

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7380609号
(P7380609)

(45)発行日 令和5年11月15日(2023.11.15)

(24)登録日 令和5年11月7日(2023.11.7)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 1 M	8/04746(2016.01)	H 0 1 M	8/04746
H 0 1 M	8/0438(2016.01)	H 0 1 M	8/0438
H 0 1 M	8/04537(2016.01)	H 0 1 M	8/04537
H 0 1 M	8/04291(2016.01)	H 0 1 M	8/04291
H 0 1 M	8/10 (2016.01)	H 0 1 M	8/10 1 0 1

請求項の数 2 (全14頁)

(21)出願番号	特願2021-15629(P2021-15629)	(73)特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	令和3年2月3日(2021.2.3)	(74)代理人	100104499 弁理士 岸本 達人
(65)公開番号	特開2022-118851(P2022-118851 A)	(74)代理人	100101203 弁理士 山下 昭彦
(43)公開日	令和4年8月16日(2022.8.16)	(74)代理人	100129838 弁理士 山本 典輝
審査請求日	令和5年2月23日(2023.2.23)	(72)発明者	松末 真明 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		審査官	橋本 敏行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料電池システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池システムであって、
前記燃料電池システムは、燃料電池と、
エジェクタと、
前記エジェクタに燃料ガスを供給する燃料ガス供給部と、
前記燃料電池から排出された燃料オフガスを回収し、循環ガスとして前記エジェクタに戻すことを可能にする循環流路と、
前記エジェクタと前記燃料ガス供給部を接続し、前記燃料ガスの前記エジェクタへの供給を可能にする燃料ガス供給流路と、
前記燃料ガス供給流路上に配置され、前記エジェクタに供給される前記燃料ガスの流量を制御する燃料ガス流量調整弁と、
前記エジェクタと前記燃料電池を接続し、前記燃料ガスと前記循環ガスとを含む混合ガスの前記エジェクタから前記燃料電池の燃料極への供給を可能にする混合ガス供給流路と、
前記燃料電池の燃料極側の圧力情報を検出する圧力検出部と、
前記燃料電池の電流量を検出する電流検出部と、
制御部と、を有し、
前記燃料ガス流量調整弁は、当該燃料ガス流量調整弁の開度を調整可能なリニアソレノイド弁であり、
前記制御部は、前記電流量から前記燃料電池の発電量が所定の閾値以下であるか否かを判

定し、

前記制御部は、前記燃料電池の発電量が所定の閾値以下であると判定した場合、前記燃料電池に前記燃料ガスを間欠供給する間欠供給指令を行い、

前記間欠供給指令は、第1間欠供給指令と、第2間欠供給指令と、を有し、

前記第1間欠供給指令は、前記リニアソレノイド弁の圧力上昇時の開度を前記第2間欠供給指令時よりも相対的に大きくして前記燃料ガスの流量を大きくし、

前記第2間欠供給指令は、前記第1間欠供給指令後、前記リニアソレノイド弁の圧力上昇時の開度を前記第1間欠供給指令時よりも相対的に小さくして、所定の時間前記燃料ガスの流量を小さくすることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】

前記第1間欠供給指令時の前記リニアソレノイド弁の圧力上昇時の開度は、100%である、請求項1に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池(FC)は、1つの単セル又は複数の単セル(以下、セルと記載する場合がある)を積層した燃料電池スタック(以下、単にスタックと記載する場合がある)に、水素等の燃料ガスと酸素等の酸化剤ガスとの電気化学反応によって電気エネルギーを取り出す発電装置である。なお、実際に燃料電池に供給される燃料ガスおよび酸化剤ガスは、酸化・還元に寄与しないガスとの混合物である場合が多い。特に酸化剤ガスは酸素を含む空気である場合が多い。

なお、以下では、燃料ガスや酸化剤ガスを、特に区別することなく単に「反応ガス」あるいは「ガス」と呼ぶ場合もある。また、単セル、及び、単セルを積層した燃料電池スタックのいずれも、燃料電池と呼ぶ場合がある。

この燃料電池の単セルは、通常、膜電極接合体(MEA: Membrane Electrode Assembly)を備える。

膜電極接合体は、固体高分子型電解質膜(以下、単に「電解質膜」とも呼ぶ)の両面に、それぞれ、触媒層及びガス拡散層(GDL、以下単に拡散層と記載する場合がある)が順に形成された構造を有している。そのため、膜電極接合体は、膜電極ガス拡散層接合体(MEGA)と称される場合がある。

単セルは、必要に応じて当該膜電極ガス拡散層接合体の両面を挟持する2枚のセパレータを有する。セパレータは、通常、ガス拡散層に接する面に反応ガスの流路としての溝が形成された構造を有している。なお、このセパレータは電子伝導性を持ち、発電した電気の集電体としても機能する。

燃料電池の燃料極(アノード)では、ガス流路及びガス拡散層から供給される燃料ガスとしての水素(H₂)が触媒層の触媒作用によりプロトン化し、電解質膜を通過して酸化剤極(カソード)へと移動する。同時に生成した電子は、外部回路を通過して仕事をし、カソードへと移動する。カソードに供給される酸化剤ガスとしての酸素(O₂)は、カソードの触媒層でプロトンおよび電子と反応し、水を生成する。生成した水は、電解質膜に適度な湿度を与え、余剰な水はガス拡散層を透過して、系外へと排出される。

