

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-152148  
(P2017-152148A)

(43) 公開日 平成29年8月31日(2017.8.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/04228 (2016.01)	HO 1 M 8/04 Y	4 G 1 4 0
HO 1 M 8/04303 (2016.01)	HO 1 M 8/04 J	5 H 0 2 6
HO 1 M 8/04 (2016.01)	HO 1 M 8/06 R	5 H 1 2 6
HO 1 M 8/0606 (2016.01)	CO 1 B 3/38	5 H 1 2 7
CO 1 B 3/38 (2006.01)	HO 1 M 8/12	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-32371 (P2016-32371)  
(22) 出願日 平成28年2月23日 (2016.2.23)

(71) 出願人 000000011  
アイシン精機株式会社  
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地  
(74) 代理人 100089082  
弁理士 小林 脩  
(74) 代理人 100190333  
弁理士 木村 群司  
(74) 代理人 100130188  
弁理士 山本 喜一  
(72) 発明者 伊藤 真望  
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内  
Fターム(参考) 4G140 EA02 EA03 EA06 EB01 EB03  
EB43  
5H026 AA06

最終頁に続く

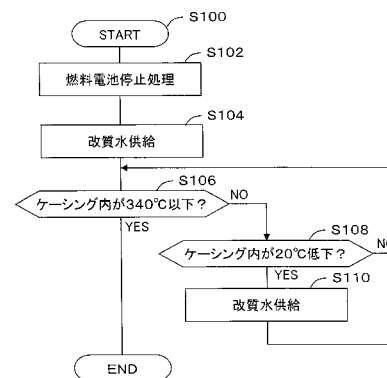
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】燃料電池の発電が停止したときに、燃料電池が酸化剤ガスによって劣化しないようにする。

【解決手段】燃料電池システムの制御装置15は、燃料電池システム1の停止運転をする際に、温度センサ36によって検出した温度に基づいて、改質水ポンプ11bによって蒸発部32に改質水を供給するように制御する改質水供給制御部(ステップS108, S110)を備えている。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

供給源から直接供給され硫黄成分を含んでいる直接燃料、または、供給源から供給され硫黄成分を含んでいる改質用原料が改質され生成された改質燃料と、酸化剤ガスとにより発電する燃料電池と、

前記供給源と前記燃料電池との間に設けられ、吸着剤を有し吸着質を脱離可能に吸着するとともに前記吸着剤は温度が高いほど吸着量が小さい特性を有する吸着装置と、

改質水を蒸発させて水蒸気を生成して前記燃料電池側に供給する蒸発部と、

前記蒸発部に前記改質水を供給する改質水供給部と、

前記燃料電池の直接燃料オフガスまたは改質燃料オフガスと、酸化剤オフガスとを燃焼させる燃焼部と、

前記燃料電池、前記燃焼部および前記蒸発部を収容するケーシングと、

前記ケーシング外から前記酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給部と、

前記燃焼部で発生する燃焼排ガスを前記ケーシング外に排気する排気部と、

前記改質水供給部を制御する制御装置と、

前記ケーシング内に設けられ前記燃料電池の温度に相関する温度を検出する温度センサと、

を備えた燃料電池システムであって、

前記制御装置は、前記燃料電池システムの停止運転をする際に、前記温度センサによって検出した前記温度に基づいて、前記改質水供給部から前記蒸発部への前記改質水の供給を制御する改質水供給制御部を備えた燃料電池システム。

## 【請求項 2】

前記改質水供給制御部は、前記温度センサによって検出した温度から前記ケーシング内の水蒸気の凝縮量を補う第一水蒸気量および前記吸着装置における前記吸着質の吸着量に応じた第二水蒸気量を算出し、算出した第一および第二水蒸気量の和である総水蒸気量に相当する水量の改質水を前記蒸発部に供給するように前記改質水供給部を制御する請求項 1 記載の燃料電池システム。

## 【請求項 3】

前記燃料電池システムは、

前記ケーシングと前記吸着装置の導入口とを接続する接続管と、

前記接続管に設けられ、通電時に閉状態となり非通電時に開状態となる電磁開閉弁と、

前記接続管に設けられ、前記吸着装置から前記ケーシング内に流入する前記改質用原料または前記直接燃料を一時的に滞留させるバッファタンクと、

をさらに備えた請求項 1 または請求項 2 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】

燃料電池システムの一形式として、特許文献 1 ~ 特許文献 3 に示されているものが知られている。特許文献 1 の燃料電池システムでは、発電停止後の燃料供給の停止後に、水流量調整ユニット 28 を作動させ、蒸発した水蒸気の圧力により燃料電池セルユニット 16 の燃料極側の圧力低下を抑制することにより、空気極から燃料極側への空気の逆流を防止するとともに、発電用空気流量調整ユニット 45 を作動させ、空気極側に空気を流入させることにより、燃料極側から空気極側に流出した残留燃料を燃料電池モジュールの外部に排出させている。

## 【0003】

特許文献 2 の燃料電池システムでは、スタック 1 の発電運転を緊急的に停止させたときに、燃料原料ポンプ 55 および改質水ポンプ 42 を作動させることで、燃料原料および改

10

20

30

40

50

質水を改質器 4 の蒸発部 20 に供給させる吸熱操作を実行し、燃料電池モジュール 3 の発電室 32 内の改質器 2 およびスタック 1 を吸熱させて冷却した後で、燃料原料ポンプ 55 の作動を停止させ、蒸発部 20 にて生成した水蒸気を燃料電池モジュール 3 の発電室 32 及びスタック 1 の内部に溜めて水蒸気溜め操作を実行している。

