

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4265173号
(P4265173)

(45) 発行日 平成21年5月20日(2009.5.20)

(24) 登録日 平成21年2月27日(2009.2.27)

(51) Int.Cl.	F I				
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M	8/04		P	
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M	8/04		J	
HO 1 M 8/06 (2006.01)	HO 1 M	8/04		T	
	HO 1 M	8/04		X	
	HO 1 M	8/02		N	

請求項の数 7 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2002-243114 (P2002-243114)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成14年8月23日(2002.8.23)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2004-87169 (P2004-87169A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成16年3月18日(2004.3.18)	(74) 代理人	100102141
審査請求日	平成17年1月26日(2005.1.26)		弁理士 的場 基憲
前置審査		(72) 発明者	榑引 圭子
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
		(72) 発明者	宋 東
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
		(72) 発明者	山内 昇
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料ガスを通す改質部を有する外部改質器及びこの外部改質器の改質部を通過して改質された燃料ガスが供給される発電セル部を有する燃料電池スタックを備えた発電装置において、

外部改質器には、空気供給源から空気を導入して改質部との間で熱の授受を行わせて燃料電池スタック側に流す空気熱交換部を設けるとともに、

燃料電池スタックには、発電セル部で発電に使用されなかった未燃焼の燃料ガスに空気供給源からの新たな空気を混合させて略完全燃焼させる排気燃焼部と、上記発電セル部に隣接した内部改質部と、

外部改質器の改質部及び燃料電池スタックの両方に水を供給する給水源とを設け、燃料電池スタックの燃料ガス導入口に、燃料ガス供給源及び給水源の双方に接続する混合気化部を設けたことを特徴とする発電装置。

【請求項2】

燃料ガスを通す改質部を有する外部改質器及びこの外部改質器の改質部を通過して改質された燃料ガスが供給される発電セル部を有する燃料電池スタックを備えた発電装置において、

外部改質器には、空気供給源から空気を導入して改質部との間で熱の授受を行わせて燃料電池スタック側に流す空気熱交換部を設けるとともに、

燃料電池スタックには、発電セル部で発電に使用されなかった未燃焼の燃料ガスに空気

供給源からの新たな空気を混合させて略完全燃焼させる排気燃焼部と、上記発電セル部に隣接した内部改質部と、

上記外部改質器の改質部及び燃料電池スタックの両方に水を供給する給水源とを設け、外部改質器の改質部の燃料ガス導入口に、燃料ガス供給源、空気供給源及び給水源のいずれにも接続する混合気化部を設け、

燃料電池スタックの燃料ガス導入口に、燃料ガス供給源及び給水源の双方に接続する混合気化部を設けたことを特徴とする発電装置。

【請求項 3】

外部改質器には、改質部に隣接しかつ燃料電池スタックの排気燃焼部からの配管及び空気供給源からの配管を接続した排気燃焼部を設けた請求項 1 又は 2 に記載の発電装置。

10

【請求項 4】

燃料ガスを通す改質部を有する外部改質器及びこの外部改質器の改質部を通過して改質された燃料ガスが供給される発電セル部を有する燃料電池スタックを備えた発電装置において、

外部改質器には、空気供給源から空気を導入して改質部との間で熱の授受を行わせて燃料電池スタック側に流す空気熱交換部を設けるとともに、

燃料電池スタックには、発電セル部で発電に使用されなかった未燃焼の燃料ガスに空気供給源からの新たな空気を混合させて略完全燃焼させる排気燃焼部と、上記発電セル部に隣接した内部改質部とを設け、

上記燃料電池スタックの燃料ガス導入口に、燃料ガス供給源及び給水源の双方に接続する混合気化部を設けたことを特徴とする発電装置。

20

【請求項 5】

燃料ガスを通す改質部を有する外部改質器及びこの外部改質器の改質部を通過して改質された燃料ガスが供給される発電セル部を有する燃料電池スタックを備えた発電装置において、

外部改質器には、空気供給源から空気を導入して改質部との間で熱の授受を行わせて燃料電池スタック側に流す空気熱交換部と、改質部に隣接しかつ燃料電池スタックの排気燃焼部からの配管及び空気供給源からの配管を接続した排気燃焼部とを設けているとともに、

燃料電池スタックには、発電セル部で発電に使用されなかった未燃焼の燃料ガスに空気供給源からの新たな空気を混合させて略完全燃焼させる排気燃焼部と、上記発電セル部に隣接した内部改質部を設けていることを特徴とする発電装置。

30

【請求項 6】

燃料電池スタックに冷却用ガス流路を設けた請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の発電装置。

【請求項 7】

燃料電池スタックの発電セル部を複数のセル板とともに形成するセパレータの内部に冷却用ガス流路を設けた請求項 6 に記載の発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

40

【発明の属する技術分野】

本発明は、改質部を有する外部改質器と、セル板およびセパレータ板を交互に複数積層してなる発電セル部を有する燃料電池スタックを備えた発電装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、上記した発電装置に類するものとしては、高温型水蒸気改質器と内部改質型燃料電池を具備し、高温型水蒸気改質器の燃料ガス上流に低温型改質部を設けてた構成をなすもの（特開平 9 - 2 3 7 6 3 5 号公報）や、固体酸化物型燃料電池と改質器と空気予熱器と熱回収器を備えた構成をなすもの（特開 2 0 0 0 - 3 0 6 5 9 2 号公報）がある。

【0003】

50

前者の発電装置は、システムに導入される水蒸気Sと燃料Fの比S/Fが小さい場合においても、燃料電池の燃料極層上に炭素析出が生じるのを抑制することによって、発電効率を向上させることができ、後者の発電装置は、熱と電気のコジェネレーションシステム（廃熱発電）において、総合効率を向上させることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、前者の発電装置では、燃料電池が発電に適した温度に上昇した状態において一定の温度でかつ一定の発電出力で運転される場合には、水蒸気量比を減少させても効率よく発電を行うことができるものの、自動車などの移動体に搭載される発電装置のように起動停止が比較的頻繁に行われたり、負荷変動に伴って燃料電池の温度が変動したりする場合には、これらの状況に対応して運転状態を制御することができず、一方、後者の発電装置においても、上記と同様に、状況の変化に対応して運転を制御することが困難であるという問題があった。

10

【0005】

上記問題に対処すべく起動性を向上させたシステムとして、迅速起動用改質器と、改質器を兼ねるエンジンと、このエンジンの排気で発電する固体酸化物型燃料電池を備えたハイブリッド式の発電システム（EP1047144A1）があるが、この発電システムにおいて、発電可能になった後の負荷変動が大きい場合には発電電力が変動してしまい、発電出力をオンオフ制御すると、これに伴って固体酸化物型燃料電池の温度が変動し、このように固体酸化物型燃料電池の温度が変動すると、これに依存する発電効率が変動してしまう。

20

【0006】

また、起動時において、固体酸化物型燃料電池のスタック温度が発電可能な温度に上昇していない場合は、スタックを加熱する必要があるが、一方、要求される発電出力が大きい場合には、これに伴ってスタック自体が発熱して温度が上昇するが、スタック温度が耐熱上限温度に近いところに上昇していると、スタックを冷却しながら発電する必要があるが、これらの問題を解決することが従来の課題となっていた。

【0007】

【発明の目的】

本発明は、上記した従来の課題に着目してなされたもので、ガス改質器および燃料電池スタックの温度を一定に保持することにより、発電出力の制御を簡単かつ迅速に行うことが可能であり、天然ガスやガソリンなどの炭化水素燃料を用いた場合においても、応答速度が良好な発電出力制御を行うことができる発電装置を提供することを目的としている。

