

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4328324号  
(P4328324)

(45) 発行日 平成21年9月9日(2009.9.9)

(24) 登録日 平成21年6月19日(2009.6.19)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 1 M	8/04	(2006.01)	HO 1 M	8/04	Y
HO 1 M	8/10	(2006.01)	HO 1 M	8/04	K
			HO 1 M	8/04	J
			HO 1 M	8/10	

請求項の数 6 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2005-302241 (P2005-302241)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成17年10月17日(2005.10.17)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2007-109615 (P2007-109615A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成19年4月26日(2007.4.26)	(74) 代理人	100064414
審査請求日	平成18年7月27日(2006.7.27)		弁理士 磯野 道造
		(74) 代理人	100111545
			弁理士 多田 悦夫
		(72) 発明者	稲井 滋
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号
			株式会社本田技術研
			研究所内
		(72) 発明者	和氣 千大
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号
			株式会社本田技術研
			研究所内
			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】

電解質膜及び反応ガス流路を有し、当該反応ガス流路に反応ガスが供給されることで発電する燃料電池と、

前記燃料電池の起動時の運転を、通常運転モード又は前記燃料電池の暖機を促進させる低温運転モードで制御する運転制御手段と、

前記燃料電池が前記低温運転モードで起動したか否かを判定する低温起動判定手段と、

前記反応ガス流路に掃気ガスを供給し掃気する掃気手段と、

前記燃料電池の発電停止指令を発する発電停止指令手段と、

を具備し、

前記発電停止指令手段が発電停止指令を発した場合、前記掃気手段により前記反応ガス流路を掃気する燃料電池システムであって、

前記燃料電池の温度を検出する温度検出手段と、

前記温度検出手段の検出した前記燃料電池の温度が、所定温度よりも高いか否かを判定する温度判定手段と、

前記燃料電池に供給される掃気ガスを加湿する加湿手段と、

前記加湿手段による加湿量を調整する加湿調整手段と、

を備え、

前記所定温度は、氷点よりも高い温度であって、前記燃料電池の温度が当該所定温度よりも高いとき仮に前記掃気手段によって掃気した場合に前記燃料電池の前記電解質膜が過

度に乾燥すると判断される温度であり、

前記発電停止指令手段が発電停止指令を発し、前記低温起動判定手段が低温運転モードで起動したと判定し、前記掃気手段により掃気する場合において、前記温度判定手段が前記燃料電池の実際の温度は前記所定温度よりも高いと判定する第1掃気時のとき、

前記加湿調整手段は、前記掃気手段による掃気によって前記燃料電池の前記電解質膜が過度に乾燥されないように、前記燃料電池の実際の温度が高くなると、0よりも大きい範囲において前記加湿量が多くなるように調整し、

前記発電停止指令手段が発電停止指令を発し、前記低温起動判定手段が低温運転モードで起動したと判定し、前記掃気手段により掃気する場合において、前記温度判定手段が前記燃料電池の実際の温度は前記所定温度以下であると判定する第2掃気時のとき、

前記加湿調整手段は、前記加湿手段が加湿しないように調整することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】

前記反応ガスは、燃料ガスと酸化剤ガスとであって、

前記燃料電池の前記反応ガス流路は、燃料ガスが供給されるアノード流路と、酸化剤ガスが供給されるカソード流路と、を備え、

前記掃気手段は、前記第1掃気時又は前記第2掃気時において、前記アノード流路及び前記カソード流路に掃気ガスを供給する

ことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】

前記燃料電池の発電を制御する発電制御手段を備え、

前記発電制御手段は、前記第1掃気時又は前記第2掃気時において、前記掃気手段による掃気の開始から、掃気が完了したと判断される所定時間が経過するまで、前記燃料電池の発電を継続させる

ことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項4】

前記所定温度は、発電停止指令後の掃気により前記燃料電池から排出されると共に前記燃料電池の温度に依存する排出水分量と、次回起動時において内部に存在する水分により前記燃料電池の発電性能が低下しない水分量の最大値であって、停止中に前記燃料電池内に許容可能な水分量と、に基づく前記燃料電池の温度である

ことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の燃料電池システム。

【請求項5】

前記掃気手段は、前記燃料電池の通常発電時において前記カソード流路に酸化剤ガスを供給し、前記第1掃気時又は前記第2掃気時において前記アノード流路及び前記カソード流路に掃気ガスを供給する酸化剤ガス供給手段を備え、

前記加湿手段は、水分交換するための膜を備えると共に、

前記燃料電池の通常発電時において、前記膜を介して、前記酸化剤ガス供給手段から前記カソード流路に向かう酸化剤ガスと、前記カソード流路から排出されたオフガスとの間で水分交換することで、前記カソード流路に向かう酸化剤ガスを加湿し、

前記第1掃気時において、前記膜を介して、前記酸化剤ガス供給手段から前記アノード流路及び前記カソード流路に向かう掃気ガスと、前記カソード流路から排出されたオフガスとの間で水分交換することで、前記アノード流路及び前記カソード流路に向かう掃気ガスを加湿するように構成され、

前記加湿量調整手段は、前記第1掃気時において、前記アノード流路及び前記カソード流路に向かう掃気ガスが通流することで前記加湿手段をバイパスするバイパス配管と、前記バイパス配管を通流する掃気ガスの量を調整することで前記加湿手段による加湿量を調整する加湿弁と、を備える

ことを特徴とする請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項6】

前記酸化剤ガス供給手段は、酸化剤ガス又は掃気ガスを、圧縮して供給するものであ

10

20

30

40

50

て、

前記酸化剤ガス供給手段と前記加湿手段との間に設けられ、前記燃料電池の通常発電時において、前記酸化剤ガス供給手段から前記加湿手段に向かう酸化剤ガスを冷却するインタークーラと、

前記インタークーラをバイパスするインタークーラバイパス配管と、

前記第1掃気時又は前記第2掃気時において、前記酸化剤ガス供給手段から前記加湿手段に向かう掃気ガスが、前記インタークーラバイパス配管を通流することで前記インタークーラをバイパスするように、掃気ガスの通流方向を切り替えるインタークーラ弁と、  
を備える

ことを特徴とする請求項5に記載の燃料電池システム。

10

【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】

近年、固体高分子型燃料電池（PEFC：Polymer Electrolyte Fuel Cell）等の燃料電池を搭載した燃料電池自動車の開発が盛んである。この燃料電池自動車は、燃料電池の発電電力によってモータを回転させ走行する。

【0003】

20

燃料電池は、一般に、複数の単セルが積層されて構成されたスタックである。単セルは、MEA（Membrane Electrode Assembly：膜電極接合体）を備えている。そして、MEAのアノードに水素が、カソードに酸素を含む空気がそれぞれ供給されると、各単セルにおいて電位差が発生し、次いで、燃料電池がモータ等の外部負荷と導通すると、燃料電池が発電する。

【0004】

このような燃料電池は発電すると、そのカソードで水が生成する。また、MEAを構成する電解質膜の湿潤状態を確保し、プロトン輸送性を高めるため、発電時に送られる水素や空気は適宜に加湿される。

【0005】

30

ところが、燃料電池は寒冷地等で使用される場合もあり、発電停止後に燃料電池内に水が残存すると、凍結する虞がある。そして、このように凍結すると、燃料電池内のガス流路が閉塞することになり、次回起動時における燃料電池の出力が低下してしまう。

【0006】

そこで、燃料電池の発電停止時に、掃気ガスを燃料電池に送り、燃料電池内のガス流路やMEAの表面に残存した水を、燃料電池の外に押し出す技術が提案されている（特許文献1参照）。ここで、掃気ガスとは、燃料電池内に残存する水を押し出すため、燃料電池に送られるガスであり、このような掃気ガスとしては、例えば、空気や窒素等が使用される。そして、このように掃気ガスを燃料電池に送り、燃料電池内の水を押し出すことを、本明細書では掃気という。

40

【特許文献1】特開2004-111196号公報（段落番号0019～0040、図1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところが、このように燃料電池の停止時に掃気しても、燃料電池内のガス流路の壁面や電解質膜中には水が残存し、この水が凍結してしまう場合がある。

そこで、本願発明者らは、停止中に燃料電池が、例えば氷点下を経験したため、凍結している虞がある場合、その後の起動時において、例えば大流量で水素及び空気を供給し、燃料電池を高出力で発電させることで、燃料電池の自己発熱量を高め、燃料電池を速やか