【0004】

特許文献 3 の燃料電池システムでは、緊急停止時用水タンク 7 と緊急停止時用気化器 8 とを備え、緊急停止時になると電磁弁 13 を開放することで、緊急停止時用水タンク 7 の水を緊急停止時用気化器 8 に供給し、緊急停止時用気化器 8 で発生させたスチームを改質器とアノード室に供給することで、改質器とアノード室の内部の残留改質ガス及び未反応燃料をパージしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2013 - 225479 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 238417 号公報

【特許文献 3】特開 2009 - 224115 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述した特許文献 1 ~ 特許文献 3 の燃料電池システムは、燃料電池の発電停止後または緊急停止後に燃料電池モジュールに水蒸気を供給するようにして、燃料電池モジュールがカソードエアによって酸化されないようにして耐久性の低下を防ぐようにしている。特許文献 1 の燃料電池システムでは、燃料極側を蒸気の圧力によって空気極側からの酸化剤ガスの流入を防止するとともに、空気極側に空気を流入させることで燃料極側から空気極側へ流出した残留燃料を燃料電池モジュール 2 の外部に排出させているが、燃料極側と空気極側の圧力のバランスがよくなると、空気極側の空気が燃料極側に流入し、燃料電池セルユニットの燃料極側の酸化を防止できないことがあった。

【0007】

また、特許文献 2 及び特許文献 3 の燃料電池システムでは、緊急停止時にだけ燃料電池セルスタックに蒸気を供給しているため、セルスタック内の圧力が温度の低下によって再び低下したときに、燃料極側にカソードエアが流入してセルスタックが酸化されて耐久性が低下するおそれがあった。

【0008】

さらに、上記の燃料電池システムで改質用原料に含まれる硫黄成分を除去して改質部に供給する脱硫器を備えたものでは、燃料電池による発電が停止したときに、脱硫器の温度低下によって改質用原料が脱硫剤に吸着され、脱硫器に燃料電池モジュールの筐体を介して外部の空気（カソードエア）が流入し、脱硫器の脱硫剤が酸化するおそれがあった。

【0009】

本発明は、上述した問題を解消するためになされたものであり、燃料電池システムにおいて、燃料電池及び吸着装置が酸化されて耐久性が低下しないようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の課題を解決するため、請求項 1 に係る燃料電池システムの発明は、供給源から直接供給され硫黄成分を含んでいる直接燃料、または、供給源から供給され硫黄成分を含んでいる改質用原料が改質され生成された改質燃料と、酸化剤ガスとにより発電する燃料電池と、供給源と燃料電池との間に設けられ、吸着剤を有し吸着質を脱離可能に吸着するとともに吸着剤は温度が高いほど吸着量が小さい特性を有する吸着装置と、改質水を蒸発させて水蒸気を生成して燃料電池側に供給する蒸発部と、蒸発部に改質水を供給する改質水供給部と、燃料電池の直接燃料オフガスまたは改質燃料オフガスと、酸化剤オフガスとを

10

20

30

40

50

燃焼させる燃焼部と、燃料電池、燃焼部および蒸発部を収容するケーシングと、ケーシング外から酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給部と、燃焼部で発生する燃焼排ガスをケーシング外に排気する排気部と、改質水供給部を制御する制御装置と、ケーシング内に設けられ燃料電池の温度に相関する温度を検出する温度センサと、を備えた燃料電池システムであって、制御装置は、燃料電池システムの停止運転をする際に、温度センサによって検出した温度に基づいて、改質水供給部から蒸発部への改質水の供給を制御する改質水供給制御部を備えている。

【発明の効果】

【0011】

これによれば、燃料電池システムの停止運転をする際に、改質水供給部から蒸発部に供給される改質水から水蒸気が生成され、ひいてはケーシング内は水蒸気により満たされる。その結果、ケーシング内には外部から酸化剤ガス供給部または/および排気部を介して空気（酸化剤ガス）が流入（逆流）するのが抑制され、ケーシング内に配置されている燃料電池が空気によって酸化されて劣化するのを抑制することができる。また、ケーシング内の水蒸気は、ケーシングに連通されている吸着装置にも流入可能であるため、温度変化に起因して吸着装置内にガスが流入する場合に、ケーシング内の水蒸気は吸着装置内に流入する。その結果、ケーシング内に外部から流入（逆流）した空気（酸化剤ガス）が吸着装置に流入（逆流）するのが抑制され、吸着装置が空気によって酸化されて劣化するのを抑制することができる。さらに、ケーシング内の温度に応じて改質水供給部から蒸発部に改質水を供給するようにしているので、ケーシング内の水蒸気が温度の低下によって凝縮して減少しても、その減少分だけさらに水蒸気を発生させ供給することができる。その結果、蒸発部で水蒸気を発生させる得る限り、ケーシング内を水蒸気で満たした状態とすることができ、ひいては、ケーシング内に外部からの空気が逆流するのを抑制し、燃料電池および吸着装置の劣化を抑制することができる。

10

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明による燃料電池システムの一実施形態の概要を示す概要図である。

