

(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2007-165183

(P2007-165183A)

(43) 公開日 平成19年6月28日(2007.6.28)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)	
HO 1 M	8/04	(2006.01)	HO 1 M	8/04	Z	5H027
HO 1 M	8/00	(2006.01)	HO 1 M	8/04	P	
			HO 1 M	8/04	A	
			HO 1 M	8/00	Z	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-361984 (P2005-361984)
 (22) 出願日 平成17年12月15日 (2005.12.15)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100079108
 弁理士 稲葉 良幸
 (74) 代理人 100093861
 弁理士 大賀 眞司
 (74) 代理人 100109346
 弁理士 大賀 敏史
 (72) 発明者 馬屋原 健司
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 5H027 AA06 BA13 KK05 MM09

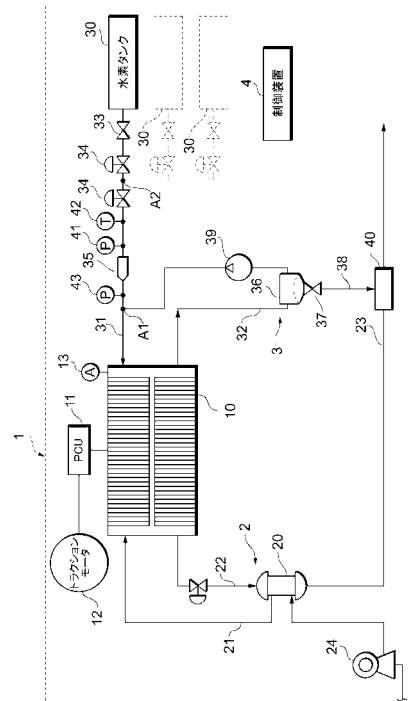
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム及び移動体

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池の運転状態に応じて燃料ガスの供給圧力を適切に変化させることが可能であり、経年変化や固体差の影響を極力抑えた良好な圧力応答性を確保する。

【解決手段】 燃料電池10と、燃料電池10に水素ガスを供給するための水素ガス配管系3と、水素ガス配管系3の上流側のガス状態を調整して下流側に供給するインジェクタ35と、インジェクタ35を所定の駆動周期で駆動制御する制御装置4と、を備える燃料電池システム1において、インジェクタ35の駆動特性を学習し、該学習の結果に基づきインジェクタ35の駆動パラメータを設定可能にした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池と、この燃料電池に燃料ガスを供給するための燃料供給系と、この燃料供給系の上流側のガス状態を調整して下流側に供給するガス状態可変供給装置と、該ガス状態可変供給装置を前記燃料電池の運転状態に応じて駆動制御する制御手段と、を備える燃料電池システムであって、

前記ガス状態可変供給装置の駆動特性を学習し、該学習の結果に基づき前記ガス状態可変供給装置の駆動パラメータを設定する学習手段を備える燃料電池システム。

【請求項 2】

前記学習手段は、前記燃料電池の出力に対応する複数の学習領域毎に前記ガス状態可変供給装置の駆動特性を学習する請求項 1 に記載の燃料電池システム。 10

【請求項 3】

前記学習手段は、前記燃料電池に供給される燃料ガスの状態に応じて前記ガス状態可変供給装置の駆動特性を学習する請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記学習手段は、前記燃料電池の発電電流と前記燃料電池に供給される燃料ガス圧力の変動が一定以下であるときに前記学習を行う請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記学習手段は、前記燃料電池から排出された燃料ガスのオフガスを前記燃料供給系の外部へパージしている間は、前記学習を禁止する請求項 4 に記載の燃料電池システム。 20

【請求項 6】

システム製造時に、前記ガス状態可変供給装置の個体差に基づいて前記駆動パラメータが設定される請求項 1 から 5 のいずれかに記載の燃料電池システム。

【請求項 7】

前記ガス状態可変供給装置は、その上流側と下流側とを連通する内部流路と、該内部流路内に移動可能に配設されその移動位置に応じて前記内部流路の開口面積を変更可能な弁体と、電磁駆動力により前記弁体を駆動する弁体駆動部と、を備えてなるインジェクタである請求項 1 から 6 のいずれかに記載の燃料電池システム。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の燃料電池システムを備えた移動体。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システム及び移動体に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、反応ガス（燃料ガス及び酸化ガス）の供給を受けて発電を行う燃料電池を備えた燃料電池システムが提案され、実用化されている。かかる燃料電池システムには、水素タンク等の燃料供給源から供給される燃料ガスを燃料電池へと流すための燃料供給流路が設けられている。 40

