

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7024651号  
(P7024651)

(45)発行日 令和4年2月24日(2022.2.24)

(24)登録日 令和4年2月15日(2022.2.15)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 M	8/04303(2016.01)	H 0 1 M	8/04303
H 0 1 M	8/04291(2016.01)	H 0 1 M	8/04291
H 0 1 M	8/04664(2016.01)	H 0 1 M	8/04664
H 0 1 M	8/04955(2016.01)	H 0 1 M	8/04955
H 0 1 M	8/04228(2016.01)	H 0 1 M	8/04228

請求項の数 5 (全18頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2018-140813(P2018-140813)  
 (22)出願日 平成30年7月27日(2018.7.27)  
 (65)公開番号 特開2020-17452(P2020-17452A)  
 (43)公開日 令和2年1月30日(2020.1.30)  
 審査請求日 令和2年12月22日(2020.12.22)

(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  
 (74)代理人 110000028  
特許業務法人明成国際特許事務所  
 (72)発明者 松尾 潤一  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 (72)発明者 石川 智隆  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 (72)発明者 小川 朋宏  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 (72)発明者 山中 富夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料電池システムおよび燃料電池システムの制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池システムであって、  
燃料電池と、

前記燃料電池から排出されるアノードオフガスから水分を分離する気液分離器と、  
前記気液分離器が分離した前記水分を前記気液分離器から排出するための排水流路と、  
前記排水流路に配置され、前記気液分離器からの前記水分の排出を制御する弁と、  
前記燃料電池の運転および前記弁の開閉を制御し、前記弁の凍結の有無を判定する制御部と、

を備え、

前記制御部は、前記燃料電池の運転中に前記燃料電池の停止要求を受信する場合に、  
前記弁の凍結の有無を繰り返し判定し、  
前記弁の凍結があると判定する場合に、前記弁の凍結が無いと判定するまで発電を伴う前記燃料電池の運転を継続して、前記発電に伴う前記燃料電池からの廃熱を前記弁に伝えて前記弁を解凍させ、

前記弁の凍結が無いと判定する場合に、前記弁を開く処理を含む前記燃料電池の停止処理を実行する、

燃料電池システム。

【請求項2】

請求項1に記載の燃料電池システムにおいて、

前記燃料電池にアノードガスを供給する供給流路と、  
 前記気液分離器と前記供給流路とを連通する循環流路と、  
 前記循環流路に配置され、前記気液分離器により前記水分が分離された後の前記アノード  
 オフガスを前記供給流路に供給するポンプと、  
 を更に備え、  
 前記停止処理は、前記ポンプの駆動を含む、  
 燃料電池システム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の燃料電池システムにおいて、  
 前記ポンプの駆動を含む前記停止処理を第 1 停止処理とするとき、  
 前記制御部は、前記弁の凍結があると判定する場合であっても、前記燃料電池の運転中に  
 前記燃料電池の停止要求を受信してから予め定められた期間の経過後まで継続的に前記弁  
 の凍結があると判定する場合には、前記第 1 停止処理とは異なる第 2 停止処理であって前  
 記ポンプの駆動を含まない前記停止処理である第 2 停止処理を実行する、  
 燃料電池システム。

10

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載の燃料電池システムにおいて、  
 前記燃料電池にアノードガスを供給する供給流路と、  
 前記気液分離器と前記供給流路とを連通する循環流路と、  
 前記供給流路におけるガス圧を検出する圧力センサと、  
 を更に備え、  
 前記制御部は、前記弁に対して開動作の指示を送信する前の前記ガス圧に対する、該指示  
 の送信後の前記ガス圧の低下量を利用して、前記弁の凍結の有無を判定する、  
 燃料電池システム。

20

【請求項 5】

燃料電池システムの制御方法であって、  
 前記燃料電池システムは、燃料電池と、前記燃料電池から排出されるアノードオフガスから  
 水分を分離する気液分離器と、前記気液分離器が分離した前記水分を前記気液分離器から  
 排出するための排水流路と、前記排水流路に配置され、前記気液分離器からの前記水分  
 の排出を制御する弁と、を有し、  
 前記燃料電池の運転中に前記燃料電池の停止要求を受信する場合に、前記弁の凍結の有無  
 を繰り返し判定する工程と、  
 前記燃料電池の運転中に前記燃料電池の停止要求を受信し、且つ、前記弁の凍結があると  
 判定された場合に、前記弁の凍結が無いと判定されるまで発電を伴う前記燃料電池の運転  
 を継続して、前記発電に伴う前記燃料電池からの廃熱を前記弁に伝えて前記弁を解凍させる  
工程と、  
 前記燃料電池の運転中に前記燃料電池の停止要求を受信し、且つ、前記弁の凍結が無いと  
 判定された場合に、前記弁を開く処理を含む前記燃料電池の停止処理を実行する工程と、  
 を備える、  
 燃料電池システムの制御方法。

30

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池の燃費向上等を目的として、燃料電池から排出されるアノードオフガスから水分  
 を分離し、水分分離後のオフガスを燃料電池に供給して再利用する構成が用いられる場合  
 がある。また、かかる構成において、アノードオフガスから水分を分離して貯留する気液  
 分離器と、気液分離器からの水の排出を制御する弁とが用いられる場合がある。かかる弁

50

が低温環境において凍結すると、気液分離器に溜まった水を排出することができない。そこで、弁の凍結を抑制するための方法が提案されている。例えば、特許文献1には、燃料電池の運転停止の際に、アノードガスの供給を停止した状態で発電を継続することにより弁に接続された流路を負圧とし、かかる状態で弁を開くことにより弁に向かって大気を流入させて弁の近傍に溜まった水を他の位置へと移動させる方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2007-35369号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、氷点下で車両を短時間利用する場合には、気液分離器や弁は、燃料電池の廃熱で十分に温められずに凍結したままの状態となり得る。このような状態では、特許文献1の方法では、弁を開くことができず、発電に伴う生成水が気液分離器に溜まる一方で排出されない。その後、気液分離器や弁の近傍に貯留する水が増大した状態で車両が停止すると、より多くの水が凍結して、弁がより解凍し難くなるという問題がある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示は、以下の形態として実現することが可能である。

〔形態1〕燃料電池システムであって、燃料電池と、前記燃料電池から排出されるアノードオフガスから水分を分離する気液分離器と、前記気液分離器が分離した前記水分を前記気液分離器から排出するための排水流路と、前記排水流路に配置され、前記気液分離器からの前記水分の排出を制御する弁と、前記燃料電池の運転および前記弁の開閉を制御し、前記弁の凍結の有無を判定する制御部と、を備え、前記制御部は、前記燃料電池の運転中に前記燃料電池の停止要求を受信する場合に、前記弁の凍結の有無を繰り返し判定し、前記弁の凍結が有ると判定する場合に、前記弁の凍結が無いと判定するまで発電を伴う前記燃料電池の運転を継続して、前記発電に伴う前記燃料電池からの廃熱を前記弁に伝えて前記弁を解凍させ、前記弁の凍結が無いと判定する場合に、前記弁を開く処理を含む前記燃料電池の停止処理を実行する、燃料電池システム。

