

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5592760号
(P5592760)

(45) 発行日 平成26年9月17日(2014.9.17)

(24) 登録日 平成26年8月8日(2014.8.8)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 1 M	8/06	(2006.01)	HO 1 M	8/06	G
CO 1 B	3/38	(2006.01)	CO 1 B	3/38	
CO 1 B	3/48	(2006.01)	CO 1 B	3/48	
HO 1 M	8/10	(2006.01)	HO 1 M	8/10	

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-252182 (P2010-252182)	(73) 特許権者	000000284 大阪瓦斯株式会社
(22) 出願日	平成22年11月10日(2010.11.10)		大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
(65) 公開番号	特開2012-104384 (P2012-104384A)	(74) 代理人	100107308 弁理士 北村 修一郎
(43) 公開日	平成24年5月31日(2012.5.31)	(74) 代理人	100128901 弁理士 東 邦彦
審査請求日	平成25年6月19日(2013.6.19)	(72) 発明者	田中 雅士 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内
		(72) 発明者	東口 誠作 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池発電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

原燃料を改質して水素を主成分とするガスを生成する燃料改質装置と、前記燃料改質装置で生成された水素を主成分とするガスを用いて発電を行う燃料電池装置と、前記各装置の運転を制御する制御装置とを備える燃料電池発電システムであって、

前記燃料改質装置は、原燃料を改質して水素を主成分とし一酸化炭素を含む改質ガスを生成する改質器と、前記改質ガスに含まれる一酸化炭素を二酸化炭素に変成する一酸化炭素変成触媒を有する変成器と、前記一酸化炭素変成触媒の温度を検出する温度検出手段と、前記一酸化炭素変成触媒を加熱可能な加熱手段とを有し、

前記制御装置は、前記一酸化炭素変成触媒が劣化発生条件を満たした状態にあり且つ前記温度検出手段による検出温度が基準温度未満である状態において、前記改質器での前記改質ガスの生成量を増加変化させている途中では、前記加熱手段の動作を変化させて前記一酸化炭素変成触媒の温度を前記基準温度以上に上昇させ、前記改質器での前記改質ガスの生成量を増加変化させないときは、前記加熱手段の動作を変化させることによって前記一酸化炭素変成触媒の温度を前記基準温度以上に上昇させることは行わない燃料電池発電システム。

【請求項2】

前記制御装置は、前記改質器への原燃料の供給量に対する前記燃料電池装置の出力電圧が基準電圧未満であるとき、又は、前記燃料電池装置の出力電圧に対する前記改質器への原燃料の供給量が基準供給量以上であるとき、又は、前記燃料改質装置の積算運転時間が

10

20

基準積算時間以上であるとき、前記一酸化炭素変成触媒が前記劣化発生条件を満たした状態にあると判断する請求項 1 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 3】

前記加熱手段は、電気ヒータである請求項 1 又は 2 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 4】

前記燃料改質装置は、可燃性ガスを燃焼して得られる燃焼熱によって前記改質器を加熱する燃焼器を有し、

前記燃焼器は、前記燃焼熱によって前記一酸化炭素変成触媒を加熱可能な前記加熱手段として機能する請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の燃料電池発電システム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、原燃料を改質して水素を主成分とするガスを生成する燃料改質装置と、燃料改質装置で生成された水素を主成分とするガスを用いて発電を行う燃料電池装置と、各装置の運転を制御する制御装置とを備える燃料電池発電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池装置に供給する水素を主成分とするガスを生成するための装置として、燃料改質装置がある。燃料改質装置は、原燃料を改質して水素を主成分とし一酸化炭素を含む改質ガスを生成する改質器を有する。加えて、燃料改質装置は、改質ガス中に含まれる一酸化炭素を除去するための変成器を有する。変成器は、一酸化炭素と水とを反応させて、一酸化炭素を二酸化炭素に変成させる。このとき、変成器が有する一酸化炭素変成触媒が劣化していると（即ち、変成処理能力が低下していると）、変成器から排出される変成処理済ガスに含まれる一酸化炭素の量が増加し、最終的には、燃料電池へ到達する一酸化炭素の量も増加する。その結果、一酸化炭素による燃料電池の電極触媒の被毒の影響が大きくなり、燃料電池の発電電圧が低下するという問題が発生する。

20

【0003】

変成器における一酸化炭素変成触媒の劣化に着目した先行技術として特許文献 1 に記載した発明がある。特許文献 1 には、触媒温度が上昇しすぎると触媒の劣化が起こるという問題が記載されている。その問題を解決するために、特許文献 1 に記載の発明では、変成器に流入するガスを変成器の入口に設けた熱交換器で冷却することで一酸化炭素変成触媒の温度を 330 以下に制御することにより、触媒の劣化を抑制している。具体的には、変成器は、その変成器の入口のガス温度を制御するための熱交換器を特別に有する。熱交換器は、冷却水等の冷却媒体を流す冷却管、冷却板等がガスの流路に設けられた構造の装置である。この熱交換器により、変成器に収容されている一酸化炭素変成触媒の触媒層の入口のガスが冷却される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2004 - 161502 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に記載の発明は、一酸化炭素変成触媒の温度制御のために、上述した特別な熱交換器が必要になる。その結果、燃料改質装置の装置コストが高くなり、且つ、装置が大きくなるという問題がある。

