

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5958721号
(P5958721)

(45) 発行日 平成28年8月2日(2016.8.2)

(24) 登録日 平成28年7月1日(2016.7.1)

(51) Int.Cl.		F 1	
CO 1 B	3/48 (2006.01)	CO 1 B	3/48
CO 1 B	3/38 (2006.01)	CO 1 B	3/38
HO 1 M	8/0612 (2016.01)	HO 1 M	8/06 G

請求項の数 4 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2014-514253 (P2014-514253)	(73) 特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(86) (22) 出願日	平成25年1月18日(2013.1.18)	(74) 代理人	110001298 特許業務法人森本国際特許事務所
(65) 公表番号	特表2014-530159 (P2014-530159A)	(72) 発明者	三田 友紀 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
(43) 公表日	平成26年11月17日(2014.11.17)	(72) 発明者	喜多 洋三 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/000218	審査官	廣野 知子
(87) 国際公開番号	W02013/118430		
(87) 国際公開日	平成25年8月15日(2013.8.15)		
審査請求日	平成26年3月26日(2014.3.26)		
(31) 優先権主張番号	特願2012-25645 (P2012-25645)		
(32) 優先日	平成24年2月9日(2012.2.9)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
前置審査			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

バーナーを備えた加熱部の周りに設けられ、一酸化炭素および水を含む水素含有ガスを生成する改質部と、

前記加熱部の周りに設けられ、前記改質部で生成された前記水素含有ガスの一酸化炭素と水とを反応させて、低濃度の一酸化炭素を含む水素含有ガスを生成する変成部と、

前記加熱部の周りに設けられ、空気供給部から供給され空気と前記変成部で生成された前記水素含有ガスを混合する混合部と、

酸素と前記混合部から運ばれるガス中の一酸化炭素とをCO除去触媒と反応させて、一酸化炭素をほとんど含まない水素含有ガスを生成するCO除去部とを有し、かつ前記混合部の流路を分割する仕切り板を設け、前記仕切り板はその一部に傾斜部を備え、

前記傾斜部には、前記混合部の外周流路と内周流路を連通する孔が穿設され、前記仕切り板が、前記傾斜部において弾性変形している

燃料処理装置。

【請求項2】

前記混合部は、前記変成部の側の第1隔壁と前記CO除去部の側の第2隔壁との間に形成され、

前記第1,第2隔壁のうちの一方の隔壁と前記仕切り板との第1当接部の前記加熱部からの距離:L1、

前記第1,第2隔壁のうちの他方の隔壁と前記仕切り板との第2当接部の前記加熱部か

らの距離：L 2とした場合に、L 1 L 2である

請求項 1 記載の燃料処理装置。

【請求項 3】

前記混合部の内部が、前記仕切り板によって同心環状の二重以上の流路に分割されていることを特徴とする

請求項 1 記載の燃料処理装置。

【請求項 4】

前記混合部は、前記変成部の側の第 1 隔壁と前記 CO 除去部の側の第 2 隔壁との間に形成され、

前記仕切り板は、前記第 1 , 第 2 隔壁のうち一方の隔壁と他方の隔壁の両方または一方に固定しない当て止め構造である

10

請求項 1 記載の燃料処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、都市ガスや LPG などの炭化水素系原料ガスを水蒸気改質し、水素リッチな改質ガスを製造し、燃料電池発電装置用等の燃料ガスの製造に用いられる燃料処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

20

従来の燃料処理装置は、全体形状が円筒形状で、その中心部にバーナーを備えた加熱器が配設され、加熱器の周囲に改質触媒を充填した改質器と、一酸化炭素 (CO) 変成触媒を充填した変成器と、一酸化炭素 (CO) 除去触媒を充填した CO 除去器とを軸心方向に配列されている燃料処理装置が知られている (例えば、特許文献 1 を参照)。

【0003】

この燃料処理装置において、原料ガスと改質水を、加熱器の周囲に設けた蒸発器として機能するガス流路に供給して、原料ガスと水蒸気を改質器に供給する。さらに、改質器より送出された水素含有ガスを、ガス流路の外周に設けた変成器と、CO 除去器とに順次供給することで、改質ガスが製造される。

【0004】

30

図 2 2 は、特許文献 1 に記載の燃料処理装置を示す。

燃料処理装置 1 は全体形状が円筒体状であり、その外面を覆う断熱材 1 a によって断熱されている。燃料処理装置 1 の中心部には、バーナー 2 を配置した燃焼筒 3 とその外周の排気ガス通路 4 とからなる加熱部 5 が配設されている。排気ガス通路 4 の出口 4 a は外部に開放されている。加熱部 5 の排気ガス通路 4 の出口 4 a 側部分の外周に、蒸発器として機能する第 1 のガス流路 6 が配設されている。排気ガス通路 4 の燃焼筒 3 から高温の排気ガス 7 4 が流入する側の部分の外周に、改質触媒 7 を充填した改質部 8 が配設されている。改質部 8 の外周には、改質部 8 から送出された水素含有ガス 7 3 を、第 1 のガス流路 6 の外周側に向けて流通させる第 2 のガス流路 9 が配設されている。第 1 のガス流路 6 の外周の改質部 8 側の部分には、CO 変成触媒 1 0 を充填した変成部 1 1 が配設され、第 1 のガス流路 6 の外周の改質部 8 から遠い側の部分には、径方向内側の第 3 のガス流路 1 2 を介して径方向外側に、CO 除去触媒 1 3 を充填した CO 除去部 1 4 が配設されている。

40

【0005】

第 1 のガス流路 6 の入口部 6 a に供給された原料ガス 7 0 は、変成部 1 1 および CO 除去部 1 4 の外周に巻回された加熱コイル 1 5 を通して供給される改質水 7 2 と、ガス流路 6 の入口部 6 a において混合される。原料ガス 7 0 と改質水 7 2 は、蒸発器として機能する第 1 のガス流路 6 を通過する間に加熱される。高温の原料ガス 7 0 と水蒸気は改質部 8 に供給され、改質触媒 7 の作用で原料ガス 7 0 が水蒸気改質されて水素リッチな水素含有ガス 7 3 となる。

【0006】

50

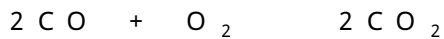
改質部 8 から送出された水素含有ガス 7 3 は、第 2 のガス流路 9 を通って変成部 1 1 に供給され、CO 変成触媒 1 0 の作用でガス中の一酸化炭素 (CO) が低減される。変成部 1 1 から送出された水素含有ガス 7 3 は、変成部 1 1 と第 3 のガス流路 1 2 との間に設けられた混合部 1 6 の空気混合空間で空気供給部 1 6 a から導入された空気 7 1 と混合される。空気 7 1 と混合された水素含有ガス 7 3 は、第 3 のガス流路 1 2 を介して CO 除去部 1 4 に供給され、CO 除去触媒 1 3 の作用で CO を除去されて、水素含有ガス出口 1 7 から水素含有ガス 7 3 が送出される。

【0007】

図 2 2 に示す燃料処理装置 1 は、CO 除去部 1 4 と高温の第 1 のガス流路 6 との間に介在する第 3 のガス流路 1 2 を有する。そのため、変成部 1 1 の下流部での温度を反応にと
10
って最適な温度 (例えば 200) に保持しつつ、CO 除去部 1 4 の入口温度を酸化反応が過剰に促進されない温度 (例えば 150) に維持することができる。つまり、変成部 1 1 と CO 除去部 1 4 の温度を適温に維持できるという利点がある。

【0008】

CO 除去触媒 1 3 においては次のような化学反応により一酸化炭素 CO が除去される。



このとき一酸化炭素 CO を含む水素含有ガス 7 3 と、酸素 O₂ を含む空気 7 1 は十分に混合されていることが求められる。両者の混合が不十分な場合、上記の化学反応が促進されず、CO を十分に除去することができないからである。

【0009】

この混合を十分にを行うため、混合部 1 6 の空気混合空間や空気供給部 1 6 a の形状を複雑にしたり、第 3 のガス流路 1 2 を長くしたりするといった工夫が行われている。しかし、混合性を向上させるこのような行為は、圧力損失を増大させることが多い。また、形状を工夫した結果、混合部 1 6 の空気混合空間の体積が大きくなるため、放熱が大きくなることによる効率の低下や製造コストの上昇という課題がある。

【0010】

この課題を解決する混合部の形状を提案したものとして、特許文献 2 に記載の燃料処理装置がある。

図 2 3 は特許文献 2 に記載の燃料処理装置の混合部を表す。

【0011】

混合流路 1 0 0 はパイプ形状のガス供給領域 1 1 0 とガス拡散領域 1 2 0 及び、ガス供給領域 1 1 0 の側面に空けられた孔形状のガス供給口 1 1 1、また、ガス供給領域 1 1 0 の始端部の空気流入口 1 0 1 からなる。

【0012】

空気流入口 1 0 1 から流入する空気と、ガス供給口 1 1 1 から流入する水素含有ガスが、ガス供給領域 1 1 0 とガス拡散領域 1 2 0 で混合される。