【0003】

そして、燃料供給流路上に設けられて燃料電池に供給される燃料ガスの圧力を調整する圧力調整弁として、酸化ガスを圧力源とした印加圧力を作用させることにより、燃料電池に供給される燃料ガスの圧力を調整可能にした可変調圧弁を備えた燃料電池システムが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特開 2005 - 150090 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 342386 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前記特許文献1に記載されているような可変調圧弁によれば、運転状況に応じて燃料ガスの供給圧力を変化させることが可能となる。しかしながら、このような可変調圧弁であっても、経年変化や固体差の影響を受けることは避けられず、調圧精度や圧力応答性の低下を招くことがある。

【0005】

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、燃料電池の運転状態に応じて燃料ガスの供給圧力を適切に変化させることが可能であり、経年変化や固体差の影響を極力抑えた良好な圧力応答性を確保することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記目的を達成するため、本発明に係る燃料電池システムは、燃料電池と、この燃料電池に燃料ガスを供給するための燃料供給系と、この燃料供給系の上流側のガス状態を調整して下流側に供給するガス状態可変供給装置と、該ガス状態可変供給装置を前記燃料電池の運転状態（燃料電池の発電量（電力、電流、電圧）、燃料電池の温度、燃料電池システムの異常状態、燃料電池本体の異常状態等）に応じて駆動制御する制御手段と、を備える燃料電池システムであって、前記ガス状態可変供給装置の駆動特性を学習し、該学習の結果に基づき前記ガス状態可変供給装置の駆動パラメータを設定する学習手段を備える。

【0007】

このような構成によれば、ガス状態可変供給装置の経年変化や個体差による駆動特性のばらつきを学習し、その学習結果を反映させたガス状態可変供給装置の駆動制御が可能となる。なお、「ガス状態」とは、ガスの状態（流量、圧力、温度、モル濃度等）を意味し、特にガス流量及びガス圧力の少なくとも一方を含む。

【0008】

ガス状態可変供給装置は、その上流側と下流側とを連通する内部流路と、該内部流路内に移動可能に配設されその移動位置に応じて前記内部流路の開口面積を変更可能な弁体と、電磁駆動力により前記弁体を駆動する弁体駆動部と、を備えてなる電磁駆動方式のインジェクタでもよいし、例えばエア圧やモータによってダイヤフラムを介して弁体が駆動されるダイヤフラム式のレギュレータのような可変調圧レギュレータでもよい。

【0009】

ガス状態可変供給装置の駆動特性とは、例えば燃料電池の入口側ガス状態（ガス状態可変供給装置の二次側ガス状態）と入口側目標ガス状態（ガス状態可変供給装置の二次側目標ガス状態）との関係、燃料電池の入口側ガス状態（ガス状態可変供給装置の二次側ガス状態）と発電電流との関係、ガス状態可変供給装置の一次側ガス状態と二次側ガス状態との関係、ガス状態可変供給装置の一次側ガス状態と燃料電池の発電電流との関係等である。

【0010】

ガス状態可変供給装置の駆動パラメータとは、例えばガス状態可変供給装置が上記電磁駆動方式のインジェクタである場合には、噴射量、噴射時間、デューティ比、駆動周波数、駆動パルス等であり、また、ガス状態可変供給装置が上記ダイヤフラム式のレギュレータである場合には、ダイヤフラムを介して弁体を開方向又は閉方向に付勢する印加圧力（例えば、流体圧やパネ圧）等がある。

【0011】

本発明の燃料電池システムにおいて、前記学習手段は、前記燃料電池の出力に対応する複数の学習領域毎に前記ガス状態可変供給装置の駆動特性を学習してもよい。あるいは、前記学習手段は、前記燃料電池に供給される燃料ガスの状態に応じて前記ガス状態可変供給装置の駆動特性を学習してもよい。

【0012】

これらの構成によれば、ガス状態可変供給装置の駆動特性の学習が、燃料電池の出力や燃料電池に実際に供給される燃料ガスの状態に応じて行われるので、学習の精度が向上す

10

20

30

40

50

る。また、燃料電池運転中の学習も可能となる。さらに、幅広くガス状態を可変（調整）しても、経時変化や固体差による調圧精度の悪化を抑制できる。

【0013】

燃料電池の出力としては、例えば、発電電流がある。また、燃料電池に供給される燃料ガスの状態としては、例えば、燃料電池に供給される燃料ガスの圧力や流量、ガス状態可変供給装置の一次側圧力等の他、これらのうち少なくとも圧力又は流量の一方を含む他との組合せがある。