また、特許文献 1 に記載の発明は、そのような熱交換器を常時作動させて、一酸化炭素変成触媒の温度を 330 以下に制御することで、触媒の劣化を抑制しようとする技術である。つまり、一酸化炭素変成触媒が劣化しているか否かに関わらず上記熱交換器を常時作動させなければならないため、燃料改質装置が例えば 10 年以上運転されるとすると、

50

熱交換器の作動のために多大なエネルギーが消費されることになる。

【0006】

本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、活性の高い状態で一酸化炭素変成触媒を使用でき、且つ、消費エネルギーが小さい燃料電池発電システムを提供する点にある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するための本発明に係る燃料電池発電システムの特徴構成は、原燃料を改質して水素を主成分とするガスを生成する燃料改質装置と、前記燃料改質装置で生成された水素を主成分とするガスを用いて発電を行う燃料電池装置と、前記各装置の運転を制御する制御装置とを備える燃料電池発電システムであって、

前記燃料改質装置は、原燃料を改質して水素を主成分とし一酸化炭素を含む改質ガスを生成する改質器と、前記改質ガスに含まれる一酸化炭素を二酸化炭素に変成する一酸化炭素変成触媒を有する変成器と、前記一酸化炭素変成触媒の温度を検出する温度検出手段と、前記一酸化炭素変成触媒を加熱可能な加熱手段とを有し、

前記制御装置は、前記一酸化炭素変成触媒が劣化発生条件を満たした状態にあり且つ前記温度検出手段による検出温度が基準温度未満である状態において、前記改質器での前記改質ガスの生成量を増加変化させている途中では、前記加熱手段の動作を変化させて前記一酸化炭素変成触媒の温度を前記基準温度以上に上昇させ、前記改質器での前記改質ガスの生成量を増加変化させないときは、前記加熱手段の動作を変化させることによって前記一酸化炭素変成触媒の温度を前記基準温度以上に上昇させることは行わない点にある。

本特徴構成において、加熱手段の動作を変化させるということは、非動作状態にある加熱手段を動作状態に切り替えること、及び、既に動作状態にある加熱手段の動作状態を変更すること（例えば、加熱量が小さい動作状態から加熱量大きい動作状態に変化させること）の両方の概念を含む。このように、加熱手段の動作を変化させることで、触媒の活性が高い側で一酸化炭素変成触媒を使用できる。

【0008】

一酸化炭素変成触媒が劣化して活性が低い状態になると、触媒温度が同一であれば一酸化炭素の変成処理量が減少する。更に、過度に触媒の劣化が進行すると、変成処理反応が促進されず触媒温度が低くなる。但し、一酸化炭素変成触媒が所定の劣化発生条件を満たした状態（即ち、変成器における一酸化炭素のスリップ量が所定量以上である状態）にあり且つ一酸化炭素変成触媒の温度を検出する温度検出手段による検出温度が基準温度未満である状態であれば、一酸化炭素変成触媒が劣化しているという確定判断を下すことができる。尚、一酸化炭素変成触媒が劣化しているという確定判断を下したとしても、一酸化炭素変成触媒は一酸化炭素を変成処理する性能を完全に失った訳ではないため、変成処理するべきガス量が少なければ、そのガス中に存在する一酸化炭素の変成処理を行える。

しかし、電力負荷装置の電力需要が増大するなどの理由により、燃料電池の発電出力を上昇させる必要が生じたとき（即ち、改質ガスの生成量を増加させる必要が生じたとき）、変成器において変成処理するべきガス量が増加する。従って、変成器の一酸化炭素変成触媒が劣化して活性が低い場合、それまでの触媒温度を維持した状態では変成処理するべきガス量の増加に対応できず、多くの一酸化炭素が変成処理されずに変成器をスリップすることになる。

【0009】

ところが本特徴構成では、制御装置は、一酸化炭素変成触媒が劣化発生条件を満たした状態にあり且つ温度検出手段による検出温度が基準温度未満である状態において、改質器での改質ガスの生成量を増加変化させている途中では、加熱手段の動作を変化させて一酸化炭素変成触媒の温度を基準温度以上に上昇させ、改質器での改質ガスの生成量を増加変化させないときは、加熱手段の動作を変化させることによって一酸化炭素変成触媒の温度を基準温度以上に上昇させることは行わない。つまり、制御装置は、一酸化炭素変成触媒の温度を上昇させることで、一酸化炭素変成触媒の活性を高めることができる。従って、

10

20

30

40

50

触媒活性を高めることで、変成処理可能なガス量が増加するので、変成器から排出される変成処理済ガスに含まれる一酸化炭素の量、即ち、燃料電池へ供給される一酸化炭素の量を相対的に少なくできる。更に、本特徴構成では、制御装置が一酸化炭素変成触媒の活性を高めるのは、改質器での改質ガスの生成量を増加させるときであるので、他のタイミング（改質器での改質ガスの生成量を増加変化させないとき）では一酸化炭素変成触媒の活性を現状のままですべて保っていただければよい。従って、燃料改質装置の運転に要するエネルギーが必要以上に増大することを避けることができる。