30

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明者らが鋭意検討した結果、外部改質器に空気熱交換部を設けると共に、燃料電池スタックに排気燃焼部を設けることで、発電出力の制御を簡単かつ迅速に行い得ることを見出すに至った。

【0009】

本発明に係る発電装置は、燃料ガスを通す改質部を有する外部改質器及びこの外部改質器の改質部を通過して改質された燃料ガスが供給される発電セル部を有する燃料電池スタックを備えたものであり、外部改質器には、空気供給源から空気を導入して改質部との間で熱の授受を行わせて燃料電池スタック側に流す空気熱交換部を設けるとともに、燃料電池スタックには、発電セル部で発電に使用されなかった未燃焼の燃料ガスに空気供給源からの新たな空気を混合させて略完全燃焼させる排気燃焼部と、上記発電セル部に隣接した内部改質部と、外部改質器の改質部及び燃料電池スタックの両方に水を供給する給水源とを設け、燃料電池スタックの燃料ガス導入口に、燃料ガス供給源及び給水源の双方に接続する混合気化部を設けたことを特徴としている。

40

【0010】

【発明の効果】

50

本発明によれば、起動時に外部改質器および燃料電池スタックを素早く加熱して発電可能な温度にすることができ、すなわち、起動時間を短縮することができ、加えて、発電出力に依存することなく外部改質器と燃料電池スタック部とを一定温度に保持することができる。

これにより、負荷変動が生じて要求される発電出力が変動した場合であったとしても、これに対応して発電出力を簡単かつ迅速に制御することが可能であり、天然ガスやガソリンなどの炭化水素燃料を用いた場合においても、応答速度良好に発電出力制御を行うことが可能であるという非常に優れた効果をもたらされる。

また、発電セル部に隣接して内部改質部を設けることにより、発電セル部において温度が上昇し過ぎた場合において、内部改質部への水蒸気導入量を制御して吸熱反応である水蒸気改質を行わせることで、発電セル部を冷却する制御を容易に行い得ることとなり、すなわち、燃料電池スタックの異常な昇温を防止し得ることとなり、従って、耐久性に優れたものとなる。

さらに、外部改質器の改質部及び燃料電池スタックの両方に水を供給する給水源とを設けているので、発電出力が変動した場合においても、燃料電池スタックを適正な温度に保持することができ、加えて、外部改質器の改質部および燃料電池スタックの両方で同時に水蒸気改質反応を行わせることができるので、ガソリンなどの炭化水素系の燃料を用いた場合に発電出力が変化したとしても、燃料電池スタックの発電セル部に炭素が析出することによる発電出力の劣化を防止することができる。

またさらに、燃料電池スタックの燃料ガス導入口に、燃料ガス供給源及び給水源の双方に接続する混合気化部を設けているので、改質反応あるいは発電反応の均一性の向上が図られることとなり、不均質な発熱を抑制することができるようになって、反応効率が向上すると共に、耐久性の向上が図られることとなる。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

本発明に係わる発電装置において、外部改質器の改質部は、燃料電池スタックの燃料流路上流に設置してあり、燃料ガスを燃焼あるいは改質する機能を有する。そして、この改質部に、燃料ガスと空気と水（水蒸気を含む）を導入し、燃料ガス流量 F に対する空気流量 A および水量 W の各比率 A / F および W / F をそれぞれ制御するようになせば、完全燃焼反応、部分酸化反応、水蒸気改質反応および $A T R$ 反応をいずれも制御することが可能になる。

【 0 0 1 2 】

完全燃焼反応は発熱反応であり、改質部からの排気は $C O_2$ および $H_2 O$ の比率が高く、燃料流路下流に位置する燃料電池スタックの燃料ガスにはならないが、高温排気を燃料電池スタックに導入して加熱することができる。

【 0 0 1 3 】

部分酸化反応は燃料ガスと酸素による発熱反応の燃料改質反応であり、改質部からの排気は $C O$ と H_2 を含み、燃料電池スタックの燃料ガスとなる。

【 0 0 1 4 】

水蒸気改質反応は燃料ガスと水蒸気による吸熱反応の燃料改質反応であり、改質部からの排気は $C O$ と H_2 を含み、 $A T R$ 反応は、外部改質器の改質部内において部分酸化反応と水蒸気改質反応を同時に起こさせたもので、改質部内の部分酸化反応部位で発熱した熱を水蒸気改質反応部位で吸熱させる。改質部からの排気は $C O$ と H_2 を含む。

【 0 0 1 5 】

つまり、本発明に係わる発電装置において、完全燃焼反応、部分酸化反応、水蒸気改質反応および $A T R$ 反応をいずれも制御可能としてあるので、起動時間の短縮を実現でき、発電出力に依存せずに、外部改質器と燃料電池スタック部とを一定温度に保持し得ることから、負荷変動が生じて要求される発電出力が変動した場合でも、これに対応して発電出力を制御することができる。

【 0 0 1 6 】

また、発電出力を一時的にオフにした場合において、外部改質器および燃料電池スタックの温度が低下するのを防止することができるので、再発電時の応答性が良好になり、加えて、外部改質器の改質部によって燃料改質を行うことができるので、天然ガスやガソリンなどの炭化水素系燃料を用いた場合において、燃料電池スタックの発電セル部の燃料極層に炭素が析出して劣化するのを防止することができる。

【0017】

本発明に係わる発電装置において、外部改質器の空気熱交換部は、燃料電池スタックの排気燃焼部の熱で空気を加熱する機能を有して、熱交換して加熱された空気を燃料電池スタックの発電セル部の空気流路に導入する。

【0018】

燃料電池スタックの発電セル部は、燃料極層と電解質層と空気極層とから構成される。燃料極層側へ燃料ガスを流す燃料ガス流路に対しては、外部改質器の改質部からの排気（改質燃料ガス）と水（水蒸気）が導入され、発電セル部の燃料ガス流路の排気は、発電セル部に隣接して設けた排気燃焼部を通過して外部へ排出される。

【0019】

この燃料電池スタックの排気燃焼部には、発電セル部の燃料ガス流路のほかに空気を供給する配管を接続する。この排気燃焼部において、空気の供給量を制御することで、発電セル部において未燃焼であった燃料ガスを燃焼させることができる。また、排気燃焼部には、着火機構あるいは排気浄化のための触媒を具備することができ、燃焼熱は発電セル部を加熱保温する。そして、燃料電池スタックだけでなく、外部改質器にも排気燃焼部を設ければ、外部改質器および燃料電池スタックをそれぞれ加熱保温することができる。

【0020】

固体電解質型燃料電池において、発電作動温度が高い（400 以上）ため、発電セル部の燃料極層側に燃料と水（水蒸気）を導入すれば、改質機能を有する燃料極層表面において、水蒸気改質反応を生じさせながら発電を伴う酸化反応を起こすことができる。

【0021】

さらに、発電セル部とは別に内部改質部を隣接して設ける構成（請求項2）とすることもでき、改質反応の効率を向上させることができる。とくに、燃料として天然ガスやガソリンなど炭素数の多い分子を含むものを燃料として使用する場合には良好である。スタック内において発電セル部に隣接して内部改質部を設ける具体的な構成として、公知の内部改質触媒層を燃料極層上に形成する構成や、燃料ガス流路の発電セル部より上流側部に内部改質触媒を担持した多孔質体流路を形成する構成を採用することができる。

