

(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2004-362806

(P2004-362806A)

(43) 公開日 平成16年12月24日(2004.12.24)

(51) Int. Cl.⁷
H01M 8/04

F I
H01M 8/04

テーマコード(参考)
5H027

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-156608 (P2003-156608)
(22) 出願日 平成15年6月2日(2003.6.2)

(71) 出願人 000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(74) 代理人 100083806
弁理士 三好 秀和
(74) 代理人 100100712
弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
(74) 代理人 100087365
弁理士 栗原 彰
(74) 代理人 100100929
弁理士 川又 澄雄
(74) 代理人 100095500
弁理士 伊藤 正和
(74) 代理人 100101247
弁理士 高橋 俊一

最終頁に続く

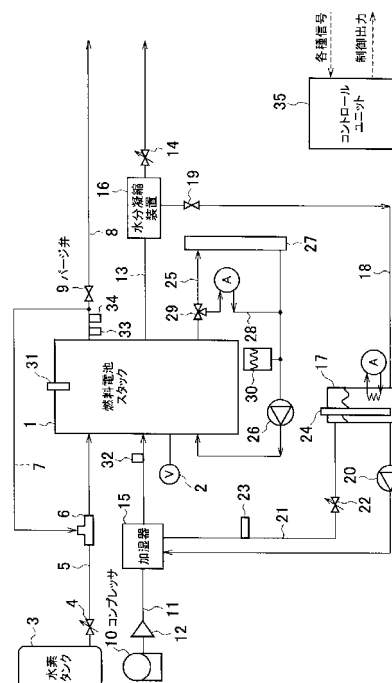
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 運転圧力に応じたパージが可能で、無駄に排出する水素の量を最小限に低減することができ、また運転効率の悪化を引き起こすこともない燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池スタック 1 の水素極からの水素を系外に排出するための水素排気流路 8 に、当該水素排気流路 8 の開閉及び流路断面積の変更を行う水素排気調整手段を設ける。水素排気調整手段としては、例えば、開口面積が可変とされたパージ弁 9 を用いる。そして、パージ弁 9 近傍における水素循環流路 7 内の圧力を圧力センサ 33 によって検出し、コントロールユニット 33 が圧力センサ 33 からの検出値から運転圧力を判断して、この水素循環流路 7 内の圧力(運転圧力)に応じてパージ弁 9 の開口面積を設定する。具体的には、運転圧力の低い低負荷領域においてパージ弁 9 の開口面積が大となるように設定する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

水素及び空気の供給により発電を行う燃料電池スタックと、
前記燃料電池スタックに空気を供給する空気供給流路と、
前記燃料電池スタックに水素を供給する水素供給流路と、
前記燃料電池スタックから排出された未使用水素を循環させて前記水素供給流路を通る水素に混合させる水素循環流路と、
前記水素循環流路から分岐される水素排気流路と、
前記水素排気流路に設けられて前記水素排気流路の開閉及び流路断面積の変更を行う水素排気調整手段とを備え、
前記水素循環流路内の圧力が高いほど、前記水素排気調整手段により前記水素排気流路の流路断面積を小さく設定することを特徴とする燃料電池システム。

10

【請求項 2】

前記水素排気調整手段は、開口面積が可変とされたパージ弁により構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記水素循環流路内の圧力が所定値以下である場合には、前記水素循環流路内の圧力が低いほど、前記水素排気排気流路の流路断面積を大きく設定し、前記水素循環流路内の圧力が所定値を越えた場合には、前記水素排気流路の流路断面積を一定にすることを特徴とする請求項 2 に記載の燃料電池システム。

20

【請求項 4】

前記水素排気調整手段は、開口面積が異なる複数のパージ弁を並列に接続することにより構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記水素排気調整手段は、開口面積が略等しい複数のパージ弁を並列に接続することにより構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記水素循環流路内の圧力に応じて、前記水素排気流路の流路断面積が段階的に小さくなるように設定することを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の燃料電池システム。

【請求項 7】

前記水素循環流路内の圧力は、実測により検出することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の燃料電池システム。

30

【請求項 8】

前記水素循環流路内の圧力は、前記燃料電池スタックの運転パラメータに基づいて推定することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の燃料電池システム。

【請求項 9】

前記水素循環流路内の温度に応じて、前記水素排気調整手段により設定される前記水素排気流路の流路断面積を補正することを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れかに記載の燃料電池システム。

【請求項 10】

前記水素循環流路内の温度は、実測により検出することを特徴とする請求項 9 に記載の燃料電池システム。

40

【請求項 11】

前記水素循環流路内の温度は、燃料電池スタックの運転パラメータに基づいて推定することを特徴とする請求項 9 に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、水素及び空気の供給により発電を行う燃料電池スタックを備えた燃料電池システムに関するものであり、特に、水素循環流路におけるパージ方法の改良に関するもので

