

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6587203号
(P6587203)

(45) 発行日 令和1年10月9日 (2019. 10. 9)

(24) 登録日 令和1年9月20日 (2019. 9. 20)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 M 8/2475 (2016. 01)

HO 1 M 8/12 (2016. 01)

HO 1 M 8/2484 (2016. 01)

HO 1 M 8/0606 (2016. 01)

HO 1 M 8/2475

HO 1 M 8/12 I O I

HO 1 M 8/2484

HO 1 M 8/0606

請求項の数 8 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2015-55475 (P2015-55475)	(73) 特許権者	000010087
(22) 出願日	平成27年3月19日 (2015. 3. 19)		T O T O株式会社
(65) 公開番号	特開2016-177906 (P2016-177906A)		福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号
(43) 公開日	平成28年10月6日 (2016. 10. 6)	(72) 発明者	坪井 文雄
審査請求日	平成30年2月26日 (2018. 2. 26)		福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 T O T O株式会社内
		(72) 発明者	赤木 陽祐
			福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 T O T O株式会社内
		審査官	近藤 政克

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体酸化物形燃料電池装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料ガスと酸化剤ガスの供給により発電する複数の燃料電池セルを備えた固体酸化物形燃料電池装置において、

前記複数の燃料電池セルを上面に立設配置するとともに、前記燃料電池セルの内部に設けられた燃料ガス流路に燃料を供給するガスマニホールドと、

一側面に開放面を有し、蓋体により前記開放面が気密固定されるモジュール容器と、を備え、

前記ガスマニホールドの底面に設けられた第1取付部材と、前記モジュール容器の内部下面に設けられた第2取付部材とが、前記開放面に対向する前記モジュール容器の内壁面の近傍において嵌合されているとともに、前記開放面の近傍で固定されていることで、前記燃料電池セル及び前記ガスマニホールドが前記モジュール容器内に固定されて収容され、前記第1取付部材と前記第2取付部材とは、前記開放面に対向する前記モジュール容器の内壁面と前記ガスマニホールドとの間、及び前記開放面と前記ガスマニホールドとの間の空間で嵌合又は固定され、前記ガスマニホールドの底面と前記モジュール容器の内部下面との間には空隙が設けられてい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】

前記燃料電池セルの上方には、前記燃料ガスを生成し前記燃料電池セルへと供給する改質器が配置され、前記改質器は前記モジュール容器の内部の天面と固定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】

前記燃料電池セルと前記改質器の間には、前記燃料電池セルの発電反応に寄与しなかった排ガスを燃焼させる燃焼空間が設けられていることを特徴とする請求項 2 に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 4】

前記開放面に対向する前記モジュール容器の内壁面の近傍において、前記第 2 取付部材は、前記開放面に対向する前記モジュール容器の内壁面の方向における前記ガスマニホールドの位置決めを行う位置決め部を有することを特徴とする請求項 3 に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 5】

前記開放面の近傍における前記第 1 取付部材と前記第 2 取付部材の固定は、ネジ止め又は溶接による固定であることを特徴とする請求項 4 に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 6】

前記第 1 取付部材は、前記開放面に対向する前記モジュール容器の内壁面の近傍において前記第 2 取付部材と嵌合する第 1 嵌合部材と、前記開放面の近傍で前記第 2 取付部材と固定される第 1 固定部材とで構成されることを特徴とする請求項 5 に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 7】

前記第 2 取付部材は、前記開放面に対向する前記モジュール容器の内壁面の近傍において前記第 1 取付部材と嵌合する第 2 嵌合部材と、前記開放面との近傍で前記第 1 取付部材と固定される第 2 固定部材とで構成されることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【請求項 8】

前記第 2 取付部材の上面に、前記第 1 取付部材がスライドすることで前記ガスマニホールドが前記開放面に対向するモジュール容器の近傍において嵌合する箇所へと誘導される溝部を有することを特徴とする請求項 3 に記載の固体酸化物形燃料電池装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、内部に燃料電池セルを備えた燃料電池モジュールに関し、特に固体酸化物形燃料電池装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

次世代のクリーンな発電装置として、発電効率の高い燃料電池を備えた燃料電池装置の開発が活発化している。燃料電池としては、固体高分子形燃料電池（PEFC）やリン酸形燃料電池（PAFC）、熔融炭酸塩形燃料電池（MCFC）、固体酸化物形燃料電池（SOFC）、アルカリ電解質形燃料電池（AFC）、直接形燃料電池（DFC）等が知られている。特に固体酸化物形燃料電池は、電解質として酸化物イオン導電性固体電解質を用い、その両側に電極を設け、一方の側に燃料ガス、他方の側に空気や酸素等の酸素含有ガスを供給することで動作する高効率の燃料電池である。

【0003】

さらに、固体酸化物形燃料電池はクリーンな発電装置としてだけでなく、熱源から電力と熱を生成し供給する家庭用コージェネレーションシステムとして、設置スペースの限られたマンション等の集合住宅等に適合するコンパクトな固体酸化物形燃料電池装置の開発が進められている。そのため、固体酸化物形燃料電池装置の内部に配置され、固体酸化物形燃料電池セル（以下、燃料電池セルとも呼ぶ）を内部に収容した燃料電池モジュールも同様に小型化が求められており、燃料電池モジュール構成部品間の距離を可能な限り短くなるように設計される。

【0004】

ところで、固体酸化物形燃料電池装置において、燃料電池モジュール容器の内部では収

10

20

30

40

50

容した燃料電池セルの発電反応により、700～1000の高温状態となる。そのため、燃料電池モジュール容器（以下、モジュール容器とも呼ぶ）をはじめ燃料電池モジュール構成部品は耐熱性を有する金属で構成されることとなる。しかし、燃料電池セルはセラミックスで構成されるものであるため、モジュール容器の内部に収容された燃料電池セルは燃料電池モジュール構成部品よりも強度の点で劣るものとなる。

【0005】

そのため、燃料電池モジュールの組み立て時に、燃料電池セルをモジュール容器に収容した後にモジュール構成部品を組み付けると、特に燃料電池装置を小型化した場合、構成部品間の距離が短く作業スペースが確保されていないため、作業者自身やモジュール構成部品と接触することによって燃料電池セルが破損してしまう。さらに、モジュール容器は内部を気密固定する必要があるが、燃料電池セル収容後に蓋体によって周囲を塞ぐ必要があるが、小型化によりモジュール容器の内壁と燃料電池セルとが極めて近接している。そのため、複数のモジュール容器蓋体を溶接して固定する場合には溶接による飛沫がモジュール容器内部に収容された燃料電池セルを汚染してしまう恐れがある。

10

【0006】

ここで、特許文献1のように燃料電池モジュール容器の内部に複数の燃料電池セルを側面から挿入して燃料電池モジュールを組み立てることが知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

20

【特許文献1】特開2014-26863号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

燃料電池モジュール組み立ての際には、上述した外的な要因によって燃料電池セルが破損や汚染するリスクを抑えるため、モジュール容器を蓋体で塞ぐ直前の工程で燃料電池セルをモジュール容器の内部に組み付けることが望ましい。しかし、特許文献1に開示の構成においてはモジュール容器の二側面（前後面）が開放されているため、蓋体によるモジュール容器の開放面の閉塞を2箇所において行わなくてはならず、燃料電池セルが溶接等の諸工程によって汚染されてしまうリスクが高くなる。これに対して、一側面のみに開放面が設けられたモジュール容器に燃料電池セルを収容して開放面を蓋体で塞ぐようにすると、燃料電池セルを収容した後の作業手順が少なくなり、外的な要因による燃料電池セルの破損や劣化のリスクを抑えることができると考えられる。

30

【0009】

一方で、燃料電池セルの挿入後にモジュール容器の内部に固定する必要があるが、開放面が一側面のみに設けられているモジュール容器に燃料電池セルを挿入する場合、開放面以外の面ではモジュール容器の外方から固定作業が行うことができず、特に開放面に対向する壁面側では燃料電池セルを挿入した後の作業性が悪く固定作業は困難を極める。

【0010】

以上のことから、一側面のみに開放されたモジュール容器において、一側面から燃料電池セルを挿入し、燃料電池セルとモジュール容器とを確実に固定することができる固体酸化物形燃料電池装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

本件発明の一の態様は、燃料ガスと酸化剤ガスの供給により発電する複数の燃料電池セルを備えた固体酸化物形燃料電池装置において、複数の燃料電池セルを上面に立設配置するとともに、燃料電池セルの内部に設けられた燃料ガス流路に燃料を供給するガスマニホールドと、一側面に開放面を有し、蓋体により開放面が気密固定されるモジュール容器と、を備え、ガスマニホールドの底面に設けられた第1取付部材と、モジュール容器の内部下面に設けられた第2取付部材とが、開放面に対向する前記モジュール容器の内壁面の近傍

50

において嵌合されているとともに、開放面の近傍で固定されていることで、燃料電池セル及びガスマニホールドがモジュール容器内に固定されて収容され、第1取付部材と第2取付部材とは、開放面と対向するモジュール容器の内壁面とガスマニホールドとの間、及び開放面とガスマニホールドとの間の空間で嵌合又は固定され、ガスマニホールドの底面と前記モジュール容器の内部下面との間には空隙が設けられている。

【0012】

ここで、本発明においては、「固定」とはネジ止めや溶接等によって一の部材と他の部材とが不可動な程度に一体的となった接続形態を意味し、「嵌合」とは一の部材と他の部材とが形状差（寸法の差）の組み合わせによって嵌まり合う分離可能な接続形態を意味するものとする。

10

【0013】

このように構成された本発明によれば、開放面が一側面しかないモジュール容器において、一側面から複数の燃料電池セルが上面に立設したガスマニホールドを挿入し、ガスマニホールドの底面に設けられた第1取付部材とモジュール容器の内部下面に設けられた第2取付部材とを、開放面と対向する面側で嵌合させ、さらに第1取付部材と第2取付部材とを開放面側で固定する（例えば、ネジ止めによって）。すなわち、開放面が一側面しかないモジュール容器において、特にモジュール容器と燃料電池セルとの距離を小さくしてコンパクトに設計されたモジュール容器において、一側面から複数の燃料電池セルを上方に備えたガスマニホールドをモジュール容器の下面に配設することが容易となる。そのため、組み立て時の接触による燃料電池セルの破損を防止でき、さらに挿入固定した後の工程が蓋で塞ぐのみであるため燃料電池セル汚染リスクが低減される。以上のことから、本発明によれば、一側面に開放面を有する燃料電池モジュールの組み立て作業性の向上を実現することができる。

20

【0015】

ところで、一側面が開放されたモジュール容器の開放面から見て、モジュール容器におけるガスマニホールドの幅方向は閉鎖されているため、ガスマニホールド幅方向で固定あるいは嵌合することは幅方向に大型化するばかりか、組み付け作業をするスペースがないため作業性が悪くなってしまう。

【0016】

そこで、このように構成された本発明によれば、モジュール容器の開放面から見て、第1取付部材と第2取付部材とを開放面と対向するモジュール容器内壁面側で嵌合させるため、モジュール容器をガスマニホールドの幅方向（例えば図1のW方向）でコンパクトにすることができる。その一方で、第1取付部材と第2取付部材の固定に関して、モジュール容器の外方から開放面から固定作業を行うことができるため、固定作業性が良い。以上のことから、燃料電池モジュールをコンパクトにしつつ作業性を向上させることができる。

30

【0017】

また、本明細書で開示する発明の構成の一態様は、燃料電池セルの上方には、燃料ガスを生成し燃料電池セルへと供給する改質器が配置され、改質器はモジュール容器の内部の天面と固定されていることを特徴とする。

40

【0018】

このように構成された本発明によれば、排ガスを燃焼させて燃料電池セルの上部に配置した改質器を昇温させる熱自立型の固体酸化物形燃料電池装置において、改質器がモジュール容器の内部の天面と接続されているため、複数の燃料電池セルが上面に立設したガスマニホールドを内部に挿入して、蓋体によってモジュール容器を塞げばよいので、作業手順が大幅に簡素化され、作業性が向上する。

【0019】

また、本明細書で開示する発明の構成の一態様は、燃料電池セルと改質器の間には、燃料電池セルの発電反応に寄与しなかった排ガスを燃焼させる燃焼空間が設けられていることを特徴とする。

50

【 0 0 2 0 】

このように構成された本件発明によれば、複数の燃料電池セルが上面に立設したガスマニホールドの取付の際には、燃焼空間を取付作業を行うためのスペースとして用いることができるため、燃料電池セルを上面に備えたガスマニホールドのハンドリング性が向上し、強度の低い燃料電池セルが上部の改質器やモジュール容器側壁に接触して破損することを防止することができる。すなわち、燃焼空間を燃料電池セルと改質器の間に設けたことによって、燃料電池セルの作業スペースを別途設ける必要がなく、モジュール容器を小型にできる。

【 0 0 2 1 】

また、本明細書で開示する発明の構成の一態様は、開放面に対向するモジュール容器の内壁面の近傍において、第2取付部材は、開放面に対向するモジュール容器の内壁面の方向におけるガスマニホールドの位置決めを行う位置決め部を有する。

10

【 0 0 2 2 】

ここで、上方に複数の燃料電池セルを備えたガスマニホールドは、モジュール容器内部に図1のL方向に挿入されて、組み立てられる。その際に、モジュール容器の開放面と対向する内壁面側の作業性の悪い空間においてガスマニホールドと対向するモジュール内壁面が衝突してしまい、ガスマニホールド上方に配置された燃料電池セルの破損に繋がる可能性がある。

【 0 0 2 3 】

そこで、このように構成された本件発明によれば、モジュール容器の開放面と対向する内壁面側において、第2取付部材にはガスマニホールドをモジュール容器の内部に挿入した際に、奥行き方向（例えば図1のL方向）側で位置決めさせる位置決め部が設けられている。そのため、第2取付部材に設けられた位置決め部がガスマニホールドのストッパーとして働くため、位置合わせの作業性を向上させつつ、確実に第1取付部材と第2取付部材とを奥行き方向で、且つ対向する内壁面側の近傍で嵌合させることができる。

20

【 0 0 2 4 】

また、本明細書で開示する発明の構成の一態様は、開放面の近傍における第1取付部材と第2取付部材の固定は、ネジ止め又は溶接による固定である。

【 0 0 2 5 】

このように構成された本件発明によれば、一側面にのみ設けられた開放面の近傍において、モジュール容器外方からの固定作業を開放面側で行い、第1取付部材と第2取付部材とが接触する部分をネジ止めや溶接などによって固定する。つまり、上述のように第1固定部材と第2固定部材とは対向した面側で嵌合しているため、作業性の良い開放面側のみからの固定作業だけで、開放面側と開放面と対向する内壁面側とでモジュール容器とガスマニホールドとを確実に設置することができる。

30

【 0 0 2 6 】

また、本明細書で開示する発明の構成の一態様は、第1取付部材は、開放面に対向するモジュール容器の内壁面の近傍において第2取付部材と嵌合する第1嵌合部材と、開放面の近傍で第2取付部材と固定される第1固定部材とで構成される。

【 0 0 2 7 】

このように構成された本件発明によれば、開放面近傍で固定させる部分と開放面と対向するモジュール容器の内壁面近傍で嵌合部に対応する部分にのみ第1取付部材を設けることで必要最小限の大きさとなるため、第1取付部材とモジュール容器の内部下面との接触面積が小さくなる。すなわち、燃料電池セルの発電熱がガスマニホールドに伝熱し、その熱が第1取付部材を介してモジュール容器に熱伝導することによって外気へ放熱することを抑制することができる。

40

【 0 0 2 8 】

第2取付部材は、開放面に対向する前記モジュール容器の内壁面の近傍において第1取付部材と嵌合する第2嵌合部材と、開放面との近傍で第1取付部材と固定される第2固定部材とで構成される。

50

【 0 0 2 9 】

このように構成された本件発明によれば、開放面近傍で固定させる部分と開放面と対向するモジュール容器の内壁面近傍で嵌合部に対応する部分にのみ第2取付部材を設けることで必要最小限の大きさとなるため、第2取付部材とモジュール容器内部下面との接触面積が小さくなる。すなわち、燃料電池セルの発電熱がガスマニホールドに伝熱し、その熱が第1取付部材を介してモジュール容器に熱伝導することによって外気へ放熱することを抑制することができる。

