

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6409710号
(P6409710)

(45) 発行日 平成30年10月24日(2018.10.24)

(24) 登録日 平成30年10月5日(2018.10.5)

(51) Int.Cl.	F 1
HO 1 M 8/04007 (2016.01)	HO 1 M 8/04007
HO 1 M 8/04701 (2016.01)	HO 1 M 8/04701
HO 1 M 8/0606 (2016.01)	HO 1 M 8/0606
HO 1 M 8/04 (2016.01)	HO 1 M 8/04 J
HO 1 M 8/24 (2016.01)	HO 1 M 8/04 N

請求項の数 7 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-151575 (P2015-151575)
(22) 出願日	平成27年7月31日 (2015.7.31)
(65) 公開番号	特開2016-46247 (P2016-46247A)
(43) 公開日	平成28年4月4日 (2016.4.4)
審査請求日	平成29年11月17日 (2017.11.17)
(31) 優先権主張番号	特願2014-166527 (P2014-166527)
(32) 優先日	平成26年8月19日 (2014.8.19)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(74) 代理人	100140486 弁理士 鎌田 徹
(74) 代理人	100170058 弁理士 津田 拓真
(74) 代理人	100139066 弁理士 伊藤 健太郎
(72) 発明者	向原 佑輝 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
(72) 発明者	早坂 厚 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】燃料電池装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料ガス及び酸化剤ガスによって発電する燃料電池装置であって、原料ガスを改質して前記燃料ガスを生成する改質器(302)と、前記酸化剤ガスを通し加熱するための加熱流路(40, 40B, 40D, 40E, 40E2)と、前記燃料ガスと前記加熱流路によって加熱された酸化剤ガスとの供給を受けて発電するセルスタック(CS)と、

前記セルスタックから排出された前記燃料ガスを燃焼させた燃焼排ガスを通すための排出流路(41, 41B, 41D, 41E)と、を備え、

前記加熱流路の一端側に設けられた流入口(401a, 401Ba, 401Da, 40Ea)から流入した前記酸化剤ガスは、前記セルスタック及び前記排出流路から受熱して前記加熱流路の他端側に設けられた流出口(403b, 403Bb, 403Db, 40Eb)から流出するものであって、

前記他端側における前記酸化剤ガスの熱を前記一端側における前記酸化剤ガスに戻す熱戻し部(50, 50B, 50D, 50E, 50E1, 50E2)が設けられており、

前記熱戻し部(50, 50B, 50D)は、少なくとも前記加熱流路が折り返され、前記一端側と前記他端側とが近接配置されることによって構成され、

前記加熱流路は、第1流路部分(401, 401B, 401D)と、前記第1流路部分に繋がり前記第1流路部分に対し反対方向に向かう第2流路部分(403, 403B, 4

10

20

0 3 D)とを有し、

前記排出流路は、第3流路部分(411, 411B, 411D)と、前記第3流路部分に繋がり前記第3流路部分に対し反対方向に向かう第4流路部分(412, 412B, 412D)とを有し、

前記第2流路部分は前記セルスタックを囲むように配置されることで前記セルスタックからの輻射熱を受けるように構成され、

前記第2流路部分の外側には順に、前記第3流路部分、前記第4流路部分、前記第1流路部分が配置されることで、前記第1流路部分は前記第4流路部分から受熱し、前記第2流路部分は前記第3流路部分から受熱するように構成されている、燃料電池装置。

【請求項2】

10

前記第1流路部分は下方から上方に向かって酸化剤ガスが流れ、前記第2流路部分は上方から下方に向かって酸化剤ガスが流れ、前記第3流路部分は下方から上方に向かって燃焼排ガスが流れ、前記第4流路部分は上方から下方に向かって燃焼排ガスが流れる、請求項1に記載の燃料電池装置。

【請求項3】

前記第1流路部分は上方から下方に向かって酸化剤ガスが流れ、前記第2流路部分は下方から上方に向かって酸化剤ガスが流れ、前記第3流路部分は上方から下方に向かって燃焼排ガスが流れ、前記第4流路部分は下方から上方に向かって燃焼排ガスが流れる、請求項1に記載の燃料電池装置。

【請求項4】

20

前記第1流路部分を通る間の前記酸化剤ガスの温度上昇量が、前記第2流路部分を通る間の前記酸化剤ガスの温度上昇量よりも大きい、請求項1から3のいずれか1項に記載の燃料電池装置。

【請求項5】

前記第1流路部分及び前記第4流路部分の少なくとも一方に、伝熱面積拡大部(420, 420A)が設けられている、請求項1から3のいずれか1項に記載の燃料電池装置。

【請求項6】

前記第1流路部分(401B)の流路幅は前記第2流路部分(403B)の流路幅よりも狭くなるように構成されている、請求項1から3のいずれか1項に記載の燃料電池装置。

30

【請求項7】

前記第4流路部分(412B)の流路幅は前記第3流路部分(411B)の流路幅よりも狭くなるように構成されている、請求項6に記載の燃料電池装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料ガス及び酸化剤ガスによって発電する燃料電池装置に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池装置は、燃料ガス及び酸化剤ガスが持つ化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する発電装置である。その発電効率は非常に高く、また排出されるガスも比較的クリーンであることから、次世代の発電装置として注目されている。燃料電池装置では、高負荷運転時には冷却ガスを導入してセルスタックの温度を下げる事が行われる一方で、冷却ガスの導入に伴う課題を解決する手段が提案されている(下記特許文献1参照)。

40

【0003】

このような冷却ガスの導入によってセルスタックの過度な高温化は避けられるものの、セルスタック内における温度分布の差が顕著になり、様々な不具合が発生する可能性がある。そこで、下記特許文献1に記載の燃料電池装置では、燃料ガス及び酸化剤ガスのいずれかを導入する隔壁部に微細な凹凸を設け、燃料ガス及び酸化剤ガスの熱交換効率を高めることを提案している。

50

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】****【特許文献1】特開2010-27215号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

上記特許文献1では、平板型の単セルを積層したセルスタックにおいて、それら単セルの正面に沿った方向の温度分布を極力均一にすることに着目している。しかしながら、このような水平方向の温度分布対策のみでは、セルスタックにおける単セルの積層数が多くなりその積層方向の厚みが増した場合に顕著になる積層方向の温度分布対策が十分になされない。更に、隔壁部の流路によって、セルスタックの流路も決められてしまうことから、セスルタックの流路形状が限定されてしまうことが課題として挙げられる。10

【0006】

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、平板型の単セルを積層したセルスタックを有する燃料電池装置において、セルスタック内の流路によらず、積層方向の温度分布差を抑制できる燃料電池装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

上記課題を解決するために本発明に係る燃料電池装置は、燃料ガス及び酸化剤ガスによって発電する燃料電池装置であって、原料ガスを改質して燃料ガスを生成する改質器(302)と、酸化剤ガスを通し加熱するための加熱流路(40, 40B, 40D, 40E, 40E2)と、燃料ガスと加熱流路によって加熱された酸化剤ガスとの供給を受けて発電するセルスタック(CS)と、セルスタックから排出された燃料ガスを燃焼させた燃焼排ガスを通すための排出流路(41, 41B, 41D, 41E)と、を備える。加熱流路の一端側に設けられた流入口(401a, 401Ba, 401Da, 40Ea)から流入した酸化剤ガスは、セルスタック及び排出流路から受熱して加熱流路の他端側に設けられた流出口(403b, 403Bb, 403Db, 40Eb)から流出する。この燃料電池装置には、他端側における酸化剤ガスの熱を一端側における酸化剤ガスに戻す熱戻し部(50, 50B, 50D, 50E, 50E1, 50E2)が設けられている。前記熱戻し部(50, 50B, 50D)は、少なくとも前記加熱流路が折り返され、前記一端側と前記他端側とが近接配置されることによって構成されている。前記加熱流路は、第1流路部分(401, 401B, 401D)と、前記第1流路部分に繋がり前記第1流路部分に対し反対方向に向かう第2流路部分(403, 403B, 403D)とを有している。前記排出流路は、第3流路部分(411, 411B, 411D)と、前記第3流路部分に繋がり前記第3流路部分に対し反対方向に向かう第4流路部分(412, 412B, 412D)とを有している。前記第2流路部分は前記セルスタックを囲むように配置されることで前記セルスタックからの輻射熱を受けるように構成され、前記第2流路部分の外側には順に、前記第3流路部分、前記第4流路部分、前記第1流路部分が配置されることで、前記第1流路部分は前記第4流路部分から受熱し、前記第2流路部分は前記第3流路部分から受熱するように構成されている。30