ガス供給領域 1 1 0 ではガス供給口 1 1 1 からの水素含有ガスの噴出しによって渦が発生し、水素含有ガスと空気との混合が促進する。またガス拡散領域 1 2 0 において両者のガスが拡散される領域が設けられており、この領域で混合がさらに促進する。このため効率的に混合を完了させることができる。

【0013】

また図 2 3 に示される混合部では、空気が流れるガス供給領域 1 1 0 に複数のガス供給口を通してガスを供給することから、流路の上流側の流速を低く抑えることができる。これにより一度に水素含有ガスを流入させた場合と比べて、圧力損失を低減することができる。

【0014】

下記の特許文献 3 および特許文献 4 にも、同様の燃料処理装置が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0015】

10

20

30

40

50

【特許文献1】特許第4536153号公報
【特許文献2】特許第4542205号公報
【特許文献3】特開2002-187705号公報
【特許文献4】特開2011-178613号公報
【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

しかしながら、図23に示されたような混合流路は形状が複雑であり、流路を構成するパイプを円弧状に曲げるための加工や、多数の孔を空けるための加工、流路を直角にする加工などが必要となるため部品コストが高くなりやすい。

10

【0017】

また、リークを防止し、長期間の運転においても破損しないようにするため、部品同士を例えば連続溶接で固定することが望ましい。しかし、このように複雑な形状においては溶接の自動化が困難であり、手作業に頼らざるを得ず、歩留まりが低くなり、製造するための工数が多くなるという課題がある。

【0018】

また、図23の混合流路の場合、混合を行う距離は最大でも180mm程度であり、定常状態であれば十分に混合を完了させられることは確認されているが、不具合による非定常状態になった場合に、混合を完了させる能力としての余裕度が少ない。特許文献2のシミュレーションを行った結果、一酸化炭素COと酸素O₂のばらつきが無くなるのは混合流路の終端付近である。

20

【0019】

例えば、上流である改質部8の改質触媒7や変成部11のCO変成触媒10が経年劣化により粉化してガス流路を阻害するようになると、水素含有ガス73の流速が大きくなる。その場合混合流路内で十分混合できなくなる。あるいは、変成部11でCO変成触媒10が経年劣化により活性が低下すると、水素含有ガス73に含まれるCOを十分低下させることができなくなり、CO除去部14の設計時に上限として想定されるCO濃度0.5%以下を達成できなくなる。その場合、増加したCOに対して酸素O₂を十分に混合しきれなくなる。

【0020】

30

これらの結果、CO除去部14のCO除去触媒13が十分にCO除去反応を行うことができなくなる恐れがある。その場合、発電スタックに高濃度(0.5%以上)のCOを含む水素含有ガス73が供給され、スタック内の触媒が被毒(触媒被毒 catalyst poisoning)して発電性能が低下し、やがてシステムの停止に至る。

【0021】

混合部で混合を完了させる能力に余裕度が十分であれば、触媒の搭載量によって決まるシステムの寿命まで確実に運転することができるようになる。しかし、図23のような混合流路の構成では、組み立てやスペースの観点から混合流路を延長させることは困難で、もしできたとしても大幅なコスト上昇や圧力損失の上昇となる。

【0022】

40

本発明が解決しようとする課題は、低コストかつ製造工数の少ない構成であり、圧力損失を高めることなく十分な距離の混合流路を確保し、高い混合性能を発揮することができる混合部を有する燃料処理装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0023】

本発明の燃料処理装置は、バーナーを備えた加熱部の周りに設けられ、一酸化炭素および水を含む水素含有ガスを生成する改質部と、前記加熱部の周りに設けられ、前記改質部で生成された前記水素含有ガスの一酸化炭素と水とを反応させて、低濃度の一酸化炭素を含む水素含有ガスを生成する変成部と、前記加熱部の周りに設けられ、空気供給部から供給され空気と前記変成部で生成された前記水素含有ガスを混合する混合部と、酸素と前記

50

混合部から運ばれるガス中の一酸化炭素とをCO除去触媒と反応させて、一酸化炭素をほとんど含まない水素含有ガスを生成するCO除去部とを有し、かつ前記混合部の流路を分割する仕切り板を設け、前記仕切り板はその一部に傾斜部を備え、前記傾斜部には、前記混合部の外周流路と内周流路を連通する孔が穿設され、前記仕切り板が、前記傾斜部において弾性変形していることを特徴とする。

【発明の効果】

【0026】

この構成によれば、前記混合部の空気混合空間が仕切り板によって外周流路と内周流路とに分割されているので、低コストかつ製造工数の少ない構成であり、圧力損失を高めることなく十分な距離の混合流路を確保し、高い混合性能を発揮することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】実施の形態1における燃料処理装置の混合部の縦断面図

【図2】図1のA-A断面図

【図3】実施の形態1における仕切り板の外観斜視図

【図4】実施の形態1における燃料処理装置の解析結果を示す図

【図5】実施の形態1における混合部の組み立て工程を示す断面図

【図6】実施の形態2における燃料処理装置の混合部の縦断面図

【図7】図6のJ-J断面図

【図8】実施の形態3における燃料処理装置の混合部の縦断面図

20

【図9】図8のK-K断面図

【図10】実施の形態3における仕切り板の外観斜視図

【図11】実施の形態3における混合部の組み立て工程を示す断面図

【図12】実施の形態4における燃料処理装置の混合部の縦断面図

【図13】実施の形態4における混合部の組み立て工程を示す断面図

【図14】実施の形態5における燃料処理装置の混合部の縦断面図

【図15】実施の形態5における混合部の組み立て工程を示す断面図

【図16】実施の形態6における燃料処理装置の混合部の縦断面図

【図17】実施の形態6における仕切り板の平面図

【図18】実施の形態7における燃料処理装置の混合部の縦断面図

30

【図19】実施の形態7における混合部の組み立て工程を示す断面図

【図20】実施の形態8における仕切り板の平面図

【図21】実施の形態3における仕切り板の別の例の平面図

【図22】特許文献1に記載の従来例の燃料処理装置の縦断面図

【図23】特許文献2に記載の燃料処理装置の混合部を表す平面図

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本発明の各実施の形態を、図1～図21に基づいて説明する。

(実施の形態1)

図1～図5は本発明の実施の形態1を示す。

40

【0029】

図1は燃料処理装置の縦断面図であり、図2は図1におけるA-A断面図である。断面図は基本的に断面形状のみを図示しており、投影形状は説明のため、ガス流入孔203のみを示している。

【0030】

なお、図1と図2において、図22および図23に示した従来例の燃料処理装置と同一機能を有する構成部品には同一符号を付し、その説明を省略する。白抜きの矢印F1は変成後の水素含有ガスの流れ、黒塗りの矢印F2は空気の流れ、クロスハッチングの矢印F3は混合ガスの流れを示している。

【0031】

50

従来例との差異は、図 2 2 では水素含有ガス 7 3 と空気 7 1 を混合するために、変成部 1 1 と第 3 のガス流路 1 2 との間に設けられた混合部 1 6 の空気混合空間は、その内部に仕切りが設けられていなかったが、この実施の形態 1 では、混合部 1 6 の空気混合空間が仕切り板 2 0 0 により外周流路 2 0 1 と内周流路 2 0 2 とに分割されていることである。

【 0 0 3 2 】

側面壁に接続された空気供給部 1 6 a から流入する酸素 O_2 を含む空気が、混合部 1 6 の空気混合空間に流入する。また、変成部 1 1 で CO を低減されて低濃度 (0 . 5 % 以下) の CO を含む水素含有ガスは、ガス流入孔 2 0 3 から混合部 1 6 の空気混合空間に流入する。空気と水素含有ガスは垂直方向に衝突し、拡散され、混合を開始する。その後、図 2 に示すように外周流路 2 0 1 を半周した混合ガスは、仕切り板 2 0 0 の側面に空けられた側面孔 2 0 4 を通過して内周流路 2 0 2 に流入する。混合ガスは内周流路 2 0 2 をさらに半周し、ガス流出孔 2 0 5 を通り、第 3 のガス流路 1 2 に流出する。外周流路 2 0 1 と内周流路 2 0 2 を通る間にガスは混合され、第 3 のガス流路 1 2 に流入する時点ではほぼ均一になっている。その後、第 1 のガス流路 6 を流れる水を含んだ原料ガスとの間で熱交換し、冷却され (例えば 2 5 0 から 1 5 0)、第 3 のガス流路出口 1 2 a を通り、 CO 除去部 1 4 に流入し、 CO をほぼ完全に除去 (例えば 1 0 p p m 以下) される。

