

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4959106号
(P4959106)

(45) 発行日 平成24年6月20日(2012.6.20)

(24) 登録日 平成24年3月30日(2012.3.30)

(51) Int.Cl.

H01M 8/04 (2006.01)
H01M 8/10 (2006.01)

F 1

H01M 8/04
H01M 8/10

X

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-363593 (P2003-363593)
 (22) 出願日 平成15年10月23日 (2003.10.23)
 (65) 公開番号 特開2004-193107 (P2004-193107A)
 (43) 公開日 平成16年7月8日 (2004.7.8)
 審査請求日 平成17年11月15日 (2005.11.15)
 審判番号 不服2010-14257 (P2010-14257/J1)
 審判請求日 平成22年6月29日 (2010.6.29)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-347667 (P2002-347667)
 (32) 優先日 平成14年11月29日 (2002.11.29)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 100146835
 弁理士 佐伯 義文
 (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】燃料電池システムの起動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料ガスと空気中の酸素ガスとの電気化学反応により発電を行う燃料電池と、前記燃料電池と接続された燃料ガス排出流路を燃料ガス供給流路に合流させる燃料ガス循環流路を備え、燃料ガス循環流路から循環燃料ガスを排出するバージ弁を備えた燃料電池システムの起動方法であって、前記燃料電池に燃料ガスの供給を開始すると共に前記バージ弁を開作動させ、前記バージ弁を閉作動させる時期は、マップから読み込んで設定され、前記マップにおける前記バージ弁を閉作動させる時期は、前記燃料電池の停止時間中にカソードから前記燃料ガス循環流路に浸透した窒素ガスが起動時に供給された燃料ガスで置換されたと判断される時期であって、前記燃料電池の停止時間が長いほど遅い時期に設定されることを特徴とする燃料電池システムの起動方法。

【請求項2】

燃料ガスと空気中の酸素ガスとの電気化学反応により発電を行う燃料電池と、前記燃料電池と接続された燃料ガス排出流路を燃料ガス供給流路に合流させる燃料ガス循環流路を備え、燃料ガス循環流路から循環燃料ガスを排出するバージ弁を備えた燃料電池システムの起動方法であって、前記燃料電池に燃料ガスの供給を開始すると共に前記バージ弁を開作動させ、前記バージ弁を閉作動させる時期は、マップから読み込んで設定され、前記マップにおける前記バージ弁を閉作動させる時期は、前記燃料電池の停止時間中にカソードから前記燃料ガス循環流路に浸透した窒素ガスが起動時に供給された燃料ガスで置換されたと判断される時期であって、前記燃料ガスの供給前における前記燃料電池の温度又は前

記燃料電池の電圧が低いほど遅い時期に設定されることを特徴とする燃料電池システムの起動方法。

【請求項 3】

燃料ガスと空気中の酸素ガスとの電気化学反応により発電を行う燃料電池と、前記燃料電池と接続された燃料ガス排出流路を燃料ガス供給流路に合流させる燃料ガス循環流路を備え、燃料ガス循環流路から循環燃料ガスを排出するバージ弁を備えた燃料電池システムの起動方法であって、前記燃料電池に燃料ガスの供給を開始すると共に前記バージ弁を開作動させ、前記バージ弁を開作動させてから閉作動させるまでの時間は、前記燃料ガスの供給前における前記燃料電池の電圧が所定電圧より高い場合には t_1 に設定され、前記燃料電池の電圧が前記所定電圧以下であって前記燃料ガスの供給前における前記燃料ガス循環流路の圧力が所定圧力未満の場合には t_1 より長い t_2 に設定され、前記燃料電池の電圧が前記所定電圧以下であって前記燃料ガス循環流路の圧力が前記所定圧力以上の場合には t_2 より長い t_3 に設定されることを特徴とする燃料電池システムの起動方法。10

【請求項 4】

前記バージ弁の閉作動後、前記燃料電池の発電を開始す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燃料電池システムの起動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、起動性を高めることができる燃料電池システムの起動方法に関するものである。20

【背景技術】

【0002】

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（例えば空気）を供給して、これら反応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ガス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するように燃料循環流路を形成したものがある。30

これらの燃料電池を停止するにあたっては空気の供給を停止し、次に水素ガスの供給を停止することで、停止後に燃料電池内部に残った反応ガスにより停止時に電圧が残らないようにした技術が知られている（例えば、特許文献1参照。）。

【特許文献1】特表2000-512069号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、燃料電池の停止時においては外部負荷への電力供給は遮断されるが、燃料電池はアノード又はカソードの触媒による酸化反応で系内に残留している反応ガスが消費される。つまり、酸化剤供給系では空気、燃料循環系では水素ガスが系内に残留してその残留反応成分は燃料電池の停止時間にしたがって徐々に消費されるのである。ところが、空気中の酸素ガスは消費されるが、窒素ガスは内部に残りカソード側の窒素ガス分圧が高まり水素循環系の圧力が低下するのでアノード側へも窒素ガスが固体高分子電解質膜を通過してリークし、燃料電池の循環系内に浸透する。40

【0004】

しかしながら、上述したように燃料電池の循環系に窒素ガスが浸透すると、起動時において、反応ガス、とりわけ水素ガスを供給した場合に、水素循環系内に窒素ガスが浸透しているため、燃料電池内に反応ガスを供給しても窒素ガスが障害となり反応がスムーズになされない問題がある。