50

に暖機し、その出力を速やかに上昇させることができるという知見を得ている。なお、停止中に氷点下等を経験しているため、その後の起動時において、燃料電池を高出力で発電させることを、本明細書では低温起動とする。

【0008】

しかし、(1)このような燃料電池の低温起動を行ってから、時間があまり経過しないうちに、燃料電池の温度が高い状態で、IG(イグニッション)がOFFされ、停止時における掃気を通常に行った場合、電解質膜等が過度に乾燥されてしまい、その後の起動時において燃料電池の出力が低下する虞があった。(2)一方、燃料電池の低温起動を行ってから、時間が経過しないうちに、燃料電池の温度が低い状態で、IGがOFFされた場合、そのIGのOFF前の発電により生成した水蒸気(水)が燃料電池内で結露してしまい、この結露水により、その後の起動時において燃料電池の出力が低下する虞があった。

10

【0009】

そこで、本発明は、このような問題を解決するため、好適に停止可能な燃料電池システムを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記課題を解決するための手段として、本発明は、反応ガス流路を有し、当該反応ガス流路に反応ガスが供給されることで発電する燃料電池と、前記燃料電池の起動時の運転を、通常運転モード又は前記起動を促進させる低温運転モードで制御する運転制御手段と、前記燃料電池が前記低温運転モードで起動したか否かを判定する低温起動判定手段と、前記反応ガス流路に掃気ガスを供給し掃気する掃気手段と、前記燃料電池の発電停止指令を発する発電停止指令手段と、を具備し、前記発電停止指令手段が発電停止指令を発した場合、前記掃気手段により前記反応ガス流路を掃気する燃料電池システムであって、前記燃料電池の温度を検出する温度検出手段と、前記燃料電池に供給される掃気ガスを加湿する加湿手段と、前記加湿手段による加湿量を調整する加湿調整手段と、を備え、前記発電停止指令が発せられ、前記低温起動判定手段が低温運転モードで起動したと判定し、前記掃気手段により掃気する場合、前記温度検出手段が検出する前記燃料電池の実際の温度が所定温度より高いとき、前記燃料電池の実際の温度に対応して、前記加湿調整手段により加湿量を調整することを特徴とする燃料電池システムである。

20

【0011】

このような燃料電池システムによれば、燃料電池の実際の温度が所定温度より高いとき、この燃料電池の実際の温度に対応して、加湿調整手段により掃気ガスの加湿量を調整することで、電解質膜等の過度の乾燥を防止しつつ、燃料電池システムを停止することができる。その結果として、その後の起動時において、燃料電池は良好な出力となる。

30

【0012】

また、本発明は、反応ガス流路を有し、当該反応ガス流路に反応ガスが供給されることで発電する燃料電池と、前記燃料電池の起動時の運転を、通常運転モード又は前記起動を促進させる低温運転モードで制御する運転制御手段と、前記燃料電池が前記低温運転モードで起動したか否かを判定する低温起動判定手段と、前記反応ガス流路に掃気ガスを供給し掃気する掃気手段と、前記燃料電池の発電停止指令を発する発電停止指令手段と、を具備し、前記発電停止指令手段が発電停止指令を発した場合、前記掃気手段により前記反応ガス流路を掃気する燃料電池システムであって、前記燃料電池の温度を検出する温度検出手段と、前記燃料電池に供給される掃気ガスを加湿する加湿手段と、前記加湿手段による加湿量を調整する加湿調整手段と、を備え、前記発電停止指令が発せられ、前記低温起動判定手段が低温運転モードで起動したと判定し、前記掃気手段により掃気する場合、前記温度検出手段が検出する前記燃料電池の実際の温度が所定温度以下であるとき(すなわち、燃料電池の実際の温度が所定温度より高くないとき)、前記加湿調整手段は、前記加湿手段が加湿しないように調整することを特徴とする燃料電池システムである。

40

【0013】

このような燃料電池システムによれば、燃料電池が低温運転モードで起動した後、発電

50

停止指令が発せられた際に、燃料電池の実際の温度が所定温度以下であるため、その停止前の発電により生成した水蒸気（水）が燃料電池内で結露し、反応ガス流路に結露水が生成しやすい状態にある。そして、この結露水により、MEA中の水分が反応ガス流路に移動しにくい状態になる。したがって、このように燃料電池の実際の温度が所定温度以下であるとき、加湿調整手段によって、加湿手段が加湿しないように調整し、加湿されない乾燥した掃気ガスで掃気することにより、前記結露水が気化して掃気ガスに含まれやすくなるため、結露水を燃料電池の反応ガス流路から効率的に排出して、燃料電池システムを停止することができる。その結果として、その後の起動時において、燃料電池は良好な出力となる。

【0014】

また、前記燃料電池システムにおいて、前記掃気手段による掃気が完了するまで、前記燃料電池の発電を継続させることを特徴とする。

【0015】

このような燃料電池システムによれば、発電を継続させることにより、燃料電池のカソードで水が生成する。そして、この生成水の一部が電解質膜に供給され、電解質膜の湿潤性を好適に確保することができる。

【0016】

また、前記燃料電池システムにおいて、前記所定温度は、発電停止指令後の掃気により前記燃料電池から排出されると共に前記燃料電池の温度に依存する排出水分量と、停止中に前記燃料電池内に許容可能な水分量と、に基づく前記燃料電池の温度であることを特徴とする。

【0017】

このように所定温度を設定することで、電解質膜の湿潤状態を好適に確保することができる。

【0018】

また、反応ガス流路を有し、当該反応ガス流路に反応ガスが供給されることで発電する燃料電池と、前記燃料電池の起動時の運転を、通常運転モード又は前記起動を促進させる低温運転モードで制御する運転制御手段と、前記燃料電池が前記低温運転モードで起動したか否かを判定する低温起動判定手段と、前記反応ガス流路に掃気ガスを供給し掃気する掃気手段と、前記燃料電池の発電停止指令を発する発電停止指令手段と、を具備し、前記発電停止指令手段が発電停止指令を発した場合、前記掃気手段により前記反応ガス流路を掃気する燃料電池システムの停止方法において、前記低温起動判定手段が低温運転モードで起動したと判定し、前記掃気手段により掃気する場合、前記燃料電池の実際の温度が所定温度より高いとき、前記燃料電池の実際の温度に対応して前記掃気ガスを加湿することを特徴とする燃料電池システムの停止方法である。

【0019】

このような燃料電池システムの停止方法によれば、燃料電池の実際の温度が所定温度より高いとき、この燃料電池の実際の温度に対応して、掃気ガスの加湿量を調整することで、電解質膜等の過度の乾燥を防止しつつ、燃料電池システムを停止することができる。

【0020】

また、反応ガス流路を有し、当該反応ガス流路に反応ガスが供給されることで発電する燃料電池と、前記燃料電池の起動時の運転を、通常運転モード又は前記起動を促進させる低温運転モードで制御する運転制御手段と、前記燃料電池が前記低温運転モードで起動したか否かを判定する低温起動判定手段と、前記反応ガス流路に掃気ガスを供給し掃気する掃気手段と、前記燃料電池の発電停止指令を発する発電停止指令手段と、を具備し、前記発電停止指令手段が発電停止指令を発した場合、前記掃気手段により前記反応ガス流路を掃気する燃料電池システムの停止方法において、前記低温起動判定手段が低温運転モードで起動したと判定し、前記掃気手段により掃気する場合、前記燃料電池の実際の温度が所定温度以下であるとき（すなわち、燃料電池の実際の温度が所定温度より高くないとき）、乾燥した前記掃気ガスにより掃気することを特徴とする燃料電池システムの停止方法で

10

20

30

40

50

ある。

【0021】

このような燃料電池システムの停止方法によれば、燃料電池が低温運転モードで起動した後、発電停止指令が発せられた際に、燃料電池の実際の温度が所定温度以下であるため、反応ガス流路に結露水が生成しやすく、また、MEA中の水分が反応ガス流路に移動しにくい状態になる。したがって、このように燃料電池の実際の温度が所定温度以下であるとき、加湿されない乾燥した掃気ガスで掃気することにより、前記結露水が気化して掃気ガスに含まれやすくなるため、結露水を燃料電池の反応ガス流路から効率的に排出して、燃料電池システムを停止することができる。

【発明の効果】

10

【0022】

本発明によれば、好適に停止可能な燃料電池システムを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の一実施形態について、図1から図6を参照して説明する。

