

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6235377号
(P6235377)

(45) 発行日 平成29年11月22日(2017.11.22)

(24) 登録日 平成29年11月2日(2017.11.2)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 M 8/04228 (2016.01)	HO 1 M 8/04 Y
HO 1 M 8/04303 (2016.01)	HO 1 M 8/04 J
HO 1 M 8/04 (2016.01)	HO 1 M 8/04 N
HO 1 M 8/12 (2016.01)	HO 1 M 8/12

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-39004 (P2014-39004)	(73) 特許権者	000004547
(22) 出願日	平成26年2月28日 (2014. 2. 28)		日本特殊陶業株式会社
(65) 公開番号	特開2015-162442 (P2015-162442A)		愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
(43) 公開日	平成27年9月7日 (2015. 9. 7)	(74) 代理人	110000578
審査請求日	平成28年8月15日 (2016. 8. 15)		名古屋国際特許業務法人
		(72) 発明者	神野 美子
			愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
			日本特殊陶業株式会社内
		(72) 発明者	藤堂 佑介
			愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
			日本特殊陶業株式会社内
		(72) 発明者	岡崎 しのぶ
			愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
			日本特殊陶業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム及び燃料電池システムの制御装置並びに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】

原燃料を燃料ガスに改質するために用いる改質水を気化する気化器と、前記燃料ガスと酸化剤ガスとを用いて発電を行う燃料電池セルを積層した燃料電池スタックと、を有する発電モジュールを備えた燃料電池システムにおいて、

前記改質水を前記気化器に供給する流路には、

上流側より、

前記改質水を溜めるタンクと、

前記タンクから前記改質水を汲み上げて下流側となる前記気化器側に前記改質水を供給するポンプと、

前記改質水に浸された状態で保持されるとともに、前記改質水を浄化するフィルタと、

前記フィルタと前記気化器との間に配置され前記流路を開閉する供給弁と、

前記供給弁と前記気化器との間に配置されて、前記流路における前記改質水の流量を測定する流量センサと、

を備えるとともに、

前記フィルタと前記供給弁との間の前記流路から分岐して前記タンクに接続された分岐流路と、

前記分岐流路に配置されて、該分岐流路を開閉する排出弁と、

を備えたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】

前記フィルタは、イオン交換樹脂フィルタであ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】

前記供給弁と排出弁とは、前記改質水の流路を、前記フィルタと前記供給弁との間の前記流路と前記分岐流路とに切り替え可能な三方向弁として一体に構成されてい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。

【請求項 4】

前記燃料電池スタックの温度を測定する温度センサを備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記気化器の下流側に、前記原燃料を前記燃料ガスに改質する改質器を備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システムを制御する燃料電池システムの制御装置において、

前記燃料電池システムの運転を停止する条件が満たされた場合に、

前記供給弁の開閉を制御する供給弁制御手段と、

前記排出弁の開閉を制御する排出弁制御手段と、

前記ポンプの動作を制御するポンプ制御手段と、

を備えたことを特徴とする燃料電池システムの制御装置。

【請求項 7】

前記請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の燃料電池システムを制御する燃料電池システムの制御方法において、

前記燃料電池システムの運転を停止する条件が満たされた場合には、前記供給弁によって前記フィルタと前記供給弁との間の前記流路を閉じる制御と、前記排出弁によって前記分岐流路を開く制御と、前記ポンプを停止する制御とを行うことを特徴とする燃料電池システムの制御方法。

【請求項 8】

前記燃料電池システムの運転を停止する条件として、前記燃料電池スタックの温度が、所定の温度以下になった条件を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の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、例えば固体酸化物形燃料電池などの燃料電池を備えた燃料電池システム及び燃料電池システムの制御装置並びに燃料電池システムの制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、酸化剤ガス（例えば空気中の酸素）と燃料ガス（例えば水素）とを用いて発電を行う燃料電池を備えた燃料電池システムとして、例えば固体電解質（固体酸化物）を用いた固体酸化物燃料電池を備えた燃料電池システムが知られている。

【0003】

前記燃料電池としては、例えば固体電解質層の両側に燃料極と空気極とを設けた板状の単セルを有する燃料電池セルを、複数個積層した燃料電池スタックなどが使用されている。

【0004】

また、上述した燃料電池システムとしては、燃料電池に燃料ガスを供給する流路の上流側に、都市ガス等の原燃料ガスの脱流を行う脱硫器、水を気化して水蒸気を生成する水蒸気生成器、原燃料ガスと水蒸気とを反応させて水素リッチの燃料ガスに改質する改質器、燃料ガスに含まれる一酸化炭素を二酸化炭素に変性する変成器、一酸化炭素を更に低減す

10

20

30

40

50

るための一酸化炭素選択酸化器等からなる水素含有ガス生成装置を備えたものが開示されている（特許文献1参照）。

【0005】

また、この種の燃料電池システムにおいては、図6(a)に示すように、改質水の流路の上流側より、改質水を溜める改質水タンクP1、改質水を下流側（フィルタP3側）に供給する改質水ポンプP2、改質水を浄化する（圧損体である）フィルタP3、改質水の流量を計測する流量センサP4、発電モジュールP5を備えたシステムが知られている。なお、発電モジュールP5は、気化器P6、改質器P7、燃料電池スタックP8等から構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-78969号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、前記図6(a)に示すような燃料電池システムでは、フィルタP3は常時改質水に浸かった状態の水フィルタであるので、燃料電池システムの運転を停止した際には、図6(b)に示すように、フィルタP3の下流側の残圧によって、フィルタP3の下流に残留している改質水が燃料電池スタックP8内（詳しくは燃料電池セル内）に流入する恐れがある。

