

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7302565号  
(P7302565)

(45)発行日 令和5年7月4日(2023.7.4)

(24)登録日 令和5年6月26日(2023.6.26)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 M 8/04 (2016.01)	H 0 1 M 8/04 N
H 0 1 M 8/0438(2016.01)	H 0 1 M 8/0438
H 0 1 M 8/04664(2016.01)	H 0 1 M 8/04664
H 0 1 M 8/04228(2016.01)	H 0 1 M 8/04228
H 0 1 M 8/10 (2016.01)	H 0 1 M 8/10 1 0 1
請求項の数 5 (全16頁) 最終頁に続く	

(21)出願番号	特願2020-166958(P2020-166958)	(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2年10月1日(2020.10.1)	(74)代理人	110000028 弁理士法人明成国際特許事務所
(65)公開番号	特開2022-59302(P2022-59302A)	(72)発明者	菅沼 寛之 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(43)公開日	令和4年4月13日(2022.4.13)	審査官	笹岡 友陽
審査請求日	令和4年9月20日(2022.9.20)		
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、  
 アノード供給口およびアノード排出口を備える燃料電池と、  
 前記アノード供給口に接続されているアノード供給管と、  
 前記アノード供給管に設けられ、弁の開閉により前記燃料電池に供給する燃料ガスの供給量を調節する燃料ガス供給部と、  
 前記アノード供給管における前記燃料ガス供給部と前記アノード供給口との間に備えられるエジェクタと、  
 前記アノード排出口と、前記エジェクタとを接続するアノード循環管と、  
 前記アノード循環管に備えられ、前記アノード循環管における前記燃料ガスの循環を停止することができる循環停止部と、  
 前記アノード供給管における前記エジェクタと前記アノード供給口との間の圧力を検出するための圧力センサと、  
 前記燃料ガス供給部および前記循環停止部を制御する制御装置と、を備え、  
 前記制御装置は、  
 前記圧力センサから取得した第一圧力が予め定められた下限値以下となった場合に、  
 前記燃料ガス供給部に対して、予め定められた供給量の前記燃料ガスを供給させる一定量供給制御を実行し、前記循環停止部に対して、前記アノード循環管における前記循環を停止させる循環停止制御を実行し、

前記一定量供給制御および前記循環停止制御を実行した後に前記圧力センサから取得した第二圧力を用いて、前記エジェクタおよび前記アノード循環管の異常を判定する、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であって、  
前記制御装置は、

前記第二圧力が予め定められた閾値と一致する場合、または単位期間あたりの前記第二圧力の変化量が予め定められた圧力範囲内である場合に、前記エジェクタの異常と判定し、

前記第二圧力が前記閾値よりも小さい場合、または前記第二圧力の変化量が前記圧力範囲よりも小さい場合に、前記燃料ガス供給部の閉異常と判定する、  
燃料電池システム。

10

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料電池システムであって、

前記制御装置は、前記第一圧力が予め定められた上限値以上となった場合に、前記燃料ガス供給部の開異常と判定する、  
燃料電池システム。

【請求項 4】

請求項 2 または請求項 3 に記載の燃料電池システムであって、

前記制御装置は、前記燃料電池システムの停止、および前記燃料電池の出力制限の少なくともいずれかを含む異常措置を実行することができ、

20

前記エジェクタの異常と判定した場合に、前記異常措置を実行せず、

前記燃料ガス供給部の閉異常または前記燃料ガス供給部の開異常と判定した場合に、前記異常措置を実行する、  
燃料電池システム。

【請求項 5】

燃料電池システムの制御方法であって、

燃料電池のアノード供給口に接続され、エジェクタを備えるアノード供給管の圧力が予め定められた下限値以下となった場合に、

前記燃料電池のアノード排出口と前記エジェクタとを接続するアノード循環管における流体の循環を停止する循環停止制御を実行するとともに、予め定められた供給量の燃料ガスを前記燃料電池に供給する一定量供給制御を実行し、

30

前記一定量供給制御および前記循環停止制御を実行した後の前記アノード供給管の圧力を用いて、前記エジェクタおよび前記アノード循環管の異常を判定する、  
燃料電池システムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、燃料電池システムおよび燃料電池システムの制御方法に関する。

【背景技術】

40

【0002】

燃料電池スタックの水素ガス入口と水素ガス供給部とを接続する主流路と、主流路に設けられ水素ガスを調整する燃料制御弁と、燃料電池スタックの水素ガス出口と主流路とを接続する循環路と、主流路と循環路との合流点に設けられるエジェクタとを備える水素循環装置が知られている（例えば、特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2010 - 049914 号公報

【発明の概要】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

【0004】

水素循環装置において、エジェクタおよび循環路を含む水素ガスの循環系の異常を検出できる技術が望まれていた。

## 【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。

【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、アノード供給口およびアノード排出口を備える燃料電池と、前記アノード供給口に接続されているアノード供給管と、前記アノード供給管に設けられ、弁の開閉により前記燃料電池に供給する燃料ガスの供給量を調節する燃料ガス供給部と、前記アノード供給管における前記燃料ガス供給部と前記アノード供給口との間に備えられるエジェクタと、前記アノード排出口と前記エジェクタとを接続するアノード循環管と、前記アノード循環管に備えられ、前記アノード循環管における前記燃料ガスの循環を停止することができる循環停止部と、前記アノード供給管における前記エジェクタと前記アノード供給口との間の圧力を検出するための圧力センサと、前記燃料ガス供給部および前記循環停止部を制御する制御装置と、を備える。前記制御装置は、前記圧力センサから取得した第一圧力が予め定められた下限値以下となった場合に、前記燃料ガス供給部に対して、予め定められた供給量の前記燃料ガスを供給させる一定量供給制御を実行し、前記循環停止部に対して、前記アノード循環管における前記循環を停止させる循環停止制御を実行し、前記一定量供給制御および前記循環停止制御を実行した後に前記圧力センサから取得した第二圧力を用いて、前記エジェクタおよび前記アノード循環管の異常を判定してよい。この形態の燃料電池システムによれば、一定量供給制御および循環停止制御を実行させた後に取得した第二圧力を用いることにより、エジェクタおよびアノード循環管を含むアノードガス循環系の異常を検出することができる。