【0024】

燃料電池システムの構成

図1に示す本実施形態に係る燃料電池システム1は、燃料電池自動車に搭載されている。燃料電池システム1は、燃料電池10の出力端子(図示しない)に接続した走行モータ51を備えている。そして、燃料電池自動車は、燃料電池10の発電電力で駆動する走行モータ51によって、走行するようになっている。

20

【0025】

燃料電池システム1は、燃料電池10と、燃料電池10に対して水素(燃料ガス、反応ガス)を供給・排出するアノード系20と、燃料電池10に対して酸素を含む空気(酸化剤ガス、反応ガス)を供給・排出するカソード系30と、掃気時にコンプレッサ31からの掃気ガスをアノード系20に導く掃気系40と、燃料電池10の発電電力を消費する電力消費系50と、外気温センサ61等と、これらを電子制御するECU70(Electronic Control Unit、電子制御装置)と、を主に備えている。

【0026】

<燃料電池>

30

燃料電池10(燃料電池スタック)は、単セルが複数積層されることによって構成された固体高分子型燃料電池である。単セルは、電解質膜11(固体高分子膜)の両面をアノード12(燃料極)及びカソード13(空気極)で挟んでなるMEAと、MEAを挟む一对のセパレータと、を備えて構成されている。各セパレータには、各単セルを構成するMEAの全面に水素又は酸素を供給するための溝や、全単セルに水素、酸素を導くための貫通孔等が形成されており、これら溝等がアノード流路12a、カソード流路13aとして機能している。すなわち、アノード流路12aには水素が流通し、各アノード12に水素が供給されるようになっている。一方、カソード流路13aには酸素を含む空気が流通し、各カソード13に空気が供給されるようになっている。

【0027】

40

そして、燃料電池10のアノード12に水素が、カソード13に酸素を含む空気が、それぞれ供給されると、アノード12、カソード13に含まれる触媒(Pt等)上で電気化学反応が起こり、その結果、各単セルで電位差が発生するようになっている。そして、このように各単セルで電位差が発生した燃料電池10に対して、走行モータ51等の外部負荷から発電要求があり、後記するVCU52が制御されると、燃料電池10が前記発電要求に応じて発電するようになっている。

【0028】

<アノード系>

アノード系20は、水素が貯蔵された水素タンク21と、遮断弁22(遮断手段)と、エゼクタ23と、パージ弁24(排出手段)と、温度センサ25(温度検出手段)と、を

50

主に備えている。

水素タンク 2 1 は配管 2 1 a を介して遮断弁 2 2 に接続されており、遮断弁 2 2 は配管 2 2 a を介してエゼクタ 2 3 に接続されている。エゼクタ 2 3 は、配管 2 3 a を介してアノード流路 1 2 a に接続されている。配管 2 2 a には、減圧弁（図示しない）が設けられている。そして、E C U 7 0 の制御部 7 1 によって、遮断弁 2 2 が開かれると、水素が前記減圧弁で減圧された後、アノード流路 1 2 a に供給されるようになっている。

【 0 0 2 9 】

次に、アノード流路 1 2 a の下流側は、配管 2 4 a、制御部 7 1 により開／閉されるパージ弁 2 4、配管 2 4 b、希釈器 3 4 が順に接続されている。また、配管 2 4 a の途中は、配管 2 4 c（循環手段）を介してエゼクタ 2 3 と接続されている。そして、制御部 7 1 により、パージ弁 2 4 が閉じられると、アノード流路 1 2 a から排出された水分及び未反応の水素を含むアノードオフガスが、エゼクタ 2 3 に戻され、その結果として、水素が循環するようになっている。一方、パージ弁 2 4 が開かれると、アノードオフガスが、希釈器 3 4 に送られるようになっている。なお、パージ弁 2 4 の開／閉は、循環する水素に同伴する水等の不純物を排出するために行われ、例えば、定期的に行われたり、燃料電池 1 0（スタック）を構成する単セルの出力電圧（セル電圧）が低下した場合に行われる。また、パージ弁 2 4 は、燃料電池 1 0 の掃気時には開かれる設定となっている。

【 0 0 3 0 】

温度センサ 2 5 は、配管 2 4 a に設けられており、配管 2 4 a 内の温度を、燃料電池 1 0 の実際の温度（F C 温度）又は燃料電池システム 1 のシステム温度として、検出するようになっている。そして、温度センサ 2 5 は、制御部 7 1 と接続されており、制御部 7 1 は燃料電池 1 0 の温度又はシステム温度を監視するようになっている。

【 0 0 3 1 】

<カソード系>

カソード系 3 0 は、コンプレッサ 3 1（スーパーチャージャ、酸化剤ガス供給手段）と、インタークーラ 3 2（熱交換器）と、加湿器 3 3（加湿手段）と、希釈器 3 4 と、を主に備えている。

【 0 0 3 2 】

まず、燃料電池 1 0 の上流側のカソード系 3 0 について説明する。

コンプレッサ 3 1 は、外気を取り込んで圧縮し、酸化剤ガス（掃気時には掃気ガス）として燃料電池 1 0 のカソード 1 3 に向けて送る機器である。そして、コンプレッサ 3 1 は、配管 3 1 a を介して、インタークーラ 3 2 に接続されている。また、コンプレッサ 3 1 は、制御部 7 1 と接続されており、適宜に制御されるようになっている。

【 0 0 3 3 】

インタークーラ 3 2 は、コンプレッサ 3 1 の圧縮により高温となった空気を、適宜に冷却する熱交換器であり、例えば、コンプレッサ 3 1 からの空気が空冷されるようになっている。そして、インタークーラ 3 2 は、配管 3 2 a を介して、加湿器 3 3 に接続されており、冷却された空気が、加湿器 3 3 に送られるようになっている。

【 0 0 3 4 】

また、インタークーラ 3 2 をバイパス（迂回）するように、配管 3 2 b が設けられている。そして、インタークーラ 3 2 の直下流側に設けられたインタークーラ弁 3 2 c が閉じられると、コンプレッサ 3 1 からの空気がインタークーラ 3 2 を迂回するようになっている。なお、インタークーラ弁 3 2 c の開度は調整自在であると共に、インタークーラ弁 3 2 c は制御部 7 1 と接続されており、適宜に制御されるようになっている。

【 0 0 3 5 】

加湿器 3 3 は、燃料電池 1 0 に送る空気（掃気時は掃気ガス）を加湿する機器であり、コンプレッサ 3 1（インタークーラ 3 2）からの空気と、カソード流路 1 3 a から排出された生成水を含む多湿のカソードオフガスとの間で、水分交換するための中空糸膜 3 3 d を内蔵している。そして、加湿器 3 3 は、配管 3 3 a を介して、カソード流路 1 3 a に接続されており、加湿された空気がカソード流路 1 3 a に送られるようになっている。

## 【0036】

また、コンプレッサ31（インタークーラ32）からの空気が、加湿器33を迂回（バイパス）するように、配管33bが設けられている。そして、配管33bには加湿弁33c（加湿調整手段）が設けられており、加湿弁33cが開かれると、コンプレッサ31（インタークーラ32）からの空気が加湿器33を迂回するようになっている。

なお、加湿弁33cの開度は調整自在となっており、コンプレッサ31（インタークーラ32）から送られるガス全量に対して、加湿器33を迂回するガスの量（これをバイパス量）を調整自在となっている。つまり、例えば、加湿弁33cが完全に開かれ、バイパス量が略100%であれば、加湿器33を略迂回することを意味し（図2参照）、非加湿の乾燥した掃気ガスが燃料電池10に送られるようになっている。また、加湿弁33cは制御部71と接続されており、適宜に制御されるようになっている。

10

## 【0037】

次に、燃料電池10の下流側のカソード系30について説明する。

カソード流路13aの下流側は、配管34aを介して、加湿器33に接続されており、生成水を含む多湿のカソードオフガスが加湿器33に送られるようになっている。そして、加湿器33における水分交換により、その水分量が低下したカソードオフガスが、配管34bを介して、希釈器34に送られるようになっている。

## 【0038】

希釈器34は、アノード系20からのアノードオフガス中の水素を希釈するための機器であって、その内部に希釈空間を有している。この希釈空間には、アノード系20からの水素を含むアノードオフガスと、加湿器33からのカソードオフガス（希釈用ガス）とが導入されるようになっている。そして、アノードオフガス中の水素が、カソードオフガスで希釈され、所定水素濃度以下に低下した希釈ガスとなった後、排気されるになっている。

