

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4848967号
(P4848967)

(45) 発行日 平成23年12月28日(2011.12.28)

(24) 登録日 平成23年10月28日(2011.10.28)

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

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-19061 (P2007-19061)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成19年1月30日(2007.1.30)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2008-186713 (P2008-186713A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成20年8月14日(2008.8.14)	(74) 代理人	100079108
審査請求日	平成20年2月5日(2008.2.5)		弁理士 稲葉 良幸
		(74) 代理人	100093861
			弁理士 大賀 眞司
		(74) 代理人	100109346
			弁理士 大貫 敏史
		(72) 発明者	真鍋 晃太
			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	高木 康晴

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】

低温対策処理の実行が可能な燃料電池システムであって、
当該システムの起動の際、燃料電池に開回路電圧が発生する前に低温対策処理の必要性を判定する判定手段と、

前記判定手段によって低温対策処理が必要であると判定された場合には、前記燃料電池の運転を、通常運転動作点よりも電力損失の大きな低温対策処理用の目標運転動作点での低効率運転とし、低温対策処理用の目標電圧を発生させる制御手段とを具備し、

前記制御手段は、前記燃料電池に開回路電圧を発生させることなく、前記燃料電池の運転動作点を前記目標運転動作点にシフトさせ、前記低効率運転を開始させることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】

当該システム終了時に当該システムが正常であるか否かを診断する診断手段と、
前記診断結果を記憶する記憶手段をさらに備え、
前記制御手段は、前記記憶手段に記憶されている当該システム終了時における診断結果が正常である場合に、前記判定手段による判定結果に基づいて、前記燃料電池に開回路電圧を発生させることなく、前記燃料電池の運転動作点を前記目標運転動作点にシフトさせ、前記低効率運転を開始させ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】

前記診断手段は、前記燃料電池のセル電圧を検出することにより当該システムが正常で

あるか否かを診断す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。

【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】

外部温度が低い場合には、燃料電池システムの停止後にその内部で発生した水が凍結し、配管や弁などが破損するといった問題や、凍結した水がガス流路を塞いでしまい、次回燃料電池を起動したときにガスの供給が妨げられて電気化学反応が十分に進行しないといった問題が発生する。

10

このような問題に鑑み、システム起動時に燃料電池の各電極に供給するアノードガス（例えば、燃料ガス）及びカソードガス（例えば、酸化ガス）の少なくもいずれか一方を不足状態とし、電極の一部の過電圧を増加させて燃料電池の温度を上昇させる処理（以下、低温対策処理）を行うことが提案されている（例えば特許文献 1 参照）。

【0003】

【特許文献 1】特開 2003 - 504807 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

20

ところで、従来技術においては、システム起動時にいったん燃料電池を OCV 状態とし（言い換えれば燃料電池に OCV（Open circuit voltage）を発生させ）、当該システムに異常がないかをチェック（診断）してから低温対策処理の必要性を判断していた。従って、システム起動時には、いったん燃料電池を OCV 状態とする必要があり、実際に低温対策処理を実行するまでに長時間を要するという問題があった。

【0005】

本発明は以上説明した事情を鑑みてなされたものであり、実際に低温対策処理を実行するまでの時間を短縮することが可能な燃料電池システム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】

【0006】

30

上述した問題を解決するため、本発明に係る燃料電池システムは、低温対策処理の実行が可能な燃料電池システムであって、当該システムの起動の際、燃料電池に開回路電圧が発生する前に低温対策処理の必要性を判定する判定手段と、前記判定手段によって低温対策処理が必要であると判定された場合には、前記燃料電池の運転を、通常運転動作点よりも電力損失の大きな低温対策処理用の目標運転動作点での低効率運転とし、低温対策処理用の目標電圧を発生させる制御手段とを具備し、前記制御手段は、前記燃料電池に開回路電圧を発生させることなく、前記燃料電池の運転動作点を前記目標運転動作点にシフトさせ、前記低効率運転を開始させることを特徴とする。

