(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3733753号
(P3733753)
(45)発行日　平成18年1月11日(2006.1.11)　(24)登録日　平成17年10月28日(2005.10.28)

(51)Int.Cl.　F I
C01B 3/38 (2006.01)　C01B 3/38

請求項の数 1　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願平10-213684
(22)出願日　平成10年7月29日(1998.7.29)
(65)公開番号　特開2000-44204(P2000-44204A)
(43)公開日　平成12年2月15日(2000.2.15)
審査請求日　平成14年6月4日(2002.6.4)

(73)特許権者　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100097445
弁理士　岩橋　文雄
(74)代理人　100109667
弁理士　内藤　浩樹
(74)代理人　100109151
弁理士　永野　大介
(72)発明者　田口　清
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　富澤　猛
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】水素精製装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
水素ガスを主成分とし二酸化炭素と一酸化炭素とを含有する改質ガスの供給部と、前記改質ガスの供給部より供給される改質ガスに酸素含有ガスを供給する酸素含有ガスの供給部と、前記改質ガスの流れ方向に対して前記改質ガスの供給部と前記酸素含有ガスの供給部との下流側に触媒体を有する反応室と、前記改質ガスの流れ方向に対して前記触媒体の上流側に設けられた、前記触媒体もしくは前記改質ガスを冷却する冷却手段と、前記反応室の外周部に前記冷却手段を通過する前の改質ガスの流路とを備え、前記改質ガスの流路を流れる前記改質ガスが、前記反応室の壁を介して前記触媒体の下流部を加熱することを特徴とする水素精製装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、燃料電池等の燃料に用いる水素を主成分とし、二酸化炭素と微量の一酸化炭素を含有する改質ガス中の一酸化炭素除去する水素精製装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
燃料電池は水素源として、炭化水素もしくはアルコールの改質によって得られる改質ガスを用いる。燃料電池のうち、１００℃以下の低温で動作する固体高分子型燃料電池は、電極に用いる白金触媒が改質ガスに含まれる一酸化炭素によって被毒される。白金触媒が被

毒されると、燃料電池の発電効率が著しく低下するため、一酸化炭素を１００ｐｐｍ以下、好ましくは１０ｐｐｍ以下に除去する必要がある。そこで改質ガスに酸素含有ガスを混合し、一酸化炭素を選択的に酸化する触媒を用い、大過剰の水素中に含まれる微量の一酸化炭素を除去する方法がとられる。一酸化炭素を効率よく除去するためには、触媒を最適温度に保持する必要があるが、改質ガスは一酸化炭素選択酸化反応の最適温度よりも高温であるため、通常、一酸化炭素を選択酸化する触媒に供給する前に冷却し、最適温度に調節する必要があった。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

改質ガス中の一酸化炭素を選択酸化する反応では、酸素量を一酸化炭素量と同じか数倍程度とする。このとき、改質ガス中に多量に存在する水素の酸化に、酸素が消費されてしまうと、酸素不足の分だけ一酸化炭素が反応せずに排出される。このとき、反応温度が低温になるほど一酸化炭素の酸化に使用される酸素の割合は高くなる。しかし、一酸化炭素の酸化が可能な触媒活性化温度以下になると、一酸化炭素が反応せずに排出される。そこで、一酸化炭素が反応し、かつ水素の反応があまり起こらない温度領域に触媒温度を制御する必要がある。

【０００４】

最も一酸化炭素を効率よく酸化できる温度は、一酸化炭素の反応が起こる低温限界の温度である。しかし、一酸化炭素の選択酸化触媒の温度制御を、供給する改質ガスもしくは触媒体の冷却のみでに制御した場合、わずかに温度が低下しただけで、膨大な一酸化炭素が排出される。このため、改質ガスの流量や触媒体の温度変動を考慮して、低温限界よりも数℃から数十℃程度高い温度領域で制御する。これにより従来の方法では、一酸化炭素酸化の選択率が低いものであった。

