

(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2017-179556

(P2017-179556A)

(43) 公開日 平成29年10月5日(2017.10.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 5 B 15/00 (2006.01)	C 2 5 B 15/00 3 0 3	4 K O 2 1
C O 1 B 3/04 (2006.01)	C O 1 B 3/04 R	
C 2 5 B 1/10 (2006.01)	C 2 5 B 1/10	
C 2 5 B 9/00 (2006.01)	C 2 5 B 9/00 A	
A 6 1 M 16/10 (2006.01)	A 6 1 M 16/10 Z	
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 17 頁)		

(21) 出願番号 特願2016-72956 (P2016-72956)
 (22) 出願日 平成28年3月31日(2016.3.31)

(71) 出願人 394021270
 M i Z株式会社
 神奈川県鎌倉市大船二丁目19番15号
 (74) 代理人 110000486
 とこしえ特許業務法人
 (72) 発明者 黒川 亮介
 神奈川県鎌倉市大船二丁目19番15号
 M i Z株式会社内
 (72) 発明者 佐藤 文武
 神奈川県鎌倉市大船二丁目19番15号
 M i Z株式会社内
 (72) 発明者 佐藤 文平
 神奈川県鎌倉市大船二丁目19番15号
 M i Z株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水素ガス生成装置

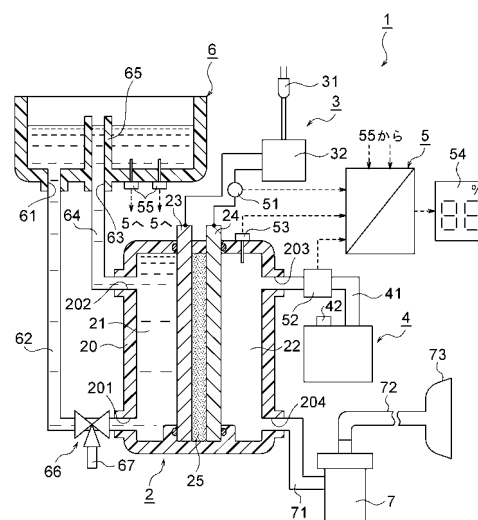
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】水分に対して脆弱な水素ガス濃度検出センサを用いることなく、生成された水素ガスの濃度を正確に提示することができる水素ガス生成装置の提供。

【解決手段】陰極となる電極板24が設けられた第1室21又は第2室22に、生成した水素ガスを希釈する希釈ガスを導入する希釈器4と、陰極となる電極板24に付与される電気を検出する電流量検出器51又は希釈器4による希釈ガスの流量を検出する流量検出器52のいずれか一方と、電流量検出器51により検出された電流量又は流量検出器52により検出された流量のいずれか一方から、前記希釈された水素ガスの濃度cを演算する演算器5と、演算器5により演算された水素ガスの濃度cを提示する提示器54と、電流量又は流量の検出値が所定の異常範囲にある場合には、提示器に異常である旨を表示する指令などを出力する制御器5と、を備える水素ガス生成装置1。

【選択図】図1

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

筐体、前記筐体内に形成され被電解水が導入される電解室、前記電解室に設けられた少なくとも一対の電極板、及び前記電解室にて生成された水素を含むガスを導出するガス出口を含む電解槽と、

前記一対の電極板に直流電圧を印加する電源と、

前記電極板に付与される電気量を検出する電気量検出器又は前記水素を含むガスを希釈する希釈ガスの流量を検出する流量検出器の少なくともいずれか一方と、

前記電気量検出器により検出された電気量又は前記流量検出器により検出された流量の少なくともいずれか一方の検出値が所定の異常範囲にあるか否かを判定する判定器と、

10

前記水素を含むガスの濃度を提示する提示器と、

前記電気量又は前記流量の検出値が前記所定の異常範囲にある場合には、前記提示器に異常である旨を表示する指令、前記提示器に濃度表示を行わない指令又は前記電源を切断する指令の少なくとも一の指令を出力する制御器と、を備える水素ガス生成装置。

【請求項 2】

筐体、前記筐体内に形成され被電解水が導入される電解室、前記電解室に設けられた少なくとも一対の電極板、及び前記電解室にて生成された水素を含むガスを導出するガス出口を含む電解槽と、

前記一対の電極板に直流電圧を印加する電源と、

前記電極板に付与される電気量を検出する電気量検出器又は前記水素を含むガスを希釈する希釈ガスの流量を検出する流量検出器のいずれか一方と、

20

前記電気量検出器により検出された電気量又は前記流量検出器により検出された流量のいずれか一方から、前記希釈された水素ガスの濃度を演算する演算器と、

前記演算器により演算された水素ガスの濃度を提示する提示器と、

前記電気量又は前記流量の検出値が所定の異常範囲にある場合には、前記提示器に異常である旨を表示する指令、前記演算器による演算を実行しない指令、前記提示器に濃度表示を行わない指令又は前記電源を切断する指令の少なくとも一の指令を出力する制御器と、を備える水素ガス生成装置。

【請求項 3】

筐体、前記筐体内に形成され被電解水が導入される電解室、前記電解室に設けられた少なくとも一対の電極板、及び前記電解室に水素ガスを希釈する希釈ガスを導入する希釈ガス入口を含む電解槽と、

30

前記一対の電極板に直流電圧を印加する電源と、

前記電極板に付与される電気量を検出する電気量検出器又は前記希釈ガスの流量を検出する流量検出器のいずれか一方と、

前記電気量検出器により検出された電気量又は前記流量検出器により検出された流量のいずれか一方から、前記希釈された水素ガスの濃度を演算する演算器と、

前記演算器により演算された水素ガスの濃度を提示する提示器と、

前記電気量又は前記流量の検出値が所定の異常範囲にある場合には、前記提示器に異常である旨を表示する指令、前記演算器による演算を実行しない指令、前記提示器による濃度表示を行わない指令又は前記電源を切断する指令の少なくとも一の指令を出力する制御器と、を備える水素ガス生成装置。

40

【請求項 4】

筐体、前記筐体内に形成され被電解水が導入される第 1 室、前記筐体内に前記第 1 室とは別に設けられた第 2 室、前記筐体内の前記第 1 室と前記第 2 室との間に設けられた隔膜、及び前記第 1 室及び前記第 2 室のそれぞれに設けられた一対の電極板、を含む電解槽と、

前記被電解水を貯留するタンクと、

前記一対の電極板に直流電圧を印加する電源と、

陰極となる電極板が設けられた前記第 1 室又は前記第 2 室に、生成した水素ガスを希釈

50

する希釈ガスを導入する希釈器と、

前記陰極となる電極板に付与される電気量を検出する電気量検出器又は前記希釈器による希釈ガスの流量を検出する流量検出器のいずれか一方と、

前記電気量検出器により検出された電気量又は前記流量検出器により検出された流量のいずれか一方から、前記希釈された水素ガスの濃度を演算する演算器と、

前記演算器により演算された水素ガスの濃度を提示する提示器と、

前記電気量又は前記流量の検出値が所定の異常範囲にある場合には、前記提示器に異常である旨を表示する指令、前記演算器による演算を実行しない指令、前記提示器による濃度表示を行わない指令又は前記電源を切断する指令の少なくとも一の指令を出力する制御器と、を備える水素ガス生成装置。

