

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5092273号
(P5092273)

(45) 発行日 平成24年12月5日(2012.12.5)

(24) 登録日 平成24年9月28日(2012.9.28)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M 8/04 A
	HO 1 M 8/04 X
	HO 1 M 8/04 Z

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2006-123841 (P2006-123841)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成18年4月27日(2006.4.27)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2007-299535 (P2007-299535A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成19年11月15日(2007.11.15)	(74) 代理人	100075513
審査請求日	平成21年2月25日(2009.2.25)		弁理士 後藤 政喜
		(74) 代理人	100114236
			弁理士 藤井 正弘
		(74) 代理人	100120178
			弁理士 三田 康成
		(74) 代理人	100120260
			弁理士 飯田 雅昭
		(72) 発明者	横井 太郎
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システムおよびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料ガスと酸化剤ガスを反応させて発電を行う燃料電池と、
前記燃料電池に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段と、
前記燃料電池から排出される未利用の前記酸化剤ガスが流れる流路に設けられ、前記燃料電池の酸化剤極の圧力を調整する圧力調整弁と、
この圧力調整弁の開度を検出する開度検出手段と、
この開度検出手段が検出した検出値に基づいて前記圧力調整弁の開度を制御する弁開度制御手段と、
を備えた燃料電池システムにおいて、
前記弁開度制御手段は、前記燃料電池が起動されたときに前記圧力調整弁を閉じる動作を行い、この圧力調整弁を閉じる動作が行われたときに前記圧力調整弁が動かなくなったときの閉位置開度を前記開度検出手段により検出して、そのときの検出値が所定値以上である場合に、前記圧力調整弁を一定の開度に維持し、維持した状態で前記酸化剤極と前記燃料極との差圧が所定値を超える場合は、前記酸化剤ガス供給手段の流量を下げることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】

前記圧力調整弁を加熱する圧力調整弁加熱手段を備え、この圧力調整弁加熱手段は、前記開度検出手段により検出された検出値が所定値以上である場合に、前記圧力調整弁を加熱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】

前記酸化剤極の圧力を検出する酸化剤極圧力検出手段と、前記燃料電池の燃料極の圧力を検出する燃料極圧力検出手段と、前記燃料極の圧力を調整する燃料極圧力調整手段とを備え、前記開度検出手段により検出された検出値が所定値以上であり、前記圧力調整弁が一定の開度に維持されているときに、前記燃料極圧力調整手段は、前記酸化剤極圧力検出手段および前記燃料極圧力検出手段の検出信号に基づいて、前記燃料極の圧力が前記酸化剤極の圧力と同じになるように前記燃料極の圧力を調整することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記燃料極圧力調整手段は、前記燃料極の圧力が、前記燃料電池が正常に駆動する前記燃料極と前記酸化剤極の限界差圧以内となるように前記燃料極の圧力を調整し、前記弁開度制御手段は、前記酸化剤極の圧力を前記限界差圧の 2 倍以内となるように前記圧力調整弁の開度を制御することを特徴とする請求項 3 に記載の燃料電池システム。

10

【請求項 5】

前記圧力調整弁の温度を検出する温度検出手段を備え、前記弁開度制御手段は、前記温度検出手段が前記圧力調整弁の温度を所定温度以上であると検出したときに、前回検出された前記閉位置開度に基づいて前記圧力調整弁の開度を制御することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一つに記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記開度検出手段は、前記酸化剤ガスの流量が所定流量以下のときに前記閉位置開度を検出し、前記弁開度制御手段は、検出された前記閉位置開度が所定値よりも小さい場合には、この閉位置開度に基づいて前記圧力調整弁の開度を制御することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一つに記載の燃料電池システム。

20

【請求項 7】

前記燃料電池が発電した電力の一部を蓄える二次電池と、この二次電池と前記燃料電池から供給される電力を制御する電力供給制御手段とを備え、前記弁開度制御手段は、前記閉位置開度の検出を行っている間、前記酸化剤ガスの流量が増えないように前記圧力調整弁の開度を制御し、前記電力供給制御手段は、前記閉位置開度の検出を行っている間、出力要求に対して燃料電池の発電電力が不足した場合に、不足電力を前記二次電池から供給するよう制御することを特徴とする請求項 6 に記載の燃料電池システム。

30

【請求項 8】

所定の条件が整ったときに運転者に運転開始許可を出す運転開始許可出力手段を備え、前記開度検出手段は、前記運転開始許可出力手段が運転者に運転開始許可を出す所定時間前に前記閉位置開度の検出を行い、前記弁開度制御手段は、検出された前記閉位置開度が所定値よりも小さい場合には、この閉位置開度に基づいて前記圧力調整弁の開度を制御することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一つに記載の燃料電池システム。

【請求項 9】

前記弁開度制御手段は、前記閉位置開度の検出を行うときに、前記酸化剤ガスの流量が所定流量以下となるように前記圧力調整弁の開度を制御することを特徴とする請求項 8 に記載の燃料電池システム。