20

## 【0039】

< 掃気系 >

掃気系40は、制御部71により適宜に開/閉される掃気弁41を備えている。そして、カソード系30の配管33aとアノード系20の配管22aとは、配管41a、掃気弁41、配管41bによって接続されており、燃料電池10の掃気時に、掃気弁41が開かれると、掃気ガスがカソード系30からアノード系20に導かれるようになっている。

30

なお、本実施形態において、特許請求の範囲における掃気手段は、コンプレッサ31と、掃気系40と、を備えて構成されている。

## 【0040】

< 電力消費系 >

電力消費系50は、燃料電池10の出力端子（図示しない）に接続されており、燃料電池10で発生した電力を消費する系である。電力消費系50は、燃料電池自動車を走行させる走行モータ51（外部負荷）と、V C U 5 2（Voltage Control Unit）と、を主に備えている。この他、コンプレッサ31のモータも、電力消費系50に含まれる。

## 【0041】

走行モータ51は、V C U 5 2を介して燃料電池10の出力端子に接続されている。V C U 5 2は、燃料電池10の出力電流や出力電圧を制御する電流電圧制御器である。言い換えると、V C U 5 2は、電流を適宜に取り出すことによって燃料電池10を発電させる機器である。このようなV C U 5 2は、例えば、コンタクタ（リレー）、D C - D Cコンバータ等を備えている。そして、V C U 5 2は制御部71と接続されており、制御部71は出力電流及び出力電圧を制御自在となっている。すなわち、例えば、制御部71が出力電流を0にすれば、燃料電池10は発電しない設定となっている。

40

## 【0042】

< 外気温センサ >

外気温センサ61は、外気温度を検出するセンサであり、燃料電池自動車の適所（例えばボディ）に設けられている。そして、外気温センサ61は、制御部71と接続されてお

50



り、制御部 7 1 は外気温度を監視するようになっている。

【 0 0 4 3 】

< I G >

I G 6 2 ( イグニッション ) は、運転者により操作される燃料電池自動車 ( 燃料電池システム 1 ) の起動スイッチであり、運転席周りに設けられている。そして、I G 6 2 は、制御部 7 1 と接続されており、制御部 7 1 は I G 6 2 の O N 信号 / O F F 信号を受けて、各制御をするようになっている。

また、本実施形態において、I G 6 2 は発電停止指令手段であり、I G 6 2 が O F F された場合に制御部 7 1 に向けて発せされる O F F 信号は発電停止指令に相当する。

【 0 0 4 4 】

< E C U >

E C U 7 0 は、燃料電池システム 1 を電子制御するユニットであって、C P U、R O M、R A M、各種インタフェイス、電子回路等から構成されている。このような E C U 7 0 は、制御部 7 1 ( 運転制御手段、低温起動判定手段 ) と、制御データ記憶部 7 2 ( 制御データ記憶手段 ) とを備えている。

【 0 0 4 5 】

[ 制御部 ]

制御部 7 1 は、アノード系 2 0 の遮断弁 2 2 及びパージ弁 2 4 と、カソード系 3 0 のコンプレッサ 3 1、インタークーラ弁 3 2 c 及び加湿弁 3 3 c と、掃気系 4 0 の掃気弁 4 1 と、電力消費系 5 0 の V C U 5 2 と接続されており、これらを適宜に制御するようになっている。

【 0 0 4 6 】

このうち、制御部 7 1 とコンプレッサ 3 1 との関係について、さらに説明する。

制御部 7 1 には、燃料電池システム 1 を通常に運転する「通常運転モード」と、自己発熱量を高め、暖機を促進させる「低温運転モード」とが設定されている。そして、制御部 7 1 は、これらモードを適宜に切り替えてコンプレッサ 3 1 を制御するようになっている。

【 0 0 4 7 】

ここで、本実施形態に係る通常運転モードとは、コンプレッサ 3 1 を通常回転速度 ( 例えば、起動時における回転速度として予め設定されている所定の回転速度 ) で通常に稼働させて、燃料電池 1 0 に通常流量・通常圧力で空気 ( 通常用反応ガス ) を供給し、燃料電池 1 0 を通常に発電させるモードである。これに対し、低温運転モードとは、コンプレッサ 3 1 を前記通常回転速度より高い回転速度で稼働させて、燃料電池 1 0 に、前記通常流量より多い流量・前記通常圧力より高い圧力で空気 ( 低温用反応ガス ) を供給し、燃料電池 1 0 を高発電させるモードである。

すなわち、低温運転モードにおける燃料電池 1 0 の自己発熱量は、通常運転モードにおける自己発熱量より高くなる。そして、制御部 7 1 は、通常運転モードと低温運転モードとを適宜に切り替えることで、燃料電池 1 0 の自己発熱量を制御するようになっている。

【 0 0 4 8 】

したがって、制御部 7 1 ( 運転制御手段 ) が、燃料電池システム 1 の起動時に、低温運転モードを選択して起動すれば、燃料電池 1 0 及び燃料電池システム 1 を速やかに暖機し、その起動が促進されるようになっている。なお、起動時に、低温運転モードで起動することを、低温起動という。

【 0 0 4 9 】

また、制御部 7 1 は、氷点下の経験の有無に基づいて低温起動するか否かに係る F l a g A を有しており ( F l a g A = 0 : 氷点下の経験なし・低温起動しない、F l a g A = 1 : 氷点下の経験あり・低温起動する )、適宜に F l a g を立てたり ( F l a g A = 1 )、リセットするようになっている ( F l a g A = 0 )。そして、制御部 7 1 ( 低温起動判定手段 ) は、停止時の制御において、F l a g A に基づいて、前回の起動時に低温起動したか否かを判定するようになっている ( 図 3、S 1 0 3 参照 )。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 0 】

さらに、制御部 7 1 は、温度センサ 2 5 及び外気温センサ 6 1 と接続されており、各種温度を監視するようになっている。さらに、制御部 7 1 は、I G 6 2 ( 発電停止指令手段 ) と接続されており、I G 6 2 の O N 信号又は O F F 信号 ( 発電停止指令 ) を検知するようになっている。

## 【 0 0 5 1 】

[ 制御データ記憶部 ]

制御データ記憶部 7 2 には、低温起動後の停止時における掃気において、掃気ガスを加湿するか否かの判定基準となる所定温度が記憶されている ( 図 3、S 1 0 5 参照 )。

所定温度とは、図 5 ( a ) に示すように、停止時の排水量と許容可能水分量との交点に相当する燃料電池 1 0 の温度である。なお、図 5 ( a ) では、燃料電池 1 0 の温度に関わらず、掃気ガスの流量は一定 ( コンプレッサ 3 1 の回転速度が一定 ) とした場合を記載している。また、停止時の排水量、許容可能水分量、所定温度は、事前試験等により求められる。

10

## 【 0 0 5 2 】

ここで、停止時の排水量とは、燃料電池システム 1 の停止時の掃気により、燃料電池 1 0 から排出される排水量 ( 排出水分量 ) であり、この排水量は燃料電池 1 0 の温度に依存する。具体的には、燃料電池 1 0 の温度が高くなれば、燃料電池 1 0 から排水される排水量は多くなる傾向となっている。これは、燃料電池 1 0 の温度が高くなれば、掃気ガスの温度が高くなり、飽和水蒸気量が上がるからである。

20

## 【 0 0 5 3 】

次いで、許容可能水分量とは、停止中に燃料電池 1 0 内に許容 ( 存在 ) 可能な水分量 ( 許容可能水分量 ) であると共に、次の起動時に、燃料電池 1 0 の発電性能を低下させない水分量の最大値である。なお、この許容可能水分量には、電解質膜 1 1 に含まれる水分等が含まれ、燃料電池 1 0 の温度に依存せず、一定である。

## 【 0 0 5 4 】

そして、停止時の掃気において、燃料電池 1 0 の温度が所定温度よりも高い場合、そのまま掃気すると、例えば、電解質膜 1 1 が過度に乾燥されてしまい、その後の再起動性能が低下するが ( 従来 )、本実施形態では、燃料電池 1 0 の温度が所定温度よりも高い場合、後記するように掃気ガスを加湿するため、電解質膜 1 1 は過度に乾燥されず、掃気後の燃料電池 1 0 内の水分量が許容可能水分量に調整されるようになっている。