【0014】

本発明の燃料電池システムにおいて、前記学習手段は、前記燃料電池の発電電流と前記燃料電池に供給される燃料ガス圧力（燃料ガスのガス状態）の変動が一定以下であるとき 10
に前記学習を行ってもよい。また、前記燃料電池から排出された燃料ガスのオフガスを前記燃料供給系の外部へパーズしている間は、前記学習を禁止してもよい。

【0015】

これらの構成によれば、学習に適さない条件下での誤学習が抑制されるので、学習結果に基づく駆動制御の精度が向上する。

【0016】

本発明の燃料電池システムにおいては、システム製造時に、前記ガス状態可変供給装置の個体差に基づいて前記駆動パラメータを設定してもよい。

【0017】

このような構成によれば、燃料電池システムがユーザの手に渡る前に、ガス状態可変供給装置の駆動パラメータを個体差によらず最適化することが可能となる。 20

【0018】

本発明に係る移動体は、前記燃料電池システムを備えるものである。

【0019】

このような構成によれば、経年変化や個体差によるばらつきを反映させたガス状態可変供給装置の駆動制御が可能な燃料電池システムを備えているため、良好な圧力応答性を確保することができる。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、ガス状態可変供給装置の経年変化や個体差によらない良好な圧力応答性を有する燃料電池システム及び移動体を提供することができる。 30

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態に係る燃料電池システム1について説明する。本実施形態においては、本発明を燃料電池車両（移動体）の車載発電システムに適用した例について説明することとする。まず、図1を用いて、本発明の実施形態に係る燃料電池システム1の構成について説明する。

【0022】

本実施形態に係る燃料電池システム1は、図1に示すように、反応ガス（酸化ガス及び燃料ガス）の供給を受けて電力を発生する燃料電池10を備えるとともに、燃料電池10 40
に酸化ガスとしての空気を供給する酸化ガス配管系（燃料供給系）2、燃料電池10に燃料ガスとしての水素ガスを供給する水素ガス配管系3、システム全体を統合制御する制御装置（制御手段、学習手段）4等を備えている。

【0023】

燃料電池10は、反応ガスの供給を受けて発電する単電池を所要数積層して構成したスタック構造を有している燃料電池10により発生した電力は、PCU（Power Control Unit）11に供給される。PCU11は、燃料電池10とトラクションモータ12との間に配置されるインバータやDC-DCコンバータ等を備えている。また、燃料電池10には、発電中の電流を検出する電流センサ13が取り付けられている。

【0024】

酸化ガス配管系 2 は、加湿器 20 により加湿された酸化ガス（空気）を燃料電池 10 に供給する空気供給流路 21 と、燃料電池 10 から排出された酸化オフガスを加湿器 20 に導く空気排出流路 22 と、加湿器 20 から外部に酸化オフガスを導くための排気流路 23 と、を備えている。空気供給流路 21 には、大気中の酸化ガスを取り込んで加湿器 20 に圧送するコンプレッサ 24 が設けられている。

【0025】

水素ガス配管系 3 は、高圧（例えば 70 MPa）の水素ガスを貯留した燃料供給源としての水素タンク 30 と、水素タンク 30 の水素ガスを燃料電池 10 に供給するための燃料供給流路としての水素供給流路 31 と、燃料電池 10 から排出された水素オフガスを水素供給流路 31 に戻すための循環流路 32 と、を備えている。水素ガス配管系 3 は、本発明における燃料供給系の一実施形態である。

10

【0026】

なお、水素タンク 30 に代えて、炭化水素系の燃料から水素リッチな改質ガスを生成する改質器と、この改質器で生成した改質ガスを高圧状態にして蓄圧する高圧ガスタンクと、を燃料供給源として採用することもできる。また、水素吸蔵合金を有するタンクを燃料供給源として採用してもよい。