本発明は、このような水素精製装置の課題を考慮し、一酸化炭素を高い選択率で酸化除去でき、かつ温度制御が容易で安定に動作する水素精製装置を提供することを目的とする。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

そのため、本発明の水素精製装置は、水素ガスを主成分とし二酸化炭素と一酸化炭素とを含有する改質ガスの供給部と、前記改質ガスの供給部より供給される改質ガスに酸素含有ガスを供給する酸素含有ガスの供給部と、前記改質ガスの流れ方向に対して前記改質ガスの供給部と前記酸素含有ガスの供給部との下流側に触媒体を有する反応室と、前記改質ガスの流れ方向に対して前記触媒体の上流側に設けられた、前記触媒体もしくは前記改質ガスを冷却する冷却手段と、前記反応室の外周部に前記冷却手段を通過する前の改質ガスの流路とを備え、前記改質ガスの流路を流れる前記改質ガスが、前記反応室の壁を介して前記触媒体の下流部を加熱することを特徴とする水素精製装置。

【００１６】

【実施の形態】

上記の課題を解決するために、本発明の水素精製装置では、改質ガスの流れ方向に対して触媒体の上流側に触媒体もしくは改質ガスを冷却する手段を備えるとともに、触媒体の下流部を加熱する手段を有することを特徴としている。また、触媒体下流部の加熱に一酸化炭素と水素の酸化熱、もしくは冷却前の改質ガスを加熱に用いることを特徴としている。

【００１７】

本発明によると、一酸化炭素選択酸化触媒を安定して動作させることができるとともに、温度制御が著しく容易になる。

【００１８】

以下、本発明の実施の形態及び参考の形態について、図面を参照して説明する。

（参考の形態１）

図１は本発明の第１の参考の形態である水素精製装置の構成略図である。図１において、１は触媒体、２は改質ガス入口、３は空気供給管、４は空気流量制御弁、５は冷却水供

給管、６は冷却水量制御弁、７は熱交換器、８は加熱用ヒーター、９は反応室、１０は改質ガス出口である。

【００１９】

次に本参考の形態の動作と特性について説明する。燃料を水蒸気改質した場合、一酸化炭素濃度は反応温度が高くなるほど上昇する。メタノールの様に３００℃以下で改質する場合には、一酸化炭素濃度は１％程度となるため、改質ガスを直接改質ガス入口２から導入する。一方、反応に６００℃程度の温度を要するメタン、もしくは天然ガスの改質ガスは、水性ガスシフト反応の平衡から一酸化炭素を１０％以上も含んでいるため、変成触媒により水蒸気と反応させ二酸化炭素と水素に転換し、このように一酸化炭素濃度を１％以下に低減してから、改質ガス入口２から導入する。

【００２０】

改質ガス中の一酸化炭素を酸化するためには、空気供給管３より空気を導入し、触媒体１で反応させる。空気量が少ないと一酸化炭素が充分反応せず、逆に空気量が多いと水素の消費量が多くなるため、体積比で一酸化炭素の１～３倍の酸素が含まれるように、空気流量制御弁４で供給する空気量を調節する。空気を混合した改質ガスは熱交換器７で触媒の活性化温度すなわち一酸化炭素への触媒活性が急減し始める温度、もしくはそれ以下まで冷却され、触媒体１に供給される。

【００２１】

ここで、触媒体１には、白金をアルミナに担持したものをセラミックハニカムにコーティングして用いており、図２の様な特性を示す。すなわち、改質ガス中の一酸化炭素は水素よりも低温で反応するため、触媒温度を低温にするほど排出される一酸化炭素濃度が低下する。さらに温度を低下させると、触媒の活性化温度を下回るため、一酸化炭素も反応しなくなり、排出される一酸化炭素濃度は急増する。