【0008】

特に、燃料電池が発電時に高温となる固体酸化物形燃料電池(SOFC)の場合には、このフィルタP3の下流に残留した改質水(残留水)が、水蒸気となって燃料電池セルに到ると、燃料電池セルの燃料極を酸化させてしまい、最悪の場合は燃料電池セルのセル割れ等の破損が発生する恐れがある。

【0009】

なお、燃料電池システムの運転の停止としては、ガス漏れ等の発生の際の緊急停止や、停止ボタンの操作による通常の運転停止があり、緊急停止時において上述した問題が発生する可能性が高いものの、いずれの場合も、同様な問題が発生する恐れがある。

【0010】

本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的は、燃料電池システムの運転を停止した場合に、改質水が燃料電池セル内に浸入して燃料電池セルが破損することを防止できる燃料電池システム及び燃料電池システムの制御装置並びに燃料電池システムの制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

(1)本発明は、第1態様(燃料電池システム)として、原燃料を燃料ガスに改質するために用いる改質水を気化する気化器と、前記燃料ガスと酸化剤ガスとを用いて発電を行う燃料電池セルを積層した燃料電池スタックと、を有する発電モジュールを備えた燃料電池システムにおいて、前記改質水を前記気化器に供給する流路には、上流側より、前記改質水を溜めるタンクと、前記タンクから前記改質水を汲み上げて下流側となる前記気化器側に前記改質水を供給するポンプと、前記改質水に浸された状態で保持されるとともに、前記改質水を浄化するフィルタと、前記フィルタと前記気化器との間に配置され前記流路を開閉する供給弁と、前記供給弁と前記気化器との間に配置されて、前記流路における前記改質水の流量を測定する流量センサと、を備えるとともに、前記フィルタと前記供給弁との間の前記流路から分岐して前記タンクに接続された分岐流路と、前記分岐流路に配置されて、該分岐流路を開閉する排出弁と、を備えたことを特徴とする。

【0012】

本第1態様では、フィルタと気化器との間に供給弁を備えているので、燃料電池システ

10

20

30

40

50

ムの運転を停止するために、前記改質水を供給するポンプの供給動作を停止した場合は、供給弁によって改質水の流路を閉鎖することによって、フィルタと気化器との間に残留した改質水が気化器内に入って水蒸気化することを防止でき、最終的には、その水蒸気が燃料電池スタック（詳しくは燃料電池セル）内に流入することを防止できる。

【0013】

また、本第1態様では、燃料電池システムの運転を停止した場合には、分岐流路の排出弁を開くことによって、フィルタと気化器との間に残留した改質水の圧力（残圧）を抜くことができるので、再起動時（発電のための動作を再開した場合）には残圧が低下した状態で供給弁を開くことができる。これによって、再起動時に過剰な残圧によって改質水が気化器に流入し、不用に発生した水蒸気が燃料電池セル内に流入することを防止できる。

10

【0014】

このように、本第1態様では、ポンプが停止した場合に、（水蒸気化した）改質水が燃料電池セル内に流入することを防止できるので、詳しくは、改質水が燃料極に達して燃料極が酸化することを防止できるとともに、燃料電池セルのセル割れ等の破損を防止できる。

【0015】

特に燃料電池がSOFCの場合には、燃料電池は高温で運転されるので、燃料極が酸化するとともに、燃料電池セルの破損が生じ易いが、本第1態様では、その酸化や破損を効果的に防止できる。

【0016】

また、本第1態様では、分岐流路によって、フィルタと供給弁との間の流路からタンクに改質水を戻すことができるので、改質水量の減少を抑制することができる。

20

更に、本第1態様では、フィルタの下流側にて改質水を排出する構成であるので、再起動時には、フィルタを通過した浄化後の改質水を気化器側（従って改質器側）に供給することができる。

【0017】

（2）本発明は、第2態様として、前記フィルタは、イオン交換樹脂フィルタであることを特徴とする。

本第2態様は、フィルタの種類を例示したものである。このイオン交換樹脂フィルタは、イオン交換樹脂が常時改質水に浸されているフィルタであるので、燃料電池システムの運転が停止した場合には、前記第1態様の構成によって、フィルタと供給弁との間に残留した改質水が、フィルタに逆流し、フィルタ性能を低下させることを防止できる。

30

【0018】

（3）本発明は、第3態様として、前記供給弁と排出弁とは、前記改質水の流路を、前記フィルタと前記供給弁との間の前記流路と前記分岐流路とに切り替え可能な三方向弁として一体に構成されていることを特徴とする。

【0019】

本第3態様は、供給弁と排出弁とが三方向弁として構成されていることを例示している。従って、三方向弁の動作によって、例えば運転時には、フィルタと気化器との間の流路（主流路）を開くとともに主流路とタンクとの間の流路（分岐流路）を閉じ、運転の停止時には、主流路を閉じるとともに分岐流路を開くことができる。