【0027】

水素供給流路 31 には、水素タンク 30 からの水素ガスの供給を遮断又は許容する遮断弁 33 と、水素ガスの圧力を調整するレギュレータ 34 と、インジェクタ（ガス状態可変供給装置）35 と、が設けられている。また、インジェクタ 35 の上流側には、水素供給流路 31 内の水素ガスの圧力及び温度を検出する一次側圧力センサ 41 及び温度センサ 42 が設けられている。また、インジェクタ 35 の下流側であって水素供給流路 31 と循環流路 32 との合流部の上流側には、水素供給流路 31 内の水素ガスの圧力を検出する二次側圧力センサ 43 が設けられている。

20

【0028】

レギュレータ 34 は、その上流側圧力（一次圧）を、予め設定した二次圧に調圧する装置である。本実施形態においては、一次圧を減圧する機械式の減圧弁をレギュレータ 34 として採用している。機械式の減圧弁の構成としては、背圧室と調圧室とがダイアフラムを隔てて形成された筐体を有し、背圧室内の背圧により調圧室内で一次圧を所定の圧力に減圧して二次圧とする公知の構成を採用することができる。

30

【0029】

本実施形態においては、図 1 に示すように、インジェクタ 35 の上流側にレギュレータ 34 を 2 個配置することにより、インジェクタ 35 の上流側圧力を効果的に低減させることができる。このため、インジェクタ 35 の機械的構造（弁体、筐体、流路、駆動装置等）の設計自由度を高めることができる。

【0030】

また、インジェクタ 35 の上流側圧力を低減させることができるので、インジェクタ 35 の上流側圧力と下流側圧力との差圧の増大に起因してインジェクタ 35 の弁体が移動し難くなることを抑制することができる。従って、インジェクタ 35 の下流側圧力の可変調圧幅を広げることができるとともに、インジェクタ 35 の応答性の低下を抑制することができる。

40

【0031】

インジェクタ 35 は、弁体を電磁駆動力で直接的に所定の駆動周期で駆動して弁座から離隔させることによりガス流量やガス圧等のガス状態を調整することが可能な電磁駆動式の開閉弁である。インジェクタ 35 は、水素ガス等の気体燃料を噴射する噴射孔を有する弁座を備えるとともに、その気体燃料を噴射孔まで供給案内するノズルボディと、このノズルボディに対して軸線方向（気体流れ方向）に移動可能に収容保持され噴射孔を開閉する弁体と、を備えている。

【0032】

本実施形態においては、インジェクタ 35 の弁体は電磁駆動装置であるソレノイドによ

50

り駆動され、このソレノイドに給電されるパルス状励磁電流のオン・オフにより、噴射孔の開口面積を２段階、多段階、連続的（無段階）、又はリニアに切り替えることができるようになっている。制御装置４から出力される制御信号によってインジェクタ３５のガス噴射時間及びガス噴射時期が制御されることにより、水素ガスの流量及び圧力が高精度に制御される。

【００３３】

インジェクタ３５は、弁（弁体及び弁座）を電磁駆動力で直接開閉駆動するものであり、その駆動周期が高応答の領域まで制御可能であるため、高い応答性を有する。

【００３４】

インジェクタ３５は、その下流に要求されるガス流量を供給するために、インジェクタ３５のガス流路に設けられた弁体の開口面積（開度）及び開放時間の少なくとも一方を変更することにより、下流側（燃料電池１０側）に供給されるガス流量（又は水素モル濃度）を調整する。

10

【００３５】

なお、インジェクタ３５の弁体の開閉によりガス流量が調整されるとともに、インジェクタ３５下流に供給されるガス圧力がインジェクタ３５上流のガス圧力より減圧されるため、インジェクタ３５を調圧弁（減圧弁、レギュレータ）と解釈することもできる。また、本実施形態では、ガス要求に応じて所定の圧力範囲の中で要求圧力に一致するようにインジェクタ３５の上流ガス圧の調圧量（減圧量）を変化させることが可能な可変調圧弁と解釈することもできる。

20

【００３６】

なお、本実施形態においては、図１に示すように、水素供給流路３１と循環流路３２との合流部Ａ１より上流側にインジェクタ３５を配置している。また、図１に破線で示すように、燃料供給源として複数の水素タンク３０を採用する場合には、各水素タンク３０から供給される水素ガスが合流する部分（水素ガス合流部Ａ２）よりも下流側にインジェクタ３５を配置するようにする。

