

(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2017-117564
(P2017-117564A)

(43) 公開日 平成29年6月29日(2017.6.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/04225 (2016.01)	HO 1 M 8/04 X	5H026
HO 1 M 8/04302 (2016.01)	HO 1 M 8/04 J	5H126
HO 1 M 8/04 (2016.01)	HO 1 M 8/04 N	5H127
HO 1 M 8/12 (2016.01)	HO 1 M 8/12	

審査請求 有 請求項の数 12 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-249645 (P2015-249645)
 (22) 出願日 平成27年12月22日 (2015.12.22)
 (11) 特許番号 特許第6090419号 (P6090419)
 (45) 特許公報発行日 平成29年3月8日 (2017.3.8)

(71) 出願人 000005234
 富士電機株式会社
 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
 (74) 代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 (72) 発明者 高橋 邦幸
 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
 富士電機株式会社内
 (72) 発明者 大栗 延章
 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
 富士電機株式会社内
 Fターム(参考) 5H026 AA06
 5H126 BB06

最終頁に続く

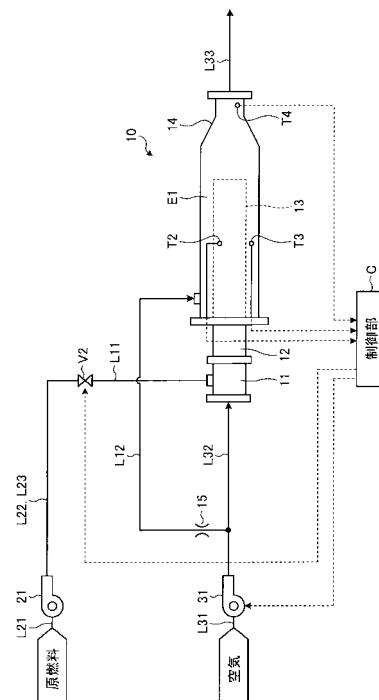
(54) 【発明の名称】 燃料電池装置

(57) 【要約】

【課題】装置起動時にバーナーを用いて燃料電池スタックを短時間で昇温する場合、燃焼ガスの温度調整が容易な燃料電池装置を提供すること。

【解決手段】装置起動時に燃料と空気とを混合しバーナーを用いて燃焼した燃焼ガスを空気極に導入して燃料電池スタックを昇温させる起動用昇温器10を有し、起動用昇温器10は、燃焼ガスが通過する燃焼筒13と、燃焼筒13の外周を覆う冷却筒14と、空気の一部を燃焼筒13と冷却筒14との間に形成される空気領域E1に導入するバイパス空気ラインL12と、を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

燃料が供給される燃料極と空気が供給される空気極とを有した燃料電池スタックを備えた燃料電池装置であって、

装置起動時に前記燃料と前記空気とを混合しバーナーを用いて燃焼した燃焼ガスを前記空気極に導入して前記燃料電池スタックを昇温させる起動用昇温器を有し、

前記起動用昇温器は、

前記燃焼ガスが通過する燃焼筒と、

前記燃焼筒の外周を覆う冷却筒と、

前記空気の一部を前記燃焼筒と前記冷却筒との間に形成される空気領域に導入するバイパス空気ラインと、

を備えたことを特徴とする燃料電池装置。

10

【請求項 2】

前記燃焼筒は、前記燃焼ガスと前記空気領域の空気とを混合する複数の穴が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池装置。

【請求項 3】

前記空気領域には、前記バイパス空気ラインから流入した空気を前記燃焼筒の周囲で旋回させる螺旋流路が形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の燃料電池装置。

【請求項 4】

前記バイパス空気ラインには、オリフィスが設けられることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の燃料電池装置。

20

【請求項 5】

前記バイパス空気ラインには、可変流量バルブが設けられることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の燃料電池装置。

【請求項 6】

前記起動用昇温器は、前記空気を前記空気極に導入する空気供給ライン上に設けられることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載の燃料電池装置。

【請求項 7】

前記空気極に供給される空気を予熱する空気予熱器と、
装置起動時のみ前記起動用昇温器へ前記燃料を供給するバーナー燃料制御部と、
装置起動時には前記起動用昇温器から吐出される前記燃焼ガスを前記空気極へ直接供給させ、通常運転時には前記起動用昇温器から吐出される空気を前記空気予熱器を介して前記空気極へ供給させる切り替え部と、
を備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一つに記載の燃料電池装置。

30

【請求項 8】

前記燃料電池スタックの表面温度を検出する表面温度検出部と、
前記表面温度をもとに前記燃料電池スタック内の空気中水分量が飽和しないように前記燃焼ガスの流量を制御する制御部と、
を備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一つに記載の燃料電池装置。

40

【請求項 9】

前記燃焼ガスの温度を検出する燃焼ガス温度検出部を備え、
前記制御部は、前記燃焼ガスの発生水分量が、前記表面温度に対する飽和空気中水分量から前記起動用昇温器に導入される空気の所定最大空気中水分量を減算した残り空気中水分量未満となるように前記空気の流量を制御して前記燃焼ガスの温度を制御することを特徴とする請求項 8 に記載の燃料電池装置。

【請求項 10】

前記燃焼ガスの温度を検出する燃焼ガス温度検出部を備え、
前記制御部は、前記燃焼ガスの発生水分量が、前記表面温度に対する飽和空気中水分量から前記起動用昇温器に導入される空気に含まれる空気中水分量を減算した残り空気中水

50

分量未満となるように前記空気の流量を制御して前記燃焼ガスの温度を制御することを特徴とする請求項 8 に記載の燃料電池装置。

【請求項 1 1】

前記空気を前記空気極に導入する空気供給ライン上にヒータを設け、

前記制御部は、装置起動時に、前記残り空気中水分量に対応する前記燃焼ガス設定温度が所定温度以下の場合には、前記起動用昇温器への前記燃料の供給を行わず、前記ヒータを用いて前記空気極に導入する空気の温度を上昇させることを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の燃料電池装置。

【請求項 1 2】

前記制御部は、前記残り空気中水分量に対応する前記表面温度が所定値以上となった場合に、前記ヒータを停止し、前記起動用昇温器への前記燃料の供給を開始することを特徴とする請求項 1 1 に記載の燃料電池装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、装置起動時にバーナーを用いて燃料電池スタックを短時間で昇温する場合、燃焼ガスの温度調整が容易な燃料電池装置に関する。

