

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6715707号
(P6715707)

(45) 発行日 令和2年7月1日 (2020. 7. 1)

(24) 登録日 令和2年6月11日 (2020. 6. 11)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 M 8/04 (2016. 01)	HO 1 M 8/04 Z
HO 1 M 8/12 (2016. 01)	HO 1 M 8/12
HO 1 M 8/0606 (2016. 01)	HO 1 M 8/0606
CO 1 B 3/38 (2006. 01)	HO 1 M 8/04 N
	CO 1 B 3/38

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2016-134036 (P2016-134036)	(73) 特許権者 000005119 日立造船株式会社 大阪府大阪市住之江区南港北 1 丁目 7 番 8 9 号
(22) 出願日 平成28年7月6日 (2016. 7. 6)	
(65) 公開番号 特開2018-6237 (P2018-6237A)	
(43) 公開日 平成30年1月11日 (2018. 1. 11)	(74) 代理人 100110847 弁理士 松阪 正弘
審査請求日 平成31年1月11日 (2019. 1. 11)	(74) 代理人 100136526 弁理士 田中 勉
	(74) 代理人 100136755 弁理士 井田 正道
	(72) 発明者 橋本 大祐 大阪府大阪市住之江区南港北 1 丁目 7 番 8 9 号 日立造船株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池システムであって、
原燃料を改質して燃料ガスを生成する改質器と、
前記燃料ガスおよび酸化剤ガスを用いて発電を行う固体酸化物形の複数の燃料電池と、
を備え、
前記複数の燃料電池は、上下方向および左右方向に並べて配置されており、
前記改質器が、前記複数の燃料電池のうちいずれかと前後方向に対向する電池対向面を
備え、
燃料電池組立体が組立体支持部により支持され、
前記燃料電池組立体が、
前記複数の燃料電池のうち、隣接して配置される 2 つ以上の燃料電池と、
前記 2 つ以上の燃料電池のそれぞれに接続されており、前記改質器から前記 2 つ以上の
燃料電池に供給される前記燃料ガスが流れる燃料ガス共通供給管と、
前記 2 つ以上の燃料電池のそれぞれに接続されており、前記 2 つ以上の燃料電池から排
出された負極排ガスが集められる負極排ガス共通排出管と、
前記 2 つ以上の燃料電池のそれぞれに接続されており、前記 2 つ以上の燃料電池に供給
される前記酸化剤ガスが流れる酸化剤ガス共通供給管と、
前記 2 つ以上の燃料電池のそれぞれに接続されており、前記 2 つ以上の燃料電池から排
出された正極排ガスが集められる正極排ガス共通排出管と、

を含むことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の燃料電池システムであって、

前記改質器の前記電池対向面が、前記複数の燃料電池が並べて配置される電池配列領域の中央部と対向することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の燃料電池システムであって、

前記複数の燃料電池のそれぞれが、前記改質器の前記電池対向面と対向することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の燃料電池システムであって、

前記複数の燃料電池からの排ガスに含まれる未利用の前記燃料ガスを燃焼させる排ガス燃焼部と、

内部空間に前記複数の燃料電池、前記改質器および前記排ガス燃焼部がこの順で配置されるハウジングと、

をさらに備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の燃料電池システムであって、

前記改質器が、前記電池対向面を挟んで前記複数の燃料電池とは反対側に位置する燃焼部対向面をさらに備え、

前記排ガス燃焼部から排出されたガスが、前記燃焼部対向面に沿って蛇行する蛇行配管を通過して前記ハウジング外部へと導かれることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の燃料電池システムであって、

前記改質器が、

前記原燃料が供給される供給部と、

前記燃料ガスが送出される送出部と、

を備え、

前記蛇行配管の前記排ガス燃焼部側の端部が、前記改質器の前記供給部と前記送出部との間の中央部に位置することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の燃料電池システムであって、

前記改質器の前記電池対向面が、前記複数の燃料電池のうち予め定められた配列方向に並ぶ 3 つ以上の燃料電池と対向し、

前記配列方向における前記改質器の一方の端部から前記原燃料が供給され、他方の端部から前記燃料ガスが送出されることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の燃料電池システムであって、

前記燃料ガス共通供給管および前記酸化剤ガス共通供給管のうち一方の共通供給管の長手方向に垂直な断面が矩形状であり、

前記負極排ガス共通排出管および前記正極排ガス共通排出管のうち一方の共通排出管の長手方向に垂直な断面が矩形状であり、

前記一方の共通供給管の一の側面と前記一方の共通排出管の一の側面とが熱交換可能に対向することを特徴とする燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

従来、燃料電池を利用して発電を行う様々な燃料電池システムが提案されている。例えば、複数の燃料電池がハウジングに収容された燃料電池システムが知られている。当該燃料電池システムでは、複数の燃料電池のそれぞれに燃料ガスおよび酸化剤ガスを供給する供給管、並びに、複数の燃料電池のそれぞれからの負極排ガスおよび正極排ガスを排出する排出管が、ハウジングの内部空間に配置される。このような燃料電池システムでは、多数の配管をハウジング内に配置する必要があるため、燃料電池システムの小型化に限界がある。

【0003】

また、このような燃料電池システムでは、複数の燃料電池が密集して配置されるため、中央部に配置された燃料電池が過剰に高温となり、システム全体の発電効率が低下することがある。特許文献1では、複数のセルスタックを備える燃料電池モジュールにおいて、複数のセルスタックであるセルスタック集合体の温度の均一化を図る技術が提案されている。当該燃料電池モジュールでは、水平に配置された平板状の燃料ガスタンク上に、複数のセルスタックが水平に並べて固定される。複数のセルスタックの上方には平板状の第1改質器が配置され、第1改質器の下方には複数の第2改質器が配置される。複数の第2改質器は、第1改質器からセルスタックの間を介して下方に延び、燃料ガスタンク上に固定される。そして、第2改質器による吸熱により、セルスタック集合体の中央部におけるセルスタックの温度を低下させ、セルスタック集合体の温度の均一化が図られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2014-89889号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、特許文献1の燃料電池モジュールでは、改質器の構造が複雑化するとともに改質器全体が大型化するため、燃料電池モジュールを小型化することが困難である。また、セルスタックの数が増加すると、第2改質器の数も増加するため、改質器の構造はより一層複雑化し、改質器全体もより一層大型化する。さらに、複数の燃料電池モジュールを水平に配置しているため、燃料電池モジュールの小型化には限界がある。

【0006】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、燃料電池システムの構造を簡素化しつつ、複数の燃料電池における温度の均一性を向上することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1に記載の発明は、燃料電池システムであって、原燃料を改質して燃料ガスを生成する改質器と、前記燃料ガスおよび酸化剤ガスをを用いて発電を行う固体酸化物形の複数の燃料電池とを備え、前記複数の燃料電池は、上下方向および左右方向に並べて配置されており、前記改質器が、前記複数の燃料電池のうちいずれかと前後方向に対向する電池対向面を備え、燃料電池組立体が組立体支持部により支持され、前記燃料電池組立体が、前記複数の燃料電池のうち、隣接して配置される2つ以上の燃料電池と、前記2つ以上の燃料電池のそれぞれに接続されており、前記改質器から前記2つ以上の燃料電池に供給される前記燃料ガスが流れる燃料ガス共通供給管と、前記2つ以上の燃料電池のそれぞれに接続されており、前記2つ以上の燃料電池から排出された負極排ガスが集められる負極排ガス共通排出管と、前記2つ以上の燃料電池のそれぞれに接続されており、前記2つ以上の燃料電池に供給される前記酸化剤ガスが流れる酸化剤ガス共通供給管と、前記2つ以上の燃料電池のそれぞれに接続されており、前記2つ以上の燃料電池から排出された正極排ガスが集められる正極排ガス共通排出管とを含む。