30

## 【 0 0 5 5 】

また、制御データ記憶部 7 2 には、掃気ガスを加湿し、電解質膜 1 1 の乾燥を防止する場合に参照する乾燥防止用マップが記憶されている ( 図 2 参照 )。この乾燥防止用マップは、例えば、事前試験等により求められる。

図 2 に示すように、乾燥防止用マップは、燃料電池 1 0 の温度が所定温度以下では、加湿器 3 3 を迂回するバイパス量が 1 0 0 % ( 加湿弁 3 3 c は完全に開 ) となっており、掃気ガスが加湿されず、乾燥した掃気ガスが燃料電池 1 0 に供給される関係となっている。一方、燃料電池 1 0 の温度が所定温度より高くなると、加湿弁 3 3 c の開度が徐々に小さくなり、バイパス量が線形的に減少し、加湿弁 3 3 c が完全に閉じられると、バイパス量が 0 % となる関係となっている。なお、バイパス量が 0 % になる場合とは、コンプレッサ 3 1 ( インタークーラ 3 2 ) からの掃気ガスが、全て加湿器 3 3 に送られる場合である。

40

## 【 0 0 5 6 】

さらに、制御データ記憶部 7 2 には、停止時の制御において、掃気を終了するか否かの判定基準となる所定時間が記憶されている。この所定時間は、アノード流路 1 2 a 及びカソード流路 1 3 a の容積や、掃気時に送られる掃気ガスの流量 ( コンプレッサ 3 1 の回転速度 ) 等に関係し、事前試験等によって求められる。

さらにまた、制御データ記憶部 7 2 には、停止中に氷点下を経験したか否かの判定基準となる氷点 ( 図 3、S 1 1 1 参照 ) が記憶されている。

## 【 0 0 5 7 】

50

### 燃料電池システムの動作

次に、燃料電池システム 1 の動作について、図 3 及び図 4 を主に参照して説明する。

#### 【 0 0 5 8 】

##### < 燃料電池システムの停止時 >

まず、図 3 を参照して、燃料電池システム 1 の停止時の動作と共に、燃料電池システム 1 の停止方法について説明する。本実施形態に係る燃料電池システム 1 の停止方法は、その停止前の起動時において、燃料電池システム 1 が低温起動していた場合、アノード流路 1 2 a 及びカソード流路 1 3 a を掃気する共に、その掃気時の燃料電池 1 0 の実際の温度が所定温度より高いとき、この燃料電池 1 0 の実際の温度に対応して掃気ガスの加湿量を調整することを特徴とする。一方、燃料電池 1 0 の実際の温度が所定温度以下であるとき、加湿されない乾燥した掃気ガスにより掃気することを特徴とする。

10

なお、ここでは、燃料電池自動車を停止させるために、運転者により I G 6 2 ( 発電停止指令発生手段 ) が O F F され、I G 6 2 の O F F 信号 ( 発電停止指令 ) によって、図 3 に示す停止時の制御フローがスタートする場合を例示する。

#### 【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 0 1 において、制御部 7 1 は、遮断弁 2 2 を閉じ、燃料電池 1 0 への水素供給を遮断する。

なお、制御部 7 1 は、V C U 5 2 を制御し、残留する水素と、継続して供給される空気中の酸素とによって、燃料電池 1 0 の発電を継続させる ( S 1 0 2 )。また、発電継続によって得られる電力は、コンプレッサ 3 1 の作動に利用することが好ましい。さらに、このように停止時の制御では、燃料電池 1 0 の過昇温を防止する冷却水 ( ラジエータ液 ) の通流を停止させてもよい。

20

#### 【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 0 3 において、制御部 7 1 は、I G 6 2 の O F F 前の燃料電池システム 1 の起動の際に、低温起動した否かについて判定する。具体的には、低温起動に対応する F l a g A によって判定し、F l a g A が 1 である場合、低温起動したと判定して ( S 1 0 3 ・ Y e s )、ステップ S 1 0 4 に進み、F l a g A に 0 を代入してリセットする。一方、F l a g A が 0 である場合、低温起動していないと判定し、ステップ S 1 1 4 に進む。

#### 【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 0 4 において、制御部 7 1 は、燃料電池 1 0 のアノード流路 1 2 a 及びカソード流路 1 3 a を掃気する。

30

具体的には、制御部 7 1 は、コンプレッサ 3 1 の作動を掃気に対応した回転速度に高めると共に、パージ弁 2 4 及び掃気弁 4 1 を開き、大流量の掃気ガスをアノード流路 1 2 a 及びカソード流路 1 3 a に送る。これにより、アノード流路 1 2 a 及びカソード流路 1 3 a は掃気される。また、この掃気において、制御部 7 1 はインタークーラ弁 3 2 c を閉じ、インタークーラ 3 2 を迂回させる。これにより、冷却されない外気温度の掃気ガスが、アノード流路 1 2 a 及びカソード流路 1 3 a に送り込まれ、アノード流路 1 2 a 等が掃気されやすくなる。また、後記するように、加湿弁 3 3 c を閉じ掃気ガスを加湿する場合、このように掃気ガスを冷却しないことにより、掃気ガスが好適に加湿されやすくなる。

40

#### 【 0 0 6 2 】

なお、このようにアノード流路 1 2 a 及びカソード流路 1 3 a を掃気する間も、制御部 7 1 は V C U 5 2 を制御して、残留する水素と、掃気ガス中の酸素とによって、燃料電池 1 0 の発電を継続させる。このように、燃料電池 1 0 の発電を継続させることにより、カソード 1 3 で水が生成する。そして、この生成水の一部は、電解質膜 1 1 内に浸透し、これにより、電解質膜 1 1 は保湿される。つまり、発電により生成した生成水の一部によって、電解質膜 1 1 の過度の乾燥は防止される。そして、その結果として、次の起動時において、燃料電池 1 0 を好適に起動させることができる。

#### 【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 0 5 において、制御部 7 1 は、温度センサ 2 5 を介して検出された燃料電

50

池 10 の実際の温度が、制御データ記憶部 7 2 に記憶された所定温度よりも高いか否かを判定する。

燃料電池 10 の温度が所定温度よりも高いと判定した場合 ( S 1 0 5 ・ Y e s )、ステップ S 1 0 6 に進む。なお、この場合は、燃料電池 10 の温度が高く、乾燥した掃気ガスをアノード流路 1 2 a 及びカソード流路 1 3 a に送り続けると、電解質膜 1 1 が過度に乾燥してしまい、次回起動時の発電特性が低下する虞がある場合である。

一方、燃料電池 10 の温度が所定温度より高くない、つまり、所定温度以下であると判定した場合 ( S 1 0 5 ・ N o )、ステップ S 1 1 6 に進む。なお、この場合は、燃料電池 10 の温度が低く、非加湿の乾燥した掃気ガスを、アノード流路 1 2 a 及びカソード流路 1 3 a に送り続けても、電解質膜 1 1 が過度に乾燥することはなく、次回起動時の発電特性が低下する虞がない場合である。

10

#### 【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 0 6 において、制御部 7 1 は、温度センサ 2 5 を介して検出された燃料電池 10 の温度と、制御データ記憶部 7 2 に記憶された乾燥防止用マップ ( 図 2 参照 ) とに基づいて、加湿器 3 3 を迂回させるバイパス量指令値を算出する。そして、制御部 7 1 は、このバイパス量指令値となるように、加湿弁 3 3 c の開度を制御する。これにより、掃気ガスの一部は、配管 3 3 b を経由することで加湿器 3 3 を迂回し、他の部分は加湿器 3 3 を経由し、加湿される。そして、加湿器 3 3 の下流側で、掃気ガスの一部と他の部分とが合流し、燃料電池 10 の温度に対応して好適に加湿された掃気ガスとなり、この好適に加湿された掃気ガスが、アノード流路 1 2 a 及びカソード流路 1 3 a に送られる。その結果として、電解質膜 1 1 の過度の乾燥を防止でき、次回起動時において燃料電池 10 を良好な発電特性とすることができる。

20

#### 【 0 0 6 5 】

ステップ S 1 0 7 において、制御部 7 1 は、掃気が完了したか否かを判定する。具体的には、制御部 7 1 は、内部クロックを利用して、ステップ S 1 0 4 における掃気を開始してから、制御データ記憶部 7 2 に記憶された所定時間が経過したか否かを判定する。