特に、燃料電池が車両用燃料電池である場合には、上記空気中の窒素ガスが系内に浸透50

していると燃料電池の起動に時間がかかるため、燃料電池車両の始動性が悪くなり商品性が悪化するという問題がある。

そこで、この発明は、無駄な燃料ガスを使用せず、前記燃料電池の停止時間中にカソードから前記燃料ガス循環流路に浸透した窒素ガスを、起動時に供給された燃料ガスで置換して、速やかに始動を行うことができる燃料電池システムの起動方法を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために、請求項1に記載した発明は、燃料ガス（例えば、実施形態における水素ガス）と空気中の酸素ガスとの電気化学反応により発電を行う燃料電池（例えば、実施形態における燃料電池1）と、前記燃料電池と接続された燃料ガス排出流路（例えば、実施形態における水素ガス排出流路16）を燃料ガス供給流路（例えば、実施形態における水素ガス供給流路12）に合流させる燃料ガス循環流路（例えば、実施形態における水素ガス循環流路13）を備え、燃料ガス循環流路から循環燃料ガスを排出するパージ弁（例えば、実施形態におけるパージ弁15）を備えた燃料電池システムの起動方法であって、前記燃料電池に燃料ガスの供給を開始すると共に前記パージ弁を開作動させ、前記パージ弁を閉作動させる時期は、マップから読み込んで設定され、前記マップにおける前記パージ弁を開作動させる時期は、前記燃料電池の停止時間中にカソードから前記燃料ガス循環流路に浸透した窒素ガスが起動時に供給された燃料ガスで置換されたと判断される時期であって、前記燃料電池の停止時間が長いほど遅い時期に設定されることを特徴とする。

このように構成することで、燃料ガスの供給とパージ弁の開作動により、とりわけ窒素ガスによる悪影響が大きい燃料ガス側の系内の窒素ガスを排出して、燃料ガスを供給し燃料電池内に燃料ガスを満たした後にパージ弁を閉じる。このとき、燃料電池の停止時間が長ければ長いほど、パージ弁を閉作動させる時期を遅らせる。これにより、窒素ガスを燃料ガスで置換する時間を確保することができる。

【0007】

請求項2に記載した発明は、燃料ガスと空気中の酸素ガスとの電気化学反応により発電を行う燃料電池と、前記燃料電池と接続された燃料ガス排出流路を燃料ガス供給流路に合流させる燃料ガス循環流路を備え、燃料ガス循環流路から循環燃料ガスを排出するパージ弁を備えた燃料電池システムの起動方法であって、前記燃料電池に燃料ガスの供給を開始すると共に前記パージ弁を開作動させ、前記パージ弁を開作動させる時期は、マップから読み込んで設定され、前記マップにおける前記パージ弁を開作動させる時期は、前記燃料電池の停止時間中にカソードから前記燃料ガス循環流路に浸透した窒素ガスが起動時に供給された燃料ガスで置換されたと判断される時期であって、前記燃料ガスの供給前における前記燃料電池の温度又は前記燃料電池の電圧（例えば、実施形態におけるセル電圧、総電圧）が低いほど遅い時期に設定されることを特徴とする。

このように構成することで、燃料電池の停止時間が長ければ長いほど燃料電池の温度は低くなり、又は発電電圧は低くなることに着目して、燃料ガスに置換すべき窒素ガスの量を決定するパージ弁を開作動させる時期を設定する。

【0012】

請求項3に記載した発明は、燃料ガスと空気中の酸素ガスとの電気化学反応により発電を行う燃料電池と、前記燃料電池と接続された燃料ガス排出流路を燃料ガス供給流路に合流させる燃料ガス循環流路を備え、燃料ガス循環流路から循環燃料ガスを排出するパージ弁を備えた燃料電池システムの起動方法であって、前記燃料電池に燃料ガスの供給を開始すると共に前記パージ弁を開作動させ、前記パージ弁を開作動させてから閉作動させるまでの時間は、前記燃料ガスの供給前における前記燃料電池の電圧が所定電圧（例えば、実施形態におけるV0）より高い場合には t_1 （例えば、実施形態におけるb'）に設定され、前記燃料電池の電圧が前記所定電圧以下であって前記燃料ガスの供給前における前記燃料ガス循環流路の圧力が所定圧力（例えば、実施形態におけるP0）未満の場合には t

10

20

30

40

50

1より長いt₂（例えば、実施形態におけるb）に設定され、前記燃料電池の電圧が前記所定電圧以下であって前記燃料ガス循環流路の圧力が前記所定圧力以上の場合にはt₂より長いt₃（例えば、実施形態におけるc）に設定されることを特徴とする。

このように構成することで、前記燃料電池の停止時間が長ければ長いほど発電電圧は低くなり、その一方で、前記燃料電池の停止時間が比較的短い場合には残存する水素が前記酸素ガスの系内に残存する酸素と反応するため前記燃料ガス循環流路の圧力は低下していく、前記燃料電池の停止時間が比較的長くなると前記酸素ガスの系内に残存する窒素ガスが前記燃料ガスの系内に逆拡散するため前記燃料ガス循環流路の圧力は上昇していくことに着目して、バージ弁を閉作動させる時期を設定することができる。