従って、活性の高い状態で一酸化炭素変成触媒を使用でき、且つ、消費エネルギーが小さい燃料電池発電システムを提供できる。

【0010】

本発明に係る燃料電池発電システムの別の特徴構成は、前記制御装置は、前記改質器への原燃料の供給量に対する前記燃料電池装置の出力電圧が基準電圧未満であるとき、又は、前記燃料電池装置の出力電圧に対する前記改質器への原燃料の供給量が基準供給量以上であるとき、又は、前記燃料改質装置の積算運転時間が基準積算時間以上であるとき、前記一酸化炭素変成触媒が前記劣化発生条件を満たした状態にあると判断する点にある。

【0011】

一酸化炭素変成触媒が劣化してその変成処理能力が低下すると、改質器への原燃料の供給量に変化がなくても、変成器から排出される変成処理済ガスに含まれる一酸化炭素の量が相対的に増加するため、燃料電池の発電電圧が低下することがある。そこで、制御装置は、改質器への原燃料の供給量に対する燃料電池装置の出力電圧が基準電圧未満である場合、一酸化炭素変成触媒が劣化発生条件を満たしていると判断できる。

或いは、一酸化炭素変成触媒が劣化してその変成処理能力が低下すると、変成器から排出される変成処理済ガスに含まれる一酸化炭素の量が相対的に増加するため、燃料電池から同じ発電電圧を得るのに必要とする改質器への原燃料の供給量が増加することがある。そこで、制御装置は、燃料電池装置の出力電圧に対する改質器への原燃料の供給量が基準供給量以上である場合、一酸化炭素変成触媒が劣化発生条件を満たしていると判断できる。

また或いは、燃料改質装置の積算運転時間が基準積算時間以上になると、一酸化炭素変成触媒が経年劣化していると見なしてもよい。そこで、制御装置は、燃料改質装置の積算運転時間が基準積算時間以上になると、一酸化炭素変成触媒が劣化発生条件を満たしていると判断できる。

【0012】

本発明に係る燃料電池発電システムの更に別の特徴構成は、前記加熱手段は、電気ヒータである点にある。

【0013】

上記特徴構成によれば、制御装置は、電気ヒータへの通電量を調節することで、加熱手段の発熱量、即ち、加熱手段から一酸化炭素変成触媒へ与えられる熱量を制御できる。

【0014】

本発明に係る燃料電池発電システムの更に別の特徴構成は、前記燃料改質装置は、可燃性ガスを燃焼して得られる燃焼熱によって前記改質器を加熱する燃焼器を有し、

前記燃焼器は、前記燃焼熱によって前記一酸化炭素変成触媒を加熱可能な前記加熱手段として機能する点にある。

【0015】

燃焼器は、可燃性ガスを燃焼して得られる燃焼熱によって改質器を加熱する装置である。また、燃焼器で加熱される改質器から排出される改質ガスは変成器に流入することを考慮すると、燃焼器で発生される熱は改質ガスを介して変成器にも伝えられていると言える。加えて、燃料改質装置の内部で燃焼器と変成器とが例えば断熱材などを間に挟みながらも互いに近接して設けられている場合、燃焼器の筐体から放射された熱は、変成器にも伝わる。従って、燃焼器の発熱量（燃焼量）が大きくなれば、変成器に伝わる熱も大きくなる。

10

20

30

40

50

従って、制御装置が燃焼器の燃焼量を調節することで、加熱手段としての燃焼器から一酸化炭素変成触媒へ与えられる熱量を制御できる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】第1実施形態の燃料電池発電システムの構成を説明する図である。

【図2】加熱手段としての電気ヒータを動作させた場合の燃料改質装置の運転状態の推移を示す実施例のグラフである。

【図3】第2実施形態の燃料電池発電システムの構成を説明する図である。

【図4】加熱手段としての電気ヒータを加熱作動させなかった場合の燃料改質装置の運転状態の推移を示す比較例のグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

<第1実施形態>

以下に図面を参照して第1実施形態の燃料電池発電システムS1(S)について説明する。

図1は、第1実施形態の燃料電池発電システムS1の構成を示す図である。燃料電池発電システムは、燃料改質装置10と燃料電池装置20と制御装置30とを備える。制御装置30は、燃料改質装置10及び燃料電池装置20の動作を制御する。

【0018】

燃料改質装置10は、脱硫器1と水蒸気生成器2と改質器3と燃焼器4と変成器5と電気ヒータ6と一酸化炭素除去器7とを有する。

脱硫器1は、供給される都市ガスなどの炭化水素系の原燃料に含まれる硫黄化合物を脱硫処理する脱硫触媒1aを有する。脱硫器1へ供給する原燃料の流量は、制御装置30が、バルブV1の開度を調節して制御する。脱硫器1で脱硫処理された脱硫処理済ガスは、その後、改質器3へ供給される。従って、制御装置30が、脱硫器1へ供給する原燃料の流量を調節することで、その後に改質器3で生成される改質ガスの量が調節され、最終的には、燃料電池21のアノードに供給される水素量が調節される。つまり、制御装置30は、燃料電池21の発電出力(例えば、電圧センサVで検出される電圧)を上昇させるのであれば、バルブV1の開度を大きくして脱硫器1へ供給する原燃料の流量を増加させる制御を行えばよい。

