

20

30

40

50

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を通過するときに、膜１０８を横断する電位エネルギーを提供する。

#### 【００１６】

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ト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。

10

#### 【００１７】

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。

20

#### 【００１８】

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が通常の位置に戻された（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。

30

#### 【００１９】

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。

40

#### 【００２０】

通常、バルブ３０１は閉じられ得、バルブ３０２は開かれ得て、アノード液が電極２０３から（時には、上記のように電極２０４から）アノード液リザーバ２０１に流れることを可能にする。ポンプ３００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

50

プである場合には、バルブ 301、302 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 300 を通ってアノード液リザーバ 210 に流れることを可能にするからである。

#### 【0021】

ポンプ 205 から電解液を供給するパイピング 210a、ポンプ 205、または他の関連要素が故障して、バッテリー 200 (2) のカソード液側 204 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 300 が作動され得る。ポンプ 300 を作動させる際に、アノード液リザーバ 201 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 401 が開かれ得、ポンプ 300 の周囲を電解液が流れることを防止するように、バルブ 302 が閉じられ得、バルブ 207 および 208 は、アノード液リザーバ 201 からのアノード液が、電極 204 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 200 (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。

10

#### 【0022】

図 4 は、バルブ 208 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 208 は、コントローラ 401 と、インターフェイス調節装置 402 と、電力供給源 403 と、第 1 のバルブ 404 と、第 2 のバルブ 404a と、第 1 のバルブアクチュエータ 406 と、第 2 のバルブアクチュエータ 406a とを含む。コントローラ 401 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 401 は、スイッチ 411、圧力センサ 412、電圧計 413、温度計 414、および / またはリーク感知器 415 とデータ通信し得る。

20

#### 【0023】

インターフェイス調節装置 402 は、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 406 および第 2 のバルブアクチュエータ 406a と、コントローラ 401 をデータ通信させる。アクチュエータ 406 および 406a は、インターフェイス調整装置 402 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 404 および 404a を開いた状態または閉じた状態にするように、バルブ 404 および 404a とそれぞれ連絡している。バルブ 404 および 404a 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 404 および 404a のうちの一つが開いたときには、バルブ 404 および 404a のうちの他のバルブが閉じる。電力供給 403 は、例えば、コントローラ 401 と、インターフェイス調整装置 402 と、第 1 のバルブアクチュエータ 406 と、第 2 のバルブアクチュエータ 406a とのうちの任意または全てのものに、電力を供給し得る。

30

#### 【0024】

バルブ 404 および 404a とアクチュエータ 406 および 406a 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 406 および 406a は、Asahi America Series 83 Actuator Electromni であり、例示的なバルブ 404 および 404a は、Type 21 ball valve である。バルブ 404 および 404a 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。

40

#### 【0025】

例示的な使用方法において、コントローラ 401 は、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、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

50

びパイプ408aからのカソード液が、パイプ409を通過して電極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を通過して電極204に流れる。

10

#### 【0026】

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。

20

#### 【0027】

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201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。

30

#### 【0028】

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を通過して押し流され、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。

40

#### 【0029】

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。

#### 【0030】

50

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 を通っ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 を通っ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。

#### 【0031】

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 を通っ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。

10

#### 【0032】

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 を通っ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 404 a 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 を通っ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。

20

#### 【0033】

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。

30

#### 【0034】

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

#### 【0035】

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 を通って、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、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。

50

## 【 0 0 3 6 】

パイピング 2 1 0 に破れがなく、ポンプ 2 0 5 および 2 0 6 が機能しているならば、バルブ 2 0 7 および 2 0 8 が通常の位置に戻される（すなわち、カソード液が電極 2 0 4 を通って流れる）ときには、バッテリー 2 0 0（5）の電位は戻る。言い換えると、バッテリー 2 0 0（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。

## 【 0 0 3 7 】

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 2 0 0（6）実施形態を示し、該バッテリーは、電極 2 0 4 から流れる電解液が、最初にカソード液リザーバ 2 0 2 に戻ることなく、電極 2 0 4 に再び入ることを選択的に可能にするバルブ 9 0 1 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 2 0 4 とバッテリー 2 0 0（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。

## 【 0 0 3 8 】

図 1 0 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 1 0 0 0 を示す。ステップ 1 0 0 1 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 1 0 0 1 の例において、図 8 に示されているように、ポンプ 2 0 5 および 2 0 6 は、電極 2 0 3 および 2 0 4 を通ってアノード液をポンプで強制する。ステップ 1 0 0 2 において、中和状態が決定される。ステップ 1 0 0 2 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 4 0 1 は、イベント（例えば、スイッチ 4 1 1 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 4 1 2 によって感知された異常な圧力、電圧計 4 1 3 によって感知された異常な電圧、温度計 4 1 4 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 4 1 5 によるリークの兆候）を感知する。