【0013】

10

請求項4に記載した発明は、前記バージ弁の閉作動後、前記燃料電池の発電を開始することを特徴とする。

このように構成することで、燃料ガス側の系内に燃料ガスを満たした状態で、前記燃料電池の発電を開始することができる。

【発明の効果】

【0014】

20

以上説明してきたように、請求項1に記載した発明によれば、燃料ガスの供給とバージ弁の開作動により、とりわけ窒素ガスによる悪影響が大きい燃料ガス側の循環流路内の窒素ガスを排出して、燃料ガスを供給し燃料電池内に燃料ガスを満たした後にバージ弁を閉じることにより、無駄な燃料ガスを使用せず、燃料ガス循環流路に残留した窒素ガスが障害となって発電開始までの時間が長くなるのを防止でき、しかも、バージ弁を閉作動させる時期を、燃料電池の停止時間に応じて決定することにより、燃料ガス循環流路内の残留窒素ガスを効率良く、確実に燃料ガスで置換することができる。したがって、車両用として使用した場合に始動性が向上して好適である。

【0016】

請求項2に記載した発明によれば、バージ弁を閉作動させる時期を正確に設定することができるため、無駄な燃料ガスを使用せず、燃料ガス循環流路に残留した窒素ガスが障害となって発電開始までの時間が長くなるのを防止できる。したがって、車両用として使用した場合に始動性が向上して好適である。

【0021】

30

請求項3に記載した発明によれば、バージ弁を閉作動させる時期を正確に設定することができるため、燃料ガス側の系内から窒素ガスを排出して燃料ガスで満たすことができるとともに、無駄な燃料ガスを使用せず、燃料ガス循環流路に残留した窒素ガスが障害となって発電開始までの時間が長くなるのをより確実に防止できる。したがって、車両用として使用した場合に始動性がさらに向上して好適である。

【0022】

請求項4に記載した発明によれば、燃料ガス側の系内に燃料ガスを満たした状態で、前記燃料電池の発電を開始することができるため、車両用として使用した場合に始動性がさらに向上して好適である。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0023】

以下、この発明の実施形態を図面と共に説明する。図1に示すのは燃料電池車両に搭載され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2をアノード3とカソード4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ものであり（図1では単セルのみを示す）、アノード3の反応ガス流路5に燃料ガスとして水素ガスを供給し、カソード4の反応ガス流路6に酸化剤ガスとして酸素ガスを含む空気を供給すると、アノード3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2を通過してカソード4まで移動して、カソード4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2を介し

50

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。

【0024】

空気はスーパーチャージャー (S/C) などのコンプレッサ7により所定圧力に加圧され、空気供給流路8を通って燃料電池1のカソード4の反応ガス流路6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9に排出され、排出ガス処理装置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。

【0025】

一方、水素タンク(H2)11から供給される水素ガスは、水素ガス供給流路(燃料ガス供給流路)12を通って燃料電池1のアノード3の反応ガス流路5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側に接続された水素ガス排出流路(燃料ガス排出流路)16を経て水素ガス循環流路(燃料ガス循環流路)13に排出され、更に、水素ガス循環流路13に設けた水素ポンプ14を介して水素ガス供給流路12に合流する。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11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3の反応ガス流路5に供給される。

【0026】

水素ガス循環流路13からは、排出弁であるバージ弁15を備えた水素ガスバージ流路22が分岐しており、水素ガスバージ流路22は排出ガス処理装置10に接続されている。この排出ガス処理装置10において燃料電池1の空気排出流路9から排出された排出空気と、水素ガスバージ流路22から排出された水素ガスとが希釈処理されて排出される。尚、17は水素タンク11から供給される水素ガスを遮断する遮断弁、18は燃料電池1の電気エネルギーにより駆動する車両走行用のモータ(外部負荷)を示している。ここで、バージ弁15は電気化学反応により生成される燃料電池1内の水を排出するために定期的に開閉したり、燃料電池1の発電電圧(例えばセル電圧)が低下した場合に開閉させる。

【0027】

前記燃料電池1は図示しない冷却循環流路及びその循環流路に冷却水を循環させるウォーターポンプなどを備え、電気化学反応に適した温度(例えば70°C)に制御されている。

前記燃料電池1は、コントロールユニットであるECU19により制御され、そのためECU19には、燃料電池1の冷却水の温度を検出する冷却水温センサ20からの信号が入力され、コンプレッサ7の回転数、水素ポンプ14の回転数、遮断弁17の開閉、バージ弁15の開閉制御が行われる。又、ECU19は燃料電池1のセル電圧センサ21、発電電流を検出する電流センサ23、燃料電池1の総電圧(全セル電圧)を検出する電圧センサ24、水素センサ25、アノード圧力センサ26からの信号が入力される。尚、電圧センサ21は各セル毎に電圧を測定するセンサであり、水素センサ25は排出ガス処理装置10内に設けられ水素濃度を検出するセンサであり、アノード圧力センサ26は燃料電池1の燃料ガス側の系内の圧力を検出するセンサである。本実施形態においては、燃料ガス側の系として、水素ガス循環流路13内の圧力をアノード圧力センサ26で検出している。

【0028】

次に、図2のフローチャートに基づいて燃料電池システムの起動処理について説明する。この処理は燃料電池車両のイグニッシュンスイッチがONとなった場合に発電が開始されるまでの間に実行される処理である。

