

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4392354号  
(P4392354)

(45) 発行日 平成21年12月24日(2009.12.24)

(24) 登録日 平成21年10月16日(2009.10.16)

(51) Int. Cl.	F I
<b>C O 2 F 1/46 (2006.01)</b>	C O 2 F 1/46 Z
<b>C 2 5 B 9/00 (2006.01)</b>	C 2 5 B 9/00 E
<b>C 2 5 B 15/08 (2006.01)</b>	C 2 5 B 15/08 3 O 4
<b>C 2 5 B 1/00 (2006.01)</b>	C 2 5 B 1/00 Z
<b>C O 2 F 1/20 (2006.01)</b>	C O 2 F 1/20 A

請求項の数 6 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-569170 (P2004-569170)  
 (86) (22) 出願日 平成15年3月4日(2003.3.4)  
 (65) 公表番号 特表2006-519090 (P2006-519090A)  
 (43) 公表日 平成18年8月24日(2006.8.24)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2003/006601  
 (87) 国際公開番号 W02004/079051  
 (87) 国際公開日 平成16年9月16日(2004.9.16)  
 審査請求日 平成18年2月3日(2006.2.3)

(73) 特許権者 306003556  
 エフアールエス ウォーターウェア イン  
 コーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90  
 502 トーランス エス パーモント  
 アヴェニュー 19750 スート 20  
 0  
 (74) 代理人 100072051  
 弁理士 杉村 興作  
 (74) 代理人 100100125  
 弁理士 高見 和明  
 (74) 代理人 100101096  
 弁理士 徳永 博  
 (74) 代理人 100086645  
 弁理士 岩佐 義幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高電界電解セル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水を取り入れるための少なくとも1つのインレット・チャンネル、水素リッチ水の出力のための第1アウトレット・チャンネル、及びフリーラジカル溶液水の出力のための第2アウトレット・チャンネルを有する構造を備える電解セルであって、

前記構造が2つの平坦メッシュ電極の間でそれらに接触して配置された平坦なプロトンのイオン交換膜を収容し、

前記電極のそれぞれが、第一隆起パターンを有するワイヤの第一層と該第一隆起パターンより小さな第二隆起パターンを有するワイヤの第二層とを含み、

前記電極への電力の付与が前記インレット・チャンネルを通じて流れる水を電気分解し、前記第1アウトレット・チャンネルを通じて出力されるフリーラジカル溶液水と前記第2アウトレット・チャンネルを通じて出力される水素リッチ水とを発生させることを特徴とする電解セル。

【請求項2】

前記第一層が前記プロトンのイオン交換膜面から離れた遠位に近接されて、前記プロトンのイオン交換膜に隣接する水の流れに乱れを作り出している、請求項1に記載の電解セル。

【請求項3】

前記第二層が前記プロトンのイオン交換膜に対向して近接されている、請求項1に記載の電解セル。

## 【請求項 4】

前記プロトンのイオン交換膜が、前記電極に固定して連結されている、請求項 1 に記載の電解セル。

## 【請求項 5】

前記隆起が、前記電極を形成するワイヤの曲がりによって形成されている、請求項 1 に記載の電解セル。

## 【請求項 6】

前記電極のそれぞれが、前記プロトンのイオン交換膜と二つの転換ガイドのうち一方との間に配置され、各転換ガイドは第一水流チャンネルと第二水流チャンネルとを備えてなり、電極の一方は第一水流チャンネルを覆って、他方が第二水流チャンネルを覆っている、請求項 1 に記載の電解セル。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は水を電解するための装置及び方法に関し、より詳細には、高電界電解（HEFE）セルに関する。加えて、本発明は HEFE セルによって作り出されるフリーラジカル溶液水を用いて電気を発生する装置及び方法にも関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

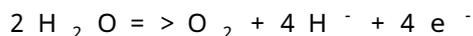
水の電気分解は、電気をを用いて水をその成分要素、即ち、水素及び酸素に分解する技術名である。水の分解は水中に電流を通過させることによって達成される。電気は負帯電端子であるカソードで水に入り、水中を通過して、正帯電端子であるアノードを介して出る。水素はカソードで集められ、酸素はアノードで集められる。電解セルにおいて、アノードは正電極であり、カソードは負電極である（ガルバニ電池では逆も真である）。国際慣例に従えば、アノード上の電流は正電流と考えられ、カソード上の電流は負電流と考えられる。しかしながら電気分析化学では、アノード電流はしばしば負であると考えられる一方、カソード電流は正と考えられる。