【背景技術】

【0002】

固体酸化物形燃料電池等の高温型燃料電池は運転温度が 600 ~ 1000 程度である。したがって、高温型燃料電池は、一旦、運転を停止すると装置が常温状態となり、運転再開時に再び燃料電池を高温状態にする必要がある。この場合、燃料電池を高温状態にするまでに時間がかかり、結果的に燃料電池の起動に時間がかかることになる。

20

【0003】

このため、特許文献 1 では、空気導入管内に起動用バーナーを設置し、バーナー用燃料ガス導入管から燃料ガスを導入して燃焼させて、空気導入管を通過する空気を加熱して起動時間の短縮を図っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

30

【特許文献 1】特開 2005 - 317232 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、バーナーを用いて燃料電池スタックを常温から 600 ~ 1000 程度の高温まで昇温する場合、燃料と空気との燃焼の調整が難しく、安定して燃焼温度調整を行うことができるダイナミックレンジが狭い。燃焼ガス温度は、燃料の量と空気の量との比（空気比）で決定されるが、例えば、燃焼ガス温度を 300 ~ 650 程度とする場合に、燃焼ガス温度を 300 まで下げようとする、空気比が大きくなってしまい、バーナーを用いた燃焼性が悪くなり、未燃ガスや一酸化炭素が大量に発生してしまう。また、バーナーを用いると燃焼温度が急激に高くなり、燃焼ガスによって燃料電池スタックを急激に昇温すると、昇温が遅れている燃料電池スタックに結露が生じやすい。

40

【0006】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、起動時にバーナーを用いて燃料電池スタックを短時間で昇温する場合、燃焼ガスの温度調整が容易な燃料電池装置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】

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる燃料電池装置は、燃料が供給される燃料極と空気が供給される空気極とを有した燃料電池スタックを備えた燃料

50

電池装置であって、装置起動時に前記燃料と前記空気とを混合しバーナーを用いて燃焼した燃焼ガスを前記空気極に導入して前記燃料電池スタックを昇温させる起動用昇温器を有し、前記起動用昇温器は、前記燃焼ガスが通過する燃焼筒と、前記燃焼筒の外周を覆う冷却筒と、前記空気の一部を前記燃焼筒と前記冷却筒との間に形成される空気領域に導入するバイパス空気ラインと、を備えたことを特徴とする。

【0008】

また、本発明にかかる燃料電池装置は、上記の発明において、前記燃焼筒は、前記燃焼ガスと前記空気領域の空気とを混合する複数の穴が形成されていることを特徴とする。

【0009】

また、本発明にかかる燃料電池装置は、上記の発明において、前記空気領域には、前記バイパス空気ラインから流入した空気を前記燃焼筒の周囲で旋回させる螺旋流路が形成されていることを特徴とする。

10

【0010】

また、本発明にかかる燃料電池装置は、上記の発明において、前記バイパス空気ラインには、オリフィスが設けられることを特徴とする。

【0011】

また、本発明にかかる燃料電池装置は、上記の発明において、前記バイパス空気ラインには、可変流量バルブが設けられることを特徴とする。

【0012】

また、本発明にかかる燃料電池装置は、上記の発明において、前記起動用昇温器は、前記空気を前記空気極に導入する空気供給ライン上に設けられることを特徴とする。

20

【0013】

また、本発明にかかる燃料電池装置は、上記の発明において、前記空気極に供給される空気を予熱する空気予熱器と、装置起動時のみ前記起動用昇温器へ前記燃料を供給するバーナー燃料制御部と、装置起動時には前記起動用昇温器から吐出される前記燃焼ガスを前記空気極へ直接供給させ、通常運転時には前記起動用昇温器から吐出される空気を前記空気予熱器を介して前記空気極へ供給させる切り替え部と、を備えたことを特徴とする。

【0014】

また、本発明にかかる燃料電池装置は、上記の発明において、前記燃料電池スタックの表面温度を検出する表面温度検出部と、前記表面温度をもとに前記燃料電池スタック内の空気中水分量が飽和しないように前記燃焼ガスの流量を制御する制御部と、を備えたことを特徴とする。

30

【0015】

また、本発明にかかる燃料電池装置は、上記の発明において、前記燃焼ガスの温度を検出する燃焼ガス温度検出部を備え、前記制御部は、前記燃焼ガスの発生水分量が、前記表面温度に対する飽和空気中水分量から前記起動用昇温器に導入される空気の所定最大空気中水分量を減算した残り空気中水分量未満となるように前記空気の流量を制御して前記燃焼ガスの温度を制御することを特徴とする。

【0016】

また、本発明にかかる燃料電池装置は、上記の発明において、前記燃焼ガスの温度を検出する前記燃焼ガス温度検出部を備え、前記制御部は、前記燃焼ガスの発生水分量が、前記表面温度に対する飽和空気中水分量から前記起動用昇温器に導入される空気に含まれる空気中水分量を減算した残り空気中水分量未満となるように前記空気の流量を制御して前記燃焼ガスの温度を制御することを特徴とする。

40

【0017】

また、本発明にかかる燃料電池装置は、上記の発明において、前記空気を前記空気極に導入する空気供給ライン上にヒータを設け、前記制御部は、装置起動時に、前記残り空気中水分量に対応する前記燃焼ガス設定温度が所定温度以下の場合には、前記起動用昇温器への前記燃料の供給を行わず、前記ヒータを用いて前記空気極に導入する空気の温度を上昇させることを特徴とする。

50

【0018】

また、本発明にかかる燃料電池装置は、上記の発明において、前記制御部は、前記残り空気中水分量に対応する前記表面温度が所定値以上となった場合に、前記ヒータを停止し、前記起動用昇温器への前記燃料の供給を開始することを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、燃料電池スタックを短時間で昇温することが可能となり、また、燃焼ガスの温度調整範囲が広くなり、かつ温度調整が容易となる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は、本発明の実施の形態である燃料電池装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、起動用昇温器の詳細構成を示す図である。

【図3】図3は、起動用昇温器の変形例を示す断面図である。

【図4】図4は、図3に示したA-A線断面図である。

【図5】図5は、制御部による起動昇温制御処理手順を示すフローチャートである。

【図6】図6は、図5に示した起動用昇温器による昇温処理の詳細処理手順を示すフローチャートである。

【図7】図7は、起動昇温制御処理の具体例その1の処理フローを示す図である。

【図8】図8は、起動昇温制御処理の具体例その1の処理における表面温度、飽和空気中水分量、外気持込み最大水分量、燃焼ガス発生可能水分量、燃焼ガス設定温度の関係を示す図である。