【００３７】

循環流路３２には、気液分離器３６及び排気排水弁３７を介して、排出流路３８が接続されている。気液分離器３６は、水素オフガスから水分を回収するものである。排気排水弁３７は、制御装置４からの指令によって作動することにより、気液分離器３６で回収した水分と、循環流路３２内の不純物を含む水素オフガスと、を外部に排出（パージ）するものである。

30

【００３８】

また、循環流路３２には、循環流路３２内の水素オフガスを加圧して水素供給流路３１側へ送り出す水素ポンプ３９が設けられている。なお、排出流路３８内のガスは、希釈器４０によって希釈されて排気流路２３内のガスと合流するようになっている。

【００３９】

制御装置４は、車両に設けられた加速操作装置（アクセル等）の操作量を検出し、加速要求値（例えばトラクションモータ１２等の負荷装置からの要求発電量）等の制御情報を受けて、システム内の各種機器の動作を制御する。

40

【００４０】

なお、負荷装置とは、トラクションモータ１２のほかに、燃料電池１０を作動させるために必要な補機装置（例えばコンプレッサ２４、水素ポンプ３９、冷却ポンプのモータ等）、車両の走行に関する各種装置（変速機、車輪制御装置、操舵装置、懸架装置等）で使用されるアクチュエータ、乗員空間の空調装置（エアコン）、照明、オーディオ等を含む電力消費装置を総称したものである。

【００４１】

制御装置４は、図示していないコンピュータシステムによって構成されている。かかるコンピュータシステムは、ＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ、ＨＤＤ、入出力インタフェース及びディスプレイ等を備えるものであり、ＲＯＭに記録された各種制御プログラムをＣＰＵが

50

読み込んで実行することにより、各種制御動作が実現されるようになっている。

【0042】

具体的には、図2のフローチャートに示すように、制御装置4は、燃料電池10の発電電流（以下、FC電流）を電流センサ13で検出し（ステップS1）、例えば図3に示すマップ、つまり、ステップS1で検出したFC電流と、燃料電池10に対する要求出力に対応して設定される燃料電池10の入口側目標圧力（以下、FC入口目標圧力）との関係を表わすマップを用いて、ステップS1で検出したFC電流からFC入口目標圧力を求める（ステップS3）。

【0043】

次に、制御装置4は、例えば図4に示すマップ、つまり、FC電流とインジェクタの基本噴射時間であるフィードフォワード項（以下、F/F値）との関係を表わすマップを用いて、ステップS1で検出したFC電流からインジェクタの基本噴射時間であるF/F値を求める（ステップS5）。

10

【0044】

次に、制御装置4は、ステップS3で求めたFC入口目標圧力と、二次側圧力センサ43で検出した現在の燃料電池10の入口側圧力（以下、FC入口圧力）との偏差（以下、FC入口圧力偏差）を求め（ステップS7）、このFC入口圧力偏差を補正する（低減させる）ための補正值として、インジェクタ噴射時間のフィードバック項（以下、F/B値）を求める（ステップS9）。

【0045】

次に、制御装置4は、例えば図5に示すマップ、つまり、FC電流と学習値との関係を表わすマップを用いて、ステップS1で検出したFC電流からインジェクタ35の経年変化や個体差による流量ばらつき等を補正するための学習項として、インジェクタ噴射時間の学習値を求める（ステップS11）。

20

【0046】

この図5に示すマップでは、一定のFC電流ゾーン（図5中の破線で区切られた1～6の領域）毎に学習値が切り替わる、つまり、燃料電池10の出力に対応する複数の学習領域毎に学習値が切り替わるようになっている。この学習値は、後に詳述するように、燃料電池10の運転状態に応じて随時更新される。

【0047】

次に、制御装置4は、ステップS3で求めたインジェクタ35の基本噴射時間であるF/F値に、ステップS9で求めたF/B値と、ステップS11で求めた学習値とを加算することにより、インジェクタ35の噴射時間（噴射量）を求める（ステップS13）。なお、本実施形態では、インジェクタ35の噴射孔が全開・全閉の2段階に切り替わるものであると共に、この全開・全閉の周期が一定の値に設定されたものであるから、噴射量と噴射時間との間には一定の相関関係がある。

30

【0048】

そして、制御装置4は、かかる噴射時間を実現させるための制御信号をインジェクタ35に出力することにより、インジェクタ35の噴射時間及び噴射時期を制御し、燃料電池10に供給される水素ガスの流量及び圧力を調整する。