50

ある。

【0002】

【従来の技術】

近年の環境問題、特に自動車等の排出ガスによる大気汚染や二酸化炭素による地球温暖化の問題等に対する対策として、クリーンな排気及び高エネルギー効率を可能とする燃料電池技術が注目を浴びている。燃料電池システムは、燃料となる水素及び空気を燃料電池スタックの水素極及び空気極に供給して電気化学反応を起こし、化学エネルギーを電気エネルギーに変換するエネルギー変換システムである。燃料電池システムでは、前記電気化学反応によって生成するのは水のみであって、有害物質を含む排気ガスや二酸化炭素が排出されることはない。

10

【0003】

このような燃料電池システムにおいては、供給された水素が全て燃料電池スタックで使用されるわけではなく、水素の利用効率を上げるための工夫として、燃料電池スタックで使用されなかった未使用の水素を、再度燃料電池スタックへと循環させて再利用する水素循環形式の燃料電池システムが知られている（例えば、特許文献1等を参照）。

【0004】

この特許文献1記載の燃料電池システムでは、燃料電池スタックの燃料極から排出された余剰の水素を再循環ガス回路を経てエゼクタポンプに戻し、この戻した余剰の水素と別途エゼクタポンプに導入される水素濃度の高い原燃料とを混合した混合燃料を、燃料極に供給するようにしている。

20

【0005】

【特許文献1】

特開2002-231294号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、水素循環形式の燃料電池システムでは、水素を循環させることによって水素循環経路内に窒素やCO等の不純物が蓄積し、水素分圧が低下していくため燃料電池スタックの効率が低下することから、不純物濃度が高くなった場合や燃料電池システム起動時等に、パージ弁を開放して水素循環経路内のガスをパージし、水素循環経路内から不純物を除去することが行われている。例えば、上述した特許文献1記載の燃料電池システムにお

30

【0007】

しかしながら、従来の燃料電池システムでは、前記パージはパージ弁を一律に開放することで行われており、必ずしも必要最小限のパージが実施されるとは限らず、不必要な水素放出を行っている可能性がある。逆に、運転圧力が低い低負荷領域では、パージ流量が極端に減少して十分なパージが行われず、運転効率の悪化を招く虞れもある。

【0008】

本発明は、このような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、運転圧力に応じたパージが可能で、無駄に排出する水素の量を最小限に低減することができ、また運転効率の悪化を引き起こすこともない燃料電池システムを提供することを目的とする。

40

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る燃料電池システムは、水素及び空気の供給により発電を行う燃料電池スタックと、燃料電池スタックに空気を供給する空気供給流路と、燃料電池スタックに水素を供給する水素供給流路と、燃料電池スタックから排出された未使用水素を循環させて水素供給流路を通る水素に混合させる水素循環流路と、水素循環流路から分岐される水素排気流路と、水素排気流路に設けられて水素排気流路の開閉及び流路断面積の変更を行う水素排気調整手段とを備える。そして、この燃料電池システムでは、水素循環流路内の圧力が高いほど、水素排気調整手段により水素排気流路の流路断面積を小さく設定するようにして

50

いる。

【0010】

以上の構成を有する本発明の燃料電池システムによれば、運転圧力に応じて適正なパーズが実行されることになり、特に中負荷以上での過大なパーズ流量による水素の排出が抑えられると共に、パーズ流量の減少が懸念される低負荷領域では最大限のパーズを実施することができる。

【0011】

【発明の効果】

本発明に係る燃料電池システムによれば、燃料電池スタックの運転圧力に応じたパーズが可能であり、例えば中負荷以上での過大なパーズ流量による水素の過剰排出を抑えることができ、無駄に排出する水素量を最小限に低減することができる。また、本発明に係る燃料電池システムでは、パーズ流量の減少が懸念される低負荷領域では最大限のパーズを実施することができるので、不純物の除去を適切に行って水素分圧を適正に保つことができ、運転効率の悪化を引き起こすこともない。

10

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を適用した燃料電池システムの実施形態について、図面を参照して説明する。

【0013】

(第1の実施形態)

図1は、本実施形態の燃料電池システムの主要部分の構成を示すものである。図1に示すように、本実施形態の燃料電池システムは、水素及び空気の供給により発電を行う燃料電池スタック1を備える。

20

【0014】

燃料電池スタック1は、燃料ガスである水素が供給される水素極と酸化剤ガスである空気(酸素)が供給される空気極とが電解質を挟んで重ね合わされて発電セルが構成されると共に、複数の発電セルが多段積層されたスタック構造を有しており、水素と空気中の酸素とを基にした電気化学反応により化学エネルギーを電気エネルギーに変換するものである。この燃料電池スタック1の各発電セルでは、水素極に供給された水素が水素イオンと電子とに分離される反応が起き、水素イオンは電解質を通り、電子は外部回路を通過して電力を発生させ、空気極にそれぞれ移動する。空気極では、供給された空気中の酸素と電解質を通過して移動した水素イオン及び電子が反応して水が生成され、外部に排出される。