40

【請求項 10】

前記開度検出手段は、前記酸化剤ガス供給手段が停止しているときに前記閉位置開度の検出を行うことを特徴とする請求項 8 に記載の燃料電池システム。

【請求項 11】

燃料ガスと酸化剤ガスを反応させて発電を行う燃料電池と、前記燃料電池に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段と、前記燃料電池から排出される未利用の前記酸化剤ガスが流れる流路に設けられ、前記燃料電池の酸化剤極の圧力を調整する圧力調整弁と、この圧力調整弁の開度を検出する開度検出手段と、この開度検出手段が検出した検出値に基づいて前記圧力調整弁の開度を制御する弁開度制

50

御手段と、を備えた燃料電池システムの制御方法において、

(1) 前記燃料電池が起動されたときに、前記弁開度制御手段が前記圧力調整弁を閉じる動作を行うステップと、

(2) 前記開度検出手段が、前記圧力調整弁を閉じる動作が行われたときに前記圧力調整弁が動かなくなったときの閉位置開度を検出するステップと、

(3) 前記ステップ(2)における検出値が所定値以上である場合に、前記弁開度制御手段が、前記圧力調整弁が凍結により動作不良の状態にあると判断して、前記圧力調整弁を一定の開度に維持し、維持した状態で前記酸化剤極と前記燃料極との差圧が所定値を超える場合は、前記酸化剤ガス供給手段の流量を下げるステップと、

を有することを特徴とする燃料電池システムの制御方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムおよびその制御方法に関し、特に氷点下の極低温時に必要以上に駆動が制限されない燃料電池およびその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池は電解質膜を燃料極と酸化剤極によって挟み、燃料極に燃料ガス、酸化剤極に酸化剤ガスを供給することによって発電を行う。例えば自動車用途においては電解質膜として、一般的には水素イオン導電性を有する高分子固体電解質膜を利用する場合が多い。また、燃料ガスとして水素、酸化剤ガスとして空気を燃料電池に供給すると、以下のような反応が起こる。

20

燃料極： $2\text{H}_2 \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ ……式(1)

酸化剤極： $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ ……式(2)

したがって燃料電池は副生成物として水しか排出しないため、内燃機関のような二酸化炭素など地球環境に対するダメージを与える物質を放出しないといった利点がある。

【0003】

このような燃料電池車両用の燃料電池を含む燃料電池システムでは、氷点下以下などの温度条件において一定の時間運転が停止されると、燃料電池システム内に残留した水がバルブやポンプ等で凍結する場合があります。調圧弁(圧力調整弁)を用いた燃料電池システムでは、調圧弁が閉じた状態で凍結したり、調圧弁を閉じたときに氷を噛み込んだりして、調圧弁が正常に作動しなくなったり破損してしまうことがあった。

30

【0004】

このため、従来の燃料電池車両用の燃料電池システムでは、調圧弁の周辺部等が凍結するかどうかを温度によって判定し、凍結する可能性がある場合と判定された場合には、調圧弁の開度が所定開度以下になるのを禁止したり調圧弁の開度が一定となるようにして、調圧弁が正常に作動しなくなったり破損したりするのを防止していた(例えば、特許文献1参照)。

【特許文献1】特開2004-311288号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、従来の燃料電池システムでは(例えば、特許文献1参照)、調圧弁の周辺部に水分がなければ上記のような不具合が起こらないにもかかわらず、所定温度以下になると開度制限がかかってしまうため、運転圧を上げることができる状態でも不必要に調圧弁の開度が制限され、高圧運転による高出力が出せなくなるという問題点があった。

【0006】

また、一般的に温度だけを基準に調圧弁の開度制限を行うと、閾値の温度マージンが必要となるため、調圧弁の周辺部等が実際に凍結していない場合にも開度制限がかかってしまうことがあるという問題点もあった。

50

【0007】

本発明は、圧力調整弁の周辺部等に水分がなかったり、実際に凍結していないときでも不必要に圧力調整弁の開度制限を行うことを回避することができる燃料電池システムおよびその制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る燃料電池システムは、燃料ガスと酸化剤ガスを反応させて発電を行う燃料電池と、燃料電池に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給手段と、前記燃料電池から排出される未利用の前記酸化剤ガスが流れる流路に設けられ、前記燃料電池の酸化剤極の圧力を調整する圧力調整弁と、この圧力調整弁の開度を検出する開度検出手段と、この開度検出手段が検出した検出値に基づいて前記圧力調整弁の開度を制御する弁開度制御手段と、を備えた燃料電池システムにおいて、前記弁開度制御手段は、前記燃料電池が起動されたときに前記圧力調整弁を閉じる動作を行い、この圧力調整弁を閉じる動作が行われたときに前記圧力調整弁が動かなくなったときの閉位置開度を前記開度検出手段により検出して、そのときの検出値が所定値以上である場合に、前記圧力調整弁を一定の開度に維持し、維持した状態で前記酸化剤極と前記燃料極との差圧が所定値を超える場合は、前記酸化剤ガス供給手段の流量を下げることを特徴とするものである。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明に係る燃料電池システムでは、弁開度制御手段が、燃料電池が起動されたときに圧力調整弁を閉じる動作を行い、圧力調整弁が動かなくなったときの閉位置開度を開度検出手段によって検出して、すなわち閉位置確認を実施して、その検出値が所定値以上である場合に、弁開度制御手段が、圧力調整弁が凍結により動作不良の状態にあると判断して、圧力調整弁を一定の開度に維持するか、または前記燃料電池の駆動を禁止する。このため、温度のみを基準とした場合のように、圧力調整弁の周辺部等に水分がなかったり、実際に凍結していないときでも不必要に圧力調整弁の開度制限を行うことを回避することができ、早期から高出力を得ることが可能となる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明に係る燃料電池システムおよびその制御方法の実施形態について図面を参照しながら説明する。