【0006】

(1) 本開示の一形態によれば、燃料電池システムが提供される。この燃料電池システムは、燃料電池と、前記燃料電池から排出されるアノードオフガスから水分を分離する気液分離器と、前記気液分離器が分離した前記水分を前記気液分離器から排出するための排水流路と、前記排水流路に配置され、前記気液分離器からの前記水分の排出を制御する弁と、前記燃料電池の運転および前記弁の開閉を制御し、前記弁の凍結の有無を判定する制御部と、を備え、前記制御部は、前記燃料電池の運転中に前記燃料電池の停止要求を受信する場合に、前記弁の凍結の有無を繰り返し判定し、前記弁の凍結が有ると判定する場合に、前記弁の凍結が無いと判定するまで前記燃料電池の運転を継続し、前記弁の凍結が無いと判定する場合に、前記弁を開く処理を含む前記燃料電池の停止処理を実行する。この形態の燃料電池システムによれば、制御部は、燃料電池の運転中に燃料電池の停止要求を受信する場合に、弁の凍結の有無を繰り返し判定し、弁の凍結が有ると判定する場合に、弁の凍結が無いと判定するまで燃料電池の運転を継続するので、燃料電池の運転に伴う廃熱によって弁の解凍を促進でき、また、弁の凍結が無いと判定する場合に、弁を開く処理を含む燃料電池の停止処理を実行するので、気液分離器や弁の近傍に溜まった水分を、排水流路を介して排出でき、かかる水分による弁の凍結を抑制できる。上述の「弁の凍結が有る」とは、凍った水により弁の開閉動作が妨げられる状態を意味する。弁の開閉動作が妨げられると、弁を介したガスの流通が行われない状態となることがある。「ガスの流通が行われない状態」とは、ガスの流通が全く行われない状態に加えて、ガスの流通量が所定量未満である状態も含む広い概念を意味する。また、「弁の凍結が無い」とは、弁を介し

10

20

30

40

50

たガスの流通が行われ得る状態、換言すると、上述の所定量以上のガスの流通が行われ得る状態であり、弁の一部に凍った水が付着している状態を含む広い意味を有する。

(2) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記燃料電池にアノードガスを供給する供給流路と、前記気液分離器と前記供給流路とを連通する循環流路と、前記循環流路に配置され、前記気液分離器により前記水分が分離された後の前記アノードオフガスを前記供給流路に供給するポンプと、を更に備え、前記停止処理は、前記ポンプの駆動を含んでもよい。この形態の燃料電池システムによれば、停止処理はポンプの駆動を含むので、供給流路から燃料電池に流入するガスの流量、すなわち、水分が分離された後のアノードオフガスとアノードガスの合計流量をポンプが停止した状態に比べて増大でき、燃料電池内に溜まった水の排出を促進できる。

10

(3) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記ポンプの駆動を含む前記停止処理を第1停止処理とするとき、前記制御部は、前記弁の凍結が有ると判定する場合であっても、前記燃料電池の運転中に前記燃料電池の停止要求を受信してから予め定められた期間の経過後まで継続的に前記弁の凍結が有ると判定する場合には、前記第1停止処理とは異なる第2停止処理であって前記ポンプの駆動を含まない前記停止処理である第2停止処理を実行してもよい。この形態の燃料電池システムによれば、制御部は、停止要求を受信してから予め定められた期間の経過後まで継続的に弁の凍結が有ると判定する場合には、ポンプの駆動を含まない停止処理である第2停止処理を実行するので、弁が凍結した状態においてポンプを駆動することを抑制できる。燃料電池の運転継続に伴って気液分離器に貯留する水分量は増大するおそれがある。しかし、この形態の燃料電池システムによれば、気液分離器に貯留する水分量が増大した状態においてポンプを駆動せずに燃料電池を停止できるので、ポンプの駆動に伴って気液分離器に貯留する水分が燃料電池に向かって送り出されて燃料電池内に入り込むことを抑制できる。

20

(4) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記燃料電池にアノードガスを供給する供給流路と、前記気液分離器と前記供給流路とを連通する循環流路と、前記供給流路におけるガス圧を検出する圧力センサと、を更に備え、前記制御部は、前記弁に対して開弁指示を送信する前の前記ガス圧に対する、該開弁指示の送信後の前記ガス圧の低下量を利用して、前記弁の凍結の有無を判定してもよい。この形態の燃料電池システムによれば、制御部は、弁に対して開弁指示を送信する前のガス圧に対する開弁指示の送信後のガス圧の低下量を利用して弁の凍結の有無を判定するので、弁の凍結を精度良く判定できる。弁の凍結が無い場合には、開弁指示に応じて弁の開度が増して水分と共に気液分離器内や循環流路内のガスも排出されるため、循環流路と連通する供給流路のガス圧は低下する。これに対して、弁の凍結が有る場合、開弁指示を送信した場合の弁の開度は弁が凍結していない場合に比べて低く、弁を介して排出されるガスの量は少ない。このため、弁の凍結が有る場合と無い場合とで、開弁指示の送信前後のガス圧の低下量に差異が生じるので、上記形態の燃料電池システムによれば、弁の凍結を精度良く判定できる。

30

本開示は、種々の形態で実現することも可能である。例えば、燃料電池システムを搭載した車両、燃料電池システムの制御方法、かかる方法を実行するためのプログラム、かかるプログラムを記憶する記憶媒体等の形態で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0007】

【図1】本開示の一実施形態としての燃料電池システムの概略構成を示すブロック図である。

【図2】第1実施形態におけるシステム停止処理の手順を示すフローチャートである。

【図3】第1実施形態における排気排水弁凍結判定処理の手順を示すフローチャートである。

【図4】排気排水弁凍結判定処理の実行中におけるアノード供給圧力、インジェクタの動作状態、および排気排水弁への動作指示内容を示すタイミングチャートである。

【図5】システム起動時からシステム停止処理の完了までの期間におけるユーザ操作、温度、排気排水弁凍結判定処理、終了時暖気処理、および燃料電池の停止処理の実行状況を

50

示すタイミングチャートである。

【図 6】第 2 実施形態におけるシステム停止処理の手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

A. 第 1 実施形態：

A1. システム構成：

図 1 は、本開示の一実施形態としての燃料電池システム 10 の概略構成を示すブロック図である。燃料電池システム 10 は、アノードガスおよびカソードガスを用いた燃料電池 100 の電気化学反応により生じた電力を出力する。本実施形態において、燃料電池システム 10 は、車両に搭載され、車両の駆動モータに電力を供給する。燃料電池システム 10 は、燃料電池 100 と、カソード側ガス供給排出機構 200 と、アノード側ガス供給排出機構 300 と、制御部 600 とを備える。

10

【0009】

燃料電池 100 は、積層された複数の単セル 110 から成るセルスタックと、一对のエンドプレート 111a、111b とを備える。各単セル 110 は、固体高分子電解質膜を挟んで設けられるアノード側触媒電極層およびカソード側触媒電極層と、両極の触媒電極層の外側にそれぞれ配置されたアノード側ガス拡散層およびカソード側ガス拡散層を備える。アノード側触媒電極層にはアノードガスとしての水素ガスが供給される。カソード側触媒電極層にはカソードガスとしての空気が供給される。両極の触媒電極層は、いずれも触媒、例えば、白金 (Pt) を担持したカーボン粒子と電解質樹脂を含んで構成される。両極のガス拡散層は、いずれも多孔質体により形成されている。多孔質体としては、例えば、カーボンペーパーおよびカーボクロス等のカーボン多孔質体や、金属メッシュおよび発泡金属等の金属多孔質体が用いられる。燃料電池 100 の内部には、アノードガス、カソードガス、アノードオフガス、カソードオフガスおよび冷却媒体を流通させるための複数のマニホールドが積層方向に沿って形成されている。図 1 では、アノードガス供給マニホールド 102a と、アノードオフガス排出マニホールド 102b とが代表して表されている。一对のエンドプレート 111a、111b は、いずれも略板状の外観形状を有する部材であり、燃料電池 100 の積層方向の両端部に配置されている。エンドプレート 111a には、各マニホールドの端部を形成する厚さ方向の貫通孔が設けられている。なお、図 1 では、カソード側ガス供給排出機構 200 は、エンドプレート 111b において燃料電池 100 に接続されているように描かれているが、エンドプレート 111b に代えて、エンドプレート 111a において燃料電池 100 に接続されてもよい。

20

30

【0010】

カソード側ガス供給排出機構 200 は、燃料電池 100 へのカソードガスの供給および燃料電池 100 からのカソードオフガスの排出を行なう。カソード側ガス供給排出機構 200 は、カソードガス取込流路 210 と、カソード供給流路 211 と、カソード排出流路 212 と、バイパス流路 213 と、エアコンプレッサ 220 と、三方弁 230 と、背圧弁 240 とを備える。