【0008】

本発明に係る燃料電池装置には熱戻し部が設けられているので、加熱流路の他端側における酸化剤ガスの熱を、加熱流路の一端側における酸化剤ガスに戻すことができる。流入口から加熱流路に流入する酸化剤ガスは、加熱流路内を流れることによって温度が上昇していくものなので、上記したような熱の還流を行うと、加熱流路内の酸化剤ガス温度が均一化される方向に調整される。積層方向においてセルスタックからの輻射熱量を均一化するためには、積層方向各部においてセルスタック温度と加熱流路壁温度との温度差を少なくすることが望ましい。本発明では、加熱流路内の酸化剤ガス温度が均一化される方向に調整されるので、セルスタック温度と加熱流路壁温度との温度差を少なくすることができます40

る。

【0009】

また本発明に係る燃料電池装置においては、熱戻し部(50, 50B, 50D)は、少なくとも加熱流路が折り返され、一端側と他端側とが近接配置されることによって構成されることも好ましい。

【0010】

この好ましい態様においては、加熱流路を折り返すことで熱戻し部を形成しているので、別途部材を追加すること無く加熱流路を折り返すという簡便な構成で、セルスタック積層方向における温度分布差を抑制することができる。

【0011】

また本発明に係る燃料電池装置においては、加熱流路は、下方から上方へ向かう第1流路部分(401, 401B, 401D)と、第1流路部分に繋がり上方から下方へ向かう第2流路部分(403, 403B, 403D)とを有する。排出流路は、下方から上方へ向かう第3流路部分(411, 411B, 411D)と、第3流路部分に繋がり上方から下方へ向かう第4流路部分(412, 412B, 412D)とを有することもできる。第2流路部分はセルスタックを囲むように配置されることでセルスタックからの輻射熱を受けるように構成されている。第2流路部分の外側には順に、第3流路部分、第4流路部分、第1流路部分が配置されることで、第1流路部分は第4流路部分から受熱し、第2流路部分は第3流路部分から受熱するように構成されている。

【0012】

この好ましい態様では、セルスタックを囲むように、第2流路部分、第3流路部分、第4流路部分、第1流路部分が順に配置されており、その内部を流れる酸化剤ガスの温度が十分に上昇するように構成された第1流路部分が最も外側に配置される。そのため、第1流路部分が断熱材の役割を果たすことができ、別途設ける断熱材の量を低減することができると共に、積層方向の温度分布差も抑制することができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、平板型の単セルを積層したセルスタックを有する燃料電池装置において、セルスタック内の流路によらず、積層方向の温度分布差を抑制できる燃料電池装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、本発明の第1実施形態に係る燃料電池装置の内部構造を示す模式図である。

【図2】図2は、図1に示される燃料電池装置におけるガス及び水の流れを説明するためのブロック図である。

【図3】図3は、図1に示される伝熱面積拡大部を説明するための部分断面図である。

【図4】図4は、図3に示される伝熱面積拡大部の変形例を説明するための部分断面図である。

【図5】図5は、本発明の第1実施形態に係る燃料電池装置における熱戻し部の構成を説明するための図である。

【図6】図6は、本発明の第2実施形態に係る燃料電池装置の内部構造を示す模式図である。

【図7】図7は、本発明の第2実施形態に係る燃料電池装置における熱戻し部の構成を説明するための図である。

【図8】図8は、本発明の第3実施形態に係る燃料電池装置における熱戻し部の構成を説明するための図である。

【図9】図9は、本発明の第4実施形態に係る燃料電池装置における熱戻し部の構成を説明するための図である。

【図10】図10は、本発明の第4実施形態に係る燃料電池装置における熱戻し部の具体

10

20

30

40

50

例を説明するための図である。

【図11】図11は、本発明の第4実施形態に係る燃料電池装置における熱戻し部の具体例を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施の形態について説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の符号を付して、重複する説明は省略する。

【0016】

図1及び図2を参照しながら本発明の第1実施形態に係る燃料電池装置FCについて説明する。図1に示されるように、燃料電池装置FCは、セルスタックCSと、ケーシング10と、燃焼器20と、改質ユニット30とを備えている。

10

【0017】

セルスタックCSは、複数の単セルの集合体である。各単セルは、固体酸化物形の燃料電池(Solid Oxide Fuel Cell: SOFC)であって、平板状の固体電解質の一方側の面に燃料極(アノード)が形成され、他方側の面に空気極(カソード)が形成された構成となっている。これら燃料極及び空気極は、いずれも導電性のセラミックスで形成された多孔質体である。

【0018】

セルスタックCSでは、全ての単セルが上下方向に積層されており、これらが電気的に直列接続された状態となっている。セルスタックCSは、スタックアダプタADを介してベースプレートBPの上面側に立設されている。

20

【0019】

スタックアダプタADは、内部に複数のガス流路が形成された板状の部材である。セルスタックCSに対する燃料ガスの供給は、スタックアダプタADを介して行われる。また、セルスタックCSからのガスの排出(発電に供しなかった残余の燃料ガス及び空気の排出)も、スタックアダプタADを介して行われる。ベースプレートBPは、ケーシング10の内部に水平に配置された円形の金属板である。ベースプレートBPにより、ケーシング10の内部空間は概ね上下2室に分けられている。

【0020】

30

ケーシング10は、セルスタックCS、燃焼器20、改質ユニット30等を内部に収容する略円柱形状の筐体である。ケーシング10は、その側面及び上面の全体を断熱材により覆われている。ケーシング10は、第1筒状体110と、第2筒状体120と、第3筒状体130と、第4筒状体140と、第5筒状体150と、第6筒状体160とを有している。第1筒状体110、第2筒状体120、第3筒状体130、第4筒状体140、第5筒状体150、及び第6筒状体160は、いずれも金属製で中心軸周りに略円筒状に形成されており、それぞれの中心軸が同軸となるように配置されている。図1は、当該中心軸に沿う平面を断面とする燃料電池装置FCの模式的な断面図である。

【0021】

第1筒状体110は、ケーシング10のうち最も内側に配置された筒状体であって、セルスタックCS及びスタックアダプタADをその内部に収容している。第1筒状体110の上端は水平な天板181によって塞がれている。また、第1筒状体110の下端はベースプレートBPの上面に当接した状態で固定されている。第1筒状体110の下端から上端までの高さは、スタックアダプタADの下端からセルスタックCSの上端までの高さよりも高くなっている。このため、天板181とセルスタックCSの上端とは離間している。第1筒状体110の下部には、貫通孔である吹出口111が複数形成されている。これら複数の吹出口111は、同じ高さにおいて等間隔に並ぶよう形成されている。吹出口111は、セルスタックCSに向けて供給される発電用の空気(酸化剤ガス)が通る孔である。

40

【0022】

50

第2筒状体120は、第1筒状体110を外側から囲むように配置された筒状体である。第2筒状体120の内側面と第1筒状体110の外側面との間には、全周に亘って一定の隙間が形成されている。第2筒状体120と第1筒状体110との間に形成された空間は、発電用の空気が加熱されながら通る空気流路403（本願発明の第2流路部分に相当する）となっている。

【0023】

第2筒状体120の内径は、ベースプレートBPの外径と略等しい。第2筒状体120の下端部近傍における内側面は、全周に亘ってベースプレートBPの側面に当接している。当該当接部分において、第2筒状体120がベースプレートBPに対して固定されている。このような構成により、ベースプレートBPよりも下方側の空間と空気流路403との間を気体が出入りすることはできなくなっている。10