【0003】

燃料電池車両(以下車両と記載する場合がある)に搭載されて用いられる燃料電池システムに関して種々の研究がなされている。エジェクタを用いた燃料電池システムでは、低負荷時には燃料ガスの圧力をパルス状に増減させスタックに燃料ガスを供給する技術が検討されている。

例えば特許文献1では、ソレノイドバルブをエジェクタのノズルに連結したシステムが開示されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

特許文献 2 では、ソレノイドを有するエゼクタシステムであって、低温起動した場合、燃料ガス流量調整手段は、燃料ガスの流量が増加するように、切替え閾値を変更する技術が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 文献 】特開 2 0 1 2 - 2 5 5 4 2 9 号公報

【 文献 】特開 2 0 0 8 - 1 5 3 0 7 1 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

燃料電池の圧力の脈動運転を行う場合、流路内の水を排出する排水能力を考慮する必要がある。流路を塞いでいる水に対しては、その水の上流側と下流側との圧力差を利用して吹き飛ばせば排出可能である。しかし、流路の壁面にへばりつく水に対しては、圧力差を利用しただけでは、十分に排水することができない。そのため、流路の壁面にへばりつく水を十分に排水するためには、ガスの動きを遅くして時間をかけて押し出す必要がある。上記特許文献 1 では、低出力のパルス流量制御の際は、バルブ開度を大きくすることにより、短時間でガス流量を大きくしている。そのため、排水に関しては圧力差を利用したものに該当するため、流路の壁面にへばりつく水の排出が十分にできない虞がある。

【 0 0 0 7 】

本開示は、上記実情に鑑みてなされたものであり、流路を塞ぐ水を排水し、且つ、流路の壁面にへばりつく水を十分に排水することができる燃料電池システムを提供することを主目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本開示の燃料電池システムは、燃料電池システムであって、
 前記燃料電池システムは、燃料電池と、
 エジェクタと、
 前記エジェクタに燃料ガスを供給する燃料ガス供給部と、
 前記燃料電池から排出された燃料オフガスを回収し、循環ガスとして前記エジェクタに戻すことを可能にする循環流路と、
 前記エジェクタと前記燃料ガス供給部を接続し、前記燃料ガスの前記エジェクタへの供給を可能にする燃料ガス供給流路と、
 前記燃料ガス供給流路上に配置され、前記エジェクタに供給される前記燃料ガスの流量を制御する燃料ガス流量調整弁と、
 前記エジェクタと前記燃料電池を接続し、前記燃料ガスと前記循環ガスとを含む混合ガスの前記エジェクタから前記燃料電池の燃料極への供給を可能にする混合ガス供給流路と、
 前記燃料電池の燃料極側の圧力情報を検出する圧力検出部と、
 前記燃料電池の電流量を検出する電流検出部と、
 制御部と、を有し、
 前記燃料ガス流量調整弁は、当該燃料ガス流量調整弁の開度を調整可能なリニアソレノイド弁であり、
 前記制御部は、前記電流量から前記燃料電池の発電量が所定の閾値以下であるか否かを判定し、
 前記制御部は、前記燃料電池の発電量が所定の閾値以下であると判定した場合、前記燃料電池に前記燃料ガスを間欠供給する間欠供給指令を行い、
 前記間欠供給指令は、第 1 間欠供給指令と、第 2 間欠供給指令と、を有し、
 前記第 1 間欠供給指令は、前記リニアソレノイド弁の圧力上昇時の開度を前記第 2 間欠供給指令時よりも相対的に大きくして前記燃料ガスの流量を大きくし、

10

20

30

40

50

前記第 2 間欠供給指令は、前記第 1 間欠供給指令後、前記リニアソレノイド弁の圧力上昇時の開度を前記第 1 間欠供給指令時よりも相対的に小さくして、所定の時間前記燃料ガスの流量を小さくすることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

本開示の燃料電池システムにおいては、前記第 1 間欠供給指令時の前記リニアソレノイド弁の圧力上昇時の開度は、100%であってもよい。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本開示の燃料電池システムによれば、流路を塞ぐ水を排水し、且つ、流路の壁面にへばりつく水を十分に排水することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】図 1 は本開示の燃料電池システムの一例を示す概略構成図である。

【図 2】図 2 は、本開示の燃料電池システムの制御の一例を示すフローチャートである。

【図 3】図 3 は、本開示の燃料電池システムの制御を行った場合の時間に対する燃料ガス流量との関係、及び、時間に対する圧力との関係の一例を示す図である。

【図 4】図 4 は、従来の燃料電池システムの制御を行った場合の時間に対する燃料ガス流量との関係、及び、時間に対する圧力との関係の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

本開示の燃料電池システムは、燃料電池システムであって、
前記燃料電池システムは、燃料電池と、
エジェクタと、
前記エジェクタに燃料ガスを供給する燃料ガス供給部と、
前記燃料電池から排出された燃料オフガスを回収し、循環ガスとして前記エジェクタに戻すことを可能にする循環流路と、

20

前記エジェクタと前記燃料ガス供給部を接続し、前記燃料ガスの前記エジェクタへの供給を可能にする燃料ガス供給流路と、

前記燃料ガス供給流路上に配置され、前記エジェクタに供給される前記燃料ガスの流量を制御する燃料ガス流量調整弁と、

30

前記エジェクタと前記燃料電池を接続し、前記燃料ガスと前記循環ガスとを含む混合ガスの前記エジェクタから前記燃料電池の燃料極への供給を可能にする混合ガス供給流路と、
前記燃料電池の燃料極側の圧力情報を検出する圧力検出部と、