【0011】

カソードガス取込流路 210 は、大気中から空気を取り込むために用いられる。カソードガス取込流路 210 の一端は大気開放され、他端は三方弁 230 に接続されている。カソード供給流路 211 は、エアコンプレッサ 220 から出力される圧縮空気を燃料電池 100 に導く。カソード供給流路 211 の一端は三方弁 230 に接続され、他端は燃料電池 100 内の図示しないカソード供給マニホールドに接続されている。カソード排出流路 212 は、燃料電池 100 から排出されるアノードオフガスを外部に導く。カソード排出流路 212 の一端は燃料電池 100 内の図示しないカソードオフガス排出マニホールドに接続され、他端はバイパス流路 213 に接続されている。バイパス流路 213 は、エアコンプレッサ 220 から出力される圧縮空気の一部を、燃料電池 100 を介さずに排出するために用いられる。バイパス流路 213 の一端は三方弁 230 に接続され、他端は大気開放されている。バイパス流路 213 には、上述したカソード排出流路 212 に加えて、後述の

40

50

排水流路 3 1 2 も接続されている。カソード排出流路 2 1 2 を通って燃料電池 1 0 0 から排出されたカソードオフガスと、排水流路 3 1 2 から排出される水分およびアノードオフガスとは、エアコンプレッサ 2 2 0 からバイパス流路 2 1 3 へと流入する空気によって大気中へと排出される。ここで、「排水流路 3 1 2 から排出される水分」とは、気液分離器 3 6 0 によって分離された水分を含む。そして、かかる水分とは、液体の水、水蒸気、および霧状の水を含む。

#### 【 0 0 1 2 】

エアコンプレッサ 2 2 0 は、カソードガス取込流路 2 1 0 に配置されている。エアコンプレッサ 2 2 0 は、図示しないエアクリーナにより塵等の異物が除去された後の空気を吸入し、かかる空気を圧縮して出力する。三方弁 2 3 0 は、カソードガス取込流路 2 1 0 と、カソード供給流路 2 1 1 と、バイパス流路 2 1 3 とを接続する。三方弁 2 3 0 は、エアコンプレッサ 2 2 0 から出力される圧縮空気のうち、カソード供給流路 2 1 1 へ送出される流量と、バイパス流路 2 1 3 へと送出される流量とを調整する。背圧弁 2 4 0 は、カソード排出流路 2 1 2 に設けられ、燃料電池 1 0 0 におけるカソードオフガスの排出側のガス圧を調整する。

10

#### 【 0 0 1 3 】

アノード側ガス供給排出機構 3 0 0 は、燃料電池 1 0 0 へのアノードガスの供給および燃料電池 1 0 0 からのアノードオフガスの排出を行なう。アノード側ガス供給排出機構 3 0 0 は、アノードガス供給流路 3 1 0 と、循環流路 3 1 1 と、排水流路 3 1 2 と、水素ガスタンク 3 2 0 と、遮断弁 3 3 0 と、調圧弁 3 4 0 と、インジェクタ 3 5 0 と、気液分離器 3 6 0 と、ポンプ 3 7 0 と、排気排水弁 3 8 0 と、圧力センサ 3 9 0 とを備える。

20

#### 【 0 0 1 4 】

アノードガス供給流路 3 1 0 は、燃料電池 1 0 0 にアノードガスを導く。アノードガス供給流路 3 1 0 の一端は水素ガスタンク 3 2 0 に接続され、他端は燃料電池 1 0 0 内のアノードガス供給マニホールド 1 0 2 a に接続されている。循環流路 3 1 1 は、気液分離器 3 6 0 とアノードガス供給流路 3 1 0 とを接続する。循環流路 3 1 1 とアノードガス供給流路 3 1 0 との接続箇所は、インジェクタ 3 5 0 と燃料電池 1 0 0 との間に位置する。排水流路 3 1 2 は、気液分離器 3 6 0 が分離した水分を気液分離器 3 6 0 から排出するために用いられる。排水流路 3 1 2 の一端は気液分離器 3 6 0 に接続され、他端はバイパス流路 2 1 3 に接続されている。

30

#### 【 0 0 1 5 】

水素ガスタンク 3 2 0 は、アノードガスとしての高圧水素ガスを貯蔵している。遮断弁 3 3 0 は、アノードガス供給流路 3 1 0 における水素ガスタンク 3 2 0 の近傍に配置され、水素ガスタンク 3 2 0 からの水素ガスの供給の実行と停止とを切り替える。調圧弁 3 4 0 は、アノードガス供給流路 3 1 0 において遮断弁 3 3 0 の下流側且つインジェクタ 3 5 0 の上流側に配置されている。調圧弁 3 4 0 は、自身の上流側の一次圧を減圧することにより、下流側の二次圧を予め設定されている圧力に調整する。インジェクタ 3 5 0 は、アノードガス供給流路 3 1 0 において調圧弁 3 4 0 の下流側に配置されている。インジェクタ 3 5 0 は、燃料電池 1 0 0 にアノードガスを噴射する。このとき、インジェクタ 3 5 0 におけるアノードガスの噴射周期および噴射デューティが調整されることにより、燃料電池 1 0 0 へのアノードガスの供給量及びアノードガス供給流路 3 1 0 のガス圧が調整され得る。なお噴射デューティとは、噴射周期の一周期あたりに水素ガスを噴射する時間の割合を意味する。

40

#### 【 0 0 1 6 】

アノードガスは、アノードガス供給マニホールド 1 0 2 a を通って各単セル 1 1 0 に供給される。そして、各単セル 1 1 0 において供給されるアノードガスの一部が消費され、未使用のアノードガスは、アノードオフガスとしてアノードオフガス排出マニホールド 1 0 2 b を介して気液分離器 3 6 0 へと排出される。気液分離器 3 6 0 は、燃料電池 1 0 0 から排出されるアノードオフガスから水分を分離する。アノードオフガスには、各単セル 1 1 0 において電気化学反応に用いられなかった残余の水素ガスの他、電解質膜を介してカ

50

ソード側からアノード側へと透過した窒素ガスが含まれる。更に、アノードオフガスには、各単セル 110 において電解質膜を介してカソード側からアノード側へと透過した水が含まれる。気液分離器 360 は、アノードオフガスに含まれる水分をアノードオフガスから分離する。本実施形態において、気液分離器 360 は、エンドプレート 111a に設けられた凹部と、かかる凹部を覆うカバー部材とにより構成されている。エンドプレート 111a に設けられた凹部は、エンドプレート 111a の外側表面に開口し、エンドプレート 111a の厚さ方向が深さ方向となる形状を有する。かかる凹部には、アノードオフガス排出マニホールド 102b との連通孔が設けられている。上述のカバー部材の内部には、エンドプレート 111a に設けられた凹部と同様な凹部が形成されている。これら 2 つの凹部同士が向かい合って連通することにより、気液分離および水分貯留のための空間（以下、「分離用空間」と呼ぶ）が形成されている。分離用空間にアノードオフガスが流入して内部の壁面にぶつかることによりアノードオフガス中の水分が凝結して分離用空間の下方に導かれる。分利用空間の最下部には、排水流路 312 と連通する連通孔が設けられている。排気排水弁 380 が閉状態においては、分離用空間内に水が溜まることになる。これに対して、排気排水弁 380 が開状態においては、分離用空間に溜まった水が排出される。分離用空間の上方には、循環流路 311 との連通孔が設けられている。水分が分離された後のアノードオフガスは、かかる連通孔から循環流路 311 へと流入する。気液分離器 360 は、エンドプレート 111a の一部を構成要素として有しているため、燃料電池 100 の運転に伴って生じる廃熱は、気液分離器 360 に伝わり易い。