20

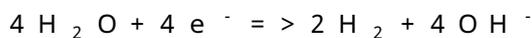
## 【0003】

電気分解は、以下の関係に従ってアノードで水を酸化することによって、エレクトロニクス、製薬、並びに、食品の各種産業において使用される非常に純粋な水素を作り出す。

30



そして以下の関係に従ってカソードで水を還元する。



こうして、水の分解は酸化還元プロセス、即ち、一方の電極酸化反応が生じ、他方の電極で還元反応が生ずる。

## 【0004】

水の電気分解に使用可能な今日用いられている電解セルには、幾つかの相互に異なるタイプがあり、例えば、水銀電池、隔膜電解槽、並びに、膜セルを含む。膜セル電気分解において、イオン交換膜がアノード分室及びカソード分室を分離する。イオンは電氣的に帯電している化学粒子（原子、分子、または分子断片）と負に帯電しているイオンは「アニオン」として知られ、そして正電荷を有するものは「カチオン」として知られる。イオン交換膜は、一般に、アノード及びカソードの間に配置された二重層膜である。それはイオン交換樹脂から形成されたプラスチック・シートである。イオン交換樹脂は重合樹脂であり、重合体の主鎖に固定的に結着された電氣的に帯電された断片（「固定イオン」）を含み、樹脂が浸漬された溶液相中における結着された可動性「対イオン」によって電氣的な中性が達成される。それ故に、そうした膜の有用性は、それらが正イオン（カチオン交換膜）か、または負イオン（アニオン交換膜）の何れかだけを優先的に透過できると云うそれらの特性に基づいている。そうした樹脂の実際的な用途は、不要なイオンを他のイオンで置き換えることによって溶液から不要イオンを除去することである。例えば、結着された可動性ナトリウムイオンによって固定された負電荷を含むカチオン交換樹脂は、もしカ

40

50

ルシウムイオン及びマグネシウムイオンがその樹脂により強力に引き付けられ、それ故にナトリウムイオンと置き換わることとなれば、水から「硬度」を除去すべく使用され得る。結局、ナトリウムイオン全ては溶液中に入り、イオン交換プロセスが終了する。樹脂は高濃度ナトリウム塩溶液中に浸かることによって再生され得る。そうしたプロセスは、また、汚染された水流から不要イオンを除去すべく使用され得る。

【 0 0 0 5 】

全ての先行技術に係る電解セルは、不適切な電極位置付けを伴う不十分な大きさの円筒状イオン交換膜を有する。それらセルの大きさは、増大された電解水の生成には十分でない。加えて、それらの独特な物理的特性によって、先行技術に係る電解セルのイオン交換膜及び電極の周りの水流を制御することは難しい。更には、カチオン(+)側で発生される排水は、一般に、アニオン(-)側で発生されるオゾン水と同等か、または該オゾン水の少なくとも1/4である。先行技術に係る電解セルは不要オゾンガスをも作り出す。

10

【 発 明 の 開 示 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

【 0 0 0 6 】

本発明は、清浄、脱臭、並びに、殺菌消毒のために、水を電気分解して、それをフリーラジカル溶液(FRS)水に変換するために高電界電解セルを提供すべく追求するものである。

【 0 0 0 7 】

また本発明は、水を電気分解して、電気エネルギーの発生用にFRS水を作り出すための高電界電解セルの提供を求めるものである。

20

【 0 0 0 8 】

加えて、本発明はその寸法とFRS水の出力ボリュームが容易に変更され得る高電界電解セルの提供を求めるものである。

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

【 0 0 0 9 】

本発明の原理に従って、先行技術の電解セルの短所を克服する独特な高電界電解(HEFE)セルが提示される。本発明のHEFEセルは、電極及びプロトンのイオン交換膜を収容する対応するセル構造内に取り囲まれた平坦なプロトンのイオン交換膜に結着(又は被覆)された平坦な電極対を含む。この電解セル構造は、純化された水を受け入れる少なくとも1つのインレット・チャンネルと、電解FRS水及び水素富裕水の出力のための2つのアウトレット・チャンネルとを含む。本発明の高電界電解セルは、再利用または電力発生用に水素富裕水のリサイクリングのための機構を更に提供する。

30

【 0 0 1 0 】

本発明のこれら及びその他の目的、局面、並びに、長所等は、図面及び特許請求の範囲を考慮した好適な非制限的实施例の以下の詳細な説明から、当業者には明らかであろう。

【 0 0 1 1 】

添付図面は例示目的のみで使用され、発明の制限を規定するものとしては使用されていないことを理解すべきである。

【 0 0 1 2 】

図を参照する際、同様の参照番号は全ての図にわたって対応する部分を表している。

40

【 発 明 を 実 施 す る た め の 最 良 の 形 態 】

【 0 0 1 3 】

図1は、本発明の高電界電解(HEFE)セル10の典型的な概略図である。図示されるように、HEFEセル10は、その装置を任意の領域に適切に収容すべく、または、発生されるFRS水のボリュームに関しての生成要件に適切に合致すべく変更され得る寸法を伴う平坦構造である。処理された水(純化または軟水)はインレット・チャンネル2を通じてHEFEセル10に流れ、電解されたフリーラジカル溶液水は、第2アウトレット・チャンネル6を通じて排水される豊富水素水によって第1アウトレット・チャンネル4を通じてHEFEセルから流出する。インレット・チャンネル2を通じて処理水が流入すると、H