【００２２】

触媒体１の上流部を熱交換器７の冷却作用で触媒の活性化温度付近、もしくは活性化温度以下になるようにしており、下流部に行くに従って温度が上昇するように触媒体１の温度を制御してあるため、触媒体１上に、一酸化炭素が最も効率よく反応する温度の帯域を作ることができる。こうして、固体高分子型燃料電池の特性を低下させない濃度である数ｐｐｍレベルまで改質ガス中の一酸化炭素を低減することができる。このとき、改質ガスや冷却装置に多少の温度変動があっても一酸化炭素が最も効率よく反応する温度の帯域の位置が上流側もしくは下流側に移動するだけで、安定に一酸化炭素を除去することができる。

【００２３】

本参考の形態では、酸素含有ガスとして空気を用いたが、純酸素を用いると改質ガスの水素濃度の低下が窒素を含まない分だけ緩和され、後に接続する燃料電池の発電効率は上昇する。しかしながら、通常空気を用いた方がコスト的には有利である。

【００２４】

また、本例では触媒体１の加熱に電気ヒーターを用いたが、一酸化炭素、及び水素の酸化熱を用いて、触媒体１の下流部の加熱手段としてもよい。触媒体１を通過する改質ガスの流量、空気の割合を調節し、一酸化炭素と水素の酸化熱を用いることによって、電気ヒーターなどを用いることなく、もしくは最小限のヒーター加熱で、触媒体１の温度分布を最適にすることができる。

【００２５】

また、空気量に比例して、ＣＯ、水素の酸化熱が増えるので、空気量を調節することで、触媒体１の温度を適切な状態に保つこともでき、この方法で、より安定に触媒体１を機能させることができる。

【００２６】

また、触媒体１の担体基材にコージェライトハニカムを用いたが、金属基材を用いてもよい。担体基材に金属基材を用いることによって、反応熱を速やかに逃がすことができるため、一酸化炭素と水素の酸化熱による温度上昇の抑制が可能である。従って、触媒体１の

単位体積あたりの改質ガス処理量を上げることができるとともに、負荷変動による反応熱増減の影響も緩和され、安定な特性が得られる。

【００２７】

（実施の形態１）

本発明の第１の実施の形態について説明する。本例の水素精製装置は図３に示すように、管状の反応室１８の内部にハニカム形状の触媒体１１を設置し、反応室１８の外側に改質ガスの流路を設け、触媒体１１の下流部と接する改質ガス流路の壁面には熱交換用フィン２０が設けてあるものであり、作用効果の大部分は参考の形態１と類似である。したがって異なる点を中心に本例を説明する。

【００２８】

図３は本例の断面構成図である。触媒体１１の下流部の周囲側壁に近接して熱交換用フィン２０を設けることにより、触媒体１１の下流部を加熱することができるとともに、改質ガスを冷却でき、熱交換器１７での冷却が容易になる。また、改質ガスの流路が触媒体１１を保温するため、触媒体１１の中心部と外周部の温度分布が均一化され、効率よく一酸化炭素の酸化を行うことができる。また、触媒体１１を通過する改質ガスと、熱交換器１７を通過する前の改質ガスの流れが対向するように構成しているため、高温の改質ガスが触媒体１の下流部と熱交換し、冷却された改質ガスが触媒体上流部の側面を通過するため、触媒体１の上流部温度を低く、下流部温度を高くでき、一酸化炭素の選択酸化に対して最適な温度分布にすることができる。

【００２９】

本例では、反応室１８が１本である例を示したが、反応室１８を複数設けることもできる。反応室１８を複数設けることによって、改質ガスとの熱交換の効率を高めることができ、また、大容量化にも対応できるものである。

【００３０】

（参考の形態２）

本発明の第２の参考の形態である水素精製装置について説明する。本例は図４に示すように、管状の改質ガス流路の外周に反応室２８を設け、反応室２８の内部にハニカム形状の触媒体２１を設置し、触媒体２１の下流部と接する改質ガス流路の壁面には熱交換用フィン３０が設けてあるものであり、作用効果の大部分は実施の形態１と類似である。したがって異なる点を中心に本例を説明する。