【 0 0 3 3 】

図 3 は実際に製作することを考慮した仕切り板 2 0 0 の形状の斜視図である。プレス加工のみによって 1 部品で製作できることを考慮している。側面孔 2 0 4 の大きさは加工が可能な範囲で任意に設定可能であり、後に述べる最適化を経て 6 m m (約 2 8 m m ²) とした。また、ガス流出孔 2 0 5 は切り起こし孔形状となっている。その目的は、混合ガスを第 3 のガス流路 1 2 の中を周回させ、第 3 のガス流路出口 1 2 a までの間に、流速と流量の周方向ばらつきを無くし、 CO 除去触媒 1 3 の利用効率を高めるためである。ここでも、ガス流出孔 2 0 5 の開放面積は、後に述べる最適化を経て約 3 0 m m ² とした。

【 0 0 3 4 】

側面孔 2 0 4 とガス流出孔 2 0 5 の大きさは圧力損失には大きく影響するが、混合性への影響が少ないことが分かっている。ここでは仕切り板 2 0 0 の製作が容易で、許容できる圧力損失に収まるように孔サイズを決定しているが、圧力損失低下のためには側面孔 2 0 4 及びガス流出孔 2 0 5 をより大きくすることが有効である。

【 0 0 3 5 】

仕切り板 2 0 0 は、混合部 1 6 の空気混合空間を構成する隔壁と複数箇所接触した当て止め構成としている。具体的には、図 1 に示すように、変成部 1 1 の側の第 1 隔壁としての底板 2 1 との第 1 当接部 2 0 6、 CO 除去部 1 4 の側の第 2 隔壁としての天板 2 2 との第 2 当接部 2 0 7、内周当接部 2 0 8 の 3 箇所となる。この部分に隙間が生じると、未混合のガスが後方の流路に漏洩して、 CO 除去が効率的に行われず。そこで、溶接やロウ付け等の方法により、これらの当接部を固定するのが確実である。

【 0 0 3 6 】

ただし、第 1、第 2 当接部 2 0 6、2 0 7 の隙間が流路断面積に対して微量 (例えば 1 % 以下) であれば、圧力差により大部分のガスが混合流路を通るため、混合ガス全体に占める漏洩の影響は非常に微小であり、第 3 のガス流路 1 2 を通過する間に十分に混合される。したがって、これらの第 1、第 2 当接部 2 0 6、2 0 7 は溶接やロウ付けのような固定をすることなく、混合部 1 6 の空気混合空間を構成する部品間の当て止めによって、仕切り板 2 0 0 を弾性変形させて密着させることで、十分に混合流路の機能を満たすことができる。

【 0 0 3 7 】

図 5 は仕切り板 2 0 0 を混合部 1 6 に組み込む工程を示している。

図 5 (a) は仕切り板 2 0 0 を加熱部 5 の外周に挿入し、 CO 除去部 1 4 を固定する前の状態を示している。この状態では、仕切り板 2 0 0 の内周当接部 2 0 8 が加熱部 5 の外周に接触し、仕切り板 2 0 0 の第 1 当接部 2 0 6 が混合部 1 6 の底板 2 1 に当接している。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

C O除去部 1 4 を取り付けると、図 5 (b) に示すように、仕切り板 2 0 0 の第 2 当接部 2 0 7 が押さえ付けられて、仕切り板 2 0 0 の第 1 当接部 2 0 6 と混合部 1 6 の底板 2 1 との隙間、ならびに仕切り板 2 0 0 の第 2 当接部 2 0 7 と混合部 1 6 の天板 2 2 との隙間が小さくなる方向に更に押さえ付けられる。このとき、第 1 当接部 2 0 6 の加熱部 5 の中心からの距離：L 1、第 2 当接部 2 0 7 の加熱部 5 の中心からの距離：L 2 は、

$$\begin{aligned} L 1 & L 2 \\ L 1 & > L 2 \end{aligned}$$

であって、仕切り板 2 0 0 の第 1 当接部 2 0 6 と第 2 当接部 2 0 7 の間に、外周側傾斜部 2 3 a が一体に成形されている。また、第 2 当接部 2 0 7 の内周側には内周側傾斜部 2 3 b が形成されているため、外周側傾斜部 2 3 a が仮想線位置から実線位置へ弾性変形する。また、内周側傾斜部 2 3 b も僅かに弾性変形する。

10

【 0 0 3 9 】

このように外周側傾斜部 2 3 a と内周側傾斜部 2 3 b の弾性変形によって、仕切り板 2 0 0 の高さ と混合部 1 6 の内側の高さとの寸法差が無くなって、仕切り板 2 0 0 の第 1 当接部 2 0 6 と混合部 1 6 の底板 2 1 との隙間、ならびに仕切り板 2 0 0 の第 2 当接部 2 0 7 と混合部 1 6 の天板 2 2 との隙間が小さくなる方向に作用している。図 5 (b) の状態で混合部 1 6 の天板 2 2 が溶接や口付け等によって、変成部 1 1 の側に接合固定されている。

【 0 0 4 0 】

本実施例においては、プレス加工で製作した仕切り板 2 0 0 のみを用い、溶接などの固定を追加することなく、図 2 3 の構成と同等以上の混合性能を確保することができた。その結果、部品コストと製造工数の大幅な削減を果たすことができた。本実施例においては構造体の板厚 0 . 8 ~ 1 . 0 mm に対して、仕切り板 2 0 0 の板厚を 0 . 3 mm として、弾性を確保した。仕切り板 2 0 0 の材質はバネ用材料が望ましいが、耐熱性とコストの観点で構造体と同じステンレスを用いた。変成部 1 1 の外面との第 1 当接部 2 0 6、C O除去部 1 4 の外面との第 2 当接部 2 0 7 を密着させるため、仕切り板 2 0 0 を軸方向に 0 . 1 ~ 0 . 3 mm 圧縮して固定している。圧縮量はそれ以上、例えば 1 mm 程度としても構わない。第 1 のガス流路との内周当接部 2 0 8 は径で 0 ~ 0 . 4 mm の隙間を持った嵌合としている。拡張やかしめなどにより密着させることが望ましいが、嵌合だけでも十分な耐リーク性がある。

20

30

【 0 0 4 1 】

前記の当て止め構成とすることで、燃料処理装置が繰り返しの起動停止を行い、構造体の温度上昇と冷却による熱収縮を行った場合でも、溶接などの固定をする場合に比べて、構造体にかかる応力が低減できる。そのため、長期間使用した場合の疲労破壊などによる不具合を防止することが期待できる。

【 0 0 4 2 】

本構成での混合流路の長さは約 3 8 0 mm で、同等の出力の燃料処理装置であり、製品外径がほぼ等しい図 2 3 の構成の混合流路の約 1 8 0 mm に対して 2 倍以上の混合距離がある。そのため経年劣化等による条件の悪化にあっても、安定した混合性能を提供でき、高口バラスト性が期待できる。

40

【 0 0 4 3 】

実施の形態 1 に対する効果の検証として、解析を行った結果を図 4 に示す。解析は 3 D モデルを用いて行った。解析ソフトはアンシス (A N S Y S) 社製の汎用熱流体解析ソフトウェア “ ANSYS FLUENT 12.1 ” を用いた。

【 0 0 4 4 】

流入する空気の流量は $7 . 6 7 \times 1 0 ^ { - 6 } \text{ kg / s}$ 、空気の温度 2 5、水素含有ガスの流量は $1 . 6 9 \times 1 0 ^ { - 4 } \text{ kg / s}$ 、水素含有ガスの温度 2 0 0 とした。水素含有ガスの組成はメタン 3 . 1 %、水蒸気 2 1 . 2 %、二酸化炭素 1 5 . 2 %、一酸化炭素 0 . 2 %、水素 6 0 . 3 % とした。

50

【 0 0 4 5 】

混合部 1 6 の空気混合空間の図 4 に示す各断面位置 B - B , C - C , D - D , E - E , F - F , G - G , H - H , I - I における外周流路 2 0 1 と内周流路 2 0 2 のそれぞれの混合ガスの酸素 O_2 の濃度と一酸化炭素 CO の濃度のモル比率 O_2 / CO を測定した。

【 0 0 4 6 】

断面位置	外周流路 2 0 1	内周流路 2 0 2
B - B	(L) ~ (H)	1 . 9 5 ~ 2 . 0 4
C - C	(L) ~ (H)	1 . 9 5 ~ 2 . 0 4
D - D	(L) ~ 2 . 8 5	1 . 9 5 ~ 2 . 0 4
E - E	1 . 9 5 ~ 2 . 0 4	1 . 5 0 ~ 2 . 4 9
F - F	1 . 8 6 ~ 2 . 1 3	1 . 8 6 ~ 2 . 1 3
G - G	1 . 5 9 ~ 2 . 4 9	1 . 9 5 ~ 2 . 0 4
H - H	(L) ~ 2 . 7 6	1 . 9 5 ~ 2 . 0 4
I - I	(L) ~ (H)	1 . 9 5 ~ 2 . 0 4

10

ここで (H) は 3 . 3 0 以上、(L) は 1 . 5 0 以下である。

【 0 0 4 7 】

解析の評価としては、流出する混合ガスの酸素 O_2 の濃度と一酸化炭素 CO の濃度のモル比率 O_2 / CO を測定した。 O_2 は空気に含まれ、 CO は水素含有ガスに含まれるので、 O_2 / CO のばらつきが小さいほど、十分に混合されていることを示唆する。 CO 除去触媒の特性から決まる要求仕様は、混合ガスの O_2 / CO が 1 . 8 ~ 3 . 0 の範囲に収まることである。

