

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5079441号
(P5079441)

(45) 発行日 平成24年11月21日 (2012.11.21)

(24) 登録日 平成24年9月7日 (2012.9.7)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 M 8/24 (2006.01)

HO 1 M 8/12 (2006.01)

HO 1 M 8/24 R

HO 1 M 8/24 S

HO 1 M 8/24 E

HO 1 M 8/12

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2007-255246 (P2007-255246)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成19年9月28日 (2007.9.28)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2009-87694 (P2009-87694A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成21年4月23日 (2009.4.23)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	平成21年4月13日 (2009.4.13)		ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	高橋 和雄
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
			式会社日立製作所 日立研究所内
		(72) 発明者	軍司 章
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
			式会社日立製作所 日立研究所内
		(72) 発明者	床井 博見
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
			式会社日立製作所 日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体酸化物形燃料電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円筒袋状のセルを複数具備し、前記セルの外側に燃料ガスを流し前記セルの内側に酸化剤ガスを流して電池反応が行われる固体酸化物形燃料電池であって、
前記固体酸化物形燃料電池は、前記複数のセルを収容し前記電池反応が行われる電池反応室と、前記燃料ガスを供給するための燃料ガス供給室と、前記電池反応によって生成する排ガスを回収するための排ガス回収室と、前記排ガスの一部を燃焼するための排ガス燃焼室とを有し、
前記電池反応室と前記排ガス回収室とは第1のシール部材によって区切られ、
前記排ガス回収室と前記排ガス燃焼室とは第2のシール部材によって区切られ、
前記電池反応室と前記燃料ガス供給室とは第3のシール部材によって区切られ、
前記セルは、その長手方向が略水平となるように、前記第1のシール部材と前記第2のシール部材と前記電池反応室内で円筒セルを保持するためのセル支持部材とによって保持され、前記セルが略水平に層を成すように複数配設され、さらに、前記複数のセルで形成された前記層が垂直方向に複数配設されており、
前記電池反応室内で、前記セルの前記層の間は層間仕切り部材によって区切られており、
前記層間仕切り部材は、前記燃料ガス供給室と前記電池反応室とに連通する燃料ガス流路と、前記排ガス回収室と前記電池反応室とに連通する排ガス流路とを具備し、
前記燃料ガス流路と前記排ガス流路とは、流通するガスが互いに混合しないように区切られていることを特徴とする固体酸化物形燃料電池。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の固体酸化物形燃料電池において、
前記層間仕切り部材は、前記燃料ガス流路と前記排ガス流路を内蔵することを特徴とする固体酸化物形燃料電池。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の固体酸化物形燃料電池において、
前記セル支持部材は、上下の層間仕切り部材に当接していることを特徴とする固体酸化物形燃料電池。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の固体酸化物形燃料電池において、
前記セル支持部材が、各セルの長手方向に複数配設されていることを特徴とする固体酸化物形燃料電池。

10

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の固体酸化物形燃料電池において、
前記燃料ガス流路は、前記セルに燃料ガスを均等に供給するための燃料ガス供給孔を具備することを特徴とする固体酸化物形燃料電池。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の固体酸化物形燃料電池において、
前記排ガス流路は、前記セルからの排ガスを速やかに排出するためのガス排出孔を具備することを特徴とする固体酸化物形燃料電池。

20

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の固体酸化物形燃料電池において、
前記排ガス燃焼室の圧力 P_1 と前記排ガス回収室の圧力 P_2 と前記電池反応室の圧力 P_3 の関係が、「 $P_1 = P_2 < P_3$ 」であることを特徴とする固体酸化物形燃料電池。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の固体酸化物形燃料電池において、
前記層間仕切り部材、前記燃料ガス流路および/または前記排ガス流路は、熱伝導材料で構成されていることを特徴とする固体酸化物形燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、固体酸化物形燃料電池に関し、特に、円筒セルタイプ・横置き方式の固体酸化物型燃料電池モジュールにおける構造に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池は、化学変化を直接的に電気エネルギーに変えることができることから高効率であり、また、窒素や硫黄などを含む燃料を燃焼しないので、大気汚染物質(NO_x 、 SO_x 等)の排出量が少なく地球環境に優しいという特長を有する。燃料電池は、電解質の一方の面にアノード(燃料極)、もう一方の面にカソード(酸化剤極)を備えたセルを基本構造として、アノード面には燃料ガスを、カソード面には酸化剤ガス(主として空気)を供給し、電解質を介して燃料と酸化剤を電気化学的に反応させて発電する装置である。