【 0 0 3 0 】

また、本明細書で開示する発明の構成の一態様は、また、本明細書で開示する発明の構成の一態様は、第2取付部材の上面に、第1取付部材がスライドすることでガスマニホールドが開放面に対向するモジュール容器の近傍において嵌合する箇所へと誘導される溝部を有する。

10

【 0 0 3 1 】

このように構成された本件発明によれば、嵌合部まで溝部がレールの役割をして固定部材と接続されたガスマニホールドを導くため、レールに沿って挿入するだけで嵌合部に導かれ、燃料電池セルが破損することではなく、位置合わせが自動的に行えるため、作業性が向上する。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 2 】

本発明によれば、一側面のみ開放されたモジュール容器において、一側面から燃料電池セルを挿入しモジュール容器と確実に固定することができ、小型化と作業性向上を両立した固体酸化物形燃料電池装置を提供することができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 3 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態による固体酸化物形燃料電池装置のモジュール容器の斜視図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態による固体酸化物形燃料電池装置の部分側面断面図を示したものである。

【 図 3 】 本発明の一実施形態における第1取付部材を構成する第1固定部材と第1嵌合部材が設けられたガスマニホールドの底面を示す説明図である。

30

【 図 4 】 本発明の一実施形態における第2取付部材を構成する第2固定部材 (a) と第2嵌合部材 (b) の説明図である。

【 図 5 】 本発明の一実施形態における第1取付部材と第2固定部材が固定 (a) / 嵌合 (b) する具体構造を示す説明図である。

【 図 6 】 本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の全体構成図である。

【 図 7 】 本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の燃料電池モジュールを示す側面断面図である。

【 図 8 】 図 7 の I I I - I I I 線に沿った断面図である。

【 図 9 】 本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置のモジュール容器及び空気通路カバーの分解斜視図である。

40

【 図 1 0 】 本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の燃料電池セルユニットを示す部分断面図である。

【 図 1 1 】 本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の燃料電池セルスタックを示す斜視図である。

【 図 1 2 】 本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の燃料電池モジュールにおけるガスの流れの説明するための、燃料電池モジュールを示す側面断面図である。

【 図 1 3 】 本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の燃料電池モジュールにおけるガスの流れの説明するための、図 7 の I I I - I I I 線に沿った燃料電池モジュールの断面図である。

【 図 1 4 】 本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の燃料電池モジュールの上

50

部の部分断面図である。

【図１５】本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の改質器の周囲を流れる排気ガスの説明図である。

【図１６】本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の改質器及び排気ガス誘導部材の側面断面斜視図である。

【図１７】本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の改質器及び排気ガス誘導部材の正面断面斜視図である。

【図１８】本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の改質器の貫通孔を流れる排気ガスの説明図である。

【図１９】本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の熱交換部の正面断面図である。

10

【図２０】本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置のモジュール容器の天板と排気管の接続部分の説明図である。

【図２１】本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置のモジュール容器の天板上の発電用空気供給通路の説明図である。

【図２２】本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置のモジュール容器の天板下の排気通路の説明図である。

【図２３】本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置のプレートフィンの斜視図である。

【図２４】本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の空気通路カバーの側板とモジュール容器の側板との間に配置されたプレートフィンの説明図である。

20

【発明を実施するための形態】

【００３４】

はじめに、本発明の実施形態による固体酸化物形燃料電池装置の燃料電池モジュール１００１について、図１～図５を用いて説明する。

【００３５】

図１は、一側面に開放面１０１６を有する燃料電池モジュール１００１の高さ方向（Ｈ）、幅方向（Ｗ）、奥行き方向（Ｌ）を示した斜視図であり、図２はモジュール容器１０１４の内部構造を示す部分側面断面図を示している。図３はガスマニホールドの底面斜視図であり第１取付部材１０００を示している。ここで、図４は第２取付部材１００２を示すものであり、（ａ）は第２固定部材１００２ａを示し、（ｂ）は第２嵌合部材１００２ｂを示している。さらに、図５の（ａ）は第１固定部材１０００と第２固定部材との固定方法を示しており、（ｂ）は嵌合方法を示している。

30

【００３６】

図１、２に示すように、改質器１０２０で生成された燃料ガスは燃料ガス供給管１００６を通過してガスマニホールド１００４の内部に供給される。なお、改質器１０２０で生成された燃料ガスの一部は水添脱硫器用水素取出管１０３４を通る。このガスマニホールド１００４の天面は、複数の燃料電池セル１０１２を支持するための貫通孔を備えた下支持板１０１０で構成されており、閉塞されたモジュール容器１０１４内部において、ガスマニホールド１００４内の燃料ガスが複数の燃料電池セル１０１２内に供給される。また、発電用空気は発電用空気導入管１０２８から、空気通路カバー１０２２の内壁とモジュール容器１０１４の外壁との間に形成される通路に供給され、その後発電用空気は吹出口１０２４から発電室１００８に供給される。ここで燃料電池セル１０１２は供給された発電用空気と燃料ガスとで発電反応を行う。また発電に寄与しなかった残余の燃料ガスと発電用空気は燃料電池セル１０１２の上方に設けられた燃焼空間１０３０において燃焼され、排ガス排出口１０３２からモジュール容器１０１４の外部へと排出される。

40

【００３７】

ところで、燃料電池モジュール１００１は小型化を目的として、図２に示すように、改質器１０２０と燃料電池セル１０１２との距離など、内部構成部品の距離を極力短く構成し、燃料電池モジュール１００１の内部をコンパクトに設計している。一方で、燃料電池

50

セル１０１２はセラミックスで構成されるが、それに対してモジュール容器１０１４は耐熱性の観点から金属製の部材で形成されるため、燃料電池セル１０１２はモジュール容器１０１４よりも強度が低いものとなる。そのため、特に燃料電池装置を小型化した場合、部品間距離を短くすると作業スペースが十分ではなく、燃料電池セル１０１２を設置した後に、改質器１０２０の組み付けやモジュール容器１０１４の組み立てを行うと、接触による燃料電池セル１０１２の破損リスクが高くなってしまふ。

【００３８】

さらに、モジュール容器１０１４は開放面１０１６を有しており、蓋体１０１８を溶接固定し、燃料電池セル１０１２をモジュール容器１０１４内部に収容した状態で気密密封される。しかし、上述のように小型化を目的としてモジュール容器１０１４の壁面と燃料電池セル１０１２との距離を短くした場合、蓋体１０１８をモジュール容器１０１４に溶接して固定する場合には、溶接による飛沫が燃料電池セル１０１２に付着しやすく、燃料電池セルの汚染のリスクが高くなる。そのため、燃料電池モジュール１００１をコンパクトにする場合には、燃料電池セルを収容した後の溶接回数を少なくすることが望ましい。

【００３９】

ここで、図１、２に示すように、モジュール容器１０１４は一側面に開放面１０１６を有しており、ガスマニホールド１００４の上方に燃料電池セル１０１２が配置された状態で開放面１０１６からモジュール容器１０１４の内部にスライド式に挿入され（図２の黒矢印）、蓋体１０１８によってモジュール容器１０１４の開放面を塞いでいる（図１の黒矢印）。これにより、一側面のみに開放面１０１６を有するモジュール容器１０１４に蓋体１０１８を溶接固定する直前に燃料電池セル１０１２を挿入するため、接触や溶接飛沫による破損・劣化のリスクを抑えることができる。

【００４０】

しかしながら、モジュール容器１０１４の一側面のみに開放面１０１６を設けて開放面１０１６から燃料電池セル１０１２を挿入する場合には、上述した外的な要因による燃料電池セル１０１２の破損や劣化のリスクを抑えることができるが、開放面１０１６以外の側面側ではモジュール容器１０１４の外側からモジュール容器１０１４とガスマニホールド１００４との固定作業を行うことができない。さらに、モジュール容器１０１４とガスマニホールド１００４との固定は一側面方向だけでは確実に固定することはできず、当然対応する箇所にて固定する必要がある。特に開放面１０１６と対向する内壁面（以下、対向面１０１７と呼ぶこともある）側では周囲が閉鎖されている上に、ガスマニホールド１０１４の挿入後に固定作業を行う必要があり、大変作業性が悪い。

【００４１】

ここで、本実施形態におけるモジュール容器１０１４の内部下面と、上方に燃料電池セル１０１２を備えたガスマニホールド１００４との固定構造について図１乃至５を用いて説明する。

【００４２】

本件発明の一実施形態によれば、図３に示すように、ガスマニホールド１００４の底面に第１取付部材１０００を設けている。第１取付部材１０００は第１固定部材１０００ａと第１嵌合部材１０００ｂとから構成されており、それぞれはガスマニホールドの底面と接続されている。また、図４に示すように、第２取付部材１００２は第２固定部材１００２ａと第２嵌合部材１００２ｂとで構成されており、それぞれはモジュール容器１０１４の内部の下面に配置されている（図２参照）。さらに、図５（ａ）に示すように第１固定部材１０００ａと第２固定部材１００２ａとはネジ止めによって固定され、図５（ｂ）に示すように第１嵌合部材１０００ｂと第２嵌合部材１００２ｂとは嵌合することによって、モジュール容器１０１４の内部に配置される。具体的には下記に詳述していく。

【００４３】

まず、上方に燃料電池セル１０１２が立設されたガスマニホールド１００４はモジュール容器１０１４の開放面１０１６からスライド式に挿入され（図２参照）、対向面１０１７側に設けられた第２嵌合部材１００２ｂとガスマニホールド１００４の底面に設けられ

た第1嵌合部材1000bと嵌合する。

【0044】

具体的には、図3に示すように、第1嵌合部材1000bはプレート状の部材であり、ガスマニホールド1004よりも突出した嵌合部Bが形成されるように構成される。また、図4(b)に示すように第2嵌合部材1002bは、第1嵌合部材1000bと嵌合する嵌合部Bを備えている。さらに、第2嵌合部材1002bは、嵌合するとともにガスマニホールド1004が挿入方向に進みすぎて対向面1017と接触することを防ぎ、モジュール容器1014の内部の所定の位置に位置決めする機能を有する位置決め部1040を備えている。

【0045】

ここで、図4(b)に示すように、第2嵌合部材1002bは、上面視において開放側1036と閉鎖側1038とを有するコの字形状の板状部材において閉鎖側1038を上方に折り曲げることによって位置決め部1040と嵌合する嵌合部Bが形成される。図2を参照すると、第2嵌合部材1002bは、閉鎖側1038が対向面1017側の内壁近傍で且つ対向面1017側を向くように配置されており、第1嵌合部材1000bと第2嵌合部材1002bの嵌合部Bで嵌合する。

【0046】

したがって、このように構成された本発明の一実施形態によれば、図5(b)に示すように、一側面に開放面1038を有するモジュール容器1014において、ガスマニホールド1004がモジュール容器1014の内部にスライド挿入され(図2の黒矢印)、対向面1017側においてモジュール容器1014の内部下面に配置されている第2嵌合部材1002bと第1嵌合部材1000bとを嵌合させることができる。

【0047】

すなわち、第2嵌合部材1002bの上方に折り曲げた形成された位置決め部1040がガスマニホールド1004のストッパーとして働くことで、ガスマニホールド1004は挿入方向に単にスライドさせるのみで確実に配置位置の位置決めをしつつ嵌合させることができる。そのため、組み付け時の作業性や燃料電池セル1012保護の観点からも好適である。なお、本実施形態においては、上記の構成で第1嵌合部材1000bと第2嵌合部材1002bとを嵌合をさせているが、嵌合方法はこれに限るものではなく、対向面1017側にて嵌合させることができればよい。

【0048】

つぎに、図2に示すように、モジュール容器1014の内部にガスマニホールド1004を挿入し、第1嵌合部材1000bと第2嵌合部材1002bを嵌合させた後は、開放面1016側において、ガスマニホールド1004の底面に設けられた第1固定部材1000aと第2固定部材1002aとをネジ止めによって固定する。

【0049】

本実施形態において、図2に示すように、開放面1016側に設けられた第1固定部材1000aにはガスマニホールド1004の底面よりも上方に、モジュール容器1014の下面と略水平になるように固定部Aを形成している(図3参照)。また、第2嵌合部材1002bはモジュール容器1014の内部下面よりも上方に下面に対して略水平になるように固定部Aが形成されており(図4参照)、第1固定部材1000aと第2固定部材1002aが接触する固定部Aでネジ止めされている(図5参照)。なお、ここでは2箇所ネジ止めしているが、固定できれば良いため2箇所のみに限るものではない。また、本件発明の一実施形態では、燃料電池セル1012汚染抑制の観点からネジ止めしているが、溶接飛沫の対策を施していれば溶接によって固定しても良い。

【0050】

以上のことから、本発明の一実施形態によれば、一側面のみ開放面1016を有するモジュール容器1014において、モジュール容器1014の外側からの固定作業が困難な対向面1017側では、第1取付部材1000と第2取付部材1002を嵌合させ、外方からの固定作業が可能な開放面1016側で第1取付部材1000と第2取付部材1000

10

20

30

40

50

2を固定している。そのため、十分に作業スペースが確保できないモジュール容器1014においても、燃料電池セル1012の破損を防ぎながらガスマニホールド1004をモジュール容器1014の内部に組み付けることができる。

【0051】

また、図2に示すように固定部Aと嵌合部Bとは開放面1016側と開放面に対向する対向面1017側になるように形成される。これは、図1に示すように開放面1016から見てガスマニホールド1014の幅方向(W方向)は閉塞されているため、ガスマニホールド1014の幅方向(W方向)で固定・嵌合することは燃料電池モジュール1001が幅方向(W方向)に大型化するばかりか、組み付け作業をするスペースもなく作業性が悪い。本件発明の実施形態によれば、固定作業のために、燃料電池モジュール1001のW方向に不要なスペースを作ることなくコンパクトに形成しつつ、組立作業性を向上させることができる。

10

【0052】

さらに、第2取付部材1002の上面に、第1取付部材1000がスライドすることで、ガスマニホールド1004が嵌合部Bへと誘導される溝部を形成してもよい。このように形成することで、ガスマニホールド1014をスライドしてモジュール容器1014の内部に挿入する際に、嵌合部Bへと直線的に誘導されるため、モジュール容器1014の壁面に接触することによる燃料電池セル1012の破損を防止することができる上に、位置合わせが容易となる。すなわち、燃料電池セル1012の破損を防止しながら、作業性を向上させることができる。

20

【0053】

ところで、従来は、改質器1020は燃焼空間1030からの燃焼熱を受けるように配置する必要があり、燃料電池セル1012の上方に配置されていた。そのため、モジュール容器1014の下面から改質器1020を燃料電池セル1012の上方に支持するための支持板等によって支持固定する必要があった。

【0054】

そこで、図1に示すように本発明の一実施形態によれば、モジュール容器1014の上方空間に改質器1020が設置されており、燃料電池セル1012と改質器1020の間には燃焼空間1030が設けられている。つまり、モジュール容器1014の組み立ての際には燃焼空間1030を作業空間として用いることができる。そのため、ガスマニホールド1004のハンドリング性が向上し燃料電池セル1012が改質器1020やモジュール容器1014の壁面と接触することなく固定することができる。

30

【0055】

さらに、本発明の一実施形態によれば、図1、2に示すように改質器1020はモジュール容器1014の天面に固定されている。このように構成すれば、従来の改質器1020をモジュール容器1014の下面から支持するための支持板等が不要となり内部構造が簡素化されるだけでなく、モジュール容器1014の天面と改質器1020との間の距離をできるだけ小さく構成することができ、小型化に寄与する。さらに、燃料電池モジュール1001の組み立ての際にも改質器1020が設けられたモジュール容器1014の内部に燃料電池セル1012を上方に備えたガスマニホールド1004を配置するのみでよい。そのため、組み立て性向上を実現することができる。なお、本実施形態においては、改質器1020に接続された燃料ガス供給管1006aとガスマニホールド1004に接続された燃料ガス供給管1006bとを連通させる必要があり、ユニオン継手等を用いて配管同士を接続させて一本の燃料供給配管1006としているが、これに限るものではない。

