(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 3 月 2 日(02.03.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/033650 A1

(51) 国際特許分類:
H01M 8/04 (2016.01) *H01M 8/0606* (2016.01)
H01M 8/06 (2016.01) *H01M 8/12* (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/071707

(22) 国際出願日: 2016 年 7 月 25 日(25.07.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-166753 2015 年 8 月 26 日(26.08.2015) JP

(71) 出願人: 日立造船株式会社 (HITACHI ZOSEN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北１丁目７番８９号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 橋本　大祐 (HASHIMOTO, Daisuke); 〒5598559 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 Osaka (JP). 川見　真人 (KAWAMI, Masato); 〒5598559 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 Osaka (JP). 若宮　和輝 (WAKAMIYA, Kazuki); 〒5598559 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 Osaka (JP). 八木　厚太郎 (YAGI, Kotaro); 〒5598559 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 Osaka (JP).

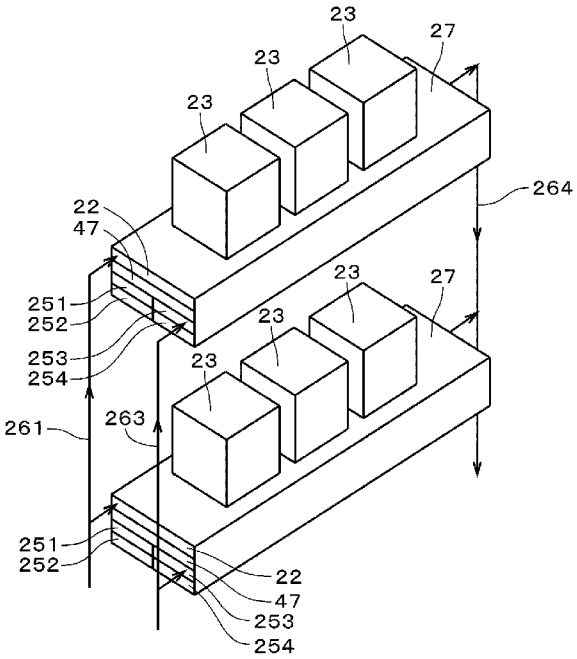
(74) 代理人: 松阪　正弘, 外 (MATSUSAKA, Masahiro et al.); 〒5420081 大阪府大阪市中央区南船場１丁目１１番９号　長堀八千代ビル６階 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) **Title**: FUEL CELL SYSTEM

(54) 発明の名称 : 燃料電池システム



(57) **Abstract**: Provided is a fuel cell system comprising a reformer (22), a plurality of fuel cells (23), a stage (27), a housing (21), a fuel gas supply channel (251), a negative electrode exhaust gas discharge channel (252), an oxidizer gas supply channel (253), and a positive electrode exhaust gas discharge channel (254). The stage (27) supports the plurality of fuel cells (23). The reformer (22), the fuel gas supply channel (251), the negative electrode exhaust gas discharge channel (252), the oxidizer gas supply channel (253), and the positive electrode exhaust gas discharge channel (254) are disposed within the stage (27). The negative electrode exhaust gas discharge channel (252) is adjacent to the fuel gas supply channel (251) with a partition wall (270) therebetween so as to be capable of heat exchange. The positive electrode exhaust gas discharge channel (254) is adjacent to the oxidizer gas supply channel (253) with the partition wall (270) therebetween so as to be capable of heat exchange. Due to this configuration, the structure of a fuel cell system can be simplified and waste heat from the plurality of fuel cells (23) can be effectively utilized.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/033650 A1

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

燃料電池システムは、改質器（２２）と、複数の燃料電池（２３）と、ステージ（２７）と、ハウジング（２１）と、燃料ガス供給流路（２５１）と、負極排ガス排出流路（２５２）と、酸化剤ガス供給流路（２５３）と、正極排ガス排出流路（２５４）とを備える。ステージ（２７）は、複数の燃料電池（２３）を支持する。ステージ（２７）の内部に、改質器（２２）、燃料ガス供給流路（２５１）、負極排ガス排出流路（２５２）、酸化剤ガス供給流路（２５３）および正極排ガス排出流路（２５４）が配置される。負極排ガス排出流路（２５２）は、燃料ガス供給流路（２５１）と隔壁（２７０）を挟んで熱交換可能に隣接する。正極排ガス排出流路（２５４）は、酸化剤ガス供給流路（２５３）と隔壁（２７０）を挟んで熱交換可能に隣接する。これにより、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（２３）に係る排熱を有効利用することができる。

明　細　書

発明の名称 ： 燃料電池システム

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] 従来より、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。このように、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、燃料ガスを生成する改質器は一部の燃料電池から離れた位置に配置されるため、複数の燃料電池から放出される熱を改質器に効率良く付与することが難しい。このため、燃料電池システムの熱自立運転の実現が容易ではない。さらには、複数の燃料電池、改質器および配管等を支持する架台がハウジング内に設けられるため、燃料電池システムの製造やメンテナンスが複雑化する。その結果、燃料電池システムの製造コストおよび維持コストが増大するおそれがある。

[0004] そこで、特開２００４－３２７１３０号公報（文献１）の電池モジュールでは、スタックケース内に収容された複数の燃料電池スタックの空気極を、スタックケース内の空間に露出させることにより、各燃料電池スタックに空気を供給する配管を省略している。また、当該電池モジュールでは、複数の燃料電池スタックが載置されるケース土台内に、空気排出管、燃料供給管および燃料排出管が設置されている。これにより、スタックケース内の配管の簡素化が図られている。

[0005] ところで、文献１の電池モジュールでは、ケース土台内の燃料供給管にお

ける燃料ガスの流れ方向が、燃料排出管における燃料ガスの流れ方向、および、空気排出管における空気の流れ方向と、逆向きになっている。このため、ケース土台内における燃料ガスおよび空気の圧損の低減に限界がある。また、当該電池モジュールでは、燃料電池スタックから排出されて空気排出管および燃料排出管を流れる高温の排出ガスの熱が有効利用されていない。

発明の概要

[0006] 本発明は、燃料電池システムに向けられており、燃料電池システムの構造を簡素化しつつ、複数の燃料電池に係る排熱を有効利用することを主な目的としている。

[0007] 本発明に係る一の燃料電池システムは、原燃料を改質して燃料ガスを生成する改質器と、それぞれが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、前記複数の燃料電池を支持するステージと、内部空間に前記改質器、前記複数の燃料電池および前記ステージを収容するハウジングと、前記ハウジング内において前記改質器からの前記燃料ガスを前記複数の燃料電池に供給する燃料ガス供給流路と、前記ハウジング内において前記複数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排出流路と、前記ハウジング内において前記酸化剤ガスを前記複数の燃料電池に供給する酸化剤ガス供給流路と、前記ハウジング内において前記複数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排出流路とを備える。前記ステージの内部に、前記燃料ガス供給流路および前記酸化剤ガス供給流路のうち一方の供給流路と、前記負極排ガス排出流路および前記正極排ガス排出流路のうち前記一方の供給流路と隔壁を挟んで熱交換可能に隣接する一方の排出流路とが配置される。または、前記ステージの内部に前記改質器が配置される。当該燃料電池システムによれば、燃料電池システムの構造を簡素化しつつ、複数の燃料電池に係る排熱を有効利用することができる。

[0008] 本発明の一の好ましい実施の形態では、前記ステージの内部に、前記一方の供給流路および前記一方の排出流路が配置され、前記一方の供給流路にお

けるガスの流れ方向と、前記一方の排出流路におけるガスの流れ方向とが同じである。

[0009] 本発明の他の好ましい実施の形態では、前記ステージの内部に、前記一方の供給流路および前記一方の排出流路が配置され、前記一方の供給流路と前記一方の排出流路との間の前記隔壁が凹凸部を備える。

[0010] 本発明の他の好ましい実施の形態では、前記ステージの内部に、前記一方の供給流路および前記一方の排出流路と、前記燃料ガス供給流路および前記酸化剤ガス供給流路のうち他方の供給流路と、前記負極排ガス排出流路および前記正極排ガス排出流路のうち前記他方の供給流路と隔壁を挟んで熱交換可能に隣接する他方の排出流路とが配置される。

[0011] 本発明に係る他の燃料電池システムは、原燃料を改質して燃料ガスを生成する改質器と、それぞれが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、前記複数の燃料電池を支持するステージと、内部空間に前記改質器、前記複数の燃料電池および前記ステージを収容するハウジングと、前記ハウジング内において前記改質器からの前記燃料ガスを前記複数の燃料電池に供給する燃料ガス供給流路と、前記ハウジング内において前記複数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排出流路と、前記ハウジング内において前記酸化剤ガスを前記複数の燃料電池に供給する酸化剤ガス供給流路と、前記ハウジング内において前記複数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排出流路とを備える。前記ステージの内部に、前記燃料ガス供給流路および前記酸化剤ガス供給流路のうち一方の供給流路と、前記負極排ガス排出流路および前記正極排ガス排出流路のうち前記一方の供給流路とガスの流れ方向が同じである一方の排出流路とが配置される。当該燃料電池システムによれば、ガスの圧損を低減し、燃料電池システムの駆動に必要なエネルギーを低減することができる。

[0012] 本発明の一の好ましい実施の形態では、前記ステージの内部に、前記一方の供給流路、前記一方の排出流路および前記改質器が配置され、前記改質器

が、前記複数の燃料電池と前記一方の排出流路との間に位置する。

[0013] より好ましくは、前記ステージの内部にて前記改質器と隔壁を挟んで熱交換可能に隣接し、前記複数の燃料電池からの前記負極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をさらに備え、前記改質器が、前記複数の燃料電池と前記排ガス燃焼部との間に位置し、前記一方の排出流路が前記負極排ガス排出流路であり、前記負極排ガス排出流路を流れる前記負極排ガスが前記排ガス燃焼部へと導かれる。

[0014] さらに好ましくは、前記排ガス燃焼部は、前記燃料電池システムの起動運転の際に、昇温用流体を燃焼させて前記改質器および前記複数の燃料電池を昇温させる起動昇温部でもある。

[0015] 上述の目的および他の目的、特徴、態様および利点は、添付した図面を参照して以下に行うこの発明の詳細な説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]第１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]燃料電池およびステージの斜視図である。

[図3]ステージの断面図である。

[図4]ステージの断面図である。

[図5]ステージの断面図である。

[図6]ステージの断面図である。

[図7]ステージの断面図である。

[図8]ステージの断面図である。

[図9]ステージの断面図である。

[図10]第２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11]ステージの断面図である。

[図12]ステージの断面図である。

[図13]ステージの断面図である。

[図14]ステージの断面図である。

[図15]ステージの断面図である。

[図16]ステージの断面図である。

[図17]ステージの断面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 図１は、本発明の第１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、不純物除去部４１と、第１熱交換器４２と、ブロワ４３と、第２熱交換器４４と、凝縮部４５と、水蒸気生成部４６と、原燃料供給源４８と、水供給部３１と、加熱用流体生成部３３とを備える。水供給部３１および加熱用流体生成部３３は、後述する燃料電池システム１の起動運転時に利用される。

[0018] ホットモジュール２は、ハウジング２１と、複数の燃料電池２３と、昇温部２４と、ステージ２７と、ステージ支持部２８とを備える。ハウジング２１は、例えば、略直方体状の筐体である。図１では、燃料電池システム１の一部の構成（例えば、ハウジング２１）を断面にて示す（後述する図１０においても同様）。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。

[0019] ハウジング２１の内部空間２１０には、複数の燃料電池２３、昇温部２４、ステージ２７およびステージ支持部２８が収容される。昇温部２４は、後述する燃料電池システム１の起動運転時に利用される。図１に示す例では、ハウジング２１の内部空間２１０には、１２個の燃料電池２３が収容される。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の外形は、例えば、略直方体状である。

[0020] 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後述の改質器２２（図２および図３参照）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度～１０００度の高温下にて行われる。燃料ガスは、例えば水素ガスであり、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。

[0021] ハウジング２１内において、燃料電池２３は複数のステージ２７により支持される。各ステージ２７は、図１中において左右方向に延びる板状部材である。以下の説明では、図１中の左右方向を、ステージ２７の長手方向とも呼ぶ。各ステージ２７は、複数の燃料電池２３を支持する。また、複数のステージ２７は、ステージ支持部２８により支持される。図１に示す例では、上下方向に互いに離間して配列される４つのステージ２７が、２つのステージ支持部２８により左右両側から支持される。各ステージ２７は、例えば、３つの燃料電池２３を支持する。ステージ２７は、例えば、燃料電池２３の下面に接し、燃料電池２３を下側から支持する。

