

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6160597号
(P6160597)

(45) 発行日 平成29年7月12日(2017.7.12)

(24) 登録日 平成29年6月23日(2017.6.23)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 M 8/04119 (2016.01)

H O 1 M 8/04

K

H O 1 M 8/00 (2016.01)

H O 1 M 8/00

Z

H O 1 M 8/04228 (2016.01)

H O 1 M 8/04

Y

H O 1 M 8/04303 (2016.01)

B 6 O L 11/18

G

B 6 O L 11/18 (2006.01)

H O 1 M 8/10

請求項の数 7 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-231175 (P2014-231175)
 (22) 出願日 平成26年11月14日(2014.11.14)
 (65) 公開番号 特開2016-95997 (P2016-95997A)
 (43) 公開日 平成28年5月26日(2016.5.26)
 審査請求日 平成28年2月12日(2016.2.12)

(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 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 大矢 良輔
 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 灘 光博
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池用排水装置、燃料電池システム、移動体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池の内部の水分を排出させる燃料電池用の排水装置であって、
 前記燃料電池内部の水分を掃気するためのガスを前記燃料電池に供給可能な掃気ガス供給部と、

前記燃料電池内部の水分の掃気を指令する排水指令をユーザーから受け付け可能である操作部と、

前記操作部が前記排水指令を受け付けたときに、前記掃気ガス供給部に前記燃料電池内部を掃気する掃気処理を実行させる制御部と、

前記燃料電池内部に存在する水分量を表す含水量を取得する含水量取得部と、
 を備え、

前記制御部は、前記含水量が所定の値以下の場合に、

(i) 前記操作部が受け付けた前記排水指令を無効にする処理、あるいは、
 (i i) 前記含水量が前記所定の値より大きいときよりも前記掃気処理によって排出される排水量が少なくなるように、前記掃気処理の処理条件を変更する処理、
 のいずれか一方を実行する、排水装置。

【請求項2】

請求項1に記載の排水装置であって、

前記制御部は、前記掃気処理の実行中に、前記操作部を介して前記排水指令を表す操作と同じ操作を受け付けたときには、前記掃気処理の実行を停止する、排水装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の排水装置であって、さらに、
前記ユーザーに、前記掃気処理の実行状態を報知する報知部を備える、排水装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の排水装置であって、さらに、
前記燃料電池が配置されている環境条件を表す環境情報を取得可能な環境情報取得部を
備え、

前記制御部は、前記環境情報に応じて前記掃気処理の処理条件を変更する、排水装置。

【請求項 5】

燃料電池システムであって、

燃料電池と、

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の排水装置と、

前記燃料電池の運転を制御する機能と、前記排水装置の前記制御部としての機能と、を
備えるシステム制御部と、
を備え、

前記システム制御部は、前記操作部を介して前記排水指令を受け付けたときに実行される
前記掃気処理を強制掃気処理として前記掃気ガス供給部に実行させ、

前記システム制御部は、前記強制掃気処理に加えて、前記燃料電池の運転終了時に前記
燃料電池内部を掃気する運転終了時掃気処理を前記掃気ガス供給部に実行させる、燃料電
池システム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の燃料電池システムであって、

前記排水装置は、請求項 4 に記載の排水装置であり、

前記システム制御部は、前記環境情報に応じて、前記強制掃気処理の処理条件と、前記
運転終了時掃気処理の処理条件と、を変更する、燃料電池システム。

【請求項 7】

燃料電池を電力源として搭載する移動体であって、

請求項 5 または請求項 6 に記載の燃料電池システムを搭載する移動体。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、燃料電池用排水装置、燃料電池システム、移動体に関する。

【背景技術】**【0002】**

固体高分子形燃料電池（以下、単に「燃料電池」とも呼ぶ。）の運転中には、通常、電
気化学反応によって生成された多量の水分が排出される。従来から、燃料電池を搭載する
移動体における燃料電池からの排水の処理方法について種々の技術が提案されている（例
えば、特許文献 1，2）。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2006 - 099994 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 074200 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

燃料電池を搭載する移動体に限らず、燃料電池を備える燃料電池システムにおいては、
掃気によって燃料電池内部の水分を排出させる場合がある。そうした掃気処理においては
、燃料電池内部の水分が過度に排出されて、燃料電池の発電性能が低下してしまうという
問題がある。このように、燃料電池においては、燃料電池内部の水分を排出するための排

10

20

30

40

50

水処理に起因する不具合の発生を抑制することについて、依然として改良の余地がある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、燃料電池における少なくとも上述の課題を解決するために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] 本発明の第1形態としては、燃料電池の内部の水分を排出させる燃料電池用の排水装置が提供される。この排水装置は、掃気ガス供給部と、操作部と、制御部と、含水量取得部と、を備えて良い。前記掃気ガス供給部は、前記燃料電池内部の水分を掃気するためのガスを前記燃料電池に供給可能であって良い。前記操作部は、前記燃料電池内部の水分の掃気を指令する排水指令をユーザーから受け付け可能であって良い。前記制御部は、前記操作部が前記排水指令を受け付けたときに、前記掃気ガス供給部に前記掃気処理を実行させて良い。前記含水量取得部は、前記燃料電池内部に存在する水分量を表す含水量を取得して良い。前記制御部は、前記含水量に応じて、前記掃気処理の実行を制御し、前記含水量が所定の値以下の場合に、(i) 前記操作部が受け付けた前記排水指令を無効にする処理、あるいは、(ii) 前記含水量が前記所定の値より大きいときよりも前記掃気処理によって排出される排水量が少なくなるように、前記掃気処理の処理条件を変更する処理のいずれか一方を実行して良い。この形態の排水装置によれば、掃気処理に起因する燃料電池内部の過乾燥の発生を抑制できる。

【0007】

[2] 上記形態の排水装置において、前記制御部は、前記掃気処理の実行中に、前記操作部を介して前記排水指令を表す操作と同じ操作を受け付けたときには、前記掃気処理の実行を停止して良い。この形態の排水装置によれば、ユーザーが選択した任意のタイミングで燃料電池内部の水分を排出させることができるとともに、排水指令の取消が直感的な操作で可能である。従って、排水装置や、排水装置を組み込むシステムにおけるユーザービリティが高められる。

【0008】

[3] 上記形態の排水装置は、前記ユーザーに、前記掃気処理の実行状態を報知する報知部を備えて良い。この形態の排水装置によれば、ユーザーに掃気処理の実行状態が報知されるため、ユーザービリティが高められる。

【0009】

[4] 上記形態の排水装置は、さらに、前記燃料電池が配置されている環境条件を表す環境情報を取得可能な環境情報取得部を備え、前記制御部は、前記環境情報に応じて前記掃気処理の処理条件を変更して良い。この形態の排水装置によれば、燃料電池の配置環境に応じた適切な排水処理の実行が可能になる。