30

【0011】

図1は、本発明に係る燃料電池システムの構成を示す概略図である。本発明に係る燃料電池システムは燃料電池1を備え、この燃料電池1は酸化剤極1aおよび燃料極1bを有する。また図1には図示していないが、燃料電池1の内部には空気（酸化剤ガス）の流れる空気流路、燃料ガスとしての水素が流れる燃料流路、冷却水の流れる冷却水流路や、水素と空気中の酸素を反応させて発電を行うための電解質膜等が設けられている。

【0012】

コンプレッサ（酸化剤ガス供給手段）2は、燃料電池1の酸化剤極1aに空気を送り込むためのものであり、例えば酸化剤極1aの上流側に設けられている。また、燃料電池1の酸化剤極1aから排出される未利用の空気が流れる流路には、この燃料電池1の酸化剤極1aの圧力を調整するための圧力調整弁3が設けられている。この圧力調整弁3は、例えば電動モータで駆動される構成であり、コントローラ（弁開度制御手段）4からの信号に応じて開度を変更できるようになっている。

40

【0013】

スロットルポジションセンサ（開度検出手段）5は、圧力調整弁3の開度を検出してコントローラ4に送り、コントローラ4は、スロットルポジションセンサ5が検出した検出値に基づいて圧力調整弁3の開度を制御する。温度センサ（温度検出手段）6は、圧力調整弁3の温度を検出するためのものであり、後述する制御に使用される。

【0014】

50

酸化剤極 1 a には、酸化剤極圧力センサ（酸化剤極圧力検出手段）7 が設けられており、酸化剤極圧力センサ 7 は、酸化剤極 1 a の圧力を検出する。なお本実施形態では、酸化剤極圧力センサ 7 が酸化剤極 1 a の内部に設けられているものとするが、例えば酸化剤極圧力センサ 7 を酸化剤極 1 a の上流側、または酸化剤極 1 a と圧力調整弁 3 の間に設けるようにしてもよい。

【0015】

酸化剤極圧力センサ 7 の検出信号はコントローラ 4 に送られ、この検出信号が所定の目標値となるように圧力調整弁 3 の開度を制御する。なお、酸化剤極圧力センサ 7 の検出信号が所定の目標値となるよう圧力調整弁 3 の開度を制御するために、圧力フィードバック回路（図示せず）を構成することができる。

10

【0016】

また圧力調整弁 3 の近傍には、ヒータ（圧力調整弁加熱手段）8 が設けられており、コントローラ 4 からの指示により圧力調整弁 3 を加熱するようになっている。

【0017】

水素タンク 9 は、燃料ガスである水素を圧縮状態で収容しており、燃料極圧力調整弁（燃料極圧力調整手段）10 は、燃料極 1 b に設けられた燃料極圧力センサ（燃料極圧力検出手段）11 の検出信号に基づいてコントローラ 4 が計算した開度に調整されることで、燃料極 1 b 側の圧力を目標圧力に調整することができる。なお燃料極 1 b 側の圧力を目標圧力に調整するために、フィードバック回路を構成することができる。

20

【0018】

二次電池 12 は、燃料電池 1 が発電した電力の余剰分等を蓄えるものであり、燃料電池 1 の発電量が不足している場合などに電力を供給する。電力供給制御コントローラ（電力供給制御手段）13 は、二次電池 12 と燃料電池 1 から供給される電力を制御するものであり、例えばモータ 14 で必要な電力を二次電池 12 から供給したり、燃料電池 1 からの供給に切り換えたり、燃料電池 1 で発電された電力を二次電池 12 へ供給して充電するなどの制御を行う。

【0019】

またコントローラ 4 には、燃料電池システムの準備が完了して所定の条件が整ったときに運転者に運転開始許可を出す運転開始ランプ（運転開始許可出力手段）15 が接続されている。