【0007】

このように、システム起動の際、燃料電池を OCV 状態とする前（すなわち燃料電池に開回路電圧が発生する前）に低温対策処理が必要であるか否かの判断を行うとともに、低温対策処理が必要であると判断した場合には、燃料電池を OCV 状態とすることなく低温対策用の低効率運転での目標運転動作点にシフトさせる構成を採用する。これにより、いったん燃料電池を OCV 状態としてから低温対策処理を行う従来技術に比して、低温対策処理を実行するまでの時間を短縮することが可能となる。

40

【0008】

ここで、上記構成にあつては、当該システム終了時に当該システムが正常であるか否かを診断する診断手段と、前記診断結果を記憶する記憶手段をさらに備え、前記制御手段は、前記記憶手段に記憶されている当該システム終了時における診断結果が正常である場合に、前記判定手段による判定結果に基づいて、前記燃料電池に開回路電圧を発生させるこ

50

となく、前記燃料電池の運転動作点を前記目標運転動作点にシフトさせ、前記低効率運転を開始させる態様が好ましい。

【0009】

また、上記構成にあっては、前記診断手段は、前記燃料電池のセル電圧を検出することにより当該システムが正常であるか否かを診断する態様が好ましい。

【発明の効果】

【0012】

以上説明したように、本発明によれば、実際に低温対策処理を実行するまでの時間を短縮することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明に係る実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0014】

A．本実施形態

(1) 実施形態の構成

図1は、本実施形態に係る燃料電池システム100の要部構成を示す図である。本実施形態では、燃料電池自動車(FCHV; Fuel Cell Hybrid Vehicle)、電気自動車、ハイブリッド自動車などの車両に搭載される燃料電池システムを想定するが、車両のみならず各種移動体(例えば、船舶や飛行機、ロボットなど)や定置型電源にも適用可能である。

【0015】

燃料電池40は、供給される反応ガス(燃料ガス及び酸化ガス)から電力を発生する手段であり、固体高分子型、燐酸型、熔融炭酸塩型など種々のタイプの燃料電池を利用することができる。燃料電池40は、MEAなどを備えた複数の単セルを直列に積層したスタック構造を有している。この燃料電池40の出力電圧(以下、FC電圧)及び出力電流(以下、FC電流)は、それぞれ電圧センサ140及び電流センサ150によって検出される。燃料電池40の燃料極(アノード)には、燃料ガス供給源10から水素ガスなどの燃料ガスが供給される一方、酸素極(カソード)には、酸化ガス供給源70から空気などの酸化ガスが供給される。

【0016】

燃料ガス供給源10は、例えば水素タンクや様々な弁などから構成され、弁開度やON/OFF時間などを調整することにより、燃料電池40に供給する燃料ガスを制御する。

酸化ガス供給源70は、例えばエアコンプレッサやエアコンプレッサを駆動するモータ、インバータなどから構成され、該モータの回転数などを調整することにより、燃料電池40に供給する酸化ガスを調整する。

【0017】

バッテリー60は、充放電可能な二次電池であり、例えばニッケル水素バッテリーなどにより構成されている。もちろん、バッテリー60の代わりに二次電池以外の充放電可能な蓄電器(例えばキャパシタ)を設けても良い。このバッテリー60は、DC/DCコンバータ130を介して燃料電池40と並列に接続されている。

【0018】

インバータ110は、例えばパルス幅変調方式のPWMインバータであり、制御ユニット80から与えられる制御指令に応じて燃料電池40またはバッテリー60から出力される直流電力を三相交流電力に変換し、トラクションモータ115へ供給する。トラクションモータ115は、車輪116L、116Rを駆動するためのモータ(すなわち移動体の動力源)であり、かかるモータの回転数はインバータ110によって制御される。このトラクションモータ115及びインバータ110は、燃料電池40側に接続されている。