## 【 0 0 3 9 】

ステップ 1 0 0 3 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 1 0 0 3 の例は、バルブ 2 0 7 および 2 0 8 とポンプ 8 0 5 とは、図 8 に示されているように、電極 2 0 4 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 9 0 1 が、電極 2 0 4 から流出する電解液を、最初にカソード液リザーバ 2 0 2 に戻ることなく、電極 2 0 4 に再び入らせる場合である。

## 【 0 0 4 0 】

ステップ 1 0 0 4 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 1 0 0 4 の例において、コントローラ 4 0 1 は、イベント（例えば、スイッチ 4 1 1 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 4 1 2 によって感知された通常の圧力、電圧計 4 1 3 によって感知された通常の電圧、温度計 4 1 4 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。

## 【 0 0 4 1 】

## （実験結果）

バッテリー 2 0 0（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 1 1 ~ 図 1 5 に示されている。Z i n c F l o w 4 5 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、1 3 . 5 A m p s 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、1 9 時間の間、リンスサイクル無しでフロートされた。次に、抵抗器負荷バンクからの変化する負荷が、ポンプ 2 0 5 および 2 0 6 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 2 0 5 およびアノード液ポンプ 2 0 6 が起動されて、臭化物錯体が、カソード半電池 2 0 4 にポンプ注入された。電圧の回復の後、Z i n c F l o w 4 5 ソフトウェアが、スタックを分解

10

20

30

40

50

するために使用された。図 1 1 および図 1 2 のグラフは、完全なサイクルデータを示している。

【 0 0 4 2 】

図 1 3 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 2 0 4 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 2 0 6 を切断して、2) カソード液リザーバ 2 0 2 およびポンプ 2 0 6 を分離するために、バルブ 2 0 7 および 2 0 8 を閉じて、3) アノード液が、カソード半電池 2 0 4 を通って循環して、アノード液リザーバ 2 0 1 に戻ることを可能にするように、バルブ 2 0 7 および 2 0 8 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 2 0 1 に導入した。振り返ってみると、カソード液リザーバ 2 0 2 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 2 0 4 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 2 0 5 は切られた。5 分間の休止の後で、カソード半電池 2 0 3 とアノード半電池 2 0 4 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 x 90 秒が必要とされた。

10

【 0 0 4 3 】

図 1 4 は、フロートの間のスタックの O C V を詳述している。

【 0 0 4 4 】

図 1 5 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 2 0 5 および 2 0 6 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 2 0 4 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 2 0 5 および 2 0 6 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 2 0 6 およびアノード電解液ポンプ 2 0 5 は、錯体バルブを開いた上体で起動された。ポンプ 2 0 5 および 2 0 6 が起動されたときから、臭化物錯体が、カソード半電池 2 0 4 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、Z i n c F l o w 4 5 プログラムによって分解するために、D C / D C 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 k W の一定電力での放電を命令する。次に、ソフトウェアは、4 A m p s 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。

