

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3880898号
(P3880898)

(45) 発行日 平成19年2月14日(2007.2.14)

(24) 登録日 平成18年11月17日(2006.11.17)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 M 8/04 (2006.01)

H O 1 M 8/04 Y

H O 1 M 8/10 (2006.01)

H O 1 M 8/04 J

H O 1 M 8/10

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-209746 (P2002-209746)
 (22) 出願日 平成14年7月18日(2002.7.18)
 (65) 公開番号 特開2004-55287 (P2004-55287A)
 (43) 公開日 平成16年2月19日(2004.2.19)
 審査請求日 平成16年11月30日(2004.11.30)

(73) 特許権者 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74) 代理人 100101465
 弁理士 青山 正和
 (74) 代理人 100094400
 弁理士 鈴木 三義
 (74) 代理人 100107836
 弁理士 西 和哉
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水素パージ制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池に水素を供給する水素ガス供給流路に前記燃料電池から排出された水素を合流する水素ガス循環流路と、

前記水素ガス循環流路から水素を排出するパージ弁と、

前記パージ弁に接続され前記水素ガス循環流路からの水素パージ時に前記水素ガス循環流路から排出される水素を流入させる水素入口と、前記燃料電池の発電時に常に空気を流入させる空気入口と、前記水素入口から流入させた水素を前記空気入口から流入させた空気希釈した希釈ガスを流出させる希釈ガス出口とを有する希釈器と、

を備えた燃料電池の水素パージ制御装置において、

前記希釈ガスの水素濃度を検出する水素センサを設け、該水素センサにより検出された水素濃度が所定値以上のときに、前記水素ガス循環流路からの水素のパージ量を制限するとともに、水素パージ量制限中の燃料電池の発電量を制限することを特徴とする水素パージ制御装置。

【請求項2】

燃料電池に水素を供給する水素ガス供給流路に前記燃料電池から排出された水素を合流する水素ガス循環流路と、

前記水素ガス循環流路から水素を排出するパージ弁と、

前記パージ弁に接続され前記水素ガス循環流路からの水素パージ時に前記水素ガス循環流路から排出される水素を流入させる水素入口と、前記燃料電池の発電時に常に空気を流

10

20

入させる空気入口と、前記水素入口から流入させた水素を前記空気入口から流入させた空気希釈した希釈ガスを流出させる希釈ガス出口とを有する希釈器と、

を備えた燃料電池の水素パージ制御装置において、

前記水素ガス循環流路からの水素パージ時に水素のパージ量に応じて前記希釈ガスの水素濃度が上昇し、非水素パージ時に前記希釈ガスの水素濃度が減少するものとして前記希釈ガスの水素濃度を予測する水素濃度予測手段を備え、

前記水素濃度予測手段により予測された水素濃度が所定値以上のときに、前記水素ガス循環流路からの水素のパージ量を制限するとともに、水素パージ量制限中の燃料電池の発電量を制限することを特徴とする水素パージ制御装置。

【請求項 3】

10

前記非水素パージ時には所定の時定数で前記希釈ガスの水素濃度が減少するものとして請求項 2 に記載水素パージ制御装置。

【請求項 4】

前記空気は前記燃料電池から排出される空気であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の水素パージ制御装置。

【請求項 5】

前記希釈ガスの水素濃度は、前記希釈ガス出口から排出されるガスの水素濃度であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の水素パージ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20

【発明の属する技術分野】

この発明は、燃料電池からパージされる水素のパージ制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

燃料電池自動車等に搭載される燃料電池には、固体高分子電解質膜の両側にアノードとカソードとを備え、アノードに燃料ガス（例えば水素ガス）を供給し、カソードに酸化剤ガス（例えば酸素あるいは空気）を供給して、これらガスの酸化還元反応にかかる化学エネルギーを直接電気エネルギーとして抽出するようにしたものがある。

この燃料電池では、一般に、燃料の利用率を上げて燃費を向上させるために、消費されずに燃料電池から排出される未反応の水素をリサイクルさせ新鮮な燃料ガスと混合して再度燃料電池に供給している。

30

【0003】

また、この燃料電池では固体高分子電解質膜の乾燥を防止して発電状態を良好に保つために、反応ガス（水素ガスと酸化剤ガスのいずれか一方あるいは両方）に水分を供給している。さらに、この燃料電池では発電に伴って水が生成される。このため、燃料電池のアノード側に水が溜まる場合があるが（フラッディング）、水が溜まると水素ガスの供給が阻害され、発電が不安定になる場合がある。また、カソードに供給された空気中の窒素は微量ながら固体高分子電解質膜をアノード側に透過して水素ガスに混入するので、水素ガスのリサイクル利用により窒素の濃度が上昇すると発電が不安定になる場合がある。