30

【0020】

図 2 は、圧力調整弁 3 の周辺部を拡大した拡大断面図である。燃料電池 1 の酸化剤極 1 a から排出される未利用の空気が流れる流路に設けられた圧力調整弁 3 は、例えば温度が 20 程度の状態で閉じられたときには、図 2 (a) の 3 A に示すような完全な閉状態となる。しかし、例えば氷点下の極低温時に図 2 (b) に示すような氷塊 16 が圧力調整弁 3 の近傍にできているときには、図 2 (b) の 3 B に示すように圧力調整弁 3 が完全に閉まらない場合がある。本実施形態では、このような場合に例えば図 2 (a) の 3 C に示すようなデフォルト位置に圧力調整弁 3 を固定する。これは換言すれば、圧力調整弁 3 を一定の開度に維持するということである。なお本実施形態では、圧力調整弁 3 が完全な閉状態であるかどうかを判断するのはスロットルポジションセンサ 5 の感度等から実質的に不可能なため、圧力調整弁 3 が図 2 (a) の斜線部 D に示すように微小開度より小さい場合に圧力調整弁 3 が正常に閉じられていると判断する。また図 2 (b) の 3 B に示すように圧力調整弁 3 が閉まらない状態では、圧力調整弁 3 が凍結により動作不良の状態にあると判断する。

40

【0021】

図 3 は、本発明の燃料電池システムの制御の流れを示す制御ブロック図である。なお図 3 に示す各種手段は、例えばコントローラ 4 や電力供給制御コントローラ 13 に内蔵された CPU、ハードディスク等の記憶手段およびこの記憶手段に記憶されたプログラム等と、その他の燃料電池システムの部品から構成・実施されるものとする。

【0022】

50

まず閉位置確認指示手段 20 で、閉位置確認を行うタイミングを閉位置確認手段 21 へ知らせ、その知らせに応じて閉位置確認手段 21 は圧力調整弁 3 の閉位置確認を行う。具体的には、コントローラ 4 が、燃料電池 1 が起動されたときに圧力調整弁 3 を閉じる動作を行い、その際、スロットルポジションセンサ 5 が、圧力調整弁 3 が動かなくなったときの閉位置開度を検出する。

【 0023 】

その検出値を用いて一定開度運転実施判断手段 22 は、圧力調整弁 3 が凍結により動作不良の状態にあるかどうかを判断し、凍結による動作不良であると判断された場合には、一定開度運転手段 23 で圧力調整弁 3 の一定開度運転を行うとともに、加熱手段 24 (ヒータ 8) で圧力調整弁 3 を解凍する。具体的には、圧力調整弁 3 が凍結により動作不良の状態にあると判断された場合に、圧力調整弁 3 を一定の開度に維持し、解凍を行う。なお、圧力調整弁 3 を一定の開度に維持する代わりに、燃料電池 1 の駆動を禁止するようにしてもよい。また閉位置確認を実行中で空気流量が所定流量以下に制限されているとき(後述する)に高負荷要求があった場合には、二次電池アシスト手段 25 により二次電池 12 から電力を供給できるようになっている。

10

【 0024 】

図 4 は、図 3 に示した制御ブロック図に示した閉位置確認指示手段 20 の具体的な制御の流れを示すフローチャートである。

【 0025 】

まず、運転者が燃料電池 1 の起動を指示したときに 1 となるフラグ F S T A T が 1 であるか否かを判定する(ステップ 1)。F S T A T が 1 であれば起動が指示された直後であると判断し、圧力調整弁 3 が凍結状態であることを示す F F R E E Z E を 1 として、一旦凍結状態であることとし、さらに圧力調整弁 3 の閉位置確認を行うための閉位置確認許可フラグ F S H U T を 1 とする。F S H U T は、1 で閉位置確認することを示し、0 でしないことを示すフラグとなっている。また後述する一定開度運転手段 23 で使用する空気流量最大値 M A X Q A を一旦 S L M A X Q A 1 に制限する。ここで S L M A X Q A 1 は、この流量を酸化剤極 1 a に流したとしても酸化剤極 1 a の圧力が酸化剤極 1 a と燃料極 1 b の限界差圧 M A X D P (後述する)の 2 倍以下となる流量であり、例えば実験的に事前に確認して設定する。さらに F S T A T をゼロにして以後、次の起動まで上記の操作を行わないようにする(ステップ 2)。ステップ 1 で F S T A T が 0 であると判定された場合にはステップ 2 をスキップする。

20

30

【 0026 】

次に、運転者に運転開始許可を出すのには閉位置確認を残すのみである場合に 1 となるフラグ F R E A D Y 1 が 1 であり、且つ 1 の場合に凍結状態であることを示すフラグ F F R E E Z E が 1 であるか否かを判定し(ステップ 3)、そうであれば運転者に運転開始を許可する直前に凍結が解除されたか否かを確認するために F S H U T を 1 として閉位置確認を行うことを宣言し、且つ空気流量を所定流量以上としないためにコンプレッサ 2 の回転数最大値 M A X N C を S L M A X N C 1 に制限する(ステップ 4)。ここで S L M A X N C 1 は、閉位置確認のため一瞬圧力調整弁 3 が完全に閉じた状態になったとしても酸化剤極 1 a の圧力上昇が急激に起こらず、圧力調整に破綻をきたさないレベルの流量を実験的に求めて決定すればよい。なおステップ 4 において、コンプレッサ 2 の回転数最大値 M A X N C を S L M A X N C 1 に制限する代わりに、コンプレッサ 2 の回転数を 0 に設定するようにしてもよい。ステップ 3 において N o である場合には、ステップ 4 をスキップする。