前記燃料電池の電流量を検出する電流検出部と、

制御部と、を有し、

前記燃料ガス流量調整弁は、当該燃料ガス流量調整弁の開度を調整可能なリニアソレノイド弁であり、

前記制御部は、前記電流量から前記燃料電池の発電量が所定の閾値以下であるか否かを判定し、

前記制御部は、前記燃料電池の発電量が所定の閾値以下であると判定した場合、前記燃料電池に前記燃料ガスを間欠供給する間欠供給指令を行い、

40

前記間欠供給指令は、第 1 間欠供給指令と、第 2 間欠供給指令と、を有し、

前記第 1 間欠供給指令は、前記リニアソレノイド弁の圧力上昇時の開度を前記第 2 間欠供給指令時よりも相対的に大きくして前記燃料ガスの流量を大きくし、

前記第 2 間欠供給指令は、前記第 1 間欠供給指令後、前記リニアソレノイド弁の圧力上昇時の開度を前記第 1 間欠供給指令時よりも相対的に小さくして、所定の時間前記燃料ガスの流量を小さくすることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

本開示においては、燃料ガス、及び、酸化剤ガスをまとめて反応ガスと称する。アノードに供給される反応ガスは、燃料ガスであり、カソードに供給される反応ガスは酸化剤ガ

50

スである。燃料ガスは、主に水素を含有するガスであり、水素であってもよい。酸化剤ガスは酸素、空気、乾燥空気等であってもよい。

【0014】

燃料電池システムの排水に関して、流路を塞いでいる水は、反応ガスを吹けば一瞬で排水される。しかし、流路の壁面にへばりつく水は、ガスより遅く動くため、流路の壁面にへばりつく水の排水のための時間を確保する必要がある。

燃料ガスの流量調整において、インジェクタ又はリニアソレノイド弁を用いてのパルス制御では、排水に必要な時間を確保するのが困難な場合がある。インジェクタでは、その開度を0%又は100%とすることしかできず、細かい開度コントロールできないため、大きな圧力脈動幅を許容しない限り、排水時間を増やすことができない。リニアソレノイド弁であれば、細かい開度コントロールが可能であるが、従来技術のようなバルブの衝突を避けるための制御では基本的に大きな流量で燃料ガスを供給するためインジェクタを用いてのパルス制御と同じく、大きな圧力脈動幅を許容しない限り、排水時間を増やすことができない。

排水のために燃料ガスの噴射流量を増加させると、圧力が増加し、燃料電池を使用可能な圧力の上限に到達してしまう。また、開弁時間増による、排水時間確保も同様に、圧力増加を発生し、燃料電池の使用可能な圧力上限に到達してしまう。

【0015】

本開示においては、リニアソレノイド弁を用いてのパルス制御において、リニアソレノイド弁の開度上限をコントロールして、流路を塞いでいる水を勢いよく吹き飛ばすための比較的開度が大きい脈動運転と、壁面の水を時間をかけて排水するための比較的開度が小さい脈動運転と、を組み合わせる。これにより圧力増加を抑えつつ、排水時間を確保する。

本開示においては、まず、リニアソレノイド弁の開度を大きくして、圧力上昇を速くした燃料ガスの供給で、水の上流側と下流側との圧力差を生じさせ、流路を塞いでいる水を吹き飛ばす。その後、リニアソレノイド弁の開度を小さくして、圧力上昇を遅くした燃料ガスの供給で、壁面の水をゆっくり押し出す。

燃料ガス流路が複数あって、そのうちのすべてが水で閉塞していれば、リニアソレノイド弁の開度の小さい燃料ガス供給でも圧力差を生じさせることができ、閉塞した水を排出できる。しかし、通常は、一部の流路のみが閉塞していることが多い。そのため、閉塞していない流路を介し、閉塞した流路にも燃料ガスが入ってきて水の上流側と下流側との圧力差が生じにくくなる。そのため、まず、リニアソレノイド弁の開度を大きくして勢いよく燃料ガスを供給する必要がある。

本開示によれば、まず、流路を塞ぐ水を排水し、その後、燃料ガスが流れる時間を長くして、流路の壁面にへばりついた水の排水が完了するまでの時間を確保することで、流路の出口側に残りやすい水等も含めて、十分に排水することができる。本開示によれば、従来の排水制御よりも燃費良く速やかに排水を完了させることができる。

【0016】

本開示の燃料電池システムは、燃料電池と、エジェクタと、燃料ガス供給部と、循環流路と、燃料ガス供給流路と、燃料ガス流量調整弁と、混合ガス供給流路と、圧力検出部と、電流検出部と、制御部と、を有する。

【0017】

本開示の燃料電池システムは、通常、駆動源として電動機を有する燃料電池車両に搭載されて用いられる。

また、本開示の燃料電池システムは、二次電池の電力でも走行可能な車両に搭載されて用いられてもよい。

電動機は、特に限定されず、従来公知の駆動モータであってもよい。

【0018】

燃料電池は、単セルを1つのみ有するものであってもよいし、単セルを複数個積層した積層体である燃料電池スタックであってもよい。

10

20

30

40

50

単セルの積層数は特に限定されず、例えば、2～数百個であってもよく、2～200個であってもよい。

燃料電池スタックは、単セルの積層方向の両端にエンドプレートを備えていてもよい。

【0019】

燃料電池の単セルは、少なくとも膜電極ガス拡散層接合体を備える。

膜電極ガス拡散層接合体は、アノード側ガス拡散層及び、アノード触媒層及び、電解質膜及び、カソード触媒層及び、カソード側ガス拡散層をこの順に有する。

【0020】

カソード（酸化剤極）は、カソード触媒層及びカソード側ガス拡散層を含む。

アノード（燃料極）は、アノード触媒層及びアノード側ガス拡散層を含む。

カソード触媒層及びアノード触媒層をまとめて触媒層と称する。また、アノード触媒およびカソード触媒としては、例えば、Pt（白金）、Ru（ルテニウム）などが挙げられ、触媒を担持する母材および導電材としては、例えば、カーボンなどの炭素材料等が挙げられる。

