

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5744094号
(P5744094)

(45) 発行日 平成27年7月1日 (2015.7.1)

(24) 登録日 平成27年5月15日 (2015.5.15)

| | |
|------------------------|---------------|
| (51) Int. Cl. | F I |
| HO 1 M 8/04 (2006.01) | HO 1 M 8/04 Y |
| F 1 7 C 5/06 (2006.01) | HO 1 M 8/04 J |
| HO 1 M 8/10 (2006.01) | HO 1 M 8/04 N |
| | F 1 7 C 5/06 |
| | HO 1 M 8/10 |

請求項の数 6 (全 20 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2013-67543 (P2013-67543) | (73) 特許権者 | 000005326 |
| (22) 出願日 | 平成25年3月27日 (2013.3.27) | | 本田技研工業株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2014-192046 (P2014-192046A) | | 東京都港区南青山二丁目1番1号 |
| (43) 公開日 | 平成26年10月6日 (2014.10.6) | (74) 代理人 | 100106002 |
| 審査請求日 | 平成26年1月29日 (2014.1.29) | | 弁理士 正林 真之 |
| | | (74) 代理人 | 100120891 |
| | | | 弁理士 林 一好 |
| | | (74) 代理人 | 100160794 |
| | | | 弁理士 星野 寛明 |
| | | (72) 発明者 | 菊地 剛 |
| | | | 埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本 |
| | | | 田技術研究所内 |
| | | (72) 発明者 | 和氣 千大 |
| | | | 埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本 |
| | | | 田技術研究所内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 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】

燃料ガス及び酸化剤ガスが供給されると発電する燃料電池と、
燃料ガスを貯蔵する貯蔵容器と、
前記貯蔵容器と前記燃料電池とを接続する燃料ガス供給路と、
前記燃料ガス供給路に設けられた開閉弁と、
前記貯蔵容器の状態を示すデータ信号を外部へ送信する送信手段と、を備えた燃料電池システムの制御方法であって、
前記制御方法は、
前記燃料電池システムへの停止指令後に、前記開閉弁を開き、前記燃料電池へ燃料ガスを供給し、前記燃料電池による発電及びディスチャージを継続する停止後ディスチャージ工程と、
前記貯蔵容器への燃料ガスの充填指令が出力されたことに応じて、前記貯蔵容器の状態を示すデータ信号を外部の燃料供給源に送信しながら、当該外部の燃料供給源から供給された燃料ガスを前記貯蔵容器に充填する充填工程と、
前記停止後ディスチャージ工程を行っている間に前記充填指令が出力された場合には、前記開閉弁を閉じるとともに前記停止後ディスチャージ工程を中断した後に、前記充填工程を開始する切替工程と、
前記充填工程が完了した後、前記中断した停止後ディスチャージ工程を再開する停止後ディスチャージ再開工程と、を含むことを特徴とする燃料電池システムの制御方法。

10

20

【請求項 2】

前記制御方法は、前記停止後ディスチャージ工程とは別の工程であって、前記燃料電池への燃料ガスの供給を伴わないシステム停止処理を前記燃料電池システムへの停止指令後に行う停止処理工程さらに含み、

前記切替工程では、前記停止処理工程と前記停止後ディスチャージ工程とを並行して行っている間に前記充填指令が出力された場合には、前記開閉弁を閉じ、前記充填工程と前記停止処理工程とを並行して行うことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システムの制御方法。

【請求項 3】

前記燃料電池システムは、前記燃料電池の燃料ガス排出部と前記燃料ガス供給路とを接続して構成される燃料ガス循環流路と、前記燃料電池の酸化剤ガス導入部と酸化剤ガス排出部とを接続して構成される酸化剤循環流路と、前記燃料ガス循環流路内の圧力を検出する燃料ガス圧検出手段と、をさらに備え、

前記停止後ディスチャージ工程では、前記燃料電池システムの停止指令後に、前記開閉弁を開いた状態で前記燃料ガス循環流路内の燃料ガスを循環させかつ前記酸化剤循環流路内の酸化剤ガスを循環させることによって、前記酸化剤循環流路内の酸素濃度が所定濃度に低下するまで前記燃料電池による発電及びディスチャージを行い、

前記切替工程では、前記開閉弁を閉じた後、前記燃料ガス圧検出手段によって検出された圧力が所定の下限圧力を下回るまでは前記停止後ディスチャージ工程と前記充填工程とを並行して実行し、前記検出された圧力が前記下限圧力を下回った後は前記充填工程が完了するまで前記停止後ディスチャージ工程を中断することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の燃料電池システムの制御方法。

【請求項 4】

前記燃料電池システムは、前記燃料電池の燃料ガス排出部と前記燃料ガス供給路とを接続して構成される燃料ガス循環流路と、前記燃料電池の酸化剤ガス導入部と酸化剤ガス排出部とを接続して構成される酸化剤循環流路と、前記燃料ガス供給路のうち前記開閉弁より下流側に設けられ、前記貯蔵容器から供給された燃料ガスを前記燃料ガス循環流路内に供給する燃料ガスインジェクタと、をさらに備え、

前記停止後ディスチャージ工程では、前記燃料電池システムの停止指令後に、前記開閉弁を開いた状態で前記燃料ガスインジェクタによって前記燃料ガス循環流路内の圧力を所定の第 1 圧力に制御しながら前記酸化剤循環流路内の酸化剤ガスを循環させることによって、前記酸化剤循環流路内の酸素濃度が所定濃度に低下するまで前記燃料電池による発電及びディスチャージを行い、

前記切替工程では、前記充填指令が出力された場合には、前記燃料ガスインジェクタによって前記燃料ガス循環流路内の圧力を前記第 1 圧力より高い第 2 圧力まで昇圧してから前記開閉弁を閉じ、前記停止後ディスチャージ工程と前記充填工程とを並行して行うことを特徴とする請求項 1 から 3 の何れかに記載の燃料電池システムの制御方法。

【請求項 5】

前記再開工程では、前記切替工程で閉じた前記開閉弁を再び開き、前記中断した停止後ディスチャージ工程を再開することを特徴とする請求項 1 から 4 の何れかに記載の燃料電池システムの制御方法。

【請求項 6】

燃料ガス及び酸化剤ガスが供給されると発電する燃料電池と、
燃料ガスを貯蔵する貯蔵容器と、
前記貯蔵容器と前記燃料電池とを接続する燃料ガス供給路と、
前記燃料ガス供給路に設けられた開閉弁と、
前記貯蔵容器の状態を示すデータ信号を外部へ送信する送信手段と、
前記燃料電池の燃料ガス排出部と前記燃料ガス供給路とを接続して構成される燃料ガス循環流路と、

前記燃料電池の酸化剤ガス導入部と酸化剤ガス排出部とを接続して構成される酸化剤循

10

20

30

40

50

環流路と、

前記燃料ガス供給路のうち前記開閉弁より下流側に設けられ、前記貯蔵容器から供給された燃料ガスを前記燃料ガス循環流路内に供給する燃料ガスインジェクタと、を備えた燃料電池システムの制御方法であって、

前記制御方法は、

前記燃料電池システムへの停止指令後に、前記開閉弁を開き、前記燃料電池へ燃料ガスを供給し、前記燃料電池による発電及びディスチャージを継続する停止後ディスチャージ工程と、

前記貯蔵容器への燃料ガスの充填指令が出力されたことに応じて、前記貯蔵容器の状態を示すデータ信号を外部の燃料供給源に送信しながら、当該外部の燃料供給源から供給された燃料ガスを前記貯蔵容器に充填する充填工程と、

前記停止後ディスチャージ工程を行っている間に前記充填指令が出力された場合には、前記開閉弁を閉じた後に、前記充填工程を開始する切替工程と、を含み、

前記停止後ディスチャージ工程では、前記燃料電池システムの停止指令後に、前記開閉弁を開いた状態で前記燃料ガスインジェクタによって前記燃料ガス循環流路内の圧力を所定の第1圧力に制御しながら前記酸化剤循環流路内の酸化剤ガスを循環させることによって、前記酸化剤循環流路内の酸素濃度が所定濃度に低下するまで前記燃料電池による発電及びディスチャージを行い、

前記切替工程では、前記充填指令が出力された場合には、前記燃料ガスインジェクタによって前記燃料ガス循環流路内の圧力を前記第1圧力より高い第2圧力まで昇圧してから前記開閉弁を閉じ、前記停止後ディスチャージ工程と前記充填工程とを並行して行うこと

を特徴と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】

本発明は、燃料電池システムの制御方法に関する。より詳しくは、燃料電池システムへの停止指令後に、燃料電池による発電及びディスチャージを継続する燃料電池システムの制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池車両は、その電源システムとして燃料電池システムを備える。燃料電池は、燃料ガスである水素ガスと酸化剤ガスである空気とが供給されると発電する。燃料電池に水素ガスを供給するため、燃料電池のアノード流路には水素ガス供給管を介して水素タンクが接続されている。また、燃料電池に空気を供給するため、燃料電池のカソード流路には空気供給管を介してコンプレッサが接続されている。燃料電池システムは、起動されると水素ガス及び空気の供給を開始し、燃料電池による発電を開始する。