40

【 0027 】

次に、前回の閉位置確認から所定時間経過したかを判定する(ステップ 5)。閉位置確認の結果、圧力調整弁 3 が凍結していると判断された場合には、ヒータ 8 等による解凍が必要なため、ある程度の時間が必要となる。ステップ 5 を設ける理由は、あまり頻りに閉位置確認を行っても、その他の制御のための電力を制限してしまうためである。ステップ 5 において所定時間が経過していないと判断された場合には、処理を終了する。

50

【0028】

ステップ5において前回の閉位置確認から所定時間が経過していると判断された場合には、現在のコンプレッサ2の実回転数NCがSLMAXNC1より小さく閉位置確認を行っても酸化剤極1aの圧力調整に破綻をきたさない状態であり、且つ圧力調整弁3が凍結状態(FREEZE=1)であるか否かを判断する(ステップ6)。そしてステップ6においてYesの場合には、FSHUTを1として閉位置確認を行うことを宣言し、且つその後、運転条件が変わってコントローラ4から空気流量の増量要求が出たとしても空気流量を所定流量以上としないためにコンプレッサ2の回転数最大値MAXNCをSLMAXNC1に制限する(ステップ7)。ステップ6でNoとなった場合は、現在の運転条件で閉位置確認を行うと酸化剤極1aの圧力が急増して圧力調整に破綻をきたす恐れがあるため、閉位置確認を行わずに処理を終了する。

10

【0029】

図4に示す処理において、ステップ1とステップ2は燃料電池1の起動直後に閉位置確認を行うためのステップであり、ステップ3とステップ4は起動直後に凍結による動作不良があるため、運転開始許可を出す前に閉位置確認を行うステップであり、ステップ5から7は運転開始後も凍結による動作不良がある場合に適切なタイミングで閉位置確認を行うためのステップである。

【0030】

図5は、図3に示した制御ブロック図に示した閉位置確認手段21の具体的な制御の流れを示すフローチャートである。

20

【0031】

まず、閉位置確認指示手段20で設定される閉位置確認許可フラグFSHUTが許可(1)か不許可(0)かを判定し(ステップ11)、不許可であればステップ18までスキップし、許可であれば例えば駆動する電流VIを閉側の最大値MAXVIとして最大のトルクで圧力調整弁3を閉じる動作を行う(ステップ12)。

【0032】

そして、スロットルポジションセンサ5の検出値V0が所定の開度SLMINV0を下回っているか否かを判断し(ステップ13)、下回っていれば圧力調整弁3が凍結していないと判断して、凍結状態であることを示すフラグFREEZEを0として凍結していないことを宣言するとともに、圧力調整弁3が閉位置開度のときの検出値MINVをV0とする(ステップ14)。なおそれ以後の圧力調整弁3の制御は、このMINVに基づいて行われる。ステップ13において、スロットルポジションセンサ5の検出値V0が所定の開度SLMINV0以上である場合には、まだ凍結による動作不良が継続していると判断してステップ14をスキップする。

30

【0033】

その後、閉位置確認許可フラグFSHUTを0として閉位置確認を完了したことを宣言するとともに、コンプレッサ2の低回転数制限を解除するためにMAXNCをSLMAXNCに変更する。ここで、SLMAXNC > SLMAXNC1であり、SLMAXNCはコンプレッサ2の危険回転数に対して十分低い、定格発電が可能な回転数に設定するのが望ましい。さらに圧力調整弁3の駆動電流VIを、通常運転時においてPID制御の結果などから算出される目標電流値TGV Iとする(ステップ15)。例えば、圧力調整弁3を一定開度運転とし、その開度がデフォルト位置である場合にはTGV Iはゼロとなる。

40

【0034】

次に、FREADY1が1であるか否か、すなわち閉位置確認を行ったか否かを判定し(ステップ16)、FREADY1が1である場合には運転者に運転開始許可を出すことを示すフラグFREADYを1として、運転開始ランプ15を点灯させる(ステップ17)。

【0035】

それから、温度センサ6の出力TEMPVが所定温度SLTEMPVを超えているか否

50

かを判定する（ステップ18）。SLTEMPVは、例えば0 付近に設定され圧力調整弁3が解凍されているかどうかを判定できる温度となっている。ステップ18において温度センサ6の出力TEMPVが所定温度SLTEMPVを超えていると判定された場合には、解凍が完了したとして凍結状態であることを示すフラグFFREEZEを0とするとともに、圧力調整弁3の閉位置開度のときの検出値を前回検出した検出値OLDMINVとして（ステップ19）処理を終了する。なおステップ19では、MINVをOLDMINVとして解凍の宣言（FFREEZE=0）を行っているが、例えば閉位置確認を再度行って精度の高い圧力調整を行えるようにしてもよい。また、TEMPVは温度センサ6の値であるとしたが、例えば外気温や冷却水の温度、または燃料電池1の起動からの経過時間などのパラメータを用いるようにしてもよい。