ステップS01において遮断弁17を開いて水素供給を開始すると共にバージ弁15を開き、必要に応じて水素ポンプ14を駆動する。そして、ステップS02に進む。

【0029】

ステップS02ではタイムリミットか否かを判定する。判定結果が「YES」である場合はステップS07に進み、判定結果が「NO」である場合はステップS03に進む。ス

10

20

30

40

50

ステップ S 0 7 では水素センサ 2 5 が故障と判定してステップ S 8 でパージ弁 1 5 を閉じて処理を終了する。タイムリミットを超えて、後述するステップ S 0 5 において水素ガス濃度が上がらないのは、水素センサ 2 5 の故障が原因と考えられるからである。

【 0 0 3 0 】

ステップ S 0 3 では燃料電池 1 の温度に応じたパージ弁 1 5 の開弁時間の算出を行いステップ S 0 4 に進む。この算出は図 3 のマップ値を読み込むことにより行われる。このマップは横軸に燃料電池（冷却水）温度、縦軸にパージ弁 1 5 の開弁時間とした場合に、温度が一定の範囲で温度が高ければ高いほど開弁時間を短く設定している。尚、この燃料電池温度に替えて、燃料電池 1 のセル電圧（総電圧）を開弁時間を設定するパラメータとしてもよい。この場合には、図 4 に示すように、セル電圧センサ 2 1（電圧センサ 2 4）によりセル電圧（総電圧）が最低セル電圧（あるいは最低総電圧）を超えるとパージ弁 1 5 の開弁時間が短くなるように（図 5 の b - b'）設定することができる。10

このようにして、前記燃料電池 1 の冷却水温度又は前記燃料電池 1 のセル電圧（総電圧）に基づいて燃料電池 1 の停止時間を推定してパージ弁 1 5 を閉作動させる時期を決定している。つまり、燃料電池 1 の停止時間が長いほど、燃料電池 1 の温度あるいは電圧は低いため、残留している水素ガスと空気中の酸素ガスとが反応して、それだけ多くの窒素ガスが水素ガス循環流路 1 3 内に残留しているので、パージ弁 1 5 を開弁時間を長く設定する必要があるのである。

【 0 0 3 1 】

ステップ S 0 4 ではパージ弁 1 5 を開いてから経過した時間がステップ S 0 3 の算出時間を超えているか否かを判定する。判定結果が「Y E S」で、超えている場合はステップ S 0 8 に進み、判定結果が「N O」で、超えていない場合はステップ S 0 5 に進む。尚、この算出時間は水素ガス濃度が所定値以上にならないように設定してある。20

ステップ S 0 5 では水素センサ 2 5 により検出された水素ガス濃度が所定値を超えているか否かを判定する。判定結果が「Y E S」で、所定値を超えている場合はステップ S 0 8 に進み、判定結果が「N O」で、所定値を超えていない場合はステップ S 0 6 に進んでパージ弁 1 5 を開いた状態を維持する。水素ガス濃度が所定値を超えていたら、十分に窒素ガスが水素ガスに置換されたと考えらえるからである。

【 0 0 3 2 】

したがって、遮断弁 1 7 を開き水素タンク 1 1 から水素ガスを供給すると共にパージ弁 1 5 を開いた場合に、燃料電池 1 の温度がある程度高くなったり、あるいは水素センサ 2 5 により検出された排出ガス処理装置 1 0 内の水素ガス濃度が高くなったりの場合に、燃料電池 1 内部の窒素ガスが十分に排出され、水素ガス循環流路 1 3 内の窒素ガスが水素ガスによって置換できたと判定できるため、この時点でパージ弁 1 5 を閉じることで、無駄に水素ガスを消費せず、短時間で燃料電池 1 を起動することができる。よって、燃料電池車両の始動性を良好にすることができます。30

【 0 0 3 3 】

図 5 は図 2 に対応したこの発明の第 1 実施形態のタイムチャート図を示している。同図において、イグニッションスイッチが O N (I G S W O N) となると、燃料電池 1 は無負荷運転（a の区間）を行う。この運転は、燃料電池 1 がモータ 1 8 などの電気負荷とは接続はされていない運転であり、ここでは無負荷電圧のチェックが行われ、又、二次電源として別に設けたバッテリやキャパシタ等の蓄電装置からの電力でコンプレッサ 7 を駆動することで酸化剤ガスである空気と共に水素ガスを供給する。よって、この無負荷運転の間は負荷に対して発電電流が流れていません。40

【 0 0 3 4 】

ここで、イグニッションスイッチ O N (I G S W O N) の直後に、水素ガス及び空気の供給を行うと共にパージ弁 1 5 を開くため排出ガス処理装置 1 0 の水素ガス濃度は上昇する。つまり、燃料電池 1 内部の窒素ガスが排出されてしまった後に、水素ガス濃度が上がり始めるのである。その後、燃料電池 1 の冷却水温の温度、あるいはセル電圧（総電圧）に応じて算出された一定時間（例えば、b の区間）の後にパージ弁 1 5 が閉じると、供給50

される水素ガスの一部が反応で消費される無負荷運転により水素ガス濃度は低下してゆく。尚、このbの区間は図3又は図4に示す上側のラインを示している。

そして、セル電圧が発電許可判定電圧閾値Xとなると、燃料電池1がモータ18等の負荷に接続されて発電が開始される。これにより発電電流が生じセル電圧(総電圧)はやや低下する。そして、イグニッシュョンスイッチOFF(IGSWOFF)で発電が停止される。