[0022] 燃料電池システム１では、ハウジング２１内に収容される複数の燃料電池２３の数は、様々に変更されてよい。また、１つのステージ２７により支持される複数の燃料電池２３の数も、様々に変更されてよい。ステージ２７の数は、燃料電池２３の数等に合わせて様々に変更されてよい。例えば、ステージ２７の数は１であってもよく、２以上であってもよい。

[0023] 図２は、ハウジング２１内の一部の燃料電池２３および一部のステージ２７を示す斜視図である。図２では、ステージ２７の断面を示す。図３は、１つのステージ２７の長手方向に垂直な断面を拡大して示す図である。図３では、ステージ２７上の燃料電池２３も併せて示す。後述する図４ないし図９、並びに、図１１ないし図１７においても同様である。複数のステージ２７の構造は、例えば、互いに略同じである。図２および図３に示すように、各

ステージ２７の内部には、改質器２２と、排ガス燃焼部４７と、燃料ガス供給流路２５１と、負極排ガス排出流路２５２と、酸化剤ガス供給流路２５３と、正極排ガス排出流路２５４とが配置される。

[0024] 図１に示す例では、改質器２２、排ガス燃焼部４７、燃料ガス供給流路２５１、負極排ガス排出流路２５２、酸化剤ガス供給流路２５３および正極排ガス排出流路２５４のそれぞれの数は、ステージ２７の数と同じである。具体的には、４つの改質器２２と、４つの排ガス燃焼部４７と、４つの燃料ガス供給流路２５１と、４つの負極排ガス排出流路２５２と、４つの酸化剤ガス供給流路２５３と、４つの正極排ガス排出流路２５４とが、ハウジング２１内に収容される。

[0025] 図３に示すように、各ステージ２７の内部は、比較的薄くかつ熱伝導性が比較的高い隔壁２７０により、複数の分割空間２７１～２７６に分割されている。隔壁２７０は、例えば、金属により形成される薄板状の部材である。分割空間２７１～２７６はそれぞれ、ステージ２７の長手方向（すなわち、図１中の左右方向）に延びる略四角柱状の空間である。以下の説明では、分割空間２７１～２７６をそれぞれ、「第１分割空間２７１」、「第２分割空間２７２」、「第３分割空間２７３」、「第４分割空間２７４」、「第５分割空間２７５」、「第６分割空間２７６」と呼ぶ。

[0026] 第１分割空間２７１は、ステージ２７の内部において最上層（すなわち、ステージ２７上に配置された複数の燃料電池２３に最も近い層）に配置される。第１分割空間２７１は、ステージ２７の全幅（すなわち、図３中の左右方向であるステージ２７の幅方向全体）に亘って設けられる。第１分割空間２７１には、改質器２２が配置される。換言すれば、改質器２２は、ステージ２７の内部において最上層に配置される。改質器２２は、ステージ２７上に配置された複数の燃料電池２３と、ステージ２７の上面（すなわち、複数の燃料電池２３を支持する電池支持面）を挟んで上下方向に熱交換可能に隣接する。

[0027] 第２分割空間２７２は、ステージ２７の内部において、第１分割空間２７

１の下側に配置され、略水平に広がる隔壁２７０を挟んで第１分割空間２７１と上下方向に隣接する。第２分割空間２７２は、ステージ２７の内部において、上側から２番目の層（すなわち、ステージ２７上に配置された複数の燃料電池２３に２番目に近い層）に配置される。第２分割空間２７２は、ステージ２７の全幅に亘って設けられる。第２分割空間２７２には、排ガス燃焼部４７が配置される。換言すれば、排ガス燃焼部４７は、ステージ２７の内部において、上側から２番目の層に配置される。排ガス燃焼部４７は、第１分割空間２７１内の改質器２２と、隔壁２７０を挟んで上下方向に熱交換可能に隣接する。

[0028] 第３分割空間２７３および第４分割空間２７４は、ステージ２７の内部において、第２分割空間２７２の下側に配置され、略水平に広がる隔壁２７０を挟んで第２分割空間２７２と上下方向に隣接する。第３分割空間２７３および第４分割空間２７４は、ステージ２７の内部において、上側から３番目の層に配置される。第３分割空間２７３と第４分割空間２７４とは、略鉛直に広がる隔壁２７０を挟んで水平方向に熱交換可能に隣接する。

[0029] 第３分割空間２７３の内部空間は、燃料ガス供給流路２５１として利用される。第４分割空間２７４の内部空間は、酸化剤ガス供給流路２５３として利用される。換言すれば、燃料ガス供給流路２５１および酸化剤ガス供給流路２５３は、ステージ２７の内部において、上側から３番目の層（すなわち、ステージ２７上に配置された複数の燃料電池２３に３番目に近い層）に配置される。燃料ガス供給流路２５１および酸化剤ガス供給流路２５３は、第２分割空間２７２内の排ガス燃焼部４７と、隔壁２７０を挟んで上下方向に熱交換可能に隣接する。

[0030] 第５分割空間２７５は、ステージ２７の内部において、第３分割空間２７３の下側に配置され、略水平に広がる隔壁２７０を挟んで第３分割空間２７３と上下方向に隣接する。第６分割空間２７６は、ステージ２７の内部において、第４分割空間２７４の下側に配置され、略水平に広がる隔壁２７０を挟んで第４分割空間２７４と上下方向に隣接する。第５分割空間２７５およ

び第６分割空間２７６は、ステージ２７の内部において最下層（すなわち、ステージ２７上に配置された複数の燃料電池２３から最も遠い層）に配置される。第５分割空間２７５と第６分割空間２７６とは、略鉛直に広がる隔壁２７０を挟んで水平方向に熱交換可能に隣接する。

[0031] 第５分割空間２７５の内部空間は、負極排ガス排出流路２５２として利用される。第６分割空間２７６の内部空間は、正極排ガス排出流路２５４として利用される。換言すれば、負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４は、ステージ２７の内部において、最下層に配置される。負極排ガス排出流路２５２は、第３分割空間２７３の内部空間である燃料ガス供給流路２５１と、隔壁２７０を挟んで上下方向に熱交換可能に隣接する。正極排ガス排出流路２５４は、第４分割空間２７４の内部空間である酸化剤ガス供給流路２５３と、隔壁２７０を挟んで上下方向に熱交換可能に隣接する。

[0032] ステージ２７の内部に収容された改質器２２は、当該ステージ２７上の複数の燃料電池２３と、排ガス燃焼部４７、燃料ガス供給流路２５１、酸化剤ガス供給流路２５３、負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４との間に位置する。排ガス燃焼部４７は、改質器２２と、燃料ガス供給流路２５１、酸化剤ガス供給流路２５３、負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４との間に位置する。

[0033] 図４ないし図６はそれぞれ、ステージ２７の長手方向における３つの異なる位置においてステージ２７を長手方向に垂直に切断した断面図である。図４に示すように、改質器２２は、排ガス燃焼部４７を上下方向に貫通する接続流路２７７ａを介して、燃料ガス供給流路２５１に接続される。燃料ガス供給流路２５１は、排ガス燃焼部４７および改質器２２を上下方向に貫通する接続流路２７７ｂを介して、燃料電池２３の負極の燃料ガス導入口に接続される。また、酸化剤ガス供給流路２５３は、排ガス燃焼部４７および改質器２２を上下方向に貫通する接続流路２７７ｃを介して、燃料電池２３の正極の酸化剤ガス導入口に接続される。燃料ガス導入口および酸化剤ガス導入

口は、例えば、ステージ２７に接する燃料電池２３の下面に設けられる。

[0034] 図５に示すように、負極排ガス排出流路２５２は、燃料ガス供給流路２５１、排ガス燃焼部４７および改質器２２を上下方向に貫通する接続流路２７７ｄを介して、燃料電池２３の負極の負極排ガス排出口に接続される。正極排ガス排出流路２５４は、酸化剤ガス供給流路２５３、排ガス燃焼部４７および改質器２２を上下方向に貫通する接続流路２７７ｅを介して、燃料電池２３の正極の正極排ガス排出口に接続される。負極排ガス排出口および正極排ガス排出口は、例えば、ステージ２７に接する燃料電池２３の下面に設けられる。

[0035] 図６に示すように、負極排ガス排出流路２５２は、燃料ガス供給流路２５１を上下方向に貫通する接続流路２７７ｆを介して、排ガス燃焼部４７に接続される。正極排ガス排出流路２５４は、酸化剤ガス供給流路２５３を上下方向に貫通する接続流路２７７ｇを介して、排ガス燃焼部４７に接続される。

[0036] 各ステージ２７の改質器２２は、図１および図２に示すように、原燃料共通供給管２６１を介して、ハウジング２１外に配置される原燃料供給源４８に接続される。原燃料共通供給管２６１上には、不純物除去部４１および第１熱交換器４２が設けられる。不純物除去部４１では、原燃料供給源４８から改質器２２へと供給される原燃料から不純物（例えば、硫黄系不純物や窒素系不純物）が除去される。各改質器２２は、また、第１熱交換器４２よりも上流において（具体的には、第１熱交換器２４と不純物除去部４１との間において）原燃料共通供給管２６１から分岐する水蒸気供給管２６２を介して、ハウジング２１外に配置される水蒸気生成部４６にも接続される。ハウジング２１内においては、原燃料共通供給管２６１は、ステージ支持部２８の内部に配置される。

[0037] 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、自己熱改質法等により原燃料の改質が行われる。図１に示す例では、改質器２２により、原燃料供給源４８から供給された原燃料である都市ガスが、水蒸気生成部４６から供給された水蒸気を利用して、水蒸気改質法により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。

[0038] 各ステージ２７の内部では、改質器２２からの改質ガスが、図４に示す接続流路２７７ａを介して燃料ガス供給流路２５１へと導かれる。改質ガスは、燃料ガス供給流路２５１内において、ステージ２７の長手方向に沿う所定の流れ方向へと流れる。図１に示す例では、改質ガスは、図１中の左側から右側へと流れる。燃料ガス供給流路２５１を流れる改質ガスは、ステージ２７上の３つの燃料電池２３の負極へと、それぞれ接続流路２７７ｂ（図４参照）を介して供給される。換言すれば、燃料ガス供給流路２５１は、ハウジング２１内において改質器２２からの燃料ガス（を含む改質ガス）を複数の燃料電池２３に供給する。

[0039] 各燃料電池２３の負極から排出されるガスである負極排ガスはそれぞれ、図５に示す接続流路２７７ｄを介して負極排ガス排出流路２５２へと導かれる。換言すれば、負極排ガス排出流路２５２は、複数の燃料電池２３から排出された負極排ガスを集める。負極排ガスには、燃料ガスである水素ガスが燃料電池２３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２３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。

[0040] 負極排ガスは、負極排ガス排出流路２５２内において、ステージ２７の長手方向に沿う上述の所定の流れ方向へと流れる。図１に示す例では、負極排ガスは、図１中の左側から右側へと流れる。すなわち、負極排ガス排出流路２５２における負極排ガスの流れ方向と、燃料ガス供給流路２５１における改質ガスの流れ方向とは同じである。図３に示す負極排ガス排出流路２５２を流れる高温の負極排ガスにより、負極排ガス排出流路２５２の上側に隔壁２７０を介して隣接する燃料ガス供給流路２５１を流れる改質ガスが加熱さ

れる。負極排ガス排出流路２５２を流れる負極排ガスは、図６に示す接続流路２７７ｆを介して排ガス燃焼部４７へと導かれる。

[0041] 各ステージ２７の酸化剤ガス供給流路２５３は、図１および図２に示すように、酸化剤ガス共通供給管２６３を介して、ハウジング２１外に配置されるブロワ４３に接続される。ハウジング２１内においては、酸化剤ガス共通供給管２６３は、ステージ支持部２８の内部に配置される。ブロワ４３により、酸化剤ガスである酸素ガスを含む空気が、酸化剤ガス共通供給管２６３を介して、各ステージ２７の酸化剤ガス供給流路２５３に供給される。

[0042] 酸化剤ガス供給流路２５３において、空気は、ステージ２７の長手方向に沿う上述の所定の流れ方向へと流れる。図１に示す例では、空気は、図１中の左側から右側へと流れる。酸化剤ガス供給流路２５３を流れる空気は、ステージ２７上の３つの燃料電池２３の正極へと、それぞれ図４に示す接続流路２７７ｃを介して供給される。換言すれば、酸化剤ガス供給流路２５３は、ハウジング２１内において酸化剤ガス（を含む空気）を複数の燃料電池２３に供給する。

[0043] 各燃料電池２３の正極から排出されるガスである正極排ガスはそれぞれ、図５に示す接続流路２７７ｅを介して正極排ガス排出流路２５４へと導かれる。換言すれば、正極排ガス排出流路２５４は、複数の燃料電池２３から排出された正極排ガスを集める。正極排ガスには、燃料電池２３における発電に利用されなかった未利用の酸化剤ガス等が含まれる。