30

【0015】

燃料電池スタック1の電解質としては、高エネルギー密度化、低コスト化、軽量化等を考慮して、例えば固体高分子電解質膜が用いられる。固体高分子電解質膜は、例えばフッ素樹脂系イオン交換膜等、イオン(プロトン)伝導性の高分子膜からなるものであり、飽和含水することによりイオン伝導性電解質として機能する。

【0016】

燃料電池スタック1には、当該燃料電池スタック1の各発電セルの電圧をモニタリングするためのセル電圧モニタ(電圧検出手段)2が接続されている。燃料電池スタック1は、このセル電圧モニタ2により各燃料電池セルの電圧がモニタリングされることによって、その発電状態が監視されるようになっている。

40

【0017】

燃料電池スタック1で発電を行うには、燃料ガスである水素や酸化剤ガスである空気を各発電セルの水素極や空気極に供給する必要があり、燃料電池システムでは、そのための機構として水素供給系及び空気供給系が設けられている。

【0018】

水素供給系は、例えば、水素タンク3、圧力制御弁4、水素供給流路5、エゼクタ6を備える。そして、水素供給源である水素タンク3から供給される水素が、圧力制御弁4で減圧され、水素供給流路5及びエゼクタ6を通過して燃料電池スタック1の水素極に送り込ま

50

れるようになっている。

【0019】

燃料電池スタック1では供給された水素が全て消費されるわけではなく、残った水素（燃料電池スタック1の水素極から排出される水素）は、新たに水素タンク3から供給されて水素供給流路5を流れる水素とエゼクタ6にて混合されて、再度燃料電池スタック1の水素極に供給される。このため、燃料電池スタック1には水素循環流路7が接続されており、燃料電池スタック1の水素極から排出される水素が水素循環流路7を通過してエゼクタ6に環流されるようになっている。エゼクタ6は、水素供給流路5を流れる水素の流体エネルギーを利用して、水素循環流路8を流れる水素を循環させる。

【0020】

また、水素循環流路7の前段側には、この水素循環流路7から分岐するようにして、燃料電池スタック1の燃料極からの水素を系外に排出するための水素排気流路8が接続されており、この水素排気流路8の水素循環流路7からの分岐位置の下流側には、水素排気調整手段としてのパージ弁9が設けられている。このパージ弁9は、燃料電池スタック1の水素極から排出される水素の流路を切り替える機能を有するものであり、このパージ弁9を切り替えることにより水素排気流路7の開閉が行われ、燃料電池スタック1の水素極から排出される水素が、水素排気流路8と水素循環流路7の何れかに導かれるようになっている。また、特に本実施形態の燃料電池システムにおいては、このパージ弁9が、水素排気流路8の流路断面積を変更する機能を有しており、パージ弁9によって水素排気流路8の流路断面積が変更されることで、水素排気流路8から系外に排出される水素量を調整できる

10

20

【0021】

上述したように水素を循環させて使用する場合、水素の循環に伴って系内に窒素やCO等の不純物質が蓄積される場合があり、不純物質が過度に蓄積されると水素分圧が低下して燃料電池スタック1の効率低下に繋がるので、このような場合には、パージ弁9を開放して水素をパージすることで、不純物質を水素と共に水素排気流路8から系外に排出する。また、本実施形態の燃料電池システムでは、システム起動時においても、このパージ弁9が開放されて、系内の水素を含むガスが水素排気流路8を介して系外に排出されるようになっている。

【0022】

一方、空気供給系は、外気を吸入して燃料電池スタック1の空気極に空気を圧送するためのコンプレッサ10及び空気供給流路11を備え、コンプレッサ10によって空気供給流路11内に空気が送り込まれて、燃料電池スタック1の空気極へと供給されるようになっている。空気供給流路11には、マイクロダストや硫黄分、コンプレッサ10から排出されるオイル等をトラップするフィルタ12が設けられており、燃料電池スタック1の空気極には、このフィルタ12で清浄化された空気が供給されることになる。

30

【0023】

また、燃料電池スタック1には、当該燃料電池スタック1から空気を排出するための空気排気流路13が接続されており、燃料電池スタック1で消費されなかった酸素及び空気中の他の成分は、空気排気流路13を通して系外に排出されるようになっている。また、空気排気流路13には圧力制御弁14が設けられており、この圧力制御弁14の動作によって、燃料電池スタック1に供給される空気の圧力が所望の圧力に制御される。

40

【0024】

また、空気供給系には、燃料電池スタック1の空気極に供給する空気を加湿するための加湿手段が設けられている。この加湿手段は、空気供給流路11の中途部に設けられる加湿器15と、空気排気流路13の圧力制御弁14の上流位置に設けられ燃料電池スタック1で生成した水等を回収する水分凝縮装置16、回収された回収水を収容する水タンク17、加湿水を循環供給する水循環流路18、水循環流路18に設けられるバルブ19及びポンプ20とから構成されている。