40

【0056】

ここで、モジュール容器1014の内部は高温状態であり、固体酸化物形燃料電池装置の熱利用率向上の観点から、内部の熱を外部に放熱させずに発電用空気の昇温などに再利用させることが燃料電池モジュール1001に求められる。一方で、燃料電池セル1012は発電熱により高温状態となり、図2の一点鎖線矢印に示すように、発電熱が下支持板1010を介してガスマニホールド1004壁面に伝熱する。その後、ガスマニホールド

50

１００４に接触している第１取付部材１０００や第２取付部材１００２を介して、モジュール容器１０１４に燃料電池セル１０１２の熱が伝わってしまう。このため、モジュール容器１０１４内部の熱の散逸につながり、熱利用率の低下を招いてしまう。

【００５７】

そこで、本発明の一実施形態によれば、図２乃至４に示すように、第１取付部材１０００を第１固定部材１０００ａと第１嵌合部材１０００ｂとで構成し、第２取付部材１００２を第２固定部材１００２ａと第２嵌合部材１００２ｂで構成している。つまり、第１取付部材１０００または第２取付部材１００２は嵌合部Ａと固定部Ｂとに対応してそれぞれ２つの部材のみで構成されている。これは換言すると、嵌合部Ａと固定部Ｂとに対応する部分にのみ最小限の部材で構成することで、伝熱面積を小さくすることができる。そのため、燃料電池セル１０１２からガスマニホールド１００４に熱伝導した熱が、第１固定部材１０００や第２固定部材１００２を介してモジュール容器１０１４に伝わり放熱してしまうことを最小限に抑制することができる。

10

【実施例】

【００５８】

つぎに、図６～２４を参照して、本発明の一実施例を説明する。

【００５９】

図６は、本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置（ＳＯＦＣ）を示す全体構成図である。図６に示すように、本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置（ＳＯＦＣ）１は、燃料電池モジュール２と、補機ユニット４を備えている。

20

【００６０】

燃料電池モジュール２は、ハウジング６を備え、このハウジング６内部には、断熱材７を介して金属製のモジュール容器８が内蔵されている。この密閉空間であるモジュール容器８の下方部分である発電室１０には、燃料ガスと酸化剤ガス（以下では適宜「発電用空気」又は「空気」と呼ぶ。）とにより発電反応を行う燃料電池セル集合体１２が配置されている。この燃料電池セル集合体１２は、８個の燃料電池セルスタック１４（図１２参照）を備え、この燃料電池セルスタック１４は、各々が燃料電池セルを含む、１６本の燃料電池セルユニット１６（図１１参照）から構成されている。この例では、燃料電池セル集合体１２は、１２８本の燃料電池セルユニット１６を有する。燃料電池セル集合体１２は、複数の燃料電池セルユニット１６の全てが直列接続されている。

30

【００６１】

燃料電池モジュール２のモジュール容器８の発電室１０の上方には、燃焼部としての燃焼室１８が形成され、この燃焼室１８で、発電反応に使用されなかった残余の燃料ガスと残余の空気とが燃焼し、排気ガス（言い換えると燃焼ガス）を生成するようになっている。さらに、モジュール容器８は断熱材７により覆われており、燃料電池モジュール２内部の熱が、外気へ発散するのを抑制している。また、この燃焼室１８の上方には、燃料ガスを改質する改質器１２０が配置され、残余ガスの燃焼熱によって改質器１２０を改質反応が可能な温度となるように加熱している。

【００６２】

さらに、ハウジング６内においてモジュール容器８の上方には、蒸発器１４０が断熱材７内に設けられている。蒸発器１４０は、供給された水と排気ガスとの間で熱交換を行うことによって、水を蒸発させて水蒸気を生成し、この水蒸気と原燃料ガスとの混合ガス（以下では「燃料ガス」と呼ぶこともある。）をモジュール容器８内の改質器１２０に供給する。

40

【００６３】

次に、補機ユニット４は、燃料電池モジュール２からの排気中に含まれる水分を結露させた水を貯水してフィルターにより純水とする純水タンク２６と、この貯水タンクから供給される水の流量を調整する水流量調整ユニット２８（モータで駆動される「水ポンプ」等）を備えている。また、補機ユニット４は、都市ガス等の燃料供給源３０から供給された燃料を遮断するガス遮断弁３２と、燃料ガスから硫黄を除去するための脱硫器３６と、

50

燃料ガスの流量を調整する燃料流量調整ユニット 38 (モータで駆動される「燃料ポンプ」等)と、電源喪失時において、燃料流量調整ユニット 38 から流出する燃料ガスを遮断するバルブ 39 を備えている。さらに、補機ユニット 4 は、空気供給源 40 から供給される空気を遮断する電磁弁 42 と、空気の流量を調整する改質用空気流量調整ユニット 44 及び発電用空気流量調整ユニット 45 (モータで駆動される「空気ブロア」等)と、改質器 120 に供給される改質用空気を加熱する第 1 ヒータ 46 と、発電室に供給される発電用空気を加熱する第 2 ヒータ 48 とを備えている。これらの第 1 ヒータ 46 と第 2 ヒータ 48 は、起動時の昇温を効率よく行うために設けられているが、省略しても良い。

【0064】

次に、燃料電池モジュール 2 には、排気ガスが供給される温水製造装置 50 が接続されている。この温水製造装置 50 には、水供給源 24 から水道水が供給され、この水道水が排気ガスの熱により温水となり、図示しない外部の給湯器の貯湯タンクへ供給されるようになっている。また、燃料電池モジュール 2 には、燃料ガスの供給量等を制御するための制御ボックス 52 が取り付けられている。さらに、燃料電池モジュール 2 には、燃料電池モジュールにより発電された電力を外部に供給するための電力取出部 (電力変換部)であるインバータ 54 が接続されている。

10

【0065】

次に、図 7 乃至図 9 を参照して、本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の燃料電池モジュールの構造について説明する。図 7 は、本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の燃料電池モジュールを示す側面断面図であり、図 8 は、図 7 の I I I - I I I 線に沿った断面図であり、図 9 は、モジュール容器及び空気通路カバーの分解斜視図である。

20

【0066】

図 7 及び図 8 に示すように、燃料電池モジュール 2 は、断熱材 7 で覆われたモジュール容器 8 の内部に設けられた燃料電池セル集合体 12 及び改質器 120 を有すると共に、モジュール容器 8 の外部で且つ断熱材 7 内に設けられた蒸発器 140 を有する。

【0067】

まず、モジュール容器 8 は、図 9 に示すように、略矩形の天板 8a, 底板 8c, これらの長手方向 (図 7 の左右方向) に延びる辺同士を連結する対向する一対の側板 8b からなる筒状体と、この筒状体の長手方向の両端部の 2 つの対向する開口部を塞ぎ、天板 8a 及び底板 8c の幅方向 (図 8 の左右方向) に延びる辺同士を連結する閉鎖側板 8d, 8e からなる。

30

【0068】

モジュール容器 8 は、空気通路カバー 160 によって天板 8a 及び側板 8b が覆われている。空気通路カバー 160 は、天板 160a と、対向する一対の側板 160b とを有する。天板 160a の略中央部分には、排気管 171 を貫通させるための開口部 167 が設けられている。天板 160a と天板 8a との間、及び、側板 160b と側板 8b との間は、所定の距離だけ離間した状態となっている。これにより、モジュール容器 8 の外側と断熱材 7 との間、具体的にはモジュール容器 8 の天板 8a 及び側板 8b と、空気通路カバー 160 の天板 160a 及び側板 160b との間には、酸化剤ガス供給通路としての空気通路 161a, 161b が形成されている (図 8 参照)。

40

【0069】

モジュール容器 8 の側板 8b の下部には、複数の貫通孔である吹出口 8f が設けられている (図 9 参照)。発電用空気は、空気通路カバー 160 の天板 160a のうち、モジュール容器 8 の閉鎖側板 8e 側の略中央部に設けられた発電用空気導入管 74 から流路方向調整部 164 を介して空気通路 161a 内に供給される (図 7、図 9 参照)。そして、発電用空気は、空気通路 161a, 161b を通って、吹出口 8f から燃料電池セル集合体 12 に向けて発電室 10 内に噴射される (図 8、図 9 参照)。

【0070】

また、空気通路 161a, 161b の内部には、熱交換促進部材としての板状のオフセ

50

ットフィンであるプレートフィン162, 163が設けられている(図8参照)。プレートフィン162は、モジュール容器8の天板8aと空気通路カバー160の天板160aの間で長手方向及び幅方向に延びるように水平方向に設けられ、プレートフィン163は、モジュール容器8の側板8bと空気通路カバー160の側板160bとの間であって、且つ、燃料電池セルユニット16よりも上方の位置に長手方向及び鉛直方向に延びるように設けられている。

【0071】

空気通路161a, 161bを流れる発電用空気は、特にプレートフィン162, 163を通過する際に、これらプレートフィン162, 163の内側のモジュール容器8内(具体的には天板8a, 側板8bに沿って設けられた排気通路)を通過する排気ガスとの間で熱交換を行い、加熱されることとなる。このようなことから、空気通路161a, 161bにおいてプレートフィン162, 163が設けられた部分は、熱交換器(熱交換部)として機能する。なお、プレートフィン162が設けられた部分が主たる熱交換器部分を構成し、プレートフィン163が設けられた部分が従たる熱交換器部分を構成する。

【0072】

次に、蒸発器140は、モジュール容器8の天板8a上で水平方向に延びるように固定されている。また、蒸発器140とモジュール容器8との間には、これらの隙間を埋めるように断熱材7の一部分7aが配置されている(図7及び図8参照)。

【0073】

具体的には、蒸発器140は、長手方向(図7の左右方向)の一側端側に、水及び原燃料ガス(改質用空気を含めてもよい)を供給する燃料供給配管63と、排気ガスを排出するための排気ガス排出管82(図8参照)とが連結され、長手方向の他側端側に、排気管171の上端部が連結されている。排気管171は、空気通路カバー160の天板160aに形成された開口部167を貫通して下方へ延び、モジュール容器8の天板8a上に形成された排気口111に連結されている。排気口111は、モジュール容器8内の燃焼室18で生成された排気ガスをモジュール容器8の外へ排出する開口部であり、モジュール容器8の上面視略矩形の天板8aのほぼ中央部に形成されている。

【0074】

また、蒸発器140は、図7及び図8に示すように、上面視で略矩形の蒸発器ケース141を有している。この蒸発器ケース141は、2つの高さの低い有底矩形筒状の上側ケース142と下側ケース143とを、これらの間に中間板144を挟んだ状態で接合して形成されている。

【0075】

したがって、蒸発器ケース141は、上下方向に二層構造となっており、下層部分には、排気管171から供給された排気ガスが通過する排気通路部140Aが形成され、上層部分には、燃料供給配管63から供給された水を蒸発させて水蒸気を生成する蒸発部140Bと、蒸発部140Bで生成された水蒸気と燃料供給配管63から供給された原燃料ガスとを混合させる混合部140Cが設けられている。

【0076】

蒸発部140B及び混合部140Cは、複数の連通孔(スリット)が設けられた仕切り板により蒸発器140を仕切った空間にて形成されている。また、蒸発部140B内には、アルミナボール(図示せず)が充填されている。

また、排気通路部140Aは、同様に複数の連通孔を有する2つの仕切り板により排気ガスの上流側から下流側にかけて3つの空間に仕切られている。そして、2番目の空間に燃焼触媒(図示せず)が充填されている。すなわち、本実施例の蒸発器140は、燃焼触媒器を含んでいる。

【0077】

このような蒸発器140では、蒸発部140B内の水と排気通路部140Aを通過する排気ガスとの間で熱交換が行われ、排気ガスの熱により蒸発部140B内の水が蒸発して、水蒸気が生成されることとなる。また、混合部140C内の混合ガスと排気通路部14

10

20

30

40

50

0 Aを通過する排気ガスとの間で熱交換が行われ、排気ガスの熱により混合ガスが昇温されることとなる。

【0078】

更に、図7に示すように、混合部140Cには、改質器120に混合ガスを供給するための混合ガス供給管112が接続されている。この混合ガス供給管112は、排気管171の内部を通過するように配置されており、一端が中間板144に形成された開口144aに連結され、他端が改質器120の天面に形成された混合ガス供給口120aに連結されている。混合ガス供給管112は、排気通路部140A内、排気管171内を通過してモジュール容器8内まで鉛直下方に延び、そこで略90°屈曲されて天板8aに沿って水平方向に延びた後、下方へ略90°屈曲されて改質器120に連結されている。

10

【0079】

次に、改質器120は、燃焼室18の上方でモジュール容器8の長手方向に沿って水平方向に延びるように配置され、モジュール容器8の天板8aとの間に排気ガス誘導部材130を介して所定距離隔てられて状態で、天板8aに対して固定されている。改質器120は、上面視で外形略矩形であるが、中央部に貫通孔120bが形成された環状構造体であり、上側ケース121と下側ケース122とが接合された筐体を有している。この貫通孔120bは、天板8aに形成された排気口111と上面視で重なるように位置し、好ましくは、貫通孔120bの中央位置に排気口111が形成される。

【0080】

改質器120の長手方向の一端側（モジュール容器8の閉鎖側板8e側）では、上側ケース121に設けられた混合ガス供給口120aに混合ガス供給管112が連結されており、他端側（閉鎖側板8d側）では、燃料ガス供給管64が下側ケース122に、脱硫器36まで延びる水添脱硫器用水素取出管65が上側ケース121にそれぞれ連結されている。したがって、改質器120は、混合ガス供給管112から混合ガス（つまり水蒸気が混合された原燃料ガス（改質用空気を含めてもよい））を受け取り、内部で混合ガスを改質し、燃料ガス供給管64及び水添脱硫器用水素取出管65から改質後のガス（即ち、燃料ガス）を排出するように構成されている。

20

【0081】

改質器120は、その内部空間が2つの仕切り板123a、123bによって3つの空間に仕切られることにより、改質器120内に、混合ガス供給管112からの混合ガスを受入れる混合ガス受入部120Aと、混合ガスを改質するための改質触媒（図示せず）が充填された改質部120Bと、改質部120Bを通過したガスを排出するガス排出部120Cと、が形成されている（図7参照）。改質部120Bは、仕切り板123a、123bに挟まれた空間であり、この空間に改質触媒が保持されている。混合ガス及び改質後の燃料ガスは、仕切り板123a、123bに設けられた複数の連通孔（スリット）を通過して移動可能となっている。また、改質触媒としては、アルミナの球体表面にニッケルを付与したものや、アルミナの球体表面にルテニウムを付与したものが適宜用いられる。

30

【0082】

混合ガス受入部120Aには、蒸発器140から混合ガス供給管112を介して供給された混合ガスが混合ガス供給口120aを通して噴出される。この混合ガスは、混合ガス受入部120A内で拡張されて噴出速度が低下し、仕切り板123aを通過して改質部120Bに供給される。

40

改質部120Bでは、低速で移動する混合ガスが改質触媒により燃料ガスに改質され、この燃料ガスが仕切り板123bを通過してガス排出部120Cに供給される。

ガス排出部120Cでは、燃料ガスが燃料ガス供給管64、及び、水添脱硫器用水素取出管65へ排出される。

【0083】

燃料ガス供給通路としての燃料ガス供給管64は、モジュール容器8内を閉鎖側板8dに沿って下方へ延び、底板8c付近で略90°屈曲されて水平方向に延びて、燃料電池セル集合体12の下方に形成されたガスマニホール66内へ入り、更にガスマニホール

50

6 6 内で逆側の閉鎖側板 8 e 付近まで水平方向に延びている。燃料ガス供給管 6 4 の水平部 6 4 a の下方面には、複数の燃料供給孔 6 4 b が形成されており、この燃料供給孔 6 4 b から、燃料ガスがガスマニホールド 6 6 内に供給される。このガスマニホールド 6 6 の上方には、燃料電池セルスタック 1 4 を支持するための貫通孔を備えた下支持板 6 8 が取り付けられており、ガスマニホールド 6 6 内の燃料ガスが、燃料電池セルユニット 1 6 内に供給される。また、燃料ガスと空気との燃焼を開始するための点火装置 8 3 が、燃焼室 1 8 に設けられている。