40

【0003】

この燃料電池には電解質の種類などによって幾つかの種類があるが、中でも固体酸化物形燃料電池(以下、SOFCと称する場合もある)は最も効率が高い燃料電池として期待されている。固体酸化物形燃料電池は、酸素イオン導電性を有するイットリア安定化ジルコニア等の固体酸化物を電解質とし、約800~1000 程度の温度で動作する。動作温度が高いことから、排熱を上手に利用して他の発電設備とコンバインド・サイクル発電する方法も提案されている。また、排熱のほかに、電池反応時に未利用の余剰燃料ガスを回収し、燃料をリサイクルすることも提案されている(例えば、特許文献1)。

【0004】

50

固体酸化物形燃料電池のセル形状としては、大別して円筒タイプと平板タイプがある。平板セルに比べ、円筒セルは熱膨張を軸方向で許容し、熱応力を緩和できることから大容量化に有利であると言われている。

【0005】

また、円筒タイプのセルの配置方法には縦置き方式と横置き方式があり、それぞれメリットとデメリットがある。例えば、縦置き方式では、高温の動作環境における各セルの保持や反応ガス流路（燃料ガス流路または酸化剤ガス流路）の確保が比較的容易であるというメリットを有するが、セル長手方向の温度分布やガス流分布が大きくなり易く、発電効率や部材の耐久性が低下しやすいデメリットがある。

【0006】

一方、横置き方式では、セル長手方向と直交して反応ガス（燃料ガスまたは酸化剤ガス）を流すことからガス流方向の分布（乱れ）が小さく、セル長手方向の温度分布の縮小化に有利である。また、高さ方向に多段積みすることで燃料電池モジュールの設置面積を節約できるメリットを有するが、高温の動作環境における各セルの保持や反応ガス流路の確保が比較的困難であるというデメリットがある。ただし、いずれの方式においても、燃料電池の発電効率を向上させるため、セル長手方向および各セル間の温度分布を小さくすることは、依然として重要な課題である。

【0007】

上記のような問題点に対し、例えば、特許文献1や特許文献2では、縦置き方式において、セル長手方向の温度分布の改善に寄与する燃料ガス内部改質器や、セル長手方向のガス流を平均化する集電板を有する固体酸化物形燃料電池が提案されている。また、特許文献3では、横置き方式において、セルの外側に酸化剤ガス（空気）を供給し、セルの内側に燃料ガスを供給する燃料電池で、燃料ガス通路に沿って伸びる熱伝導物体をセルに隣接して配列し、セルの温度分布の一様化を図った固体酸化物形燃料電池が提案されている。

【0008】

【特許文献1】特開2003-115307号公報

【特許文献2】特開2006-202519号公報

【特許文献3】特開2005-235529号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、上述したような従来の固体酸化物型燃料電池には、以下のような問題がある。例えば、縦置き方式のSOFCにおいては、セル長手方向にガスを流すことから、本質的にセル長手方向で電気化学反応が分布を持ち易く、電気化学反応で発生する熱が分布を形成することを避け難い問題がある。

【0010】

また、特許文献3に記載のSOFCでは、各セルを効率良く冷却するためにセルの外側に空気を供給しており、セルの温度分布の一様化に対しては有効と考えられるが、高温かつ酸化雰囲気中で熱伝導物体の金属材料を用いることに対する金属材料の酸化劣化が懸念される。さらに、電池反応室内でのガス流の方向が複雑になることから、未利用の余剰燃料ガスの回収が難しいという問題がある。