10

【請求項 5】

希釈された水素ガスの温度を検出する温度検出器をさらに備え、

前記演算器は、前記電気量検出器により検出された電気量又は前記流量検出器により検出された流量のいずれか一方及び前記温度検出器により検出された温度から、前記希釈された水素ガスの濃度を演算する請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載の水素ガス生成装置。

【請求項 6】

前記タンクに貯留された被電解水の電気抵抗値を検出する抵抗検出器をさらに備え、

前記演算器は、前記抵抗検出器により検出された電気抵抗値が、所定範囲以下又は所定範囲以上である場合には、前記電源から前記一对の電極板への直流電圧の印加を禁止する請求項 4 に記載の水素ガス生成装置。

20

【請求項 7】

前記第 1 室に設けられた電極板に前記直流電圧の陽極が接続され、前記第 2 室に設けられた電極板に前記直流電圧の陰極が接続され、

前記一对の電極板のそれぞれは、前記隔膜に接触して設けられ、

前記第 1 室にのみ前記被電解水が導入される請求項 4 又は 6 に記載の水素ガス生成装置。

【請求項 8】

前記タンクは、前記電解槽より鉛直方向の上側に設置され、

前記タンクの底面に設けられた被電解水出口と、前記第 1 室の下部に設けられた被電解水入口とが接続され、

30

前記第 1 室の上部に設けられたガス出口と、前記タンクに設けられたガス入口とが接続されている請求項 7 に記載の水素ガス生成装置。

【請求項 9】

希釈された水素ガスを導出する混合ガス出口が、前記陰極となる電極板が設けられた前記第 1 室又は前記第 2 室の下部に設けられ、

前記混合ガス出口に気液分離器が接続され、

前記気液分離器を介して目的とする部位に前記希釈された水素ガスを供給する請求項 7 に記載の水素ガス生成装置。

【請求項 10】

前記演算器は、演算された水素ガス濃度が、爆燃下限値又は爆轟下限値を超えた場合には、前記提示器によりその旨を提示するか又は前記電源から前記一对の電極板への直流電圧の印加を禁止する請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載の水素ガス生成装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水素ガス生成装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

水素ガスの体内吸入装置として、水素ガス発生装置から鼻孔カニューラへの導管の一部に空気混合器を取り付けることにより、供給する水素ガスの濃度を調整するものが知られ

50

ている（特許文献１）。この水素ガスの体内吸入装置では、混合器と鼻孔カニューラとの間のガス流路に水素ガス濃度検出センサを設け、水素ガス濃度検出センサで検出される水素ガスの濃度により、水素ガス発生装置に印加されている電流値を電気分解電流値制御装置を用いてフィードバックする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２００９－５８８１号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【０００４】

ところで、この種の水素ガス生成装置を用いて患者に水素ガスを吸入させる場合に、水素ガス濃度が適切な値かどうかを確認すべく、装置に水素ガス濃度を表示することが望ましいとされる。

【０００５】

一般的な水素ガス濃度検出センサとしては、水素ガスを選択的に吸収して可逆的に電気抵抗値が変化する水素吸収合金等を用いたセンサデバイス（特開２００５－２５６０２８号公報）、光触媒作用を利用して光触媒層で酸化分解された試料ガスに触れて抵抗値が可逆的に変化する薄膜層を用いたセンサデバイス（特開２００５－２１４９３３号公報）などが知られている。しかしながら、上記従来技術の水素ガス濃度検出センサにこの種のセンサデバイスを用いると、水素ガスに含まれる水分によりセンサデバイスの寿命が短くなるという問題がある。

20

【０００６】

本発明が解決しようとする課題は、水分に対して脆弱な水素ガス濃度検出センサを用いることなく、生成された水素ガスの濃度を正確に提示することができる水素ガス生成装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明は、電解槽を用いて水素ガスを生成するものにおいて、陰極に付与される電気量又はそのときの水素ガスの流量のいずれか一方から水素ガス濃度を演算し、その値が異常範囲にある場合はその旨を喚起することにより、上記課題を解決する。

30

【発明の効果】

【０００８】

本発明によれば、水分に対して脆弱な水素ガス濃度検出センサを用いることなく、生成された水素ガスの濃度を正確に提示することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】本発明に係る水素ガス生成装置の一実施の形態を示す全体構成図である。

【図２】本発明に係る水素ガス生成装置の他の実施の形態を示す要部構成図である。

【図３】本発明に係る水素ガス生成装置のさらに他の実施の形態を示す要部構成図である。

40

【図４】本発明に係る水素ガス生成装置のさらに他の実施の形態を示す要部構成図である。

【図５】本発明に係る水素ガス生成装置のさらに他の実施の形態を示す要部構成図である。

【図６】本発明に係る水素ガス生成装置のさらに他の実施の形態を示す要部構成図である。

【図７】本発明に係る水素ガス生成装置のさらに他の実施の形態を示す要部構成図である。

【図８】本発明に係る水素ガス生成装置のさらに他の実施の形態を示す要部構成図である。

50

。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に説明する本発明に係る水素ガス生成装置1は、たとえば、細胞や臓器を含む生体（人及び動物）の健康維持、機能維持、疾病改善、機能改善、健康診断、又は機能測定を目的に、生成した水素ガスを生体に供給するために用いることができる水素ガス生成装置である。生成された水素ガスの生体への供給手段としては、鼻腔や口腔から水素ガスを吸入することによる供給、皮膚や臓器へ水素ガスを曝露することによる供給、皮膚や臓器へ水素ガスを吹込むことによる供給、液状薬剤や臓器保存液などのような、生体に適用されることを前提とした生体適用液へ水素ガスを曝露することによる供給、生体適用液へ水素ガスを吹込むことによる供給、生体を保存する容器又は回路の外側から水素ガスを拡散させることによる供給などが含まれる。ただし、本発明は、上述したとおり水分に対して脆弱な水素ガス濃度検出センサを用いることなく、生成された水素ガスの濃度を正確に提示することができる水素ガス生成装置を提供することを目的とすることから、生成された水素ガスの用途については何ら限定されることはない。

10

【0011】

図1は、本発明に係る水素ガス生成装置1の一実施の形態を示す全体構成図である。本実施形態の水素ガス生成装置1は、電解槽2と、被電解水Wを貯留するタンク6と、電解槽2に設けられた一対の電極板23、24に直流電圧を印加する電源3と、生成した水素ガスを希釈する希釈ガスを導入する希釈器4と、陰極となる電極板23又は24に付与される電流量を検出する電流量検出器51と、希釈器4による希釈ガスの流量を検出する流量検出器52と、希釈された水素ガスの温度を検出する温度検出器53と、希釈された水素ガスの濃度cを演算する演算器5と、演算器5により演算された水素ガスの濃度cを提示する提示器54と、タンクに貯留された被電解水の電気抵抗値を検出する抵抗検出器55と、を備える。