【0010】

[5] 本発明の第2形態としては、燃料電池システムが提供される。この形態の燃料電池システムは、燃料電池と、上記形態の排水装置と、前記燃料電池の運転を制御する機能と、前記排水装置の前記制御部としての機能と、を備えるシステム制御部と、を備えて良い。前記システム制御部は、前記操作部を介して前記排水指令を受け付けたときに実行される前記掃気処理を強制掃気処理として前記掃気ガス供給部に実行させて良い。前記システム制御部は、前記強制掃気処理に加えて、前記燃料電池の運転終了時に前記燃料電池内部を掃気する運転終了時掃気処理を前記掃気ガス供給部に実行させて良い。この形態の燃料電池システムによれば、ユーザーは、運転終了時掃気処理の前に強制掃気処理によって燃料電池内部の水分を低減させておくことができるため、運転終了時掃気処理における排水量を任意に低減させることができる。

【0011】

[6] 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記システム制御部は、前記排水装置が備える前記環境情報取得部によって取得した前記環境情報に応じて、前記強制掃気処理の処理条件と、前記運転終了時掃気処理の処理条件と、を変更して良い。この形態の燃料電池

10

20

30

40

50

システムによれば、燃料電池の配置環境に応じて適切な排水処理の実行が可能になる。また、運転終了時掃気処理の処理条件と強制掃気処理の処理条件とがともに変更されるため、燃料電池の配置環境に応じた処理条件の変更にかかわらず、強制掃気処理を予め実行しておくことによる運転停止時掃気処理における排水量の低減効果が確保される。

【 0 0 1 2 】

[7] 本発明の第 3 形態としては、燃料電池を電力源として搭載する移動体が提供される。この形態の移動体は、上記形態の燃料電池システムを搭載して良い。この形態の移動体によれば、燃料電池の排水処理の制御性が高められ、排水処理に起因する不具合が抑制される。

【 0 0 1 3 】

10

上述した本発明の各形態の有する複数の構成要素はすべてが必須のものではなく、上述の課題の一部又は全部を解決するため、あるいは、本明細書に記載された効果の一部又は全部を達成するために、適宜、前記複数の構成要素の一部の構成要素について、その変更、削除、新たな他の構成要素との差し替え、限定内容の一部削除を行うことが可能である。また、上述の課題の一部又は全部を解決するため、あるいは、本明細書に記載された効果の一部又は全部を達成するために、上述した本発明の一形態に含まれる技術的特徴の一部又は全部を上述した本発明の他の形態に含まれる技術的特徴の一部又は全部と組み合わせて、本発明の独立した一形態とすることも可能である。

【 0 0 1 4 】

本発明は、排水装置や、燃料電池システム、移動体以外の種々の形態で実現することも可能である。例えば、燃料電池内部を掃気する掃気装置や掃気システムの形態で実現することも可能である。その他に、燃料電池からの排水方法、掃気方法、排水処理の制御方法、掃気処理の制御方法、それらの方法を実現するコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した一時的でない記録媒体等の形態で実現することも可能である。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】燃料電池システムの構成を示す概略図。

【図 2】燃料電池の運転中に実行される排水制御のフローを示す説明図。

【図 3】燃料電池の運転終了後に実行される排水制御のフローを示す説明図。

30

【図 4】強制パージ処理の処理フローを示す説明図。

【図 5】排水報知部による報知処理を示す説明図。

【図 6】排水報知部による報知処理を示す説明図。

【図 7】第 2 実施形態の排水制御のフローを示す説明図。

【図 8】強制パージ処理の処理条件の変更を説明するための説明図。

【図 9】強制パージ処理の処理条件の変更を説明するための説明図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

A. 第 1 実施形態：

[燃料電池システムの構成]

40

図 1 は、本発明の第 1 実施形態としての燃料電池システム 1 0 0 の構成を示す概略図である。この燃料電池システム 1 0 0 は、燃料電池車両に搭載され、ユーザーである運転者からの要求に応じて、駆動力として用いられる電力を出力する。燃料電池システム 1 0 0 は、操作部 1 0 と、制御部 1 5 と、燃料電池 2 0 と、カソードガス供給部 3 0 と、アノードガス供給部 5 0 と、を備える。

【 0 0 1 7 】

操作部 1 0 は、燃料電池車両の運転席に設けられており、運転者からの操作を受け付け、その操作内容を表す信号を制御部 1 5 に送信する。操作部 1 0 は、運転座に備え付けられたアクセルペダルやブレーキペダル（図示は省略）を介して、燃料電池車両に対する走行速度の操作を、燃料電池システム 1 0 0 に対する出力要求として受け付ける。操作部 1

50

0 は、さらに、排水スイッチ 11 と、排水報知部 12 と、を備える。

【0018】

排水スイッチ 11 は、運転者が運転中に押下可能なようにダッシュボードに設けられており、運転者からの排水処理（後述）の実行開始の指令である排水指令を受け付ける。本実施形態では、排水スイッチ 11 は、押しボタンスイッチによって構成されている。排水報知部 12 は、運転者が運転中に視認可能なようにダッシュボードに設けられており、運転者に排水処理の実行状態に関する情報を報知する。本実施形態では、排水報知部 12 は、点灯・消灯により排水処理の実行状態を報知するインジケータ 12a と、排水処理に関するメッセージを表示する表示部 12b と、を有する。インジケータ 12a は、例えば LED ランプによって構成される。表示部 12b は、例えば、液晶ディスプレイや LED 表示器などによって構成される。排水スイッチ 11 の操作や排水報知部 12 による報知処理の詳細については後述する。

10

【0019】

制御部 15 は、中央処理装置と主記憶装置とを備えるマイクロコンピュータによって構成され、主記憶装置上にプログラムを読み込んで実行することにより、種々の機能を発揮する。制御部 15 は、本発明におけるシステム制御部に相当し、燃料電池システム 100 の各構成部を制御して、燃料電池 20 に出力要求に応じた電力を発電させる発電制御部としての機能を有する。制御部 15 は、さらに、排水処理実行部 16 と、含水量検出部 18 としての機能を有する。排水処理実行部 16 は、燃料電池 20 からの排水を行う排水処理の実行を制御する。排水処理実行部 16 による排水制御については後述する。含水量検出部 18 は、燃料電池 20 の内部に存在する水分量を表す含水量を検出し、排水処理実行部 16 に出力する（詳細は後述）。

20

【0020】

燃料電池 20 は、反応ガスとして水素（アノードガス）と空気（カソードガス）の供給を受けて発電する固体高分子形燃料電池である。燃料電池 20 は、複数の単セル 21 が積層されたスタック構造を有する。各単セル 21 は、それぞれが単体でも発電可能な発電要素であり、電解質膜の両面に電極を配置した発電体である膜電極接合体と、膜電極接合体を挟む 2 枚のセパレータ（図示せず）と、を有する。電解質膜は、内部に水分を包含した湿潤状態のときに良好なプロトン伝導性を示す固体高分子薄膜である。