【0011】

従って、本発明の目的は、セル長手方向および各セル間の温度分布を小さくすることで発電効率を向上させると共に、長期信頼性（耐久性）を確保し、さらに未利用の余剰燃料ガスの回収に適した固体酸化物形燃料電池を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明者らは、円筒セルタイプ・横置き方式の固体酸化物型燃料電池モジュールにおいて、電池反応室内でのガスの流れと熱の流れを詳細に検討したところ、ガスの流れを区切る層間仕切り部材と、排ガスを回収する排ガス流路を適切に配設することにより、セル長

10

20

30

40

50

手方向および各セル間の温度分布の縮小化と、余剰燃料ガスの回収の両立が可能であることを見出したことに基づき、本発明を完成した。

【0013】

本発明は、上記目的を達成するため、固体酸化物形燃料電池であって、電池反応室側から順に排ガス回収室と排ガス燃焼室が形成され、前記固体酸化物形燃料電池は、円筒袋状のセルの長手方向が略水平でかつ層を成すように配設された複数のセルと、層状に配設された前記セルの層間を区切る層間仕切り部材と、前記電池反応室と前記排ガス回収室を区切る第1のシール部材と、前記排ガス回収室と前記排ガス燃焼室を区切る第2のシール部材と、前記電池反応室と燃料ガス供給室を区切る第3のシール部材と、前記電池反応室内で円筒セルを保持するためのセル支持部材とを具備し、前記層間仕切り部材は、前記燃料ガス供給室に連通する燃料ガス流路と、前記排ガス回収室に連通する排ガス流路を具備することを特徴とする固体酸化物形燃料電池を提供する。

10

【0014】

また、本発明は、上記目的を達成するため、上記の本発明に係る固体酸化物形燃料電池において、以下のような改良や変更を加えることができる。

(1) 前記層間仕切り部材は、前記燃料ガス流路と前記排ガス流路を内蔵する。

(2) 前記セル支持部材は、上下の層間仕切り部材に当接している。

(3) 前記セル支持部材は、各セルの長手方向に複数配設されている。

(4) 前記燃料ガス流路は、前記セルに燃料ガスを均等に供給するための燃料ガス供給孔を具備する。

20

(5) 前記排ガス流路は、前記セルからの排ガスを速やかに排出するためのガス排出孔を具備する。

(6) 前記排ガス燃焼室の圧力 P_1 と前記排ガス回収室の圧力 P_2 と前記電池反応室の圧力 P_3 の関係は、「 $P_1 = P_2 < P_3$ 」である。

(7) 前記層間仕切り部材、前記燃料ガス流路および/または前記排ガス流路は、熱伝導材料で構成されている。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、円筒セルタイプの燃料電池において、セル長手方向および各セル間の温度分布の縮小化と未利用の余剰燃料ガスの回収が可能となり、その結果、発電効率を向上させると共に、長期信頼性(耐久性)を確保し、かつ回収した余剰燃料ガスと新たな燃料ガスを混合して使用する、いわゆる燃料リサイクルや、同じ燃料ガスを用いる他の発電機器との複合発電を可能とする固体酸化物形燃料電池を提供することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下に、図を参照しながら、本発明に係る実施の形態を説明する。ただし、本発明はここで取り上げた実施の形態に限定されることはない。

【0017】

本発明の固体酸化物形燃料電池は、円筒袋状セルを用いている。図1に、円筒セルの構造模式図を示す。円筒セル10は、電解質11の外側に燃料極12を有し、内側に空気(酸化剤)極13を有している。燃料ガス6は円筒セル10の外側を流れ、空気7は空気導入管20により導入され円筒セルの内側を流れる。燃料ガス6は、電池反応の後、排ガス8として排出される。なお、以下図中において、実線矢印は反応ガス(燃料ガス6または空気7)の流れる方向を表し、破線矢印は排ガス8の流れる方向を表す。

40

【0018】

また、円筒セル10の長手方向に沿って+極のインターコネクタ14が設けられており、-極の燃料極12との間で電気を取り出すことができる。本発明では、この円筒セル10を横置きに配置し、電池反応後の排ガス8を排ガス回収室に効率よく移行できる構造を実現した。