10

20

(2) 上記形態の燃料電池システムであって、前記制御装置は、前記第二圧力または単位期間あたりの前記第二圧力の変化量が、予め定められた閾値と一致する場合または予め定められた圧力範囲内である場合に、前記エジェクタの異常と判定し、前記第二圧力または前記第二圧力の変化量が、前記閾値よりも小さい場合または前記圧力範囲よりも小さい場合に、前記燃料ガス供給部の閉異常と判定してよい。この形態の燃料電池システムによれば、燃料ガス供給部によるアノードガスの供給に関する異常と、エジェクタおよびアノード循環管を含むアノードガス循環系に関する異常とを区別して検出することができる。

30

(3) 上記形態の燃料電池システムであって、前記制御装置は、前記第一圧力が予め定められた上限値以上となった場合に、前記燃料ガス供給部の閉異常と判定してよい。この形態の燃料電池システムによれば、燃料ガス供給部によるアノードガスの供給に関する異常をより詳細に検出することができる。

(4) 上記形態の燃料電池システムであって、前記制御装置は、前記燃料電池システムの停止、および前記燃料電池の出力制限の少なくともいずれかを含む異常措置を実行することができ、前記エジェクタの異常と判定した場合に、前記異常措置を実行せず、前記燃料ガス供給部の閉異常または前記燃料ガス供給部の開異常と判定した場合に、前記異常措置を実行してよい。この形態の燃料電池システムによれば、不必要に燃料電池システムの性能が制限されることを低減または防止することができる。

40

本開示は、上記以外の種々の形態で実現可能であり、例えば、燃料電池システムの制御方法、燃料電池システムを搭載した車両、アノードガス流路の異常判定方法、これらの方法を実現するためのコンピュータプログラム、かかるコンピュータプログラムを記憶した記憶媒体等の形態で実現可能である。

## 【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】燃料電池システムの構成を示す説明図。

50

【図 2】エジェクタの内部の構成を示す概略断面図。

【図 3】本実施形態の燃料電池システムの制御装置が実行する異常判定制御を示すフロー図。

【図 4】制御装置がインジェクタの閉異常と判定する場合の一例を示すタイミングチャート。

【図 5】制御装置がエジェクタに異常ありと判定する場合の一例を示すタイミングチャート。

【発明を実施するための形態】

【0008】

A. 第 1 実施形態：

図 1 とともに図 2 を参照して第 1 実施形態としての燃料電池システム 100 の構成について説明する。図 1 は、本実施形態における燃料電池システム 100 の構成を示す説明図である。燃料電池システム 100 は、例えば、燃料電池 20 を駆動源とする燃料電池車両に搭載される。燃料電池システム 100 は、燃料電池 20 の発電電力を利用して、負荷に含まれる各種のデバイスを駆動させる。燃料電池システム 100 は、燃料電池 20、制御装置 60、酸化ガス給排系 30、燃料ガス給排系 50、を有する。燃料電池システム 100 は、さらに、燃料電池 20 に冷媒を循環させて燃料電池 20 の温度を調節する冷媒循環系を備えてよく、燃料電池 20 とともに負荷に対する電力源として機能する二次電池を備えてよい。

【0009】

燃料電池 20 は、電解質膜の両側にアノードとカソードとの両電極を接合させた膜電極接合体 (Membrane Electrode Assembly / M E A) を有する複数の燃料電池セルを積層したスタック構造を有する。燃料電池 20 は、水素ガスおよび空気を反応ガスとして供給されて発電する固体高分子形燃料電池であり、その発電電力を用いて負荷を駆動させる。負荷としては、例えば、燃料電池車両の駆動力を発生する駆動モータや、燃料電池車両内の空調のために用いられるヒータ等が含まれる。燃料電池 20 は、アノードガスとしての水素ガスをアノードに供給するためのアノード供給口 251 と、水素ガスをアノードから排出するためのアノード排出口 252 と、酸化ガスとしての空気をカソードに供給するためのカソード供給口 231 と、空気をカソードから排出するためのカソード排出口 232 とを備えている。燃料電池 20 は、固体高分子形に限らず、りん酸形、溶融炭酸塩形、固体酸化物形などの種々の方式の燃料電池であってよい。燃料電池システム 100 は、燃料電池車両のほか、家庭用電源や定置発電などに用いられてもよい。

【0010】

制御装置 60 は、論理演算を実行するマイクロプロセッサや ROM、RAM 等のメモリを備えるマイクロコンピュータで構成される。制御装置 60 は、マイクロプロセッサがメモリ内に記憶されているプログラムを実行することにより、燃料電池 20 の発電や、後述する一定量供給制御や循環停止制御を含む燃料電池システム 100 の種々の制御を実行する。

【0011】

酸化ガス給排系 30 は、カソードガス供給機能を有する酸化ガス供給系 30A と、カソードガス排出機能およびカソードガスバイパス機能を有する酸化ガス排出系 30B と、を備える。カソードガス供給機能とは、燃料電池 20 のカソードに、酸素を含む空気をカソードガスとして供給する機能を意味する。カソードガス排出機能とは、燃料電池 20 のカソードから排出される排ガスであるカソードオフガスを外部に排出する機能を意味する。カソードガスバイパス機能とは、供給されるカソードガスの一部を、燃料電池 20 に供給せず外部に排出する機能を意味する。

【0012】

酸化ガス供給系 30A は、カソードガス供給機能を有し、燃料電池 20 のカソードに、カソードガスとしての空気を供給する。酸化ガス供給系 30A は、カソード供給管 302 と、エアクリーナ 31 と、エアコンプレッサ 33 と、インタークーラ 35 と、入口弁 36

10

20

30

40

50

と、を有する。

【0013】

カソード供給管302は、燃料電池20のカソード供給口231に接続されており、燃料電池20のカソードに対する空気の供給流路として機能する。エアクリーナ31は、カソード供給管302のうちエアコンプレッサ33よりも空気の導入口側、すなわち上流側に設けられ、燃料電池20に供給される空気中の異物を除去する。

【0014】

エアコンプレッサ33は、カソード供給管302におけるエアクリーナ31と燃料電池20との間に設けられている。エアコンプレッサ33は、エアクリーナ31を通じて取り込んだ空気を圧縮してカソードに送り出す。エアコンプレッサ33としては、例えばターボコンプレッサが用いられる。エアコンプレッサ33は、制御装置60によって駆動制御される。制御装置60は、エアコンプレッサ33の回転数を制御して、下流側への空気の送出量を調節する。制御装置60は、エアコンプレッサ33と、バイパス弁39と、出口弁37とを協働させて、燃料電池20を流れる空気の流量や、カソード排出管306から排出する空気の流量を調節する。