40

【0020】

これによって、弁の開閉動作の制御が容易になるという利点がある。

（4）本発明は、第4態様として、前記燃料電池スタックの温度を測定する温度センサを備えたことを特徴とする。

【0021】

例えば燃料電池システムの運転の停止を指示する停止ボタンの操作によって、運転の停止が指示された場合に、燃料電池スタックが高温の状態のまま燃料電池システムの停止動作に移行すると、不具合が生じることがある。例えば燃料電池スタックが高温（例えば700）で運転されていた場合に、例えば燃料ガスの供給を即座に停止すると燃料

50

極が酸化し易くなる。

【0022】

そこで、温度センサによって燃料電池スタックの温度を測定し、燃料極が酸化し難い十分に温度が低下した場合（例えば400）に、燃料ガスの供給停止等の燃料電池システムの運転停止を行うことにより、燃料極の酸化や燃料電池セルの破損を抑制することができる。

【0023】

(5)本発明は、第5態様として、前記気化器の下流側に、前記原燃料を前記燃料ガスに改質する改質器を備えたことを特徴とする。

本第5態様では、上述したように、燃料電池システムの運転を停止するために改質水を供給するポンプの供給動作を停止した場合は、供給弁によって改質水の流路を閉鎖することによって、フィルタと気化器との間に残留した改質水が気化器内に入って水蒸気化することを防止でき、それによって、その水蒸気が改質器内および燃料電池スタックに流入することを防止できる。つまり、改質器に充填される触媒（例えばニッケル触媒等）や燃料電池スタックの燃料極が、上述した状況での水蒸気の流入によって破壊されることがあるが、本第5態様では、そのような破損を防止できる。

10

【0024】

(6)本発明は、第6態様（燃料電池システムの制御装置）として、前記第1～5態様のいずれかに記載の燃料電池システムを制御する燃料電池システムの制御装置において、前記燃料電池システムの運転を停止する条件が満たされた場合に、前記供給弁の開閉を制御する供給弁制御手段と、前記排出弁の開閉を制御する排出弁制御手段と、前記ポンプの動作を制御するポンプ制御手段と、を備えたことを特徴とする。

20

【0025】

本第6態様では、燃料電池システムの運転を停止する条件が満たされた場合には、供給弁制御手段によって、供給弁を閉鎖することにより、改質水が気化器内に流入して気化した水蒸気が、燃料電池スタック内に流入して燃料極が酸化することや燃料電池セルが破損することを防止できる。また、排出弁制御手段によって、排出弁を開くことによって、フィルタと気化器との間に残留した改質水の残圧を抜くことができるとともに、その改質水をタンクに戻すことができる。更に、ポンプ制御手段によって、ポンプの動作を停止することによって、改質水の供給を停止することができる。

30

【0026】

ここで、燃料電池システムの運転の停止としては、燃料電池システムによって発電を行う動作を実際に停止することだけでなく、発電以外の運転状態（例えば起動運転状態、待機状態）の停止を指示する動作も挙げられる。なお、燃料電池システムの運転の停止の動作としては、例えば燃料ガスや酸化剤ガスを燃料電池スタックに供給する動作の停止等のように、発電を停止する動作が挙げられる。

【0027】

(7)本発明は、第7態様（燃料電池システムの制御方法）として、前記第1～5態様のいずれかに記載の燃料電池システムを制御する燃料電池システムの制御方法において、前記燃料電池システムの運転を停止する条件が満たされた場合には、前記供給弁によって前記フィルタと前記供給弁との間の前記流路を閉じる制御と、前記排出弁によって前記分岐流路を開く制御と、前記ポンプを停止する制御とを行うことを特徴とする。

40

【0028】

本第7態様では、燃料電池システムの運転を停止する条件が満たされた場合には、供給弁によってフィルタと供給弁との間の流路（主流路）を閉じる制御を行うことによって、改質水が気化器に流入して気化した水蒸気が、燃料電池スタック内に流入して燃料極が酸化することや燃料電池セルが破損することを防止できる。また、排出弁によって分岐流路を開く制御を行うことによって、フィルタと気化器との間に残留した改質水の残圧を抜くことができるとともに、その改質水をタンクに戻すことができる。更に、ポンプを停止する制御を行うことによって、更なる改質水の供給を停止することができる。

50

【 0 0 2 9 】

(8) 本発明は、第 8 態様として、前記燃料電池システムの運転を停止する条件として、前記燃料電池スタックの温度が、所定の温度以下になった条件を含むことを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

本第 8 態様は、燃料電池システムの運転を停止する条件を例示したものである。

燃料電池スタックの温度が、所定の温度以下になった場合には、燃料極が酸化しにくく燃料電池セルの破損が生じにくい状態となっているので、燃料電池システムの運転を停止（例えば燃料ガスの供給を停止）しても、燃料極の酸化や燃料電池セルの破損は生じにくい。

10

【 0 0 3 1 】

つまり、燃料電池スタックの温度が、所定の温度以下になった場合に、運転を停止することによって、燃料極の酸化や燃料電池セルの破損を抑制しつつ、好適に運転を停止することができる。

【 0 0 3 2 】

なお、前記燃料電池スタックの温度は、燃料電池システムの運転を停止しても、燃料極が酸化しにくく燃料電池セルの破損が生じにくい温度（例えば 4 0 0 の停止温度）であり、実験等によって求めることができる。

【 0 0 3 3 】

なお、ここで、燃料電池スタックの温度としては、燃料電池スタックの側面（積層される方向（端部方向）に対して垂直の方向における側面）の温度が挙げられる。この側面の温度を測定する理由は、積層方向端部の温度に比べて燃料電池スタックの内部の温度をより精度良く示すと考えられるからである。

