(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2004-196600
(P2004-196600A)
(43)公開日　平成16年7月15日(2004.7.15)

(51)Int.Cl.[7]	F I			テーマコード（参考）
C01B 3/38	C01B	3/38		4G140
H01M 8/04	H01M	8/04	J	5H026
H01M 8/06	H01M	8/04	X	5H027
// H01M 8/10	H01M	8/06	G	
	H01M	8/10		

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 10 頁）

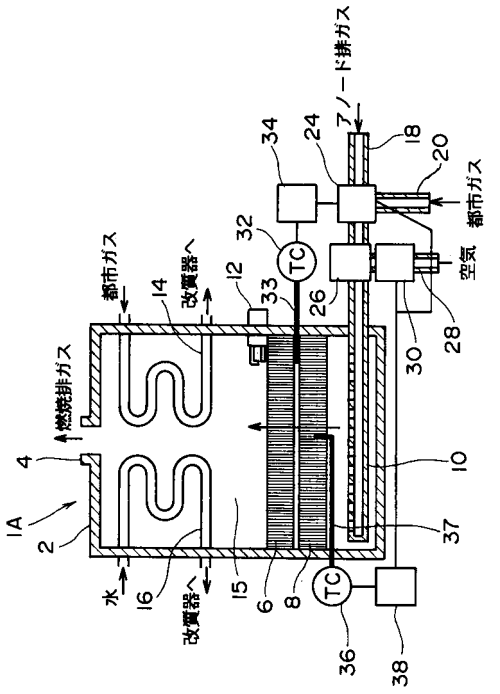
(21)出願番号　特願2002-367796(P2002-367796)
(22)出願日　平成14年12月19日(2002.12.19)

(71)出願人　000005441
バブコック日立株式会社
東京都港区浜松町二丁目４番１号
(74)代理人　100098017
弁理士　吉岡　宏嗣
(72)発明者　岩崎　之紀
広島県呉市宝町３番３６号　バブコック日立株式会社呉研究所内
(72)発明者　加来　宏行
広島県呉市宝町３番３６号　バブコック日立株式会社呉研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】燃料電池に用いる水素製造装置および起動方法

(57)【要約】
【課題】水素製造装置の起動時や負荷変動時に補助燃焼器における逆火及び熱損傷を防止する。
【解決手段】補助燃焼器１を、筒型容器２と、この筒型容器内に配設された燃焼触媒層６と、この燃焼触媒層６の下方空間に設けられアノード排ガスと空気を吐出する吐出孔（１０）と、燃焼触媒層６の上方空間に配置され、改質器に供給する炭化水素系燃料と水との少なくとも一つを加熱する熱交換器（１４、１６）とを備えて形成するとともに、燃焼触媒層６と吐出孔（１０）の間にアノード排ガスと空気が通流する多数の通孔を有する熱遮蔽体８を配設してなることを特徴とする。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
炭化水素系燃料と水蒸気とを反応させて水素に改質する改質触媒を有する改質器と、前記改質器で生成された水素リッチの改質ガス中のＣＯを低減して燃料電池のアノードに供給するＣＯ処理器と、前記燃料電池のアノード排ガスを燃焼する補助燃焼器とを有する水素製造装置において、前記補助燃焼器は、筒型容器と、該筒型容器内に配設された燃焼触媒層と、該燃焼触媒層の下方空間に設けられ前記アノード排ガスと空気を吐出する吐出孔と、前記燃焼触媒層の上方空間に配置され、前記改質器に供給する炭化水素系燃料と水の少なくとも一つを加熱する熱交換器とを備え、前記燃焼触媒層と前記吐出孔の間に前記アノード排ガスと前記空気が通流する多数の通孔を有する熱遮蔽体を配設してなることを特徴とする水素製造装置。
【請求項２】
前記熱遮蔽体は、ハニカム構造体、焼結板、粒子または繊維を結合してなる構造体のいずれかであることを特徴とする請求項１に記載の水素製造装置。
【請求項３】
前記熱遮蔽体は、該熱遮蔽体を通流する前記アノード排ガスまたは炭化水素系燃料と前記空気の混合ガスの出側流速が前記混合ガスの火炎伝播速度以上となる全通孔面積を有することを特徴とする請求項１または２に記載の水素製造装置。
【請求項４】
前記補助燃焼器は、前記燃焼触媒層の入側または出側に配設された点火装置と、前記吐出孔に連通されるアノード排ガス供給管に前記炭化水素系燃料の供給停止を切り換える切り換え器と、前記燃焼触媒層が所定温度に達したら前記炭化水素系燃料の供給を停止するように前記切り換え器を制御する制御器とを有することを特徴とする請求項１乃至３のいずれかに記載の水素製造装置。
【請求項５】
前記点火装置は、点火プラグ、電気式ヒータ、圧電素子、バーナのいずれかであることを特徴とする請求項４に記載の水素製造装置。
【請求項６】
前記補助燃焼器は、前記空気の流量を調整する空気調整器を有し、前記制御器は、前記燃焼触媒層の温度が上限値に達したら前記空気調整器を調整して空気供給量を一定量増加させ、前記温度が下限値に達したら前記切り換え器を調整して前記炭化水素系燃料を一定量供給することを特徴とする請求項４または５に記載の水素製造装置。
【請求項７】
前記補助燃焼器は、前記熱遮蔽体内部に配設された温度計測器を有し、前記制御器は前記温度計測器の計測値に基づいて前記空気調整器と前記切り換え器を調整することを特徴とする請求項６に記載の水素製造装置。
【請求項８】
請求項４乃至７のいずれかに記載の水素製造装置の起動方法において、前記燃焼触媒層の入側または出側で炭化水素系燃料を燃焼させ、前記燃焼触媒層が所定温度以上になったら前記炭化水素系燃料の供給を停止することを特徴とする水素製造装置の起動方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、触媒存在下で炭化水素系燃料に水蒸気を作用させて水素ガスを製造する水素製造装置に係り、特に、固体高分子型燃料電池のアノード排ガスを燃焼して水素製造装置に供給する炭化水素系燃料や水蒸気等を予熱する補助燃焼器およびその起動方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
炭化水素系燃料を用いて固体高分子型燃料電池に利用される水素を製造する水素製造装置は、触媒存在下、炭化水素系燃料と水蒸気とを反応させて水素に改質する改質器と、この

