

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5064830号  
(P5064830)

(45) 発行日 平成24年10月31日(2012.10.31)

(24) 登録日 平成24年8月17日(2012.8.17)

(51) Int. Cl.			F I		
HO 1 M	8/06	(2006.01)	HO 1 M	8/06	G
HO 1 M	8/12	(2006.01)	HO 1 M	8/12	
HO 1 M	8/04	(2006.01)	HO 1 M	8/04	Y
CO 1 B	3/38	(2006.01)	CO 1 B	3/38	

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2007-36705 (P2007-36705)
(22) 出願日	平成19年2月16日(2007.2.16)
(65) 公開番号	特開2008-204655 (P2008-204655A)
(43) 公開日	平成20年9月4日(2008.9.4)
審査請求日	平成21年4月9日(2009.4.9)

(73) 特許権者	000004444 J X 日鉱日石エネルギー株式会社 東京都千代田区大手町二丁目6番3号
(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(74) 代理人	100092657 弁理士 寺崎 史朗
(74) 代理人	100140442 弁理士 柴山 健一
(72) 発明者	石田 友孝 神奈川県横浜市中区千鳥町8番地 新日本 石油株式会社内

審査官 前田 寛之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改質器システム、燃料電池システム、及びその運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

原燃料を改質触媒で改質することにより、固体酸化物形燃料電池の燃料として用いられる改質ガスを生成する改質器を備える改質器システムであって、

前記改質触媒に前記原燃料を導入する原燃料導入手段と、

前記改質触媒を加熱する加熱手段と、

前記改質触媒に空気を導入する空気導入手段と、

前記改質触媒の温度を検出する温度検出手段と、

前記燃料電池での発電を停止する際に、前記原燃料導入手段に対して前記原燃料の導入量を減少させ、前記温度検出手段によって検出される温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、前記加熱手段に対して前記改質触媒を加熱させる制御及び前記空気導入手段に対して前記改質触媒に空気を導入させる制御の少なくとも一方の制御を行う制御手段と、を備えることを特徴とする改質器システム。

【請求項2】

前記制御手段は、前記加熱手段に対して前記改質触媒を加熱させる制御を行った場合に、前記温度検出手段によって検出される温度が、前記未改質ガス発生温度より高い第一の温度以下であるか否かを判断し、前記温度検出手段によって検出される温度が前記第一の温度以下であれば、前記加熱手段に対して前記改質触媒への加熱量を増加させることを特徴とする請求項1記載の改質器システム。

【請求項3】

10

20

前記第一の温度は、前記原燃料導入手段によって導入される前記原燃料の導入量の減少に応じて、未改質ガス発生温度より高い温度として複数設定されることを特徴とする請求項 2 記載の改質器システム。

【請求項 4】

前記制御手段は、前記空気導入手段に対して前記改質触媒に空気を導入させる制御を行った場合に、前記温度検出手段によって検出される温度が、前記未改質ガス発生温度より高い第二の温度以下であるか否かを判断し、前記温度検出手段によって検出される温度が前記第二の温度以下であれば、前記空気導入手段に対して前記空気の導入量を増加させることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項記載の改質器システム。

【請求項 5】

前記第二の温度は、前記原燃料導入手段によって導入される前記原燃料の導入量の減少に応じて、未改質ガス発生温度より高い温度として複数設定されることを特徴とする請求項 4 記載の改質器システム。

【請求項 6】

前記加熱手段は、ヒータ、バーナ又はバーナオフガスであることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項記載の改質器システム。

【請求項 7】

前記温度検出手段は、前記原燃料導入手段によって導入される前記原燃料の流路の中心軸線上において前記改質触媒の温度を検出することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項記載の改質器システム。

【請求項 8】

原燃料を改質触媒で改質することにより改質ガスを生成する改質器と、前記改質ガスを燃料として用いる固体酸化物形燃料電池と、を備える燃料電池システムであって、

前記改質触媒に前記原燃料を導入する原燃料導入手段と、

前記改質触媒を加熱する加熱手段と、

前記改質触媒に空気を導入する空気導入手段と、

前記改質触媒の温度を検出する温度検出手段と、

前記燃料電池での発電を停止する際に、前記原燃料導入手段に対して前記原燃料の導入量を減少させ、前記温度検出手段によって検出される温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、前記加熱手段に対して前記改質触媒を加熱させる制御及び前記空気導入手段に対して前記改質触媒に空気を導入させる制御の少なくとも一方の制御を行う制御手段と、を備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 9】