【0003】

システムの停止中に、カソード流路内に酸素が残ったままであると、次のシステム起動時にアノード系に水素を供給したときに燃料電池のカソード側が高電位状態になってしまい、燃料電池の固体高分子電解質膜が劣化するおそれがある。このため、燃料電池システムでは、システムの停止時にカソード流路内に残留する酸素を用いて燃料電池による発電及びディスチャージを継続し、燃料電池を不活性状態にした上でシステムを完全に停止させている（特許文献1参照）。また、このディスチャージ処理では、カソード側からアノード側への酸素透過をさらに抑制するため、カソード側では残留酸素を消費させ、アノード側には水素タンクから余分に水素ガスを供給し、アノード流路内の圧力を高くしておく方が好ましいことも知られている。

【0004】

一方、近年では水素タンク内に水素ガスを充填するための技術についても盛んに研究が進められている。例えば特許文献2の技術では、水素ステーションの水素充填装置と燃料電池車両とを接続し、その水素タンク内に水素ガスを充填する際、車両側からはタンクの

10

20

30

40

50

温度や圧力等に関するデータ信号をステーション側に送信し、ステーション側では受信したデータ信号に基づいて最適な態様で水素ガスを充填する。このように車両側とステーション側とで通信を行いながら水素ガスを充填する技術を、以下では通信充填という。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2003-115317号公報

【特許文献2】特開2011-33068号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

上記ディスチャージ処理は、利用者によるシステム停止操作を契機として、システム停止操作後も継続して行われる処理である。そして水素ガスの充填は、システム停止操作後に、利用者の意思に基づいて行われる処理である。したがって、システム停止操作後にディスチャージ処理を行っている間に、水素ガスを充填する操作が行われることがあり得るが、このような場合にどちらの処理を優先して行うか、又はどのような態様で両方の処理を並行して行うか等については十分に検討されていない。例えば、通信充填と並行してディスチャージ処理を行うとなると、水素タンクの状態が変動してしまい、車両側からは正確な水素タンクの状態に関するデータを送信できず、充填に時間がかかったり満充填できなくなったりするおそれがある。

20

【0007】

本発明は、システム停止指令後に燃料電池による発電及びディスチャージを継続して行う燃料電池システムの制御方法であって、停止後のディスチャージに係る処理と通信充填に係る処理とを適切な態様で行うことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

(1) 燃料電池システム(例えば、後述の燃料電池システム1)は、燃料ガス及び酸化剤ガスが供給されると発電する燃料電池(例えば、後述のスタック2)と、燃料ガスを貯蔵する貯蔵容器(例えば、後述のタンク本体311)と、前記貯蔵容器と前記燃料電池とを接続する燃料ガス供給路(例えば、後述の水素供給管32)と、前記燃料ガス供給路に設けられた開閉弁(例えば、後述の主止弁312)と、前記貯蔵容器の状態を示すデータ信号を外部へ送信する送信手段(例えば、後述の赤外線送信器66)と、を備える。この燃料電池システムの制御方法は、前記燃料電池システムへの停止指令後に、前記開閉弁を開き、前記燃料電池へ燃料ガスを供給し、前記燃料電池による発電及びディスチャージを継続する停止後ディスチャージ工程(例えば、後述の図3に示すEGR停止処理)と、前記貯蔵容器への燃料ガスの充填指令が出力されたことに応じて、前記貯蔵容器の状態を示すデータ信号を外部の燃料供給源(例えば、後述の水素ステーション9)に送信しながら、当該外部の燃料供給源から供給された燃料ガスを前記貯蔵容器に充填する充填工程(例えば、後述の通信充填)と、前記停止後ディスチャージ工程を行っている間に前記充填指令が出力された場合には、前記開閉弁を閉じた後に、前記充填工程を開始する切替工程(例えば、後述の図4、6、8に示す割込制御)と、を含む。

30

40

【0009】

(2) この場合、前記制御方法は、前記停止後ディスチャージ工程とは別の工程であって、前記燃料電池への燃料ガスの供給を伴わないシステム停止処理(例えば、後述の希釈処理、冷却処理等)を前記燃料電池システムへの停止指令後に行う停止処理工程さらに含み、前記切替工程では、前記停止処理工程と前記停止後ディスチャージ工程とを並行して行っている間に前記充填指令が出力された場合には、前記開閉弁を閉じ、前記充填工程と前記停止処理工程とを並行して行うことが好ましい。

【0010】

(3) この場合、前記燃料電池システムは、前記燃料電池の燃料ガス排出部と前記燃料

50

ガス供給路とを接続して構成される燃料ガス循環流路（例えば、後述の水素循環流路）と、前記燃料電池の酸化剤ガス導入部と酸化剤ガス排出部とを接続して構成される酸化剤循環流路（例えば、後述の酸素循環流路）と、前記燃料ガス循環流路内の圧力を検出する燃料ガス圧検出手段（例えば、後述のアノード圧センサ２７）と、をさらに備え、前記停止後ディスチャージ工程では、前記燃料電池システムの停止指令後に、前記開閉弁を開いた状態で前記燃料ガス循環流路内の燃料ガスを循環させかつ前記酸化剤循環流路内の酸化剤ガスを循環させることによって、前記酸化剤循環流路内の酸素濃度が所定濃度に低下するまで前記燃料電池による発電及びディスチャージを行い、前記切替工程では、前記開閉弁を閉じた後、前記燃料ガス圧検出手段によって検出された圧力が所定の下限圧力（例えば、後述の図７の下限圧）を下回るまでは前記停止後ディスチャージ工程と前記充填工程とを並行して実行し、前記検出された圧力が前記下限圧力を下回った後は前記充填工程が完了するまで前記停止後ディスチャージ工程を中断することが好ましい。

10

【００１１】

（４）この場合、前記燃料電池システムは、前記燃料電池の燃料ガス排出部と前記燃料ガス供給路とを接続して構成される燃料ガス循環流路と、前記燃料電池の酸化剤ガス導入部と酸化剤ガス排出部とを接続して構成される酸化剤循環流路と、前記燃料ガス供給路のうち前記開閉弁より下流側に設けられ、前記貯蔵容器から供給された燃料ガスを前記燃料ガス循環流路内に供給する燃料ガスインジェクタ（例えば、後述のインジェクタ３５）と、をさらに備え、前記停止後ディスチャージ工程では、前記燃料電池システムの停止指令後に、前記開閉弁を開いた状態で前記燃料ガスインジェクタによって前記燃料ガス循環流路内の圧力を所定の第１圧力（例えば、後述の図９のディスチャージ時目標圧）に制御しながら前記酸化剤循環流路内の酸化剤ガスを循環させることによって、前記酸化剤循環流路内の酸素濃度が所定濃度に低下するまで前記燃料電池による発電及びディスチャージを行い、前記切替工程では、前記充填指令が出力された場合には、前記燃料ガスインジェクタによって前記燃料ガス循環流路内の圧力を前記第１圧力より高い第２圧力（例えば、後述の図９の開弁前目標圧）まで昇圧してから前記開閉弁を閉じ、前記停止後ディスチャージ工程と前記充填工程とを並行して行うことが好ましい。

20

【発明の効果】

【００１２】

（１）停止後ディスチャージ工程は燃料電池の劣化を抑制するために利用者の意思とは無関係に行われる処理であり、充填工程は貯蔵容器に燃料ガスを充填するために利用者の意思に基づいて行われる処理である。そしてこれらは何れも燃料電池システムの停止指令後に実行される処理である。本発明では、停止後ディスチャージ工程を行っている間に充填指令が生じた場合には、開閉弁を閉じた後に充填工程を開始する。すなわち、利用者からすれば自身の意思に基づいて行われる充填工程が実行中の停止後ディスチャージ工程に優先して行われるため、利便性を向上できる。また、本発明では、充填工程を開始する前に開閉弁を閉じることにより、充填工程を行っている間に貯蔵容器から燃料ガスが燃料電池へ流出してしまい、貯蔵容器内の圧力や温度が変化するのを防止できる。したがって、充填工程を行っている間、送信手段からは状態が安定しており精度が高いデータ信号を外部の燃料供給源に送信できる。したがって、外部の燃料供給源は、貯蔵容器の状態を正確に把握できるので、短時間で満充填にできる。

30

40

【００１３】

（２）本発明では、燃料ガスの供給を伴わない停止処理工程と停止後ディスチャージ工程とを並行して行っている間に充填指令が生じた場合には、開閉弁を閉じ、充填工程と停止処理工程とを並行して実行する。すなわち、本発明では、充填指令の発生に関わらず停止処理工程を行う。これにより、充填工程が完了するまで停止処理工程の実行を持ち越す必要がないので、システムの停止指令後、停止処理工程が完了するまでにかかる時間を短縮でき、利用者が覚える違和感を軽減できる。

【００１４】

（３）本発明では、開閉弁を閉じた後も、燃料ガス圧検出手段によって検出された圧力

50

が所定の下限圧力を下回るまで停止後ディスチャージ工程と充填工程とを並行して実行する。換言すれば、本発明では、開閉弁を閉じた後もできるだけ停止後ディスチャージ工程を行う。このように、停止後ディスチャージ工程と充填工程とを行うことにより、停止後ディスチャージ工程について、充填工程が完了した後まで持ち越す時間を短縮できるので、利用者が覚える違和感を軽減できる。