【図2】図1に示す制御装置で実行される緊急停止時改質水供給制御プログラムのフローチャートである。

30

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明による燃料電池システム1の一実施形態について説明する。燃料電池システム1は、図1に示すように、発電ユニット10および貯湯槽21を備えている。発電ユニット10は、筐体10a、燃料電池モジュール11(30)、熱交換器12、インバータ装置13、水タンク14、および制御装置15を備えている。燃料電池モジュール11(30)、熱交換器12、インバータ装置13、水タンク14、および制御装置15は、筐体10a内に収容されている。

【0014】

燃料電池モジュール11は、後述するように燃料電池34を少なくとも含んで構成されるものである。燃料電池モジュール11は、改質用原料、改質水およびカソードエアが供給されている。

40

【0015】

熱交換器12は、燃料電池モジュール11から排気される燃焼排ガスが供給されるとともに貯湯槽21からの貯湯水が供給され、燃焼排ガス（燃料電池34および改質部33の各排熱を含んでいる）と貯湯水との間で熱交換が行われる熱交換器である。また、熱交換器12は、燃焼排ガスと貯湯水との間で熱交換が行われ、燃焼排ガスに含まれている水蒸気を凝縮して凝縮水を生成する。

【0016】

熱交換器12はケーシング12bを備えており、ケーシング12bの上部には燃料電池モジュール11からの排気管11dが接続されている。ケーシング12bの下部には、外

50

部（大気）に接続されている排気管 1 1 d が接続されている。ケーシング 1 2 b の底部には、水タンク 1 4 に接続されている凝縮水供給管 1 2 a が接続されている。ケーシング 1 2 b 内には、燃焼排ガスが通過する燃焼排ガス流路が形成されている。この燃焼排ガス流路に、貯湯水循環ライン 2 2 に接続されている熱交換部（凝縮部）1 2 c が配設されている。熱交換部 1 2 c 内には、貯湯水が流れ、熱交換部 1 2 c の外側には、燃焼排ガスが流れている。排気管 1 1 d および / または熱交換器 1 2 は、燃焼部 3 5 で発生する燃焼排ガスをケーシング 3 1 外に排気する排気部である。

【 0 0 1 7 】

インバータ装置 1 3 は、燃料電池 3 4 から出力される直流電圧を入力し所定の交流電圧に変換して、交流の系統電源 1 6 a および外部電力負荷 1 6 c（例えば電化製品）に接続されている電源ライン 1 6 b に出力する。また、インバータ装置 1 3 は、系統電源 1 6 a からの交流電圧を電源ライン 1 6 b を介して入力し所定の直流電圧に変換して補機（各ポンプ、ブロワなど）や制御装置 1 5 に出力する。

10

【 0 0 1 8 】

水タンク 1 4 は、熱交換器 1 2 から供給される凝縮水を貯水し、改質部 3 3 に改質水として供給するものである。水タンク 1 4 内には、水タンク 1 4 内の水位（水量）を検出する水位センサ 1 4 a が配設されている。水位センサ 1 4 a の検出結果は、制御装置 1 5 に出力されるようになっている。水位センサ 1 4 a は、例えば、フロート式のセンサであり、フロートの上下量を可変抵抗（ポテンショメータ）により抵抗値に変換し、抵抗値の上下動によって水位（残水量）を表示する方式のセンサである。なお、水タンク 1 4 は、凝縮水をイオン交換樹脂によって純水化するようになっている。

20

【 0 0 1 9 】

燃料電池モジュール 1 1（3 0）は、ケーシング 3 1、蒸発部 3 2、改質部 3 3 および燃料電池 3 4 を備えている。ケーシング 3 1 は、断熱性材料で箱状に形成されている。ケーシング 3 1 内には、蒸発部 3 2、改質部 3 3、燃料電池 3 4、燃焼部（燃焼空間）3 5 および温度センサ 3 6 が配設されている。蒸発部 3 2、改質部 3 3 はケーシング 3 1 内にて燃料電池 3 4 の上側に位置するように配置され、燃焼部 3 5 はケーシング 3 1 内にて改質部 3 3 と燃料電池 3 4 との間に配置されている。

【 0 0 2 0 】

温度センサ 3 6 は、ケーシング 3 1 内に設けられケーシング 3 1 内の温度を検出するものであり、温度センサ 3 6 の検出結果は制御装置 1 5 に出力されるようになっている。また、ケーシング 3 1 内の温度は燃料電池 3 4 および後述する脱硫器 1 1 a 3（吸着装置）と相関性を有しているので、温度センサ 3 6 はケーシング 3 1 内の温度を検出することで燃料電池 3 4 および脱硫器 1 1 a 3 の温度を間接的に検出している。

30

【 0 0 2 1 】

蒸発部 3 2 は、後述する燃焼ガスにより加熱されて、供給された改質水を蒸発させて水蒸気を生成して燃料電池 3 4 側に供給するとともに、供給された改質用原料を予熱するものである。蒸発部 3 2 は、生成された水蒸気と予熱された改質用原料を混合して改質部 3 3 に供給するものである。改質用原料としては天然ガス（メタンガスを主成分とする）、LP ガスなどの改質用気体燃料、灯油、ガソリン、メタノールなどが用いられる。

40

【 0 0 2 2 】

蒸発部 3 2 には、一端が供給源 G s に接続されて改質用原料が供給される改質用原料供給管 1 1 a の他端が接続されている。改質用原料供給管 1 1 a には遮断弁 1 1 a 1 と原料ポンプ 1 1 a 2 が設けられている。遮断弁 1 1 a 1 は 2 連弁であり、改質用原料供給管 1 1 a を開閉することによって改質用原料を流通または遮断する。原料ポンプ 1 1 a 2 は改質部 3 3 に改質用原料を供給するものである。