原燃料を改質触媒で改質することにより改質ガスを生成する改質器と、前記改質ガスを燃料として用いる固体酸化物形燃料電池と、を備える燃料電池システムの運転方法であって、

前記燃料電池での発電を停止する際に、前記改質触媒への前記原燃料の導入量を減少させ、前記改質触媒の温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、前記改質触媒の加熱及び前記改質触媒への空気の導入の少なくとも一方を行うことを特徴とする燃料電池システムの運転方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、原燃料を改質触媒で改質することにより改質ガスを生成する改質器を備える改質器システム、改質ガスを燃料として用いる固体酸化物形燃料電池を更に備える燃料電池システム、及びその運転方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の燃料電池システムとして、固体酸化物形燃料電池での発電を停止する際に、液体窒素貯蔵タンクに貯蔵された窒素を燃料電池の燃料極に供給する燃料極窒素供給設備を備

10

20

30

40

50

えるものが知られている（例えば、特許文献1参照）。このような燃料電池システムによれば、固体酸化物形燃料電池での発電を停止する際に、燃料電池において、燃料極に用いられるニッケル等が酸化して膨張するのを防止することができ、その結果、イットリア安定化ジルコニア等からなる電解質が破損するのを回避することが可能となる。

【特許文献1】特開2004-220942号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、上述したような従来の燃料電池システムにあつては、液体窒素貯蔵タンクや燃料極窒素供給設備を設ける必要があるため、構造が複雑化してしまう。

10

【0004】

そこで、本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、固体酸化物形燃料電池での発電を停止する際に、簡単な構成で、燃料電池にダメージが与えられるのを回避することができる改質器システム、燃料電池システム、及びその運転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】

【0005】

上記目的を達成するために、本発明に係る改質器システムは、原燃料を改質触媒で改質することにより、固体酸化物形燃料電池の燃料として用いられる改質ガスを生成する改質器を備える改質器システムであつて、改質触媒に原燃料を導入する原燃料導入手段と、改質触媒を加熱する加熱手段と、改質触媒に空気を導入する空気導入手段と、改質触媒の温度を検出する温度検出手段と、燃料電池での発電を停止する際に、原燃料導入手段に対して原燃料の導入量を減少させ、温度検出手段によって検出される温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、加熱手段に対して改質触媒を加熱させる制御及び空気導入手段に対して改質触媒に空気を導入させる制御の少なくとも一方の制御を行う制御手段と、を備えることを特徴とする。

20

【0006】

また、本発明に係る燃料電池システムは、原燃料を改質触媒で改質することにより改質ガスを生成する改質器と、改質ガスを燃料として用いる固体酸化物形燃料電池と、を備える燃料電池システムであつて、改質触媒に原燃料を導入する原燃料導入手段と、改質触媒を加熱する加熱手段と、改質触媒に空気を導入する空気導入手段と、改質触媒の温度を検出する温度検出手段と、燃料電池での発電を停止する際に、原燃料導入手段に対して原燃料の導入量を減少させ、温度検出手段によって検出される温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、加熱手段に対して改質触媒を加熱させる制御及び空気導入手段に対して改質触媒に空気を導入させる制御の少なくとも一方の制御を行う制御手段と、を備えることを特徴とする。

30

【0007】

更に、本発明に係る燃料電池システムの運転方法は、原燃料を改質触媒で改質することにより改質ガスを生成する改質器と、改質ガスを燃料として用いる固体酸化物形燃料電池と、を備える燃料電池システムの運転方法であつて、燃料電池での発電を停止する際に、改質触媒への原燃料の導入量を減少させ、改質触媒の温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、改質触媒の加熱及び改質触媒への空気の導入の少なくとも一方を行うことを特徴とする。