【図9】図9は、起動昇温制御処理の具体例その2の処理フローを示す図である。

【図10】図10は、起動昇温制御処理の具体例その2の処理における表面温度、燃料電池スタックの飽和空気中水分量、外気の飽和空気中水分量、燃焼ガス発生可能水分量、燃焼ガス設定温度の関係を示す図である。

【図11】図11は、図1に示したヒータの位置を変えた燃料電池装置の変形例1の構成を示すブロック図である。

【図12】図12は、図1に示したヒータの位置を変えた燃料電池装置の変形例2の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、添付図面を参照してこの発明を実施するための形態について説明する。

【0022】

(全体構成)

図1は、本発明の実施の形態である燃料電池装置1の全体構成を示すブロック図である。燃料電池装置1は、燃料電池モジュール2を有する。燃料電池モジュール2は、断熱筐体内部に設けられた燃料電池スタック3を有する。燃料電池スタック3は、燃料供給ラインL25から導入される燃料と、空気供給ラインL34から導入される空気とを反応させて発電する発電セルを複数設けたセルスタックである。

【0023】

燃料電池スタック3は、例えば円筒形の発電セルを複数本束ねた構成や矩形平板の発電セルを複数積層した構成等、公知の構成を用いることができる。本実施の形態の燃料電池スタック3は、燃料極(アノード)3aと空気極(カソード)3bとの間に電解質としてイオン導電性セラミックスを介在させた固体酸化物形燃料電池(SOFC)を用いている。

【0024】

燃料供給ラインL21からの原燃料(例えば、メタンガスや都市ガス等)は、燃料プロア21および燃料供給ラインL22を介して接続される脱硫器22によって硫黄成分が除去される。さらに、硫黄成分が除去された燃料は、燃料供給ラインL23、バルブV1、

10

20

30

40

50

燃料供給ライン L 2 4 を介して接続される改質器 2 3 によって水素を含む改質燃料に改質され、この改質燃料が燃料供給ライン L 2 5 を介してアノード 3 a に導入される。改質水蒸発器 2 4 は、供給ライン L 2 6 を介して導入された水を蒸発し、この蒸発水を、供給ライン L 2 7 を介して改質器 2 3 に導入する。改質器 2 3 は、原燃料を水蒸気改質した改質燃料を生成する。なお、改質器 2 3 の機能がセルスタックに内蔵されている場合は、改質器 2 3 を省略することができる。

【 0 0 2 5 】

一方、空気供給ライン L 3 1 からの空気は、空気ブロア 3 1、空気供給ライン L 3 2、起動用昇温器 1 0、空気供給ライン L 3 3、ヒータ 3 2、バルブ V 3 を含む空気供給ライン L 3 4 を介してカソード 3 b に導入される。起動用昇温器 1 0 には、燃料供給ライン L 2 3 から分岐した燃料供給ライン L 1 1 およびバルブ V 2 を介して燃料が導入され、起動時にのみパーナ燃料制御部となるバルブ V 2 が開き、燃料と空気供給ライン L 3 2 から供給される空気とを混合し、パーナを用いて燃焼し、燃焼ガスを空気供給ライン L 3 3 に導出する。この燃焼ガスがカソード 3 b に導入されることによって燃料電池スタック 3 が昇温される。なお、起動用昇温器 1 0 は、空気供給ライン L 3 2、L 3 3 に接続され、通常運転時のパーナが燃焼していない時には、空気供給ライン L 3 2 から導入された空気をそのまま空気供給ライン L 3 3 に導出する。本実施の形態では空気ブロワ 3 1 が、燃料電池スタック 3 に空気または燃焼ガスを供給する空気昇圧ブロワと、起動用昇温器 1 0 に空気を供給する空気昇圧ブロワとを兼用している。このため、システムの簡素化が図れ、装置の小型化を実現できる。

10

20

【 0 0 2 6 】

ヒータ 3 2 は、空気供給ライン L 3 3 から供給された空気を昇温する。ヒータ 3 2 は、装置起動時および通常運転時に用いられる。

【 0 0 2 7 】

カソード 3 b から導出された空気オフガスは、空気予熱器 3 3 で熱交換した後、オフガスライン L 4 1 を介して燃焼器 4 1 に導入される。一方、アノード 3 a から導出された燃料オフガスは、オフガスライン L 4 1 に接続されるオフガスライン L 4 2 を介して燃焼器 4 1 に導入される。なお、改質器 2 3 の燃料改質反応は吸熱反応であるため、改質器 2 3 の前段に熱交換器を設け、例えば燃料オフガスを用いて燃料を予熱するようにしてもよい。空気予熱器 3 3 には、通常運転時に空気が予熱されるように、空気予熱器 3 3 を通る空気供給ライン L 3 5 が設けられている。空気供給ライン L 3 5 を用いる場合、バルブ V 3 は閉となり、バルブ V 4 は開となる。なお、バルブ V 3、V 4 は空気極 3 b への空気または燃焼ガスの供給を切り替える切り替え部として機能する。

30

【 0 0 2 8 】

燃焼器 4 1 は、導入された燃料オフガスと空気オフガスとを触媒によって燃焼させる。この燃焼ガスは、オフガスライン L 4 3、熱交換器 4 2、およびオフガスライン L 4 4 を介して大気に排気される。熱交換器 4 2 は、排熱回収用の熱交換器であり、排熱回収ライン L 4 5 が接続されて温水を生成する。

【 0 0 2 9 】

(起動用昇温器の詳細構成)

図 2 は、起動用昇温器 1 0 の詳細構成を示す図である。図 2 に示すように、起動用昇温器 1 0 は、混合部 1 1、パーナ部 1 2、燃焼筒 1 3、冷却筒 1 4、および、バイパス空気ライン L 1 2 を有する。混合部 1 1 は、燃料供給ライン L 1 1 から導入される燃料と空気供給ライン L 3 2 から導入される空気とを混合する。パーナ部 1 2 は、混合部 1 1 から流入する混合ガスに対し、パーナを用いて燃焼を開始させる。燃焼筒 1 3 は、筒内を燃焼領域として混合ガスを燃焼させる。バイパス空気ライン L 1 2 は、空気供給ライン L 3 2 から分岐した空気を冷却筒 1 4 の基端部側 (パーナ部 1 2 側) に導入する。冷却筒 1 4 は、燃焼筒 1 3 の外周を覆い、冷却筒 1 4 と燃焼筒 1 3 との間に空気領域 E 1 を形成する。すなわち、燃焼筒 1 3 と冷却筒 1 4 とは二重管構造となっている。