【００３１】

図４は本例の水素精製装置の断面構成図である。触媒体２１の下流部と近接する改質ガス流路の壁面に熱交換用フィン３０を設けることにより、触媒体２１の下流部を加熱することができるとともに、改質ガスを冷却でき、熱交換器２７での冷却が容易になる。また、改質ガスの流量を大きくする場合など、一酸化炭素と水素の酸化熱による温度上昇が大きい場合には、時として熱交換器による冷却だけでは不足する場合がある。反応室３８の外周部から放熱させる構成とすることにより、触媒体２１の温度上昇を抑制することができるため、改質ガスの流量を増加させて負荷を大きくした場合にも対応できるものである。

【００３２】

（参考の形態３）

本発明の第３の参考の形態について説明する。本例の水素精製装置は図５に示すように、反応室４０の内部にハニカム形状の第一触媒体３１と、第一触媒体３１の下流側に第二触媒体３２を設置するものであり、作用効果の大部分は参考の形態１と類似である。したがって異なる点を中心に本参考の形態を説明する。

【００３３】

図５は本参考例の水素精製装置の断面構成図である。一酸化炭素選択触媒は触媒に含まれる貴金属種、担体の種類などによって機能する温度領域が異なる。第一触媒体３１には高温用触媒を用い、第二触媒体３２には低温用触媒を用いる。具体的には第一触媒体３１に白金をゼオライトに担持したものを用い、第二触媒体３２に白金をアルミナに担持したものを用いた。

【００３４】
図６に示したように、第一触媒体３１に用いている高温用触媒は、高温では一酸化炭素を高選択率で酸化し、低温では反応せず一酸化炭素とともに未反応の酸素を通過させる。したがって、高温では第二触媒体３２に酸素が供給されないため、全く反応に関与しない。一方、低温では一酸化炭素と酸素が第一触媒体３１を通過するため、第二触媒体３２が主に機能し一酸化炭素を除去することができる。また、第二触媒体３２での反応熱によって、第一触媒体３１の下流部を加熱でき、第一触媒体３１の温度分布を最適な状態にすることができる。このように、異なった温度領域で機能する複数の触媒体を配列することにより、広い温度範囲で触媒体を機能させることができるものである。
【００３５】
本例では、２個のハニカム形状の触媒体を配列した例を示したが、３個以上の触媒体を配列してもよい。数多くの触媒体を配列することにより、広い温度範囲で効率よく一酸化炭素を除去することができる。
【００３６】
また、第一触媒体３１と第二触媒体３２を分離せず、一体化した構成にしてもよい。一体構成することにより、特にペレット状の触媒体を用いたときに、装置への組み込みが容易になる。
【００３７】
また、第二触媒体３２に一酸化炭素を水素と反応させてメタン化する触媒を用いてもよい。第一触媒体３１で酸素をすべて消費する温度に制御した場合、残留した一酸化炭素は、酸素が無いため第二触媒体３２で酸化することはできない。第二触媒体３２に一酸化炭素をメタン化する触媒を用いることにより、一酸化炭素を水素と反応させてメタンに転換することができる。また、一酸化炭素のメタン化反応は、一酸化炭素選択酸化反応よりも高温で進行しやすいため、本参考例のように第二触媒体の下流部に加熱用ヒーター３９を設置することが好ましい。
【００３８】
（参考の形態４）
本発明の第４の参考の形態について説明する。本例の水素精製装置は図７に示すように、反応室６２の内部にハニカム形状の第一触媒体５１と、第一触媒体５１の下流側に第二触媒体５２を設置し、第一触媒体５１と第二触媒体５２の間に第二空気供給管５５を設置したものであり、作用効果の大部分は参考の形態１と類似である。したがって異なる点を中心に本参考例を説明する。
【００３９】
図７は本例の水素精製装置の断面構成図である。第一触媒体５１には低温用触媒を用い、第二触媒体５２には高温用触媒を用いる。第一触媒体５１で反応による温度上昇が大きい場合、時として一酸化炭素酸化の選択性が低下する。このため、第二触媒体５２と第二空気供給管５５を設け、第一空気供給管５４からの第一触媒体５１への空気供給を減らし、第一触媒体５１での温度上昇を抑制する。これによって、効率よく一酸化炭素を除去することができる。
【００４０】
大部分の一酸化炭素は第一触媒体５１で除去できる。しかし、空気供給量を減らすことによって、排出される一酸化炭素濃度が、空気供給量を減らさない場合に比べて多少増加する。このため、第二触媒体５２に残った一酸化炭素に対応する量の空気を供給し、残りの一酸化炭素を除去する。第一触媒体５１で温度上昇が抑制された分だけ一酸化炭素酸化の選択率は向上するため、第一触媒体５１と第二触媒体５２に対する必要な空気の総量は減少する。また、第二触媒体５２への酸素含有ガスの供給量が少なく、酸化熱による温度上昇が小さいため、第二触媒体５２を最適温度に保つには、加熱用ヒーター６１で加熱する。このようにして、効率よく安定に一酸化炭素を除去することができる。
【００４１】
本例では、第一触媒体５１に低温用触媒を用い、第二触媒体５２に高温用触媒を用いたが