【 0 0 8 4 】

排気ガス誘導部材 1 3 0 は、改質器 1 2 0 と天板 8 a との間でモジュール容器 8 の長手方向に沿って水平方向に延びるように配置されている。排気ガス誘導部材 1 3 0 は、上下方向に所定距離だけ離間された下部誘導板 1 3 1 及び上部誘導板 1 3 2 と、これらの長手方向の両端辺が取り付けられる連結板 1 3 3 , 1 3 4 とを備えている (図 7 , 図 8 参照) 。上部誘導板 1 3 2 は、幅方向の両端部が下方に向けて折り曲げられ、下部誘導板 1 3 1 に連結されている。連結板 1 3 3 , 1 3 4 は、上端部が天板 8 a に連結され、下端部が改質器 1 2 0 に連結されており、これにより、排気ガス誘導部材 1 3 0 及び改質器 1 2 0 を天板 8 a に固定している。

【 0 0 8 5 】

下部誘導板 1 3 1 は、幅方向 (図 8 の左右方向) の中央部が下方に向けて突出する凸状段部 1 3 1 a が形成されている。一方、上部誘導板 1 3 2 は、下部誘導板 1 3 1 と同様に、幅方向の中央部が下方に向けて凹状となるように凹部 1 3 2 a が形成されている。凸状段部 1 3 1 a と凹部 1 3 2 a は、上下方向で並行して長手方向に延びている。混合ガス供給管 1 1 2 は、モジュール容器 8 内でこの凹部 1 3 2 a 内を水平方向に延びた後、閉鎖側板 8 e 付近で下方に向けて屈曲し、上部誘導板 1 3 2 及び下部誘導板 1 3 1 を貫通して、改質器 1 2 0 に連結されている。

【 0 0 8 6 】

排気ガス誘導部材 1 3 0 は、上部誘導板 1 3 2 、下部誘導板 1 3 1 、連結板 1 3 3 , 1 3 4 によって、断熱層として機能する内部空間であるガス溜 1 3 5 が形成されている。このガス溜 1 3 5 は、燃焼室 1 8 と流体連通している。すなわち、上部誘導板 1 3 2 、下部誘導板 1 3 1 、連結板 1 3 3 , 1 3 4 は、所定の隙間を形成するように連結されており、気密的には連結されていない。ガス溜 1 3 5 には、運転中に燃焼室 1 8 から排気ガスが流入したり、停止時に外部から空気が流入したりすることが可能となっているが、総じてガス溜 1 3 5 の内外間のガスの移動は緩やかである。

【 0 0 8 7 】

上部誘導板 1 3 2 は、天板 8 a と所定の上下方向距離を隔てて配置されており、上部誘導板 1 3 2 と天板 8 a との間には、長手方向及び幅方向に沿って水平方向に延びる排気通路 1 7 2 が形成されている。この排気通路 1 7 2 は、モジュール容器 8 の天板 8 a を挟んで空気通路 1 6 1 a と並設されており、排気通路 1 7 2 内には、空気通路 1 6 1 a , 1 6 1 b 内のプレートフィン 1 6 2 , 1 6 3 と同様なプレートフィン 1 7 5 が配置されている。このプレートフィン 1 7 5 は、プレートフィン 1 6 2 と上面視で略同一箇所に設けられており、天板 8 a を挟んで上下方向に対向している。空気通路 1 6 1 a 及び排気通路 1 7 2 のうち、プレートフィン 1 6 2 , 1 7 5 が設けられた部分において、空気通路 1 6 1 a を流れる発電用空気と排気通路 1 7 2 を流れる排気ガスとの間で効率的な熱交換が行われて、排気ガスの熱により発電用空気が昇温されることとなる。

【 0 0 8 8 】

また、改質器 1 2 0 は、モジュール容器 8 の側板 8 b と所定の水平方向距離を隔てて配置されており、改質器 1 2 0 と側板 8 b との間には、排気ガスを下方から上方へ通過させる排気通路 1 7 3 が形成されている。また、排気ガス誘導部材 1 3 0 も側板 8 b と所定の水平方向距離を隔てて配置されており、排気通路 1 7 3 は、排気ガス誘導部材 1 3 0 と側板 8 b との間の通路を含んで天板 8 a まで延びている。排気通路 1 7 3 は、天板 8 a と側板 8 b との角部に位置する排気ガス導入口 1 7 2 a で排気通路 1 7 2 と連通している。こ

の排気ガス導入口 172a は、モジュール容器 8 内で長手方向に延びている。

【0089】

さらに、下部誘導板 131 は、改質器 120 の上側ケース 121 の天面から所定の上下方向距離を隔てて配置されており、下部誘導板 131 と上側ケース 121 との間、及び、改質器 120 の貫通孔 120b は、貫通孔 120b を下方から上方へ向けて通過した排気ガスを通過させる排気通路 174 を形成している。この排気通路 174 は、改質器 120 の上方で排気通路 173 と合流する。

【0090】

次に、図 10 を参照して、燃料電池セルユニット 16 について説明する。図 10 は、本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の燃料電池セルユニットを示す部分断面図である。

10

図 10 に示すように、燃料電池セルユニット 16 は、燃料電池セル 84 と、この燃料電池セル 84 の両端部にそれぞれ接続されたキャップである内側電極端子 86 とを備えている。

燃料電池セル 84 は、上下方向に延びる管状構造体であり、内部に燃料ガス流路 88 を形成する円筒形の内側電極層 90 と、円筒形の外側電極層 92 と、内側電極層 90 と外側電極層 92 との間にある電解質層 94 とを備えている。この内側電極層 90 は、燃料ガスが通過する燃料極であり、(-) 極となり、一方、外側電極層 92 は、空気と接触する空気極であり、(+) 極となっている。

【0091】

20

燃料電池セル 84 の上端側と下端側に取り付けられた内側電極端子 86 は、同一構造であるため、ここでは、上端側に取り付けられた内側電極端子 86 について具体的に説明する。内側電極層 90 の上部 90a は、電解質層 94 と外側電極層 92 に対して露出された外周面 90b と上端面 90c とを備えている。内側電極端子 86 は、導電性のシール材 96 を介して内側電極層 90 の外周面 90b と接続され、さらに、内側電極層 90 の上端面 90c とは直接接触することにより、内側電極層 90 と電氣的に接続されている。内側電極端子 86 の中心部には、内側電極層 90 の燃料ガス流路 88 と連通する燃料ガス流路細管 98 が形成されている。

【0092】

この燃料ガス流路細管 98 は、内側電極端子 86 の中心から燃料電池セル 84 の軸線方向に延びるように設けられた細長い細管である。このため、ガスマニホールド 66 (図 7 参照) から、下側の内側電極端子 86 の燃料ガス流路細管 98 を通って燃料ガス流路 88 に流入する燃料ガスの流れには、所定の圧力損失が発生する。従って、下側の内側電極端子 86 の燃料ガス流路細管 98 は、流入側流路抵抗部として作用し、その流路抵抗は所定の値となるように設定されている。また、燃料ガス流路 88 から、上側の内側電極端子 86 の燃料ガス流路細管 98 を通って燃焼室 18 (図 7 参照) に流出する燃料ガスの流れにも所定の圧力損失が発生する。従って、上側の内側電極端子 86 の燃料ガス流路細管 98 は、流出側流路抵抗部として作用し、その流路抵抗は所定の値となるように設定されている。

30

【0093】

40

内側電極層 90 は、例えば、Ni と、Ca や Y、Sc 等の希土類元素から選ばれる少なくとも一種をドーブしたジルコニアとの混合体、Ni と、希土類元素から選ばれる少なくとも一種をドーブしたセリアとの混合体、Ni と、Sr、Mg、Co、Fe、Cu から選ばれる少なくとも一種をドーブしたランタンガレートとの混合体、の少なくとも一種から形成される。

【0094】

電解質層 94 は、例えば、Y、Sc 等の希土類元素から選ばれる少なくとも一種をドーブしたジルコニア、希土類元素から選ばれる少なくとも一種をドーブしたセリア、Sr、Mg から選ばれる少なくとも一種をドーブしたランタンガレート、の少なくとも一種から形成される。

50

【0095】

外側電極層92は、例えば、Sr、Caから選ばれた少なくとも一種をドーブしたランタンマンガナイト、Sr、Co、Ni、Cuから選ばれた少なくとも一種をドーブしたランタンフェライト、Sr、Fe、Ni、Cuから選ばれた少なくとも一種をドーブしたランタンコバルタイト、銀、などの少なくとも一種から形成される。

【0096】

次に、図11を参照して、燃料電池セルスタック14について説明する。図11は、本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の燃料電池セルスタックを示す斜視図である。

図11に示すように、燃料電池セルスタック14は、16本の燃料電池セルユニット16を備え、これらの燃料電池セルユニット16は、8本ずつ2列に並べて配置されている。

10

各燃料電池セルユニット16は、下端側がセラミック製の長方形の下支持板68（図7参照）により支持され、上端側は、両端部の燃料電池セルユニット16が4本ずつ、概ね正方形の2枚の上支持板100により支持されている。これらの下支持板68及び上支持板100には、内側電極端子86が貫通可能な貫通穴がそれぞれ形成されている。

【0097】

さらに、燃料電池セルユニット16には、集電体102及び外部端子104が取り付けられている。この集電体102は、燃料極である内側電極層90に取り付けられた内側電極端子86と電氣的に接続される燃料極用接続部102aと、空気極である外側電極層92の外周面と電氣的に接続される空気極用接続部102bとを接続するように一体的に形成されている。また、各燃料電池セルユニット16の外側電極層92（空気極）の外表面全体には、空気極側の電極として、銀製の薄膜が形成されている。この薄膜の表面に空気極用接続部102bが接触することにより、集電体102は空気極全体と電氣的に接続される。

20

【0098】

さらに、燃料電池セルスタック14の端（図11では左端の奥側）に位置する燃料電池セルユニット16の空気極には、2つの外部端子104がそれぞれ接続されている。これらの外部端子104は、隣接する燃料電池セルスタック14の端にある燃料電池セルユニット16の内側電極端子86に接続され、上述したように、128本の燃料電池セルユニット16の全てが直列接続されるようになっている。

30

【0099】

次に、図12及び図13を参照して、本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の燃料電池モジュール内のガスの流れについて説明する。図12は、図7と同様の、本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の燃料電池モジュールを示す側面断面図であり、図13は、図8と同様の、図7のIII-III線に沿った断面図である。図12及び図13は、それぞれ、図7及び図8中にガスの流れを示す矢印を新たに付加した図であり、説明の便宜上、断熱材7を取り除いた状態の図を示している。図中、実線矢印は燃料ガスの流れ、破線矢印は発電用空気の流れ、一点鎖線矢印は排気ガスの流れを示す。

40

【0100】

図12に示すように、水及び原燃料ガス（燃料ガス）は、蒸発器140の長手方向の一端側に連結された燃料供給配管63から蒸発器140の上層に設けられた蒸発部140B内に供給される。蒸発部140Bに供給された水は、蒸発器140の下層に設けられた排気通路部140Aを流れる排気ガスにより加熱され水蒸気となる。この水蒸気と、燃料供給配管63から供給された原燃料ガスとが、蒸発部140B内を下流方向に流れて行き、混合部140C内で混合される。混合部140C内の混合ガスは、下層の排気通路部140Aを流れる排気ガスにより加熱される。

【0101】

混合部140C内で形成された混合ガス（燃料ガス）は、混合ガス供給管112を通過して、モジュール容器8内の改質器120に供給される。混合ガス供給管112は、排気通

50

路部 140A, 排気管 171, 及び排気通路 172 を順に通過しているため、これらの通路を流れる排気ガスにより、混合ガス供給管 112 内の混合ガスは更に加熱される。

【0102】

混合ガスは、改質器 120 内の混合ガス受入部 120A 内に流入し、ここから仕切り板 123a を通過して改質部 120B に流入する。混合ガスは、改質部 120B において改質されて燃料ガスとなる。こうして生成された燃料ガスは、仕切り板 123b を通過して、ガス排出部 120C に流入する。

【0103】

更に、燃料ガスは、ガス排出部 120C から燃料ガス供給管 64 と水添脱硫器用水素取出管 65 とに分岐する。そして、燃料ガス供給管 64 に流入した燃料ガスは、燃料ガス供給管 64 の水平部 64a に設けられた燃料供給孔 64b からガスマニホールド 66 内に供給され、ガスマニホールド 66 から各燃料電池セルユニット 16 内に供給される。

10

【0104】

また、図 12 及び図 13 に示すように、発電用空気は、発電用空気導入管 74 から空気通路 161a に供給される。発電用空気は、空気通路 161a, 161b 内において、プレートフィン 162, 163 を通過する際に、これらプレートフィン 162, 163 の下部のモジュール容器 8 内に形成された排気通路 172, 173 を通過する排気ガスとの間で効率的な熱交換を行い、加熱されることとなる。特に、排気通路 172 内には、空気通路 161a のプレートフィン 162 に対応してプレートフィン 175 が設けられているので、発電用空気は、プレートフィン 162 とプレートフィン 175 とを介して、排気ガスとより効率的な熱交換を行う。この後、発電用空気は、モジュール容器 8 の側板 8b の下部に設けられた複数の吹出口 8f から燃料電池セル集合体 12 に向けて発電室 10 内に噴射される。なお、本実施例では、燃料電池セル集合体 12 の側方部位には排気通路が形成されていないため、この部位において発電用空気と排気ガスとの間の熱交換は行われない。したがって、燃料電池セル集合体 12 の側方部位において、空気通路 161b 内の発電用空気に上下方向の温度勾配が生じ難くなっている。

20

【0105】

また、発電室 10 内で発電に利用されなかった燃料ガスは、図 13 に示すように、燃焼室 18 で燃焼されて排気ガス（燃焼ガス）となり、モジュール容器 8 内を上昇していく。具体的には、排気ガスは、排気通路 173 と排気通路 174 とに分岐して、改質器 120 の外側面とモジュール容器 8 の側板 8b との間、及び、改質器 120 の貫通孔 120b から改質器 120 と排気ガス誘導部材 130 との間をそれぞれ通過する。このとき、排気通路 174 を通過する排気ガスは、改質器 120 の貫通孔 120b の上方に配置された凸状段部 131a によって幅方向に二分され、排気ガス誘導部材 130 の下部に留まることなく排気通路 173 に向けて誘導され、排気通路 173 を流れる排気ガスに素早く合流される。

30

【0106】

その後、排気ガスは、排気ガス導入口 172a から排気通路 172 に流入する。排気通路 172 内では、排気ガスは、排気通路 172 を水平方向に流れていき、モジュール容器 8 の天板 8a の中央に形成された排気口 111 から流出する。

40

なお、排気ガスが排気通路 173 を上方へ流れていく際に、空気通路 161b 内に設けられたプレートフィン 163 を介して、発電用空気と排気ガスとの間で熱交換が行われる。また、排気ガスが排気通路 172 を水平方向に流れていく際に、排気通路 172 内に設けられたプレートフィン 175 と、このプレートフィン 175 に対応して空気通路 161a 内に設けられたプレートフィン 162 とを介して、発電用空気と排気ガスとの間で効率的な熱交換が行われる。このようにして、排気ガスの熱により発電用空気が昇温される。

【0107】

そして、排気口 111 から流出した排気ガスは、モジュール容器 8 の外部に設けられた排気管 171 を通過して蒸発器 140 の排気通路部 140A に流入し、排気通路部 140A を通過した後、蒸発器 140 から排気ガス排出管 82 へ排出される。排気ガスは、蒸発

50

器 1 4 0 の排気通路部 1 4 0 A を流れる際に、上述したように、蒸発器 1 4 0 の混合部 1 4 0 C 内の混合ガス及び蒸発部 1 4 0 B 内の水と熱交換を行う。

【 0 1 0 8 】

次に、図 1 4 ~ 図 1 8 を参照して、本実施例の改質器の作用について説明する。図 1 4 は、本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の燃料電池モジュールの上部の部分断面図であり、図 1 5 は、改質器の周囲を流れる排気ガスの説明図であり、図 1 6 及び図 1 7 は、それぞれ改質器及び排気ガス誘導部材の側面断面斜視図及び正面断面斜視図であり、図 1 8 は、改質器の貫通孔を流れる排気ガスの説明図である。