40

【 0 0 3 0 】

50

バイパス空気ライン L 1 2 を介して空気領域 E 1 に空気が導入されるので、燃焼筒 1 3 内の燃焼温度を冷却することができるとともに、冷却筒 1 4 の周囲温度を低く抑えることができる。また、燃焼筒 1 3 をパンチングメタルとすることによって、燃焼筒 1 3 に設けられた複数の穴を介して燃焼ガスと空気領域 E 1 の空気とが燃焼状態に影響を与えずに混合し、燃焼ガスをさらに冷却することができる。したがって、例えば、燃焼ガスが 3 0 0 ~ 6 5 0 程度とする場合であって、燃焼ガス温度を 3 0 0 まで下げようとする場合に燃焼部の空気比を大きくしなくても、燃焼ガス温度を下げるることができる。すなわち、バーナーを用いた燃焼性を安定しつつ、燃焼ガス温度を下げるることができる。この結果、安定した燃焼ガス温度調整を広いダイナミックレンジで行うことができる。

【 0 0 3 1 】

なお、バイパス空気ライン L 1 2 上には、オリフィス 1 5 が設けられ、予め設定された流量比で、空気をバイパス空気ライン L 1 2 と空気供給ライン L 3 2 とに分岐している。なお、空気の流量比設定のためにオリフィス 1 5 を設けたのは、簡易な構成とするためである。オリフィス 1 5 の開口は、事前に燃焼ガス温度調整を行った結果をもとに決定されたものである。したがって、オリフィス 1 5 に替えて可変流量バルブを設けてもよい。

【 0 0 3 2 】

また、図 3 および図 4 に示すように、空気領域 E 1 を流れる空気の燃焼筒 1 3 に対する接触面積を広くして冷却効果を大きくするため、空気領域 E 1 に螺旋流路 L L を形成するようにしてもよい。

【 0 0 3 3 】

なお、図 1 および図 2 に示すように、制御部 C は、燃料電池スタック 3 の表面温度を検出する表面温度検出部 T 1 から入力される表面温度、燃焼筒 1 3 内における燃焼温度を検出する燃焼温度検出部 T 2 から入力される燃焼温度、空気領域 E 1 の空気温度を検出する空気温度検出部 T 3 から入力される空気温度、冷却筒 1 4 の出口に配置されて燃焼ガス温度を検出する燃焼ガス温度検出部 T 4 から入力される燃焼ガス温度を取得する。制御部 C は、表面温度、燃焼温度、空気温度、燃焼ガス温度をもとに、空気プロア 3 1 による空気供給量を制御する。なお、制御部 C は、燃料プロア 2 1 による燃料供給量を制御してもよいし、空気供給量および燃料供給量の双方を制御してもよいが、空気プロア 3 1 による空気供給量の制御を行う方が簡易な構成となる。また、空気供給量の方が大きいため、空気供給量を制御すると、きめの細かい温度調整が可能になる。なお、制御部 C は、表面温度をもとにヒータ 3 2 による空気の昇温制御を行う。さらに、制御部 C は、バルブ V 1 ~ V 4 の開閉制御を行う。制御部 C は、停止時は、すべてのバルブ V 1 ~ V 4 を閉にする。制御部 C は、装置起動時は、バルブ V 1、V 4 を閉にし、バルブ V 2、V 3 を開にする。制御部 C は、通常運転時は、バルブ V 1、V 4 を開にし、バルブ V 2、V 3 を閉にする。

【 0 0 3 4 】

(起動昇温制御処理)

つぎに、図 5 および図 6 に示すフローチャートを参照して制御部 C による起動昇温制御処理手順について説明する。まず、制御部 C は、停止時においてすべてのバルブ V 1 ~ V 4 を閉にしている。制御部 C は、装置起動時に、バルブ V 3 を開にして、ヒータ 3 2 により空気を昇温して燃料電池スタック 3 の昇温を行う (ステップ S 1 0 1) 。

【 0 0 3 5 】

その後、制御部 C は、表面温度検出部 T 1 が検出する表面温度が所定表面温度以上になったか否かを判断する (ステップ S 1 0 2) 。表面温度が所定表面温度以上となっていない場合 (ステップ S 1 0 2 , N o) には、ステップ S 1 0 1 に移行してヒータ 3 2 による昇温を継続する。

【 0 0 3 6 】

一方、表面温度が所定表面温度以上となった場合 (ステップ S 1 0 2 , Y e s) には、ヒータ 3 2 を停止し、起動用昇温器 1 0 による昇温処理を行い (ステップ S 1 0 3) 、本処理を終了する。

【 0 0 3 7 】

10

20

30

40

50

図 6 に示すように、起動用昇温器 10 による昇温処理では、まず、バルブ V 1 を閉にし、バルブ V 2 を開にする（ステップ S 2 0 1）。これによって、燃料供給ライン L 1 1 を介して起動用昇温器 10 に燃料の供給が開始される。その後、制御部 C は、起動バーナーを着火する（ステップ S 2 0 2）。さらに、制御部 C は、起動バーナーが着火したか否かを判断する（ステップ S 2 0 3）。この起動バーナーが着火したか否かは、例えば、燃焼温度を検出することによって判断することができる。起動バーナーが着火しない場合（ステップ S 2 0 3, No）には、再度、ステップ S 2 0 2 に移行して起動バーナーを着火する。

【 0 0 3 8 】

一方、起動バーナーが着火した場合（ステップ S 2 0 3, Yes）には、燃焼ガスの発生水分量が、表面温度に対する飽和空気中水分量から、起動用昇温器 10 に導入される空気に含まれる空気中水分量を減算した残り空気中水分量未満となるように、空気プロア 3 1 を介して空気流量を制御して燃焼ガス温度を制御する（ステップ S 2 0 4）。これによって、燃料電池スタック 3 が結露することなく、昇温される。

10

【 0 0 3 9 】

その後、制御部 C は、表面温度が目標温度、例えば 6 0 0 に到達したか否かを判断する（ステップ S 2 0 5）。表面温度が目標温度に到達しない場合（ステップ S 2 0 5, No）には、ステップ S 2 0 4 に移行し、起動用昇温器 10 による昇温制御処理を継続する。

