

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4730646号
(P4730646)

(45) 発行日 平成23年7月20日(2011.7.20)

(24) 登録日 平成23年4月28日(2011.4.28)

(51) Int.Cl.

F 1

H 01 M 8/04 (2006.01)

H 01 M 8/04

H

H 01 M 8/00 (2006.01)

H 01 M 8/04

J

H 01 M 8/00

A

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願2004-269683 (P2004-269683)

(22) 出願日

平成16年9月16日 (2004.9.16)

(65) 公開番号

特開2006-86025 (P2006-86025A)

(43) 公開日

平成18年3月30日 (2006.3.30)

審査請求日

平成19年5月8日 (2007.5.8)

(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 100079108

弁理士 稲葉 良幸

(74) 代理人 100093861

弁理士 大賀 真司

(74) 代理人 100109346

弁理士 大貫 敏史

(72) 発明者 吉田 尚弘

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 前田 寛之

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】

燃料ガス供給系統のガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスを燃料電池のアノード極で消費し、前記ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスの圧力変化状態に基づいてガス漏れ判定を行う判定手段を備えた燃料電池システムであって、

前記ガス漏れ判定を行う前に前記ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスを前記燃料ガス供給系統の外にバージすることによって前記ガス漏れ検出部位の圧力を低下させる排気手段を備える、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、

前記排気手段は燃料ガスをバージすることによって、前記ガス漏れ検出部位の圧力が目標圧力を下回る場合には燃料ガスのバージを制限するように構成されている、燃料電池システム。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の燃料電池システムであって、

前記排気手段は、複数の前記ガス漏れ検出部のうち判定対象となるガス漏れ検出部に内在する燃料ガスの消費量が他のガス漏れ検出部よりも多い場合には前記他のガス漏れ検出部を判定対象としたときよりも燃料ガスのバージ量を多くし、判定対象となるガス漏れ検出部に内在する燃料ガスの消費量が他のガス漏れ検出部よりも少ない場合には前記他のガス漏れ検出部を判定対象としたときよりも燃料ガスのバージ量を少なくする、燃料電池シ

ステム。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のうち何れか 1 項に記載の燃料電池システムであって、
複数の前記ガス漏れ検出部のうち判定対象となるガス漏れ検出部に内在する燃料ガスの消費量が他のガス漏れ検出部よりも多い場合には前記他のガス漏れ検出部を判定対象としたときよりも前記燃料電池の発電電流を大きくし、判定対象となるガス漏れ検出部に内在する燃料ガスの消費量が他のガス漏れ検出部よりも少ない場合には前記他のガス漏れ検出部を判定対象としたときよりも前記燃料電池の発電電流を小さくする制御手段を更に備える、燃料電池システム。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のうち何れか 1 項に記載の燃料電池システムであって、
 前記燃料電池が発電した電力を蓄電する蓄電手段を更に備え、
前記排気手段は前記蓄電手段の充電量が第 1 所定値よりも高い場合には燃料ガスのバージ量を増加させ、第 2 所定値よりも低い場合には燃料ガスのバージ量を減少させる、燃料電池システム。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のうち何れか 1 項に記載の燃料電池システムであって、
 前記燃料電池のカソード極に酸化ガスを供給する酸化ガス供給手段と、前記燃料電池から排出されるカソード極オフガスと前記排気手段からバージされる燃料ガスとを混合希釈する希釈器とを更に備え、
前記酸化ガス供給手段は前記排気手段からバージされる燃料ガスのバージ量の増加に対応して酸化ガスの供給量を増加させる、燃料電池システム。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 6 のうち何れか 1 項に記載の燃料電池システムであって、
燃料ガスの漏洩を検出する燃料ガスセンサを更に備え、前記排気手段からバージされる燃料ガスの 1 回あたりのバージ量は前記燃料ガスセンサが検出する漏れ検出閾値範囲内である、燃料電池システム。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のうち何れか 1 項に記載の燃料電池システムであって、
 前記ガス漏れ検出部位は前記燃料ガス供給系統に配設されたバルブが閉弁することによって形成された略密閉空間であり、前記判定手段は前記バルブが閉弁してから前記略密閉空間の圧力が安定するのに要する時間が経過してからガス漏れ判定を行う、燃料電池システム。

【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 8 のうち何れか 1 項に記載の燃料電池システムであって、
前記排気手段は、前記燃料電池から排出された水素オフガスをシステム外に排気するためのアノードオフガス流路に配設されたバージバルブである、燃料電池システム。

【請求項 10】

燃料ガス供給系統のガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスを燃料電池のアノード極で消費し、前記ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスの圧力変化状態に基づいてガス漏れ判定を行う、燃料電池システムのガス漏れ判定方法であって、

前記ガス漏れ判定を行う前に、前記ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスを前記燃料ガス供給系統の外にバージすることによって前記ガス漏れ検出部位の圧力を低下させる工程を備える、燃料電池システムのガス漏れ判定方法。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の燃料電池システムのガス漏れ判定方法であって、
前記燃料ガスをバージすることによって前記ガス漏れ検出部位の圧力が目標圧力を下回る場合には、当該燃料ガスのバージを制限する、燃料電池システムのガス漏れ判定方法。

【請求項 12】

請求項 10 又は請求項 11 に記載の燃料電池システムのガス漏れ判定方法であって、

10

20

30

40

50

複数の前記ガス漏れ検出部のうち判定対象となるガス漏れ検出部に内在する燃料ガスの消費量が他のガス漏れ検出部よりも多い場合には前記他のガス漏れ検出部を判定対象としたときよりも燃料ガスのバージ量を多くし、判定対象となるガス漏れ検出部に内在する燃料ガスの消費量が他のガス漏れ検出部よりも少ない場合には前記他のガス漏れ検出部を判定対象としたときよりも燃料ガスのバージ量を少なくする、燃料電池システムのガス漏れ判定方法。

【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し、特に、燃料ガス供給系統のガス漏れ判定を短時間で精度良く行うための改良技術に関する。 10

【背景技術】

【0002】

燃料電池車両の発電システムとして、燃料ガスと酸化ガスの酸化還元反応による化学エネルギーを電気エネルギーとして直接取り出すことのできる燃料電池システムが用いられている。この種の燃料電池システムにおいては、水素供給源から燃料電池へ燃料ガスを供給するための燃料ガス供給路に各種の遮断弁（例えば、高圧水素タンクバルブ、水素供給バルブ、FC STACK入口バルブ、FC STACK出口バルブ、バージバルブ等）が配設されている。これら各種の遮断弁の故障診断を行うための手法として、例えば、特開2000-274311号公報には、車両の燃料ガス供給路に配設された遮断弁を閉弁することによって燃料ガス供給路内に閉空間を作り出し、その閉空間の時間経過に対する圧力低下率が圧力低下率閾値よりも小さいときに弁故障を判定する技術が提案されている。ところが、遮断弁下流側の圧力低下速度は車両の運転状態、即ち、燃料量消費率によって変動する。このため、車両の運転状態によって燃料消費率が低くなる場合には、遮断弁下流側の圧力低下に多くの時間を要し、迅速な故障診断を行うことができない。このような技術的背景に鑑みて、特開2003-308868号公報には、遮断弁の故障診断を行う際に電力消費部（モータ等）の消費電力を増加させることによって、燃料電池の燃料消費量を増大させ、遮断弁下流側の圧力を短時間で低下させる技術が提案されている。 20

【特許文献1】特開2000-274311号公報

【特許文献2】特開2003-308868号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、電力消費部の消費電力の増加のみによって燃料消費量を増大させたのでは、燃料電池を循環する水素オフガスの不純物濃度が高くなり、セル電圧低下を回避することができない。セル電圧が低下すると、燃料消費量が目標値よりも少くなり、遮断弁下流側の圧力を低下させるのに時間を要する。また、特開2003-308868号公報に記載の技術では、故障診断によって得られる電力をエネルギー保存手段に蓄電できるように、故障診断前に予めエネルギー保存手段のエネルギー保存量を低下させておく必要があるので、迅速な故障診断を行うことができない。 40