【0035】

次に、再度イグニッシュョンスイッチON(再IGSWON)となり、一定時間(a'の区間)の無負荷運転が経過した後、燃料電池1の冷却水温の温度、あるいはセル電圧(総電圧)に応じて算出された一定時間(例えば、b'(b' < b)の区間)の後にパージ弁15が閉じると、供給される水素ガスの一部が反応で消費される無負荷運転により水素ガス濃度は低下してゆく。尚、このb'の区間は図3又は図4に示す下側のラインを示している。そして、セル電圧が発電許可判定電圧閾値Xに達したら発電を開始する。

【0036】

したがって、このような再起動時においては、水素ガス循環流路13内にそれほどの窒素ガスが浸透していないので、パージ弁15の開作動時間を短くし(b' < b)、無駄な水素ガスが排出されないようにし、より早く発電を開始できるようにしている。尚、図5に示すように、水素ガス濃度は排出水素濃度許可閾値以下に抑えられている。

ここで、この実施形態における燃料電池1の停止時間とは、図5におけるイグニッシュョンスイッチOFF(IGSWOFF)からイグニッシュョンスイッチON(IGSWON)までの時間、及び図示しない最後のイグニッシュョンスイッチOFF(IGSWOFF)から図5の最初のイグニッシュョンスイッチON(IGSWON)までの時間を意味している。

【0037】

次に、図6のフローチャートに基づいてこの発明の第2実施形態の燃料電池システムの起動処理について説明する。

この実施形態では、パージ弁15の開弁時間を、水素ガスを供給する前の燃料電池のセル電圧(総電圧でも可)に基づいて定めたものである。

ステップS10において、遮断弁17が開か否かを判定する。判定結果が「YES」(開)である場合はステップS17に進み、判定結果が「NO」(閉)である場合はステップS11に進む。

【0038】

ステップS11において水素ガス投入前の燃料電池1のセル電圧(総電圧)に応じたパージ弁15の開弁時間を算出する。例えば、第1実施形態の図4のように、最低セル電圧を境にしてパージ弁15の開弁時間を持ち替えてよいし、セル電圧が高ければ高いほど、開弁時間を徐々に短く設定するようにもできる。

燃料電池1の電圧が低ければ低いほど、燃料電池1の停止時間が長いことになるので、残留している水素ガスと空気中の酸素ガスとが反応して多くの窒素ガスが残留していることになり、パージ弁15を開弁時間を長く設定する必要があるからである。

【0039】

次に、ステップS12において開弁時間の算出が終了したか否かを判定する。判定結果が「YES」(算出時間決定)である場合はステップS14に進み、判定結果が「NO」(算出中)である場合はステップS13に進む。

ステップS14ではパージ弁15の開弁処理タイマをセットし、次のステップS15で水素供給開始を決定し、更に、ステップS16で遮断弁17を開いて処理を終了する。ステップS13においては、開弁時間を算出中なので遮断弁17は閉じたままの状態で処理を終了する。

【0040】

そして、遮断弁17が開くとステップS10における判定が「YES」となり、ステップS17において開弁処理タイマ=0か否かを判定する。判定結果が「YES」(=0)

10

20

30

40

50

である場合はステップ S 1 9 に進みページ弁 1 5 を閉弁して処理を終了する。判定結果が「NO」(0)である場合はステップ S 1 8 に進み、ページ弁 1 5 を開いて処理を終了する。

【0041】

したがって、遮断弁 1 7 を開き水素タンク 1 1 から水素ガスを供給すると共にページ弁 1 5 を開いた場合に、水素投入前の燃料電池 1 のセル電圧(総電圧)に応じてページ弁 1 5 の開弁時間を算出して、その時間だけページ弁 1 5 を開くため、無駄に水素ガスを消費せず、又、燃料電池 1 の発電電圧が水素ガスの供給によって変動しないので、より正確にページ弁 1 5 の開弁時間(閉弁時期)を設定することができ、短時間で燃料電池 1 を起動することができる。よって、燃料電池車両の始動性を良好にすることができる。 10

【0042】

図 7 は図 6 に対応したこの発明の第 2 実施形態のタイムチャート図を示している。同図において、イグニッションスイッチが ON (IGSWON) となると、燃料電池 1 は水素供給前のセル電圧チェック(d の区間)を行う。これにより、水素供給前の電圧により燃料電池 1 の停止時間、つまり内部残留室素ガス量(あるいは水素ガス量)を推定し、この室素ガスを排出するためページ弁 1 5 の開時間(f の区間)を算出することができる。

次に、遮断弁 1 7 が開き水素ガスの供給が開始されて無負荷運転がなされ、水素供給後の無負荷電圧チェックがなされる(e の区間)。この無負荷電圧チェックは前記実施形態と同様の内容であるので説明は省略する。 20

【0043】

水素ガスの供給が開始されるとページ弁 1 5 が前記 f の間だけ開くが、このページ弁 1 5 の開作動により排出ガス処理装置 1 0 の水素ガス濃度は上昇する。つまり、燃料電池 1 内部の室素ガスが排出された後に、水素ガス濃度が上がり始めるのである。その後、ページ弁 1 5 が閉じると、供給される水素ガスの一部が反応で消費される無負荷運転により水素ガス濃度は低下してゆく。