【0004】

40

したがって、燃料電池の発電を安定的に継続させるためには、アノードに溜まった水や、水素ガスに混入した窒素を排出する必要がある。そこで、これらを排出するために水素ガス循環流路からパージを行うが、このパージにより水素ガスも同時に排出されるので、そのまま大気に放出するのは好ましくない。

そこで、パージされた水素をカソードから排出される空気と混合することで水素濃度を低減してから大気に排出することが考えられている。この水素濃度を低減する装置がパージ水素希釈器である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記パージ水素希釈器は設置スペース等の関係から設計上の限界がある。

50

特に、燃料電池自動車に搭載される燃料電池システムにおいては搭載スペースの制約が大きい。そのため、燃料電池の運転状態によっては、パージ水素が十分に希釈されない虞がある。

そこで、この発明は、パージ水素希釈器から排出される流体の水素濃度を確実に所定の濃度以下にすることができる水素パージ制御装置を提供するものである。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項 1 に記載した発明は、燃料電池（例えば、後述する実施の形態における燃料電池 1）に水素を供給する水素ガス供給流路（例えば、後述する実施の形態における水素ガス供給流路 33）に前記燃料電池から排出された水素を合流する水素ガス循環流路（例えば、後述する実施の形態における水素ガス循環流路 34）と、

前記水素ガス循環流路から水素を排出するパージ弁（例えば、後述する実施の形態におけるパージ弁 6）と、前記パージ弁に接続され前記水素ガス循環流路からの水素パージ時に前記水素ガス循環流路から排出される水素を流入させる水素入口（例えば、後述する実施例における入口 11a）と、前記燃料電池の発電時に常に空気を流入させる空気入口（例えば、後述する実施例における入口 12a）と、前記水素入口から流入させた水素を前記空気入口から流入させた空気で希釈した希釈ガスを流出させる希釈ガス出口（例えば、後述する実施例における出口 12b）とを有する希釈器（例えば、後述する実施例におけるパージ水素希釈器 10）と、を備えた燃料電池の水素パージ制御装置において、前記希釈ガスの水素濃度を検出する水素センサ（例えば、後述する実施の形態における水素センサ 45）を設け、該水素センサにより検出された水素濃度が所定値以上のときに、前記水素ガス循環流路からの水素のパージ量を制限するとともに、水素パージ量制限中の燃料電池の発電量を制限することを特徴とする水素パージ制御装置である。

このように構成することで、水素センサにより検出された水素濃度が所定値以上の場合に水素ガス循環流路からの水素のパージ量を制限することにより、希釈ガスの水素濃度を低減させることができる。また、燃料電池の発電量を制限することで、燃料電池への反応ガス（水素および空気）の供給量を減らすことができる。

【 0 0 0 7 】

請求項 2 に記載した発明は、燃料電池（例えば、後述する実施の形態における燃料電池 1）に水素を供給する水素ガス供給流路（例えば、後述する実施の形態における水素ガス供給流路 33）に前記燃料電池から排出された水素を合流する水素ガス循環流路（例えば、後述する実施の形態における水素ガス循環流路 34）と、前記水素ガス循環流路から水素を排出するパージ弁（例えば、後述する実施の形態におけるパージ弁 6）と、前記パージ弁に接続され前記水素ガス循環流路からの水素パージ時に前記水素ガス循環流路から排出される水素を流入させる水素入口（例えば、後述する実施例における入口 11a）と、前記燃料電池の発電時に常に空気を流入させる空気入口（例えば、後述する実施例における入口 12a）と、前記水素入口から流入させた水素を前記空気入口から流入させた空気希釈した希釈ガスを流出させる希釈ガス出口（例えば、後述する実施例における出口 12b）とを有する希釈器（例えば、後述する実施例におけるパージ水素希釈器 10）と、を備えた燃料電池の水素パージ制御装置において、前記水素ガス循環流路からの水素パージ時に水素のパージ量に応じて前記希釈ガスの水素濃度が上昇し、非水素パージ時に前記希釈ガスの水素濃度が減少するものとして前記希釈ガスの水素濃度を予測する水素濃度予測手段（例えば、後述する実施の形態におけるステップ S201～S206）を備え、前記水素濃度予測手段により予測された水素濃度が所定値以上のときに、前記水素ガス循環流路からの水素のパージ量を制限するとともに、水素パージ量制限中の燃料電池の発電量を制限することを特徴とする水素パージ制御装置である。

このように構成することで、水素濃度予測手段で予測された水素濃度が所定値以上の場合に前記水素ガス循環流路からの水素のパージ量を制限することにより、希釈ガスの水素濃度を低減させることができる。また、燃料電池の発電量を制限することで、燃料電池への反応ガス（水素および空気）の供給量を減らすことができる。