50

【 0 0 1 9 】

ここで、改質反応と電池反応について簡単に説明する。まず、炭化水素系燃料を改質して水素を含む改質ガスを生成する方法について、炭化水素系燃料としてメタンを例にとり説明する。改質触媒上で主に(1)式の反応によりメタンと水蒸気が反応(改質反応)して水素が生成する。なお、改質触媒としては、Ni系やRu系などの触媒が一般的に用いられている。また、メタン以外には、エタン、プロパンなどの各種炭化水素系燃料が利用可能である。



【 0 0 2 0 】

同時に、化学式(1)により生成したCOの一部は、下記の(2)式で表されるH₂Oとの反応(CO転化反応)により、さらに水素に変換され燃料となる。



上述した炭化水素系燃料から水素を生成する反応は吸熱反応であり、この反応を継続するためには熱を供給する必要がある。一般的には、改質触媒を600~800 程度に維持する必要がある。なお、本発明においては、燃料改質器が外部改質器であるか内部改質器であるかを問わない。

【 0 0 2 1 】

一方、電池反応(発電反応)は、燃料極であるアノードで生起し、下記の(3)、(4)式で表される発熱反応である。



すなわち、各セルに対しては、H₂とCOが燃料ガスとして供給・消費され、H₂OとCO₂が排ガスとして生成・排出される。なお、本発明における「排ガス」には、電池反応の結果生成するガス(H₂OとCO₂)に加えて、未利用の余剰燃料ガスを含むものとする。

【 0 0 2 2 】

〔本発明の第1の実施の形態〕

(固体酸化物形燃料電池の主要部分)

図2は、本発明の第1の実施の形態に係る固体酸化物形燃料電池の主要部分の構造の1例を示す断面模式図である。また、図3は、図2のa-a断面である。

【 0 0 2 3 】

図2に示すように、本実施の形態に係る固体酸化物形燃料電池は、電池反応室1側から順に排ガス回収室2と排ガス燃焼室3が形成されている。円筒セル10は、片端が袋状になっており、その長手方向が略水平となるように第1のシール部材41と第2のシール部材42とセル支持部材50とに保持され、多層に積層されている。第1のシール部材41は、電池反応室1と排ガス回収室2を区切るシール部材でもあり、第2のシール部材42は、排ガス回収室2と排ガス燃焼室3を区切るシール部材でもある。第3のシール部材43は、電池反応室1と燃料ガス供給室4を区切るシール部材であるとともに、円筒セル10の袋端側を保護する緩衝材の役割も果たす。

【 0 0 2 4 】

円筒セル10の開口端は、排ガス燃焼室3に連通し、その開口端から、空気供給室5に接続された空気導入管20が挿入されている。また、図3に示すように、円筒セル10は層を成すように配設されており、上下の層を区切るように層間仕切り部材30が配置されている。層間仕切り部材30に関する詳細は後述する。

【 0 0 2 5 】

電気的な接続としては、層内の各円筒セルは直列接続され、+電極61が円筒セル10のインターコネクタ14(図1参照)と接続され、当該円筒セル10の燃料極12が隣接する円筒セル10のインターコネクタ14と接続される。図3では、1層目に10本の円筒セルが接続され、圧縮断熱材64に埋め込まれた集電材63を介して2層目の円筒セルと電氣的に直列接続されている。そして、全部で5層分の円筒セルを経て、-電極62が接続されている。なお、本図では全ての円筒セルが直列接続した例を示したが、層間の接続は並列接続でもよい。

10

20

30

40

50

また、各層の円筒セルの本数および層数にも特段の制限はない。

【0026】

(層間仕切り部材)