【0021】

カソード側ガス拡散層及びアノード側ガス拡散層をまとめてガス拡散層と称する。

ガス拡散層は、ガス透過性を有する導電性部材等であってもよい。

導電性部材としては、例えば、カーボンクロス、及びカーボンペーパー等のカーボン多孔質体、並びに、金属メッシュ、及び、発泡金属などの金属多孔質体等が挙げられる。

【0022】

電解質膜は、固体高分子電解質膜であってもよい。固体高分子電解質膜としては、例えば、水分が含まれたパーフルオロスルホン酸の薄膜等のフッ素系電解質膜、及び、炭化水素系電解質膜等が挙げられる。電解質膜としては、例えば、ナフィオン膜（デュポン社製）等であってもよい。

【0023】

単セルは、必要に応じて膜電極ガス拡散層接合体の両面を挟持する2枚のセパレータを備えてもよい。2枚のセパレータは、一方がアノード側セパレータであり、もう一方がカソード側セパレータである。本開示では、アノード側セパレータとカソード側セパレータとをまとめてセパレータという。

セパレータは、反応ガス及び冷媒を単セルの積層方向に流通させるための供給孔及び排出孔を有していてもよい。冷媒としては、低温時の凍結を防止するために例えばエチレングリコールと水との混合溶液を用いることができる。

供給孔は、燃料ガス供給孔、酸化剤ガス供給孔、及び、冷媒供給孔等が挙げられる。

排出孔は、燃料ガス排出孔、酸化剤ガス排出孔、及び、冷媒排出孔等が挙げられる。

セパレータは、1つ以上の燃料ガス供給孔を有していてもよく、1つ以上の酸化剤ガス供給孔を有していてもよく、1つ以上の冷媒供給孔を有していてもよく、1つ以上の燃料ガス排出孔を有していてもよく、1つ以上の酸化剤ガス排出孔を有していてもよく、1つ以上の冷媒排出孔を有していてもよい。

セパレータは、ガス拡散層に接する面に反応ガス流路を有していてもよい。また、セパレータは、ガス拡散層に接する面とは反対側の面に燃料電池の温度を一定に保つための冷媒流路を有していてもよい。

セパレータがアノード側セパレータである場合は、1つ以上の燃料ガス供給孔を有していてもよく、1つ以上の酸化剤ガス供給孔を有していてもよく、1つ以上の冷媒供給孔を有していてもよく、1つ以上の燃料ガス排出孔を有していてもよく、1つ以上の酸化剤ガス排出孔を有していてもよく、1つ以上の冷媒排出孔を有していてもよく、アノード側セパレータは、アノード側ガス拡散層に接する面に燃料ガス供給孔から燃料ガス排出孔に燃料ガスを流す燃料ガス流路を有していてもよく、アノード側ガス拡散層に接する面とは反対側の面に冷媒供給孔から冷媒排出孔に冷媒を流す冷媒流路を有していてもよい。

セパレータがカソード側セパレータである場合は、1つ以上の燃料ガス供給孔を有していてもよく、1つ以上の酸化剤ガス供給孔を有していてもよく、1つ以上の冷媒供給孔を

10

20

30

40

50

有していてもよく、1つ以上の燃料ガス排出孔を有していてもよく、1つ以上の酸化剤ガス排出孔を有していてもよく、1つ以上の冷媒排出孔を有していてもよく、カソード側セパレータは、カソード側ガス拡散層に接する面に酸化剤ガス供給孔から酸化剤ガス排出孔に酸化剤ガスを流す酸化剤ガス流路を有していてもよく、カソード側ガス拡散層に接する面とは反対側の面に冷媒供給孔から冷媒排出孔に冷媒を流す冷媒流路を有していてもよい。

セパレータは、ガス不透過の導電性部材等であってもよい。導電性部材としては、例えば、カーボンを圧縮してガス不透過とした緻密質カーボン、及び、プレス成形した金属（例えば、鉄、アルミニウム、及び、ステンレス等）板等であってもよい。また、セパレータが集電機能を備えるのもであってもよい。

【0024】

燃料電池スタックは、各供給孔が連通した入口マニホールド、及び、各排出孔が連通した出口マニホールド等のマニホールドを有していてもよい。

入口マニホールドは、アノード入口マニホールド、カソード入口マニホールド、及び、冷媒入口マニホールド等が挙げられる。

出口マニホールドは、アノード出口マニホールド、カソード出口マニホールド、及び、冷媒出口マニホールド等が挙げられる。

【0025】

燃料電池システムは、燃料ガス供給部を有する。燃料ガス供給部は、エジェクタに燃料ガスを供給する。

燃料ガス供給部としては、例えば、燃料タンク等が挙げられ、具体的には、液体水素タンク、圧縮水素タンク等が挙げられる。

燃料ガス供給部は、制御部と電氣的に接続される。燃料ガス供給部は、制御部からの制御信号に従って駆動される。

【0026】

燃料電池システムは、燃料ガス供給流路を備える。

燃料ガス供給流路は、エジェクタと燃料ガス供給部を接続する。燃料ガス供給流路は、燃料ガスのエジェクタへの供給を可能にする。

【0027】

燃料電池システムは、燃料ガス流量調整弁を備える。

燃料ガス流量調整弁は、燃料ガス供給流路上に配置される。燃料ガス流量調整弁は、エジェクタに供給される燃料ガスの流量を制御する。

燃料ガス流量調整弁は、制御部と電氣的に接続される。燃料ガス流量調整弁は、制御部からの制御信号に従って開度を制御される。燃料ガス流量調整弁は、制御部によって燃料ガス供給部からエジェクタに供給される燃料ガスの圧力を制御されてもよい。