50

EF Eセル10内部のプロトンのイオン交換膜8が入ってくる水を仕切る。本発明のプロトンのイオン交換膜8は一般に平坦であって、約10 $\mu$ m~500 $\mu$ mの厚みを有する固体高分子電解質から形成される。殆どの硬水(または通常水)に見られるカルシウムイオン及びマグネシウムイオンが透過性ではなく、プロトンのイオン交換膜8の多孔質表面を塞ぐ傾向があって、その性能を劣化するので、HEFE用には軟水または純化水が推奨される。

#### 【0014】

イオン交換膜8の一方側に結着されているメッシュ(またはネット)・タイプのアノード電極(+ )16はアニオン(- )を引き付け、イオン交換膜8の他方側に結着されているメッシュ(またはネット)・タイプのカソード(- )電極14はカチオン(+ )を引き付け、電極14, 16は、プロトンのイオン交換膜8内への水の取り入れのために、メッシュ(またはネット)のひも或いはワイヤの間における複数の穴或いは開口スペースから構成されている。アノード(+ )電極16及びカソード(- )電極14への(約5ボルトから20ボルトの)電力の付与に及んで、電流(電子の流れ)が水を通過し、水分子をアノード(+ )電極上及び/またはアノード(+ )電極近傍で正イオン及び負イオンに分解する。正の水素カチオン(+ )はカソード(- )電極14に向かって移行して、電子と混合して水素原子を形成する。2つの水素原子が組み合わせられてカソード(- )電極14付近に水素分子H<sub>2</sub>を作り出し、アウトレット・チャンネル6を通じて排出される水素リッチ水を発生する。O<sub>2</sub><sup>-</sup>またはOH<sup>-</sup>ラジカル等の水酸化物イオン(アニオン(- ))はアノード(+ )電極16に向かって移動し、幾つかの電子と陽子とを失って酸素原子及び他のフリーラジカルを形成し、そしてFRS水として第2のアウトレット・チャンネル4を通じて除去される。一般に、正に帯電したアノード(+ )電極16(アニオン(- )側)での水流は、負に帯電したカソード(- )電極14(カチオン(+ )側)での水流の1/10未満である。電解セルは、ヒドロキシルラジカル、超酸化物、一重項酸素、過ヒドロキシルラジカル、ヒドロキシルイオン、ヒドロペルオキシラジカル、水素過酸化物、オゾン、並びに、活性酸素を発生する。

#### 【0015】

図2は、高電界電解セル10に使用された他の構成要素に加えて、電極14及び16の詳細な層状構造を図示している。一般に、電極14, 16はプラチナ或いは他の貴金属で被覆或いは形成されており、プロトンのイオン交換膜8及び転換ガイド20の間に配置されている。この転換ガイド20は、典型的には、アクリル樹脂製であるが、ステンレスまたはチタニウム等の他の適切な材料で置き換えられ得る。電極14, 16は、プレス結着機構(不図示)または単にプロトンのイオン交換膜8上への被覆によって該プロトンのイオン交換膜8に固定及び結着され得る。簡略化のためにカソード(- )電極14のみが図2に図示されているが、理解して頂きたいことは、同様の構成がプロトンのイオン交換膜8及び転換ガイド20に関してアノード(+ )電極16の配置に対して為される。更には、図2に図示されているカソード(- )電極14の構造に対する説明もそのアノード(+ )電極16に適用される。図2におけるA-A'断面に図示されているように、本発明の各メッシュ電極14, 16は、イオン交換膜8での、またはイオン交換膜8近傍での水の流れに乱れを発生する粗い非平滑表面層22, 26で構成されている。第1の粗表面層は非常に小さな(または微細な)突出部22で構成され、その他が比較的粗い(またはより大きな)隆起物26を伴っている。各電極のより小さな突出物メッシュ層22はプロトンのイオン交換膜8と対向すると共にそれに結着し、より大きな隆起物メッシュ層側26は水流と対向し、イオン交換膜8から遠ざかって近接している。水流上に、それら大小の突起メッシュ層26, 22の双方が小さな矢印で図示されている水の無秩序な乱流を作り出し、水をプロトンのイオン交換膜8内に付勢している。水流と直接対向しているより粗い(またはより大きな突起)表面メッシュ層26はこの水流の「道」内にあって、水流内に最大限の乱流を作り出している。この構造はプロトンのイオン交換膜表面またはプロトンのイオン交換膜表面近傍における無秩序な流れ促進し、真水のその中への取り入れの効率を改善している。加えて、水取り入れの乱れた流れは余剰酸素の膜8内への吸収を可能