【0004】

そこで、本発明はこのような問題を解決し、燃料ガス供給系統のガス漏れ判定を短時間で精度良く行うことのできる燃料電池システムを提案することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記の課題を解決するため、本発明の燃料電池システムは、燃料ガス供給系統のガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスを燃料電池のアノード極で消費し、ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスの圧力変化状態に基づいてガス漏れ判定を行う判定手段を備えた燃料電池システムであって、ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスを燃料ガス供給系統の外にバージすることによってガス漏れ検出部位の圧力を低下させる排気手段を備える。ここで、「 50

「圧力変化状態」とは、圧力変化に関連する物理量をいい、例えば、圧力低下代等が好適である。ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスを燃料電池のアノード極で消費するだけでなく、燃料ガス供給路の外にパージすることによって、ガス漏れ検出部位の圧力を短時間で目標圧力に近づけることができ、ガス漏れ判定を短時間で精度良く行うことができる。また、燃料ガスをパージすることによって、燃料ガスの不純物濃度の上昇を抑えることができるので、セル電圧の低下を抑制できる。

【0006】

ここで、排気手段は燃料ガスをパージすることによって、ガス漏れ検出部位の圧力が目標圧力を下回る場合には燃料ガスのパージを制限するように構成するのが好ましい。ここで、「制限」とは、燃料ガスのパージ量を少量に減少させたり、或いは燃料ガスのパージを禁止する意味である。これにより、ガス漏れ検出部位の圧力を目標圧力に近づけることができる。

10

【0007】

また、排気手段はガス漏れ検出部に内在する燃料ガスの消費量に応じて燃料ガスのパージ量を可変にしてもよい。例えば、ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスが多い場合には燃料ガスのパージ量を多くすることで、ガス漏れ検出部位の圧力を迅速に目標圧力付近に近づけることができる。一方、ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスが少ない場合には燃料ガスのパージ量は少量となる。

【0008】

また、本発明の燃料電池システムは、ガス漏れ検出部に内在する燃料ガスの消費量に応じて燃料電池の発電電流を可変にする制御手段を更に備えるのが好ましい。例えば、ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスが多い場合には電力発電による燃料ガスの消費量を多くすることで、ガス漏れ検出部位の圧力を迅速に目標圧力付近に近づけることができる。一方、ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスが少ない場合には電力発電による燃料ガスの消費量は少量となる。

20

【0009】

また、本発明の燃料電池システムは、燃料電池が発電した電力を蓄電する蓄電手段を更に備え、排気手段は蓄電手段の充電量に応じて燃料ガスのパージ量を可変にするのが好ましい。例えば、蓄電手段の充電量が少ない場合にはガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスを消費することによって得られた電力を多く充電することができるので、燃料ガスのパージ量は少量となる。一方、蓄電手段の充電量が多い場合にはガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスを消費することによって得られた電力を充電することができないので、燃料ガスのパージ量は多くした方がよい。

30

【0010】

また、本発明の燃料電池システムは、燃料電池のカソード極に酸化ガスを供給する酸化ガス供給手段と、燃料電池から排出されるカソード極オフガスと排気手段からパージされる燃料ガスとを混合希釈する希釈器とを更に備え、酸化ガス供給手段は排気手段からパージされる燃料ガスのパージ量に対応して酸化ガスの供給量を変更するのが好ましい。これにより、排気燃料ガス濃度を低減できる。

【0011】

40

また、本発明の燃料電池システムは、燃料ガスの漏洩を検出する燃料ガスセンサを更に備え、排気手段からパージされる燃料ガスの1回あたりのパージ量は燃料ガスセンサが検出する漏れ検出閾値範囲内であることが好ましい。これにより、燃料ガスセンサによる誤判定を避けることができる。

【0012】

また、本発明の燃料電池システムにおいて、ガス漏れ検出部位は燃料ガス供給系統に配設されたバルブが閉弁することによって形成された略密閉空間であり、判定手段はバルブが閉弁してから略密閉空間の圧力が安定するのに要する時間が経過してからガス漏れ判定を行うのが好ましい。これにより、正確なガス漏れ判定を行うことができる。

【発明の効果】

50

【0013】

本発明によれば、ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスを電力発電で消費するだけでなく、燃料ガス供給路の外にパージすることによって、ガス漏れ検出部位の圧力を短時間で目標圧力に近づけることができ、ガス漏れ判定を短時間で精度良く行うことができる。また、燃料ガスをパージすることによって、燃料ガスの不純物濃度の上昇を抑えることができるので、セル電圧の低下を抑制できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

図1は本実施形態に係わる燃料電池システムの概略構成を示している。ここでは、燃料電池システム10を燃料電池車両(FCEV)の車載発電システムとして用いる例を示すが、定置用発電システムとしても用いることができる。燃料電池(セルスタック)20は複数の単セルを直列に積層して成るスタック構造を備えており、例えば、固体高分子電解質型燃料電池等から構成されている。

10

【0015】

燃料電池20の燃料ガス供給系統(燃料ガス配管系統)には、燃料ガス供給源30、燃料ガス供給路31、及び燃料ガス循環路32が配設されている。ここで、燃料ガス供給系統とは、燃料ガス供給源30から燃料電池20に燃料ガスを供給する経路上に配設されたガス配管やバルブ等を総称するものであり、例えば、燃料ガス供給源30と、燃料ガス供給源30と燃料電池20とを接続する燃料ガス供給路31と、燃料ガス供給路31に設けられた開閉弁やレギュレータ等を含む構成である。また、燃料電池20から排出される燃料ガスを燃料ガス供給路31に循環させるシステム構成を採用する場合には、燃料ガス供給系統は、更に燃料ガス循環路32を含む構成であってもよい。燃料ガス供給源30は、例えば、高圧水素タンク又は水素貯蔵タンク等の水素貯蔵源、或いは改質原料を水素リッチガスに改質する改質器等によって構成される。燃料ガス供給路31は燃料ガス供給源30から放出される燃料ガスを燃料電池20のアノード極に導くためのガス流路であり、そのガス流路には上流から下流にかけてタンクバルブH201、高圧レギュレータH9、低圧レギュレータH10、水素供給バルブH200、及びFCスタック入口バルブH21が各々配設されている。高圧に圧縮された燃料ガスは高圧レギュレータH9にて中圧に減圧され、更に低圧レギュレータH10にて低圧(通常運転圧力)に減圧される。燃料ガス循環路32は未反応燃料ガスを燃料電池20に還流させるための帰還ガス流路であり、そのガス流路には上流から下流にかけてFCスタック出口バルブH22、水素ポンプ63、及び逆止弁H52が各々配設されている。燃料電池20から排出された低圧の未反応燃料ガスは水素ポンプ63によって適度に加圧され、燃料ガス供給路31に導かれる。逆止弁H52は燃料ガス供給路31から燃料ガス循環路32への燃料ガスの逆流を抑制する。アノードオフガス流路33は燃料電池20から排出された水素オフガスをシステム外に排気するためのガス流路であり、そのガス流路にはパージバルブ(排気手段)H51が配設されている。

20

【0016】

上述したタンクバルブH201、水素供給バルブH200、FCスタック入口バルブH21、FCスタック出口バルブH22、及びパージバルブH51は各ガス流路31~33又は燃料電池20へ燃料ガスを供給し、或いは遮断するためのシャットバルブであり、例えば、電磁弁によって構成されている。このような電磁弁として、例えば、オンオフ弁、或いはPWM制御で弁開度をリニアに調整できるリニア弁等が好適である。