【 0 0 1 5 】

(4) 本発明では、停止後ディスチャージ工程を行っている間に充填指令が生じた場合には、開閉弁を閉じてしまう前に、燃料ガスインジェクタによって燃料ガス循環流路内の圧力を第 2 圧力まで昇圧する。本発明では、開閉弁を閉じてしまう前に燃料ガス循環流路内の圧力を高めておくことにより、その分だけ開閉弁を閉じた後も停止後ディスチャージ工程と充填工程とを並行して実行できる。したがって、停止後ディスチャージ工程について、充填工程が完了した後まで持ち越す時間を短縮できるので、利用者が覚える違和感を軽減できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る燃料電池システムの構成を模式的に示す図である。

【図 2】上記実施形態に係る水素充填システムの構成を示す図である。

【図 3】上記実施形態に係るシステム停止処理における各装置の制御手順を示すタイムチャートである。

【図 4】実施例 1 の割込制御の手順を示すフローチャートである。

【図 5】実施例 1 の割込制御の具体的な例を示すタイムチャートである。

【図 6】実施例 2 の割込制御の具体的な手順を示すフローチャートである

【図 7】実施例 2 の割込制御の具体的な例を示すタイムチャートである。

【図 8】実施例 3 の割込制御の具体的な手順を示すフローチャートである。

【図 9】実施例 3 の割込制御の具体的な例を示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照しながら説明する。

図 1 は、本実施形態に係る制御方法が適用された燃料電池システム 1 の構成を模式的に示す図である。まず、燃料電池システム 1 全体の構成のうち、主に燃料電池スタック 2 により発電させるために必要な装置の構成について、図 1 を参照しながら説明する。

【 0 0 1 8 】

燃料電池システム 1 は、燃料電池スタック 2 と、燃料電池スタック 2 に燃料ガスとしての水素を供給するアノード系 3 と、燃料電池スタック 2 に酸化剤ガスとしての空気を供給するカソード系 4 と、燃料電池スタック 2 から排出されたガスの後処理を行う希釈器 3 7 と、燃料電池スタック 2 を冷却する冷却装置 5 と、燃料電池スタック 2 で発電した電力を蓄えるバッテリー B と、E C U 7 と、燃料電池スタック 2 及びバッテリー B からの電力の供給によって駆動する走行モータ M と、を備える。燃料電池システム 1 は、走行モータ M で走行する図示しない燃料電池車両に搭載される。

【 0 0 1 9 】

燃料電池スタック（以下、単に「スタック」という）2 は、例えば、数十個から数百個のセルが積層されたスタック構造である。各燃料電池セルは、膜電極構造体（M E A）を一对のセパレータで挟持して構成される。膜電極構造体は、アノード電極（陰極）及びカソード電極（陽極）の 2 つの電極と、これら電極に挟持された固体高分子電解質膜とで構成される。通常、両電極は、固体高分子電解質膜に接して酸化・還元反応を行う触媒層と、この触媒層に接するガス拡散層とから形成される。このスタック 2 は、アノード電極側に形成されたアノード流路 2 1 に水素が供給され、カソード電極側に形成されたカソード流路 2 2 に酸素を含んだ空気が供給されると、これらの電気化学反応により発電する。

【 0 0 2 0 】

発電中のスタック 2 から取り出される出力電流は、電流制御器 2 9 を介してバッテリー B

10

20

30

40

50

や負荷（走行モータM及びエアコンプレッサ41等）に入力される。電流制御器29は、図示しないDC-DCコンバータを備えており、そのチョッピング動作によって発電中のスタック2の出力電流を制御する。特に後述の停止時充電処理やEGRディスチャージ処理では、電流制御器29は、スタック2の出力電流をバッテリーBの充電電流とし、これを所定の電流指令値に制御しながらバッテリーBに充電する。

【0021】

バッテリーBは、スタック2で発電した電力や、走行モータMによって回生制動力として回収した電気エネルギーを蓄える。また、例えば燃料電池システムの起動時や車両の高負荷運転時には、バッテリーBに蓄えられた電力はスタック2の出力を補うようにして負荷に供給される。

10

【0022】

アノード系3は、水素タンク31と、水素タンク31からスタック2のアノード流路21の導入部に至る水素供給管32と、アノード流路21の排出部から希釈器37に至る水素排出管33と、水素排出管33から分岐し水素供給管32に至る水素還流管34と、を含んで構成される。水素を含んだガスの水素循環流路は、水素供給管32、アノード流路21、水素排出管33及び水素還流管34によって構成される。

【0023】

水素タンク31は、水素ガスを高圧で貯蔵するタンク本体311と、タンク本体311から延びる水素供給管32に設けられた主止弁312と、を備える。

【0024】

20

水素供給管32のうち、主止弁312より下流側には、水素タンク31から供給された新たな水素ガスを、スタック2へ向けて噴射するインジェクタ35が設けられている。なお以下では、水素供給管32のうち、インジェクタ35と主止弁312との間の区間を中圧部321という。発電中のスタック2のアノード流路21内の圧力（以下、「アノード圧」という）は、中圧部321内の圧力が十分に高い状態でインジェクタ35を開閉駆動することにより所定の目標圧に制御される。なお、主止弁312を閉じた後であっても、この中圧部321内に十分な量の水素ガスが残っている間は、インジェクタ35を開閉駆動することによってアノード圧を制御できる。

【0025】

水素還流管34には、水素排出管33側のガスを水素供給管32へ圧送し、水素循環流路内で水素を含んだガスを循環させる水素ポンプ36が設けられている。水素排出管33のうち、上記水素還流管34との接続部より下流側には、パージ弁33aが設けられている。水素循環流路内を循環するガスの水素濃度が低下すると、スタック2の発電効率が低下する。このため、パージ弁33aは、スタック2の発電中に適切なタイミングで開かれる。これにより、水素循環流路内のガスは、希釈器37へ排出される。

30

【0026】

カソード系4は、エアコンプレッサ41と、エアコンプレッサ41からカソード流路22の導入部に至る空気供給管42と、カソード流路22の排出部から希釈器37に至る空気排出管43と、空気排出管43から分岐し空気供給管42に至る空気還流管45と、空気排出管43から分岐し水素供給管32及び希釈器37に至るスタックバイパス管48と、を含んで構成される。酸素を含んだガスの酸素循環流路は、空気供給管42、カソード流路22、空気排出管43及び空気還流管45によって構成される。

40

【0027】

エアコンプレッサ41は、システム外の空気を、空気供給管42を介してスタック2のカソード流路22に空気を供給する。また、空気排出管43には、カソード流路22内の圧力を調整するための背圧弁43bが設けられている。発電中のスタック2のカソード流路22内の圧力（以下、「カソード圧」という）は、エアコンプレッサ41で空気を供給しながら背圧弁43bの開度を調整することにより、スタック2の発電状態に応じた適切な大きさに制御される。

【0028】

50

空気還流管 4 5 には、空気排出管 4 3 側のガスを空気供給管 4 2 に圧送し、酸素循環流路内で酸素を含んだガスを循環させる E G R ポンプ 4 6 が設けられている。空気供給管 4 2 のうち空気還流管 4 5 との接続部よりもエアコンプレッサ 4 1 側には、システム 1 の停止中にエアコンプレッサ 4 1 側からカソード流路 2 2 側へ外気が流入するのを防止する入口封止弁 4 2 a が設けられている。また、空気排出管 4 3 のうち空気還流管 4 5 との分岐部よりも希釈器 3 7 側には、システム 1 の停止中に希釈器 3 7 側からカソード流路 2 2 側へ外気が流入するのを防止する出口封止弁 4 3 a が設けられている。これら封止弁 4 2 a、4 3 a は、後述の E G R 停止処理（例えば、後述の図 3 参照）において、カソード流路 2 2 に酸素濃度の低い不活性ガスを充填した状態で閉じられ、スタック 2 の劣化を抑制する。

10

【 0 0 2 9 】

スタックバイパス管 4 8 には、エアコンプレッサ 4 1 から希釈器 3 7 へ流れる空気の流量を制御するバイパス弁 4 8 a と、エアコンプレッサ 4 1 から水素供給管 3 2 へ流れる空気の流量を制御する掃気弁 4 8 b と、が設けられている。バイパス弁 4 8 a は、例えば背圧弁 4 3 b を閉じており、空気排出管 4 3 から希釈ガスを希釈器 3 7 に供給できない場合に開かれ、エアコンプレッサ 4 1 の直下の空気を希釈器 3 7 に供給する。掃気弁 4 8 b は、スタック 2 による発電を停止している間に、水素循環流路内に残留する不純物をエアコンプレッサ 4 1 から供給した空気です排出する掃気処理を実行する際に開かれる。

【 0 0 3 0 】

希釈器 3 7 は、上述の背圧弁 4 3 b、及びバイパス弁 4 8 a を介して導入されたガスを希釈ガスとして、パージ弁 3 3 a を介して排出された水素を含んだガスを希釈し、システム外に排出する。