【 0 0 4 0 】

一方、表面温度が目標温度に到達した場合（ステップ S 2 0 5, Yes）には、バルブ V 1 を開にし、バルブ V 2 を閉にして、燃料をアノード 3 a 側に供給するとともに、バルブ V 3 を閉にし、バルブ V 4 を開にして、空気を空気予熱器 3 3 を介してカソード 3 b に供給する。これによって、通常運転に移行する。その後、ステップ S 1 0 3 にリターンする。

20

【 0 0 4 1 】

（起動昇温制御処理の具体例その 1）

つぎに、図 7 および図 8 を参照してステップ S 2 0 4 における起動昇温制御処理の具体例その 1 について説明する。図 7 に示すように、制御部 C は、まず表面温度 D 1 を取得する。なお、この表面温度 D 1 は、燃料電池スタック 3 の最低表面温度である。その後、表面温度に対する飽和空気中水分量を示す曲線 L A をもとに、取得した表面温度 D 1 に対する飽和空気中水分量 D 2 を算出する。なお、曲線 L A は、近似式であり、R は相関係数である。

30

【 0 0 4 2 】

その後、制御部 C は、燃料電池スタック 3 の飽和空気中水分量 D 2 から、製品仕様で予め設定されている外気持込み最大水分量 D 3 を減算して燃料電池スタック 3 での残り空気中水分量 D 4 を算出する。外気持込み最大水分量 D 3 は、所定最大空気水分量であり、例えば、4 0 、 8 5 % R H における水分量 $5 6 . 5 [g / m ^ 3]$ である。

【 0 0 4 3 】

その後、制御部 C は、燃焼ガス中に、残り空気中水分量 D 4 分の水分量の発生を可能とする燃焼ガス発生可能水分量に対する燃焼ガス設定温度（目標温度）の関係を示す曲線 L B をもとに、燃焼ガス設定温度 D 5 を算出する。なお、残り空気中水分量 D 4 と燃焼ガス発生可能水分量とは同じ値である。また、曲線 L B は、近似式であり、R は相関係数である。

40

【 0 0 4 4 】

そして、制御部 C は、残り空気中水分量 D 4 未満となるように、燃焼ガス設定温度 D 5 未満となる燃焼ガス温度制御を行う。すなわち、制御部 C は、燃焼ガス設定温度 D 5 未満となるように空気プロア 3 1 を制御して空気供給量を調整しつつ燃料電池スタック 3 の昇温制御を行う。

【 0 0 4 5 】

50

なお、燃焼ガス設定温度 D 5 が 200 未満の場合には、起動用昇温器 10 による昇温制御が難しいため、図 8 に示すように、燃焼ガス設定温度 D 5 が 200 未満の場合には、ヒータ 32 による昇温制御を行い、燃焼ガス設定温度 D 5 が 200 以上の場合に、起動用昇温器 10 による昇温制御を行うことが好ましい。具体的に、表面温度 D 1 が 40 までは少なくともヒータ 32 による昇温制御を行う。

【0046】

この場合、制御部 C は、燃焼ガス設定温度 D 5 が 200 のときの表面温度 D 1 (ステップ S 102 における所定表面温度) となった場合に、起動用昇温器 10 による昇温制御を行うことが好ましい。

【0047】

このような燃焼ガス温度制御を行うことによって、燃料電池スタック 3 での結露が防止され、燃料電池スタックの長寿命化を図ることができる。

【0048】

(起動昇温制御処理の具体例その 2)

つぎに、図 9 および図 10 を参照してステップ S 204 における起動昇温制御処理の具体例その 2 について説明する。この具体例その 2 では、図示しない外気温度検出部と外気湿度検出部とを設け、製品仕様で予め設定されている外気持込み最大水分量 D 3 に替えて、検出した外気温度 D 3 1 と外気湿度 D 3 2 とをもとに、その都度、飽和空気中水分量 D 3 3 を算出するようにしている。

【0049】

図 9 に示すように、制御部 C は、まず表面温度 D 1 を取得する。なお、この表面温度 D 1 は、燃料電池スタック 3 の最低表面温度である。その後、表面温度に対する飽和空気中水分量を示す曲線 L A をもとに、取得した表面温度 D 1 に対する飽和空気中水分量 D 2 を算出する。なお、曲線 L A は、近似式であり、R は相関係数である。

【0050】

その後、制御部 C は、燃料電池スタック 3 の飽和空気中水分量 D 2 から、外気温度 D 3 1 と外気湿度 D 3 2 とをもとに算出した空気 (外気) の飽和空気中水分量 D 3 3 を減算して、燃料電池スタック 3 での残り空気中水分量 D 4 を算出する。飽和空気中水分量 D 3 3 は、例えば、外気温度 D 3 1 が 10 、外気湿度 D 3 2 が 30 % RH の場合、 $2.83 [g / m^3]$ となる。

【0051】

その後、制御部 C は、燃焼ガス中に、残り空気中水分量 D 4 分の水分量の発生を可能とする燃焼ガス発生可能水分量に対する燃焼ガス設定温度 (目標温度) の関係を示す曲線 L B をもとに、燃焼ガス設定温度 D 5 を算出する。なお、残り空気中水分量 D 4 と燃焼ガス発生可能水分量とは同じ値である。また、曲線 L B は、近似式であり、R は相関係数である。

【0052】

そして、制御部 C は、残り空気中水分量 D 4 未満となるように、燃焼ガス設定温度 D 5 未満となる燃焼ガス温度制御を行う。すなわち、制御部 C は、燃焼ガス設定温度 D 5 未満となるように空気プロア 31 を制御して空気供給量を調整しつつ燃料電池スタック 3 の昇温制御を行う。

【0053】

なお、燃焼ガス設定温度 D 5 が 200 未満の場合には、起動用昇温器 10 による昇温制御が難しいため、図 10 に示すように、燃焼ガス設定温度 D 5 が 200 未満の場合には、ヒータ 32 による昇温制御を行い、燃焼ガス設定温度 D 5 が 200 以上の場合に、起動用昇温器 10 による昇温制御を行うことが好ましい。具体的に、表面温度 D 1 が 50 の場合には、ヒータ 32 による昇温制御を行う。

【0054】

この場合、制御部 C は、燃焼ガス設定温度 D 5 が 200 のときの表面温度 D 1 (ステップ S 102 における所定表面温度) となった場合に、起動用昇温器 10 による昇温制御

