

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7077657号
(P7077657)

(45)発行日 令和4年5月31日(2022.5.31)

(24)登録日 令和4年5月23日(2022.5.23)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 M	8/04 (2016.01)	H 0 1 M	8/04	Z
H 0 1 M	8/04746(2016.01)	H 0 1 M	8/04	J
H 0 1 M	8/0438(2016.01)	H 0 1 M	8/04	H
H 0 1 M	8/04664(2016.01)	H 0 1 M	8/04746	
		H 0 1 M	8/0438	

請求項の数 1 (全14頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2018-31735(P2018-31735)
 (22)出願日 平成30年2月26日(2018.2.26)
 (65)公開番号 特開2019-149234(P2019-149234
 A)
 (43)公開日 令和1年9月5日(2019.9.5)
 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 山中 富夫
 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 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
 (72)発明者 川口 亮太
 東京都日野市日野台3丁目1番地1 日
 野自動車株式会社内
 (72)発明者 大塚 忍

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、
 複数の燃料ガスタンクと、
 前記複数の燃料ガスタンクにそれぞれ設けられるシャット弁と、
 前記複数のシャット弁の下流側に共通に接続される高圧配管と、
 前記高圧配管の中の圧力を取得する高圧圧力センサと、
 前記高圧配管の下流側に互いに並列に接続される複数の調圧弁と、
 前記シャット弁のリークを検出するリーク検出部と、
 を備え、
 前記複数の調圧弁の下流にはそれぞれ、
 中圧配管と、
 前記中圧配管の下流に接続されるインジェクタと、
 前記インジェクタの下流に接続される燃料電池と、
 前記中圧配管の中の圧力を測定する中圧圧力センサと、
 が設けられ、
 前記リーク検出部は、
 前記複数のシャット弁を閉じた状態で、前記高圧配管の中の圧力が前記中圧配管の中の圧
 力以下とならないように、前記インジェクタを動作させて前記高圧配管の中の燃料ガスを
 前記調圧弁と前記中圧配管とを介して前記インジェクタの下流に移動させることで、前記

高圧配管の中の圧力を下げ、
前記インジェクタの動作を停止させた後の前記高圧配管の中の圧力の変動から前記シャット弁のリークの有無を検出する、
燃料電池システム。

【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】

特許文献1には、複数の燃料電池サブシステムを備える燃料電池システムが記載されている。各燃料電池サブシステムは、燃料ガスタンクと、燃料ガスタンクに接続されるシャット弁と、シャット弁に接続される高圧配管と、高圧配管に接続される調圧弁と、調圧弁の下流に接続される燃料電池を備えている。第1の燃料電池サブシステムの高圧配管と、第2の燃料電池サブシステムの高圧配管とは、連通管により接続されている。特許文献2には、燃料ガスタンクと、燃料ガスタンクに接続されるシャット弁と、シャット弁に接続される高圧配管と、高圧配管に接続される調圧弁と、調圧弁の下流に接続される燃料電池を備える燃料電池システムが開示されている。特許文献2の燃料電池システムでは、シャット弁を閉弁した後に発電を行って配管に残存する燃料ガスを消費させ、調圧弁の高圧側の高圧領域の圧力を調圧値以上の圧力まで低下させ、その後の高圧領域の圧力の変動を監視して、シャット弁のリークを検出している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2016-81724号公報

特開2007-48542号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1の複数の燃料電池サブシステムを備える燃料電池システムに特許文献2のリーク検出を適用しようとする場合、燃料電池サブシステムの調圧弁の下流の圧力を下げ、シャット弁と調圧弁との間の高圧配管の圧力を下げる。このとき、複数の燃料電池サブシステムの高圧配管が連通しているため、一方の燃料サブシステムの調圧弁の下流の圧力と、シャット弁と他方の調圧弁との間の高圧配管の圧力との関係は、一意に定まらない。他方の調圧弁の下流の圧力が高圧配管の圧力よりも高くなるような態様は、調圧弁の使用と態様としては想定されていない。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上述の課題を踏まえてなされたものであり、以下の形態として実現することが可能である。

【0006】

(1) 本発明の一形態によれば、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、燃料ガスタンクと、前記燃料ガスタンクに設けられるシャット弁と、前記シャット弁に接続される高圧配管と、前記高圧配管の中の圧力を取得する高圧圧力センサと、前記高圧配管の下流側に互いに並列に接続される複数の調圧弁と、前記シャット弁のリークを検出するリーク検出部と、を備え、前記複数の調圧弁の下流にはそれぞれ、中圧配管と、前記中圧配管の下流に接続されるインジェクタと、前記インジェクタの下流に接続される燃料電池と、前記中圧配管の中の圧力を測定する中圧圧力センサと、が設けられ、前記リーク検出部は、前記シャット弁を閉じた状態で、前記高圧配管の中の圧力が前記中圧配管の中の圧力以下とならないように、前記インジェクタを動作させて前記高圧配管の中の燃料

10

20

30

40

50

ガスを前記調圧弁と前記中圧配管とを介して前記インジェクタの下流に移動させることで、前記高圧配管の中の圧力を下げ、前記インジェクタの動作を停止させた後の前記高圧配管の中の圧力の変動から前記シャット弁のリークの有無を検出する。

【0007】

この形態によれば、インジェクタを動作させて高圧配管の中の燃料ガスを複数の調圧弁と中圧配管を介してインジェクタの下流に移動させるときにおいて、高圧配管の中の圧力は、中圧配管のいずれの中圧配管の中の圧力よりも高いので、燃料ガスが複数の調圧弁を逆流することは無く、調圧弁の使用と態様としては想定内のものとなり、信頼性の低下を抑制できる。