【 0 0 2 3 】

また、改質用原料供給管 1 1 a には遮断弁 1 1 a 1 より下流側に脱硫器 1 1 a 3 が設けられている。脱硫器 1 1 a 3 は、改質用原料中の硫黄分（例えば、硫黄化合物）を除去するものである。脱硫器 1 1 a 3 は、ケーシング 3 1 に接触または近接するように配設され

50

ており、燃料電池モジュール30から熱を受けるようになっている。脱硫器11a3内には脱硫剤が収容されており、脱硫剤は硫黄分だけでなく改質用原料を吸着する性質となっている。脱硫器11a3は、供給源Gsと燃料電池34との間に設けられ、吸着剤（本実施形態では脱硫剤）を有し吸着質を脱離可能に吸着する吸着装置である。吸着剤は、温度が高いほど吸着量が小さい特性（圧力は一定である）を有する。なお、吸着量は、吸着と脱離（脱着）とが平衡である平衡状態での吸着量であり、吸着剤が吸着可能な吸着量である。また、吸着剤は、圧力が高いほど吸着量が多い特性（温度は一定である）を有する。また本実施形態では、吸着質は、脱硫器11a3を流通する改質用原料（または後述する直接燃料）、蒸発部32で生成された水蒸気などの気体である。さらに、脱硫器11a3の脱硫剤は、150～350の高温状態ですぐれた吸着能を有しているものの、高温となりすぎると吸着能が低下して改質用原料を脱離する性質となっている。

10

**【0024】**

蒸発部32には、一端が水タンク14に接続されて改質水が供給される水供給管11bの他端が接続されている。水供給管11bは、改質水を蒸発部32に供給する改質水ポンプ11b1が設けられている。改質水ポンプ11b1は、蒸発部32に改質水を供給する改質水供給部である。

**【0025】**

改質部33は、後述する燃焼ガスにより加熱されて水蒸気改質反応に必要な熱が供給されることで、蒸発部32から供給された混合ガス（改質用原料、水蒸気）から改質ガスを生成し、生成した改質ガスを燃料電池34に導出するものである。改質部33内には、触媒（例えば、RuまたはNi系の触媒）が充填されており、混合ガスが触媒によって反応し改質されて水素ガスと一酸化炭素などを含んだガスが生成されている（いわゆる水蒸気改質反応）。改質ガスは、水素、一酸化炭素、二酸化炭素、水蒸気、未改質の天然ガス（メタンガス）、改質に使用されなかった改質水（水蒸気）を含んでいる。供給源Gsから供給され硫黄成分を含んでいる改質用原料が改質され生成されて燃料極に供給される燃料を改質燃料という。このように、改質部33は改質用原料（原燃料）と改質水とから生成した改質ガス（改質燃料）を燃料電池34に供給する。なお、水蒸気改質反応は吸熱反応である。

20

**【0026】**

燃料電池34は、燃料極、空気極（酸化剤極）、および両極の間に介装された電解質からなる複数のセル34aが積層されて構成されている。本実施形態の燃料電池は、固体酸化物形燃料電池であり、電解質として固体酸化物の一種である酸化ジルコニウムを使用している。燃料電池34の燃料極には、改質燃料として水素、一酸化炭素、メタンガスなどが供給される。動作温度は400～1000程度である。

30

**【0027】**

セル34aの燃料極側には、改質燃料である改質ガスが流通する燃料流路34bが形成されている。セル34aの空気極側には、酸化剤ガスである空気（カソードエア）が流通する空気流路34cが形成されている。

**【0028】**

燃料電池34は、マニホールド37上に設けられている。マニホールド37には、改質部33からの改質ガス（アノードガス）が改質ガス供給管38を介して供給される。燃料流路34bは、その下端（一端）がマニホールド37の燃料導出口に接続されており、その燃料導出口から導出される改質ガスが下端から導入され上端から導出されるようになっている。空気流路34cは、一端がカソードエアブロワ11c1に接続されて酸化剤ガス（カソードエア）が供給されるカソードエア供給管11cから酸化剤ガスが流入するようになっている。カソードエアブロワ11c1によって送出された酸化剤ガスはカソードエア供給管11cを介して空気流路34cの下端に供給され、カソードエアは空気流路34cの下端から導入されて上端から導出されるようになっている。なお、カソードエア供給管11cおよび/またはカソードエアブロワ11c1は、ケーシング31外から酸化剤ガスをケーシング31内に供給する酸化剤ガス供給部である。

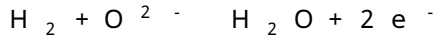
40

50

## 【 0 0 2 9 】

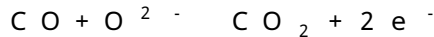
燃料電池 3 4 においては、燃料極に供給されたアノードガス（改質燃料または後述する直接燃料）と空気極に供給された酸化剤ガス（カソードガス）によって発電が行われる。すなわち、燃料極では、下記化 1 および化 2 に示す反応が生じ、空気極では、下記化 3 に示す反応が生じている。すなわち、空気極で生成した酸化物イオン（ $O^{2-}$ ）が電解質を透過し、燃料極で水素と反応することにより電気エネルギーを発生させている。したがって、燃料流路 3 4 b および空気流路 3 4 c からは、発電に使用されなかった改質ガスおよび酸化剤ガス（空気）が導出する。