40

【0008】

これらの改質器システム、燃料電池システム、及びその運転方法では、固体酸化物形燃料電池での発電を停止する際に、改質器の改質触媒への原燃料の導入量が減少させられるが、このとき、改質触媒の温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、改質触媒の加熱及び改質触媒への空気の導入の少なくとも一方が行われる。これにより、改質触媒の温度が上昇するため、固体酸化物形燃料電池での発電の停止時に、未改質ガスの発生が防止されて、改質ガスが燃料電池に供給されることになる。従つて、固体酸化物形燃料電池での発

50

電を停止する際に、従来のように液体窒素貯蔵タンクや燃料極窒素供給設備を設けなくとも、簡単な構成で、燃料電池にダメージが与えられるのを回避することができる。

【0009】

本発明に係る改質器システムにおいては、制御手段は、原燃料導入手段によって導入される原燃料の導入量の減少に応じて、加熱手段に対して改質触媒への加熱量を変化させることが好ましい。また、本発明に係る改質器システムにおいては、制御手段は、原燃料導入手段によって導入される原燃料の導入量の減少に応じて、空気導入手段に対して空気の導入量を変化させることが好ましい。これらにより、改質触媒の温度を上昇させて、未改質ガスの発生を確実に防止することができる。

【0010】

本発明に係る改質器システムにおいては、加熱手段は、ヒータ、バーナ又はバーナオフガスであることが好ましい。ヒータ、バーナ又はバーナオフガスによれば、改質触媒を加熱して改質触媒の温度を確実に且つ容易に上昇させることができる。

【0011】

本発明に係る改質器システムにおいては、温度検出手段は、原燃料導入手段によって導入される原燃料の流路の中心軸線上において改質触媒の温度を検出することが好ましい。これにより、改質触媒において原燃料の改質反応が主に起こる部分の温度を正確に検出することができる。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、固体酸化物形燃料電池での発電を停止する際に、簡単な構成で、燃料電池にダメージが与えられるのを回避することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0014】

図1及び2に示されるように、燃料電池システム1は、原燃料を改質触媒2aで改質することにより改質ガスを生成する改質器2と、改質ガスを燃料として用いる固体酸化物形燃料電池3と、を備えている。

【0015】

改質器2は、原燃料と水蒸気(水)とを改質触媒2aで水蒸気改質反応させて、水素を含有する改質ガスを生成する。水蒸気改質反応は吸熱反応であるため、改質器2は、水蒸気改質反応に燃料電池3の排熱を利用する。改質触媒2aとしては、水蒸気改質触媒として公知の触媒を用いることができる。つまり、水蒸気改質触媒の例としては、ルテニウム系触媒及びニッケル系触媒を挙げることができる。

【0016】

原燃料としては、改質ガスの原料として固体酸化物形燃料電池の分野で公知の炭化水素系燃料、すなわち、分子中に炭素と水素とを含む化合物(酸素等、他の元素を含んでもよい)若しくはその混合物から適宜選んで用いることができる。例えば、炭化水素類、アルコール類、エーテル類等、分子中に炭素と水素とを含む化合物である。より具体的には、メタン、エタン、プロパン、ブタン、天然ガス、LPG(液化石油ガス)、都市ガス、ガソリン、ナフサ、灯油、軽油等の炭化水素類、メタノール、エタノール等のアルコール類、ジメチルエーテル等のエーテル類等である。なかでも、灯油やLPGは、入手が容易であるため好ましい。また、灯油やLPGは、独立して貯蔵可能であるため、都市ガスのラインが普及していない地域において有用である。更に、灯油やLPGを利用した固体酸化物形燃料電池は、非常用電源として有用である。

【0017】

燃料電池3は、SOFC(Solid Oxide Fuel Cells)と称される複数のセルによって発電を行う。セルは、固体酸化物である電解質が燃料極と空気極との間に配置されることで構成されている。電解質は、例えばイットリア安定化ジルコニア(YSZ)からなり

10

20

30

40

50

、800 ~ 1000 の温度で酸化物イオンを伝導する。燃料極は、例えばニッケルとYSZとの混合物からなり、酸化物イオンと改質ガス中の水素とを反応させて、電子及び水を発生させる。空気極は、例えばランタンストロンチウムマンガナイトからなり、空気中の酸素と電子とを反応させて、酸化物イオンを発生させる。