【 0 1 0 9 】

図 1 4 に示すように、発電室 1 0 内に供給された発電用空気は、上方へ向けて移動し（図 1 4 の破線矢印参照）、燃焼室 1 8 でオフガスを燃焼させて排気ガスとなる。改質器 1 2 0 に貫通孔 1 2 0 b が形成されていない場合には、排気ガスは、燃焼室 1 8 から、排気通路 1 7 3（モジュール容器 8 の側板 8 b の内面に沿って延びる）のみを通して、モジュール容器 8 内の上部へ向けて移動することになる。この場合、発電用空気の流路分布は、燃料電池セル集合体 1 2 に対して、上面視幅方向の両端部付近に偏ったものとなり、中央部分の燃料電池セルユニット 1 6 への空気供給が十分でなくなり、この部分の燃料電池セルユニット 1 6 を劣化させてしまうおそれがあった。

【 0 1 1 0 】

そこで、本実施例では、改質器 1 2 0 に貫通孔 1 2 0 b を設けることにより、排気通路 1 7 4（改質器 1 2 0 の貫通孔 1 2 0 b から改質器 1 2 0 と排気ガス誘導部材 1 3 0 との間に延びる）を形成している。これにより、本実施例では、排気ガスは、燃焼室 1 8 から、排気通路 1 7 4 と排気通路 1 7 3 とに分岐して、モジュール容器 8 内の上部へ向けて移動することができる（図 1 5 参照）。

【 0 1 1 1 】

また、本実施例では、特に、排気通路 1 7 4 と排気通路 1 7 3 を流れる排気ガスの流量比が所定値になるように、特定的には、排気通路 1 7 3 よりも排気通路 1 7 4 を流れる排気ガスの流量が大きくなるように、排気通路 1 7 3 の通路断面積，改質器 1 2 0 の上側での排気通路 1 7 4 の通路断面積，貫通孔 1 2 0 b の開口面積や角部 R 形状，後述する連結凹部等が寸法設計されている。これにより、改質器 1 2 0 と燃料電池セル集合体 1 2 との距離が接近していたとしても、排気ガスを確実に排気通路 1 7 4 へ流すことができる。このため、本実施例では、このような排気ガスの流れに伴い、発電用空気の流れは、上面視で燃料電池セル集合体 1 2 の幅方向の両端部付近に偏ることなく、中央部分へも流れるため、発電室 1 0 内での発電用空気の空気供給量のムラが抑制され、発電用空気の流れが均等化され易くなる。

【 0 1 1 2 】

また、本実施例では、改質器 1 2 0 は、その底面に衝突する排気ガスによって加熱された後、排気通路 1 7 3 を通過する排気ガスにより幅方向の側方から加熱されると共に、貫通孔 1 2 0 b を通過する排気ガスにより中央部からも加熱される。このように、本実施例では、排気ガスによる改質器 1 2 0 の加熱を効率良く行うことができる。

【 0 1 1 3 】

また、本実施例では、上面視で改質器 1 2 0 の貫通孔 1 2 0 b とモジュール容器 8 の排気口 1 1 1 とが少なくとも部分的に重なり合うように形成されている。より好適には、上面視で排気口 1 1 1 は、貫通孔 1 2 0 b の点対称な位置である、貫通孔 1 2 0 b の長手方向及び幅方向の中央部に配置されている。また、上面視で排気口 1 1 1 及び貫通孔 1 2 0 b は、燃料電池セル集合体 1 2 の中央部分に配置されている。

【 0 1 1 4 】

仮に、排気口 1 1 1 が、上面視で貫通孔 1 2 0 b に対して幅方向にずれて配置されている場合には、貫通孔 1 2 0 b から排気口 1 1 1 への排気ガスの流れが、少なくとも幅方向において不均等又は非対称になる。そして、このような排気ガスの流れに伴って、発電用空気の流れも幅方向において不均等になる。しかしながら、本実施例では、排気口 1 1 1

10

20

30

40

50

と貫通孔 1 2 0 b が上面視でモジュール容器 8 の中央部分に配置され、且つ、互いに重なり合う構成となっているため、貫通孔 1 2 0 b から排気口 1 1 1 への排気ガスの流れが、少なくとも幅方向において均等になり、発電用空気の流れも幅方向において均等になる。なお、改質器 1 2 0 も上面視でモジュール容器 8 の中央位置に配置されている。これにより、発電用空気の流路分布の偏りが抑制されて、中央部分及び両端部付近を含んで略均等に燃料電池セルユニット 1 6 へ発電用空気を十分に供給することができるため、燃料電池セルユニット 1 6 の劣化を抑制することが可能となる。

【 0 1 1 5 】

また、本実施例では、改質器 1 2 0 の幅方向において、排気ガスの流量が対称（線対称）となるように、即ち、貫通孔 1 2 0 b を挟んで両側の排気通路 1 7 3 の流量が均等で流路分布の偏りがなくなるように、貫通孔 1 2 0 b は、上面視で改質器 1 2 0 を少なくとも幅方向に略等分に区分けするように線対称に形成されている。なお、本実施例では、貫通孔 1 2 0 b は、上面視で改質器 1 2 0 を長手方向にも略等分に区分けするように線対称に形成されている。

【 0 1 1 6 】

また、本実施例では、図 1 6 及び図 1 7 に示されているように、改質器 1 2 0 の貫通孔 1 2 0 b は、上面視略長円形であり、長手方向に延びるように形成されている。また、改質器 1 2 0 のハウジングは、上側ケース 1 2 1 及び下側ケース 1 2 2 からなる。上側ケース 1 2 1 及び下側ケース 1 2 2 の各々には、幅方向の両端部から貫通孔 1 2 0 b を連結するように内方へ窪んだ連結凹部 1 2 1 a , 1 2 2 a が形成されている。本実施例では、連結凹部 1 2 1 a , 1 2 2 a は、それぞれ長手方向に離間して 2 つずつ形成されている。

【 0 1 1 7 】

連結凹部 1 2 2 a は、燃焼室 1 8 から上昇してきた排気ガスが改質器 1 2 0 の下側ケース 1 2 2 の底面に衝突すると、この排気ガスを幅方向の両側、即ち、貫通孔 1 2 0 b （排気通路 1 7 4 ）及びモジュール容器 8 の側板 8 b に沿った排気通路 1 7 3 に誘導する。これにより、本実施例では、排気通路 1 7 3 に排気ガスの流れが偏ることなく、貫通孔 1 2 0 b に排気ガスを積極的に供給することが可能となる。

【 0 1 1 8 】

また、連結凹部 1 2 1 a , 1 2 2 a は、改質器 1 2 0 の内部空間へ向けて突出している。具体的には、連結凹部 1 2 1 a , 1 2 2 a は、改質器 1 2 0 内の改質部 1 2 0 B の流路を狭めるように内部空間へ向けて突出している。このため、混合ガスは、連結凹部 1 2 1 a , 1 2 2 a による突出部分によって流路を変更しながら改質部 1 2 0 B を流れるので、混合ガスと改質触媒との接触機会及び接触時間が増える。これにより、本実施例では、混合ガスの改質効率を向上させることができる。さらに、改質触媒は改質器 1 2 0 の周囲を流れる排気ガスにより所定温度まで昇温されるが、混合ガスと改質触媒との接触機会・接触時間が増えることにより、昇温した改質触媒によって混合ガスを効率良く加熱することができる。

【 0 1 1 9 】

また、本実施例では、上側ケース 1 2 1 及び下側ケース 1 2 2 は、同一の原ケース部材から形成されている。即ち、原ケース部材は、金属材料を所定の型を用いて成形（例えば、絞り加工）したものである。そして、同一の原ケース部材を加工することにより、上側ケース 1 2 1 と下側ケース 1 2 2 がそれぞれ形成される。このため、低コスト化と組み立て性の向上を両立することができる。また、改質器 1 2 0 のケースを 1 パーツ構成とすると、絞り加工では嵩高のケースを形成できないが、本実施例では、改質器 1 2 0 のケースを上側ケース 1 2 1 及び下側ケース 1 2 2 による 2 パーツ構成としているため、嵩高なケースを形成することができる。このため、容積を同一とした場合には、より底面積の小さな小型の改質器とすることができる。

【 0 1 2 0 】

上側ケース 1 2 1 と下側ケース 1 2 2 は、それぞれ外周側のフランジ部 1 2 1 b , 1 2 2 b と、貫通孔 1 2 0 b を形成する内周側のフランジ部 1 2 1 c , 1 2 2 c を有しており

、これらフランジ部を重ね合せた状態で溶接固定されている。外周側のフランジ部 1 2 1 b , 1 2 2 b は、同一の幅を有しており、ケースの側方から容易に溶接作業を行うことが可能である。これに対して、内周側のフランジ部 1 2 1 c , 1 2 2 c が同一の幅を有していた場合には、これらフランジ部を側方から溶接作業を行うことは困難であり、組み立て性が悪い。このため、本実施例では、内周側のフランジ部 1 2 1 c は、フランジ部 1 2 2 c よりも幅が狭くなるように原ケース部材から加工されている（図 1 7 参照）。このため、フランジ部 1 2 1 c , 1 2 2 c は、これらフランジ部の段差を利用して上側から溶接作業を容易に行うことが可能となり、組み立て性を向上させることができる。

【 0 1 2 1 】

また、上側ケース 1 2 1 及び下側ケース 1 2 2 は、その内側面の角部（貫通孔 1 2 0 b の角部を含む）は、所定の曲率半径を有する R 形状となるように湾曲形状とされている（図 1 6 及び図 1 5 の破線部 A 参照）。曲率半径は、1 . 0 mm ~ 3 0 mm が好ましい。このため、本実施例では、ガスが改質器 1 2 0 の内部を通過する際に、角部にガスが滞留することが防止されるので、容器内にデッドスペースがなくなり改質触媒に対して均一にガスを流通させ易くなる。

【 0 1 2 2 】

また、貫通孔 1 2 0 b の周面と下側ケース 1 2 2 の下面との接続部分又は角部は、貫通孔 1 2 0 b の周縁（連結凹部 1 2 2 a の部分も含む）にわたって、所定の曲率半径となるように R 形状に形成されている（図 1 7 の破線部 A 参照）。即ち、図 1 8 に示されているように、改質器 1 2 0 のケース断面は、改質器 1 2 0 の底面から貫通孔 1 2 0 b の周面（側面）にかけて、外側に向けて凸状となる R 形状となっている。

【 0 1 2 3 】

貫通孔 1 2 0 b の周面と下側ケース 1 2 2 の底面との角部が所定の曲率半径の断面円弧状に形成されていることにより、下側ケース 1 2 2 に衝突した排気ガスは貫通孔 1 2 0 b に向けて誘導され易くなる。そして、このような排気ガスの流れに引っ張られて、発電用空気も貫通孔 1 2 0 b に向けて誘導される。しかしながら、曲率半径が大きくなり過ぎると、貫通孔 1 2 0 b へ誘導される発電用空気が多くなり過ぎて、改質器 1 2 0 の外周側を通過する発電用空気が少なくなり過ぎ、発電室 1 0 内での発電用空気の流路分布が不均等になってしまう。

【 0 1 2 4 】

このため、本実施例では、排気通路 1 7 3 と排気通路 1 7 4 での発電用空気の流量比が適宜な値になるように、角部の曲率半径が 1 . 0 mm ~ 3 0 mm に設定されており、これにより、中央部分及び周縁部分に配置された燃料電池セルユニット 1 6 にそれぞれ十分な発電用空気を行き渡らせることができる。

【 0 1 2 5 】

次に、図 1 4 を参照して、本実施例の排気ガス誘導部材の作用について説明する。

本実施例では、蒸発器 1 4 0 をモジュール容器 8 の外部に配置しており、この配置により、モジュール容器 8 内で水の蒸発熱による局所的な温度低下（排気ガスの温度低下を含む）を防止し、排気ガスと発電用空気との熱交換をより効率的に行うように構成されている。したがって、本実施例では、燃料電池セルユニット 1 6 の側方部分で熱交換を行うことを回避して、モジュール容器 8 の天板 8 a 付近の限定された部位のみで実質的な熱交換を行うことを可能としている。

【 0 1 2 6 】

このため、本実施例では、天板 8 a を挟んでその上下に空気通路 1 6 1 a , 排気通路 1 7 2 が形成され、この部分で実質的な熱交換が行われるように構成されている。しかしながら、装置の小型化を図る場合には、天板 8 a の面積も小さくなるため、十分な熱交換を行うための面積が確保できなくなるおそれがある。そこで、本実施例では、排気通路 1 7 2 の入口と出口における排気ガスの温度差を可能な限り大きく維持することにより、高い熱交換効率を達成するように構成している。

【 0 1 2 7 】

このため、本実施例では、排気ガス誘導部材 130 を採用している。排気ガス誘導部材 130 は、貫通孔 120b を通過して上昇してきた排気ガスを、貫通孔 120b と向かい合うように下方に向けて突出する凸状段部 131a に衝突させ、幅方向に方向付けて、速やかに排気ガス導入口 172a に誘導する。これにより、排気ガスは、排気ガス誘導部材 130 の底面付近に滞留することなく、素早く排気ガス導入口 172a に向けて誘導される。

【0128】

排気ガス誘導部材 130 の上部には熱交換部として機能する排気通路 172 が形成されているため、排気ガス誘導部材 130 の上部の排気ガスは下部の排気ガスよりも低温である。したがって、排気通路 174 内で排気ガスが排気ガス誘導部材 130 の底面付近に滞留すると、排気ガス誘導部材 130 を介して排気通路 172 内の排気ガスとの間で熱交換が生じて、排気通路 174 内の排気ガスの温度が低下するおそれがある。また、排気通路 174 内の排気ガスは、改質器 120 の上面や排気ガス誘導部材 130 の下面を通して熱を奪われるおそれがある。しかしながら、本実施例では、排気ガス誘導部材 130 の底面に凸状段部 131a を設けたことにより、改質器 120 の貫通孔 120b を通過して上昇してきた高温の排気ガスを、排気ガス誘導部材 130 の底面付近に滞留させることなく、速やかに側方に誘導することができるので、高い温度を維持したまま排気ガス導入口 172a に到達させることが可能となる。

【0129】

また、排気通路 172 では、幅方向の両端部（排気通路 172 の入口である排気ガス導入口 172a）から中央部（特に、排気通路 172 の出口である排気口 111）に向けて排気ガスが流れる際に、発電用空気との熱交換が行われるため、排気ガス誘導部材 130 の凹部 132a 付近（図 14 の破線部 A 参照）での排気ガスの温度が最も低くなる。特に、凹部 132a の長手方向の中央部分に配置された排気口 111 付近の温度が最も低くなる。一方、排気通路 174 では、改質器 120 の貫通孔 120b の上方、即ち、排気ガス誘導部材 130 の凸状段部 131a 付近（図 14 の破線部 B 参照）の温度が最も高くなる。

【0130】

最も温度が低い破線部 A の領域と最も温度が高い破線部 B の領域（図 14 参照）とは、排気ガス誘導部材 130 を介して上下に位置するため、直線的な離間距離は小さい。このため、これらの領域間で熱交換が行われてしまうと、排気ガスの入口温度が低下するおそれがある。そこで、本実施例では、排気ガス誘導部材 130 のケース部材内にガス溜 135（ガス室）を形成し、このガス溜 135 を断熱材として機能させている。これにより、本実施例では、排気ガス誘導部材 130 の上下の空間（即ち、排気通路 172 と排気通路 174）との間、特に図 14 の破線部 A 及び B の領域間の熱交換が遮断されるため、改質器 120 の貫通孔 120b を通過して上昇してきた高温の排気ガスの温度低下が防止され、高温状態に維持したまま排気ガス導入口 172a へ流出させて、排気ガスの入口温度を高温に維持することができる。

【0131】

また、排気ガス誘導部材 130 が断熱材として機能するため、排気通路 172 内の排気ガスの熱が排気ガス誘導部材 130 によって奪われることが抑制され、排気通路 172 内の排気ガスと空気通路 161a 内の発電用空気との間の熱交換を促進させることができる。

さらに、排気通路 172 において、排気ガス誘導部材 130 の上部誘導板 132 が熱反射板として機能するため、上部誘導板 132 からの輻射熱を排気ガス及び空気に与えることができる。これにより、本実施例では、熱交換部でのより高い熱交換効率を達成することができる。

【0132】

また、排気ガス誘導部材 130 は、伝熱性を有する部材（例えば、金属材料等）で形成されており、それ自体が熱伝導させる。したがって、高温の排気ガスが排気ガス誘導部材