10

## 【0017】

ポンプ 370 は、循環流路 311 に配置され、気液分離器 360 により水分が分離された後のアノードオフガスを、アノードガス供給流路 310 に供給する。水分が分離された後のアノードオフガスには、上述のように各単セル 110 において使用されなかった残余のアノードガスが含まれている。このため、本実施形態の燃料電池システム 10 では、かかるアノードオフガスをアノードガス供給流路 310 に戻して燃料電池 100 に再び供給することにより燃費の向上を図っている。

20

## 【0018】

排気排水弁 380 は、排水流路 312 に配置され、気液分離器 360 からの水分の排出を制御する。本実施形態において、排気排水弁 380 は、気液分離器 360 に接して配置されている。本実施形態において、排気排水弁 380 は、開閉弁により構成されている。このため、開状態と閉状態の 2 つの状態のうちのいずれかの状態が選択的に設定され得る。排気排水弁 380 が開状態の場合、上述の分離用空間と排水流路 312 とが連通し、気液分離器 360 に溜まった水が排気排水弁 380 を介して排水流路 312 へと排出される。他方、排気排水弁 380 が閉状態の場合、分離用空間と排水流路 312 とは連通せず、したがって、気液分離器 360 に溜まった水は排出されない。なお、排気排水弁 380 を、開閉弁に代えて、複数の開度に調整可能な他の任意の種類弁により構成してもよい。

30

## 【0019】

圧力センサ 390 は、アノードガス供給流路 310 におけるガス圧（以下、「アノード供給圧力」と呼ぶ）を検出する。本実施形態において、圧力センサ 390 は、アノードガス供給流路 310 において循環流路 311 との接続箇所よりも水素ガスタンク 320 により近い位置に配置されている。上述のように、アノードガス供給流路 310 には、インジェクタ 350 から噴射された水素ガスと、循環流路 311 を介してポンプ 370 から送られるアノードオフガスとが供給される。したがって、圧力センサ 390 は、これらのガスの合計圧力を、アノード供給圧力として検出する。

40

## 【0020】

制御部 600 は、燃料電池 100 の運転および排気排水弁 380 の開閉の制御と、排気排水弁 380 の凍結の有無の判定を実行する。本実施形態において制御部 600 は、CPU (Central Processing Unit) と、RAM (Random Access Memory) と、ROM (Read Only Memory) とを有するコンピュータにより構成されている。CPU は、ROM に予め記憶されている制御プログラムを実行することにより、燃料電池 100 の運転の制

50

御、排気排水弁 380 の開閉の制御、排気排水弁 380 の凍結の有無の判定等を実行する機能部として機能する。本実施形態において、上述の各弁 230、240、330、340、380 は、いずれも電磁弁であり、制御部 600 と電氣的に接続されている。制御部 600 は、これらの各弁 230、240、330、340、380 の開度制御または開閉の切替動作の制御を行う。また、制御部 600 は、エアコンプレッサ 220、インジェクタ 350 およびポンプ 370 とそれぞれ電氣的に接続されており、エアコンプレッサ 220、インジェクタ 350 およびポンプ 370 の動作を制御する。

#### 【0021】

制御部 600 は、上述の燃料電池 100 の運転および排気排水弁 380 の開閉の制御と、排気排水弁 380 の凍結の有無の判定とに加えて、燃料電池 100 の運転に係る燃料電池システム 10 全体の制御を実行する。例えば、制御部 600 は、車両に搭載された図示しない車両制御装置から送信される運転要求および停止要求を受信し、これらの要求に応じて燃料電池 100 の運転または後述のシステム停止処理を実行する。燃料電池 100 の運転を実行する場合、制御部 600 は、車両制御装置から受信するアクセル開度および車速の情報や、補機類の動作状態を示す情報などを利用して、出力電流値および出力電圧値から成る燃料電池 100 の動作点を決定し、かかる動作点を実現するために燃料電池 100 に供給する水素ガスおよび空気の流量を決定する。また、制御部 600 は、決定された水素ガスおよび空気の流量を実現するように、各弁 330、340、230、240 と、インジェクタ 350 と、ポンプ 370 と、エアコンプレッサ 220 とを制御する。また、制御部 600 は、燃料電池 100 の運転中において、定期的に排気排水弁 380 に対して開動作を指示することにより、気液分離器 360 に溜まった水を排出するように制御する。また、制御部 600 は、圧力センサ 390 により検出された圧力値に基づきインジェクタ 350 の噴射量および噴射デューティを制御するフィードバック制御を行う。

#### 【0022】

図 1 では省略されているが、燃料電池システム 10 は、上述の燃料電池 100、カソード側ガス供給排出機構 200 およびアノード側ガス供給排出機構 300 に加えて、冷却媒体循環機構および電源回路を備えている。冷却媒体循環機構は、燃料電池 100 内に設けられた冷却媒体供給マニホールドおよび冷却媒体排出マニホールドを含む循環流路に冷却媒体を循環させることにより、燃料電池 100 の温度を調整する。冷却媒体循環機構は、上述の冷却媒体の循環流路の他、ラジエータや、冷却媒体を循環させるためのポンプなどを備える。電源回路は、燃料電池 100 と図示しない二次電池とのうちの少なくとも一方から、車両に搭載されている駆動モータや、各種補機に電力を供給する。電源回路は、DC-DC コンバータおよびインバータなどを備える。

#### 【0023】

上述のアノードガス供給流路 310 は、課題を解決するための手段における供給流路の下位概念に相当する。また、排気排水弁 380 は、課題を解決するための手段における弁の下位概念に相当する。

#### 【0024】

A2. 燃料電池システム 10 の制御：

上述のように、制御部 600 は燃料電池システム 10 の制御を実行する。この燃料電池システム 10 の制御には、システム停止処理が含まれる。後述するように、システム停止処理が実行されることにより排気排水弁 380 の凍結が抑制される。

#### 【0025】

図 2 は、第 1 実施形態におけるシステム停止処理の手順を示すフローチャートである。車両が停止し、利用者によって停止操作、例えば、車両の運転停止ボタンの押下が行われた場合に、車両制御装置は、燃料電池 100 の停止要求を制御部 600 に送信する。かかる停止要求が制御部 600 によって受信されると、システム停止処理が開始される。なお、利用者によって停止操作が行われる際、車両は停止しており、補機類への電力供給のための燃料電池 100 の運転（以下、「アイドリング運転」と呼ぶ）が実行されている。

#### 【0026】

10

20

30

40

50

制御部 600 は、排気排水弁の凍結の有無の判定処理（以下、「排気排水弁凍結判定処理」と呼ぶ）を実行する（ステップ S105）。本実施形態において、「凍結が有る」とは、凍った水により排気排水弁 380 の開閉動作が妨げられる状態を意味する。排気排水弁 380 の開閉動作が妨げられると、排気排水弁 380 を介したガスの流通が行われない状態となることがある。上記「ガスの流通が行われない状態」とは、ガスの流通が全く行われない状態に加えて、ガスの流通量が所定量未満である状態も含む広い概念を意味する。他方、「凍結が無い」とは、排気排水弁 380 を介したガスの流通が行われ得る状態、換言すると、上述の所定量以上のガスの流通が行われ得る状態であり、排気排水弁 380 の一部に凍った水が付着している状態を含む広い意味を有する。なお、上述のガスの所定量としては、例えば、排気排水弁凍結判定処理の実行中における合計流量として 100ml（ミリリットル）であってもよい。なお、100ml に限らず任意の量であってもよい。例えば、0ml 以上 200ml 以下の任意の値であってもよい。より好ましくは、0ml 以上 100ml 以下の任意の値であってもよい。

10

#### 【0027】

図 3 は、第 1 実施形態における排気排水弁凍結判定処理の手順を示すフローチャートである。制御部 600 は、圧力センサ 390 から送信される検出値を受信することによりアノード供給圧力を特定する（ステップ S205）。制御部 600 は、排気排水弁 380 に開動作を指示した後に、アノード供給圧力を再度特定する（ステップ S210）。上述のように、制御部 600 は、定期的に排気排水弁 380 に対して開動作を指示しており、ステップ S205 の後の開動作指示が実行された後に、ステップ S210 が実行され、アノード供給圧力が再度特定される。