【0018】

また、燃料電池システム1は、改質触媒2aに原燃料及び水蒸気(水)を導入する原燃料導入装置(原燃料導入手段)4と、改質触媒2aを加熱する複数のヒータ(加熱手段)5と、改質触媒2aに空気を導入する複数の空気導入装置(空気導入手段)6と、カソード(空気極)に空気を導入するカソード用空気導入装置(カソード用空気導入手段)(不図示)と、を備えている。原燃料導入装置4は、原燃料及び水蒸気を導入するための原燃料導入管や、原燃料及び水蒸気の導入量を調節するための導入量調節弁等を有している。各空気導入装置6及びカソード用空気導入装置は、空気を導入するための空気導入管や、空気の導入量を調節するための導入量調節弁等を有している。ヒータ5は、例えば、改質触媒2a中に埋設されたセラミックヒータである。

【0019】

更に、燃料電池システム1は、改質触媒2aの温度を検出する複数の温度検出器(温度検出手段)7と、燃料電池3のセルの温度を検出する温度検出器8と、システム全体を制御する制御装置(制御手段)9と、を備えている。温度検出器7,8は、例えば熱電対である。各温度検出器7の測温接点は、中心軸線(原燃料導入装置4によって導入される原燃料の流路の中心軸線)L1と略直交する方向に沿って対向するヒータ5と空気導入装置6の空気導入管との間において、中心軸線L1と中心軸線(空気導入装置6によって導入される空気の流路の中心軸線)L2との交点上に配置されている。つまり、各温度検出器6は、互いに対向するヒータ5及び空気導入装置6と対応するように設置されている。

【0020】

なお、改質器2、原燃料導入装置4、ヒータ5、空気導入装置6、温度検出器7及び制御装置9によって改質器システム10が構成されている。

【0021】

次に、燃料電池システム1の運転方法について説明する。

[コールドスタンバイに入るとき]

【0022】

コールドスタンバイに入るとき燃料電池システム1の運転方法について、図3を参照して説明する。なお、コールドスタンバイとは、燃料電池システム1の運転が完全に停止させられ、燃料電池3のセルの温度が室温の状態燃料電池システム1が待機することという。コールドスタンバイは、燃料電池システム1の起動に長時間を要するため、燃料電池3での発電の停止時間が比較的長い場合に採用される。

【0023】

図3に示されるように、まず、制御装置9によってコールドスタンバイ命令が出され(ステップS11)、燃料電池3からの電流掃引が停止させられる(ステップS12)。つまり、制御装置9によって燃料電池3が制御され、燃料電池3での発電が停止させられる。続いて、制御装置9によって原燃料導入装置4が制御され、改質触媒2aへの原燃料及び水蒸気の導入量が減少させられる(ステップS13)。ここでは、原燃料及び水蒸気の導入量の漸減が開始される。これにより、燃料電池3のセルの温度及び改質触媒2aの温度が低下し始める。

【0024】

原燃料及び水蒸気の導入量の漸減が開始されると、各温度検出器7によって検出される改質触媒2aの温度が $T_R$ 以下であるか否かが制御装置9によって判断される(ステップS14)。 $T_R$ は、未改質ガス発生温度と定格運転時の改質触媒2aの温度との間の温度であり、例えば原燃料が灯油の場合、400 ~ 700 の温度である。 $T_R$ は、温度検出器7毎に適宜設定される。なお、未改質ガス発生温度は、原燃料が改質触媒2aで完全に改質されず、燃料電池3のセルにダメージを与え得る炭素数2以上の炭化水素ガス(未

10

20

30

40

50

改質ガス)が発生して改質ガスに混入し始める温度を意味し、燃料の導入量に応じて予め設定される。ちなみに、改質ガス中の一酸化炭素は、燃料極で酸化物イオンと反応して、電子及び二酸化炭素となる。

【0025】

そして、各温度検出器7によって検出される改質触媒2aの温度が $T_R$ 以下であれば、制御装置9によって以下のヒータ出力処理及び空気導入処理の少なくとも一方の処理が実行される(ステップS15)。なお、ヒータ出力処理のみ、空気導入処理のみ、或いは、ヒータ出力処理及び空気導入処理の両方のいずれが実行されるかは、経済性や、改質触媒2aの温度上昇の応答性等の観点から、最適化されるようにその都度決定される。一例として、改質触媒2aの温度が比較的高い初期段階では、空気導入処理を実行して自己熱改質反応(ATR)を実現させ、改質触媒2aの温度が所定の温度以下になった段階で、ヒータ出力処理及び空気導入処理の両方を実行してヒータ5によるアシストを含める。その後は、改質触媒2aの温度との見合いでヒータ出力処理のみを実行するか、或いは出力制御との見合いでヒータ出力処理及び空気導入処理の両方を続行する。以上のステップS15の処理は、後述するホットスタンバイにおけるステップS25の処理についても同様である。