（化 1）

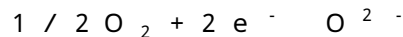


10

（化 2）



（化 3）



## 【 0 0 3 0 】

そして、発電に使用されなかった改質ガス（アノードオフガス）は、燃料流路 3 4 b から燃焼空間 3 5（燃料電池 3 4 と蒸発部 3 2（改質部 3 3）の間に形成された）に導出される。発電に使用されなかった酸化剤ガス（空気：カソードオフガス）は、空気流路 3 4 c から燃焼空間 3 5 に導出される。燃焼空間 3 5 にてアノードオフガスはカソードオフガスによって燃焼され、その燃焼ガスによって蒸発部 3 2 および改質部 3 3 が加熱される。さらには、燃料電池モジュール 3 0 内を動作温度に加熱している。その後、燃焼ガスは、ケーシング 1 2 b の下部に設けられた排気管 1 1 d から燃料電池モジュール 3 0 の外に燃焼排ガスとして排気される。このように、燃焼空間 3 5 が、燃料電池 3 4 からの未使用の燃料（改質ガス）を含む可燃性ガス（アノードオフガス）を導入し酸化剤ガスで燃焼して燃焼排ガス（水蒸気を含む）を導出する燃焼部である。

20

## 【 0 0 3 1 】

燃焼部 3 5 では、アノードオフガス（改質燃料オフガスである。または後述する直接燃料のオフガス（直接燃料オフガス））が燃焼されて火炎 3 9（燃焼ガス）が発生している。燃焼部 3 5 には、アノードオフガスを着火させるための一対の着火ヒータ 3 5 a 1, 3 5 a 2 が設けられている。

30

## 【 0 0 3 2 】

燃料電池モジュール 3 0 のケーシング 3 1 と脱硫器 1 1 a 3 の導入口との間には、改質用原料供給管 1 1 a のうち脱硫器 1 1 a 3 と蒸発部 3 2 とを接続する部分を迂回する接続管 1 1 a 4 が設けられている。接続管 1 1 a 4 は、主として燃料電池システム 1 の停止運転をする際に、ケーシング 3 1 内に発生させた水蒸気を脱硫器 1 1 a 3 に送出するためのものである。接続管 1 1 a 4 の一端はケーシング 3 1 に接続され、接続管 1 1 a 4 の他端は脱硫器 1 1 a 3 の導入口（改質用原料供給管 1 1 a の脱硫器 1 1 a 3 の一次側でもよい）に接続されている。接続管 1 1 a 4 には遮断弁 1 1 a 5 が設けられている。遮断弁 1 1 a 5 はノーマルオープンタイプの電磁開閉弁であり、通電時には閉状態となり（閉止させて）接続管 1 1 a 4 を閉じ、非通電時には開状態となり（開放されて）接続管 1 1 a 4 を開放させる。接続管 1 1 a 4 には遮断弁 1 1 a 5 よりケーシング 3 1 側にバッファタンク 1 1 a 6 が設けられている。バッファタンク 1 1 a 6 は、脱硫器 1 1 a 3 から脱離されケーシング 3 1 内に流入する吸着質である改質用原料（または直接燃料）を一時的に滞留させるものである。

40

## 【 0 0 3 3 】

制御装置 1 5 は、改質水ポンプ 1 1 b 1 を少なくとも制御するものである。制御装置 1 5 は、燃料電池システム 1 の停止運転をする際に（特に緊急停止時）、蒸発部 3 2 に改質水を供給する緊急停止時改質水供給制御プログラム（改質水供給制御部）を備えている。制御装置 1 5 は、マイクロコンピュータ（図示省略）を有している。マイクロコンピュータは、バスを介してそれぞれ接続された入出力インターフェース、CPU、RAM および

50

ROM (いずれも図示省略) を備えている。CPU は、燃料電池システム 1 の統括運転を実施している。RAM は制御プログラムの実行に必要な変数を一時的に記憶するものであり、ROM は制御プログラムを記憶するものである。

#### 【0034】

次に、燃料電池システム 1 の停止運転、特に燃料電池システム 1 の緊急停止時の作動について図 2 に示すフローチャートに沿って説明する。燃料電池システム 1 の緊急停止時には、制御装置 15 はステップ S 100 にて緊急停止時改質水供給制御プログラムを起動し、燃料電池 34 の発電を停止させる (ステップ S 102)。具体的には、制御装置 15 は、ステップ S 102 では、遮断弁 11a1 を閉止させるとともに原料ポンプ 11a2 の作動を停止させることで、改質用原料供給管 11a から蒸発部 32 への改質用原料の供給を停止させる。さらに、カソードエアブロウ 11c1 の作動を停止させることで、カソードエア供給管 11c から燃料電池 34 の空気流路 34c へのカソードエアの供給を停止させる。また、接続管 11a4 の遮断弁 11a5 は通電が停止されて開放され、脱硫器 11a3 は改質用原料供給管 11a だけでなく接続管 11a4 によってもケーシング 31 と連通した状態になる。