10

【0015】

インタークーラ35は、カソード供給管302におけるエアコンプレッサ33と、カソード供給口231との間に設けられている。インタークーラ35は、エアコンプレッサ33によって圧縮されて高温となったカソードガスを冷却する。入口弁36は、予め定められた圧力のカソードガスが流入したときに機械的に開く開閉弁である。入口弁36は、燃料電池20のカソードへのカソードガスの流入を制御する。

20

【0016】

酸化ガス排出系30Bは、カソードオフガス排出機能を有し、カソード排出管306と、バイパス配管308と、バイパス弁39と、出口弁37と、排ガス排出口309とを備える。カソード排出管306は、その一端が燃料電池20のカソード排出口232に接続されるカソードオフガスの排出流路である。カソード排出管306は、カソードオフガスを含む燃料電池20の排ガスを、カソード排出管306の他端である排ガス排出口309に導いて大気へ排出する。カソード排出管306から大気中に排出される排ガスには、カソードオフガスの他に、アノード排出管504からのアノードオフガスや、バイパス配管308から流出した空気が含まれる。

30

【0017】

出口弁37は、カソード排出管306におけるカソード排出口232近傍に設けられている。より具体的には、出口弁37は、カソード排出管306において、カソード排出管306とバイパス配管308との接続位置よりも燃料電池20側に配置されている。出口弁37としては、例えば、電磁弁や電動弁を用いることができる。制御装置60は、出口弁37の開度を調整することによって、燃料電池20のカソードの背圧を調整する。

【0018】

バイパス配管308は、燃料電池20を経由することなく、カソード供給管302とカソード排出管306とを接続する管路である。バイパス配管308には、バイパス弁39が設けられている。バイパス弁39としては、例えば電磁弁や電動弁を用いることができる。バイパス弁39が開かれると、カソード供給管302を流れるカソードガスの少なくとも一部は、カソード排出管306に流入する。制御装置60は、バイパス弁39の開度を調整することによって、バイパス配管308に流入するカソードガスの流量を調整し、カソード排出管306を流動し排ガス排出口309から排出される空気の排出量を調整する。

40

【0019】

燃料ガス給排系50は、アノードガス供給機能を有する燃料ガス供給系50Aと、アノードガス排出機能を有する燃料ガス排出系50Cと、アノードガス循環機能を有する燃料ガス循環系50Bと、を備えている。アノードガス供給機能とは、燃料電池20のアノードに、燃料ガスを含むアノードガスを供給する機能を意味する。アノードガス排出機能と

50

は、燃料電池 20 のアノードから排出される排ガスであるアノードオフガスを外部に排出する機能を意味する。アノードガス循環機能とは、水素を含むアノードオフガスを燃料電池システム 100 内において循環させる機能を意味する。

【 0020 】

燃料ガス供給系 50A は、燃料電池 20 のアノードにアノードガスとしての水素を供給する。燃料ガス供給系 50A は、アノード供給管 501 と、燃料ガスタンク 51 と、開閉弁 52 と、レギュレータ 53 と、インジェクタ 54 と、圧力センサ 59 とを備えている。

【 0021 】

アノード供給管 501 は、アノードガスの供給源である燃料ガスタンク 51 と、燃料電池 20 のアノード供給口 251 とを接続している。燃料ガスタンク 51 は、例えば、10 ~ 70 MPa の高圧な水素を収容する貯蔵容器である。アノード供給管 501 は、燃料電池 20 のアノードに水素を導く。開閉弁 52 は、アノード供給管 501 において燃料ガスタンク 51 の出口近傍に設けられている。開閉弁 52 は、開弁状態において燃料ガスタンク 51 の水素を下流側へと流通させる。開閉弁 52 は、制御装置 60 からの制御信号に従って、開度を変更することが可能な電動弁や電磁弁であり、下流側に供給する水素の供給量を調整することができる。レギュレータ 53 は、減圧弁であり、アノード供給管 501 において開閉弁 52 よりも燃料電池 20 に近い下流側に設けられている。レギュレータ 53 は、制御装置 60 の制御によって、インジェクタ 54 よりも上流側における水素の圧力を調整し、例えば、数 MPa 程度にまで減圧する。

【 0022 】

インジェクタ 54 は、アノード供給管 501 における開閉弁 52 よりも下流側に設けられている。インジェクタ 54 は、弁の開閉により燃料電池 20 に供給するアノードガスの供給量を調節する燃料ガス供給部として機能する。より具体的には、インジェクタ 54 は、制御装置 60 によって制御され、設定された駆動周期や開弁時間に応じて開閉弁を電磁的に駆動してアノードガスの供給量を調節する。インジェクタ 54 が下流側に水素を供給すると、アノード供給管 501、燃料電池 20 のアノード、およびアノード循環管 502 の内圧は上昇する。インジェクタ 54 では、例えば、異物の混入等により、内部の電磁弁を少なくとも一時的に閉弁できなくなる異常（以下、「開異常」とも呼ぶ）や、電磁弁を少なくとも一時的に開弁できなくなる異常（以下、「閉異常」とも呼ぶ）が発生することがある。インジェクタ 54 の開異常が発生すると、例えば、水素が燃料電池 20 に供給され続けることによってアノード供給管 501 の内圧は上昇し続ける不具合が起こり得る。インジェクタ 54 の閉異常が発生すると、例えば、水素が燃料電池 20 に十分に供給できないといった不具合が起こり得る。この場合において、燃料電池 20 の発電による水素の消費等によってアノード供給管 501 の内圧は減少し続ける。

【 0023 】

圧力センサ 59 は、アノード供給管 501 におけるインジェクタ 70 と、アノード供給口 251 との間に設けられている。圧力センサ 59 は、インジェクタ 70 の下流側でアノード供給管 501 の内圧を取得し、制御装置 60 に出力する。

【 0024 】

燃料ガス循環系 50B は、燃料電池 20 のアノードから排出されるアノードオフガスを、気体成分と液体成分とを分離したうえでアノード供給管 501 に循環させる。燃料ガス循環系 50B は、アノード循環管 502 と、気液分離器 57 と、循環ポンプ 55 と、インジェクタ 70 と、を有する。

【 0025 】

アノード循環管 502 は、アノードから排出されるアノードオフガスをアノード供給管 501 へと導く。アノード循環管 502 の一端は、燃料電池 20 のアノード排出口 252 に接続され、他端は、インジェクタ 70 に接続されている。アノード循環管 502 には、気液分離器 57 と、循環ポンプ 55 とが備えられている。