改質器から発生される改質ガスのＣＯをＣＯシフト反応によって酸化させるＣＯシフト器と、さらに残存するＣＯを選択酸化させるＣＯ選択酸化器とを備えて構成される。これにより、生成された改質ガスは、燃料電池のアノードに供給され、カソードに供給された酸素と反応して発電が行われる。
ところで、一般に、アノードから排出されるアノード排ガス中には、発電に使用されない未反応水素が含まれている。このため、アノード排ガスを補助燃焼器に導いて燃焼させ、水素製造装置に供給する炭化水素系燃料や水蒸気等を予熱したり、改質器の加熱等に利用している。ここで、アノード排ガス中の水素濃度は低いことから、燃焼を安定化させるために燃焼触媒層を備えている（例えば、特許文献１）。
【０００３】
【特許文献１】
特開２００１－１５５７４７号公報
【０００４】
【発明を解決しようとする課題】
ところで、水素製造装置の起動時は、ＣＯ選択酸化器の触媒が活性温度に加熱されるまで、改質ガス中のＣＯ濃度を安定して低下させることができない。また、ＣＯは燃料電池の電極を被毒させることから、起動時は、このような低品質の改質ガスを燃料電池に供給せずに、例えばバイパスラインを通流させて、補助燃焼器で燃焼処理するようにしている。
【０００５】
一方、燃料電池の発電量を上げる場合は、改質器で発生する改質ガスを増加させた後、燃料電池の負荷を増加させている。また、発電量を下げる場合、燃料電池での水素消費量を低減してから改質器で生成する水素量を減少させている。このため、一時的に水素濃度の高いアノード排ガスが補助燃焼器に供給されることになる。
【０００６】
このように、水素製造装置の起動時および燃料電池の負荷変化時には、水素濃度が高い改質ガスやアノード排ガスと空気との混合ガスが補助燃焼器に供給される。このような高発熱量の混合ガスが供給されると、燃焼触媒層の温度が上昇して、下面温度が混合ガスの着火温度以上に達し、混合ガスに着火して逆火が起こ場合がある。また、燃焼触媒層の輻射熱により、補助燃焼器内が加熱されて熱損傷を起こす場合がある。
【０００７】
そこで、本発明は、水素製造装置の起動時や負荷変動時に補助燃焼器における逆火及び熱損傷を防止することを課題とする。
【０００８】
【課題を解決するための手段】
本発明は、炭化水素系燃料と水蒸気とを反応させて水素に改質する改質触媒を有する改質器と、この改質器で生成された水素リッチの改質ガス中のＣＯを低減して燃料電池のアノードに供給するＣＯ処理器と、燃料電池のアノード排ガスを燃焼する補助燃焼器とを有する水素製造装置において、補助燃焼器は、筒型容器と、この筒型容器内に配設された燃焼触媒層と、この燃焼触媒層の下方空間に設けられ前記アノード排ガスと空気を吐出する吐出孔と、燃焼触媒層の上方空間に配置され、前記改質器に供給する炭化水素系燃料と水との少なくとも一つを加熱する熱交換器とを備え、燃焼触媒層と吐出孔の間にアノード排ガスと空気が通流する多数の通孔を有してなる熱遮蔽体を配設することにより上述した課題を解決する。
【０００９】
本発明によれば、燃焼触媒層と吐出孔の間に熱遮蔽体を配設したことにより、燃焼触媒層からの熱が遮蔽され、熱遮蔽体と吐出孔との間の空間は燃焼触媒層の熱の影響を受けない。また、熱遮蔽体はアノード排ガスと空気の通流によって冷却効果がある。このため、逆火が防止され、かつ吐出孔等の熱損傷を防ぐことができる。この場合、熱遮蔽体は、ハニカム構造体、焼結板、粒子または繊維を結合してなる構造体などを用いることができる。ここで、熱遮蔽体の遮蔽能力は、構造、材質および厚みによって調整できる。

