

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5070885号
(P5070885)

(45) 発行日 平成24年11月14日(2012.11.14)

(24) 登録日 平成24年8月31日(2012.8.31)

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

請求項の数 6 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2007-55849 (P2007-55849)	(73) 特許権者	000006264 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区大手町一丁目3番2号
(22) 出願日	平成19年3月6日(2007.3.6)	(73) 特許権者	000156938 関西電力株式会社 大阪府大阪市北区中之島三丁目6番16号
(65) 公開番号	特開2008-218277 (P2008-218277A)	(74) 代理人	100096862 弁理士 清水 千春
(43) 公開日	平成20年9月18日(2008.9.18)	(72) 発明者	平田 勝哉 茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 戦略事業開発室内
審査請求日	平成22年3月3日(2010.3.3)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の発電セルとセパレータを交互に積層し、架台に固定して燃料電池スタックを構成し、発電反応室に収容すると共に、運転時、前記燃料電池スタックに改質された燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給して発電反応を生じさせる燃料電池において、

前記燃料電池スタックは、前記発電反応室の中央付近において少なくとも高さ方向に複数積層されると共に、これら燃料電池スタックに近接して高さ方向に燃料改質器が配置されており、当該燃料改質器の上端部に未改質燃料ガスの導入管が接続され、下端部に改質された燃料ガスの排出管が接続され、かつ高さ方向の中段の上記燃料電池スタックに対向する部位に予熱バーナが配設されていることを特徴とする燃料電池。

【請求項2】

上記予熱バーナと上記燃料電池スタックとの間には、少なくとも上記予熱バーナの加熱面を全て覆うようにして遮熱板が配設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。

【請求項3】

上記燃料電池スタックには、上記発電反応に使用されなかった残余のガスを上記発電セルの外周部より放出するシールレス構造が採用され、かつ上記発電反応室を気密的に覆っている缶体の下部には、上記発電セルから放出された上記残余のガスを、上記発電反応室で全体として下方に流動させる排出口が設けら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。

【請求項 4】

前記燃料改質器は、最上段の燃料電池スタックから最下段の燃料電池スタックに至るまで近接して配置されることを特徴とする請求項 1 ないし 3 の何れか一項に記載の燃料電池。

【請求項 5】

前記発電反応室には、高さ方向に延びる燃料熱交換器が設けられ、かつ

当該燃料熱交換器は、その下端部に外部からの未改質燃料ガスが導入される燃料ガス供給管が接続されると共に、その上端部に上記導入管に通ずる排出口が形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 の何れか一項に記載の燃料電池。

【請求項 6】

各燃料電池スタックには、燃料電池スタック内に酸化剤ガスを供給するための空気分配管が接続されており、且つ、高さ方向中央より上側の燃料電池スタックにおいては、前記空気分配管が燃料電池スタック下端部に接続されると共に、下側の燃料電池スタックにおいては、前記空気分配管が燃料電池スタック上端部に接続されることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 の何れか一項に記載の燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池スタックを高さ方向に複数積層した燃料電池に関し、特に、燃料電池スタックの積層方向における温度分布を均一化した燃料電池に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、燃料の有する化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する燃料電池は、高効率でクリーンな発電装置として注目されており、特に、固体酸化物形燃料電池は発電効率がよく、且つ、他の燃料電池と比べて作動温度が高いため排熱を有効に利用できるなどの多くの利点を有することから、第三世代の発電用燃料電池として研究開発が進められている。

【0003】

この固体酸化物形燃料電池は、酸化物イオン導電体から成る固体電解質層を両側から空気極層と燃料極層で挟み込んだ積層構造の発電セルを有し、発電時には、反应用ガスとして空気極層側に酸化剤ガス（酸素）が、また燃料極層側に燃料ガス（ H_2 、 CO 等）が供給される。

【0004】

発電セル内において、空気極層側に供給された酸素（例えば空気）は、空気極層内の気孔を通過して固体電解質層との界面近傍に到達し、この部分で空気極層から電子を受け取って酸化物イオン（ O^{2-} ）にイオン化される。この酸化物イオンは、燃料極層に向かって固体電解質層内を拡散移動して燃料極層との界面近傍に到達し、この部分で、燃料ガスと反応して燃料極層に電子を放出すると共に、 H_2O 、 CO_2 等の反応生成物を排ガスとして発電セルの外に放出する。電極反応で生じた電子は、別ルートの外部負荷にて起電力として取り出すことができる。

【0005】

この発電セル単体では出力が極めて小さいため、通常はこの発電セルを多数直列状態に積層して高出力化した燃料電池スタックを用いているが、より高出力を得たい場合は、この燃料電池スタックを複数接続（積層）して用いることが行われている。

また、固体酸化物燃料電池は、発電セルが上述の反応に $400 \sim 500$ の温度を必要とするため、燃料電池スタックの周囲に電気ヒータ等の予熱ヒータが設置されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、複数の燃料電池スタックを高さ方向に積層して密閉容器に収容した燃料電池