20

【 0 0 4 8 】

また、ポンプの性能などによって決まる、圧力損失の要求仕様は 5 0 0 P a 以下に抑えられることである。

解析結果によると、 O_2 / CO の値は外周流路 2 0 1 でほぼ収束し、側面孔 2 0 4 を通る時点で 1 . 8 6 ~ 2 . 1 3 の範囲に収まっている。つまり、この時点で混合は十分に完了している。その後、内周流路 2 0 2 を進む中でさらに混合が進んでいくが、 O_2 / CO の値は 1 . 9 5 ~ 2 . 0 4 の範囲に収束しており、ほとんど変化は見られない。したがって、本構成は十分な混合性能を有しており、さらに十分な余裕度を持った高口バスト性を有していることが確認できた。

30

【 0 0 4 9 】

同時に解析を行っている圧力損失は 4 0 2 P a となり、仕様を満足した。

圧力損失については、設計当初に側面孔 2 0 4 とガス流出孔 2 0 5 の大きさをより小さく設計しており、圧力損失が大幅に許容値を越えていた。その後、順次側面孔 2 0 4 とガス流出孔 2 0 5 を拡大していったところ、混合性にはほとんど影響が無く、圧力損失が順調に低下していった。最終的に、加工性とのバランスのとれた、現状の大きさとしている。

【 0 0 5 0 】

当て止め構成に関して、製造上のばらつきにより、隙間が発生する可能性があるため、繰り返しの組み立てにより隙間の最大量を求めた。その結果、変成部 1 1 の外面との第 1 当接部 2 0 6 における隙間は最大で 0 . 2 m m 、 CO 除去部 1 4 の外面との第 2 当接部 2 0 7 における隙間も最大で 0 . 2 m m であった。また、第 1 のガス流路との内周当接部 2 0 8 の隙間は径で最大 0 . 4 m m である。実際にそのような状態になることは考えにくい。最悪条件として、これらの最大隙間を全周に与えたモデルで解析を行った。その結果でも混合流路終端での O_2 / CO の値は 1 . 8 2 ~ 2 . 3 4 となり、仕様を満たしている。したがって、当て止め構成でも十分に混合性能を確保することができる構成となっている。ちなみにその最悪条件において、圧力損失は 2 0 8 P a に低下する。

40

【 0 0 5 1 】

実施例として、実施の形態 1 に示した構成の混合部 1 6 を有する燃料処理装置を実際に製作し、運転試験を行ったところ、製造された水素含有ガスの CO 濃度は 1 0 p p m 以下

50

であり、正常にCOが低減されていた。現在までに4600時間の連続運転を行ったものと、1570回の起動停止試験を行ったもののそれぞれにおいて、CO濃度や圧力損失に異常は発生していない。

【0052】

(実施の形態2)

図6, 図7は本発明の実施の形態2を示す。

実施の形態1では混合流路が外周流路201と内周流路202に分割されていた。実施の形態2ではこれがさらに分割数が多い場合(ここでは4分割)について説明する。

【0053】

図6は本要部構成の縦断面図であり、図7は図6におけるJ-J断面図である。断面図は、基本的に断面形状のみを図示しており、投影形状は説明のためガス流入孔203のみを示している。白抜きの矢印F1は変成後の水素含有ガスの流れ、黒塗りの矢印F2は空気の流れ、クロスハッチングの矢印F3は混合ガスの流れを示している。

【0054】

側面壁に接続された空気供給部16aから流入する酸素O₂を含む空気が混合部16の空気混合空間に流入する。また、変成部11でCOを低減されて低濃度(0.5%以下)のCOを含む水素含有ガスはガス流入孔203から混合部16の空気混合空間に流入する。空気と水素含有ガスは垂直方向に衝突し、拡散され、混合を開始する。その後、外周流路201を半周した混合ガスは、仕切り板の側面に空けられた側面孔204を通過して第1の中間流路209に流入する。その後、第1の中間流路209を半周し、第2の側面孔204a、第2の中間流路210、第3の側面孔204bを通過して、内周流路202に流入する。以降の流れは実施の形態1と同様である。

【0055】

本構成での混合流路の長さは約750mmであり、同等の出力の燃料処理装置であり、製品外径がほぼ等しい図23の構成の混合流路の約180mmに対して4倍以上の混合距離がある。そのため、より高い口バスト性が期待できる。

【0056】

現在は出力によって決まる触媒搭載量の関係で、加熱部5を図1に寸法線で示す79mm、燃料処理装置の外径を144mmとしているが、より小型の低出力モデルの開発や、触媒をハニカム構成にするなどで、製品外径が小さくなる可能性がある。その場合でも混合に必要な距離はあまり変わらないため、混合部16の空気混合空間の体積が相対的に大きくなる恐れがある。その場合でも本構成を用いることで、空気混合空間を大きくすることなく、外径を縮小しても、十分な混合性を確保することができる。

【0057】

この実施の形態2でも実施の形態1の場合と同様に、仕切り板200には傾斜部が形成されている。具体的には、図6の23a, 23a2, 23a3, 23bが傾斜部である。このように傾斜部を形成したため、CO除去部14を取り付けると、外周側傾斜部23aと内周側傾斜部23b, 傾斜部23a2, 23a3, の弾性変形によって、仕切り板200の高さと混合部16の内側の高さとの寸法差を無くせる。

【0058】

(実施の形態3)

図8~図11と図21は本発明の実施の形態3を示す。

実施の形態2では、混合部16からCO除去部14への流路へ繋がるガス流出孔205が、仕切り板200の一部に形成されていたが、この実施の形態3では、混合部16の天板22にガス流出孔205が形成されている。そして実施の形態3における仕切り板200には、混合部16の底板21と接触する第1当接部206と、混合部16の天板22と接触する第2, 第3当接部207a, 207bが形成されている。第1当接部206の加熱部5からの距離:L1、第2, 第3当接部207a, 207bの加熱部5からの距離:L2, L3とした場合(図11(a)参照)に、

L1 L2 L3

10

20

30

40

50

$L2 > L1 > L3$

である。さらに、仕切り板 200 の第 2 当接部 207 a と第 3 当接部 207 b の間には、底板 21 の側に窪んだ溝部 24 が形成されている。溝部 24 の底面 24 a の一部に第 1 当接部 206 が形成されている。第 1 当接部 206 の外周側と底面 24 a との接続部に外周側傾斜部 23 a が形成されている。第 1 当接部 206 の内周側と底面 24 a との接続部に内周側傾斜部 23 b が形成されている。

【0059】

図 11 は、仕切り板 200 を混合部 16 に組み込む工程を示している。

図 11 (a) は仕切り板 200 を加熱部 5 の外周に挿入し、混合部 16 の天板 22 を固定する前の状態を示している。この状態では、仕切り板 200 の第 1 当接部 206 が混合部 16 の底板 21 に接触している。

10

【0060】

混合部 16 の天板 22 を取り付けると、図 11 (b) に示すように、仕切り板 200 の第 2, 第 3 当接部 207 a, 207 b が押さえ付けられて、第 1 当接部 206 と底板 21 との隙間、ならびに第 2, 第 3 当接部 207 a, 207 b と天板 22 との隙間が小さくなる方向に更に押さえ付けられる。さらに、溝部 24 の底面 24 a が仮想線位置から実線位置へ弾性変形する。また、外周側傾斜部 23 a と内周側傾斜部 23 b も僅かに弾性変形する。天板 22 が図 11 (b) の状態で溶接や口付け等によって、変成部 11 の側に接合固定されている。

【0061】

20

このように“ $L1$ $L2$ $L3$ ”に形成したため、仕切り板 200 の一部が弾性変形して、仕切り板 200 の高さで混合部 16 の内側の高さとの寸法差が無くなって、仕切り板 200 の第 1 当接部 206 と底板 21 との隙間、ならびに仕切り板 200 の第 2, 第 3 当接部 207 a, 207 b と天板 22 との隙間が小さくなる方向に作用する。

【0062】

外周流路 201 に流入した、空気の流れ (F2) と変成後の水素含有ガスの流れ (F1) は、図 9 に示すように周方向に一緒に流れた後に、流入位置とは 180° の位置に形成されている側面孔 204 を通過して内周流路 202 に流入する。混合ガスは内周流路 202 をさらに周方向に一緒に流れてガス流出孔 205 を通り、CO 除去部 14 に流出する。

【0063】

30

この実施の形態 3 では、外周側傾斜部 23 a と内周側傾斜部 23 b を有する凸部を、仕切り板 200 の溝部 24 の底面 24 a の一部に形成して、第 1 当接部 206 が形成されていたが、図 21 に示すように、外周側傾斜部 23 a と内周側傾斜部 23 b では無く傾斜していない壁面 25 の凸部であっても、略同様の効果を期待できる。

