

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4952011号
(P4952011)

(45) 発行日 平成24年6月13日(2012.6.13)

(24) 登録日 平成24年3月23日(2012.3.23)

(51) Int.Cl.	F 1		
B01F 5/00	(2006.01)	B01F 5/00	D
B01F 3/02	(2006.01)	B01F 3/02	
C01B 3/38	(2006.01)	C01B 3/38	
H01M 8/06	(2006.01)	H01M 8/06	G

請求項の数 4 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2006-82574 (P2006-82574)	(73) 特許権者	000003609 株式会社豊田中央研究所 愛知県長久手市横道41番地の1
(22) 出願日	平成18年3月24日 (2006.3.24)	(74) 代理人	100079049 弁理士 中島 淳
(65) 公開番号	特開2007-253094 (P2007-253094A)	(74) 代理人	100084995 弁理士 加藤 和詳
(43) 公開日	平成19年10月4日 (2007.10.4)	(72) 発明者	三井 宏之 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内
審査請求日	平成21年1月9日 (2009.1.9)	(72) 発明者	志満津 孝 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内
		審査官	北村 英隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ガス混合器及び水素生成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の仕切板を積層することで、第1ガスを導入するための第1ガス流路と、前記積層方向から見て前記第1ガス流路とで所定角度の鋭角を成す直線形状とされ第2ガスを導入するための第2ガス流路とが、前記仕切板を介して隣接した単位隣接流路部が複数形成されているガス導入部と、

前記ガス導入部を構成する各単位隣接流路部において前記第1ガス流路の下流端部と前記第2ガス流路の下流端部とを前記仕切板における下流端部側に設けられた連通路にて連通して、前記積層方向から見て前記第1ガス流路とでガス流方向が直線となるように設けられ、該単位隣接流路部毎に第1ガス流路の第1ガスと第2ガス流路の第2ガスとを混合するための隣接ガス混合部と、

前記隣接ガス混合部における前記連通路に対する下流側に配置され、前記第1ガスを第2ガス側に案内するガス案内手段と、

複数の前記隣接ガス混合部から流出した混合ガスを下流側の装置に供給する前に合流させる混合ガス合流部と、

を備えたガス混合器。

【請求項 2】

複数の仕切板を積層することで、第1ガスを導入するための第1ガス流路と第2ガスを導入するための第2ガス流路とが前記仕切板を介して隣接した単位隣接流路部が複数形成されているガス導入部と、

前記ガス導入部において前記積層方向及び第1ガスのガス流方向に延在し、前記第1ガス流路を区画する複数の第1隔壁と、

前記ガス導入部において前記積層方向及び第2ガスのガス流方向に延在し、前記第1ガスと第2ガスとの流量比が所定値である場合に前記第1ガス流路の圧力損失と第2ガス流路の圧力損失とが一致するように、前記第2ガス流路を区画する間隔が設定された複数の第2隔壁と、

前記ガス導入部を構成する各単位隣接流路部において前記第1ガス流路の下流端部と前記第2ガス流路の下流端部とを連通して設けられ、該単位隣接流路部毎に第1ガス流路の第1ガスと第2ガス流路の第2ガスとを混合するための隣接ガス混合部と、

複数の前記隣接ガス混合部から流出した混合ガスを下流側の装置に供給する前に合流させる混合ガス合流部と、

を備えたガス混合器。

【請求項3】

前記ガス導入部は、前記積層方向及び第1ガスのガス流方向に延在し前記第1ガス流路を区画する複数の第1隔壁と、前記積層方向及び第2ガスのガス流方向に延在し前記第2ガス流路を区画する複数の第2隔壁とを有し、前記第1ガスと第2ガスとの流量比が所定値である場合に前記第1ガス流路の圧力損失と第2ガス流路の圧力損失とが一致するよう前記第1隔壁間の間隔と第2隔壁間の間隔とが設定されている請求項1記載のガス混合器。

【請求項4】

供給された改質原料から水素含有ガスを生成する改質反応を行う改質部と、

供給された燃料を燃焼させて生じた熱を、前記改質反応を進行するための熱として前記改質部に供給する加熱部と、

燃料電池のアノード出口から排出された前記燃料としてのアノードオフガス及び前記燃料電池の冷媒出口から排出され前記アノードオフガスを燃焼するための酸素を含む冷却オフガスの何れか一方を前記第1ガスとともに他方を前記第2ガスとして、該燃料と支燃ガスとの混合ガスを前記加熱部に供給するために適用された請求項1～請求項3の何れか1項記載のガス混合器と、

を備えた水素生成装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、異なる組成のガスを混合するためのガス混合器、及びこのガス混合器が適用され改質原料を改質して水素を生成するための水素生成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、燃料電池に供給する水素を得るための水素供給装置として、水蒸気改質を含む改質反応によって炭化水素原料を水素含有ガスに改質する、改質式の水素供給装置を考えられている（例えば、特許文献1参照）。このような水素供給装置では、吸熱反応である改質反応を維持するため、改質反応を行う改質部と該改質部に熱を付与する燃焼部とを隣接して設け、改質反応を連続して行い得るように構成されている。そして、この燃焼部の燃料として、燃料電池のアノードオフガスを用いることが考えられている。アノードオフガスは、燃料電池の運転温度に近い比較的高温で燃焼部に供給されるので、燃焼ガスの温度上昇による顯熱ロスが少ないメリットがある。

【特許文献1】特開2001-283890明細書

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、改質部を加熱するための燃焼部においてアノードオフガスを触媒燃焼させる構成を探る場合、上記の如く比較的高温で供給されるアノードオフガスが燃焼用空気（支

50

燃ガス)との接触によって自己着火し、燃焼部で気相燃焼が生じてしまうことが懸念される。この自己着火は、アノードオフの濃度が局所的に高い部分で生じやすいので、アノードオフガスと燃焼用空気とを均一に混合する混合器を設けることが自己着火の防止対策となり得る。

【0004】

本発明は、上記事実を考慮して、組成の異なるガスを均一に混合することができるガス混合器を得ることが第1の目的である。また、本発明は、上記ガス混合器を適用して、自己着火を防止することができる水素生成装置を得ることが第2の目的である。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記第1の目的を達成するために請求項1記載の発明に係るガス混合器は、複数の仕切板を積層することで、第1ガスを導入するための第1ガス流路と、前記積層方向から見て前記第1ガス流路とで所定角度の鋭角を成す直線形状とされ第2ガスを導入するための第2ガス流路とが、前記仕切板を介して隣接した単位隣接流路部が複数形成されているガス導入部と、前記ガス導入部を構成する各単位隣接流路部において前記第1ガス流路の下流端部と前記第2ガス流路の下流端部とを前記仕切板における下流端部側に設けられた連通路にて連通して、前記積層方向から見て前記第1ガス流路とでガス流方向が直線となるように設けられ、該単位隣接流路部毎に第1ガス流路の第1ガスと第2ガス流路の第2ガスとを混合するための隣接ガス混合部と、前記隣接ガス混合部における前記連通路に対する下流側に配置され、前記第1ガスを第2ガス側に案内するガス案内手段と、複数の前記隣接ガス混合部から流出した混合ガスを下流側の装置に供給する前に合流させる混合ガス合流部と、を備えている。

10

【0006】

請求項1記載のガス混合器では、ガス導入部に独立して供給され各単位隣接流路部を構成する第1ガス流路、第2ガス流路を独立して流れる第1ガスと第2ガスとが、それぞれ隣接ガス混合部にて混合され、各隣接ガス混合部から流出した混合ガスが下流側に位置する混合ガス消費装置等に供給される。ここで、本ガス混合器では、各単位隣接流路部の第1流路第2流路にそれぞれ第1ガス、第2ガスが分散されるので、各単位隣接流路部を流れる第1ガス第2ガスは、それぞれ流量が小さく濃度のばらつきが小さい。そして、各隣接ガス混合部において、それぞれ流量が小さく濃度のばらつきが小さい第1ガスと第2ガスとが(他の隣接ガス混合部とは)独立して混合されるため、第1ガスと第2ガスとはバラつきのない流量バランス(流量比)で良好に混合される。

20

【0007】

このように、請求項1記載のガス混合器では、組成の異なるガスを均一に混合することができる。特に、第1ガス流路、第2ガス流路の仕切板積層方向の寸法が小さい構成、例えば、扁平構造やマイクロチャンネル構造では、単位隣接流路部の第1ガスと第2ガスとが合流する予備混合部において高いせん断力を受けてガス流方向に拡散する(流れが乱れる)ため、混合が促進される。