【0019】

DC/DCコンバータ130は、例えば4つのパワー・トランジスタと専用のドライブ回路(いずれも図示略)によって構成されたフルブリッジ・コンバータである。DC/D

10

20

30

40

50

Cコンバータ130は、バッテリー60から入力されたDC電圧を昇圧または降圧して燃料電池40側に出力する機能、燃料電池40などから入力されたDC電圧を昇圧または降圧してバッテリー60側に出力する機能を備えている。また、DC/DCコンバータ130の機能により、バッテリー60の充放電が実現される。

【0020】

バッテリー60とDC/DCコンバータ130の間には、車両補機やFC補機などの補機類120が接続されている。バッテリー60は、これら補機類120の電源となる。なお、車両補機とは、車両の運転時などに使用される種々の電力機器（照明機器、空調機器、油圧ポンプなど）をいい、FC補機とは、燃料電池40の運転に使用される種々の電力機器（燃料ガスや酸化ガスを供給するためのポンプなど）をいう。

10

【0021】

セル電圧センサ75は、制御ユニット80による制御のもと、燃料電池40を構成する各セルの電圧（セル電圧）を検出する。具体的には、システム終了時などに燃料電池40を構成する各セルの電圧を検出し、検出結果を制御ユニット80に出力する。

【0022】

制御ユニット80は、CPU、ROM、RAMなどにより構成され、電圧センサ140や電流センサ150、燃料電池40の温度（FC温度）を検出する温度センサ50、バッテリー60の充電状態を検出するSOCセンサ、アクセルペダルなどから入力される各センサ信号に基づき当該システム各部を中枢的に制御する。

【0023】

20

また、制御ユニット80は、当該システムの運転終了時にセル電圧の検出を行う。具体的には、制御ユニット（診断手段）80は、セル電圧センサ（燃料電池に関わる部品）75によって検出される各セル電圧に基づき、当該システムが正常状態にあるか異常状態にあるかの判断（以下、セルモニタ診断）を行い、診断結果を不揮発性メモリ（記憶手段）85に記憶する。なお、不揮発性メモリ85としては、FRAM（Ferroelectric Random Access Memory）などが挙げられるが、これに限定する趣旨ではなく種々のメモリを採用することができる。

【0024】

さらに、制御ユニット80は、当該システムを起動する際、まず不揮発性メモリ85にアクセスし、正常である旨の診断結果が不揮発性メモリ85に記憶されているか否かを確認する。制御ユニット80は、正常である旨の診断結果が記憶されていると判断すると、温度センサ50などによって検出されるFC温度に基づき、起動時に低温対策処理が必要であるか否かを判断する。

30

【0025】

図2は、起動時におけるFC電圧の変化を示す図であり、OCVを発生させずに低温対策処理する場合のFC電圧の変化を実線で示し、OCVを発生させた後に低温対策処理する場合のFC電圧の変化を点線で示す。

【0026】

制御ユニット80は、低温対策処理が必要であると判断すると、燃料電池40をOCV状態とすることなく、該燃料電池40の出力電圧を低温対策処理用の目標電圧に制御し、低温対策処理を実行する（図2のA部分参照；詳細は後述）。このように、燃料電池40をOCV状態とする前に、低温対策処理が必要であるか否かの判断を行うことで、実際に当該システムを起動するまでの時間を短縮することが可能となる。

40

【0027】

ただし、制御ユニット80は、正常である旨の診断結果が記憶されていないと判断した場合（例えば、車両点検などによって過去の診断結果が消去されている場合など）には、当該システムが正常であるか否かの判定が不可能である。ここで、当該システムが正常であるか否かのセルモニタ診断を行うためには、燃料電池40をOCV状態にすることが必要であるため、制御ユニット80は、いったん燃料電池40をOCV状態とした後、該燃料電池40を利用することでセルモニタ診断を行う。制御ユニット80は、正常である旨

50

の診断結果が得られると、上記の如く低温対策処理が必要であるか否かを判断し、低温対策処理が必要であると判断すると低温対策処理を実行する（図2のA'部分参照；詳細は後述）。