とし、水の溶解酸素（DO）レベルを増大することで電解の効率を改善し、次いでそれは水の酸化還元ポテンシャル（ORP）・レベルを改善する。

【0016】

図3及び図4は、水素等のカチオン（+）が蓄積するH E F Eセル10のカソード電極（-）側14からの水素ガスの脱気を図示している。水素の即時脱気はアウトレット・チャンネル6から出力される排水の酸化還元ポテンシャルを改善し、その水が再使用のために（図2に示された）インレット・チャンネル2へ向かってリサイクルされることを可能としている。アウトレット・チャンネル6からインレット・チャンネル2までの水素リッチ水の転送は、排水アウトレット・チャンネル6をインレット・チャンネル2に接続するプラスチック、金属、ステンレス銅、または、他の金属等の適切な材料から構成されるある種の管状或いはパイピング機構を含む様々な機構によって為される。真空ポンプ（不図示）等の既知の水素脱気機構が使用され得て、領域30における圧力を低減すべく使用され得て、水素ガスの除去を促進している。図3に図示された実施例は、更なるリサイクルのためにアウトレット・チャンネル6を通じて排出される前に、水から水素の脱気を更に補助する既知のガス伝達または気液分離膜36の使用もまた示している。他の既知の脱気機構は水素の脱気のための閉チャンバーの使用を含む。

10

【0017】

図4は本発明に従った水素脱気の実施例を図示している。この実施例によって、カソード（-）電極14（またはカチオン（+）側）は外気に開放され、水素ガスが単純に水から外側の空気に蒸発する。この実施例によって、水レベル38はあふれを防止すべく制御される。カソード（-）電極14で水素分子等のカチオン（+）が発生し、水素ガスが水中に浮かぶ。水素ガスやプロトンのイオン交換膜8の小さな開口を貫通するナトリウム等のその他ののかすかな物質を洗い流すのに、水を使用することができる。

20

【0018】

以下はフリーラジカルやアウトレット・チャンネル4で出力されるFRS水におけるそれらの変換パターンの一覧または表である。以下に図示された変換パターンは、電気分解プロセス中及び電気分解プロセス後の双方で無作為に反復的に生ずる。各フリーラジカルはFRS水中におけるH<sub>2</sub>O水分子の変換の結果であり、FRS水及び通常水（H<sub>2</sub>O分子変化が全く生じない）の間の差を図示している。

変換パターン：

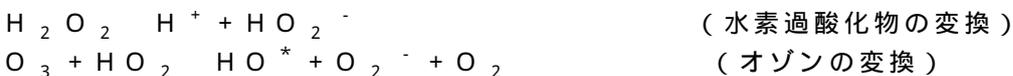
発生フリーラジカル：

30

$2 H_2 O \rightarrow O_2 + 4 H^+ + 4 e^-$	酸素
$3 H_2 O \rightarrow O_3 + 6 H^+ + 6 e^-$	オゾン
$2 H_2 O \rightarrow H_2 O_2 + 2 H^+ + 2 e^-$	水素過酸化物
$2 H_2 O \rightarrow * O_2^- + 4 H^+ + 3 e^-$	超酸化物アニオン
$H_2 O \rightarrow H O^* + H^+ + e^-$	ヒドロキシル・ラジカル
$2 H_2 O \rightarrow 2 O + 4 H^+ + 4 e^-$	一重項酸素
$* O_2^- + H^+ \rightarrow * O_2 H$	過ヒドロキシル・ラジカル
$H O^* + H_2 O + e^- \rightarrow H_3 O_2^-$	ヒドロキシル・イオン
$* O_2^- + H^+ \rightarrow H O O$ または $H O_2^*$	ヒドロペルオキシ・ラジカル

フリーラジカルの発生は無作為であり、この順序である必要性はない。フリーラジカルは無作為に相互に即座に且つ頻繁に変換される。超酸化物アニオン及びヒドロキシル・ラジカルはFRS水中でフリーラジカルとして漂い、オゾンまたは水素過酸化物に変換することによって最終的には安定する。更には、水素過酸化物及びオゾンも以下のようにして電気分解後にそれらの変換を続行する。