30

【0009】

また、本ガス混合器では、隣接ガス混合部は、単位隣接流路部を構成する第1ガス流路と第2ガス流路との間に介在している仕切板に設けられた連通路において、第1ガス流路と第2ガス流路とを連通している。連通路は、仕切板に切欠部や切り抜き部(孔)を設けて構成される。これにより、別部材を設けることのない簡単な構造で、各単位隣接流路部に連続する隣接ガス混合部が構成される。

40

【0011】

また、本ガス混合器では、第1ガス流路を流通して連通部に至った第1ガスは、ガス案内手段に案内されて、該第1ガス流路とで単位隣接流路部を構成する第2ガス流路下流側に向けてガス流方向が強制的に変換される。これにより、第1ガスと第2ガスとが直接的に衝突するため、上記したせん断作用に頼ることなく、これらの混合が促進される。なお、第2ガス流路側にも連通路の下流で第2ガスを第1ガス側に案内するガス案内部を設け

50

ても良い。

【0013】

また、本ガス混合器では、隣接ガス混合部に導入される（直前の）第1ガスのガス流方向と第2ガスのガス流方向とが異なるため、換言すれば、積層方向から見て第1ガスの速度ベクトルと第2ガスの速度ベクトルとが交差する部分に隣接ガス混合部が配設されているため、第1ガスと第2ガスとの混合が一層促進される。すなわち、ガスのせん断作用（流速差）を利用する構成では、第1ガスと第2ガスとの拡散方向を異ならせて混合効果が増大し、ガス案内手段を有する構成では、積層方向にも速度ベクトルを交差させることで混合効果が増大する。

【0015】

また、本ガス混合器では、第1ガスは、マクロ的には積層方向から見て第1ガス流路、隣接ガス混合部、ガス合流部を直線的に流れ、第2ガスは隣接ガス混合部において斜め方向から第1ガスに合流し、流れ方向を変化しながら第1ガスと混合される。これにより、例えば、第1ガス流路と第2ガス流路とをガス合流部（混合ガスの流れ方向）に対し対称に形成した構成と比較して、混合性能が向上する。また、一方のガス流を直線状にするので、各ガス流の圧力損失を低減することができる。

【0016】

請求項2記載の発明に係るガス混合器は、複数の仕切板を積層することで、第1ガスを導入するための第1ガス流路と第2ガスを導入するための第2ガス流路とが前記仕切板を介して隣接した単位隣接流路部が複数形成されているガス導入部と、前記ガス導入部において前記積層方向及び第1ガスのガス流方向に延在し、前記第1ガス流路を区画する複数の第1隔壁と、前記ガス導入部において前記積層方向及び第2ガスのガス流方向に延在し、前記第1ガスと第2ガスとの流量比が所定値である場合に前記第1ガス流路の圧力損失と第2ガス流路の圧力損失とが一致するように、前記第2ガス流路を区画する間隔が設定された複数の第2隔壁と、前記ガス導入部を構成する各単位隣接流路部において前記第1ガス流路の下流端部と前記第2ガス流路の下流端部とを連通して設けられ、該単位隣接流路部毎に第1ガス流路の第1ガスと第2ガス流路の第2ガスとを混合するための隣接ガス混合部と、複数の前記隣接ガス混合部から流出した混合ガスを下流側の装置に供給する前に合流させる混合ガス合流部と、を備えている。

【0017】

請求項2記載のガス混合器では、ガス導入部に独立して供給され各単位隣接流路部を構成する第1ガス流路、第2ガス流路を独立して流れる第1ガスと第2ガスとが、それぞれ隣接ガス混合部にて混合され、各隣接ガス混合部から流出した混合ガスが下流側に位置する混合ガス消費装置等に供給される。ここで、本ガス混合器では、各単位隣接流路部の第1流路第2流路にそれぞれ第1ガス、第2ガスが分散されるので、各単位隣接流路部を流れる第1ガス第2ガスは、それぞれ流量が小さく濃度のばらつきが小さい。そして、各隣接ガス混合部において、それぞれ流量が小さく濃度のばらつきが小さい第1ガスと第2ガスとが（他の隣接ガス混合部とは）独立して混合されるため、第1ガスと第2ガスとはバラつきのない流量バランス（流量比）で良好に混合される。

このように、請求項2記載のガス混合器では、組成の異なるガスを均一に混合することができる。特に、第1ガス流路、第2ガス流路の仕切板積層方向の寸法が小さい構成、例えば、扁平構造やマイクロチャンネル構造では、単位隣接流路部の第1ガスと第2ガスとが合流する予備混合部において高いせん断力を受けてガス流方向に拡散する（流れが乱れる）ため、混合が促進される。

また、本ガス混合器では、第1ガスと第2ガスとの流量比が所定値である場合にガス導入部を通過する第1ガスの圧力損失と第2ガスの圧力損失とが略一致するため、両ガスを小さいエネルギーで送出して混合することができる。

【0020】

請求項3記載の発明に係るガス混合器は、請求項1記載のガス混合器において、前記ガス導入部は、前記積層方向及び第1ガスのガス流方向に延在し前記第1ガス流路を区画す

10

20

30

40

50

る複数の第1隔壁と、前記積層方向及び第2ガスのガス流方向に延在し前記第2ガス流路を区画する複数の第2隔壁とを有し、前記第1ガスと第2ガスとの流量比が所定値である場合に前記第1ガス流路の圧力損失と第2ガス流路の圧力損失とが一致するように、前記第1隔壁間の間隔と第2隔壁間の間隔とが設定されている。

【0021】

請求項2及び請求項3記載の発明に係るガス混合器では、第1隔壁間、第2隔壁間の間隔が大きくなれば圧力損失（背圧）は低減し、第1隔壁間、第2隔壁間の間隔が小さくなれば圧力損失は増大するので、これら第1隔壁間、第2隔壁間の間隔の設定によって第1ガスの圧力損失と第2ガスの圧力損失とを略一致させている。

【0022】

上記第2の目的を達成するために請求項4記載の発明に係る水素生成装置は、供給された改質原料から水素含有ガスを生成する改質反応を行う改質部と、供給された燃料を燃焼させて生じた熱を、前記改質反応を進行するための熱として前記改質部に供給する加熱部と、燃料電池のアノード出口から排出された前記燃料としてのアノードオフガス及び前記燃料電池の冷媒出口から排出され前記アノードオフガスを燃焼するための酸素を含む冷却オフガスの何れか一方を前記第1ガスとともに他方を前記第2ガスとして、該燃料と支燃ガスとの混合ガスを前記加熱部に供給するために適用された請求項1～請求項3の何れか1項記載のガス混合器と、を備えている。

【0023】

請求項4記載の水素生成装置では、加熱部は、ガス混合器によって混合された燃料と支燃ガスとの混合ガスが導入され、該混合ガス中の燃料を燃焼させることで生じた熱を、改質部に供給している。改質部では、加熱部から供給された熱を吸収しつつ改質反応が生じ、水素含有ガスが生成される。ここで、加熱部に導入される混合ガスは、請求項1乃至請求項8の何れか1項記載のガス混合器にて混合されているため、均一に混合されて局所的に燃料濃度が高い部分が生じることが防止され、加熱部に導入される前に燃料が自己着火を生じることが防止される。

【0024】

このように、請求項4記載の水素生成装置では、自己着火を防止することができる。これにより、例えば加熱部に比較的高温の燃料や支燃ガスを導入することが可能となり、これら燃料や支燃ガスの顕熱を改質反応に供することも可能となる。

【発明の効果】

【0025】

以上説明したように本発明に係るガス混合器は、組成の異なるガスを均一に混合することができるという優れた効果を有する。

【0026】

また、本発明に係る水素生成装置は、上記ガス混合器を適用して、自己着火を防止することができるという優れた効果を有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

本発明の実施形態に係るガス混合器60について、図1乃至図5に基づいて説明する。先ずガス混合器60が適用された水素生成装置10を含む燃料電池システム12の全体システム構成を説明し、次いで、ガス混合器60について詳細に説明することとする。

【0028】

図4には、水素生成装置10が適用された燃料電池システム12のシステム構成図（プロセスフローシート）が示されている。この図に示される如く、水素生成装置10は、水素を含有する燃料ガスを燃料電池14に供給するようになっている。

【0029】

燃料電池14は、水素を含有する燃料ガスをアノード電極に導入するためのアノード流路16と、酸化ガスとしての酸素を含有するカソード用空気をカソード電極に導入するためのカソード流路18とを備えており、アノード電極に供給された水素とカソード電極に