【0008】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の燃料電池システムであって、前記改質器の

前記電池対向面が、前記複数の燃料電池が並べて配置される電池配列領域の中央部と対向する。

【0009】

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の燃料電池システムであって、前記複数の燃料電池のそれぞれが、前記改質器の前記電池対向面と対向する。

【0010】

請求項4に記載の発明は、請求項1ないし3のいずれかに記載の燃料電池システムであって、前記複数の燃料電池からの排ガスに含まれる未利用の前記燃料ガスを燃焼させる排ガス燃焼部と、内部空間に前記複数の燃料電池、前記改質器および前記排ガス燃焼部がこの順で配置されるハウジングとをさらに備える。

10

【0011】

請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の燃料電池システムであって、前記改質器が、前記電池対向面を挟んで前記複数の燃料電池とは反対側に位置する燃焼部対向面をさらに備え、前記排ガス燃焼部から排出されたガスが、前記燃焼部対向面に沿って蛇行する蛇行配管を通過して前記ハウジング外部へと導かれる。

【0012】

請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の燃料電池システムであって、前記改質器が、前記原燃料が供給される供給部と、前記燃料ガスが送出される送出部とを備え、前記蛇行配管の前記排ガス燃焼部側の端部が、前記改質器の前記供給部と前記送出部との間の中央部に位置する。

20

【0013】

請求項7に記載の発明は、請求項1ないし6のいずれかに記載の燃料電池システムであって、前記改質器の前記電池対向面が、前記複数の燃料電池のうち予め定められた配列方向に並ぶ3つ以上の燃料電池と対向し、前記配列方向における前記改質器の一方の端部から前記原燃料が供給され、他方の端部から前記燃料ガスが送出される。

【0015】

請求項8に記載の発明は、請求項1ないし7のいずれかに記載の燃料電池システムであって、前記燃料ガス共通供給管および前記酸化剤ガス共通供給管のうち一方の共通供給管の長手方向に垂直な断面が矩形状であり、前記負極排ガス共通排出管および前記正極排ガス共通排出管のうち一方の共通排出管の長手方向に垂直な断面が矩形状であり、前記一方の共通供給管の一の側面と前記一方の共通排出管の一の側面とが熱交換可能に対向する。

30

【発明の効果】

【0016】

本発明では、複数の燃料電池における温度の均一性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】一の実施の形態に係る燃料電池システムの構成を示す図である。

【図2】ホットモジュールを示す平面図である。

【図3】燃料電池ユニットを示す正面図である。

【図4】燃料電池ユニットを示す背面図である。

40

【図5】燃料電池列およびその近傍の部位を示す斜視図である。

【図6】燃料電池列およびその近傍の部位を示す底面図である。

【図7】燃料電池列およびその近傍の部位を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

図1は、本発明の一の実施の形態に係る燃料電池システム1の構成を示す図である。燃料電池システム1は、燃料電池を用いて発電を行う発電システムである。燃料電池システム1は、ホットモジュール2と、原燃料供給部4と、ブロワ51と、第1熱交換器71と、第2熱交換器72とを備える。

【0019】

50

図2は、ホットモジュール2を示す平面図である。図1および図2に示すように、ホットモジュール2は、ハウジング21と、2つの燃料電池ユニット201と、熱供給部24とを備える。図1および図2では、ハウジング21を断面にて示す。ハウジング21は、例えば、略直方体状の筐体である。ハウジング21の内面は、断熱性が比較的高い断熱材料（例えば、ロックウール）により形成される。ハウジング21としては、例えば、金属製のコンテナの内面全体を断熱材料により覆ったものが利用される。

【0020】

2つの燃料電池ユニット201は、ハウジング21の内部空間210に収容される。2つの燃料電池ユニット201は、ハウジング21内において、上下方向の略同じ位置に位置する。なお、当該上下方向は、重力方向と一致していてもよいが、必ずしも重力方向と一致する必要はない。図1に示す例では、2つの燃料電池ユニット201は、紙面に垂直な方向（以下、「前後方向」という。）に並べて配置される。以下の説明では、図1中の手前側を「前側」と呼び、奥側を「後側」と呼ぶ。2つの燃料電池ユニット201の構造は、互いに略同じである。後側の燃料電池ユニット201の向き（すなわち、配置姿勢）は、前側の燃料電池ユニット201の向きと前後方向および左右方向に関して反対である。上下方向、前後方向および左右方向は、互いに直交する方向である。

【0021】

前側の燃料電池ユニット201と燃料電池システム1の他の構造との接続態様（すなわち、ガスの流れ）は、後側の燃料電池ユニット201と燃料電池システム1の他の構造との接続態様と略同じである。なお、図1では、図の理解を容易にするために、前側の燃料電池ユニット201と他の構造との間のガスの流れを矢印にて描き、後側の燃料電池ユニット201と他の構造との間のガスの流れについては図示を省略している。熱供給部24は、燃料電池システム1の起動運転時に主に利用され、2つの燃料電池ユニット201を加熱する。

【0022】

図3は、図1中の前側の燃料電池ユニット201を示す正面図である。図4は、当該燃料電池ユニット201を示す背面図である。燃料電池ユニット201は、改質器22と、複数の燃料電池23と、排ガス燃焼部73と、蛇行配管74とを備える。図3および図4では、燃料電池ユニット201におけるガスの流れの理解を容易にするために、改質器22、複数の燃料電池23、排ガス燃焼部73および蛇行配管74以外の一部の構造の図示を省略し、ガスの流れを矢印にて示す。また、図3および図4では、ハウジング21を断面にて示す。

【0023】

図3および図4に示す例では、燃料電池ユニット201は、3つの改質器22と、12個の燃料電池23と、1つの排ガス燃焼部73と、1つの蛇行配管74とを備える。12個の燃料電池23は、上下方向および左右方向に並べて配置される（すなわち、配列される）。具体的には、4つの燃料電池列が上下方向に並べて配置されており、各燃料電池列は、左右方向に略直線上に並べて配置される3つの燃料電池23を含む。

【0024】

12個の燃料電池23の前後方向における位置は、略同じである。また、各燃料電池列の3つの燃料電池23は、他の燃料電池列の3つの燃料電池23と左右方向の略同じ位置に位置する。換言すれば、12個の燃料電池23はマトリクス状に配置されている。12個の燃料電池23は、互いに離間している。以下の説明では、12個の燃料電池23が並べて配置される領域を「電池配列領域」という。電池配列領域は、前側または後側から12個の燃料電池23を見た場合に、12個の燃料電池23全体を内側に含む最小の略矩形形状の領域である。

【0025】

3つの改質器22は、左右方向に並べて配置される。各改質器22は、上下方向および左右方向に広がる略平板状（あるいは、略直方体状）である。3つの改質器22の上下方向における位置、および、前後方向における位置は、略同じである。各改質器22は、前

後方向に略垂直な２つの主面２２１，２２２を備える。３つの改質器２２は、前後方向に関して、１２個の燃料電池２３と排ガス燃焼部７３との間に配置される。換言すれば、ハウジング２１の内部空間２１０では、１２個の燃料電池２３、３つの改質器２２、および、排ガス燃焼部７３が、前後方向にこの順で配置される。