【 0026 】

気液分離器 57 は、アノード循環管 502 に設けられ、水蒸気や窒素、ならびにアノー

10

20

30

40

50

ドガスとしての水素を含むアノードオフガスを、気体成分と液体成分とに分離し、液体成分を貯留する。気液分離器 5 7 は、アノード循環管 5 0 2 における循環ポンプ 5 5 とアノード排出口 2 5 2 との間に配置されている。

【 0 0 2 7 】

循環ポンプ 5 5 は、アノード循環管 5 0 2 における気液分離器 5 7 と、アノード供給管 5 0 1 との間に設けられている。循環ポンプ 5 5 は、制御装置 6 0 によって駆動制御されるモータ 5 6 を備えている。循環ポンプ 5 5 は、モータ 5 6 の駆動により、アノード循環管 5 0 2 に流入したアノードオフガスを、アノード排出口 2 5 2 からエジェクタ 7 0 に向かう方向に送出する。本実施形態では、循環ポンプ 5 5 は、モータ 5 6 の停止によってアノード供給管 5 0 1 内のアノードガスの循環を停止させる循環停止部としても機能する。インジェクタ 5 4 およびエジェクタ 7 0 によってアノードガスが十分に循環される場合には、循環ポンプ 5 5 は省略されてもよい。この場合において、燃料電池システム 1 0 0 は、例えば、循環ポンプ 5 5 に代えて、制御装置 6 0 によって制御可能な開閉弁を備えてよい。開閉弁は、制御装置 6 0 の制御によって閉弁することでアノード供給管 5 0 1 内のアノードガスの循環を停止させる循環停止部として機能する。

10

【 0 0 2 8 】

エジェクタ 7 0 は、アノード供給管 5 0 1 におけるインジェクタ 5 4 とアノード供給口 2 5 1 との間に設けられている。エジェクタ 7 0 は、インジェクタ 5 4 によるアノードガスの噴射によって発生する負圧を利用して、アノード循環管 5 0 2 のアノードオフガスを吸入する。エジェクタ 7 0 は、吸入したアノード循環管 5 0 2 のアノードオフガスを、インジェクタ 5 4 から供給されるアノードガスとともに燃料電池 2 0 に流通させる。エジェクタ 7 0 は、アノード循環管 5 0 2 のアノードオフガスを吸入するための作動流体として、燃料ガスタンク 5 1 に貯蔵される水素の圧力を利用する。換言すれば、燃料ガスタンク 5 1 に水素ガスを圧縮充填する際のエネルギーをアノードガスの循環に利用する。これにより、水素を昇圧する機構を備えることなく、アノード循環管 5 0 2 のアノードガスを吸入し、アノード供給管 5 0 1 に循環させることができる。このように構成された燃料電池システム 1 0 0 によれば、循環ポンプ 5 5 の負荷を軽減することができ、循環ポンプ 5 5 における消費電力を低減することができる。また、循環ポンプ 5 5 を省略または小型化することができる。

20

【 0 0 2 9 】

燃料ガス排出系 5 0 C は、アノードオフガスや気液分離器 5 7 に貯留された液水を外部へと排出する。燃料ガス排出系 5 0 C は、アノード排出管 5 0 4 と、排気排水弁 5 8 と、を有する。アノード排出管 5 0 4 の一端は、アノード循環管 5 0 2 における循環ポンプ 5 5 と、アノード排出口 2 5 2 との間に接続されている。本実施形態では、アノード排出管 5 0 4 の一端は、気液分離器 5 7 の排出口に接続されている。アノード排出管 5 0 4 の他端は、カソード排出管 3 0 6 におけるカソード排出口 2 3 2 と、排ガス排出口 3 0 9 との間に接続されている。アノード排出管 5 0 4 は、気液分離器 5 7 からの排水と、気液分離器 5 7 内を通過するアノードオフガスの一部とを燃料ガス給排系 5 0 から排出する。

30

【 0 0 3 0 】

排気排水弁 5 8 は、アノード排出管 5 0 4 に設けられ、アノード排出管 5 0 4 の流路を開閉する。排気排水弁 5 8 としては、例えば、ダイヤフラム弁を用いることができる。排気排水弁 5 8 は、制御装置 6 0 によって開閉制御される。本実施形態において、排気排水弁 5 8 が開かれると、気液分離器 5 7 に貯留された液水とアノードオフガスとが、カソード排出管 3 0 6 を通じて大気中へ排出される。

40

【 0 0 3 1 】

図 2 は、エジェクタ 7 0 の内部の構成を示す概略断面図である。エジェクタ 7 0 は、ノズル 7 2 と、吸入口 7 6 と、吸入室 7 8 と、ディフューザ 7 4 とを内部に備えている。ノズル 7 2 は、インジェクタ 5 4 の下流側において、アノード供給管 5 0 1 と接続されている。ノズル 7 2 の先端には、アノードガスを噴射するための開口である吐出口 7 2 2 が形成されている。ノズル 7 2 は、吸入室 7 8 に配置されている。吸入室 7 8 は、ノズル 7 2

50

周囲に負圧を形成させるための空間を規定している。吸入室 7 8 には、アノード循環管 5 0 2 のアノードオフガスを吸入するための吸入口 7 6 が備えられている。吸入口 7 6 にはアノード循環管 5 0 2 が接続されている。インジェクタ 5 4 から供給されるアノードガスは、ノズル 7 2 先端の吐出口 7 2 2 から噴射される。吐出口 7 2 2 からのアノードガスの噴射によって吸入室 7 8 に発生する負圧を利用して、アノード循環管 5 0 2 のアノードオフガスは吸入口 7 6 から吸入される。

#### 【 0 0 3 2 】

ディフューザ 7 4 は、ノズル 7 2 の下流側におけるアノードガスの流路である。ディフューザ 7 4 の流路の先端には、燃料電池 2 0 のアノード供給口 2 5 1 に接続されたアノード供給管 5 0 1 が接続されている。ディフューザ 7 4 の上流側の流路は、断面積が下流側に向かうにしたがって次第に狭くなるように形成され、下流側の流路は、先端に向かうにしたがって次第に広くなるように形成されている。ディフューザ 7 4 は、内部を流通する混合気の流速を減少させ、その運動エネルギーを圧力に変換する。より具体的には、ディフューザ 7 4 の上流側では、インジェクタ 5 4 から供給されるアノードガスと、アノード循環管 5 0 2 から吸引されるアノードオフガスとが混合され、ディフューザ 7 4 の下流側では、混合された流体が圧縮されて昇圧される。