そして、セル電圧が発電許可判定電圧閾値 X となると、燃料電池 1 がモータ 1 8 等の負荷に接続されて発電が開始される。これにより発電電流が生じセル電圧(総電圧)はやや低下する。 30

【0044】

したがって、水素ガス投入前の燃料電池 1 のセル電圧(総電圧)に基づいてページ弁 1 5 の開弁時間を算出するため無駄な水素ガスが排出されないようにしてより早く発電を開始できるようにしている。尚、この実施形態では、水素投入前の燃料電池 1 の電圧により残留室素ガス量又は水素ガス量を推定でき、正確に開弁時間(閉弁時期)を算出できるので、その点でも水素ガス濃度が排出水素濃度許可閾値を超えることがない点で有利である。 30

【0045】

上記実施形態によれば、燃料電池システムを起動するにあたり、前記燃料電池 1 に水素ガスを供給すると共にページ弁 1 5 を開作動させ、前記水素ガス循環流路 1 3 の室素ガスが水素ガスで置換された後に、前記ページ弁 1 5 を閉作動させ、水素ガスの供給とページ弁 1 5 の開作動により、とりわけ室素ガスによる悪影響が大きい水素ガス側の系内の室素ガスを排出して、水素ガスを供給し燃料電池 1 内に水素ガスで置換することにより、無駄な水素ガスを使用せず、水素ガス循環流路 1 3 に残留した室素ガスが障害となって発電開始までの時間が長くなるのを防止できる。したがって、頻繁に走行停止を繰り返し、始動性能が要求される車両搭載用の燃料電池 1 として使用した場合に好適である。 40

【0046】

前記ページ弁 1 5 を閉作動させる時期は、前記燃料電池 1 の停止時間に応じて決定されることで、燃料電池 1 の停止時間が長ければ長いほど、ページ弁 1 5 を閉作動させる時期を遅らせて、室素ガスを水素ガスで置換する時間を確保することができる。よって、燃料電池 1 の停止時間に応じて決定される水素ガス循環流路 1 3 内の残留室素ガスを水素ガスで置換できた時点で正確にページ弁 1 5 を閉作動させることができる。 50

そして、前記燃料電池1の停止時間は、前記燃料電池1の温度又は前記燃料電池1のセル電圧や総電圧に基づいて推定されるので、燃料電池1の停止時間が長ければ長いほど燃料電池1の温度は低くなり、又は発電電圧は低くなることに着目して、水素ガスに置換すべき窒素ガスの量を決定する前記燃料電池1の停止時間を正確に推定できる。

又、前記バージ弁15を閉作動させる時期を、前記水素ガス循環流路13からの排出ガスに含まれる水素ガス濃度によっても決定しているため、排出される水素ガス濃度を直接的に用いることで、無駄な水素ガスの使用を最小限に抑え、水素ガス循環流路13に残留した窒素ガスが障害となって発電開始までの時間が長くなるのを防止し、燃料電池車両の始動性を高めることができる。

【0047】

10

次に、図8のフローチャートに基づいてこの発明の第3実施形態の燃料電池システムの起動処理について説明する。

この実施形態では、バージ弁15の開弁時間を、燃料電池のスタック電圧（総電圧。セル電圧でも可）とアノード圧力とに基づいて定めたものである。

ステップS20において、電圧センサ24で検出されたスタック電圧が閾値V0（図9参照）以下か否かを判定する。判定結果が「YES」（閾値V0以下）である場合はステップS22に進み、判定結果が「NO」（閾値V0より上）である場合はステップS21に進む。

【0048】

20

ステップS21において水素ガス投入前の燃料電池1のスタック電圧に応じたバージ弁15の開弁時間b'を算出する。この算出は図9のグラフに基づいて行われる。このグラフは燃料電池停止時間に対するスタック電圧を示している。また、スタック電圧と開弁時間とのマップを別途有しており、スタック電圧が閾値V0より高い場合には開弁時間をb'に設定する。上述したように、燃料電池1の電圧が低ければ低いほど、燃料電池1の停止時間が長いことになると判断できることから、開弁時間b'は、後述する開弁時間b、開弁時間cよりも短い時間に設定される。

【0049】

30

ステップS22では圧力センサ26で検出されたアノード圧力が閾値P0（図10参照）以上か否かを判定する。判定結果が「YES」で、閾値P0以上であればステップS24に進み、判定結果が「NO」で、閾値P0未満であればステップS23に進む。ステップS23において、バージ弁15の開弁時間bを算出する。また、ステップS24において、バージ弁15の開弁時間cを算出する。これらの開弁時間b、cの算出は図10のグラフに基づいて行われる。このグラフは燃料電池停止時間に対するアノード圧力を示している。また、アノード圧力と開弁時間とのマップを別途有しており、アノード圧力が閾値P0よりも小さいと開弁時間をbに設定し、閾値P0以上のときは開弁時間をcに設定する。ここで、開弁時間bは開弁時間cより短いが、上述した開弁時間b'より長い時間に設定している。