10

#### 【0035】

次に、制御装置 15 は、改質水ポンプ 11b1 を一定時間作動させて蒸発部 32 に改質水を供給する (ステップ S 104)。蒸発部 32 に供給された改質水は水蒸気となり、改質部 33 および燃料電池 34 の燃料流路 34b を通ってケーシング 31 に供給され、ケーシング 31 内は水蒸気雰囲気となる。ケーシング 31 内は水蒸気雰囲気となることで、カソードエア供給管 11c および排気管 11d から外気 (酸化剤ガス: カソードエア) が流入しないようになり、燃料電池 34 のセル 34a が酸化されて劣化されないようになる。

20

#### 【0036】

燃料電池 34 のセル 34a は高温条件下 (340 以上) で酸化されやすく、ケーシング 31 内の水蒸気は温度の低下とともに凝縮して減少するので、制御装置 15 は、燃料電池 34 のセル 34a が酸化剤ガスによって酸化されにくい温度として 340 以下となるまでケーシング 31 内を水蒸気雰囲気となるように制御する。制御装置 15 は、ステップ S 106 において、温度センサ 36 によってケーシング 31 内の温度が 340 以下となったか否かを判定する。ケーシング 31 内の温度が 340 以下でなければ (340 より高い場合)、制御装置 15 はステップ S 108, 110 によりケーシング 31 内を継続的に水蒸気雰囲気となるように制御する。

30

#### 【0037】

具体的には、制御装置 15 は、温度センサ 36 によってケーシング 31 内の温度が 20 低下したか否かを判定する (ステップ S 108)。制御装置 15 は、ステップ S 108 において、ケーシング 31 内の温度が 20 低下していなければ「NO」と判断してステップ S 106 に戻し、ケーシング 31 内の温度が 20 低下するまでステップ S 106, S 108 の処理を繰り返し実行する。

#### 【0038】

ケーシング 31 内の温度が 20 低下する毎に、制御装置 15 は、ステップ S 108 にて「YES」と判定し、ステップ S 110 において、改質水ポンプ 11b1 を作動させて蒸発部 32 に改質水を供給する。制御装置 15 がステップ S 110 にて改質水ポンプ 11b1 を作動させるときには、ケーシング 31 の温度が 20 低下したときにケーシング 31 内の水蒸気の凝縮量を補う水蒸気量を算出し、算出した水蒸気量となるように改質水ポンプ 11b1 の作動時間を制御する。このように、ケーシング 31 内の水蒸気が凝縮することで減少しても、凝縮した水蒸気量に応じた水蒸気が蒸発部 32 で生成されるので、ケーシング 31 内の水蒸気雰囲気を維持することができ、ケーシング 31 内に外気が流入するのを抑制することができる。

40

#### 【0039】

ケーシング 31 内の温度が 340 以下となるまでステップ S 106 ~ S 110 の処理を繰り返し実行することにより、ケーシング 31 内の水蒸気雰囲気が維持された状態で、

50

ケーシング 3 1 内の温度が 3 4 0 以下となると、制御装置 1 5 はステップ S 1 0 6 にて「YES」と判断してプログラムを終了する。このように、ケーシング 3 1 内には 3 4 0 より高い高温条件下で酸化剤ガスの流入が阻止され、燃料電池 3 4 のセル 3 4 a は酸化剤ガスによって酸化されず、セル 3 4 a の劣化を抑制することができる。

【0040】

また、緊急停止時改質水供給制御プログラムを実行しているときに、脱硫器 1 1 a 3 は燃料電池モジュール 3 0 のケーシング 3 1 の輻射熱を受けるとともに、改質用原料が通過しなくなることによって温度が約 2 0 0 から約 2 5 0 まで上昇する（停止運転開始時点から 5 0 昇温する。）。脱硫器 1 1 a 3 の脱硫剤は吸着していた改質用原料を脱離し、脱離された改質用原料は脱硫器 1 1 a 3 から接続管 1 1 a 4 に流れ出すが、脱離された改質用原料はバッファタンク 1 1 a 6 に一時的に滞留し、ケーシング 3 1 に流入されないようになる。このように、燃料電池システム 1 の停止運転を開始した後で、脱硫器 1 1 a 3 の脱硫剤が温度の上昇によって改質用原料を脱離しても、改質用原料はバッファタンク 1 1 a 6 によってケーシング 3 1 に流入せずに、改質用原料が燃料電池 3 4 のセル 3 4 a に析出（炭素析出）されないようになる（硫黄分による被毒も抑制することができる）。

10

【0041】

脱硫器 1 1 a 3 は上述したように一時的に温度が上昇するが、ケーシング 3 1 内の温度の低下とともに再び温度が下降する。脱硫器 1 1 a 3 は温度の低下とともにバッファタンク 1 1 a 6 に滞留していた改質用原料または / および水蒸気を吸着するようになる。脱硫器 1 1 a 3 が改質用原料を吸着して負圧化すると、ケーシング 3 1 内の気体が接続管 1 1 a 4 および改質用原料供給管 1 1 a を介して流入（逆流）する。ケーシング 3 1 内は上述したように常に水蒸気雰囲気とされているので、脱硫器 1 1 a 3 にもケーシング 3 1 から水蒸気が流入するため酸化剤ガスに曝されないようになる。これにより、脱硫器 1 1 a 3 の脱硫剤が酸化剤ガスによって酸化されて劣化するのを抑制することができる。なお、制御装置 1 5 は、脱硫器 1 1 a 3 による改質用原料の吸着量に応じた水蒸気量を算出し、算出した水蒸気量が生成されるようにステップ S 1 1 0 における改質水ポンプ 1 1 b 1 の作動時間を制御してもよい。