【００１０】
さらに、全通孔面積は、熱遮蔽体を通流するアノード排ガスまたは炭化水素系燃料と空気の混合ガスの出側流速が混合ガスの火炎伝播速度以上となることが好ましい。これにより、例えば、燃焼触媒層が着火温度に達しても、吐出孔に逆火することがない。
【００１１】
また、上記の構成に加えて補助燃焼器に、燃焼触媒層の入側または出側に配設された点火装置と、吐出孔に連通されるアノード排ガス供給管に炭化水素系燃料の供給停止を切り換え器と、燃焼触媒層が所定温度に達したら炭化水素系燃料の供給を停止するように切り換え器を制御する制御器とを設けることができる。これにより、起動時は、補助燃焼器内に発熱量の高い炭化水素系燃料を供給して、点火燃焼させることができる。そして、その燃焼熱により燃焼触媒層が加熱された後は、炭化水素系燃料の供給を停止して、アノード排ガスを触媒燃焼させることができる。なお、点火装置は、熱遮蔽体と燃焼触媒層の間の空間または燃焼触媒層の上方空間のいずれか一方に配置することができる。
【００１２】
さらに、補助燃焼器に空気の流量を調整する空気調整器を設け、制御器に燃焼触媒層の温度が上限値に達したら空気調整器を調整して空気供給量を一定量増加させ、温度が下限値に達したら切り換え器を調整して炭化水素系燃料を一定量供給する機能を持たせることができる。すなわち、燃焼触媒層の温度が上限値に達したら空気を増加して冷却し、温度が下限値に達したら発熱量の高い炭化水素系燃料を供給して加熱する。これにより、燃焼触媒層の温度を触媒燃焼可能な安定な温度に維持できる。
【００１３】
この場合、熱遮蔽体内部に温度計測器を配設し、制御器はこの温度計測器の計測値に基づいて空気調整器と切り換え器を制御するのが好ましい。すなわち、燃焼触媒層より温度が低い熱遮蔽体内に温度計測器を配設することにより、温度計測器の信頼性が維持されるとともに燃焼触媒層の温度を監視することができる。
【００１４】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図１に本発明に係る補助燃焼器の一実施形態の構成を示し、図２に本発明の補助燃焼器を適用してなる改質器の一実施形態の構成を示し、図３に本発明の補助燃焼器を適用してなる燃料電池システムの全体構成を示す。
【００１５】
図３に示すように、本実施形態の水素製造装置は、補助燃焼器１を備えた改質器４０と、ＣＯシフト器４４と、ＣＯ選択酸化器４６とから構成されている。改質器４０は、触媒存在下、補助燃焼器１で予熱された都市ガスと水蒸気とを反応させて水素に改質する改質触媒を備えている。ＣＯシフト器４４は、改質器４０で生成するＣＯをＣＯシフト反応により酸化させるＣＯシフト触媒を備えている。ＣＯ選択酸化器４６は、ＣＯシフト反応後に残存するＣＯを選択酸化させるＣＯ選択酸化触媒を備えている。
【００１６】
本実施形態の燃料電池４８は、固体高分子形燃料電池を使用している。燃料電池４８は、電解質５０と、電解質５０を挟んで対向するアノード極５２（燃料極）と、カソード極５４（酸素極）とから構成される。ＣＯ選択酸化器４６とアノード極５２は、配管５３を介して連通されている。配管５３にはバイパスライン５６が接続されており、アノード極の排出側と補助燃焼器１を連通させる配管５８と接続されている。
【００１７】
改質器４０は、図２に示すように、水と都市ガスを予熱する補助燃焼器１Ａと、水と空気を予熱する補助燃焼器１Ｂを両側に設けている。都市ガス予熱管１４、水予熱管１６、空気予熱管４２を通流して予熱された都市ガス、水蒸気、空気は、それぞれ改質器４０内に供給されるようになっている。なお、本実施形態は、改質器４０内部に、例えば燃焼触媒を設け、系内に空気を導入して都市ガスを部分燃焼する内熱式を示しているが、これに限