10

20

30

40

50

130の凸状段部131aに衝突することにより凸状段部131aが加熱されると、凸状段部131aから排気ガス誘導部材130の他の部位への熱伝導を完全に遮断することはできない。このため、排気ガス誘導部材130の上面への熱伝導も生じ得る。そうすると、排気ガス誘導部材130の上面において、熱交換部を構成する排気通路172の上流側と下流側の温度差が縮小され、熱交換効率の向上に不利となる。

【0133】

そこで、本実施例では、排気ガス誘導部材130の上面のうち排気ガスの温度が最も低くなる排気通路172の下流側の部位（即ち、幅方向の中央部分）に凹部132aを形成することにより、排気通路172内で排気ガスの本流部分が通過する部分（凹部132aが形成された部位以外の通路高さ位置であり、図14ではプレートフィン175が位置する高さ位置）と排気ガス誘導部材130の凹部132aの底面との間の距離を大きくしている。これにより、排気通路172の下流側の部位において、排気ガスと排気ガス誘導部材130との間で熱交換が起き難くなり、凸状段部131aから凹部132aへの熱伝導が抑制される。即ち、凹部132aが熱伝導により一旦昇温した後は、凹部132a付近で排気ガスとの熱交換が起き難いため、凹部132aの温度は低下し難くなる。これにより、本実施例では、熱交換部でのより高い熱交換効率を達成することができる。

【0134】

また、混合ガス供給管112は、排気口111からモジュール容器8内を通過して、改質器120へ配管されている。このため、混合ガス供給管112内の混合ガスをモジュール容器8内で予熱することができるが、この予熱により排気ガスの熱が奪われるため、熱交換効率の向上にとって不利となる。そこで、本実施例では、排気ガスの温度が最も低くなっている排気通路172の下流側にある排気ガス誘導部材130の凹部132a内に混合ガス供給管112を配置することにより、熱交換部での熱交換前の高温の排気ガスではなく、熱交換後の低温の排気ガスによって混合ガス供給管112を昇温させるように構成されている。これにより、排気ガスの熱が混合ガス供給管112によって過剰に奪われることが抑制され、混合ガスを予熱する効率（熱交換効率）を低減することができる。

【0135】

次に、図19～図24を参照して、本実施例の熱交換器の作用について説明する。図19は、本発明の一実施例による固体酸化物形燃料電池装置の熱交換部の横断面図であり、図20は、モジュール容器の天板と排気管の接続部分の説明図であり、図21は、モジュール容器の天板上の発電用空気供給通路の説明図であり、図22は、モジュール容器の天板下の排気通路の説明図であり、図23は、プレートフィンの斜視図であり、図24は、空気通路カバーの側板とモジュール容器の側板との間に配置されたプレートフィンの説明図である。

【0136】

図19に示すように、空気通路カバー160は、モジュール容器8に対して、長手方向の一端側（図19の右側）にやや偏った位置に取り付けられている。具体的には、モジュール容器8の長手方向の他端側では、水添脱硫器用水素取出管65が天板8aを貫通して上方に延びているが、空気通路カバー160は、水添脱硫器用水素取出管65を避けてモジュール容器8の長手方向の一端側にずらして配置されている。これにより、空気通路カバー160には、水添脱硫器用水素取出管65を貫通させるための貫通孔を設けることが不要になる。また、空気通路カバー160に貫通孔を設けた場合には、水添脱硫器用水素取出管65を貫通孔において溶接等により気密的に固定する必要があるが、このような複雑な加工工程も不要となる。

【0137】

また、図19に示すように、空気通路カバー160の天板160aの一端側の端部中央部分には、開口部165が形成されており、この開口部165を覆うように流路方向調整部164が固定されている。発電用空気導入管74を流れてきた発電用空気は、流路方向調整部164を介して開口部165を通過して空気通路161a内へ供給される。発電用空気導入管74は、少なくともその供給側端部が、空気通路カバー160の天板160aの

長手方向に沿って水平に延びている（図9参照）。なお、本実施例では、発電用空気導入管74の供給側端部が天板160a又は天板8aと平行に延びているが、先端側が下がるように角度付けられていてもよい。

【0138】

流路方向調整部164は、発電用空気導入管74を連結するための略半円形状の取付部164aと、上方に突出するように形成された凸状流路部164bとを有する流路部材であり、天板160aの開口部165を塞ぐように取り付けられている。凸状流路部164bは、取付部164aから発電用空気の進行方向に沿って徐々に略半円形状の断面が相似的に縮小するカバー部材であり、内部に空気流路を形成している。したがって、内部空気流路は、先端側ほど上面が低くなり且つ幅も狭くなる。また、凸状流路部164bの下部は、開口部165を介して空気通路161aと連通している。

10

【0139】

天板160aの下に形成された空気通路161aは、幅方向寸法及び長手方向寸法は大きい、通路の高さは低くなるように形成されている。このため、モジュール容器8の天板8aと空気通路カバー160の天板160aとの間の距離（通路の高さ）は、発電用空気導入管74の径寸法よりも小さいので、発電用空気導入管74を空気通路161aの高さ部分で空気通路カバー160に連結することは困難であり、仮に連結することができたとしても圧力損失が大きくなる。

【0140】

また、発電用空気導入管74を上下方向に延びるように配置し、上方から開口部165を通して空気通路161a内に発電用空気を供給した場合には、発電用空気が空気通路161aの下面に衝突し、側方の通路空間に向けて分散し難くなる。このため、発電用空気を空気通路161aの全域にムラなく供給することが困難となり、局所的に熱交換効率が低下する部位が生じるため、全体として熱交換効率が低下してしまう。

20

【0141】

そこで、本実施例では、発電用空気導入管74の供給側端部を、流路方向調整部164を介して空気通路カバー160の天板160aに連結している。このように構成することにより、流路方向調整部164を別部材として空気通路カバー160に組み付けることが可能となると共に、発電用空気導入管74を空気通路カバー160に連結する組み付け性が向上される。また、流路方向調整部164を空気通路カバー160に予め組み付けておき、その後、空気通路カバー160をモジュール容器8に組み付けることが可能である。

30

【0142】

しかしながら、この構成では、発電用空気導入管74が空気通路161aの上方にずれて位置することになり、発電用空気導入管74と空気通路161a内の流路方向とは長手方向成分において略平行であるが、上下方向に離間することになる。このため、流路方向調整部164は、発電用空気導入管74の供給側端部から離れるに従って、内部流路高さが低くなるように形成されている。これにより、凸状流路部164bは、発電用空気導入管74から供給される発電用空気の流路方向を徐々に下方に向けて変更し、空気通路161aの流路方向に対して緩やかな角度に角度付けて空気通路161aへ発電用空気を送り出すことができる。

40

【0143】

さらに、凸状流路部164bは、発電用空気導入管74の供給側端部から離れるに従って、内部流路高さが低くなることに加えて、内部流路幅が狭くなるように形成されている（図9参照）。したがって、凸状流路部164bは、進行方向に対して流路断面積が徐々に小さくなる。このため、発電用空気は、流路方向調整部164内で大きな抵抗を受けることなく、徐々に増速される。これにより、空気通路カバー160の長手方向の一端側から空気通路161aに供給された発電用空気は、空気通路カバー160の長手方向の他端側まで到達可能であり、空気通路161aの全域に発電用空気をムラなく供給することができる。

【0144】

50

また、流路方向調整部 164 を用いない場合には、発電用空気導入管 74 から流路高さの低い空気通路 161a への流入面積が小さくなるため、上述のように、圧力損失が大きくなってしまいが、流路方向調整部 164 を用いることにより、大きな流入面積を確保することができる。このため、本実施例では、圧力損失を小さくして、空気通路 161a において、空気通路カバー 160 の長手方向の他端側まで発電用空気をスムーズに供給することができる。

【0145】

また、空気通路 161a 内には、排気管 171 の両側にモジュール容器 8 の長手方向に沿って 2 つの空気分配部材 166 が略平行に配置されている（図 20、図 21 参照）。プレートフィン 162 は、空気分配部材 166 に対して、空気通路 161a の幅方向外側に配置されており、したがって、2 つの空気分配部材 166 の間には、プレートフィン 162 のようなガスが移動する際の抵抗となる部材（排気管 171 を除く）が存在しない空間が形成される。

10

【0146】

空気分配部材 166 は、空気通路カバー 160 の天板 160a の長手方向の略全体の長さ範囲にわたって空気通路 161a を区画するように延びる長尺部材である。空気分配部材 166 は、長手方向に離間して所定間隔で形成された多数の貫通孔を有し、この貫通孔により空気通路 161a を幅方向に連通している（図 19 参照）。また、空気分配部材 166 は、天板 8a と天板 160a とを連結している（図 20 参照）。

【0147】

20

図 21 に示すように、流路方向調整部 164 を介して供給された発電用空気は、空気通路カバー 160 の一端側（図 21 の右側）から他端側に向けて 2 つの空気分配部材 166 の間を流れる。2 つの空気分配部材 166 の間は、プレートフィンのような物理的な抵抗がないため、流路方向調整部 164 によって流速を速められて空気通路 161a 内に供給された発電用空気は、空気通路カバー 160 の他端側まで到達可能である。そして、発電用空気は、空気分配部材 166 の貫通孔を通して幅方向へ移動する。

【0148】

空気分配部材 166 の貫通孔を通過した発電用空気は、プレートフィン 162、天板 8a、排気通路 172 内のプレートフィン 175 を介して、排気ガスとの間で熱交換が行われ昇温される。その後、発電用空気は、空気通路 161a の幅方向の両端部に到達し、空気通路 161b を経由して、モジュール容器 8 の側板 8b に形成された吹出口 8f から発電室 10 内へ噴射される。

30

【0149】

流路方向調整部 164 は、空気通路カバー 160 の天板 160a の 4 つの端辺のうち、空気通路 161b に連通する端辺（長手方向に延びる辺）とは異なる端辺（幅方向に延びる辺）に配置されている。このため、本実施例では、発電用空気を天板 8a 上の空気通路 161a 内で長手方向に沿って供給しつつ幅方向に供給することにより、その後、側板 8b 上の空気通路 161b に対して長手方向において均等に発電用空気を供給することができる。

【0150】

40

本実施例では、モジュール容器 8 の外側から空気通路カバー 160 を組み付けて固定することにより、モジュール容器 8 外に空気通路 161a、161b を容易に形成することができる（図 9 参照）。また、モジュール容器 8 の天板 8a 及び側板 8b 上に予めプレートフィン 162、163 を配置した後に、空気通路カバー 160 を配置することが可能であり、プレートフィン 162、163 の組み付け性も良好である。

【0151】

また、モジュール容器 8 に対して空気通路カバー 160 を外部から機械溶接を適用し固定することが可能であるため、量産化を図ることができる。特に、本実施例では、空気通路カバー 160 が共に矩形状の天板 160a 及び側板 160b を備えているため、外郭が直線的に形成されており、自動機械による溶接の適用が容易である。

50

このように、本実施例では、空気通路の形成のための作業性が良好となり、製造コストを低減することが可能である。

【0152】

また、本実施例では、モジュール容器8内には排気通路のみを形成すればよくなるため、製造が容易になる。更に、モジュール容器8内に排気通路が位置するので、排気ガスがモジュール容器8外に漏洩することを防止することができる。一方、空気通路はモジュール容器8外に位置するが、空気通路の気密性が確保できなくなった場合でも、発電用空気がモジュール容器8外に漏洩するだけに留めることができる。

【0153】

また、本実施例では、図20に示すように、モジュール容器8の天板8aの排気口111には排気管171が固定されている。このため、空気通路カバー160の開口部167に排気管171を挿入することにより、モジュール容器8に対して空気通路カバー160を位置決めすることができるので、良好な組付け性を確保することができる。

【0154】

さらに、空気通路カバー160の開口部167には、その周縁部が上方へ突出するように湾曲されることにより環状部167aが形成されている。したがって、環状部167aの曲面に沿って排気管171を開口部167に容易に挿入することができる。

また、環状部167aと排気管171とを固定する際に、環状部167aが溶接を行う際の接続しろとなる。このため、本実施例では、環状部167aのような接続しろが無い場合と比べて、空気通路カバー160の開口部167と排気管171の周面とをより確実に溶接によって固定することができる。

このように、本実施例では、開口部167に上方へ突出する環状部167aを設けたことにより、空気通路カバー160をモジュール容器8に組み付ける際の作業性を向上させることができる。

【0155】

本実施例では、上述のように、燃料電池セルユニット16の側方部分での熱交換を行うことを回避して、モジュール容器8の天板8a付近で実質的な熱交換を行うこととしている。この場合、天板8aの面積は燃料電池セルユニット16の側方の側板8bの面積よりも小さくなるため、十分な熱交換を行うための面積が確保できないおそれがある。しかしながら、本実施例では、小さな面積でも十分な熱交換を行うことができるように、上述の排気ガス誘導部材130に加えて、熱交換距離延長部材176を設けている。

【0156】

図22に示すように、排気ガス誘導部材130の上部誘導板132上には、混合ガス供給管112及び凹部132aを挟んで幅方向の両側にプレートフィン175が配置されている。また、これらプレートフィン175の長手方向に延びる中央側の端辺に沿って、その内側に熱交換距離延長部材176が配置されている。2つの熱交換距離延長部材176は、長手方向に沿って略平行、且つ、排気口111に対して対称に配置されている。熱交換距離延長部材176は、その長さが天板8aの長手方向長さの略半分である長尺な板状部材であり、その下端部が上部誘導板132に固定されると共に、上端部が天板8aに当接されている(図20参照)。

【0157】

排気通路173、174から排気ガス導入口172aを介して排気通路172へ供給された排気ガスは、天板8aの略中央部分に設けられた排気口111から排出される。したがって、熱交換距離延長部材176が無い場合には、排気ガスの流れは、排気ガス導入口172aから排気口111へ直接的に向かうようになり、排気通路172の一部に排気ガスの流れが偏ってしまい、排気ガスから十分な熱量をプレートフィン175に伝えることができない。その結果、排気ガスと発電用空気との間の熱交換を十分に行うことができない。

【0158】

そこで、本実施例では、排気口111を挟んで2つの熱交換距離延長部材176を配置

することにより、排気ガスを迂回させて排気口 1 1 1 へ導くように構成されている。具体的には、排気ガスは、排気ガス導入口 1 7 2 a からプレートフィン 1 7 5 を通過しつつ、排気通路 1 7 2 の幅方向の中央部に向けて移動する。ところが、排気口 1 1 1 の両側には長手方向に沿って熱交換距離延長部材 1 7 6 が配置されているので、排気ガスは、熱交換距離延長部材 1 7 6 に衝突し、その長手方向の一端側又は他端側に迂回して、2 つの熱交換距離延長部材 1 7 6 の間の空間に到達し、さらにこの空間を通過して排気口 1 1 1 に到達する。このように、本実施例では、排気ガスに熱交換距離延長部材 1 7 6 を迂回させることにより、排気通路 1 7 2 において排気ガスが流れる距離が延長されると共に、排気通路 1 7 2 の全面で熱交換が可能となる。これにより、排気ガスから十分な熱量を空気通路 1 6 1 a 内の発電用空気に伝えることが可能となり、その結果、排気ガスと発電用空気との間の熱交換効率を向上させることができる。

10

【0159】

また、熱交換距離延長部材 1 7 6 は、その上端部が天板 8 a に当接されているので（図 20 参照）、排気ガスの熱を天板 8 a に直接的に伝導させて、空気通路 1 6 1 a 内の発電用空気を昇温させることができる。

さらに、空気通路 1 6 1 a に供給された発電用空気は、排気管 1 7 1 の外周壁に衝突するため、排気管 1 7 1 の周囲付近は、空気密度が他の領域よりも高くなり（図 20 の破線部 A 参照）、排気管 1 7 1 は冷却される。一方、熱交換距離延長部材 1 7 6 の上端部は、排気管 1 7 1（及び排気口 1 1 1）付近の天板 8 a と当接している（図 20、図 22 参照）。このため、熱交換距離延長部材 1 7 6 から温度が低下された排気管 1 7 1 への熱伝導が促進されるので、より効率的に空気通路 1 6 1 a 内の発電用空気を昇温させることが可能である。