燃料ガス流量調整弁は、リニアソレノイド弁である。リニアソレノイド弁は、開度を調整することができるものであれば特に限定されない。

【0028】

燃料電池システムは、混合ガス供給流路を備える。

混合ガス供給流路は、エジェクタと燃料電池のアノード入口とを接続する。混合ガス供給流路は、燃料ガスと循環ガスとを含む混合ガスのエジェクタから燃料電池の燃料極への供給を可能にする。

【0029】

燃料電池システムは、循環流路を備える。

循環流路は、燃料電池のアノードから排出された燃料オフガスを回収し、循環ガスとしてエジェクタに戻すことを可能にする。

循環流路は、燃料電池のアノード出口とエジェクタを接続してもよい。循環流路は、燃料オフガス排出流路から分岐してエジェクタと接続してもよい。

循環流路は燃料ガス供給流路のエジェクタで燃料ガス供給流路と合流してもよい。

燃料電池システムは、必要に応じて、循環流路上に循環ガスの流量を調整する水素ポンプ等の循環用ポンプ等を備えていてもよい。

10

20

30

40

50

循環用ポンプは、制御部と電氣的に接続され、制御部によって循環用ポンプの駆動のオン・オフ及び回転数等を制御されることにより、循環ガスの流量を調整してもよい。

エジェクタは、例えば、燃料ガス供給流路上の循環流路との合流部に配置されていてもよい。エジェクタは、燃料ガスと循環ガスを含む混合ガスを燃料電池のアノードに供給する。エジェクタとしては、従来公知のエジェクタを採用することができる。

【0030】

燃料電池システムは、燃料オフガス排出流路を備えていてもよい。

燃料オフガス排出流路は、燃料電池のアノード出口と接続してもよい。燃料オフガス排出流路は、循環流路から分岐していてもよい。燃料オフガス排出流路は、燃料電池のアノードから排出された燃料ガスである燃料オフガスを回収してもよい。

10

燃料オフガスは、アノードにおいて未反応のまま通過した燃料ガス及び、カソードで生成した生成水がアノードに到達した水分及び、触媒層及び電解質膜等で生成した腐食物質及び、掃気時にアノードに供給されてもよい酸化剤ガス等を含む。

【0031】

燃料オフガス排出流路には、燃料オフガス排出弁（排気排水弁）が備えられていてもよい。

燃料オフガス排出弁は、燃料オフガス及び水分等を外部（系外）へ排出することを可能にする。なお、外部とは、燃料電池システムの外部であってもよく、車両の外部であってもよい。

燃料オフガス排出弁は、制御部と電氣的に接続され、制御部によって燃料オフガス排出弁の開閉を制御されることにより、燃料オフガスの外部への排出流量を調整してもよい。また、燃料オフガス排出弁の開度を調整することにより、アノードに供給される燃料ガス圧力（アノード圧力）を調整してもよい。

20

【0032】

燃料電池システムは、アノード気液分離器を備えていてもよい。

アノード気液分離器は、燃料オフガス排出流路と循環流路との分岐点に配置されていてもよい。アノード気液分離器は、アノード出口から排出される燃料ガスである燃料オフガス中に含まれる水分と燃料ガスを分離する。これにより、燃料ガスを循環ガスとして循環流路に戻してもよいし、不要なガス及び水分等を燃料オフガス排出流路の排気排水弁から外部に排出してもよい。

30

【0033】

燃料電池システムは、酸化剤ガス供給部を備えていてもよい。

酸化剤ガス供給部は、燃料電池のカソードに酸化剤ガスを供給する。

酸化剤ガス供給部としては、例えば、エアコンプレッサー等を用いることができる。

酸化剤ガス供給部は、制御部と電氣的に接続される。酸化剤ガス供給部は、制御部からの制御信号に従って駆動される。酸化剤ガス供給部は、制御部によって酸化剤ガス供給部からカソードに供給される酸化剤ガスの流量及び圧力からなる群より選ばれる少なくとも1つを制御されてもよい。

【0034】

燃料電池システムは、酸化剤ガス供給流路を備えていてもよい。

酸化剤ガス供給流路は、酸化剤ガス供給部と燃料電池のカソード入口とを接続する。酸化剤ガス供給流路は、酸化剤ガス供給部から燃料電池のカソードへの酸化剤ガスの供給を可能にする。

40

【0035】

燃料電池システムは、酸化剤オフガス排出流路を備えていてもよい。

酸化剤オフガス排出流路は、燃料電池のカソード出口と接続する。酸化剤オフガス排出流路は、燃料電池のカソードから排出される酸化剤ガスである酸化剤オフガスの外部への排出を可能にする。