【0024】

第3筒状体130は、第2筒状体120を外側から囲むように配置された筒状体である。第3筒状体130の内側面と第2筒状体120の外側面との間には、全周に亘って一定の隙間が形成されている。第3筒状体130と第2筒状体120との間に形成された空間は、燃焼器20における燃焼により生じた高温の燃焼排ガスが通る排ガス流路411（本願発明の第3流路部分に相当する）となっている。第3筒状体130の上端は、第2筒状体120の上端よりも低い位置に配置されている。第3筒状体130はベースプレートBPの下端よりも更に下方側まで延びている。20

【0025】

第4筒状体140は、第3筒状体130を外側から囲むように配置された筒状体である。第4筒状体140の内側面と第3筒状体130の外側面との間には、全周に亘って一定の隙間が形成されている。第4筒状体140と第3筒状体130との間に形成された空間は、燃焼器20における燃焼により生じた高温の燃焼排ガスが通る排ガス流路412（本願発明の第4流路部分に相当する）となっている。排ガス流路412は、より下方に位置する排ガス流路413に繋がっている。排ガス流路413は、改質ユニット30の側方まで燃焼排ガスを導く流路である。20

【0026】

第2筒状体120の上端と第4筒状体140の上端とは、その高さ方向の位置が同一となっている。両者は、水平に配置されたドーナツ状（略中央に略円形の穴が形成された状態、以下同じ）の円板である天板182により繋がれている。つまり、第2筒状体120の上端が天板182の内周端に繋れており、第4筒状体140の上端が天板182の外周端に繋れている。第3筒状体130の上端と天板182との間には隙間が形成されている。このため、排ガス流路411と排ガス流路412とは、それぞれの上端部において互いに繋がっている。30

【0027】

第3筒状体130の下端と第4筒状体140の内側面とは、水平に配置されたドーナツ状の円板である底板183により繋がれている。つまり、排ガス流路412の下端が底板183により塞がれている。40

【0028】

第4筒状体140の下部（底板183よりも僅かに上方側）には、ガス排出管191が接続されている。ガス排出管191の内部空間は排ガス流路413に通じている。ガス排出管191は、排ガス流路413を通った燃焼排ガスをケーシング10の外部に排出し、後述の排熱回収器62に供給するための配管である。

【0029】

第4筒状体140は、第3筒状体130の下端よりも更に下方側まで延びている。第4筒状体140の下端には、当該下端から外側に向かって延びる水平なフランジ部141が形成されている。フランジ部141は、燃料電池装置FCが設置される際にケーシング10の固定に利用されるフランジである。

【0030】

50

20

30

40

50

第4筒状体140の下端部近傍には、水平な円板である底板184が配置されている。底板184の外径は第4筒状体140の内径と略等しい。底板184は、その外側面全体を第4筒状体140の内側面に当接させた状態で固定されている。底板184の下方側の空間には断熱材T1が配置されている。

【0031】

第5筒状体150は、ケーシング10のうち最も外側に配置された筒状体であり、第4筒状体140の上部を外側から囲むように配置されている。第5筒状体150の内側面と第4筒状体140の外側面との間には、周囲に亘って一定の隙間が形成されている。第5筒状体150と第4筒状体140との間に形成された空間は、発電用の空気が加熱されながら通る空気流路401（本願発明の第1流路部分に相当する）となっている。

10

【0032】

第5筒状体150は、第1筒状体110、第2筒状体120、第3筒状体130、及び第4筒状体140のいずれの上端よりも更に上方側まで伸びている。第5筒状体150の上端は水平な天板185によって塞がれている。天板185と天板182との間には隙間402が形成されている。空気流路401の上端部と空気流路403の上端部とは、隙間402を介して互いに繋がっている。

【0033】

第5筒状体150の下端と第4筒状体140の外側面とは、水平に配置されたドーナツ状の円板である底板186により繋がれている。つまり、空気流路401の下端が底板186により塞がれている。

20

【0034】

第5筒状体150の下部（底板186よりも僅かに上方側）には、空気導入管192が接続されている。空気導入管192の内部空間は空気流路401に通じている。空気導入管192は、発電用の空気をケーシング10の内部に導入するための配管である。

【0035】

本実施形態では、本発明の第1流路部分に相当する空気流路401を通る間の空気の温度上昇量が、本発明の第2流路部分に相当する空気流路403を通る間の空気の温度上昇量よりも大きくなるように構成されている。具体的には、空気流路401と、本願発明の第4流路部分に相当する排ガス流路412との間に伝熱面積拡大部420が設けられている。

30

【0036】

図3を参照しながら伝熱面積拡大部420について説明する。図3に示されるように、伝熱面積拡大部420は、第4筒状体140の両側面に設けられてなるコルゲートフィンとして構成されている。第4筒状体140の外側、すなわち空気流路401側には凸部421及び凹部422を交互に有するコルゲートフィンが形成されている。第4筒状体140の内側、すなわち排ガス流路412側には凸部423及び凹部424を交互に有するコルゲートフィンが形成されている。

【0037】

このように、空気流路401と排ガス流路412との間の伝熱面積が拡大されるので、排ガス流路412を流れる燃焼排ガスの熱が効率良く第4筒状体140に伝えられ、その伝えられた熱も効率良く空気流路401を流れる空気に伝えられる。従って、空気流路401を流れる空気の温度上昇量は、空気流路403を流れる空気の温度上昇量よりも大きくなる。

40

【0038】

セルスタッカCSは、特に上部の温度が中部及び下部の温度に比較して低くなりがちであるところ、効率良く加熱された空気が空気流路401から隙間402を通って上方から空気流路403に入り込むので、セルスタッカCSの上部に対して効率的に熱を与えることができる。また、空気流路403に高温の空気が流れこむことになるので、セルスタッカCSの積層方向（空気流路403が延びる方向）の温度分布を低減することができる。本実施形態の場合は、天板181と天板185との間に隙間が設けられており、空気流路

50

401を流れて加熱された空気がその隙間にも入り込むので、セルスタックCSの上部に對してより効率的に熱を与えることができる。

【0039】

尚、図4に示されるように、第4筒状体140に直接凸部421A及び凹部422Aを設けて伝熱面積拡大部420Aとしても上述した伝熱面積拡大部420と同様の作用効果を得ることができる。更に、伝熱面積拡大部420Aは、図3に示された伝熱面積拡大部420に比較して部品点数を減らすことができるので、軽量化及び低コスト化を実現することも可能である。

【0040】

図1及び図2に戻って説明を続ける。第6筒状体160は、第3筒状体130の内側であり且つベースプレートBPの下方側となる位置に配置された筒状体である。第6筒状体160は、上方側の部分である上円筒部161と、下方側の部分である下円筒部162とを有している。上円筒部161の径は下円筒部162の径に比べて小さい。上円筒部161の下端と下円筒部162の上端とは、水平に配置されたドーナツ状の円板である中間部163で繋がれている。上円筒部161の上端はベースプレートBPの下面に当接している。下円筒部162の下端は底板184の上面に当接している。

10

【0041】

下円筒部162の径は第3筒状体130の径よりも小さい。このため、第3筒状体130と第6筒状体160との間には全周に亘って隙間が形成されている。また、当該隙間に改質ユニット30が配置されているが、改質ユニット30と第6筒状体160との間にも全周に亘って隙間が形成されている。以下の説明においては、第6筒状体160の内側に形成された空間を「内側空間601」とも称する。また、第6筒状体160の下円筒部162と、改質ユニット30の内側円筒320との間に形成された空間を、「外側空間602」とも称する。

20

【0042】

下円筒部162のうち、改質ユニット30の下端部よりも低い位置には、貫通孔である流出口165が複数形成されている。これら複数の流出口165は、同じ高さにおいて等間隔に並ぶよう形成されている。これら流出口165により、内側空間601と外側空間602とが連通されている。流出口165は、燃焼器20における燃焼により生じた高温の燃焼排ガスが通る孔である。