20

【 0 0 3 4 】

また、燃料電池スタックの側面の温度と他の箇所（例えば端部の温度）とは、所定の関係があるので、燃料電池スタックの温度として、側面以外の他の箇所の温度を採用することもできる。

【 0 0 3 5 】

以下、本発明の各構成について説明する。

前記燃料電池スタックとしては、例えば、 ZrO_2 系セラミックなどを電解質とする固体酸化物形燃料電池（SOFC）、高分子電解質膜を電解質とする固体高分子形燃料電池（PEFC）、Li-Na/K系炭酸塩を電解質とする熔融炭酸塩形燃料電池（MCFC）、リン酸を電解質とするリン酸形燃料電池（PAFC）などの燃料電池スタックが挙げられる。

30

【 0 0 3 6 】

なお、燃料電池スタックの稼動温度（即ち、イオンが電解質中を移動可能となる温度）は、燃料電池スタックの種類ごとに異なっている。具体的に言うと、SOFCの稼動温度は 7 0 0 ~ 1 0 0 0 程度、PEFCの稼動温度は常温 ~ 9 0 程度、MCFCの稼動温度は 6 5 0 ~ 7 0 0 程度、PAFCの稼動温度は 1 5 0 ~ 2 0 0 程度である。

【 0 0 3 7 】

前記燃料電池セルとしては、例えば燃料極層と固体電解質層と空気極層とを一体に積層した単セルを備えた構成を採用できる。

40

前記原燃料としては、改質によって水素を生成できる各種の原料ガス、例えば天然ガス（例えば LNG）、都市ガス、LPG、灯油、メタノール、バイオメタノールなどを採用できる。

【 0 0 3 8 】

なお、ここで、燃料ガスとは、燃料となる還元剤（例えば水素）を含むガスを示し、酸化剤ガスとは、酸化剤（例えば酸素）を含むガス（例えば空気）を示している。

また、改質器とは、燃料電池に燃料ガスを供給する場合に、原燃料ガスを、より発電に好適な組成に改質（例えば都市ガス等をより水素成分の多い組成のガスに改質）する装置

50

のことである。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】実施例の燃料電池システムの全体構成を示す説明図である。

【図2】実施例の燃料電池システムの電氣的構成を示すブロック図である。

【図3】実施例の燃料電池システムのコントローラによる運転の停止時における処理を示すフローチャートである。

【図4】実施例の燃料電池システムのコントローラによる運転の起動時における処理を示すフローチャートである。

【図5】実施例の燃料電池システムの運転の停止及び再起動における動作を示すタイミングチャートである。 10

【図6】従来技術を示し、(a)は燃料電池システムの構成を示す説明図、(b)はその動作を示すタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0040】

次に、本発明の燃料電池システム、燃料電池システムの制御装置、燃料電池システムの制御方法を実施するために形態として、固体酸化物形燃料電池システムを例にあげて説明する。

【実施例】

【0041】 20

a)まず、固体酸化物形燃料電池システムの全体の構成について説明する。尚、以下では、「固体酸化物形」を省略する

図1に示すように、本実施例の燃料電池システム1は、燃料ガス(例えば原燃料ガスの都市ガスが改質された改質ガス)と酸化剤ガス(例えば空気)との供給を受けて、詳しくは水素と酸素との供給を受けて発電を行う発電ユニットである。

【0042】

この燃料電池システム1では、改質水の供給経路(主流路)3に沿って、上流側より、改質水タンク5、改質水ポンプ7、フィルタ9、供給弁11、流量センサ13、発電モジュール15が配置されている。なお、改質水の供給経路3において、改質水タンク5側を上流側とし、燃料電池スタック23側を下流側とする。 30

【0043】

この発電モジュール15は、断熱容器17内に配置されており、断熱容器17内には、気化器19、改質器21、燃料電池スタック(発電スタック)23、温度センサ(スタック温度センサ)25が配置されている。

【0044】

また、フィルタ9と供給弁11との間の主流路3からは、改質水タンク5に到る分岐流路27が設けられており、この分岐流路27には、排出弁29が設けられている。

更に、燃料電池システム1は、燃料電池システム1の動作を制御するコントローラ31を備えており、コントローラ31には、停止ボタン33、起動ボタン35が接続されている。 40

【0045】

以下、各構成について詳細に説明する。

改質水タンク5は、原燃料ガスを改質する際に用いられる改質水を貯溜する水タンクであり、改質水ポンプ7は、改質水タンク5から汲み上げた改質水を下流側のフィルタ9に供給するポンプである。なお、改質水ポンプ7の動作は、コントローラ31によって制御される。

【0046】

フィルタ9は、改質水を浄化するイオン交換樹脂フィルタ(水フィルタ)であり、常時は、イオン交換樹脂が改質水に浸されるように改質水で満たされている。言い換えれば、イオン交換樹脂が改質水に浸かった状態に保持されている。 50