【００２６】

各改質器２２の前側の主面２２１は、燃料電池２３と前後方向に対向する。図３に示す例では、１２個の燃料電池２３のそれぞれが、いずれかの改質器２２の主面２２１と対向する。各燃料電池２３は、正面視においてその全体が主面２２１と対向している。以下の説明では、改質器２２の主面２２１を「電池対向面２２１」という。また、改質器２２の主面２２２を「燃焼部対向面２２２」という。３つの改質器２２の燃焼部対向面２２２は、蛇行配管７４と前後方向に対向する。３つの改質器２２のうち中央の改質器２２の燃焼部対向面２２２は、排ガス燃焼部７３とも前後方向に対向する。排ガス燃焼部７３は、当該燃焼部対向面２２２の上下方向の略中央部に位置し、当該略中央部と前後方向に対向する。

10

【００２７】

換言すれば、改質器２２は、複数の燃料電池２３のうちいずれかと前後方向に対向する電池対向面２２１を備える。また、改質器２２は、電池対向面２２１を挟んで複数の燃料電池２３とは反対側に位置する燃焼部対向面２２２をさらに備える。各改質器２２の燃焼部対向面２２２は、１２個の燃料電池２３のうち上下方向に並ぶ４つの燃料電池２３と対向する。燃焼部対向面２２２の上下方向の中央部は、直線状に並ぶ当該４つの燃料電池２３のうち、中央部に位置する２つの燃料電池２３と前後方向に対向する。

20

【００２８】

蛇行配管７４は、前後方向に関して、排ガス燃焼部７３と３つの改質器２２との間に配置される。蛇行配管７４は、排ガス燃焼部７３の上部に接続される。蛇行配管７４は、３つの改質器２２の燃焼部対向面２２２に沿って左右方向に蛇行しつつ、下方へと延びる。蛇行配管７４の長手方向に垂直な断面の形状は、略矩形である。これにより、蛇行配管７４の製造コストを低減することができる。蛇行配管７４は、３つの改質器２２の燃焼部対向面２２２に近接して配置される。燃焼部対向面２２２は、蛇行配管７４の一の側面（すなわち、前側の側面）と略平行である。蛇行配管７４は、３つの改質器２２の燃焼部対向面２２２に接触してもよい。蛇行配管７４は、排ガス燃焼部７３から排出されたガスをハウジング２１の外部へと導く。蛇行配管７４の排ガス燃焼部７３側の端部７４１（すなわち、排ガス燃焼部７３に接続される端部）は、改質器２２の上下方向の略中央部に位置し、燃焼部対向面２２２と前後方向に対向する。

30

【００２９】

複数の燃料電池２３はそれぞれ、固体酸化物形燃料電池（ＳＯＦＣ：Solid Oxide Fuel Cell）である。各燃料電池２３は、例えば、図示省略の複数のセル（単電池）が上下方向に積層されたセルスタックである。燃料電池２３の形状は、例えば、略直方体状である。各燃料電池２３は、上下方向に略垂直な上面および下面と、左右方向に略垂直な一対の側面と、前後方向に略垂直な他の一対の側面とを備える。燃料電池２３の後側の側面は、改質器２２の電池対向面２２１に略平行である。換言すれば、燃料電池２３は、改質器２２の電池対向面２２１に略平行な面を側面に含む。

40

【００３０】

各燃料電池２３の負極（アノード）には燃料ガスが供給され、正極（カソード）には酸化剤ガスが供給される。これにより、各燃料電池２３において電気化学反応が生じ、発電が行われる。換言すれば、各燃料電池２３は、燃料ガスおよび酸化剤ガスを用いて発電を行う。燃料電池２３における電気化学反応は発熱反応であり、発生した熱は、吸熱反応である改質が行われる改質器２２の加熱等に利用される。燃料電池２３による発電は、例えば６００℃～１０００℃の高温下にて行われる。燃料ガスは、例えば水素ガスである。酸化剤ガスは、例えば酸素である。燃料ガスは、水素ガス以外の様々なガスであってよく、酸化剤ガスも、酸素以外の様々なガスであってよい。

50

【0031】

各燃料電池23の負極は、改質器22に接続される。改質器22は、ハウジング21外に配置される原燃料供給部4（図1参照）に原燃料供給管261を介して接続される。図1に示す原燃料供給部4は、改質器22（図3参照）に原燃料および水蒸気を供給する。原燃料供給部4は、原燃料供給源41と、不純物除去部42と、水蒸気供給部3とを備える。不純物除去部42は、原燃料供給管261上に配置され、原燃料供給源41から改質器22へと供給される原燃料から不純物（例えば、硫黄系不純物および窒素系不純物）を除去する。

【0032】

水蒸気供給部3は、水供給部31と、水蒸気生成部32と、凝縮部33とを備える。水供給部31は、水蒸気生成部32に水を供給する。具体的には、水供給部31は、水貯溜部311と、ポンプ312と、水供給管313とを備える。水貯溜部311は、水（例えば、純水）を貯溜するタンクである。水貯溜部311は、水供給管313を介して、水蒸気生成部32に接続される。ポンプ312は、水供給管313上に設けられ、水貯溜部311に貯溜されている水を水蒸気生成部32へと供給する。

10

【0033】

凝縮部33は、燃料電池システム1の定常運転時に排ガス中の水蒸気を凝縮して水を生成し、水供給部31を介して水蒸気生成部32に供給する。上述の定常運転とは、燃料電池システム1が所定の出力にて定常的に発電を行っている運転状態を意味する。当該所定の出力は、燃料電池システム1の定格出力、または、定格出力未満の一定の出力である。また、上述の起動運転とは、起動時から当該定常運転に至るまで（すなわち、燃料電池23の出力が定常運転出力に到達して安定するまで）の燃料電池システム1の運転状態を意味する。

20

【0034】

水蒸気生成部32は、水供給部31から供給される水を加熱して水蒸気を生成する。水蒸気生成部32は、水蒸気供給管321を介して原燃料供給管261に接続される。水蒸気供給管321は、第1熱交換器71よりも上流において（具体的には、第1熱交換器71と不純物除去部42との間において）原燃料供給管261に接続される。水蒸気生成部32からの水蒸気は、不純物除去部42を通過した原燃料と共に、第1熱交換器71を通過して改質器22へと供給される。

30

【0035】

図3に示す改質器22は、原燃料を改質して燃料ガスを含む改質ガスを生成する。原燃料は、例えば、炭化水素系燃料である。原燃料は、炭化水素系燃料以外の様々な燃料であってもよい。原燃料としては、例えば、LPガス、都市ガス、天然ガス、灯油、バイオガスまたはバイオエタノール等が利用される。改質器22では、例えば、水蒸気改質法、部分酸化改質法または自己熱改質法、あるいは、これらの改質法の組み合わせ等により原燃料の改質が行われる。

【0036】

図3に示す例では、原燃料供給源41から供給された原燃料である都市ガス、および、水蒸気生成部32から供給された水蒸気が、原燃料供給管261を介して、改質器22の上端部に設けられた供給部223から改質器22の内部に供給される。供給部223から供給された都市ガスおよび水蒸気は、改質器22の内部において下方に向かって流れる。改質器22では、水蒸気改質法により上述の都市ガスが水蒸気を利用して高温下にて改質され、燃料ガスである水素ガスを含む改質ガスが生成される。改質器22における改質ガスの生成は、上述のように吸熱反応である。

40

【0037】

燃料ガスを含む改質ガスは、改質器22の下端部に設けられた送出部224から、改質器22の外部へと送出される。換言すれば、改質器22と対向する4個の燃料電池23の配列方向（すなわち、上下方向）において、改質器22の一方の端部から上述の原燃料および水蒸気が供給され、他方の端部から燃料ガスを含む改質ガスが送出される。改質器2