10

【0036】

図6は、図3に示した制御ブロック図に示した一定開度運転手段23および加熱手段24の具体的な制御の流れを示すフローチャートである。

【0037】

まず、FFREEZEが1（凍結による動作不良の状態）か0（正常な動作状態）かを判定し（ステップ21）、1であれば圧力調整弁3を加熱・解凍するためにHEATERを1としてヒータ8を駆動させる。さらに燃料極1bの圧力の上限MAXHPを、燃料電池1が正常に駆動する燃料極1bと酸化剤極1aの限界差圧MAXDPに制限するとともに、燃料極1bの圧力の目標値TGH Pを、酸化剤極圧力センサ7の検出圧力であるAPとする（ステップ22）。

20

【0038】

そして酸化剤極1aの圧力APが、燃料電池1が正常に駆動する燃料極1bと酸化剤極1aの限界差圧MAXDPの2倍から所定量DAP差し引いた値を超えているかどうかを判定し（ステップ23）、超えていれば酸化剤極1aの圧力を低下させるために空気流量最大値MAXQAを所定差分DQAだけ差し引いた値に入れ替える（ステップ24）。MAXQAは、閉位置確認指示手段20によって、燃料電池1が正常に駆動する燃料極1bと酸化剤極1aの限界差圧MAXDPの2倍以下に設定されているが、例えば大きな氷塊等が圧力調整弁3の近傍にあると酸化剤極1aの圧力が上がってしまうためステップ23において再度圧力調整を行うようにしている。なお本実施形態では、空気流量を下げる制御のみを行っているが、下がりすぎた場合は空気流量を上げる制御を行うようにしてもよい。

30

【0039】

ステップ21において圧力調整弁3が正常な動作状態にあると判断された場合には、圧力調整弁3の加熱を停止するためにHEATERを0とする。また燃料極1bの圧力の上限MAXHPを定格出力が取り出せる圧力以上であり、且つ燃料電池1の耐圧限界値以下であるSLMAXHP(>MAXDP)とするとともに、空気流量最大値MAXQAも定格出力の取り出しが可能であり、異常流量以下であるSLMAXQAとすることで低流量制限を解除する（ステップ25）。なお図6には図示していないが、圧力調整弁3が正常な動作状態にあると判断された場合の燃料極1bの圧力目標値TGH Pは、酸化剤極1aの圧力にあわせてもよいし、運転者の出力要求に応じた圧力にしてもよい。

40

【0040】

図7は、図6に示す制御における酸化剤極1aと燃料極1bの圧力の変化の例を示すグラフである。なお図7において細線は酸化剤極1aの圧力を示し、太線は燃料極1bの圧力を示している。

【0041】

図7のAの領域では、酸化剤極1aの圧力と燃料極1bの圧力がともに限界差圧MAXDP以下であり、燃料極1bの圧力が酸化剤極1aの圧力と同じとなるように調整されている。しかし図7のBの領域では、酸化剤極1aの圧力が限界差圧MAXDPを超えてしまうため、燃料極1bの圧力は限界差圧MAXDPに制限される。図7のCの領域では、酸化剤極1aの圧力が急激に下がり、燃料極1bの圧力調整が間に合わず追従できなくな

50

っている。しかし図6に示す制御では、燃料極1bの圧力の上限MAXHPを限界差圧MAXDPに制限するとともに、酸化剤極1aの圧力APを限界差圧MAXDPの2倍以下に制限しているため、例えば図7のCの領域のように圧力の急激な変化があったときでも酸化剤極1aと燃料極1bの圧力差が、燃料電池1が正常に駆動する燃料極1bと酸化剤極1aの限界差圧MAXDPを超えることがない。このような制御を行うのは、燃料電池1の運転中の出力要求が急激に低下した場合や、酸化剤極1aにできた氷塊の離脱などによって酸化剤極1aの圧力が急激に低下した場合でも、酸化剤極1aと燃料極1bの圧力差が限界差圧MAXDPを超えないようにし、電解質膜が破れること等を防止するためである。なお、閉位置確認を行う際に酸化剤ガスの流量を制限するのも同様の理由による。