#### 【 0 0 3 3 】

例えば、燃料電池システム 1 0 0 が低温環境下に曝されると、アノード循環管 5 0 2 から吸引されるアノードオフガスに含まれる水分等が吐出口 7 2 2 の近傍やディフューザ 7 4 を通過する際に冷却されて凍結することがある。ディフューザ 7 4 や吸入室 7 8 などのエジェクタ 7 0 内の流路で凍結が発生すると、吸入室 7 8 内の負圧が生成されにくくなり得る。その結果、エジェクタ 7 0 は、インジェクタ 5 4 から供給されるアノードガスを燃料電池 2 0 に供給できるものの、アノード循環管 5 0 2 のアノードオフガスを吸入できず十分に循環させることができなくなる。アノードオフガスがアノード供給管 5 0 1 に循環されにくくなることによって、エジェクタ 7 0 の下流側のアノード供給管 5 0 1 の圧力は、インジェクタ 5 4 によるアノードガスの供給とエジェクタ 7 0 によるアノードオフガスの循環とを含む正常時での圧力に対してアノードオフガスの循環量が失われる分だけ減少する。

#### 【 0 0 3 4 】

図 3 は、本実施形態の燃料電池システム 1 0 0 の制御装置 6 0 が実行する異常判定制御を示すフロー図である。本フローは、例えば、燃料電池システム 1 0 0 が運転を開始することにより開始する。本フローは、例えば、数 s e c . ごとなどの予め定められた期間ごとに繰り返し実行されてよい。燃料電池システム 1 0 0 が循環ポンプ 5 5 を備える場合には、本フローを実行する時点において、例えば、循環ポンプ 5 5 の異常の判定は完了しており、循環ポンプ 5 5 は正常に稼働する。

#### 【 0 0 3 5 】

ステップ S 1 0 では、制御装置 6 0 は、圧力センサ 5 9 から第一圧力 P 1 を取得する。ステップ S 2 0 では、制御装置 6 0 は、第一圧力 P 1 が予め定められた管理範囲内であるか否かを判定する。予め定められた管理範囲とは、燃料電池システム 1 0 0 の正常時において示し得るアノード供給管 5 0 1 の内圧の範囲を意味し、例えば、工程能力の管理規格を用いて設定することができる。本実施形態では、管理範囲は、低圧側の異常を検知するための下限値 L S L と、高圧側の異常を検知するための上限値 U S L とを用いて設定されている。上限値 U S L は、燃料電池システム 1 0 0 の各部に損傷を与え得る圧力値よりも十分に低い圧力値で設定されることが好ましい。下限値 L S L は、例えば、燃料電池 2 0 へのアノードガスの供給不足となり得る圧力値よりも高い圧力値で設定されていることが好ましい。制御装置 6 0 は、第一圧力 P 1 が下限値 L S L よりも大きく上限値 U S L よりも小さい場合に、第一圧力 P 1 が予め定められた管理範囲内であると判定し ( S 2 0 : L S L < P 1 < U S L )、本フローを終了する。

#### 【 0 0 3 6 】

第一圧力 P 1 が上限値 U S L 以上である場合 ( S 2 0 : U S L ≤ P 1 )、制御装置 6 0

は、ステップ S 4 0 に移行し、インジェクタ 5 4 の開異常と判定する。ステップ S 4 2 では、制御装置 6 0 は、インジェクタ 5 4 の開異常に対応する異常措置を実行する。インジェクタ 5 4 の開異常に対応する異常措置には、例えば、開閉弁 5 2 を閉弁させて燃料ガスタンク 5 1 からのアノードガスの供給を停止すること、アノード供給管 5 0 1 を減圧すること、ならびに燃料電池システム 1 0 0 の緊急停止等が含まれる。ステップ S 4 4 では、制御装置 6 0 は、燃料電池システム 1 0 0 の使用者や管理者、ならびに燃料電池システム 1 0 0 を搭載する燃料電池車両の運転者や管理者等に、インジェクタ 5 4 に開異常がある旨を報知する。報知する方法としては、例えば、燃料電池システム 1 0 0 や燃料電池システム 1 0 0 を搭載する燃料電池車両に備えられるディスプレイへの表示や、スピーカから出力される音声を用いられ、ネットワークを介したデータ通信などを用いて離れた管理者等に伝達されてもよい。インジェクタ 5 4 の開異常の報知のほか、燃料電池システム 1 0 0 の停止や燃料電池車両の停止を促すための報知を行ってもよい。ステップ S 4 4 の報知を終えると、制御装置 6 0 は、処理を終了する。

10

**【 0 0 3 7 】**

ステップ S 2 0 において、第一圧力 P 1 が下限値 L S L 以下である場合 ( S 2 0 : P 1 L S L )、制御装置 6 0 は、ステップ S 3 0 に移行する。制御装置 6 0 は、以下に示すステップ S 3 0 以降のフロー ( 以下、「異常判定」とも呼ぶ ) において、インジェクタ 5 4 によるアノードガスの供給に関する異常と、インジェクタ 7 0 およびアノード循環管 5 0 2 を含む燃料ガス循環系 5 0 B の異常とのいずれであるかの判定を開始する。なお、以下の異常判定では、排気排水弁 5 8 は閉弁された状態で実行される。異常判定において、燃料電池 2 0 の出力は制限されない。ただし、異常判定の精度をより向上させる観点から、異常判定中に燃料電池 2 0 の出力を制限させてもよく、燃料電池 2 0 の発電を停止させてもよい。

20

**【 0 0 3 8 】**

ステップ S 3 0 では、制御装置 6 0 は、インジェクタ 5 4 によるアノードガスの供給量を、予め定められた供給量に設定する一定量供給制御を実行する。制御装置 6 0 は、例えば、インジェクタ 5 4 の開閉弁を、当該予め定められた供給量に対応する駆動周期や開弁時間で駆動させることにより、アノードガスの供給量を一定量に調節する。本実施形態では、制御装置 6 0 は、この予め定められた供給量を、燃料電池 2 0 に要求される電力を発電するために必要なアノードガスの供給量で設定する。すなわち、一定量供給制御によってインジェクタ 5 4 から燃料電池 2 0 に供給されるアノードガスの供給量と、燃料電池 2 0 の発電によるアノードガスの消費量とが略一致する。なお、制御装置 6 0 は、後述のステップ S 3 2 においてアノードガスの循環を停止させる観点から、インジェクタ 5 4 によるアノードガスの供給量を、ステップ S 3 2 による循環停止によって発生する燃料電池 2 0 へのアノードガスの供給量の減少分を補填できる程度に大きくなるように設定する。一定量供給制御における予め定められた供給量は、燃料電池 2 0 の要求発電電力に基づいた設定には限定されず、任意に設定されてもよい。例えば、当該予め定められた供給量は、燃料電池 2 0 の要求発電電力に対応するアノードガスの供給量よりも大きい供給量で設定されてもよい。このように構成された燃料電池システム 1 0 0 によれば、アノード供給管 5 0 1 の内圧が下限値 L S L よりも大きい状態で異常判定を実行することができるので、燃料電池システム 1 0 0 の各部が低圧環境に曝されることを低減することができる。