【 0 0 0 8 】

請求項 3 に記載した発明は、請求項 2 に記載の発明において、前記非水素パージ時には所定の時定数で前記希釈ガスの水素濃度が減少するものとすることを特徴とする。

このように構成することにより、希釈ガスの水素濃度をより正確に予測することができる。

【 0 0 0 9 】

請求項 4 に係る発明は、請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の発明において、前記空気は前記燃料電池から排出される空気であることを特徴とする。

請求項 5 に係る発明は、請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の発明において、前記希釈ガスの水素濃度は、前記希釈ガス出口から排出されるガスの水素濃度であることを特徴とする。

10

【 0 0 1 0 】

【 発明の実施の形態 】

以下、この発明に係る水素パージ制御装置の実施の形態を図 1 から図 10 の図面を参照して説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、燃料電池自動車に搭載される燃料電池の水素パージ制御装置の態様である。

図 1 は、水素パージ制御装置を備えた燃料電池システムの概略構成図である。

燃料電池 1 は、例えば固体ポリマーイオン交換膜等からなる固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込んで形成されたセルを複数積層して構成されたスタックからなり、アノードに燃料として水素ガスを供給し、カソードに酸化剤として酸素を含む空気を供給すると、アノードで触媒反応により発生した水素イオンが、固体高分子電解質膜を通過してカソードまで移動して、カソードで酸素と電気化学反応を起こして発電し、水が生成される。カソード側で生じた生成水の一部は固体高分子電解質膜を介してアノード側に逆拡散するため、アノード側にも生成水が存在する。

20

【 0 0 1 1 】

空気はコンプレッサ 2 により所定圧力に加圧され、空気供給流路 3 1 を通って燃料電池 1 のカソードに供給される。燃料電池 1 に供給された空気は発電に供された後、燃料電池 1 からカソード側の生成水と共に空気排出流路 3 2 に排出され、パージ水素希釈器 10 に導入される。以下、燃料電池 1 に供給される空気を供給空気、燃料電池 1 から排出される空気を排出空気として区別する。

30

【 0 0 1 2 】

一方、水素タンク 4 から供給される水素ガスは、水素ガス供給流路 3 3 を通って燃料電池 1 のアノードに供給される。そして、消費されなかった未反応の水素ガスは、アノード側の生成水と共にアノードから水素ガス循環流路 3 4 に排出され、さらにエゼクタ 5 を介して水素ガス供給流路 3 3 に合流せしめられる。つまり、燃料電池 1 から排出された水素ガスは、水素タンク 4 から供給される新鮮な水素ガスと合流して、再び燃料電池 1 のアノードに供給される。なお、エゼクタ 5 の代わりに水素ポンプを用いることも可能である。水素ガス循環流路 3 4 からは、パージ弁 6 を備えた水素ガス排出流路 3 5 が分岐しており、水素ガス排出流路 3 5 はパージ水素希釈器 10 に接続されている。

【 0 0 1 3 】

パージ水素希釈器 10 は、隔壁 13 によって内部が滞留室（滞留領域）11 と希釈室（希釈領域）12 に区画された容器であり、滞留室 11 と希釈室 12 は通流部 14 によって連通されている。通流部 14 は、例えば小さな孔が多数設けられた金属板（いわゆる、パンチングメタル）や、多孔質セラミックスなどで構成されている。

40

滞留室 11 への入口 11 a には前述した水素ガス排出流路 3 5 が接続されており、パージ弁 6 が開かれると、燃料電池 1 から排出された水素ガスが、水素ガス循環流路 3 4 および水素ガス排出流路 3 5 を通って滞留室 11 に流入し、滞留する。

希釈室 12 の入口 12 a には前述した空気排出流路 3 2 が接続されており、燃料電池 1 から排出された排出空気が、空気排出流路 3 2 を通って希釈室 12 に流入する。希釈室 12 内の流体は入口 12 a と反対の側に設けられた出口 12 b から排気管 3 6 を介して排出さ

50

れる。したがって、燃料電池 1 から排出空気が排出されている時には、希釈室 1 2 には常に排出空気が通流している。

【 0 0 1 4 】

また、空気供給流路 3 1 には空気供給流路 3 1 を通流する供給空気の流量を検出する流量センサ 4 2 が設けられ、空気排出流路 3 2 には空気排出流路 3 2 を通流する排出空気の温度を検出する温度センサ 4 3 が設けられ、エゼクタ 5 よりも下流側の水素ガス供給流路 3 3 には水素ガス供給流路 3 3 を通流する水素ガスの圧力（すなわち、供給水素圧力）を検出する圧力センサ 4 1 が設けられ、燃料電池 1 には燃料電池 1 を構成する各セルのセル電圧を検出するセル電圧センサ 4 4 が設けられており、これらセンサ 4 1 ~ 4 4 の出力信号が ECU 4 0 に入力される。

10

【 0 0 1 5 】

このように構成された燃料電池システムにおいて、この実施の形態では、燃料電池 1 の発電状態が不調になった時に、アノード側の水分除去および窒素除去を目的として、パージ弁 6 を所定時間だけ開いてパージを行う。