20

30

【 0 0 4 5 】

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 2】

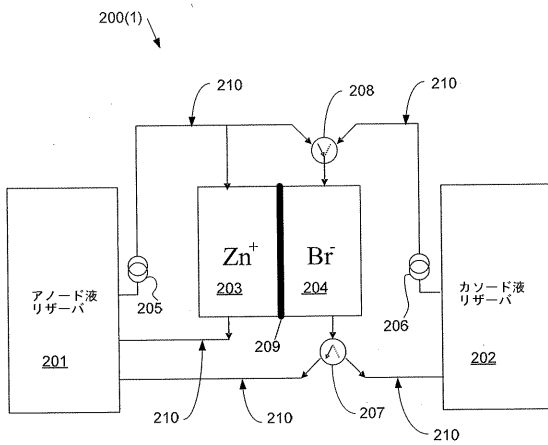


FIG. 2

【図 3】

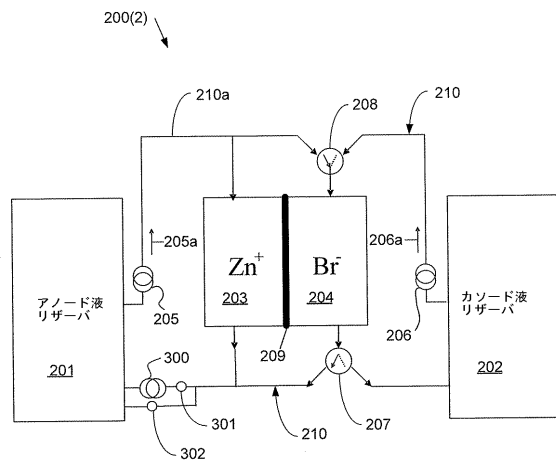


FIG. 3

【図 4】

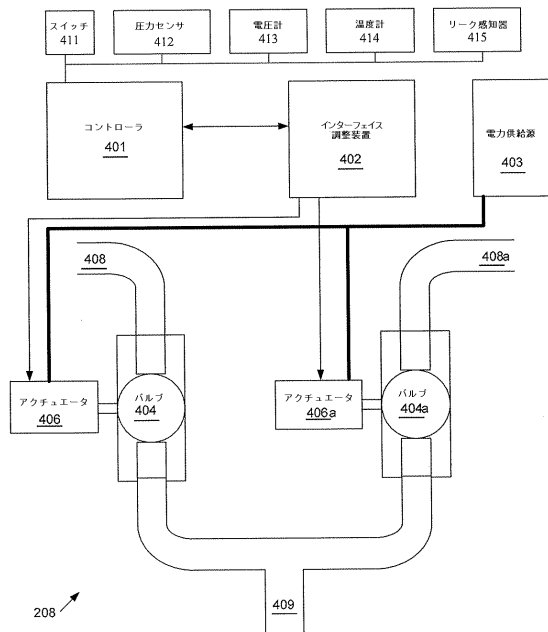


FIG. 4

【図 5】

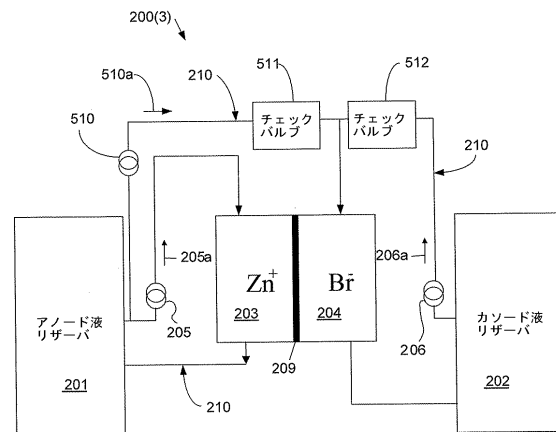


FIG. 5

【図 6】

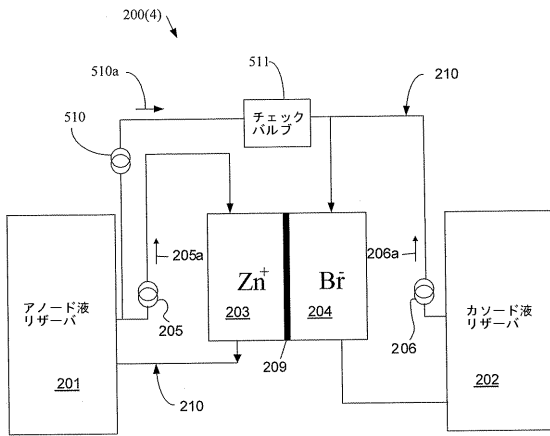


FIG. 6

【図 7】

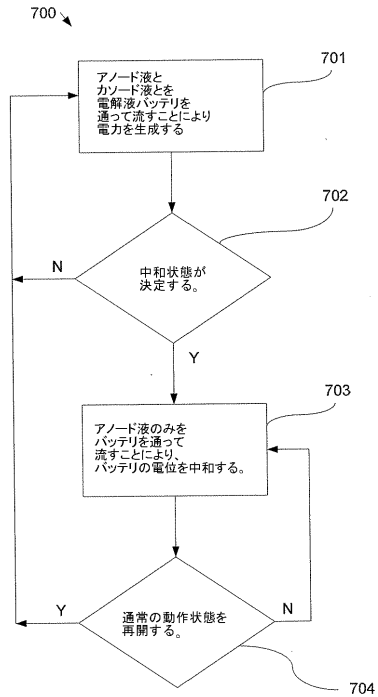