20

【 0 0 3 1 】

冷却装置 5 は、スタック 2 を経路に含む冷媒循環流路 5 1 と、冷媒循環流路 5 1 内の冷媒を所定の方向に圧送するウォータポンプ 5 2 と、冷媒循環流路 5 1 の一部となるラジエタ 5 3 と、ラジエタ 5 3 を通流する冷媒を冷却するラジエタファン 5 4 と、を備える。冷却装置 5 は、ウォータポンプ 5 2 によって冷媒を循環しスタック 2 と冷媒との熱交換を促進するとともに、ラジエタファン 5 4 によって冷媒を冷却することにより、スタック 2 を保護するために定められた上限温度を上回らないようにする。

【 0 0 3 2 】

E C U 7 は、燃料電池システム 1 を構成する各種装置を制御する電子制御ユニットであり、C P U、R O M、R A M、及び各種インターフェースなどの電子回路を含んで構成される。E C U 7 には、燃料電池システム 1 の状態を検出するため、アノード圧センサ 2 7、カソード圧センサ 2 8 等の各種センサが接続されている。

30

【 0 0 3 3 】

アノード圧センサ 2 7 は、水素供給管 3 2 に設けられ、アノード圧を検出し、検出値に略比例した信号を E C U 7 に送信する。カソード圧センサ 2 8 は、空気排出管 4 3 に設けられ、カソード圧を検出し、検出値に略比例した信号を E C U 7 に送信する。

【 0 0 3 4 】

図示しない車両の運転席には、燃料電池システム 1 の状態を利用者に報知する表示装置としてのインフォメーションパネル P と、スタック 2 による発電の開始（すなわち、燃料電池システム 1 の起動）又はスタック 2 による発電の停止（すなわち、燃料電池システム 1 の停止）を指令するために運転者が操作するイグニッションスイッチ I G とが設けられている。

40

【 0 0 3 5 】

イグニッションスイッチ I G は、燃料電池システム 1 が停止した状態で操作されると、システム 1 の起動を指令する信号を発生する。E C U 7 は、イグニッションスイッチ I G からの起動指令信号を受信すると、システム起動処理を開始する。システム起動処理では、バッテリー B に蓄えられた電力を利用して負荷を駆動し、スタック 2 を発電可能な状態にするとともに車両を走行する。また、スタック 2 が発電可能な状態になった後は、所定の

50

タイミングで図示しないコンタクタを閉じ、スタック 2 とバッテリー B や負荷とを電氣的に接続し、システムの起動が完了する。

【 0 0 3 6 】

イグニッションスイッチ I G は、燃料電池システム 1 が起動した状態で操作されると、システム 1 の停止を指令する信号を発生する。E C U 7 は、イグニッションスイッチ I G からの停止指令信号を受信したことを契機として、後に図 3 を参照して詳細に説明するシステム停止処理を開始するとともに、上記インフォメーションパネル P にシステム停止処理の実行中であることを表示する。E C U 7 は、システム停止処理が完了すると、上記コンタクタを開いてスタック 2 とバッテリー B や負荷とを電氣的に遮断する。

【 0 0 3 7 】

図 2 は、水素充填システム S の構成を示す図である。水素充填システム S は、上記燃料電池システム 1 を搭載した車両 V と、この車両 V に水素ガスを供給する水素ステーション 9 とを組み合わせて構成される。

【 0 0 3 8 】

水素ステーション 9 は、水素貯蔵タンク 9 1 と、ディスペンサ 9 2 とを備える。

水素貯蔵タンク 9 1 には、車両 V に供給するための水素が高圧で貯蔵されている。この水素貯蔵タンク 9 1 内の水素は、液体水素を気化したもの、改質装置により原料を改質することで製造されたもの、或いは電解装置によって製造されたものなどを圧縮機で圧縮したものが用いられる。

【 0 0 3 9 】

ディスペンサ 9 2 は、その水素充填ノズル 9 3 が車両 V に設けられた水素導入口 8 2 に差し込まれると、水素貯蔵タンク 9 1 から供給された水素を減圧し、好ましい流量に調整した上で水素充填ノズル 9 3 から水素を供給する。この水素充填ノズル 9 3 には、赤外線通信器 9 4 が設けられている。赤外線通信器 9 4 は、水素充填ノズル 9 3 を車両 V の水素導入口 8 2 に差し込むことにより、車両 V に搭載された後述の通信システム 6 との間で赤外線を介したデータ信号の送受信が可能となっている。

【 0 0 4 0 】

次に、図 2 を参照して、燃料電池システム 1 全体の構成のうち主に水素タンク 3 1 に水素ガスを充填するために必要な装置の構成について説明する。

【 0 0 4 1 】

水素タンク 3 1 は、タンク本体 3 1 1 から延びる水素導入管 3 1 3 と、タンク圧力センサ 3 1 7 と、タンク温度センサ 3 1 8 と、をさらに備える。この水素導入管 3 1 3 は、一端側がタンク本体 3 1 1 に接続され、他端側が後述のリッドボックス 8 1 内に設けられた水素導入口 8 2 に接続されている。

【 0 0 4 2 】

水素導入管 3 1 3 には、逆止弁 3 1 4 , 3 1 5 と、充填経路遮断弁 3 1 6 とが設けられている。充填経路遮断弁 3 1 6 は、タンク本体 3 1 1 へのガスの流入及びタンク本体 3 1 1 からのガスの流出を遮断する。逆止弁 3 1 4 , 3 1 5 は、それぞれ、タンク本体 3 1 1 の近傍と水素導入口 8 2 の近傍に設けられ、タンク本体 3 1 1 側から車両 V の外側へ水素が逆流するのを防止する。

【 0 0 4 3 】

タンク圧力センサ 3 1 7 は、水素タンク 3 1 のうち水素導入管 3 1 3 内の水素圧力を検出し、検出値に略比例した検出信号を E C U 7 に送信する。タンク温度センサ 3 1 8 は、水素タンク 3 1 のうちタンク本体 3 1 1 内の水素温度を検出し、検出値に略比例した検出信号を E C U 7 に送信する。

【 0 0 4 4 】

リッドボックス 8 1 は、車両 V の側部後方に設けられており、その内部で水素導入口 8 2 を保護する。このリッドボックス 8 1 には、リッド 8 3 が回動可能に設けられている。水素ステーション 9 において、利用者はリッド 8 3 を開き水素導入口 8 2 を外部に露出させ、ディスペンサ 9 2 の水素充填ノズル 9 3 を水素導入口 8 2 に差し込み、水素を充填す

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 4 5 】

燃料電池システム 1 は、上述の通信充填を実行するために通信システム 6 を備える。この通信システム 6 は、E C U 7 と、赤外線送信器 6 6 と、リッドスイッチ 6 7 と、を含んで構成される。

【 0 0 4 6 】

リッドスイッチ 6 7 は、リッドボックス 8 1 に設けられており、リッド 8 3 の開閉状態を検出する。リッドスイッチ 6 7 は、リッド 8 3 が閉じられリッドボックス 8 1 内に水素導入口 8 2 が保護された状態では、これを示す閉信号を E C U 7 に送信し、リッド 8 3 が開かれ水素導入口 8 2 が外部に露出した状態では、これを示す開信号を E C U 7 に送信する。なお、これら閉信号及び開信号のうち何れかは無信号としてもよい。

10

【 0 0 4 7 】

赤外線送信器 6 6 は、赤外線 L E D 6 4 とそのドライバ 6 5 で構成される。ドライバ 6 5 は、E C U 7 から送信されたデータ信号に基づいて赤外線 L E D 6 4 を点滅させる。

【 0 0 4 8 】

E C U 7 は、通信充填の実行時、ドライバ 6 5 によって赤外線 L E D 6 4 を点滅させることにより、タンク圧力センサ 3 1 7 及びタンク温度センサ 3 1 8 で検出された圧力及び温度に基づいて生成したデータ信号や、水素ガスの充填の停止を指令するための充填停止指令信号をステーション 9 側の赤外線通信器 9 4 へ送信する。

【 0 0 4 9 】

20

以上のように構成された通信システム 6 は、利用者によるリッド 8 3 の開閉を契機として起動 / 停止する。以下、通信システム 6 を起動し通信充填を実行する手順について説明する。

【 0 0 5 0 】

利用者が車両 V を停止し、イグニッションスイッチ I G を停止操作した後、リッド 8 3 を開くと、リッドスイッチ 6 7 はこれを検出し、リッド 8 3 が開かれたことを示す開信号を E C U 7 に送信する。これに応じて E C U 7 は、赤外線送信器 6 6 への図示しないバッテリーからの電力の供給を開始し、データ信号を送信可能な状態にする。その後、ステーション 9 側の水素充填ノズル 9 3 が車両 V の水素導入口 8 2 に差し込まれ、水素の充填と、車両 V とステーション 9 との間の通信が可能な状態になったことに応じて、充填経路遮断弁 3 1 6 を開き、通信充填を開始する。

30

【 0 0 5 1 】

通信充填の実行中、E C U 7 は、タンク圧力センサ 3 1 7 及びタンク温度センサ 3 1 8 で検出された圧力及び温度に基づいて生成した、現在の水素タンク 3 1 の状態を示すデータ信号を赤外線送信器 6 6 によってステーション 9 側へ送信する。ディスペンサ 9 2 は、赤外線通信器 9 4 によって車両 V から送信された上記データ信号を受信し、このデータ信号から現在の水素タンク 3 1 の状態を把握し、状態に応じて充填流量を調整しながら水素タンク 3 1 に水素を充填する。その後、ディスペンサ 9 2 は、受信したデータ信号に基づいて推定した水素タンク 3 1 内の水素ガス残量が所定の満充填閾値に達した場合や、予め定められた充填完了条件が満たされたことに応じて、水素の充填を終了する。