20

#### 【0028】

制御部 600 は、ステップ S210 で特定されたアノード供給圧力は、前回特定された圧力（以下、「前回特定値」と呼ぶ）から所定の閾値以上低下したか否かを判定する（ステップ S215）。アノード供給圧力は前回特定値から所定の閾値以上低下していないと判定された場合（ステップ S215：NO）、制御部 600 は、排気排水弁 380 の凍結が有ると判定する（ステップ S220）。

#### 【0029】

これに対して、アノード供給圧力は前回特定値から所定の閾値以上低下したと判定された場合（ステップ S215：YES）、制御部 600 は、「アノード供給圧力は前回特定値から所定値以上低下した」との判定（判定結果）は、排気排水弁凍結判定処理の開始後において 5 回目の判定（判定結果）であるか否かを判定する（ステップ S225）。5 回目の判定でないと判定された場合（ステップ S225：NO）、上述のステップ S210 に戻る。他方、5 回目の判定であると判定された場合（ステップ S225：YES）、制御部 600 は、排気排水弁 380 の凍結が無いと判定する（ステップ S230）。5 回目の判定となる前にステップ S215 において「アノード供給圧力は前回特定値から所定値以上低下していない」と判定された場合、上述のように凍結が有ると判定されて排気排水弁凍結判定処理は終了する。したがって、ステップ S225 において 5 回目の判定であると判定される場合とは、5 回連続して「アノード供給圧力は前回特定値から所定値以上低下した」と判定される場合を意味する。そして、この場合、排気排水弁 380 の凍結が無いと判定される。

30

40

#### 【0030】

図 4 は、排気排水弁凍結判定処理の実行中におけるアノード供給圧力、インジェクタ 350 の動作状態、および排気排水弁 380 への動作指示内容を示すタイミングチャートである。図 4 において、上段はアノード供給圧力を示し、中段はインジェクタ 350 の動作状態を示し、下段は排気排水弁 380 の動作状態を示す。また、図 4 において、横軸は時刻を示す。なお、排気排水弁 380 の凍結が有る場合のアノード供給圧力を太い実線で示し、排気排水弁 380 の凍結が無い場合のアノード供給圧力を破線で示す。インジェクタ 350 のオンとは、インジェクタ 350 が水素ガスを噴射している状態を示し、インジェクタ 350 のオフとは水素ガスを噴射していない状態を示す。排気排水弁 380 の「開」と

50

は、制御部 600 が排気排水弁 380 に開動作を指示することを意味する。また、排気排水弁 380 の「閉」とは、制御部 600 が排気排水弁 380 に閉動作を指示することを意味する。

#### 【0031】

インジェクタ 350 が水素ガスを噴射する時刻 T1 から T2 までの期間において、アノード供給圧力は上昇する。時刻 T2 においてインジェクタ 350 による水素ガスの噴射が停止すると、燃料電池 100 における水素ガスの消費に伴ってアノード供給圧力は低下し始め、次にインジェクタ 350 による水素ガスの噴射が開始される時刻 T5 までアノード供給圧力の低下は継続する。排気排水弁 380 の凍結が無い場合、時刻 T5 よりも前の時刻 T4 において開動作の指示を受けると、排気排水弁 380 は開く。このため、気液分離器 360 内に溜まった水が排水流路 312 を介して排出されるとともに、循環流路 311 内のガスが排水流路 312 へと排出される。したがって、アノード供給圧力の単位時間当たりの低下量は、図 4 において破線で示すように急激に大きくなり、アノード供給圧力は急激に低下する。

10

#### 【0032】

他方、排気排水弁 380 の凍結が有る場合、時刻 T4 において開動作の指示を受けても、排気排水弁 380 は閉じた状態のまま開かない。このため、気液分離器 360 内に溜まった水と循環流路 311 内のガスとはいずれも排出されず、アノード供給圧力の単位時間当たりの低下量は、開動作の指示を受ける前から変化しない。したがって、排気排水弁 380 の凍結が有る場合における開動作の指示を送信する時刻 T4 よりも前の時刻 T3 におけるアノード供給圧力に対する、開動作の指示を送信後の時刻 T5 におけるアノード供給圧力の低下量（以下、単に「圧力低下量」と呼ぶ）P1 は、凍結が無い場合の圧力低下量 P2 よりも小さい。そこで、上述のステップ S215 の所定の閾値を、圧力低下量 P1 よりも大きく圧力低下量 P2 よりも小さい値に設定することにより、アノード供給圧力の低下量が所定の閾値以上に低下した場合に凍結が無いと判定し、所定の閾値以上に低下していない場合に凍結が有ると判定するようにしている。本実施形態では、時刻 T3 は、時刻 T2、すなわち、インジェクタ 350 がオンからオフに変化した時刻から所定時間経過後のタイミングとして設定されている。また、時刻 T5 は、時刻 T4、すなわち、排気排水弁 380 の開動作の指示を送信した時刻から所定時間経過後のタイミングとして設定されている。なお、排気排水弁 380 の凍結の有無による圧力低下量の相違は、時刻 T3 および時刻 T5 のアノード供給圧力に限らず、開動作の指示の送信前後の任意の時刻のアノード供給圧力において生じ得る。したがって、時刻 T3 および時刻 T5 の設定方法は、上記方法に限らず、開動作の指示の送信前後の時刻をそれぞれ設定可能な任意の方法により設定してもよい。図 2 に示すように、上述のステップ S220 または S230 が実行された後、図 2 に示すステップ S110 が実行される。

20

30

#### 【0033】

制御部 600 は、排気排水弁凍結判定処理の結果に基づき、排気排水弁 380 の凍結の有無を判定する（ステップ S110）。排気排水弁 380 の凍結が有ると判定された場合（ステップ S110：YES）、制御部 600 は、燃料電池 100 の運転を継続する（ステップ S125）。上述のように、システム停止処理が実行される際、車両は停止しており、アイドリング運転が実行されている。ステップ S125 では、かかるアイドリング運転が継続して実行される。ステップ S125 の後、上述のステップ S105 に戻る。なお、図 2 では、ステップ S125 は、便宜上 1 つのステップとして表されているが、ステップ S125 を省略してもよい。かかる構成においても、アイドリング運転は継続して実行されている。上述のように気液分離器 360 の一部はエンドプレート 111a により構成されているため、アイドリング運転が継続して実行されることにより、燃料電池 100 の廃熱は気液分離器 360 に継続的に伝わり、また、気液分離器 360 から排気排水弁 380 へと継続的に伝わる。このため、排気排水弁 380 の解凍が促進され、アイドリング運転が継続されるうちにステップ S110 において「排気排水弁 380 の凍結が無い」と判定されることとなる。

40

50

## 【 0 0 3 4 】

排気排水弁 3 8 0 の凍結が無いと判定された場合（ステップ S 1 1 0 : N O）、制御部 6 0 0 は、終了時暖機を実行する（ステップ S 1 1 5）。終了時暖機とは、システム停止処理の 1 つのステップとして実行される急速暖機を意味し、始動時暖機と同様な処理が実行される。具体的には、通常運転時に比べて発電効率の低い動作点において燃料電池 1 0 0 が運転される。例えば、供給する空気量を通常のアイドリング運転時に比べて極端に低減させることにより発電効率を低減させる処理が実行されてもよい。終了時暖機が実行されることにより、燃料電池 1 0 0 の廃熱は増大する。このため、燃料電池 1 0 0 内の水分の蒸発を促進でき、後述の停止処理において燃料電池 1 0 0 内の水の排出を促進できる。