【0019】

水蒸気生成器2は、燃焼器4から排出された燃焼排ガスを通流させる加熱部2bと、バルブV3を介して供給される水を加熱部2bによる加熱にて蒸発させる蒸発部2aとを有する。蒸発部2aで発生された水蒸気は、脱硫後の原燃料と共に改質器3へ供給される。蒸発部2aに供給する水の流量は、制御装置30が、バルブV3の開度を調節して制御する。例えば、制御装置30は、燃料電池21の発電出力(例えば、電圧センサVで検出される電圧)を上昇させる際、上述した脱硫器1への原燃料の供給量の増加と合わせて、蒸発部2aに供給する水の流量を増加させる制御を行えばよい。蒸発部2aに供給される水の流量は、改質器3に供給される水蒸気量と比例する。

【0020】

燃焼器4は、可燃性のガスを燃焼して燃焼熱を発生させる。可燃性ガスとしては、燃料電池21から排出されたアノード排ガス(発電反応に用いられなかった水素を含むガス)又は上述した都市ガス等の原燃料、或いは、その両方を用いることができる。制御装置30は、バルブV2の開度を調節して、燃焼器4に供給する原燃料の流量を制御でき、及び、アノード排ガス路23に設けられるバルブV4の開度を調節して、燃料電池21から燃焼器4へアノード排ガス路23を介して供給するアノード排ガスの流量を制御できる。つまり、制御装置30は、バルブV2、V4の開度を調節することで、燃焼器4の発熱量を制御できる。

【0021】

改質器3は、燃焼器4で発生された燃焼熱を利用して原燃料を水蒸気改質して改質ガス

10

20

30

40

50

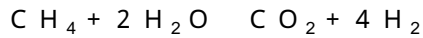
を生成する。原燃料が、メタンを主成分とする天然ガスである場合、改質器 3 では、燃焼器 4 による例えば 650 ~ 750 程度の加熱下でメタンと水蒸気とが下記の反応式にて改質反応して、水素と一酸化炭素と二酸化炭素を含むガスに改質処理される。

【0022】

〔化 1〕



〔化 2〕



【0023】

変成器 5 は、改質器 3 にて生成された改質ガスに含まれる一酸化炭素を低減するように処理する。具体的には、変成器 5 では、銅 - 亜鉛系、鉄 - クロム系などの一酸化炭素変成触媒 5 a の触媒作用によって、改質ガス中の一酸化炭素と水蒸気とが、例えば 150 ~ 300 程度の反応温度で下記の反応式にて変成反応して、一酸化炭素が二酸化炭素に変成処理される。

【0024】

〔化 3〕



【0025】

加えて、変成器 5 は、一酸化炭素変成触媒 5 a の温度を検出する温度検出手段としての温度センサ T を有する。本実施形態では、温度センサ T は変成器 5 の内部の後段部分、即ち、出口に近い付近の一酸化炭素変成触媒 5 a の温度を測定可能な位置に設けられている。また、変成器 5 には、一酸化炭素変成触媒 5 a を加熱可能な加熱手段 H としての電気ヒータ 6 が装着される。

【0026】

一酸化炭素除去器 7 は、変成器 5 から排出される変成処理済ガス中に残留している一酸化炭素を除去する。具体的には、一酸化炭素除去器 7 においては、ルテニウムや白金、パラジウム、ロジウム等の一酸化炭素除去触媒 7 a の触媒作用によって、100 ~ 200 程度の反応温度で変成処理済ガス中に残っている一酸化炭素が、添加された空気中の酸素によって酸化される。その結果、一酸化炭素濃度の低い（例えば 10 ppm 以下）、水素リッチな燃料ガスが生成される。

【0027】

以上のようにして燃料改質装置 10 で生成された水素を主成分とする燃料ガスは、燃料電池装置 20 が有する燃料電池 21 のアノード（図示せず）に供給される。また、燃料電池 21 のカソード（図示せず）には酸素（空気）が供給される。燃料電池 21 で発電された直流電力はパワーコンディショナー 22 によって所定の電力に変換された後、電力負荷装置 40 に供給される。燃料電池 21 で発電された電力の電圧は、電圧計 V によって計測される。また、上述したように、燃料電池 21 から排出されるアノード排ガス（発電反応に用いられなかった水素を含むガス）は、アノード排ガス路 23 を通じて燃焼器 4 に可燃性ガスとして供給される。

本実施形態で特に想定する燃料電池 21 は、電極触媒の一酸化炭素による被毒が問題となるような固体高分子形燃料電池やリン酸形燃料電池である。

【0028】

次に、一酸化炭素変成触媒 5 a の劣化について説明する。

燃料改質装置 10 の積算運転時間が長期間になると、各機器の性能が低下することがある。例えば、変成器 5 が有する一酸化炭素変成触媒 5 a は長期間の使用に伴って劣化する（即ち、変成処理能力が低下する）。そして、一酸化炭素変成触媒 5 a の変成処理能力が低下するにつれて、変成器 5 から排出される変成処理済ガスに含まれる一酸化炭素の量が増加し、最終的には、燃料電池 21 へ到達する一酸化炭素の量も増加する。その結果、一酸化炭素による燃料電池 21 の電極触媒の被毒の影響が大きくなり、燃料電池 21 の発電電圧の低下へと至る。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