20

【0042】

上述した説明から明らかなように、本実施形態に係る燃料電池システム 1 は、供給源 G s から直接供給され硫黄成分を含んでいる直接燃料、または、供給源 G s から供給され硫黄成分を含んでいる改質用原料が改質され生成された改質燃料と、酸化剤ガスとにより発電する燃料電池 3 4 と、供給源 G s と燃料電池 3 4 との間に設けられ、吸着剤を有し吸着質を脱離可能に吸着するとともに吸着剤は温度が高いほど吸着量が小さい特性を有する脱硫器 1 1 a 3（吸着装置）と、改質水を蒸発させて水蒸気を生成して燃料電池 3 4 側に供給する蒸発部 3 2 と、蒸発部 3 2 に改質水を供給する改質水ポンプ 1 1 b 1（改質水供給部）と、燃料電池 3 4 の直接燃料オフガスまたは改質燃料オフガスと、酸化剤オフガスとを燃焼させる燃焼部 3 5 と、燃料電池 3 4、燃焼部 3 5 および蒸発部 3 2 を収容するケーシング 3 1 と、ケーシング 3 1 外から酸化剤ガスを供給するカソードエア供給管 1 1 c および / またはカソードエアブロワ 1 1 c 1（酸化剤ガス供給部）と、燃焼部 3 5 で発生する燃焼排ガスをケーシング 3 1 外に排気する排気管 1 1 d および / または熱交換器 1 2（排気部）と、改質水ポンプ 1 1 b 1 を制御する制御装置 1 5 と、ケーシング 3 1 内に設けられ燃料電池 3 4 の温度に相関する温度を検出する温度センサ 3 6 と、を備えた燃料電池システムである。制御装置 1 5 は、燃料電池システム 1 の停止運転をする際に、温度センサ 3 6 によって検出した温度に基づいて、改質水ポンプ 1 1 b 1 から蒸発部 3 2 への改質水の供給を制御する改質水供給制御部（ステップ S 1 0 4，1 1 0）を備えている。

30

40

【0043】

これによれば、燃料電池システム 1 の停止運転をする際に、改質水ポンプ 1 1 b 1 から蒸発部 3 2 に供給される改質水から水蒸気が生成され、ひいてはケーシング 3 1 内は水蒸気により満たされる。その結果、ケーシング 3 1 内には外部から酸化剤ガス供給部または

50

／および排気部を介して空気（酸化剤ガス）が流入（逆流）するのが抑制され、ケーシング 3 1 内に配置されている燃料電池 3 4 が空気によって酸化されて劣化するのを抑制することができる。また、ケーシング 3 1 内の水蒸気は、ケーシング 3 1 に連通されている脱硫器 1 1 a 3 にも流入可能であるため、温度変化に起因して脱硫器 1 1 a 3 内にガスが流入する場合には、ケーシング 3 1 内の水蒸気は脱硫器 1 1 a 3 内に流入する。その結果、ケーシング 3 1 内に外部から流入（逆流）した空気（酸化剤ガス）が脱硫器 1 1 a 3 に流入（逆流）するのが抑制され、脱硫器 1 1 a 3 が空気によって酸化されて劣化するのを抑制することができる。さらに、ケーシング 3 1 内の温度に応じて改質水ポンプ 1 1 b 1 から蒸発部 3 2 に改質水を供給するようにしているので、ケーシング 3 1 内の水蒸気が温度の低下によって凝縮して減少しても、その減少分だけさらに水蒸気を発生させ供給することができる。その結果、蒸発部 3 2 で水蒸気を発生させる得る限り、ケーシング 3 1 内を水蒸気で満たした状態とすることができ、ひいては、ケーシング 3 1 内に外部からの空気が逆流するのを抑制し、燃料電池 3 4 および脱硫器 1 1 a 3 の劣化を抑制することができる。

10

**【 0 0 4 4 】**

また、燃料電池システム 1 の停止運転が開始された後に、ケーシング 3 1 内の温度が徐々に低下すると、ケーシング 3 1 内の水蒸気が凝縮して減少するとともに、脱硫器 1 1 a 3 がガスを吸着するようになり、ケーシング 3 1 内および脱硫器 1 1 a 3 内にガスが逆流する。

20

**【 0 0 4 5 】**

これに対して、改質水供給制御部は、温度センサ 3 6 によって検出した温度からケーシング 3 1 内の水蒸気の凝縮量を補う第一水蒸気量および脱硫器 1 1 a 3 における吸着質（改質料原料または直接燃料）の吸着量に応じた第二水蒸気量を算出し、算出した第一および第二水蒸気量の和である総水蒸気量に相当する水量の改質水を蒸発部 3 2 に供給するように改質水ポンプ 1 1 b 1 を制御する。

**【 0 0 4 6 】**

これによれば、温度センサ 3 6 によって検出した温度からケーシング 3 1 内の水蒸気の凝縮量を補う第一水蒸気量および脱硫器 1 1 a 3 における吸着質の吸着量に応じた第二水蒸気量の和である総水蒸気量に相当する水量の改質水が、蒸発部 3 2 に供給される。その結果、燃料電池システム 1 の停止運転が停止された後に、ケーシング 3 1 内の温度が徐々に低下する際に発生する、ケーシング 3 1 および脱硫器 1 1 a 3 へのガスの逆流分を、水蒸気で補填することができる。よって、ケーシング 3 1 内および脱硫器 1 1 a 3 内を水蒸気で満たした状態とすることができる。したがって、ケーシング 3 1 内には外部から空気（酸化剤ガス）が流入（逆流）するのがより確実に抑制され、ケーシング 3 1 内に配置されている燃料電池 3 4、および脱硫器 1 1 a 3 が空気によって酸化されて劣化するのをより確実に抑制することができる。