【0008】

本発明は、種々の形態で実現することが可能であり、例えば、燃料電池システムの他、燃料電池システムにおける燃料ガスタンクのシャット弁のリーク検出方法等の種々の形態で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】燃料電池システムを搭載する移動体の構成を模式的に示す説明図である。

【図2】リーク検出部によるシャット弁のリーク検出のフローチャートである。

【図3】リーク検出部によるシャット弁のリーク検出のタイミングチャートである。

【図4】許容減圧量と許容燃料ガス移動量との関係を示すマップの一例である。

【図5】許容燃料ガス移動量と、低圧配管加圧量との関係を示すマップの一例である。

【図6】第2実施形態におけるリーク検出部によるシャット弁のリーク検出のタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

・第1実施形態：

図1は、燃料電池システム26を搭載する移動体10の構成を模式的に示す説明図である。移動体10は、例えば、燃料電池バスである。燃料電池システム26は、独立して動作可能な燃料電池サブシステム20と、燃料電池サブシステム25と、連通管226と、制御部400と、を備える。

【0011】

燃料電池サブシステム20は、燃料ガスタンク200～204と、シャット弁210～214と、高圧配管220と、調圧弁230と、中圧配管240と、インジェクタ250と、低圧配管260と、燃料電池270と、温度センサ300～304と、高圧圧力センサ320と、中圧圧力センサ340と、低圧圧力センサ360と、を備える。

【0012】

燃料ガスタンク200～204は、燃料ガスを貯蔵する。本実施形態では、燃料ガスとして水素を用いる。燃料ガスタンク200～204には、それぞれ温度センサ300～304が設けられている。シャット弁210～214は、それぞれ燃料ガスタンク200～204に設けられ、燃料ガスタンク200～204からの燃料ガスの供給を電磁的にオン・オフする弁である。なお、図1では、図示していないが、燃料ガスタンク200～204とシャット弁210～214との間に、手動で開閉される主止弁が備えられている。高圧配管220は、シャット弁210～214の下流と、調圧弁230の上流を接続する。すなわち、5つの燃料ガスタンク200～204から供給される燃料ガスは、高圧配管220によって1つにまとめられる。高圧配管220には、高圧圧力センサ320が配置されている。

【0013】

高圧配管220の下流側には、調圧弁230が接続されている。調圧弁230の出口は、中圧配管240に接続されている。調圧弁230は、燃料ガスタンク200～204から高圧配管220に供給された高圧の燃料ガスの圧力を所定の圧力に減圧して中圧配管240に供給する。中圧配管240には、中圧圧力センサ340が設けられている。中圧配管

10

20

30

40

50

240の下流側は、3つに分岐され、それぞれインジェクタ250の入口に接続されている。インジェクタ250の出口は、低圧配管260に接続されている。インジェクタ250は、燃料ガスの圧力と量とを調整して低圧配管260に噴射する。図1に示す形態では、3本のインジェクタ250を備えているが、インジェクタ250の数は、1本以上であれば、何本でも良い。低圧配管260の上流側は、3本のインジェクタ250のそれぞれと接続されるように3つに分岐しており、低圧配管260の下流側は、1つに合流して、燃料電池270に接続されている。低圧配管260は、インジェクタ250によって噴射された燃料ガスを燃料電池270に供給する。低圧配管260には、低圧圧力センサ360が設けられている。

【0014】

燃料電池サブシステム25の構成は、燃料電池サブシステム20の構成と同じ構成であるので、説明を省略する。なお、図1では、燃料電池サブシステム25の各構成には、燃料電池サブシステム20の対応する構成の符号番号に5を加えた符号番号を付している。

【0015】

連通管226は、燃料電池サブシステム20の高圧配管220と燃料電池サブシステム25の高圧配管225とを連通している。このため、燃料電池サブシステム20の燃料ガスタンク200～204から供給された燃料ガスを燃料電池サブシステム25の燃料電池275で使用することや、燃料電池サブシステム25の燃料ガスタンク205～209から供給された燃料ガスを燃料電池サブシステム20の燃料電池270で使用する事が可能である。なお、連通管226の中の圧力は、高圧配管220、225の中の圧力と同じように高圧である。そのため、本実施形態では、高圧配管220、225と連通管226とを合わせて、「高圧配管227」と呼ぶ。なお、高圧配管227から見れば、2つの燃料電池サブシステム20、25の調圧弁230、235は、高圧配管227の下流側で互いに並列に接続される複数の調圧弁である。

【0016】

制御部400は、移動体10全体の制御を司り、移動体10の運転者の要求に応じて、シャット弁210～219、インジェクタ250、255の動作を制御する。制御部400は、リーク検出部410を備える。リーク検出部410は、シャット弁210～219のリークを検出する。

【0017】

図2は、リーク検出部410によるシャット弁のリーク検出のフローチャートである。図3は、リーク検出部410によるシャット弁のリーク検出のタイミングチャートである。

【0018】

ステップS100では、リーク検出部410は、シャット弁210～219のリーク検出を実行する前の準備を行う。具体的には、リーク検出部410は、以下の処理を実行する。(1)リーク検出部410は、高圧配管227の中の圧力PHをどの程度まで減圧できるか、許容減圧量 $Phalw$ を算出する。ここで、高圧配管227の中の圧力PHは、高圧圧力センサ320により測定される高圧配管220の中の圧力PH1と、高圧圧力センサ325により測定される高圧配管220の中の圧力PH2の低い方の圧力である。リーク検出部410は、リーク検出を実行する前における高圧配管227の中の圧力PHの最小値 $PHmin$ と、リーク検出を実行する前における中圧配管240の中の圧力PM1と中圧配管245の中の圧力PM2の最大値 $PMmax$ と、の差を、許容減圧量 $Phalw$ として算出する。このように高圧配管227の中の圧力の最小値 $PHmin$ と中圧配管240、245の中の圧力の最大値 $PMmax$ との差を許容減圧量 $Phalw$ として設定すれば、シャット弁210～219の燃料ガスタンク200～209側と、高圧配管227の中の圧力差PHを大きくできるので、シャット弁210～219のリークを検出し易くできる。さらに、高圧配管227の圧力PHを許容減圧量 $Phalw$ だけ低下させても、高圧配管220の中の圧力PH1が中圧配管240の中の圧力PM1よりも高く、且つ、高圧配管225の中の圧力PH2が中圧配管245の中の圧力PM2よりも高い状態を維持できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