10

20

30

40

50

供給された酸素とが電気化学的に反応することで、起電力が生じるようになっている。具体的には、燃料電池14は、図5に示す単セル20が積層されたスタックを有して構成されている。単セル20は、電解質層22を一対のセパレータ24、26にて両側から挟み込んで構成されている。各セパレータ24、26は、導電性でかつガス不透過性の材料（例えばカーボン）等で構成されている。一方のセパレータ24には、電解質層22側に開口してカソード流路18が形成されており、他方のセパレータ24には、電解質層22側に開口してアノード流路16が形成されている。

【0030】

電解質層22は、固体酸化物である電解質膜22Aと、電解質膜22Aのセパレータ24側に配置されたカソード22Bと、電解質膜22Aのセパレータ26側に配置されたアノード22Cとで構成されている。電解質膜22Aは、例えばBaCeO₃系、SrCeO₃系等のペロブスカイト系電解質膜とすることができる。また、カソード22B（カソード触媒）としては、例えば白金(Pt)系の拡散層を有するものが用いられる。

10

【0031】

アノード22Cは、セパレータ26側の水素分子解離層28と、電解質膜22A側の水素分離膜30とを積層して構成されている。水素分子解離層28としては、例えばパラジウム薄膜が用いられ、このパラジウム薄膜がアノード電極の触媒としても機能するようになっている。なお、アノード電極の触媒として、必要に応じて白金系の触媒を採用しても良い。水素分離膜30は、例えば、バナジウム膜等の水素の選択的透過性を有する金属が用いられる。なお、水素分子解離層28と水素分離膜30との積層膜を水素分離膜として把握することも可能である。

20

【0032】

以上説明した燃料電池14（単セル20）では、アノード流路16に導入された燃料ガス中の水素がアノード22C（水素分子解離層28）においてプロトン化され、このプロトンが水素分離膜30を透過して電解質膜22Aに至り、さらにカソード22Bに移動する。このカソード22Bにおいて、このプロトンとカソード流路18に導入された酸素とが反応して水（水蒸気）が生成される。このプロトンの移動に伴って電子がアノード22C（セパレータ26）から外部導体を通じてカソード（セパレータ24）に向けて流れ、発電が行われる。

30

【0033】

これにより、燃料電池14は、アノード流路16に水素含有の燃料ガスを供給すると共にカソード流路18にカソード用空気を供給することで、発電を行う構成が実現されている。すなわち、燃料電池システム12では、燃料電池14に供給する前の燃料ガスから水素のみを分離することなく、水素と他のガスとの混合ガスをアノード流路に供給して発電を行うことができる構成とされている。

【0034】

この水素分離膜30を備えた燃料電池14は、水素分離膜30が高温になると拡散を生じ、また低温の水素分離膜30が水素と接触すると水素脆化によって劣化する恐れがあるため、運転温度を所定の温度範囲（例えば、200～700、好ましくは300～600、より好ましくは400～500）に保つようになっている。具体的には、燃料電池システム12では、図4に模式的に示す如く、燃料電池14内（単セル20間）に冷媒流路32が設けられており、この冷媒流路32を通過する冷媒（この実施形態では、空気）によって燃料電池14の運転温度を上記した所定の温度範囲内に保つ構成とされている。

40

【0035】

燃料電池システム12は、燃料電池14のカソード流路18に酸素含有ガスとしてのカソード用空気を供給するためのカソード用空気ポンプ34を備えている。カソード用空気ポンプ34の吐出部は、下流端がカソード流路18のカソード用空気入口18Aに接続されたカソード用空気供給ライン36の上流端が接続されている。一方、カソード流路18のカソードオフガス出口18Bには、カソードオフガスライン38の上流端が接続されて

50

いる。この実施形態では、水蒸気及び酸素（空気）を含むカソードオフガスを水素生成装置10の改質器45（後述）で改質用ガスとして利用するために、カソードオフガスライン38の下流端は水素生成装置10に導入されている。この構成については後述する。

【0036】

また、燃料電池システム12は、燃料電池14の冷媒流路32に冷媒として冷却用空気を供給するための冷却用空気ポンプ40を備えている。冷却用空気ポンプ40の吐出部は、下流端が冷媒流路32の冷媒入口32Aに接続された冷媒ライン42の上流端が接続されている。一方、冷媒流路32の冷媒出口32Bには、冷却オフガスライン44の上流端が接続されている。この実施形態では、酸素を含む冷却オフガスを水素生成装置10の改質器45で支燃ガスとして利用するために、冷却オフガスライン44の下流端は水素生成装置10に導入されている。この構成については後述する。10

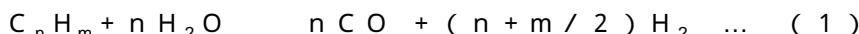
【0037】

水素生成装置10は、炭化水素原料を改質して水素を含有する燃料ガスを得る改質式の水素供給源とされている。したがって、水素生成装置10は、改質反応を行うための改質器45を備えており、改質器45は、改質反応を行う改質部46と該改質部46に改質用の熱を付与する加熱部48とを備えている。以下、具体的に説明する。

【0038】

改質部46は、供給される炭化水素ガス（ガソリン、メタノール、天然ガス等）と改質用ガス（水蒸気、酸素）を触媒反応させることで、水素ガスを含む燃料ガスを生成する（改質反応を行う）ようになっている。改質反応は、以下の式（1）乃至（4）で表される各反応を含む。したがって、改質工程で得た燃料ガスには、水素（H₂）、一酸化炭素（CO）、メタン（CH₄）、分解炭化水素や未反応の原料炭化水素（C_xH_y）等の可燃性ガス、及び二酸化炭素（CO₂）、水（H₂O）等の不燃性ガスを含むようになっている。20

【0039】



この改質反応の中で主となる式（1）の水蒸気改質反応は吸熱反応であり、かつ所定の温度以上（本実施形態では、700～800程度）で行われることで、燃料電池14の運転温度と略同域である400～500の燃料ガスを生成するようになっている。このため、改質器45は、改質部46に改質反応を行い得る熱を供給して改質反応を維持させる加熱部48を有している。加熱部48は、内部に酸化触媒49（図2参照）を有して改質部46に隣接して設けられており、燃料を触媒燃焼させて得た熱を隔壁50を介して改質部46に供給するようになっている。このため、燃焼ガス等の熱媒（流体）を介して改質部を加熱する構成のように熱量を温度に変換することなく、改質部46に熱量を直接的に付与することができる構成とされている。この実施形態では、改質器45は、図2に示される如く、改質部46と加熱部48とが隔壁部50を介して交互に積層されて熱交換型の改質器として構成されている。この図2に示される如く、酸化触媒49は、加熱部48の内面すなわち隔壁部50に固定的に支持されている。30

【0040】

この水素生成装置10は、図示しない燃料タンクに貯留している炭化水素原料を改質器45の改質部46に供給するための原料ポンプ52を備えており、原料ポンプ52の吐出部は原料供給ライン54を介して改質部46の原料入口46Aに接続されている。また、この原料供給ライン54には、上記したカソードオフガスライン38の下流端が合流している。これにより、改質部46には、原料入口46Aから炭化水素原料及び改質用ガスとしてのカソードオフガス（水蒸気及び酸素）が共に供給される構成とされている。なお、原料供給ライン54とカソードオフガスライン38との合流部に混合器やインジェクタなどを設けて炭化水素原料と改質用ガスとの混合を促進するように構成しても良い。

【0041】

10

20

30

40

50

さらに、改質部46の燃料ガス出口46Bは、下流端が燃料電池14の燃料ガス入口16Aに接続された燃料ガス供給ライン56の上流端に接続されている。これにより、改質部46において炭化水素原料とカソードオフガスとを反応させて生成された水素含有の燃料ガスが燃料電池14のアノード流路16に供給されるようになっている。一方、上記の通り水素分離膜30を備えた燃料電池14は、燃料ガスのうち水素のみを消費して発電を行うようになっている。このため、アノードオフガスには、一酸化炭素(CO)や炭化水素(C_xH_y)等の可燃性ガスが含まれてあり、水素生成装置10(改質器45)は、燃料電池14のアノードオフガスを加熱部48の燃料として利用する構成とされている。すなわち、上流端がアノード流路16のアノードオフガス出口16Bに接続されたアノードオフガスライン58は、その下流端が水素生成装置10に導入されている。