30

【0043】

燃焼器20は、発電に供しなかった残余の燃料ガス（以下、「残余燃料」とも称する）及び発電に供しなかった残余の空気（以下、「残余空気」とも称する）を混合して燃焼させるためのバーナーである。燃焼器20はステンレス鋼により形成されている。燃焼器20は、全体が略円柱形状に形成されており、ベースプレートBPの下面のうち中央から下方に向けて突出するように配置されている。また、上面視において、燃焼器20はケーシング10の中央となる位置（上円筒部161の中心軸に沿った位置）に配置されている。

【0044】

セルスタックCSから排出された残余燃料及び残余空気は、いずれもスタックアダプタAD内に形成された流路及びベースプレートBP内に形成された流路を通じて、燃焼器20の上端部へと供給される。その後、残余燃料及び残余空気は、燃焼器20内に形成された流路を通って燃焼器20の下端部に到達し、下端部において混合されながら下方に向けて噴出される。燃焼器20の下端部では、噴出された残余燃料及び残余空気が燃焼し、高温の燃焼排ガスが生じる。また、当該燃焼の熱により燃焼器20自体も高温となる。

40

【0045】

燃焼器20の下方側には着火器IGが配置されている。着火器IGは、燃焼器20から噴出された残余燃料及び残余空気の混合気体に着火させて、燃焼を開始させるための装置である。着火器IGは、底板184及び断熱材TIを上下に貫いており、火花放電が生じる上端部を燃焼器20の下端に近接させた状態で配置されている。着火器IGによる着火は、燃料電池装置FCの起動時において行われる。

50

【0046】

改質ユニット30の構成について説明する。改質ユニット30は、改質反応によって都市ガスから燃料ガス（水素含有ガス）を生成する改質器302と、水蒸気を発生させて改質器302に供給する蒸発器301とが一体となったものである。改質ユニット30は、その全体が略円筒形状となっており、ケーシング10の内部のうち第3筒状体130と第6筒状体160との間の空間に配置されている。改質ユニット30は、外側円筒310と、内側円筒320と、天板330と、第1底板340と、第2底板350と、第1仕切板360と、第2仕切板370とを有している。このうち、外側円筒310、内側円筒320、天板330、第1底板340、第2底板350、及び第1仕切板360のうち第1底板340よりも下方側の部分は、改質ユニット30の外形を区画している。

10

【0047】

外側円筒310は、改質ユニット30の外側面を形成する筒状体である。外側円筒310の中心軸は第3筒状体130の中心軸と一致している。外側円筒310の外径は第3筒状体130の内径に略等しい。外側円筒310は、その外側面の略全体が第3筒状体130の内側面に当接している。外側円筒310は、底板183よりも更に下方側まで延びている。

【0048】

内側円筒320は、改質ユニット30の内側面を形成する筒状体である。内側円筒320の中心軸は第3筒状体130の中心軸と一致している。内側円筒320の外径は、外側円筒310の内径よりも小さい。このため、外側円筒310と内側円筒320と間には空間が形成されている。当該空間の一部が、水が水蒸気となって流れる空間となっている。また、当該空間の他の一部が、改質反応が生じて燃料ガスが生成される空間となっている。

20

【0049】

内側円筒320の内径は、第3筒状体130の下円筒部162の外径よりも大きい。このため、既に説明したように、改質ユニット30と第6筒状体160との間には全周に亘って隙間が形成されている。内側円筒320の上端の高さは、外側円筒310の上端の高さと同一となっている。一方、内側円筒320の下端の高さは、外側円筒310の下端の高さよりも高くなっている。底板183の下端の高さと同一となっている。

【0050】

30

天板330は、水平に配置されたドーナツ状の円板である。天板330の外側面は、外側円筒310の内側面のうち上端部に繋がっている。また、天板330の内側面は、内側円筒320の外側面のうち上端部に繋がっている。このように、天板330によって外側円筒310の上端と内側円筒320の上端とが繋がれている。

【0051】

第1底板340は、水平に配置されたドーナツ状の円板である。第1底板340は底板183と同一の高さとなる位置に配置されている。第1底板340の外側面は、後述の第1仕切板360の内側面に繋がっている。また、第1底板340の内側面は、内側円筒320の内側面のうち下端部に繋がっている。

【0052】

40

第2底板350は、水平に配置されたドーナツ状の円板である。第2底板350の外側面は、外側円筒310の内側面のうち下端部に繋がっている。また、第2底板350の内側面は、後述の第1仕切板360の外側面のうち下端部に繋がっている。このため、第2底板350は第1底板340よりも低い位置に配置されている。

【0053】

第1仕切板360は、その一部が改質ユニット30の内部に配置された筒状体である。第1仕切板360の中心軸は、外側円筒310の中心軸及び内側円筒320の中心軸と一致している。第1仕切板360の外径は、外側円筒310の内径よりも小さい。このため、外側円筒310と第1仕切板360と間には、全周に亘って一定の隙間が形成されている。

50

【0054】

第1仕切板360の上端の高さは、外側円筒310の上端の高さよりも低くなっている。このため、第1仕切板360の上端と天板330の下面との間には隙間が空いている。第1仕切板360の下端の高さは、外側円筒310の下端の高さと同一となっている。既に述べたように、第1仕切板360の下端部には外側から第2底板350が繋がっている。また、第1仕切板360には内側から第1底板340が繋がっている。

【0055】

第2仕切板370は、その全体が改質ユニット30の内部に配置された筒状体である。第2仕切板370の中心軸は、外側円筒310の中心軸及び内側円筒320の中心軸と一致している。第2仕切板370の外径は、第1仕切板360の内径よりも小さい。このため、第2仕切板370と第1仕切板360と間には、全周に亘って一定の隙間が形成されている。また、第2仕切板370の内径は、内側円筒320の外径よりも大きい。このため、第2仕切板370と内側円筒320と間にも、全周に亘って一定の隙間が形成されている。

10

【0056】

第2仕切板370は、その上端を天板330の底面に当接させた状態で、天板330に対して固定されている。第2仕切板370の下端の高さは、内側円筒320の下端の高さよりも高くなっている。このため、第2仕切板370の下端と第1底板340の上面との間には隙間が空いている。

【0057】

20

以上のような構成により、改質ユニット30の内部には、外側円筒310と第1仕切板360と間に形成された空間である第1空間381と、第1仕切板360と第2仕切板370と間に形成された空間である第2空間382と、第2仕切板370と内側円筒320と間に形成された空間である第3空間383とが形成されている。第1仕切板360の上方において第1空間381と第2空間382とが繋がっており、第2仕切板370の下方において第2空間382と第3空間383とが繋がっている。

【0058】

第2底板350には、水供給配管391の一端が下方から接続されている。水供給配管391は、第1空間381に水を供給するための配管である。水供給配管391の他端は、ケーシング10の外部に配置された水供給ポンプ（不図示）に接続されている。

30

【0059】

水供給配管391から第1空間381内に供給された水は、排ガス流路412を通る高温の燃焼排ガスによって加熱されて水蒸気となる。水蒸気は、第1空間381、第2空間382を順に通って、第3空間383の入口に到達する。このように、改質ユニット30のうち、第1空間381、第2空間382、及びこれらを区画する壁面は、外部から水の供給を受けて水蒸気を発生させる部分、すなわち蒸発器301に該当する部分となっている。

【0060】

第1空間381には支持板352が配置されている。支持板352は、第1空間381を上下に仕切るように水平に配置されたドーナツ状の板である。支持板352は、第1底板340と同一の高さとなる位置において、外側円筒310及び第1仕切板360に対して固定されている。支持板352には複数の貫通孔が形成されており、支持板352を水が通過し得るようになっている。第1空間381のうち支持板352よりも上方側には、外側円筒310から水への伝熱を促進するための伝熱促進部材CBが充填されている。伝熱促進部材CBは複数のアルミナの球体（セラミックボール）である。

40

【0061】

第1底板340には、都市ガス供給配管392の一端が下方から接続されている。都市ガス供給配管392は、第3空間383の入口部分に都市ガスを供給するための配管である。都市ガス供給配管392の他端は脱硫器61（図2参照）に接続されている。