このパージ時に、パージ弁 6 が開かれている間に燃料電池 1 から排出された水素ガスが滞留室 1 1 に流入し、滞留室 1 1 内全体に広がっていき、パージ弁 6 が閉じられると水素ガスの滞留室 1 1 への流入が停止する。一方、パージ弁 6 の開閉にかかわらず希釈室 1 2 には排出空気が通流しているので、滞留室 1 1 に滞留している水素ガスは通流部 1 4 を介して希釈室 1 2 へと徐々に吸い込まれていき、希釈室 1 2 において排出空気と混合され希釈される。これにより、希釈室 1 2 の出口 1 2 b から排出されるガスの水素濃度を所定濃度（例えば、4 容量 %）よりも低くすることができ、この水素濃度の低いガスを排気管 3 6 から排出することができる。

20

【 0 0 1 6 】

ところで、パージ水素希釈器 1 0 の希釈性能には限界があるため、燃料電池 1 の運転状態やパージの頻度によっては、希釈室 1 2 の出口 1 2 b における水素濃度を前記所定濃度より低くすることができない場合が考えられる。そこで、この水素パージ制御装置では、希釈室 1 2 の出口 1 2 b あるいはその下流における水素濃度が前記所定濃度以上となる場合には、パージ弁 6 の開弁によるパージを制限して、希釈室 1 2 の出口 1 2 b における水素濃度を前記所定濃度よりも低くなるように制御することとした。

特に、この実施の形態では、希釈室 1 2 の出口 1 2 b における水素濃度を燃料電池 1 の運転状態から予測し、この予測水素濃度が前記所定濃度以上となる場合に、前述したパージ制限の制御を実行することとした。

30

【 0 0 1 7 】

次に、この実施の形態における水素パージ制御について、図 2 のフローチャートに従って説明する。

図 2 に示すフローチャートは、水素パージ制御ルーチンを示すものであり、この水素パージ制御ルーチンは、ECU によって一定時間毎に実行される。

まず、ステップ S 1 0 1 において、セル電圧センサ 4 4 で検出された各セル電圧を読み込み、燃料電池 1 の発電状態を検出する。

次に、ステップ S 1 0 2 に進み、各セル電圧に基づいて燃料電池 1 の発電状態が不調か否かを判定する。つまり、各セル電圧が所定の電圧値よりも低いときには発電不調であると判定し、前記所定の電圧値以上であるときには発電良好と判定する。

40

【 0 0 1 8 】

ステップ S 1 0 2 における判定結果が「NO」（発電良好）である場合は、パージ処理をする必要がないので、本ルーチンの実行を一旦終了する。

ステップ S 1 0 2 における判定結果が「YES」（発電不調）である場合は、ステップ S 1 0 3 に進み、希釈室 1 2 の出口 1 2 b における水素濃度が所定値以上か否かを判定する。なお、この実施の形態では、希釈室 1 2 の出口 1 2 b における水素濃度は、燃料電池 1 の運転状態に基づいて予測される予測水素濃度である。水素濃度の予測方法については後で詳述する。

50

【 0 0 1 9 】

ステップ S 1 0 3 における判定結果が「 N O 」 (出口水素濃度 < 所定値) である場合は、パージ制限をする必要がないので、ステップ S 1 0 4 に進んで、通常のパージ処理を実行し、本ルーチンの実行を一旦終了する。ここで、通常のパージ処理は、パージ弁 6 を予め設定された時間だけ開弁することにより行われる。また、1 回のパージ処理でパージ弁 6 を開く回数は、1 回に設定されていてもよいし、所定時間おきで複数回に設定されていてもよい。

【 0 0 2 0 】

ステップ S 1 0 3 における判定結果が「 Y E S 」 (出口水素濃度 ≧ 所定値) である場合は、パージ制限をする必要があるので、ステップ S 1 0 5 に進んで、パージ制限処理を実行する。ここで、パージ制限処理は、パージ弁 6 の開弁を禁止してもよいし、開弁保持時間を短縮してもよいし、通常パージ処理でパージ弁 6 の開弁回数が複数回に設定されている場合にはパージ弁 6 の開弁周期を延ばしてもよい。いずれにしても、パージ制限処理では、燃料電池 1 から排出される水素のパージ量を減少するように制御する。

このようにパージ制限処理を実行することにより、排気管 3 6 から排出されるガスの水素濃度を確実に前記所定濃度よりも低くすることができる。

【 0 0 2 1 】

さらに、ステップ S 1 0 5 からステップ S 1 0 6 に進み、発電制限処理を実行し、パージ制限処理を実行している間は燃料電池 1 の発電量を制限する。

燃料電池 1 の発電量を制限することで、燃料電池への反応ガス (水素および空気) の供給量を減らすことができるので、これら反応ガスを加湿している場合にはその加湿量を減らすことができ、また、生成水の生成量も減らすことができ、また、窒素のアノード側への透過量を減らすことができる。その結果、水素パージ量制限中に燃料電池 1 の発電性能が低下するのを抑制することができる。