られるものではなく、補助燃焼器１の燃焼熱により改質器４０の加熱を行ってもよい。

【００１８】

次に、補助燃焼器１Ａの構成を図１を用いて詳細に説明する。なお、補助燃焼器１Ｂは、補助燃焼器１Ａの都市ガス予熱管１４を空気予熱管４２に代える以外は、構成が同一であるため説明を省略する。補助燃焼器１Ａは、図１に示すように、上端面に燃焼排ガス出口４が突き出した縦長の筒型容器２の内部に燃焼触媒層６を備えて形成される。燃焼触媒層６の下方には熱遮蔽体８が配設され、熱遮蔽体８の下方空間には、都市ガスやアノード排ガスと空気の混合ガスを吐出する燃料吐出ノズル１０が筒型容器２の外部から挿入されている。燃焼触媒層６の上方空間には、スパークを発生する点火プラグ１２が筒型容器２の内壁に配設されており、点火プラグ１２の上方には、図示しない改質器に供給する都市ガスと水をそれぞれ加熱する都市ガス予熱管１４と水予熱管１６が対向して筒型容器２の外部から挿入されている。

【００１９】

燃料吐出ノズル１０は、略水平方向に延在する筒体であり、その上面には筒内から補助燃焼器１内に連通して形成された混合ガスの吐出孔が長手方向にそって複数配列されている。本実施形態の場合、例えば１０個の吐出孔が等間隔で配列されている。点火プラグ１２は、筒型容器２の内壁に１個配設され、電気的にスパークを発生させることができる。ここで、本実施形態では点火プラグを使用しているが、これに限られるものではなく、電気式ヒータ、圧電素子、バーナ等を点火装置として使用してもよい。都市ガス予熱管１４を構成する金属管は、筒型容器２内を下方に蛇行して形成され、改質器の都市ガス供給口に接続されている。水予熱管１６も都市ガス予熱管１４と同様に筒型容器２内に形成され、改質器の水蒸気供給口に接続されている。

【００２０】

燃焼触媒層６は、筒型容器２の内壁全体に渡って形成され、例えば、セラミックハニカム（例えば、セル数２１０、厚さ１０ｍｍ）にＰｄ－Ｌａ系燃焼触媒がコーティングされたものを用いることができる。熱遮蔽体８は、筒型容器２の内壁全体に渡って形成され、例えば、多孔セラミックプレートで形成することができる。本実施形態の場合、熱遮蔽体８の出側におけるアノード排ガスと空気の混合ガスの流速が、火炎伝播速度（例えば、３２０ｃｍ／ｓ：理論空気比により水素濃度を１．８倍としたときに最大となる水素の火炎伝播速度が３１３ｃｍ／ｓによる）以上となるように、多数の通孔が形成されている（例えば、通孔の合計面積０．５cm^2以下、厚み１０ｍｍ）。