【0042】

10

図8は、図3に示した制御ブロック図に示した二次電池アシスト手段25の具体的な制御の流れを示すフローチャートである。

【0043】

まず、閉位置確認を実行中(FSHUT=1)であるか否かを判断し(ステップ31)、実行中でなければ二次電池12によるアシストは不要と判断して処理を終了する。ステップ31において閉位置確認を行っているとは判断された場合には、例えばモータ14で要求されている出力TGWが所定値SLTGWを超えているか否かを判断する(ステップ32)。ここでSLTGWは、空気流量をSLMAXNC1まで制限しても発電が行える電力付近に設定されている。これにより、現在の出力要求値が燃料電池1だけでまかなえるのか、二次電池12のアシストが必要なかを判定することが可能となる。出力TGWが所定値SLTGWを超えていなければ、二次電池12のアシストが不要であると判断して処理を終了する。出力TGWが所定値SLTGWを超えていれば、二次電池12のアシスト量BATWを要求されている出力TGWと所定値SLTGWの差として算出するとともに、燃料電池1の発電量をSLTGWとして算出する(ステップ33)。この結果に基づいて電力供給制御コントローラ13は、二次電池12から取り出す電力と燃料電池1から取り出す電力を制御してモータ14を駆動する。

20

【0044】

本実施形態では、コントローラ(弁開度制御手段)4が、燃料電池1が起動されたときに圧力調整弁3を閉じる動作を行い、そのときスロットルポジションセンサ(開度検出手段)5が、圧力調整弁3が動かなくなったときの閉位置開度を検出して、すなわち閉位置確認を実施して、その検出値が所定値以上である場合に、コントローラ4が、圧力調整弁3が凍結により動作不良の状態にあると判断して、圧力調整弁3を一定の開度に維持する。このため、温度のみを基準とした場合のように、圧力調整弁3の周辺部等に水分がなかったり、実際に凍結していないときでも不必要に圧力調整弁3の開度制限を行うことを回避することができ、早期から高出力を得ることが可能となる。

30

【0045】

なお本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その技術的思想の範囲内でなしうるさまざまな変更、改良が含まれることは言うまでもない。例えば、温度センサ6やヒータ8は必ずしも設ける必要はない。また、図4から図6および図8に示した制御内容は例示的なものであり、場合に応じて変更することが可能である。

40

【産業上の利用可能性】

【0046】

本発明に係る燃料電池システムおよびその制御方法は、氷点下の極低温時以外における圧力調整弁の動作不良を回避するためにも用いることもできる。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】本発明に係る燃料電池システムの構成を示す概略図である。

【図2】圧力調整弁3の周辺部を拡大した拡大断面図である。

【図3】本発明の燃料電池システムの制御の流れを示す制御ブロック図である。

【図4】図3に示した制御ブロック図に示した閉位置確認指示手段20の具体的な制御の

50

流れを示すフローチャートである。

【図5】図3に示した制御ブロック図に示した閉位置確認手段21の具体的な制御の流れを示すフローチャートである。

【図6】図3に示した制御ブロック図に示した一定開度運転手段23および加熱手段24の具体的な制御の流れを示すフローチャートである。

【図7】図6に示す制御における酸化剤極と燃料極の圧力の変化の例を示すグラフである。

【図8】図3に示した制御ブロック図に示した二次電池アシスト手段25の具体的な制御の流れを示すフローチャートである。

【符号の説明】

10

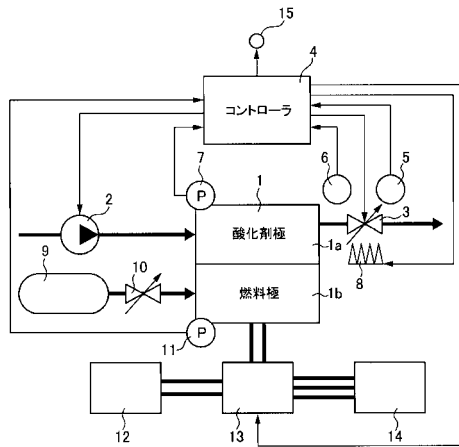
【0048】

- 1 燃料電池
- 1 a 酸化剤極
- 1 b 燃料極
- 2 コンプレッサ（酸化剤ガス供給手段）
- 3 圧力調整弁
- 4 コントローラ（弁開度制御手段）
- 5 スロットルポジションセンサ（開度検出手段）
- 6 温度センサ（温度検出手段）
- 7 酸化剤極圧力センサ（酸化剤極圧力検出手段）
- 8 ヒータ（圧力調整弁加熱手段）
- 9 水素タンク
- 10 燃料極圧力調整弁（燃料極圧力調整手段）
- 11 燃料極圧力センサ（燃料極圧力検出手段）
- 12 二次電池
- 13 電力供給制御コントローラ（電力供給制御手段）
- 14 モータ
- 15 運転開始ランプ（運転開始許可出力手段）
- 20 閉位置確認指示手段
- 21 閉位置確認手段
- 22 一定開度運転実施判断手段
- 23 一定開度運転手段
- 24 加熱手段
- 25 二次電池アシスト手段