10

【0026】

ヒータ出力処理においては、 $T_R$ 以下の温度を検出した温度検出器7に対応するヒータ5が制御装置9によって制御され、そのヒータ5によって改質触媒2aが加熱されて改質触媒2aの温度が上昇させられる。改質触媒2aの加熱が開始されると、温度検出器7によって検出される改質触媒2aの温度が所定の温度以下であるか否かが制御装置9によって判断され、改質触媒2aの温度が所定の温度以下であれば、ヒータ5の出力が制御装置9によって増加させられる。所定の温度は、漸減する原燃料及び水蒸気の導入量に応じて、未改質ガスが発生し得る温度より高い温度として複数設定され、各所定の温度以下となる度にヒータ5の出力が制御装置9によって変化させられる。このように、制御装置9は、原燃料導入装置4によって導入される原燃料の導入量の減少に応じて、ヒータ5に対して改質触媒2aへの加熱量を変化させる。これにより、改質触媒2aの温度を上昇させて、未改質ガスの発生を確実に防止することができる。

20

【0027】

また、空気導入処理においては、 $T_R$ 以下の温度を検出した温度検出器7に対応する空気導入装置6が制御装置9によって制御され、その空気導入装置6によって改質触媒2aへの空気の導入が開始される。これにより、改質触媒2aの温度を容易に上昇させることができる。つまり、空気導入装置6は、改質触媒2aに空気を導入することにより改質触媒2aの温度を上昇させる。このように、燃料電池3の定格運転時には、原燃料導入装置4によって改質触媒2aに原燃料及び水が導入されて、効率の良い水蒸気改質反応が実現され、燃料電池3での発電の停止時には、空気導入装置6によって改質触媒2aに空気が導入されて、ATRが実現される。

30

【0028】

改質触媒2aへの空気の導入が開始されると、温度検出器7によって検出される改質触媒2aの温度が所定の温度以下であるか否かが制御装置9によって判断され、改質触媒2aの温度が所定の温度以下であれば、 $O_2/C$ (導入された燃料の燃焼割合)の増加処理が制御装置9によって実行される。所定の温度は、漸減する原燃料及び水蒸気の導入量に応じて、未改質ガスが発生し得る温度より高い温度として複数設定され、各所定の温度以下となる度に $O_2/C$ の増加処理が実行される。なお、 $O_2/C$ の増加処理とは、例えば、空気導入装置6が改質触媒2aへの空気の導入量を増加する処理である。この場合、制御装置9は、原燃料導入装置4によって導入される原燃料の導入量の減少に応じて、空気導入装置6に対して空気の導入量を変化させることになる。これにより、改質触媒2aの温度を上昇させて、未改質ガスの発生を確実に防止することができる。

40

【0029】

以上のヒータ出力処理及び空気導入処理の少なくとも一方の処理が実行されている間、

50

温度検出器 8 によって検出される燃料電池 3 のセルの温度が  $T_c 1$  以下であるか否かが制御装置 9 によって判断される (ステップ S 16)。  $T_c 1$  は、燃料電池 3 が燃料極の還元ガスとしての改質ガスを不要とする温度であり、その温度は、100 ~ 500、好ましくは 100 ~ 300、より好ましくは 100 ~ 200 である。そして、温度検出器 8 によって検出されるセルの温度が  $T_c 1$  以下であれば、原燃料導入装置 4、並びに、ヒータ 5 及び空気導入装置 6 のうち動作しているものが制御装置 9 によって制御され、原燃料導入装置 4 による原燃料及び水蒸気の導入が停止されると共に、ヒータ 5 の出力及び空気導入装置 6 による空気の導入が停止される (ステップ S 17)。