【００２１】

アノード排ガス供給管１８は、燃料吐出ノズル１０と連結されて形成される。都市ガス供給管２０は、切り換え器２４を介してアノード排ガス供給管１８に接続されている。切り換え器２４は、アノード排ガス供給管１８に流入させる都市ガスを供給・停止でき、かつ都市ガスの供給量を調整することができるようになっている。混合器２６は、切り換え器２４と補助燃焼器１の間のアノード排ガス供給管１８に配設され、この混合器２６に空気供給管２８が連通されている。空気供給管２８には、空気流量を調整する空気調整器３０が配設されている。アノード排ガス供給管１８に供給されるアノード排ガスや都市ガスは、混合器２６で空気と混合されるようになっている。

【００２２】

次に、本実施形態の制御系について説明する。本実施形態の制御器は、補助燃焼器１の起動時に、燃焼触媒層６の温度に基づいて都市ガスの供給を停止させる制御器３４と、触媒燃焼温度の制御として、都市ガス、アノード排ガス、空気量を調整する制御器３８とから構成される。燃焼触媒層６と熱遮蔽体８の間の空間には、燃焼触媒層６の入口温度を測定する熱電対３３が側壁から略水平に挿入されている。熱電対３３の検出値は温度計測器３２に入力され、この温度計測器３２は制御器３４に接続されている。制御器３４は、温度計測器３２の計測温度が、所定温度（例えば、２００℃）以上のときに切り換え器２４を介して都市ガスの供給を停止するようになっている。一方、温度計測器３６は熱電対３７を有して形成され、熱電対３７は、熱遮蔽体８の下部空間に側壁から略水平に挿入された

後、熱遮蔽体８の中心部付近で略垂直に曲げられて、熱遮蔽体８の断面中央付近に挿入されている。制御器３８は、この温度計測器３６の計測温度に基づいて、空気調整器３０と切り換え器２４を調整するようになっている。

【００２３】

次に、水素製造装置の動作を図３に基づいて説明する。補助燃焼器１で予熱された都市ガス、水蒸気は、それぞれ改質器４０内に供給された後、改質触媒により改質反応（式１）が行われ、水素とＣＯが生成される。

【００２４】

$CH_4 + H_2O \leftrightarrow CO + 3H_2$ （式１）

改質器４０で生成した改質ガスは、ＣＯシフト器４４に供給されて、ＣＯシフト触媒によりＣＯシフト反応（式２）が行われて、ＣＯが酸化される。

【００２５】

$CO + H_2O \leftrightarrow CO_2 + H_2$ （式２）

さらに、ＣＯシフト器４４からＣＯ選択酸化器４６に供給された改質ガスは、ＣＯ選択酸化触媒によりＣＯ選択酸化反応（式３）が行われて、ＣＯが低濃度化され、水素リッチな改質ガスが生成する。

【００２６】

$CO + 1/2O_2 \leftrightarrow CO_2$ （式３）

ＣＯ選択酸化器４６で生成された改質ガスは、アノード極５２に配管５３を介して供給され、カソード極５４に供給される空気中の酸素と反応して発電が行われる。発電に使用されなかった未反応水素を含むアノード排ガスは、補助燃焼器１に供給されて燃焼処理された後、燃焼排ガスとして大気に排出される。補助燃焼器１は、アノード排ガスを燃焼し、改質器４０に供給される都市ガス、水蒸気、空気を予熱することで、改質器４０における都市ガスの部分燃焼量を少なくし効率を向上させることができる。

【００２７】

水素製造装置の起動時は、まず、改質器４０で都市ガスを燃焼し、改質器４０、ＣＯシフト器４４、ＣＯ選択酸化器４６、補助燃焼器１の触媒を加熱する。そして、触媒が所定の温度に加熱されたら、改質器４０に都市ガス、水蒸気を供給し、改質ガスを生成させる。なお、ＣＯ選択酸化器４６の触媒が活性温度に加熱されるまでは、改質ガス中のＣＯ濃度を安定して下げることができない。また、ＣＯは、燃料電池の電極を被毒させることから、改質ガスはバイパスライン５６により、燃料電池をバイパスさせている。このバイパスされた改質ガスは、配管５８を通して補助燃焼器１内に供給されて燃焼処理される。ＣＯ選択酸化器４６の触媒が活性温度に達し、ＣＯ濃度を安定して低下させる状態において、燃料電池のアノード極５２に改質ガスを供給して発電を開始する。なお、この場合のアノード排ガスは、上述したように、補助燃焼器１内に供給されて燃焼処理される。