【0021】

カソードガス供給部 30 は、燃料電池 20 にカソードガスを供給する機能と、燃料電池 20 のカソード側から排出される排水とカソード排ガスとを燃料電池システム 100 の外部に排出する機能と、を有する。カソードガス供給部 30 は、燃料電池 20 の上流側に、カソードガス配管 31 と、エアコンプレッサー 32 と、エアフロメーター 33 と、開閉弁 34 と、を備える。カソードガス配管 31 は、燃料電池 20 のカソード側の入口に接続された配管である。エアコンプレッサー 32 は、カソードガス配管 31 を介して燃料電池 20 と接続されており、外気を取り込んで圧縮した空気を、カソードガスとして燃料電池 20 に供給する。

30

【0022】

エアフロメーター 33 は、エアコンプレッサー 32 の上流側において、エアコンプレッサー 32 が取り込む外気の量を計測し、制御部 15 に送信する。制御部 15 は、この計測値に基づいてエアコンプレッサー 32 を駆動することにより、燃料電池 20 に対する空気の供給量を制御する。開閉弁 34 は、エアコンプレッサー 32 と燃料電池 20 との間に設けられている。開閉弁 34 は、通常、閉じた状態であり、エアコンプレッサー 32 から所定の圧力を有する空気がカソードガス配管 31 に供給されたときに開く。

40

【0023】

カソードガス供給部 30 は、さらに、燃料電池 20 の下流側に、カソード排ガス配管 41 と、調圧弁 43 と、圧力計測部 44 と、を備える。カソード排ガス配管 41 は、燃料電池 20 のカソード側の出口に接続された配管であり、排水及びカソード排ガスを燃料電池システム 100 の外部へと排出する。調圧弁 43 は、カソード排ガス配管 41 におけるカ

50

ソード排ガスの圧力（燃料電池 20 のカソード側の背圧）を調整する。圧力計測部 44 は、調圧弁 43 の上流側に設けられており、カソード排ガスの圧力を計測し、その計測値を制御部 15 に送信する。制御部 1150 は、圧力計測部 44 の計測値に基づいて調圧弁 43 の開度を調整する。

【0024】

排水処理実行部 16 の制御によって実行される排水処理においては、カソードガス供給部 30 は、燃料電池 20 に掃気ガスを供給し、燃料電池 20 の内部を掃気（パージ）する掃気処理を実行する。本実施形態では、カソードガス供給部 30 が本発明における掃気ガス供給部に相当する。掃気処理では、燃料電池 20 に対するアノードガスの供給が停止された状態で、エアコンプレッサー 32 によって取り込まれた外気が掃気ガスとして、カソードガス配管 31、燃料電池 20 の内部、カソード排ガス配管 41 に流される。掃気処理によって、燃料電池 20 の内部を含むカソードガスの流路内の水分は、燃料電池システム 100 の外部に排出される。

10

【0025】

アノードガス供給部 50 は、燃料電池 20 にアノードガスを供給する機能と、燃料電池 20 から排出されるアノード排ガスを、燃料電池システム 100 の外部に排出する機能と、燃料電池システム 100 内において循環させる機能と、を有する。アノードガス供給部 50 は、燃料電池 20 の上流側に、アノードガス配管 51 と、水素タンク 52 と、開閉弁 53 と、レギュレーター 54 と、水素供給装置 55 と、圧力計測部 56 とを備える。水素タンク 52 には、燃料電池 20 に供給するための高圧水素が充填されている。水素タンク 52 は、アノードガス配管 51 を介して燃料電池 20 のアノード側の入口に接続されている。

20

【0026】

アノードガス配管 51 には、開閉弁 53 と、レギュレーター 54 と、水素供給装置 55 と、圧力計測部 56 とが、この順序で、上流側（水素タンク 52 側）から設けられている。制御部 15 は、開閉弁 53 の開閉を制御することによって、水素タンク 52 から水素供給装置 55 の上流側への水素の流入を制御する。レギュレーター 54 は、水素供給装置 55 の上流側における水素の圧力を調整するための減圧弁であり、その開度が制御部 15 によって制御されている。水素供給装置 55 は、例えば、電磁駆動式の開閉弁であるインジェクターによって構成される。圧力計測部 56 は、水素供給装置 55 の下流側の水素の圧力を計測し、制御部 15 に送信する。制御部 15 は、圧力計測部 56 の計測値に基づき、水素供給装置 55 の駆動周期（開閉周期）を制御することによって、燃料電池 20 に供給される水素量を制御する。

30

【0027】

アノードガス供給部 50 は、さらに、燃料電池 20 の下流側に、アノード排ガス配管 61 と、気液分離部 62 と、アノードガス循環配管 63 と、水素循環用ポンプ 64 と、アノード排水配管 65 と、排水弁 66 と、圧力計測部 67 と、を備える。アノード排ガス配管 61 は、燃料電池 20 のアノード側の出口と気液分離部 62 とを接続する配管である。アノード排ガス配管 61 には、圧力計測部 67 は、設けられている。圧力計測部 67 は、燃料電池 20 の水素マニホールドの出口近傍において、アノード排ガスの圧力（燃料電池 20 のアノード側の背圧）を計測し、制御部 15 に送信する。

40

【0028】

気液分離部 62 は、アノードガス循環配管 63 と、アノード排水配管 65 とに接続されている。アノード排ガス配管 61 を介して気液分離部 62 に流入したアノード排ガスは、気液分離部 62 によって気体成分と水分とに分離される。気液分離部 62 内において、アノード排ガスの気体成分はアノードガス循環配管 63 へと誘導され、水分はアノード排水配管 65 へと誘導される。

【0029】

アノードガス循環配管 63 は、アノードガス配管 51 の水素供給装置 55 より下流に接続されている。アノードガス循環配管 63 には、水素循環用ポンプ 64 が設けられており

50

、この水素循環用ポンプ 6 4 によって、気液分離部 6 2 において分離された気体成分に含まれる水素は、アノードガス配管 5 1 へと送り出される。アノード排水配管 6 5 には排水弁 6 6 が設けられている。

【 0 0 3 0 】

排水弁 6 6 は、制御部 1 5 からの指令に応じて開閉する。制御部 1 5 は、通常、排水弁 6 6 を閉じておき、予め設定された所定の排水タイミングや、アノード排ガス中の不活性ガスの排出タイミングで排水弁 6 6 を開く。アノード排水配管 6 5 の下流端は、アノード側の排水とアノード排ガスとを、カソード側の排水とカソード排ガスとに混合して排出可能なように、カソード排ガス配管 4 1 に合流されている（図示は省略）。