(2) リーク検出部 4 1 0 は、許容減圧量 P_{halw} と、高圧配管 2 2 7 の配管内部の容積と、温度センサ 3 0 0 ~ 3 0 9 で測定された温度の平均値と、を用いて、許容燃料ガス移動量 Q_{max} を取得する。許容燃料ガス移動量 Q_{max} は、高圧配管 2 2 7 の中の圧力 P_H を許容減圧量 P_{halw} だけ下げの場合に、高圧配管 2 2 7 の中からどの程度の燃料ガスの量を移動させるか、その移動量を示す。許容燃料ガス移動量 Q_{max} の燃料ガスを移動させれば、高圧配管 2 2 7 の中の圧力 P_H を、許容減圧量 P_{halw} だけ下げることができる。リーク検出部 4 1 0 は、許容減圧量 P_{halw} と、高圧配管 2 2 7 の配管内部の容積と、温度センサ 3 0 0 ~ 3 0 9 で測定された温度の平均値と、を用いて、気体の状態方程式を解くことによって、許容燃料ガス移動量 Q_{max} を算出して取得できる。

10

【 0 0 2 0 】

リーク検出部 4 1 0 は、マップを用いて、許容減圧量 P_{halw} から許容燃料ガス移動量 Q_{max} を取得してもよい。図 4 は、許容減圧量と燃料ガス移動量との関係を示すマップの一例である。リーク検出部 4 1 0 は、温度毎に作成された複数のマップを有していても良い。本実施形態では、温度センサ 3 0 0 ~ 3 0 9 で測定された燃料ガスタンク 2 0 0 ~ 2 0 9 の温度の平均値を用いたが、温度センサ 3 0 0 ~ 3 0 9 うちの一部の温度センサで測定された温度の平均値でもよい。また、予め定められている 1 つの温度センサで測定された温度を用いてもよい。また、温度センサ 3 0 0 ~ 3 0 9 で測定された温度のうち、最大値を用いてもよい。高圧配管 2 2 7 に温度センサを設けて、その温度センサで測定された温度を用いてもよい。

20

【 0 0 2 1 】

(3) リーク検出部 4 1 0 は、許容燃料ガス移動量 Q_{max} を用いて、燃料電池サブシステム 2 0 の低圧配管 2 6 0 に移動させる燃料ガス移動量 Q_{low1} と、燃料電池サブシステム 2 5 の低圧配管 2 6 5 に移動させる燃料ガス移動量 Q_{low2} とを算出する。このとき、リーク検出部 4 1 0 は、燃料ガス移動量 Q_{low1} と燃料ガス移動量 Q_{low2} が等しくなるように算出してもよい。また、リーク検出部 4 1 0 は、低圧配管の内部の容積と燃料電池のアノード容積の和に応じて燃料ガス移動量 Q_{low1} と燃料ガス移動量 Q_{low2} を算出してもよい。具体的には、リーク検出部 4 1 0 は、燃料ガス移動量 Q_{low1} を、 $Q_{max} \times (\text{低圧配管 } 260 \text{ の内部の容積} + \text{燃料電池 } 270 \text{ のアノード容積}) / (\text{低圧配管 } 260 \text{ の内部の容積} + \text{燃料電池 } 270 \text{ のアノード容積} + \text{低圧配管 } 265 \text{ の内部の容積} + \text{燃料電池 } 275 \text{ のアノード容積})$ で算出し、燃料ガス移動量 Q_{low2} を、 $Q_{max} \times (\text{低圧配管 } 265 \text{ の内部の容積} + \text{燃料電池 } 275 \text{ のアノード容積}) / (\text{低圧配管 } 260 \text{ の内部の容積} + \text{燃料電池 } 270 \text{ のアノード容積} + \text{低圧配管 } 265 \text{ の内部の容積} + \text{燃料電池 } 275 \text{ のアノード容積})$ で算出する。リーク検出部 4 1 0 が、低圧配管の内部の容積と燃料電池のアノード容積の和に応じて燃料ガス移動量 Q_{low1} と燃料ガス移動量 Q_{low2} を算出すれば、後述する低圧配管 2 6 0 を加圧する低圧配管加圧量 P_{low1} の大きさと低圧配管 2 6 5 を加圧する低圧配管加圧量 P_{low2} の大きさとを等しくできる。なお、リーク検出部 4 1 0 は、燃料ガス移動量 Q_{low1} と燃料ガス移動量 Q_{low2} との和が許容燃料ガス移動量 Q_{max} となるように、燃料ガス移動量 Q_{low1} と燃料ガス移動量 Q_{low2} とを算出する必要は無く、燃料ガス移動量 Q_{low1} と燃料ガス移動量 Q_{low2} の和が、許容燃料ガス移動量 Q_{max} 以下を満たすように燃料ガス移動量 Q_{low1} と燃料ガス移動量 Q_{low2} とを算出すればよい。