【００２８】

次に、本実施形態の補助燃焼器１の起動方法について説明する。図４は、本実施形態の補助燃焼器１の起動方法を示すフローチャートである。図４に示すように、この起動方法は、都市ガスと空気の混合ガスを補助燃焼器１内に供給するステップ１と、都市ガスと空気の混合ガスを着火させるステップ２と、温度計測器３２の指示温度が、所定温度（例えば、２００℃）以上であるか否かを判断するステップ３と、都市ガスの供給を停止するステップ４と、アノード排ガスを補助燃焼器１内に供給するステップ５と、温度計測器３６で触媒燃焼を監視するステップ６とを有する。以下、ステップ毎に説明する。

【００２９】

はじめに、ステップ１において、切り換え器２４を調整してアノード排ガス供給管１８に都市ガスを供給する。都市ガスは混合器２６で空気と混合されて混合ガスとなり、燃料吐出ノズル１０の吐出孔から吐出される。この混合ガスは、補助燃焼器１内を上昇し、熱遮蔽体８に形成される通孔を通過した後、燃焼触媒層６内を流れる。燃焼触媒層６を通過した混合ガスは、燃焼触媒層６の上方に形成される空間１５に達したとき、ステップ２において、点火プラグ１２を起動させて電気スパークを発生させる。これにより、混合ガスに

着火して燃焼させる。なお、この場合の燃焼は触媒燃焼とは異なる気相燃焼となる。混合ガスの燃焼により燃焼触媒層６は加熱されて温度が上昇する。

【００３０】

ステップ３において、制御器３４は、燃焼触媒層６の入口に熱電対３３を配設する温度計測器３２の計測温度が、アノード排ガスが安定して触媒燃焼する所定温度（例えば、２００℃）以上であるか否かを判断する。そして、所定温度（例えば、２００℃）以上であれば、ステップ４において、切り換え器２４は、制御器３４の信号により、都市ガスの供給を停止する。そして、都市ガスの供給停止が確認された後、ステップ５において、切り換え器２４は、制御器３４の信号によりアノード排ガス側に切り換えられる。これにより、アノード排ガスと空気は混合器２６で混合されて混合ガスとなり、燃焼触媒層６に供給されて触媒燃焼が行われる。

【００３１】

ステップ６において、熱遮蔽体８内に配設された熱電対３７に接続された温度計測器３６の計測温度に基づいて燃焼監視を行う。制御器３８は、温度計測器３６の計測温度が、上限温度（例えば、６００℃）以上であるか否かを判断する。そして、上限温度（例えば、６００℃）以上であれば、温度計測器３６の計測温度が、上限管理温度（例えば、５８０℃）以下になるまで、空気調整器３０を調整して空気供給量をそれまでの供給量に対して一定量増加（例えば、１．５倍）させて、燃焼温度を低下させる。一方、制御器３８は、温度計測器３６の計測温度が、下限温度（例えば、４００℃）以下であるか否かを判断する。そして、下限温度（例えば、４００℃）以下であれば、切り換え器２４を調整して、下限管理温度（例えば、４２０℃）以上になるまで、都市ガスをアノード排ガスと共に供給して、燃焼温度を増加させる。

【００３２】

なお、本実施形態では、補助燃焼器１の起動時において、都市ガスを供給した後、燃焼触媒層が所定温度に達してから都市ガスの供給を停止して、アノード排ガスに切り換えているが、これに限られるものではない。例えば、ＣＯ選択酸化器４６の触媒温度が活性温度に達するまでは、アノード排ガス供給管２２を介してバイパスライン５６を経由した改質ガスが、補助燃焼器１に供給される場合がある。そこで、補助燃焼器１の起動時は、都市ガスとともに改質ガスやアノード排ガスを供給し、燃焼触媒層が所定温度に達してから都市ガスの供給を停止するようにしてもよい。

【００３３】

ここで、水素製造装置の起動時にバイパスラインを経由した改質ガスは、高い水素濃度を有している。一方で、定常運転時のアノード排ガスにおいても、燃料電池の負荷変動により、水素濃度が一時的に上昇する場合がある。図５に、本実施形態の水素製造装置の定常運転時におけるアノード排ガス中の水素濃度の履歴を示す。上段のグラフは、燃料電池負荷変動を示し、中段のグラフは燃料電池へ供給される水素量の変動を示し、下段のグラフは、アノード排ガス中の水素濃度の変化を示す。図示するように、発電電力量を上げる時には、供給水素量を増加した後に燃料電池の負荷を上げて水素利用量を増加させている。一方で、発電電力量を下げる時には、燃料電池の負荷を下げて水素利用量を減少させた後、水素供給量を下げている。このため、アノード排ガス中の水素濃度が一時的に増加する。