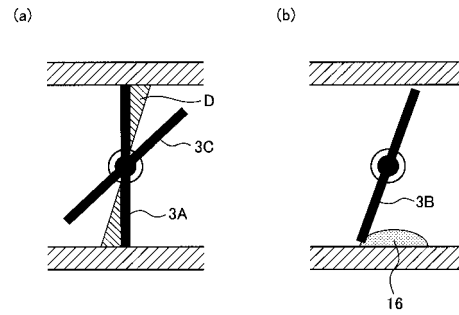
20

30

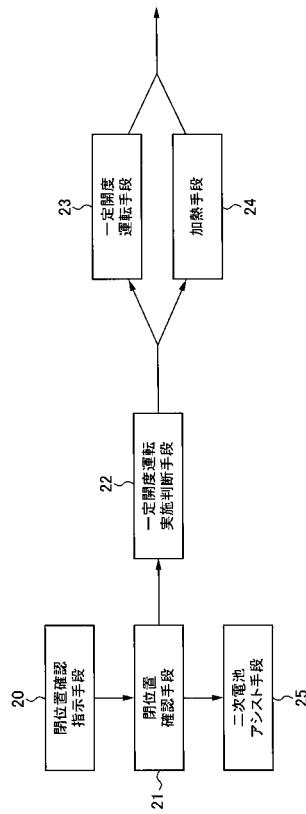
【図1】



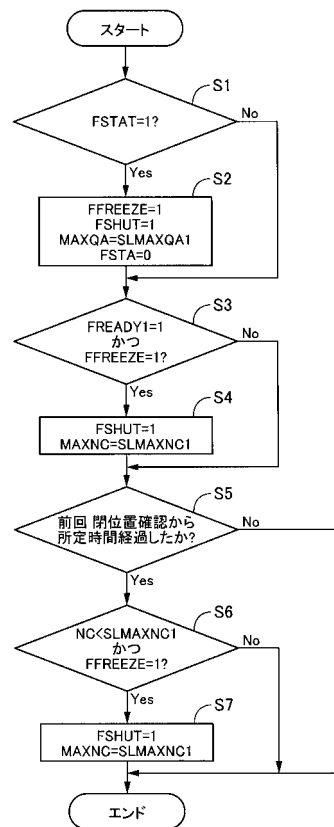
【図2】



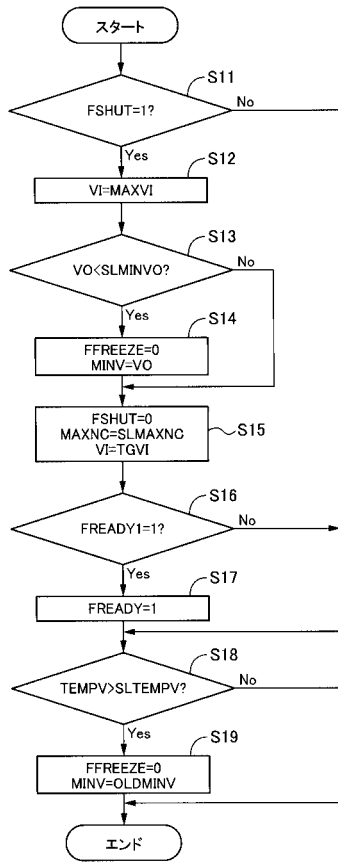
【図3】



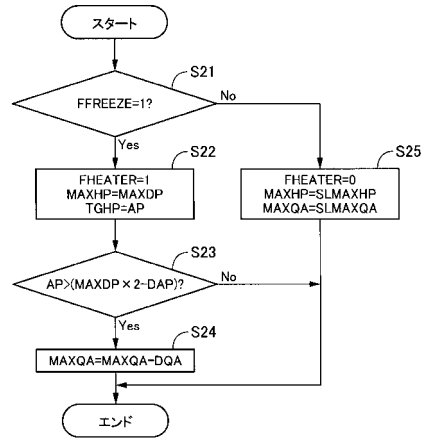
【図4】



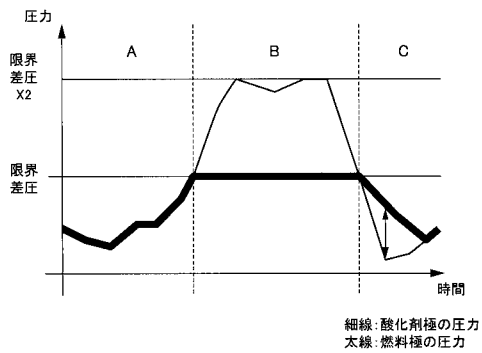
【 図 5 】



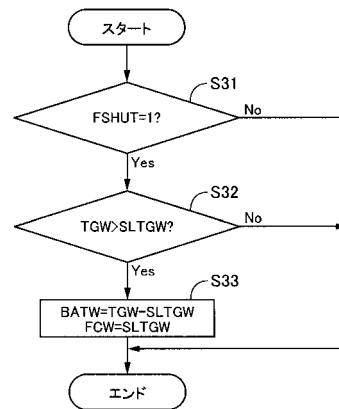
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

審査官 清水 康

- (56)参考文献 特開2004-311288(JP,A)
特開2003-187846(JP,A)
特開2005-302639(JP,A)
特表平05-501174(JP,A)
特開2005-285686(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 8/04
H01M 8/10