【 0 0 2 2 】

次に、希釈室 1 2 の出口 1 2 b における水素濃度の予測方法を図 3 から図 9 を参照して説明する。

図 3 は水素パージの前後における出口 1 2 b における水素濃度の時間的変化モデルである。このモデルでは、水素排出指令 (パージ指令) が出ている間、一定流量で水素がパージされ、パージの前後において燃料電池 1 からは一定流量で排出空気が排出されるものとする。この場合、水素排出指令の開始から水素排出指令の終了までは、パージ弁 6 からのパージによる滞留室 1 1 内の水素量の増加に伴って出口 1 2 b における水素濃度が上昇していき、水素排出指令が終了すると滞留室 1 1 の水素量の増加が停止し、それ以降、出口 1 2 b における水素濃度は所定の時定数で低下していき、最終的に所定の固定値 (以下、これを水素濃度通常値と称す) に収束すると推定することができる。なお、前記時定数は、パージ水素希釈器 1 0 の容積や形状等および排出空気の流量によって決定される。この実施の形態においては、このような考えに基づいて、希釈室 1 2 の出口 1 2 b における水素濃度を予測する。

【 0 0 2 3 】

以下、水素濃度予測手順を具体的に説明する。

図 4 に示すフローチャートは、水素濃度予測処理ルーチンを示すものであり、この水素濃度予測処理ルーチンは、E C U によって一定時間毎に実行される。

まず、ステップ S 2 0 1 において、圧力センサ 4 1 で検出された供給水素圧力と、流量センサ 4 2 で検出された供給空気流量と、温度センサ 4 3 で検出された排出空気の温度を読み込む。

次に、ステップ S 2 0 2 において、予め用意された図 5 に示すような温度補正係数テーブルを参照して、排出空気温度に基づき温度補正係数を算出する。これは、後述するように、排出空気流量は供給空気流量に基づいて算出しており、空気は燃料電池 1 の発電に伴い温度上昇し、体積膨張するからである。したがって、この温度補正係数マップでは、排出空気温度が高いほど温度補正係数が大きくなるように設定されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

次に、ステップ S 2 0 3 に進み、排出空気流量を算出する。排出空気流量は、供給空気流量から発電により消費された酸素量を減算し、その差に前記温度補正係数を乗じることによって算出することができる。なお、発電により消費された酸素量は、1 アンペア当たりの酸素消費量に発電電流を乗じることによって算出することができる。したがって、排出空気流量は次式により算出することができる。

排出空気流量 = (供給空気流量 - 発電電流 × 1 A 当たりの酸素消費量) × 温度補正係数

【 0 0 2 5 】

次に、ステップ S 2 0 4 に進み、予め用意された図 6 に示すような水素濃度上昇量マップを参照して、制御周期当たりの水素濃度上昇量を算出する。水素濃度上昇量マップは水素濃度上昇量と水素排出量と排出空気流量の 3 次元マップであり、水素排出量が同じ場合には排出空気流量が大きいほど水素濃度上昇量は小さくなり、排出空気流量が同じ場合には水素排出量が大きいほど水素濃度上昇量は大きくなる。

10

【 0 0 2 6 】

なお、水素排出量は、図 7 に示す水素排出量算出処理を実行することにより算出される。この水素排出量算出処理では、ページ 6 に対する指令が「開」か否かを判定し(ステップ S 3 0 1)、「閉」指令であると判定されたときには水素排出量は「0」とし(ステップ S 3 0 2)、「開」指令であると判定されたときには予め用意された図 8 に示すような水素排出量テーブルを参照して、供給水素圧力に基づいて水素排出量を算出する(ステップ S 3 0 3)。これは、ページ 6 の開度が同じ場合、水素排出量は供給水素圧力に応じて決定され、供給水素圧力が高いほど水素排出量が多くなることに基づく。

20

【 0 0 2 7 】

次に、ステップ S 2 0 4 からステップ S 2 0 5 に進み、予め用意された図 9 に示すような時定数テーブルを参照して、ステップ S 2 0 3 で算出した排出空気流量に基づき、水素濃度低下時定数(以下、時定数と略す)を算出する。この時定数テーブルにおいて、排出空気流量が大きいほど時定数は小さく設定されている。

【 0 0 2 8 】

次に、ステップ S 2 0 6 に進み、希釈室 1 2 の出口 1 2 b における水素濃度を算出する。出口 1 2 b の水素濃度は、前回このルーチンを実行した時に算出された出口 1 2 b の水素濃度(以下、出口水素濃度前回値という)に、制御周期の間に時定数で低下したと推定したときの水素濃度低下量と、ステップ S 2 0 4 で算出した制御周期当たりの水素濃度上昇量を加えることにより算出する。なお、制御周期の間に時定数で低下したと推定したときの水素濃度低下量は、水素濃度通常値から出口水素濃度前回値を減算し、これに時定数を乗じることにより算出することができる。したがって、出口 1 2 b の水素濃度は、次式により算出することができる。