10

20

30

40

50

では、両端の燃料電池スタックからの放熱が他の燃料電池スタックに比べて顕著であるため、両端の燃料電池スタックの温度が中段部分の燃料電池スタックに比べて低下してしまう。さらには、自然対流の影響で容器内雰囲気は下部より上部が高温となるため、上下両端の燃料電池スタックでは、上端部の燃料電池スタックに比べて下端部の燃料電池スタックの温度が低くなる傾向が見られる。これにより、温度が低い部分の燃料電池スタックは、高温部分の燃料電池スタックに比べて発電性能が低下しているため、燃料電池としての性能が低下してしまうことになる。

加えて、燃料電池の起動時には、予熱バーナに臨むように位置して、当該予熱バーナに直接的に加熱される燃料電池スタックが著しく高温となってしまいうため、全ての燃料電池スタックが昇温する前に、予熱バーナの作動を停止させることとなってしまう。

10

【0007】

本発明は、係る問題に鑑みて成されたもので、高さ方向に複数積層された燃料電池スタックの積層方向の温度を均一化を図った高効率の燃料電池を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

すなわち、請求項1に記載の発明は、複数の発電セルとセパレータを交互に積層し、架台に固定して燃料電池スタックを構成し、発電反応室に収容すると共に、運転時、前記燃料電池スタックに改質された燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給して発電反応を生じさせる燃料電池において、前記燃料電池スタックは、前記発電反応室の中央付近において少なくとも高さ方向に複数積層されると共に、これら燃料電池スタックに近接して高さ方向に燃料改質器が配置されており、当該燃料改質器の上端部に未改質燃料ガスの導入管が接続され、下端部に改質された燃料ガスの排出管が接続され、かつ前記発電反応室の高さ方向の中段の上記燃料電池スタックに対向する部位に予熱バーナが配設されていることを特徴としている。

20

【0009】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の燃料電池において、上記予熱バーナと上記燃料電池スタックとの間には、少なくとも上記予熱バーナの加熱面を全て覆うようにして遮熱板が配設されていることを特徴としている。

【0010】

30

また、請求項3に記載の発明は、請求項1又は請求項2に記載の燃料電池において、上記発電反応室を気密的に覆っている缶体の下部には、上記燃料電池スタックに供給された上記燃料ガス及び酸化剤ガスが上記発電セルで反応して、当該発電セルから放出された排ガスを、上記発電反応室で全体として下方に流動させる排出口が設けられていることを特徴としている。

【0011】

また、請求項4に記載の発明は、請求項1ないし請求項3の何れか一項に記載の燃料電池において、前記燃料改質器は、最上段の燃料電池スタックから最下段の燃料電池スタックに至るまで近接して配置されることを特徴としている。

【0012】

40

また、請求項5に記載の発明は、請求項1ないし請求項4の何れか一項に記載の燃料電池において、前記発電反応室には、高さ方向に延びる燃料熱交換器が設けられ、かつ当該燃料熱交換器は、その下端部に外部からの未改質燃料ガスが導入される燃料ガス供給管が接続されると共に、その上端部に上記導入管に通ずる排出口が形成されていることを特徴としている。

【0013】

また、請求項6に記載の発明は、請求項1ないし請求項5の何れか一項に記載の燃料電池において、各燃料電池スタックには、燃料電池スタック内に酸化剤ガスを供給するための空気分配管が接続されており、且つ、高さ方向中央より上側の燃料電池スタックにおいては、前記空気分配管が燃料電池スタック下端部に接続されると共に、下側の燃料電池ス

50

タックにおいては、前記空気分配管が燃料電池スタック上端部に接続されることを特徴としている。

【発明の効果】

【0014】

請求項1～6の何れか一項に記載の本発明によれば、高さ方向に複数積層された燃料電池スタックに近接して高さ方向に燃料改質器が配置され、その上端部のガス入口より改質器内部に燃料ガスが供給されるので、当燃料改質器における改質反応時の吸熱量は改質器上部において最も多く、下方に向かって減少する。この吸熱により、主として改質器上部に近接する燃料電池スタックの温度を低下させることができる。これにより、高さ方向に積層された燃料電池スタックの積層方向の温度が均一化され、発電効率を高めることができる。

10

【0015】

さらに、予熱バーナを高さ方向中段の燃料電池スタックに対向する部位に設置したため、上段や下段の燃料電池スタックに対向する部位に設置した場合と異なり、起動時に、燃料電池スタックの高さ方向の一端部側が加熱され、他端部側が著しく低温となって、結果として、発電性能が著しく低下してしまうことを防止することができる。

【0016】

特に、請求項2に記載の発明によれば、予熱バーナと燃料電池スタックとの間に、少なくとも予熱バーナの加熱面を全て覆うように遮熱板を設けたため、起動時に、中段の燃料電池スタックが直接的に加熱されることを防止して、全ての燃料電池スタックを均一的かつ十分に加熱することができる。その結果、短時間での起動が可能となり、さらには、起動開始直後から全ての燃料電池スタックの発電効率を高めることができる。