20

【0160】

次に、図 23 に示すように、プレートフィン 1 6 2、1 6 3、1 7 5 は、矩形状の薄い金属板をプレス加工することにより形成されており、平面部 2 0 0 と、平面部 2 0 0 に所定間隔で形成され、平面部 2 0 0 の両面側に向けてそれぞれ突出する突出部 2 0 2 とを備えている。突出部 2 0 2 は、平面部 2 0 0 の一部を切り欠いて台形状に展伸させたものであり、傾斜部 2 0 2 a と天板部 2 0 2 b からなる。突出部 2 0 2 の傾斜部 2 0 2 a と天板部 2 0 2 b は、平面部 2 0 0 から離間しており、離間した部位に開口 2 0 2 c が形成されている。このように形成されたプレートフィンでは、平面部 2 0 0 の両側面に沿ってガスが流れる際に、ガスと平面部 2 0 0 とが直接的に熱交換を行う以外に、ガスが突出部 2 0 2 に衝突することにより、ガスと突出部 2 0 2 とが熱交換を行う。これにより、ガスとプレートフィンとの間で効率よく熱交換を行うことができる。

30

【0161】

また、ガスと突出部 2 0 2 との衝突により、ガスの流路方向が変更される。具体的には、突出部 2 0 2 の傾斜部 2 0 2 a の外側面（開口 2 0 2 c と逆側の面）又は内側面（開口 2 0 2 c 側の面）に衝突することにより、ガスの流路は側方へ変更される。これにより、ガスは、全体としては流路に沿った方向に流れるが、局所的には種々の方向に流れて互いに混じり合うため分散性が向上される。

【0162】

40

また、図 24 に示すように、プレートフィン 1 6 3 は、モジュール容器 8 の側板 8 b と空気通路カバー 1 6 0 の側板 1 6 0 b に挟まれて配置されている。プレートフィン 1 6 3 は、側板 8 b とは突出部 2 0 2 の天板部 2 0 2 b で接触しているが、側板 1 6 0 b とは天板部 2 0 2 b に設けた突起部 2 0 3 を介して接触している。

【0163】

突起部 2 0 3 は、天板部 2 0 2 b よりも接触面積が小さくなるように形成されており、例えば、天板部 2 0 2 b の一部を外方へ突出させることにより形成することができる。また、突起部 2 0 3 は、熱伝導性の良好なプレートフィンとは別部材とすることもできる。この場合、プレートフィンよりも熱伝導性の低い材料で形成すると好適である。

【0164】

50

突起部 203 は、側板 160b 側のすべての突出部 202 の天板部 202b に設けられてはならず、少なくとも 1 つの天板部 202b に設けられている。このため、側板 160b に向けて突出する突出部 202 のうち、ほとんどの突出部 202 が側板 160b と接触せず、1 つ又は少数の突出部 202 のみが突起部 203 を介して側板 160b と接触している。

【0165】

このように、プレートフィン 163 は、接触面積が小さく、好ましくは熱伝導性が低い突起部 203 を介して、側板 160b と接触している。このため、プレートフィン 163 から側板 160b を介して外部の断熱材 7 へ熱を放散させること（熱損失）を抑制することが可能となり、排気通路 173 の排気ガスと空気通路 161b の発電用空気との間の熱交換効率より向上させることができる。なお、プレートフィン 162 でも同様である。

10

【産業上の利用可能性】

【0166】

本発明にかかる固体酸化物形燃料電池装置は、一側面のみ開放された固体酸化物形燃料電池モジュール容器において幅広く有用である。

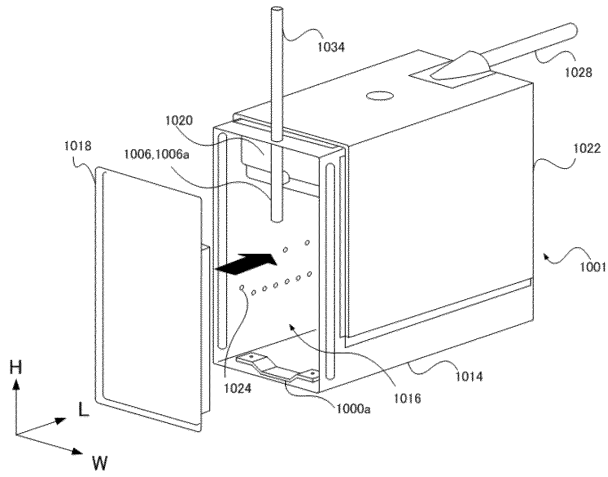
【符号の説明】

【0167】

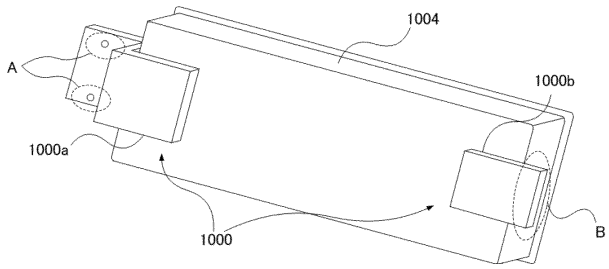
1	固体酸化物形燃料電池装置	
2	燃料電池モジュール	
7, 7a	断熱材	20
8	モジュール容器	
8a	天板	
8b	側板	
8d, 8e	閉鎖側板	
10	発電室	
16	燃料電池セルユニット	
18	燃焼空間	
63	燃料供給配管	
64	燃料ガス供給管（燃料ガス供給通路）	
66	ガスマニホールド	30
74	発電用空気導入管	
82	排気ガス排出管	
111	排気口	
112	混合ガス供給管	
120	改質器	
120b	貫通孔	
130	排気ガス誘導部材	
131a	凸状段部	
132a	凹部	
135	ガス溜	40
140	蒸発器	
160	空気通路カバー	
160a	天板	
160b	側板	
161a, 161b	空気通路	
162, 163	プレートフィン	
164	流路方向調整部	
171	排気管	
172a	排気ガス導入口	
172	排気通路	50

1 7 3	排気通路（第 2 排気通路）	
1 7 4	排気通路（第 1 排気通路）	
1 7 5	プレートフィン	
1 0 0 0	第 1 取付部材	
1 0 0 0 a	第 1 固定部材	
1 0 0 0 b	第 1 嵌合部材	
1 0 0 1	燃料電池モジュール	
1 0 0 2	第 2 取付部材	
1 0 0 2 a	第 2 固定部材	
1 0 0 2 b	第 2 嵌合部材	10
1 0 0 4	ガスマニホールド	
1 0 0 6 , 1 0 0 6 a , 1 0 0 6 b	燃料ガス供給管	
1 0 0 8	発電室	
1 0 1 0	下支持板	
1 0 1 2	燃料電池セル	
1 0 1 4	モジュール容器	
1 0 1 6	開放面	
1 0 1 7	対向面	
1 0 1 8	蓋体	
1 0 2 0	改質器	20
1 0 2 2	空気通路カバー	
1 0 2 4	吹出口	
1 0 2 6	開口部	
1 0 2 8	発電用空気導入管	
1 0 3 0	燃焼空間	
1 0 3 2	排ガス排出口	
1 0 3 4	水添脱硫器用水素取出管	
1 0 3 6	開放側	
1 0 3 8	閉鎖側	
A	固定部	30
B	嵌合部	