【0047】

供給弁11は、主流路3を開閉する電磁弁（給水弁）であり、コントローラ31によってその開閉が制御されている。

排出弁29は、分岐流路27を開閉する電磁弁（排水弁）であり、コントローラ31によってその開閉が制御されている。

【0048】

流量センサ13は、主流路3を流れる改質水の流量を測定する流量計であり、その測定結果は、コントローラ31に出力される。

気化器19は、改質水を加熱して気化させて水蒸気とする装置であり、その水蒸気が改質器21に供給される。

10

【0049】

改質器21は、内部に改質用の触媒（例えばルテニウム又はニッケル）を備えた装置であり、この改質器21内に導入された原燃料ガスが、気化器19から供給された水蒸気によって水蒸気改質されることにより、原燃料ガスより水素の割合が多い、いわゆる水素リッチの燃料ガスが生成される。

【0050】

燃料電池スタック23は、図示しないが、発電単位である板状の燃料電池セルが複数個積層された略直方体形状を有している。この燃料電池セルは、いわゆる燃料極支持膜形状タイプの燃料電池セルであり、周知の（燃料流路に接する様に配置された）燃料極と、（例えばジルコニアからなる）固体電解質体と、（空気流路に接する様に配置された）空気極とが一体となった単セルを備えている。

20

【0051】

温度センサ25は、燃料電池スタック23の側面（例えば中央部）に配置され、その側面の温度を検出する。

なお、図示しないが、上述した構成以外に、発電モジュール15には、燃料電池スタック23から排出された（未反応成分を含む）排ガスを、ほぼ完全に燃焼させる排ガス燃焼器や、燃料電池スタック23の下方に配置されて、起動時に、燃料電池スタック23を加熱する起動バーナー等が配置されている。

【0052】

また、図2に示すように、前記コントローラ31は、周知のマイクロコンピュータ31aを備えた電子制御装置である。

30

このコントローラ31には、燃料電池システム1の運転の停止を指示する停止ボタン33と、燃料電池システム1の運転の開始を指示する起動ボタン35とが接続されている。

【0053】

また、上述したように、コントローラ31には、流量センサ13から改質水の流量を示す信号が入力され、温度センサ25から燃料電池スタック23の側面の温度を示す信号が入力される。

【0054】

一方、コントローラ31からは、改質水ポンプ7、供給弁11、排出弁29の動作を制御する制御信号が出力される。

40

更に、コントローラ31には、燃料電池スタック23に燃料ガスを供給する燃料ポンプ37、空気を供給する空気ポンプ39、起動バーナーに燃料混合気を供給する混合気ポンプ41が接続されており、コントローラ31からの制御信号によって、それらの動作が制御されるように構成されている。

【0055】

なお、このコントローラ31が、本発明の燃料電池システムの制御装置であり、本発明の供給弁制御手段、排出弁制御手段、ポンプ制御手段として機能する。

b)次に、コントローラ31によって制御される燃料電池システム1の動作について説明する。

【0056】

50

[運転の停止時の処理]

まず、燃料電池システム 1 の運転中（発電中）に、燃料電池システム 1 を停止させる際の処理（発電を停止する際の処理）について説明する。

【 0 0 5 7 】

図 3 に示すように、ステップ（S）1 0 0 では、燃料電池スタック 2 3 にて、通常のように発電を行う。

具体的には、改質水ポンプ 7 を作動させて、（開弁された）供給弁 1 1 を介して改質水を気化器 1 9 に供給して水蒸気を生成し、生成した水蒸気によって、改質器 2 1、燃料電池スタック 2 3 内部をパージする。改質水ポンプ 7 の作動を継続した状態で、空気ポンプ 3 9 を作動させて、空気を燃料電池スタック 2 3 に供給して、その後、燃料ポンプ 3 7 を作動させて、原燃料ガスを改質器 2 1 に供給する。改質器 2 1 にて、水蒸気を用いて原燃料ガスの改質を行い、生成した燃料ガスを燃料電池スタック 2 3 に供給する。これらの起動運転により、燃料電池スタック 2 3 の温度を上昇させる。

【 0 0 5 8 】

これにより、燃料電池スタック 2 3（詳しくは燃料電池セル）では、発電可能な温度（例えば 7 0 0）に到達する。燃料電池スタック 2 3 が発電可能な温度に達したら、供給された燃料ガス及び空気を用いて発電を行う。

【 0 0 5 9 】

なお、この発電の際には、排出弁 2 9 は閉鎖されている。また、原燃料ガスの供給経路には、通常、開閉弁（図示せず）があるが、発電時には、当然ながらこの開閉弁は開かれている。

【 0 0 6 0 】

続くステップ 1 1 0 では、燃料電池システム 1 に重大な異常である重異常が発生したか否かを判定する。ここで、重異常ありと判断されるとステップ 1 3 0 に進み、一方、重異常なしと判断されるとステップ 1 2 0 に進む。

【 0 0 6 1 】

なお、例えば燃料ガスのリークが検出された場合（ガス警報器による異常の検出）や、改質水の水量が一定時間供給されない場合には、重異常と判定する。

ステップ 1 3 0 では、燃料電池システム 1 と外部負荷及び系統とを解列（電気的な接続を遮断）し、ステップ 1 6 0 に進む。

【 0 0 6 2 】

一方、ステップ 1 2 0 では、通常の停止要求があるか否かを判定する。ここで、通常の停止要求があると判断されるとステップ 1 4 0 に進み、一方、通常の停止要求がないと判断されるとステップ 1 0 0 に戻る。