【 0 0 3 1 】

燃料電池システム 1 0 0 は、さらに、外気温センサー 8 0 と、インピーダンス計測部 8 1 と、を備える。外気温センサー 8 0 は、燃料電池車両外部の気温（外気温）を表す信号を制御部 1 5 に送信する。外気温センサー 8 0 によって検出される外気温は、燃料電池 2 0 が配置されている環境条件を表す環境情報に相当する。外気温センサー 8 0 の検出結果は、排水処理実行部 1 6 の排水制御に用いられる（後述）。

【 0 0 3 2 】

インピーダンス計測部 8 1 は、燃料電池 2 0 の各単セル 2 1 に接続されている。インピーダンス計測部 8 1 は、交流インピーダンス法を利用して、各単セル 2 1 の抵抗（セル抵抗）を計測し、制御部 1 5 に出力する。セル抵抗は、各単セル 2 1 内に存在する水分量に影響される。含水量検出部 1 8 は、予め準備されているセル抵抗と各単セル 2 1 内における水分量との関係に基づいて得られる推定値を、燃料電池 2 0 の現在の含水量を表す実測値として取得する。

【 0 0 3 3 】

その他に、燃料電池システム 1 0 0 は、燃料電池 2 0 に冷媒を供給して燃料電池 2 0 の運転温度を制御する冷媒供給部を備えるが、その図示及び詳細な説明は省略する。また、燃料電池システム 1 0 0 は、二次電池と、DC / DC コンバータと、を備える（図示は省略）。二次電池は、燃料電池 2 0 が出力する電力や回生電力を蓄電し、燃料電池 2 0 とともに電力源として機能する。DC / DC コンバータは、二次電池の充放電や燃料電池 2 0 の出力電圧を制御することができる。なお、上述した燃料電池システム 1 0 0 の各構成部は、二次電池の電力を用いることにより、燃料電池 2 0 の運転停止後においても駆動することが可能である。

【 0 0 3 4 】

[燃料電池システムにおける排水処理]

図 2 ~ 図 6 を順に参照して本実施形態の燃料電池システム 1 0 0 において実行される排水処理を説明する。本実施形態の燃料電池システム 1 0 0 では、燃料電池 2 0 の運転中に加えて、燃料電池 2 0 の運転終了後にも、二次電池の電力を利用して排水処理が実行される。以下では、まず、燃料電池 2 0 の運転中の排水制御と、燃料電池 2 0 の運転終了後の排水制御と、を順に説明する。

【 0 0 3 5 】

図 2 は、燃料電池 2 0 の運転中に排水処理実行部 1 6 によって実行される排水制御のフローを示す説明図である。排水処理実行部 1 6 は、燃料電池 2 0 の運転中に、運転者によって排水スイッチ 1 1 が押下されたことを検出すると（ステップ S 1 0 ）、排水処理として強制パージ処理を実行する（ステップ S 1 5 ）。

【 0 0 3 6 】

強制パージ処理では、カソードガス供給部 3 0 による掃気処理が実行され、燃料電池 2 0 内部の水分および燃料電池システム 1 0 0 内の水分が外部に排出される。強制パージ処理の詳細な処理内容については後述する。なお、強制パージ処理は、燃料電池車両の走行中にも実行可能である。この場合には、二次電池の電力を駆動力として用いる走行モードに切り替えて、燃料電池 2 0 による発電を一時的に休止させた上で、強制パージ処理が実行される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

運転者がイグニションオフの操作を行って燃料電池車両を停車状態にした場合などには、制御部 1 5 は燃料電池 2 0 の運転を終了する。具体的には、制御部 1 5 は、カソードガス供給部 3 0 およびアノードガス供給部 5 0 による燃料電池 2 0 に対する反応ガスの供給を停止する。排水処理実行部 1 6 は、燃料電池 2 0 の運転終了を検出すると（ステップ S 2 0 ）、排水処理として終了時パージ処理を実行する（ステップ S 2 5 ）。

【 0 0 3 8 】

終了時パージ処理では、カソードガス供給部 3 0 による掃気処理が実行され、燃料電池 2 0 内部の水分および燃料電池システム 1 0 0 内の水分が外部に排出される。このように、燃料電池 2 0 の運転終了時に燃料電池システム 1 0 0 内の水分を低減させておくことにより、氷点下などの低温環境下などにおける凍結に起因する燃料電池システム 1 0 0 の起動性の低下や、残留水分による部品の劣化などが抑制される。

10

【 0 0 3 9 】

図 3 は、燃料電池 2 0 の運転終了後に排水処理実行部 1 6 によって実行される排水制御のフローを示す説明図である。排水処理実行部 1 6 は、燃料電池 2 0 の運転停止後に、運転者によって排水スイッチ 1 1 が押下されたことを検出した場合にも（ステップ S 3 0 ）、排水処理として強制パージ処理を実行する（ステップ S 3 5 ）。排水処理実行部 1 6 は、燃料電池 2 0 の運転停止後に、定期的に外気温センサー 8 0 を駆動させて、外気温を取得する。排水処理実行部 1 6 は、外気温が氷点下近傍の所定の温度（例えば、0 ~ 5 の温度）であることを検出した場合には（ステップ S 4 0 ）、排水処理として停止中パージ処理を実行する（ステップ S 4 5 ）。

20

【 0 0 4 0 】

停止中パージ処理では、カソードガス供給部 3 0 による掃気処理が実行され、燃料電池 2 0 内部の水分および燃料電池システム 1 0 0 内の水分が外部に排出される。終了時パージ処理に加えて停止中パージ処理が実行されることによって、燃料電池 2 0 内部の水分がより低減され、凍結に起因する燃料電池システム 1 0 0 の起動性の低下がより確実に抑制される。運転者がイグニションオンの操作を行って燃料電池システム 1 0 0 が起動され、燃料電池 2 0 の運転が開始された場合には、排水処理実行部 1 6 は、燃料電池 2 0 の運転中の排水制御（図 2 ）に移行する（ステップ S 5 0 ）。

【 0 0 4 1 】

30

このように、本実施形態の燃料電池システム 1 0 0 では、終了時パージ処理（図 2 のステップ S 2 5 ）や、停止中パージ処理（図 3 のステップ S 3 5 ）の前に、運転者の操作によって、任意のタイミングで強制パージ処理（ステップ S 1 5 , S 3 5 ）が実行可能である。つまり、本実施形態の燃料電池システム 1 0 0 によれば、運転者が排水処理を実行する場所やタイミングを任意に選択することができる。運転者は、強制パージ処理によって予め燃料電池 2 0 内の水分を低減させておき、燃料電池車両の停車時や停車中に燃料電池 2 0 からの排水による水掛かりの被害が発生してしまうことを抑制することができる。