【0028】

<低温対策処理>

図3Aは、低温対策処理を行わない場合の燃料電池の運転（通常運転）を説明するための図であり、図3Bは、低温対策処理を行う場合の燃料電池の運転（低効率運転）を説明するための図である。なお、図3A及び図3Bにおいて横軸はFC電流、縦軸はFC電圧をあらわす。

【0029】

一般に、図3に示すような電流・電圧特性（以下、IV特性）が得られる燃料電池40においては、出力電力に対して電力損失の小さな通常運転動作点（ I_{fc1} 、 V_{fc1} ）にて運転を行う（図3A参照）。

これに対し、低温対策処理を行う場合には、電力損失の大きな低効率運転動作点（ I_{fc2} 、 V_{fc2} ）にて運転を行い、燃料電池40の内部温度を上昇させる（図3B参照）。かかる低効率運転が行われる過程では、水素と酸素との反応によって取り出せるエネルギーのうち、電力損失分（すなわち熱損失分）が積極的に増大されるため、迅速に暖機することができる。

【0030】

本実施形態では、低温対策処理を行う際、図3Bの に示すように燃料電池40をOCV状態としてから低温対策処理用の目標運転動作点（ I_{fc2} 、 V_{fc2} ）にシフトさせるのではなく、図3Bの に示すように燃料電池40をOCV状態とすることなく低温対策処理用の目標運転動作点（ I_{fc2} 、 V_{fc2} ）にシフトさせる。これにより、実際に当該システムを起動するまでの時間を短縮することが可能となる。以下、本実施形態に係る燃料電池システム100の起動時の動作について説明する。

【0031】

(2)実施形態の動作

図4は、制御ユニット80によって実行される起動処理を示すフローチャートである。

制御ユニット80は、当該システムの起動要求が入力されたことを検出すると（ステップS10）、不揮発性メモリ85を参照し（ステップS20）、正常である旨の診断結果が不揮発性メモリ85に記憶されているか否かを確認する（ステップS30）。

【0032】

制御ユニット（判定手段）80は、正常である旨の診断結果が記憶されていると判断すると（ステップS30；YES）、温度センサ50などによって検出されるFC温度などを参照し、起動時に低温対策処理が必要であるか否かを判断する（ステップS40）。一例を挙げて説明すると、温度センサ50によって検出されるFC温度が設定された閾値温度を下回っている場合には、低温対策処理が必要であると判断する。もちろん、判断手法はこれに限定する趣旨ではなく、例えばFC温度の代わりに外気温度を検出し、外気温度が閾値温度を下回っている場合に低温対策処理が必要であると判断しても良い。

【0033】

制御ユニット（制御手段）80は、低温対策処理の必要があると判断すると（ステップS40；YES）、燃料電池40をOCV状態とすることなく、該燃料電池40の出力電圧を低温対策処理用の目標電圧に制御し、低温対策処理を実行する（図2の実線参照）。

【0034】

詳述すると、まず、制御ユニット80は、目標とするFC温度と今回検出されたFC温度の差分に基づき、図3Bに示す低温対策処理用の目標運転動作点（ I_{fc2} 、 V_{fc2} ）を演算する。かかる演算を行うと、制御ユニット80は、DC/DCコンバータ130を制御することで、燃料電池40の運転動作点を目標運転動作点（ I_{fc2} 、 V_{fc2} ）にシフトさせ、低効率運転を開始する（ステップS50）。具体的には、制御ユニット80は、燃料電池40をOCV状態とすることなく、図3Bの に示すような経路を辿って

10

20

30

40

50

低温対策処理用の目標運転動作点（I f c 2、V f c 2）にシフトさせた後、低効率運転を開始する。このように、燃料電池40をOCV状態とすることなく低温対策用の目標運転動作点（I f c 2、V f c 2）にシフトさせることで、実際に当該システムを起動するまでの時間を短縮することが可能となる。

【0035】

一方、低温対策処理が不要であると判断すると（ステップS40；NO）、制御ユニット80は、燃料電池40を通常運転動作点（I f c 1、V f c 1）にシフトさせた後（図3A参照）、通常運転を開始する（ステップS60）。