【0025】

50

加湿器 15 内の余分な水は、加湿水回収流路 21 を経由して水タンク 17 に戻される。このとき、圧力調整弁 22 によってポンプ 20 から当該圧力調整弁 22 までの間の加湿水回収流路 21 内の圧力が略一定に保たれる。また、この加湿水回収流路 21 内の圧力は、圧力センサ 23 によって検出され、この検出値に応じて圧力調整弁 22 が制御されるようになっている。さらに、水タンク 17 には水位センサ 24 が設けられており、この水位センサ 24 によって水タンク 17 内の水の過不足を検出して、運転者に告知できるようになっている。

【0026】

さらに、本実施形態の燃料電池システムでは、燃料電池スタック 1 を冷却する冷却機構が設けられている。例えば、固体高分子電解質型の燃料電池スタック 1 は、適正な作動温度が 80 程度と比較的低く、過熱時にはこれを冷却することが必要となる。冷却機構は、冷媒を循環させる冷却液循環流路 25 及び冷却液ポンプ 26 を有し、例えば水にエチレングリコール等の凍結防止剤を混入した冷却液を循環させて燃料電池スタック 1 を冷却し、これを最適な温度に維持する。

10

【0027】

冷却機構の冷却液循環流路 25 内には、ラジエータ 27 が設けられており、燃料電池スタック 1 の冷却により加熱された冷却液は、ここで冷却される。また、ラジエータ 27 と並列にバイパス流路 28 が設けられると共に、分岐部分にサーモスタット三方切り替え弁 29 が設けられており、冷却液の温度に応じてこの三方切り替え弁 29 が動作することで、冷却液の流路が切り替えられる。なお、三方切り替え弁 29 が冷却液の流路を切り替える温度は、例えば 40 に設定される。

20

【0028】

以上のような冷却機構において、燃料電池スタック 1 で発生した熱は、冷却液循環流路 25 を流れる冷却液によって持ち去られ、ラジエータ 27 で外部に放出される。ラジエータ 27 は、図示しないラジエータファンによりラジエータ出口温度が所望の温度になるように冷却液を温度調整する。温度調整された冷却液が通る冷却液循環流路 25 には、リザーバタンク 30 が設けられており、冷却液の熱膨張、収縮分の吸収及び冷却液の補給等に使用される。リザーバタンク 30 の上部は大気開放されており、リザーバ機能を有している。また、バイパス流路 28 を流れる冷却液は、図 1 中 A 部において上述した加湿手段の水タンク 17 に導かれて加湿水の暖機促進に用いられ、その後、再度バイパス流路 28 に環

30

【0029】

また、本実施形態の燃料電池システムにおいては、燃料電池スタック 1 に温度センサ 31 が設けられ、燃料電池スタック 1 の空気極入口に温湿度センサ 32 が設けられている。また、ページ弁 9 近傍の水素循環流路 7 には、この水素循環流路 7 内の圧力を検出する圧力センサ 33 及び水素循環流路 7 内の温度を検出する温度センサ 34 が設けられている。そして、これら各センサからの情報に基づいて各種制御を行うコントロールユニット 35 を備えている。このコントロールユニット 35 は、例えば CPU や ROM、RAM、CPU 周辺回路等を備え、これらがバスを介して接続されたマイクロプロセッサ構成を有している。

40

【0030】

以上の構成を有する燃料電池システムにおいては、水素タンク 3 から水素供給流路 5 に送り込まれた水素と水素循環流路 7 を通る水素とがエゼクタ 6 にて混合され、燃料電池スタック 1 の水素極に供給される。燃料電池スタック 1 を通過した水素は、通常、水素循環流路 7 を通過してエゼクタ 6 に導かれ、新たに水素タンク 3 から送り込まれる水素と混合されて再度燃料電池スタック 1 に供給される。

【0031】

水素循環流路 7 内の窒素や CO 等の不純物濃度が高くなった場合や、システム起動時には、ページ弁 9 が開放されることにより水素（水素を含むガス）が水素排気流路 8 へと導かれ、この水素排気流路 8 を通って系外（例えば車外）に排出される。

50

【0032】

外気を吸入、圧送するコンプレッサ10により空気供給流路11内に圧送された空気は、フィルタ12によって清浄化された後、加湿器15で加湿されて、燃料電池スタック1の空気極に供給される。燃料電池スタック1で生成された水は、その下流に設けられた水分凝縮装置16にて凝集されて回収され、バルブ19を経由して水タンク17に導かれる。

【0033】

加湿手段のポンプ20はコントロールユニット35からの指令によってオン、オフ及び回転数制御され、加湿器15に、水タンク17から流出した水を圧送している。燃料電池スタック1の運転に必要な加湿量は、この加湿器15によって供給される。また、加湿量をコントロールユニット35で監視するため、加湿器15を通過後の湿度を温湿度センサ32により計測している。 10