従って、本実施形態では、制御装置 3 0 は、一酸化炭素変成触媒 5 a が劣化発生条件を満たした状態にあり且つ温度センサ T による検出温度が基準温度未満である状態において、改質器 3 での改質ガスの生成量を増加させるときの、電気ヒータ 6 の動作を変化させて一酸化炭素変成触媒 5 a の温度を上昇させる制御、即ち、一酸化炭素変成触媒 5 a の活性を一時的に高める制御を行う。

【 0 0 3 0 】

具体的には、制御装置 3 0 は、一酸化炭素変成触媒 5 a が劣化発生条件を満たしているか否かを判定する。本実施形態における劣化発生条件は、改質器 3 への原燃料の供給量に対する燃料電池装置 2 0 の出力電圧が基準電圧未満であるか否か、又は、燃料電池装置 2 0 の出力電圧に対する改質器 3 への原燃料の供給量が基準供給量以上であるか否か、又は、燃料改質装置 1 0 の積算運転時間が基準積算時間以上であるか否か、である。

【 0 0 3 1 】

〔劣化発生条件の判定〕

例えば、一酸化炭素変成触媒 5 a による変成処理能力が低下すると、変成器 5 から排出される変成処理済ガスに含まれる一酸化炭素の量が相対的に増加するため、改質器 3 への原燃料の供給量に変化がなくても燃料電池 2 1 の発電電圧が低下することがある。そこで、制御装置 3 0 は、改質器 3 への原燃料の供給量に対する燃料電池装置 2 0 の基準出力電圧の関係を記憶装置（図示せず）に複数個記憶しておき、燃料改質装置 1 0 の運転中に流量センサ 8 で検出される改質器 3 への原燃料の供給量に対する、電圧センサ V で検出される燃料電池装置 2 0 の出力電圧の関係を随時検証する。そして、制御装置 3 0 は、改質器 3 への原燃料の供給量に対する燃料電池装置 2 0 の出力電圧が基準電圧未満である場合、一酸化炭素変成触媒 5 a が劣化発生条件を満たしていると判断する。

【 0 0 3 2 】

或いは、一酸化炭素変成触媒 5 a による変成処理能力が低下すると、変成器 5 から排出される変成処理済ガスに含まれる一酸化炭素の量が相対的に増加するため、燃料電池 2 1 から同じ発電電圧を得るのに必要とする改質器 3 への原燃料の供給量が増加することがある。そこで、制御装置 3 0 は、燃料電池装置 2 0 の出力電圧に対する改質器 3 への原燃料の基準供給量の関係を記憶装置（図示せず）に複数個記憶しておき、燃料改質装置 1 0 の運転中に電圧センサ V で検出される燃料電池装置 2 0 の出力電圧に対する、流量センサ 8 で検出される改質器 3 への原燃料の供給量の関係を随時検証する。そして、制御装置 3 0 は、燃料電池装置 2 0 の出力電圧に対する改質器 3 への原燃料の供給量が基準供給量以上である場合、一酸化炭素変成触媒 5 a が劣化発生条件を満たしていると判断する。

【 0 0 3 3 】

また或いは、燃料改質装置 1 0 の積算運転時間が基準積算時間以上になると、一酸化炭素変成触媒 5 a が経年劣化していると見なしてもよい。そこで、制御装置 3 0 は、燃料改質装置 1 0 の積算運転時間と、記憶装置に記憶している基準積算時間とを随時比較する。そして、制御装置 3 0 は、燃料改質装置 1 0 の積算運転時間が基準積算時間以上になると、一酸化炭素変成触媒 5 a が劣化発生条件を満たしていると判断する。

【 0 0 3 4 】

〔触媒温度の判定〕

更に、制御装置 3 0 は、一酸化炭素変成触媒 5 a の温度を検出する温度センサ T の検出温度が基準温度（例えば、130）未満であるか否かを判定する。一酸化炭素変成触媒 5 a の温度を監視するのは、触媒温度と触媒活性とが関連するからである。つまり、触媒活性が低いと（即ち、一酸化炭素変成触媒 5 a の変成処理能力が低下していると）、一酸化炭素変成触媒 5 a の温度は過剰に低くなる。尚、上述したように、触媒活性が正常であれば、一酸化炭素変成触媒 5 a の温度が例えば約 150 ～ 約 300 の範囲で変成器 5 は運転継続される。

【 0 0 3 5 】

以上のように、制御装置 3 0 は、一酸化炭素変成触媒 5 a が劣化発生条件を満たした状

10

20

30

40

50

態にあることを確認し、且つ、一酸化炭素変成触媒 5 a の温度を検出する温度センサ T の検出温度が基準温度未満であることを確認した場合に、一酸化炭素変成触媒 5 a が劣化しているという確定判断を下す。そして、制御装置 30 は、一酸化炭素変成触媒 5 a が劣化しているという確定判断を記憶装置へ記憶しておく。