【0022】

このように、燃料電池スタックに内部改質部を設けることにより、長時間発電運転を行った場合や、外部改質器の改質部での燃料改質が不十分な場合であったとしても、発電セル部の燃料極層に炭素が析出するのを抑えることができ、その結果、出力の低下を防止することが可能になる。そして、発電セル部に隣接して内部改質部を設ければ、発電セル部において温度が上昇し過ぎた場合において、内部改質部への水蒸気導入量を制御して吸熱反応である水蒸気改質を行わせることで、発電セル部を冷却する制御を容易に行い得ることとなり、すなわち、燃料電池スタックの異常昇温を防止し得ることとなり、したがって、耐久性に優れたものとなる。

【0023】

本発明の請求項3に係わる発電装置の給水源は、例えば、給水タンクと、ポンプと、排気から水蒸気を凝集して分離するコンデンサとから構成され、ポンプおよび流量制御バルブの作動により、給水タンクから必要な量の水が外部改質器および燃料電池スタックにそれぞれ供給される。

【0024】

この際、コンデンサを外気による空冷とすることができるほか、空気コンプレッサと燃料電池スタックの発電セル部の空気流路とを接続する空気の供給管がコンデンサを通過するように配管して、発電用空気の予熱およびコンデンサの冷却を同時に行う構成を採用する

10

20

30

40

50

ことができる。

【0025】

このように、水蒸気改質反応に必要な水（水蒸気）を外部改質器の改質部および燃料電池スタックの発電セル部の燃料ガス流路に供給するようになることによって、発電出力が変動した場合においても、燃料電池スタックを適正な温度に保持することができ、加えて、外部改質器の改質部および燃料電池スタックの両方で同時に水蒸気改質反応を行わせることができるので、ガソリンなどの炭化水素系の燃料を用いた場合に発電出力が変化したとしても、燃料電池スタックの発電セル部に炭素が析出することによる発電出力の劣化を防止することができる。

【0026】

本発明に係わる発電装置において、外部改質器の改質部に燃料ガスと水（水蒸気）と空気とを導入するようになると、完全燃焼反応や改質反応モードに応じて導入するガスの比率を制御する。この際、請求項4の発電装置のように、改質部の燃料ガス導入口に、燃料ガスと水蒸気と空気との混合を促進して十分気化する機能を有する混合気化部を設けることが望ましい。

【0027】

これにより、外部改質器の改質部内での反応効率を上昇させることができ、また、改質部内での反応の均一性を向上することにより、不均質な発熱を抑制できるので、耐久性に優れた燃料電池システムとすることができる。

【0028】

本発明に係わる発電装置において、燃料電池スタックに対しては、外部改質器改質部から導入される燃料ガスに新たに水（水蒸気）を混合して導入するが、水の混合量は、外部改質器の温度および燃料電池スタックの運転状態に依存して制御される。この場合、請求項5の発電装置のように、燃料電池スタックの燃料ガス導入口に、外部改質器から導入される燃料ガスと水とを均一に混合して気化する機能の混合気化部を設けることが望ましい。

【0029】

つまり、燃料電池スタック内の内部改質部あるいは発電セル部において、発電用の燃料ガスと水との混合が促進されるため、改質反応あるいは発電反応の均一性の向上が図られることとなり、不均質な発熱を抑制することができるようになって、反応効率が向上すると共に、耐久性の向上が図られることとなる。

【0030】

本発明の請求項6に係わる発電装置において、外部改質器の改質部に隣接して設けた排気燃焼部には、燃料電池スタックの排気燃焼部からの配管および空気供給源からの配管が接続されており、空気供給量を制御して燃料電池スタックおよびスタックの排気燃焼部において反応あるいは燃焼しなかった未燃焼の燃料ガスを燃焼させるようにしている。

【0031】

燃焼熱は外部改質器の改質部に伝達される構造となっており、ATR反応モードで運転する場合や水蒸気改質モードで運転する場合、改質部において熱を供給することができる。

【0032】

このように、外部改質器の改質部に排気燃焼部を隣接して設けたことにより、未燃焼の燃料ガスをほぼ完全に燃焼させることができ、したがって、熱の有効利用および排気の浄化を実現し得ることとなる。

【0033】

本発明の請求項7に係わる発電装置において、発電時の燃料電池スタックを冷却する冷却ガス流路は、例えば、セル板およびセパレータを積層したスタック部である発電セル部の外周部に形成することが可能であるほか、請求項8に係わる発電装置のようにセパレータの内部に形成することが可能であり、冷却ガスとして空気を用いることができる。

【0034】

本発明の請求項7に係わる発電装置では、燃料電池スタックに冷却用ガス流路部を設けたことにより、発電セル部での発電出力の増加に伴って温度が上昇しすぎた場合には、冷却

10

20

30

40

50

ガスで冷却することができるので、発電に最適な温度に発電セル部を保持することが可能であり、加えて、燃料電池スタック温度の異常な上昇を抑えることにより、燃料電池スタックの破損や劣化を防止することができ、耐久性にすぐれた燃料電池システムとすることが可能である。

【0035】

また、燃料電池スタックの冷却に使用する空気は、燃料電池スタックにより予熱されることになるため、これを発電用の空気として使用することができ、このように、燃料電池スタックで予熱された空気を発電用空気として使用する場合には、発電セル部に不要な熱衝撃を与えることなく発電し得ることから、耐久性に優れた燃料電池システムとすることができる。

10

【0036】

本発明に係わる発電装置において、外部改質器の改質部の温度を検出する改質部温度検出手段と、燃料電池スタックの発電セル部の温度を検出する発電セル部温度検出手段と、発電セル部の温度の昇温降温速度を検出する昇温降温速度手段と、発電セル部が発電しているか否かを検出する発電状態検出手段を設け、改質部の温度と発電セル部の温度と発電出力状態とに応じて、外部改質器に導入する燃料ガス、空気および水蒸気量を制御可能とすると共に燃料電池スタックに導入する空気および水蒸気量を制御可能とすることで、上記した完全燃焼反応、部分酸化反応、水蒸気改質反応およびATR反応をいずれも制御し得ることとなる。

【0037】

20

【実施例】

以下、本発明を図面に基づいて説明する。

【0038】

[実施例1]

図1は、本発明に係わる発電装置の一実施例を示している。

【0039】

図1に示すように、この発電装置1は、外部改質器2と、燃料電池スタック3と、燃料タンク(燃料ガス供給源)4と、空気コンプレッサ(空気供給源)5と、給水タンク(給水源)6を備えている。

【0040】

30

外部改質器2は、触媒を担持した金属あるいはセラミックスからなる触媒担持体を充填した改質部7と、この改質部7を中心にしてその周囲を取り囲む熱交換部8を備えた二重管構造をなすものであり、熱交換部8には、配管P1を介して空気コンプレッサ5から空気が導入されるようになっている。

【0041】

この改質部7の燃料ガス導入口7aには、燃料タンク4、空気コンプレッサ5および給水タンク6からの合計3本の配管P2、P3、P4と接続する混合気化部9が設けてあり、ポンプ10の作動により供給される燃料タンク4からの燃料ガスは、この混合気化部9において空気や水(水蒸気)と混合して気化され、改質部7において燃焼反応あるいは改質反応が行われる。

40

【0042】

一方、燃料電池スタック3は、ガス隔壁である電解質層11aの両側に燃料極層11bおよび空気極層11cを形成したセルを有するセル板11とセパレータ板12とを複数積層してなる発電セル部13と、この発電セル部13の燃料極層11bに改質触媒層を形成してなる内部改質部14と、発電セル部13および内部改質部14が多層積層されたスタック部分の外側に設置した排気燃焼部15を備えており、この排気燃焼部15には、金属あるいはセラミックスの触媒担持体が充填してある(図では簡単のため、発電セル部、内部改質部および排気燃焼部をいずれも単室として描いた)。