40



発生したフリーラジカルは非常に不安定であり、安定化のためにそれらを取り巻く他の分子または原子と結合しがちである。この現象は病原性細菌等の様々な感染性バクテリア疾病を滅菌すべく使用される。感染領域へのFRS水の適用はFRS水中のフリーラジカルをバクテリア及びその他の分子と結合させて、その感染領域を滅菌する。水が電気分解さ

50

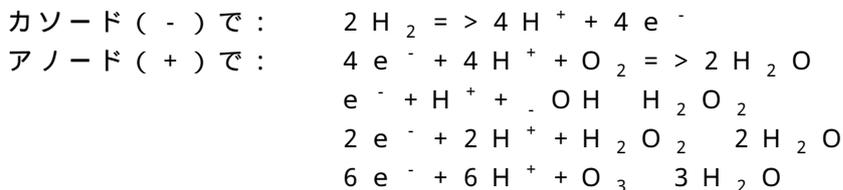
れると、酸素がH<sub>2</sub>O水分子から強制的に除去され、それを取り巻く他の原子または分子と結合する傾向がある不安定なフリーラジカル原子の内の1つに変換させられる。酸素等のフリーラジカルの病原性細菌等の他の分子と結合によって、そのバクテリアを酸化して滅菌する。フリーラジカルの全ての変換パターンは無作為であり、電気分解後、少なくとも二(2)時間の間、殆ど同一レベルで続行して反復する。それ故に、FRS水は、製造後、二(2)時間の間、滅菌液として使用され得て、例えば超酸性水等の既存の電解水と比較して使用の点で実質的に実用的な有益性がある。超酸性水に対するORPレベルは、製造後、直ちに低減され、それは滅菌能力に関する損失を意味する。詳細には、超酸性水は、製造後、10から15分だけ900mV ORPを維持できる。本発明のRFS水のORPレベルは製造後に通常10から15分でそのピークORPに到達し、その後、少なくとも2時間900mVレベル以上を維持し、非常に高いフリーラジカル反応を含む。

10

## 【0019】

HEFEセルはバッテリー等の電気エネルギーの源として使用され得る。図5はHEFEセルを用いて電気を発生すべく使用される原理を図示している。水素ガスが水から除去されるまたは蒸発されることを可能とする代わりに、図3及び図4に図示されているように、カソード(-)電極側14での水素リッチ水はリサイクルされてアノード(+)電極側16に移動させられ、アノード(+)電極16での酸素豊富水はカソード(-)側14に移動させられる。900mV以上のFRS水の非常に高いORPレベルのため、カソード(-)電極側16でのH<sub>2</sub>水素分子42はそれらの電子を解放し、正に帯電された形態の2H<sup>+</sup>のカチオン(+)分子に変換する。解放された電子は獲得されてロード40に移動させられ、それによってこのロードに対する電力を発生する。ロード40からの電子は閉電氣的復帰経路を通じて復帰されて、酸素44及び水素イオン2H<sup>+</sup>と結合し、水46を形成する。各電極での分子の変換は以下の如くである：

20



## 【0020】

カチオン(+)側でFRS水に酸素ガスを付加する機構によって、全システムの効率が殆どの再循環水素リッチ水が電気を発生すべくアニオン(-)側で使用され得る点まで向上する。先のプロセスは少なくとも2つのHEFEセルを相互に鎖状につなげることによって改善され得る。例えば、一次HEFEセルが二次HEFEセルに接続され得て、FRS水が第1HEFEを通じて効果的に発生させられ、第2HEFEセルを通じて電気が発生させられる。

30

## 【0021】

図6はHEFEセル10への電力供給のための制御回路の概略線図である。HEFEセル10に供給される電力は電力供給源60をスイッチングすることによって起動され、次いで該電力供給源はパルス幅変調(PWM)増幅器62を起動して、HEFEセル10に電力供給する。HEFEセル10の電極14及び16に供給される電力は、その中に電界を作り出して、水を電気分解して、FRS水を発生する。HEFEセル10に供給される電圧は様々なセンサ66乃至72から受け取る情報に基づきHEFEセル10への電力を遮断または維持すべく行動する制御回路74によって制御される。酸化還元ポテンシャル(ORP)センサ66は、FRS水のORPレベルの量を測定する。もしORPレベルが1200mV以上まで増大するかまたは700mV以下に減少すると、制御回路74はPWM増幅器62を遮断し、それによってHEFEセル電極14及び16への電力を遮断する。pHセンサ68はFRS水の水素イオン濃度(HIC)レベルを測定し、それを6から8pHの間に維持する。流量センサ70及び温度センサ72は水流及びその温度の量(または数量)をそれぞれ測定する。もし水流が所定の閾値水流率の10%未満まで減少すれば、制御回路74はPWM増幅器62を遮断し、フロー・バルブ80を制御する。