30

**【 0 0 4 7 】**

また、燃料電池システム 1 の停止運転をする際に、供給源 G s からの改質用原料または直接燃料の供給が遮断されるため、脱硫器 1 1 a 3 内の温度はケーシング 3 1 からの輻射熱および改質用原料または直接燃料（吸着質）の不通過によって一時的に上昇し、脱硫器 1 1 a 3 に吸着されていた改質用原料または直接燃料が脱離される。この脱離された改質用原料または直接燃料が、改質部 3 3 または／および燃料電池 3 4 に到達すると、炭素析出などにより改質部 3 3 および燃料電池 3 4 が劣化する。

40

**【 0 0 4 8 】**

これに対して、燃料電池システム 1 は、ケーシング 3 1 と脱硫器 1 1 a 3 の導入口とを接続する接続管 1 1 a 4 と、接続管 1 1 a 4 に設けられ、通電時に閉状態となり非通電時に開状態となる遮断弁 1 1 a 5（電磁開閉弁）と、接続管 1 1 a 4 に設けられ、脱硫器 1 1 a 3 からケーシング 3 1 内に流入する改質用原料または直接燃料を一時的に滞留させるバッファタンク 1 1 a 6 と、をさらに備えている。

**【 0 0 4 9 】**

50

これによれば、燃料電池システム 1 の停止運転をする際に、接続管 1 1 a 4 に設けられた遮断弁 1 1 a 5 を開状態とすれば、脱硫器 1 1 a 3 に吸着されていた改質用原料または直接燃料が脱離されても、脱離された改質用原料または直接燃料は、接続管 1 1 a 4 を通ってバッファタンク 1 1 a 6 に流入し一時的に滞留させることができる。その結果、改質用原料または直接燃料がケーシング 3 1 内に流入するのを抑制することができ、改質部 3 3 および燃料電池 3 4 およびが改質用原料または直接燃料によって劣化するのを抑制することができる。

【 0 0 5 0 】

また、脱硫器 1 1 a 3 の温度が時間の経過とともに下降すると、脱硫器 1 1 a 3 が改質用原料または直接燃料を再び吸着することによって接続管 1 1 a 4 を通ってケーシング 3 1 側の気体（水蒸気、可燃性ガス、空気など）を吸引することになるが、脱硫器 1 1 a 3 には接続管 1 1 a 4 を通ってバッファタンク 1 1 a 6 に残留するガス（ひいてはケーシング 3 1 内の水蒸気）が流入するので、脱硫器 1 1 a 3 が酸化剤ガスによって酸化するのを抑制することができる。

10

【 0 0 5 1 】

また、上述した実施形態では、燃料電池モジュール 3 0 の緊急停止時に緊急停止時改質水供給制御プログラムを実行させたときについて説明したが、燃料電池モジュール 3 0 の通常の停止運転時に緊急停止時改質水供給制御プログラムを実行したときにも上述したと同様の作用効果を得ることができる。

【 0 0 5 2 】

なお、上述した実施形態においては、燃料電池モジュール 1 1 は、改質部 3 3 を省略する構成とすることもできる。このとき、燃料電池 3 4 の燃料流路 3 4 b には、改質ガス（改質燃料）に代えて、天然ガスや石炭ガスを水蒸気とともに供給すればよい。このように燃料電池 3 4 の燃料極に供給源 G s から直接供給され硫黄成分を含んでいる燃料を直接燃料とする。

20

【 0 0 5 3 】

また、上述した実施形態においては、温度センサ 3 6 に代えて、燃料電池 3 4 の温度を検出する温度センサを使用するようにしてもよく、改質部 3 3 の温度を検出する温度センサを使用するようにしてもよい。

【 0 0 5 4 】

1 ... 燃料電池システム、 1 0 ... 発電ユニット、 1 1 ... 燃料電池モジュール、 1 1 a ... 改質用原料供給管、 1 1 a 1 ... 遮断弁、 1 1 a 2 ... 原料ポンプ、 1 1 a 3 ... 脱硫器、 1 1 a 4 ... 接続管、 1 1 a 5 ... 遮断弁（電磁開閉弁）、 1 1 a 6 ... バッファタンク、 1 1 b ... 改質供給管、 1 1 b 1 ... 改質水ポンプ（改質水供給部）、 1 1 c ... カソードエア供給管（酸化剤ガス供給部）、 1 1 c 1 ... カソードエアプロワ（酸化剤ガス供給部）、 1 5 ... 制御装置、 3 1 ... ケーシング、 3 2 蒸発部、 3 3 ... 改質部、 3 4 ... 燃料電池、 3 5 ... 燃焼部。

30



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

**H 0 1 M 8/12 (2016.01)**

Fターム(参考) 5H126 BB06

5H127 AA07 AB23 AC05 BA05 BA13 BA18 BA33 BA34 BA56 BA57  
BA59 BB02 BB12 BB18 BB19 BB37 CC18 DA11 DA13 GG04  
GG09