【0043】

内部改質部14へ燃料を供給する燃料ガス流路16の導入口16aには、外部改質器2の

50

改質部 7 からの燃料供給配管 P 5 および給水タンク 6 からの水（水蒸気）の供給配管 P 6 の双方と接続する混合気化部 1 7 が設けてあり、この混合気化部 1 7 を通して導入された燃料ガスは、内部改質部 1 4 である改質触媒層を通過することで水蒸気量に応じて水蒸気改質され、発電セル部 1 3 の燃料極層 1 1 b に到達して、電解質を伝導した酸素イオンと反応して CO_2 と H_2O を生成する。

【 0 0 4 4 】

発電セル部 1 3 の空気極層 1 1 c と接する空気流路 1 8 には、外部改質器 2 の熱交換部 8 からの配管 P 7 および空気コンプレッサ 5 からの配管 P 8 の双方が一体となって接続してあり、この発電セル部 1 3 において酸素を消費した後の空気排気は系外へ排出されるようになっている。

10

【 0 0 4 5 】

この場合、発電セル部 1 3 の空気流路 1 8 は、発電に必要な流量より多い流量の空気を流すことができるようにしてあり、このように、空気流路 1 8 が冷却用ガス流路を兼ねるようになることによって、この空気流路 1 8 での冷却を可能にしている。

【 0 0 4 6 】

排気燃焼部 1 5 には、空気コンプレッサ 5 からの配管 P 9 が接続してあり、スタック部分の燃料ガスの排気とともに空気コンプレッサ 5 から新たな空気を導入して、発電セル部 1 3 で発電に使用されなかった未燃焼の燃料ガスをほぼ完全燃焼させてコンデンサ 1 9 への配管 P 1 0 に排出するようになっている。そして、燃料電池スタック 3 の排気燃焼部 1 5 から排出されたガスは、コンデンサ 1 9 において冷却され、水蒸気分は液化して給水タンク 4 にもどる仕組みになっている。

20

【 0 0 4 7 】

そして、この発電装置 1 では、図示はしないが外部改質器 2 の改質部 7 の温度を検出する改質部温度検出手段と、燃料電池スタック 3 の発電セル部 1 3 の温度を検出する発電セル部温度検出手段と、発電セル部 1 3 の温度の昇温降温速度を検出する昇温降温速度手段と、発電セル部 1 3 が発電しているか否かを検出する発電状態検出手段を設けることによって、改質部 7 の温度と発電セル部 1 3 の温度と発電出力状態とに応じて、外部改質器 2 に導入する燃料ガス、空気および水蒸気の各供給量を制御可能としていると共に、燃料電池スタック 3 に導入する空気および水蒸気の各供給量を制御可能としている。なお、図 1 において、符号 2 0 は給水ポンプ、符号 V は切換バルブである。

30

【 0 0 4 8 】

次に、この発電装置 1 の一連の運転モードにおけるガス制御の一例を説明する。

【 0 0 4 9 】

1 . 起動時モード

【 0 0 5 0 】

図 2 に示すように、ステップ S 1 において外部改質器 2 の改質部 7 の温度 T_a が部分改質反応モードを開始できる温度 T_{a1} より低く、かつまた、燃料電池スタック 3 の発電セル部 1 3 の温度 T_b が発電を開始できる温度 T_{b1} より低い起動時には、ステップ S 2 において外部改質器 2 の改質部 7 に燃料および空気を導入して完全燃焼反応を行わせる。これにより、改質部 7 を加熱するとともに、改質部 7 の出口から高温の排気を燃料電池スタック 3 の内部改質部 1 4 および発電セル部 1 3 に導入して発電セル部 1 3 を加熱する。

40

【 0 0 5 1 】

この間、空気をコンプレッサ 5 から外部改質器 2 の熱交換部 8 に導入して空気を加熱し、この予熱した空気を燃料電池スタック 3 の発電セル部 1 3 の空気流路 1 8 に導入することによって、燃料電池スタック 3 を加熱する。

【 0 0 5 2 】

2 . スタック昇温モード

ステップ S 3 において外部改質器 2 の改質部 7 の温度 T_a が部分改質反応モードを開始できる温度 T_{a1} に達した場合には、ステップ S 4 において改質部 7 に導入する燃料 F に対する空気 A の流量比率 A/F を低下させて、部分改質反応モードに移行させる。これによ

50

り、改質部 7 の出口から燃料電池スタック 3 の内部改質部 1 4 に導入されるガスを H_2 とすることができるほか、 CO や CH_4 などの燃料電池の燃料となる低炭素分子を含む部分改質ガスとすることができる。

【 0 0 5 3 】

燃料電池スタック 3 の発電セル部 1 3 の温度 T_b が発電を開始できる温度 T_{b1} に達していない場合において、燃料ガスは発電セル部 1 3 で消費されることなく燃料電池スタック 3 の排気燃焼部 1 5 に導入されるので、排気燃焼部 1 5 にコンプレッサ 5 から空気を導入して燃焼させ、燃料電池スタック 3 をさらに加熱する。

【 0 0 5 4 】

この間も、空気をコンプレッサ 5 から外部改質器 2 の熱交換部 8 に導入して空気を加熱し、この予熱した空気を燃料電池スタック 3 の発電セル部 1 3 の空気流路 1 8 に導入することによって、燃料電池スタック 3 を加熱する。

【 0 0 5 5 】

3 . スタック昇温発電モード

ステップ S 5 において外部改質器 2 の改質部 7 の温度 T_a が部分改質反応モードを開始できる温度 T_{a1} 以上、耐久上限温度 T_{a2} 未満かつ燃料電池スタック 3 の発電セル部 1 3 の温度 T_b が発電を開始できる温度 T_{b1} 以上、定常発電最低温度 T_{b2} 未満の場合、ステップ S 6 において外部改質器 2 の改質部 7 は引き続き部分改質反応モードで運転し、部分改質した燃料を燃料電池スタック 3 へ導入する。

【 0 0 5 6 】

燃料電池スタック 3 へ導入された燃料ガスは、内部改質部 1 4 を通過して発電セル部 1 3 の燃料極層 1 1 b の表面で電解質層 1 1 a を通過して供給される酸素イオンと反応し、ステップ S 7 において酸化反応を行うことにより発電する。

【 0 0 5 7 】

発電セル部 1 3 の温度 T_b の上昇に伴って発電出力が増加し、これに伴って発電セル部 1 3 での発熱量が増加する。

【 0 0 5 8 】

発電セル部 1 3 の温度 T_b の昇温に依存して発電出力が増加すると、燃料電池スタック 3 内の発電セル部 1 3 の出口から排気燃焼部 1 5 へ導入されるガス中の未燃焼の燃料ガス (CO_2 になっていない含炭素ガス成分) は減少する。

【 0 0 5 9 】

発電セル部 1 3 の温度 T_b の昇温速度が遅い場合は、ステップ S 8 において外部改質器 2 の改質部 7 に導入する燃料流量を増加することにより、燃料電池スタック 3 の発電セル部 1 3 で消費されない未燃焼燃料を増加し、これを燃料電池スタック 3 の排気燃焼部 1 5 で燃焼させることにより加熱する。

【 0 0 6 0 】

この間も、空気をコンプレッサ 5 から外部改質器 2 の熱交換部 8 に導入して空気を加熱し、この予熱した空気を燃料電池スタック 3 の発電セル部 1 3 の空気流路 1 8 に導入することによって、燃料電池スタック 3 を加熱する。