20

【0012】

電解槽2は、筐体20、この筐体20内に形成され被電解水Wが導入される第1室21、筐体20内に第1室21とは別に設けられた第2室22、筐体20内の第1室21と第2室22との間に設けられた隔膜25、及び第1室21及び第2室22のそれぞれに設けられた一対の電極板23、24、を含んで構成されている。筐体20は、プラスチックなどの電気絶縁性材料により形成され、後述する被電解水入口201、ガス出口202、希釈ガス入口203及び混合ガス出口204を除き、水密及び気密の状態が維持されるように構成されている。

30

【0013】

筐体20の内部は、隔膜25により第1室21と第2室22とに仕切られている。また本実施形態の一対の電極板23、24は、いずれも隔膜25に接触して設けられている。そして、被電解水Wが導入される第1室21に設けられた電極板23には、直流電源の陽極（+）が接続され、第2室22に設けられた電極板24には直流電源の陰極（-）が接続されている。以下において、陽極に接続された電極板を陽極板、陰極に接続された電極板を陰極板とも称する。図1に示す例においては、第1室21に陽極板23が設けられ、第2室22に陰極板24が設けられている。

40

【0014】

本実施形態の隔膜25としては、水素イオンは透過させる一方で水酸イオンは透過させない陽イオン交換膜を用いることが望ましい。また、イオン伝導性、物理強度、ガスバリア性、化学的安定性、電気化学的安定性、熱的安定性等の諸要因を考慮すると、電解質基としてスルホン酸基を備えた全フッ素系スルホン酸膜を好適に使用できる。このような膜としては、スルホン酸基を有するパーフルオロビニルエーテルとテトラフルオロエチレンとの共重合体膜であるナフィオン膜（登録商標、デュ・ポン社製）、フレミオン膜（登録商標、旭硝子社製）、アシプレックス膜（登録商標、旭化成社製）などが挙げられる。

【0015】

50

また、本実施形態の一对の電極板 23, 24 は、たとえば、チタン板を基材とし、白金、イリジウム、パラジウムなどの群から選ばれる 1 種又は 2 種以上の貴金属膜を被覆したものをを用いることができる。ただし、これにのみ限定されるものではなく、たとえば無垢のステンレス板を用いてもよい。なお、第 1 室 21 に設けられた陽極板 23 は、必ずしも隔膜 25 に接触させて設ける必要はなく、隔膜 25 から所定の距離をあけて設けられていてもよい。また、第 2 室 22 に設けられた陰極板 24 は、隔膜 25 に接触して設けられているが、隔膜 25 と陰極板 24 との間に水膜が形成される程度に接触していればよいので、必ずしも圧着されている必要はない。

【0016】

電源 3 は、商用交流電源などに接続されるコンセント 31 と、この商用交流電流を直流電流に変換する AC/DC コンバータ 32 とを含んで構成されている。ただし、ポータブルな（どこにでも持ち運びが可能な）水素ガス生成装置 1 を提供するために、電源 3 として、コンセント 31 及び AC/DC コンバータ 32 に代えて、一次電池又は二次電池などの直流電源を用いることもできる。本実施形態の水素ガス生成装置 1 では、AC/DC コンバータ 32 と陰極板 24 とを接続する電線に電気量検出器 51 である電流計が設けられている。

10

【0017】

被電解水 W が投入されるタンク 6 は、電解槽 2 より鉛直方向の上側に設置され、タンク 6 の底面に設けられた被電解水出口 61 と、第 1 室 21 の下部に設けられた被電解水入口 201 とがホース 62 により接続され、第 1 室 21 の上部に設けられたガス出口 202 と、タンク 6 に設けられたガス入口 63 とがホース 64 により接続されている。そして、ガス入口 63 は、タンク 6 の内部においてタンク 6 の底面より鉛直上方に起立して延在するガス排出塔 65 に連通し、ガス排出塔 65 の先端は開口している。また、被電解水出口 61 と被電解水入口 201 とを接続するホース 62 の途中には三方弁 66 が設けられ、その一つにドレイン管 67 が接続されている。ドレイン管 67 は、第 1 室 21 に導入された被電解水 W を廃棄するためのものである。なお、第 1 室 21 の上部に設けられたガス出口 202 と、タンク 6 に設けられたガス入口 63 とをホース 64 により接続することは必ずしも必須ではなく、タンク 6 に投入可能な被電解水 W の容積を第 1 室 21 の容積以下にし、第 1 室 21 のガス出口 202 を当該第 1 室 21 の天井面に形成してもよい。

20

【0018】

本実施形態の水素ガス生成装置 1 の電解槽 2 は、第 1 室 21 にのみ被電解水 W を導入し、第 2 室 22 には被電解水 W を導入しないで空気室とするが、第 1 室 21 に被電解水 W を導入する場合は、三方弁 66 を被電解水出口 61 と被電解水入口 201 とが連通する位置に回動した状態でタンク 6 に被電解水 W を投入する。これにより、タンクに投入された被電解水 W は、自重によってホース 62 を通って第 1 室 21 に至り、当該第 1 室 21 に被電解水 W が満たされる。このとき、第 1 室 21 内の空気はホース 64 を通ってガス排出塔 65 から排出されるので、タンク 6 内の被電解水 W は円滑かつ短時間で第 1 室 21 に満たされることになる。また、タンク 6 から第 1 室 21 に導入される被電解水 W の量が第 1 室 21 の容積以上であっても、筐体 20 内に漏洩することがなく、余分な被電解水 W はタンク 6 へ戻すことができる。さらに、第 1 室 21 が被電解水 W で満たされたのち、一对の電極板 23, 24 に直流電流を流すと、第 1 室 21 の陽極板 23 の表面から酸素ガスが生成されるが、この酸素ガスはホース 64 を通ってガス排出塔 65 から排出される。したがって、第 1 室 21 は、電解中においても被電解水 W により満たされるので、陽極板 23 の有効面積が減少することがなく、水素ガスの生成効率が高くなるという効果がある。

30

40

【0019】

本実施形態の水素ガス生成装置 1 に用いられる被電解水 W は、水の電気分解反応によって陰極板 24 に水素ガスを生成させることができる水であり、水道水、浄水、精製水、イオン交換水、RO 水、蒸留水などが含まれる。被電解水 W は、カルシウムイオンやマグネシウムイオンなど電解質を適宜含有してもよい。ただし、電気分解時に水素ガス及び酸素ガス以外の余分なガスを発生させないため、イオン交換水や精製水など、水素イオン及び