【0050】

40

この時間設定は以下の点に着目してなされている。すなわち、前記燃料電池停止時間が比較的短い場合には、水素ガス循環流路13内に残存する水素が前記酸素ガスの系内に残存する酸素と反応するため、前記水素ガス循環流路13の圧力は低下していく。ただし、前記燃料電池停止時間が比較的長くなると前記酸素ガスの系内に残存する窒素ガスが前記燃料ガスの系内に逆拡散するため、水素ガス循環流路13の圧力は上昇していく。従って、このような点に着目することで、前記燃料電池推定停止時間を精度よく推定することができるので、燃料ガス側の系内から窒素ガスを排出して燃料ガスで満たすことができるとともに、無駄な燃料ガスを使用せず、水素ガス循環流路13に残留した窒素ガスが障害となって発電開始までの時間が長くなるのをより確実に防止できる。

【0051】

尚、この発明は上記実施形態に限られるものではなく、例えば、燃料電池車両に搭載される燃料電池に限られるものではない。

50

又、ページ弁 15 の閉弁時期を決定するために、燃料電池 1 の停止時間を直接的に測定して用いることもできる。この場合は燃料電池 1 の停止時間が短ければ短いほどページ弁 15 を閉じる時期を早めに設定することで対処できる。

更に、燃料電池 1 の温度、セル電圧（総電圧）、あるいは前記水素ガス循環流路 13 からの排出ガスに含まれる燃料ガス濃度の何れか 1 つを単独であるいは任意に組み合わせて用いてページ弁 15 を閉作動させる時期を決定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図 1】この発明の実施形態の燃料電池車両に搭載された燃料電池システムの概略構成図である。 10