【0062】

50

第3空間383には改質触媒RCが充填されている。改質触媒RCは、アルミナの球体表面にニッケル等の触媒金属を担持させたものである。第3空間383のうち、第2仕切板370の下端より僅かに高い位置には、水平に配置された金属網(不図示)が固定されており、当該金属網によって改質触媒RCが下方から支えられている。

【0063】

都市ガス供給配管392から改質ユニット30の内部に供給された都市ガスは、第3空間383の入口部分において水蒸気と混合された後、第3空間383を上方に向かって流れる。この時、都市ガスと水蒸気が改質触媒RCに触れることによって水蒸気改質反応が生じ、燃料ガス(水素含有ガス)が生成される。このように、改質ユニット30のうち、第3空間383及びこれを区画する壁面は、蒸発器301からの水蒸気の供給、及び外部から都市ガスの供給を受けて水蒸気改質反応が生じる部分、すなわち改質器302に該当する部分となっている。改質触媒RCは、第3空間383の周方向全体に亘って充填されている。このため、蒸発器301から供給された水蒸気が、改質触媒RCに触れることなく第3空間383を通過してしまうことはない。

【0064】

内側円筒320のうち上端部の近傍には、燃料ガス供給配管393の一端が接続されている。燃料ガス供給配管393は、改質ユニット30(改質器302)において生成された燃料ガスをセルスタックCSへ供給するための配管である。燃料ガス供給配管393の他端はベースプレートBPの下面に接続されている。燃料ガスは、第3空間383の上部から燃料ガス供給配管393を通ってベースプレートBPに到達する。その後、ベースプレートBP内に形成された流路及びスタックアダプタAD内に形成された流路を通って、セルスタックCSに供給される。

【0065】

改質ユニット30は、耐熱性の材質からなる円筒型のシールブロックSBにより下方から支持されている。シールブロックSBは、その上端が改質ユニット30の下面(第1底板340)に当接しており、その下端が底板184の上面に当接している。シールブロックSBの内径は改質ユニット30の内径に等しい。また、シールブロックSBの径方向の寸法(厚さ)は、改質ユニット30の径方向の寸法(厚さ)よりも小さくなっている。このため、図1に示されるように、シールブロックSBの外側(改質ユニット30の下方側)には空間SPが形成されている。

【0066】

第6筒状体160の外側の空間と空間SPとは、改質ユニット30及びシールブロックSBによって分離されており、両者の間をガスが通過することができなくなっている。高温の燃焼排ガスが空間SP内に流入しないため、空間SP内の気温は比較的低温に保たれている。

【0067】

続いて、図2を主に参照しながら、燃料電池装置FCの動作中におけるガス(空気、都市ガス、燃料ガス、及び燃焼排ガス)の流れについて説明する。

【0068】

まず、セルスタックCSに供給される発電用の空気(酸化剤ガス)の流れについて説明する。空気は、ケーシング10の外部に配置されたプロア(不図示)から、空気導入管192を通じてケーシング10の内部に供給される。

【0069】

空気導入管192を通じて供給された空気は、空気流路401を上方に向かって流れる。その後、隙間402を経由して空気流路403に流入し、空気流路403を下方に向かって流れる。

【0070】

空気流路401と空気流路403との間には、排ガス流路411及び排ガス流路412が形成されている。これら排ガス流路411及び排ガス流路412の内部では、高温の燃焼排ガスが通っている。このため、ケーシング10内に導入された空気は、空気流路40

10

20

30

40

50

1 及び空気流路 403 を通る間に燃焼排ガスによって加熱され、その温度を上昇させる。つまり、空気と燃焼排ガスとの間で熱交換が行われる。

【0071】

また、発電中においてセルスタックCSは高温となっており、セルスタックCSからの輻射熱によって第1筒状体110も高温となっている。このため、空気は、空気流路403を通る際に第1筒状体110に触れることにより更に加熱される。

【0072】

このように、空気流路401及び空気流路403は、燃焼排ガスの熱及びセルスタックCSからの輻射熱によって空気が加熱されながら流れる流路となっている。このため、以下の説明においては、空気流路401と空気流路403とをまとめて「空気加熱流路40」とも表記する。同様に、排ガス流路411と排ガス流路412とをまとめて「ガス排出流路41」とも表記する。空気加熱流路40は、セルスタックCSを側方から取り囲むように配置されている。空気加熱流路40は、燃焼器20における燃焼により生じガス排出流路41を流れる燃焼排ガスと、セルスタックCSに供給される空気と、の間で熱交換を行う予熱器に該当するものということができる。

【0073】

空気流路403の下部まで到達した空気は、第1筒状体110に形成された吹出口111からセルスタックCSに向けて噴出される。その後、空気はそれぞれの単セルの空気極に到達し、発電に供される。

【0074】

セルスタックCSに供給される燃料ガスの流れ、及び燃料ガスの原料である都市ガスの流れについて説明する。都市ガスは、ケーシング10の外部から都市ガス供給配管392を通じて改質ユニット30内に供給される。都市ガスの供給源と都市ガス供給配管392との間には脱硫器61が配置されている。脱硫器61は、都市ガスに含まれる硫黄成分を除去するための装置である。都市ガスは、単セルの性能に悪影響を及ぼす硫黄成分が脱硫器61によって除去された後、改質ユニット30内に供給される。

【0075】

都市ガス供給配管392から改質ユニット30の内部に供給された都市ガスは、第3空間383の入口部分において水蒸気と混合される。その後、改質触媒RCが充填された第3空間383を上方に向かって流れる。

【0076】

第6筒状体160の下円筒部162と、改質ユニット30の内側円筒320との間に形成された空間には、高温の燃焼排ガスが通っている。このため、都市ガス及び水蒸気は、第3空間383を通る間に燃焼排ガスによって加熱され、その温度を上昇させる。つまり、都市ガス及び水蒸気と燃焼排ガスとの間で熱交換が行われる。また、第3空間383に充填されている改質触媒RCも、内側円筒320を通じた伝熱によって高温となっている。

【0077】

燃焼器20を取り囲む第6筒状体160は、燃焼排ガスによって加熱されていることに加え、燃焼器20からの輻射熱によつても加熱されているため、非常に高温となっている。その結果、改質ユニット30の内側円筒320には、高温となった第6筒状体160からの輻射熱（燃焼器20から第6筒状体160を経由して到達した輻射熱ともいえる）が到達している。つまり、内側円筒320を含む改質器302は、燃焼排ガスによって加熱されるだけではなく、燃焼器20からの輻射熱によつても加熱されている。

【0078】

このような状態において、都市ガスと水蒸気の混合ガスが改質触媒RCに触れると、第3空間383（改質器302）では水蒸気改質反応が生じる。その結果、上記混合ガスから燃料ガスが生成される。尚、水蒸気改質反応は吸熱反応であるため、反応を安定して維持させるためには熱の供給が必要となる。本実施形態においては、内側円筒320を通じて加えられる燃焼排ガスからの熱、及び燃焼器20からの輻射熱の両方が、水蒸気改質反

10

20

30

40

50

応を維持するための熱として用いられる。

【0079】

改質器302において生成された燃料ガスは、燃料ガス供給配管393及びスタッカラダプタA D内の流路を通ってセルスタックC Sに供給される。燃料ガスは、それぞれの単セルの燃料極に到達し、発電に供される。

【0080】

燃焼排ガスの流れについて説明する。既に説明したように、セルスタックC Sから排出された残余燃料及び残余空気は燃焼器20に供給され、燃焼器20の下端部において燃焼する。当該燃焼の結果、第6筒状体160の内部（内側空間601）では高温の燃焼排ガスが生じる。燃焼排ガスは、流出口165を通して第6筒状体160の外側（外側空間602）へ流出する。10

【0081】

その後、燃焼排ガスは、内側円筒320に沿って外側空間602を上方に向かって流れれる。このとき、既に述べたように、燃焼排ガスの熱は内側円筒320を通じて第3空間383に伝達され、水蒸気改質反応を維持するための熱の一部として用いられる。

【0082】

外側空間602を通過した燃焼排ガスは、空気流路403を流れる空気との間で熱交換しながら、排ガス流路411を上方に向かって流れれる。続いて、空気流路401を流れる空気との間で熱交換しながら、排ガス流路412を下方に向かって流れ排ガス流路413に流入する。20