【0030】

続いて、温度検出器 8 によって検出される燃料電池 3 のセルの温度が  $T_c 2$  以下であるか否かが制御装置 9 によって判断される (ステップ S 18)。  $T_c 2$  は、燃料電池 3 がカソードへの空気の導入を不要とする温度であり、その温度は、好ましくは 50 ~ 200、より好ましくは 50 ~ 100 である。そして、温度検出器 8 によって検出されるセルの温度が  $T_c 2$  以下であれば、制御装置 9 によってシステム全体の運転が停止させられ (ステップ S 19)、燃料電池システム 1 がコールドスタンバイに入る。

[ホットスタンバイに入るとき]

【0031】

ホットスタンバイに入るときの燃料電池システム 1 の運転方法について、図 4 を参照して説明する。なお、ホットスタンバイとは、燃料電池 3 での発電が停止させられ、燃料電池 3 のセルの温度が作動温度の状態である燃料電池システム 1 が待機することという。ホットスタンバイは、燃料電池システム 1 の起動に長時間を要しないため、燃料電池 3 での発電の停止時間が比較的短い場合に採用される。

【0032】

図 4 に示されるように、まず、制御装置 9 によってホットスタンバイ命令が出され (ステップ S 21)、燃料電池 3 からの電流掃引が停止させられる (ステップ S 22)。つまり、制御装置 9 によって燃料電池 3 が制御され、燃料電池 3 での発電が停止させられる。続いて、制御装置 9 によって原燃料導入装置 4 が制御され、改質触媒 2 a への原燃料及び水蒸気の導入量が減少させられる (ステップ S 23)。ここでは、原燃料及び水蒸気の導入量が所定の量だけ減少させられる。

【0033】

そして、各温度検出器 7 によって検出される改質触媒 2 a の温度が  $T_R$  以下であり、且つ温度検出器 8 によって検出される燃料電池 3 のセルの温度が  $T_c 3$  以上であるという条件を満たすか否かが制御装置 9 によって判断される (ステップ S 24)。  $T_c 3$  は、セルの作動温度であり、例えば電解質が YSZ からなる場合、YSZ が酸化物イオンを伝導する 800 ~ 1000 の温度である。

【0034】

ステップ S 24 の判断処理の結果、その条件を満たす場合には、改質器 2 での未改質ガスの発生を防止するために、上述したヒータ出力処理及び空気導入処理の少なくとも一方の処理が制御装置 9 によって実行されて (ステップ S 25)、ステップ S 24 の判断処理に戻る。一方、ステップ S 24 の判断処理の結果、その条件を満たさない場合には、温度検出器 8 によって検出される燃料電池 3 のセルの温度が  $T_c 3$  未満であるか否かが制御装置 9 によって判断される (ステップ S 26)。

【0035】

ステップ S 26 の判断処理の結果、燃料電池 3 のセルの温度が  $T_c 3$  未満である場合には、セルの温度を作動温度に維持するために、制御装置 9 によって原燃料導入装置 4 が制御され、原燃料導入装置 4 によって改質触媒 2 a への原燃料及び水蒸気の導入量が増加させられて (ステップ S 27)、ステップ S 24 の判断処理に戻る。ここでは、ステップ S 23 の処理で減少させられた所定の量より少ない所定の量だけ、原燃料及び水蒸気の導入量が増加させられる。一方、ステップ S 26 の判断処理の結果、燃料電池 3 のセルの温度が  $T_c 3$  以上である場合には、ステップ S 24 の判断処理に戻る。

10

20

30

40

50

## 【0036】

このようにして、改質器2から燃料電池3に供給された改質ガスが燃料電池3の燃焼室で燃焼させられ、燃料電池システム1がホットスタンバイに入る。

## 【0037】

以上説明したように、改質器システム10、燃料電池システム1、及びその運転方法では、燃料電池3での発電を停止する際に、改質器2の改質触媒2aへの原燃料の導入量が減少させられるが、このとき、改質触媒2aの温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、改質触媒2aの加熱及び改質触媒2aへの空気の導入の少なくとも一方が行われる。これにより、改質触媒2aの温度が上昇するため、燃料電池3での発電の停止時に、未改質ガスの発生が防止されて、改質ガスが燃料電池3に供給されることになる。従って、燃料電池3での発電を停止する際に、簡単な構成で、燃料電池3にダメージが与えられるのを回避することができる。