つぎに、図4を用いて、層間仕切り部材30をより詳細に説明する。図4は、本発明の第1の実施の形態に係る層間仕切り部材の概略構造を示す部分切断模式図である。層間仕切り部材30は、円筒セル10の長手方向と並行する燃料ガス流路31と排ガス流路32を複数ずつ具備しており、上面側が燃料ガス流路31となり、下面側が排ガス流路32となるように設置される。燃料ガス流路31と排ガス流路32は、流通するガスが互いに混合しないようにガス流路隔壁33により区切られている。

【0027】

また、燃料ガス流路31は、片端が燃料ガス供給室4に連通しており、他端が燃料ガス流路閉止板34で封じられている(図2, 図4参照)。一方、排ガス流路32は、燃料ガス供給室側の端部が排ガス流路閉止板35で封じられており、他端が排ガス回収室2に連通している(図2, 図4参照)。なお、燃料ガス流路閉止板34と排ガス流路閉止板35は、必ずしも板である必要は無く、結果として流路を封止できればよい。また、図4においては、横断面形状が三角形のガス流路を例示したが、ガス流路の断面形状にも特段の制約はない(例えば、四角形でもよい)。

【0028】

燃料ガス流路31の上面には、直上の円筒セル10に燃料ガス6を均等に供給するための複数の燃料ガス供給孔36が設けてある。一方、排ガス流路32の下面には、直下の円筒セル10からの排ガスを速やかに回収するためのガス排出孔37(図3参照)が設けてある。なお、燃料ガス供給孔36およびガス排出孔37の形状や数や面積に特段の制約はなく、各流路の圧力損失やコンダクタンスを考慮して、それぞれの流路の長手方向で均等にガスの供給・排出ができるように、適宜設定されることが望ましい。

【0029】

さらに、発電中において、排ガス燃焼室の圧力 P_1 と排ガス回収室の圧力 P_2 と電池反応室の圧力 P_3 の関係が、「 $P_1 = P_2 < P_3$ 」となるように設計・制御されることが望ましい。それにより、ガスの流れにおける不要な滞留が抑制され、ガス流(特に、排ガスの流れ)をより積極的に制御できる。「 $P_1 < P_2$ 」等の条件により排ガスの一部が排ガス燃焼室に浸入した場合、排ガス中の未利用燃料ガスは排ガス燃焼室で空気と混合され、燃焼して排熱となる。

【0030】

なお、図2、3に示したように、積層セルの最下層の下に燃料ガス流路31'が配置され、最上層の上には排ガス流路32'が配置される。燃料ガス流路31'および排ガス流路32'としては、層間仕切り部材30の片面を流用してもよいし、専用の部材を用いてもよい。

【0031】

また、層間仕切り部材30および排ガス流路32を設置する理由は、次の通りである。前述したように、燃料ガス供給孔36から供給された燃料ガス(H_2 および CO)は、円筒セル10の外側表面で電池反応により消費され、排ガスである CO_2 や H_2O を生成する。これは、ガス流の下流に行くにしたがって、ガス流中に占める排ガスの割合が増大し燃料ガスの割合が減少することを意味し、下流領域での発電効率の減少につながる。すなわち、層間仕切り部材30や排ガス流路32が無かった場合、上層の円筒セルや各円筒セルの排ガス回収室3の近傍での発電効率が低下すると考えられる。言い換えると、層間仕切り部材30および排ガス流路32を設置することにより、発電反応の結果生成した排ガスが不要に拡散することを抑制することができる。これにより、全ての発電領域での燃料ガス濃度を均等に保つことが可能となり、発電効率が向上する。

【0032】

一方、SOFCにおいては、一般的に、燃料ガスの利用率が75~80%となるように運転されている。言い換えると、排ガス中には25~20%の未利用の余剰燃料ガスが含まれることを意味する。すなわち、このような排ガスを積極的に回収することは、経済的・環境的観点

10

20

30

40

50

からも意義が大きい。本実施の形態に係る層間仕切り部材30および排ガス流路32は、これらの観点にも合致していると言える。もし、層間仕切り部材30や排ガス流路32が無かった場合、余剰燃料ガスの効率的な回収が困難になり、排ガス燃焼室等で排ガスと空気との混合で燃焼し、排熱となるのみなので非経済的である。