10

【0042】

したがって、水素生成装置10すなわち改質器45では、可燃ガスであるアノードオフガスを、冷却オフガス(中の酸素)を支燃ガスとして加熱部48にて触媒燃焼させ、改質部46の改質反応を維持する熱を確保する構成とされている。アノードオフガス及び冷却オフガスは、それぞれ燃料電池14の運転温度に相当する温度(400～500程度)で供給され、600～800程度の温度域での触媒燃焼を生じる構成とされている。この加熱部48から熱量供給を受けて、改質部46は、上記の通り燃料電池14の運転温度域と略同域の温度とされた燃料ガスを生成し、燃料電池14に供給するようになっている。これにより、燃料電池システム12では、熱交換器等を備えることなく熱効率の高い構成が実現されている。なお、運転状況に応じて(発熱量を制御するために)、カソードオフガス、冷却オフガスの一部を系外に排出する(改質部46、加熱部48への供給量を調節する)ように構成しても良い。

20

【0043】

そして、本発明の実施形態に係る水素生成装置10は、アノードオフガスと冷却オフガスとを加熱部48に供給する前に混合するためのガス混合器60を備えている。すなわち、ガス混合器60は、その可燃ガス入口60Aにアノードオフガスライン58の下流端が接続されると共に、その支燃ガス入口60Bに冷却オフガスライン44の下流端が接続されている。また、ガス混合器60は、その混合ガス出口60Cが加熱部48の混合ガス入口48Aに接続されている。これにより、加熱部48は、アノードオフガスと冷却オフガスとが略均一に混合された混合ガスがガス混合器60から供給されるようになっている。また、加熱部48の燃焼排ガス出口48Bは、排ガスライン62を介して排気部64に接続されている。排気部64は、燃焼排ガスを浄化して系外(大気中)に排気する構成とされている。

30

(混合器の構成)

図2に示される如く、ガス混合器60は、アノードオフガス、冷却オフガスを、混合前に交互に積層配置された可燃ガス分割流路66、支燃ガス分割流路68に分割するガス流分割部70を備えている。この実施形態では、後述するプレート本体94を介して積層方向に隣接する1つの可燃ガス分割流路66と1つの支燃ガス分割流路68で隣接ユニット74が構成されており、ガス流分割部70は多数の単位隣接流路部としての隣接ユニット74が積層されて構成されていると把握することができる。

40

【0044】

各隣接ユニット74では、可燃ガス分割流路66、支燃ガス分割流路68の下流端が連通されて隣接ガス混合部76が形成されている。したがって、ガス流分割部70の下流端には、それぞれの隣接ユニット74でアノードオフガスと冷却オフガスとが混合される隣接ガス混合部76が多数積層された分割混合部75が配設されている。隣接ガス混合部76の下流には、下流側に向けて徐々に流路断面を拡大するテーパ状の拡大混合部78の上流端に連続している。拡大混合部78の下流端は、加熱部48の混合ガス入口48Aに断面形状が一致されており、混合ガス入口48Aに連通して接続されている。なお、この実施形態では、加熱部48は、扁平形状の複数の流路に分割されており、同様に分割されている改質部46と交互に積層されて熱交換型の改質器45を構成している。

50

【 0 0 4 5 】

以上説明したガス混合器 6 0 の具体的な構成例を説明する。図 1 に示される如く、ガス混合器 6 0 は、混合器本体 8 0 を備えている。混合器本体 8 0 は、可燃ガス入口 6 0 A が設けられた可燃ガス導入管部 8 2 と、支燃ガス入口 6 0 B が設けられた支燃ガス導入管部 8 4 と、アノードオフガスと冷却オフガスとを混合させるための分割混合部 7 5 が配設される混合管部 8 6 とが三叉状に連通して構成されている。この実施形態では、混合器本体 8 0 は、支燃ガス導入管部 8 4 と混合管部 8 6 とが略一直線状に配置され、可燃ガス導入管部 8 2 が所定角度で混合管部 8 6 に合流する如く平面視で略「y」字状を成している。

【 0 0 4 6 】

したがって、平面視では、冷却オフガスが略直線状（図 1 に示す矢印 A 方向に沿って）10 に支燃ガス導入管部 8 4 から混合管部 8 6 に向けて流れ、アノードオフガスは、矢印 A 方向に対し所定角度を成す矢印 B 方向に流れ混合管部 8 6 に至り、矢印 A 方向に流れ方向を変換するようになっている。

【 0 0 4 7 】

混合器本体 8 0 内には、ガス流分割部 7 0、分割混合部 7 5（各隣接ガス混合部 7 6）を構成する積層コア 8 8 が配設されている。図 3 に示される如く、積層コア 8 8 は、複数の可燃ガス流路形成プレート 9 0、支燃ガス流路形成プレート 9 2 を交互に積層して構成されている。可燃ガス流路形成プレート 9 0、支燃ガス流路形成プレート 9 2 は、可燃ガス分割流路 6 6 と支燃ガス分割流路 6 8 とを隔てる平板状のプレート本体 9 4 を備えている。20

【 0 0 4 8 】

プレート本体 9 4 は、可燃ガス導入管部 8 2、支燃ガス導入管部 8 4、混合管部 8 6 のそれぞれに入り込むように、平面視で略「y」字状に形成されている。このプレート本体 9 4 における可燃ガス導入管部 8 2 に入り込む部分を可燃側プレート部 9 4 A、支燃ガス導入管部 8 4 に入り込む部分を支燃側プレート部 9 4 B、混合管部 8 6 に入り込む部分を混合プレート部 9 4 C と言うこととする。

【 0 0 4 9 】

また、可燃ガス流路形成プレート 9 0、支燃ガス流路形成プレート 9 2 は、プレート本体 9 4 の周縁における矢印 A 方向両端及び矢印 B 方向の上流端を除く部分から立設された外壁 9 6 を備えている。さらに、可燃ガス流路形成プレート 9 0 は、外壁 9 6 における可燃側プレート部 9 4 A と支燃側プレート部 9 4 B とが鋭角を成す角部 9 6 A から矢印 B 方向に沿って延設され支燃側プレート部 9 4 B（支燃ガス入口 6 0 B）と混合プレート部 9 4 C（可燃ガス分割流路 6 6）とを隔てるガス間隔壁 9 8 を備えている。一方、支燃ガス流路形成プレート 9 2 は、外壁 9 6 の角部 9 6 A から矢印 A 方向に沿って延設され可燃側プレート部 9 4 A（可燃ガス入口 6 0 A）と混合プレート部 9 4 C（支燃ガス分割流路 6 8）とを隔てるガス間隔壁 1 0 0 を備えている。30

【 0 0 5 0 】

そして、この実施形態では、可燃ガス流路形成プレート 9 0 における混合プレート部 9 4 C の矢印 A 方向下流側部分に、隣接ガス混合部 7 6 を構成する連通路としての切欠部 1 0 2 が形成されている。したがって、可燃ガス流路形成プレート 9 0 は、その下側（プレート本体 9 4 側）に隣接する支燃ガス流路形成プレート 9 2 とで隣接ユニット 7 4 を構成し、切欠部 1 0 2 によって可燃ガス分割流路 6 6 と支燃ガス分割流路 6 8 とが合流する隣接ガス混合部 7 6 を構成している。40

【 0 0 5 1 】

また、この実施形態では、可燃ガス流路形成プレート 9 0 は、矢印 B 方向に沿って長手とされプレート本体 9 4 から外壁 9 6 と同じ側に立設されて可燃ガス分割流路 6 6 を複数の並行流路 6 6 A に分割する流路間隔壁 1 0 4 を備えている。流路間隔壁 1 0 4 は、その上流端が可燃側プレート部 9 4 A の矢印 B 方向上流縁部とされると共に、その下流端が切欠部 1 0 2 の上流縁部とされている。同様に、支燃ガス流路形成プレート 9 2 は、矢印 A 方向に沿って長手とされ、プレート本体 9 4 から外壁 9 6 と同じ側に立設されて支燃ガス50

分割流路 6 8 を複数の並行流路 6 8 A に分割する流路間隔壁 1 0 6 を備えている。流路間隔壁 1 0 6 は、その上流端が支燃側プレート部 9 4 B の矢印 A 方向上上流縁部とされると共に、その下流端が混合プレート部 9 4 C の下流端とされている。これら流路間隔壁 1 0 4 、 1 0 6 にて分割された並行流路 6 6 A 、 6 8 A は所謂マイクロチャンネル構造とされている。さらに、可燃ガス側の流路間隔壁 1 0 4 を切欠部 1 0 2 の下流縁部まで延伸した構成としても良い。その場合、流路間隔壁 1 0 4 における切欠部 1 0 2 の上流縁部から下流縁部までは、流路間隔壁 1 0 6 と接するよう平行に配置することが好ましい。