10

## 【0038】

また、温度検出器7は、中心軸線L1上において改質触媒2aの温度を検出する。これにより、改質触媒2aにおいて改質反応が主に起こる部分の温度を正確に検出することができる。

## 【0039】

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。

## 【0040】

例えば、図5(a)に示されるように、ヒータ5及び空気導入装置6は、それぞれ1つであってもよい。また、図5(b)に示されるように、空気導入装置6は、その空気導入管として原燃料導入装置4の原燃料導入管を用いてもよい。なお、ヒータ5に替えてバーナやバーナオフガス管を採用することで、改質触媒2aを加熱するようにしてもよい。バーナやバーナオフガスによっても、ヒータ5と同様に、改質触媒2aを加熱して改質触媒2aの温度を確実に且つ容易に上昇させることができる。

20

## 【0041】

また、燃料電池システム1は、コールドスタンバイに入るときに、電流掃引の停止処理(ステップS12)の前に任意の部分負荷まで出力を下げた後に、電流掃引の停止処理(ステップS12)を実行し、図3を用いて説明したコールドスタンバイ停止工程を実行してもよい。その場合、電流掃引の停止処理(ステップS12)が実行されるまでに発電される電力は、例えば、蓄電器に蓄えたり、負荷器で消費したりすればよい。

30

## 【0042】

また、燃料電池3の定格運転時に、改質器2でATRや部分酸化改質反応を実現させてもよい。それらの場合にも、改質器2の改質触媒2aへの原燃料の導入量を減少させ、改質触媒2aの温度が未改質ガス発生温度に降下する前に、改質触媒2aの温度を上昇させれば、燃料電池3での発電を停止する際に、簡単な構成で、未改質ガスの発生を防止することができる。燃料電池3にダメージが与えられるのを回避することが可能となる。なお、それらの場合、改質触媒2aとしては、オートサーマル改質(自己熱改質)触媒若しくは部分酸化改質触媒として公知の触媒を用いることができる。つまり、オートサーマル改質触媒の例としてはロジウム系触媒、部分酸化改質触媒の例としては白金系触媒を挙げることができる。

40

## 【0043】

更に、燃料電池システム1は、間接内部型SOFCの公知の構成要素を必要に応じて適宜設けることができる。具体例を挙げれば、液体を気化させる気化器、各種流体を加圧するためのポンプ、圧縮機、ブロワ等の昇圧手段、流体の流量を調節するため、或いは流体の流れを遮断/切り替えるためのバルブ等の流量調節手段や流路遮断/切り替え手段、熱交換・熱回収を行うための熱交換器、気体を凝縮する凝縮器、スチーム等で各種機器を外熱する加熱/保温手段、炭化水素系燃料や可燃物の貯蔵手段、計装用の空気や電気系統、制御用の信号系統、制御装置、出力用や動力用の電気系統等である。

## 【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 4 4 】

【図 1】本発明に係る燃料電池システムの一実施形態の正面図である。

【図 2】図 1 に示される燃料電池システムの平面図である。

【図 3】図 1 に示される燃料電池システムがコールドスタンバイに入るときの運転方法を示すフローチャートである。

【図 4】図 1 に示される燃料電池システムがホットスタンバイに入るときの運転方法を示すフローチャートである。

【図 5】本発明に係る燃料電池システムの他の実施形態の平面図である。

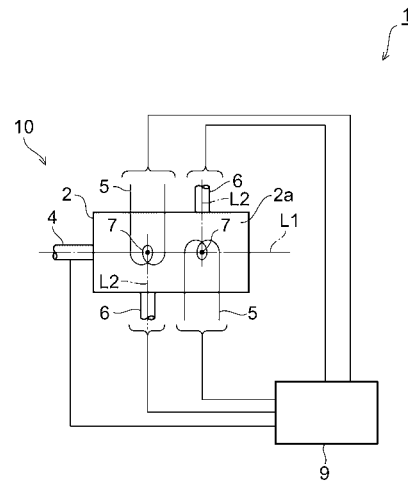
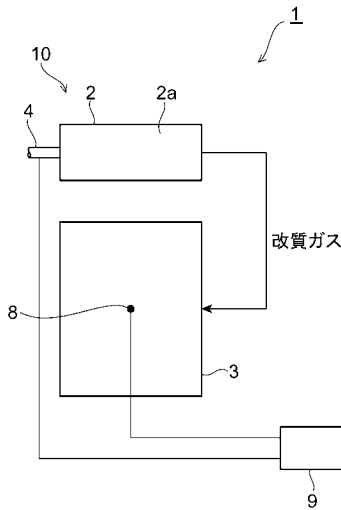
【符号の説明】