40

【 0 0 5 2 】

通信充填が適切に終了すると、利用者によって水素充填ノズル 9 3 が水素導入口 8 2 から抜き出され、そしてリッド 8 3 が閉じられる。リッド 8 3 が閉じられると、リッドスイッチ 6 7 はこれを検出し、リッド 8 3 が閉じられたことを示す閉信号を E C U 7 に送信する。これに応じて E C U 7 は、充填経路遮断弁 3 1 6 を閉じ、赤外線送信器 6 6 への電力の供給を停止する。

【 0 0 5 3 】

次に、図 3 を参照して、燃料電池システムの停止指令後に行うシステム停止処理の手順について説明する。

図 3 は、システム停止処理における各装置の制御手順を示すタイムチャートである。な

50

お図 3 は、システムの停止指令後、システム停止処理を行っている間に通信充填の割り込みがなかった場合を示す。

【 0 0 5 4 】

システム停止処理は、停止時充電処理と、停止後ディスチャージ工程に相当する E G R 停止処理と、停止処理工程に相当する希釈処理及び冷却処理と、の 4 つの処理で構成される。

【 0 0 5 5 】

停止時充電処理は、次のシステムの起動に備えて、システムの停止指令後もスタックによる発電を継続し、発電した電力をバッテリーに充電する処理である。この停止時充電処理は、システムの停止指令時におけるバッテリーの残容量が不十分であると判断された場合にのみ、システムの停止指令後、直ちに実行される（例えば、後述の図 5、7、及び 9 参照）。なお、図 3 のタイムチャートでは、システムの停止指令時にバッテリーの残容量が十分であると判断され、停止時充電処理が行われなかった場合を示す。

【 0 0 5 6 】

E G R 停止処理は、スタックの劣化を抑制するための処理であり、システムの停止指令後、システムが完全に停止するまでの間に行われる。この E G R 停止処理は、図 3 に示すように、圧上げ処理（ $t_1 \sim t_2$ ）と、E G R ディスチャージ処理（ $t_2 \sim t_3$ ）と、保圧処理（ $t_3 \sim t_4$ ）と、の 3 つの処理で構成される。

【 0 0 5 7 】

圧上げ処理は、E G R ディスチャージ処理の実行に先立ち、予めアノード圧を好ましい圧力まで昇圧する処理である。より具体的には、圧上げ処理では、主止弁を開き中圧部に十分な圧力を確保した状態で、アノード圧が後述の目標圧になるように、アノード圧センサの出力に基づいてインジェクタをフィードバック制御する。

【 0 0 5 8 】

E G R ディスチャージ処理は、スタックの劣化を防止するため、システムを完全に停止させる前にスタックのカソード流路に残留する酸素を消費する処理である。E G R ディスチャージ処理では、アノード系の装置については、主止弁を開いた状態でインジェクタによってアノード圧を予め定められた目標圧（以下、「ディスチャージ時目標圧」という）に制御しながら、水素ポンプによって水素循環流路内の水素ガスを循環させる。一方、カソード系の装置については、入口封止弁及び出口封止弁を閉じた状態でコンプレッサを駆動することにより、カソード圧を所定の目標圧に維持する。また、E G R ポンプを駆動することにより、酸素循環流路内でガスを循環させることにより、酸素循環流路内の酸素濃度を徐々に低下させる。E G R ディスチャージ処理では、水素循環流路及び酸素循環流路を上述のような状態に維持しながらスタックによる発電及びディスチャージを所定時間にわたって行い、酸素循環流路内の酸素濃度を低下させる。E G R ディスチャージ処理は、酸素循環流路内の酸素濃度が所定濃度まで低下するまで、又は酸素濃度が所定濃度まで低下したと判断できる程度の時間が経過するまで実行される。なお、この E G R ディスチャージ処理を実行している間にスタックから取り出された発電電流は、例えばバッテリーに供給される。

【 0 0 5 9 】

保圧処理は、E G R ディスチャージ処理の終了後に、アノード圧をさらに昇圧する処理である。より具体的には、保圧処理では、主止弁を開いた状態でインジェクタによって上述のディスチャージ時目標圧よりも高い所定の保圧時目標圧までアノード圧を昇圧する。

【 0 0 6 0 】

以上のような手順で E G R 停止処理を実行することにより、スタックのカソード流路には酸素濃度の低い不活性ガスが充填され、アノード流路は水素ガスによって高圧に維持される。これにより、カソード側からの残留酸素の透過が極力抑制され、スタックの劣化を抑制できる。

【 0 0 6 1 】

なお、以上の E G R 停止処理は、上記停止時充電処理と同様にスタックによる発電及び

10

20

30

40

50

ディスチャージを伴う処理であるため、基本的には上記停止時充電処理と並行して行うことはできない。そこで本実施形態では、システムの停止指令後、停止時充電処理が行われた場合には、この停止時充電処理が完了した後にEGR停止処理を開始する。また、停止時充電処理が行われなかった場合には、システムの停止指令後、直ちに実行される。

【0062】

希釈処理は、システムの停止指令時に希釈器内に残留していた水素ガスを希釈し、希釈器内の水素濃度を規定の濃度まで所定時間かけて低下させる処理である。この希釈処理は、スタックへ積極的に水素ガスを供給する必要が無く、かつコンプレッサを駆動しており希釈器内に希釈ガスを導入できる状態であれば実行できる処理であるため、上記停止時充電処理及びEGR停止処理と並行して実行できる。したがって本実施形態では、システムの停止指令後、直ちに希釈処理を開始する。

10

【0063】

より具体的には、希釈処理では、図3に示すように、コンプレッサを駆動した状態で、背圧弁、及びスタックバイパス弁等を適宜開閉することにより、スタックから排出されたガスやコンプレッサの直下のガスを希釈器に導入し、これを希釈ガスとして希釈器内の水素を希釈する。なお、出口封止弁を閉じている間は、背圧弁を開いても希釈器に希釈ガスを導入できない。このため、EGRディスチャージ処理を行っている間は、スタックバイパス弁を適宜開閉することにより、希釈ガスを希釈器に導入する。

【0064】

冷却処理は、ウォータポンプ及びラジエタファンを適宜駆動することにより（図3参照）、スタックの温度を例えば常温まで所定時間かけて低下させる処理である。この冷却処理は、スタックへ積極的に水素ガスを供給する必要が無く、かつウォータポンプやラジエタファンなどスタックによる発電や希釈器の状態とは無関係の装置を駆動することによって実行する処理であるため、上記停止時充電処理、EGR停止処理、及び希釈処理と並行して実行できる。したがって本実施形態では、システムの停止指令後、直ちに冷却処理を開始する。

20

【0065】

次に、図3を参照して説明したシステム停止処理を行っている間に通信充填の割り込みが生じた場合の具体的な制御の手順について、3つの実施例を説明する。

【実施例1】

30

【0066】

図4は、システムの停止指令後に通信充填の要求があった場合にECUによって実行される実施例1の割込制御の手順を示すフローチャートである。図4の処理は、システムの停止指令後であって、利用者によって通信充填の開始を指令する所定の操作が行われたこと（例えば、リッドが開かれたことや、車両の水素導入口にステーションの水素充填ノズルが挿入されたこと等）を契機として開始する。

【0067】

S1では、現在、EGR停止処理の実行中であるか否かを判別する。S1の判別がYESであり現在EGR停止処理の実行中である場合には、S4に移り、S1の判別がNOであり現在EGR停止処理の実行中でない場合には、S2に移る。

40

【0068】

S2では、通信充填を実行し、S3に移る。S2では、より具体的には、高圧タンクの現在の状態に関するデータ信号をステーション側へ送信し、ステーション側は、受信したデータ信号に基づいて最適な態様で水素ガスを充填する。なおこの時、希釈処理や冷却処理が実行中である場合には、希釈処理や冷却処理と並行して通信充填を実行する。S3では、通信充填が完了したか否かを判別する。S3の判別がNOである場合にはS2に戻って通信充填を継続し、YESである場合には、この処理を終了する。

【0069】

S4では、主止弁を閉じ、高圧タンクからの水素ガスの流出を停止し、S5に移る。これにより、高圧タンクの状態変動を最小限にし、赤外線送信器から送信される高圧タンク

50

の状態に関するデータ信号の精度を高くできる。

【 0 0 7 0 】

S 5 では、E G R 停止処理の実行を禁止し、S 6 に移る。これにより、後述の S 9 において再び許可されるまで、現在実行中の E G R 停止処理は中断される。ここで、E G R 停止処理の中断とは、具体的には、インジェクタによるアノード圧制御、水素ポンプによる水素ガスの循環、E G R ポンプによる空気の循環、及びスタックのディスチャージの全て又は一部を一時的に停止することをいう。