30

【0017】

燃料電池20の酸化ガス供給系統(酸化ガス供給系統)には、エアコンプレッサ(酸化ガス供給源)40、酸化ガス供給路41、及びカソードオフガス流路42が配設されている。エアコンプレッサ40はエアフィルタ61を介して外気から取り込んだ空気を圧縮し、その圧縮エアを酸化ガスとして燃料電池20のカソード極に供給する。燃料電池20の電池反応に供した後の酸素オフガスはカソードオフガス流路42を流れてシステム外に排気される。酸素オフガスは燃料電池20での電池反応により生成された水分を含むため高

40

50

湿潤状態になっている。加湿モジュール 6 2 は酸化ガス供給路 4 1 を流れる低湿潤状態の酸化ガスと、カソードオフガス流路 4 2 を流れる高湿潤状態の酸素オフガスとの間で水分交換を行い、燃料電池 2 0 に供給される酸化ガスを適度に加湿する。燃料電池 2 0 に供給される酸化ガスの背圧はカソードオフガス流路 4 2 のカソード出口付近に配設された圧力調整弁 A 4 によって調圧される。カソードオフガス流路 4 2 の下流は希釀器 6 4 に連通しており、希釀器 6 4 に酸素オフガスを供給する。希釀器 6 4 はアノードオフガス流路 3 3 の下流にも連通しており、水素オフガスを酸素オフガスによって混合希釀した後にシステム外に排気するように構成されている。

【 0 0 1 8 】

燃料電池 2 0 で発電された直流電力の一部は D C / D C コンバータ 5 3 によって降圧され、二次電池（蓄電手段）5 4 に充電される。二次電池 5 4 は車両制動時の回生エネルギー貯蔵源、車両の加速又は減速に伴う負荷変動時のエネルギーバッファとしての役割を担うものであり、ニッケル・カドミウム蓄電池、ニッケル・水素蓄電池、リチウム二次電池等で構成されている。トラクションインバータ 5 1 及び補機インバータ 5 2 は燃料電池 2 0 と二次電池 5 4 の双方又は何れか一方から供給される直流電力を交流電力に変換してトラクションモータ M 3 と補機モータ M 4 のそれぞれに交流電力を供給する。補機モータ M 4 は後述の水素循環ポンプ 6 3 を駆動するモータ M 2 やエアコンプレッサ 4 0 を駆動するモータ M 1 等を総称している。

【 0 0 1 9 】

制御部 5 0 はアクセルセンサ 5 5 が検出したアクセル開度、車速センサ 5 6 が検出した車速等に基づいてシステム要求電力（車両走行電力と補機電力との総和）を求め、燃料電池 2 0 の出力電力が目標電力に一致するように燃料電池システム 1 0 を制御する。具体的には、制御部 5 0 はエアコンプレッサ 4 0 を駆動するモータ M 1 の回転数を調整して酸化ガス供給量を調整するとともに、水素ポンプ 6 3 を駆動するモータ M 2 の回転数を調整して燃料ガス供給量を調整する。更に、制御部 5 0 は D C / D C コンバータ 5 3 を制御して燃料電池 2 0 の運転ポイント（出力電圧、出力電流）を調整し、燃料電池 2 0 の出力電力が目標電力に一致するように調整する。

【 0 0 2 0 】

尚、燃料ガス供給系統は、高圧部（タンクバルブ H 2 0 1 ~ 水素供給バルブ H 2 0 0 の区間）、低圧部（水素供給バルブ H 2 0 0 ~ F C スタック入口バルブ H 2 1 の区間）、F C 部（スタック入り口バルブ H 2 1 ~ F C スタック出口バルブ H 2 2 の区間）、循環部（F C スタック出口バルブ H 2 2 ~ 逆止弁 H 5 2 の区間）の 4 つのセクションから構成されており、各部には燃料ガスの圧力を検出する圧力センサ P 6 , P 7 , P 9 , P 6 1 , P 5 , P 1 0 , P 1 1 が配設されている。より詳細には、圧力センサ P 6 は燃料ガス供給源 3 0 の燃料ガス供給圧を検出する。圧力センサ P 7 は高圧レギュレータ H 9 の二次圧を検出する。圧力センサ P 9 は低圧レギュレータ H 1 0 の二次圧を検出する。圧力センサ P 6 1 は燃料ガス供給路 3 1 の低圧部の圧力を検出する。圧力センサ P 5 はスタック入口の圧力を検出する。圧力センサ P 1 0 は水素循環ポンプ 6 3 の入力ポート側（上流側）の圧力を検出する。圧力センサ P 1 1 は水素循環ポンプ 6 3 の出力ポート側（下流側）の圧力を検出する。

【 0 0 2 1 】

本実施形態では、燃料ガス供給系統のガス漏れ判定を各々のセクション毎（高圧部、低圧部、F C 部、及び循環部）に行う。即ち、各セクションはガス漏れ検出部位となる。制御部 5 0 は後述するガス漏れ判定（S 1 0 2 , S 1 0 6 , S 1 0 8 ）を行う判定手段として機能する他、ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスを消費するために燃料電池の発電電流を制御する制御手段としても機能する。各々のガス漏れ検出部位の容積は異なるため、そこに内在する燃料ガスの量も異なる。制御部 5 0 はガス漏れ検出部位の容積（燃料ガスの量）に応じて、燃料電池 2 0 の発電電流を制御するのが好ましい。例えば、ガス漏れ検出部位の容積が大きい場合には発電電流の値を大きくし、ガス漏れ検出部位の容積が小さい場合には発電電流の値を小さくする等して燃料ガスの消費を制御する。また、制御部 5

10

20

30

40

50

0はガス漏れ検出部位の容積に応じて、バージバルブH 5 1からバージされる燃料ガスの量（バージ量）を制御するのが好ましい。例えば、ガス漏れ検出部位の容積が大きい場合にはバージ量を大きくし、ガス漏れ検出部位の容積が小さい場合にはバージ量を小さくする等してガス漏れ検出部位の圧力が目標圧力に近づくように制御する。更に、制御部5 0は二次電池5 4のSOC（State Of Charge）に応じて燃料ガスのバージ量を制御するのが好ましい。例えば、二次電池5 4のSOCが高い場合には、燃料電池2 0を発電させて燃料ガスを消費しても、その発電電力を二次電池5 4に充電することができないので、燃料ガスのバージ量を多くし、二次電池5 4のSOCが低い場合には、燃料電池2 0の発電電力を二次電池5 4に充電することができるので、燃料ガスのバージ量を少なくする。

【0022】

10

尚、燃料電池システム1 0に燃料ガスの漏洩を検出する燃料ガスセンサ（例えば、水素センサ）が配設されている場合には、バージバルブH 5 1からバージされる燃料ガスの1回あたりのバージ量は燃料ガスセンサが検出する漏れ検出閾値範囲内（ガス漏れを検出できる最低濃度以下）が好ましい。これにより、燃料ガスセンサの誤判定を避けることができる。

【0023】

図2は制御部5 0が実行するシステム制御を記述したメインルーチンである。同図を参照してシステム制御の概要を説明した後に各サブルーチンについて説明する。燃料電池システム1 0が起動すると（S101；YES）、制御部5 0は燃料ガス供給系統のガス漏れ判定を行う（S102）。ここで、ガス漏れがなく、正常に発電できると判定されると（S103；YES）、通常発電制御が行われる（S104）。このようにして通常運転が継続され、予め定められた間欠運転開始条件が満たされると（S105；YES）、制御部5 0は燃料ガス供給系統のガス漏れ判定を行う（S106）。間欠運転とは、アイドリング時、低速走行時、或いは回生制動時等のように低負荷運転時に燃料電池2 0の発電を一時的に休止し、二次電池5 4から供給される電力で走行する運転モードをいう。そして、システム停止が行われる場合には（S107；YES）、制御部5 0は燃料ガス供給系統のガス漏れ判定を行い（S108）、システム停止処理を行う（S109）。ガス漏れが検出された場合には（S110；YES）、異常停止処理を行う（S111）。