[0044] 正極排ガスは、正極排ガス排出流路２５４内において、ステージ２７の長手方向に沿う上述の所定の流れ方向へと流れる。図１に示す例では、正極排ガスは、図１中の左側から右側へと流れる。すなわち、正極排ガス排出流路２５４における正極排ガスの流れ方向と、酸化剤ガス供給流路２５３における空気の流れ方向とは同じである。図３に示す正極排ガス排出流路２５４を流れる高温の正極排ガスにより、正極排ガス排出流路２５４の上側に隔壁２７０を介して隣接する酸化剤ガス供給流路２５３を流れる空気が加熱される。正極排ガス排出流路２５４を流れる正極排ガスは、図６に示す接続流路２

７７ｇを介して排ガス燃焼部４７へと導かれる。

[0045] 燃料電池システム１では、正極排ガス排出流路２５４における正極排ガスの流れ方向と、燃料ガス供給流路２５１における改質ガスの流れ方向とも同じである。また、酸化剤ガス供給流路２５３における空気の流れ方向と、負極排ガス排出流路２５２における負極排ガスの流れ方向とも同じである。

[0046] 排ガス燃焼部４７では、負極排ガス排出流路２５２からの負極排ガスと、正極排ガス排出流路２５４からの正極排ガスとが合流する。排ガス燃焼部４７では、合流後の負極排ガスおよび正極排ガスが燃焼される。これにより、複数の燃料電池２３からの負極排ガスに含まれる未利用の燃料ガス等が燃焼される。排ガス燃焼部４７としては、例えば、触媒燃焼器が利用される。排ガス燃焼部４７における燃焼により生じた熱（すなわち、燃焼熱）は、排ガス燃焼部４７の上側に隔壁２７０を介して隣接する改質器２２に伝達される。また、排ガス燃焼部４７における燃焼熱は、排ガス燃焼部４７の下側に隔壁２７０を介して隣接する燃料ガス供給流路２５１および酸化剤ガス供給流路２５３内の改質ガスおよび空気にも伝達される。

[0047] 図１および図２に示すように、各ステージ２７の排ガス燃焼部４７を通過した排ガスは、排ガス共通排出管２６４を介して、ハウジング２１の外部へと導かれる。ハウジング２１の内部においては、排ガス共通排出管２６４は、ステージ支持部２８の内部に配置される。ハウジング２１外へと排出された排ガスは、排ガス共通排出管２６４により第２熱交換器４４へと導かれる。第２熱交換器４４では、排ガス共通排出管２６４を流れる高温の排ガスを利用して、ブロワ４３から各ステージ２７の酸化剤ガス供給流路２５３へと供給される空気が予備加熱される。

[0048] 第２熱交換器４４を通過した排ガスは、排ガス共通排出管２６４により第１熱交換器４２へと導かれる。第１熱交換器４２では、排ガス共通排出管２６４を流れる高温の排ガスを利用して、原燃料供給源４８および水蒸気生成部４６から各ステージ２７の改質器２２に供給される原燃料および水蒸気が予備加熱される。

[0049] 第１熱交換器４２を通過した排ガスは、排ガス共通排出管２６４により凝縮部４５へと導かれる。凝縮部４５では、排ガス中の水蒸気が凝縮されて水が生成される。凝縮部４５により生成された水は、水供給管４５１を介して水蒸気生成部４６へと供給される。水蒸気生成部４６では、水が加熱されて水蒸気が生成される。水蒸気生成部４６により生成された水蒸気は、上述のように、水蒸気供給管２６２を介して原燃料共通供給管２６１へと導かれ、不純物除去部４１を通過した原燃料と共に、各ステージ２７の改質器２２へと供給されて上述の水蒸気改質に利用される。一方、凝縮部４５を通過した排ガスは、燃料電池システム１の外部へと排出される。

[0050] 燃料電池システム１の定常運転では、上述のように、ステージ２７に支持される複数の燃料電池２３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２３における発電の際に発生した熱は、図３に示すステージ２７内の最上層にて複数の燃料電池２３と隣接する改質器２２に伝達される。複数の燃料電池２３から改質器２２に付与された熱は、改質器２２における原燃料の水蒸気改質等に利用される。

[0051] 燃料電池システム１の定常運転では、複数の燃料電池２３から負極排ガス排出流路２５２へと排出された負極排ガスの熱が、燃料ガス供給流路２５１を流れる改質ガスに伝達される。これにより、各燃料電池２３に供給される改質ガスの加熱が行われる。また、複数の燃料電池２３から正極排ガス排出流路２５４へと排出された正極排ガスの熱が、酸化剤ガス供給流路２５３を流れる空気に伝達される。これにより、各燃料電池２３に供給される空気の加熱が行われる。さらに、排ガス燃焼部４７から排出された排ガスを利用して、第１熱交換器４２において、改質器２２に供給される原燃料および水蒸気の予備加熱が行われ、第２熱交換器４４において、酸化剤ガス供給流路２５３に供給される空気の予備加熱が行われる。

[0052] このように、燃料電池システム１では、定常運転時に発生する熱を利用して、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外から付与することなく定常運転を行うことができる。さらに、燃料電池システム１では、

排ガスに含まれる水蒸気を改質器２２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を、システム外から付与することなく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、熱自立運転および水自立運転が可能である。

[0053] 次に、燃料電池システム１の起動運転（いわゆる、コールドスタート）について説明する。燃料電池システム１の起動運転とは、燃料電池システム１の状態を停止状態から、定常的に発電を行う定常運転状態へと変更することである。

[0054] 燃料電池システム１の起動運転では、水供給部３１、加熱用流体生成部３３および昇温部２４が利用される。水供給部３１は、水を貯溜するとともに、燃料電池システム１の起動運転の際に、当該水を燃料電池システム１の改質器２２に供給する。水供給部３１は、例えば、水貯溜部３１１と、ポンプ３１２と、起動用水供給管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、起動用水供給管３１３を介して、燃料電池システム１の水蒸気生成部４６に接続される。ポンプ３１２は、起動用水供給管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４６へと供給する。

[0055] 加熱用流体生成部３３は、起動用原燃料供給管２５５により、不純物除去部４１を介して原燃料供給源４８に接続される。加熱用流体生成部３３は、また、起動用ガス供給管２５６を介してブロワ４３に接続される。加熱用流体生成部３３では、原燃料供給源４８から供給される原燃料（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）が、ブロワ４３から供給されるガス（例えば、空気）を利用して燃焼され、比較的高温のガス（以下、「加熱用ガス」という。）が生成される。図１に示す例では、加熱用流体生成部３３として触媒燃焼器が利用される。そして、加熱用流体生成部３３において、原燃料である都市ガスが酸化されて加熱用ガスが生成される。

[0056] 加熱用流体生成部３３により生成された加熱用ガスは、加熱用流体供給管

２５７を介して、ハウジング２１内の昇温部２４へと供給され、昇温部２４からハウジング２１の内部空間２１０へと供給される。燃料電池システム１では、昇温部２４から内部空間２１０へと加熱用ガスが継続的に供給されることにより、各ステージ２７内の改質器２２、および、各ステージ２７に支持される複数の燃料電池２３が昇温される。

[0057] 続いて、原燃料供給源４８からの原燃料が、不純物除去部４１を通過してハウジング２１内へと導かれる。また、水供給部３１からの水が水蒸気生成部４６に供給され、水蒸気生成部４６にて水蒸気とされた後、ハウジング２１内へと導かれる。ハウジング２１内では、原燃料および水蒸気が、原燃料共通供給管２６１を介して各ステージ２７内の改質器２２に供給される。そして、改質器２２により原燃料が水蒸気改質されることにより燃料ガスを含む改質ガスが生成され、各ステージ２７の燃料ガス供給流路２５１を介して複数の燃料電池２３の負極に供給される。一方、各ステージ２７内の酸化剤ガス供給流路２５３には、ブロワ４３から酸化剤ガス共通供給管２６３を介して酸化剤ガスを含む空気が供給される。当該空気は、酸化剤ガス供給流路２５３から複数の燃料電池２３の正極に供給される。

[0058] これにより、複数の燃料電池２３による発電が行われ、発電時に発生する熱により改質器２２がさらに加熱される。また、複数の燃料電池２３からの排ガスから凝縮部４５にて生成された水は、水蒸気生成部４６へと供給される。

[0059] 燃料電池システム１では、改質器２２および複数の燃料電池２３が所定の温度に達し、複数の燃料電池２３からの出力が所定の発電量に達して安定するまで、すなわち、燃料電池システム１が定常運転状態となるまで、上述の起動運転が継続される。燃料電池システム１の定常運転が開始され、上述の水自立および熱自立が成立すると、水供給部３１から水蒸気生成部４６への水の供給が停止され、昇温部２４から内部空間２１０への加熱用ガスの供給が停止される。

[0060] 以上に説明したように、燃料電池システム１は、ハウジング２１と、複数

の燃料電池２３と、ステージ２７と、改質器２２と、燃料ガス供給流路２５１と、負極排ガス排出流路２５２と、酸化剤ガス供給流路２５３と、正極排ガス排出流路２５４とを備える。複数の燃料電池２３は、ステージ２７により支持される。ステージ２７の内部には、改質器２２、燃料ガス供給流路２５１、負極排ガス排出流路２５２、酸化剤ガス供給流路２５３および正極排ガス排出流路２５４が配置される。

[0061] これにより、ステージ２７内の各構成がステージ２７の外部に配置される場合に比べ、ハウジング２１を小型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、上記各構成を支持する架台等をハウジング２１内に設ける必要がなく、ハウジング２１の外部で各ステージ２７に複数の燃料電池２３等を据え付けた後に複数のステージ２７等を組み立てることにより、燃料電池システム１の製造やメンテナンスを簡素化することができる。

[0062] 上述のように、ステージ２７の内部に、燃料ガス供給流路２５１、負極排ガス排出流路２５２、酸化剤ガス供給流路２５３および正極排ガス排出流路２５４が配置されることにより、複数の燃料電池２３への給排気構造を簡素化することができる。また、負極排ガス排出流路２５２は、燃料ガス供給流路２５１と隔壁２７０を挟んで熱交換可能に隣接する。これにより、負極排ガスを利用して、燃料電池２３に供給される燃料ガス（を含む改質ガス）を効率良く加熱することができる。正極排ガス排出流路２５４は、酸化剤ガス供給流路２５３と隔壁２７０を挟んで熱交換可能に隣接する。これにより、正極排ガスを利用して、燃料電池２３に供給される酸化剤ガス（を含む空気）を効率良く加熱することができる。さらに、ステージ２７の内部に改質器２２が配置されることにより、複数の燃料電池２３から放出される熱により、改質器２２を効率良く加熱することができる。

[0063] このように、燃料電池システム１では、燃料電池システム１の構造を簡素化しつつ、複数の燃料電池２３に係る排熱（すなわち、負極排ガスおよび正極排ガスの有する熱、および、複数の燃料電池２３から放出される熱）を有

効利用することができる。また、燃料電池システム１を小型化することができる。

[0064] 上述のように、燃料ガス供給流路２５１における改質ガスの流れ方向と、負極排ガス排出流路２５２における負極排ガスの流れ方向とは同じである。これにより、燃料ガス供給流路２５１、燃料電池２３および負極排ガス排出流路２５２を通過するガスの圧損を低減することができる。また、酸化剤ガス供給流路２５３における空気の流れ方向と、正極排ガス排出流路２５４における正極排ガスの流れ方向とは同じである。これにより、酸化剤ガス供給流路２５３、燃料電池２３および正極排ガス排出流路２５４を通過するガスの圧損を低減することができる。その結果、燃料電池システム１の駆動に必要なエネルギーを低減することができ、燃料電池システム１のランニングコストを低減することができる。

[0065] 上述のように、改質器２２は、負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４と、複数の燃料電池２３との間に位置する。これにより、複数の燃料電池２３から放出される熱、並びに、負極排ガスおよび正極排ガスの有する熱を利用して、改質器２２を効率良く加熱することができる。また、改質器２２は、ステージ２７に支持された複数の燃料電池２３と、ステージ２７の電池支持面を挟んで熱交換可能に隣接する。これにより、複数の燃料電池２３から放出される熱を利用して、改質器２２をさらに効率良く加熱することができる。

[0066] 燃料電池システム１は、排ガス燃焼部４７をさらに備える。排ガス燃焼部４７は、複数の燃料電池２３からの負極排ガスに含まれる未利用の燃料ガスを燃焼させる。排ガス燃焼部４７は、負極排ガス排出流路２５２と共にステージ２７の内部に配置される。排ガス燃焼部４７は、ステージ２７の内部にて改質器２２と隔壁２７０を挟んで熱交換可能に隣接する。改質器２２は、複数の燃料電池２３と排ガス燃焼部４７との間に位置する。これにより、複数の燃料電池２３から放出される熱、並びに、排ガス燃焼部４７における燃焼熱を利用して、改質器２２をより一層効率良く加熱することができる。