30

水素濃度 = 出口水素濃度前回値 + (水素濃度通常値 - 出口水素濃度前回値) × 時定数 + 水素濃度上昇量

【 0 0 2 9 】

以上のようにして、燃料電池 1 の運転状態に基づいて、希釈室 1 2 の出口 1 2 b の水素濃度を正確に予測することができる。

40

そして、正確に予測された出口 1 2 b の水素濃度に基づいてパージ制限の制御を行うので、排気管 3 6 から排出されるガスの水素濃度を前記所定濃度よりも確実に低く制御することができる。

なお、この実施の形態において、水素濃度予測手段はステップ S 2 0 1 ~ S 2 0 6 を実行することにより実現される。

【 0 0 3 0 】

前述した水素濃度予測処理では、排出空気流量算出の基礎となる供給空気流量を流量センサ 4 2 で検出しているが、流量センサ 4 2 を設けずに、燃料電池 1 の要求出力から決定される供給空気流量指令値に基づいて供給空気流量を算出することも可能である。

また、供給空気流量と排出空気流量との関係を予め実験的に求めてマップにしておき、図

50

4 に示す水素濃度予測処理ルーチンのステップ S 2 0 3 で排出空気流量を算出する代わりに、前記マップを参照して排出空気流量を求めるようにしてもよい。

また、図 7 に示す水素排出量算出ルーチンにおけるステップ S 3 0 3 では、供給水素圧力に基づいて水素排出量を算出しているが、燃料電池 1 のアノードの入口に圧力センサ 4 1 を設ける代わりにアノードの出口に圧力センサを設け、この圧力センサで検出されるアノードの出口における水素圧力に基づいて水素排出量を算出することも可能である。

【0031】

さらに、前述した実施の形態では、燃料電池 1 の運転状態に基づいてパージ水素希釈器 10 の希釈室 12 の出口 12 b における水素濃度を予測し、この予測水素濃度に応じてパージを制御しているが、図 10 に示すように、パージ水素希釈器 10 の下流に、すなわち希釈室 12 の出口 12 b に連結された排気管 36 に、水素センサ 45 を設け、この水素センサ 45 の検出値に応じてパージを制御することも可能である。この場合、図 2 に示す水素パージ制御ルーチンのステップ S 1 0 3 においては、希釈室 12 の出口 12 b の水素濃度として予測水素濃度を用いる代わりに、水素センサ 45 の検出値を用い、検出値が所定値以上の場合にはパージ制限処理を実行し、検出値が前記所定値より低い場合には通常パージ処理を実行する。このように水素センサ 45 を設けると、パージ水素希釈器 10 の下流の水素濃度を正確に検出することができるので、排気管 36 から排出されるガスの水素濃度を前記所定濃度よりも確実に低く制御することができる。

【0032】

また、前述した実施の形態では、発電不調のときに燃料電池 1 からパージを行うようにしているが、パージの実行タイミングはこれに限られるものではなく、例えば、発電状態にかかわらず所定時間毎に定期的にパージする場合もある。そのような場合にも本発明を適用することができる。

【0033】

【発明の効果】

以上説明するように、請求項 1 に記載した発明によれば、水素センサにより検出された水素濃度が所定値以上の場合に前記水素ガス循環流路からの水素のパージ量を制限することにより、希釈ガスの水素濃度を低減させることができるので、希釈器から排出される流体の水素濃度を確実に所定の濃度以下にすることができるという優れた効果が奏される。

また、燃料電池の発電量を制限することで、燃料電池への反応ガス（水素および空気）の供給量を減らすことができるので、反応ガスを加湿している場合にはその加湿量を減らすことができ、また、生成水の生成量も減らすことができ、また、窒素のアノード側への透過量を減らすことができる。その結果、水素パージ量制限中に燃料電池の発電性能が低下するのを抑制することができるという効果がある。

【0034】

請求項 2 に記載した発明によれば、水素濃度予測手段で予測された水素濃度が所定値以上の場合に前記水素ガス循環流路からの水素のパージ量を制限することにより、希釈ガス
の水素濃度を低減させることができるので、希釈器から排出される流体の水素濃度を確実に所定の濃度以下にすることができるという優れた効果が奏される。

また、燃料電池の発電量を制限することで、燃料電池への反応ガス（水素および空気）の供給量を減らすことができるので、反応ガスを加湿している場合にはその加湿量を減らすことができ、また、生成水の生成量も減らすことができ、また、窒素のアノード側への透過量を減らすことができる。その結果、水素パージ量制限中に燃料電池の発電性能が低下するのを抑制することができるという効果がある。