20

【0024】

次に、各サブルーチンについて詳述する。

30

図3はシステム起動時のガス漏れ判定処理ルーチン（S102）を記述したフローチャートである。同ルーチンが呼び出されると、制御部5 0はタンクバルブH 2 0 1、水素供給バルブH 2 0 0、FCスタック入口バルブH 2 1、及びFCスタック出口バルブH 2 2を開き、燃料ガス供給路3 1を通じて燃料電池2 0に燃料ガスを供給する（S201）。次いで、制御部5 0は燃料ガス供給系統に配設されている全ての圧力センサP 5～P 6のそれぞれの圧力値が所定の圧力値Pj 1～Pj 7以上であるか否かを判定する（S202）。全ての圧力センサP 5～P 6のそれぞれが所定の圧力値Pj 1～Pj 7以上に達し、燃料ガス供給路3 1及び燃料ガス循環路3 2の圧力がガス漏れ判定を行える状態にまで昇圧すると（S202；YES）、制御部5 0はタンクバルブH 2 0 1、水素供給バルブH 2 0 0、FCスタック入口バルブH 2 1、及びFCスタック出口バルブH 2 2を閉弁し（S203）、燃料ガス供給路3 1及び燃料ガス循環路3 2を密封する。そして、密封状態から所定時間t 1経過後に（S204）、制御部5 0は圧力センサP 5～P 6の圧力値をP5P～P6Pとして記憶する（S205）。更に、密封状態から所定時間t 2経過すると（S206）、制御部5 0は記憶済みの圧力値P5P～P6Pと、所定時間t 2経過時点で圧力センサP 5～P 6が検出した圧力値との差圧P5～P6を演算する（S207）。ここで求めた差圧P5～P6は時間（t2 - t1）の圧力低下量に相当する。制御部5 0はそれぞれの差圧P5～P6が所定の圧力値pj 8～pj 14以上であるか否かを判定する（S208）。差圧P5～P6の全てが所定の圧力値pj 8～pj 14以下である場合には（S208；NO）、ガス漏れがないと考えられるので、システム起動を完了し、通常発電を開始する（S209）。一方、差圧P5～P6のうち何

40

50

れか一つでも所定の圧力値 $p_{j8} \sim p_{j14}$ 以上である場合には (S208; YES)、制御部 50 はガス漏れが生じていると判定する (S210)。

【0025】

図 4 は通常運転時の発電制御ルーチン (S104) を記述したフローチャートである。同ルーチンが呼び出されると、制御部 50 は燃料ガス供給系統の各バルブ (タンクバルブ H201、水素供給バルブ H200、FC スタック入口バルブ H21、及び FC スタック出口バルブ H22) を開弁する (S301)。次いで、アクセル開度、車速等を基に車両要求パワー (システム要求電力) を演算し (S302)、燃料電池 20 の出力電力と二次電池 54 の出力電力の比を決定する (S303)。制御部 50 は燃料電池発電量 エア・ストイキ・マップを参照して、所望の流量の酸化ガスが燃料電池 20 に供給されるようにモータ M1 の回転数を制御する (S304)。更に、制御部 50 は燃料電池発電量 水素・ストイキ・マップを参照して、所望の流量の燃料ガスが燃料電池 20 に供給されるようにモータ M2 の回転数を制御する (S305)。次いで、制御部 50 は燃料電池発電量 燃料ガスページ頻度マップを参照してページバルブ H51 の開閉制御を行う (S306)。以下、本発電制御ルーチンを所定のインターバルで繰り返し実行することで、通常運転が継続的に実行される。
10

【0026】

図 5 乃至図 10 は間欠運転時、又はシステム停止時のガス漏れ判定処理ルーチン (S106, S108) を記述したフローチャートである。同ルーチンが呼び出されると、制御部 50 はタンクバルブ H201 を閉弁し (S401)、高圧部のページ判定を行う (S402)。ページ判定とは、燃料ガスをページするか否かを判定することである。まず、圧力センサ P6 が検出した圧力と高圧部の目標圧力 P6A との差圧に基づいて、高圧部の圧力を目標圧力 P6A に一致させるために必要な燃料ガス消費量を演算する (S403)。次いで、ページバルブ H51 の一回あたりのページ量と高圧部の容積との比から減圧度 P Q を算出し (S404)、高圧部の圧力と目標圧力 P6A との差圧が P Q + 所定値 (余裕度) 以下である場合には (S405; YES)、燃料ガスをページすると、高圧部の圧力が目標圧力 P6A を低下してしまうため、ページを禁止する (S406)。一方、高圧部の圧力と目標圧力 P6A との差圧が P Q + 所定値 (余裕度) を超える場合には (S405; NO)、燃料ガスをページしても、高圧部の圧力が目標圧力 P6A 以下になることはないので、ページを許可する (S407)。
20

【0027】

次いで、低圧部のページ判定を行う (S408)。まず、圧力センサ P61 が検出した圧力と高圧部の目標圧力 P61A との差圧に基づいて、低圧部の圧力を目標圧力 P61A に一致させるために必要な燃料ガス消費量を演算する (S409)。次いで、ページバルブ H51 の一回あたりのページ量と低圧部の容積との比から減圧度 P Q を算出し (S410)、低圧部の圧力と目標圧力 P61A との差圧が P Q + 所定値 (余裕度) 以下である場合には (S411; YES)、燃料ガスをページすると、低圧部の圧力が目標圧力 P61A を低下してしまうため、ページを禁止する (S412)。一方、低圧部の圧力と目標圧力 P61A との差圧が P Q + 所定値 (余裕度) を超える場合には (S411; NO)、燃料ガスをページしても、低圧部の圧力が目標圧力 P61A 以下になることはないので、ページを許可する (S413)。
30

【0028】

次いで、FC 部のページ判定を行う (S414)。まず、圧力センサ P5 が検出した圧力と高圧部の目標圧力 P5A との差圧に基づいて、FC 部の圧力を目標圧力 P5A に一致させるために必要な燃料ガス消費量を演算する (S415)。次いで、ページバルブ H51 の一回あたりのページ量と FC 部の容積との比から減圧度 P Q を算出し (S416)、FC 部の圧力と目標圧力 P5A との差圧が P Q + 所定値 (余裕度) 以下である場合には (S417; YES)、燃料ガスをページすると、FC 部の圧力が目標圧力 P5A を低下してしまうため、ページを禁止する (S418)。一方、FC 部の圧力と目標圧力 P5A との差圧が P Q + 所定値 (余裕度) を超える場合には (S417; NO)、燃料ガス
40

をページしても、F C 部の圧力が目標圧力 P 5 A 以下になることはないので、ページを許可する (S 4 1 9)。

【0029】

次いで、循環部のページ判定を行う (S 4 2 0)。まず、発電を禁止する (S 4 2 1)。次いで、ページバルブ H 5 1 の一回あたりのページ量と循環部の容積との比から減圧度

P Q を算出し (S 4 2 2)、循環部の圧力と目標圧力 P 1 0 A との差圧が P Q + 所定値 (余裕度) 以下である場合には (S 4 2 3 ; YES)、燃料ガスをページすると、循環部の圧力が目標圧力 P 1 0 A を低下してしまうため、ページを禁止する (S 4 2 4)。一方、循環部の圧力と目標圧力 P 1 0 A との差圧が P Q + 所定値 (余裕度) を超える場合には (S 4 2 3 ; NO)、燃料ガスをページしても、循環部の圧力が目標圧力 P 1 0 A 以下になることはないので、ページを許可する (S 4 2 5)。