【 0 0 4 5 】

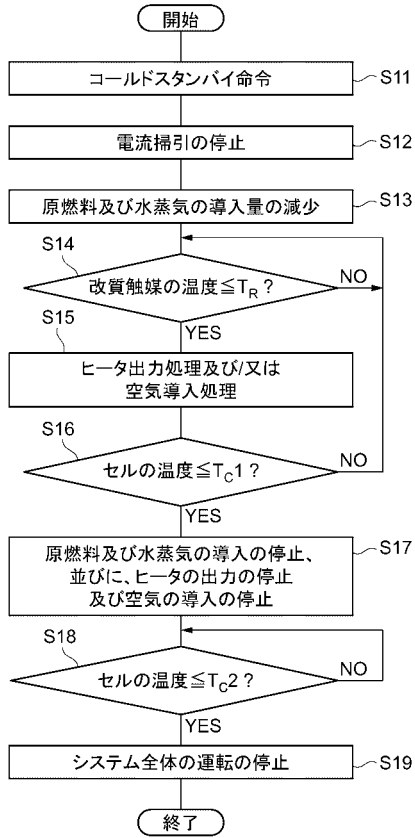
1 ... 燃料電池システム、 2 ... 改質器、 2 a ... 改質触媒、 3 ... 燃料電池、 4 ... 原燃料導入装置（原燃料導入手段）、 5 ... ヒータ（加熱手段）、 6 ... 空気導入装置（空気導入手段）、 7 ... 温度検出器（温度検出手段）、 8 ... セル温度検出器（セル温度検出手段）、 9 ... 制御装置（制御手段）、 1 0 ... 改質器システム、 L 1 ... 原燃料流路の中心軸線、 L 2 ... 空気流路の中心軸線。

【図 1】

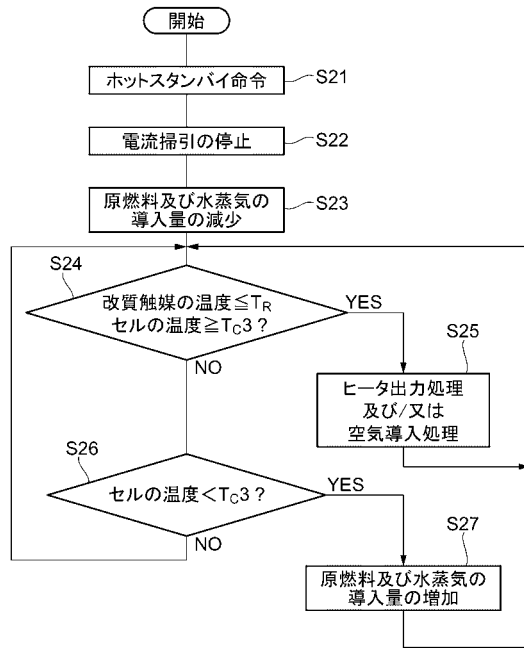
【図 2】



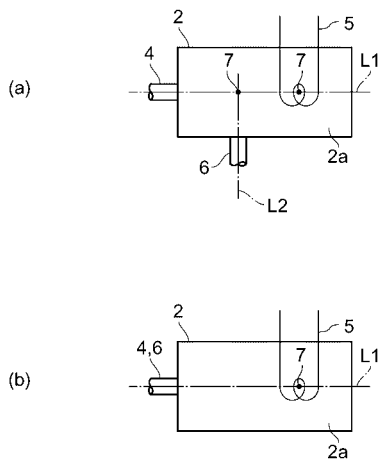
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-302631(JP,A)  
特開2006-076839(JP,A)  
特開平11-079702(JP,A)  
特開2004-039552(JP,A)  
特開2004-311337(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M	8/06
C01B	3/38
H01M	8/04
H01M	8/12