40

50

。C以上の水温の増大は制御回路74による電力の遮断をトリガーする。結果としての検知された情報は、制御回路74によって制御される、LCD或いはその他等のLED或いはその他の機構から構成され得るLEDディスプレイ76によって見ることができる。

【0022】

制御回路74によって遮断をトリガーし得る他の要因(または発生)としては、過電流(またはセル当たり10A/cm<sup>2</sup>以上の電流)、過電圧(セル当たり20Vを上回る増大電圧)、或いは、ヒューマン・インターフェースによるものなどが挙げられる。HEFEセルに供給される最大許容電力は120V+/-20%pの範囲内であり、15mAの最大許容電氣的リークを伴う。ここに示されたこれらパラメータの閾値レベルからの逸脱は、制御回路74によるHEFEセル10への電力の遮断をトリガーし得る。例えば電流、電圧を含む様々なセンサや電力センサはそうした発生を検出すべく使用される。これらセンサは制御回路74の一体的な部分であり得る。

10

【0023】

HEFEセルは、多数のセルを直列に接続することによって電解のより高い性能を獲得し得る。図7は多数のセルを直列に接続するための典型的な実施例を図示する。図7に示されたこの実施例において、2つのセルは接続されている。第1セル(No.1セル)はFRSのORPを増大し、次いで、第2のセル(No.2セル)はORPを更により高いレベルまでに高める。高められた性能は、生水の品質等の動作状況に依存して変動される。図8は、1ユニットにおける多数セルの典型的な層状構造を図示している。図8に示されたこの実施例において、1ユニットに2つのセルがある。カソード(-)電極は1つの平坦な層であるが、アノード(+)電極は2片に分離されている。これら分離されたアノード(+)電極はそれぞれ独立して作動する。図9は二重セル・プロセスを通じて製造されたFRSのORP測定のための標本チャートである。このチャートも、第1セル及び第2セルに対して付与された電流に対するFRSのORPの関係を示している。ORPは各セルに対して所与された電流の様々な組み合わせによって微細に調整及び制御され得る。

20

【0024】

以上、本発明の例示的实施例が説明されたが、数多くの変更及び代替の実施例が当業者には思いつくであろう。例えば、電極に対する2層の円形(または球形)隆起として示された突起は球状である必要もなく、或いは、示されるように対称的な行として配列される必要もない。インレット及びアウトレットのチャンネルの数は変更し得る。例えば、3つのアウトレット・チャンネルが使用され得て、その内の1つはFRS水を出力し、第2のものが水素リッチ水を出力し、そして第3のものが脱気水素水を出力する。水素リッチ水は発電用に再使用され得て、脱気水素水はインレット・チャンネルに戻されるように再循環させられ得る。HEFEセルの物理的構造は図示の如くに矩形状-立方体である必要性はない。それは丸められた縁のものを含む。他のセンサも先に記載されたセンサに加えて使用され得る。これらは、FRS水における溶解酸素の最大レベルを最適化且つ維持すべく大気圧を検出すべく圧力センサを含み得る。そうした変更及び代替の実施例が意図されており、本発明の精神、範疇、並びに、特許請求の範囲から逸脱することなしに為され得る。

30

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】図1は、本発明に従った高電界電解セルの典型的な概略図解である。