【 0 0 6 3 】

なお、例えば停止ボタン 3 3 が操作（オン）された場合には、停止要求ありと判定する。

ステップ 1 4 0 では、燃料電池システム 1 と外部負荷及び系統とを解列する。

【 0 0 6 4 】

続くステップ 1 5 0 では、燃料電池スタック 2 3 の側面の温度が、所定の停止温度（通常の停止を行う場合の温度：例えば 4 0 0）以下に到達したか否かを判定する。ここで、到達したと判断されると（運転の停止が可能な温度に低下したので）ステップ 1 6 0 に進む。一方、未到達と判断されると（まだ運転の停止には温度が高いので）温度が低下するまで待機する。

【 0 0 6 5 】

ステップ 1 6 0 では、燃料電池システム 1 の運転の停止のための所定の処理を行って、一旦本処理を終了する。

具体的には、供給弁 1 1 を閉じて、フィルタ 9 と供給弁 1 1 との間の改質水（残留水）が発電モジュール 1 5 側に供給されないようにして、その残留水の残圧を抑制する。また、排出弁 2 9 を開いて、フィルタ 9 と供給弁 1 1 との間の改質水（残留水）を改質水タン

10

20

30

40

50

ク5側に戻し、その残留水がフィルタ9へ逆流してフィルタ9の機能が損失することを防止する。更に、改質水ポンプ7のポンプ指示値を0 [c c / m i n] にして、改質水ポンプ7を停止させる。

【 0 0 6 6 】

なお、これとともに、燃料電池システム1の運転を停止する際には、「燃料ポンプ37の停止による原燃料ガス(従って燃料ガス)の供給停止」、「空気ポンプ39の停止による空気の供給停止」等の発電停止に伴う処理を、改質水ポンプ7の停止と同様に、燃料電池スタック23の側面の温度が十分に下がった温度(例えば400)に到達してから行う。

【 0 0 6 7 】

[運転の起動時の処理]

次に、燃料電池システム1の運転の停止中に、燃料電池システム1を起動させる際の処理について説明する。

【 0 0 6 8 】

図4に示すように、ステップ200では、燃料電池システム1の起動要求があるか否かを判定する。ここで、起動要求ありと判断されるとステップ210に進み、一方、起動要求なしと判断されると停止状態を維持する。

【 0 0 6 9 】

なお、例えば起動ボタン35が操作(オン)された場合には、起動要求ありと判定する。

ステップ210では、燃料電池スタック23の側面の温度を以って気化器19に投入する改質水が確実に気化する所定の温度(気化可能温度:例えば140)以上か否かを判定する。ここで、気化可能温度以上と判断されると(改質水の供給開始に十分な温度に達したので)ステップ220に進み、一方、気化可能温度未滿と判断されると(改質水の供給開始には温度が低いので)温度が上昇するまで待機する。

【 0 0 7 0 】

ここで、燃料電池スタック23の側面の温度と気化器19に投入した改質水が気化する温度との関係は、予め実験やシミュレーションにて求められたものによって決まっているので、燃料電池スタック23の側面の温度から気化可能温度を判定できる。

【 0 0 7 1 】

なお、燃料電池スタック23の温度が低い場合には、例えば起動バーナーによって加熱する。

ステップ220では、燃料電池システム1の運転の開始のための所定の処理を行って、起動動作を継続して、ステップ230に進む。

【 0 0 7 2 】

具体的には、供給弁11を開いて、改質水をフィルタ9側から発電モジュール15側に供給できるようにする。また、排出弁29を閉じて、フィルタ9と供給弁11との間から改質水が排出されないようにする。更に、改質水ポンプ7のポンプ指示値を所定の起動時の流量に設定し、改質水ポンプ7を作動させる。

【 0 0 7 3 】

ステップ230では、燃料電池スタック23の温度が発電可能な温度以上か否かを判定する。ここで、燃料電池スタック23の温度が発電可能温度以上と判定された場合には、一旦起動動作の処理を終了する。一方、発電可能な温度未滿と判定されると起動動作を継続する。

【 0 0 7 4 】

なお、これとともに、燃料電池システム1の運転を開始する際には、「燃料電池スタック23から負荷に到る回路の接続」、「燃料ポンプ37の作動」、「空気ポンプ39の作動」等の発電開始に伴う処理を行う。

【 0 0 7 5 】

なお、燃料電池スタック23の温度が低い場合には、起動要求に伴って、混合気ポンプ

10

20

30

40

50

41 を作動させて燃料混合気を起動バーナーに供給して、起動バーナーによって燃料電池スタック23を加熱する処理を行う。

【0076】

[燃料電池システム1の全体の動作]

上述したように、本実施例1では、図5に示すように、時刻t1にて、重異常が発生したと判断された場合、又は、通常の停止動作によって燃料電池スタック23の温度が400以下に低下した場合には、改質水ポンプ7の動作を停止させ(改質水の供給量が0になるように、改質水ポンプ7への指示値を0に向かって低下させ)、供給弁11を開から閉に切り替え、排出弁29を閉から開に切り替える。

【0077】

これによって、流量センサ13によって検出される改質水の流量が0になる。

その後、時刻t2にて、再起動が指示された場合には、改質水ポンプ7の動作を再開し(指示値を0から速やかに上昇させる)、供給弁11を閉から開に切り替え、排出弁29を開から閉に切り替える。

【0078】

これによって、流量センサ13によって検出される改質水の流量が0から所定値に速やかに増加する。

c)次に、本実施例の効果について説明する。

【0079】

本実施例では、フィルタ9と気化器19(従って改質器21)との間に供給弁11を備えているので、燃料電池システム1における発電の動作を停止した場合は、供給弁11によって改質水の主流路3を閉鎖することによって、フィルタ9と気化器19との間に残留した改質水が、燃料電池スタック23(詳しくは燃料電池セル)内に流入することを防止できる。