FIG. 7

【図 8】

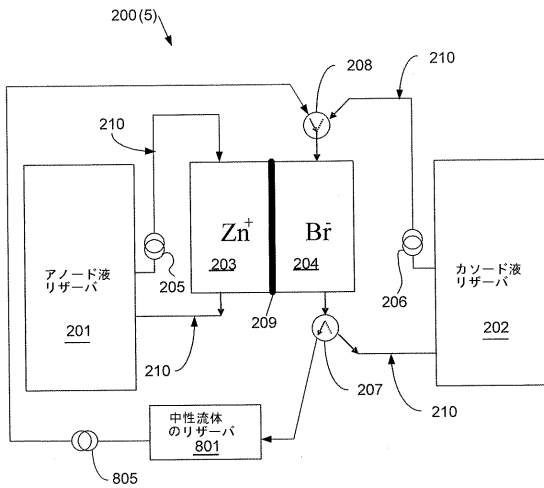


FIG. 8

【図 9】

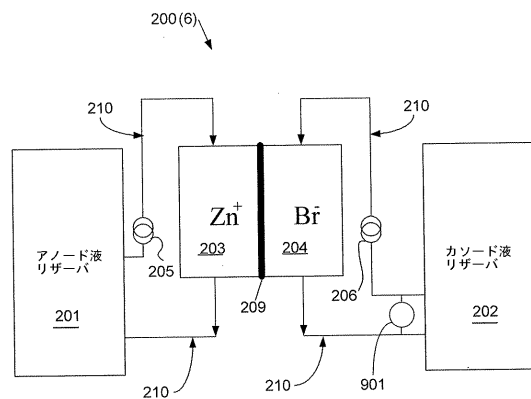


FIG. 9

【図 10】

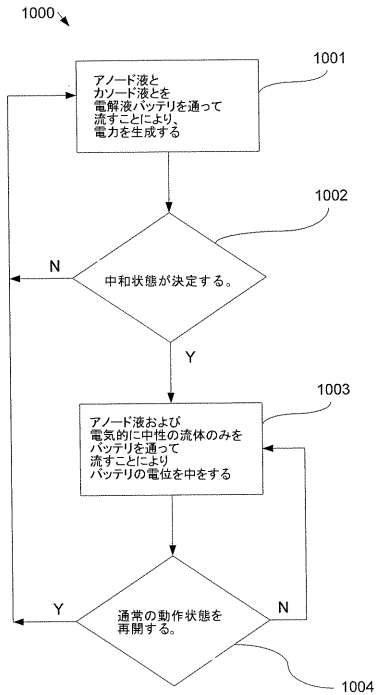


FIG. 10

【図 11】

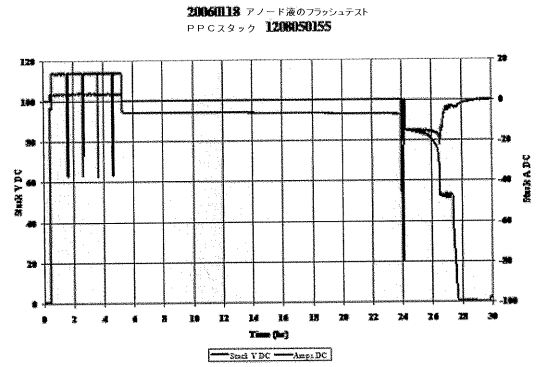


FIG. 11

【図 12】

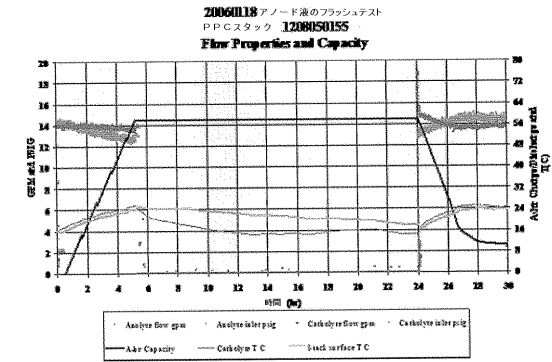


FIG. 12

【図 13】

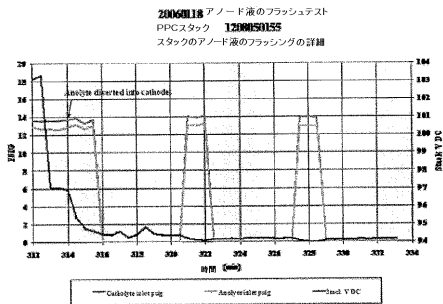


FIG. 13

【図 14】