10

20

30

40

50

を行うことが好ましい。

【0055】

このような燃焼ガス温度制御を行うことによって、燃料電池スタック3での結露が防止され、燃料電池スタックの長寿命化を図ることができる。

【0056】

なお、上述した実施の形態では、起動用昇温器10を空気供給ライン上に設けていたが、これに限らず、燃料供給ラインL11上に設けてもよい。

【0057】

また、上述した実施の形態では、ヒータ32を、空気供給ラインL34の前段に設けていたが、これに限らず、図11に示したヒータ52のように、空気予熱器33を通る空気供給ラインL34上に設けても良い。ここで、ヒータ52による昇温制御を行う場合、バルブV3は閉とし、バルブV4は開となる。さらに、図12に示したヒータ62のように、空気予熱器33をバイパスするバイパスラインL62上に設けてもよい。ここで、ヒータ62による昇温制御を行う場合、バルブV3、バルブV4は閉とし、バルブV62は開となる。なお、ヒータ62を用いない場合、バルブV62は閉となる。なお、ヒータ62は、ヒータ32、52のように、燃焼ガスが通過しないため、耐熱性が低い装置を適用することができる。

10

【符号の説明】

【0058】

- 1 燃料電池装置
- 2 燃料電池モジュール
- 3 燃料電池スタック
- 3 a 燃料極（アノード）
- 3 b 空気極（カソード）
- 10 起動用昇温器
- 11 混合部
- 12 バーナー部
- 13 燃焼筒
- 14 冷却筒
- 15 オリフィス
- 21 燃料プロア
- 22 脱硫器
- 23 改質器
- 24 改質水蒸発器
- 31 空気プロア
- 32, 52, 62 ヒータ
- 33 空気予熱器
- 41 燃焼器
- 42 熱交換器
- C 制御部
- D1 表面温度
- D2, D33 飽和空気中水分量
- D3 外気持込み最大水分量
- D31 外気温度
- D32 外気湿度
- D4 残り空気中水分量
- D5 燃焼ガス設定温度
- E1 空気領域
- L11 燃料供給ライン
- L12 バイパス空気ライン

20

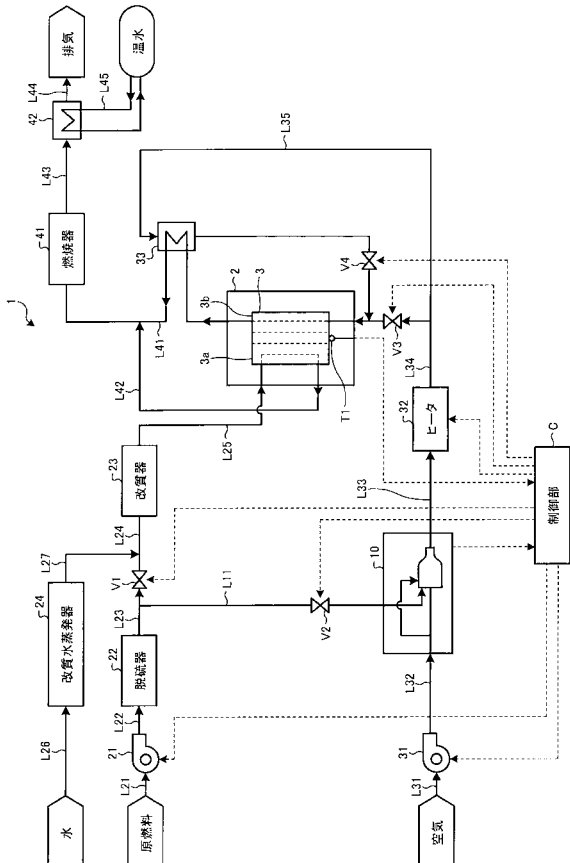
30

40

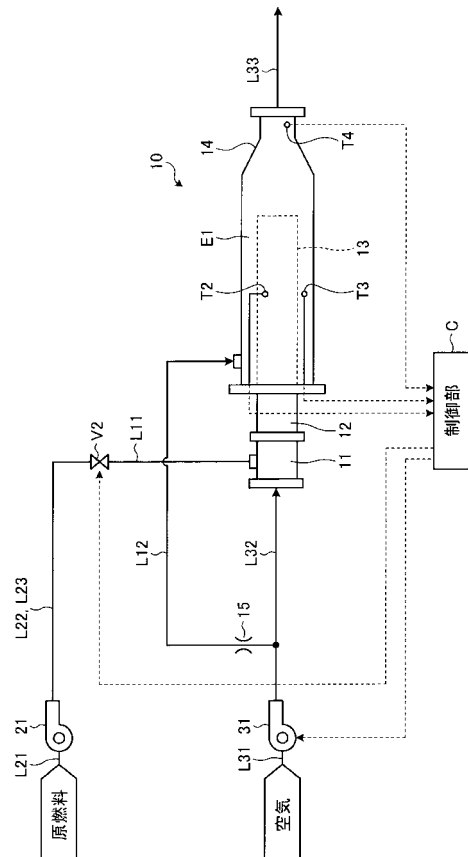
50

- L 2 1 ~ L 2 5 燃料供給ライン
- L 2 6 , L 2 7 供給ライン
- L 3 1 ~ L 3 5 空気供給ライン
- L 4 1 ~ L 4 4 オフガスライン
- L 4 5 排熱回収ライン
- L 6 2 バイパスライン
- L A , L B 曲線
- L L 螺旋流路
- T 1 表面温度検出部
- T 2 燃焼温度検出部
- T 3 空気温度検出部
- T 4 燃焼ガス温度検出部
- V 1 ~ V 4 , V 6 2 バルブ