【 0 0 4 2 】

一般に、燃料電池車両では、メンテナンス時や長期に放置される場合などには、二次電池の接続が外される場合や、二次電池の蓄電量が不足してしまう場合などがあり、停止中パージ処理の実行ができない状態に陥る可能性もあり得る。本実施形態の燃料電池システム 1 0 0 であれば、そのような事態が予測される場合には、運転者が予め強制パージ処理を実行しておくことによって、燃料電池 2 0 内の水分量を低減させておくことができる。従って、低温環境下における水分の凍結に起因する燃料電池 2 0 の起動性の低下を予防することができる。

40

【 0 0 4 3 】

図 4 は、排水処理実行部 1 6 が実行する強制パージ処理の処理フローを示す説明図である。ステップ S 1 1 0 では、排水処理実行部 1 6 は、排水報知部 1 2 のインジケータ 1 2 a を点灯させて、排水スイッチ 1 1 の押下が検出され、排水処理の実行が開始されたことを運転者に報知する。ステップ S 1 2 0 では、燃料電池 2 0 の含水量についての判定が

50

実行される（第1含水量判定）。排水処理実行部16は含水量検出部18から現在の燃料電池20の含水量の計測値を取得する。排水処理実行部16は、燃料電池20の含水量が、所定の閾値以上であり、予め定められている許容範囲内であると判定した場合には、カソードガス供給部30に掃気処理の実行を開始させる（ステップS130）。

【0044】

ステップS120において、燃料電池20の含水量が所定の値より小さく、許容範囲から外れていると判定した場合には、排水処理実行部16は、運転者からの排水指令を無効とし、カソードガス供給部30に掃気処理を実行させることなく強制パージ処理を終了する。排水処理実行部16は、ステップS110において点灯させたインジケータ12aを消灯させ、排水処理が実行されないことを示すために、排水処理の実行が完了した旨を

10

【0045】

このように、本実施形態では、燃料電池20の含水量が不足している場合には強制パージ処理が実行されない。これによって、燃料電池20が過度に乾燥した状態となり、燃料電池20の発電性能が低下してしまうことが抑制される。なお、燃料電池20の運転終了後の排水制御の場合には、終了時パージ処理の実行後であるため、ステップS120における含水量の判定処理は省略されても良い。

【0046】

排水処理実行部16は、カソードガス供給部30による掃気処理の実行中に、ユーザーが再び排水スイッチ11を押下したことを検出した場合には（ステップS140のYES）、カソードガス供給部30による掃気処理の実行を中断する（ステップS170）。排水処理実行部16は、ステップS110において点灯させたインジケータ12aを消灯させる（ステップS180）。排水処理実行部16は、排水処理の実行が中断された旨のメッセージや排水処理が完了した旨を表示部12bに表示させても良い。これによって、運転者は、強制パージ処理の中断、終了を確認することができる。

20

【0047】

このように、本実施形態の燃料電池システム100では、運転者が誤って排水処理を開始させてしまった場合でも、任意にその排水処理を中断させることができる。また、排水処理を中断させる操作が、排水処理を開始させる操作と同じく排水スイッチ11を押下する操作であるため、運転者は排水処理のキャンセルのための操作を直感的に把握可能である。従って、運転者は排水処理のキャンセル操作が簡易かつ迅速に行える。

30

【0048】

排水処理実行部16は、カソードガス供給部30による掃気処理の実行中のステップS150においても、燃料電池20の含水量についての判定を実行する（第2含水量判定）。排水処理実行部16は、燃料電池20の含水量が所定の値以下になり、許容範囲から外れたことを検出した場合には（ステップS150のNO）、カソードガス供給部30による掃気処理を停止させる（ステップS170）。排水処理実行部16は、ステップS110において点灯させたインジケータ12aを消灯させ、排水処理の実行が完了した旨のメッセージを表示部12bに表示させる（ステップS180）。

40

【0049】

これによって、燃料電池20の含水量が少ない乾燥状態になった後に、無駄に掃気処理が継続されてしまうことが抑制される。なお、ステップS150における第2含水量判定における閾値は、ステップS120における第1含水量判定における閾値とは異なる値が設定されていても良い。終了時パージ処理や停止中パージ処理においても、強制パージ処理と同様に、掃気処理の実行中に第2含水量判定と同様な判定処理を行うことによって、燃料電池20の含水量に応じて掃気処理の終了タイミングが決定されても良い。

【0050】

排水処理実行部16は、ステップS140、S150において掃気処理が停止されなかった場合には、予め設定された処理時間（例えば、数十秒から数分程度）が経過したとき

50

に、カソードガス供給部 30 による掃気処理を完了する（ステップ S 160, S 170）。排水処理実行部 16 は、ステップ S 110 において点灯させたインジケータ 12a を消灯させ、排水処理の実行が完了した旨のメッセージを表示部 12b に表示させる（ステップ S 180）。

【0051】

図 5, 図 6 のタイミングチャートを参照して、強制パージ処理における排水報知部 12 による報知処理を説明する。図 5, 図 6 には、排水スイッチ 11 の操作タイミングと、掃気処理の開始と終了のタイミングと、排水報知部 12 におけるインジケータ 12a の点灯・消灯のタイミングと、表示部 12b のメッセージの表示・消去のタイミングと、が示されている。図 5 では、所定の処理時間が経過するまで掃気処理が継続された場合、あるいは、ステップ S 150 において燃料電池 20 の含水量が閾値に到達した場合が実線によって示されている。また、図 5 では、ステップ S 140 において掃気処理が中断された場合が一点鎖線によって示されている。図 6 には、ステップ S 120 において、排水指令が無効にされた場合が示されている。

10

【0052】

排水報知部 12 のインジケータ 12a は、排水スイッチ 11 が押下された後から強制パージ処理の実行が終了するまでの間、点灯している状態が継続される（図 5）。これによって、運転者は、自身の操作によって開始された排水処理が実行中であることを視認できる。強制パージ処理が終了するときには、表示部 12b に強制パージ処理が完了したことが表示される。

20

【0053】

燃料電池 20 の含水量が許容範囲から外れているために、強制パージ処理の実行指令が無効にされた場合には、排水報知部 12 のインジケータ 12a は、一時的に点灯するものの短時間で消灯する（図 6）。これによって、運転者は、自身の排水処理の実行開始指令の操作が受け付けられなかったものの、無効にされたことを知ることができる。また、インジケータ 12a が消灯した後は、排水処理が完了した旨のメッセージが表示される。排水処理が完了した旨のメッセージの代わりに、燃料電池 20 の含水量が少なく、排水処理の必要が無い旨のメッセージが表示されても良い。これによって、運転者は、排水指令が無効にされた理由を知ることができる。

30

【0054】

[第 1 実施形態のまとめ]