50

水酸イオン以外のイオンを含まない純水に、人工的に水溶性の化合物を添加して被電解水とすることが望ましい。特に塩素ガスは、基本的に生体にとって有益でないとされているため、本実施形態の水素ガス生成装置 1 に用いられる被電解水は、塩素イオンの除去処理が施されていることが望ましく、同様に、水素ガスと希釈用ガスを含む混合ガスにおける塩素ガス濃度も低ければ低いほど望ましい。水素ガスと希釈用ガスを含む混合ガスにおける塩素ガス濃度は、好ましくは 1 p p m 以下、より好ましくは 0 . 5 p p m 以下、さらに好ましくは 0 . 1 p p m 以下である。さらに言えば、 PO_4^{3-} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- など、水に溶解した際に水酸化物イオンよりイオン化傾向の高い陰イオンを溶出する水溶性化合物が含まれた水（水自体は、事前にイオンの除去処理が行われていることが望ましい）を電気分解するのであれば、陰イオンのガス化よりも、水酸化物イオンが電子を放出しつつ酸素 O_2 を発生させる反応が優先されるため、気層部に余分なガスを放出するおそれが少ない。

10

【0020】

こうした被電解水 W の種類と被電解水 W の水位を検出するために、タンク 6 の底部には、たとえば白金メッキが施された一対の電極からなる抵抗検出器 55, 55 が設けられ、タンク 6 に貯留された被電解水 W の電気抵抗値を検出する。そして、演算器 5 により一対の抵抗検出器 55, 55 に検出用電圧が印加され、このとき流れる電流を演算器 5 により検出することで被電解水 W の電気抵抗値を検出する。水素イオン及び水酸イオン以外のイオンを含まない純水の電気抵抗値 ($2.5 \times 10^5 \text{ m}$) は、これ以外の電解性イオンを含む水の電気抵抗値に比べて大きいことから、演算器 5 により検出された被電解水 W の電気抵抗値が純水の電気抵抗値に比べて小さい場合には、タンク 6 に投入された水が純水ではないと判定し、電源 3 から一対の電極板 23, 24 への直流電圧の印加を禁止するか、又は被電解水 W が純水でない旨を表示または音声などで喚起してもよい。また同様に、タンク 6 に投入された水が第 1 室 21 を満たすだけの十分な量ではなく、又はタンク 6 に水が投入されていない場合のように、一対の抵抗検出器 55, 55 により検出される媒体が空気である場合には、純水の電気抵抗値に比べてさらに大きい (10^{15} m オーダ) ことから、演算器 5 により検出された被電解水 W の電気抵抗値が純水の電気抵抗値に比べて著しく大きい場合には、タンク 6 に水が投入されていないと判定し、電源 3 から一対の電極板 23, 24 への直流電圧の印加を禁止するか、又は被電解水 W が投入されていない旨を表示または音声などで喚起してもよい。

20

30

【0021】

電解槽 2 の第 2 室 22 の上部には、希釈ガス入口 203 が形成され、第 2 室 22 の下部には混合ガス出口 204 が形成されている。希釈ガス入口 203 は、ホース 41 を介して希釈器 4 に接続され、このホース 41 の途中に流量検出器 52 が設けられている。希釈器 4 は、陰極となる電極板 23 又は 24 が設けられた第 1 室 21 又は第 2 室 22 (図 1 に示す実施形態では第 2 室) に希釈ガスを導入するエアポンプからなり、吸込み口 42 から吸い込んだ周囲の空気は、エアポンプによりホース 41 へ圧送され、流量検出器 52 を通って第 2 室 22 へ案内される。なお、希釈器 4 はエアポンプに限らずファンなどを用いてもよい。流量検出器 52 は、希釈器 4 から、陰極となる電極板 23 又は 24 が設けられた第 1 室 21 又は第 2 室 22 (図 1 に示す実施形態では第 2 室) に導入された希釈ガスの単位時間当たりの流量を検出する。

40

【0022】

希釈器 4 により、希釈ガス入口 203 から第 2 室 22 に導入された希釈ガス (空気) は、第 2 室 22 の上部から下部へ流下し、ここで陰極板 24 の表面近傍に生成した水素ガスと混合しながら混合ガス出口 204 から排出される。本実施形態では、第 2 室 22 の上部に希釈ガス入口 203 を設け、第 2 室 22 の下部に混合ガス出口 204 を設けているので、陰極板 24 の表面全体に希釈ガスが行き渡り、生成した水素ガスが第 2 室 22 に滞留することなく混合ガス出口 204 から排出される。なお、第 2 室 22 の下部に希釈ガス入口 203 を設け、第 2 室 22 の上部に混合ガス出口 204 を設けてもよい。ただし、第 2 室 22 には、陰極板 24 と隔膜 25 との間から水滴が僅かに漏洩するので、第 2 室 22 の下

50

部に混合ガス出口 204 を設け、混合ガスと共にこの水滴をホース 71 を介して気液分離器 7 に導くようにしている。ちなみに、気液分離器 7 はポット状筐体を有し、水素と空気の混合ガスは上部の蓋からホース 72 を介してマスク又はカニューラ 73 に圧送されるが、第 2 室 22 で生じた水滴は気液分離器 7 の底部に溜まることになる。

【0023】

演算器 5 は、電気量検出器 51 により検出された電気量 $I t$ 及び流量検出器 52 により検出された時間 t 当たりの流量 Q から、希釈された水素ガスの濃度 c を演算する。また、演算器 5 は、演算により求めた水素ガスの濃度 c を、セブンセグメントデジタル表示器などの提示器 54 に表示する。なお、図 1 に示す提示器 54 は、視覚により認識される表示器であるが、スピーカなど聴覚により濃度 c を喚起するものであってもよい。また、図 1 に示すように、第 2 室 22 に温度センサからなる温度検出器 53 を設け、当該温度検出器 53 により検出された混合ガスの温度 T を、上記電気量検出器 51 により検出された電気量 $I t$ 及び流量検出器 52 により検出された流量 Q に加え、これら 3 つの検出要素から希釈された水素ガスの濃度 c を演算してもよい。

10

【0024】

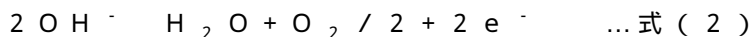
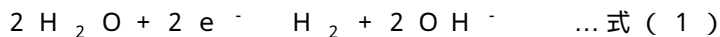
また、演算器 5 は、演算された水素ガス濃度 c が、爆燃下限値又は爆轟下限値を超えた場合には、提示器 54 によりその旨を提示するか又は電源 3 から一対の電極板 23, 24 への直流電圧の印加を禁止してもよい。

【0025】

次に、演算器 5 により演算される水素と空気の混合ガスの濃度 c (体積%) の算出根拠について説明する。図 1 の水素ガス生成装置 1 において、陰極板 24 の表面においては下記式 (1)、陽極板の表面においては、下記式 (2) の化学反応が生じる。

20

[数 1]



【0026】

ファラデーの電気分解の第二法則によると、1 グラム当たりの等量の物質を析出させるのに必要な電気量は物質の種類によらず一定である。すなわち、物質量を n (mol), 質量を m (g), 分子量を M (g/mol), 電流を I (A), 電流が流れた時間を t (秒), イオン価数を z , ファラデー定数を F ($= 9.65 \times 10^4$ (C/mol)) とすると、下記式 (3) が成立する。