30

40

【 0 0 2 2 】

(4) リーク検出部 4 1 0 は、燃料ガス移動量 Q_{low1} と、低圧配管 2 6 0 の中の容積と、燃料電池 2 7 0 のアノード容積と、温度センサ 3 0 0 ~ 3 0 9 で測定された燃料ガスタンク 2 0 0 ~ 2 0 9 の温度の平均値と、を用いて、低圧配管 2 6 0 を加圧する低圧配管加圧量 P_{low1} を取得し、燃料ガス移動量 Q_{low2} と、低圧配管 2 6 5 の中の容積と、燃料電池 2 7 5 のアノード容積と、温度センサ 3 0 0 ~ 3 0 9 で測定された燃料ガスタンク 2 0 0 ~ 2 0 9 の温度の平均値と、を用いて、低圧配管 2 6 5 を加圧する低圧配管

50

加圧量 P_{low2} を取得する。ここで、低圧配管加圧量 P_{low1} 及び低圧配管加圧量 P_{low2} は、インジェクタ 250、255 を駆動して燃料ガスを低圧配管 260、265 に送るときに低圧配管 260、265 をそれぞれどれだけ加圧すれば、高圧配管 227 から合わせて許容燃料ガス移動量 Q_{max} の燃料ガスを減少させることができるかを示す。リーク検出部 410 は、気体の状態方程式を解くことによって、低圧配管加圧量 P_{low1} 及び低圧配管加圧量 P_{low2} を算出して取得する。なお、リーク検出部 410 は、マップを用いて、燃料ガス移動量 Q_{low1} から低圧配管加圧量 P_{low1} を取得し、燃料ガス移動量 Q_{low2} から低圧配管加圧量 P_{low2} を取得しても良い。図 5 は、許容燃料ガス移動量と、低圧配管加圧量との関係を示すマップの一例である。図 5 では、低圧配管加圧量 P_{low1} を取得するためのマップと低圧配管加圧量 P_{low2} を取得するためのマップを同じマップとしているが、リーク検出部 410 は、低圧配管加圧量 P_{low1} を取得するためのマップと低圧配管加圧量 P_{low2} を取得するためのマップを、別個に有していても良い。また、リーク検出部 410 は、温度毎に作成された複数のマップを有していても良い。

10

【0023】

図 2 のステップ S200 では、リーク検出部 410 は、シャット弁 210 ~ 219 を閉弁する。ステップ S300 では、リーク検出部 410 は、インジェクタ 250 を駆動して低圧配管 260 を P_{low1} だけ加圧することで燃料ガス移動量 Q_{low1} の燃料ガスを低圧配管 260 に移動させ、インジェクタ 255 を駆動して低圧配管 265 を P_{low2} だけ加圧することで燃料ガス移動量 Q_{low2} の燃料ガスを低圧配管 265 に移動させる。これらの低圧配管 260、265 への燃料ガスの移動に伴って高圧配管 227 の燃料ガスの量が最大で許容燃料ガス移動量 Q_{max} だけ減少し、高圧配管 227 の中の圧力 P_H が最大で許容減圧量 P_{half} だけ減少する。なお、中圧配管 240 の中の圧力 P_M1 は、調圧弁 230 の動作により一定に保たれ、中圧配管 245 の中の圧力 P_M2 は、調圧弁 235 の動作により、一定に保たれる。したがって、低圧配管 260、265 への燃料ガスの移動後の高圧配管 227 の中の圧力 P_H が、中圧配管 240 の中の圧力 P_M1 よりも高く、中圧配管 245 の中の圧力 P_M2 よりも高い状態を維持できる。そのため、燃料ガスは、調圧弁 230 を介して中圧配管 240 から高圧配管 227 に逆流せず、調圧弁 235 を介して中圧配管 245 から高圧配管 227 に逆流しない。

20

【0024】

ステップ S400 では、リーク検出部 410 は、インジェクタ 250、255 の駆動を停止する。ステップ S500 では、リーク検出部 410 は、高圧配管 227 の中の圧力 P_H を監視し、シャット弁 210 ~ 219 のリークの有無を検出する。インジェクタ 250、255 の駆動の停止後、図 3 の破線で示す様に高圧配管 227 の中の圧力 P_H が増加する場合には、リーク検出部 410 は、シャット弁 210 ~ 219 の少なくとも一つにリークがあると判断する。一方、インジェクタ 250、255 の駆動の停止後、図 3 の一点鎖線で示す様に高圧配管 227 の中の圧力 P_H が減少する場合には、リーク検出部 410 は、燃料電池システム 26 の外部に燃料ガスがリークする外部リークがあると判断する。インジェクタ 250、255 の駆動の停止後、図 3 の実線で示す様に高圧配管 227 の中の圧力 P_H がほぼ変化しない場合には、リーク検出部 410 は、シャット弁 210 ~ 219 のリーク及び外部リークのいずれもが生じていないと判断する。

30

40

【0025】

リーク検出部 410 は、高圧配管 220、225 の中の圧力 P_H1 、 P_H2 を常時監視する必要は無く、例えば、インジェクタ 250、255 の駆動を停止した時刻 t_1 で高圧配管 227 の中の圧力 P_H を取得し、インジェクタ 250、255 の駆動を停止して一定時間経過した後の時刻 t_2 で高圧配管 227 の中の圧力 P_H を取得し、これらと比較して、リークを判断してもよい。例えば、リーク検出部 410 は、時刻 t_2 における高圧配管 227 の中の圧力 P_H を時刻 t_1 における高圧配管 227 の中の圧力 P_H と比較して、(a) 予め定められた値以上大きくなっている場合に、シャット弁 210 ~ 219 の少なくとも一つにリークがあると判断し、(b) 予め定められた値以上小さくなっている場合に、