【 0 0 6 1 】

4 . スタック定常発電モード

ステップ S 9 において外部改質器 2 の改質部 7 の温度 T_a が部分改質反応モードを開始できる温度 T_{a1} 以上、耐久上限温度 T_{a2} 未満かつ燃料電池スタック 3 の発電セル部 1 3 の温度 T_b が定常発電最低温度 T_{b2} 以上、定常発電最高温度 T_{b3} 未満の場合、ステップ S 10 において外部改質器 2 の改質部 7 は引き続き部分改質反応モードで運転し、部分改質した燃料を燃料電池スタック 3 へ導入する。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 11 において燃料電池スタック 3 の内部改質部 1 4 には、外部改質器 2 の改質部 7 の出口から導入される部分改質燃料ガスおよび水蒸気改質を行う水 (水蒸気) を導入する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

燃料電池スタック 3 の内部改質部 1 4 において、水蒸気改質された H_2 や CO を多く含む燃料ガスにより、発電セル部 1 3 の燃料極層 1 1 b で酸化反応を行わせて発電する。

【 0 0 6 4 】

発電セル部 1 3 にて消費されないで発電セル部 1 3 から出てしまった燃料ガスは、排気燃焼部 1 5 において必要量の空気を導入して燃焼させる。

【 0 0 6 5 】

この場合、内部改質部 1 4 での水蒸気改質反応は吸熱反応であり、発電セル部 1 3 での酸化反応および排気燃焼部 1 5 での燃焼はいずれも発熱反応であり、導入する水蒸気量により内部改質反応を制御し、燃料電池スタック 3 を一定温度に保持して定常的な発電を行う。

10

【 0 0 6 6 】

この間も、空気をコンプレッサ 5 から外部改質器 2 の熱交換部 8 に導入して空気を加熱し、この予熱した空気を燃料電池スタック 3 の発電セル部 1 3 の空気流路 1 8 に導入することによって、燃料電池スタック 3 を加熱する。

【 0 0 6 7 】

5 . スタック冷却発電モード

ステップ S 1 2 において外部改質器 2 の改質部 7 の温度 T_a が部分改質反応モードを開始できる温度 T_{a1} 以上、耐久上限温度 T_{a2} 未満かつ燃料電池スタック 3 の発電セル部 1 3 の温度 T_b が定常発電最高温度 T_{b3} 以上になってしまった場合には、ステップ S 1 3 において外部改質器 2 の改質部 7 は引き続き部分改質反応モードで運転し、部分改質した燃料を燃料電池スタック 3 へ導入する。

20

【 0 0 6 8 】

そして、ステップ S 1 4 において外部改質器 2 の熱交換器 8 を通過させて予熱した空気に、コンプレッサ 5 からの予熱していない空気を混合させて、燃料電池スタック 3 の発電セル部 1 3 に導入する。

【 0 0 6 9 】

つまり、燃料電池スタック 3 の発電セル部 1 3 に対して、温度を低下させた空気の流量を増して導入することにより、発電セル部 1 3 の冷却を行う。

【 0 0 7 0 】

6 . 外部改質器冷却発電モード

ステップ S 1 5 において外部改質器 2 の改質部 7 の温度 T_a が部分改質上限温度 T_{a2} 以上に昇温してしまい、燃料電池スタック 3 の温度 T_b が定常発電最低温度 T_{b2} 以上かつ定常発電最高温度 T_{b3} 未満の場合には、ステップ S 1 6 において外部改質器 2 の改質部 7 に燃料ガスおよび空気とともに水（水蒸気）を導入して、改質部 7 の反応を部分改質反応モードから ATR 反応モードや水蒸気改質モードへ移行させ、改質部 7 の発熱を抑制する。

30

【 0 0 7 1 】

ATR 反応モードは部分酸化反応と水蒸気改質反応を起こさせる反応モードであり、水蒸気改質反応が吸熱反応であることから、改質部 7 の昇温を抑制したり、温度を低下させる。

40

【 0 0 7 2 】

このため、燃料 F に対する水（水蒸気）の導入量 W の比率 W/F と、燃料 F に対する空気 A の比率 A/F を制御することにより、外部改質器 2 の改質部 7 の温度 T_a のみを調整することができる。

【 0 0 7 3 】

7 . 停止モード

この発電装置 1 を停止する場合、まず、ステップ S 1 7 において外部改質器 2 の改質部 7 へ供給される燃料、空気、水（水蒸気）と、燃料電池スタック 3 へ供給される空気、水（水蒸気）をいずれも遮断し、外部改質器 2 および燃料電池スタック 3 の発熱を伴う反応を

50

停止させる。

【0074】

燃料電池スタック3の排気燃焼部15に対する空気の供給は、燃料ガスの供給を停止してから一定時間たった後に停止する。これにより、燃料ガスを停止した後に遅れて排出される系内の残存燃料ガスを燃焼させてから停止させることができる。

【0075】

また、燃料電池スタック3の急激な温度低下に伴う破壊を防止することができると共に、排気を浄化して停止させることができる

【0076】

強制的な冷却が必要な場合は、ステップS18においてコンプレッサ5から外部改質器2の熱交換部8および燃料電池スタック3へ直接空気を導入して両方の冷却を同時に行う。

10

【0077】

8. 発電出力一時オフモード

発電出力をオンオフ制御して発電する場合のオンオフ時間は、この発電装置1を搭載した移動体、例えば、車両の動力負荷状況や蓄電池の容量などに依存する。

【0078】

スタック定常発電モード時において、燃料電池スタック3の発電セル部13の回路を遮断することによって、発電出力を一時的にオフにする場合には、ステップS19において上記運転モードと同様に、改質部7に導入される燃料Fに対する水(水蒸気)の導入量Wの比率 W/F と、燃料Fに対する空気Aの比率 A/F とを制御することにより、部分改質反応モード、ATR反応モードおよび水蒸気改質モードを制御して外部改質器2を一定温度に保持するようにする。

20

【0079】

ステップS20において出力オフに伴って発電セル部13の温度 T_b が定常発電最低温度 T_{b2} を下回った場合には、ステップS21において外部改質器2の改質部7に導入する燃料ガス流量を増加させると共に燃料電池スタック3の排気燃焼部15に導入する空気流量を増加させて燃焼を促進して、燃料電池スタック3を加熱する。

【0080】

ステップS22において燃料電池スタック3の発電セル部13の温度 T_b が定常発電最高温度 T_{b3} 以上に上昇した場合は、ステップS23において発電セル部13の温度を低下させる。

30

【0081】

燃料電池スタック3の発電セル部13に導入する発電用の空気は、発電出力のオフ状態を検出して停止させることが可能である。この際、温度変動を抑制するために、一定流量の空気を流し続けるように制御することもできる。

【0082】

[実施例2]

図3は、本発明に係わる発電装置の他の実施例を示している。

【0083】

図3に示すように、この実施例における発電装置21では、外部改質器22の改質部27と熱交換部28との間に排気燃焼部41の層を設けており、この三重管構造をなす外部改質器22の排気燃焼部41に、燃料電池スタック23の排気燃焼部35からの配管P10および空気コンプレッサからの配管P11を接続することによって、発電セル部33で発電に使用されなかった未燃焼の燃料ガスをほぼ完全燃焼させてコンデンサ19への配管P12に排出するようにしている。この場合、燃料電池スタック23から排出された未燃焼の燃料ガスを燃料電池スタック23の排気燃焼部35で燃焼させるか外部改質器22の排気燃焼部41で燃焼させるかは、各々の排気燃焼部35, 41に新たに導入する空気の流量で制御するようにしている。