30

40

**【 0 0 3 9 】**

ステップ S 3 2 では、制御装置 6 0 は、循環ポンプ 5 5 に対して、アノードガスの循環を停止させる循環停止制御を実行する。より具体的には、制御装置 6 0 は、循環ポンプ 5 5 のモータ 5 6 を停止させることによって循環ポンプ 5 5 を停止し、アノード循環管 5 0 2 におけるアノードオフガスの流動を停止させる。これにより、アノード供給管 5 0 1 には、一定量供給制御によりインジェクタ 5 4 から一定の供給量で供給されるアノードガスのみが流通され得る。

**【 0 0 4 0 】**

ステップ S 3 4 では、制御装置 6 0 は、圧力センサ 5 9 から第二圧力 P 2 を取得する。

50

第二圧力  $P_2$  とは、異常判定を実施している期間内でのアノード供給管 501 の内圧を意味する。異常判定中に燃料電池 20 が発電を行う場合には、第二圧力  $P_2$  は、燃料電池 20 の発電に伴うアノードガスの消費によって減少し得る。本実施形態において、制御装置 60 は、予め定められた期間において第二圧力  $P_2$  を複数回取得する。ステップ S36 では、制御装置 60 は、取得した複数の第二圧力  $P_2$  を用いて、単位期間あたりの第二圧力  $P_2$  の変化量  $CP$  を算出する。

#### 【0041】

ステップ S38 では、制御装置 60 は、第二圧力  $P_2$  の変化量  $CP$  と、予め定められた圧力範囲  $PT$  とを比較する。圧力範囲  $PT$  は、例えば、一定量供給制御によりインジェクタ 54 から供給されるアノードガスによる増圧と、燃料電池 20 の発電に伴うアノードガスの消費による減圧とを考慮した圧力の変化量を用いて設定することができる。本実施形態では、一定量供給制御におけるインジェクタ 54 からのアノードガスの供給量と、燃料電池 20 の発電によるアノードガスの消費量とが略一致することから、圧力範囲  $PT$  は、ゼロを中間値として、さらに、圧力センサ 59 による測定誤差と、インジェクタ 54 からのアノードガスの供給量の誤差に基づく下限値  $PTL$  から上限値  $PTU$  までの範囲が設定されている。圧力範囲  $PT$  は、ゼロを中間値として設定される場合に限らず、例えば、一定量供給制御において、燃料電池 20 の要求発電に必要なアノードガスの供給量よりも大きい供給量が供給される場合には、当該供給量による増圧に対応するゼロよりも大きい値を中間値として設定されてもよい。

#### 【0042】

ステップ S38 において、第二圧力  $P_2$  の変化量  $CP$  が圧力範囲  $PT$  よりも大きい場合、すなわち本実施形態において、変化量  $CP$  が上限値  $PTU$  よりも大きい場合 ( $S38 : PTU < CP$ )、制御装置 60 は、ステップ S70 に移行し、エジェクタ 70 およびインジェクタ 54 が正常であると判断し、処理を完了する。変化量  $CP$  が上限値  $PTU$  よりも大きくなる場合には、例えば、第一圧力  $P_1$  が、下限値  $LSL$  に到達した後、エジェクタ 70 内の凍結やインジェクタ 54 の閉異常が解消することによって再上昇する場合等が含まれる。

#### 【0043】

ステップ S38 において、第二圧力  $P_2$  の変化量  $CP$  が圧力範囲  $PT$  未満である場合、すなわち本実施形態において変化量  $CP$  が下限値  $PTL$  よりも小さい場合 ( $S38 : CP < PTL$ )、制御装置 60 は、ステップ S50 に移行し、インジェクタ 54 に閉異常ありと判定する。ステップ S52 では、制御装置 60 は、インジェクタ 54 の閉異常に対応する異常措置を実行する。インジェクタ 54 の閉異常に対応する異常措置には、例えば、燃料電池 20 の出力電力を正常時での要求電力よりも低減させる出力制限等が含まれる。ステップ S54 では、制御装置 60 は、ステップ S44 と同様に、燃料電池システム 100 の使用者等に対して、インジェクタ 54 の閉異常を報知する。ステップ S54 を終わると、制御装置 60 は、処理を終了する。

#### 【0044】

ステップ S38 において、第二圧力  $P_2$  の変化量  $CP$  が圧力範囲  $PT$  内である場合、すなわち本実施形態において変化量  $CP$  が下限値  $PTL$  以上かつ上限値  $PTU$  以下である場合 ( $S38 : PTL \leq CP \leq PTU$ )、制御装置 60 は、ステップ S60 に移行し、エジェクタ 70 に異常ありと判定する。制御装置 60 は、エジェクタ 70 およびアノード循環管 502 を含む燃料ガス循環系 50B に異常ありと判定してもよい。エジェクタ 70 の異常には、例えば、ディフューザ 74 などのエジェクタ 70 内の流路における液水の凍結等が含まれる。

#### 【0045】

ステップ S62 では、制御装置 60 は、ステップ S44 などと同様に、燃料電池システム 100 の使用者等にエジェクタ 70 に異常がある旨を報知する。なお、ステップ S60 においてエジェクタ 70 に異常ありと判定された場合では、制御装置 60 は、ステップ S42 やステップ S52 のような異常措置を実行しない。これは、ディフューザ 74 の凍結

などエジェクタ70内の流路に異常があった場合には、アノード循環管502からアノード供給管501へのアノードオフガスの循環量は減少するものの、インジェクタ54から供給されエジェクタ70を通過し燃料電池20へと供給されるアノードガスの供給量は減少しないことに基づく。ただし、制御装置60は、例えば、循環量の不足を補填するためにインジェクタ54による水素の供給量を増加させる制御や、燃料電池20の出力を低減させる制御等の異常措置を実行してもよく、循環ポンプ55の回転数を大きくするなど、アノードオフガスの循環量を大きくするための異常措置を実行してもよい。