30

[数 2]

$$n = m / M = I t / z F \quad \dots \text{式 (3)}$$

【0027】

つまり、物質量 $n = 1$ mol の水素を生成するために必要とされる電気量 $I t$ は、 $I t = n z F$ であり、水素のイオン価数 $z = 1$ であるから、 9.65×10^4 C である。

【0028】

上記式 (1) のとおり、陰極板 24 の表面においては、2 mol の電子 e^- で 1 mol の水素ガス H_2 が生成する。また、アボガドロの法則によれば、同一圧力、同一温度、同一体積のすべての種類の気体には同じ数の分子が含まれるから、温度が 0、圧力が 1 気圧の標準状態においては、水素ガス 1 mol の占める体積は 22.4 リットルである。

40

【0029】

したがって、1 mol, 22.4 リットルの水素ガスを生成するためには、上記ファラデーの電気分解の第二法則から、 $2 \times 9.65 \times 10^4$ C の電気量が必要となる。これを換言すれば、1 クーロンの電気量で (22.4 リットル / $2 \times 9.65 \times 10^4$ C =) 1.16×10^{-4} リットルの水素ガス (0) が生成する。

【0030】

ここで、気体の状態方程式によれば、気体の圧力 P (atm)、気体が占める体積 V (リットル)、気体の物質量 n (mol)、気体定数 R ($= 0.082$)、気体の絶対温度 T (K) とすると、 $P V = n R T$ であるから、0 の状態に対して温度 1 deg 当たり 1

50

/ 273 リットルずつ体積が増減する。

【0031】

以上により、陰極板24に付与された電気量 $I t$ (C)、生成された水素ガスの体積 (リットル)、水素ガスの温度 t (0 から差分 $d e g$) とすると、水素ガスの生成体積 V は、 $V = I t \times 1.16 \times 10^{-4} \times (1 + t / 273)$ となる。さらに、この陰極板24の表面において生成した体積 V (リットル/秒)の水素ガスが、体積 V_1 (リットル/秒)の希釈ガスによって希釈されることから、当該希釈された水素ガスの濃度 c (体積%) は、 $(V / V_1) \times 100$ で求められる。よって、陰極板24に付与された電気量 $I t$ 、希釈ガスの単位時間当たりの流量 (リットル/秒) 及び希釈された水素ガスの温度 t (0 との差温, ゼロ、プラス又はマイナスの値) を検出すれば、希釈された水素ガスの濃度 c を演算により求めることができる。なお、電源3から陰極板24に付与される電気量 $I t$ が固定した値に設定されている場合は、電気量 $I t$ を検出する電流計51などを設けることなく、流量計52により検出される希釈ガスの単位時間当たりの流量 (リットル/秒) のみから希釈された水素ガスの濃度 c (体積%) を演算してもよい。逆に、希釈器4から供給される希釈ガスの単位時間当たりの流量 (リットル/秒) が固定した値に設定されている場合は、希釈ガスの単位時間当たりの流量 (リットル/秒) を検出する流量計52などを設けることなく、電流計51により検出される電気量 $I t$ のみから希釈された水素ガスの濃度 c (体積%) を演算してもよい。さらにこれらの場合に、希釈された水素ガスの温度 t (0 との差温, ゼロ、プラス又はマイナスの値) を検出し、これにより希釈された水素ガスの濃度 c (体積%) を補正してもよい。また、電源3から陰極板24に付与される電気量 $I t$ 及び希釈器4から供給される希釈ガスの単位時間当たりの流量 (リットル/秒) の両方が固定した値に設定されている場合は、上記演算式にて算出される希釈された水素ガスの濃度 c を、演算器5によって演算することなく予め求められた固定値としてディスプレイ54に表示してもよい。

10

20

【0032】

ちなみに、希釈された水素ガスの温度 T による濃度 c への影響は、温度 $1 d e g$ 当たり $1 / 273$ リットル ($\pm 0.4\%$ の誤差) であるから、目的とする濃度 c の精度、すなわち提示器54に提示するべき濃度 c がこの誤差ほど必要でなければ、温度 t をたとえば $15 \sim 25$ 程度の標準温度の一定値とし、電気量 $I t$ とこの時間 t 当たりの流量 Q のみから演算してもよい。

30

また、電源3から陰極板24に付与される電気量 $I t$ 又は希釈器4から供給される希釈ガスの単位時間当たりの流量 (リットル/秒) の少なくともいずれか一方が固定した値に設定されている場合は、固定されていない電気量又は流量の検出値が所定の異常範囲にあるか否かを演算器5を用いて判定する。そして、固定されていない電気量又は流量の検出値が所定の異常範囲にある場合には、演算器5による希釈された水素ガスの濃度 c の演算を実行しない指令、ディスプレイ54による表示を行わない指令、ディスプレイ54に異常である旨を表示する指令又は電源3を切断する指令の少なくとも一の指令を出力するようにしてもよい。

【0033】

図2は、本発明に係る水素ガス生成装置の他の実施の形態を示す要部構成図である。本実施形態の電解槽2は、3対の電極板23, 24及び隔膜25を含み、3つの陽極板23は直列に接続され、3つの陰極板も直列に接続されている。そして、第1室21には、3つの陽極板23が設けられ、第2室22には、3つの陰極板24が設けられている。なお、第1室21と第2室22は筐体20により仕切られている。その他の構成は上述した図1に示す実施形態と同様であるため、その構成及び説明をここに援用して省略するが、このように構成された水素ガス生成装置1においても、上記図1に示す実施形態と同様の手法により、希釈された水素ガスの濃度 c を演算器5により演算することができる。

40

【0034】

図3は、本発明に係る水素ガス生成装置のさらに他の実施の形態を示す要部構成図である。本実施形態の電解槽2は図1に示すものとほぼ同様の構成であるが、第1室21のみ

50

ならず第2室22にも被電解水Wが導入される点が相違する。そのため、第2室22に設けられる混合ガス出口204は、当該第2室22の天井面に設けられている。そして、第2室22に導入される被電解水Wは、第2室22の全てを満たすのではなく、第2室22の上部に、陰極板24の表面から生成した水素ガスと、希釈ガス入口203から供給された希釈ガスとが好適に混合し得る程度の空間が形成されるような量だけ導入される。

【0035】

その他の構成は上述した図1に示す実施形態と同様であるため、その構成及び説明をここに援用して省略するが、このように構成された水素ガス生成装置1においても、上記図1に示す実施形態と同様の手法により、希釈された水素ガスの濃度cを演算器5により演算することができる。

【0036】

図4は、本発明に係る水素ガス生成装置のさらに他の実施の形態を示す要部構成図である。本実施形態の電解槽2は、上述した図1～図3に示す実施形態とは異なり、隔膜25を有しない、いわゆる無隔膜電解槽である。このため、電解槽2の筐体20内も、図1～図3に示すように第1室21と第2室22とは仕切られず、一つの電解室26とされている。また、この一つの電解室26には、一对の電極板23、24が所定の間隔で配置されている。同図に示す例においては、電極板23が陽極板とされ、電極板24が陰極板とされている。なお、一对の電極板23、24によって電解室26内は仕切られていないので、被電解水入口201から電解室26に導入された被電解水Wは、当該電解室26の全体に行き渡る。ただし、図3に示す実施形態と同様に、電解室26に導入される被電解水Wは、電解室26の全てを満たすのではなく、電解室26の上部に、陽極板23の表面から生成した酸素ガスと、陰極板24の表面から生成した水素ガスと、希釈ガス入口203から供給された希釈ガスとが好適に混合し得る程度の空間が形成されるような量だけ導入される。