40

【0084】

また、この実施例における発電装置21では、燃料電池スタック23の発電セル部33同

50

士を仕切るセパレータ板 3 2 に冷却ガス流路 4 2 を設けており、配管 P 1 3 を介して供給される空気コンプレッサ 5 からの空気をこのセパレータ板 3 2 の冷却ガス流路 4 2 に流し込み、この冷却ガス流路 4 2 を通過した空気を外部改質器 2 2 の熱交換部 2 8 を通過した空気とともに発電セル部 3 3 の空気流路 3 8 に流すようにしてある。

【 0 0 8 5 】

次に、この実施例の発電装置 2 1 の一連の運転モードにおけるガス制御の一例を説明する。なお、起動時モード、スタック昇温モード、スタック昇温発電モード、停止モードおよび発電出力一時オフモードにおいて、すなわち、図 4 に示すように、ステップ S 4 1 ~ ステップ S 4 8 , ステップ S 5 7 ~ ステップ S 6 2 において、上記発電装置 1 と同じガス制御を行うのでこれらの説明は省略する。

10

【 0 0 8 6 】

4 . スタック定常発電モード

ステップ S 4 9 において外部改質器 2 2 の改質部 2 7 の温度 T_a が部分改質反応モードを開始できる温度 T_{a1} 以上、耐久上限温度 T_{a2} 未満かつ燃料電池スタック 2 3 の発電セル部 3 3 の温度 T_b が定常発電最低温度 T_{b2} 以上、定常発電最高温度 T_{b3} 未満の場合、ステップ S 5 0 において外部改質器 2 2 の改質部 2 7 は A T R 反応モードで運転し、改質した燃料を燃料電池スタック 2 3 へ導入する。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 5 1 において燃料電池スタック 2 3 の内部改質部 1 4 には、外部改質器 2 2 の改質部 2 7 の出口から導入される改質燃料ガスを導入する。この内部改質部 1 4 において水蒸気改質を行う水（水蒸気）を導入することもできる。

20

【 0 0 8 8 】

燃料電池スタック 2 3 の内部改質部 1 4 において、水蒸気改質された H_2 や CO を多く含む燃料ガスにより、発電セル部 3 3 の燃料極層 3 1 b で酸化反応を行わせて発電する。

【 0 0 8 9 】

発電セル部 3 3 にて消費されないで発電セル部 3 3 から出てしまった燃料ガスは、排気燃焼部 3 5 において必要量の空気を導入して燃焼させる。

【 0 0 9 0 】

この場合、内部改質部 1 4 での水蒸気改質反応は吸熱反応であり、発電セル部 3 3 での酸化反応および排気燃焼部 3 5 での燃焼はいずれも発熱反応であり、導入する水蒸気量により内部改質反応を制御し、燃料電池スタック 2 3 を一定温度に保持して定常的な発電を行う。

30

【 0 0 9 1 】

ステップ S 5 1 A において外部改質器 2 2 あるいは燃料電池スタック 2 3 の断熱構造によって決まる放熱性を調整することによって、定常発電運転時のそれぞれの発熱吸熱バランスをとる。

【 0 0 9 2 】

そのバランスに依存して、ステップ S 5 1 B において空気をコンプレッサ 5 から燃料電池スタック 2 3 に導入して、発電セル部 3 3 あるいは排気燃焼部 3 5 の熱で予熱された空気を燃料電池スタック 2 3 の発電セル部 3 3 の空気流路 3 8 に導入することもできる。

40

【 0 0 9 3 】

また、空気をコンプレッサ 5 から外部改質器 2 2 の熱交換部 2 8 に導入して、予熱された空気を燃料電池スタック 2 3 の発電セル部 3 3 の空気流路 2 8 に導入してもよい。

【 0 0 9 4 】

5 . スタック冷却発電モード

ステップ S 5 2 において外部改質器 2 2 の改質部 2 7 の温度 T_a が部分改質反応モードを開始できる温度 T_{a1} 以上、耐久上限温度 T_{a2} 未満かつ燃料電池スタック 2 3 の発電セル部 3 3 の温度 T_b が定常発電最高温度 T_{b3} 以上になってしまった場合には、ステップ S 5 3 において外部改質器 2 2 の改質部 2 7 は引き続き A T R 反応モードで運転し、改質した燃料を燃料電池スタック 2 3 へ導入する。

50

【 0 0 9 5 】

そして、ステップ S 5 4 において燃料電池スタック 2 3 の発電セル部 3 3 に導入する空気のうち的外部改質器 2 2 の熱交換器 2 8 を通過させて予熱した空気を遮断し、燃料電池スタック 2 3 の発電セル部 3 3 に対して予熱されていない空気をコンプレッサ 5 から直接導入する。

【 0 0 9 6 】

つまり、燃料電池スタック 2 3 の発電セル部 3 3 に対して、温度を低下させた空気の流量を増して導入することにより、発電セル部 3 3 の冷却を行う。

【 0 0 9 7 】

さらに急激な冷却を必要とする場合は、ステップ S 5 4 A において燃料電池スタック 2 3 の排気燃焼部 3 5 に導入する空気を遮断して未燃焼の燃料ガスのみを通過させ、外部改質器 2 2 の排気燃焼部 4 1 に空気を導入して燃焼させる。これと同時に、外部改質器 2 2 の改質部 2 7 に導入する燃料 F に対する水（水蒸気）の導入量 W の比率 W / F を増加させることにより、吸熱反応である水蒸気改質反応を増加させて、外部改質器 2 2 の温度調整を行う。

10

【 0 0 9 8 】

6 . 外部改質器冷却発電モード

ステップ S 5 5 において外部改質器 2 2 の改質部 2 7 の温度 T_a が部分改質上限温度 T_{a2} 以上に昇温してしまい、燃料電池スタック 3 の温度 T_b が定常発電最低温度 T_{b2} 以上でかつ定常発電最高温度 T_{b3} 未満の場合には、ステップ S 5 6 において外部改質器 2 2 の改質部 2 7 に対する水（水蒸気）の導入量を増加して、改質部 2 7 の反応をより水蒸気改質が多い反応モードへ移行させる。

20

【 0 0 9 9 】

A T R 反応モードは部分酸化反応と水蒸気改質反応を起こさせる反応モードであり、水蒸気改質反応が吸熱反応であることから、改質部 2 7 の温度を低下させる。

【 0 1 0 0 】

このため、燃料 F に対する水（水蒸気）の導入量 W の比率 W / F と、燃料 F に対する空気 A の比率 A / F を制御することにより、外部改質器 2 の改質部 7 の温度 T_a のみを調整することができる。

【 0 1 0 1 】

[実施例 3]

図 5 は、本発明に係わる発電装置のさらに他の実施例を示している。

30

【 0 1 0 2 】

図 5 に示すように、この実施例における発電装置 5 1 が図 3 に示した先の実施例における発電装置 2 1 と相違するところは、燃料電池スタック 5 3 が、ガス隔壁である電解質層 6 1 a の両側に燃料極層 6 1 b および空気極層 6 1 c を形成したセルを有するセル板 6 1 とセパレータ板 6 2 とを複数積層してなる発電セル部 6 3 を具備し、発電セル部 6 3 へ燃料を供給する燃料ガス流路 6 6 の導入口 6 6 a に、外部改質器 2 2 の改質部 2 7 からの燃料供給配管 P 5 および給水タンク 6 からの水（水蒸気）の供給配管 P 6 の双方と接続する混合気化部 1 7 を設けた点にあり、他の構成は、先の実施例における発電装置 2 1 と同じである。

40

【 0 1 0 3 】

次に、この実施例の発電装置 5 1 の一連の運転モードにおけるガス制御の一例を説明する。なお、起動時モード、スタック昇温モードにおいて、すなわち、図 6 に示すように、ステップ S 6 1 ~ ステップ S 6 4 において、上記発電装置 1 と同じガス制御を行うのでこれらの説明は省略する。