【0034】

燃料電池スタック1の発熱に対する冷却手段としては、冷却液として水にエチレングリコール等の凍結防止剤を混入したものを使用し、冷却液循環流路25を通して燃料電池スタック1の内部に流すことで冷却を行う。燃料電池スタック1の熱を奪った冷却液は、三方切り替え弁29によってその流路が切り替えられ、ラジエータ27を通過する流路とラジエータ27を迂回してバイパス流路28を通る流路の何れかを流れる。

【0035】

ラジエータ27は、さらに、コントロールユニット35の信号に基づいて、図示しないラジエーターファンにより出口温度が所望の温度になるように冷却液を温度調整する。また、冷却液循環流路25には冷却液ポンプ26が備えられ、燃料電池スタック1に設けられた温度センサ31の出力に応じてコントロールユニット35で判断された流量となるように、冷却液ポンプ26によって冷却液が圧送されて、燃料電池スタック1に送られる。 20

【0036】

バイパス流路28は、加湿手段の水タンク17に接続され(図1中A部)、水タンク17内部の熱交換部で熱交換することにより加湿水の暖機を促進する。その後、再度バイパス流路28から冷却液循環流路25へと環流され、リザーバタンク30において熱膨張及び収縮分が吸収される。

【0037】

コントロールユニット35は、燃料電池スタック1に接続されたセル電圧モニタ2、温度センサ31、温湿度センサ32や、ページ弁9近傍の水素循環流路7に設けられた圧力センサ33、温度センサ34等の各種センサからの入力信号が入力され、またその入力値に対する判断、演算結果により、各種制御信号を出力する。 30

【0038】

次に、本実施形態の燃料電池システムの運転動作について、車両用の燃料電池システムとして用いた場合を例にして簡単に説明する。

【0039】

燃料電池システムの運転の際には、運転者の操作によるアクセル開度に応じた出力(電力)に相応な水素量及び空気量に応じて、燃料電池スタック1の水素極側には圧力制御弁4により圧力調整された水素の供給が行われると共に、燃料電池スタック1の空気極側にはコンプレッサ10により空気の供給が行われる。また、加湿器15により、コンプレッサ10からの空気が加湿された状態で燃料電池スタック1の空気極へと導かれる。このとき、運転圧力については、図2に示すように運転負荷に応じて設定されるようになっており、低負荷運転では低く、高負荷運転では高く設定されている。また、運転圧力は、水素循環流路7に設けられた圧力センサ33によって、水素循環流路7内の圧力として実測により検出されるようになっている。 40

【0040】

運転に際しては、温湿度センサ32で燃料電池スタック1の空気極入口の温度及び湿度が監視されており、燃料電池スタック1の空気極に供給される空気の加湿量が万一不足するような場合には、運転圧力を上昇補正することで、加湿器15の圧力も上昇させて、加湿 50

不足にならないように補正制御する。

【0041】

また、冷却液ポンプ26は、燃料電池スタック1の発熱量に応じた流量の冷却液を燃料電池スタック1に流通すべく流量を調整し、燃料電池スタック1の温度センサ31により検出される燃料電池スタック1温度に応じて流量が補正されている。このとき、燃料電池スタック1の温度が極低温である場合には、冷却液がラジエータ27を通過させずにバイパス流路28を通過するように、サーモスタット三方切り替え弁29が切り替えられる。ラジエータ27の出口温度は、燃料電池スタック1の温度センサ31で検出された温度に応じて、図示しないラジエータファンの回転数を制御することにより、略一定温度を保つように制御されている。

10

【0042】

運転中には、空気供給系において、水分凝縮装置16により燃料電池スタック1から排出された空気中の水分が凝縮回収され、水循環流路18を通して水タンク17へと導かれて加湿用水として貯蔵される。

【0043】

また、水素供給系において、燃料電池スタック1の水素極から排出された水素は水素循環流路7及びエゼクタ6により循環されているが、運転に伴って燃料電池スタック1の固体高分子電解質膜の透過等により窒素等の不純物の濃度が次第に増加したり、水が詰まったりしてセル電圧低下を引き起こすため、セル電圧モニタ32によってセル電圧を監視し、セル電圧が低下した場合にパージ弁9を開弁することで、水素循環流路7内及び燃料電池スタック1内の水素をパージして、不純物を水素と共に系外に排出するようにしている。

20

【0044】

以上のような通常時動作により、運転者のアクセル操作に応じた出力が燃料電池システムから取り出され、図示しないモータにより車両が駆動されることになる。

【0045】

ところで、以上のような燃料電池システムの運転において、パージ弁9の開口面積、すなわちパージ弁9が開弁されたときの水素排気流路8の流路断面積を一定として一律にパージを行った場合、パージにより排出される水素流量(パージ流量)は、図3に示すように、運転圧力に応じて変化するものとなり、運転圧力が低い低負荷領域でのパージ流量が極端に減少する傾向にある。低負荷領域でのパージ流量が減少すると、水素循環流路7内及び燃料電池スタック1内に蓄積された不純物を十分に排出することができず、適正な運転に支障をきたす虞がある。