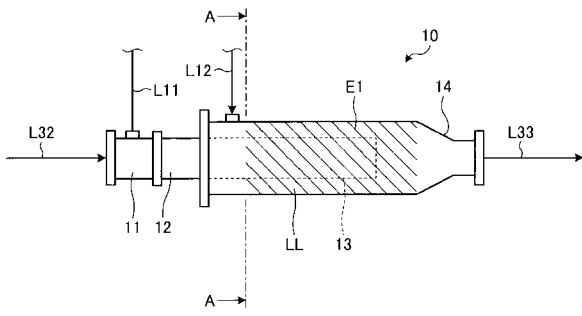
【 図 1 】



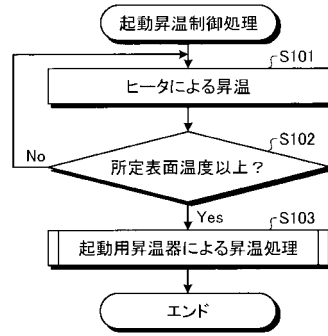
【 図 2 】



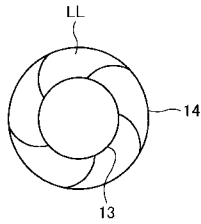
【図3】



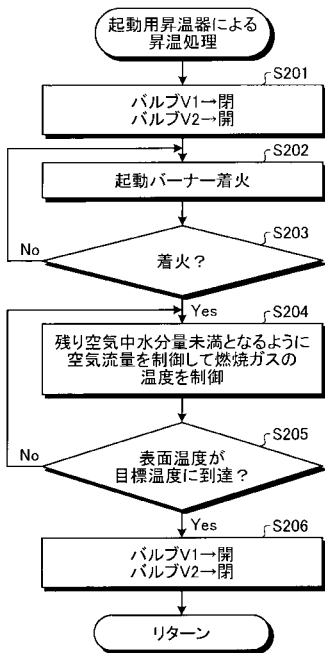
【図5】



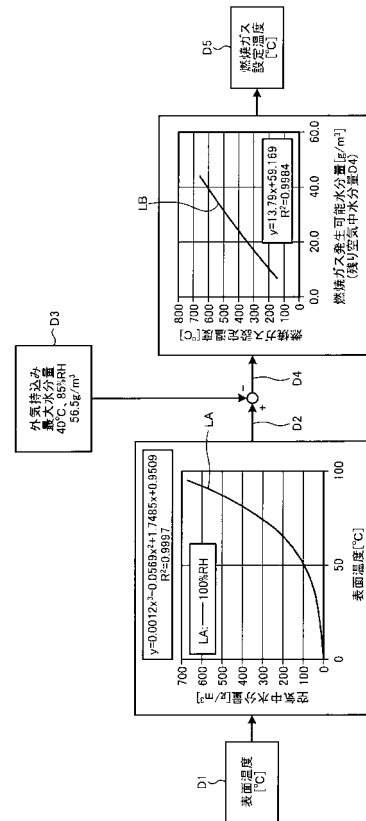
【図4】



【図6】



【図7】



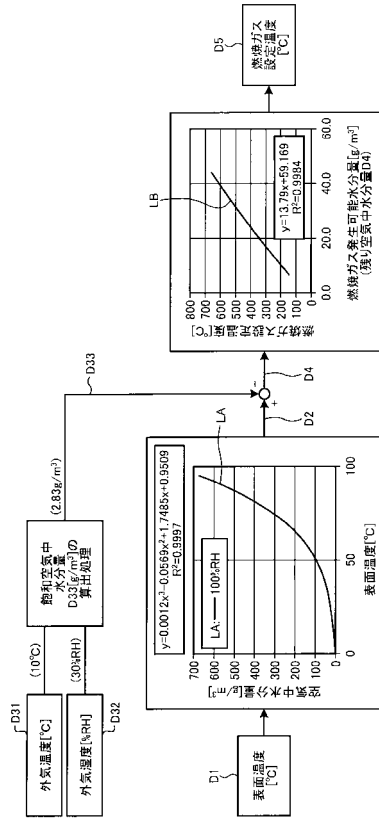
【 図 8 】

表面温度 D1[°C]	飽和空気中水分量 D2[g/m^3]	飽和空気中水分量 D33[g/m^3]	外気持込み最大水分量 D3[g/m^3]	燃焼ガス発生可能水分量 (残り空気中水分量D4)[g/m^3]	燃焼ガス設定温度 D5[°C]
50	96.1	96.1	56.5	39.6	606
45	73.8	73.8	56.5	17.3	297
40	56.7	56.7	56.5	-0.2	61
30	34.6	34.6	56.5	-21.9	-243
20	22.8	22.8	56.5	-33.7	-406
10	13.9	13.9	56.5	-42.6	-528
5	8.4	8.4	56.5	-48.1	-604

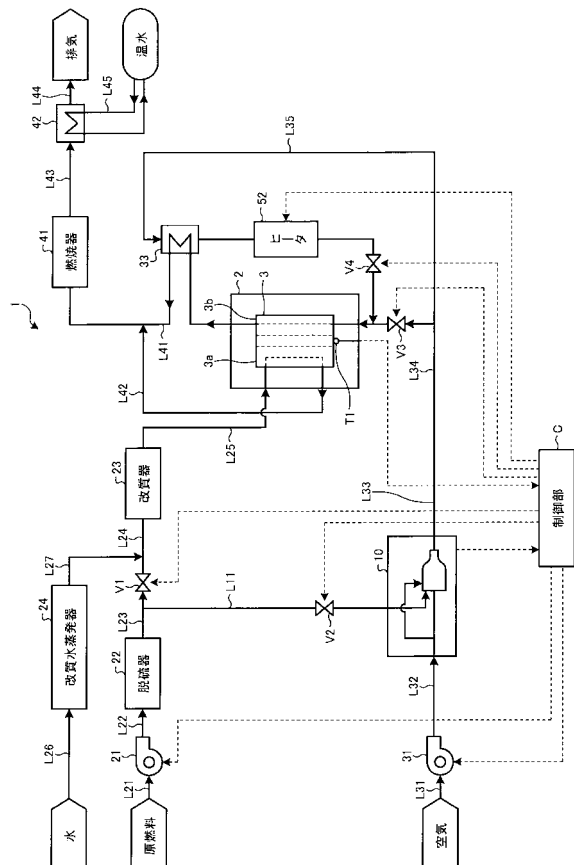
【 図 10 】

表面温度 D1[°C]	飽和空気中水分量 D2[g/m^3]	飽和空気中水分量 D33[g/m^3]	燃焼ガス発生可能水分量 (残り空気中水分量D4)[g/m^3]	燃焼ガス設定温度 D5[°C]
50	96.1	93.3	93.3	1346
45	73.8	2.83	70.9	1037
40	56.7	2.83	53.8	801
30	34.6	2.83	31.8	497
20	22.8	2.83	19.9	334
10	13.9	2.83	11.1	212
5	8.4	2.83	5.6	136

【 図 9 】



【 図 11 】



回させる螺旋流路が形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 4】

前記バイパス空気ラインには、オリフィスが設けられることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 5】

前記バイパス空気ラインには、可変流量バルブが設けられることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 6】

前記起動用昇温器は、前記空気を前記空気極に導入する空気供給ライン上に設けられることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 7】