【0083】

改質ユニット30の外側円筒310は、支持板352よりも上方側の部分において第3筒状体130の内側面に当接している。このため、排ガス流路413を通る燃焼排ガスによって外側円筒310は高温となっている。

【0084】

水供給配管391から第1空間381内に供給された水は、外側円筒310からの伝熱（燃焼排ガスの熱）により加熱されて水蒸気となる。つまり、水と燃焼排ガスとの間で熱交換が行われ、これにより第1空間381内で水蒸気が生成される。

【0085】

排ガス流路412を通り排ガス流路413の下端部まで到達した燃焼排ガスは、ガス排出管191を通って排熱回収器62に供給される。排熱回収器62は、燃焼排ガスと水と熱交換させることにより湯を生成するものである。このように、燃料電池装置F Cは発電を行うことに加えて湯を生成することも可能となっており、高い効率でエネルギーを利用するコジェネレーションシステムとなっている。30

【0086】

続いて、水及び水蒸気の流れについて説明する。改質ユニット30（蒸発器301）には、ケーシング10の外部に配置された水供給ポンプ（不図示）から水供給配管391を通じて水が供給される。水供給配管391は第2底板350に対して下方から接続されている。このため、供給された水は、まず第1空間381の下部に形成された空間に溜まることとなる。具体的には、第1空間381のうち支持板352よりも下方側の空間である貯水部W Sに溜まることとなる。40

【0087】

貯水部W Sは、外側円筒310のうち底板183よりも下方側の部分（以下、当該部分を「区画壁311」とも表記する）と、第2底板350と、第1仕切板360のうち第1底板340よりも下方側の部分（以下、当該部分を「区画壁361」とも表記する）とによって区画された空間となっている。

【0088】

貯水部W Sを区画する区画壁311、第2底板350、及び区画壁361は、改質ユニット30の底面の一部を下方に向けて延ばしたような形状となっている。これらは、いずれも空間S P内に配置されている。つまり、高温の燃焼排ガスが到達せず、比較的低温と50

なっている空間内に配置されている。

【0089】

また、排ガス流路412を通る燃焼排ガスによって外側円筒310は加熱されるのであるが、区画壁311は底板183よりも下方側に配置されているため、燃焼排ガスによって直接は加熱されない。このため、貯水部WS内において水が沸騰することではなく、貯水部WS内は全体が水（液体）で満たされている。

【0090】

水供給ポンプから水が供給されることにより、第1空間381内の水面の高さは、支持板352の上面よりも僅かに高い位置に維持される。このため、支持板352の上方側に充填された伝熱促進部材CB（アルミナの球体）は、一部が水没した状態となっている。

10

【0091】

第1空間381内においては、燃焼排ガスによって高温となった外側円筒310からの伝熱により、伝熱促進部材CBも高温となっている。支持板352よりも上方側に存在する水は、高温の伝熱促進部材CBに触れることにより沸騰し、水蒸気となる。

【0092】

このように、第1空間381内において水は水蒸気となり、上方側に向かって流れる。その後、水蒸気は第2空間382を下方に向かって流れ、第3空間383（改質器302）に供給される。

【0093】

上述した第1実施形態では、空気加熱流路40を折り返すことで熱戻し部を構成している。図5を参照しながら説明する。空気加熱流路40は、空気流路401と、空気流路403とを有している。空気流路401の下端（一端側）には流入口401aが設けられている。空気流路401の上端は空気流路403の上端に繋がっている。空気流路403の下端（他端側）には流出口403bが設けられている。

20

【0094】

流入口401aから流入した空気は、空気流路401から空気流路403に流れる間にガス排出流路41及びセルスタックCSから受熱し、その温度が上昇する。空気流路401, 403を流れた空気は流出口403b近傍で最も温度が高くなる。流出口403bと流入口401aとが近接配置されているので、流出口403b近傍における高温の空気から流入口401a近傍における低温の空気へ熱移動HFが発生する。従って、空気加熱流路40の他端側における空気の熱を、一端側における空気に戻す熱戻し部50が形成されている。

30

【0095】

上述した第1実施形態では、伝熱面積拡大部420を設けることで、空気流路401を通る間の空気の温度上昇量が、空気流路403を通る間の空気の温度上昇量よりも大きくなるように構成している。空気流路401を通る間の空気の温度上昇量を、空気流路403を通る間の空気の温度上昇量よりも大きくする手段はこれに限られるものではなく、統いて説明する第2実施形態のような態様を取りうるものである。

【0096】

図5は、本発明の第2実施形態に係る燃料電池装置FCBを示す図である。燃料電池装置FCBでは、空気流路401B及び空気流路403Bを有する空気加熱流路40B、並びに排ガス流路411B及び排ガス流路412Bを含むガス排出流路41Bの態様のみが燃料電池装置FCと異なっている。

40

【0097】

空気流路401Bの流路幅は空気流路403Bの流路幅よりも狭くなるように構成されている。従って、空気流路403Bを流れる間よりも空気流路401Bを流れる間にガス排出流路41からより多くの熱を受け取ることになる。そのため、空気流路401Bを流れる空気の温度上昇量は、空気流路403Bを流れる空気の温度上昇量よりも大きくなる。

【0098】

50

更に本実施形態では、排ガス流路 411B の流路幅よりも排ガス流路 412B の流路幅が狭くなるように構成されている。このように構成することで、排ガス流路 412B と空気流路 401Bとの間の熱交換が促進され、空気流路 401B を流れる空気の温度上昇量は、空気流路 403B を流れる空気の温度上昇量よりも大きくなる。

【0099】

セルスタック CS は、特に上部の温度が中部及び下部の温度に比較して低くなりがちであるところ、効率良く加熱された空気が空気流路 401B から隙間 402 を通って上方から空気流路 403B に入り込むので、セルスタック CS の上部に対して効率的に熱を与えることができる。本実施形態の場合は、天板 181 と天板 185 との間に隙間が設けられており、空気流路 401B を流れて加熱された空気がその隙間にも入り込むので、セルスタック CS の上部に対して効率的に熱を与えることができる。10

【0100】

上述した第 2 実施形態では、空気加熱流路 40B を折り返すことで熱戻し部を構成している。図 7 を参照しながら説明する。空気加熱流路 40B は、空気流路 401B と、空気流路 403B とを有している。空気流路 401B の下端（一端側）には流入口 401Ba が設けられている。空気流路 401B の上端は空気流路 403B の上端に繋がっている。空気流路 403B の下端（他端側）には流出口 403Bb が設けられている。

【0101】

流入口 401Ba から流入した空気は空気流路 401B から空気流路 403B に流れる間に、ガス排出流路 41B 及びセルスタック CS から受熱し、その温度が上昇する。空気流路 401B, 403B を流れた空気は流出口 403Bb 近傍で最も温度が高くなる。流出口 403Bb と流入口 401Ba とが近接配置されているので、流出口 403Bb 近傍における高温の空気から流入口 401Ba 近傍における低温の空気へ熱移動 HF が発生する。従って、空気加熱流路 40B の他端側における空気の熱を一端側における空気に戻す熱戻し部 50B が形成されている。20

【0102】

空気加熱流路 40, 40B の他端側近傍における高温の空気から一端側近傍における低温の空気への熱移動 HF に着目した場合、第 1 実施形態における伝熱面積拡大部 420 や、第 2 実施形態における流路幅の工夫は必ずしも必須のものではない。図 8 に、第 3 実施形態に係る流路構成を示す。30

【0103】

図 8 に示される燃料電池装置 FCD では、空気加熱流路 40D は、空気流路 401D 及び空気流路 403D によって構成されている。ガス排出流路 41D は、排ガス流路 411D 及び排ガス流路 412D によって構成されている。空気流路 401D と空気流路 403D とは同じ幅の流路である。排ガス流路 411D と排ガス流路 412D とは同じ幅の流路である。