[0067] また、排ガス燃焼部４７は、燃料ガス供給流路２５１と隔壁２７０を挟んで熱交換可能に隣接する。これにより、排ガス燃焼部４７における燃焼熱を利用して、燃料電池２３に供給される燃料ガス（を含む改質ガス）の加熱を効率良く行うことができる。さらに、排ガス燃焼部４７は、酸化剤ガス供給流路２５３と隔壁２７０を挟んで熱交換可能に隣接する。これにより、排ガス燃焼部４７における燃焼熱を利用して、燃料電池２３に供給される酸化剤ガス（を含む空気）の加熱を効率良く行うことができる。

[0068] 図７は、ステージ２７の他の好ましい例を示す断面図である。図７に示す例では、燃料ガス供給流路２５１と負極排ガス排出流路２５２との間の隔壁２７０が、凹凸部２７８を備える。凹凸部２７８は、例えば、薄板状の隔壁材料の一部を燃料ガス供給流路２５１に向けて突出させ、当該隔壁材料の他の一部を負極排ガス排出流路２５２に向けて突出させることにより形成される。凹凸部２７８の形状は様々に変更されてよく、例えば、隔壁２７０は、上下方向に波打つ波板状とされてもよい。

[0069] 燃料ガス供給流路２５１と負極排ガス排出流路２５２との間の隔壁２７０に凹凸部２７８が設けられることにより、当該隔壁２７０の表面積が増大する。これにより、負極排ガス排出流路２５２と燃料ガス供給流路２５１との間に熱交換効率が向上する。その結果、負極排ガス排出流路２５２内の負極排ガスにより、燃料ガス供給流路２５１内の燃料ガス（を含む改質ガス）を、より一層効率良く加熱することができる。

[0070] 図７に示す例では、酸化剤ガス供給流路２５３と正極排ガス排出流路２５４との間の隔壁２７０も、凹凸部２７８を備える。これにより、当該隔壁２７０の表面積が増大し、正極排ガス排出流路２５４と酸化剤ガス供給流路２５３との間に熱交換効率が向上する。その結果、正極排ガス排出流路２５４内の正極排ガスにより、酸化剤ガス供給流路２５３内の酸化剤ガス（を含む空気）を、より一層効率良く加熱することができる。

[0071] 燃料電池システム１では、各ステージ２７の内部における改質器２２、排ガス燃焼部４７、燃料ガス供給流路２５１、酸化剤ガス供給流路２５３、負

極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４の配置は、様々に変更されてよい。

[0072] 例えば、図３に示す燃料ガス供給流路２５１の下側に正極排ガス排出流路２５４が配置され、酸化剤ガス供給流路２５３の下側に負極排ガス排出流路２５２が配置されてもよい。この場合、燃料ガス供給流路２５１内の改質ガスは、燃料ガス供給流路２５１と隔壁２７０を挟んで熱交換可能に上下方向に隣接する正極排ガス排出流路２５４内の正極排ガスにより加熱される。また、酸化剤ガス供給流路２５３内の空気は、酸化剤ガス供給流路２５３と隔壁２７０を挟んで熱交換可能に上下方向に隣接する負極排ガス排出流路２５２内の負極排ガスにより加熱される。燃料ガスおよび酸化剤ガスの加熱の効率化という観点からは、これらの隔壁２７０にも、凹凸部２７８が設けられることが好ましい。

[0073] 負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４は、必ずしも、燃料ガス供給流路２５１および酸化剤ガス供給流路２５３の下側に配置される必要はない。例えば、排ガス燃焼部４７の下側に燃料ガス供給流路２５１および負極排ガス排出流路２５２が配置され、燃料ガス供給流路２５１の下側に正極排ガス排出流路２５４が配置され、負極排ガス排出流路２５２の下側に酸化剤ガス供給流路２５３が配置されてもよい。この場合、燃料ガス供給流路２５１内の改質ガスは、燃料ガス供給流路２５１と隔壁２７０を挟んで熱交換可能に隣接する負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４内の負極排ガスおよび正極排ガスにより加熱される。また、酸化剤ガス供給流路２５３内の空気は、酸化剤ガス供給流路２５３と隔壁２７０を挟んで熱交換可能に隣接する負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４内の負極排ガスおよび正極排ガスにより加熱される。燃料ガスおよび酸化剤ガスの加熱の効率化という観点からは、これらの隔壁２７０にも、凹凸部２７８が設けられることが好ましい。

[0074] あるいは、負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４が、排ガス燃焼部４７の下側に隣接して配置され、負極排ガス排出流路２５２

および正極排ガス排出流路２５４の下側に、燃料ガス供給流路２５１および酸化剤ガス供給流路２５３が隣接して配置されてもよい。

[0075] また、図８に示すように、排ガス燃焼部４７の下側において、燃料ガス供給流路２５１、負極排ガス排出流路２５２、酸化剤ガス供給流路２５３および正極排ガス排出流路２５４が、上下方向の略同じ位置に水平方向に隣接して配置されてもよい。燃料ガス供給流路２５１、負極排ガス排出流路２５２、酸化剤ガス供給流路２５３および正極排ガス排出流路２５４の水平方向における配置順序は特に限定されるものではない。ただし、負極排ガスまたは正極排ガスによる燃料ガスの加熱の効率化という観点からは、燃料ガス供給流路２５１は、負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４の少なくとも一方と隣接することが好ましい。また、負極排ガスまたは正極排ガスによる酸化剤ガスの加熱の効率化という観点からは、酸化剤ガス供給流路２５３は、負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４の少なくとも一方と隣接することが好ましい。

[0076] 図９に示すように、ステージ２７の最上層に改質器２２が配置され、上側から２番目の層に負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４が配置され、上側から３番目の層に燃料ガス供給流路２５１および酸化剤ガス供給流路２５３が配置され、最下層に排ガス燃焼部４７が配置されてもよい。

[0077] 図１０は、本発明の第２の実施の形態に係る燃料電池システム１ａを示す図である。燃料電池システム１ａでは、図１に示す燃料電池システム１から第１熱交換器４２、第２熱交換器４４、加熱用流体生成部３３および昇温部２４が省略される。燃料電池システム１ａのその他の構成は、図１に示す燃料電池システム１と略同様であり、以下の説明では、燃料電池システム１ａの対応する構成に同符号を付す。

[0078] 燃料電池システム１ａの定常運転の際には、各燃料電池２３に供給される改質ガスおよび空気は、上記と同様に、各ステージ２７の内部において加熱される。具体的には、図３に示す燃料ガス供給流路２５１内の改質ガスが、

負極排ガス排出流路２５２内の高温の負極排ガス、および、排ガス燃焼部４７における燃焼熱により加熱される。また、酸化剤ガス供給流路２５３内の空気が、正極排ガス排出流路２５４内の高温の正極排ガス、および、排ガス燃焼部４７における燃焼熱により加熱される。これにより、第１熱交換器４２および第２熱交換器４４（図１参照）における予備加熱を行うことなく、燃料電池２３に供給される改質ガスおよび空気を、所望の温度まで加熱することができる。改質ガスおよび空気の加熱の効率化という観点からは、燃料ガス供給流路２５１と負極排ガス排出流路２５２との間の隔壁２７０、および、酸化剤ガス供給流路２５３と正極排ガス排出流路２５４との間の隔壁２７０に、上述の凹凸部２７８が設けられることが好ましい。また、排ガス燃焼部４７と燃料ガス供給流路２５１および酸化剤ガス供給流路２５３との間の隔壁２７０にも、凹凸部２７８が設けられてもよい。

[0079] 燃料電池システム１ａの起動運転の際には、各ステージ２７の内部に配置される排ガス燃焼部４７が、各ステージ２７内の改質器２２、および、各ステージ２７に支持される複数の燃料電池２３を昇温する起動昇温部の役割を果たす。燃料電池システム１ａの起動運転時には、原燃料供給源４８から起動用原燃料供給管２５５により導かれた原燃料と、ブロワ４３から起動用ガス供給管２５６により導かれた空気とが合流し、合流後の流体（以下、「昇温用流体」という。）が、昇温用流体供給管２５８によりハウジング２１の内部空間２１０へと導かれる。昇温用流体は、ハウジング２１内に導かれる前に、ヒータや他の加熱手段により加熱されてもよい。

[0080] 昇温用流体供給管２５８は、ハウジング２１の内部において、ステージ支持部２８の内部に配置され、各ステージ２７内の排ガス燃焼部４７に接続される。昇温用流体は、昇温用流体供給管２５８により、各ステージ２７の排ガス燃焼部４７（図３参照）へと供給される。各ステージ２７では、排ガス燃焼部４７により昇温用流体（すなわち、原燃料と空気との混合流体）が燃焼され、燃焼熱により、各ステージ２７内の改質器２２（図３参照）および各ステージ２７上の複数の燃料電池２３の昇温が行われる。

[0081] 燃料電池システム１ａでは、排ガス燃焼部４７が、起動運転時における改質器２２および燃料電池２３の昇温、および、定常運転時における未利用の燃料ガス等の燃焼に利用される。これにより、ハウジング２１内に設けられる構成を減少させることができ、ハウジング２１を小型化することができる。その結果、燃料電池システム１ａを小型化することができる。また、第１熱交換器４２および第２熱交換器４４が省略されることにより、燃料電池システム１ａの構造を簡素化することができる。

[0082] 燃料電池システム１ａの起動運転の際には、原燃料共通供給管２６１、改質器２２および燃料電池２３等を経由した原燃料、並びに、酸化剤ガス共通供給管２６３および燃料電池２３等を経由した空気が、排ガス燃焼部４７に供給されてもよい。この場合、排ガス燃焼部４７において原燃料および空気が合流して昇温用流体となる。

[0083] 燃料電池システム１，１ａでは、各ステージ２７の内部に配置される構成は、様々に変更されてよい。例えば、図１１に示すように、ステージ２７の内部に排ガス燃焼部４７は設けられず、改質器２２、燃料ガス供給流路２５１、酸化剤ガス供給流路２５３、負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４が、ステージ２７の内部に設けられてもよい。この場合、排ガス燃焼部４７は、例えば、ハウジング２１の内部または外部に設けられる。図１１に示す例では、ステージ２７内の最上層に配置された改質器２２の下側に、負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４が隣接して配置される。換言すれば、改質器２２は、複数の燃料電池２３と、負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４との間に位置する。燃料ガス供給流路２５１および酸化剤ガス供給流路２５３は、負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４の下側に隣接して配置される。

[0084] 図１１に示す例では、負極排ガス排出流路２５２を流れる高温の負極排ガス、および、正極排ガス排出流路２５４を流れる高温の正極排ガスにより、燃料ガス供給流路２５１内の改質ガス、および、酸化剤ガス供給流路２５３

内の空気を効率良く加熱することができる。また、負極排ガス排出流路２５２内の高温の負極排ガス、正極排ガス排出流路２５４内の高温の正極排ガス、および、ステージ２７に支持される複数の燃料電池２３から放出される熱により、改質器２２を効率良く加熱することができる。

[0085] 図１２に示す例では、ステージ２７の内部に改質器２２および排ガス燃焼部４７は設けられず、燃料ガス供給流路２５１、酸化剤ガス供給流路２５３、負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４が、ステージ２７の内部に設けられる。換言すれば、燃料ガス供給流路２５１および酸化剤ガス供給流路２５３のうち一方の供給流路および他方の供給流路と、負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４のうち一方の排出流路および他方の排出流路とが、ステージ２７の内部に配置される。この場合、改質器２２は、例えばハウジング２１の内部に配置され、排ガス燃焼部４７は、例えばハウジング２１の内部または外部に設けられる。

[0086] 図１２に示す例では、燃料ガス供給流路２５１および酸化剤ガス供給流路２５３が、ステージ２７内の最上層に配置される。燃料ガス供給流路２５１および酸化剤ガス供給流路２５３は、ステージ２７上に配置された複数の燃料電池２３と、ステージ２７の電池支持面を挟んで上下方向に熱交換可能に隣接する。また、負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４は、燃料ガス供給流路２５１および酸化剤ガス供給流路２５３の下側に隣接して配置される。そして、負極排ガス排出流路２５２を流れる高温の負極排ガス、正極排ガス排出流路２５４を流れる高温の正極排ガス、および、ステージ２７に支持される複数の燃料電池２３から放出される熱により、燃料ガス供給流路２５１内の改質ガス、および、酸化剤ガス供給流路２５３内の空気を効率良く加熱することができる。