40

【0049】

次に、図6のフローチャートを参照しながら、図2のステップS11で用いられた学習値の演算フローについて説明する。

【0050】

具体的には、制御装置4は、燃料電池10の発電電流（FC電流）を電流センサ13で検出し（ステップS21）、例えば図7に示すマップ、つまり、FC電流に対応する水素ガス流量と、インジェクタ35の一次圧（上流圧）と、所定の水素ガス流量範囲毎に設定された学習ゾーン（燃料電池の出力に対応する複数の学習領域）との関係を示すマップを用いて、水素ガス流量から学習すべき学習ゾーンを求める（ステップS23）。

【0051】

50

なお、本実施形態では、図7に示すように、水素ガス流量毎、言い換えれば、FC電流毎に破線で区切られた6つの学習ゾーンが設定されている。

【0052】

次に、電流センサ13で検出したFC電流の変化値が所定値以下（燃料電池の発電電流の変動が一定以下）であるかを判断する（ステップS25、図8）。このFC電流の変化値が所定値を超えている場合には（ステップS25：NO）、ステップS21に戻り、所定値以下である場合には（ステップS25：YES）、現在の電流ゾーンに入って所定時間経過したかを判断する（ステップS27、図8）。これらステップS25、S27では、現在の電流ゾーンに入ってから電流変化値と経過時間とにより、定常状態であるか否かを判断している。

10

【0053】

現在の電流ゾーンに入ってから所定時間が経過していない場合には（ステップS27：NO）、ステップS21に戻り、所定時間が経過している場合には（ステップS27：YES）、図2のステップS7と同様にして求められるFC入口圧力偏差が所定値以下（燃料電池に供給される燃料ガス圧力の変動が一定以下）であるかを判断する（ステップS29、図9）。このステップS29の処理は、後述するステップS33でFC入口圧力偏差に基づき設定される学習値が適切な範囲となり得るか、つまり、学習に適した学習可能な状態であるかを判断している。

【0054】

学習可能な状態でない場合には（ステップS29：NO）、ステップS21に戻り、学習可能な状態である場合には（ステップS29：YES）、図2のステップS9と同様にして求められるインジェクタ噴射時間のフィードバック項（F/B値）の前回値と今回値を積算する（ステップS31）。

20

【0055】

次に、この積算回数が所定回数以上であるかを判断し（ステップS33）、所定回数未満である場合には（ステップS33：NO）、ステップS21に戻り、所定回数以上である場合には（ステップS33：YES）、ステップS31で積算したインジェクタ噴射時間のF/B値を積算回数で除算して平均値を求め、このF/B値の平均値をステップS23で求めた学習ゾーンにおける現在の学習値とする（ステップS35、図10）。

【0056】

制御装置4は、以上の処理を経てインジェクタ35の駆動特性を学習する。この駆動特性の学習が学習ゾーン1～6の全てについて行われると、図5に示すようなマップが得られ、このマップは、図6のステップS25、S27、S29、S33の条件を全て満たしたときに学習ゾーン毎に更新される。この学習結果は、インジェクタ35の駆動パラメータ（本実施形態では、噴射時間）の設定に反映される。つまり、本実施形態の制御装置4は、学習手段の一例である。

30

【0057】

以上説明したように、本実施形態に係る燃料電池システム1においては、制御装置4が、燃料電池10のFC電流に基づいて設定されたFC入口目標圧力と、二次側圧力センサ43で検出した実際のFC入口圧力との偏差、つまり、FC入口圧力偏差を低減させるためのF/B値を算出しているだけでなく、インジェクタ35の経年変化や個体差に起因して生ずるFC入口圧力偏差のばらつきをFC電流に応じて学習し、該学習結果に基づいてインジェクタ噴射時間を設定している。

40

【0058】

よって、燃料電池10の運転中に運転状態に応じて水素ガスの供給圧力を適切に変化させることができることはもとより、幅広く圧力可変しても、インジェクタ35の経年変化や個体差によるばらつきによらない良好な圧力応答性を確保することができる。また、インジェクタ35は、水素ガスの流量調整弁及び可変調圧弁として機能するため、圧力応答性の向上に加えて高精度な調圧が可能となることはもちろんである。

【0059】

50

さらに、本実施形態の燃料電池システム 1 において、F C 入口圧力偏差のばらつきの学習は、F C 電流と F C 入口圧力が安定している場合のみ、つまり、学習に適した状態のみ行っているため、インジェクタ 3 5 の経年変化や固体差以外の要因による F C 入口圧力偏差のばらつきを誤って学習してしまうことが抑制され、良好な過渡特性と安定性を確保することができる。