30

【0046】

そこで、本実施形態の燃料電池システムでは、パージ弁9の開口面積を可変として、パージ弁9に水素排気流路8の流路断面積を変更する機能を持たせ、パージ時に運転圧力(圧力センサ33により検出される水素循環流路7内の圧力)に応じて水素排気流路8の流路断面積を変更することで、パージ流量を調整するようにしている。具体的には、例えば図4に示すように、運転圧力が所定値P1に満たない低負荷領域では、運転圧力が低いほど、パージ弁9の開口面積(水素排気流路8の流路断面積)を大きく設定することでパージ流量を増やし、不純物の排出を十分に行えるようにしている。

40

【0047】

また、低負荷領域でのパージ流量確保のためにパージ弁9の開口面積を大きく設定したままであると、運転圧力が上昇した中負荷領域以上でのパージ流量が過大となって水素が無駄に排出されることになるが、図4に示したように、運転圧力が所定値P1を越える中負荷領域以上では、パージ弁9の開口面積を小さい値で一定に保持することによって、無駄な水素の排出を抑制することができる。図4に示すようにパージ弁9の開口面積を設定した場合、パージ流量は図5に示すようなものとなる。

【0048】

以下、本実施形態の燃料電池システムにおけるパージ動作の一例について、図6に示すフローチャートを参照して説明する。

50

【0049】

先ず、ステップS1では、セル電圧モニタ2によって検出される燃料電池スタック1の各セルの電圧がコントロールユニット35に読み込まれ、全セルの平均電圧が計算される。次に、ステップS2では、ステップS1で計算された全セルの平均電圧から、0.1V以上低い電圧値を示すセルがあるか否かが判断される。そして、セル平均電圧よりも0.1V以上低い電圧値を示すセルがある場合にパージが必要であると判断されて、次のステップS3へ進む。一方、セル平均電圧よりも0.1V以上低い電圧値を示すセルがない場合には、パージは不要であると判断されてリターンする。

【0050】

ステップS3では、運転者によるアクセル開度等に応じた運転負荷がコントロールユニット35に読み込まれると共に、運転圧力（水素循環流路7内の圧力）、パージ弁9付近の温度（水素循環流路7内の温度）が、圧力センサ33や温度センサ34によって検出され、コントロールユニット35に読み込まれる。そして、ステップS4において、運転圧力が図4に破線で示した所定値P1を越えているかによって、パージ弁9の開口面積の変更を行うか否かが判断され、開口面積の変更を行う場合には、図4に示したグラフより必要な開口面積が求められる。その後、再度運転負荷が読み込まれるが、これは前述のように加湿度の補正のために運転圧力を変更している場合があるからである。さらに、図7に示すグラフに基づいて、水素循環流路7内の温度に応じてパージ弁9の開口面積が補正される。ここで、水素循環流路7内の温度に応じてパージ弁9の開口面積を補正するのは、水素循環流路7内の水分濃度をも考慮してより正確なパージを実行するためである。

【0051】

ステップS5では、ステップS4で求めた開口面積でパージ弁9が開弁される。これにより、パージ弁9の開口面積に応じた流路断面積で水素排気流路8が開放され、所定のパージ流量で水素循環流路7内及び燃料電池スタック1内部の水素が不純物と共に水素排気流路8から系外へと排出される。そして、ステップS6において、ステップS5でパージ弁9を開いてからの時間と、所定時間（例えば5秒）とが比較され、所定時間経過した段階でステップS7へ進む。ステップS7では、パージ弁9が閉弁されて水素排気流路8が遮断される。これにより、一連のパージ動作が終了してリターンする。

【0052】

以上説明したように、本実施形態の燃料電池システムでは、パージ弁9の開口面積を可変として、パージ弁9に水素排気流路8の流路断面積を変更する機能を持たせ、パージ時に運転圧力（圧力センサ33により検出される水素循環流路7内の圧力）に応じて水素排気流路8の流路断面積を変更することで、パージ流量を調整するようにしているので、運転圧力の低い低負荷領域においても十分なパージ流量を確保することができ、水素循環流路8内や燃料電池スタック1内部に蓄積された不純物を適切に排出して運転効率の悪化を防止することができると共に、運転圧力が上昇した中負荷領域以上では、パージ流量が過大となることを有効に抑制して無駄に排出される水素量を低減することができる。

【0053】

さらに、本実施形態の燃料電池システムでは、パージ弁9近傍の水素循環流路8内の温度が高いほど、パージ弁9の開口面積が大きくなるように開口面積の補正を行うようにしているので、水素循環流路8内に含まれる水分濃度をも考慮した正確なパージが実行可能であり、無駄に排出される水素量をより一層低減することができ、また運転効率の悪化もより確実に防止することができる。