酸化剤オフガス排出流路には、酸化剤ガス圧力調整弁が設けられていてもよい。

酸化剤ガス圧力調整弁は、制御部と電氣的に接続され、制御部によって酸化剤ガス圧力

50

調整弁が開弁されることにより、反応済みの酸化剤ガスである酸化剤オフガスを酸化剤オフガス排出流路から外部へ排出する。また、酸化剤ガス圧力調整弁の開度を調整することにより、カソードに供給される酸化剤ガス圧力（カソード圧力）を調整してもよい。

【0036】

また、燃料ガス供給流路と酸化剤ガス供給流路は合流流路を介して接続されていてもよい。合流流路には掃気弁が設けられていてもよい。

掃気弁は、制御部と電氣的に接続され、制御部によって掃気弁が開弁されることにより、酸化剤ガス供給部の酸化剤ガスを掃気ガスとして燃料ガス供給流路内に流入させるようになっていてもよい。

掃気に用いられる掃気ガスは、燃料ガスであってもよく、酸化剤ガスであってもよく、これらの両方のガスを含む混合反応ガスであってもよい。

10

【0037】

燃料電池システムは、燃料電池の冷却系として、冷媒供給部を備えていてもよく、冷媒循環流路を備えていてもよい。

冷媒循環流路は、燃料電池に設けられる冷媒供給孔及び冷媒排出孔に連通し、冷媒供給部から供給される冷媒を燃料電池内外で循環させることを可能にする。

冷媒供給部は、制御部と電氣的に接続される。冷媒供給部は、制御部からの制御信号に従って駆動される。冷媒供給部は、制御部によって冷媒供給部から燃料電池に供給される冷媒の流量を制御される。これにより燃料電池の温度が制御されてもよい。

冷媒供給部は、例えば、冷却水ポンプ等が挙げられる。

20

冷媒循環流路には、冷却水の熱を放熱するラジエータが設けられていてもよい。

【0038】

燃料電池システムは、二次電池を備えていてもよい。

二次電池（バッテリー）は、充放電可能なものであればよく、例えば、ニッケル水素二次電池、及び、リチウムイオン二次電池等の従来公知の二次電池が挙げられる。また、二次電池は、電気二重層コンデンサ等の蓄電素子を含むものであってもよい。二次電池は、複数個を直列に接続した構成であってもよい。二次電池は、電動機及び酸化剤ガス供給部等に電力を供給する。二次電池は、例えば、家庭用電源等の車両の外部の電源から充電可能になっていてもよい。二次電池は、燃料電池の出力により充電されてもよい。二次電池の充放電は、制御部によって制御されてもよい。

30

【0039】

燃料電池システムは、制御部を備える。

制御部は、物理的には、例えば、CPU（中央演算処理装置）等の演算処理装置と、CPUで処理される制御プログラム及び制御データ等を記憶するROM（リードオンリーメモリ）、並びに、主として制御処理のための各種作業領域として使用されるRAM（ランダムアクセスメモリ）等の記憶装置と、入出力インターフェースとを有するものである。また、制御部は、例えば、電子制御ユニット（ECU：Electronic Control Unit）等の制御装置であってもよい。

制御部は、車両に搭載されていてもよいイグニッションスイッチと電氣的に接続されていてもよい。制御部はイグニッションスイッチが切られていても外部電源により動作可能であってもよい。

40

【0040】

燃料電池システムは、圧力検出部を備える。

圧力検出部は、燃料電池の燃料極側の圧力情報を検出する。圧力検出部は、従来公知の圧力センサ、圧力計等であってもよい。制御部は、圧力検出部と電氣的に接続されていてもよい。圧力検出部は、検出結果を制御部に与え、制御部は、圧力検出部が検出した燃料電池の燃料極側の圧力情報を検知してもよい。圧力検出部は、混合ガス供給流路上に配置されていてもよいし、循環流路上に配置されていてもよい。

【0041】

燃料電池システムは、電流検出部を備える。

50

電流検出部は、燃料電池の電流量を検出する。電流検出部は、従来公知の電流センサ、電流計等であってもよい。制御部は、電流検出部と電氣的に接続されていてもよい。電流検出部は、検出結果を制御部に与え、制御部は、電流検出部が測定した燃料電池の電流量を検知してもよい。電流検出部は、燃料電池の電流量を検出することができれば、その配置位置は特に限定されない。

【 0 0 4 2 】

制御部は、燃料電池の電流量を検知する。

制御部は、電流量から燃料電池の発電量が所定の閾値以下であるか否か判定する。

制御部は、燃料電池の発電量が所定の閾値を超えると判定した場合、燃料電池に燃料ガスを通常供給する通常供給指令を行う。一方、制御部は、燃料電池の発電量が所定の閾値以下であると判定した場合、燃料電池に燃料ガスを間欠供給する間欠供給指令を行う。

制御部は、燃料電池の燃料極側の圧力情報に基づいてリニアソレノイド弁の開度を制御してもよい。

燃料電池の発電量は、流路を水が塞ぐことにより減少する。そのため、燃料電池の発電量は、流路を水が塞いでいるか否かの指標とすることができる。燃料電池の発電量の閾値は、所望の発電量を適宜設定すればよい。

【 0 0 4 3 】

間欠供給指令は、第 1 間欠供給指令と、第 2 間欠供給指令と、を有する。

間欠供給は、リニアソレノイド弁の開度の下限値及び上限値を設定し、所定の条件でリニアソレノイド弁の開度を下限値又は上限値に切り替えることにより、燃料ガスの流量を変動させる。間欠供給は、リニアソレノイド弁の開度を所定の上限値まで大きくし、燃料ガスの流量を大きくする。その後、燃料電池の圧力が所定の上限値に到達したら、リニアソレノイド弁の開度を所定の下限値まで小さくし、燃料ガスの流量を小さくし、燃料電池の圧力を所定の下限値にする。間欠供給は、この一連の動作を意味する。間欠供給は脈動運転と言い換えることができる。