【0060】

なお、上記実施形態においては、燃料電池 1 0 の発電時の電流値（F C 電流）を検出し、この電流値に基づいて学習値を設定した例を示したが、他の物理量、例えば F C 電流の微分値（変化率）、燃料電池 1 0 の発電時の電圧値や電力値、燃料電池 1 0 の温度、インジェクタ 3 5 の一次側圧力、インジェクタ 3 5 の二次側圧力、及び水素流量に基づいて学習値を設定してもよい。

10

【0061】

また、上記実施形態においては、F C 電流と F C 入口圧力が安定している場合にのみ学習を許可することによって誤学習の防止を図っていたが、燃料電池 1 0 の運転状態の態様（起動状態、間欠運転状態、通常運転状態、パーズ運転状態、燃料電池自体の異常状態、燃料電池システムの異常状態等）を制御装置が判定し、例えばパーズ運転状態である場合に学習を禁止することによっても、誤学習の防止を図ることができる。

【0062】

また、上記実施形態においては、本発明に係る燃料電池システムを燃料電池車両に搭載した例を示したが、燃料電池車両以外の各種移動体（ロボット、船舶、航空機等）に本発明に係る燃料電池システムを搭載することもできる。また、本発明に係る燃料電池システムを、建物（住宅、ビル等）用の発電設備として用いられる定置用発電システムに適用してもよい。

20

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図 1】本発明の実施形態に係る燃料電池システムの構成図である。