【0037】

そして、本実施形態においては、図1～図3に示す実施形態と相違し、陰極板の表面から生成し、電解室26の上部の空間に浮上した水素ガスは、希釈ガス入口203から供給された希釈ガスだけでなく、陽極板23の表面から生成して電解室26の上部の空間に浮上した酸素ガスによっても希釈される。このため、上述した演算器5により演算される水素ガスの濃度cは、陰極板24の表面において生成した体積V（リットル/秒）の水素ガスを、体積V1（リットル/秒）の希釈ガス及び陽極板23の表面において生成した体積V2（リットル/秒）の酸素ガスの総和で除した $\{V / (V1 + V2)\} \times 100$ で求められる。

【0038】

本発明に係る水素ガス生成装置において、電解槽2にて生成された水素ガスを希釈する位置は、当該電解槽2の内部に限定されない。図5は本発明に係る水素ガス生成装置のさらに他の実施の形態を示す要部構成図である。本実施形態の電解槽2は、図3に示すものと同様の構成を備えるが、希釈器4からの希釈ガスは、第2室22ではなく、第2室22からマスク73に至る間のホース72（ホース71であってもよい）に供給される。すなわち、第2室22にて生成された高濃度の水素ガスは、吸引エアポンプ74によりホース71を介して気液分離器7に至り、ここからホース72によってマスク73に案内されるが、その途中で、希釈器4から空気などの希釈ガスが混合される。なお、希釈器4による気圧がホース72に作用するため、吸引エアポンプ74を省略してもよい。

【0039】

その他の構成は上述した図3に示す実施形態と殆ど同様であるため、その構成及び説明をここに援用して省略するが、このように構成された水素ガス生成装置1においても、上記図1に示す実施形態と同様の手法により、希釈された水素ガスの濃度cを演算器5により演算することができる。

【0040】

図5に示す実施形態と同様に、図1に示す実施形態や図4に示す実施形態の水素ガス生

10

20

30

40

50

成装置においても、希釈器 4 からの希釈ガスを電解槽 2 ではなく、電解槽 2 からマスク 7 3 に至るホース 7 1 又は 7 2 に供給することができる。図 6 は本発明に係る水素ガス生成装置のさらに他の実施の形態を示す要部構成図である。本実施形態の電解槽 2 は、図 4 に示すものと同様の構成を備えるが、希釈器 4 からの希釈ガスは、電解室 2 6 ではなく、電解室 2 6 からマスク 7 3 に至る間のホース 7 2 (ホース 7 1 であってもよい) に供給される。すなわち、電解室 2 6 にて生成された、酸素ガスと水素ガスの混合ガスは、吸引エアポンプ 7 4 によりホース 7 1 を介して気液分離器 7 に至り、ここからホース 7 2 によってマスク 7 3 に案内されるが、その途中で、希釈器 4 から空気などの希釈ガスが混合される。なお、希釈器 4 による気圧がホース 7 2 に作用するため、吸引エアポンプ 7 4 を省略してもよい。

10

【0041】

その他の構成は上述した図 4 に示す実施形態と殆ど同様であるため、その構成及び説明をここに援用して省略するが、このように構成された水素ガス生成装置 1 においても、上記図 1 に示す実施形態と同様の手法により、希釈された水素ガスの濃度 c を演算器 5 により演算することができる。

【0042】

図 1 ~ 図 6 に示す実施形態においては、電気量検出器 5 1 により検出された電気量及び流量検出器 5 2 により検出された流量から、希釈された水素ガスの濃度 c を演算器 5 により演算するが、電気量検出器 5 1 による電気量の検出に代えて、陰極板 2 4 の表面から生成された水素ガスの流量を計測してもよい。すなわち、水素を含むガスの流量及び水素を含むガスを希釈する希釈ガスの流量から、希釈された水素ガスの濃度 c を演算器 5 によって演算し、この演算結果を提示器 5 4 に提示してもよい。

20

【0043】

図 7 は本発明に係る水素ガス生成装置のさらに他の実施の形態を示す要部構成図である。本実施形態の電解槽 2 は、図 5 に示すものと同様の構成を備えるが、電源 3 の回路に電気量検出器 5 1 が設けられていない点と、吸引エアポンプ 7 4 に代えて流量検出器 7 5 が設けられている点が相違する。その他の構成は上述した図 5 に示す実施形態と殆ど同様であるため、その構成及び説明をここに援用して省略する。

【0044】

このように構成された水素ガス生成装置 1 においては、第 2 室 2 2 の陰極板 2 4 の表面から生成された水素ガスは、ホース 7 1 を介して気液分離器 7 に案内され、ここで水素ガスに含まれた水分が除去される。そして、さらにホース 7 2 を介してマスク又はカニューラ 7 3 に供給される途中で、希釈器 4 からの希釈ガスと混合し、希釈された水素ガスがマスク又はカニューラ 7 3 に供給される。このとき、流量検出器 7 5 により水素ガスの流量が検出され、流量検出器 5 2 により希釈ガスの流量が検出されるので、これらの比率を演算器 5 により演算することで、希釈された水素ガスの濃度 c を求めることができる。ちなみに、水素ガスの流量を検出する流量検出器 7 5 と空気などの希釈ガスの流量を検出する流量検出器 5 2 は、ガス種に応じた流量計を選定する必要がある。

30

【0045】

図 8 は本発明に係る水素ガス生成装置のさらに他の実施の形態を示す要部構成図である。本実施形態の電解槽 2 は、図 6 に示すものと同様の構成を備えるが、電源 3 の回路に電気量検出器 5 1 が設けられていない点と、吸引エアポンプ 7 4 に代えて流量検出器 7 5 が設けられている点が相違する。その他の構成は上述した図 6 に示す実施形態と殆ど同様であるため、その構成及び説明をここに援用して省略する。

40

【0046】

このように構成された水素ガス生成装置 1 においては、電解室 2 6 の陰極板 2 4 の表面から生成された水素ガスと陽極板 2 3 の表面から生成された酸素ガスは、ホース 7 1 を介して気液分離器 7 に案内され、ここで水素ガス及び酸素ガスに含まれた水分が除去される。そして、さらにホース 7 2 を介してマスク又はカニューラ 7 3 に供給される途中で、希釈器 4 からの希釈ガスと混合し、希釈された水素ガスがマスク又はカニューラ 7 3 に供給