以上のように、本実施形態の燃料電池システム 100 によれば、排水スイッチ 11 によって運転者が任意に排水処理の実行タイミングを選択することができる。従って、排水処理に起因する水掛かりの被害の発生を予防することが可能である。また、燃料電池 20 の含水量が不足する場合には強制パージ処理の実行が禁止されるため、排水処理によって燃料電池 20 内部が過度に乾燥してしまうことが抑制される。強制パージ処理が燃料電池 20 内の含水量に応じて終了されるため、無駄に掃気処理が継続されてシステム効率が低下してしまうことが抑制される。その他に、排水報知部 12 の報知によって運転者が排水処理の実行状態を把握することができるため、高いユーザビリティを得ることができる。

40

【0055】

B. 第 2 実施形態：

図 7 は、本発明の第 2 実施形態としての燃料電池システムにおける排水制御のフローを示す説明図である。第 2 実施形態の燃料電池システムの構成は、第 1 実施形態の燃料電池システム 100 とほぼ同じである（図 1）。第 2 実施形態の燃料電池システムでは、燃料電池 20 の運転中に実行される排水制御が異なっている点以外は、第 1 実施形態で説明したのと同様な排水制御が実行される。第 2 実施形態の燃料電池システムでは、排水処理実行部 16 は、燃料電池 20 の運転中の排水制御においてパージ条件設定処理を実行する（ステップ S 5）。

【0056】

パージ条件設定処理では、排水処理実行部 16 は、燃料電池 20 が配置されている環境

50

情報に応じて、排水処理として実行される掃気処理の実行条件を設定する。排水処理実行部 16 は、燃料電池 20 が配置されている環境情報として外気温センサー 80 から外気温を取得し、その外気温に応じて、終了時パージ処理（ステップ S25）および強制パージ処理（ステップ S35）の処理条件を変更する。終了時パージ処理の処理条件については、外気温が低いほど排水量が多くなるように、掃気ガスの流量と掃気処理の処理時間のうちの少なくとも一方を増大させる。これによって、低温環境下における凍結に起因する燃料電池 20 の起動性の低下を、より確実に抑制することができる。また、燃料電池システム 100 内における水分凍結の予防の必要性が低い温度環境下では排水処理による消費エネルギー量が抑制される。

【0057】

10

図 8、図 9 は、強制パージ処理の処理条件の変更を説明するための説明図である。図 8 には、外気温が常温（例えば 10°～30°程度）の場合の掃気ガスの流量が紙面左側に例示されており、外気温が低温（例えば -10°～10°程度）の場合の掃気ガスの流量が紙面右側に例示されている。図 9 には、外気温が常温の場合における掃気処理についてのタイミングチャートが紙面左側に例示されており、外気温が低温の場合における掃気処理についてのタイミングチャートが紙面右側に例示されている。

【0058】

排水処理実行部 16 は、終了時パージ処理の処理条件と同様に、外気温が低いほど排水量が多くなるように、強制パージ処理の処理条件を変更する。具体的には、排水処理実行部 16 は、外気温が低いほど強制パージ処理における掃気ガスの流量を増大させる。あるいは、排水処理実行部 16 は、強制パージ処理の実行が終了される燃料電池 20 の含水量 DW の閾値 Th を低下させる（図 9）。これによって、掃気ガスの流量が同じであれば、外気温が低いほど、強制パージ処理における掃気時間 tp が長くなり、排水量が多くなる。排水処理実行部 16 は、掃気ガスの流量と、燃料電池 20 の含水量の閾値 Th の両方を変更しても良い。

20

【0059】

以上のように、第 2 実施形態の燃料電池システムによれば、燃料電池 20 が配置されている環境条件に合わせて終了時パージ処理の処理条件が変更されるため、低温環境下における凍結に起因する燃料電池 20 の起動性の低下がより確実に抑制される。また、強制パージ処理の処理条件が、終了時パージ処理の処理条件と同様に、外気温が低いほど排水量が増大する方向に変更されている。従って、強制パージ処理の処理条件の変更に起因して、強制パージ処理による終了時パージ処理実行時の水掛かりの被害の予防効果が低減されてしまうことが抑制されている。

30

【0060】

C. 変形例：

C1. 変形例 1：

上記各実施形態では、排水スイッチ 11 はダッシュボードに設けられている押下ボタンとして構成されている。これに対して、排水スイッチ 11 は、ダッシュボードに設置されたタッチパネル上のボタンアイコンによって構成されても良いし、レバースイッチによって構成されても良い。また、排水スイッチ 11 は、運転席の座席脇に設けられていて良いし、足下のフットペダルとして構成されていても良い。排水処理実行部 16 は、排水スイッチ 11 による操作の代わりに、運転者の音声による排水指令を受け付けても良い。また、排水処理実行部 16 は、排水処理の操作以外の操作を受け付けるための操作部が所定のパターンで操作されたときに、運転者から排水指令が発せられたと判定しても良い。例えば、ハザードスイッチが短時間の間に連続して 3 回押下されたときに排水指令が発せられたと判定しても良い。

40

【0061】

C2. 変形例 2：

上記各実施形態では、排水報知部 12 は、インジケータ 12a や表示部 12b によって、排水処理に関する情報を運転者に報知している。これに対して、排水報知部 12 は、

50

インジケータ 12 a や表示部 12 b 以外の手段によって、排水処理に関する情報を運転者に報知しても良い。排水報知部 12 は、スピーカーを介して、音声などによって排水処理に関する情報を運転者に報知しても良い。

【0062】

C3．変形例 3：

上記の各実施形態では、排水処理実行部 16 は、第 1 含水量判定において燃料電池 20 の含水量が許容範囲から外れている場合には、運転者による排水指令を無効にしている。これに対して、排水処理実行部 16 は、運転者による排水指令を無効にしなくても良い。排水処理実行部 16 は、第 1 含水量判定において燃料電池 20 の含水量が許容範囲から外れている場合には、強制パージ処理において排出される排水量が低減されるように、強制パージ処理の処理条件を変更しても良い。強制パージ処理の処理条件には、例えば、上記の各実施形態で説明したような、掃気ガスの流量や含水量の閾値、掃気処理の継続時間などが含まれる。排水処理実行部 16 は、第 1 含水量判定を行うことなく、強制パージ処理の実行前に、燃料電池 20 の含水量に応じて強制パージ処理の処理条件を変更しても良い。

10

【0063】

C4．変形例 4：

上記の各実施形態では、排水処理実行部 16 は、排水制御において、排水処理として、強制パージ処理と、終了時パージ処理と、停止中パージ処理と、を実行している。これに対して、排水処理実行部 16 は、排水制御における排水処理としては、少なくとも、強制パージ処理を実行すれば良く、終了時パージ処理や停止中パージ処理は省略されても良い。終了時パージ処理や停止中パージ処理が実行されない場合であっても、運転者は任意のタイミングで実行可能な強制パージ処理によって、排水処理に伴う水掛かりの被害の発生や、低温環境下における燃料電池 20 の凍結、残留水分に起因する燃料電池システム内の部品の劣化などを予防することが可能である。