50

外部リークがあると判断し、(c) 予め定められた値以上大きくなっておらず、予め定められた値以上小さくなっていない場合には、シャット弁 210～219 のリーク及び外部リークのいずれもが生じていない、と判断してもよい。

【0026】

以上、第1実施形態によれば、リーク検出部 410 は、シャット弁 210～219 を閉弁した後、インジェクタ 250、255 を駆動して低压配管 260、265 を加圧することで燃料ガスを高压配管 227 から低压配管 260、265 に移動させ、その後、インジェクタ 250、255 の駆動を停止して、高压配管 227 の中の圧力 PH を監視し、高压配管 227 の中の圧力 PH の変動から、シャット弁 210～219 のリークを検出できる。

【0027】

第1実施形態によれば、リーク検出部 410 は、

(a) 高压配管 227 の圧力と、中圧配管 240、245 の圧力 PM1、PM2 と、を用いて高压配管 227 の許容減圧量 $Phalw$ を取得し、

(b) 許容減圧量 $Phalw$ を用いて許容燃料ガス移動量 $Qmax$ を取得し、

(c) 許容燃料ガス移動量 $Qmax$ を、燃料電池サブシステム 20 の低压配管 260 に移動させる燃料ガス移動量 $Qlow1$ と、燃料電池サブシステム 25 の低压配管 265 に移動させる燃料ガス移動量 $Qlow2$ に分配し、

(d) 燃料ガス移動量 $Qlow1$ から低压配管 260 を加圧する低压配管加圧量 $Plow1$ を取得し、燃料ガス移動量 $Qlow2$ から低压配管 265 を加圧する低压配管加圧量 $Plow2$ を取得し、

(e) インジェクタ 250 を駆動して低压配管 260 を低压配管加圧量 $Plow1$ だけ加圧することで燃料ガス移動量 $Qlow1$ の燃料ガスを高压配管 227 から低压配管 260 に移動させ、インジェクタ 255 を駆動して低压配管 265 を低压配管加圧量 $Plow2$ だけ加圧することで燃料ガス移動量 $Qlow2$ の燃料ガスを高压配管 227 から低压配管 260 に移動させ、高压配管 227 の圧力 PH を、中圧配管 240、245 の中の圧力 PM1、PM2 より低くならないように、最大で許容減圧量 $Phalw$ を下げる。

そのため、インジェクタ 250、255 を駆動して燃料ガスを高压配管 227 から低压配管 260、265 に移動させるときに、燃料ガスの調圧弁 230 あるいは調圧弁 235 の逆流を抑制し、調圧弁 230 あるいは調圧弁 235 の信頼性の低下を抑制できる。また、燃料ガスの調圧弁 230 あるいは調圧弁 235 の逆流によるリークの誤検出を抑制できる。

【0028】

第1実施形態では、リーク検出部 410 は、燃料ガスを高压配管 227 から低压配管 260、265 に移動させるときに、燃料電池サブシステム 20 のインジェクタ 250 と、燃料電池サブシステム 25 のインジェクタ 255 の両方を駆動しているが、2つの燃料電池サブシステムのうちの一方の燃料電池サブシステム、例えば燃料電池サブシステム 20 のインジェクタ 250 のみを駆動して、燃料ガスを高压配管 227 から低压配管 260 のみに移動させても良い。この場合であっても、燃料ガスの移動量が許容燃料ガス移動量 $Qmax$ 以下であるので、高压配管 227 の中の圧力 PH が、中圧配管 245 の中の圧力 PM2 よりも高い状態を維持できる。そのため、燃料ガスの調圧弁 235 の逆流を抑制し、調圧弁 235 の信頼性の低下を抑制できる。燃料ガスを高压配管 227 から低压配管 265 のみに移動させる場合も同様である。

【0029】

・第2実施形態：

第2実施形態は、第1実施形態におけるリーク検出を移動体 10 の停止後に行うときの実施形態である。移動体 10 が停止した後は、制御部 400 は、燃料電池 270、275 内の触媒層の劣化を抑制するために、インジェクタ 250、255 を駆動して、低压配管 260、265 に燃料ガスを移動させ、低压配管 260、265 の中の燃料ガスの圧力を上げ、燃料電池 270、275 の中の燃料ガスの圧力を上げる。したがって、リーク検出部 410 は、低压配管 260、265 と燃料電池 270、275 の中の燃料ガスの圧力を上げるときにリーク検出を実行すれば、効率的にリーク検出を実行できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

図 6 は、第 2 実施形態におけるリーク検出部 4 1 0 によるシャット弁のリーク検出のタイミングチャートである。図 6 に示すタイミングチャートは、図 3 に示すタイミングチャートと比較すると、加圧量 $Prq1$ 、 $Prq2$ と、プレ加圧量 $Ppre1$ 、 $Ppre2$ が追加されている点が異なる。

【 0 0 3 1 】

第 2 実施形態では、リーク検出部 4 1 0 は、ステップ S 1 0 0 において、加圧量 $Prq1$ 、 $Prq2$ と、プレ加圧量 $Ppre1$ 、 $Ppre2$ を以下のように求める。

【 0 0 3 2 】

(5) リーク検出部 4 1 0 は、移動体 1 0 の停止時に低圧配管 2 6 0、2 6 5 を加圧すべき加圧量 $Prq1$ 、 $Prq2$ を取得する。加圧量 $Prq1$ は、燃料電池 2 7 0 を発電させない状態で維持したときに燃料電池 2 7 0 内の触媒層の劣化を抑制できる燃料ガスの劣化抑制圧力 $PL1a$ から現在の低圧配管 2 6 0 の中の圧力 $PL1$ を引いた値であり、加圧量 $Prq2$ は、燃料電池 2 7 5 を発電させない状態で維持したときに燃料電池 2 7 5 内の触媒層の劣化を抑制できる燃料ガスの劣化抑制圧力 $PL2a$ から現在の低圧配管 2 6 5 の中の圧力 $PL2$ を引いた値である。劣化抑制圧力 $PL1a$ 、 $PL2a$ は、例えば実験によって決定され、例えば制御部 4 0 0 のメモリに格納されている。