20

【0017】

また、請求項3に記載の発明によれば、発電反応室を気密的に覆っている缶体の下部に排出口を設けて、発電セルから放出される残余のガスを発電反応室で全体として下方に流動させるようにしたため、下段の燃料電池スタックを効率的に加熱することができ、自然対流の場合と異なり、上下両端の燃料電池スタックにおいて上端部の燃料電池スタックよりも下端部の燃料電池スタックの温度が低くなる傾向を解消することができる。その結果、全ての燃料電池スタックの発電性能を高めて、効率的に発電させることができる。

【0018】

30

さらに、請求項4に記載の本発明によれば、燃料改質器は、最上段の燃料電池スタックから最下段の燃料電池スタックに至るまで近接して配置されているため、改質反応の吸熱による燃料電池スタックの温度低下は最上段において最も多く、最下段において最も少なくなり、よって、最上段と最下段の燃料電池スタック13の温度差がより緩和され、高さ方向に積層された燃料電池スタックの積層方向の温度が均一化される。

【0019】

さらには、請求項5に記載の本発明では、高さ方向に延びる燃料熱交換器の下端部より導入された燃料ガスが上方に流通する過程で燃料電池スタックの輻射熱により昇温され、高温の燃料ガスとなって燃料熱改質器の上端部の排出口を通じて上記燃料改質器のガス入口に供給されるため、燃料改質器において安定した改質反応が行われる。

40

【0020】

さらにまた、請求項6に記載の本発明では、高さ方向中央より上側の燃料電池スタックにおいては、空気分配管を介して燃料電池スタック下端部より空気が供給されると共に、下側の燃料電池スタックにおいては、空気供給管を介して燃料電池スタック上端部より空気が供給されるため、燃料電池スタック内において、空気は燃料電池スタック列の高さ方向中央部分から上下方向に流通することになり、その過程で昇温された空気により中段部に比べて温度の低い両端部の燃料電池スタックが昇温される。これにより、高さ方向に積層された燃料電池スタックの積層方向の温度が均一化される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

50

以下、図 1 ~ 図 6 に基づいて本発明の実施形態を説明する。

【 0 0 2 2 】

図 1、図 2 は本発明が適用された固体酸化物形燃料電池の内部概略構成を示し、図 3 はバーナと遮熱板と燃料電池スタックとの位置関係を示すとともに、図 4 は、側部空気熱交換器及び側部燃料熱交換器の配置を示している。また、図 5 は、燃料電池スタックの要部概略構成を示し、図 6 は、燃料電池スタックへの反应用ガスの供給形態を示している。

【 0 0 2 3 】

図 1、図 2 において、符号 2 はモジュール缶体、符号 2 0 は内部缶体で、このモジュール缶体 2 と内部缶体 2 0 の間に断熱材 1 0 が介装されている。内部缶体 2 0 は、缶内（すなわち、発電反応室 1）を気密状態に保持している。この発電反応室 1 のほぼ中央に積層方向を縦にして複数の燃料電池スタック 1 3 が配設されている。

10

【 0 0 2 4 】

燃料電池スタック 1 3 は、図 5 に示すように、固体電解質層 2 1 の両面に燃料極層 2 2 と空気極層 2 3 を配した発電セル 1 1 と、燃料極層 2 2 の外側の燃料極集電体 3 2 と、空気極層 2 3 の外側の空気極集電体 3 3 と、各集電体 3 2、3 3 の外側のセパレータ 1 2 とを単位セルとして、これら単位セルを複数積層すると共に、この単位セルによる積層体を電氣的絶縁を施した部材（図示せず）により固定してユニット化したものである。

【 0 0 2 5 】

ここで、固体電解質層 2 1 はイットリアを添加した安定化ジルコニア（Y S Z）等で構成され、燃料極層 2 2 は Ni 等の金属あるいは Ni - Y S Z 等のサーメットで構成され、空気極層 2 3 は La M n O₃、L a C o O₃等で構成され、燃料極集電体 3 2 は Ni 等のスポンジ状の多孔質焼結金属板で構成され、空気極集電体 3 3 は A g 等のスポンジ状の多孔質焼結金属板で構成され、セパレータ 1 2 はステンレス等で構成されている。

20

【 0 0 2 6 】

セパレータ 1 2 は、発電セル 1 1 間を電氣的に接続すると共に、発電セル 1 1 に反应用ガスを供給する機能を有し、燃料ガスマニホールド 1 9 a より供給される燃料ガスをセパレータ 1 2 の外周面から導入してセパレータ 1 2 の燃料極集電体 3 2 に対向するほぼ中央部から吐出する燃料ガス通路 1 2 a と、空気マニホールド 1 9 b より供給される空気をセパレータ 1 2 の外周面から導入してセパレータ 1 2 の空気極集電体 3 3 に対向する面のほぼ中央から吐出する空気通路 1 2 b を備えている。

30

尚、上述した燃料ガスマニホールド 1 9 a と空気マニホールド 1 9 b は、何れも各燃料電池スタック 1 3 の内部に形成されており、スタック内において、燃料ガスマニホールド 1 9 a は、後述する燃料バッファタンク 4 7 a ~ 4 7 d の燃料分配管 4 6 に接続され、空気マニホールド 1 9 b は後述する空気バッファタンク 5 2 の空気分配管 5 6 に接続されている。