【0064】

なお、仕切り板 200 は、第 1 当接部 206 を底板 21 に当接させ、第 2, 第 3 当接部 207 a, 207 b を天板 22 に当接させることで、仕切り板 200 の溝部 24 の底部 24 b を天板 22 の側に突出するように弾性変形させたが、第 1 当接部 206 を天板 22 に当接させ、第 2, 第 3 当接部 207 a, 207 b を底板 21 に当接させて、仕切り板 200 の溝部 24 の底部 24 b を底板 22 の側に突出するように弾性変形させて構成することもできる。

40

【0065】

(実施の形態 4)

図 12 と図 13 は本発明の実施の形態 4 を示す。

実施の形態 3 とは仕切り板 200 の形状が異なっている。“ $L1$ $L2$ $L3$ ” “ $L2 > L1 > L3$ ” は同じである。この実施の形態 4 では、仕切り板 200 の第 2 当接部 207 a と第 3 当接部 207 b の間には、底部中央に第 1 当接部 206 が形成され、その両側に外周側傾斜部 23 a と内周側傾斜部 23 b が形成された V 溝部 26 が形成されている。

【0066】

50

図13は、仕切り板200を混合部16に組み込む工程を示している。

図13(a)は仕切り板200を加熱部5の外周に挿入し、混合部16の天板22を固定する前の状態を示している。この状態では、仕切り板200の第1当接部206が混合部16の底板21に接触している。

【0067】

混合部16の天板22を取り付けると、図13(b)に示すように、仕切り板200の第2,第3当接部207a,207bが押さえ付けられて、第1当接部206と底板21との隙間、ならびに第2,第3当接部207a,207bと天板22との隙間が小さくなる方向に更に押さえ付けられる。さらに、仕切り板200の外周側傾斜部23aと内周側傾斜部23bが仮想線位置から実線位置へ弾性変形する。図13(b)の状態では天板22が溶接やロウ付け等によって、変成部11の側に接合固定されている。

10

【0068】

このように“L1 L2 L3”に形成したため、仕切り板200の一部が弾性変形して、仕切り板200の高さと混合部16の内側の高さとの寸法差が無くなって、仕切り板200の第1当接部206と底板21との隙間、ならびに仕切り板200の第2,第3当接部207a,207bと天板22との隙間が小さくなる方向に作用する。

【0069】

外周流路201に流入した、空気の流れ(F2)と変成後の水素含有ガスの流れ(F1)は、実施の形態2と同じである。

(実施の形態5)

20

図14と図15は本発明の実施の形態5を示す。

【0070】

上記の各実施の形態の形態では、混合部16の下方に配設された変成部11から、混合部16の外周流路201に、変成後の水素含有ガスの流れ(F1)が流入し、混合部16の外周から空気の流れ(F2)が外周流路201に流入し、混合部16の上方に配設されたCO除去部14へ、混合部16の内周流路202から、ガス流出孔205を通過して流出したが、この実施の形態5では、変成部11が混合部16の上方に配設され、CO除去部14が混合部16の下方に配設されている。ガス流出孔205は、混合部16の底板21に形成されている。

【0071】

30

混合部16は、環状の仕切り板200によって外周流路201と内周流路20に分割されている。仕切り板200には、混合部16の内周で底板21に接触する第1当接部206と、混合部16の外周で天板22に接触する第1当接部206が形成されている。

【0072】

第1当接部206の加熱部5からの距離:L1、第2当接部207aの加熱部5からの距離:L2とした場合に、“L1 L2”“L2 > L1”である。また、第1当接部206と第2当接部207aの間は、環状の傾斜部23が一体に形成されている。

【0073】

図15は、仕切り板200を混合部16に組み込む工程を示している。

図15(a)は仕切り板200を加熱部5の外周に挿入し、混合部16の天板22を固定する前の状態を示している。この状態では、仕切り板200の第1当接部206が混合部16の底板21に接触している。

40

【0074】

天板22を取り付けると、図15(b)に示すように、仕切り板200の第2当接部207aが押さえ付けられて、第1当接部206と底板21との隙間、ならびに第2,第3当接部207a,207bと天板22との隙間が小さくなる方向に更に押さえ付けられる。さらに、傾斜部23が仮想線位置から実線位置へ弾性変形する。図11(b)の状態では天板22が溶接やロウ付け等によって、CO除去部14の側に接合固定されている。

【0075】

このように“L1 L2”“L2 > L1”に形成したため、仕切り板200の一

50

部が弾性変形して、仕切り板 200 の高さ と 混合部 16 の内側の高さとの寸法差が無くなって、仕切り板 200 の第 1 当接部 206 と 底板 21 との隙間、ならびに仕切り板 200 の第 2 当接部 207a と 天板 22 との隙間が小さくなる方向に作用する。

【0076】

内周流路 202 に流入した、空気の流れ (F2) と 変成後の水素含有ガスの流れ (F1) は、図 14 に示すように周方向に一緒に流れた後に、流入位置とは 180° の位置に形成されている側面孔 204 を通過して外周流路 201 に流入する。混合ガスは外周流路 201 をさらに周方向に一緒に流れてガス流出孔 205 を通り、CO 除去部 14 に流出する。

【0077】

(実施の形態 6)

図 16 と 図 17 は本発明の実施の形態 6 を示す。

変成部 11 が混合部 16 の上方に配設され、CO 除去部 14 が混合部 16 の下方に配設されている点は、実施の形態 5 と同じである。実施の形態 5 では混合部 16 の内部が、仕切り板 200 によって外周流路 201 と内周流路 202 に分割されていたが、この実施の形態 6 では、混合部 16 の内部が、仕切り板 200 によって上流路 27 と下流路 28 に分割されている。さらに、環状の仕切り板 200 が、混合部 16 の内周面に、溶接や口ウ付け等 29a, 29b によって、混合部 16 の内周面に接合固定されている点が、実施の形態 5 とは異なっている。

【0078】

内周流路 202 に流入した、空気の流れ (F2) と 変成後の水素含有ガスの流れ (F1) は、上流路 27 を周方向に一緒に流れた後に、流入位置とは 180° の位置に形成されている孔 30 を通過して下流路 28 に流入する。混合ガスは下流路 27 をさらに周方向に一緒に流れてガス流出孔 205 を通り、CO 除去部 14 に流出する。

【0079】

(実施の形態 7)

図 18 と 図 19 は本発明の実施の形態 7 を示す。

上記の各実施の形態では、混合部 16 の内部を一つの環状の仕切り板 200 によって流路を複数に分割したが、この実施の形態 7 は、混合部 16 の内部を複数の環状の仕切り板によって流路を複数に分割した点で異なっている。

【0080】

この実施の形態 7 で説明する具体例は、図 8 ~ 図 11 に示した実施の形態 3 の変形例である。その他の実施の形態においても同様に実施できる。

図 18 に示すように、混合部 16 に仕切り板 200a, 200b を組み込むことによって、外周流路 201 と 第 1, 第 2 内周流路 202a, 202b に分割されている。なお、仕切り板 200a は図 3 の仕切り板 200 と同じである。

【0081】

外周流路 201 に流入した、空気の流れ (F2) と 変成後の水素含有ガスの流れ (F1) は、外周流路 201 を周方向に一緒に流れた後に、流入位置とは 180° の位置に形成されている側面孔 204 を通過して第 1 内周流路 202a に流入する。混合ガスは第 1 内周流路 202a をさらに周方向に流れて、仕切り板 200b に形成されている流入孔 31 を通過して第 2 内周流路 202b に流入する。ここでは流入孔 31 が、側面孔 204 とは周方向に 180° の位置に形成されている。

【0082】

第 2 内周流路 202b に流入した混合ガスは、第 2 内周流路 202b をさらに周方向に流れて、天板 22 に形成されたガス流出孔 205 を通り、第 3 のガス流路 12 に流出する。このように、第 1 内周流路 202a の内部を、第 2 内周流路 202b によって更に分割することによって、流路長を実施の形態 3 の場合よりも長くできる。

【0083】

図 19 は、仕切り板 200a, 200b を混合部 16 に組み込む工程を示している。

10

20

30

40

50

図19(a)は加熱部5の外周に、仕切り板200a, 200bを積み重ねて挿入して、混合部16の天板22を固定する前の状態を示している。

【0084】

この状態では、仕切り板200aの第1当接部206が混合部16の底板21に接触している。さらに、仕切り板200bの第4当接部206bが、仕切り板200aの溝部24の底面24aに接触している。

【0085】

天板22を取り付けると、図19(b)に示すように、仕切り板200aの第2当接部207aが、仕切り板200bの第5当接部207cを介して押さえ付けられ、仕切り板200aの第3当接部207bが、仕切り板200bの第6当接部207dを介して押さえ付けられる。

10

【0086】

これによって、仕切り板200aの底板24aが仮想線位置から実線位置に弾性変形する。また、仕切り板200bの第4当接部206bと第5当接部207cの間に形成された傾斜部32、ならびに仕切り板200bの第4当接部206bと第6当接部207dの間の側面33も、仮想線位置から実線位置へ弾性変形する。図19(b)の状態では天板22が溶接や口ウ付け等によって、変成部11の側に接合固定されている。