【0104】

空気流路 401D の下端（一端側）には流入口 401Da が設けられている。空気流路 401D の上端は空気流路 403D の上端に繋がっている。空気流路 403D の下端（他端側）には流出口 403Db が設けられている。40

【0105】

流入口 401Da から流入した空気は空気流路 401D から空気流路 403D に流れる間に、ガス排出流路 41D 及びセルスタック CS から受熱し、その温度が上昇する。空気流路 401D, 403D を流れた空気は流出口 403Db 近傍で最も温度が高くなる。流出口 403Db と流入口 401Da とが近接配置されているので、流出口 403Db 近傍における高温の空気から流入口 401Da 近傍における低温の空気へ熱移動 HF が発生する。従って、空気加熱流路 40D の他端側における空気の熱を一端側における空気に戻す熱戻し部 50D が形成されている。

【0106】

空気加熱流路 40, 40B, 40D の他端側近傍における高温の空気から一端側近傍に50

おける低温の空気への熱移動HFに着目した場合、第1実施形態から第3実施形態における空気加熱流路40, 40B, 40Dの折り返し構造以外にも熱移動HFを実現する手段を提供することができる。図9に、第4実施形態に係る流路構成を示す。

【0107】

図9に示される燃料電池装置FCEでは、空気加熱流路40Eもガス排出流路41Eも折り返し構造を有しておらず、共に真っ直ぐな管路として構成されている。空気加熱流路40Eの上端(一端側)には流入口40Eaが設けられている。空気加熱流路40Eの下端(他端側)には出口40Ebが設けられている。流入口40Eaから流入した空気は、空気加熱流路40Eを流れる間に、ガス排出流路41D及びセルスタックCSから受熱し、その温度が上昇する。空気加熱流路40Eを流れた空気は出口40Eb近傍で最も温度が高くなる。第4実施形態では、空気加熱流路40Eの他端側における空気の熱を空気加熱流路40Eの一端側における空気に戻す熱戻し部50Eを設けている。従って、出口40Eb近傍における高温の空気から流入口40Ea近傍における低温の空気へ熱移動HFが発生する。

【0108】

図10に、熱戻し部50Eの具体的な一例を示す。図10に示される熱戻し部50E1は、ポンプ50E1aと、熱戻し管50E1bと、を有する。熱戻し管50E1bは、空気加熱流路40Eの上端側(一端側)と下端側(他端側)とを繋いでいる。ポンプ50E1aは、熱戻し管50E1bの途上に設けられている。ポンプ50E1aを駆動すると、空気加熱流路40Eの下端側(他端側)における高温の空気を上端側(一端側)に送り込むことができる。従って、出口40Eb近傍における高温の空気から流入口40Ea近傍における低温の空気へ熱移動HFが発生する。

【0109】

図11に、熱戻し部50Eの具体的な一例を示す。図11に示される熱戻し部50E2は、ヒートパイプで構成されている。熱戻し部50E2の内部には作動液が封入されている。熱戻し部50E2は、空気加熱流路40Eの上端側(一端側)から下端側(他端側)に渡って設けられている。熱戻し部50E2の下端側(他端側)は高温空気によって温度が上昇する。熱戻し部50E2の下端側(他端側)の温度が上昇すると、内部に封入された作動液の温度も上昇し、上端側(一端側)に対流する。ヒートパイプによって熱戻し部50E2を構成すると、動力源を用いることなく空気加熱流路40Eの下端側(他端側)における熱を上端側(一端側)に移動させることができる。

【0110】

以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明はこれらの具体例に限定されるものではない。すなわち、これら具体例に、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。例えば、前述した各具体例が備える各要素およびその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、前述した各実施の形態が備える各要素は、技術的に可能な限りにおいて組み合わせることができ、これらを組み合わせたものも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に包含される。

【符号の説明】

【0111】

CS : セルスタック

302 : 改質器

40, 40B : 空気加熱流路(加熱流路)

401, 401B : 空気流路(第1流路部分)

403, 403B : 空気流路(第2流路部分)

41, 41B : ガス排出流路(排出流路)

411, 411B : 排ガス流路(第3流路部分)

412, 412B : 排ガス流路(第4流路部分)