【0033】

層間仕切り部材30、燃料ガス流路31および排ガス流路32は、燃料ガス中（すなわち、還元雰囲気中）に設置されることから、その素材として金属材料の使用が可能となる。金属材料の利用が可能になると、作製のための加工が容易となる。また、円筒セル10の熱膨張係数と近い熱膨張係数を有する金属材料を用いることによって、SOFCの昇温時や運転時における異種材料による熱膨張差（すなわち熱応力）を抑制することが可能となり、SOFCの長期信頼性（耐久性）が向上する。さらに、各円筒セルの近接に熱伝導材料である金属材料が設置されることにより、円筒セルの長手方向および各円筒セル間の均熱性の向上（温度分布の縮小化）が可能となる。

10

【0034】

円筒セルの熱膨張係数と近い熱膨張係数を有する金属材料としては、例えば、Cr - Fe合金等が好ましい。一方、構造設計により、異種材料による熱膨張差を許容できる構成とした場合は、耐熱性および熱伝導性に優れたニッケル系の金属材料を利用することができる。

【0035】

（セル支持部材）

20

つぎに、セル支持部材50について説明する。横置き方式のSOFCにおいては、円筒セルが細長いことから、開口端側の片持ち支持のみでは高温の運転環境下で略水平を維持することが困難である。そこで、各円筒セル10の袋端側をセル支持部材50で保持することが好ましい。このことは、各円筒セルの直下に層間仕切り部材30が存在することによって、容易に実現できるようになった。

【0036】

加えて、セル支持部材50は、ガス整流部材としての機能も果たす。前述したように、層間仕切り部材30の設置によって、排ガスの過剰な拡散は抑制できるようになったが、円筒セルの長手方向のガス拡散（特に、排ガス回収室方向への拡散）は、残存すると考えられる。そこで、セル支持部材を上下の層間仕切り部材30に当接させるように設置することにより、円筒セルの長手方向のガス拡散を抑制することができる。これにより、円筒セル長手方向での発電反応がより均質化し、燃料電池全体の発電効率が向上する。

30

【0037】

また、円筒セルの長手方向にセル支持部材50を適当な間隔で複数設置することにより、ガスの整流効果がさらに増大するとともに、円筒セルの長尺化にも対応できる。

【0038】

〔本発明の第2の実施の形態〕

つぎに、本発明の第2の実施の形態について説明する。なお、「固体酸化物形燃料電池の主要部分」および「セル支持部材」については、前述の第1の実施の形態と同様であることから、詳細な説明を省略する。

40

【0039】

（層間仕切り部材）

図5は、本発明の第2の実施形態に係る層間仕切り部材の概略構造模式図である。層間仕切り部材30'は、仕切り板38の表裏面に、円筒セル10の長手方向と並行する燃料ガス流路31と排ガス流路32を複数ずつ具備しており、上面側が燃料ガス流路31となり、下面側が排ガス流路32となるように設置される。なお、仕切り板38は、板状の素材であってもよいし、箱状の構造体であってもよい。

【0040】

燃料ガス流路31は、片端が燃料ガス供給室4に連通しており、他端が燃料ガス流路閉止板34で封じられている（図2，図5参照）。一方、排ガス流路32は、燃料ガス供給室側の

50

端部が排ガス流路閉止板35で封じられており、他端が排ガス回収室2に連通している(図2, 図5参照)。なお、燃料ガス流路閉止板34と排ガス流路閉止板35は、必ずしも板である必要は無く、結果として流路を封止できればよい。また、図5においては、横断面形状が円弧状のガス流路を例示したが、ガス流路の断面形状にも特段の制約はない。

【0041】

燃料ガス流路31の上面には、直上の円筒セル10に燃料ガス6を均等に供給するための複数の燃料ガス供給孔36が設けてある。一方、排ガス流路32の下面には、直下の円筒セル10からの排ガスを速やかに回収するためのガス排出孔37が設けてある。なお、燃料ガス供給孔36およびガス排出孔37の形状や数や面積に特段の制約はなく、各流路の圧力損失やコンダクタンスを考慮して、それぞれの流路の長手方向で均等にガスの供給・排出ができるように、適宜設定されることが望ましい。