【0030】

各セクションのページ判定が終了すると、次に、制御部 5 0 は水素消費量 燃料電池発電量マップを参照して、S 4 0 3, S 4 0 9, S 4 1 5 で求めた燃料ガスを消費するための燃料電池 2 0 の発電量を求める (S 4 2 6)。更に、燃料電池発電量 エア・ストイキ・マップを参照して、所望の発電量を得るために必要な酸化ガスが燃料電池 2 0 に供給されるようにモータ M 1 の回転数を調整する (S 4 2 7)。そして、水素供給バルブ H 2 0 0 が開弁している場合には (S 4 2 8 ; YES)、制御部 5 0 は燃料電池発電量 水素ストイキ・マップを参照して所望の発電量を得るために必要な燃料ガス流量が燃料電池 2 0 に供給されるようにモータ M 2 の回転数を調整する (S 4 2 9)。更に、制御部 5 0 は燃料電池発電量 ページ頻度マップを参照してページバルブ H 5 1 を開閉制御する (S 4 3 0)。このとき、ページが禁止されている場合には (S 4 0 6, S 4 1 2, S 4 1 8, S 4 2 4)、ページバルブ H 5 1 は閉弁状態を維持する。一方、水素供給バルブ H 2 0 0 が閉弁している場合には (S 4 2 8 ; NO)、制御部 5 0 は水素ポンプ 6 3 を停止し (S 4 3 1)、燃料電池発電量 ページ頻度マップを参照してページバルブ H 5 1 を開閉制御する (S 4 3 2)。ページバルブ H 5 1 を開閉する際には、ページバルブ H 5 1 の 1 次圧、2 次圧、及び開弁時間に基づいて 1 回あたりのページ量を演算する (S 4 3 3)。ここで、ページバルブ H 5 1 の 1 次圧は圧力センサ P 1 1 が検出した圧力値によって求めることができる。ページバルブ H 5 1 の 2 次圧はカソードオフガス流路 4 2 を流れる酸素オフガスの流量によって求めることができる。

【0031】

制御部 5 0 は二次電池 5 4 の S O C が所定値 (例えば、80% ~ 90%) 以上である場合には (S 4 3 4 ; YES)、燃料ガスの消費によって発電した電力を二次電池 5 4 に蓄電することができないので、制御部 5 0 は燃料電池 2 0 の発電量を減少させ、且つ燃料ガスのページ量を増加させる (S 4 3 5)。また、燃料ガスのページ頻度が所定頻度より多くなると (S 4 3 6 ; YES)、システム外に排気される燃料ガス濃度が高くなるので、排気燃料ガス濃度を低減させるためにエアコンプレッサ 4 0 の回転数を増加させて、カソードオフガス流路 4 2 を流れる酸素オフガスの流量を増量し、希釈器 6 4 で希釈される排気燃料ガス濃度を低減する (S 4 3 7)。即ち、燃料ガスのページ量の増加 (排気燃料ガス濃度の増加) に対応して、燃料電池 2 0 のカソード極への酸化ガス供給量を増加させることにより、希釈器 6 4 に導入されるカソード極オフガス (酸化ガス) を増加させる。この結果、ページされる燃料ガスの濃度を希釈できる。尚、希釈器 6 4 の代わりに触媒を有する燃焼器でページガスを酸化させてもよい。

【0032】

このように、電力発電による燃料ガスの消費と、燃料ガスのページ操作を実行することで (S 4 2 6 ~ S 4 3 7)、燃料ガス供給系統の各セクション (ガス漏れ検出部位) の圧力を迅速に低下させることができる。より詳細には、高圧部、低圧部、及び F C 部の圧力は電力発電による燃料ガス消費と燃料ガスのページ操作によって低下させることができ、循環部の圧力は燃料ガスのページ操作によって低下させることができる。各セクションのガス漏れ判定は、例えば、燃料ガス供給系統に配設されている各バルブを閉弁し、閉空間

10

20

30

40

50

(略密閉空間)を形成して当該閉空間の圧力低下代を検出することにより行うのがよい。ガス漏れ判定はバルブが閉弁するのに要する時間と、略密閉空間の圧力が安定するのに要する時間とが経過してからガス漏れ判定を行うのが好ましい。これにより、ガス漏れ検出精度を高めることができる。

【0033】

圧力センサP6の検出圧力が目標圧力P6A以下になると(S438; YES)、高圧部の圧力がガス漏れ判定に好適な圧力に達したことを示しているので、制御部50は水素供給バルブH200を閉弁する(S439)。これにより高圧部は密封状態になる。次いで、水素供給バルブH200の下流側に配設されている圧力センサP61の検出圧力が所定圧力PJA1以下に降圧したか否かを判定する(S440)。所定圧力PJA1は、水素供給バルブH200が確実に閉弁しているか否かを判定するための圧力である。圧力センサP61の検出圧力が所定圧力PJA1以下になると(S440: YES)、高圧部のガス漏れ判定を行うために、水素供給バルブH200の閉弁時から所定時間t3が経過したか否かを判定する(S441)。所定時間t3が経過すると(S441: YES)、圧力センサP6の検出圧力をP6Pとして記憶する(S442)。更に水素供給バルブH200の閉弁時から所定時間t4が経過したか否かを判定し(S443)、所定時間t4が経過すると(S443; YES)、記憶済みの圧力P6Pと圧力センサP6の検出圧力との差圧(圧力低下代)P6を演算する(S444)。ここで、差圧P6が所定の閾値圧力Pj15以上である場合には(S445; YES)、高圧部にガス漏れが生じていると判定する(S446)。ガス漏れの原因としては、タンクバルブH201或いは水素供給バルブH22の開故障、又はレギュレータH9、H10或いは燃料ガス供給路31の破損等が考えられる。ここで、開故障とは、バルブが開いたままになって、閉弁できなくなる故障状態をいう。

10

【0034】

一方、水素供給バルブH200の閉弁時から所定時間t3が経過していない場合(S441; NO)、或いは所定時間t4が経過していない場合(S443; NO)、又は差圧

P6が所定の閾値圧力Pj15未満である場合(S445; NO)には、制御部50は低圧部のガス漏れ判定を許可する(S447)。これは、水素供給バルブH200の閉弁時から所定時間t3又はt4が経過していないくとも、既に水素供給バルブH200が閉弁している以上、高圧部のガス漏れ判定と並行して低圧部のガス漏れ判定ができるためである。

20

【0035】

そして、圧力センサP61の検出圧力が目標圧力P61A以下になると(S448; YES)、低圧部の圧力がガス漏れ判定に好適な圧力に達したことを示しているので、制御部50はFCスタック入口バルブH21を閉弁する(S449)。これにより低圧部は密封状態になる。次いで、FCスタック入口バルブH21の下流側に配設されている圧力センサP5、P11の検出圧力がそれぞれ所定圧力PJA2、PJA3以下に降圧したか否かを判定する(S450)。所定圧力PJA2、PJA3は、FCスタック入口バルブH21が確実に閉弁しているか否かを判定するための圧力である。圧力センサP5、P11の検出圧力がそれぞれ所定圧力PJA2、PJA3以下になると(S450: YES)、低圧部のガス漏れ判定を行うために、FCスタック入口バルブH21の閉弁時から所定時間t5が経過したか否かを判定する(S451)。所定時間t5が経過すると(S451: YES)、圧力センサP61の検出圧力をP61Pとして記憶する(S452)。更にFCスタック入口バルブH21の閉弁時から所定時間t6が経過したか否かを判定し(S453)、所定時間t6が経過すると(S453; YES)、記憶済みの圧力P61Pと圧力センサP61の検出圧力との差圧(圧力低下代)P61を演算する(S454)。ここで、差圧P61が所定の閾値圧力Pj16以上である場合には(S455; YES)、低圧部にガス漏れが生じていると判定する(S456)。ガス漏れの原因としては、水素供給バルブH22或いはFCスタック入口バルブH21の開故障、又は燃料ガス供給路31或いは燃料ガス循環路32の破損等が考えられる。