【0087】

このように

$$“ L 1 \quad L 2 \quad L 3 ”$$

$$“ L 2 > L 1 > L 3 ”$$

20

さらに、第4当接部206bの加熱部5からの距離：L4、第5当接部207cの加熱部5からの距離：L5、第7当接部207dの加熱部5からの距離：L6とした場合に、

$$“ L 2 = L 5 , L 3 = L 6 ”$$

$$“ L 5 > L 4 > L 6 ”$$

に形成したため、仕切り板200a, 200bの一部が弾性変形して、仕切り板200a, 200bの高さと混合部16の内側の高さとの寸法差が無くなって、第1当接部206と底板21との隙間、仕切り板200aの第2, 第3当接部207a, 207bと仕切り板200bとの隙間、第4当接部206bと仕切り板200aとの隙間、および仕切り板200bと天板22との隙間が、それぞれ小さくなる方向に作用する。

30

【0088】

この実施の形態7では、外周側傾斜部23aと内周側傾斜部23bを有する凸部を、仕切り板200aの溝部24の底面24aの一部に形成して、第1当接部206が形成されていたが、仕切り板200aの形状は図21に示した仕切り板200と同じであっても、略同様の効果を期待できる。

【0089】

(実施の形態8)

図20は本発明の実施の形態8を示す。

上記の各実施の形態において、仕切り板によって分割された一方の流路から別の流路への混合ガスの流路は、孔であったが、切り欠きでも実施できる。具体的には、実施の形態3の図9, 図10では側面孔204が丸形状の孔で構成されていたが、図20に示すように切り欠き34で構成することもできる。

40

【0090】

なお、上記の実施の形態6を除く実施の形態では、各仕切り板が、混合部16の隔壁、変成部11の側の底板21, CO除去部14の側の天板22のうちの何れにも、溶接や口ウ付け等によって接合固定しなかったが、仕切り板の少なくとも一部分を、底板21または天板22の一方にだけ溶接や口ウ付け等によって接合固定して構成することもできる。

【産業上の利用可能性】

【0091】

本発明の燃料処理装置は、簡素な構造で、圧力損失を高めることなく、混合性能の口バ

50

スト性を大幅に高めることができ、家庭用コージェネレーションシステム等の燃料電池に用いられて、長期間の連続運転と負荷変動においても変わらずCO除去性能を発揮することができる。

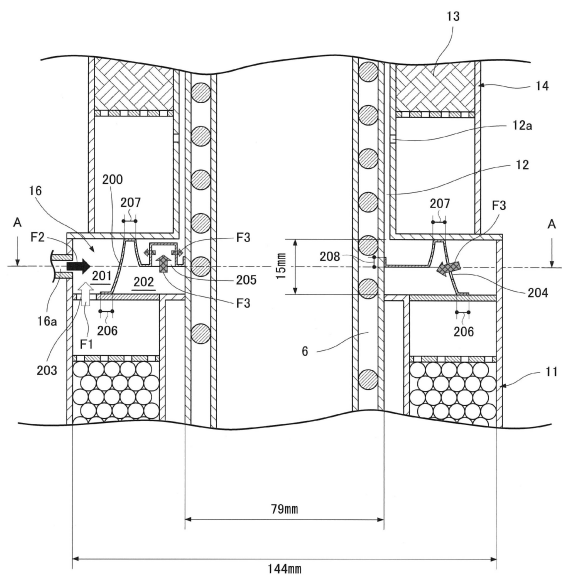
【符号の説明】

【0092】

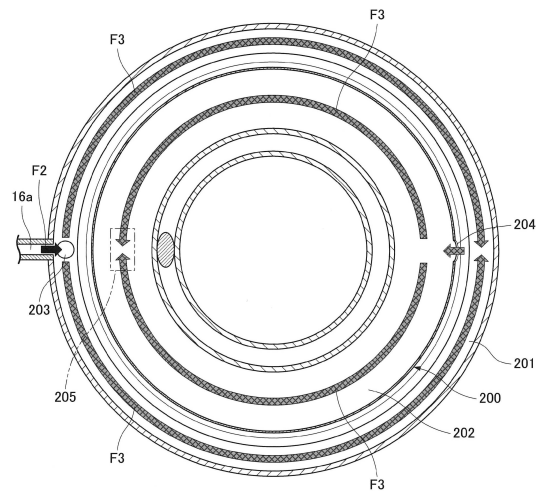
- 1 燃料処理装置
- 1 a 断熱材
- 2 バーナー
- 3 燃焼筒
- 4 排気ガス通路 10
- 4 a 排気ガス通路4の出口
- 5 加熱部
- 6 第1のガス流路
- 6 a ガス流路6の入口部
- 7 改質触媒
- 8 改質部
- 9 第2のガス流路
- 10 CO変成触媒
- 11 変成部
- 12 第3のガス流路 20
- 12 a 第3のガス流路出口
- 13 CO除去触媒
- 14 CO除去部
- 15 加熱コイル
- 16 混合部
- 16 a 空気供給部
- 17 水素含有ガス出口
- 21 混合部16の底板
- 22 混合部16の天板
- 23 a 外周側傾斜部 30
- 23 b 内周側傾斜部
- L1 第1当接部206の加熱部5の中心からの距離
- L2 第2当接部207の加熱部5の中心からの距離
- 24 溝部
- 24 a 溝部24の底面
- 25 傾斜していない壁面
- 26 V溝部
- 27 上流路
- 28 下流路
- 29 a, 29 b 溶接や口ウ付け箇所 40
- 30 孔
- 31 流入孔
- 70 原料ガス
- 71 空気
- 72 改質水
- 73 水素含有ガス
- 74 排気ガス
- 100 混合流路
- 101 空気流入口
- 110 ガス供給領域 50

- 1 1 1 ガス供給口
- 1 2 0 ガス拡散領域
- 2 0 0 , 2 0 0 a , 2 0 0 b 仕切り板
- 2 0 1 外周流路
- 2 0 2 内周流路
- 2 0 3 ガス流入孔
- 2 0 4 側面孔
- 2 0 4 a 第 2 の側面孔
- 2 0 4 b 第 3 の側面孔
- 2 0 5 ガス流出孔
- 2 0 6 第 1 当接部
- 2 0 7 第 2 当接部
- 2 0 7 a , 2 0 7 b 第 2 , 第 3 当接部
- 2 0 8 内周当接部
- 2 0 9 第 1 の中間流路
- 2 1 0 第 2 の中間流路