【図 2】図 1 に示した燃料電池システムにおけるインジェクタ噴射時間の演算過程を説明するためのフローチャートである。

【図 3】図 2 に示したフローチャートのステップ S 3 の処理に用いられるマップの一例である。

30

【図 4】図 2 に示したフローチャートのステップ S 5 の処理に用いられるマップの一例である。

【図 5】図 2 に示したフローチャートのステップ S 1 1 の処理に用いられるマップの一例である。

【図 6】図 2 に示したフローチャートのステップ S 1 1 の処理に用いられるマップにおける学習値の演算過程を説明するためのフローチャートである。

【図 7】図 6 に示したフローチャートのステップ S 2 3 の処理に用いられるマップの一例である。

【図 8】図 6 に示したフローチャートのステップ S 2 5 , S 2 7 の処理を説明するための図である。

40

【図 9】図 6 に示したフローチャートのステップ S 2 9 の処理を説明するための図である。

【図 10】図 6 に示したフローチャートのステップ S 3 1 ~ S 3 5 の処理を説明するための図である。

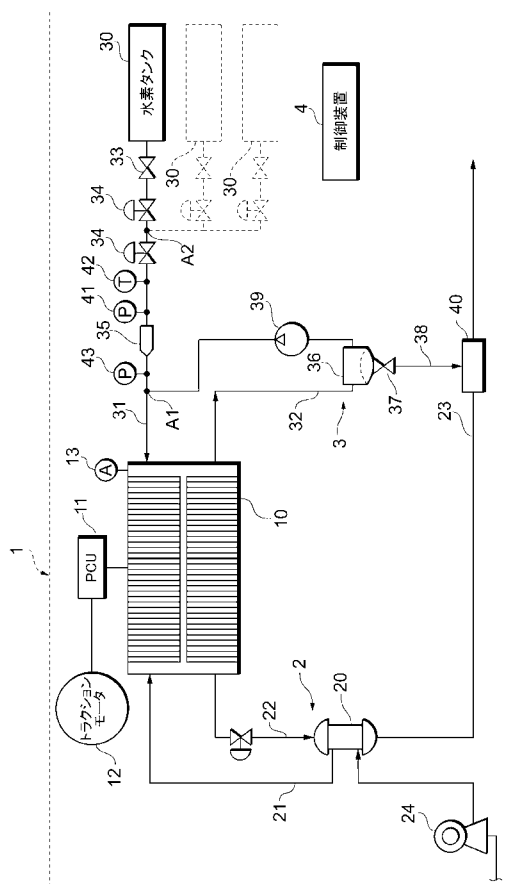
【符号の説明】

【0064】

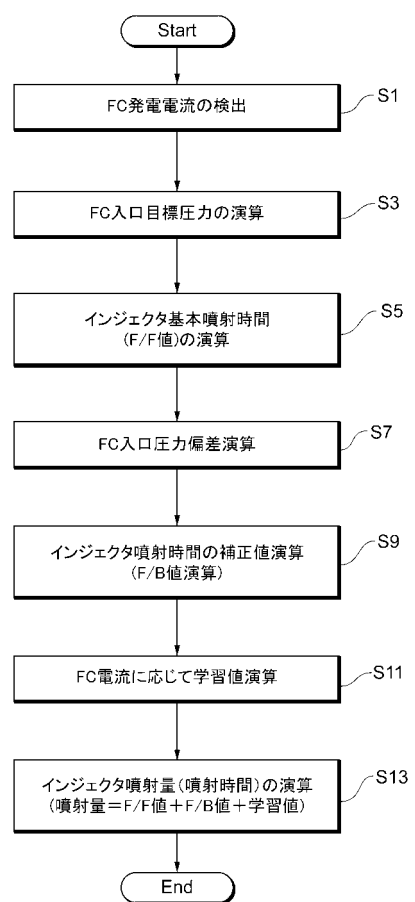
1 ... 燃料電池システム、3 ... 水素ガス配管系（燃料供給系）、4 ... 制御装置（制御手段、学習手段）、10 ... 燃料電池、31 ... 水素供給流路（燃料供給流路）、32 ... 循環流路、34 ... レギュレータ、35 ... インジェクタ（ガス状態可変供給装置）、43 ... 二次側圧力センサ

50

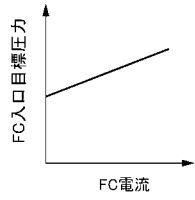
【図1】



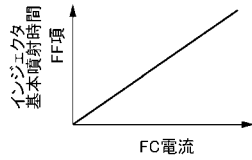
【図2】



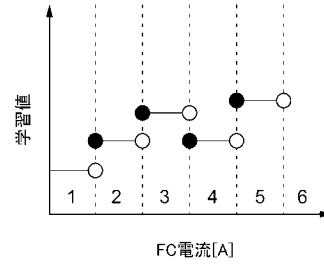
【 図 3 】



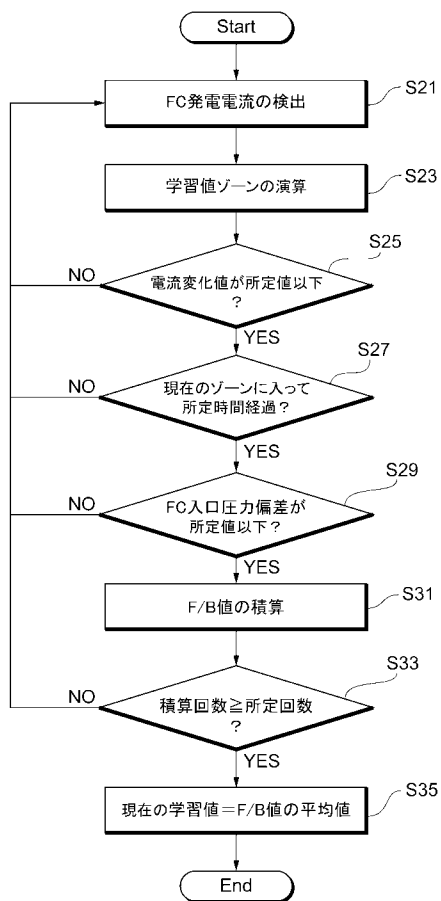
【 図 4 】



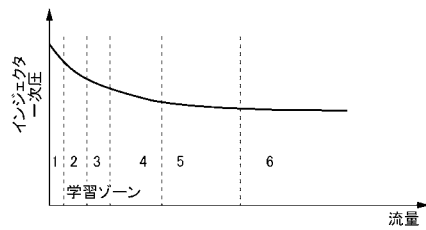
【 図 5 】



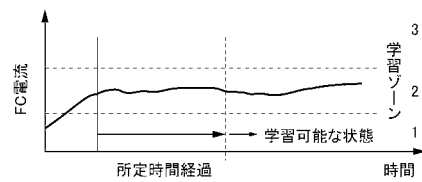
【 図 6 】



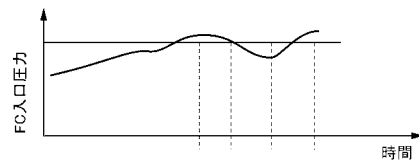
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】