、逆に第一触媒体５１に高温用触媒を用い、第二触媒体５２に低温用触媒を用いてもよい。第一触媒体５１に高温用触媒を用いることによって、熱交換器６０における冷却負荷を減らすことができる。また、第二触媒体５２に低温用触媒体を用いることによって、第一触媒体５１から第二触媒体５２の間での放熱による温度低下が大きい場合でも、一酸化炭素を効率よく除去することができる。

【００４２】

以上、本発明について、メタン改質ガス、及びメタノール改質ガスを用いた水素精製装置に実施した例で説明したが、本発明はこれに限定されるものではないことは勿論である。すなわち、以下のような場合も本発明に含まれる。

【００４３】

本実施の形態では、プロパン、ブタンなど、他の気体系炭化水素燃料でも、ガソリン、灯油などの液体系炭化水素燃料の改質ガスでもよい。

【００４４】

また、触媒体には、主として白金をアルミナに担持したものを触媒として用いたが、一酸化炭素に対して選択的に酸化反応を行うことができる触媒であれば、ロジウム、ルテニウムなど、他の貴金属や、これらを複合化させた触媒、またはペロブスカイト構造をもつ遷移金属複合酸化物などを用いてもかまわない。また、アルミナの代わりにシリカアルミナやゼオライトなどを用いてもかまわない。また、場合によっては一酸化炭素を選択的にメタン化する触媒を用いてもよい。

【００４５】

また、触媒体１の形状はハニカム形状としたが、改質ガスが効率よく触媒に接触し、圧力損失があまり大きくならない形状であれば、球状でもペレット状のものでもよい。

【００４６】

また、改質ガスの冷却には水を流通させて熱交換させる方法を用いたが、温度によって必要であれば沸点の高いエチレングリコールのようなオイル状物質、もしくはこれらの混合液を流通させてもかまわない。また、改質部へ供給する気体を用い、改質原料ガスの予熱に用いてもかまわない。

【００４７】

【実施例】

（参考例１）

白金を担持したアルミナを直径５０ｍｍ、長さ１００ｍｍのコージェライトハニカムにコーティングして触媒体１を作製した。この触媒体１を図１に示す水素精製装置の反応室９の中に設置し、一酸化炭素１％、二酸化炭素を１５％、水蒸気１５％、残りが水素である改質ガスを、改質ガス入口２より、毎分１０リットルの流量で導入した。空気供給管からは、毎分１リットルの空気を供給した。この空気を混合させた改質ガスを、中に水を流通させた熱交換器７で１００℃まで低下させ、触媒体１で反応させた。触媒体１の下流側は加熱用ヒーター８を用いて、１５０℃となるように設定した。触媒体１の温度分布を測定すると、上流部から下流部にかけて、ほぼ直線的に温度が上昇していた。触媒体１通過後の改質ガス出口１０から排出される改質ガスの組成をガスクロマトグラフィで測定したところ、一酸化炭素濃度は５ｐｐｍであった。また、熱交換器７の中を流れる水の流量を変え、改質ガス温度を９０℃、８０℃と変化させたところ、一酸化炭素濃度はそれぞれ６ｐｐｍ、９ｐｐｍとなった。また、加熱ヒーター８の設定温度を変え、触媒体１下流部の温度を１４０℃、１６０℃にしたところ、一酸化炭素濃度はそれぞれ４ｐｐｍ、９ｐｐｍとなった。