【 0 0 2 7 】

また、この燃料電池スタック 1 3 は、発電セル 1 1 の外周部にガス漏れ防止シールを設けないシールレス構造を採用しており、運転時には、図 5 に示すように、燃料ガス通路 1 2 a および空気通路 1 2 b を通してセパレータ 1 2 の略中心部から発電セル 1 1 に向けて吐出される反应用ガス（燃料ガスおよび空気）を、発電セル 1 1 の外周方向に拡散させながら燃料極層 2 2 および空気極層 2 3 の全面に行き渡らせて発電反応を生じさせると共に、発電反応で消費されなかった残余のガス（排ガス）を発電セル 1 1 の外周部から外に自由に放出するようになっている。

40

【 0 0 2 8 】

本実施形態は、上記構成の燃料電池スタック 1 3 が発電反応室 1 内のほぼ中央付近に平面視において縦横 2 列に配置されると共に、架台 1 8 を間に介在して高さ方向に 4 段積み上げ、合計 1 6 基が一体的に配置されることにより、高出力型の燃料電池モジュールが構成されている。

尚、内部缶体 2 0 の上部と下部の中央には、各燃料電池スタック 1 3 より発電反応室 1 に放出された高温の排ガスを外部に排出するための排気管 8 1、8 2 が設けられている。

50

この内部缶体 20 の下部に設けられた排気管 82 は、内部缶体 20 の上部に設けられた排気管 81 よりも排出口が大きく形成されて、排気管 81 よりも排ガスの排気量が多く、排ガスが発電反応室 1 において全体として下方に流動するように設けられている。

【0029】

また、発電反応室 1 には、平面視において縦横 2 列に配設された各々燃料電池スタック 13 の対向側面間にそれぞれ改質触媒を充填した扁平箱形の翼部 42a、42b、42c、42d を有する十字型の燃料改質器 42 が最上段の燃料電池スタック 13 から最下段の燃料電池スタック 13 に近接する位置まで配設され、上記複数の燃料電池スタック 13 と共に底部のスタック台 22 上に固定されている。

【0030】

このように、本実施形態では、燃料改質器 42 が燃料電池スタック 13 からの輻射熱を効率良く受熱でき、且つ、最も高温となる部位に配置されると共に、自然対流の影響で下部より高温雰囲気となる発電反応室 1 の上部に位置する各翼部 42a ~ 42d の上端部に各々燃料ガス導入用のガス入口が設けられ、各翼部 42a ~ 42d の下端部に改質ガス排出用の排出管 32 が設けられる構成と成されている。

【0031】

そして、発電反応室 1 内において、これら燃料電池スタック 13 と燃料改質器 42 の周囲に、側部燃料熱交換器 43、燃料バッファタンク 47a ~ 47d、側部空気熱交換器 53、空気バッファタンク 52 等が燃料電池スタック 13 の高さ方向に沿って立設されている。側部燃料熱交換器 43 の下端部には、モジュール缶体 2 の底部より導入される燃料供給管 15 が接続され、側部空気熱交換器 53 の下端部には空気配管 59 が接続されている。

【0032】

また、上記側部空気熱交換器 53 及び上記側部燃料熱交換器 43 は、図 2 に示すように、中央の燃料電池スタック 13 に対して距離を置いた内部缶体 20 側に配置されており、側部空気熱交換器 53 は、図 2 及び図 4 に示すように、円筒状に形成されて、発電反応室 1 の各角隅部に垂直に配設されている。

【0033】

側部燃料熱交換器 43 は、発電反応室 1 の各角部に、側部空気熱交換器 53 と平行に配設された細長状の配管 43a と、この配管 43a の上端に連続して設けられた外観視矩形平板状の筐体 43b とによって構成されている。この配管 43a の上端がバーナ 7 の上端部よりも上方に位置するとともに、筐体 43b の下端がバーナ 7 よりも上方位置において、内部缶体 20 の各側面に沿って配設されて、バーナ 7 によって直接的に加熱されないようになっている。また、側部燃料熱交換器 43 は、筐体 43b のスタック側の面にフィン（図示せず）が配設されて、熱交換性能の向上が図られており、筐体 43b の上端部に燃料改質器 42 に通ずる排出口 44a が形成されている。

これによって、側部空気熱交換器 53 及び側部燃料熱交換器 43 は、バーナ 7 からの輻射熱を直接的に受熱しないようになっている。

【0034】

これら熱交換器類 43、53 と燃料電池スタック 13 との間には、上記した燃料バッファタンク 47a ~ 47d と空気バッファタンク 52 とが配設されている。燃料バッファタンク 47a ~ 47d は平面視、縦横 2 列に配置された燃料電池スタック 13 の各列の間に位置され、空気バッファタンク 52 は発電反応室 1 の各角部に配設されている。

【0035】

また、燃料電池スタック 13 の上方には、水平方向に上部燃料熱交換器 6 と上部空気熱交換器 50 とが配設されている。これらもフィン付き平板型の熱交換器である。