【0036】

また、制御ユニット80は、不揮発性メモリ85に正常である旨の診断結果が記憶されていないと判断すると（ステップS30；NO）、いったん燃料電池40をOCV状態とする（ステップS70）。このように、起動前にOCVを発生させるのはセルモニタ診断を実施するためである。上述したように、当該システムを起動する際には、該システムが正常であることを確認する必要があるが、不揮発性メモリ85に正常である旨の診断結果が記憶されていない場合には、正常であるか否かの判定が不可能である。そこで、このような場合には、いったん燃料電池40をOCV状態とした後（図2の点線参照）、該燃料電池40を利用することでセルモニタ診断を行う（ステップS80）。

【0037】

制御ユニット80は、正常である旨の診断結果が得られると、ステップS40に進み、低温対策処理が必要であるか否かを判断する。制御ユニット80は、低温対策処理が必要であると判断すると、燃料電池40を低温対策処理用の目標運転動作点（I f c 2、V f c 2）にシフトさせた後、低効率運転を開始する。ただし、この場合には、起動前に燃料電池40をOCV状態としているため、図3Bの に示すような経路を辿って低温対策処理用の目標運転動作点（I f c 2、V f c 2）にシフトさせた後、低効率運転を開始することになる（ステップS40 ステップS50）。一方、制御ユニット80は、低温対策処理が不要であると判断すると、上記と同様、燃料電池40を通常運転動作点（I f c 1、V f c 1）にシフトさせた後（図3A参照）、通常運転を開始することになる（ステップS40 ステップS60）。

【0038】

以上説明したように、本実施形態によれば、システム起動時に低温対策処理を行う際、燃料電池をOCV状態とする前に低温対策処理が必要であるか否かの判断を行う。かかる判断において低温対策処理が必要であると判断した場合、燃料電池をOCV状態とすることなく低温対策用の目標運転動作点にシフトさせることで、実際にシステムを起動するまでの時間を短縮することが可能となる。

【0039】

なお、上述した本実施形態では、不揮発性メモリ85に正常である旨の診断結果が記憶され、かつ、低温対策処理が必要であると判断した場合に、燃料電池40をOCV状態とすることなく低温対策用の目標運転動作点にシフトしたが、何らかの方法で当該システムに異常がないことを確認できるのであれば、該診断結果の有無に関わらず低温対策処理が必要であると判断した場合に、燃料電池40をOCV状態とすることなく低温対策用の目標運転動作点にシフトしても良い。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【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】起動時におけるFC電圧の変化を示す図である。