## 【 0 0 3 5 】

ステップ S 1 1 5 の実行後、制御部 6 0 0 は、燃料電池 1 0 0 の停止処理を実行する（ステップ S 1 2 0）。本実施形態において、燃料電池 1 0 0 の停止処理には、補機類への給電停止に伴うインジェクタ 3 5 0 およびエアコンプレッサ 2 2 0 の動作停止に加えて、ポンプ 3 7 0 の駆動と、排気排水弁 3 8 0 の開動作とが含まれる。ポンプ 3 7 0 を駆動させることにより、燃料電池 1 0 0 のアノード側に流入するガス量を増大させて、燃料電池 1 0 0 内の水をより多く排出させることができる。また、排気排水弁 3 8 0 の開動作により気液分離器 3 6 0 に溜まった水分と、終了時暖機により酸化した燃料電池 1 0 0 内の水分、すなわち水蒸気とが排出される。このステップ S 1 2 0 が実行される際には、ステップ S 1 1 5 の実行により排気排水弁 3 8 0 の凍結は無くなっているため、排気排水弁 3 8 0 に対して開動作の指示が送信された場合、排気排水弁 3 8 0 の開動作は実際に行われる。したがって、上述の水分および水蒸気の排出が実行される。ステップ S 1 2 0 の実行後、システム停止処理は終了する。

## 【 0 0 3 6 】

図 5 は、システム起動時からシステム停止処理の完了までの期間におけるユーザ操作、温度、排気排水弁凍結判定処理、終了時暖機処理、および燃料電池 1 0 0 の停止処理の実行状況を示すタイミングチャートである。図 5 において、最上段はユーザ操作を示し、上から 2 段目は温度を示し、上から 3 段目は排気排水弁凍結判定処理の処理結果を示し、上から 4 段目は終了時暖機を示し、最下段は燃料電池 1 0 0 の停止処理を示す。また、図 5 において、横軸は時刻を示す。「温度」において、太い実線は、冷却媒体循環機構により循環される冷却媒体の温度（以下、「FC 水温」と呼ぶ）を示し、細い一点鎖線は、排気排水弁 3 8 0 の温度（以下、「弁温度」と呼ぶ）を示す。

## 【 0 0 3 7 】

時刻 T 1 1 に利用者が車両の起動スイッチ（S T）がオンすると、燃料電池 1 0 0 が起動し、FC 水温および弁温度は上昇する。その後、時刻 T 1 2 において、利用者は、車両の運転停止スイッチを押下（I G \_ O F F）する。すなわち、時刻 T 1 1 から T 1 2 までの期間において、車両は運転されている。図 5 の例では、時刻 T 1 1 から時刻 T 1 2 までの期間において、排気排水弁 3 8 0 は継続して凍結している。このような状況は、例えば、0 以下の低温環境において短時間だけ車両の運転が行われる場合などに起こり得る。FC 水温は時刻 T 1 2 の後も上昇を続け、時刻 T 1 3 に下降に転じる。燃料電池 1 0 0 の通常運転時の廃熱により温められた冷却媒体は、車両停止後も循環を続けるため水温は上昇を続けるが、その後、アイドリング運転となり廃熱量が減ると、FC 水温は降下に転じることとなる。弁温度は、時刻 T 1 1 から上昇し、時刻 T 1 3 を越えても上昇を続けている。これは、時刻 T 1 3 の後におけるアイドリング運転の継続的な実行により（ステップ S 1 2 5）、燃料電池 1 0 0 の廃熱が排気排水弁 3 8 0 に伝わるためである。その後、時刻 T 1 4 において排気排水弁 3 8 0 の凍結が無いと判定されると、終了時暖機が実行され（ステップ S 1 1 5）、FC 水温は急激に上昇する。時刻 T 1 5 において、終了時暖機が終了すると FC 水温および弁温度は降下する。このとき排気排水弁 3 8 0 の凍結は無いため、停止処理が実行された際に排気排水弁 3 8 0 は開動作を行うことができ、気液分離器 3 6 0 や排気排水弁 3 8 0 の近傍に溜まった水は外部へと排出される。

## 【 0 0 3 8 】

10

20

30

40

50

以上説明した第1実施形態の燃料電池システム10によれば、制御部600は、燃料電池100の運転中に燃料電池100の停止要求を受信する場合に、排気排水弁380の凍結の有無を繰り返し判定し、排気排水弁380の凍結が有ると判定する場合に、排気排水弁380の凍結が無いと判定するまでアイドル運転を継続するので、燃料電池100の運転に伴う廃熱によって排気排水弁380の解凍を促進できる。また、排気排水弁380の凍結が無いと判定する場合に、排気排水弁380を開く処理を含む燃料電池100の停止処理を実行するので、気液分離器360や排気排水弁380の近傍に溜まった水分を、排水流路312を介して排出でき、かかる水分による排気排水弁380の凍結を抑制できる。

【0039】

また、停止処理はポンプ370の駆動を含むので、アノードガス供給流路310から燃料電池100に供給されるガスの流量、すなわち、水分が分離された後のアノードオフガスと水素ガスの合計流量をポンプ370が停止した状態に比べて増大でき、燃料電池100内に溜まった水の排出を促進できる。

【0040】

また、制御部600は、排気排水弁380に対して開弁指示を送信する前のアノード供給圧力に対する開弁指示の送信後のアノード供給圧力の低下量を利用して排気排水弁380の凍結の有無を判定するので、排気排水弁380の凍結を精度良く判定できる。排気排水弁380の凍結が無い場合には、開弁指示に応じて排気排水弁380の開度が増して水分と共に気液分離器360内や循環流路311内のガスも排出されるため、循環流路311と連通するアノードガス供給流路310のガス圧は低下する。これに対して、排気排水弁380の凍結が有る場合、開弁指示を送信した場合の排気排水弁380の開度は排気排水弁380が凍結していない場合に比べて低く、排気排水弁380を介して排出されるガスの量は少ない。このため、排気排水弁380の凍結が有る場合と無い場合とで、開弁指示の送信前後のアノード供給圧力の低下量に差異が生じる。したがって、燃料電池システム10によれば、排気排水弁380の凍結を精度良く判定できる。

【0041】

B. 第2実施形態：

第2実施形態の燃料電池システム10のシステム構成は、第1実施形態の燃料電池システム10と同じであるので、同一の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0042】

図6は、第2実施形態におけるシステム停止処理の手順を示すフローチャートである。第2実施形態のシステム停止処理は、ステップS123およびステップS130を追加して実行する点において、第1実施形態におけるシステム停止処理と異なる。第2実施形態のシステム停止処理におけるその他の手順は、第1実施形態のシステム停止処理と同じであるので、同一の手順には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0043】

本実施形態では、ステップS120で実行される燃料電池100の停止処理を「第1停止処理」と呼ぶ。これは、後述の第2停止処理と区別するためである。第1停止処理では、上述のように、ポンプ370は駆動される。

【0044】

ステップS110において、排気排水弁380の凍結が有ると判定された場合（ステップS110：YES）、制御部600は、停止要求受信から所定時間経過したか否かを判定する（ステップS123）。本実施形態において、所定時間は、5分に設定されている。なお、5分に限らず、任意の時間を所定時間として設定してもよい。停止要求受信から所定時間経過していないと判定された場合（ステップS123：NO）、上述のステップS125が実行され、アイドル運転が継続される。これに対して、停止要求受信から所定時間経過したと判定された場合（ステップS123：YES）、制御部600は、第2停止処理を実行し（ステップS130）、システム停止処理は終了する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 5 】

第2停止処理は、ポンプ370の駆動を行わない点において、第1停止処理と異なる。したがって、第2停止処理には、補機類への給電停止に伴うインジェクタ350およびエアコンプレッサ220の動作停止と、排気排水弁380の開動作とが含まれる。但し、第2停止処理が実行される場合には、排気排水弁380の凍結が有るため、開動作の指示が送信されても排気排水弁380の開動作は実行できない。