また、水素濃度予測手段で希釈ガスの水素濃度を予測しているので、水素センサが不要になるという効果もある。

【0035】

請求項 3 に記載した発明によれば、希釈ガスの水素濃度をより正確に予測することができるので、希釈器から排出される流体の水素濃度をより確実に所定の濃度以下にすることができるという効果がある。

10

20

30

40

50

請求項 4 に係る発明によれば、燃料電池から排出される空気により水素濃度を低下させることができる。

請求項 5 に係る発明によれば、希釈ガス出口から排出されるガスの水素濃度を所定濃度以下に制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明に係る水素パージ制御装置を備えた燃料電池システムの第 1 の実施の形態における概略構成図である。

【図 2】 前記第 1 の実施の形態における水素パージ制御を示すフローチャートである。

【図 3】 パージ水素希釈器出口における水素濃度の時間的变化を示す図である。

【図 4】 前記第 1 の実施の形態における水素濃度予測処理を示すフローチャートである 10

。 【図 5】 前記第 1 の実施の形態における温度補正係数テーブルの一例である。

【図 6】 前記第 1 の実施の形態における水素濃度上昇量マップの一例である。

【図 7】 前記第 1 の実施の形態における水素排出量算出処理を示すフローチャートである。

【図 8】 前記第 1 の実施の形態における水素排出量テーブルの一例である。

【図 9】 前記第 1 の実施の形態における時定数テーブルの一例である。

【図 10】 この発明に係る水素パージ制御装置を備えた燃料電池システムの第 2 の実施の形態における概略構成図である。

【符号の説明】

20

1 燃料電池

10 パージ水素希釈器

11 滞留室（滞留領域）

12 希釈室（希釈領域）

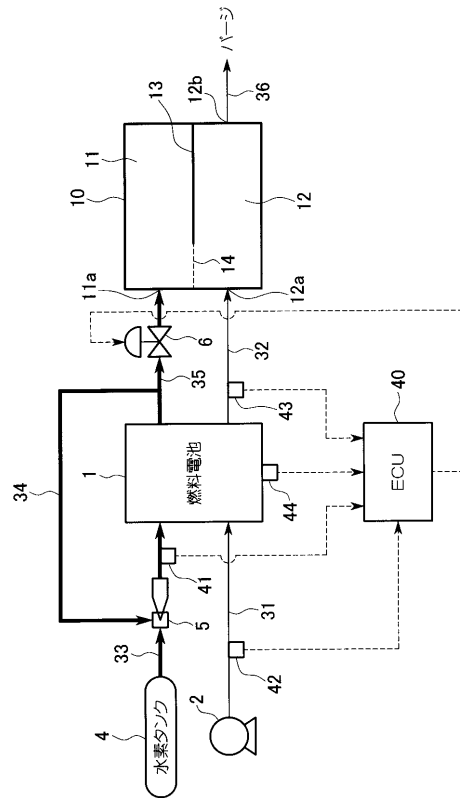
12b 出口

14 通流部

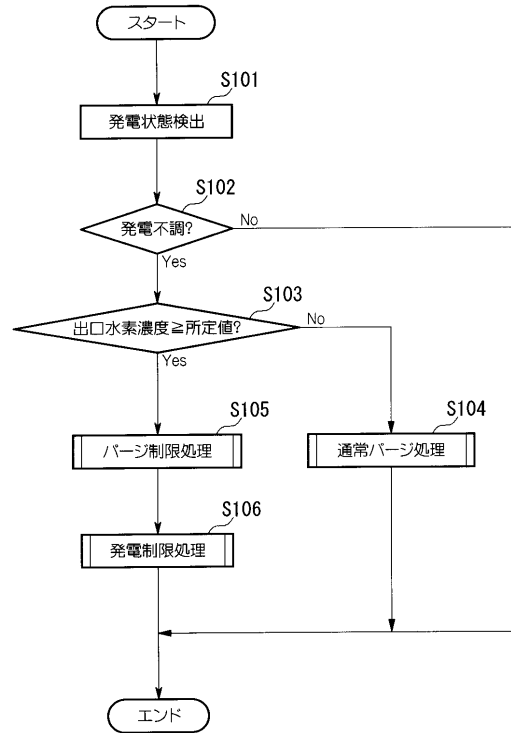