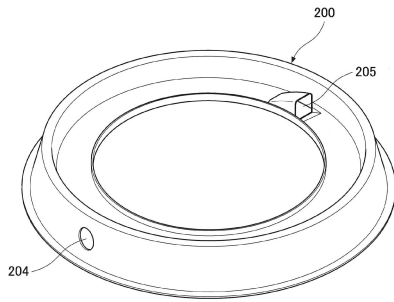
【図 1】



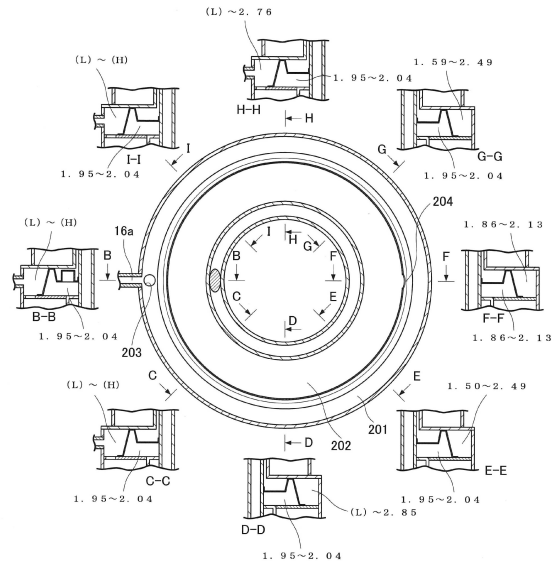
【図 2】



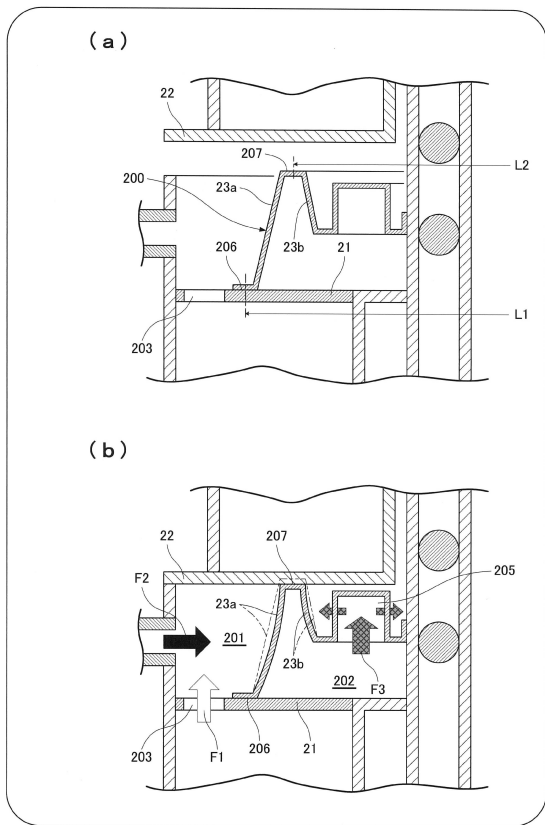
【 図 3 】



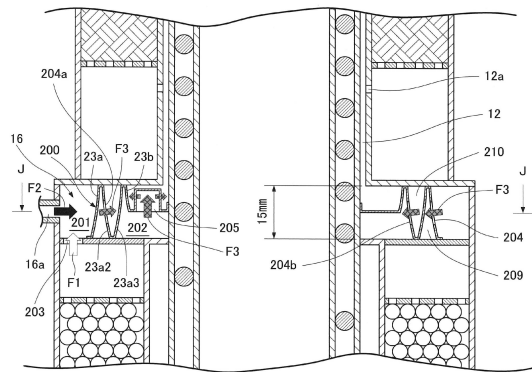
【 図 4 】



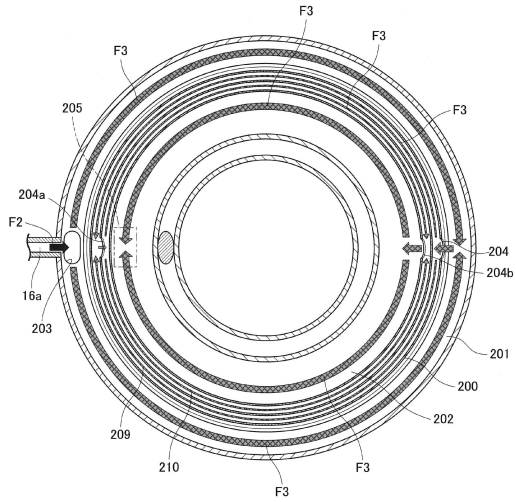
【 図 5 】



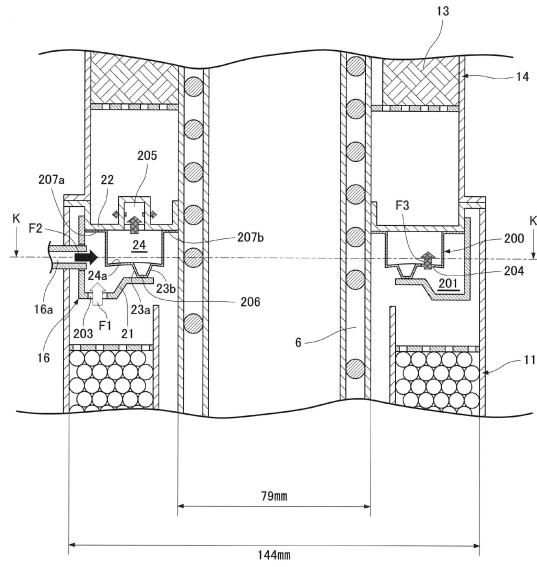
【 図 6 】



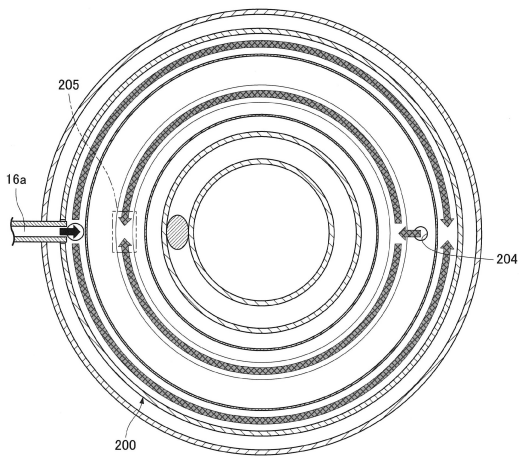
【図7】



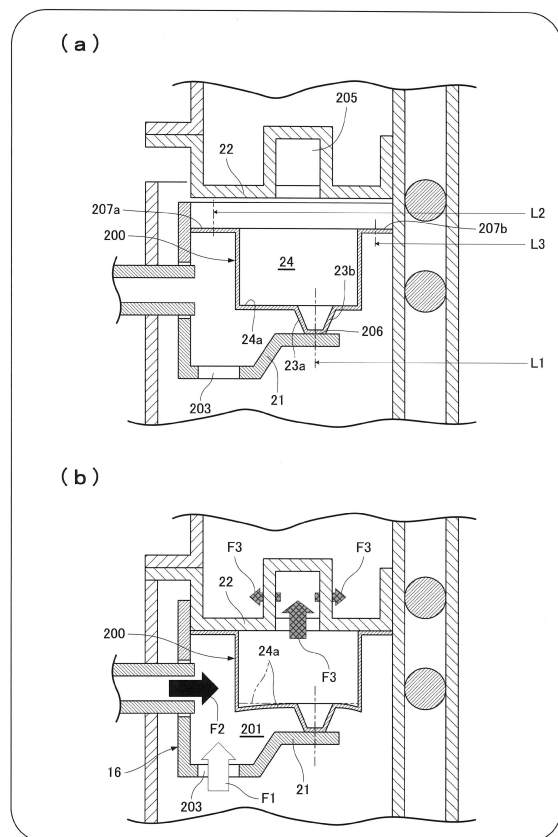
【図8】



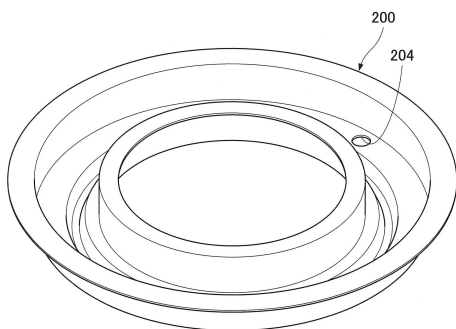
【図9】



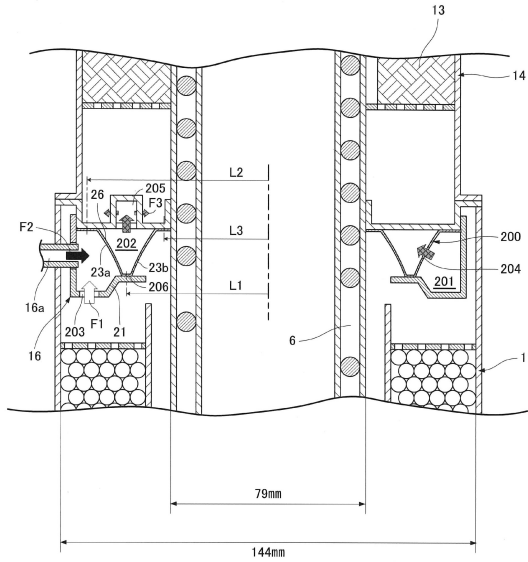
【図11】



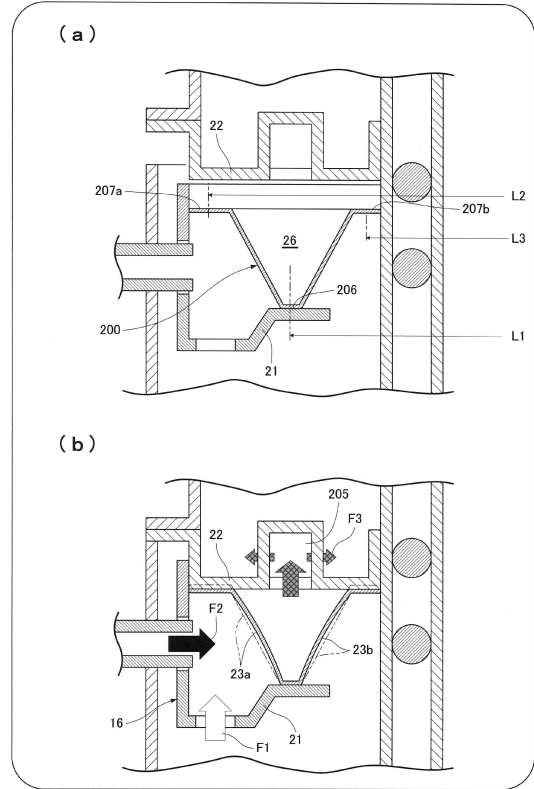
【図10】



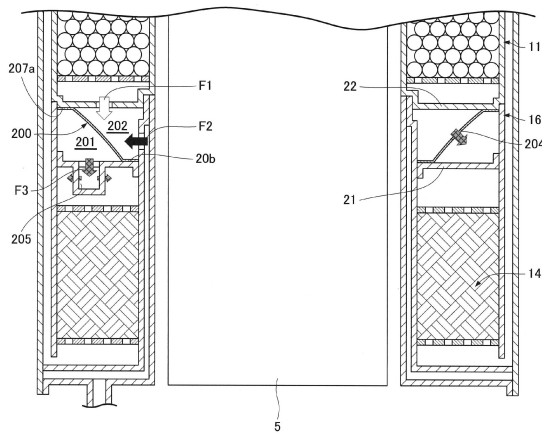
【図12】



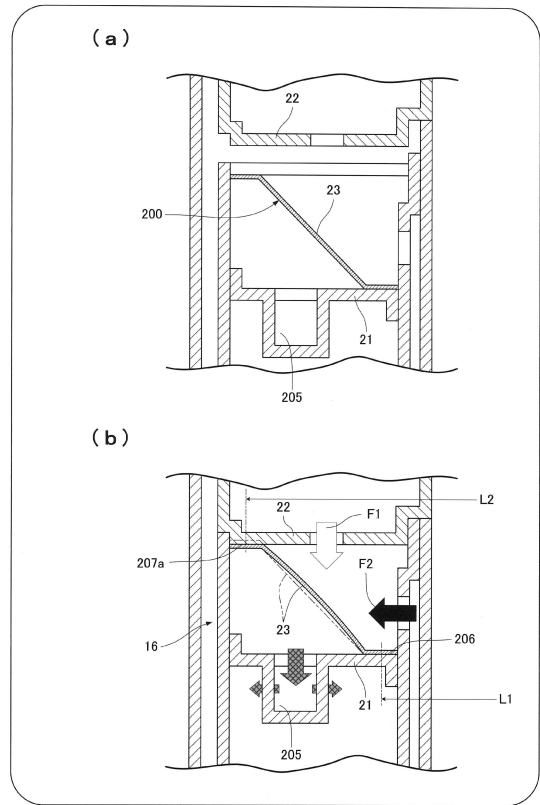
【図13】



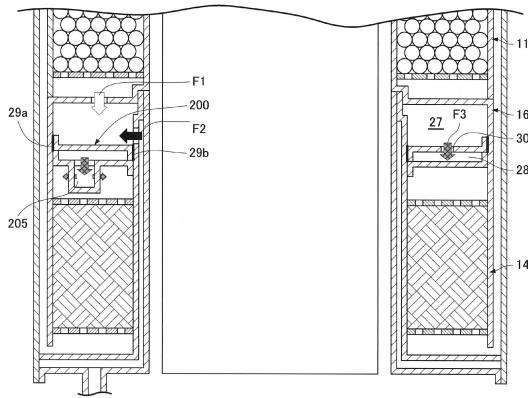