50

2 から送出された改質ガスは、ハウジング 2 1 内において改質ガス供給管 2 5 1 を通過し、複数の燃料電池 2 3 のそれぞれの負極へと供給される。

【0038】

複数の燃料電池 2 3 のそれぞれの負極から排出されるガスである負極排ガスは、ハウジング 2 1 外に排出される。負極排ガスには、燃料ガスである水素ガスが燃料電池 2 3 における発電に使用されることにより生成される水蒸気、および、燃料電池 2 3 における発電に利用されなかった未利用の燃料ガス等が含まれる。以下の説明では、燃料電池 2 3 から未利用の状態にて排出される燃料ガスを「未利用燃料ガス」という。

【0039】

複数の燃料電池 2 3 からの負極排ガスは、ハウジング 2 1 外において、負極排ガス管 2 6 2 により図 1 に示す第 1 熱交換器 7 1 へと導かれる。第 1 熱交換器 7 1 は、原燃料供給管 2 6 1 上に配置されている。第 1 熱交換器 7 1 では、負極排ガス管 2 6 2 を流れる高温の負極排ガスを利用して、原燃料供給源 4 1 および水蒸気生成部 3 2 から改質器 2 2 に供給される原燃料および水蒸気が予備加熱される。

10

【0040】

第 1 熱交換器 7 1 を通過した負極排ガスは、負極排ガス管 2 6 2 により上述の凝縮部 3 3 へと導かれる。凝縮部 3 3 では、負極排ガス中の水蒸気が凝縮されて水が生成される。凝縮部 3 3 により生成された水は、水供給管 3 3 1 を介して水供給部 3 1 の水貯溜部 3 1 1 に送られ、水貯溜部 3 1 1 内の水がポンプ 3 1 2 により水蒸気生成部 3 2 へと供給される。凝縮部 3 3 を通過した負極排ガスは、ハウジング 2 1 外において、後述する合流点 7 3 1 へと導かれる。

20

【0041】

各燃料電池 2 3 の正極は、ハウジング 2 1 外に配置されるブロワ 5 1 に、酸化剤ガス供給管 2 6 3 を介して接続される。ブロワ 5 1 により、酸化剤ガスである酸素を含む空気が、図 3 に示す複数の燃料電池 2 3 のそれぞれの正極に供給される。すなわち、ブロワ 5 1 は、燃料電池 2 3 に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給部である。

【0042】

複数の燃料電池 2 3 のそれぞれの正極から排出されるガスである正極排ガスは、ハウジング 2 1 外へと排出される。複数の燃料電池 2 3 からの正極排ガスは、ハウジング 2 1 外において、正極排ガス管 2 6 4 により図 1 に示す第 2 熱交換器 7 2 へと導かれる。第 2 熱交換器 7 2 では、正極排ガス管 2 6 4 を流れる高温の正極排ガスを利用して、各燃料電池 2 3 に供給される空気が予備加熱される。

30

【0043】

第 2 熱交換器 7 2 を通過した正極排ガス管 2 6 4 は、ハウジング 2 1 外の合流点 7 3 1 において、負極排ガス管 2 6 2 と合流する。合流点 7 3 1 では、第 1 熱交換器 7 1 および凝縮部 3 3 を通過した負極排ガスと、第 2 熱交換器 7 2 を通過した正極排ガスとが合流する。合流後の負極排ガスおよび正極排ガス（以下、単に「排ガス」とも呼ぶ。）は、排ガス管 2 6 5 を介して再びハウジング 2 1 内へと戻され、図 4 に示す排ガス燃焼部 7 3 へと下方から導かれる。排ガス燃焼部 7 3 では、当該排ガスが燃焼される。これにより、複数の燃料電池 2 3 からの負極排ガスに含まれる未利用燃料ガス等が燃焼される。排ガス燃焼部 7 3 としては、例えば、触媒燃焼器が利用される。

40

【0044】

排ガス燃焼部 7 3 から送出される高温のガス（以下、「燃焼ガス」という。）は、上述のように、蛇行配管 7 4 を通過してハウジング 2 1 外へと排出される。燃料電池ユニット 2 0 1 では、蛇行配管 7 4 を流れる高温の燃焼ガスを利用して、3 つの改質器 2 2 が加熱される。

【0045】

燃料電池システム 1 の定常運転では、上述のように、図 3 に示す複数の燃料電池 2 3 のそれぞれにおいて、燃料ガスおよび酸化剤ガスを用いて発電が行われる。複数の燃料電池 2 3 における発電の際に発生した熱は、改質器 2 2 に付与される。複数の燃料電池 2 3 か

50

ら改質器 2 2 に付与された熱は、改質器 2 2 における原燃料の水蒸気改質等に利用される。換言すれば、複数の燃料電池 2 3 が改質器 2 2 における吸熱反応により冷却される。また、図 4 に示す排ガス燃焼部 7 3 における未利用燃料ガスの燃焼の際に発生した熱も改質器 2 2 に付与され、改質器 2 2 における原燃料の水蒸気改質等に利用される。

【0046】

さらに、燃料電池システム 1 の定常運転では、上述のように、複数の燃料電池 2 3 から排出された負極排ガスを利用して、図 1 に示す第 1 熱交換器 7 1 において、改質器 2 2 に供給される原燃料および水蒸気の予備加熱が行われる。また、複数の燃料電池 2 3 から排出された正極排ガスを利用して、第 2 熱交換器 7 2 において、各燃料電池 2 3 に供給される空気の予備加熱が行われる。これらの熱の利用により、燃料電池システム 1 では、定常運転時にシステム内にて必要とされる熱を、システム内にて生成しつつ定常運転を行うことができる。換言すれば、定常運転時の燃料電池システム 1 では、熱自立運転が可能である。

10

【0047】

燃料電池システム 1 では、負極排ガスに含まれる水蒸気を、改質器 2 2 において行われる水蒸気改質に利用することにより、定常運転時にシステム内にて必要とされる水蒸気を、システム内にて生成しつつ定常運転を行うことができる。換言すれば、定常運転時の燃料電池システム 1 では、水自立運転が可能である。

【0048】

図 5 は、1 つの燃料電池列およびその近傍の部位を示す斜視図である。図 6 は、1 つの燃料電池列およびその近傍の部位を示す底面図である。図 7 は、1 つの燃料電池列およびその近傍の部位を示す側面図である。燃料電池列は、上述のように、左右方向に隣接して配置される 3 つの燃料電池 2 3 を含む。当該 3 つの燃料電池 2 3 は、略水平に広がる平板状のステージ 2 7 上に配置される。

20

【0049】

ステージ 2 7 の下方には、燃料ガス共通供給管 2 7 1、負極排ガス共通排出管 2 7 2、酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 および正極排ガス共通排出管 2 7 4 が配置される。燃料ガス共通供給管 2 7 1、負極排ガス共通排出管 2 7 2、酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 および正極排ガス共通排出管 2 7 4 は、例えば、フェライト系ステンレス鋼製である。これにより、各管の耐高温酸化性を向上することができる。また、各管内を流れるガスにクロム等が混入することを防止し、クロム等による燃料電池 2 3 の被毒を防止することができる。燃料ガス共通供給管 2 7 1、負極排ガス共通排出管 2 7 2、酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 および正極排ガス共通排出管 2 7 4 は、フェライト系ステンレス鋼以外の様々な材料により形成されてもよい。