【0080】

また、燃料電池システム1の停止動作の際に、分岐流路27の排出弁29を開くことによって、フィルタ9と気化器19との間に残留した改質水の圧力(残圧)を抜くことができるので、再起動時(運転を再開した場合)には残圧が低下した状態で供給弁11を開くことができる。これによって、再起動時に(過剰な残圧によって)改質水が燃料電池セル内に流入することを防止できる。

【0081】

このように、本実施例では、改質水が燃料電池セル内に流入することを防止できるので、燃料極が酸化することや、燃料電池セルのセル割れ等の破損を防止できる。

特に燃料電池が固体酸化物形燃料電池のような高温で作動する場合には、燃料極が酸化し易く、燃料電池セルが破損し易いが、本実施例では、その酸化や破損を効果的に防止できる。

【0082】

なお、上述したように、供給弁11によって改質水の主流路3を閉鎖することによって、改質器21に充填される触媒の破損も防止できる。

また、本実施例では、分岐流路27によって、フィルタ9と供給弁11との間の主流路3から改質水タンク5に改質水を戻すことができるので、改質水量の減少を抑制することができる。

【0083】

更に、本実施例では、フィルタ9の下流側にて改質水を排出する構成であるので、再起動時には、フィルタ9を通過した浄化後の改質水を気化器19側(従って改質器21側)に供給することができる。

【0084】

しかも、本実施例では、フィルタ9として、イオン交換樹脂フィルタを使用しており、このイオン交換樹脂フィルタは常時改質水に浸けられているので、フィルタ9内は常時改質水で満たされているが、上述した制御によって、運転が停止した場合でもあっても、フ

10

20

30

40

50

フィルタ 9 と供給弁 1 1 との間に溜まった改質水が逆流してフィルタ 9 の性能が低下することを防止できる。

【 0 0 8 5 】

また、本実施例では、温度センサ 2 5 によって、燃料電池スタック 2 3 の側面の温度を測定できる。従って、燃料電池スタック 2 3 の温度が、燃料極が酸化し難く燃料電池セルの破損が生じ難い十分に低い温度（例えば 4 0 0 以下）に低下した場合に、燃料ガスの供給停止等の燃料電池システム 1 の運転を停止を行うことにより、燃料極の酸化や燃料電池セルの破損を抑制することができる。

【 0 0 8 6 】

尚、本発明は前記実施例になんら限定されるものではなく、本発明を逸脱しない範囲において種々の態様で実施しうることはいうまでもない。

(1) 例えば、本発明は、固体酸化物形燃料電池 (S O F C) に限らず、固体高分子形燃料電池 (P E F C) 、熔融炭酸塩形燃料電池 (M C F C) 、リン酸形燃料電池 (P A F C) などの燃料電池に適用できる。

【 0 0 8 7 】

(2) また、前記実施例では、供給弁と排出弁とが別体であるが、供給弁と排出弁との機能を備えた三方向弁を使用してもよい。

具体的には、三方向弁は、フィルタと改質器との間の流路 (主流路) と、主流路から改質水タンクに到る分岐流路とを切り替えるように、即ち、主流路を開く場合には分岐流路が閉じ、逆に、主流路を閉じる場合には分岐流路が開くように、流路の切り換えが可能なように構成されている。

【 0 0 8 8 】

従って、燃料電池システムの運転時には、主流路を開くとともに分岐流路を閉じ、運転の停止時には、主流路を閉じるとともに分岐流路を開くことができる。これによって、弁の開閉動作の制御が容易になるという利点がある。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 9 】

- 1 ... 燃料電池システム
- 3 ... 主流路
- 5 ... 改質水タンク
- 7 ... 改質水ポンプ
- 9 ... フィルタ
- 1 1 ... 供給弁
- 1 3 ... 流量センサ
- 1 5 ... 発電モジュール
- 1 9 ... 気化器
- 2 1 ... 改質器
- 2 3 ... 燃料電池スタック
- 2 5 ... 温度センサ
- 2 7 ... 分岐流路
- 2 9 ... 排出弁
- 3 1 ... コントローラ
- 3 3 ... 停止ボタン
- 3 5 ... 起動ボタン