【図14】



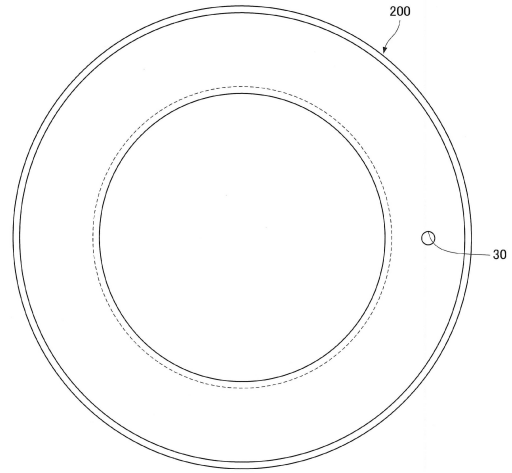
【図15】



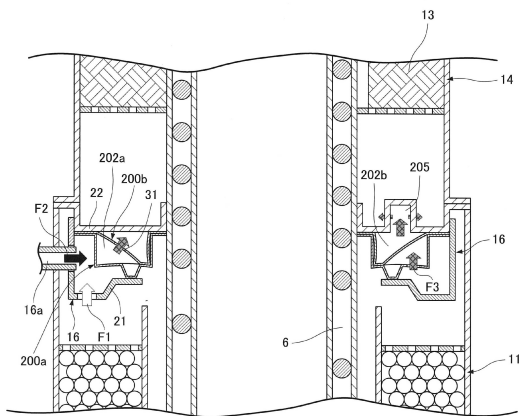
【図 16】



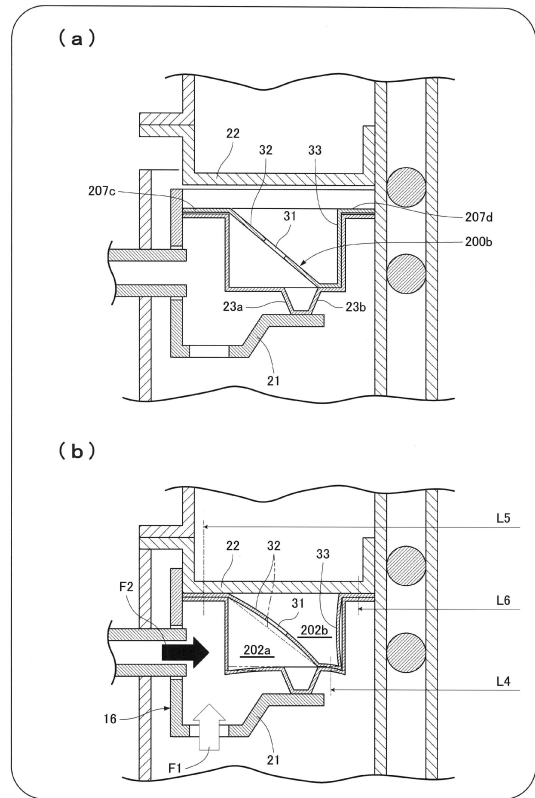
【図 17】



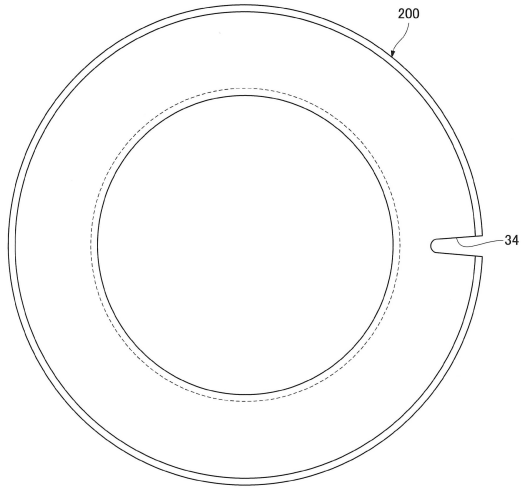
【図 18】



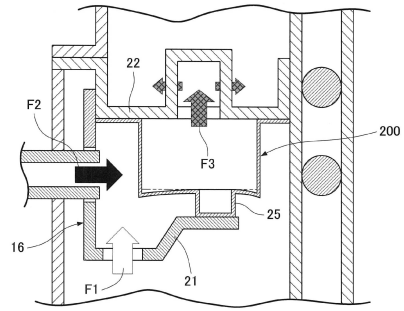
【図 19】



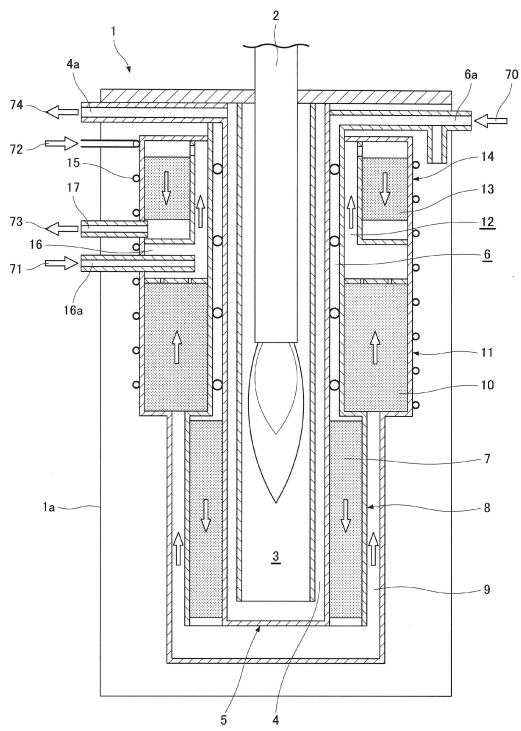
【図20】



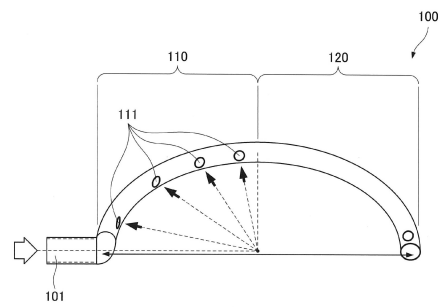
【図21】



【図22】



【図23】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-157498(JP,A)
特開2011-178613(JP,A)
特開2002-187705(JP,A)
特許第4145785(JP,B2)
特開2011-178620(JP,A)
特開2003-300703(JP,A)
特開2003-321206(JP,A)
特開2007-055892(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C01B 3/00 - 6/34
H01M 8/04 - 8/06