420 : 伝熱面積拡大部

10

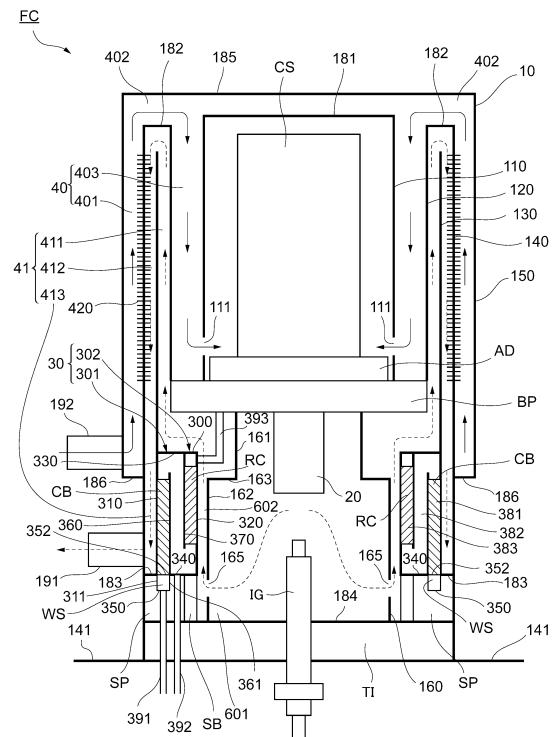
20

30

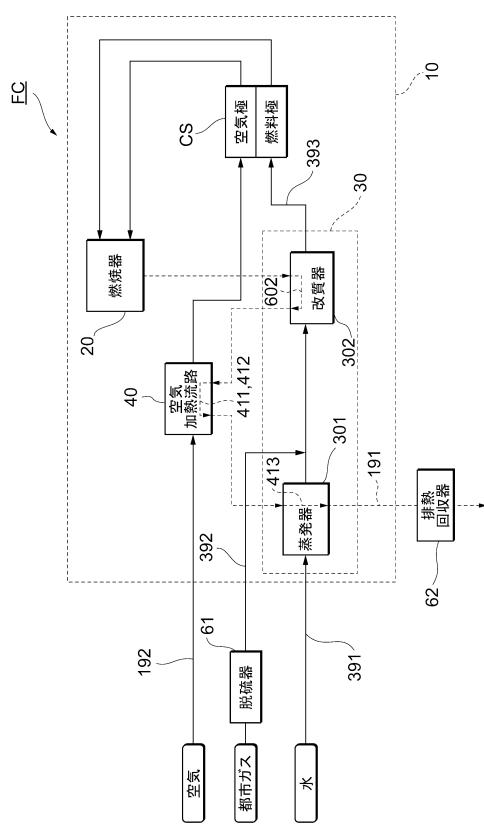
40

50

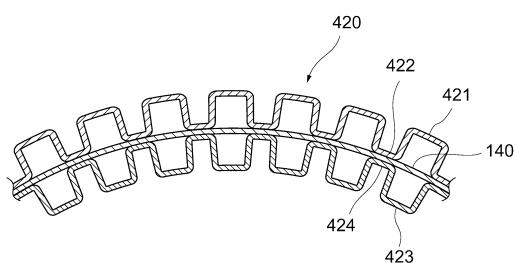
【 図 1 】



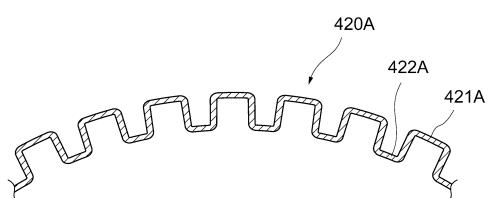
【 四 2 】



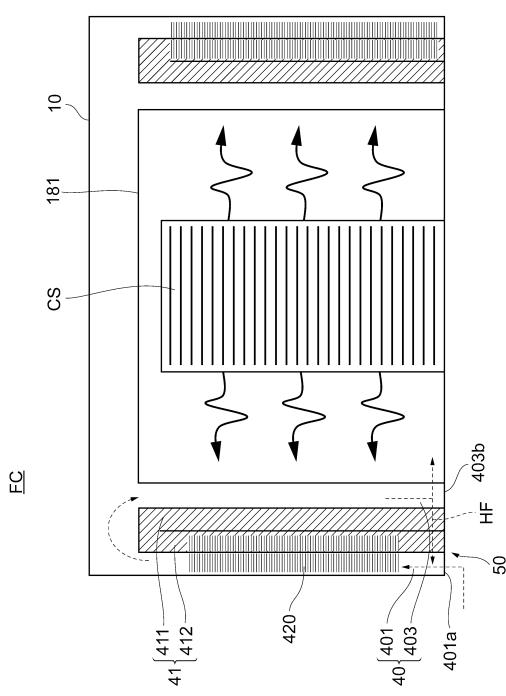
【 図 3 】



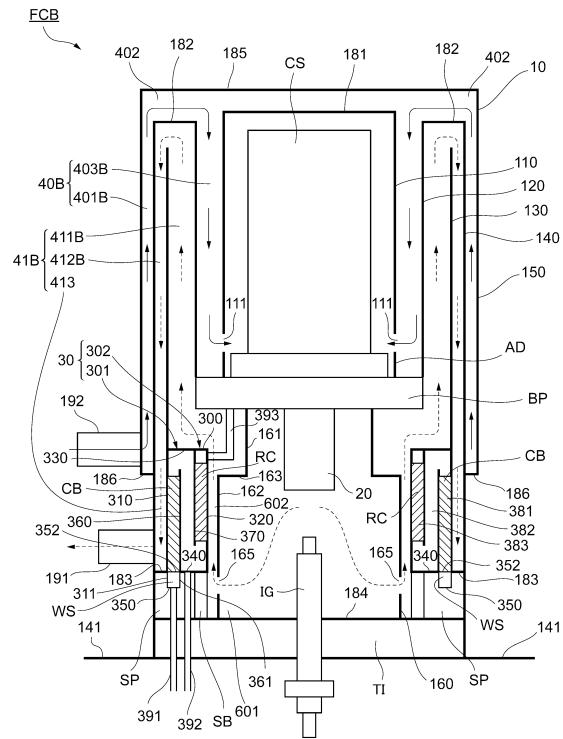
【図4】



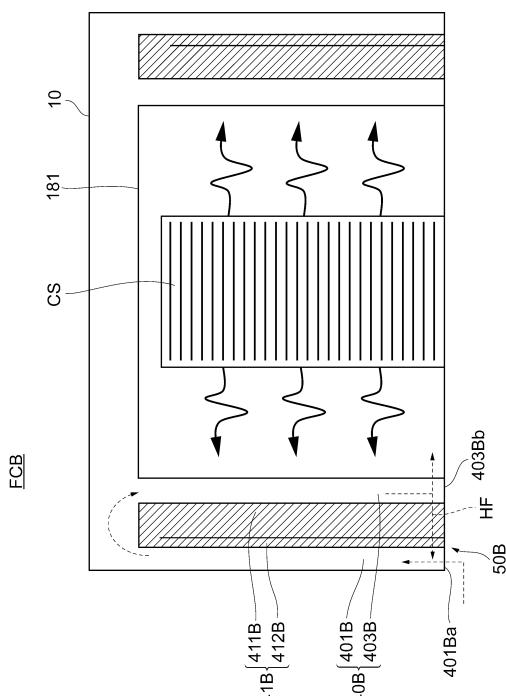
【図5】



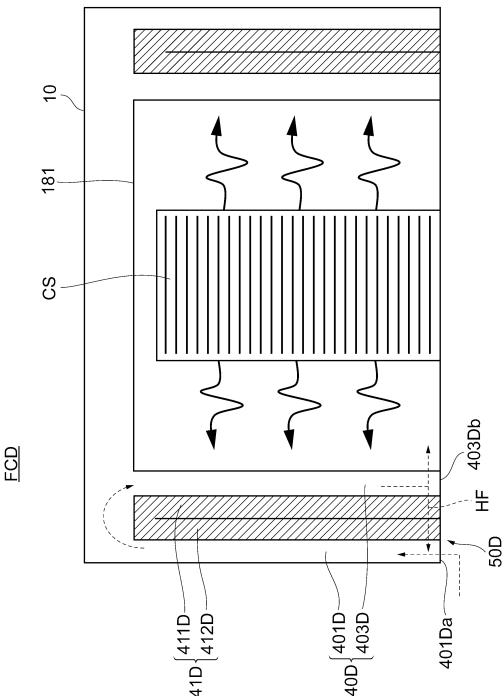
【図6】



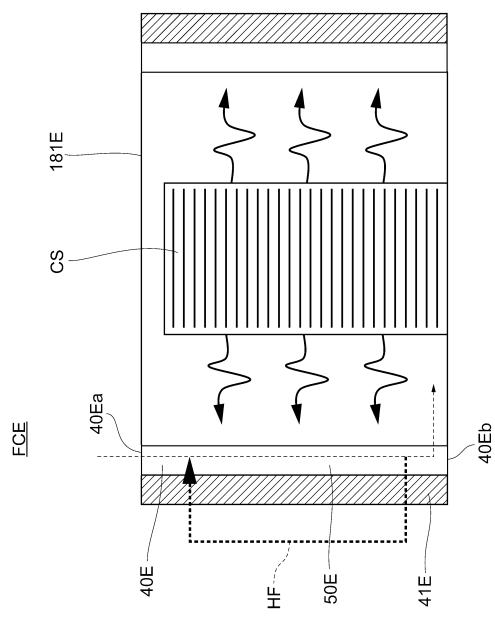
【図7】



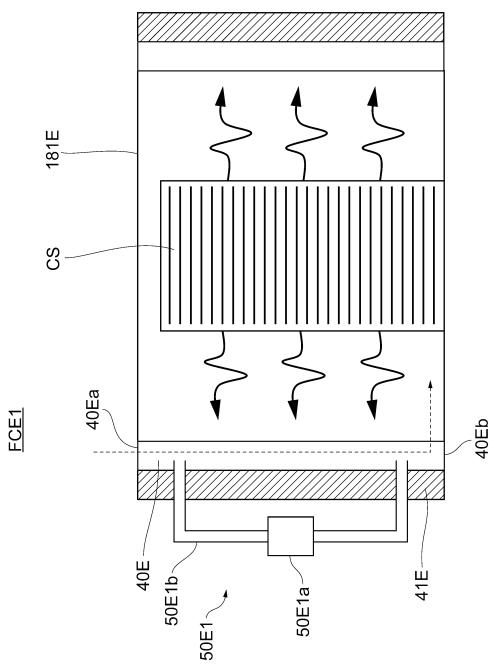
【図8】



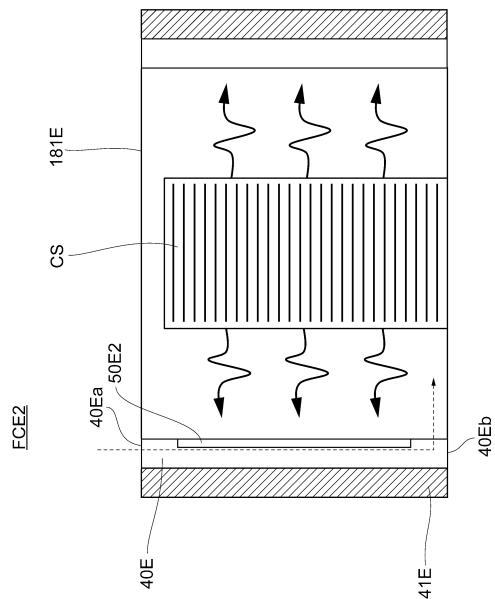
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 01M 8/04
H 01M 8/24

Z

(72)発明者 杉原 真一

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 久保田 創

(56)参考文献 国際公開第2009/119616 (WO, A1)

特開2014-086180 (JP, A)

特開2007-287424 (JP, A)

特開2013-114853 (JP, A)

米国特許出願公開第2005/0123808 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 01M 8/00 - 8/2495