10

【0042】

燃料ガス流路31および排ガス流路32を仕切り板38の表裏面上に設けることによって、それぞれの燃料ガス供給孔36およびガス排出孔37の開口方向の自由度が増大し、ガスの流れの制御性が向上する。他の作用・効果は、前述の第1の実施の形態と同様である。

【0043】

〔実施の形態の効果〕

上記の本発明の実施の形態によれば、下記の効果を奏する。

(1) 本発明に係るSOFCは、円筒セルタイプ・横置き方式のSOFCであることから、縦置き方式のSOFCに比してセル長手方向の温度分布の縮小化に有利である。

20

(2) 本発明に係るSOFCは、層間仕切り部材および排ガス流路を具備することから、発電反応の結果生成した排ガスが不要に拡散することを抑制することができる。また、排ガスを積極的に回収することができる。これにより、全ての発電領域での燃料ガス濃度を均等に保つことが可能となり、発電効率が向上する。

(3) 本発明に係るSOFCは、層間仕切り部材、燃料ガス流路および排ガス流路が還元雰囲気中に設置されることから、その素材として金属材料の使用が可能となる。各円筒セルの近接に熱伝導材料である金属材料が設置されることにより、円筒セルの長手方向および各円筒セル間の均熱性の向上(温度分布の縮小化)が可能となる。

(4) 本発明に係るSOFCは、円筒セルの保持機能とガスの整流機能を併せ持つセル支持部材を具備することから、高温の運転環境下でも円筒セルの略水平を維持することが可能であると同時に、円筒セル長手方向での発電反応がより均質化し、燃料電池全体の発電効率を向上させることができる。

30

(5) 本発明に係るSOFCは、排ガスを効率的に回収できることから、燃料リサイクルや他の発電機関との複合発電方式の利用が可能となる。

【実施例】

【0044】

運転試験用のSOFCとして、前述した第1の実施の形態のSOFCモジュール(図2, 3参照)を用意した。はじめに、SOFCを起動するために、図示しない燃料ガス供給ノズルおよび空気供給ノズルから、燃焼器(図示せず)で予め加熱したガスを供給して円筒セル10の内外から加熱し、SOFCが発電可能になる温度(約800℃以上)まで昇温した。この時、円筒セル10の劣化を防止するため、燃料極側は還元雰囲気、空気極側は酸化雰囲気を維持した。

40

【0045】

つぎに、空気供給ノズルから酸化剤ガスとして空気を供給し、空気供給室5および空気導入管20を経て各円筒セル10の内側に空気を流通させた。一方、燃料改質器(図示せず)を経た燃料ガスを燃料ガス供給ノズルから供給し、燃料ガス供給室4、燃料ガス流路31および燃料ガス供給孔36を経て各円筒セル10の外側に燃料ガスを流通させ、発電を開始した。

【0046】

運転中のセル長手方向の温度分布、電極間の電圧と電流を測定して求めた直流発電端出力、ならびに使用した燃料の流量と純度を測定して求まる入熱量からSOFCの発電性能を評

50

価した。本発明のSOFCは、従来の円筒セルの縦置きSOFCと比較して、セル長手方向の温度分布が大幅に縮小されるとともに、セル単独で測定される理想的な発電性能にほぼ匹敵する値が得られた。これは、本発明のSOFCが、金属製の層間仕切り部材および排ガス流路を具備することから、全ての発電領域での燃料ガス濃度を均等化し、かつ円筒セルの長手方向および各円筒セル間の均熱性を向上させたことに起因すると考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】固体酸化物形燃料電池における円筒セルの構造模式図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る固体酸化物形燃料電池の主要部分の構造の1例を示す断面模式図である。

10

【図3】図2のa-a断面である。

【図4】本発明の第1の実施の形態に係る層間仕切り部材の概略構造を示す部分切断模式図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る層間仕切り部材の概略構造模式図である。