50

される。このとき、流量検出器 75 により水素ガスを含むガスの流量が検出され、流量検出器 52 により希釈ガスの流量が検出されるので、これらの比率を演算器 5 により演算することで、希釈された水素ガスの濃度 c を求めることができる。ちなみに、本実施形態においては、電解室 26 に生成されるガスは水素だけでなく酸素も含んだガスであるが、上述した式 (1) 及び式 (2) から明らかなように、酸素ガスは水素ガスに対して $1/2$ モルが生成されるので、流量検出器 75 により検出された流量のうち、 $2/3$ が水素ガス、 $1/3$ が酸素ガスとなる。

【実施例】

【0047】

以下、本発明の実施例を説明する。なお、本願において特に断りがない場合は、各種物性値を計測するのに用いた各種計器類は、水素ガス濃度計が「エフアイエス社製 EVM-HY01-H」、電流計が「クランプ AC/DC ハイテスタ 3265 (日置電機社製)」である。

10

【0048】

[実施例 1]

図 1 に示す水素ガス生成装置 1 の第 1 室 21 に純水を満たし、陽極板 23、陰極板 24 としてこれら一対の電極板に 4 A の電流が流れるように印加電圧を調節し、この電気分解と同時に希釈器 4 からの空気の供給量を 1.5 ± 0.1 リットル/分として水素ガスを空気で希釈した。雰囲気温度を測定したところ 25 であった。また、一対の電極板に流れる電流を 5 A、6 A、希釈ガスの供給量 2.0 ± 0.1 リットル/分、 2.5 ± 0.1 リットル/分とし対外は同様の条件で水素ガスを希釈した。これら一対の電極板に流れた電気量と希釈ガスの流量と雰囲気温度から、上述した演算手法により希釈された水素ガスの濃度 c を演算により求めたところ、表 1 に示す結果となった。

20

【0049】

[比較例 1]

実施例 1 において、希釈された水素ガスの濃度 c を、水素ガス濃度計「エフアイエス社製 EVM-HY01-H」を用いて測定したところ、表 1 に示す結果となった。

【0050】

【表 1】

表1

流量 (L/分)	電解電流 (A)	実施例 1 (Vol%)	比較例 1 (Vol%)	差 (Vol%)
1.5	4	2.11	2.15	0.04
1.5	5	2.53	2.62	0.09
1.5	6	3.04	3.05	0.01
2	4	1.59	1.56	0.03
2	5	1.90	1.94	0.04
2	6	2.28	2.25	0.03
2.5	4	1.27	1.36	0.09
2.5	5	1.52	1.70	0.18
2.5	6	1.82	2.04	0.22

【0051】

表 1 に示す結果から、実施例 1 のように演算により求められた水素ガス濃度 c と、水素ガス濃度計を用いて測定された水素ガス濃度 c とは、0.01～0.22 体積%の差しか観察されず、市販の水素ガス濃度計の検出誤差が ± 0.1 体積%程度であることを考慮すれば、本実施形態による水素ガス濃度 c の検出精度は、十分に使用に値するものと考えられる。またこれらの例において、流量又は電解電流のいずれか一方が固定された値である場合でも、他方の検出値から演算される水素ガス濃度 c と、水素ガス濃度計を用いて測定された水素ガス濃度 c とは、0.01～0.22 体積%の差しか観察されない。

【符号の説明】

【0052】

- 1 ... 水素ガス生成装置
- 2 ... 電解槽
 - 20 ... 筐体
 - 201 ... 被電解水入口
 - 202 ... ガス出口
 - 203 ... 希釈ガス入口
 - 204 ... 混合ガス出口
 - 21 ... 第 1 室
 - 22 ... 第 2 室
 - 23 ... 陽極板（電極板）
 - 24 ... 陰極板（電極板）
 - 25 ... 隔膜
 - 26 ... 電解室

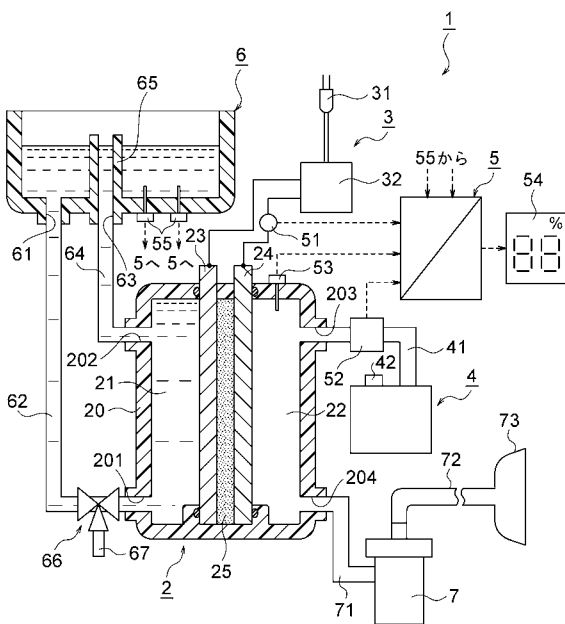
- 3 ... 電源
 - 3 1 ... コンセント
 - 3 2 ... A C / D C コンバータ
- 4 ... 希釈器
 - 4 1 ... ホース
 - 4 2 ... 吸込み口
- 5 ... 演算器（演算器，判定器，制御器）
 - 5 1 ... 電流計（電気量検出器）
 - 5 2 ... 流量計（流量検出器）
 - 5 3 ... 温度センサ（温度検出器）
 - 5 4 ... ディスプレイ（提示器）
 - 5 5 ... 抵抗検出器
- 6 ... タンク
 - 6 1 ... 被電解水出口
 - 6 2 ... ホース
 - 6 3 ... ガス入口
 - 6 4 ... ホース
 - 6 5 ... ガス排出塔
- 7 ... 気液分離器
 - 7 1，7 2 ... ホース
 - 7 3 ... マスク
 - 7 4 ... 吸引エアポンプ
 - 7 5 ... 流量計（流量検出器）
- W ... 被電解水