【0036】

上部燃料熱交換器 6 は、上述した側部燃料熱交換器 43 の下流側の熱交換器であり、その入口が配管 44 により側部燃料熱交換器 43 の上端部の排出口 44a に接続されると共に、出口が導入管 45a ~ 45d により上述した燃料改質器 42a ~ 42d に接続されて

10

20

30

40

50

いる。尚、燃料改質器 4 2 a ~ 4 2 d の排出管 3 2 は上述した燃料バッファタンク 4 7 a ~ 4 7 d の下端部に接続されている。

上部空気熱交換器 5 0 は、上述した側部空気熱交換器 5 3 の下流側熱交換器であり、その入口が配管 5 1 により側部空気熱交換器 5 3 の上端部に接続されると共に、出口が上述した空気バッファタンク 5 2 の上端部に接続されている。

【 0 0 3 7 】

上記燃料バッファタンク 4 7 a ~ 4 7 d の出口は複数の燃料分配管 4 6 により、また、空気バッファタンク 5 2 の出口は複数の空気分配管 5 6 により、それぞれ各燃料電池スタック 1 3 に接続されている。

燃料バッファタンク 4 7 a ~ 4 7 d からの燃料分配管 4 6 は各々燃料電池スタック 1 3 の上端部と下端部に接続され、空気バッファタンク 5 2 からの空気分配管 5 6 は、上側 2 段の燃料電池スタック 1 3 においてはスタック下端部に接続され、下側 2 段の燃料電池スタック 1 3 においてはスタック上端部に接続されている。

【 0 0 3 8 】

また、内部缶体 2 0 の中央部側面には、各燃料電池スタック 1 3 と対向する 4 基の起動用の予熱バーナ 7 として、赤外線バーナが配設され、このバーナ 7 と各燃料電池スタック 1 3 との間に遮熱板 8 が配設されている。

【 0 0 3 9 】

この遮熱板 8 は、図 2 及び図 3 に示すように、予熱バーナから 5 0 mm 以上離れた位置において、少なくとも予熱バーナ 7 の加熱面を覆うように（本実施形態においては、2 段目及び 3 段目の燃料電池スタック 1 3 と 1 段目の燃料電池スタックの下部を覆うように内部缶体 2 0 の各側面に各 6 枚ずつ）配設されている。

これにより、各燃料電池スタック 1 3 が予熱バーナ 7 からの輻射熱を直接的に受熱することを避けて、直接的な受熱により一部の燃料電池スタック 1 3 が加速的に昇温するのを防止し、全ての燃料電池スタック 1 3 を均一的に昇温させ、結果的に起動時間を短縮するようになっている。また、遮熱板 8 が予熱バーナ 7 から 5 0 mm 以上離れた位置に設置されることによりバーナ 7 の失火が防止される。

【 0 0 4 0 】

他方、本実施形態では、これらバーナ 7 の側面と背面に冷却ジャケット（図示せず）を設けると共に、空気供給管 1 6 によりジャケット内部に外部空気を導入してバーナ 7 の本体を冷却することにより、バーナ 7 の本体が過度の高温に加熱されるのを防止している。この冷却ジャケットからの冷却空気（温空気）は空気配管 5 9 を介して上述した側部空気熱交換器 5 3 に導入されるようになっている。

【 0 0 4 1 】

他方、内部缶体 2 0 の下方には、水蒸気発生器 4 0 が配設されている。

この水蒸気発生器 4 0 は、燃料改質用の高温水蒸気を得るための熱交換器であって、水蒸気の発生には高温よりも寧ろ多量の熱量を必要とすることから、発電反応室 1 から離隔し、且つ、上述した熱交換器 4 3、5 3 より外側の低温部位となる下部排気管 8 2 内に配設されている。

【 0 0 4 2 】

この水蒸気発生器 4 0 には水供給管 1 7 が接続され、この水供給管 1 7 からの外部供給水が水蒸気発生器 4 0 の水流路内において発電反応室 1 から排出される高温排ガスと熱交換されて水蒸気を発生する。水蒸気出口側は水蒸気配管 4 1 により発電反応室 1 内において燃料供給管 1 5 に接続されている。

【 0 0 4 3 】

上記構成の燃料電池において、起動時には、予熱バーナ 7 を作動させて、発電反応室 1 を昇温させるとともに、燃料供給管 1 5 から外部燃料ガス（例えば、都市ガス）を、水供給管 1 7 から水を、酸化剤ガス供給管 1 6 から空気をそれぞれ供給する。

【 0 0 4 4 】

すると、外部燃料ガスが発電反応室 1 に導入されるとともに、発電反応室 1 内において

10

20

30

40

50

水蒸気発生器 40 からの高温水蒸気と混合ガスとなって、燃料電池スタック 13 周辺の各側部燃料熱交換器 43 に下方より導入される。そして、混合ガスは、燃料熱交換器 43 において発電反応室 1 の内部雰囲気により漸次加熱されて昇温しつつ、上方へ流動し、より雰囲気温度が高いスタック上部に誘導され、上部燃料熱交換器 6 において、さらに昇温する。次いで、導入管 45 a ~ 45 d を介して改質器 42 a ~ 42 d にそれぞれ導入され、排出管 32 から燃料バッファタンク 47 a ~ 47 d に貯留された後、各燃料電池スタック 13 (詳しくは、燃料ガスマニホールド 19 a) に分配され、各燃料電池スタック 13 を昇温させる。