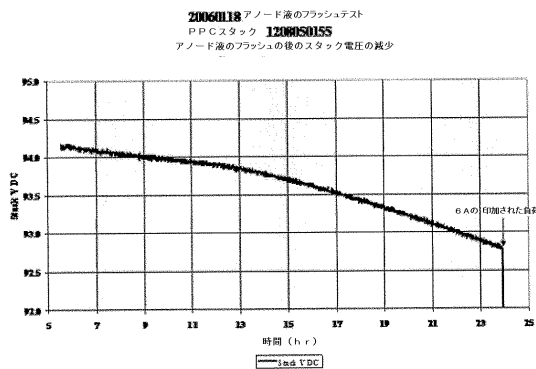


FIG. 14

【図 15】

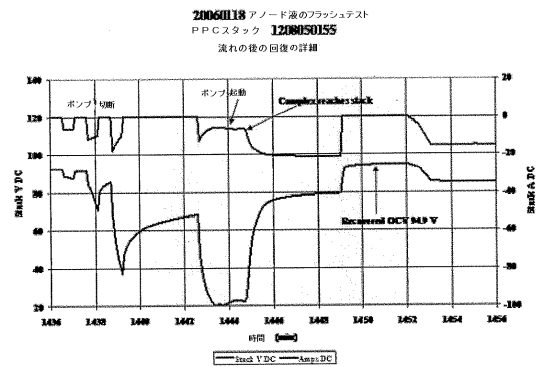
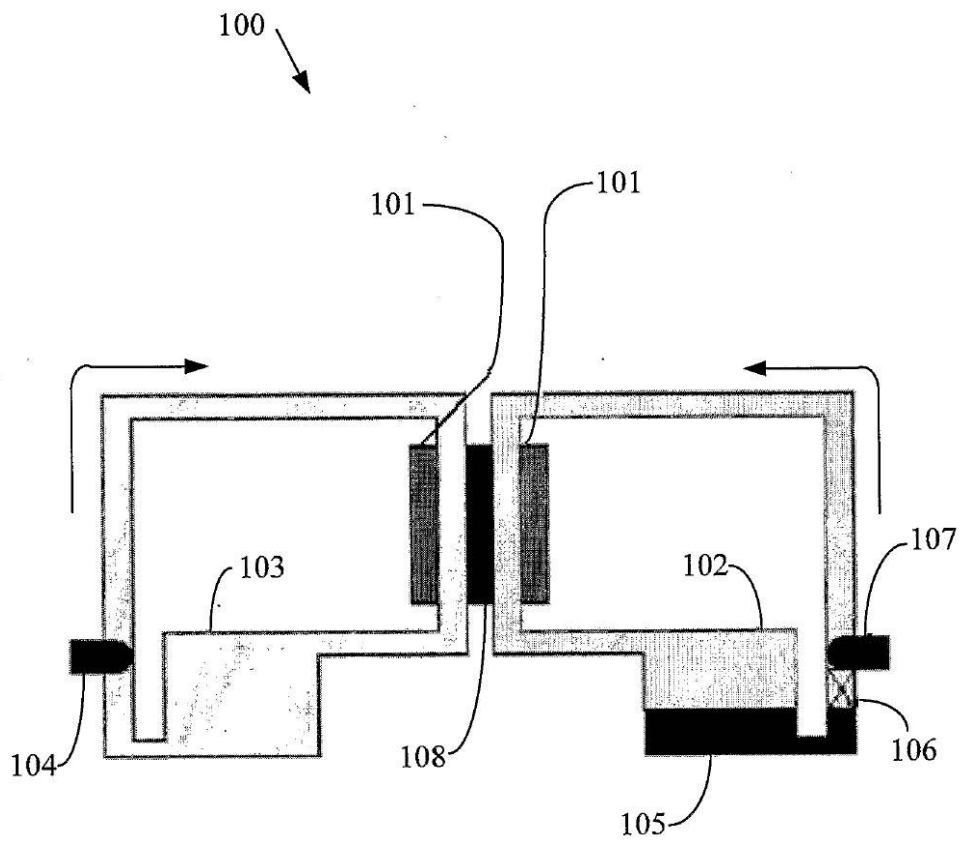


FIG. 15

【図 1】

**FIG. 1**

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 M 8/10

(72)発明者 ゲイリー コレロ

アメリカ合衆国 マサチューセッツ 0 1 8 4 5 , ノース アンドーバー , シュガーケイン  
レーン 3 1

F ターム(参考) 5H026 AA10

5H027 AA10 BA13 KK00 MM02

5H032 AA04 AS03 AS07 CC25

【外国語明細書】

2012169283000001.pdf