20

【0064】

C5．変形例 5：

上記の各実施形態では、含水量検出部 18 はインピーダンス計測部 81 の計測値に基づいて燃料電池 20 の含水量の推定値を取得している。これに対して、含水量検出部 18 は、他の手段によって燃料電池 20 の含水量の推定値を取得しても良い。例えば、含水量検出部 18 は、燃料電池 20 の出力電流と、燃料電池 20 に供給された反応ガスの流量と、燃料電池 20 から排出された水分量などの燃料電池 20 の運転履歴に基づいて、燃料電池 20 の含水量の推定値を取得しても良い。

30

【0065】

C6．変形例 6：

上記の各実施形態の燃料電池システムの各パージ処理では、カソードガス供給部 30 によって燃料電池 20 内部の掃気処理が実行されている。これに対して、上記の各実施形態の燃料電池システムの各パージ処理では、カソードガス供給部 30 による掃気処理に加えて、あるいは、カソードガス供給部 30 による掃気処理の代わりに、アノードガス供給部 50 による掃気処理が実行されても良い。アノードガス供給部 50 による掃気処理では、排水処理実行部 16 は、水素タンク 52 からの水素の供給を停止させた状態で、水素循環用ポンプ 64 を駆動させて、アノード排ガス配管 61 とアノードガス循環配管 63 を介して燃料電池 20 内の残留ガスを循環させる。そして、排水弁 66 を所定の周期で開弁することによって排水を実行する。上記の各実施形態の燃料電池システムの各パージ処理では、カソードガス供給部 30 やアノードガス供給部 50 によらず、別個に設けられた掃気ガス供給部から燃料電池 20 に掃気ガスを供給することによって掃気処理が実行されても良い。

40

【0066】

C7．変形例 7：

上記第 2 実施形態では、排水処理実行部 16 は燃料電池 20 が配置されている環境の環

50

境情報として、外気温センサー 80 を介して外気温を取得している。これに対して、排水処理実行部 16 は外気温以外の情報を燃料電池 20 の環境情報として取得しても良い。例えば、排水処理実行部 16 は日付情報を取得し、現在の季節を燃料電池 20 の環境情報として取得しても良い。この場合には、排水処理実行部 16 は季節ごとに強制パージ処理や終了時パージ処理の処理条件を変更しても良い。より具体的には、排水処理実行部 16 は環境温度が低い季節ほど排水量が多くなるように強制パージ処理や終了時パージ処理の処理条件を変更しても良い。その他に、排水処理実行部 16 は燃料電池 20 の環境情報として燃料電池車両の現在地を示す位置情報を GPS 衛星などから取得しても良い。この場合には、排水処理実行部 16 は燃料電池車両の現在地の標高が高いほど、排水量が多くなるように強制パージ処理や終了時パージ処理の処理条件を変更しても良い。

10

【0067】

C8．変形例 8：

上記の各実施形態の燃料電池システムでは、排水スイッチ 11 が押下された後に、再び排水スイッチ 11 が押下された場合には強制パージ処理がキャンセルされている。これに対して、燃料電池システムは、強制パージ処理をキャンセルするための排水スイッチ 11 以外の操作部を有していても良い。

【0068】

C9．変形例 9：

上記の各実施形態の燃料電池システムは、燃料電池車両に搭載されている。これに対して、上記の各実施形態の燃料電池システムは、燃料電池車両以外の移動体（例えば、列車や船舶、航空機など）に搭載されても良い。また、上記の各実施形態の燃料電池システムは、移動体に搭載されていなくても良く、建物や施設などに導入されていても良い。

20

【0069】

C10．変形例 10：

上記の各実施形態の燃料電池システムは、燃料電池 20 に掃気ガスを供給する掃気処理を実行可能なカソードガス供給部 30 と、ユーザーからの排水指令を受け付け可能な排水スイッチ 11 と、ユーザーからの排水指令を受け付けたときに、カソードガス供給部 30 に掃気処理を実行させる制御部 15 と、によって構成される燃料電池用の排水装置を備えているシステムであるとの解釈が可能である。本発明における排水装置は、燃料電池とともに燃料電池システムに搭載されている構成に限らず、燃料電池に接続可能に構成された単体の装置としての構成を有していても良い。

30

【0070】

C11．変形例 11：

上記の各実施形態の燃料電池システムは、以下の形態の排水装置を備えていると解釈できる。この形態の排水装置は、燃料電池の内部の水分を排出させる燃料電池用の排水装置であって、前記燃料電池内部の水分を掃気するためのガスを前記燃料電池に供給可能な掃気ガス供給部と、前記燃料電池内部の水分の掃気を指令する排水指令をユーザーから受け付け可能である操作部と、前記操作部が前記排水指令を受け付けたときに、前記掃気ガス供給部に前記燃料電池内部を掃気する掃気処理を実行させる制御部と、を備える。この形態の排水装置によれば、ユーザーが選択した任意のタイミングで燃料電池内部の水分を排出させることができる。従って、燃料電池からの排水量を抑制したい場合などには、掃気処理を事前に行って燃料電池内部の水分を低減させておき、それ以後に行われる排水処理において排出される排水量を低減させることができる。

40

【0071】

本発明は、上述の実施形態や実施例、変形例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、実施例、変形例中の技術的特徴は、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