【図 2】この発明の第 1 実施形態の燃料電池車両に搭載された燃料電池の起動処理を示すフローチャート図である。

【図 3】この発明の第 1 実施形態のグラフ図である。

【図 4】この発明の第 1 実施形態の他の態様のグラフ図である。

【図 5】この発明の第 1 実施形態のタイムチャート図である。

【図 6】この発明の第 2 実施形態のフローチャート図である。

【図 7】この発明の第 2 実施形態のタイムチャート図である。

【図 8】この発明の第 3 実施形態のフローチャート図である。

【図 9】この発明の第 3 実施形態のグラフ図である。

【図 10】この発明の第 3 実施形態の他のグラフ図である。 20

【符号の説明】

【0053】

1 燃料電池

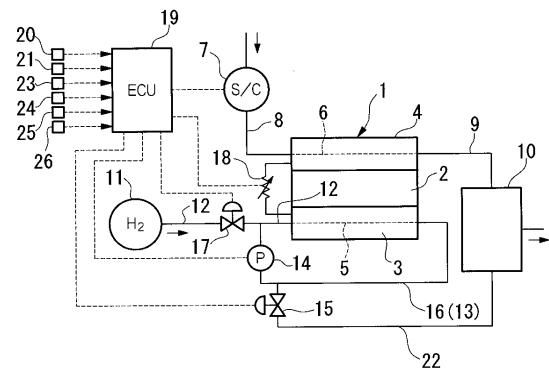
12 水素ガス供給流路（燃料ガス供給流路）

13 水素ガス循環流路（燃料ガス循環流路）

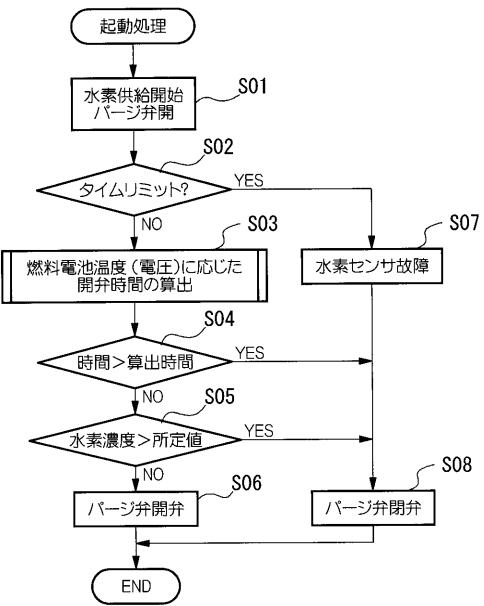
15 ページ弁

16 水素ガス排出流路（燃料ガス排出流路）

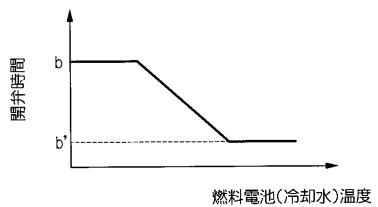
【図1】



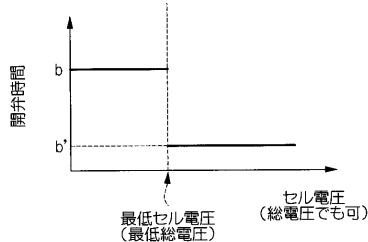
【図2】



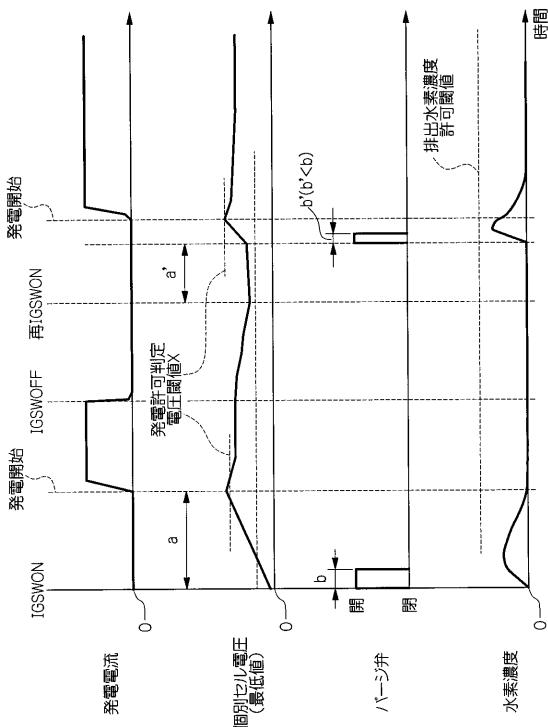
【図3】



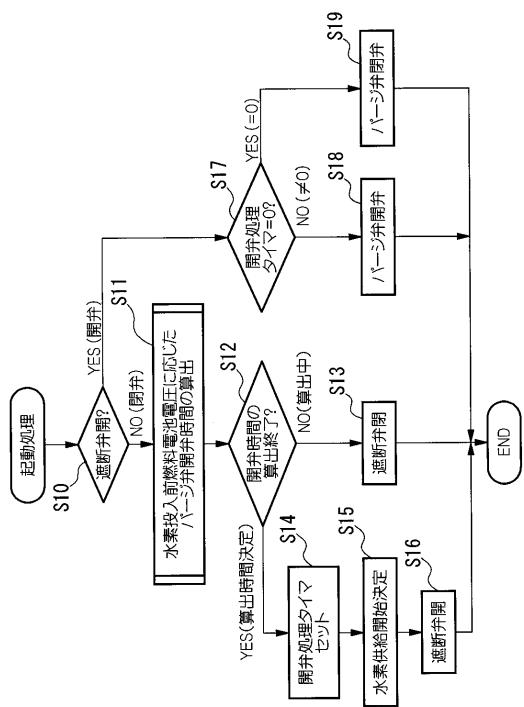
【図4】



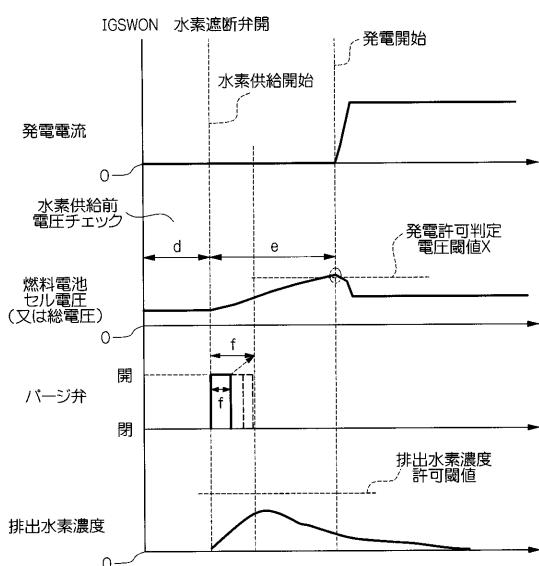
【図5】



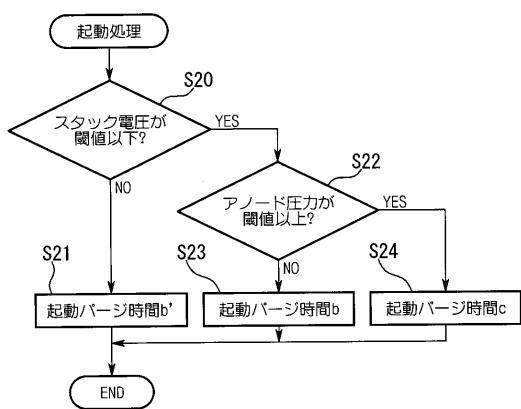
【図6】



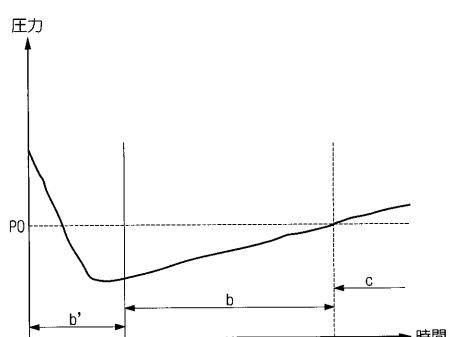
【図7】



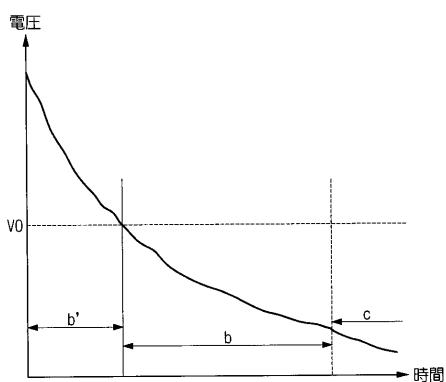
【図8】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

(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 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 上原 順司
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 細野 芳夫
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 松本 裕嗣
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 和氣 千大
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

合議体

審判長 大河原 裕
審判官 倉橋 紀夫
審判官 田村 嘉章

(56)参考文献 特開平11-97047(JP, A)
特開昭55-154077(JP, A)
特開平10-241717(JP, A)
特開2003-331888(JP, A)
特開昭56-114287(JP, A)
特開2003-109630(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/00 - 8/24