【0045】

同様に、外部空気は、バーナ 7 の冷却ジャケットに供給され、バーナ本体を冷却すると共に、冷却ジャケットを経由した冷却空気(温空気)が空気配管 59 を介して燃料電池スタック 13 周辺の各側部空気熱交換器 53 に下方より導入されて、発電反応室 1 の内部雰囲気により漸次加熱されて昇温しつつ、上方へ流動し、上部空気熱交換器 50 にてさらに昇温する。次いで、配管を介して空気バッファタンク 52 に導入・貯留され、そこから、各燃料電池スタック 13 (詳しくは、空気マニホールド 19 b) に分配される。

10

【0046】

これにより、各燃料電池スタック 13 は、内部に供給される昇温した混合ガスや外部空気によって加熱されるとともに、発電反応室 1 の内部雰囲気によって加熱されており、バーナ 7 と燃料電池スタック 13 との間に設けられた遮熱板 8 によって、バーナ 7 による直接的な加熱が防止され、バーナ 7 により間接的かつ均一的に加熱される。

20

【0047】

次いで、運転時には、外部燃料ガスや水蒸気が起動時と同様に供給され、混合ガスとなって、側部燃料熱交換器 43 内を上方に流通する過程で発電反応室 1 の内部雰囲気によって加熱される。この混合ガスは、特に、遮熱板 8 が一段目の燃料電池スタック 13 の上部に臨む位置に配設されていないため、筐体 43 b の上部において対向する燃料電池スタック 13 からの輻射熱を受熱して効率的に昇温して、より雰囲気温度が高い上部燃料熱交換器 6 において、さらに昇温して高温の混合ガスとなる。

【0048】

この高温の混合ガスは、導入管 45 a ~ 45 d を介して、改質器 42 の中央部よりも輻射熱が多く得られる各翼部 42 a ~ 42 d の端部に導入されるため、各燃料電池スタック 13 からの輻射熱を効率的に受熱できる。

30

そして、混合ガスは、各翼部 42 a ~ 42 d 内を下方に流通する過程で改質触媒によって吸熱反応である改質が燃料電池スタック 13 からの輻射熱を回収することによりなされる。改質反応による吸熱量は温度の高い改質器上部において多く、改質器下方に向かって減少するため、この吸熱量の変化により、燃料電池スタック 13 の高さ方向の熱的バランスが均一化される。

【0049】

燃料改質器 42 で改質された水素リッチな燃料ガスは、下流部(下部)の各排出管 32 より排出され、配管を介して燃料バッファタンク 47 a ~ 47 d に導入・貯留された後、各燃料電池スタック 13 (詳しくは、燃料ガスマニホールド 19 a) に分配される。

40

ここで、燃料バッファタンク 47 内の燃料ガスは、図 6 に示すように、それぞれ各燃料電池スタック 13 の上端部および下端部から供給される。このように、燃料ガスをスタック上下(スタック両端)より供給することで、ガス流過程での圧損差を緩和し、各発電セル 11 へ等分配された燃料ガスを安定的に供給することができる。これにより、各発電セルの発電性能を均一にし、発電効率を向上させることができる。

【0050】

一方、外部空気も、起動時と同様に、各側部空気熱交換器 53 に導入され、上方に流通する過程でそれぞれ対向する燃料電池スタック 13 からの輻射熱を効率良く受熱して昇温されると共に、スタック上部において、上部空気熱交換器 50 にてさらに昇温された後、配管を介して空気バッファタンク 52 に導入・貯留され、そこから、各燃料電池スタック

50

1 3 (詳しくは、空気マニホールド 1 9 b) に分配される。

ここで、空気バッファタンク 5 2 内の空気は、図 6 に示すように、燃料電池スタック 1 3 の昇温している発電反応室 1 の高さ方向の中央部側から供給 (上側 2 段のスタックは下端部から、下側 2 段のスタックは上端部から供給する) され、そこから上下方向に流通する過程で昇温された空気が比較的溫度の低いスタック両端側を昇温する。これにより、スタックの高さ方向の溫度を均一化できる。

【 0 0 5 1 】

また、この空気バッファタンク 5 2 には、上端より上部空気熱交換器 5 0 からの温空気が導入され、下端からは空気供給管 1 6 からの外部空気が導入されているため、この予熱空気と外部空気との供給割合でスタック溫度をコントロールすることも可能である。

10

【 0 0 5 2 】

以上のように本発明では、高さ方向に複数列状に配置された燃料電池スタック 1 3 に近接して高さ方向に燃料改質器 4 2 が配置され、その上端部より燃料ガスが供給されるので、当燃料改質器 4 2 における改質反応時の吸熱量は改質器上部において最も多く、下部に向かって減少する。この吸熱により、最上段の燃料電池スタック 1 3 と最下段の燃料電池スタック 1 3 の溫度差が少なくなり、高さ方向に積層された燃料電池スタック 1 3 の積層方向の溫度が均一化される。