【 0 0 3 6 】

その後、制御装置 30 は、例えば、電力負荷装置 40 の電力需要が増大するなどの理由により、燃料電池 21 の発電出力を上昇させるタイミングであるか否か（即ち、改質ガスの生成量を増加させるタイミングであるか否か）を判定する。改質ガスの生成量を増加させるということは、変成器 5 において変成処理すべきガス量（即ち、変成処理負荷）が増加するということである。従って、変成器 5 の一酸化炭素変成触媒 5 a の変成処理能力が低下した状態のままでは、変成処理すべきガス量の増加に対応できず、変成処理しきれなかった多くの一酸化炭素を燃料電池 21 へ供給してしまうことになる。

10

【 0 0 3 7 】

そこで、本実施形態では、制御装置 30 は、一酸化炭素変成触媒 5 a が劣化しているという上記確定判断を行った状態において、改質器 3 での改質ガスの生成量を増加させるとき、加熱手段 H としての電気ヒータ 6 の動作を変化させて一酸化炭素変成触媒 5 a の温度を上昇させる制御を行う。電気ヒータ 6 の動作を変化させるということは、非動作状態にある電気ヒータ 6 を動作状態に切り替えること、及び、既に動作状態にある電気ヒータの出力を変更すること（例えば、加熱量が小さい動作状態から加熱量大きい動作状態に変化させること）の両方の概念を含む。つまり、電気ヒータ 6 の動作を変化させて一酸化炭素変成触媒 5 a の温度を上昇させることで、触媒活性を高めることができる。従って、触媒活性を高めることで、変成処理可能なガス量が増加するので、変成器 5 から排出される変成処理済ガスに含まれる一酸化炭素の量、即ち、燃料電池 21 へ供給される一酸化炭素の量を相対的に少なくできる。

20

【 0 0 3 8 】

図 2 は、加熱手段 H としての電気ヒータ 6 を動作させた場合の燃料改質装置 10 の運転状態の推移を示す実施例のグラフである。具体的には、制御装置 30 が制御する電気ヒータ 6 の動作状態、温度センサ T が検出する一酸化炭素変成触媒 5 a 温度、及び、流量センサ 8 が検出する原燃料ガス流量の推移を示すグラフである。

【 0 0 3 9 】

図 2 において、制御装置 30 は、時刻 t_s において、燃料電池 21 の発電出力を上昇させるタイミングであると判定している。尚、制御装置 30 は、この時刻 t_s よりも前に、一酸化炭素変成触媒 5 a が劣化発生条件を満たした状態にあり且つ温度センサ T による一酸化炭素変成触媒 5 a の検出温度が基準温度（例えば、130）未満である状態にあるとの確定判断を下しているものとする。図 2 では、時刻 t_s 以前の一酸化炭素変成触媒 5 a の温度は約 120 であるので上記基準温度未満である。そして、制御装置 30 は、時刻 t_s において、燃料電池 21 の発電出力を増加させるべく、バルブ V1 の開度を調節して原燃料の供給量を増加させ始め且つバルブ V3 の開度を調節して水蒸気生成器 2 に供給する水の量を増加させ始める。

30

【 0 0 4 0 】

加えて、制御装置 30 は、原燃料及び水の供給量を増加させ始めるのと同時に（或いは、その前後から）、電気ヒータ 6 を加熱作動させて一酸化炭素変成触媒 5 a の温度を上昇させる。図 2 の例では、制御装置 30 は、電気ヒータ 6 を断続的に加熱作動させているが、電気ヒータ 6 を連続的に加熱作動させてもよい。図 2 に示すように、電気ヒータ 6 を加熱作動させた後、一酸化炭素変成触媒 5 a の温度は約 150 前後まで上昇している。また、図 2 に示す例では、原燃料及び水の供給量を増加側に变化させている間は一酸化炭素変成触媒 5 a の温度が上記基準温度以上となるように、電気ヒータ 6 を加熱作動させている。

40

図 2 に示すような燃料電池 21 の発電出力の上昇、即ち、変成処理が要求されるガス量の増大を行っても、変成器 5 はガスを十分に変成処理して、燃料電池 21 は問題なく動作

50

した。

【0041】

これに対して、図4は、加熱手段Hとしての電気ヒータ6を加熱作動させなかった場合の燃料改質装置10の運転状態の推移を示す比較例のグラフである。電気ヒータ6を加熱作動させなかったこと以外の条件は、図2の実施例と同様である。この比較例の場合、原燃料の供給量が3L/minを超えた後、時刻t10において、変成器5の出口に設けてある一酸化炭素濃度の検出センサ(図示せず)が基準値以上の一酸化炭素を検出した(即ち、基準値以上の一酸化炭素が変成処理されずに変成器5をスリップした)ために制御装置30が燃料改質装置10の運転を停止させた。つまり、触媒活性が低下したままの一酸化炭素変成触媒5aを有する変成器5は、要求されるガス量の変成処理を充分に行えなかつた。逆に言うと、図2に示した実施例では、電気ヒータ6で加熱された一酸化炭素変成触媒5aを有する変成器5は、要求されるガス量の変成処理を充分に行っていたということである。