【 0 0 5 2 】

以上説明した可燃ガス流路形成プレート 9 0 、支燃ガス流路形成プレート 9 2 を交互に積層して気密に接合することで、ガス流分割部 7 0 、分割混合部 7 5 が形成された積層コア 8 8 が構成されており、この積層コア 8 8 を混合器本体 8 0 に収容することで、ガス混合器 6 0 が構成されている。10

【 0 0 5 3 】

以上まとめると、ガス混合器 6 0 は、可燃ガス入口 6 0 A から可燃ガス導入管部 8 2 を通じて積層コア 8 8 内に形成された各可燃ガス分割流路 6 6 に導入され、切欠部 1 0 2 すなわち隣接ガス混合部 7 6 に至ったアノードオフガス G a (図 2 参照) が、支燃ガス入口 6 0 B から支燃ガス導入管部 8 4 を通じて積層コア 8 8 内に各支燃ガス分割流路 6 8 を流れる冷却オフガス G r に対し隣接ガス混合部 7 6 にて合流して混合されるようになっている。また、ガス混合器 6 0 では、分割混合部 7 5 の各隣接ガス混合部 7 6 でアノードオフガス G a と冷却オフガス G r とが混合した混合ガス G m が、拡大混合部 7 8 にてさらに混合され、又は均一な混合状態を維持しつつ加熱部 4 8 に送給されるようになっている。20

【 0 0 5 4 】

また、ガス混合器 6 0 は、アノードオフガスの流量と冷却オフガスの流量とが一定の流量比である場合 (燃焼ストイキが略一定である場合) に、ガス混合器 6 0 でのアノードオフガスの圧力損失と冷却オフガスの圧力損失とが略一定となるように各部の寸法、形状が決められている。この実施形態では、図 1 に示される如く、可燃ガス分割流路 6 6 の可燃ガス入口 6 0 A から隣接ガス混合部 7 6 までの流路長さ L a と、支燃ガス分割流路 6 8 の支燃ガス入口 6 0 B から隣接ガス混合部 7 6 までの流路長さ L r とが同じである設定とされている。さらに、冷却オフガスの方がアノードオフガスよりも流量が大きいことを考慮して、該冷却オフガスの流れ方向を矢印 A に沿う一直線としている。30

【 0 0 5 5 】

次に、第 1 の実施形態の作用を説明する。

【 0 0 5 6 】

上記構成の水素生成装置 1 0 を備えた燃料電池システム 1 2 では、この水素生成装置 1 0 の改質器 4 5 において改質部 4 6 が加熱部 4 8 からの熱供給を受けつつ行う改質反応によって生成した水素含有の燃料ガスが、燃料ガス供給ライン 5 6 を通じて燃料電池 1 4 のアノード流路 1 6 に供給される。この燃料電池 1 4 のカソード流路 1 8 には、カソード用空気供給ライン 3 6 を通じてカソード用空気ポンプ 3 4 からのカソード用空気が常時供給されている。そして、燃料電池 1 4 では、アノード流路 1 6 に導入された燃料ガス中の水素がアノード 2 2 C (水素分子解離層 2 8) においてプロトン化され、このプロトンが水素分離膜 3 0 を透過して電解質膜 2 2 A に至り、さらにカソード 2 2 B に移動する。このプロトンの移動に伴って電子がアノード 2 2 C (セパレータ 2 6) から外部導体を通じてカソード (セパレータ 2 4) に向けて流れ、発電が行われる。また、カソード 2 2 B において、プロトンとカソード流路 1 8 に導入された酸素とが反応して水 (水蒸気) が生成される。またこのとき、燃料電池 1 4 は、冷媒ライン 4 2 を通じて供給される冷却用空気ポンプ 4 0 の冷却用空気によって冷却され、発電 (発熱反応) に伴う温度上昇が防止され、運転温度が一定の範囲に維持される。40

【 0 0 5 7 】

そして、上記の通りカソード 2 2 B で生成した水蒸気を含むカソードオフガスは、カソードオフガスライン 3 8 を経由して原料供給ライン 5 4 に合流し、原料ポンプ 5 2 からの50

炭化水素原料と共に改質用ガスとして改質部46に供給される。改質部46では、炭化水素原料及びカソードオフガス（の水蒸気及び酸素）が改質触媒と接触することで上式（1）乃至（4）の反応を含む改質反応が行われて、水素、一酸化炭素等を含む燃料ガスが生成され、この燃料ガスは上記の通り燃料電池14に供給される。

【0058】

また、燃料電池14のアノードオフガスは、アノードオフガスライン58を通じてガス混合器60の可燃ガス導入管部82に導入され、燃料電池14の冷却オフガスは、冷却オフガスライン44を通じてガス混合器60の支燃ガス導入管部84に導入される。アノードオフガス及び冷却オフガスは、それぞれガス流分割部70において独立して安定した濃度分布の微小流に分割され、隣接ガス混合部76で予混合される。このとき、図2に模式的に示す如く、断面視扁平状の多数の微小流路を通過するアノードオフガスG_a及び冷却オフガスG_rには、それぞれせん断力が作用し、またアノードオフガスG_aと冷却オフガスG_rとには、隣接ガス混合部76（連通空間）への突出流速の差に基づく高いせん断力が作用する。このため、隣接ガス混合部76に突出したアノードオフガスG_a及び冷却オフガスG_rは、それぞれ流れ方向に拡散したり渦を形成して相手方ガスと効率的に混合し、混合ガスG_mになる。10

【0059】

さらに、各隣接ガス混合部76から拡大混合部78に突出した混合ガスG_mは、拡大混合部78にて拡散したり渦を形成してより均一に混合されつつ（少なくとも良好な混合状態を維持しつつ）下流側に送給される。そして、ガス混合器60で混合された混合ガスG_mは、加熱部48に導入されて酸化触媒49に接触して触媒燃焼を生じる。この触媒燃焼に伴う発熱が隔壁部50を介して隣接する改質部46に供給され、改質部46における吸熱反応である改質反応が維持される。すなわち、燃料電池14への水素供給、燃料電池14による発電が維持される。加熱部48で生成された燃焼排ガスは、排ガスライン62を経由して導入された排気部64にて浄化され、系外に排気される。20

【0060】

ここで、水素生成装置10では、アノードオフガス及び冷却オフガスを加熱部48に供給する前に混合するガス混合器60を設けたため、このような混合器を備えない構成と比較して、アノードオフガスと冷却オフガスとの混合時間、すなわち酸化触媒49への接触前の混合のためにアノードオフガスと冷却オフガスとが気相で接触する気相滞在時間が短縮される。30

【0061】

特に、ガス混合器60は、それぞれ独立して（混合前に）多数の微小流に分割されたアノードオフガスと冷却オフガスとが、先ず隣接ガス混合部76において共通の隣接ユニット74を構成する（隣接する）流路の互いに安定した濃度分布の相手方ガスと微小流量同士で予混合されるので、アノードオフガスG_aと冷却オフガスG_rとが同等の流量分布の部分間において、バラつきの少ない流量バランス（流量比）で良好に混合される。

【0062】

しかも、ガス混合器60のガス流分割部70は、それぞれ扁平状に形成された多数の可燃ガス分割流路と支燃ガス分割流路とが交互に積層されて構成されているため、上記の通りアノードオフガスG_a及び冷却オフガスG_rには高いせん断力が作用し、さらに隣接ガス混合部76への突出速度の差によるせん断力が作用するため、これらのガスがより効率的に混合される。すなわち、隣接ガス混合部76の混合ガスG_mは、アノードオフガスG_aと冷却オフガスG_rとのマクロ的な混合比に略一致する混合比をミクロ的にも確保した微小混合ガスの集合のように、局所的な高濃度部分が存在しないきわめて均一に混合される。40

【0063】

またここで、ガス混合器60では、平面視で直線的に流れる冷却オフガスG_rに対しアノードオフガスG_aを所定角度で合流させる構成であるため、アノードオフガスG_aと冷却オフガスG_rとを合流部分に対し対称となる流れで合流させる構成と比較して、ガスの50

混合性能が向上することが実験的に確かめられている。以上により、ガス混合器 6 0 では、アノードオフガス G a と冷却オフガス G r との均一混合が促進され易く、加熱部 4 8 に供給される前の混合ガス G m 中に局所的に可燃ガス濃度が高い部位が生じることが抑制される。この実施形態では、混合ガス G m の可燃成分の濃度分布について、± 5 % 以内を実現した。