【 0 1 0 4 】

3 . スタック昇温発電モード

ステップ S 6 5 において外部改質器 2 2 の改質部 2 7 の温度 T_a が部分改質反応モードを開始できる温度 T_{a1} 以上、耐久上限温度 T_{a2} 未満でかつ燃料電池スタック 5 3 の発電

50

セル部 6 3 の温度 T_b が発電を開始できる温度 T_{b1} 以上、定常発電最低温度 T_{b2} 未満の場合、ステップ S 6 6 において外部改質器 2 2 の改質部 2 7 は引き続き部分改質反応モードで運転し、部分改質した燃料を燃料電池スタック 5 3 へ導入する。

【 0 1 0 5 】

燃料電池スタック 5 3 へ導入された燃料ガスは、発電セル部 6 3 の燃料極層 6 1 b の表面で電解質層 6 1 a を通過して供給される酸素イオンと反応し、ステップ S 6 7 において燃焼する酸化反応を行うことにより発電する。

【 0 1 0 6 】

発電セル部 6 3 の温度 T_b の上昇に伴って発電出力が増加し、これに伴って発電セル部 6 3 での発熱量が増加する。

10

【 0 1 0 7 】

発電セル部 6 3 の温度 T_b の昇温に依存して発電出力が増加すると、燃料電池スタック 5 3 内の発電セル部 6 3 の出口から排気燃焼部 6 5 へ導入されるガス中の未燃焼の燃料ガス (CO_2 になっていない含炭素ガス成分) は減少する。

【 0 1 0 8 】

発電セル部 6 3 の温度 T_b の昇温速度が遅い場合は、ステップ S 6 8 において外部改質器 2 2 の改質部 2 7 に導入する燃料流量を増加することにより、燃料電池スタック 5 3 の発電セル部 6 3 で消費されない未燃焼の燃料ガスを増加し、これを燃料電池スタック 5 3 の排気燃焼部 6 5 で燃焼させることにより加熱する。

【 0 1 0 9 】

20

この間も、空気をコンプレッサ 5 から外部改質器 2 2 の熱交換部 2 8 に導入して空気を加熱し、この予熱した空気を燃料電池スタック 5 3 の発電セル部 6 3 の空気流路 3 8 に導入することによって、燃料電池スタック 5 3 を加熱する。

【 0 1 1 0 】

4 . スタック定常発電モード

ステップ S 6 9 において外部改質器 2 2 の改質部 2 7 の温度 T_a が部分改質反応モードを開始できる温度 T_{a1} 以上、耐久上限温度 T_{a2} 未満でかつ燃料電池スタック 5 3 の発電セル部 6 3 の温度 T_b が定常発電最低温度 T_{b2} 以上、定常発電最高温度 T_{b3} 未満の場合、ステップ S 7 0 において燃料に対する水蒸気量比 W/F を徐々に増加させて、外部改質器 2 2 の改質部 2 7 を ATR 反応モードを経て水蒸気改質モードで運転させる。

30

【 0 1 1 1 】

ステップ S 7 1 において燃料電池スタック 5 3 には、外部改質器 2 2 の改質部 2 7 の出口から導入される部分改質燃料ガスを導入する。

【 0 1 1 2 】

発電セル部 6 3 にて消費されないで発電セル部 6 3 から出てしまった燃料ガスは、排気燃焼部 6 5 において必要量の空気を導入して燃焼させる。

【 0 1 1 3 】

この場合、ステップ S 7 1 A において空気をコンプレッサ 5 から燃料電池スタック 5 3 に導入して、発電セル部 6 3 あるいは排気燃焼部 6 5 の熱で予熱した空気を燃料電池スタック 5 3 の発電セル部 6 3 の空気流路 3 8 に導入することもできる。

40

【 0 1 1 4 】

5 . スタック冷却発電モード

ステップ S 7 2 において外部改質器 2 2 の改質部 2 7 の温度 T_a が部分改質反応モードを開始できる温度 T_{a1} 以上、耐久上限温度 T_{a2} 未満でかつ燃料電池スタック 5 3 の発電セル部 6 3 の温度 T_b が定常発電最高温度 T_{b3} 以上になってしまった場合には、ステップ S 7 3 において外部改質器 2 2 の改質部 2 7 は引き続き水蒸気改質モードで運転し、燃料電池スタック 5 3 にコンプレッサ 5 から導入する空気量を増加することにより、発電セル部 6 3 を冷却する。

【 0 1 1 5 】

6 . 外部改質器冷却発電モード

50

上記スタック昇温モードおよびスタック昇温発電モードにおいて外部改質器 2 2 が異常昇温した場合（ステップ S 7 4）は、ステップ S 7 5 において燃料 F に対する水（水蒸気）の導入量 W の比率 W/F を上げて、部分改質反応モードから A T R 反応モードへ移行させることにより、発熱を抑制して温度を下げる。

【 0 1 1 6 】

また、上記スタック定常発電モードにおいて外部改質器 2 2 が異常昇温した場合（ステップ S 7 6）は、ステップ S 7 7 において熱交換部 2 8 に空気を導入して冷却する

【 0 1 1 7 】

7 . 停止モード

この発電装置 1 を停止する場合、まず、ステップ S 7 8 において外部改質器 2 2 の改質部 2 7 へ供給される燃料、空気、水（水蒸気）と、燃料電池スタック 5 3 へ供給される空気、水（水蒸気）をいずれも遮断し、外部改質器 2 2 および燃料電池スタック 5 3 の発熱を伴う反応を停止させる。

【 0 1 1 8 】

燃料電池スタック 5 3 の排気燃焼部 6 5 に対する空気の供給は、燃料ガスの供給を停止してから一定時間たった後に停止する。これにより、燃料ガスを停止した後に遅れて排出される系内の残存燃料ガスを燃焼させてから停止させることができる。

【 0 1 1 9 】

また、燃料電池スタック 5 3 の急激な温度低下に伴う破壊を防止することができると共に、排気を浄化して停止させることができる

【 0 1 2 0 】

強制的な冷却が必要な場合は、ステップ S 7 9 においてコンプレッサ 5 から外部改質器 2 2 の熱交換部 2 8 および燃料電池スタック 5 3 へ直接空気を導入して両方の冷却を同時に行う。

【 0 1 2 1 】

8 . 発電出力一時オフモード

発電出力をオンオフ制御して発電する場合のオンオフ時間は、この発電装置 5 1 を搭載した移動体、例えば、車両の動力負荷状況や蓄電池の容量などに依存する。

【 0 1 2 2 】

スタック定常発電モード時において、燃料電池スタック 5 3 の発電セル部 6 3 の回路を遮断することによって、発電出力を一時的にオフにする場合には、ステップ S 8 0 において上記運転モードと同様に、改質部 2 7 に導入される燃料 F に対する水（水蒸気）の導入量 W の比率 W/F と、燃料 F に対する空気 A の比率 A/F とを制御することにより、部分改質反応モード、A T R 反応モードおよび水蒸気改質モードを制御して外部改質器 2 2 を一定温度に保持するようにする。

【 0 1 2 3 】

ステップ S 8 1 において出力オフに伴って発電セル部 1 3 の温度 T_b が定常発電最低温度 $T_b 2$ を下回った場合には、ステップ S 8 2 において外部改質器 2 2 の改質部 2 7 に導入する燃料ガス流量を増加させると共に外部改質器 2 2 の排気燃焼部 4 1 に導入される空気を遮断して、燃料電池スタック 5 3 の排気燃焼部 6 5 に空気を導入して燃料電池スタック 5 3 を加熱する。