10

【0042】

以上のように、本実施形態では、制御装置30は、一酸化炭素変成触媒5aが劣化発生条件を満たした状態にあり且つ温度センサTによる検出温度が基準温度未満である状態において、改質器3での改質ガスの生成量を増加させるとき、加熱手段Hとしての電気ヒータ6の動作を変化させて一酸化炭素変成触媒5aの温度を上昇させる。つまり、制御装置30は、一酸化炭素変成触媒5aの温度を上昇させることで、一酸化炭素変成触媒5aの活性を高めることができる。従って、触媒活性を高めることで、変成処理可能なガス量が増加するので、変成器5から排出される変成処理済ガスに含まれる一酸化炭素の量、即ち、燃料電池21へ供給される一酸化炭素の量を許容値以下にできる。更に、本実施形態では、制御装置30が一酸化炭素変成触媒5aの活性を高めるのは、改質器3での改質ガスの生成量を増加させるときであるので、他のタイミングでは一酸化炭素変成触媒5aの活性を高めなくてよい。従って、燃料改質装置10の運転に要するエネルギーが必要以上に上昇することを避けることができる。

20

【0043】

<第2実施形態>

第2実施形態の燃料電池発電システムS2(S)は、燃料改質装置10が電気ヒータ6を備えない点で第1実施形態の燃料電池発電システムS1と異なっている。以下に第2実施形態の燃料電池発電システムS2について説明するが、第1実施形態と同様の構成については説明を省略する。

30

【0044】

第2実施形態では、制御装置30は、燃焼器4を、一酸化炭素変成触媒5aを加熱可能な加熱手段Hとして用いる。上述したように、燃焼器4は、可燃性ガスを燃焼して得られる燃焼熱によって改質器3を加熱する装置である。また、燃焼器4で加熱される改質器3から排出される改質ガスは変成器5に流入することを考慮すると、燃焼器4で発生される熱は改質ガスを介して変成器5にも伝えられていると言える。加えて、燃料改質装置10の内部で燃焼器4と変成器5とが断熱材などを間に挟みながらも互いに近接して設けられている場合、燃焼器4の筐体から放射された熱は、変成器5にも伝わる。従って、燃焼器4の発熱量が大きくなれば、変成器5に伝わる熱も大きくなる。つまり、燃焼器4は、燃焼熱によって一酸化炭素変成触媒5aを加熱可能な加熱手段Hとして機能する。

40

【0045】

具体的には、制御装置30は、上記第1実施形態と同様に決定される一酸化炭素変成触媒5aを加熱すべき時期において、バルブV2の開度を調節して燃焼器4への原燃料の供給量を増加させることで、燃焼器4の発熱量を増加させる。その結果、一酸化炭素変成触媒5aは加熱手段Hとしての燃焼器4の燃焼熱によって加熱される。

【0046】

<別実施形態>

<1>

50

上記実施形態において、温度センサ T が変成器 5 の内部の後段部分、即ち、出口に近い付近の一酸化炭素変成触媒 5 a の温度を測定可能な位置に設けられている例を説明したが、温度センサ T が変成器 5 の他の部位の温度を測定するように改変してもよい。

加えて、上記実施形態では、温度の数値や基準値等を具体的に例示したが、それらの数値や基準値は適宜変更可能である。上述したように、温度の測定部位や測定方法が変われば、基準温度等も変化する。

【 0 0 4 7 】

< 2 >

上記実施形態において、制御装置 3 0 が、改質器 3 での改質ガスの生成量を基準量よりも増加させるときにのみ、上述したような加熱手段 H の加熱作動を行うように改変してもよい。例えば、改質器 3 での改質ガスの生成量が基準量よりも多い期間は常に加熱手段 H の加熱作動を行い、改質器 3 での改質ガスの生成量を増加させるとしてもその生成量が基準量以下であれば、加熱手段 H の加熱作動を行わないような改変も可能である。また、その基準量を一酸化炭素変成触媒 5 a の劣化状態に応じて随時変更してもよい。

10

【 0 0 4 8 】

< 3 >

上記実施形態において、制御装置 3 0 が、上述したような加熱手段 H としての電気ヒータ 6 及び燃焼器 4 を併用して、一酸化炭素変成触媒 5 a を加熱させるような変更も可能である。