【 0 0 7 1 】

S 6 では、通信充填を実行し、S 7 に移る。通信充填では、高圧タンクの状態に関するデータ信号を赤外線送信器からステーション側に送信しながら、ステーション側から供給された水素ガスを高圧タンクに充填する。S 7 では、通信充填が完了したか否かを判別する。S 7 の判別が N O である場合には S 6 に戻って通信充填を継続し、Y E S である場合には、S 8 に移る。S 8 では、S 4 において閉じた主止弁を再び開き、S 9 に移る。S 9 では、中断していた E G R 停止処理の実行を許可し、この処理を終了する。

【 0 0 7 2 】

図 5 は、実施例 1 の割込制御の具体的な例を示すタイムチャートである。

図 5 では、時刻 t_0 においてシステムの停止指令があった後、時刻 t_0 から停止時充電処理と、冷却処理と、希釈処理とを並行して開始し、その後時刻 t_1 において停止時充電処理が終了したことに伴い E G R 停止処理を開始した場合を示す。

【 0 0 7 3 】

上述のように E G R 停止処理は、圧上げ処理と E G R ディスチャージ処理と保圧処理との 3 つの処理から成る。

時刻 $t_1 \sim t_2$ の間では圧上げ処理が実行され、これによりアノード圧は、ディスチャージ時目標圧まで昇圧される。圧上げ処理が完了した後、時刻 t_2 からは、E G R ディスチャージ処理が開始する。これにより、アノード圧がディスチャージ時目標圧に維持されながら、カソード側に残留する酸素が消費される。

【 0 0 7 4 】

時刻 t_2 において E G R ディスチャージ処理を開始してから、時刻 t_3 では、利用者により通信充填の開始を指令する操作が行われる。これにより、時刻 t_3 から、図 4 に示す割込制御が開始する。したがって、時刻 t_3 では、主止弁が閉じられ (S 4 参照)、通信充填が開始される (S 6 参照)。また時刻 t_3 では、主止弁が閉じられるとともに実行中の E G R ディスチャージ処理が中断されるため (S 5 参照)、図 5 に示すようにアノード圧は徐々に低下する。このように、主止弁を閉じた後に通信充填を開始することにより通信充填中に赤外線送信器から送信される高圧タンクの状態に関するデータ信号の精度を高くできる。また、通信充填の開始を指令する操作が行われると、主止弁が閉じられた後、E G R ディスチャージ処理は中断されるが、希釈処理及び冷却処理は通信充填と並行して実行される。

【 0 0 7 5 】

その後時刻 t_4 では、通信充填が完了したことに伴い、主止弁を開き (S 8 参照)、さらに時刻 t_3 から中断していた E G R ディスチャージ処理を再開する (S 9 参照)。その後、時刻 t_5 では、E G R ディスチャージ処理が完了したことに伴って保圧処理が開始し、時刻 t_6 では、保圧処理が完了する。これにより、燃料電池システムは完全に停止する。

【 実施例 2 】

【 0 0 7 6 】

図 6 は、システムの停止指令後に通信充填の要求があった場合に E C U によって実行される実施例 2 の割込制御の具体的な手順を示すフローチャートである。図 6 の処理は、図 4 の処理と同様に、システムの停止指令後であって利用者によって通信充填の開始を指令するため所定の操作が行われたことを契機として開始する。なお、図 6 の処理において、S 1 ~ S 4 の処理は図 4 と同じであるので、詳細な説明は省略する。実施例 2 の割込制御

は、S 4において主止弁を閉じた後も引き続き可能な限りE G R停止処理を継続する点で実施例1の割込制御と異なる。

【0077】

S 4において主止弁を閉じた後、S 15では、現在E G R停止処理が禁止された状態であることを示す禁止フラグが“1”であるか否かを判別する。この禁止フラグは、図6の処理を開始した当初は“0”に設定され、後述のS 18の処理において“1”に設定される。S 4の判別がNOである場合、引き続きE G R停止処理を継続して実行できるか否かを判断すべく、S 16に移る。

【0078】

S 16では、アノード圧センサによって検出されたアノード圧が、所定の下限圧より低い
10
いか否かを判別する。この下限圧は、ディスチャージ時目標圧よりもやや低めに設定される。主止弁を閉じると、高圧タンクから中圧部への水素ガスの供給は停止するため、インジェクタを開きアノード圧を高める度に中圧部の圧力は低下する。このため、S 4において主止弁を閉じた後もE G R停止処理を継続して実行すると、インジェクタによってアノード圧を上記目標圧に維持できなくなり、次第にアノード圧が低下する。S 16では、このような主止弁を閉じた後のアノード圧の低下を検出することによって、E G R停止処理を中断するタイミングを判断する。

【0079】

S 16の判別がYESである場合には、S 17に移り、E G R停止処理の実行を禁止した
20
後、S 18に移る。S 18では、E G R停止処理が禁止された状態を明示すべく、禁止フラグを“1”にセットし、S 20に移る。

【0080】

S 16の判別がNOである場合には、S 19に移る。S 19では、E G Rディスチャージ処理が完了したか否かを判別する。S 19の判別がYESの場合には、S 17に移り、上述のようにE G R停止処理の実行を禁止する。上述のように、E G R停止処理では、E G Rディスチャージ処理が終了した後、保圧処理を実行する。しかしこの保圧処理では、アノード圧を保圧時目標圧まで昇圧するために、主止弁を開く必要がある。このため、E G Rディスチャージ処理が終了した場合には、引き続き保圧処理を行うことなく中断する。

【0081】

S 15の判別がYESの場合又はS 18において禁止フラグを“1”にセットした場合には、S 20に移り、通信充填を実行し、S 21に移る。S 21では、通信充填が完了したか否かを判別する。S 21の判別がNOである場合には、S 15に戻る。これにより、可能な限り主止弁を閉じた後も引き続き可能な限りE G R停止処理と通信充填処理とが並行して実行される。

【0082】

S 21の判別がYESである場合、すなわち通信充填が終了した場合には、S 22に移り、主止弁を開き、S 23に移る。S 23では、禁止フラグが“1”であるか否かを判別する。S 23の判別がYESの場合、すなわち通信充填を行っている間にE G R停止処理を中断した場合には、S 24に移り、中断していたE G R停止処理の実行を許可し、この
40
処理を終了する。S 23の判別がNOの場合、すなわちE G R停止処理を中断する前に通信充填が終了した場合には、引き続きE G R停止処理を継続すべく、この処理を終了する。

【0083】

図7は、実施例2の割込制御の具体的な例を示すタイムチャートである。

図7では、時刻t 0においてシステムの停止指令があった後、時刻t 0から停止時充電処理と、冷却処理と、希釈処理とを並行して開始し、その後時刻t 1において停止時充電処理が終了したことに伴いE G R停止処理を開始した場合を示す。

【0084】

時刻t 1～t 2の間では圧上げ処理が実行され、これによりアノード圧は、ディスチャ

10

20

30

40

50

ージ時目標圧まで昇圧される。圧上げ処理が完了した後、時刻 t_2 からは、EGR ディスチャージ処理が開始する。これにより、アノード圧がディスチャージ時目標圧に維持されながら、カソード側に残留する酸素が消費される。

【0085】

時刻 t_2 において EGR ディスチャージ処理を開始してから、時刻 t_3 では、利用者により通信充填の開始を指令する操作が行われる。これにより、時刻 t_3 から、図 6 に示す割込制御が開始する。したがって、時刻 t_3 では主止弁が閉じられ (S4 参照)、その後はアノード圧が下限圧より低下するか (S16 参照) 又は EGR ディスチャージ処理が終了するまで (S19 参照)、通信充填と EGR ディスチャージ処理とが並行して実行される。なお、時刻 t_3 以降は、主止弁を閉じた状態で EGR ディスチャージ処理を行っているので、アノード圧は徐々に低下する。

10

【0086】

時刻 t_4 では、EGR ディスチャージ処理が終了したことに応じて、EGR 停止処理の保圧処理は中断される (S19、S17 参照)。その後、時刻 t_5 において通信充填が完了したことに応じて (S21 参照)、主止弁が開かれ (S22 参照)、時刻 t_4 から中断していた EGR 停止処理の保圧処理が再開される (S24 参照)。時刻 t_6 では、保圧処理が完了し、これにより、燃料電池システムは完全に停止する。

【実施例 3】

【0087】

図 8 は、システムの停止指令後に通信充填の要求があった場合に ECU によって実行される実施例 3 の割込制御の具体的な手順を示すフローチャートである。図 8 の処理は、図 4 や図 6 の処理と同様に、システムの停止指令後であって利用者によって通信充填の開始を指令するため所定の操作が行われたことを契機として開始する。なお、図 8 の処理において、S1 ~ S4、S15 ~ S24 の処理は図 6 と同じであるので、詳細な説明は省略する。実施例 3 の割込制御は、S4 において主止弁を閉じる前に、S31 において圧上げ処理を実行する点で実施例 2 の割込制御と異なる。

20

【0088】

S1 において、EGR 停止処理が実行中であると判別された場合、S31 に移る。S31 では、圧上げ処理を実行し、S4 に移り、主止弁を閉じる。より具体的には、S31 では、主止弁を閉じる前であって中圧部の圧力が十分に高い状態でインジェクタを駆動し、上述のディスチャージ時目標圧よりも高く設定された閉弁前目標圧までアノード圧を昇圧する。このように主止弁を閉じる前に圧上げ処理を実行し、アノード圧を通常目標圧よりも高くすることにより、主止弁を閉じた状態でも長い時間にわたって EGR ディスチャージ処理を継続して実行することができる。