30

【0050】

以下の説明では、上述の 3 つの燃料電池 2 3、ステージ 2 7、燃料ガス共通供給管 2 7 1、負極排ガス共通排出管 2 7 2、酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 および正極排ガス共通排出管 2 7 4 をまとめて「燃料電池組立体 2 3 0」という。図 3 に示す例では、燃料電池ユニット 2 0 1 は、上下方向に並べて配置される 4 つの燃料電池組立体 2 3 0 を備える。4 つの燃料電池組立体 2 3 0 の構造は、互いに略同じである。各燃料電池組立体 2 3 0 は、図 5 ないし図 7 に示すように、ハウジング 2 1 の内部に設けられている組立体支持部 2 8 により支持される。具体的には、各燃料電池組立体 2 3 0 のステージ 2 7 の前後端部が、組立体支持部 2 8 により下方から支持される。組立体支持部 2 8 は、例えば、ステンレス鋼製のフレームである。

40

【0051】

燃料電池組立体 2 3 0 では、燃料ガス共通供給管 2 7 1、負極排ガス共通排出管 2 7 2、酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 および正極排ガス共通排出管 2 7 4 はそれぞれ、左右方向に延びる配管である。燃料ガス共通供給管 2 7 1、負極排ガス共通排出管 2 7 2、酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 および正極排ガス共通排出管 2 7 4 のそれぞれの長手方向に垂直な断面の形状は、略矩形である。これにより、燃料ガス共通供給管 2 7 1、負極排ガス共通

50

排出管 272、酸化剤ガス共通供給管 273 および正極排ガス共通排出管 274 の製造コストを低減することができる。燃料ガス共通供給管 271、負極排ガス共通排出管 272、酸化剤ガス共通供給管 273 および正極排ガス共通排出管 274 は、上下方向および前後方向に並べて配置される。

【0052】

図 7 に示す例では、燃料ガス共通供給管 271 の下側に、酸化剤ガス共通供給管 273 が配置される。燃料ガス共通供給管 271 の下側の側面と、酸化剤ガス共通供給管 273 の上側の側面とは、実質的に面接触する。燃料ガス共通供給管 271 の右側には、負極排ガス共通排出管 272 が配置される。燃料ガス共通供給管 271 の右側の側面と、負極排ガス共通排出管 272 の左側の側面とは、実質的に面接触する。負極排ガス共通排出管 272 の下側には、正極排ガス共通排出管 274 が配置される。負極排ガス共通排出管 272 の下側の側面と、正極排ガス共通排出管 274 の上側の側面とは、実質的に面接触する。正極排ガス共通排出管 274 は、酸化剤ガス共通供給管 273 の右側に配置される。正極排ガス共通排出管 274 の左側の側面と、酸化剤ガス共通供給管 273 の右側の側面とは、実質的に面接触する。

10

【0053】

燃料ガス共通供給管 271 は、ステージ 27 上の 3 つの燃料電池 23 のそれぞれに、枝管 275 を介して接続される。負極排ガス共通排出管 272 は、3 つの燃料電池 23 のそれぞれに、枝管 276 を介して接続される。酸化剤ガス共通供給管 273 は、3 つの燃料電池 23 のそれぞれに、枝管 277 を介して接続される。正極排ガス共通排出管 274 は、3 つの燃料電池 23 のそれぞれに、枝管 278 を介して接続される。枝管 275 ~ 278 は、例えば、ステージ 27 に設けられた貫通孔を介して、燃料電池 23 の下面にボルト等を利用して固定される。枝管 275 ~ 278 の長手方向に垂直な断面形状は、例えば、円形である。枝管 275 ~ 278 は、例えば、フェライト系ステンレス鋼製である。枝管 275 ~ 278 は、フェライト系ステンレス鋼以外の様々な材料により形成されてもよい。

20

【0054】

燃料ガス共通供給管 271、負極排ガス共通排出管 272、酸化剤ガス共通供給管 273 および正極排ガス共通排出管 274 の左右方向の一方側の端部（図 5 に示す例では、左側の端部）には、例えば、図示省略のフレキシブルチューブがそれぞれ設けられる。燃料ガス共通供給管 271 の端部のフレキシブルチューブは、ハウジング 21 内において図 3 に示す改質ガス供給管 251 に接続される。負極排ガス共通排出管 272 の端部のフレキシブルチューブは、ハウジング 21 内において負極排ガス管 262 に接続される。酸化剤ガス共通供給管 273 の端部のフレキシブルチューブは、ハウジング 21 内において酸化剤ガス供給管 263 に接続される。正極排ガス共通排出管 274 の端部のフレキシブルチューブは、ハウジング 21 内において正極排ガス管 264 に接続される。

30

【0055】

各燃料電池ユニット 201 では、改質器 22 から送出された改質ガス（すなわち、燃料ガスを含む改質ガス）が、改質ガス供給管 251 から図 5 ないし図 7 に示す各燃料電池組立体 230 の燃料ガス共通供給管 271 へと供給される。そして、燃料ガス共通供給管 271 を流れる改質ガスが、枝管 275 を介して 3 つの燃料電池 23 へとそれぞれ供給される。3 つの燃料電池 23 から排出された負極排ガスは、枝管 276 を介して負極排ガス共通排出管 272 に集められ、負極排ガス共通排出管 272 から負極排ガス管 262 を介してハウジング 21 外へと送出される。

40

【0056】

また、ブロワ 51 から送出された酸化剤ガスである空気は、酸化剤ガス供給管 263 から各燃料電池組立体 230 の酸化剤ガス共通供給管 273 へと供給される。そして、酸化剤ガス共通供給管 273 を流れる空気が、枝管 277 を介して 3 つの燃料電池 23 へとそれぞれ供給される。3 つの燃料電池 23 から排出された正極排ガスは、枝管 278 を介して正極排ガス共通排出管 274 に集められ、正極排ガス共通排出管 274 から正極排ガス

50

管 2 6 4 を介してハウジング 2 1 外へと送出される。

【0057】

燃料電池ユニット 2 0 1 が組み立てられる際には、4つの燃料電池組立体 2 3 0 が、ハウジング 2 1 内部に予め固定されている組立体支持部 2 8 に取り付けられる。そして、各燃料電池組立体 2 3 0 の燃料ガス共通供給管 2 7 1、負極排ガス共通排出管 2 7 2、酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 および正極排ガス共通排出管 2 7 4 のそれぞれの端部が、ハウジング 2 1 内部に予め設けられている改質ガス供給管 2 5 1、負極排ガス管 2 6 2、酸化剤ガス供給管 2 6 3 および正極排ガス管 2 6 4 に固定される。これにより、燃料電池ユニット 2 0 1 を容易に組み立てることができる。

【0058】

以上に説明したように、燃料電池システム 1 は、改質器 2 2 と、固体酸化物形の複数の燃料電池 2 3 とを備える。改質器 2 2 は、原燃料を改質して燃料ガスを生成する。複数の燃料電池 2 3 は、燃料ガスおよび酸化剤ガスを用いて発電を行う。複数の燃料電池 2 3 は、上下方向および左右方向に並べて配置されている。改質器 2 2 は、複数の燃料電池 2 3 のうちいずれかと前後方向に対向する電池対向面 2 2 1 を備える。これにより、燃料電池システム 1 の構造を簡素化しつつ、燃料電池 2 3 からの熱を改質器 2 2 にて有効に利用することができる。