【 0 0 6 4 】

さらに、それぞれ微小量に分割されたガスを上記の如く高いせん断力の作用によって混合するため、アノードオフガスと冷却オフガスとの上記均一な混合に要する空間的距離及び混合時間、すなわち混合ガスの気相滞在時間が短縮される。このため、ガス混合器 6 0 が適用された水素生成装置 1 0 では、アノードオフガス G a と冷却オフガス G r をガス混合器 6 0 を短時間で通過させることができ、アノードオフガス（中の可燃成分）の自己着火を抑制することができる。これにより、水素生成装置 1 0 では、400 ~ 500 でガス混合器 6 0 （加熱部 4 8 ）に導入されるアノードオフガスが、同域の温度の冷却オフガスに接触することによる自己着火に伴う気相燃焼の発生が抑制される。また、仮に気相燃焼が生じた場合でも、ガス混合器 6 0 によってアノードオフガスと冷却オフガスとが均一に混合されることで、可燃成分の濃度が極端に高い部分は生じないので、加熱部 4 8 での気相燃焼に伴う燃焼温度が抑制される。

【 0 0 6 5 】

このように、第 1 の実施形態に係るガス混合器 6 0 では、組成の異なるアノードオフガスと冷却オフガスとを均一に混合することができる。また、ガス混合器 6 0 が適用された水素生成装置 1 0 では、アノードオフガスの自己着火を防止することができる。

【 0 0 6 6 】

また、ガス混合器 6 0 では、上記の通り隣接ガス混合部 7 6 でアノードオフガスと冷却オフガスとが良好に混合されるため、拡大混合部 7 8 をテーパ形状としても、流路断面が一定の混合空間に各可燃ガス分割流路 6 6 、支燃ガス分割流路 6 8 から未混合のアノードオフガスと冷却オフガスとが流出する比較例の混合器と比較して、全体としての混合性能が維持、向上される。そして、ガス混合器 6 0 は、テーパ形状の拡大混合部 7 8 を用いることで、ガス流分割部 7 0 （積層コア 8 8 ）の断面を加熱部 4 8 （のマニホールド）の断面と比較して小さく設定することができるので、全体としてコンパクトに構成される。

【 0 0 6 7 】

この実施形態では、ガス混合器 6 0 よりも性能が劣る（可燃成分の濃度分布で± 10 % 以内）上記比較例に係る混合器と比較して、ガス流分割部 7 0 の流路断面積で略 1 / 4 、全体の質量で略 1 / 3 まで、小型軽量化することができた。これにより、ガス混合器 6 0 は、熱容量が低減されると共に表面積が低減され、適用された水素生成装置 1 0 の始動性改善に寄与し、また自らの放熱損失の低減が図られた。

【 0 0 6 8 】

さらに、ガス混合器 6 0 では、アノードオフガスの流量と冷却オフガスの流量とが一定の流量比である場合（燃焼ストイキが略一定である場合）に、ガス混合器 6 0 でのアノードオフガスの圧力損失と冷却オフガスの圧力損失とが略一定であるため、アノードオフガス及び冷却オフガスの両者の供給圧力を小さくすることができ、システム全体の動作圧力を低減してエネルギー効率を向上することができる。

【 0 0 6 9 】

次に、本発明の他の実施形態を説明する。なお、上記第 1 の実施形態又は前出の構成と基本的に同一の部品・部分については上記第 1 の実施形態又は前出の構成と同一の符号を付して説明を省略し、図示を省略する場合がある。

【 0 0 7 0 】

（第 2 の実施形態）

図 6 には、第 2 の実施形態に係るガス混合器 1 1 0 の要部が拡大された断面図が示されている。この図に示される如く、ガス混合器 1 1 0 は、可燃ガス分割流路 6 6 のアノードオフガス G a を同じ隣接ユニット 7 4 を構成する支燃ガス分割流路 6 8 側に案内するガイ

10

20

30

40

50

ド部 112 を備える点で、第 1 の実施形態に係るガス混合器 60 とは異なる。ガイド部 112 は、切欠部 102 の上流側縁部 102A よりも下流側で可燃ガス分割流路 66 を矢印 A 方向に閉止して構成されている。

【0071】

これにより、矢印 A 方向に流れてガイド部 112 に突き当たったアノードオフガス Ga は強制的に支燃ガス分割流路 68 側に押し込まれるようになっている。ガイド部 112 は、例えば外壁 96 に連続する壁部として構成しても良く、別部材を取り付けて構成しても良い。ガス混合器 110 の他の構成は、図示しない部分を併せてガス混合器 60 の対応する構成と同じである。

【0072】

したがって、第 2 の実施形態に係るガス混合器 110 では、第 1 の実施形態に係るガス混合器 60 と同様の作用によって同様の効果を得ることができる。ガス混合器 110 の作用でガス混合器 60 とは異なる部分を補足すると、ガス混合器 110 では、ガイド部 112 が設けられているため、主にアノードオフガス Ga を冷却オフガス Gr に衝突させる（速度ベクトルを交差させる）ことで、アノードオフガス Ga と冷却オフガス Gr との突出速度差に起因するせん断力を利用した場合と同等の良好な混合性能を実現している。

【0073】

（第 3 の実施形態）

図 7 には、第 3 の実施形態に係るガス混合器 120 の要部が拡大された断面図が示されている。この図に示される如く、ガス混合器 120 は、ガイド部 112 に代えて同じ機能のガイド部 122 を備える点で第 2 の実施形態とは異なる。ガイド部 122 は、矢印 A 方向上流側の面が該上流側及び支燃ガス分割流路 68 側を共に向くテープ面 122A とされており、アノードオフガス Ga をスムースに支燃ガス分割流路 68 に案内するようになっている。ガス混合器 120 の他の構成は、図示しない部分を併せてガス混合器 110 の対応する構成と同じである。

【0074】

したがって、第 3 の実施形態に係るガス混合器 120 では、第 2 の実施形態に係るガス混合器 110 と同様の作用によって同様の効果を得ることができる。また、ガス混合器 120 では、ガイド部 122 がテープ面 122A を有するため、アノードオフガス Ga の剥離が防止され、アノードオフガス Ga は均一な分布のまま冷却オフガス Gr に衝突し、良好に混合される。また、圧力損失の低減が図られる。

【0075】

（第 4 の実施形態）

図 8 には、第 4 の実施形態に係るガス混合器 130 の要部が拡大された断面図が示されている。この図に示される如く、ガス混合器 130 は、ガイド部 112 の下流に混合ガス Gm を可燃ガス分割流路 66 側に案内するガイド部 132 が設けられている点で、第 2 の実施形態とは異なる。ガイド部 132 は、ガイド部 112 の下流側で支燃ガス分割流路 68 を矢印 A 方向に閉止して構成されている。すなわち、ガス混合器 130 では、多段案内部が形成されている。

【0076】

これにより、矢印 A 方向に流れてガイド部 132 に突き当たった混合ガス Gm は、可燃ガス分割流路 66 側に押し込まれるようになっている。ガイド部 132 は、例えば外壁 96 に連続する壁部として構成しても良く、別部材を取り付けて構成しても良い。ガス混合器 130 の他の構成は、図示しない部分を併せてガス混合器 110 の対応する構成と同じである。

【0077】

したがって、第 4 の実施形態に係るガス混合器 130 では、第 2 の実施形態に係るガス混合器 110 と同様の作用によって同様の効果を得ることができる。また、ガス混合器 130 では、隣接ユニット 74 の隣接ガス混合部 76 での混合流路が長いため、アノードオフガス Ga と冷却オフガス Gr とは拡大混合部 78 に流出する前に良好に混合される。

【0078】

(第5の実施形態)

図9には、第5の実施形態に係るガス混合器140の要部が拡大された断面図が示されている。この図に示される如く、ガス混合器140は、アノードオフガスG_aを支燃ガス分割流路68側に案内するガイド部142と、冷却オフガスG_rを可燃ガス分割流路66側に案内するガイド部144とが矢印A方向の同じ位置にそれぞれ設けられている点で、第2の実施形態とは異なる。

【0079】

ガイド部142、144は、それぞれ可燃ガス分割流路66の略半分、支燃ガス分割流路68の略半分を閉止して構成されており、該ガイド部142、144の間ににおいてアノードオフガスG_aと冷却オフガスG_rとを混合するようになっている。この構成によっても、アノードオフガスG_aと冷却オフガスG_rとは速度ベクトルが交差し、直接的に衝突して混合されるようになっている。ガス混合器140の他の構成は、図示しない部分を併せてガス混合器110の対応する構成と同じである。