【符号の説明】

【0048】

1...電池反応室、2...排ガス回収室、3...排ガス燃焼室、

4...燃料ガス供給室、5...空気供給室、

6...燃料ガス、7...空気、8...排ガス、

10...円筒セル、

20

11...固体酸化物電解質、12...燃料極、13...空気極、14...インターコネクタ、

20...空気導入管、

30...層間仕切り部材、30'...層間仕切り部材、

31...燃料ガス流路、31'...燃料ガス流路、

32...排ガス流路、32'...排ガス流路、33...ガス流路隔壁、

34...燃料ガス流路閉止板、35...排ガス流路閉止板、

36...燃料ガス供給孔、37...ガス排出孔、38...仕切り板、

41...第1のシール部材、42...第2のシール部材、43...第3のシール部材、

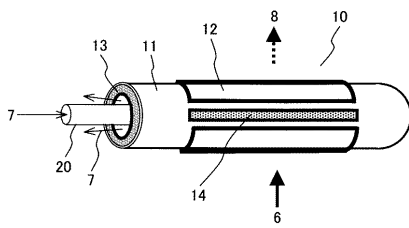
50...セル支持部材、

61...+電極、62...-電極、63...集電材、64...圧縮断熱材。

30

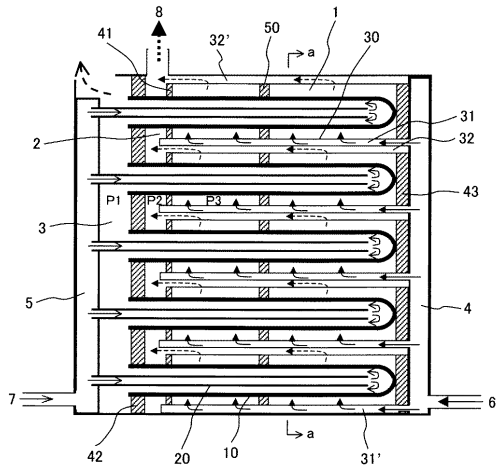
【図 1】

図 1



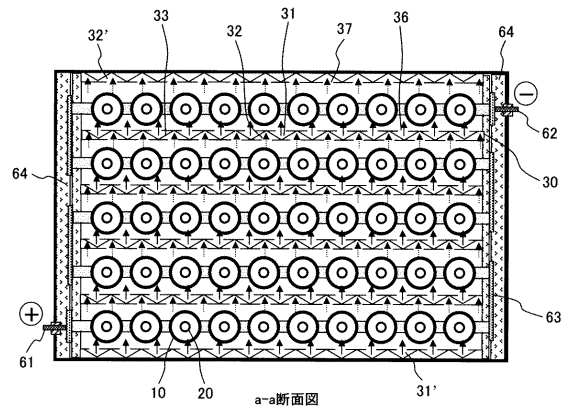
【図 2】

図 2



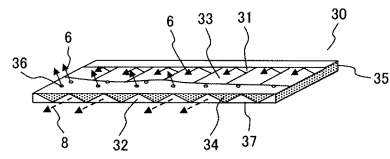
【図 3】

図 3



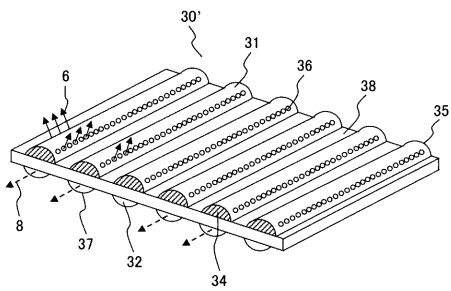
【図 4】

図 4



【図 5】

図 5



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 心

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内

(72)発明者 野家 明彦

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内

審査官 長谷川 真一

(56)参考文献 特開2002-329510(JP,A)

特開2001-043888(JP,A)

特開平08-203552(JP,A)

特開2004-014458(JP,A)

特開平03-216966(JP,A)

特開2006-172944(JP,A)

特開2005-174884(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/00-8/24