【0059】

図 3 に示す例では、複数の燃料電池 2 3 のそれぞれが、改質器 2 2 の電池対向面 2 2 1 と対向する。このため、複数の燃料電池 2 3 のそれぞれからの熱が、電池対向面 2 2 1 を介して改質器 2 2 により吸収される。これにより、複数の燃料電池 2 3 からの熱を改質器 2 2 にて有効に利用しつつ、複数の燃料電池 2 3 における温度の均一性を向上することができる。その結果、一部の燃料電池 2 3 の異常高温による燃料電池システム 1 の発電効率低下を抑制または防止することができる。複数の燃料電池 2 3 の温度差は、例えば、10℃以内である。

【0060】

燃料電池システム 1 では、必ずしも複数の燃料電池 2 3 のそれぞれが、改質器 2 2 の電池対向面 2 2 1 と対向する必要はない。例えば、改質器 2 2 の電池対向面 2 2 1 は、上述の電池配列領域の中央部と対向してもよい。図 3 に示す例では、改質器 2 2 の電池対向面 2 2 1 は、電池配列領域の中央部の 2 つの燃料電池 2 3 とのみ前後方向に対向してもよく、当該 2 つの燃料電池 2 3 を含むいくつかの燃料電池 2 3 と前後方向に対向してもよい。電池配列領域の中央部に位置する燃料電池 2 3 は、上下方向の両側および左右方向の両側から他の燃料電池 2 3 に挟まれるため、電池配列領域の周縁部に位置する燃料電池 2 3 に比べて高温となる場合がある。したがって、改質器 2 2 の電池対向面 2 2 1 を、他の燃料電池 2 3 よりも高温の燃料電池 2 3 と対向させることにより、複数の燃料電池 2 3 における温度の均一性を向上することができる。その結果、一部の燃料電池 2 3 の異常高温による燃料電池システム 1 の発電効率低下を抑制または防止することができる。

【0061】

燃料電池システム 1 では、改質器 2 2 の電池対向面 2 2 1 は、必ずしも電池配列領域の中央部と対向する必要はない。例えば、ハウジング 2 1 内の各構成の配置の関係上、上下方向および左右方向に並べて配置された複数の燃料電池 2 3 のうち一部の燃料電池 2 3 が、他の燃料電池 2 3 に比べて高温になる場合、改質器 2 2 は、電池対向面 2 2 1 が当該一部の燃料電池 2 3 と前後方向に対向するように配置されてもよい。当該一部の燃料電池 2 3 は、上述の複数の燃料電池 2 3 の周縁部に配置された 1 つの燃料電池 2 3 であってもよい。すなわち、改質器 2 2 の電池対向面 2 2 1 は、上述のように、複数の燃料電池 2 3 のうちいずれかと前後方向に対向していればよい。これにより、上記と同様に、複数の燃料電池 2 3 における温度の均一性を向上することができ、その結果、燃料電池システム 1 の発電効率低下を抑制または防止することができる。

【0062】

上述のように、燃料電池 2 3 は、改質器 2 2 の電池対向面 2 2 1 に略平行な面を側面に

10

20

30

40

50

含み、当該面は電池対向面 2 2 1 と前後方向に対向する。これにより、燃料電池 2 3 と改質器 2 2 との間の熱交換を効率良く実現することができる。また、改質器 2 2 の電池対向面 2 2 1 は、前後方向に対向する燃料電池 2 3 の前側または後側の側面全体と対向することが好ましい。これにより、当該燃料電池 2 3 における温度の均一性も向上することができる。

【0063】

上述のように、燃料電池システム 1 は、排ガス燃焼部 7 3 と、ハウジング 2 1 とをさらに備える。排ガス燃焼部 7 3 は、複数の燃料電池 2 3 からの排ガスに含まれる未利用の燃料ガスを燃焼させる。ハウジング 2 1 の内部空間 2 1 0 では、複数の燃料電池 2 3、改質器 2 2 および排ガス燃焼部 7 3 が、この順で配置される。このように、発熱体である複数の燃料電池 2 3 と、発熱体である排ガス燃焼部 7 3 との間に、吸熱体である改質器 2 2 を配置することにより、複数の燃料電池 2 3 および排ガス燃焼部 7 3 からの熱を効率良く利用することができる。また、ハウジング 2 1 の内部空間 2 1 0 における温度の均一性を向上することもできる。

10

【0064】

燃料電池システム 1 では、改質器 2 2 が、電池対向面 2 2 1 を挟んで複数の燃料電池 2 3 とは反対側に位置する燃焼部対向面 2 2 2 を備える。また、排ガス燃焼部 7 3 から排出されたガス（すなわち、燃焼ガス）が、燃焼部対向面 2 2 2 に沿って蛇行する蛇行配管 7 4 を通過してハウジング 2 1 外部へと導かれる。これにより、排ガス燃焼部 7 3 からの燃焼ガスと改質器 2 2 との間の熱交換を効率良く実現することができる。また、蛇行配管 7 4 の断面形状は略矩形であり、蛇行配管 7 4 の一の側面は燃焼部対向面 2 2 2 に略平行である。これにより、排ガス燃焼部 7 3 からの燃焼ガスと改質器 2 2 との間の熱交換を、さらに効率良く実現することができる。

20

【0065】

上述のように、改質器 2 2 は、原燃料が供給される供給部 2 2 3 と、燃料ガスが送出される送出部 2 2 4 とを備える。改質器 2 2 では、供給部 2 2 3 から送出部 2 2 4 へと移動する原燃料の水蒸気改質は、供給部 2 2 3 と送出部 2 2 4 との間の略中央部にて最も盛んに行われる。このため、原燃料の改質に伴う吸熱も、供給部 2 2 3 と送出部 2 2 4 との間の略中央部で最大となる。

【0066】

燃料電池システム 1 では、蛇行配管 7 4 の排ガス燃焼部 7 3 側の端部 7 4 1 が、改質器 2 2 の供給部 2 2 3 と送出部 2 2 4 との間の中央部に位置する。これにより、排ガス燃焼部 7 3 から排出された直後の高温の燃焼ガスと、改質器 2 2 のうち吸熱反応が激しい部位との間で熱交換を行うことができる。その結果、排ガス燃焼部 7 3 からの燃焼ガスと改質器 2 2 との間の熱交換を、より一層効率良く実現することができる。また、燃料電池システム 1 では、排ガス燃焼部 7 3 も、改質器 2 2 の供給部 2 2 3 と送出部 2 2 4 との間の中央部に位置する。これにより、排ガス燃焼部 7 3 と改質器 2 2 との間の熱交換も効率良く実現することができる。

30

【0067】

上述のように、各改質器 2 2 の電池対向面 2 2 1 は、複数の燃料電池 2 3 のうち上下方向に並ぶ 4 つの燃料電池 2 3 と対向する。そして、当該上下方向における改質器 2 2 の一方の端部である供給部 2 2 3 から原燃料が供給され、他方の端部である送出部 2 2 4 から燃料ガスが送出される。このように、上下方向に並ぶ 4 つの燃料電池 2 3 のうち、熱が放散されにくい中央部に位置する燃料電池 2 3 と、改質器 2 2 のうち吸熱反応が激しい部位とを対向させることにより、当該 4 つの燃料電池 2 3 における温度の均一性を向上することができる。

40

【0068】

燃料電池システム 1 では、改質器 2 2 の供給部 2 2 3 および送出部 2 2 4 は、必ずしも上下方向の端部に配置される必要はない。また、上下方向に並ぶ燃料電池 2 3 の数も 4 つである必要はなく、例えば、3 つ以上であってもよい。換言すれば、改質器 2 2 の電池対