【００４８】

（実施例１）

参考例１で作製した触媒体を図３に示す反応室１８内に設置し、改質ガスを改質ガス入口１２より導入した。改質ガス入口１２での改質ガス温度を測定したところ、２００℃であった。熱交換用フィン２０を通じて加熱された触媒体１１下流部の温度を測定したところ、１５０℃であった。熱交換器１７で改質ガスを１００℃まで低下させ、触媒体１１で

反応させたところ、一酸化炭素濃度は５ｐｐｍであった。

【００４９】

（参考例２）

図４に示すように、直径１００ｍｍ、長さ１００ｍｍのコージェライトハニカムの中心に直径８０ｍｍの穴をくりぬいたものに、実施例１と同じく触媒をコーティングし、触媒体２１を作製した。熱交換用フィン３０を通じて加熱された触媒体１１下流部の温度を測定したところ、１５０℃であった。熱交換器２７で改質ガスを１００℃まで低下させ、触媒体２１で反応させたところ、一酸化炭素濃度は４ｐｐｍであった。

【００５０】

（参考例３）

白金を担持したモルデナイトを直径５０ｍｍ、長さ５０ｍｍのコージェライトハニカムにコーティングして第一触媒体３１、白金を担持したアルミナを直径５０ｍｍ、長さ５０ｍｍのコージェライトハニカムにコーティングして第二触媒体３２をそれぞれ作製した。この第一触媒体３１、第二触媒体３２をそれぞれ図５に示すように反応室４０内に設置した。改質ガスは熱交換器３８で１４０℃まで冷却し、第二触媒体３２の下流部を１６０℃になるように加熱用ヒーター３９で制御した。第一触媒体３１の下流部の温度を測定すると１５０℃であった。改質ガス出口４１の一酸化炭素濃度を測定したところ、１ｐｐｍであった。

【００５１】

（参考例４）

白金を担持したモルデナイトを直径５０ｍｍ、長さ５０ｍｍのコージェライトハニカムにコーティングして第一触媒体５１、白金を担持したアルミナを直径５０ｍｍ、長さ５０ｍｍのコージェライトハニカムにコーティングして第二触媒体５２をそれぞれ作製した。この第一触媒体５１、第二触媒体５２をそれぞれ図７に示すように反応室６２内に設置した。改質ガスは熱交換器６０で１５０℃まで冷却し、第二触媒体５２の下流部を１３０℃になるように加熱用ヒーター６１で制御した。第一触媒体５１の下流部の温度は測定すると１４０℃、第二触媒体上流部の温度は１００℃であった。改質ガス出口６３の一酸化炭素濃度を測定したところ、２ｐｐｍであった。

【００５２】

（比較例１）

実施例１において、加熱ヒーター８を取り去り、同じく改質ガスを改質ガス入口２より導入した。熱交換器７によって改質ガス温度を１００℃まで低下させ、触媒体１で反応させた。触媒体１の温度分布を測定したところ、上流部が１００℃で下流に行くに従って直線的に温度が低下し、最下流部温度は９０℃であった。触媒体１通過後の改質ガス出口１０から排出される改質ガスの組成をガスクロマトグラフィで測定したところ、２０００ｐｐｍであった。また、熱交換器７の中を流れる水の流量を変え、改質ガス温度を９０℃、１１０℃、１２０℃と変化させたところ、一酸化炭素濃度はそれぞれ５０００ｐｐｍ、２００ｐｐｍ、５００ｐｐｍとなった。