リニアソレノイド弁の開度を下限値又は上限値に切り替える条件は、例えば、以下の例が挙げられる。目的の圧力上限値に到達したら開度を下限値に切替えてもよい。また、目的の圧力下限値に到達したら開度を上限値に切替えてもよい。

燃料電池の目的の圧力上限値及び圧力下限値は、燃料電池の使用目的に応じて適宜設定すればよい。

【 0 0 4 4 】

第 1 間欠供給指令は、リニアソレノイド弁の圧力上昇時の開度を第 2 間欠供給指令時よりも相対的に大きくして燃料ガスの流量を大きくする。第 1 間欠供給により、流路を閉塞する水を短時間で排水することができる。

第 1 間欠供給指令時のリニアソレノイド弁の圧力上昇時の開度は、80%以上であってもよく、100%であってもよい。

第 1 間欠供給指令時のリニアソレノイド弁の圧力下降時の開度は、特に限定されず、0%以上であってもよい。第 1 間欠供給指令時のリニアソレノイド弁の圧力下降時の開度は、リニアソレノイド弁の耐久性を向上させる観点、及び、間欠供給時間を短縮する観点、及び、エジェクタの機能を十分に発現させる観点から、20%以上であってもよい。

第 1 間欠供給は、リニアソレノイド弁の開度を所定の上限値まで大きくし、その後、燃料電池の圧力が所定の上限値に到達したら、リニアソレノイド弁の開度を所定の下限値まで小さくする一連の動作を排水時間短縮の観点から 1 回のみ行ってもよい。

【 0 0 4 5 】

第 2 間欠供給指令は、第 1 間欠供給指令後、リニアソレノイド弁の圧力上昇時の開度を第 1 間欠供給指令時よりも相対的に小さくして、所定の時間燃料ガスの流量を小さくする。第 2 間欠供給により、流路の壁面にへばりつく水を十分に排水することができる。

第 2 間欠供給指令時のリニアソレノイド弁の圧力上昇時の開度は、例えば、60%以上 80%以下であってもよい。

第 2 間欠供給指令時のリニアソレノイド弁の圧力下降時の開度は、特に限定されず、0

10

20

30

40

50

%以上であってもよく、リニアソレノイド弁の耐久性を向上させる観点、及び、間欠供給時間を短縮する観点、及び、エジェクタの機能を十分に発現させる観点から、20%以上であってもよい。

第1間欠供給指令時及び第2間欠供給指令時のリニアソレノイド弁の圧力下降時の開度は、異なってもよいが、燃料ガスの流量のバラツキを低減する観点から、同じであってもよい。

第2間欠供給を行う所定の時間は、例えば、リニアソレノイド弁の開度を所定の上限値まで大きくし、その後、燃料電池の圧力が所定の上限値に到達したら、リニアソレノイド弁の開度を所定の下限値まで小さくする一連の動作を2回以上行うのに必要な時間であってもよい。また、第2間欠供給を行う所定の時間は、流路にへばりついた水を排水する時間を確保する観点から、第1間欠供給を行う時間よりも長くてもよい。

10

【0046】

図1は、本開示の燃料電池システムの一例を示す概略構成図である。

図1に示す燃料電池システム100は、燃料電池10と、燃料ガス供給部20と、燃料ガス供給流路21と、燃料ガス流量調整弁22と、混合ガス供給流路23と、循環流路24と、エジェクタ25と、アノード気液分離器26と、燃料オフガス排出流路27と、排気排水弁28と、制御部50と、圧力検出部60と、電流検出部70と、を備える。なお、図1では、燃料ガス系のみ図示し、その他の、酸化剤ガス系、冷却系等の図示は省略する。

圧力検出部60は、混合ガス供給流路23上に配置され、アノード入口における混合ガスの圧力値を測定する。圧力検出部60は、鎖線で示すように制御部50と電氣的に接続され、測定した混合ガスの圧力値を制御部50に与える。

20

電流検出部70は、燃料電池10の電流値を測定する。電流検出部70は、制御部50と電氣的に接続され、測定した燃料電池10の電流値を制御部50に与える。

制御部50は、燃料ガス流量調整弁22と電氣的に接続され、検知した燃料電池10の電流値及び混合ガスの圧力値の結果に基づいて燃料ガス流量調整弁22の開度を制御する。

アノード気液分離器26は、循環流路24の燃料オフガス排出流路27との分岐点に配置され、アノード出口から排出される燃料ガスである燃料オフガスから、燃料ガスと水分とを分離し、循環流路24に燃料ガスを循環ガスとして戻す。

制御部50は、排気排水弁28と電氣的に接続され、必要に応じて排気排水弁28を開き、アノード気液分離器26において分離された不要なガス及び水分等を燃料オフガス排出流路27から外部へ排出する。

30

【0047】

図2は、本開示の燃料電池システムの制御の一例を示すフローチャートである。

まず燃料電池の発電量を取得する。燃料電池の発電量が所定の閾値以下であるか否か判定する。燃料電池の発電量が所定の閾値を超える場合は、燃料電池の通常運転を行う。一方、燃料電池の発電量が所定の閾値以下であるばあいは、第1間欠供給を1回行う。その後、第2間欠供給を所定の時間行い、制御を終了する。