#### 【0046】

図4は、制御装置60がインジェクタ54の閉異常と判定する場合の一例を示すタイミングチャートである。図4の最上段には、時間に対するアノード供給管501の内圧の変化を示すグラフが示されている。当該グラフの下側には、制御装置60によるインジェクタ54の一定量供給制御のオン・オフと、循環ポンプ55のモータ56を停止させる循環停止制御のオン・オフと、制御装置60による異常措置のオン・オフとが示されている。

10

#### 【0047】

時間 $t_0$ において、インジェクタ54の閉異常が発生すると、インジェクタ54は開弁できず、燃料電池20へのアノードガスの供給量が低減することから、第一圧力 $P_1$ は減少し始める。第一圧力 $P_1$ は、時間 $t_1$ において、下限値 $LSL$ に到達する。時間 $t_1$ では、制御装置60は、インジェクタ54と循環ポンプ55とに制御信号を送信し、インジェクタ54の一定量供給制御と、循環ポンプ55の循環停止制御とを開始する。図4に示すように、インジェクタ54は閉異常であることから、一定量供給制御の制御信号をインジェクタ54が受け付けたとしても開弁できず、時間 $t_1$ 以降も第二圧力 $P_2$ は低下する。

20

#### 【0048】

制御装置60は、一定量供給制御と循環停止制御とを開始してから予め定められた期間において、第二圧力 $P_2$ を複数回取得する。予め定められた期間を経過した時間 $t_2$ において、制御装置60は、取得した複数の第二圧力 $P_2$ を用いて第二圧力 $P_2$ の変化量 $CP$ を算出する。図4に示すように、変化量 $CP$ が下限値 $PTL$ 未満であるため、時間 $t_2$ において、制御装置60は、インジェクタ54に閉異常ありと判定する。制御装置60は、インジェクタ54の閉異常に対応する異常措置として、例えば、燃料電池20の出力電力を正常時での要求電力よりも低減させる。制御装置60は、異常措置とともに、インジェクタ54に閉異常がある旨の報知を燃料電池システム100の使用者等に報知する。

30

#### 【0049】

図5は、制御装置60がエジェクタ70に異常ありと判定する場合の一例を示すタイミングチャートである。図5に示す各項目は、図4に示す各項目と共通する。時間 $t_3$ において、例えば、ディフューザ74に液水の凍結が発生するなどのエジェクタ70およびアノード循環管502での異常が発生すると、アノードオフガスがアノード供給管501に十分に循環されない。その結果、第一圧力 $P_1$ は、アノードオフガスの循環量が低下する分だけ減少し始める。時間 $t_4$ において、第一圧力 $P_1$ は下限値 $LSL$ に到達する。時間 $t_4$ では、制御装置60は、インジェクタ54と循環ポンプ55とに制御信号を送信し、インジェクタ54の一定量供給制御と、循環ポンプ55の循環停止制御とを開始する。

#### 【0050】

制御装置60は、第二圧力 $P_2$ を複数取得して、時間 $t_5$ において、第二圧力 $P_2$ の変化量 $CP$ を算出する。図5に示すように、一定量供給制御によるインジェクタ54からのアノードガスの供給量は、燃料電池20の発電によるアノードガスの消費量と一致することにより、第二圧力 $P_2$ の変化量 $CP$ は、略ゼロを示す。制御装置60は、変化量 $CP$ が下限値 $PTL$ 以上、上限値 $PTU$ 以下の範囲内であることから、エジェクタ70に異常ありと判定する。制御装置60は、異常措置を実行することなく、燃料電池システム100の使用者等にエジェクタ70に異常がある旨の報知を行う。

40

#### 【0051】

以上、説明したように、本実施形態の燃料電池システム100によれば、制御装置60は、第一圧力 $P_1$ が予め定められた下限値 $LSL$ 以下となった場合に、インジェクタ54

50

に対して、予め定められた供給量のアノードガスを供給する一定量供給制御を実行させ、循環ポンプ55に対して、アノード循環管502における循環を停止する循環停止制御を実行させる。エジェクタ70およびアノード循環管502を含む燃料ガス循環系50Bに異常が発生した場合、アノードオフガスの循環量は減少するものの、インジェクタ54による燃料電池20への供給量は減少しにくい。したがって、一定量供給制御および循環停止制御を実行した状態の第二圧力P2を用いることによって、エジェクタ70およびアノード循環管502を含む燃料ガス循環系50Bの異常を判定することができる。

#### 【0052】

本実施形態の燃料電池システム100によれば、制御装置60は、第二圧力P2の変化量CPが予め定められた圧力範囲PT内である場合には、エジェクタ70の異常と判定し、第二圧力P2の変化量CPが、圧力範囲PTよりも小さい場合には、インジェクタ54の閉異常と判定する。したがって、インジェクタ54によるアノードガスの供給に関する異常と、エジェクタ70およびアノード循環管502によるアノードガスの循環に関する異常とを区別して検出することができる。

10

#### 【0053】

本実施形態の燃料電池システム100によれば、制御装置60は、第一圧力P1が上限値USL以上となった場合に、インジェクタ54の開異常と判定する。したがって、インジェクタ54によるアノードガスの供給に関する異常をより詳細に検出することができる。

#### 【0054】

本実施形態の燃料電池システム100によれば、制御装置60は、インジェクタ54の開異常または開異常と判定した場合に、燃料電池20へのアノードガスの供給停止、アノード供給管501の減圧、燃料電池システム100の緊急停止、ならびに燃料電池20の出力電力の低減等の異常措置を実行する。制御装置60は、エジェクタ70およびアノード循環管502の異常と判定した場合には異常措置を実行しない。エジェクタ70およびアノード循環管502による循環系の異常のように燃料電池20にアノードガスを供給することができ燃料電池20の発電電力が得られるような場合にまで異常措置が実行され、燃料電池20の出力が制限されることを低減または防止することができる。したがって、不必要に燃料電池システム100の性能を制限することを低減または防止することができる。