【図3A】低温対策処理を行わない場合の燃料電池の運転状態を示す図である。

【図3B】低温対策処理を行う場合の燃料電池の運転状態を示す図である。

【図4】起動処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0041】

10

20

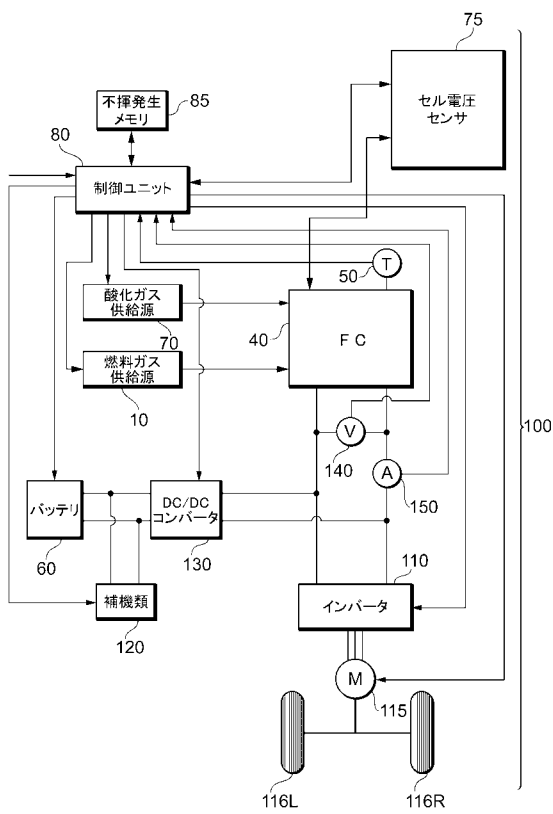
30

40

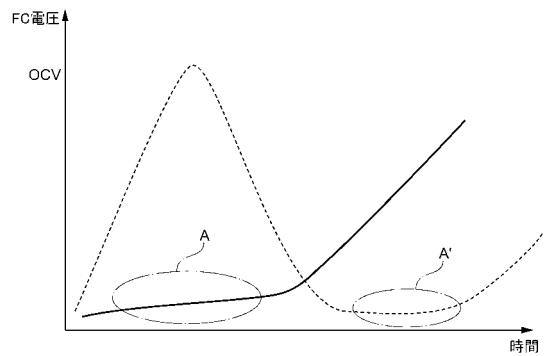
50

100・・・燃料電池システム、80・・・制御ユニット、40・・・燃料電池、50・・・温度センサ、75・・・セル電圧センサ、130・・・DC/DCコンバータ、140・・・電圧センサ、150・・・電流センサ。

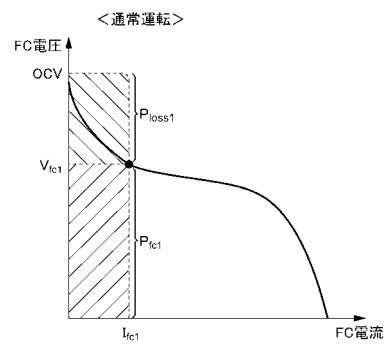
【図1】



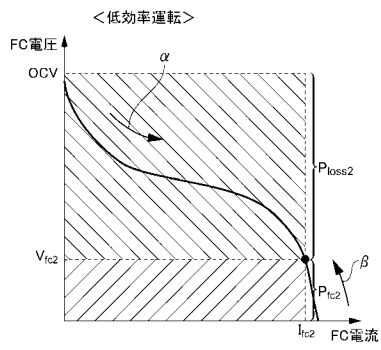
【図2】



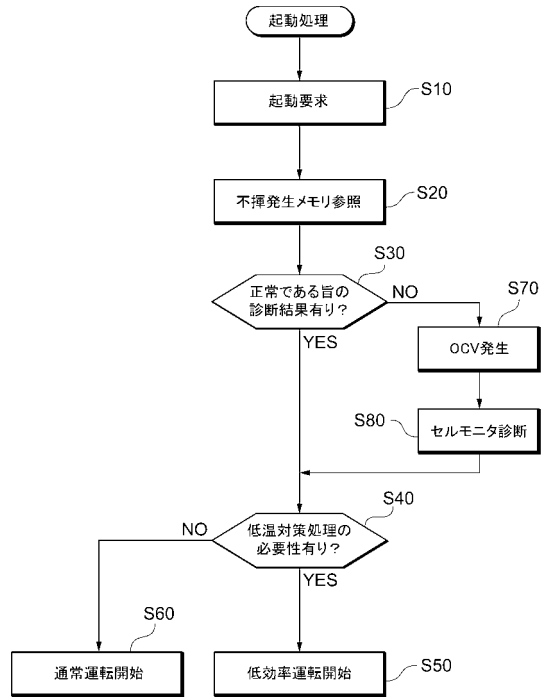
【図3A】



【図3B】



【図4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005 - 100705 (JP, A)
特開2003 - 115305 (JP, A)
特開2006 - 100093 (JP, A)
特開2006 - 19192 (JP, A)
特開2005 - 276784 (JP, A)
特開平5 - 251101 (JP, A)
特開2004 - 311218 (JP, A)
特開2005 - 129449 (JP, A)
特開2005 - 268179 (JP, A)
特開2006 - 140044 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/04