[0087] ステージ２７の内部には、必ずしも、燃料ガス供給流路２５１、負極排ガス排出流路２５２、酸化剤ガス供給流路２５３および正極排ガス排出流路２５４の全てが設けられる必要はない。例えば、図１３に示す例では、燃料ガス供給流路２５１がステージ２７内の最上層に配置され、負極排ガス排出流

路２５２が燃料ガス供給流路２５１の下側に隣接して配置される。燃料ガス供給流路２５１は、ステージ２７上に配置された複数の燃料電池２３と、ステージ２７の電池支持面を挟んで上下方向に熱交換可能に隣接する。これにより、燃料ガス供給流路２５１内の改質ガスを、負極排ガス排出流路２５２を流れる高温の負極排ガス、および、ステージ２７に支持される複数の燃料電池２３から放出される熱により効率良く加熱することができる。燃料ガス供給流路２５１および負極排ガス排出流路２５２に代えて、酸化剤ガス供給流路２５３および正極排ガス排出流路２５４が、ステージ２７の内部に配置されてもよい。

[0088] このように、燃料電池システム１，１ａでは、燃料ガス供給流路２５１および酸化剤ガス供給流路２５３のうち一方の供給流路と、負極排ガス排出流路２５２および正極排ガス排出流路２５４のうち一方の排出流路とが、ステージ２７の内部に配置されてもよい。これにより、上記と同様に、ハウジング２１を小型化することができ、その結果、燃料電池システム１，１ａを小型化することができる。また、燃料電池システム１，１ａの製造やメンテナンスを簡素化することができる。さらに、複数の燃料電池２３への給排気構造を簡素化することもできる。当該一方の排出流路は、上記一方の供給流路と隔壁２７０を挟んで熱交換可能に隣接する。これにより、一方の排出流路を流れる高温のガス（すなわち、負極排ガスまたは正極排ガス）を利用して、一方の供給流路を流れるガス（すなわち、改質ガスまたは空気）を効率良く加熱することができる。換言すれば、燃料電池システム１，１ａの構造を簡素化しつつ、複数の燃料電池２３に係る排熱を有効利用することができる。

[0089] 上述のように、ステージ２７内に一方の供給流路と一方の排出流路とが配置される場合、一方の供給流路におけるガスの流れ方向と、一方の排出流路におけるガスの流れ方向とは、同じであることが好ましい。これにより、上記と同様に、一方の供給流路、燃料電池２３および一方の排出流路におけるガスの圧損を低減することができる。その結果、燃料電池システム１，１ａ

の駆動に必要なエネルギーを低減することができ、燃料電池システム１，１ａのランニングコストを低減することができる。後述する図１４ないし図１６における例においても同様である。

[0090] 一方の供給流路におけるガスの流れ方向と、一方の排出流路におけるガスの流れ方向とが同じである場合、当該一方の排出流路は、必ずしも当該一方の供給流路と隔壁２７０を挟んで熱交換可能に隣接する必要はない。例えば、図１４に示すように、ステージ２７の内部に、燃料ガス供給流路２５１と負極排ガス排出流路２５２とが、上下方向の略同じ位置にて水平方向に離間して配置されてもよい。また、酸化剤ガス供給流路２５３と正極排ガス排出流路２５４とも、上下方向の略同じ位置にて水平方向に離間して配置されてもよい。図１４に示す例では、３つの板状部材２７９ａ～２７９ｃを上下方向に積層することによりステージ２７が形成される。板状部材２７９ａと板状部材２７９ｂとの間の２つの間隙が、燃料ガス供給流路２５１および負極排ガス排出流路２５２である。また、板状部材２７９ｂと板状部材２７９ｃとの間の２つの間隙が、酸化剤ガス供給流路２５３および正極排ガス排出流路２５４である。

[0091] 図１５に示す例では、ステージ２７の内部に、燃料ガス供給流路２５１、負極排ガス排出流路２５２および改質器２２が配置される。改質器２２は、ステージ２７内の最上層に配置され、負極排ガス排出流路２５２は改質器２２の下側に隣接して配置され、燃料ガス供給流路２５１は負極排ガス排出流路２５２の下側に隣接して配置される。換言すれば、ステージ２７の内部に、一方の供給流路、一方の排出流路および改質器２２が配置され、改質器２２が、複数の燃料電池２３と当該一方の排出流路との間に位置する。これにより、複数の燃料電池２３から放出される熱、および、一方の排出流路を流れる高温のガスを利用して、改質器２２を効率良く加熱することができる。

[0092] 図１６に示す例では、ステージ２７の内部に、燃料ガス供給流路２５１、負極排ガス排出流路２５２、改質器２２および排ガス燃焼部４７が配置される。改質器２２は、ステージ２７内の最上層に配置され、排ガス燃焼部４７

は改質器２２の下側に隣接して配置される。燃料ガス供給流路２５１は排ガス燃焼部４７の下側に隣接して配置され、負極排ガス排出流路２５２は燃料ガス供給流路２５１の下側に隣接して配置される。

[0093] 換言すれば、ステージ２７の内部に、一方の供給流路、一方の排出流路、改質器２２および排ガス燃焼部４７が配置され、改質器２２が、複数の燃料電池２３と排ガス燃焼部４７との間に位置する。一方の排出流路は負極排ガス排出流路２５２である。負極排ガス排出流路２５２を通過した負極排ガスが、排ガス燃焼部４７へと導かれ、負極排ガス中の未利用の燃料ガスが燃焼されることにより、改質器２２を効率良く加熱することができる。なお、図１６に示す例から改質器２２が省略され、ステージ２７の内部に排ガス燃焼部４７と、燃料ガス供給流路２５１と、負極排ガス排出流路２５２とが配置されてもよい。

[0094] 図１７に示す例では、ステージ２７の内部に、燃料ガス供給流路２５１、負極排ガス排出流路２５２、酸化剤ガス供給流路２５３および正極排ガス排出流路２５４は設けられず、改質器２２と、排ガス燃焼部４７とが配置される。改質器２２は、ステージ２７内の最上層に配置され、排ガス燃焼部４７は改質器２２の下側に隣接して配置される。これにより、複数の燃料電池２３から放出される熱、および、排ガス燃焼部４７における燃焼熱を利用して、改質器２２を効率良く加熱することができる。なお、図１７に示す例から排ガス燃焼部４７が省略され、ステージ２７の内部に改質器２２のみが配置されてもよい。この場合、複数の燃料電池２３から放出される熱を利用して、改質器２２を効率良く加熱することができる。図１４ないし図１７に示す例においても、燃料電池システム１，１ａの構造を簡素化しつつ、複数の燃料電池２３に係る排熱を有効利用することができる。

[0095] 上記燃料電池システム１，１ａは、様々な変更が可能である。

[0096] 燃料電池システム１，１ａでは、複数のステージ２７が上下方向に配列される場合、一のステージ２７の上面上に支持される複数の燃料電池２３に対し、例えば、当該一のステージ２７の上側に位置する他のステージ２７から

燃料ガスおよび酸化剤ガスが供給され、当該複数の燃料電池２３から当該他のステージ２７へと負極排ガスおよび正極排ガスが排出されてもよい。

[0097] 燃料電池システム１，１ａでは、複数の燃料電池２３は、必ずしも各ステージ２７の上面上に支持される必要はない。例えば、ステージ２７は、複数の燃料電池２３の側方に設けられ、各燃料電池２３の側面に接して各燃料電池２３を側方から支持してもよい。この場合、ステージ２７の側面が電池支持面になる。また、燃料電池２３の燃料ガス導入口、酸化剤ガス導入口、負極排ガス排出口および正極排ガス排出口は、例えば、燃料電池２３の側面に設けられる。ステージ２７は、複数の燃料電池２３の上側に設けられ、各燃料電池２３の上面に接して各燃料電池２３を上側から支持してもよい。この場合、ステージ２７の下面が電池支持面になる。また、燃料電池２３の燃料ガス導入口、酸化剤ガス導入口、負極排ガス排出口および正極排ガス排出口は、例えば、燃料電池２３の上面に設けられる。このように、ステージ２７が複数の燃料電池２３の側方または上方に配置される場合、複数の燃料電池２３を下方から支持する架台が、ステージ２７とは別に設けられてもよい。

[0098] 図３に示すステージ２７内では、燃料ガス供給流路２５１、負極排ガス排出流路２５２、酸化剤ガス供給流路２５３および正極排ガス排出流路２５４のそれぞれにおけるガスの流れ方向は、異なっていてもよい。

[0099] 燃料電池システム１，１ａの起動運転時には、改質器２２に原燃料とは異なる起動用材料が供給されてもよい。起動用材料としては、例えば、窒素、水素、ＬＰガス、都市ガスまたはバイオエタノール等が使用される。

[0100] 燃料電池システム１，１ａでは、排ガス燃焼部４７からの排ガスに含まれる水蒸気を、凝縮部４５にて水として取り出した上で水蒸気生成部４６に供給しているが、水蒸気を含む当該排ガスの一部が、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。

[0101] 図１に示す燃料電池システム１の起動運転では、改質器２２および燃料電池２３の加熱は、必ずしも昇温部２４からの加熱用ガスにより行われる必要

はなく、他の様々な構成により、改質器２２および燃料電池２３が加熱されてもよい。例えば、ハウジング２１内に設けられた電気ヒータにより、改質器２２および燃料電池２３が加熱されてもよい。

[0102] 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、昇温部２４からハウジング２１の内部空間２１０に加熱用ガスが継続的に供給されてもよい。また、燃料電池システム１，１ａ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、水供給部３１から水蒸気生成部４６に水が継続的に供給されてもよい。

[0103] 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されてよい。

[0104] 発明を詳細に描写して説明したが、既述の説明は例示的であって限定的なものではない。したがって、本発明の範囲を逸脱しない限り、多数の変形や態様が可能であるといえる。

符号の説明

[0105] １，１ａ　燃料電池システム

２１　ハウジング

２２　改質器

２３　燃料電池

２７　ステージ

４７　排ガス燃焼部

２１０　内部空間

２５１　燃料ガス供給流路

２５２　負極排ガス排出流路

２５３　酸化剤ガス供給流路

２５４　正極排ガス排出流路

２７０　隔壁

２７８　凹凸部

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、

それぞれが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、

前記複数の燃料電池を支持するステージと、

内部空間に前記改質器、前記複数の燃料電池および前記ステージを収容するハウジングと、

前記ハウジング内において前記改質器からの前記燃料ガスを前記複数の燃料電池に供給する燃料ガス供給流路と、

前記ハウジング内において前記複数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排出流路と、

前記ハウジング内において前記酸化剤ガスを前記複数の燃料電池に供給する酸化剤ガス供給流路と、

前記ハウジング内において前記複数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排出流路と、

を備え、

前記ステージの内部に、前記燃料ガス供給流路および前記酸化剤ガス供給流路のうち一方の供給流路と、前記負極排ガス排出流路および前記正極排ガス排出流路のうち前記一方の供給流路と隔壁を挟んで熱交換可能に隣接する一方の排出流路とが配置される、または、前記ステージの内部に前記改質器が配置される。

[請求項2] 請求項１に記載の燃料電池システムであって、

前記ステージの内部に、前記一方の供給流路および前記一方の排出流路が配置され、

前記一方の供給流路におけるガスの流れ方向と、前記一方の排出流路におけるガスの流れ方向とが同じである。

[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、

前記ステージの内部に、前記一方の供給流路および前記一方の排出流路が配置され、

前記一方の供給流路と前記一方の排出流路との間の前記隔壁が凹凸部を備える。

[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、

前記ステージの内部に、

前記一方の供給流路および前記一方の排出流路と、

前記燃料ガス供給流路および前記酸化剤ガス供給流路のうち他方の供給流路と、

前記負極排ガス排出流路および前記正極排ガス排出流路のうち前記他方の供給流路と隔壁を挟んで熱交換可能に隣接する他方の排出流路と、

が配置される。

[請求項5] 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、

それぞれが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、

前記複数の燃料電池を支持するステージと、

内部空間に前記改質器、前記複数の燃料電池および前記ステージを収容するハウジングと、

前記ハウジング内において前記改質器からの前記燃料ガスを前記複数の燃料電池に供給する燃料ガス供給流路と、

前記ハウジング内において前記複数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排出流路と、

前記ハウジング内において前記酸化剤ガスを前記複数の燃料電池に供給する酸化剤ガス供給流路と、

前記ハウジング内において前記複数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排出流路と、

を備え、

前記ステージの内部に、前記燃料ガス供給流路および前記酸化剤ガス供給流路のうち一方の供給流路と、前記負極排ガス排出流路および前記正極排ガス排出流路のうち前記一方の供給流路とガスの流れ方向が同じである一方の排出流路とが配置される。