【図2】図2は、図1に図示された高電界電解セル内の他の構成要素に対する電極の詳細な層状構造を図示している。

【図3】図3は、本発明に従った水素リッチ水の脱気の一実施例を図示している。

【図4】図4は、本発明に従った水素リッチ水の脱気の別の実施例を図示している。

【図5】図5は、本発明に従った高電界電解セルを用いて電気を発生すべく使用される原理を図示している。

【図6】図6は、本発明に従った高電界電解セルへの電力の供給のための制御回路の概略線図である。

【図7】図7は、本発明に従った多数セルを直列に接続するための典型的な実施例を図示

40

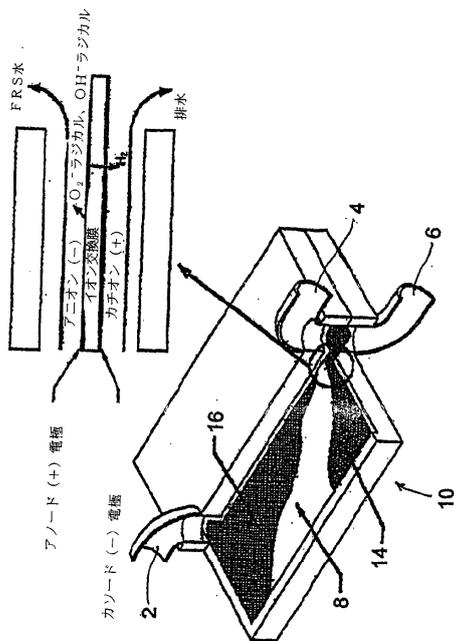
50

している。

【図8】図8は、本発明に従った1ユニット内における多数セルの典型的な層状構造を图示している。

【図9】図9は、二重セル・プロセスを通じて製造されたFRSのORP測定のための標本チャートである。

【図1】



【図2】

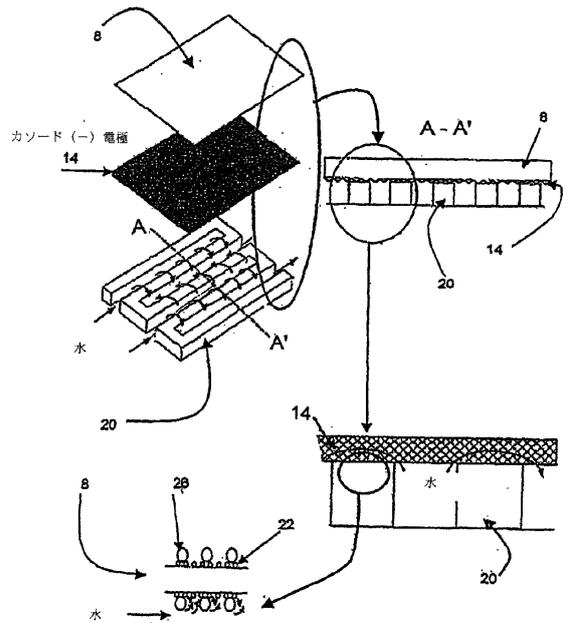


FIG. 2

【 図 3 】

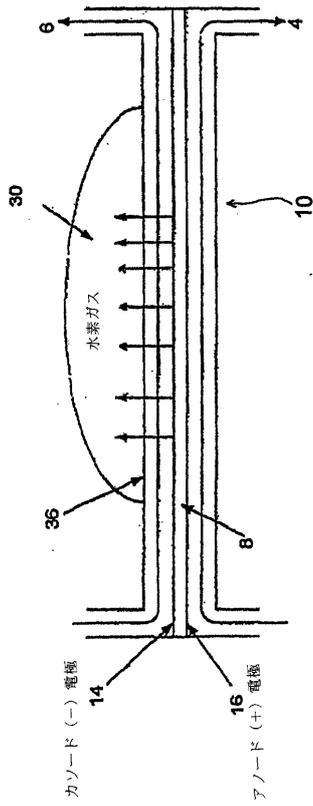


FIG. 3

【 図 4 】

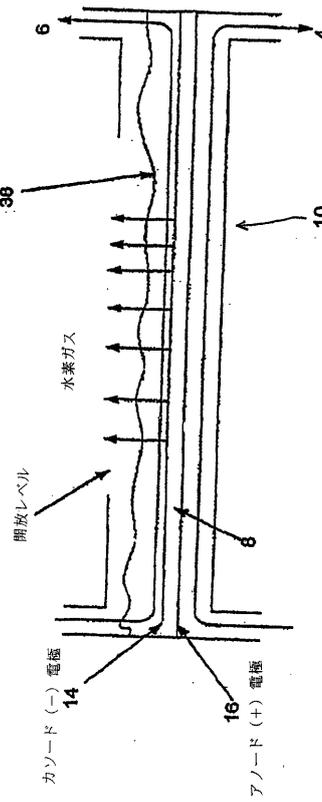


FIG. 4

【 図 5 】

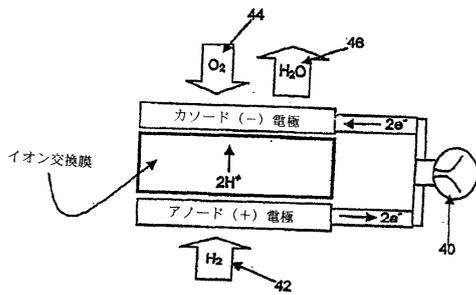


FIG. 5

【 図 6 】

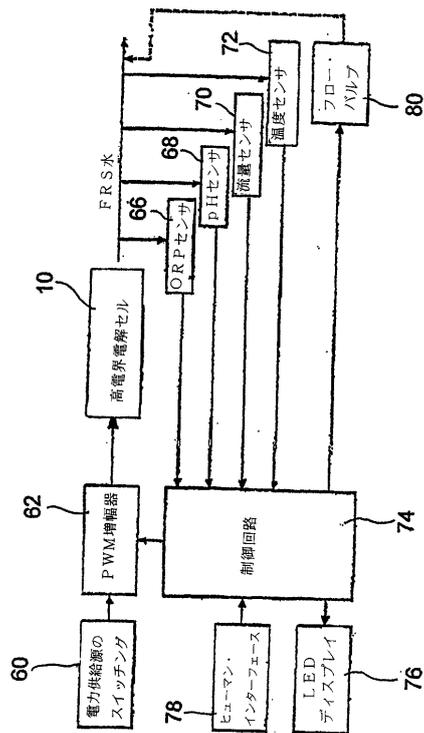


FIG. 6

【 図 7 】

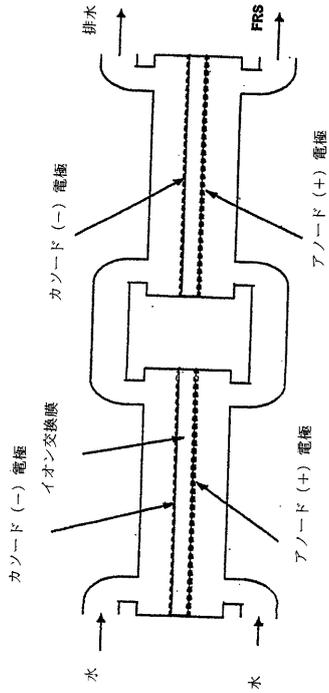


FIG. 7

【 図 8 】

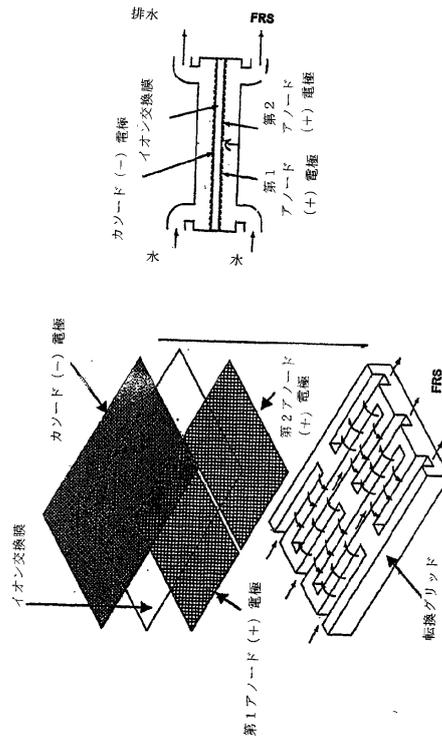