【 0 1 2 4 】

ステップ S 8 3 において燃料電池スタック 5 3 の発電セル部 6 3 の温度 T_b が定常発電最高温度 $T_b 3$ 以上に上昇した場合は、ステップ S 8 4 において発電セル部 6 3 の温度を低下させる。

【 0 1 2 5 】

燃料電池スタック 5 3 の発電セル部 6 3 に導入する発電用の空気は、発電出力のオフ状態を検出して停止させることが可能である。この際、温度変動を抑制するために、一定流量の空気を流し続けるように制御することもできる。

【 0 1 2 6 】

10

20

30

40

50

なお、本発明に係わる発電装置の詳細な構成は、上記した実施例に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係わる発電装置の一実施例を示す配管路説明図である。

【図 2】図 1 における発電装置の一連の運転モードにおけるガス制御の一例を示すフローチャートである。

【図 3】本発明に係わる発電装置の他の実施例を示す配管路説明図である。

【図 4】図 3 における発電装置の一連の運転モードにおけるガス制御の一例を示すフローチャートである。

【図 5】本発明に係わる発電装置のさらに他の実施例を示す配管路説明図である。

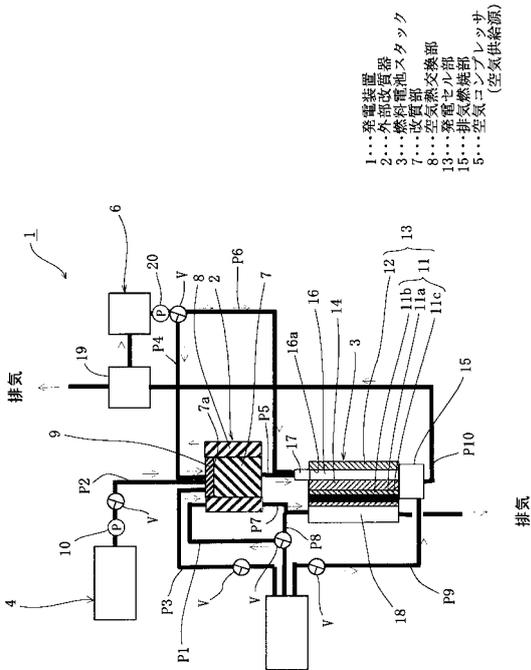
10

【図 6】図 5 における発電装置の一連の運転モードにおけるガス制御の一例を示すフローチャートである。

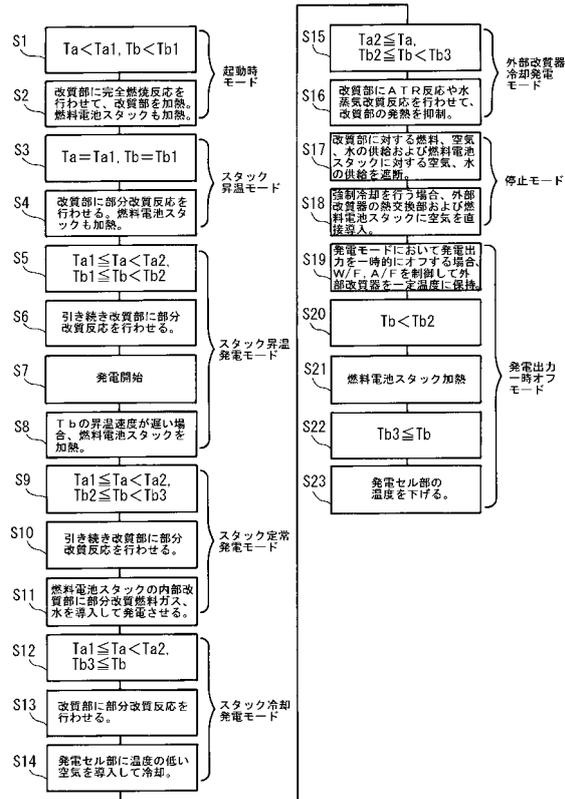
【符号の説明】

- 1, 21, 51 発電装置
- 2, 22 外部改質器
- 3, 23, 53 燃料電池スタック
- 4 燃料タンク（燃料ガス供給源）
- 5 コンプレッサ（空気供給源）
- 6 給水タンク（給水源）
- 7, 27 改質部 20
- 7a, 27a 改質部の燃料ガス導入口
- 8, 28 空気熱交換部
- 9, 17 混合気化部
- 13, 33, 63 発電セル部
- 14 内部改質部
- 15, 35, 65 排気燃焼部
- 16 燃料ガス流路
- 16a 燃料ガス流路の導入口
- 18 空気流路（冷却用ガス流路）
- 32 セパレータ板 30
- 41 排気燃焼部
- 42 冷却ガス流路
- P1 ~ P13 配管

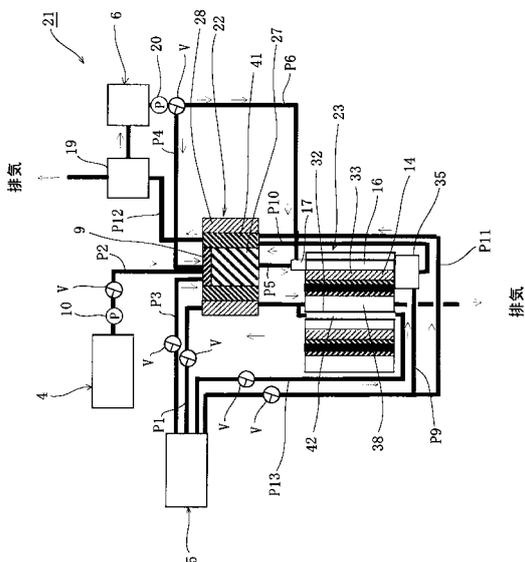
【図1】



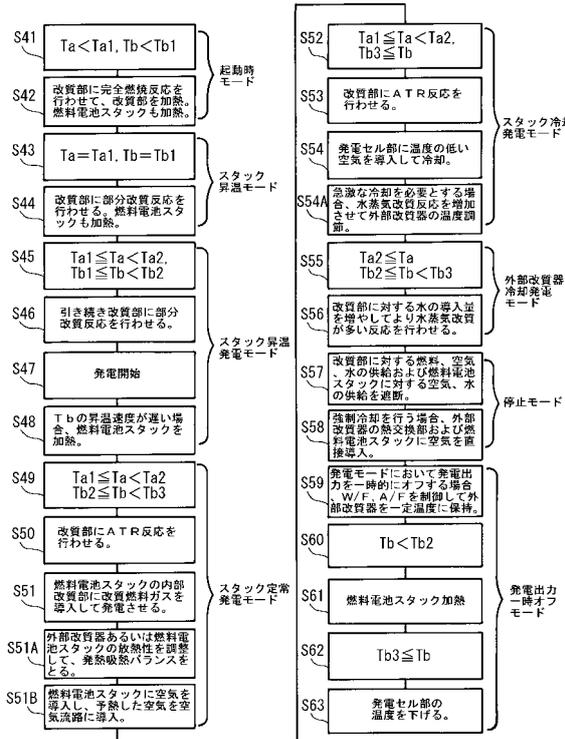
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 M 8/06 G

(72)発明者 山中 貢
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

審査官 前田 寛之

(56)参考文献 特開平11-067256(JP,A)
特開平10-302819(JP,A)
特開平05-121084(JP,A)
特開平08-321314(JP,A)
特開平05-205757(JP,A)
特開昭64-077874(JP,A)
特開2001-068135(JP,A)
特開2002-110212(JP,A)
特開2002-201002(JP,A)
特開2002-198082(JP,A)
特開2002-060205(JP,A)
特開2002-117890(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/04

H01M 8/02

H01M 8/06