20

#### 【0055】

B. 他の実施形態：

(B1) 上記実施形態では、循環ポンプ55は、制御装置60によってモータ56が停止されることにより、アノード供給管501内のアノードオフガスの循環を停止させる。これに対して、循環ポンプ55は、制御装置60によって、例えばモータ56を逆転方向に回転駆動されることにより、アノード供給管501内の水素を、アノード供給管501からアノード排出口252に向かう方向に送出することによって、アノード供給管501へのアノードオフガスの循環を停止させてもよい。このように構成された燃料電池システム100によれば、循環停止制御において、アノードオフガスがアノード供給管501に循環されることをより確実に停止させることができる。このような効果は、例えば、アノード循環管502を流動するアノードガスがモータ56を停止している循環ポンプ55を通り抜けてしまうような場合に特に有効となる。循環ポンプ55の回転方向は、例えば、モータ56が三相誘導の電動機である場合には、二相のコイルの電流の流れる順序を入れ替えることによって切り替えることができる。循環ポンプ55によるガスの送出方向の切り替えは、モータ56の回転方向を利用するほか、循環ポンプ55の設置方向の切り替えや、循環ポンプ55内の流路の切り替えなどによって実現されてもよい。

30

40

#### 【0056】

(B2) 上記実施形態では、異常判定において、制御装置60は、第二圧力P2の変化量CPを用いる。これに対して、制御装置60は、異常判定において、第二圧力P2の変化量CPに代えて第二圧力P2を用いてもよい。この場合において、制御装置60は、例えば、異常判定を開始してから予め定められた期間を経過した時点で、第二圧力P2と、予

50

め定められた閾値とを比較する。閾値は、例えば、一定量供給制御によりインジェクタ54から供給されるアノードガスによる増圧と、燃料電池20の発電に伴うアノードガスの消費による減圧とを考慮した圧力を用いて設定することができる。例えば、一定量供給制御におけるインジェクタ54からのアノードガスの供給量と、燃料電池20の発電によるアノードガスの消費量とが略一致する場合には、閾値は、異常判定開始時点やステップS34で取得した第二圧力P2と同一の圧力で設定されてよい。閾値は、異常判定開始時点やステップS34で取得した第二圧力P2と同一の圧力に限らず、例えば、一定量供給制御において、燃料電池20の要求発電に必要なアノードガスの供給量よりも大きい供給量が供給される場合には、当該供給量による増圧に対応する値を用いて設定されてもよい。閾値は、圧力センサ59による測定誤差や、インジェクタ54によるアノードガスの供給量の誤差を考慮して、下限値から上限値までの範囲を設定されていることが好ましい。第二圧力P2が閾値と一致する場合、制御装置60は、エジェクタ70に異常ありと判定する。第二圧力P2が閾値と一致する場合としては、第二圧力P2が閾値と完全に一致する状態のほか、第二圧力P2の変化量CPが当該予め定められた範囲、すなわち下限値から上限値までの範囲内である状態を含む。この場合において、第二圧力P2が閾値未満である場合とは、第二圧力P2が閾値の下限値よりも小さい場合を意味する。第二圧力P2が閾値未満である場合、制御装置60は、インジェクタ54に閉異常ありと判定する。第二圧力P2が閾値よりも大きい場合とは、第二圧力P2が閾値の上限値よりも大きい場合を意味する。第二圧力P2が上限値よりも大きい場合、制御装置60は、エジェクタ70およびインジェクタ54が正常であると判断し、処理を完了する。

10

20

#### 【0057】

本開示は、上述の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。

#### 【符号の説明】

#### 【0058】

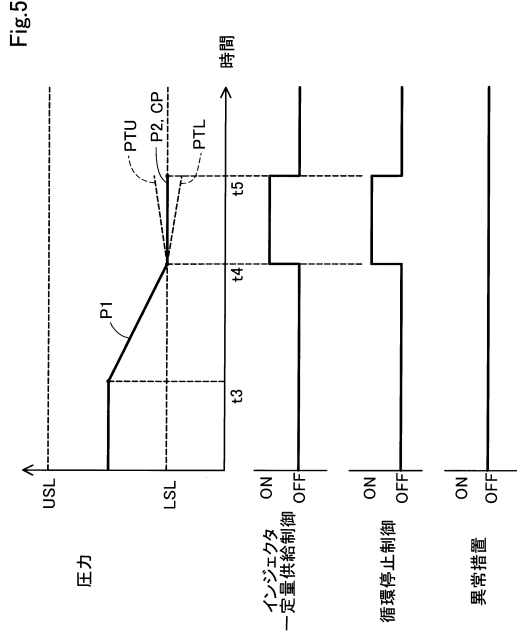
20...燃料電池、30...酸化ガス給排系、30A...酸化ガス供給系、30B...酸化ガス排出系、31...エアクリーナ、33...エアコンプレッサ、35...インタークーラ、36...入口弁、37...出口弁、39...バイパス弁、50...燃料ガス給排系、50A...燃料ガス供給系、50B...燃料ガス循環系、50C...燃料ガス排出系、51...燃料ガスタンク、52...開閉弁、53...レギュレータ、54...インジェクタ、55...循環ポンプ、56...モータ、57...気液分離器、58...排気排水弁、59...圧力センサ、60...制御装置、70...エジェクタ、72...ノズル、74...ディフューザ、76...吸入口、78...吸入室、100...燃料電池システム、231...カソード供給口、232...カソード排出口、251...アノード供給口、252...アノード排出口、302...カソード供給管、306...カソード排出管、308...バイパス配管、309...排ガス排出口、501...アノード供給管、502...アノード循環管、504...アノード排出管、722...吐出口

30

40



【 図 5 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- (51)国際特許分類
- |         |                |     |         |      |       |
|---------|----------------|-----|---------|------|-------|
| H 0 1 M | 8/12 (2016.01) | F I | H 0 1 M | 8/12 | 1 0 1 |
|---------|----------------|-----|---------|------|-------|
- (56)参考文献
- 特開 2 0 0 3 - 3 0 8 8 6 6 ( J P , A )
  - 特開 2 0 1 4 - 1 5 4 3 8 5 ( J P , A )
  - 特開 2 0 0 5 - 5 6 7 9 0 ( J P , A )
  - 再公表特許第 2 0 1 6 / 0 2 1 1 8 2 ( J P , A 1 )
  - 特開 2 0 0 5 - 2 3 5 4 5 3 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- H 0 1 M 8 / 0 4
  - H 0 1 M 8 / 0 4 3 8
  - H 0 1 M 8 / 0 4 6 6 4
  - H 0 1 M 8 / 0 4 2 2 8
  - H 0 1 M 8 / 1 0
  - H 0 1 M 8 / 1 2