10

【 0 0 3 3 】

(6) リーク検出部 4 1 0 は、リーク検査を実行する前に低圧配管 2 6 0 を予め加圧するプレ加圧量 $Ppre1$ と、リーク検査を実行する前に低圧配管 2 6 5 を予め加圧するプレ加圧量 $Ppre2$ を求める。具体的には、リーク検出部 4 1 0 は、加圧量 $Prq1$ と低圧配管加圧量 $Plow1$ とを比較し、加圧量 $Prq1$ の方が低圧配管加圧量 $Plow1$ よりも大きい場合には、プレ加圧量 $Ppre1$ を $Prq1 - Plow1$ で求め、加圧量 $Prq2$ と低圧配管加圧量 $Plow2$ とを比較し、加圧量 $Prq2$ の方が低圧配管加圧量 $Plow2$ よりも大きい場合には、プレ加圧量 $Ppre2$ を $Prq2 - Plow2$ で求める。なお、リーク検出部 4 1 0 は、低圧配管加圧量 $Plow1$ が加圧量 $Prq1$ 以上の場合には低圧配管 2 6 0 にプレ加圧を行わず、低圧配管加圧量 $Plow2$ が加圧量 $Prq2$ 以上の場合には、低圧配管 2 6 5 にプレ加圧を行わない。この場合には、リーク検出部 4 1 0 は、プレ加圧量 $Ppre1$ 、プレ加圧量 $Ppre2$ を算出しなくてもよい。

20

30

【 0 0 3 4 】

(7) リーク検出部 4 1 0 は、低圧配管加圧量 $Plow1$ が加圧量 $Prq1$ より小さい場合には、シャット弁 2 1 0 ~ 2 1 9 が開いた状態で、低圧配管 2 6 0 を、プレ加圧量 $Ppre1$ だけ加圧し、低圧配管加圧量 $Plow2$ が加圧量 $Prq2$ より小さい場合、シャット弁 2 1 0 ~ 2 1 9 が開いた状態で、低圧配管 2 6 5 を、プレ加圧量 $Ppre2$ だけ加圧する。リーク検出部 4 1 0 がインジェクタ 2 5 0 を駆動して低圧配管 2 6 0 を $Plow1$ 加圧し、インジェクタ 2 5 5 を駆動して低圧配管 2 6 5 を $Plow2$ 加圧するだけでは、低圧配管 2 6 0、2 6 5 の圧力を、劣化抑制圧力 $PL1a$ 、 $PL2a$ まで上げることができないからである。なお、リーク制御部 4 1 0 は、シャット弁 2 1 0 ~ 2 1 9 が開いている状態でプレ加圧を実行するので、プレ加圧を実行しても、高圧配管 2 2 7 の中の圧力は、低下しない。一方、低圧配管加圧量 $Plow1$ が加圧量 $Prq1$ 以上の場合、リーク検出部 4 1 0 は、低圧配管 2 6 0 をプレ加圧せず、低圧配管加圧量 $Plow2$ が加圧量 $Prq2$ 以上の場合、リーク検出部 4 1 0 は、低圧配管 2 6 0 をプレ加圧しない。リーク検出時に、リーク検出部 4 1 0 が、低圧配管 2 6 0、2 6 5 をそれぞれ、 $Plow1$ 、 $Plow2$ だけ加圧すれば、低圧配管 2 6 0、2 6 5 の圧力を劣化抑制圧力 $PL1a$ 、 $PL2a$ まで上げることができるからである。

40

【 0 0 3 5 】

ステップ S 2 0 0 から S 5 0 0 までの処理については、第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 3 6 】

以上、第 2 の実施形態によれば、燃料電池システム 2 6 を停止して燃料電池 2 7 0、2 7

50

5内の燃料ガスの圧力を劣化抑制圧力 $PL1a$ 、 $PL2a$ まで上げるときに、並行してシャット弁210～219のリーク検査を実行できるので、効率的にリーク検査を実行できる。

【0037】

第2実施形態においても、第1実施形態と同様に、インジェクタ250、255を駆動して、燃料ガスを高圧配管227から低圧配管260、265に移動させるときに、高圧配管227の中の圧力 PH が中圧配管240の中の圧力 $PM1$ よりも高く、且つ、中圧配管245の中の圧力 $PM2$ よりも高い状態を維持するので、燃料ガスの調圧弁230あるいは調圧弁235の逆流を抑制し、調圧弁230あるいは調圧弁235の信頼性の低下を抑制できる。また、燃料ガスの調圧弁230あるいは調圧弁235の逆流によるリークの誤検出を抑制できる。

10

【0038】

・変形例1：

第1実施形態、第2実施形態では、リーク検出部410は、高圧配管227の圧力 PH として、高圧配管220の中の圧力 $PH1$ 、高圧配管225の中の圧力 $PH2$ の低い方の圧力 PH を用いて図2に示す各ステップを実行したが、リーク検出部410は、高圧配管220の中の圧力 $PH1$ 、高圧配管225の中の圧力 $PH2$ を別個に用いて、図2に示す各ステップを実行してもよい。