【0048】

図3は、本開示の燃料電池システムの制御を行った場合の時間に対する燃料ガス流量との関係、及び、時間に対する圧力との関係の一例を示す図である。

40

図3では、第1間欠供給を1回行い、その後、第2間欠供給を2回行うことにより排水が完了している。したがって、本開示の排水制御によれば、開弁時間減により、圧力増加を抑制することができる。また、本開示の排水制御によれば、燃料ガスの消費量を小さくすることができ、且つ、排水完了までの時間を短縮することができる。

【0049】

図4は、従来の燃料電池システムの制御を行った場合の時間に対する燃料ガス流量との関係、及び、時間に対する圧力との関係の一例を示す図である。

図4では、第1間欠供給を4回行うことにより排水が完了している。したがって、従来の排水制御では、開弁時間増により、圧力増加を招来する恐れがある。また、従来の排水

50

制御では、燃料ガスの消費量が大きく、且つ、流路の壁面にへばりついた水を含む排水の完了までに時間がかかる。

【符号の説明】

【 0 0 5 0 】

- 1 0 燃料電池
- 2 0 燃料ガス供給部
- 2 1 燃料ガス供給流路
- 2 2 燃料ガス流量調整弁
- 2 3 混合ガス供給流路
- 2 4 循環流路 10
- 2 5 エジェクタ
- 2 6 アノード気液分離器
- 2 7 燃料オフガス排出流路
- 2 8 排気排水弁
- 5 0 制御部
- 6 0 圧力検出部
- 7 0 電流検出部
- 1 0 0 燃料電池システム

20

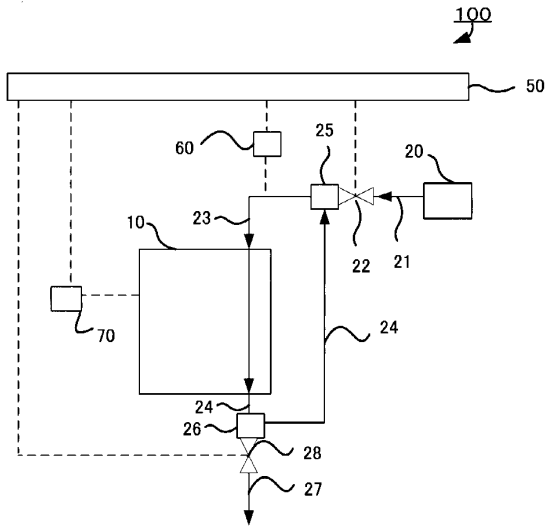
30

40

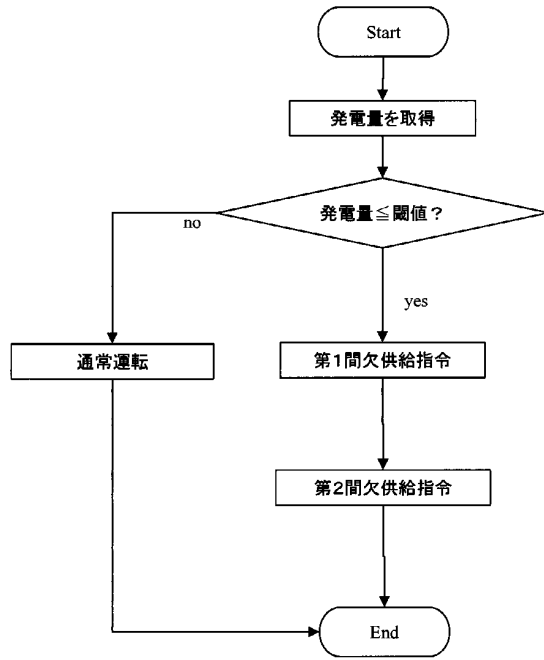
50

【図面】

【図1】



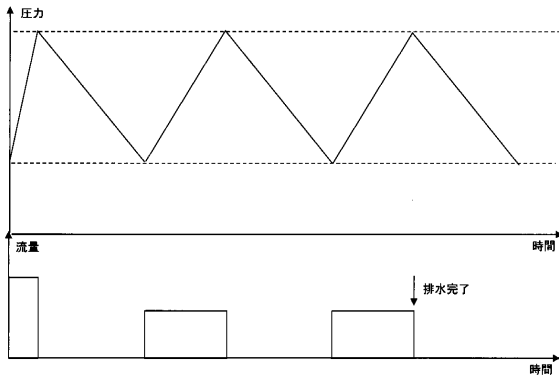
【図2】



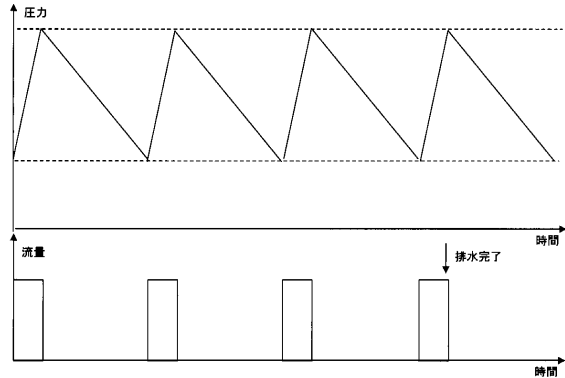
10

20

【図3】



【図4】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2014-107062(JP,A)
再公表特許第2015/170413(JP,A1)
特開2007-027149(JP,A)
特開2020-087520(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0329156(US,A1)
特開2009-152067(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F16K 31/06 - 31/11
H01M 8/00 - 8/2495