## 【 0 0 4 6 】

以上説明した第2実施形態の燃料電池システム10は、第1実施形態の燃料電池システム10と同様な効果を有する。加えて、制御部600は、停止要求を受信してから所定期間の経過後まで継続的に排気排水弁380の凍結が有ると判定する場合に、ポンプ370の駆動を含まない停止処理である第2停止処理を実行するので、排気排水弁380が凍結した状態においてポンプ370を駆動することを抑制できる。アイドル運転の継続に伴って気液分離器360に貯留する水分量は増大する。しかし、第2実施形態の燃料電池システム10では、かかる状態においてポンプ370を駆動せずに燃料電池100を停止できるので、ポンプ370の駆動に伴って気液分離器360に貯留する水分が燃料電池100に向かって送り出されて燃料電池100内に入り込むことを抑制できる。このため、フラッシングの発生を抑制して燃料電池100の発電効率の低下を抑制できる。

## 【 0 0 4 7 】

C. 他の実施形態：

C1. 他の実施形態1：

各実施形態では、停止処理および第1停止処理には、ポンプ370の駆動が含まれていたが、ポンプ370の駆動を含まなくてもよい。かかる構成においても、各実施形態と同様な効果を有する。一般に、循環流路311の圧力は、大気からのガスの流入防止のために、大気圧以上となるように制御されている。このため、ポンプ370を駆動しない構成においても、排気排水弁380を開くことにより、気液分離器360に溜まった水を排出できる。また、上記構成によれば、ポンプ370の駆動を含まないので、気液分離器360内に溜まった水がポンプ370によって燃料電池100内に送り出される、換言すると汲み上げられることを抑制できる。また、第2実施形態の第2停止処理において、排気排水弁380の開動作の指示の送信を省略してもよい。第2停止処理が実行される場合、排気排水弁380の凍結が有る状態である。したがって、上述の構成とすることにより、無駄な開動作の指示を送信しなくて済み、制御部600の消費電力を抑えることができる。

## 【 0 0 4 8 】

C2. 他の実施形態2：

各実施形態では、排気排水弁凍結判定処理において、5回連続して「アノード供給圧力は前回特定値から所定値以上低下した」と判定された場合に、排気排水弁380の凍結が無いと判定されていたが、5回に限らず1回や6回などの任意の数だけ連続して「アノード供給圧力は前回特定値から所定値以上低下した」と判定された場合に、排気排水弁380の凍結が無いと判定されてもよい。

## 【 0 0 4 9 】

また、各実施形態では、開弁指示を送信する前のアノード供給圧力に対する開弁指示の送信後のアノード供給圧力の低下量が所定の閾値以上低下したか否かによって、排気排水弁380の凍結の有無を判定していたが、本開示はこれに限定されない。例えば、排気排水弁380が凍結している場合としていない場合とで、排気排水弁380に対して開動作を指示した場合のアノード供給圧力の値を予め実験によりそれぞれ求める。加えて、求められた各値を含む所定の圧力値範囲を、凍結が有る場合の圧力値範囲、および凍結が無い場合の圧力値範囲としてそれぞれ設定しておく。そして、ステップS210において特定されたアノード供給圧力値がいずれの場合の圧力値範囲に含まれるか否かによって、排気排水弁380の凍結の有無を判定してもよい。また、例えば、車両が外気温を取得可能な構成においては、取得された外気温を制御部600が取得する構成とし、取得された外気温が所定温度以下の場合に排気排水弁380の凍結が有ると特定し、所定温度よりも高い場

10

20

30

40

50

合には排気排水弁 380 の凍結が無いと判定してもよい。なお、上記所定温度は、例えば、0 としてもよい。また、例えば、排気排水弁 380 の近傍に温度センサを配置し、かかる温度センサの検出温度が所定温度以下の場合に排気排水弁 380 の凍結があると特定し、所定温度よりも高い場合には排気排水弁 380 の凍結が無いと判定してもよい。なお、かかる構成における所定温度も、例えば、0 としてもよい。また、例えば、排水流路 312 において排気排水弁 380 の下流側であって排気排水弁 380 の近傍にガス流量センサを配置する構成とし、かかるガス流量センサにより検出されるガス流量が所定流量以下の場合に排気排水弁 380 の凍結があると特定し、所定流量よりも大きい場合には排気排水弁 380 の凍結が無いと判定してもよい。なお、かかる構成における所定流量は、例えば、100ml としてもよい。また、例えば、排気排水弁 380 がソレノイドバルブである場合には、排気排水弁 380 に電圧を印加した際の電流値を測定し、かかる電流値により排気排水弁 380 の凍結の有無を判定してもよい。排気排水弁 380 が凍結している場合には、排気排水弁 380 に電圧を印加した場合に流れる電流は、凍結していない場合に比べて大きい。したがって、測定した電流値が閾値電流以上である場合に排気排水弁 380 の凍結があると判定してもよい。

【0050】

C3 . 他の実施形態 3 :

各実施形態では、制御部 600 は、車両に搭載されたコンピュータとして構成されていたが、本開示はこれに限定されない。例えば、車両を、図示しない管理サーバと通信可能な構成とし、かかる管理サーバが制御部 600 として機能する構成としてもよい。かかる構成においては、車両は、管理サーバからの指示の受信、および指示に応じた処理の実行結果を管理サーバに返信するための通信装置と、管理サーバから受信した指示に応じて、各弁 230、240、330、340、380、エアコンプレッサ 220、インジェクタ 350 およびポンプ 370 を制御する制御部とを備える構成としてもよい。かかる構成における車両と管理サーバとの通信は、例えば、ITS (高度道路交通システム) を利用した通信として実現してもよい。また、例えば、車両とは異なる他車両が備えるマイコンが各実施形態の制御部 600 として機能する構成としてもよい。かかる構成においては、車両と他車両とがいわゆる車車通信を行って、各動作の指示の送受信および、指示に応じた処理の実行結果の送受信を行ってもよい。

【0051】

C4 . 他の実施形態 4 :

各実施形態において、燃料電池システム 10 は、駆動モータに電力を供給するためのシステムとして、車両に搭載されて用いられていたが、本開示はこれに限定されない。例えば、車両に代えて、船舶や飛行機などの駆動用電源を必要とする他の任意の移動体に搭載されて使用されてもよい。また、定置型電源として、例えば、オフィスや家庭において屋内または屋外に設置されて用いられてもよい。また、燃料電池 100 に含まれる各単セル 110 は、固体高分子型燃料電池用の単セルであったが、リン酸型燃料電池、熔融炭酸塩型燃料電池、固体酸化物形燃料電池等、種々の燃料電池用の単セルとして構成してもよい。

【0052】

C5 . 他の実施形態 5 :

各実施形態における燃料電池システム 10 の構成は、あくまでも一例であり、種々変更可能である。例えば、排水流路 312 とバイパス流路 213 とを接続させずに、それぞれ独立してオフガスを排出する構成としてもよい。また、気液分離器 360 は、エンドプレート 111a を構成要素の一部として有していたが、エンドプレート 111a とは独立した装置として構成されてもよい。また、かかる構成においては、排気排水弁 380 は、気液分離器 360 と接しない構成とし、管により気液分離器 360 と接続する構成としてもよい。このような構成においても、燃料電池 100 のアイドルリング運転に伴う廃熱が、燃料電池 100 と気液分離器 360 とを接続する管、および気液分離器 360 と排気排水弁 380 とを接続する管を介して伝わり、排気排水弁 380 の解凍を促進できる。また、圧力センサ 390 の配置位置は、アノードガス供給流路 310 において、循環流路 311 との

10

20

30

40

50

接続箇所よりも水素ガスタンク 3 2 0 により近い位置であったが、かかる接続箇所よりも燃料電池 1 0 0 により近い位置であってもよい。

【 0 0 5 3 】

C 6 . 他の実施形態 6 :