50

向面 2 2 1 は、複数の燃料電池 2 3 のうち予め定められた配列方向に並ぶ 3 つ以上の燃料電池 2 3 と対向し、当該配列方向における改質器 2 2 の一方の端部から原燃料が供給され、他方の端部から燃料ガスが送出される。このように、当該 3 つ以上の燃料電池 2 3 のうち熱が放散されにくい中央部に位置する燃料電池 2 3 と、改質器 2 2 のうち吸熱反応が激しい部位とを対向させることにより、当該 3 つ以上の燃料電池 2 3 における温度の均一性を向上することができる。

【0069】

燃料電池システム 1 では、燃料電池組立体 2 3 0 が組立体支持部 2 8 により支持される。上述の例では、燃料電池組立体 2 3 0 は、1 2 個の燃料電池 2 3 のうち 3 つの燃料電池 2 3 を含んでいるが、これには限定されず、2 つ以上の燃料電池 2 3 を含んでい

10

【0070】

当該 2 つ以上の燃料電池 2 3 は、隣接して配置される。燃料ガス共通供給管 2 7 1 は、当該 2 つ以上の燃料電池 2 3 のそれぞれに接続されている。燃料ガス共通供給管 2 7 1 には、改質器 2 2 から当該 2 つ以上の燃料電池 2 3 に供給される燃料ガスが流れる。負極排ガス共通排出管 2 7 2 は、当該 2 つ以上の燃料電池 2 3 のそれぞれに接続されている。負極排ガス共通排出管 2 7 2 には、当該 2 つ以上の燃料電池 2 3 から排出された負極排ガスが集められる。酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 は、当該 2 つ以上の燃料電池 2 3 のそれぞれに接続されている。酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 には、当該 2 つ以上の燃料電池 2 3 に供給される酸化剤ガスが流れる。正極排ガス共通排出管 2 7 4 は、当該 2 つ以上の燃料電池 2 3 のそれぞれに接続されている。正極排ガス共通排出管 2 7 4 には、当該 2 つ以上の燃料電池 2 3 から排出された正極排ガスが集められる。これにより、燃料電池システム 1 の構造を簡素化することができる。その結果、燃料電池システム 1 を小型化することができる。また、燃料電池システム 1 の組み立てを容易とすることもできる。

20

【0071】

燃料電池組立体 2 3 0 では、燃料ガス共通供給管 2 7 1、負極排ガス共通排出管 2 7 2、酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 および正極排ガス共通排出管 2 7 4 の長手方向に垂直な断面が矩形である。そして、燃料ガス共通供給管 2 7 1 の一の側面と負極排ガス共通排出管 2 7 2 の一の側面とが接している。これにより、燃料ガス共通供給管 2 7 1 を流れる燃料ガスを、負極排ガス共通排出管 2 7 2 を流れる高温の負極排ガスを利用して効率良く加熱することができる。また、酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 の一の側面と正極排ガス共通排出管 2 7 4 の一の側面とが接している。これにより、酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 を流れる酸化剤ガスを、正極排ガス共通排出管 2 7 4 を流れる高温の正極排ガスを利用して効率良く加熱することができる。

30

【0072】

燃料電池組立体 2 3 0 では、燃料ガス共通供給管 2 7 1 の一の側面と正極排ガス共通排出管 2 7 4 の一の側面とが接していてもよく、酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 の一の側面と負極排ガス共通排出管 2 7 2 の一の側面とが接していてもよい。また、燃料電池組立体 2 3 0 では、燃料ガス共通供給管 2 7 1 と負極排ガス共通排出管 2 7 2 とは必ずしも接する必要はなく、酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 と正極排ガス共通排出管 2 7 4 とは必ずしも接する必要はない。さらに、燃料ガス共通供給管 2 7 1、負極排ガス共通排出管 2 7 2、酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 および正極排ガス共通排出管 2 7 4 の長手方向に垂直な断面形状は様々に変更されてよい。

40

【0073】

ただし、燃料ガス共通供給管 2 7 1 および酸化剤ガス共通供給管 2 7 3 のうち一方の共通供給管の長手方向に垂直な断面は矩形状であり、負極排ガス共通排出管 2 7 2 および正極排ガス共通排出管 2 7 4 のうち一方の共通排出管の長手方向に垂直な断面は矩形状であ

50

ることが好ましい。また、当該一方の共通供給管の一の側面と当該一方の共通排出管の一の側面とが、熱交換可能に対向することが好ましい。これにより、当該一方の共通供給管を流れるガスを、当該一方の共通排出管を流れる高温のガスを利用して効率良く加熱することができる。

【0074】

上述の燃料電池システム1では、様々な変更が可能である。

【0075】

例えば、複数の燃料電池23は、上下方向および左右方向に並べて配置されるのであれば、必ずしも、上下方向に直線状、かつ、左右方向に直線状に並ぶ必要はない。例えば、上下方向に並べて配置される4つの燃料電池23において、上下方向に隣接する各2つの燃料電池列は、左右方向に所定の距離だけずれて配置されてもよい。換言すれば、当該4つの燃料電池23は、上下方向に千鳥状に配列されてもよい。

10

【0076】

燃料電池システム1に含まれる燃料電池23の数は適宜変更されてよい。例えば、燃料電池システム1は、上下方向および左右方向に2つずつ並ぶ4つの燃料電池23を備えていてもよい。燃料電池23の形状は、略直方体には限定されず、様々に変更されてよい。例えば、燃料電池23の形状は、上下方向を向く中心軸を中心とする略円柱状であってもよい。

【0077】

燃料電池システム1では、上下方向に並べて配置される燃料電池組立体230の数は、例えば、2であってもよく、3以上であってもよい。燃料電池組立体230では、複数の燃料電池23は、必ずしもステージ27上に配置される必要はない。例えば、燃料電池組立体230からステージ27が省略され、当該複数の燃料電池23が、燃料ガス共通供給管271、負極排ガス共通排出管272、酸化剤ガス共通供給管273および正極排ガス共通排出管274のうちのいずれかの管上に配置され、当該管により支持されてもよい。

20

【0078】

燃料電池システム1では、燃料電池ユニット201の数は1であってもよく、3以上であってもよい。各燃料電池ユニット201では、改質器22の数は1であってもよく、2以上であってもよい。改質器22の供給部223および送出部224の位置は、燃料電池23の配列方向とは無関係に、様々に変更されてよい。

30

【0079】

排ガス燃焼部73にて発生する燃焼熱は、例えば、水蒸気生成部32における水の加熱、タービン等を利用した発電に利用されてもよい。また、排ガス燃焼部73の位置は様々に変更されてよい。例えば、排ガス燃焼部73がハウジング21の外部に設けられ、蛇行配管74は省略されてもよい。この場合、改質器22の主面222は、排ガス燃焼部73と対向しない。改質器22は、電池対向面221を備えているのであれば、平板状以外の様々な形状であってもよい。

【0080】

燃料電池システム1では、負極排ガス中に含まれる水蒸気を、凝縮部33にて水として取り出した上で、水供給部31を介して水蒸気生成部32に供給しているが、水蒸気を含む当該負極排ガスの一部が、ガス状のまま改質器22へと供給されてもよい。この場合であっても、定常運転時の水自立運転の実現が可能である。

40

【0081】

燃料電池システム1では、定常運転の際に、必ずしも熱自立運転が行われる必要はなく、熱供給部24によりハウジング21内の加熱が継続的に行われてもよい。また、燃料電池システム1では、定常運転の際に、必ずしも水自立運転は行われる必要はなく、例えば、凝縮部33から水貯溜部311へと送られる水に加えて、装置外部から水貯溜部311へと供給される水が、水蒸気生成部32に継続的に供給されてもよい。