前記空気極に供給される空気を予熱する空気予熱器と、
装置起動時のみ前記起動用昇温器へ前記燃料を供給するバーナー燃料制御部と、
装置起動時には前記起動用昇温器から吐出される前記燃焼ガスを前記空気極へ直接供給させ、通常運転時には前記起動用昇温器から吐出される空気を前記空気予熱器を介して前記空気極へ供給させる切り替え部と、
を備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一つに記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 8】

前記燃料電池スタックの表面温度を検出する表面温度検出部と、
前記空気を前記空気極に導入する空気供給ライン上にヒータを設け、
前記制御部は、装置起動時に、前記残り空気中水分量に対応する前記燃焼ガス設定温度が所定温度以下の場合には、前記起動用昇温器への前記燃料の供給を行わず、前記ヒータを用いて前記空気極に導入する空気の温度を上昇させることを特徴とする請求項 1 ~ 7 の
いずれか一つに記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 9】

前記制御部は、前記表面温度が所定値以上となった場合に、前記ヒータを停止し、前記
起動用昇温器への前記燃料の供給を開始することを特徴とする請求項 8 に記載の固体酸化物
形燃料電池装置。

【請求項 10】

前記燃料電池スタックの表面温度を検出する表面温度検出部と、
前記表面温度をもとに前記燃料電池スタック内の空気中水分量が飽和しないように前記燃焼ガスの流量を制御する制御部と、
を備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一つに記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 11】

前記燃焼ガスの温度を検出する燃焼ガス温度検出部を備え、
前記制御部は、前記燃焼ガスの発生水分量が、前記表面温度に対する飽和空気中水分量から前記起動用昇温器に導入される空気の所定最大空気中水分量を減算した残り空気中水分量未満となるように前記空気の流量を制御して前記燃焼ガスの温度を制御することを特徴とする請求項 10 に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 12】

前記燃焼ガスの温度を検出する燃焼ガス温度検出部を備え、
前記制御部は、前記燃焼ガスの発生水分量が、前記表面温度に対する飽和空気中水分量から前記起動用昇温器に導入される空気に含まれる空気中水分量を減算した残り空気中水分量未満となるように前記空気の流量を制御して前記燃焼ガスの温度を制御することを特徴とする請求項 11 に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 13】

前記空気を前記空気極に導入する空気供給ライン上にヒータを設け、

前記制御部は、装置起動時に、前記残り空気中水分量に対応する前記燃焼ガス設定温度が所定温度以下の場合には、前記起動用昇温器への前記燃料の供給を行わず、前記ヒータを用いて前記空気極に導入する空気の温度を上昇させることを特徴とする請求項11または12に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項14】

前記制御部は、前記残り空気中水分量に対応する前記表面温度が所定値以上となった場合に、前記ヒータを停止し、前記起動用昇温器への前記燃料の供給を開始することを特徴とする請求項13に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【手続補正書】

【提出日】平成28年11月24日(2016.11.24)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料が供給される燃料極と空気が供給される空気極とを有した燃料電池スタックを備えた固体酸化物形燃料電池装置であって、

装置起動時に前記燃料と前記空気とを混合しバーナーを用いて燃焼した燃焼ガスを前記空気極に導入して前記燃料電池スタックを昇温させる起動用昇温器を有し、

前記起動用昇温器は、

前記燃焼ガスが通過する燃焼筒と、

前記燃焼筒の外周を覆う冷却筒と、

前記燃焼筒を冷却するために、前記空気の一部を前記燃焼筒と前記冷却筒との間に形成される空気領域に導入するバイパス空気ラインと、

を備え、前記燃焼筒を通過する燃焼後の前記燃焼ガスに、前記空気領域に導入される前記空気を混合して前記空気極に導入することを特徴とする固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項2】

前記燃焼筒は、前記燃焼ガスと前記空気領域の空気とを混合する複数の穴が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項3】

前記空気領域には、前記バイパス空気ラインから流入した空気を前記燃焼筒の周囲で巡回させる螺旋流路が形成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項4】

前記バイパス空気ラインには、オリフィスが設けられることを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項5】

前記バイパス空気ラインには、可変流量バルブが設けられることを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項6】

前記起動用昇温器は、前記空気を前記空気極に導入する空気供給ライン上に設けられることを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項7】

前記空気極に供給される空気を予熱する空気予熱器と、

装置起動時のみ前記起動用昇温器へ前記燃料を供給するバーナー燃料制御部と、

装置起動時には前記起動用昇温器から吐出される前記燃焼ガスを前記空気極へ直接供給させ、通常運転時には前記起動用昇温器から吐出される空気を前記空気予熱器を介して前記空気極へ供給させる切り替え部と、

を備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一つに記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 8】

前記燃料電池スタックの表面温度を検出する表面温度検出部と、

前記表面温度をもとに前記燃料電池スタック内の空気中水分量が飽和しないように前記燃焼ガスの流量を制御する制御部と、

を備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一つに記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 9】

前記燃焼ガスの温度を検出する燃焼ガス温度検出部を備え、

前記制御部は、前記燃焼ガスの発生水分量が、前記表面温度に対する飽和空気中水分量から前記起動用昇温器に導入される空気の所定最大空気中水分量を減算した残り空気中水分量未満となるように前記空気の流量を制御して前記燃焼ガスの温度を制御することを特徴とする請求項 8 に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 10】

前記燃焼ガスの温度を検出する燃焼ガス温度検出部を備え、

前記制御部は、前記燃焼ガスの発生水分量が、前記表面温度に対する飽和空気中水分量から前記起動用昇温器に導入される空気に含まれる空気中水分量を減算した残り空気中水分量未満となるように前記空気の流量を制御して前記燃焼ガスの温度を制御することを特徴とする請求項 9 に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 11】

前記空気を前記空気極に導入する空気供給ライン上にヒータを設け、

前記制御部は、装置起動時に、前記残り空気中水分量に対応する前記燃焼ガス設定温度が所定温度以下の場合には、前記起動用昇温器への前記燃料の供給を行わず、前記ヒータを用いて前記空気極に導入する空気の温度を上昇させることを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 12】

前記制御部は、前記残り空気中水分量に対応する前記表面温度が所定値以上となった場合に、前記ヒータを停止し、前記起動用昇温器への前記燃料の供給を開始することを特徴とする請求項 11 に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H127 AA07 AB22 AC02 BA05 BA12 BA13 BA18 BA37 BA44 BA57
BA59 BB02 BB12 BB25 BB28 BB37 BB39 BB43 CC14 DA01
DA05 DB26 DB47 DC22 DC28 DC74 DC85 EE16