そして、制御部 7 1 は、所定時間が経過し、掃気が完了したと判定した場合 ( S 1 0 7 ・ Y e s )、ステップ S 1 0 8 に進む。一方、所定時間が経過しておらず、掃気が完了していないと判定した場合 ( S 1 0 7 ・ N o )、ステップ S 1 0 6 に戻り、加湿弁 3 3 c の制御を行う。

30

#### 【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 0 8 において、制御部 7 1 は、V C U 5 2 を制御して、燃料電池 10 の発電を停止させる。

次いで、ステップ S 1 0 9 において、制御部 7 1 は、コンプレッサ 3 1 を停止し、パージ弁 2 4、加湿弁 3 3 c 及び掃気弁 4 1 を閉じ、インタークーラ弁 3 2 c を開き、燃料電池システム 1 を停止させる。

#### 【 0 0 6 7 】

ステップ S 1 1 0 において、制御部 7 1 は、温度センサ 2 5 が検出する温度をシステム温度として取り込む。次いで、ステップ S 1 1 1 において、制御部 7 1 は、この取り込んだシステム温度が氷点 ( 0 ) よりも低いかなかを判定する。

40

#### 【 0 0 6 8 】

そして、システム温度が氷点よりも低い ( システム温度 < 0 ) と判定した場合 ( S 1 1 1 ・ Y e s )、ステップ S 1 1 3 に進み、氷点下の経験があるとして、次回起動時に燃料電池 10 を低温起動させるため、低温起動に対応する F l a g A を立てた後 ( F l a g A 1 )、ステップ S 1 1 2 に進む。これにより、次回起動時における I G 6 2 の O N 時に、システム温度が氷点以上であっても、その停止中に燃料電池システム 1 が氷点よりも低い温度を経験した場合、F l a g A によって、氷点下の経験の有無が記憶されるため、燃料電池システム 1 を低温起動することができる。

一方、システム温度が氷点以上 ( システム温度 ≥ 0 ) であると判定した場合、ステップ S 1 1 2 に進む。この場合、低温起動に係る F l a g A については、そのままの状態が

50

維持される。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 1 1 2 において、制御部 7 1 は、I G 6 2 からの信号に基づいて、I G 6 2 が O N されたか否かを判定する。I G 6 2 が O N されたと判定した場合 ( S 1 1 2 ・ Y e s )、エンドに進んで停止時の制御フローを終了し、図 4 に示す起動時の制御フローに移行する。一方、I G 6 2 が O N されていないと判定した場合 ( S 1 1 2 ・ N o )、ステップ S 1 1 0 に戻る。

【 0 0 7 0 】

次に、その停止前の起動時において、燃料電池システム 1 が低温起動しておらず ( S 1 0 3 ・ N o )、ステップ S 1 1 4 に進んだ場合について説明する。

10

ステップ S 1 1 4 において、制御部 7 1 は、ステップ S 1 0 4 と同様に、アノード流路 1 2 a 及びカソード流路 1 3 a を掃気する。

次いで、ステップ S 1 1 5 において、制御部 7 1 は、ステップ S 1 0 7 と同様に、ステップ S 1 1 4 における掃気から所定時間が経過したか否かに基づいて、掃気が完了したか否かを判定する。そして、掃気は完了したと判定した場合 ( S 1 1 5 ・ Y e s )、ステップ S 1 0 8 に進む。一方、掃気は完了していないと判定した場合 ( S 1 1 5 ・ N o )、ステップ S 1 1 5 の判定を繰り返す。

【 0 0 7 1 】

次に、その停止前の起動時において、燃料電池システム 1 が低温起動していたものの ( S 1 0 3 ・ Y e s )、燃料電池 1 0 の温度が所定温度以下であり ( S 1 0 5 ・ N o )、ステップ S 1 1 6 に進んだ場合について説明する。

20

ステップ S 1 1 6 において、制御部 7 1 は、加湿弁 3 3 c を開く。これにより、コンプレッサ 3 1 からの掃気ガスが加湿器 3 3 を迂回する ( バイパス量 1 0 0 %、図 2 参照 )。そして、非加湿の乾燥した掃気ガスが、アノード流路 1 2 a 及びカソード流路 1 3 a に送られ、掃気される。

【 0 0 7 2 】

このように、燃料電池システム 1 がその起動時に低温起動していたが ( S 1 0 3 ・ Y e s )、停止時に燃料電池 1 0 の温度が所定温度以下である場合は ( S 1 0 5 ・ N o )、起動時に低温起動し ( 図 4、S 2 0 1 ・ Y e s、S 2 0 2 )、この低温起動により燃料電池 1 0 及び燃料電池システム 1 が好適に暖機される前に、すなわち、起動後に短時間で I G 6 2 が O F F された場合である。そして、このように燃料電池 1 0 の温度が所定温度以下であるため、停止中に結露した結露水が M E A ( 電解質膜 1 1 ) の中に残留した状態にある。

30

【 0 0 7 3 】

したがって、このような場合、掃気ガスを圧力損失体である加湿器 3 3 を迂回させて、大流量の乾燥した掃気ガスを、アノード流路 1 2 a 及びカソード流路 1 3 a に送ることによって、M E A ( 電解質膜 1 1 ) 中の結露水が気化して掃気ガスに含まれやすくなるため、各流路を速やかに掃気することができる。その結果として、燃料電池 1 0 の凍結を防止することができる。

【 0 0 7 4 】

40

次いで、ステップ S 1 1 7 において、制御部 7 1 は、ステップ S 1 0 7 と同様に、ステップ S 1 0 4 の掃気から所定時間が経過したか否かに基づいて、掃気は完了したか否かを判定する。そして、掃気は完了したと判定した場合 ( S 1 1 7 ・ Y e s )、ステップ S 1 0 8 に進み、一方、掃気は完了していないと判定した場合 ( S 1 1 7 ・ N o )、ステップ S 1 1 7 の判定を繰り返す。

【 0 0 7 5 】

< 燃料電池システムの起動時 >

次に、燃料電池システム 1 の起動時について、図 4 を主に参照して説明する。

I G 6 2 が O N されると、図 4 に示す起動時の制御フローがスタートする。なお、I G 6 2 が O N されると、O N 信号を受けた制御部 7 1 は、アノード系 2 0 の遮断弁 2 2 を開

50

き、燃料電池 10 のアノード流路 12 a に水素を供給する。

【0076】

ステップ S 201 において、制御部 71 は、F l a g A に基づいて、低温起動するか否かを判定する。具体的には、F l a g A が 1 であり、停止中に氷点よりも低い温度の経験があるため、燃料電池システム 1 の少なくとも一部が凍結状態にあると推定され、低温起動すると判定した場合 ( S 201 ・ Y e s )、ステップ S 202 に進む。一方、F l a g A が 0 であり、停止中に氷点よりも低い温度の経験がなく、低温起動しないと判定した場合 ( S 201 ・ N o )、ステップ S 203 に進む。

【0077】

ステップ S 202 において、制御部 71 は、低温運転モードで燃料電池システム 1 を起動させる。具体的には、制御部 71 は、コンプレッサ 31 を低温運転モードで制御して、通常運転モードより多流量・高圧力の空気 ( 低温用反応ガス ) を燃料電池 10 に供給する。これにより、燃料電池 10 が、通常運転モードより高出力である低温運転モードで発電する。したがって、低温運転モードで発電する燃料電池 10 の自己発熱量は、通常運転モードの自己発熱量より高くなり、この高い自己発熱量により、燃料電池 10 内が速やかに解氷し始めるとともに、燃料電池システム 1 全体も解氷し始めることとなる。

そして、このように低温運転モードで運転し、燃料電池 10 及び燃料電池システム 1 を解氷・暖機させた後、通常流量・通常圧力で空気 ( 通常用反応ガス ) を供給し、燃料電池 10 を通常に発電させて、エンドに進み、燃料電池システム 1 の起動時の制御を終了する。

【0078】

ステップ S 203 において、制御部 71 は、コンプレッサ 31 を「通常運転モード」で稼働させ、通常流量・通常圧力で空気 ( 通常用反応ガス ) を供給する。これにより、燃料電池 10 は通常に発電する。そして、制御部 71 はエンドに進み、燃料電池システム 1 の起動時の制御を終了する。