[請求項6] 請求項１ないし５のいずれかに記載の燃料電池システムであって、

前記ステージの内部に、前記一方の供給流路、前記一方の排出流路および前記改質器が配置され、

前記改質器が、前記複数の燃料電池と前記一方の排出流路との間に位置する。

[請求項7] 請求項６に記載の燃料電池システムであって、

前記ステージの内部にて前記改質器と隔壁を挟んで熱交換可能に隣接し、前記複数の燃料電池からの前記負極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をさらに備え、

前記改質器が、前記複数の燃料電池と前記排ガス燃焼部との間に位置し、

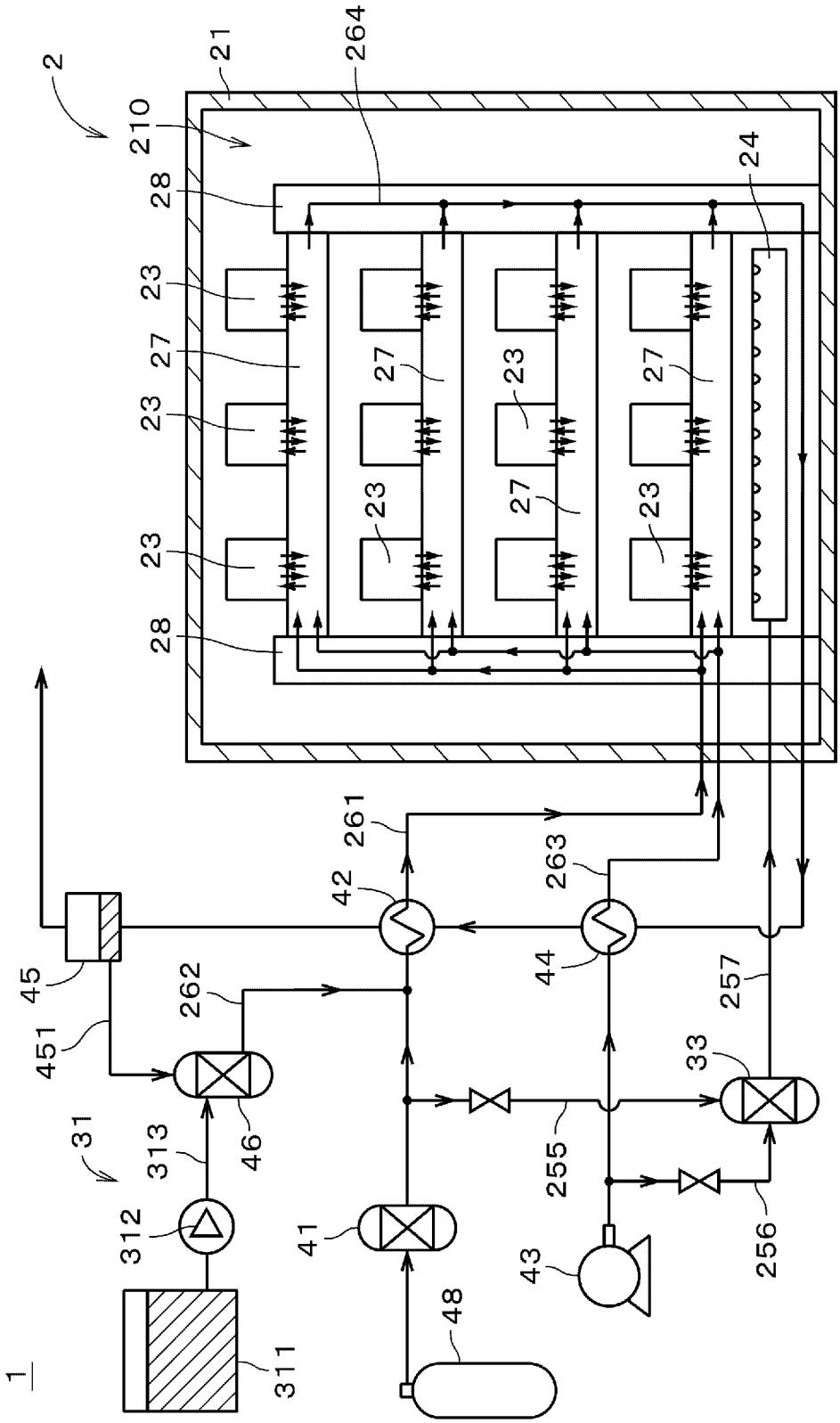
前記一方の排出流路が前記負極排ガス排出流路であり、

前記負極排ガス排出流路を流れる前記負極排ガスが前記排ガス燃焼部へと導かれる。

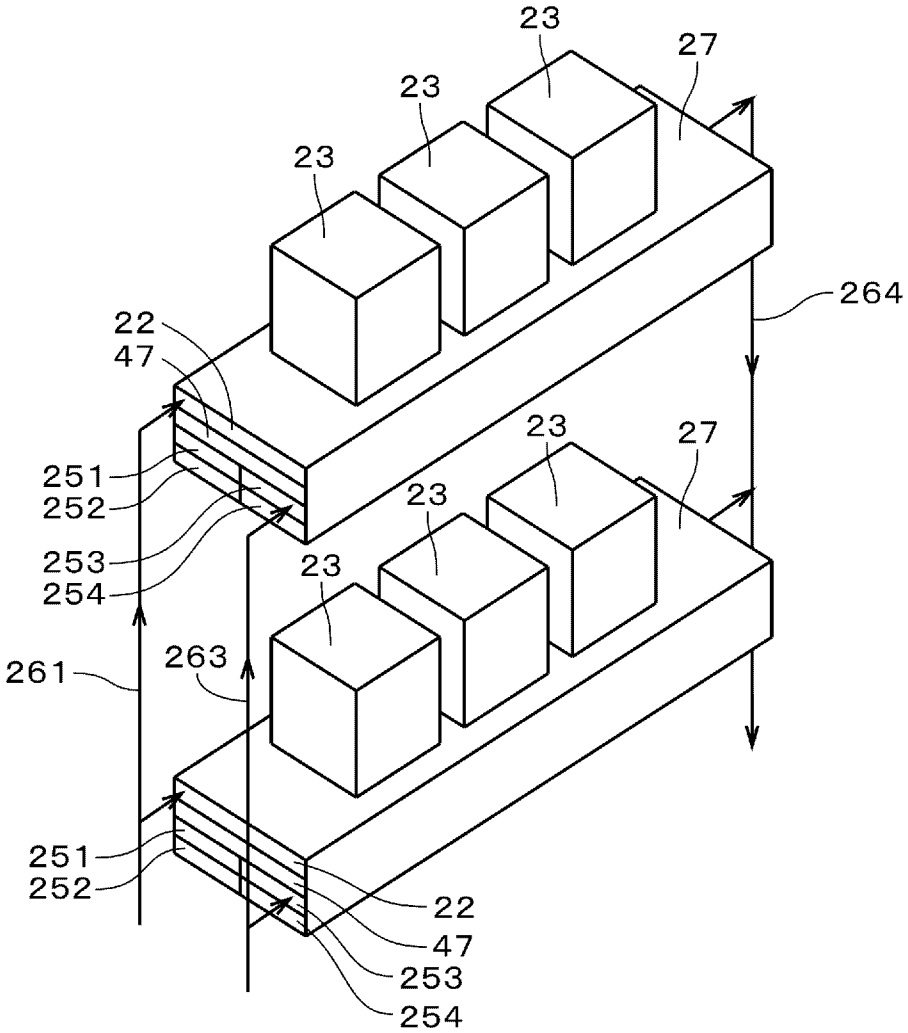
[請求項8] 請求項７に記載の燃料電池システムであって、

前記排ガス燃焼部は、前記燃料電池システムの起動運転の際に、昇温用流体を燃焼させて前記改質器および前記複数の燃料電池を昇温させる起動昇温部でもある。

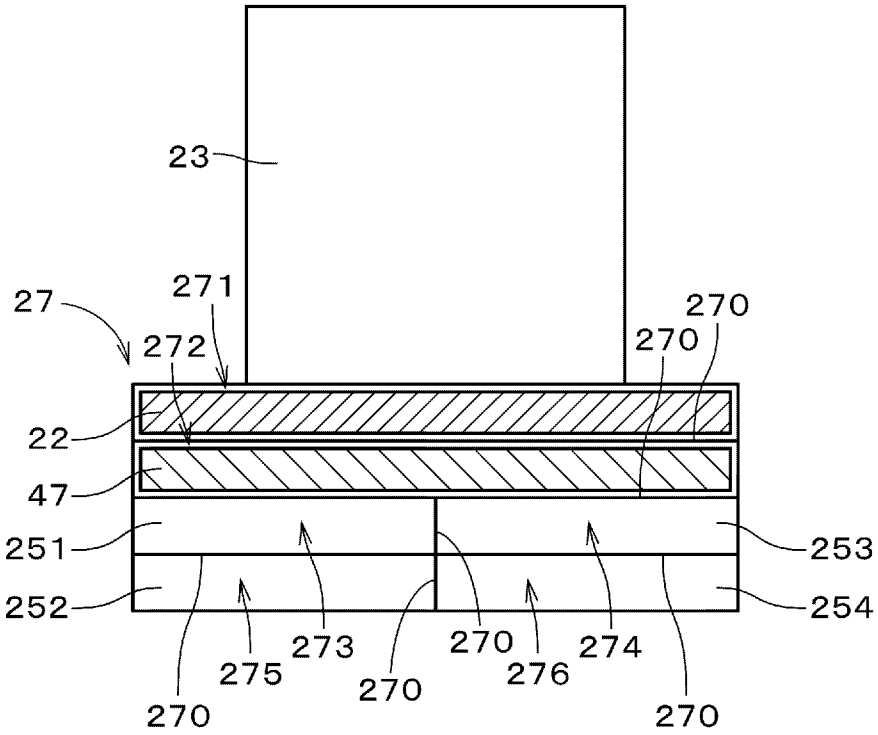
[図1]


1
2
21
210
23
24
27
28
31
33
41
42
43
44
45
46
48
255
256
257
261
262
263
264
311
312
313
451

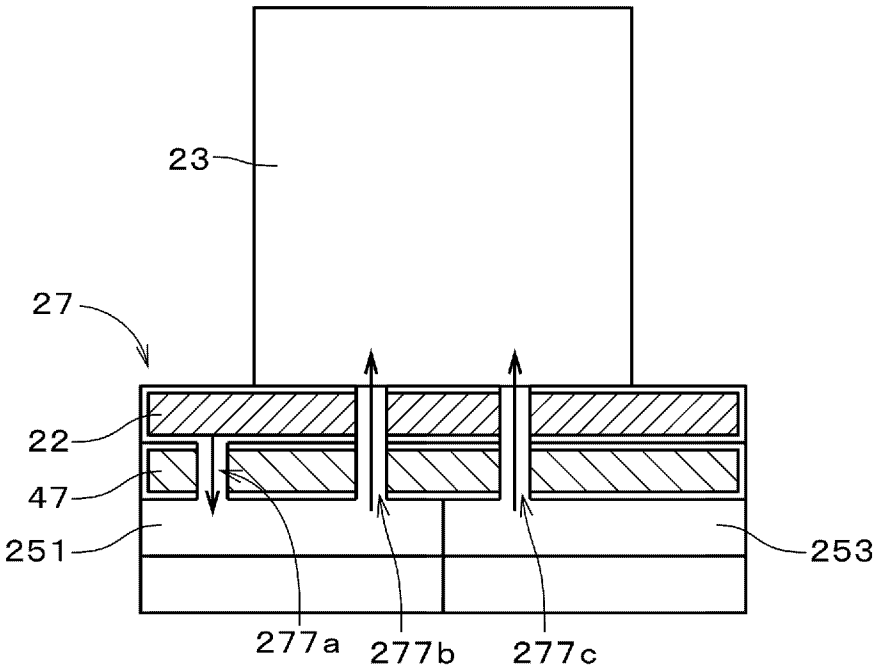
[図2]