【００３４】

このように、水素製造装置の起動時および定常時において、水素濃度の高い改質ガスおよびアノード排ガス等が燃焼触媒層に供給されると、燃焼触媒層は、触媒燃焼温度が上昇し、混合ガスの着火温度以上に加熱される場合がある。本実施形態によれば、熱遮蔽体８は、燃焼触媒層６の触媒燃焼により加熱されるが、アノード排ガスと空気の混合ガスが熱遮蔽体８内を通流することにより冷却される。つまり、熱遮蔽体８の混合ガス入側の温度は、混合ガスの着火温度以下となる。また、熱遮蔽体８の出側における混合ガスの流速は、混合ガスの火炎伝播速度以上となっている。これにより、燃焼触媒層の温度が混合ガスの着火温度以上に達しても、混合ガスの逆火を防止することができる。また、熱遮蔽体８は

、触媒燃焼の輻射熱を吸収することにより、補助燃焼装置内の温度上昇を抑制し、例えば燃料吐出ノズル１０の熱損傷を防止することができる。また、熱遮蔽体８は、触媒燃焼により加熱されるため、熱遮蔽体８内部を通る混合ガスを、ある程度の温度（例えば、２００～４００℃）まで予熱することができる。

【００３５】

また、燃焼触媒層６の上方は、高温（例えば、７００～９００℃）になるため、燃焼触媒温度を計測する場合、熱電対３７の信頼性が問題となり、複数の熱電対が必要となる。しかし、本実施形態によれば、上述したように、熱遮蔽体８の内部に温度計測器３６の熱電対３７を挿入している。熱遮蔽体８の温度は、燃焼触媒層６の上方と比べて低温（例えば、４００～７００℃程度）になっているため、熱電対３７の信頼性が確保される温度域（例えば、５００℃付近）の温度で触媒燃焼の監視をすることができる。また、熱遮蔽体８は上方から燃焼触媒層６に加熱され、下方から低温の混合ガスにより冷却されており、加熱と冷却のバランスで熱遮蔽体８の温度が決まる。このため、失火または燃焼が不安定になると、このバランスが即座に変わり、温度計測器３６に現れるので、応答の速い監視をすることができる。

【００３６】

また、本実施形態では、起動時の点火用の点火プラグ１２を燃焼触媒層６の上方空間に配設し、燃焼触媒層６の上方空間で都市ガスの気相燃焼を行っている。しかしながら、点火プラグ１２を燃焼触媒層６と熱遮蔽体８の間に配置して熱遮蔽体８の上方で気相燃焼を行ってもよい。これによれば、燃焼触媒層６を火炎の高温部で加熱できるために短時間で燃焼触媒層６を加熱することができる。

【００３７】

なお、本実施形態によれば、補助燃焼器１で予熱する炭化水素系燃料として、メタンを主原料とする都市ガスを使用したが、これに限られるものではなく、例えば、天然ガス、ＬＰガス、プロパン、ブタン等の他の気体燃料を使用してもよい。

【００３８】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、水素製造装置の起動時や負荷変動時に補助燃焼器における逆火及び熱損傷を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に係る補助燃焼器の一実施形態の構成図である。