50

ある。

【符号の説明】

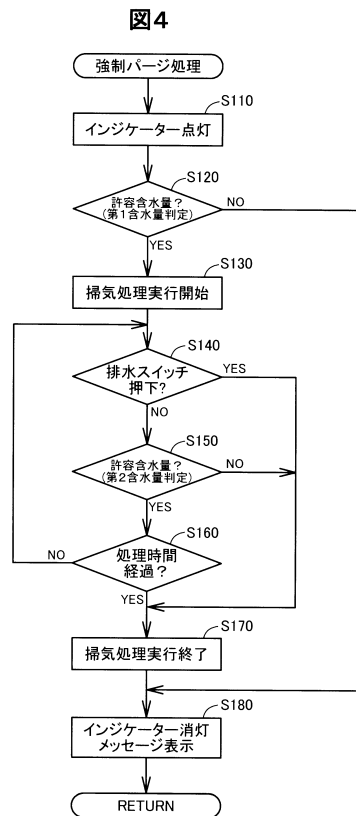
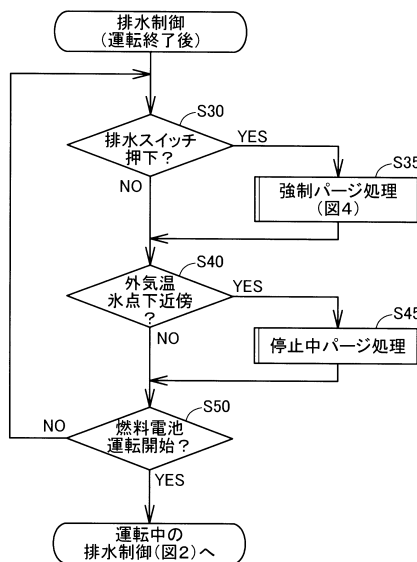
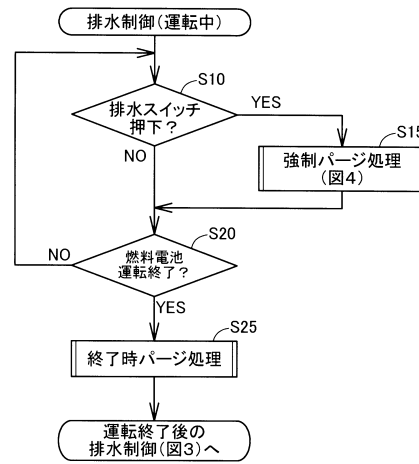
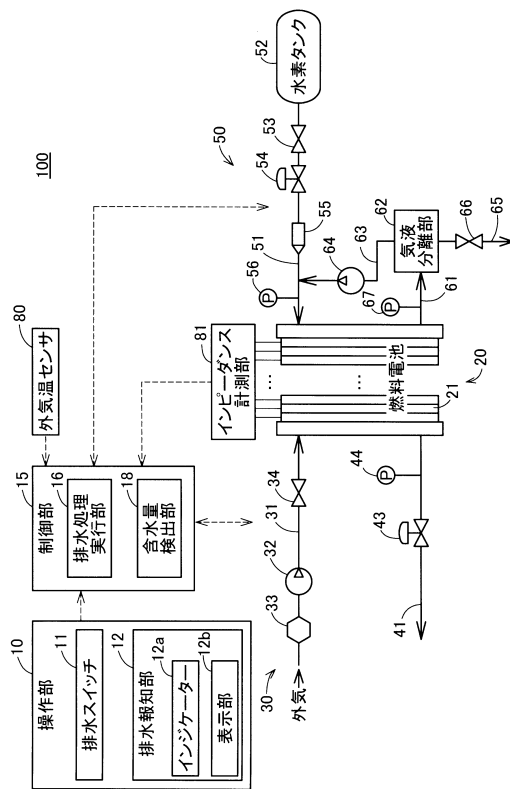
【 0 0 7 2 】

1 0 0 ... 燃料電池システム
1 0 ... 操作部
1 1 ... 排水スイッチ
1 2 ... 排水報知部
1 2 a ... インジケータ
1 2 b ... 表示部
1 5 ... 制御部
1 6 ... 排水処理実行部
1 8 ... 含水量検出部
2 0 ... 燃料電池
2 1 ... 単セル
3 0 ... カソードガス供給部
3 1 ... カソードガス配管
3 2 ... エアコンプレッサー
3 3 ... エアフロメータ
3 4 ... 開閉弁
4 1 ... カソード排ガス配管
4 3 ... 調圧弁
4 4 ... 圧力計測部
5 0 ... アノードガス供給部
5 1 ... アノードガス配管
5 2 ... 水素タンク
5 3 ... 開閉弁
5 4 ... レギュレータ
5 5 ... 水素供給装置
5 6 ... 圧力計測部
6 1 ... アノード排ガス配管
6 2 ... 気液分離部
6 3 ... アノードガス循環配管
6 4 ... 水素循環用ポンプ
6 5 ... アノード排水配管
6 6 ... 排水弁
8 0 ... 外気温センサー
8 1 ... インピーダンス計測部

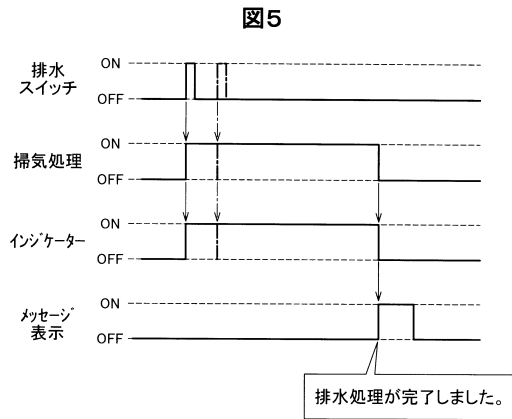
10

20

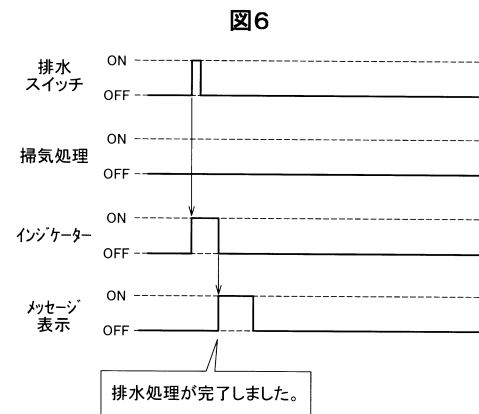
30



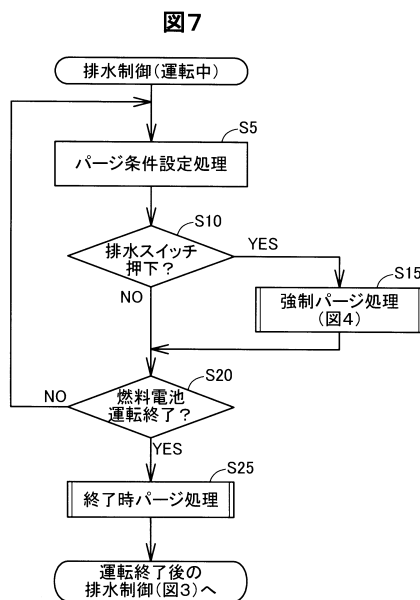
【図 5】



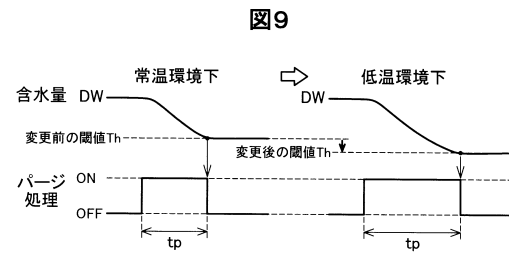
【図 6】



【図 7】



【図 9】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

H 0 1 M 8/10 (2016.01)

(72)発明者 金子 智彦
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 長沼 良明
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 笹岡 友陽

(56)参考文献 特開2007-048650(JP,A)
特開2009-087821(JP,A)
特開2010-040283(JP,A)
特開2007-128778(JP,A)
特開2009-146709(JP,A)
特開2009-129793(JP,A)
特開2009-110665(JP,A)
特開2006-079864(JP,A)
特開2008-140734(JP,A)
特開2007-115492(JP,A)
特開2008-010348(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 2 4 9 5
B 6 0 L 1 1 / 1 8