23
27
23
23
264
22
47
251
252
253
254
23
27
23
23
261
263
251
252
22
47
253
254

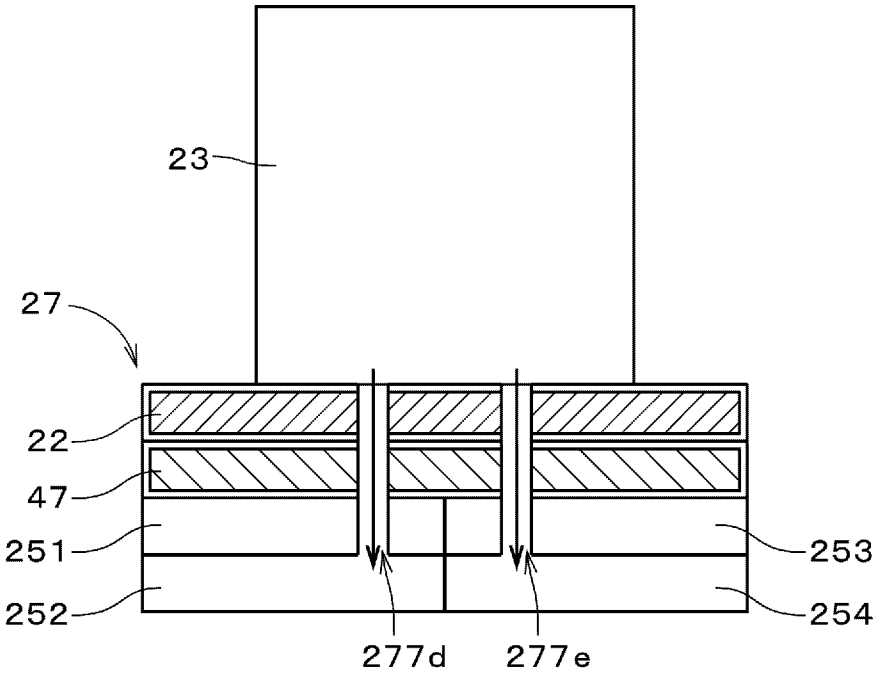
[図3]


23
27
271
272
270
270
22
47
251
252
253
254
270
275
273
270
270
274
276
270

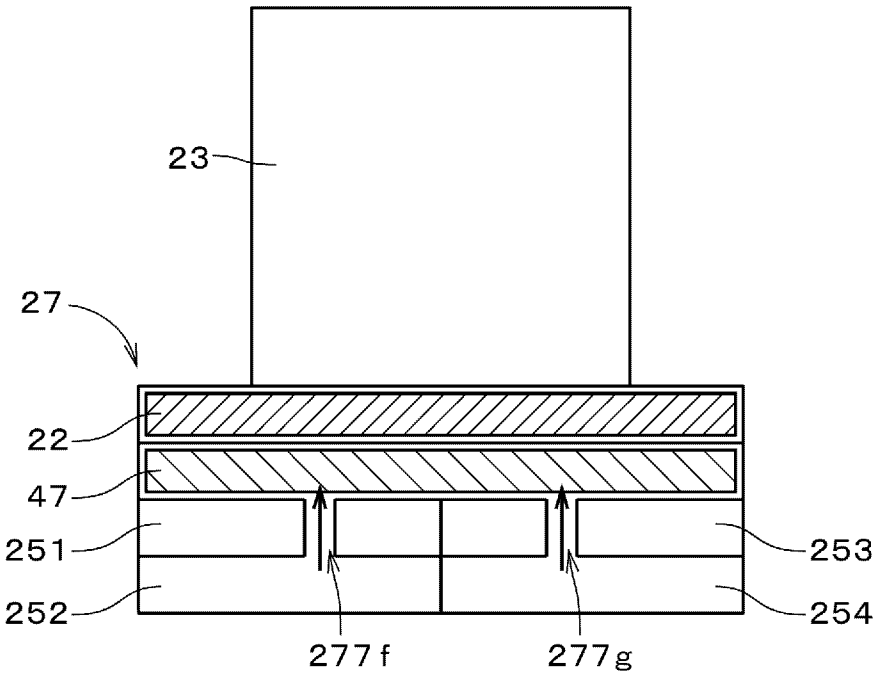
[図4]


23
27
22
47
251
253
277a
277b
277c

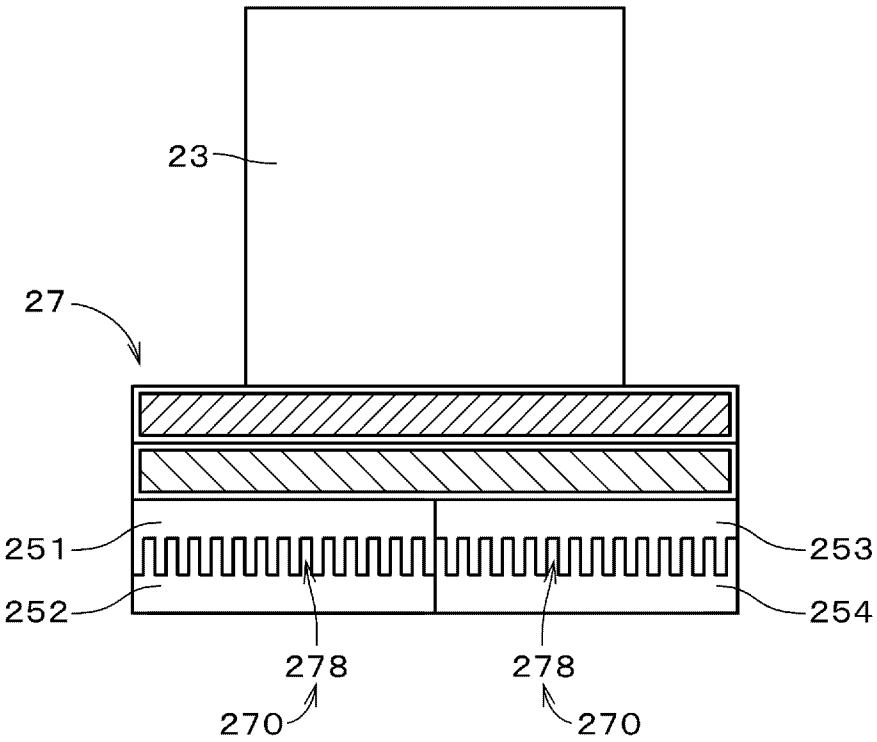
[図5]


23
27
22
47
251
252
253
254
277d
277e

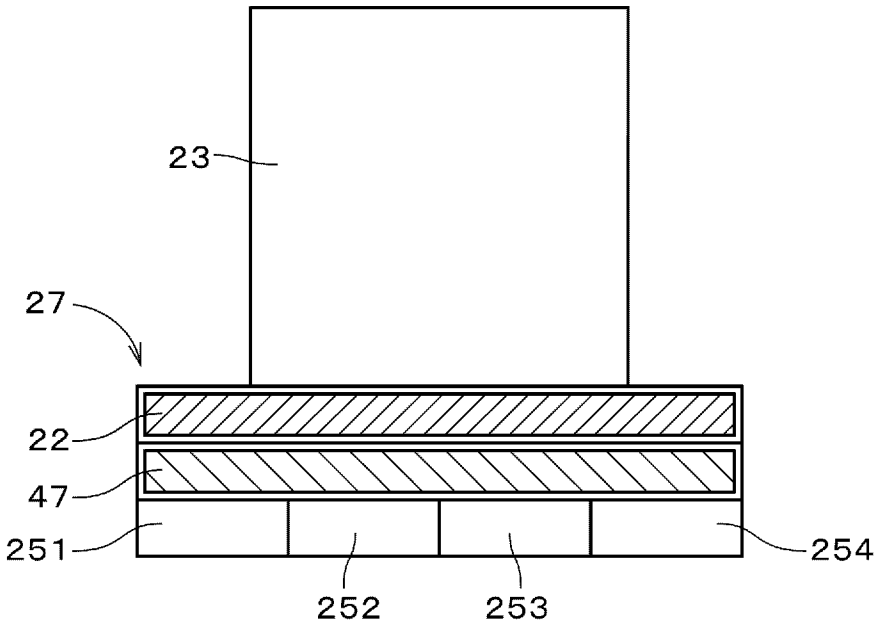
[図6]


23
27
22
47
251
252
253
254
277f
277g

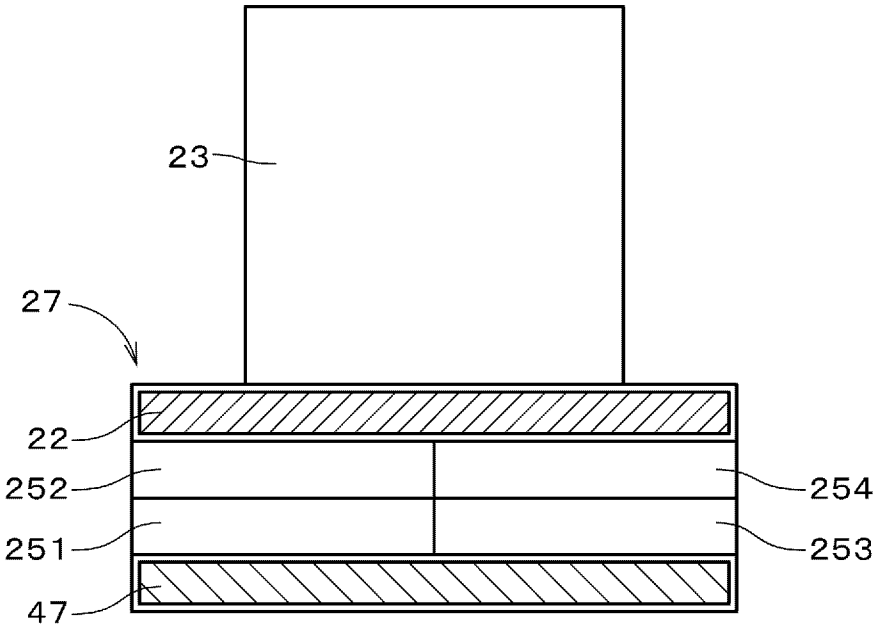
[図7]



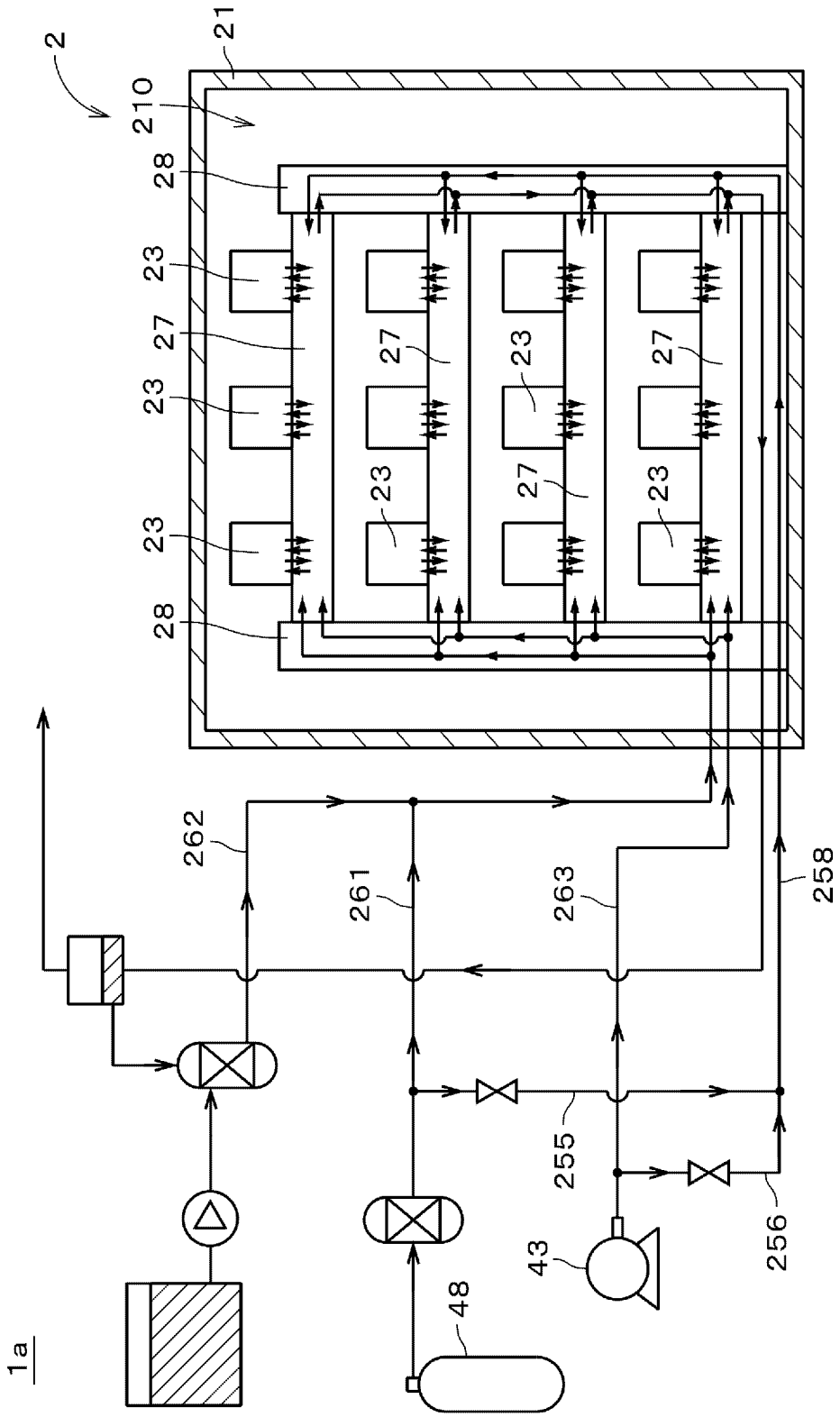
[図8]