【0039】

・変形例2：

第1実施形態、第2実施形態では、リーク検出部410は、圧力損失を考慮していなかったが、高圧圧力センサ320から取得した高圧配管220の中の圧力 $PH1$ 、高圧圧力325から取得した高圧配管225の中の圧力 $PH2$ 、中圧圧力センサ340から取得した中圧配管240の中の圧力 $PM1$ 、中圧圧力センサ345から取得した中圧配管245の中の圧力 $PM2$ に加えて、(a)高圧圧力センサ320、325から調圧弁230、235までの圧力損失、(b)調圧弁230、235における圧力損失、(c)調圧弁230、235から中圧圧力センサ340、345までの圧力損失、のうちの少なくとも1つを用いて、高圧配管220の中の圧力 $PH1$ と、高圧配管225の中の圧力 $PH2$ と、中圧配管240の中の圧力 $PM1$ と、中圧配管245の中の圧力 $PM2$ を補正し、補正後の高圧配管220の中の圧力 $PH1$ が補正後の中圧配管240の中の圧力 $PM1$ よりも高く、且つ、補正後の高圧配管225の中の圧力 $PH2$ が補正後の中圧配管245の中の圧力 $PM2$ よりも高い状態を維持するように、図2に示すステップS300を実行してもよい。圧力損失を考慮することで、燃料ガスが調圧弁230、235を逆流しないように、より精密に制御できる。

20

30

【0040】

・変形例3：

リーク検出部410は、第1実施形態、第2実施形態において、図2に示すステップS300を実行するとき、複数回に分けて、インジェクタ250及びインジェクタ255を駆動してもよい。このとき、各回のインジェクタ250、255の噴射を実行した後、高圧圧力センサ320から取得した高圧配管220の中の圧力 $PH1$ 、高圧圧力325から取得した高圧配管225の中の圧力 $PH2$ 、中圧圧力センサ340から取得した中圧配管240の中の圧力 $PM1$ 、中圧圧力センサ345から取得した中圧配管245の中の圧力 $PM2$ を取得し、高圧配管220の中の圧力 $PH1$ が中圧配管240の中の圧力 $PM1$ よりも高く、且つ、高圧配管225の中の圧力 $PH2$ が中圧配管245の中の圧力 $PM2$ よりも高い状態を維持していることを確認し、次の回のインジェクタ250、255の駆動を実行してもよい。リーク検出部410は、各回のインジェクタ250、255の噴射を実行した後、再び燃料ガス移動量 $Qlow1$ 、 $Qlow2$ を算出し、低圧配管加圧量 $Plow1$ 、 $Plow2$ を算出しても良い。より精密に制御できる。

40

【0041】

・変形例4：

50

リーク検出部 410 は、第 1 実施形態、第 2 実施形態のステップ S100 において、許容減圧量 P_{halw} を算出するとき、温度センサ 300 ~ 309 で測定された燃料ガスタンク 200 ~ 209 の温度のうちの最大の温度を用いて、高圧配管 227 内の燃料ガスの温度低下による圧力低下分を補正しても良い。ガスは、温度が高いと、同じ量でも圧力が高くなる。そのため、温度が高いと、許容減圧量 P_{halw} が大きめに算出され、温度が低くなると、許容減圧量 P_{halw} が小さくなる。変形例 4 によれば、温度低下による圧力低下を補正できる。

【0042】

・変形例 5 :

リーク検出部 410 は、燃料電池 270、275 において、燃料ガスの消費がないときの
10
高圧圧力センサ 320 から取得した高圧配管 220 の中の圧力 P_{H1} 、高圧圧力 325 から取得した高圧配管 225 の中の圧力 P_{H2} 、中圧圧力センサ 340 から取得した中圧配管 240 中の圧力 P_{M1} 、中圧圧力センサ 345 から取得した中圧配管 245 の中の圧力 P_{M2} を取得してメモリに格納し、メモリに格納された圧力値と、これらの圧力値のメモリ格納後の燃料電池 270、275 における水素消費量とを用いて、次に燃料ガスの消費がなくなるまでの間、高圧圧力センサ 320、325、中圧圧力センサ 340、345 の測定値を補正してもよい。より精密に制御できる。

【0043】

・変形例 6 :

第 1 実施形態、第 2 実施形態では、高圧圧力センサ 320 で高圧配管 220 の中の圧力 P_{H1} を測定し、高圧圧力センサ 325 で高圧配管 225 の中の圧力 P_{H2} を測定している
20
が、連通管 226 に圧力センサを設ける構成でも良い。この場合であっても、インジェクタ 250、255 を駆動して、燃料ガスを高圧配管 227 から低圧配管 260、265 に移動させるときに、高圧配管 227 の中の圧力 P_H が、中圧配管 240 の中の圧力 P_{M1} よりも高く、且つ、中圧配管 245 の中の圧力 P_{M2} よりも高い状態を維持できるので、燃料ガスの調圧弁 230 あるいは調圧弁 235 の逆流を抑制し、調圧弁 230 あるいは調圧弁 235 の信頼性の低下を抑制できる。

【0044】

・変形例 7 :

第 1 実施形態、第 2 実施形態では、移動体 10 として、燃料電池バスを例にあげて説明したが、移動体 10 として、燃料電池バスの他、大型乗用車、貨物車両、デュアルモードビークル、列車、船舶等にも適用可能である。また、適用先は、移動体 10 に限定されず、
30
例えば、移動体 10 以外の定置型燃料電池等にも適用できる。

【0045】

本発明は、上述の実施形態や他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、他の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。
40

【符号の説明】

【0046】

10 ... 移動体
20、25 ... 燃料電池サブシステム
26 ... 燃料電池システム
200 ~ 209 ... 燃料ガスタンク
210 ~ 219 ... シャット弁
220、225 ... 高圧配管
226 ... 連通管
227 ... 高圧配管