【００５３】

（比較例２）

実施例５において、加熱用ヒーター６１を取り外したところ、第一触媒体５１の下流部の温度は測定すると１４０℃、第二触媒体５２上流部の温度は１００℃、第二触媒体５２下流部の温度は９０℃であった。改質ガス出口６３の一酸化炭素濃度を測定したところ、５００ｐｐｍであった。

【００５４】

【発明の効果】

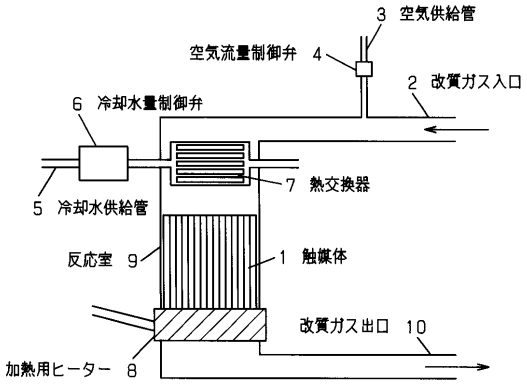
以上述べたところから明らかなように、本発明によると、一酸化炭素選択酸化触媒を安定して動作させることができるとともに、温度制御が著しく容易になる。

【図面の簡単な説明】

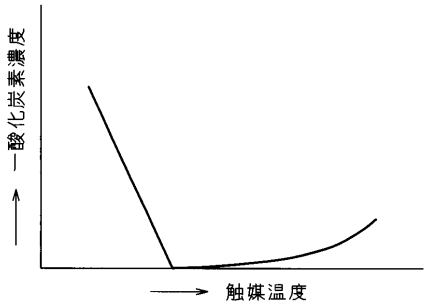
【図１】　本発明の第１の参考の形態である水素精製装置の断面構成を示した図

【図２】　本発明の第１の参考の形態である水素精製装置における一酸化炭素選択酸化触媒の作動温度と触媒通過後の一酸化炭素濃度の関係を示した図
【図３】　本発明の第１の実施の形態である水素精製装置の断面構成を示した図
【図４】　本発明の第２の参考の形態である水素精製装置の断面構成を示した図
【図５】　本発明の第３の参考の形態である水素精製装置の断面構成を示した図
【図６】　本発明の第３の参考の形態である水素精製装置における高温用触媒と低温用触媒の作動特性を示した図
【図７】　本発明の第４の参考の形態である水素精製装置の断面構成を示した図
【符号の説明】
１，１１，２１　触媒体
２，１２，２２，３３，５３　改質ガス入口
３，１３，２３，３４　空気供給管
４，１４，２４，３５　空気流量制御弁
５，１５，２５，３６，５８　冷却水供給管
６，１６，２６，３７，５９　冷却水量制御弁
７，１７，２７，３８，６０　熱交換器
８，３９，６１　加熱用ヒーター
９，１８，２８，４０，６２　反応室
１０，１９，２９，４１，６３　改質ガス出口
２０，３０　熱交換用フィン
３１，５１　第一触媒体
３２，５２　第二触媒体
５４　第一空気供給管
５５　第二空気供給管
５６　空気流量第一制御弁
５７　空気流量第二制御弁