30

40

50

【0036】

一方、FC STACK入口バルブH21の閉弁時から所定時間t5が経過していない場合(S451;NO)、或いは所定時間t6が経過していない場合(S453;NO)、又は差圧P61が所定の閾値圧力Pj16未満である場合(S455;NO)には、制御部50はFC部のガス漏れ判定を許可する(S457)。これは、FC STACK入口バルブH21の閉弁時から所定時間t5又はt6が経過していないなくても、既にFC STACK入口バルブH21が閉弁している以上、低圧部のガス漏れ判定と並行してFC部のガス漏れ判定を行うことができるためである。

【0037】

そして、圧力センサP5の検出圧力が目標圧力P5A以下になると(S458;YES)、FC部の圧力がガス漏れ判定に好適な圧力に達したことを示しているので、制御部50はFC STACK出口バルブH22を閉弁する(S459)。これによりFC部は密封状態になる。次いで、FC STACK出口バルブH22の下流側に配設されている圧力センサP10の検出圧力が所定圧力PJA4以下に降圧したか否かを判定する(S460)。所定圧力PJA4は、FC STACK出口バルブH22が確実に閉弁しているか否かを判定するための圧力である。圧力センサP10の検出圧力がそれぞれ所定圧力PJA4以下になると(S460:YES)、FC部のガス漏れ判定を行うために、FC STACK出口バルブH22の閉弁時から所定時間t7が経過したか否かを判定する(S461)。所定時間t7が経過すると(S461:YES)、圧力センサP5の検出圧力をP5Pとして記憶する(S462)。更にFC STACK出口バルブH22の閉弁時から所定時間t8が経過したか否かを判定し(S463)、所定時間t8が経過すると(S463:YES)、記憶済みの圧力P5Pと圧力センサP5の検出圧力との差圧(圧力低下代)P5を演算する(S464)。ここで、差圧P5が所定の閾値圧力Pj17以上である場合には(S465:YES)、FC部にガス漏れが生じていると判定する(S466)。ガス漏れの原因としては、FC STACK入口バルブH21或いはFC STACK出口バルブH22の開故障、又は燃料ガス供給路31或いは燃料ガス循環路32の破損等が考えられる。

【0038】

一方、FC STACK出口バルブH22の閉弁時から所定時間t7が経過していない場合(S461;NO)、或いは所定時間t8が経過していない場合(S463;NO)、又は差圧P5が所定の閾値圧力Pj17未満である場合(S465;NO)には、制御部50は循環部のガス漏れ判定を許可する(S467)。これは、FC STACK出口バルブH22の閉弁時から所定時間t7又はt8が経過していないなくても、既にFC STACK出口バルブH22が閉弁している以上、FC部のガス漏れ判定と並行して循環部のガス漏れ判定を行うことができるためである。

【0039】

そして、圧力センサP10の検出圧力が目標圧力P10A以下になると(S468;YES)、循環部の圧力がガス漏れ判定に好適な圧力に達したことを示しているので、制御部50はバージバルブH51の開閉を禁止する(S469)。これにより循環部は密封状態になる。循環部のガス漏れ判定を行うために、制御部50はバージバルブH51の開閉を禁止した時点(又はFC STACK出口バルブH22の閉弁時)から所定時間t9が経過したか否かを判定する(S470)。所定時間t9が経過すると(S470:YES)、圧力センサP10検出圧力をP10Pとして記憶する(S471)。更に、バージバルブH51の開閉を禁止した時点(又はFC STACK出口バルブH22の閉弁時)から所定時間t10が経過したか否かを判定し(S472)、所定時間t10が経過すると(S472:YES)、記憶済みの圧力P10Pと圧力センサP10の検出圧力との差圧(圧力低下代)P10を演算する(S473)。ここで、差圧P10が所定の閾値圧力Pj18以上である場合には(S474:YES)、循環部にガス漏れが生じていると判定する(S475)。ガス漏れの原因としては、FC STACK出口バルブH22或いは逆止弁H52の開故障、又は燃料ガス循環路32の破損等が考えられる。一方、圧P10が所定の閾値圧力Pj18未満である場合には(S474:NO)、循環部にガス漏れが生じて

10

20

30

40

50

ないと判定し、ガス漏れ判定を完了する(S 4 7 6)。

【 0 0 4 0 】

図 1 1 はシステム停止処理ルーチン(S 1 0 9)を記述したフローチャートである。同ルーチンが呼び出されると、制御部 5 0 は循環部のガス漏れ判定が完了したか否かを判定する(S 5 0 1)。循環部のガス漏れ判定が完了したならば(S 5 0 1 ; Y E S)、制御部 5 0 は F C スタック入口バルブ H 2 1 、及び F C スタック出口バルブ H 2 2 を開弁し、燃料ガス供給路 3 1 及び燃料ガス循環路 3 2 に残留している燃料ガスを燃料電池 2 0 に導く(S 5 0 2)。これと同時に、制御部 5 0 はエアコンプレッサ 4 0 を回転させて燃料電池 2 0 に酸化ガスを供給する。燃料電池 2 0 に導入された燃料ガスは電力発電によって消費される。更に、制御部 5 0 は適当な時間間隔でバージバルブ H 5 1 を開弁することにより、燃料ガスをバージし、燃料電池 2 0 を循環する燃料ガスの不純物濃度を低減する。そして、圧力センサ P 5 の検出圧力が目標圧力 P 5 A E 以下に降圧したか否かを判定する(S 5 0 3)。目標圧力 P 5 A E としては、システム停止時に燃料ガスがカソード側にクロスリークしない程度の圧力が好ましい。圧力センサ P 5 の検出圧力が目標圧力 P 5 A E 以下に降圧すると(S 5 0 3 ; Y E S)、制御部 5 0 は F C スタック入口バルブ H 2 1 、 F C スタック出口バルブ H 2 2 、及びバージバルブ H 5 1 を閉弁し、エアコンプレッサ 4 0 と水素ポンプ 6 3 を停止させて、発電を停止する(S 5 0 4)。

10

【 0 0 4 1 】

図 1 2 は異常停止処理ルーチン(S 1 1 1)を記述したフローチャートである。上述のガス漏れ判定(S 1 0 2 , S 1 0 6 , S 1 0 8)において、ガス漏れが生じていると判定されると(S 2 1 0 , S 4 4 6 , S 4 5 6 , S 4 4 6 , S 4 7 5)、異常停止処理ルーチンが呼び出される。同ルーチンが呼び出されると、制御部 5 0 は燃料ガス供給系統に配設されている全てのバルブ、即ち、タンクバルブ H 2 0 1 、水素供給バルブ H 2 0 0 、 F C スタック入口バルブ H 2 1 、 F C スタック出口バルブ H 2 2 、及びバージバルブ H 5 1 を全て閉弁し、更にエアコンプレッサ 4 0 と水素ポンプ 6 3 を停止させて、発電を停止する(S 6 0 1)。

20

【 0 0 4 2 】

本実施形態によれば、ガス漏れ検出部位に内在する燃料ガスを電力発電で消費するだけでなく、燃料ガス供給路の外にバージすることによって、ガス漏れ検出部位の圧力を短時間で目標圧力に近づけることが可能になり、ガス漏れ判定を短時間で精度良く行うことができる。また、燃料ガスをバージすることによって、燃料ガスの不純物濃度の上昇を抑えることができるので、セル電圧の低下を抑制できる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 3 】