【0079】

燃料電池システムの効果

次に、燃料電池システム 1 の効果について、図 5 及び図 6 を参照して説明する。

図 5 ( a ) に示すように、I G 6 2 の O F F 後の停止時の掃気によって、燃料電池 10 から排出される排水量は、本実施形態及び従来ともに同じであるが、本実施形態では、燃料電池 10 の温度が所定温度より高い場合、掃気ガスを加湿するため、図 5 ( b ) に示すように、掃気後における電解質膜 11 は従来のように過度に乾燥されておらず、良好な湿潤状態とすることができる。

【0080】

その結果として、図 6 に示すように、その後の燃料電池システム 1 の再起動時において、本実施形態の燃料電池 10 の出力 ( 電力等 ) は、従来よりも高くなる。すなわち、図 5 ( b ) に示すように、発電停止に係る掃気時に、燃料電池 10 の温度に対応して掃気ガスを加湿するため、燃料電池 10 の再起動性能を安定させることができ、従来のように低下することは防止される。

【0081】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は前記実施形態に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、例えば次のように変更することもできる。

【0082】

前記した実施形態では、図 3 に示すように、停止時の制御において、前回起動時に低温起動した場合であって ( S 103 ・ Y e s )、掃気時における燃料電池 10 の温度が所定温度以下である場合 ( S 105 ・ N o )、加湿弁 33 c を開き、掃気ガスを加湿しない構成としたが、その他に例えば、図 7 のステップ S 118 に示すように、燃料電池 10 の温度と外気温センサ 61 により検出される外気温との差と、通常用マップとに基づいて、加湿量つまりバイパス量 ( 加湿弁 33 c の開度 ) を制御する構成としてもよい。通常用マップとは、事前試験等により求められ、制御データ記憶部 72 に記憶されたマップである (

図 8 参照)。図 8 に示すように、通常用マップは、燃料電池 10 の温度と外気温度との差が大きくなるほど、加湿量が少なくなるという関係を有している。このような通常用マップに従って、燃料電池 10 の温度と外気温度との差が大きい場合、加湿量を小さくすることにより、アノード流路 12 a 及びカソード流路 13 a を取り囲む各流路壁面に、結露水が多量に付着し、各流路が閉塞することを防止しつつ、電解質膜 11 を良好な湿潤状態とすることができる。その結果として、その後の燃料電池システム 1 の再起動時において、燃料電池 10 を好適に発電させ、その出力を高めることができる。

【 0 0 8 3 】

前記した実施形態では、燃料電池 10 の温度を検出する温度検出手段として、燃料電池 10 の下流側の配管 24 a に設けられ、アノードオフガス温度を検出する温度センサ 25 を採用したが、温度検出手段はこれに限定されず、その他に例えば、燃料電池 10 の筐体に取り付けられた温度センサや、カソード系 30 の配管 34 a に設けられカソードオフガス温度を検出する温度センサや、燃料電池 10 を適宜に冷却する冷却水の温度を検出する温度センサであってもよい。また、これらの温度センサを併用してもよく、このように併用すれば、さらに正確に燃料電池 10 の温度を検出することができる。

10

【 0 0 8 4 】

前記した実施形態では、温度センサ 25 により検出される温度が、燃料電池 10 の温度と燃料電池システム 1 全体の温度を兼用する場合を例示したが、個別に温度センサを設けてもよいことは言うまでもない。

【 0 0 8 5 】

前記した実施形態では、加湿弁 33 c が加湿器 33 を迂回する配管 33 b に設けられ、加湿弁 33 c が開かれると、掃気ガスが加湿器 33 を迂回（バイパス）する構成としたが、加湿弁 33 c を加湿器 33 の直下流側に設け、加湿弁 33 c が閉じられると、加湿器 33 を迂回する構成としてもよい。

20

また、インタークーラ 32 については、インタークーラ弁 32 c を配管 32 b に設け、インタークーラ弁 32 c が開かれると、コンプレッサ 31 からの空気がインタークーラ 32 を迂回する構成としてもよい。

【 0 0 8 6 】

前記した実施形態では、IG 62 が発電停止指令手段であり、IG 62 の OFF 信号が発電停止指令である場合を例示したが、発電停止指令手段及び発電停止指令はこれに限定されない。例えば、発電停止指令手段は、所定のアイドルストップ条件が成立した場合に、アイドルストップ指令（発電停止指令）を発するアイドルストップ判定手段であってもよい。

30

【 0 0 8 7 】

前記した実施形態において、燃料電池 10 の自己発熱量を高める低温運転モードとは、コンプレッサ 31 を通常の回転速度より高い回転速度で稼働させて、燃料電池 10 に、通常流量より多い流量・前記通常圧力より高い圧力で空気（低温用反応ガス）を供給し、燃料電池 10 を高発電させる条件としてが、低温運転モードはこれに限定されない。

例えば、（１）アノード系 20 における遮断弁 22 とエゼクタ 23 との間の減圧弁（図示しない）をその二次（下流）側圧力が高まるように制御し、燃料電池 10 のアノード 12 に高圧の水素ガスが供給される設定としてもよい。また、（２）アノード系 20 のパージ弁 24 を開く間隔を短くし、アノード 12 に供給される水素ガスの濃度が高くなるように設定してもよい。さらに、（３）カソード系 30 において、燃料電池 10 の下流側の配管 34 a に設けられた背圧弁（図示しない）をその背圧が高まるように制御し、燃料電池 10 のカソード 13 に高圧の空気が供給されるように設定してもよい。さらにまた、（４）燃料電池 10（スタック）を構成する単セルを保護するためのセル電圧保護閾値を高めるよう設定してもよい。また、これらを複合的に制御する設定としてもよい。

40

【 0 0 8 8 】

前記した実施形態では、燃料電池自動車に搭載される燃料電池システム 1 を例示したが、燃料電池システムの使用態様はこれに限定されず、例えば、家庭用の据え置き型の燃料

50

電池システムであってもよい。

【 0 0 8 9 】

前記した実施形態では、図 3 のステップ S 1 0 5 において、燃料電池 1 0 の温度が所定温度より高いか否かに基づいて、停止時の掃気において、掃気ガスを加湿するか否かを判定する構成としたが、その他に例えば、前回の起動から I G 6 2 が O F F されるまでの I G 6 2 の O N 時間と、所定時間とを比較して判定する構成としてもよい。そして、O N 時間が所定時間より長い場合、燃料電池 1 0 の温度が所定温度より高いと推定し、ステップ S 1 0 6 において、掃気ガスを加湿する構成とする。一方、O N 時間が所定時間以下である場合、燃料電池 1 0 の温度が所定温度以下であると推定し、ステップ S 1 1 6 において、加湿弁 3 3 c を開き、掃気ガスを加湿しない構成とする。

10

すなわち、このように燃料電池 1 0 の温度に対応する O N 時間を検出し、この O N 時間と、燃料電池 1 0 の前記所定温度に対応した所定時間とを比較することで、加湿するか否かを判定する構成としてもよい。なお、このような構成の場合、前回の起動から I G 6 2 が O F F されるまでの I G 6 2 の O N 時間を検出する手段（例えば、タイマ）が、特許請求の範囲における温度検出手段に相当し、このような構成であっても、本発明の技術的範囲に属することは言うまでもない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 0 】