FIG. 8

【 図 9 】

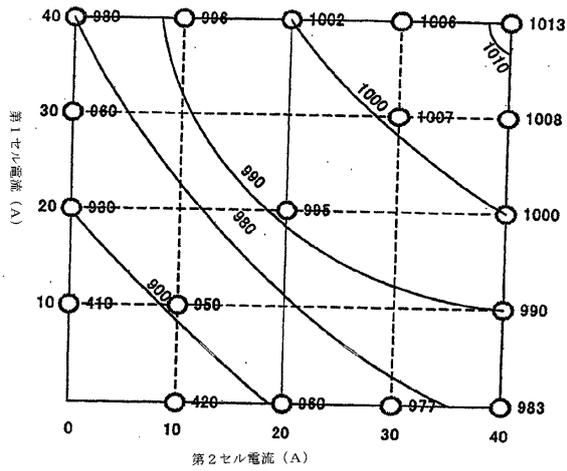


FIG. 9

## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
**B 0 1 D 19/00 (2006.01)** B 0 1 D 19/00 H  
 B 0 1 D 19/00 1 0 1

(74)代理人 100107227

弁理士 藤谷 史朗

(74)代理人 100114292

弁理士 来間 清志

(74)代理人 100119530

弁理士 富田 和幸

(72)発明者 福井 健二

東京都台東区駒形 1 - 4 - 2 - 7 0 1

(72)発明者 納屋 一成

埼玉県戸田市美女木 5 - 7 - 3

審査官 富永 正史

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 2 3 4 1 9 1 ( J P , A )

特開平 0 8 - 1 3 4 6 7 7 ( J P , A )

特開 2 0 0 2 - 3 3 6 8 5 8 ( J P , A )

特開平 1 1 - 3 3 3 4 5 7 ( J P , A )

特開平 1 0 - 1 1 8 6 5 3 ( J P , A )

特開平 1 0 - 0 7 6 2 6 9 ( J P , A )

特開平 0 9 - 0 3 8 6 5 3 ( J P , A )

特開平 0 7 - 1 0 8 2 7 4 ( J P , A )

特開平 0 7 - 0 0 0 9 6 6 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C02F 1/46

B01D 19/00

C02F 1/20

C25B 1/00

C25B 9/00

C25B 15/08