上記実施形態において、ハードウェアによって実現されていた構成の一部をソフトウェアに置き換えるようにしてもよく、逆に、ソフトウェアによって実現されていた構成の一部をハードウェアに置き換えるようにしてもよい。例えば、制御部 6 0 0 の少なくとも一部の機能を、集積回路、ディスクリート回路、またはそれらの回路を組み合わせたモジュールにより実現してもよい。また、本開示の機能の一部または全部がソフトウェアで実現される場合には、そのソフトウェア(コンピュータプログラム)は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納された形で提供することができる。「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスクや CD - ROM のような携帯型の記録媒体に限らず、各種の RAM や ROM 等のコンピュータ内の内部記憶装置や、ハードディスク等のコンピュータに固定されている外部記憶装置も含んでいる。すなわち、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、データパケットを一時的ではなく固定可能な任意の記録媒体を含む広い意味を有している。

10

【 0 0 5 4 】

本開示は、上述の各実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態中の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

20

【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

1 0 ... 燃料電池システム、 1 0 0 ... 燃料電池、 1 0 2 a ... アノードガス供給マニホールド、 1 0 2 b ... アノードオフガス排出マニホールド、 1 1 0 ... 単セル、 1 1 1 a ... エンドプレート、 1 1 1 b ... エンドプレート、 2 0 0 ... カソード側ガス供給排出機構、 2 1 0 ... カソードガス取込流路、 2 1 1 ... カソード供給流路、 2 1 2 ... カソード排出流路、 2 1 3 ... バイパス流路、 2 2 0 ... エアコンプレッサ、 2 3 0 ... 三方弁、 2 4 0 ... 背圧弁、 3 0 0 ... アノード側ガス供給排出機構、 3 1 0 ... アノードガス供給流路、 3 1 1 ... 循環流路、 3 1 2 ... 排水流路、 3 2 0 ... 水素ガスタンク、 3 3 0 ... 遮断弁、 3 4 0 ... 調圧弁、 3 5 0 ... インジェクタ、 3 6 0 ... 気液分離器、 3 7 0 ... ポンプ、 3 8 0 ... 排気排水弁、 3 9 0 ... 圧力センサ、 6 0 0 ... 制御部、 P 1 ... 圧力低下量、 P 2 ... 圧力低下量、 T 1 ~ T 5、 T 1 1 ~ T 1 5 ... 時刻

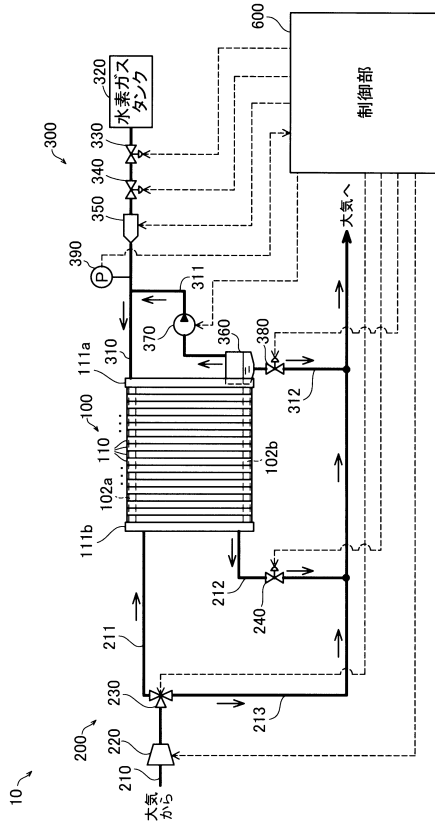
30

40

50

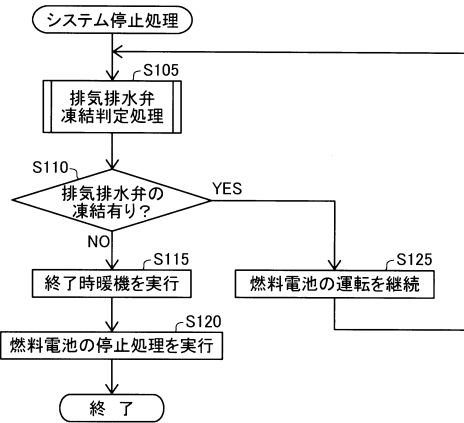
【図面】  
【図 1】

Fig.1



【図 2】

Fig.2

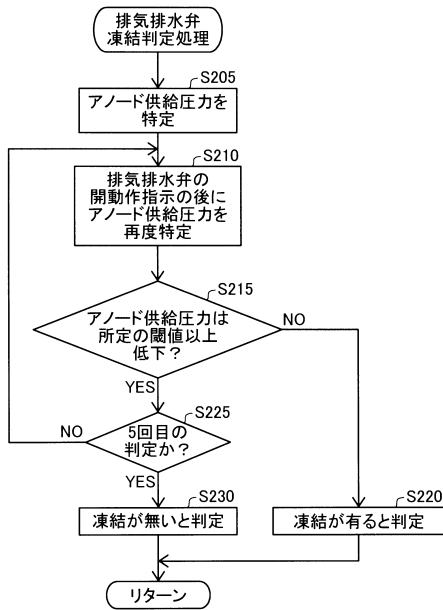


10

20

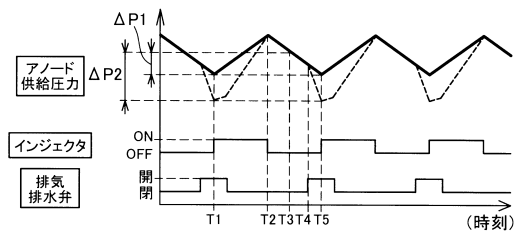
【図 3】

Fig.3



【図 4】

Fig.4



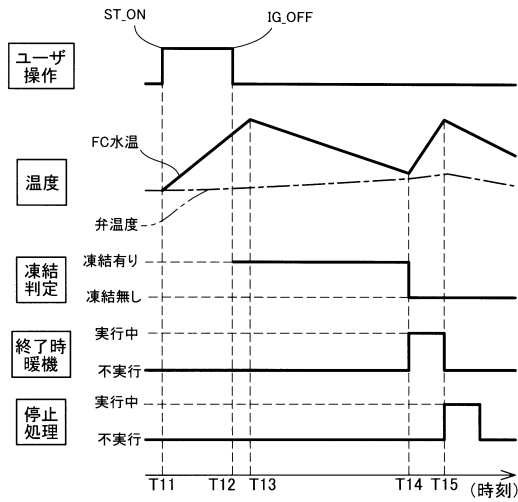
30

40

50

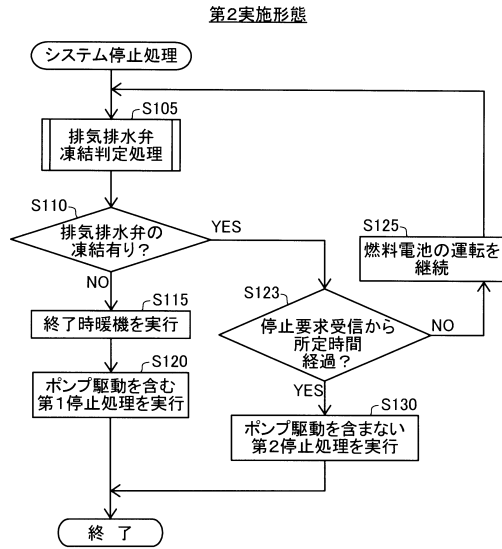
【図5】

Fig.5



【図6】

Fig.6



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 M 8/10 (2016.01)

H 0 1 M 8/10 1 0 1

B 6 0 L 58/30 (2019.01)

B 6 0 L 58/30

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 清水 康

(56)参考文献 特開2008-159299(JP,A)

特開2017-157273(JP,A)

特開2004-152599(JP,A)

特開2010-108757(JP,A)

特開2007-141812(JP,A)

特開2009-037865(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H 0 1 M 8 / 0 4 - 8 / 0 6 6 8