45 水素センサ

S201～S206 水素濃度予測手段

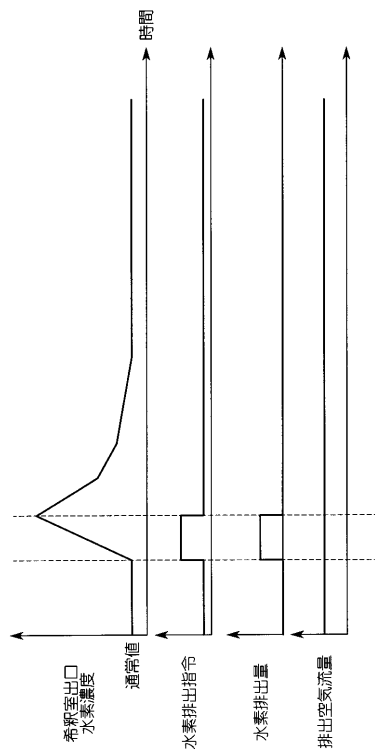
【図 1】



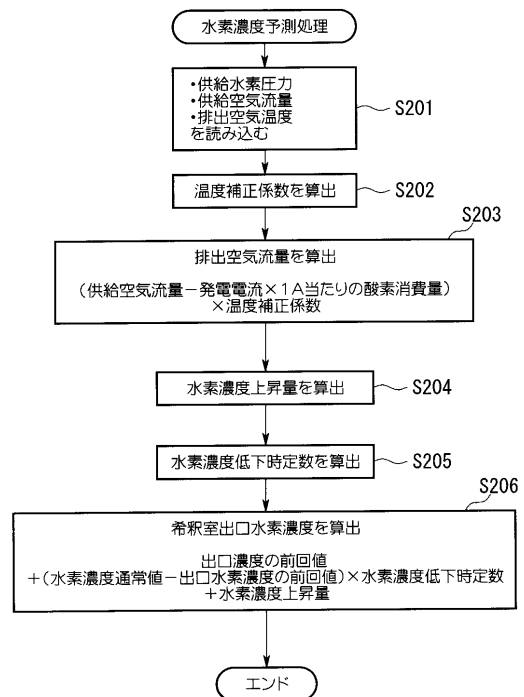
【図 2】



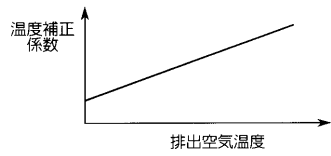
【図 3】



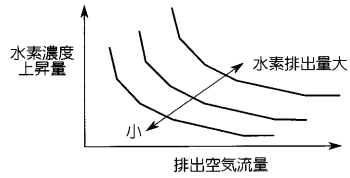
【図 4】



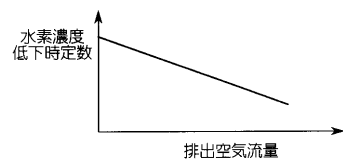
【図 5】



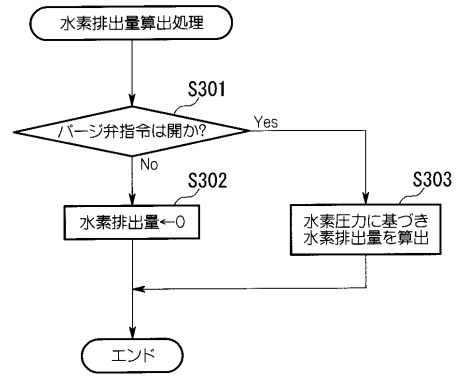
【図 6】



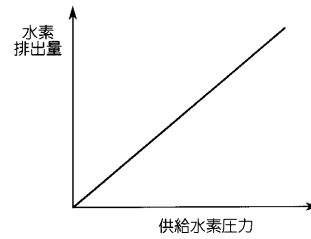
【図 9】



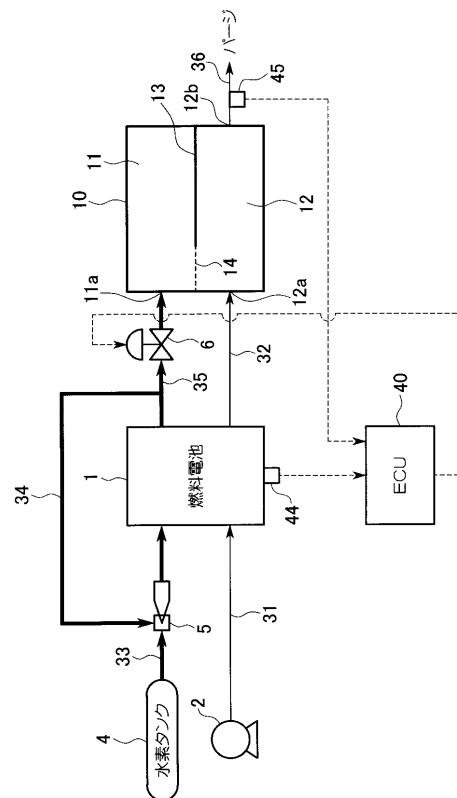
【図 7】



【図 8】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 上田 健一郎
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 林 正規
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 山本 晃生
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 村上 義一
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 青柳 暁
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 原 賢一

- (56)参考文献 特開平11-283648(JP,A)
特開2000-243417(JP,A)
特開2002-093438(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 8/04,8/10