【0054】

なお、以上説明した本実施形態の燃料電池システムでは、圧力センサ33で実測される水素循環流路8内の圧力を運転圧力として求め、これに応じてパージ弁9の開口面積を変更するようにしているが、燃料電池スタック1の他の運転パラメータを用いて運転圧力を推定し、その推定値を用いてパージ弁9の開口面積を変更するようにしてもよい。同様に、本実施形態の燃料電池システムでは、水素循環流路7内の温度を温度センサ34で直接検出し、これに応じてパージ弁9の開口面積を補正するようにしているが、他の運転パラメ

ータを用いて水素循環流路 7 内の温度を推定し、その推定値を用いてパージ弁 9 の開口面積を補正するようにしてもよい。また、パージ弁 9 近傍の水素循環流路 7 内の不純物濃度、若しくはその推定値を求め、これらの値が高い程、パージ弁 9 の開口面積が大きくなるように補正すれば、水素循環流路 7 内の水分濃度をより正確に考慮したパージを実行することが可能となる。

【0055】

(第 2 の実施形態)

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。本実施形態の燃料電池システムは、図 8 に示すように、基本的な構成を上述した第 1 の実施形態と同様とし、水素排気流路 8 の流路断面積を変更するための水素排気流量調整手段が、開口面積の異なる複数のパージ弁 9 A, 9 B を並列接続することにより構成されている点を特徴としたものである。以下、本実施形態に特徴的な部分について説明し、第 1 の実施形態と同様の部分については、図中同一の符号を付して説明を省略する。

10

【0056】

上述した第 1 の実施形態では、パージ弁 9 の開口面積が可変とされており、図 6 に示したフローチャートのステップ S 4 においてパージ弁 9 の開口面積を計算し、ステップ S 5 において計算された開口面積でパージ弁 9 を開弁することで、水素排気流路 8 の流路断面積を運転圧力に応じて変更できるようにしているが、本実施形態では、開口面積が一定のパージ弁 9 A, 9 B を組み合わせ、これらパージ弁 9 A, 9 B の開閉を選択的に行うことによって、水素排気流路 8 の流路断面積を運転圧力に応じて変更できるようにしている。この場合、パージ弁 9 A, 9 B の開閉は、これらを組み合わせた開口面積が図 6 に示したフローチャートのステップ S 4 で計算された開口面積以上となるように設定される。

20

【0057】

パージ弁 9 A, 9 B の組み合わせによる開口面積設定の様子を図 9 に示す。この図 9 に示すように、運転圧力が高い高負荷領域では、開口面積の小さいパージ弁 9 A を開弁し、それよりも運転圧力が低い中負荷領域では、開口面積がパージ弁 9 A より大きいパージ弁 9 B を開弁させる。また、さらに運転圧力が低い低負荷領域では、パージ弁 9 A 及び 9 B を双方とも開弁させる。これにより、図 10 に示すような運転負荷に応じたパージ流量を得ることができる。

30

【0058】

本実施形態の燃料電池システムによれば、第 1 の実施形態に比べて簡素な構成のパージ弁 9 A, 9 B を用いて、第 1 の実施形態と同様に運転圧力に応じたパージ流量の調整を行うことが可能であり、運転圧力の低い低負荷領域においても十分なパージ流量を確保して適切なパージを行うことができると共に、運転圧力が上昇した中負荷領域以上では、パージ流量が過大となることを有効に抑制して無駄に排出される水素量を低減することができる。

【0059】

なお、以上の例では、パージ弁 9 A, 9 B として開口面積の異なるものを用いているが、これらパージ弁 9 A, 9 B としては、同等の開口面積を有するものを用いることもでき、その場合には、部品共用化によるコストダウンを実現することも可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施形態の燃料電池システムの構成を示す図である。