【 図 1 】 本実施形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。

【 図 2 】 本実施形態に係る乾燥防止用マップである。

20

【 図 3 】 本実施形態に係る燃料電池システムの停止時の動作を示すフローチャートである。

【 図 4 】 本実施形態に係る燃料電池システムの起動時の動作を示すフローチャートである。

【 図 5 】 ( a ) は停止時の燃料電池の温度と排水量及び再起動性能との関係を示すグラフであり、( b ) は停止後の電解質膜の含水量を示すグラフである。

【 図 6 】 本実施形態に係る燃料電池システムの効果を示すグラフである。

【 図 7 】 変形例に係る燃料電池システムの停止時の動作を示すフローチャートである。

【 図 8 】 変形例に係る燃料電池システムの通常用マップである。

30

【 符号の説明 】

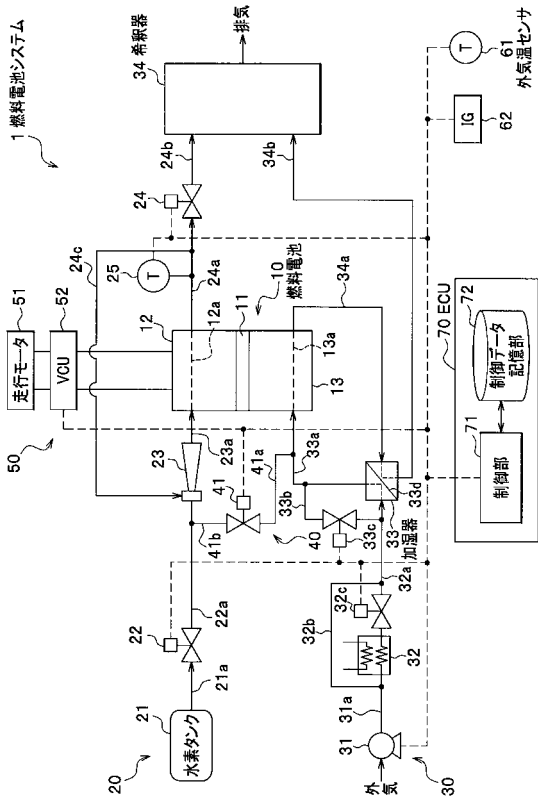
【 0 0 9 1 】

- 1 燃料電池システム
- 1 0 燃料電池
- 1 1 電解質膜
- 1 2 アノード
- 1 2 a アノード流路（反応ガス流路）
- 1 3 カソード
- 1 3 a カソード流路（反応ガス流路）
- 2 5 温度センサ（温度検出手段）
- 3 1 コンプレッサ（掃気手段）
- 3 3 加湿器（加湿手段）
- 3 3 c 加湿弁（加湿調整手段）
- 4 0 掃気系（掃気手段）
- 7 0 E C U
- 7 1 制御部（運転制御手段、低温起動判定手段）
- 7 2 制御データ記憶部

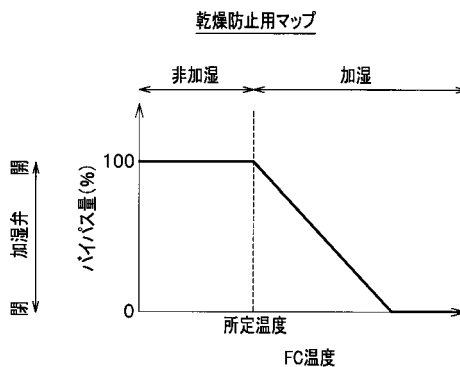
40



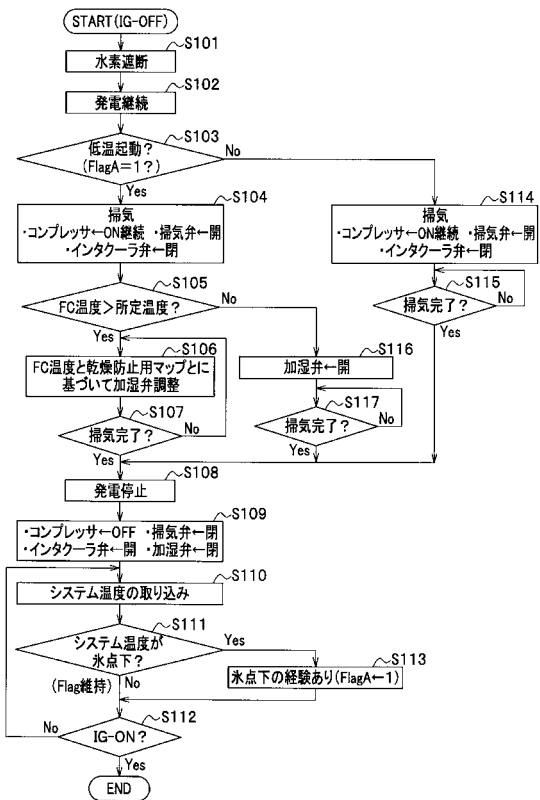
【図1】



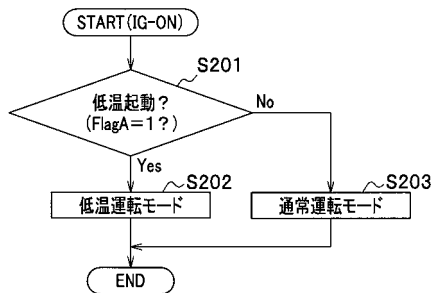
【図2】



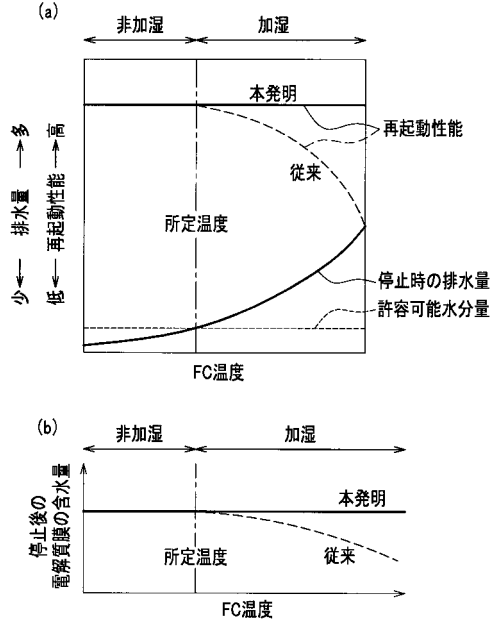
【図3】



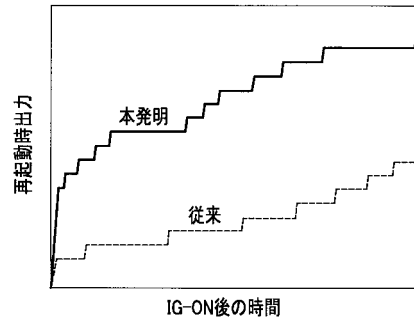
【図4】



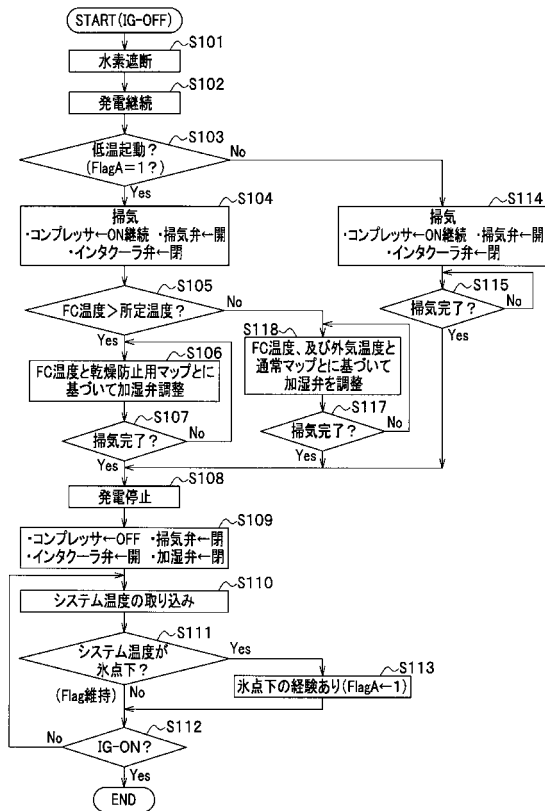
【図5】



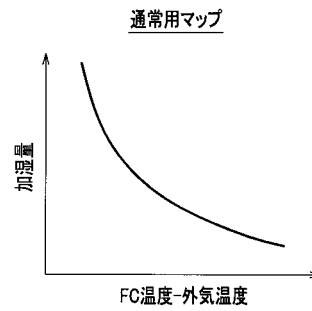
【図6】



【図7】



【図8】



## フロントページの続き

(72)発明者 宮田 幸一郎

埼玉県和光市中央1丁目4番1号

株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 神馬 亮

埼玉県和光市中央1丁目4番1号

株式会社本田技術研究所内

審査官 國島 明弘

- (56)参考文献 特開2004-199988(JP,A)  
特開2005-085578(JP,A)  
特開2004-111196(JP,A)  
特開2002-313388(JP,A)  
特開2006-156085(JP,A)  
特開2006-185877(JP,A)  
特開2007-035438(JP,A)  
特開2004-152599(JP,A)  
特開2005-044795(JP,A)  
特開2003-297399(JP,A)  
特開2005-044684(JP,A)  
特開2005-268180(JP,A)  
特開2005-251441(JP,A)  
特開2003-331893(JP,A)  
特開2007-035389(JP,A)  
特開2006-185862(JP,A)  
特開2004-207139(JP,A)  
特開2004-152600(JP,A)  
特開2002-208421(JP,A)  
特開平04-267066(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/04

H01M 8/10