【 0 0 5 3 】

また、高さ方向中央より上側の燃料電池スタック 1 3 においては、空気分配管 5 6 を介して燃料電池スタック下端部より空気が供給されると共に、下側の燃料電池スタック 1 3 においては、空気分配管 5 6 を介して燃料電池スタック上端部より空気が供給されるので、燃料電池スタック内において、空気は燃料電池スタック列の高さ方向中央部分から上下方向に流通することになり、その過程で昇温された空気が比較的溫度の低い両端部の燃料電池スタックを昇温する。これにより、高さ方向に積層された燃料電池スタック 1 3 の積層方向の溫度が均一化される。

20

【 0 0 5 4 】

また、内部缶体 2 0 の中央部側面に予熱バーナ 7 を配設するとともに、このバーナ 7 と燃料電池スタック 1 3 との間に遮熱板 8 を設け、かつ内部缶体 2 0 の下部に排気管 8 2 が発電反応室において全体として排ガスを下方に流動させるように口径を大きく形成したため、起動時に、予熱バーナ 7 が燃料電池スタック 1 3 を間接的に加熱することによって、上段ないし下段の全ての燃料電池スタック 1 3 を均一的かつ十分に加熱することができる。この結果、固体酸化物形燃料電池の起動時間を著しく短縮することができ、さらには、起動開始直後から発電効率を著しく高めることができる。

30

【 0 0 5 5 】

上記した作用効果により、列状に配置された燃料電池スタックの高さ方向の溫度分布が均一化され、高効率の燃料電池を提供することができる。

【 0 0 5 6 】

以上、本実施形態の燃料電池は、燃料電池スタック 1 3 を平面方向に 4 基配置し、さらに縦方向に 4 段積み上げた構成を説明したが、積層段数は 4 段に限るものではなく、また、平面方向の配置も 4 基に限るものではない。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 7 】

【 図 1 】 本発明に係る燃料電池の内部概略構成を示す側面図。

【 図 2 】 同、燃料電池の内部概略構成を示す上面図。

【 図 3 】 同、予熱バーナと遮熱板と燃料電池スタックとの位置関係を示す説明図。

【 図 4 】 同、側部空気熱交換器及び側部燃料熱交換器の配置を示す説明図。

【 図 5 】 同、燃料電池スタックの要部概略構成を示す説明図。

【 図 6 】 燃料電池スタックへの反应用ガスの供給形態を示す説明図。

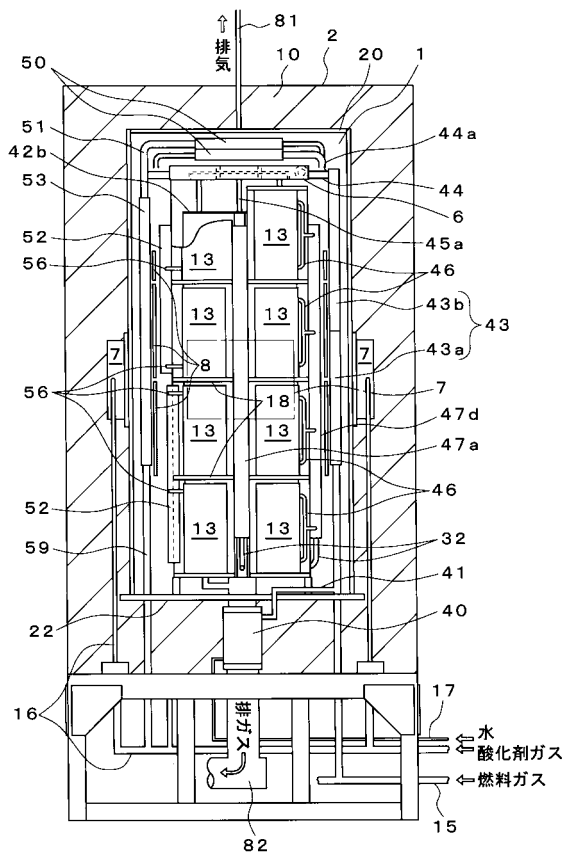
【 符号の説明 】

【 0 0 5 8 】

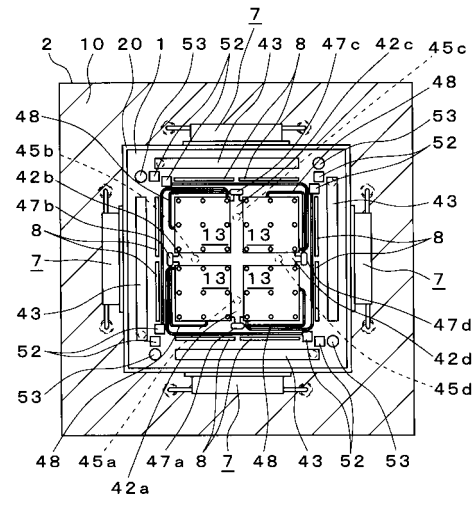
50

- 1 発電反応室
- 7 予熱バーナ
- 8 遮熱板
- 11 発電セル
- 12 セパレータ
- 13 燃料電池スタック
- 18 架台
- 32 排出管
- 42 a ~ 42 d 燃料改質器
- 43 側部燃料熱交換器
- 45 a ~ 45 d 導入管
- 53 側部空気熱交換器
- 56 空気分配管