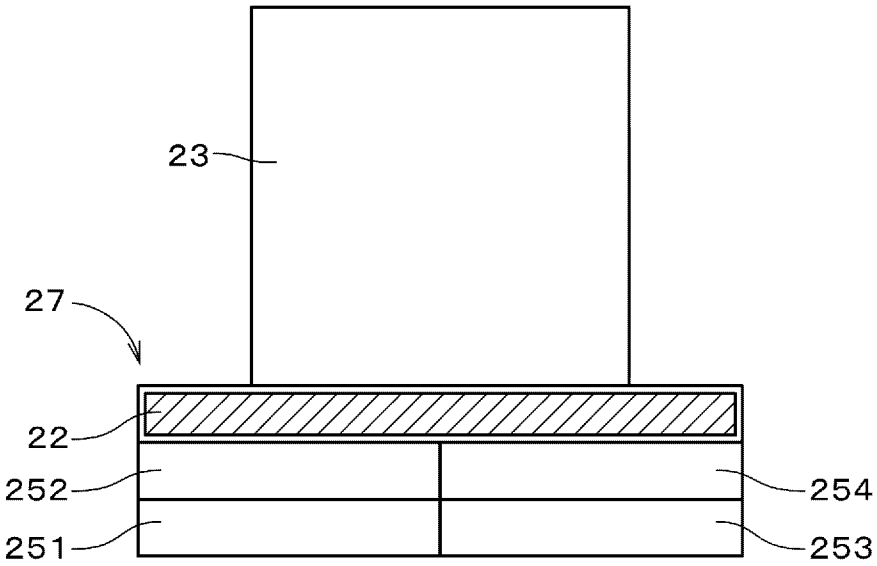
[図9]



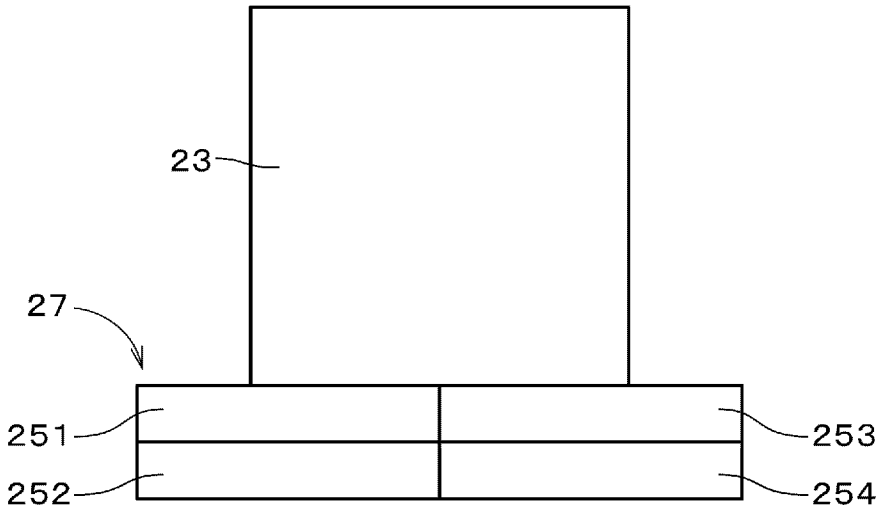
[図10]



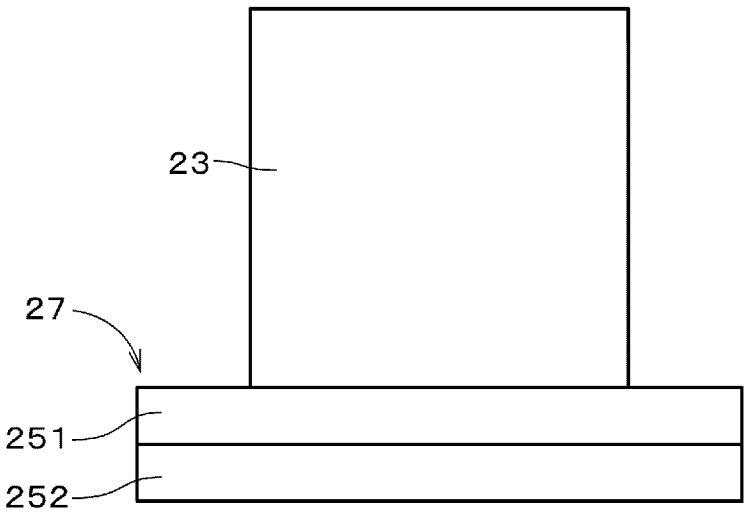
[図11]



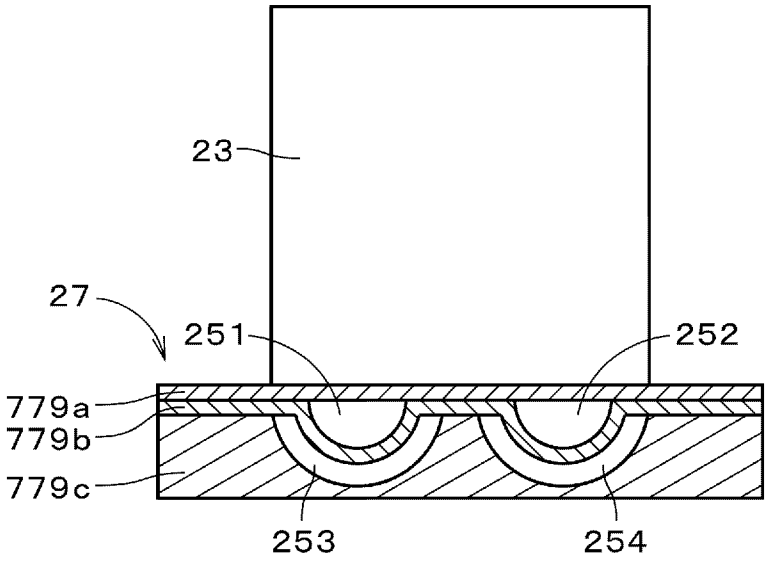
[図12]



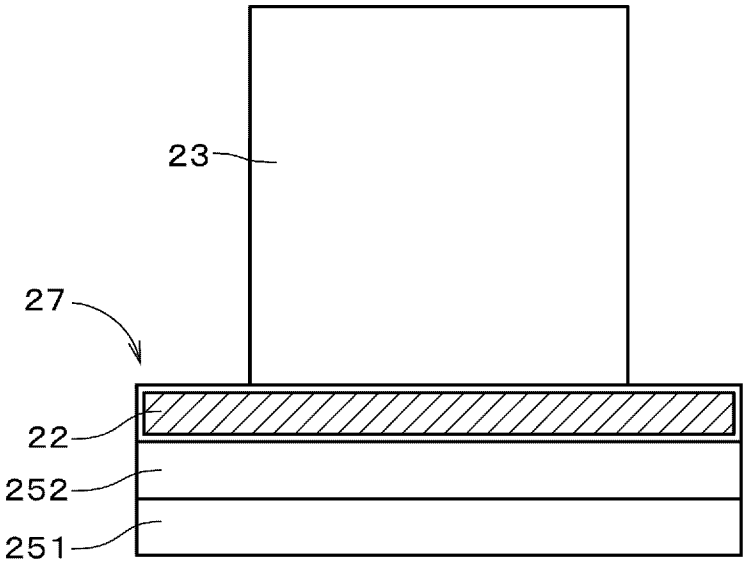
[図13]



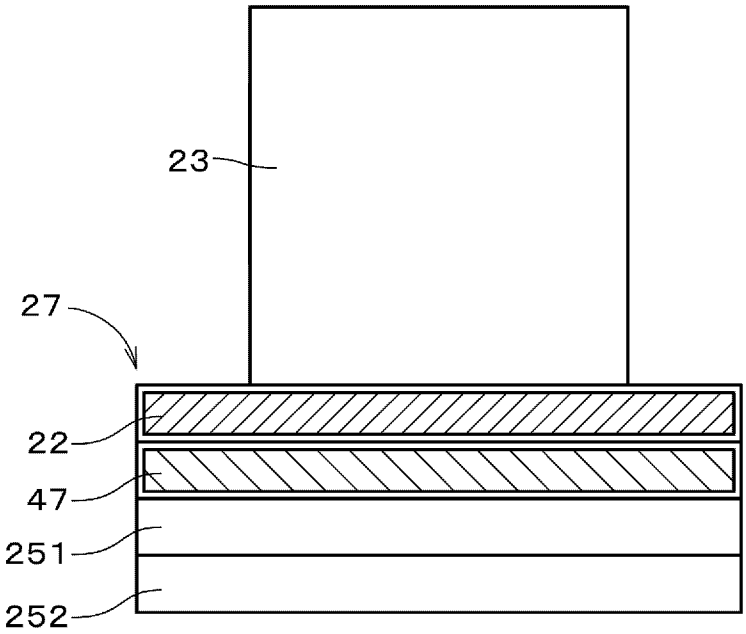
[図14]



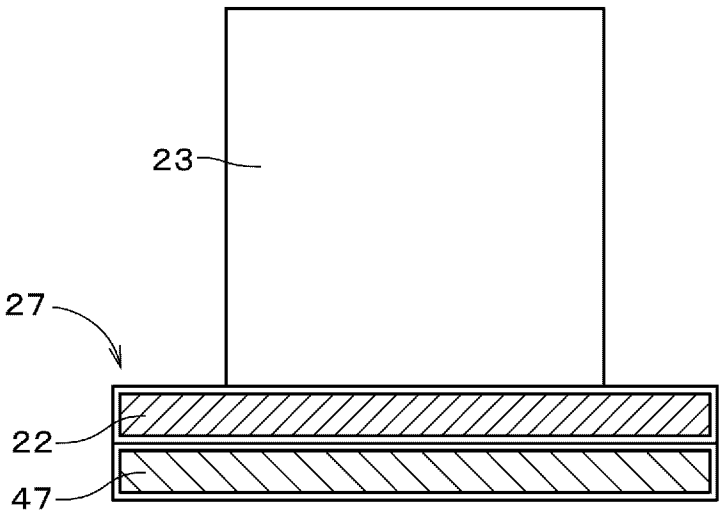
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/071707

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01M8/04(2016.01)i, *H01M8/06*(2016.01)i, *H01M8/0606*(2016.01)i, *H01M8/12*(2016.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01M8/04, H01M8/06, H01M8/0606, H01M8/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2010-534913 A (Bloom Energy Corp.), 11 November 2010 (11.11.2010), paragraphs [0010] to [0043]; fig. 1 to 4 & US 2009/0029204 A1 & EP 2181475 A & CN 101796680 A & WO 2009/017683 A2 paragraphs [0010] to [0043]; fig. 1 to 4	1-2,4-6 3 7-8
Y	JP 2005-114324 A (The University of Tokyo), 28 April 2005 (28.04.2005), paragraph [0016]; fig. 1 & WO 2005/036086 A1	3
Y A	JP 2009-37814 A (Tokyo Gas Co., Ltd.), 19 February 2009 (19.02.2009), paragraphs [0015] to [0018]; fig. 3 to 4 (Family: none)	1 2-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
03 October 2016 (03.10.16)	11 October 2016 (11.10.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/071707

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-272117 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 19 November 2009 (19.11.2009), paragraph [0009]; fig. 1 (Family: none)	1

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０７１７０７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01M8/04(2016.01)i, H01M8/06(2016.01)i, H01M8/0606(2016.01)i, H01M8/12(2016.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01M8/04, H01M8/06, H01M8/0606, H01M8/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y A	JP 2010-534913 A (ブルーム　エナジー　コーポレーション) 2010.11.11, 段落［0010］-［0043］, 第1-4図 & US 2009/0029204 A1 & EP 2181475 A & CN 101796680 A & WO 2009/017683 A2, 段落［0010］-［0043］, 第1-4図	1-2, 4-6 3 7-8
Y	JP 2005-114324 A (国立大学法人　東京大学) 2005.04.28, 段落［0016］, 第１図 & WO 2005/036086 A1	3

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０３．１０．２０１６	１１．１０．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｈ　５７８０
笹岡　友陽
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３１６

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y A	JP 2009-37814 A（東京瓦斯株式会社）2009.02.19, 段落［0015］-［0018］,第3-4図（ファミリーなし）	1 2-8
Y	JP 2009-272117 A（日本特殊陶業株式会社）2009.11.19, 段落［0009］,第1図（ファミリーなし）	1