10

【0080】

したがって、第5の実施形態に係るガス混合器130では、第2の実施形態に係るガス混合器110と同様の作用によって同様の効果を得ることができる。

【0081】

(第6の実施形態)

図10には、第6の実施形態に係るガス混合器150の要部が拡大された断面図が示されている。この図に示される如く、ガス混合器150は、ガイド部142、144に代えて同じ機能のガイド部152、154を備える点で第5の実施形態とは異なる。ガイド部152は、矢印A方向上流側の面が該上流側及び支燃ガス分割流路68側を共に向くテーパ面152Aとされており、アノードオフガスG_aをスムースに支燃ガス分割流路68側に案内するようになっている。同様に、機能のガイド部154は、矢印A方向上流側の面が該上流側及び可燃ガス分割流路66側を共に向くテーパ面154Aとされており、冷却オフガスG_rをスムースに可燃ガス分割流路66側に案内するようになっている。ガス混合器150の他の構成は、図示しない部分を併せてガス混合器140の対応する構成と同じである。

20

【0082】

30

したがって、第6の実施形態に係るガス混合器150では、第5の実施形態に係るガス混合器140と同様の作用によって同様の効果を得ることができる。また、ガス混合器150では、ガイド部152、154がテーパ面152A、154Aを有するため、アノードオフガスG_a、冷却オフガスG_rの剥離が防止され、アノードオフガスG_aと冷却オフガスG_rとは互いに均一な分布のまま衝突し、良好に混合される。また、圧力損失の低減が図られる。

【0083】

(第7の実施形態)

図11には、第7の実施形態に係るガス混合器160の要部が拡大された断面図が示されている。この図に示される如く、ガス混合器160は、1つの可燃ガス分割流路66と1つの支燃ガス分割流路68とで構成された隣接ユニット74に代えて、2つの可燃ガス分割流路66間に1つの支燃ガス分割流路68を挟んだ3層構造の隣接ユニット162を備える点で、第1、第2の実施形態とは異なる。

40

【0084】

隣接ユニット162では、2つの可燃ガス分割流路66の下流端側にそれぞれ112(122でも良い)を設けることで、各可燃ガス分割流路66のアノードオフガスG_aを支燃ガス分割流路68に案内して冷却オフガスG_rに衝突させるようになっている。このため、隣接ユニット162では、積層方向中央の支燃ガス分割流路68と可燃ガス分割流路66とを仕切る可燃ガス流路形成プレート90、支燃ガス流路形成プレート92の各プレート本体94にそれぞれ切欠部102が形成されており、別の隣接ユニット162との間

50

を仕切る可燃ガス流路形成プレート90、支燃ガス流路形成プレート92の各プレート本体94には切欠部102が形成されない構成とされている。

【0085】

以上説明したガス混合器160は、アノードオフガスGaと冷却オフガスGrとの混合メカニズムはガス混合器110、120等と同様である。ガス混合器160の他の構成は、図示しない部分を併せてガス混合器60、110の対応する構成と同じである。

【0086】

したがって、第7の実施形態に係るガス混合器160では、第2の実施形態に係るガス混合器110と同様の作用によって同様の効果を得ることができる。なお、本実施形態では、2つの可燃ガス分割流路66を含む3層構造の隣接ユニット162を有する例を示したが、本発明はこれに限定されず、例えば、2つの支燃ガス分割流路68で1つの可燃ガス分割流路66を挟んだ3層構造の隣接ユニットを構成しても良い。この構成によって、流量の大きい冷却オフガスGrを多数の支燃ガス分割流路68に分散させ、アノードオフガスGaと冷却オフガスGrとの圧力損失を一定にすることも可能である。10

【0087】

(第8の実施形態)

図12には、第8の実施形態に係るガス混合器170を構成する可燃ガス流路形成プレート90、支燃ガス流路形成プレート92が平面図にて示されている。これらの図に示される如く、可燃ガス流路形成プレート90、支燃ガス流路形成プレート92は、可燃ガス分割流路66をさらに分割する流路間隔壁104間の間隔W1が、支燃ガス分割流路68をさらに分割する流路間隔壁106間の間隔W2よりも狭く設定されている。この設定により、ガス混合器170では、アノードオフガスの流量と冷却オフガスの流量とが一定の流量比である場合(燃焼ストイキが略一定である場合)に、ガス混合器60でのアノードオフガスの圧力損失と冷却オフガスの圧力損失とが略一定となるように各部の寸法、形状が決められている。ガス混合器170の他の構成は、図示しない部分を併せてガス混合器60の対応する構成と同じである。20

【0088】

したがって、第8の実施形態に係るガス混合器160では、第1の実施形態に係るガス混合器60と同様の作用によって同様の効果を得ることができる。

【0089】

上記した各実施形態に係る構成のガス混合器60～170のガス混合性能を比較すると、第1の実施形態に係るガス混合器60が最も良好であり、次いで第2の実施形態に係るガス混合器110が良好であり、残余のガス混合器120～170の性能はほぼ同等であった。

【0090】

なお、上記した各実施形態では、ガス混合器60等が水素生成装置10に適用された例を示したが、本発明はこれに限定されず、各種用途の混合器に本発明を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0091】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る混合器の内部構造を示す平面図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る混合器によるガス混合状態を模式的に示す側断面図である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係る混合器の流路分割構造を分解して示す斜視図である。

【図4】本発明の第1の実施形態に係る水素供給装置が適用された燃料電池システムの概略全体構成を示す模式図である。

【図5】本発明の第1の実施形態に係る水素供給装置から燃料ガスの供給を受ける燃料電池単セルの模式的な断面図である。

【図6】本発明の第2の実施形態に係る混合器の要部を拡大して示す側断面図である。

10

20

30

40

50

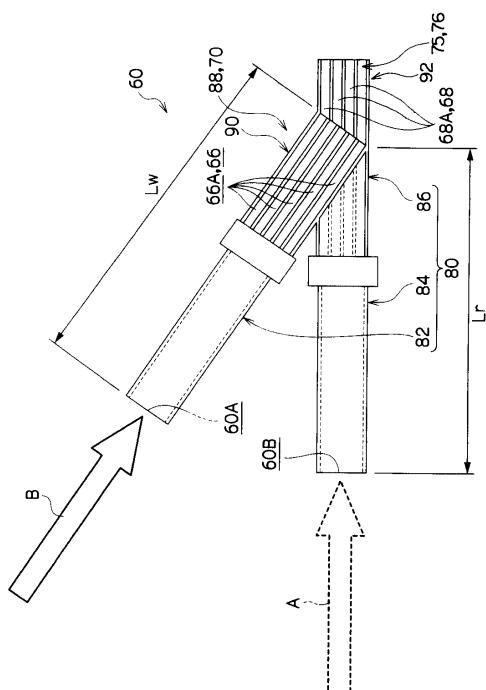
【図7】本発明の第3の実施形態に係る混合器の要部を拡大して示す側断面図である。
 【図8】本発明の第4の実施形態に係る混合器の要部を拡大して示す側断面図である。
 【図9】本発明の第5の実施形態に係る混合器の要部を拡大して示す側断面図である。
 【図10】本発明の第6の実施形態に係る混合器の要部を拡大して示す側断面図である。
 【図11】本発明の第7の実施形態に係る混合器の要部を拡大して示す側断面図である。
 【図12】本発明の第8の実施形態に係る混合器を構成する積層プレートを分解して示す平面図である。

【符号の説明】

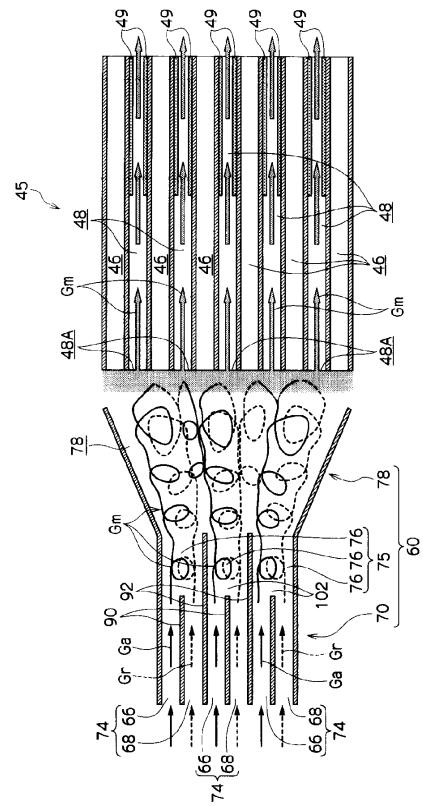
【0092】

1 0	水素生成装置	10
4 6	改質部	
4 8	加熱部	
6 0	ガス混合器	
6 6	可燃ガス分割流路（第1流路）	
6 8	支燃ガス分割流路（第2流路）	
7 0	ガス流分割部（ガス導入部）	
7 4	隣接ユニット（単位隣接流路部）	
7 6	隣接ガス混合部	
8 0	混合器本体（ガス導入部）	
9 0	可燃ガス流路形成プレート（仕切板）	20
9 2	支燃ガス流路形成プレート（仕切板）	
9 4	プレート本体（仕切板）	
1 0 2	切欠部（連通路）	
1 0 4	流路間隔壁（第1隔壁）	
1 0 6	流路間隔壁（第2隔壁）	
1 1 0 · 1 2 0 · 1 3 0 · 1 4 0 · 1 5 0 · 1 6 0 · 1 7 0	ガス混合器	
1 1 2 · 1 2 2 · 1 3 2 · 1 4 2 · 1 4 4 · 1 5 2 · 1 5 4	ガイド部	
1 6 2	隣接ユニット（単位隣接流路部）	