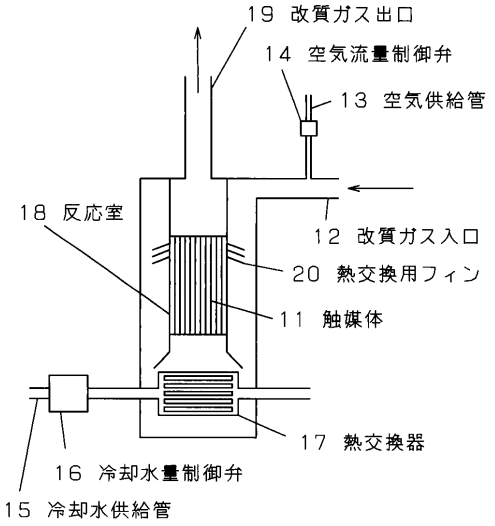
【図１】



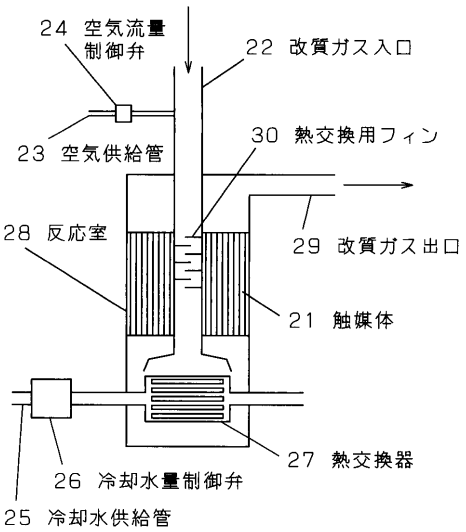
【図２】



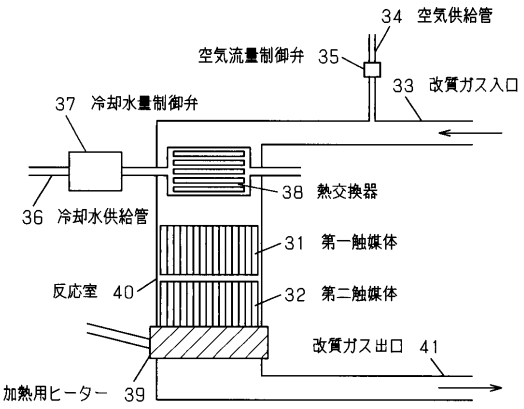
【図３】



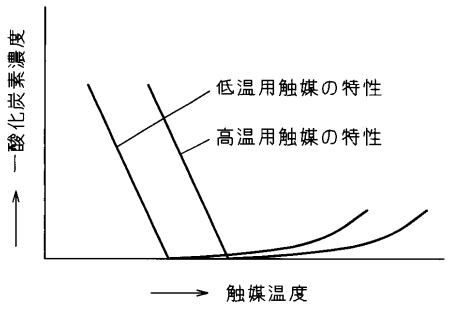
【図４】



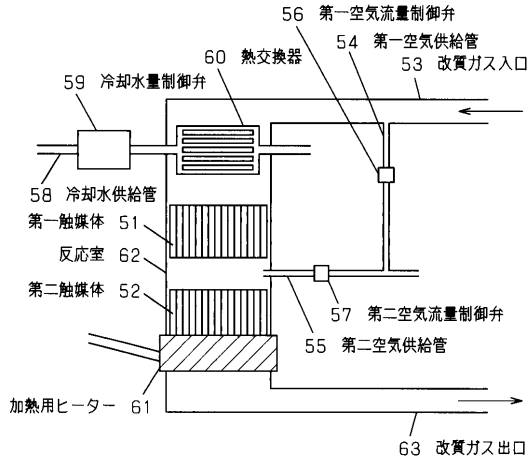
【図５】



【図６】



【図７】


56 第一空気流量制御弁
54 第一空気供給管
60 熱交換器
53 改質ガス入口
59 冷却水量制御弁
58 冷却水供給管
第一触媒体 51
反応室 62
第二触媒体 52
57 第二空気流量制御弁
55 第二空気供給管
加熱用ヒーター 61
63 改質ガス出口

フロントページの続き

(72)発明者　鵜飼　邦弘
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　本田　公康
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内

審査官　安齋　美佐子

(56)参考文献　特開平０８－０４７６２１（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１０６９１４（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－０７２２０２（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１０１３０２（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１３３７０１（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２６０３８７（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１００１８４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
C01B3/32-3/58
H01M8/04-8/06