30

【0089】

図 9 は、実施例 3 の割込制御の具体的な例を示すタイムチャートである。

図 9 では、時刻 t_0 においてシステムの停止指令があった後、時刻 t_0 から停止時充電処理と、冷却処理と、希釈処理とを並行して開始し、その後時刻 t_1 において停止時充電処理が終了したことに伴い EGR 停止処理を開始した場合を示す。

【0090】

40

時刻 $t_1 \sim t_2$ の間では圧上げ処理が実行され、これによりアノード圧は、ディスチャージ時目標圧まで昇圧される。圧上げ処理が完了した後、時刻 t_2 からは、EGR ディスチャージ処理が開始する。これにより、アノード圧がディスチャージ時目標圧に維持されながら、カソード側に残留する酸素が消費される。

【0091】

時刻 t_2 において EGR ディスチャージ処理を開始してから、時刻 t_3 では、利用者により通信充填の開始を指令する操作が行われる。これにより、時刻 t_3 から、図 8 に示す割込制御が開始する。したがって、時刻 t_3 では、圧上げ処理が実行され (S31 参照)、主止弁が閉じられ (S4 参照)、その後はアノード圧が下限圧より低下するか (S16 参照) 又は EGR ディスチャージ処理が終了するまで (S19 参照)、通信充填と EGR

50

ディスチャージ処理とが並行して実行される。なお、時刻 t_3 以降は、主止弁を閉じた状態で EGR ディスチャージ処理を行っているので、アノード圧は徐々に低下する。ただし、主止弁を閉じた時点では、図 7 の例と比較して十分なアノード圧が確保されているため、図 7 の例よりも長い時間にわたって EGR ディスチャージ処理と通信充填とを並行して実行できる。

【0092】

時刻 t_4 では、EGR ディスチャージ処理が終了したことに応じて、EGR 停止処理の保圧処理は中断される（S19、S17 参照）。その後、時刻 t_5 において通信充填が完了したことに応じて（S21 参照）、主止弁が開かれ（S22 参照）、時刻 t_4 から中断していた EGR 停止処理の保圧処理が再開される（S24 参照）。時刻 t_6 では、保圧処理が完了し、これにより、燃料電池システムは完全に停止する。

10

【0093】

以上本発明の一実施形態について説明したが、本発明はこれに限らない。

例えば、上記実施形態では、入口封止弁 42a と出口封止弁 43a とを備えた燃料電池システム 1 に本発明の制御方法を適用した例について説明したが、本発明はこれに限らない。これら封止弁を備えないシステムでは、上記 EGR 停止処理の代わりに、エアコンプレッサから極低流量の空気を供給しながら、アノード圧を上記 EGR ディスチャージ時目標圧よりも低く維持し、低ストイキ発電を所定時間にわたって行う場合がある。本発明の制御方法は、このような燃料電池システムに対しても適用できる。ただしこの場合、アノード圧は EGR ディスチャージ時目標圧よりも低く維持するため、実施例 2 や 3 で説明したように、通信充填とこの低ストイキ発電とを並行して行うことは難しいと考えられる。したがって、このような燃料電池システムに本発明を適用する場合、実施例 1 の割込制御が特に好ましい。

20

【符号の説明】

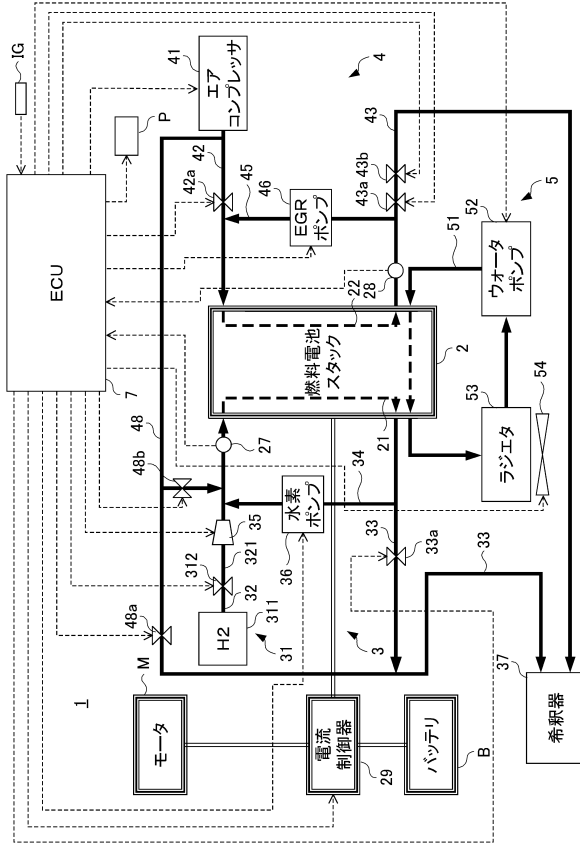
【0094】

- 1 ... 燃料電池システム
- 2 ... スタック（燃料電池）
- 21 ... アノード流路
- 22 ... カソード流路
- 3 ... アノード系
- 31 ... 水素タンク
- 311 ... タンク本体（貯蔵容器）
- 312 ... 主止弁（開閉弁）
- 32 ... 水素供給管（燃料ガス供給路、水素循環流路）
- 33 ... 水素排出管（水素循環流路）
- 34 ... 水素還流管（水素循環流路）
- 35 ... インジェクタ（燃料ガスインジェクタ）
- 4 ... カソード系
- 42 ... 空気供給管（酸素循環流路）
- 43 ... 空気排出管（酸素循環流路）
- 45 ... 空気還流管（酸素循環流路）
- 66 ... 赤外線送信器（送信手段）
- IG ... イグニッションスイッチ