10

20

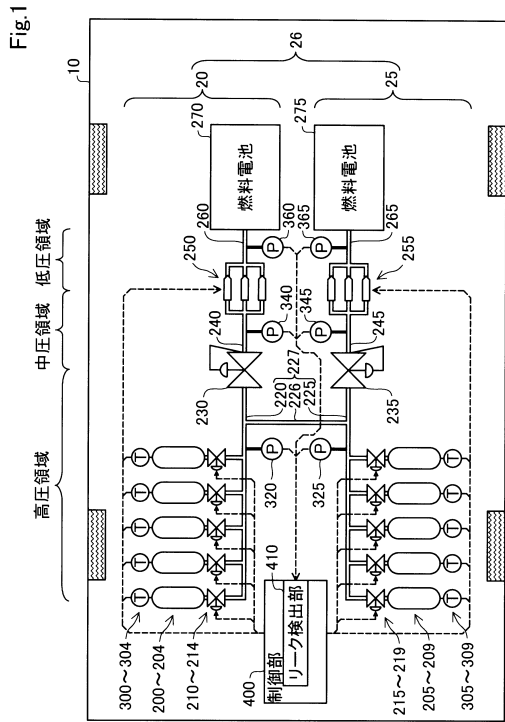
30

40

50

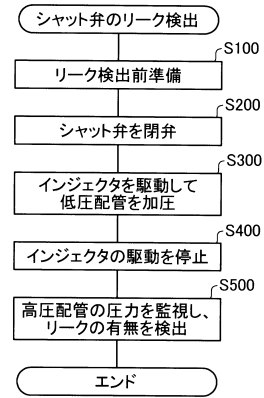
2 3 0、2 3 5 ... 調圧弁	
2 4 0、2 4 5 ... 中圧配管	
2 5 0、2 5 5 ... インジェクタ	
2 6 0、2 6 5 ... 低圧配管	
2 7 0、2 7 5 ... 燃料電池	
3 0 0 ~ 3 0 9 ... 温度センサ	
3 2 0、3 2 5 ... (高圧配管の) 高圧圧力センサ	
3 4 0、3 4 5 ... (中圧配管の) 中圧圧力センサ	
3 6 0、3 6 5 ... (低圧配管の) 低圧圧力センサ	
4 0 0 ... 制御部	10
4 1 0 ... リーク検出部	
P H ... (高圧配管の) 圧力	
P H m i n ... (高圧配管の) 圧力の最小値	
P L 1 ... (低圧配管の) 圧力	
P L 1 a ... 劣化抑制圧力	
P L 2 a ... 劣化抑制圧力	
P L 2 ... (低圧配管の) 圧力	
P M 1 ... (中圧配管の) 圧力	
P M 2 ... (中圧配管の) 圧力	
P M m a x ... (中圧配管の) 圧力の最大値	20
P r q 1 ... 加圧量	
P r q 2 ... 加圧量	
Q l o w 1 ... 燃料ガス移動量	
Q l o w 2 ... 燃料ガス移動量	
Q m a x ... 許容燃料ガス移動量	
P h a l w ... 許容減圧量	
P l o w 1 ... 低圧配管加圧量	
P l o w 2 ... 低圧配管加圧量	
P p r e 1 ... (低圧配管の) プレ加圧量	
P p r e 2 ... (低圧配管の) プレ加圧量	30
t 1、t 2 ... 時刻	

【図面】
【図 1】



【図 2】

Fig.2

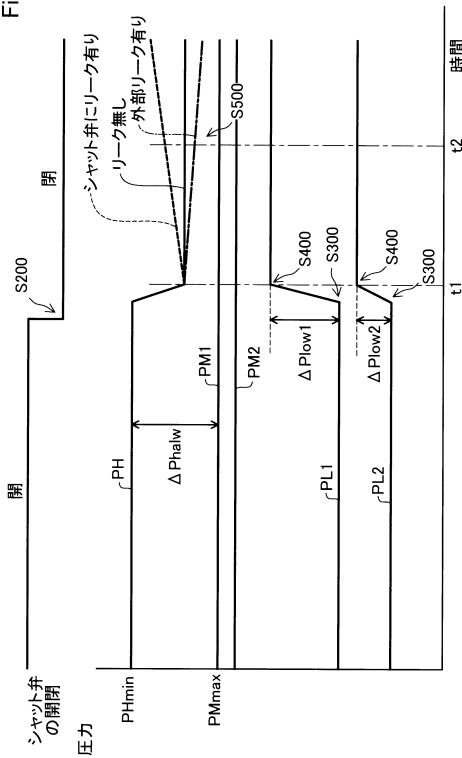


10

20

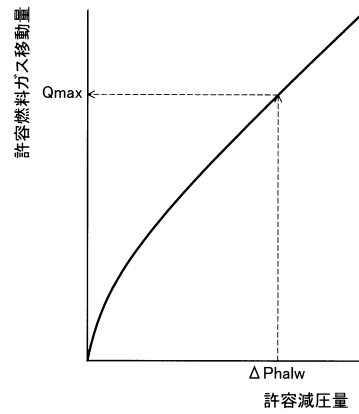
【図 3】

Fig.3



【図 4】

Fig.4



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 8/04664
- 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
(72)発明者 山田 貴史
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
(72)発明者 山田 亮介
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
(72)発明者 村田 裕治
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
(72)発明者 木川 俊二郎
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
審査官 橋本 敏行
- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 0 1 4 1 7 7 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 0 4 8 5 4 2 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 2 3 7 8 4 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 0 8 1 7 2 4 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 4 9 1 3 9 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 6 0 L 1 / 0 0 - 3 / 1 2
7 / 0 0 - 1 3 / 0 0
1 5 / 0 0 - 5 8 / 4 0
F 1 7 C 1 / 0 0 - 1 3 / 1 2
H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 2 4 9 5