【図 1 】本実施形態に係わる燃料電池システムの構成図である。

【図 2 】システム制御のメインルーチンである。

【図 3 】システム起動時のガス漏れ判定処理ルーチンである。

【図 4 】通常発電制御ルーチンである。

【図 5 】ガス漏れ判定処理ルーチンである。

【図 6 】ガス漏れ判定処理ルーチンである。

40

【図 7 】ガス漏れ判定処理ルーチンである。

【図 8 】ガス漏れ判定処理ルーチンである。

【図 9 】ガス漏れ判定処理ルーチンである。

【図 1 0 】ガス漏れ判定処理ルーチンである。

【図 1 1 】システム停止処理ルーチンである。

【図 1 2 】異常停止処理ルーチンである。

【符号の説明】

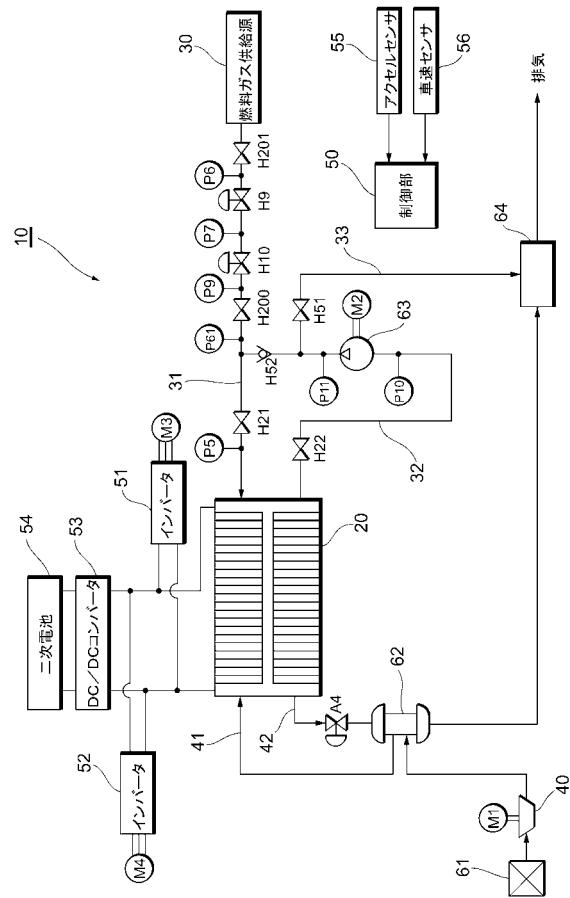
【 0 0 4 4 】

1 0 ... 燃料電池システム 2 0 ... 燃料電池 3 0 ... 燃料ガス供給源 3 1 ... 燃料ガス供給路 3 2 ... 燃料ガス循環路 3 3 ... アノードオフガス流路 4 0 ... エアコンプレッサ 4

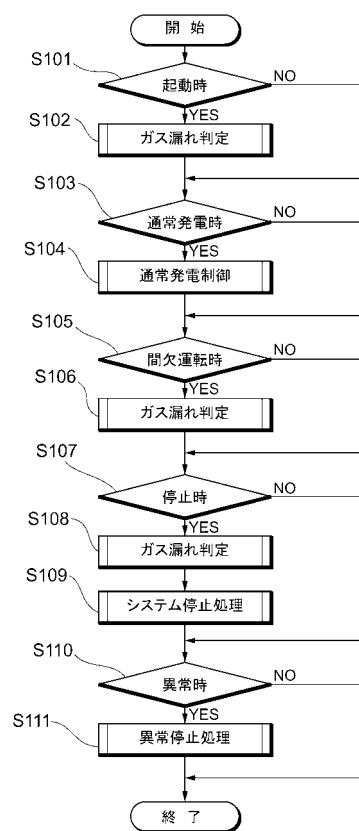
50

1 ... 酸化ガス流路 4 2 ... カソードオフガス流路 5 0 ... 制御部 5 4 ... 二次電池 H 2
0 1 ... タンクバルブ H 9 ... 高圧レギュレータ H 1 0 ... 低圧レギュレータ H 2 0 0 ...
水素供給バルブ H 2 1 ... F C スタック入口バルブ H 2 2 ... F C スタック出口バルブ
H 5 1 ... ページバルブ