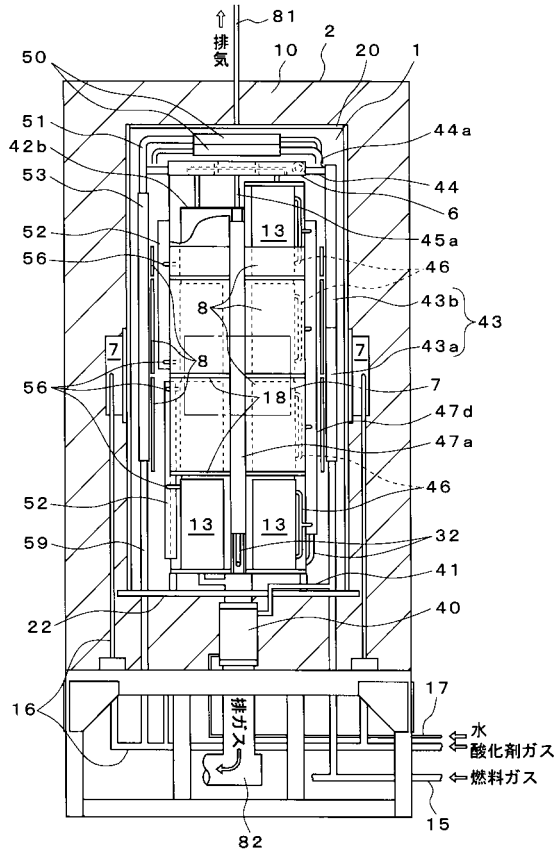
【図1】



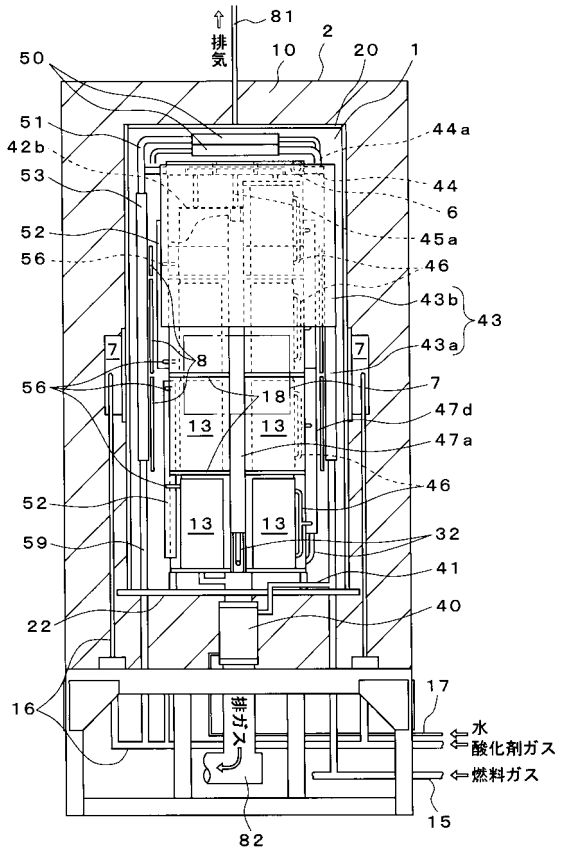
【図2】



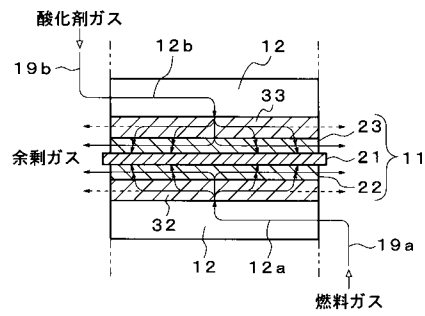
【図3】



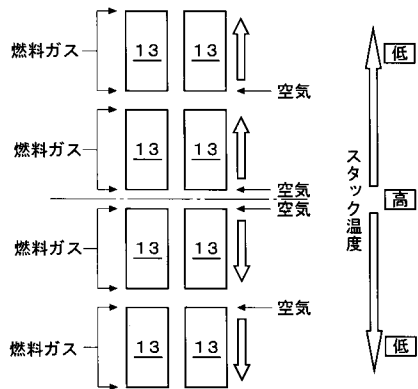
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 M 8/12
C 0 1 B 3/38

(72)発明者 村上 直也
茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 戦略事業開発室内

審査官 原 賢一

(56)参考文献 特開平3-40379(JP,A)
特開昭63-232275(JP,A)
特開平8-213041(JP,A)
特開平7-272741(JP,A)
特開2007-18966(JP,A)
特開昭61-237370(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 1 M 8 / 0 4 - 8 / 0 6 , 8 / 1 2
C 0 1 B 3 / 3 2 - 3 / 3 8