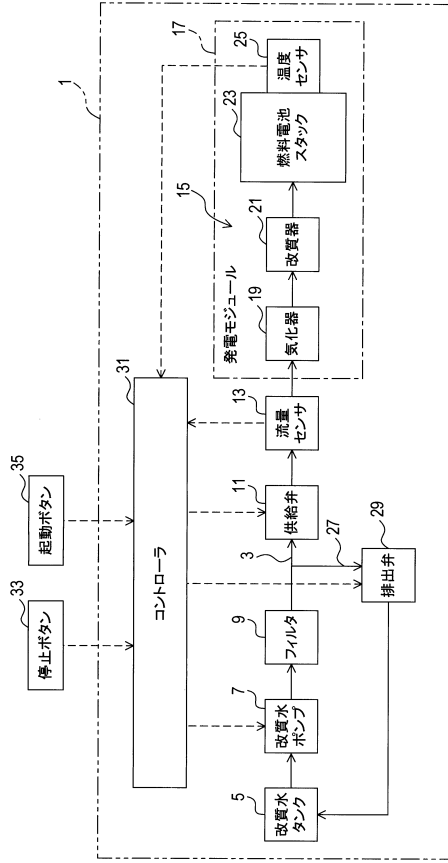
10

20

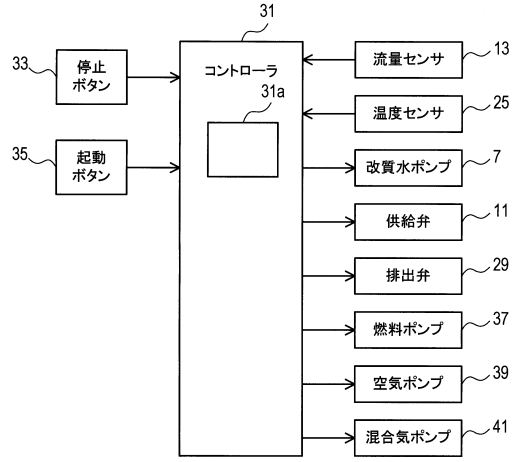
30

40

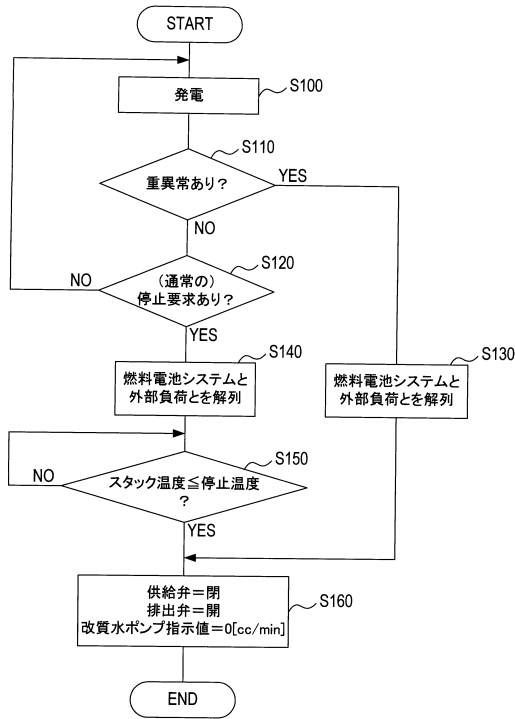
【図1】



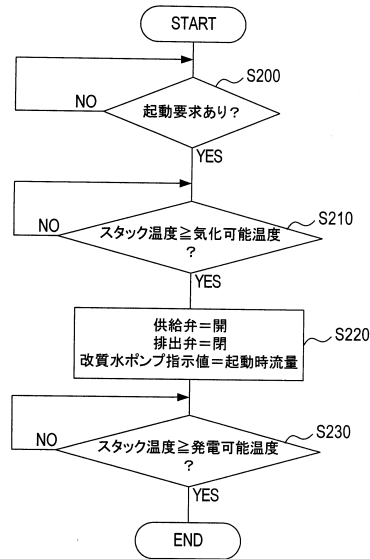
【図2】



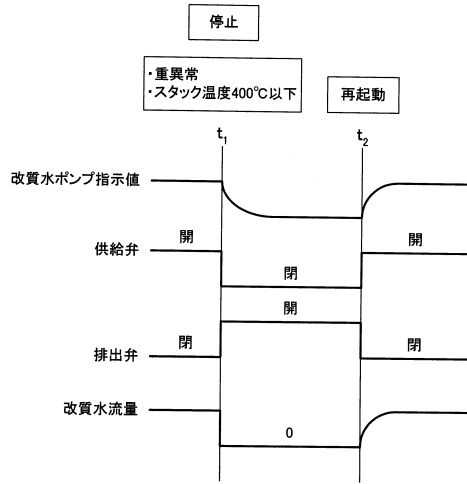
【図3】



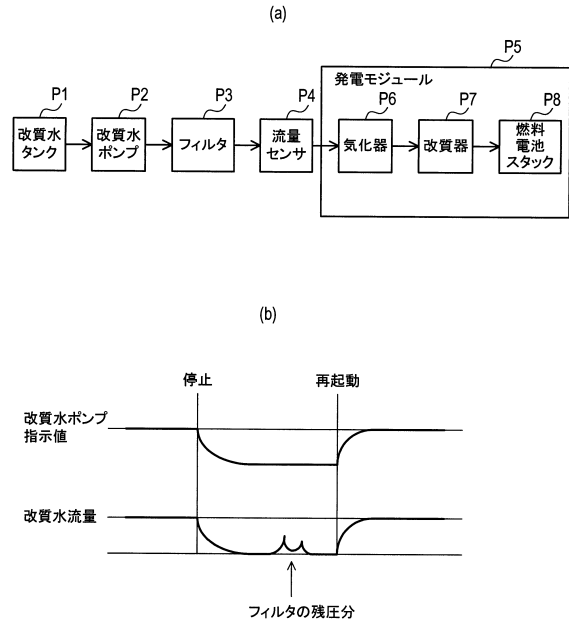
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

審査官 橋本 敏行

(56)参考文献 国際公開第2009/047897(WO, A1)

特開2008-198485(JP, A)

特開2002-298894(JP, A)

特開2012-216372(JP, A)

特開2011-210587(JP, A)

特開2010-067539(JP, A)

特開2009-059668(JP, A)

特開2014-038854(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M8/00-8/2495