【産業上の利用可能性】

20

【 0 0 4 9 】

本発明は、燃料電池発電システムを良好に運転するために利用可能である。

【符号の説明】

【 0 0 5 0 】

3 改質器

4 燃焼器

5 変成器

5 a 一酸化炭素変成触媒

6 電気ヒータ

1 0 燃料改質装置

2 0 燃料電池装置

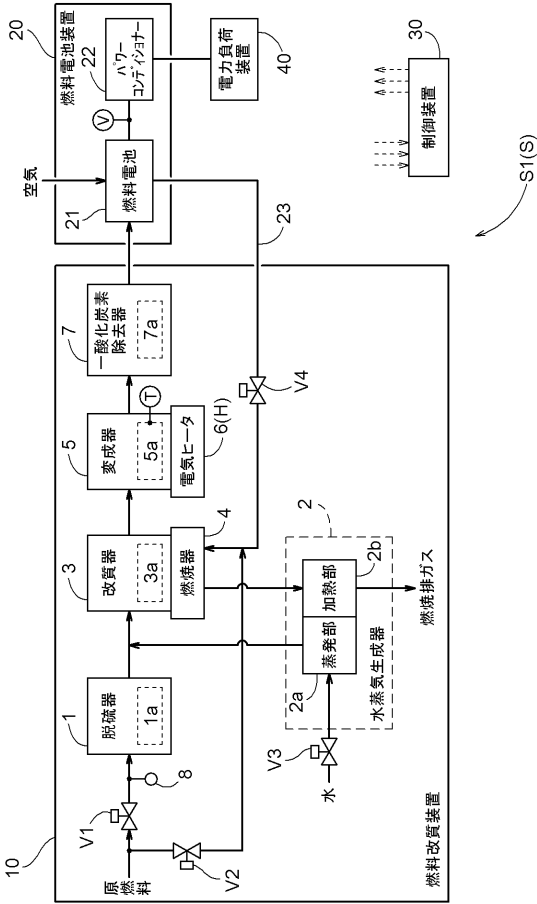
3 0 制御装置

H 加熱手段

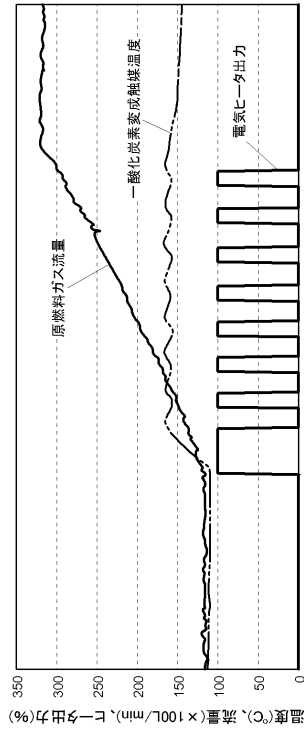
T 温度センサ (温度検出手段)

30

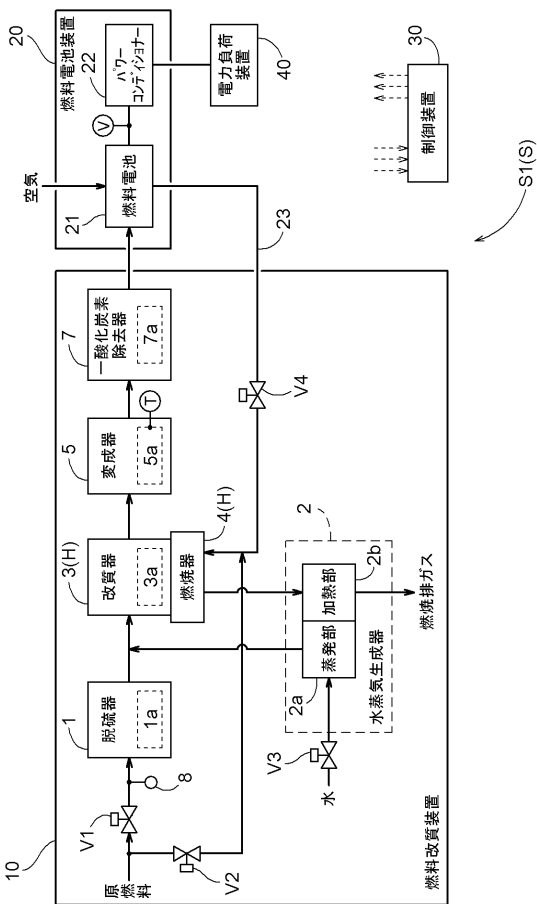
【図1】



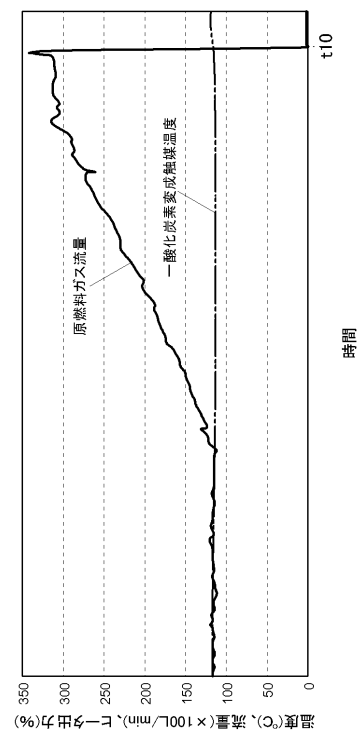
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

- (72)発明者 平井 一裕
大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内
- (72)発明者 濱走 正美
大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内
- (72)発明者 小山 義彦
大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内
- (72)発明者 山木 理生
大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪瓦斯株式会社内

審査官 久保田 創

- (56)参考文献 特開2003-217636(JP,A)
特開2006-169068(JP,A)
特開2008-201638(JP,A)
特開2008-226602(JP,A)
特開2004-305942(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M	8/06
C01B	3/38
C01B	3/48
H01M	8/10