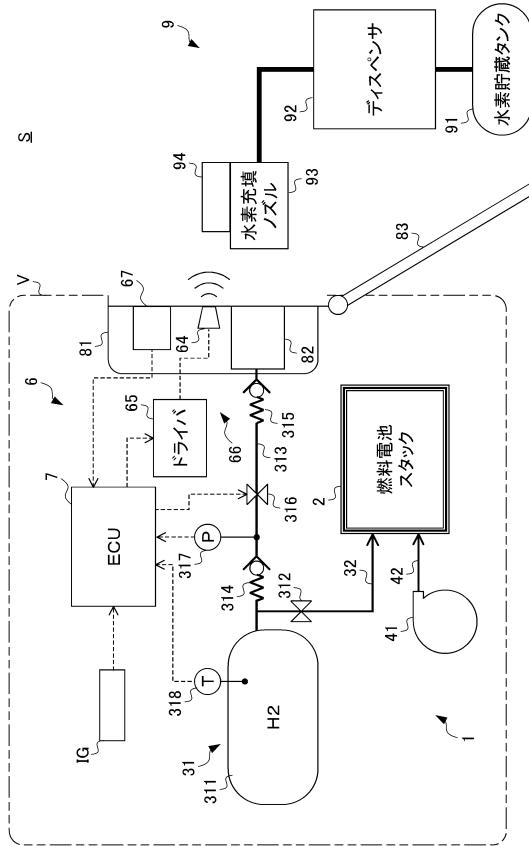
30

40

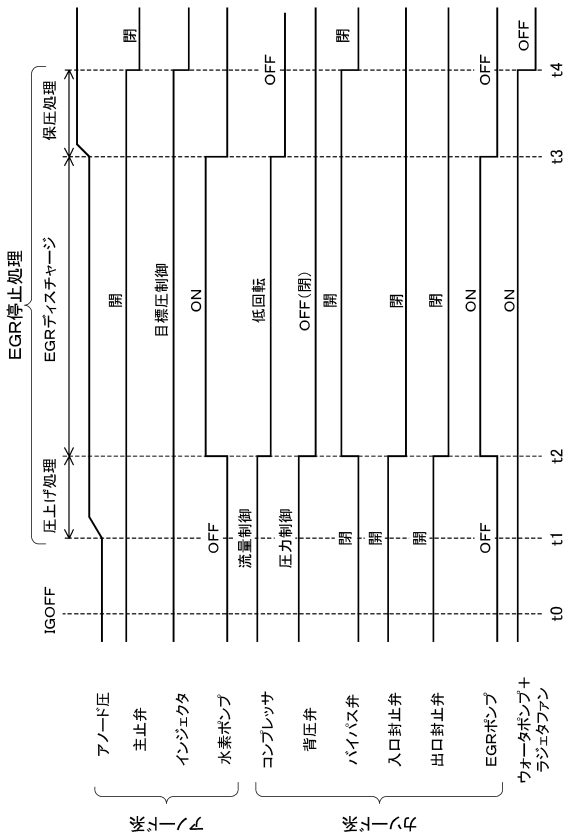
【図 1】



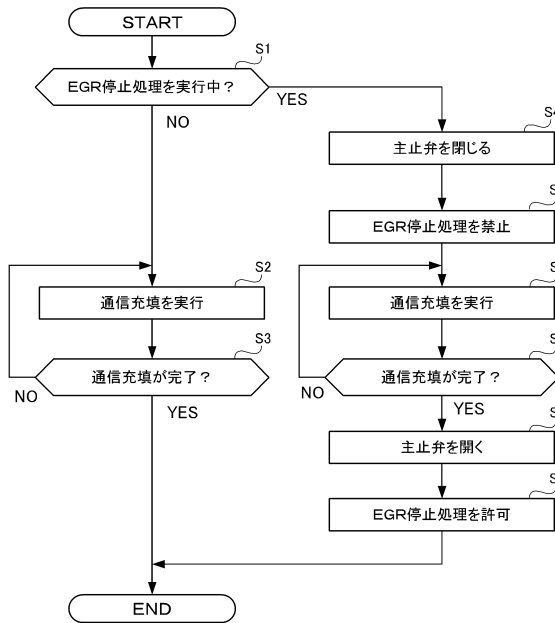
【図 2】



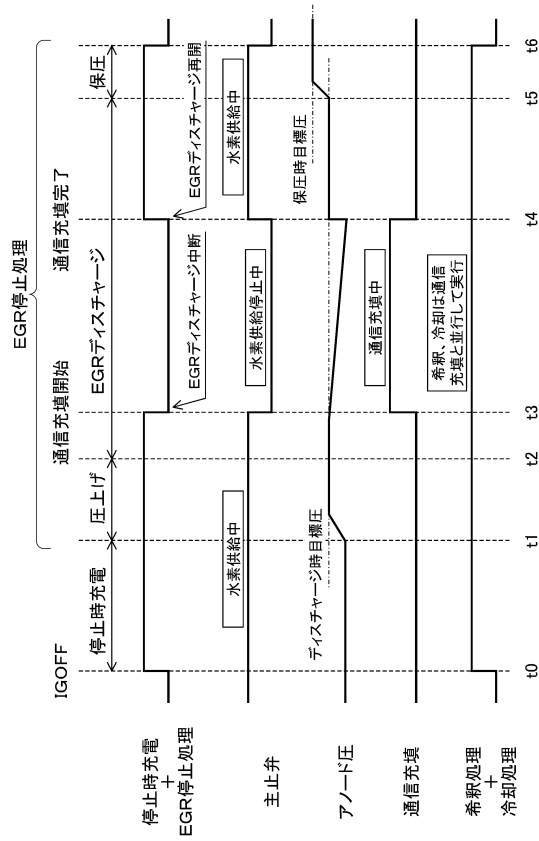
【図 3】



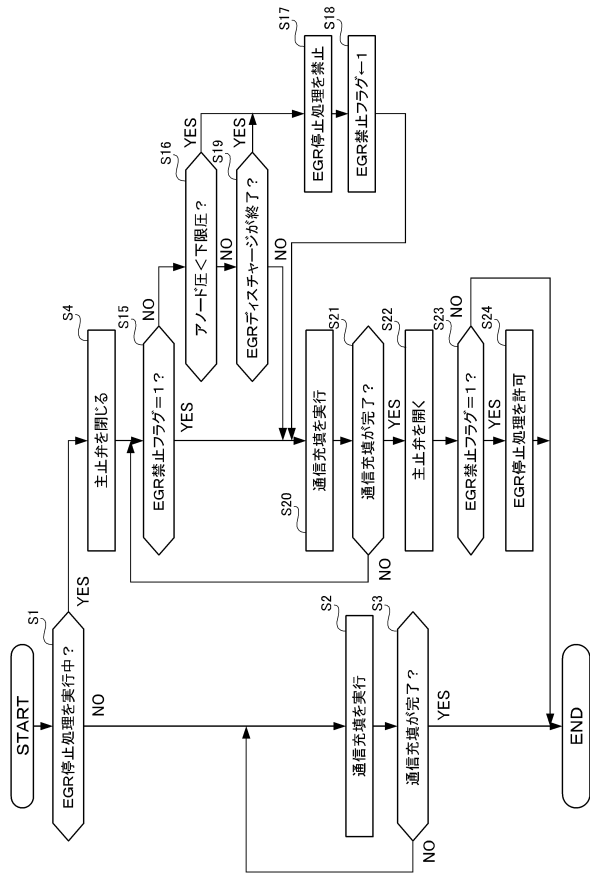
【図 4】



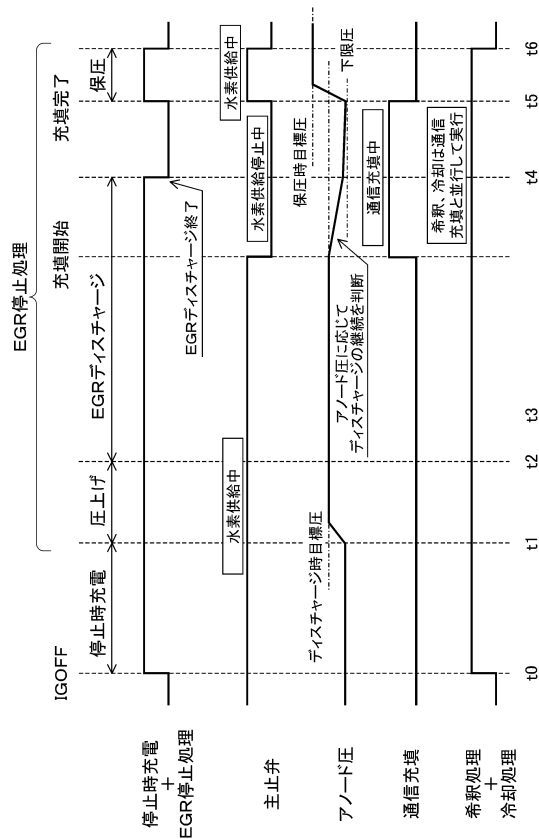
【 図 5 】



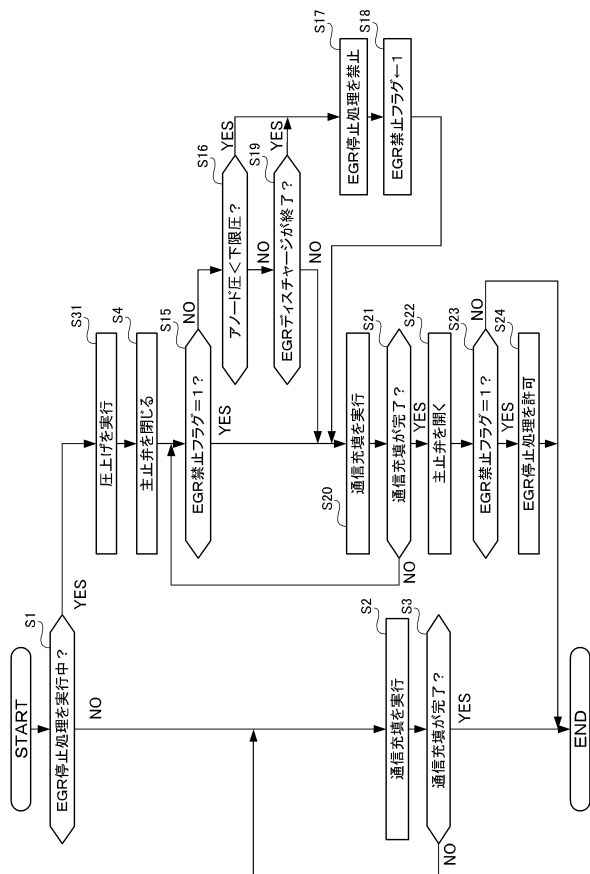
【 図 6 】



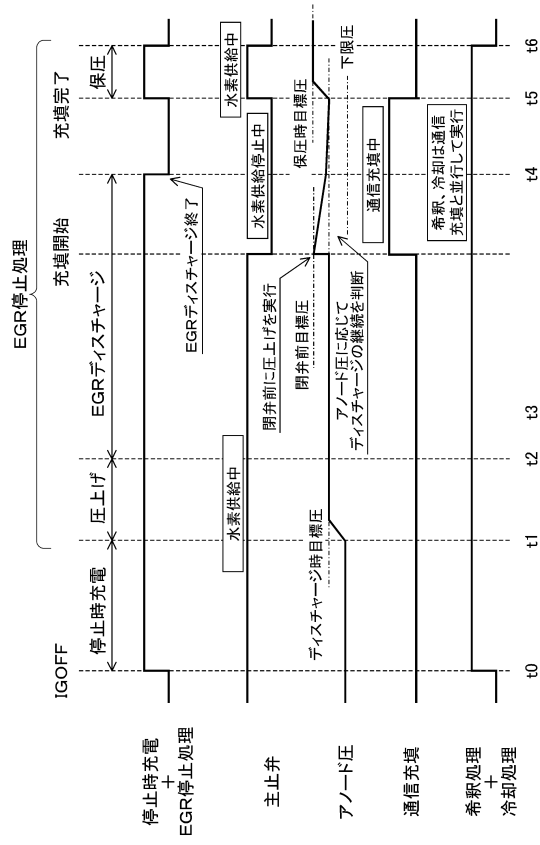
【圖 7】



【圖 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 松本 裕嗣
埼玉県和光市中央 1 - 4 - 1 株式会社本田技術研究所内

審査官 久保田 創

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 3 5 1 6 6 7 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 1 5 3 1 7 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 2 7 8 4 6 7 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 1 3 8 3 8 4 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 7 7 1 1 1 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 2 1 6 4 7 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 M 8 / 0 4
F 1 7 C 5 / 0 6
H 0 1 M 8 / 1 0