【図２】本発明の補助燃焼器を適用してなる改質器の一実施形態の図である。

【図３】本発明の補助燃焼器を適用してなる燃料電池システムの全体構成図である。

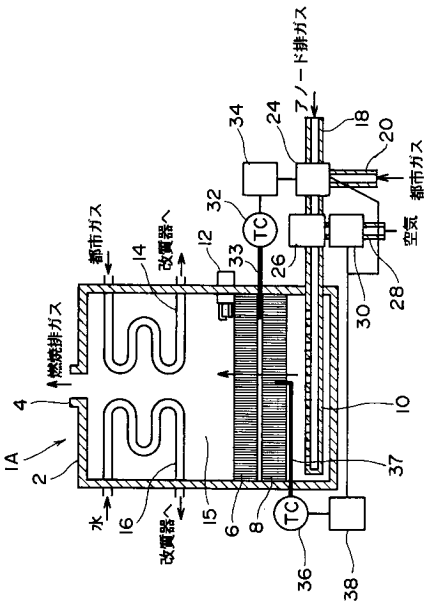
【図４】図１の補助燃焼器の起動方法を示すフローチャートである。

【図５】本実施形態の水素製造装置の定常運転時におけるアノード排ガス中の水素濃度の履歴を示す線図である。

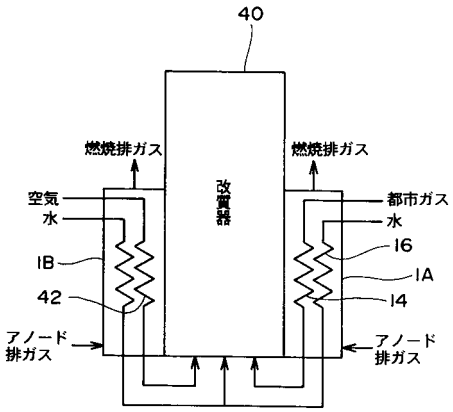
【符号の説明】

１　補助燃焼器
２　筒型容器
６　燃焼触媒層
８　熱遮蔽体
１０　燃料吐出ノズル
１２　点火プラグ
１４　都市ガス予熱管
１６　水予熱管
２４　切り換え器
２６　混合器
３２、３６　温度計測器
３４、３８　制御器

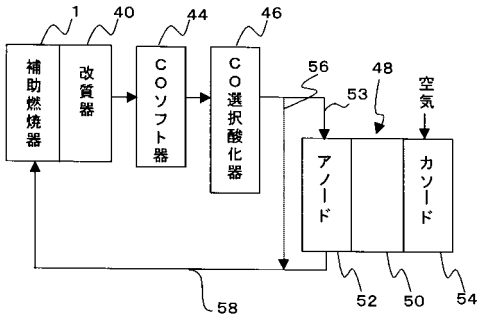
【図１】


アノード排ガス
都市ガス
空気
都市ガス
改質器へ
燃焼排ガス
水
改質器へ
TC
TC

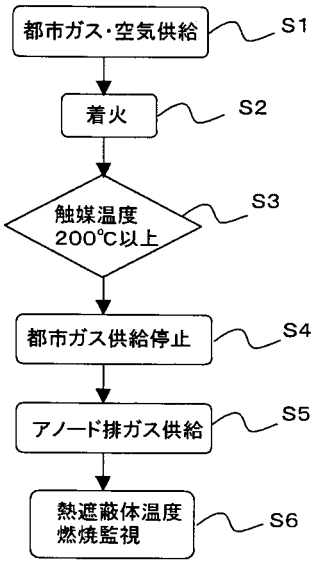
【図２】


40
燃焼排ガス
燃焼排ガス
改質器
空気
水
都市ガス
水
IB
16
IA
42
14
アノード排ガス
アノード排ガス

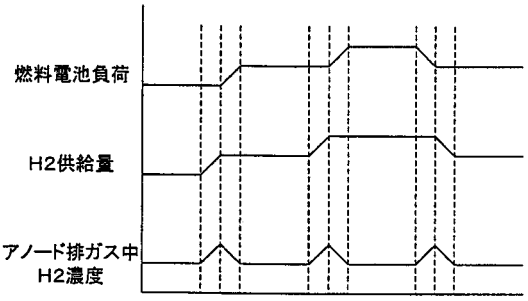
【図３】


補助燃焼器
改質器
COソフト器
CO選択酸化器
アノード
カソード
空気
58
52
50
54

【図４】


都市ガス・空気供給
S1
着火
S2
触媒温度
200℃以上
S3
都市ガス供給停止
S4
アノード排ガス供給
S5
熱遮蔽体温度
燃焼監視
S6

【図５】


燃料電池負荷
H2供給量
アノード排ガス中
H2濃度

フロントページの続き

(72)発明者　岡野　哲朗
広島県呉市宝町６番９号　バブコック日立株式会社呉事業所内
(72)発明者　宮田　輝史
広島県呉市宝町６番９号　バブコック日立株式会社呉事業所内

Ｆターム(参考) 4G140 EA03 EA06 EB03 EB14 EB32 EB35 EB42 EB43 EB46
5H026 AA06 HH08
5H027 AA06 BA01 BA09 BA16 BA17 KK41 MM13 MM21