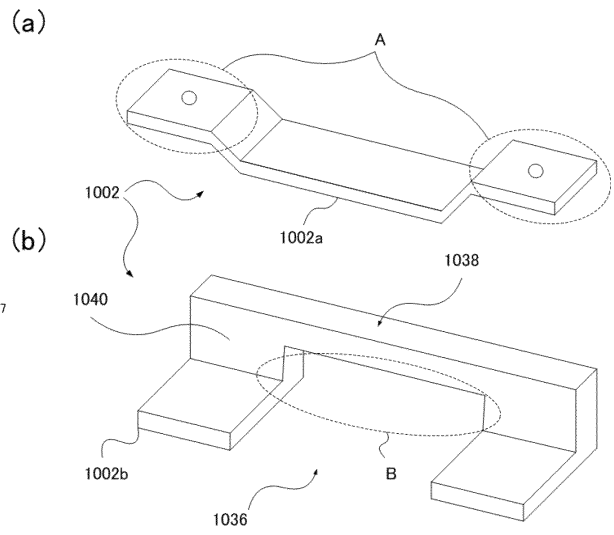
【図 1】



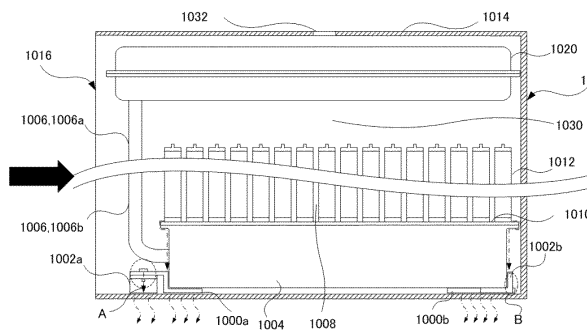
【図 3】



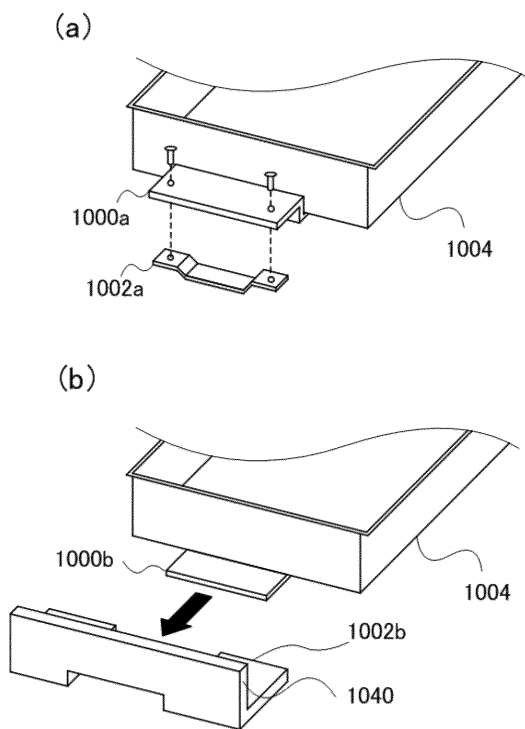
【図 4】



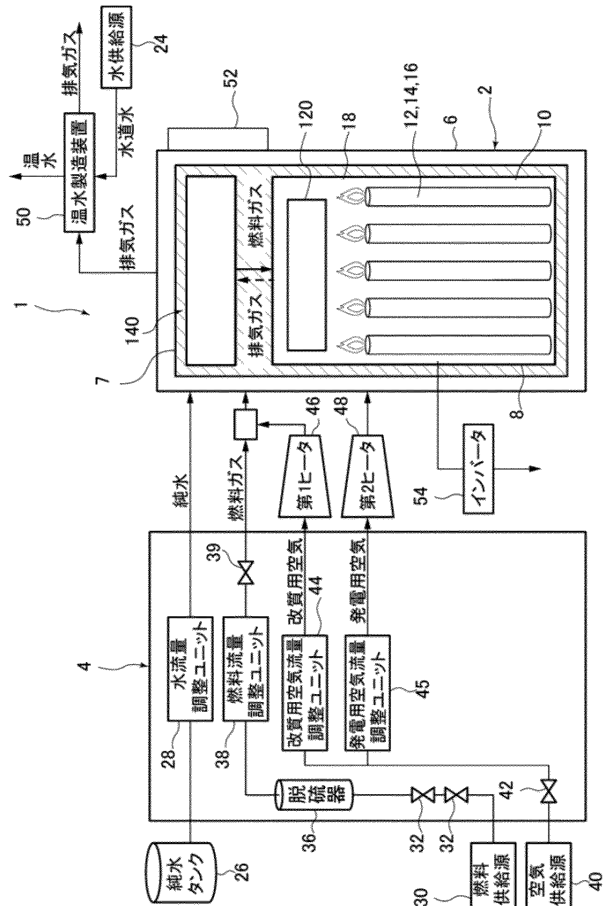
【図 2】



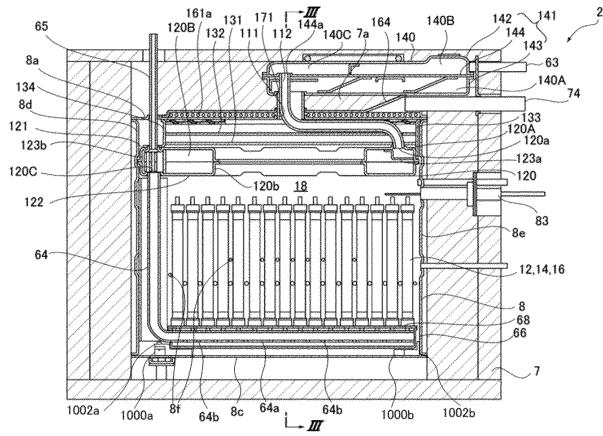
【図 5】



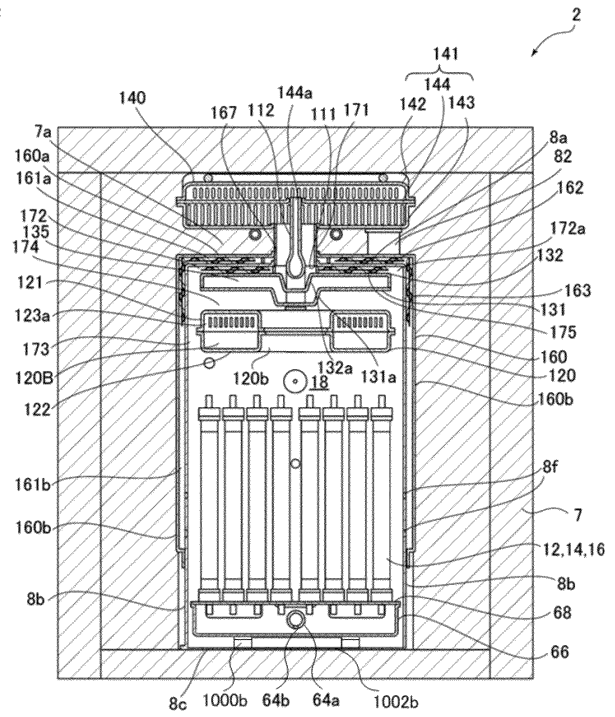
【図 6】



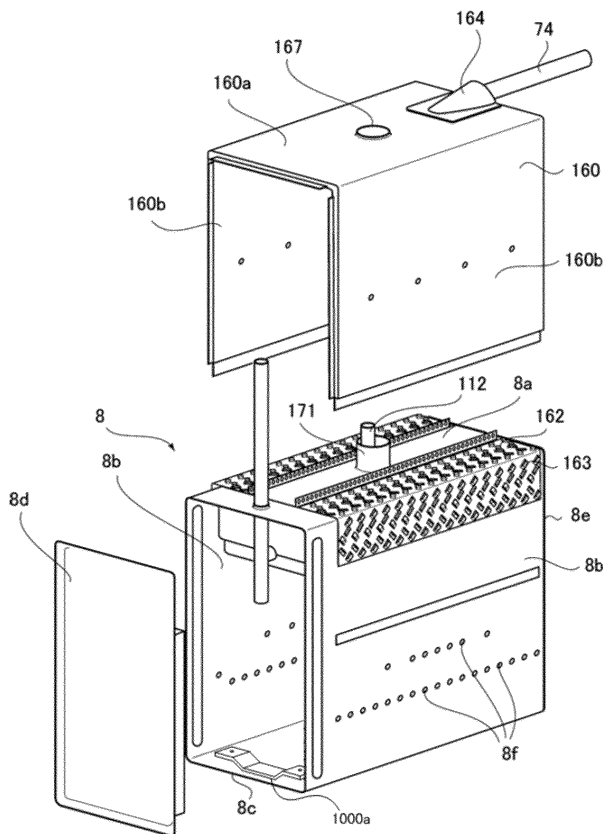
【図 7】



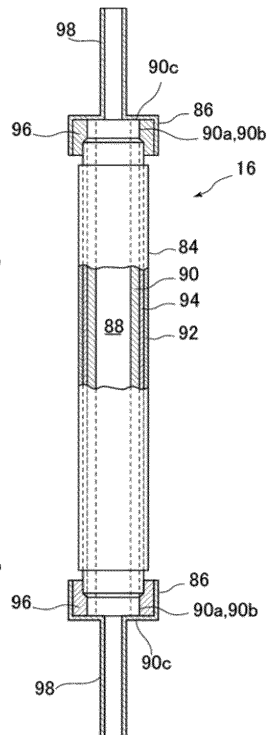
【図 8】



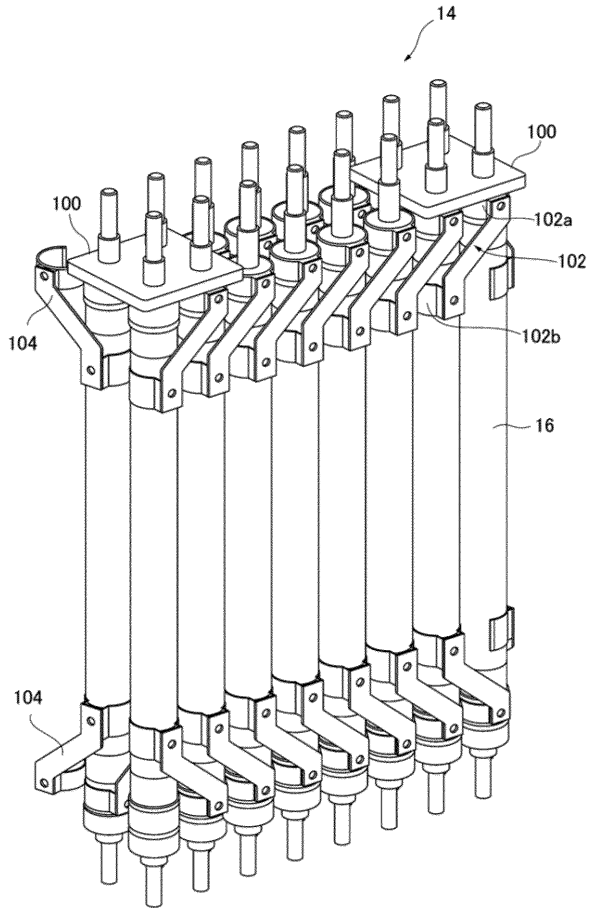
【図 9】



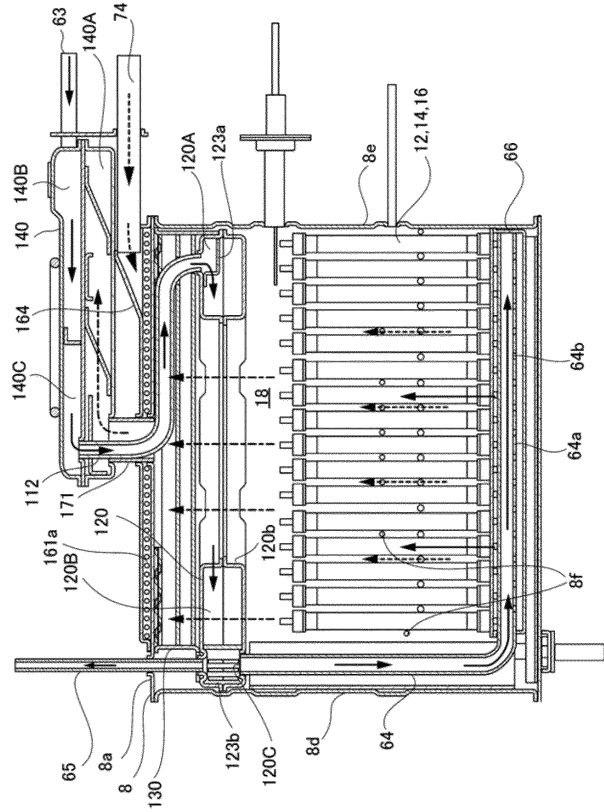
【図 10】



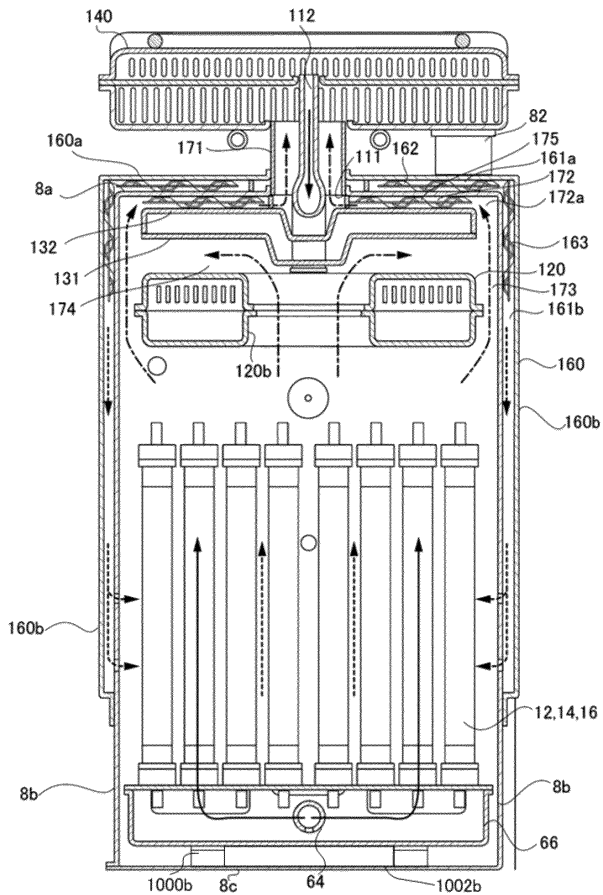
【図 1 1】



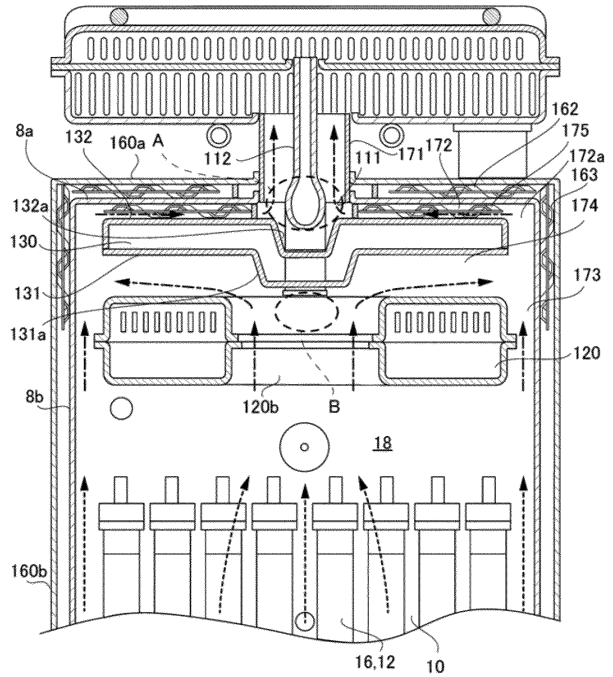
【図 1 2】



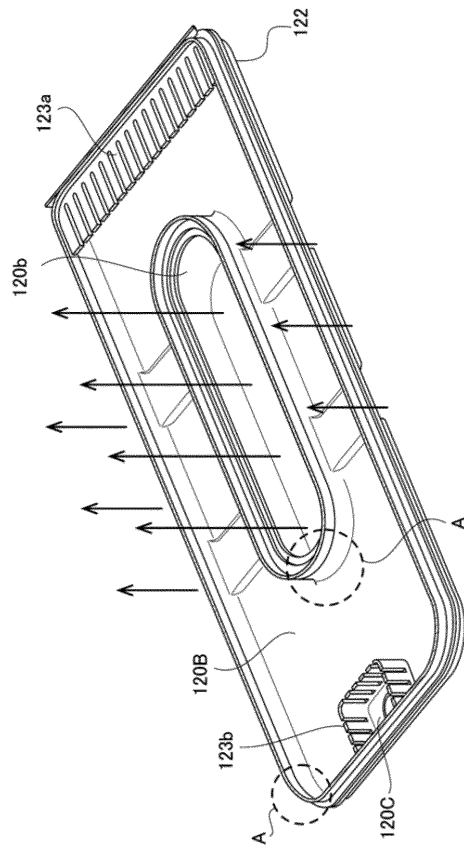
【図 1 3】



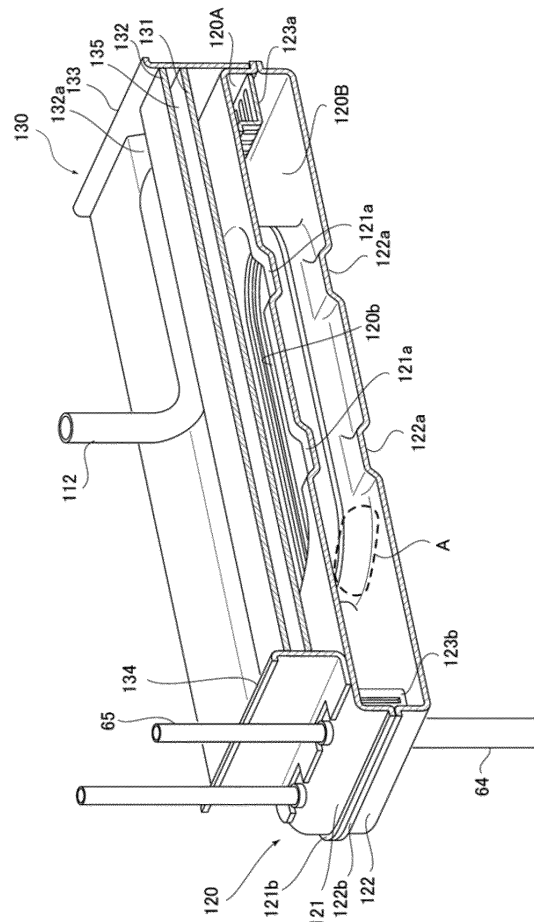
【図 1 4】



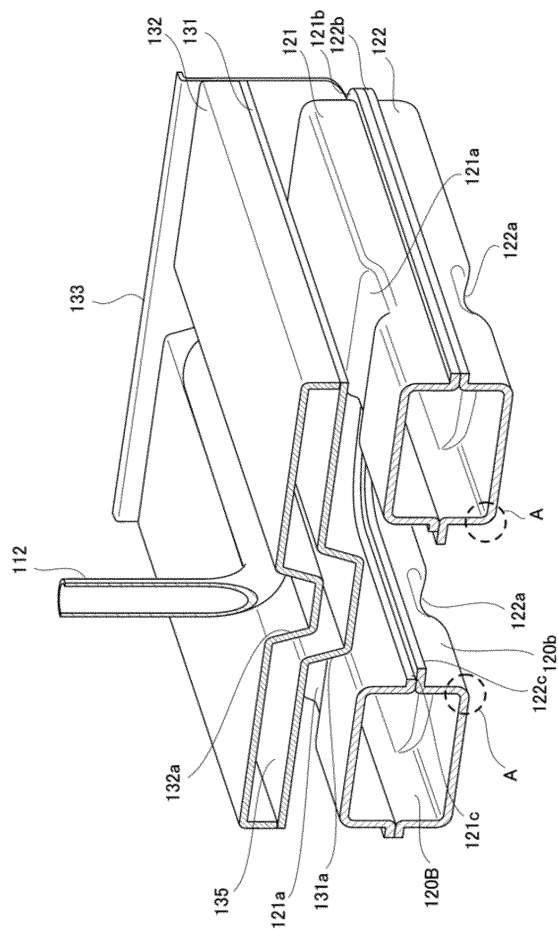
【図 15】



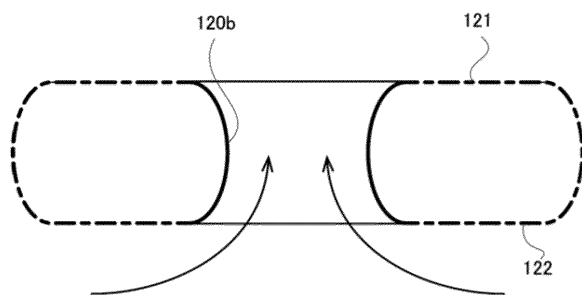
【図 16】



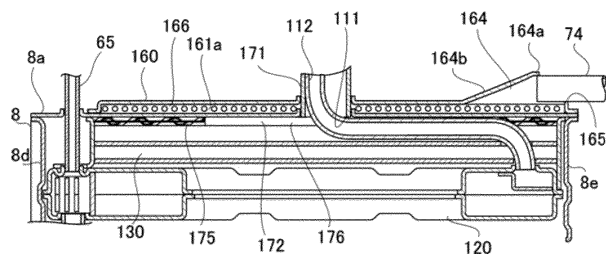
【図 17】



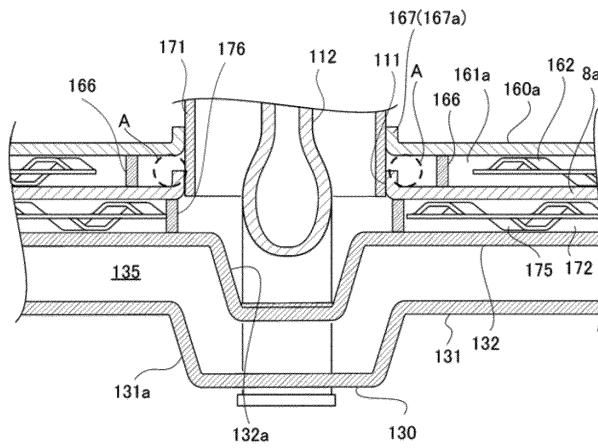
【図 18】



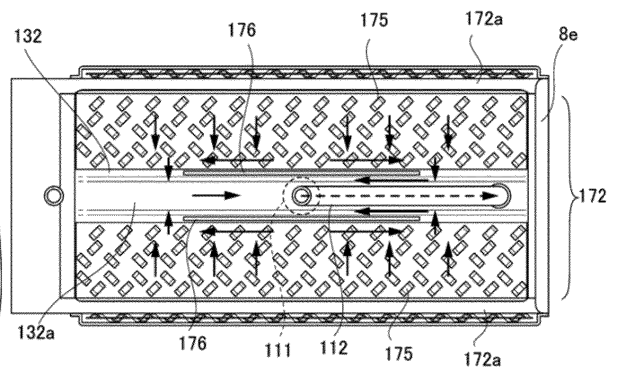
【図 19】



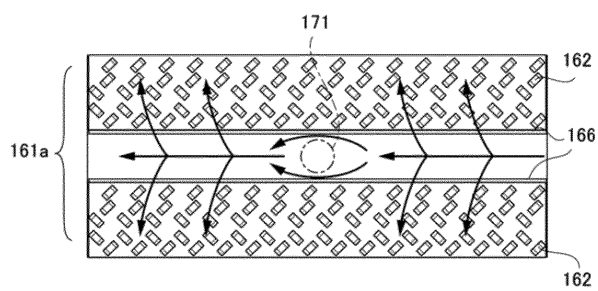
【図 20】



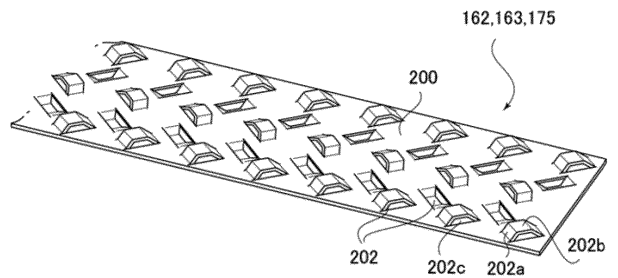
【図 22】



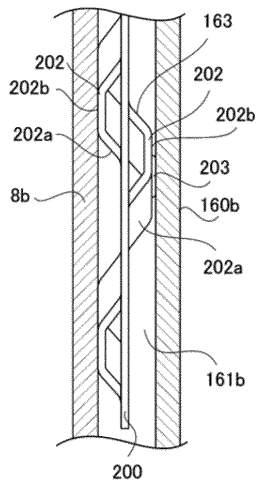
【図 21】



【図 23】



【図 24】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 2 5 7 9 8 4 (J P , A)
実開平 0 3 - 0 0 3 6 7 1 (J P , U)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 M	8 / 2 4
H 0 1 M	8 / 0 6 0 6
H 0 1 M	8 / 1 2
H 0 1 M	8 / 2 4 8 4