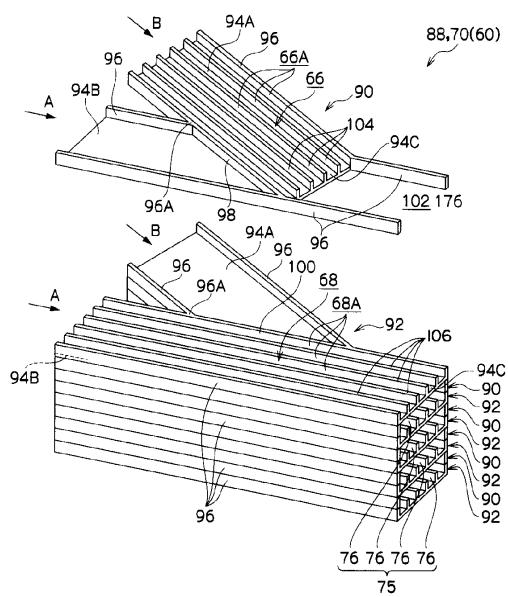
【 図 1 】



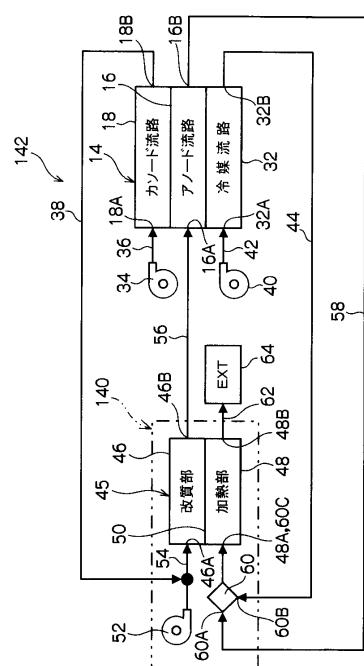
【 図 2 】



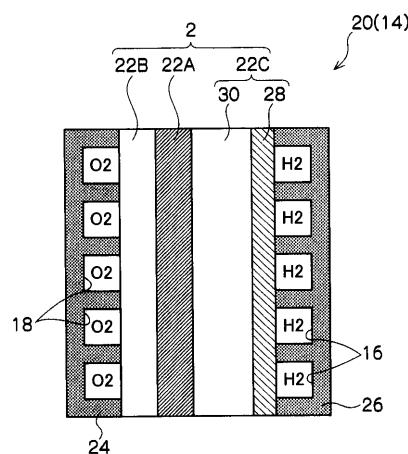
【図3】



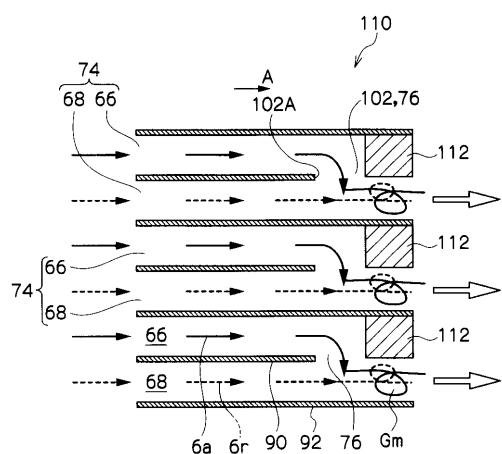
【 四 4 】



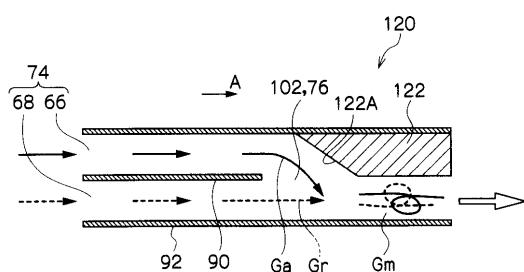
【図5】



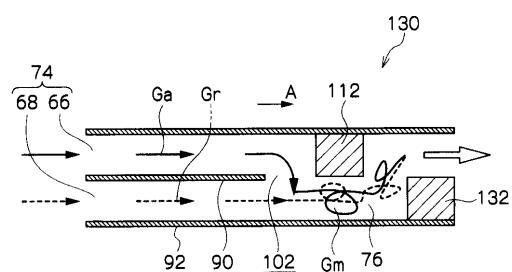
【図6】



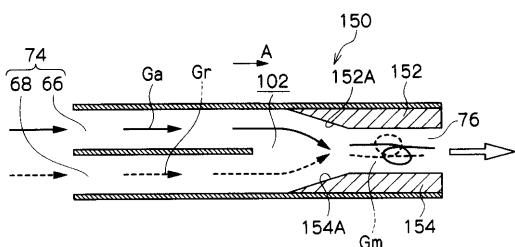
【図7】



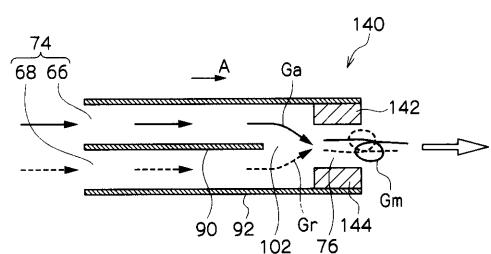
【図8】



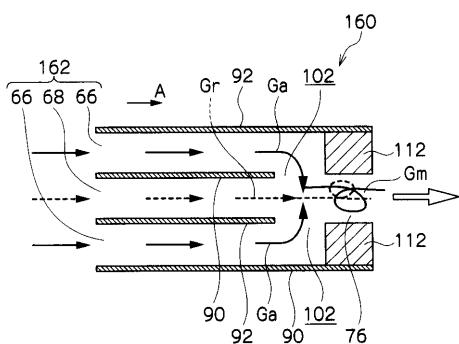
【図10】



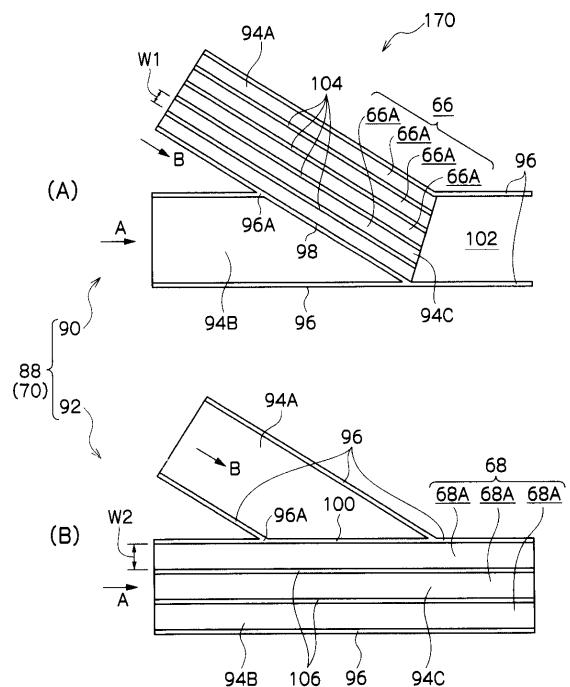
【図9】



【図11】



【図 1 2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表平09-512742(JP,A)
特開平09-299775(JP,A)
特開昭56-158134(JP,A)
特開2002-252016(JP,A)
特表2003-502144(JP,A)
特開昭58-137431(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 0 1 F	3 / 0 2 , 5 / 0 0
C 0 1 B	3 / 3 8
H 0 1 M	8 / 0 6