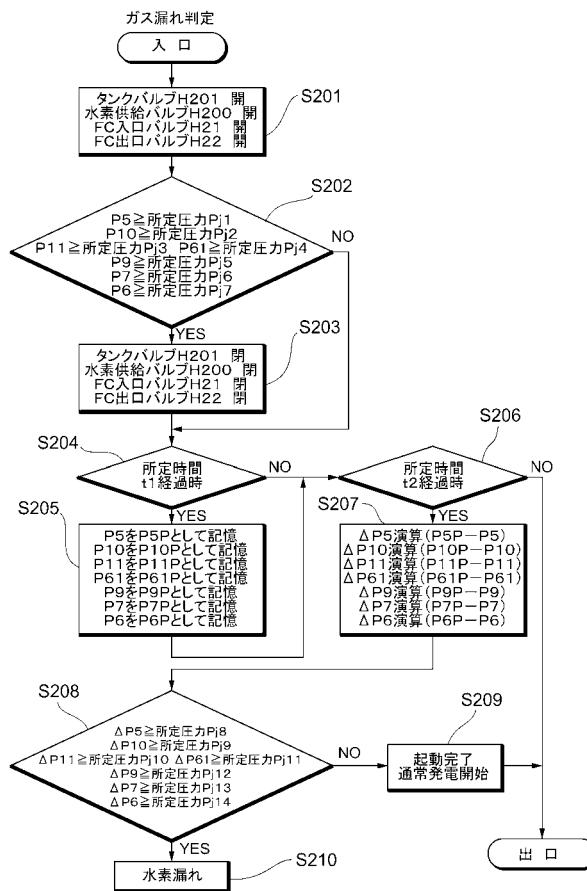
【 図 1 】



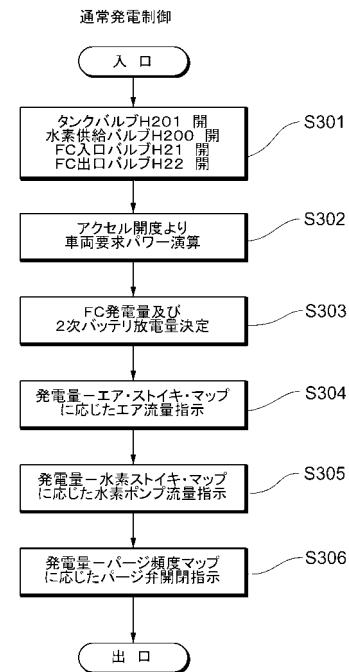
【 义 2 】



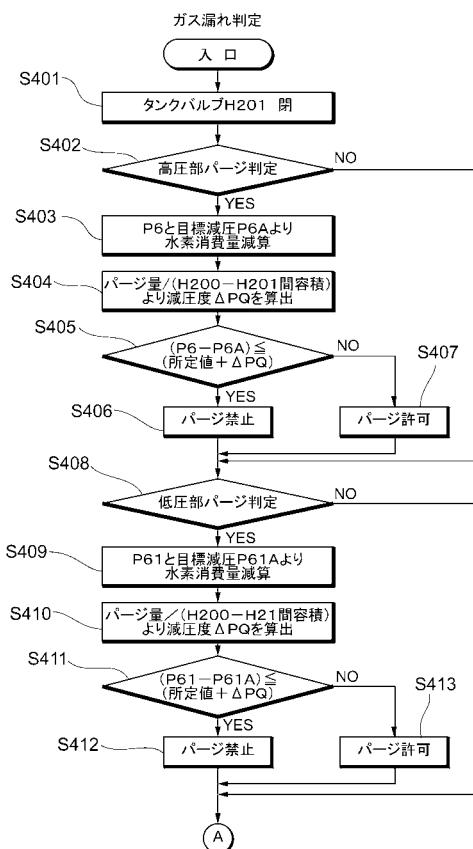
【図3】



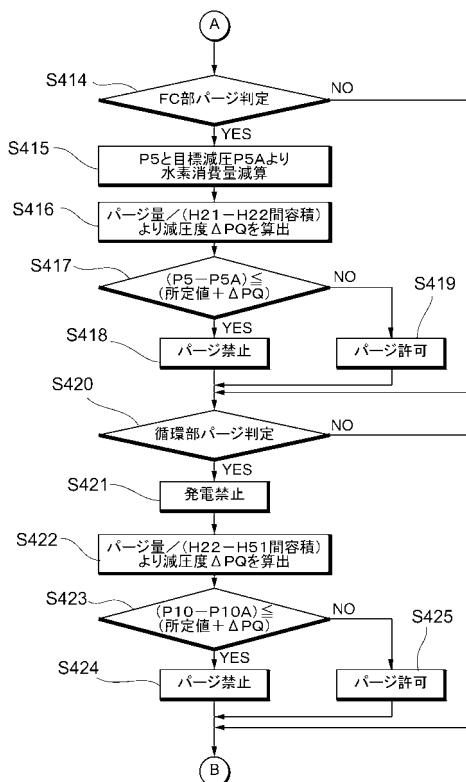
【図4】



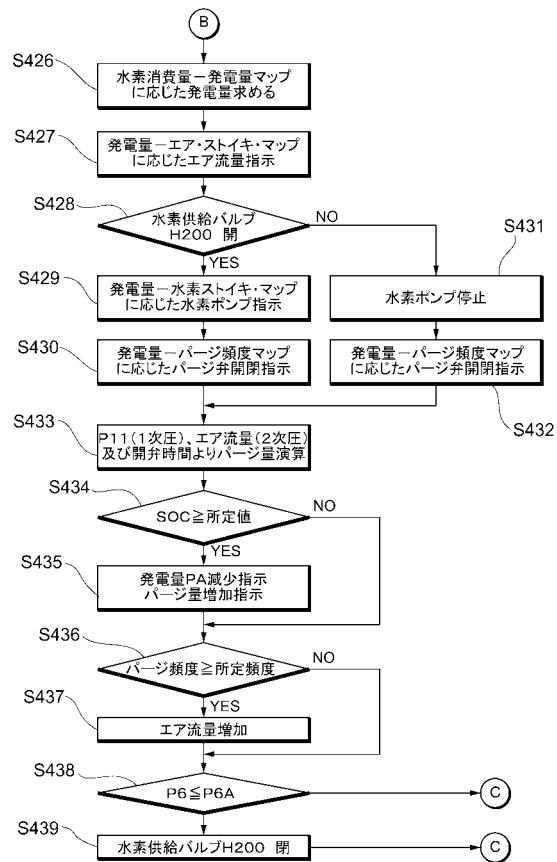
【図5】



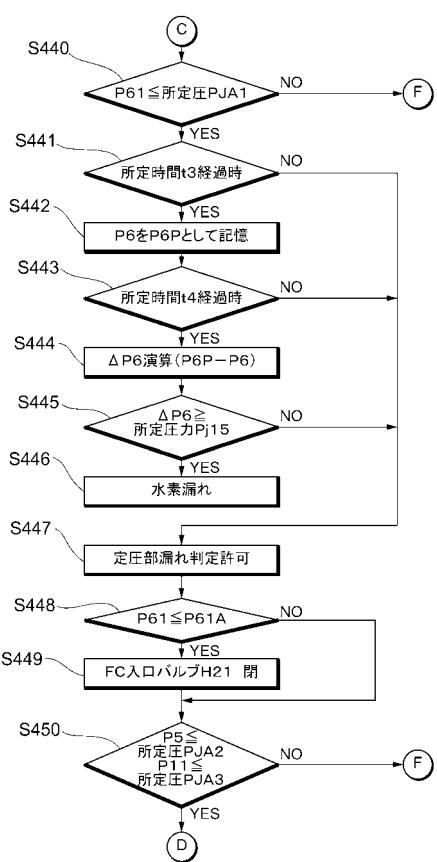
【図6】



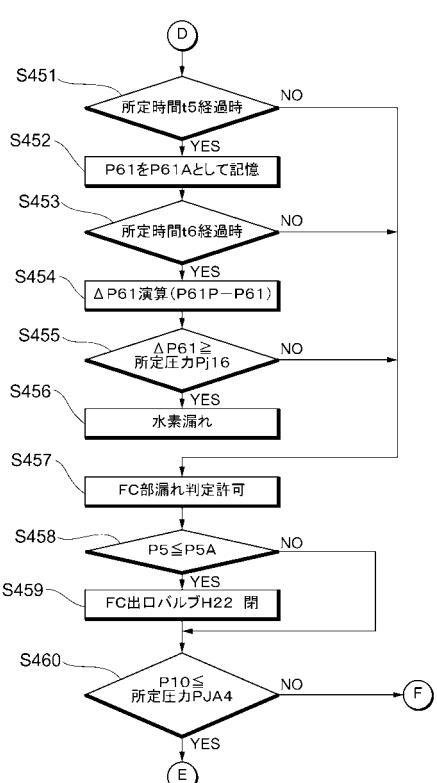
【図7】



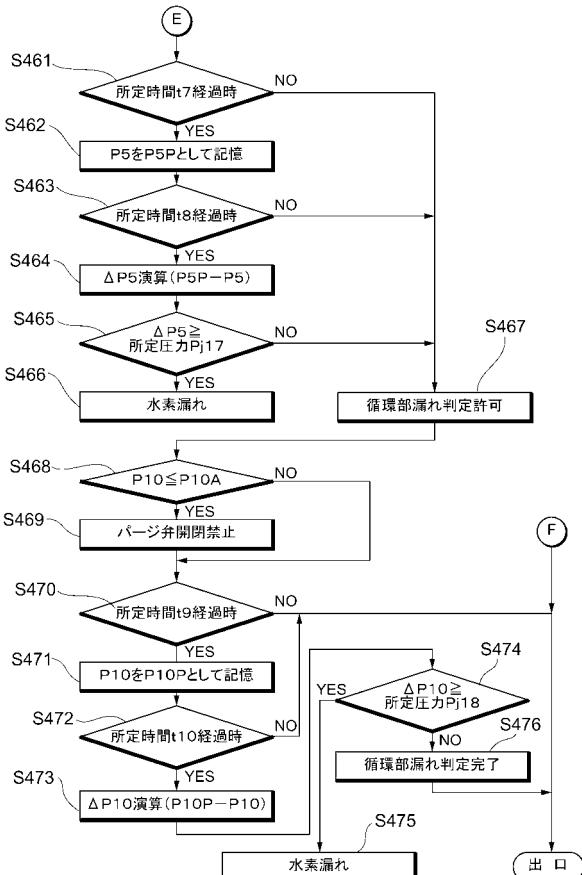
【図8】



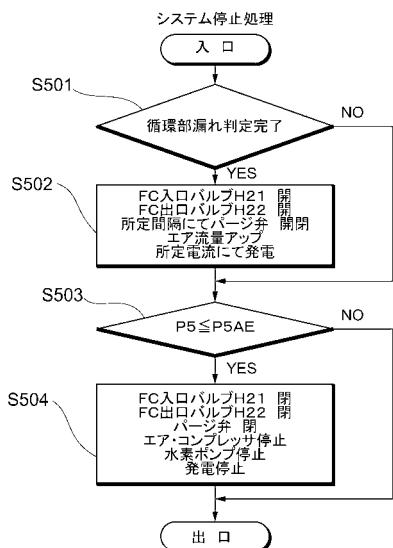
【図9】



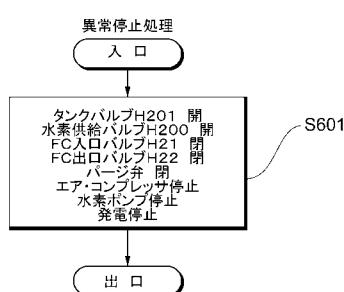
【図10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-111167(JP,A)
特開2003-148252(JP,A)
特開2003-132915(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/04
H01M 8/00