- 10

- 20

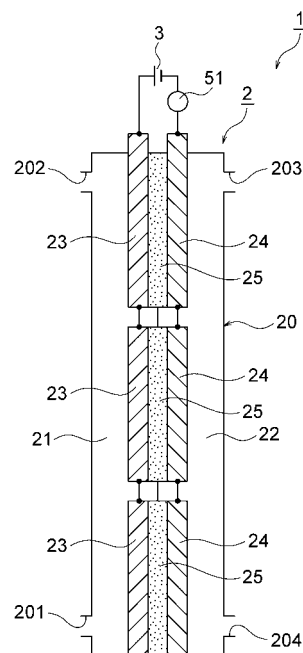
【 図 1 】

1



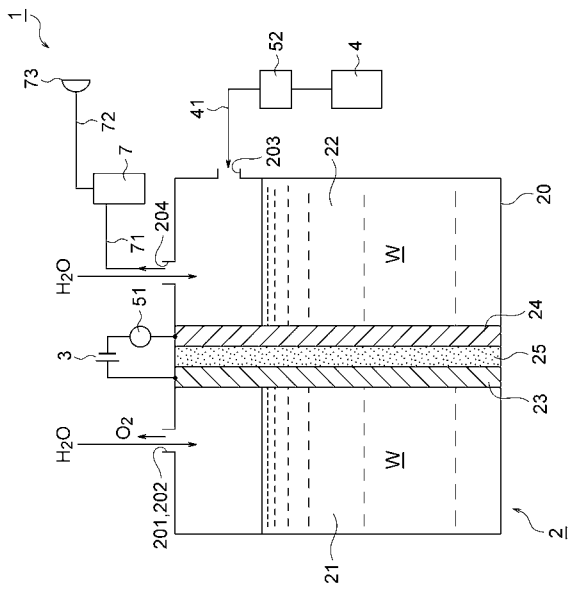
【圖 2】

例 2



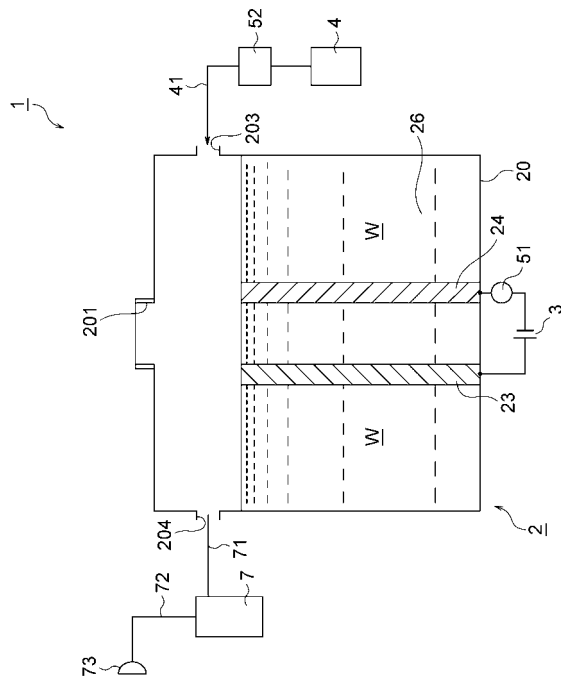
【図 3】

図 3



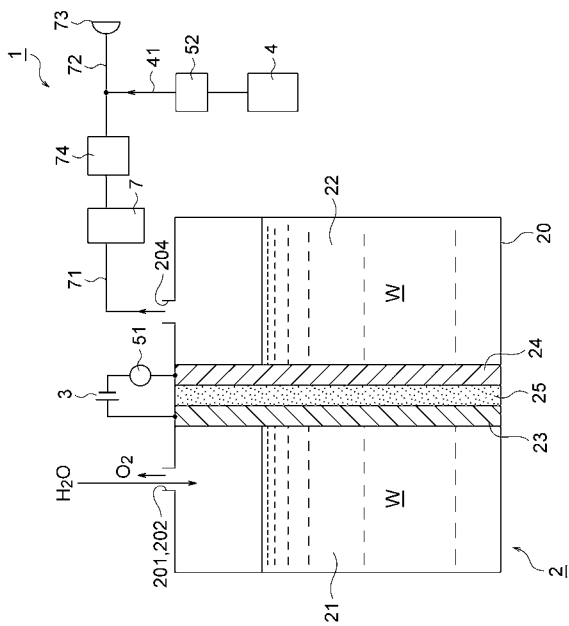
【図 4】

図 4



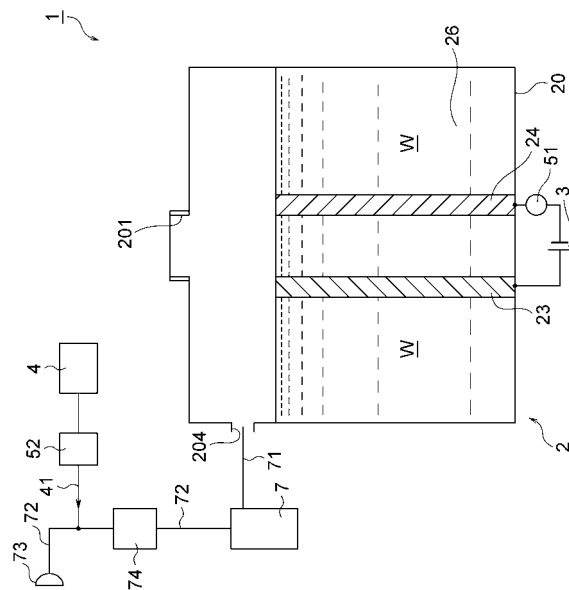
【図 5】

図 5



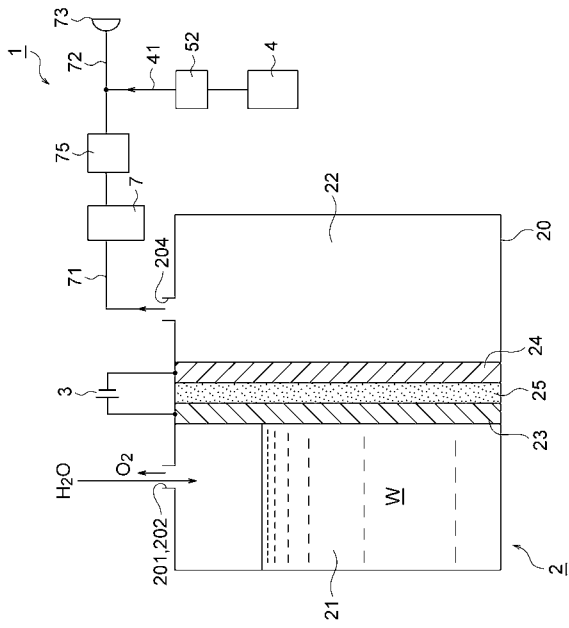
【図 6】

図 6



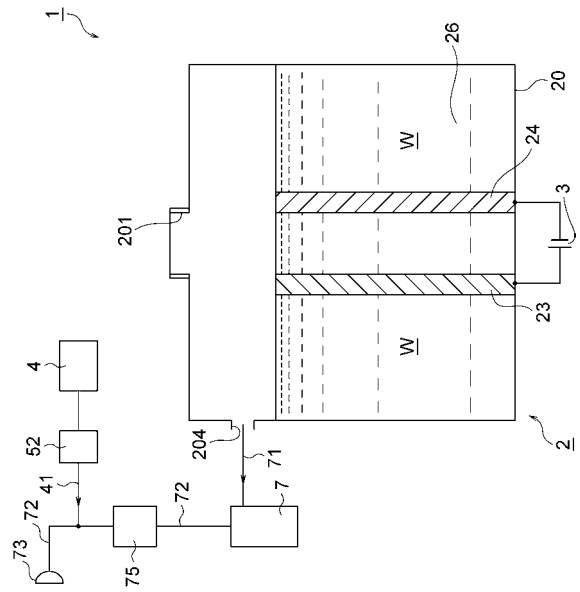
【図 7】

図 7



【図 8】

図 8



フロントページの続き

F ターム(参考) 4K021 AA01 BA02 BC01 BC04 BC07 CA01 CA05 CA06 CA08 CA09
CA11 CA13 CA15 DB12 DB19 DB20 DB21 DB31 DB46 DB53