【図 2】運転負荷と運転圧力との関係を示す図である。

【図 3】パージを一律に行った場合の運転圧力とパージ流量との関係を示す図である。

【図 4】第 1 の実施形態における運転圧力とパージ弁開口面積との関係を示す図である。

【図 5】第 1 の実施形態における運転圧力とパージ流量との関係を示す図である。

【図 6】第 1 の実施形態におけるパージ動作を示すフローチャートである。

【図 7】パージ弁付近の温度とパージ弁の開口面積補正係数との関係を示す図である。

【図 8】第 2 の実施形態の燃料電池システムの構成を示す図である。

【図 9】第 2 の実施形態における運転圧力とパージ弁開口面積との関係を示す図である。

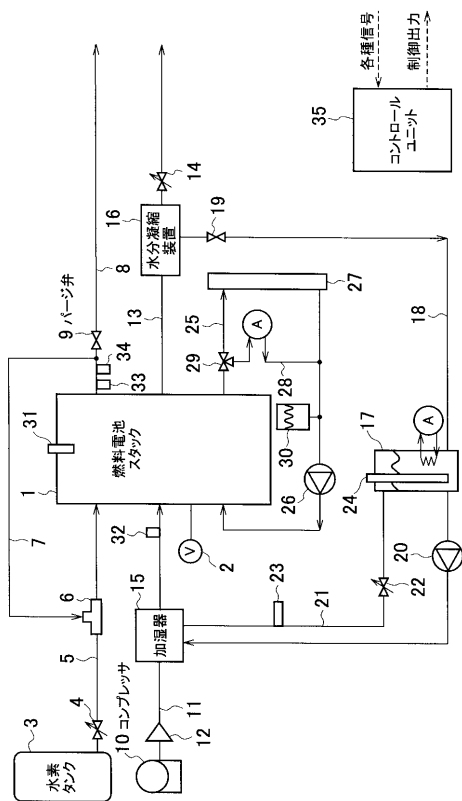
50

【図10】第2の実施形態における運転圧力とパージ流量との関係を示す図である。

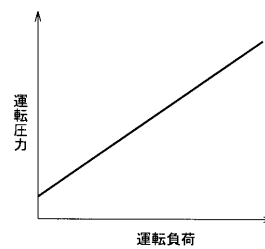
【符号の説明】

- 1 燃料電池スタック
- 2 セル電圧モニタ
- 5 水素供給流路
- 6 エゼクタ
- 7 水素循環流路
- 8 水素排気流路
- 9, 9A, 9B パージ弁（水素排気調整手段）
- 11 空気供給流路
- 13 空気排気流路
- 33 圧力センサ
- 34 温度センサ
- 35 コントロールユニット

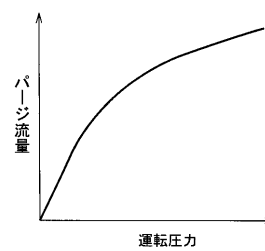
【図1】



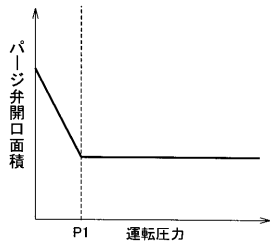
【図2】



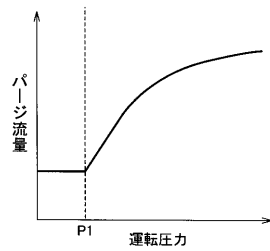
【図3】



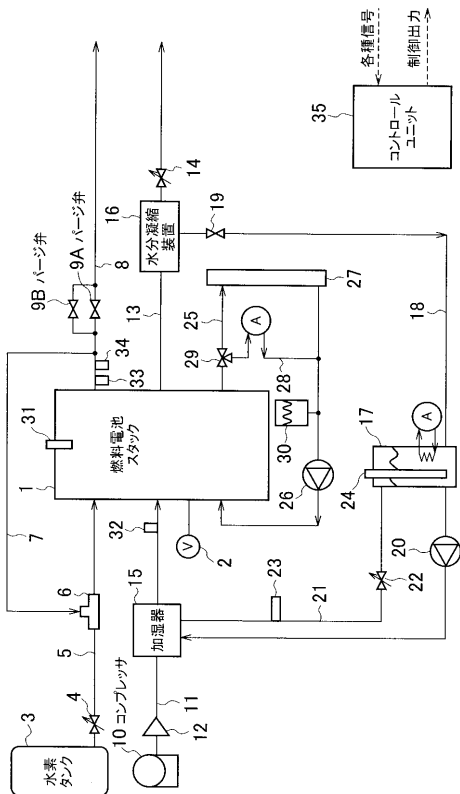
【 図 4 】



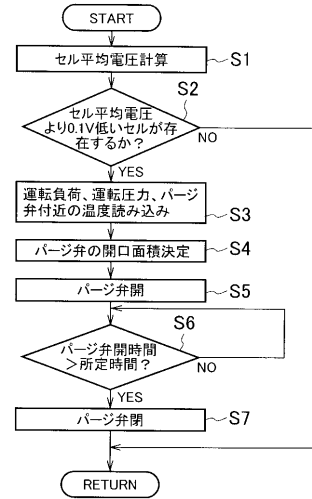
【 図 5 】



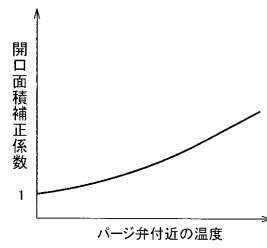
【 図 8 】



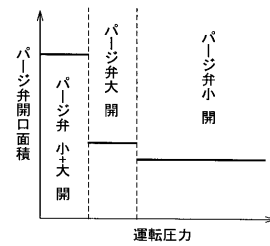
【 図 6 】



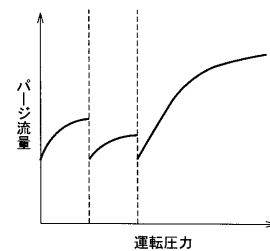
【 図 7 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(74)代理人 100098327

弁理士 高松 俊雄

(72)発明者 福田 隆

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H027 AA06 BA13 BA19 KK06 KK44 MM08