【0082】

上記実施の形態および各変形例における構成は、相互に矛盾しない限り適宜組み合わせ

50

れてよい。

【符号の説明】

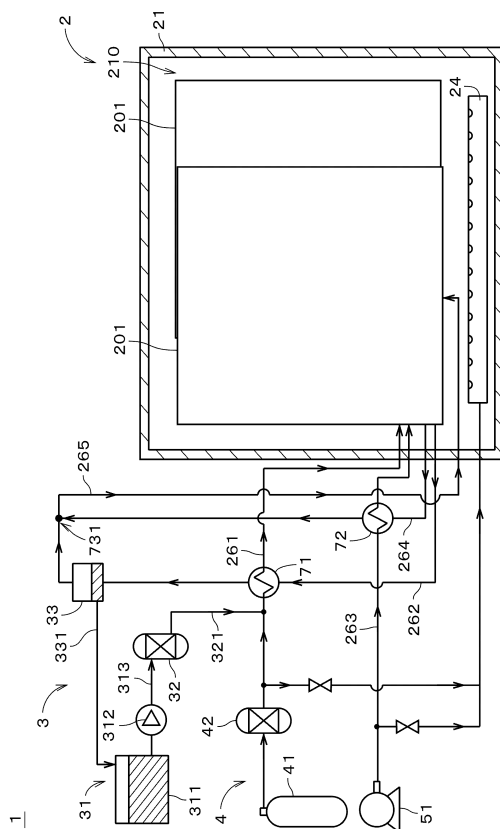
【0083】

- 1 燃料電池システム
- 2 1 ハウジング
- 2 2 改質器
- 2 3 燃料電池
- 2 8 組立体支持部
- 7 3 排ガス燃焼部
- 7 4 蛇行配管
- 2 1 0 (ハウジングの) 内部空間
- 2 2 1 電池対向面
- 2 2 2 燃焼部対向面
- 2 2 3 供給部
- 2 2 4 送出部
- 2 3 0 燃料電池組立体
- 2 7 1 燃料ガス共通供給管
- 2 7 2 負極排ガス共通排出管
- 2 7 3 酸化剤ガス共通供給管
- 2 7 4 正極排ガス共通排出管
- 2 7 5～2 7 8 枝管
- 7 4 1 (蛇行配管の) 端部

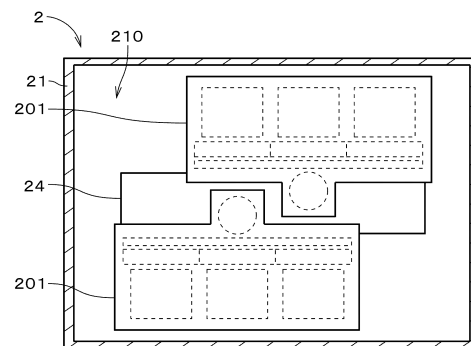
10

20

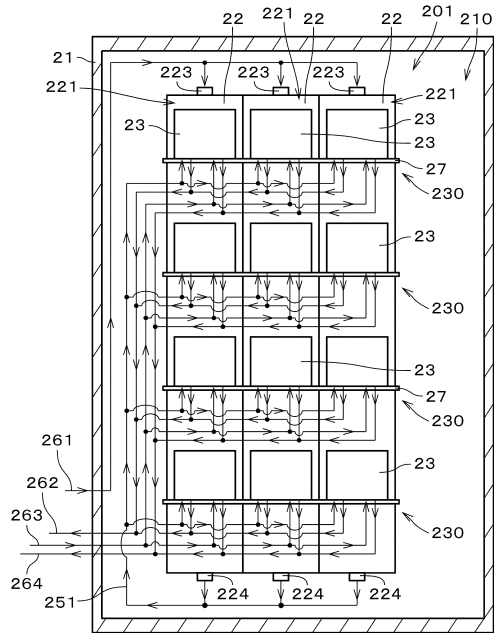
【図1】



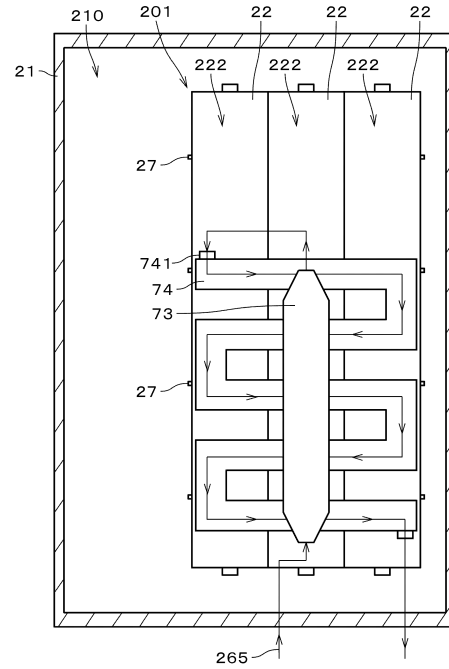
【図2】



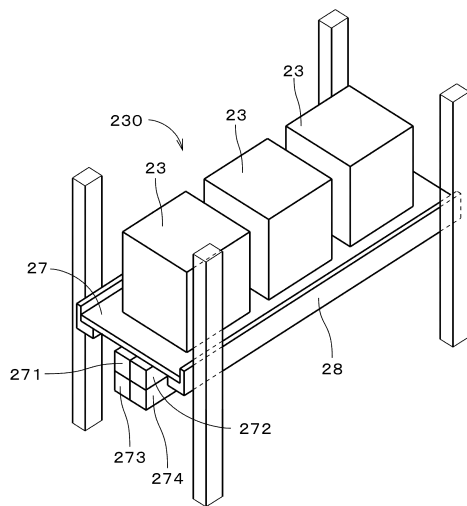
【図 3】



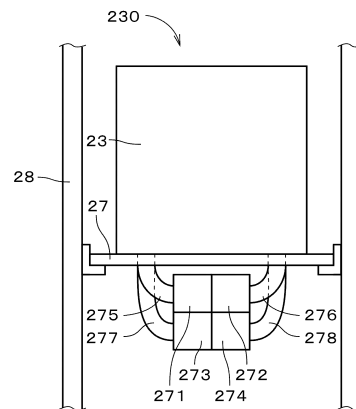
【図 4】



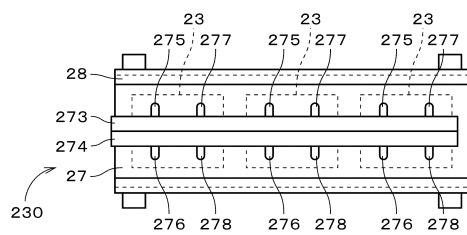
【図 5】



【図 7】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 伊妻 恭平
大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番89号 日立造船株式会社内
- (72)発明者 若宮 和輝
大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番89号 日立造船株式会社内
- (72)発明者 八木 厚太郎
大阪府大阪市住之江区南港北1丁目7番89号 日立造船株式会社内

審査官 笹岡 友陽

- (56)参考文献 特開2009-037814 (JP, A)
特開2014-229438 (JP, A)
特開2007-128716 (JP, A)
米国特許出願公開第2006/0147771 (US, A1)
米国特許出願公開第2005/0164051 (US, A1)
米国特許出願公開第2009/0130533 (US, A1)
米国特許出願公開第2014/0220464 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| H01M | 8/04 |
| C01B | 3/38 |
| H01M | 8/0606 |
| H01M | 8/12 |