

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-306102

(43) 公開日 平成5年(1993)11月19日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 1 B	3/34			
B 0 5 B	1/02			
C 0 1 B	3/02	Z		

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平4-195876	(71) 出願人	000004466 三菱瓦斯化学株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番2号
(22) 出願日	平成4年(1992)7月1日	(71) 出願人	000229748 日本ファーンレス工業株式会社 神奈川県横浜市鶴見区尻手2丁目1番53号
(31) 優先権主張番号	特願平4-82888	(72) 発明者	上松 正次 新潟県新潟市松浜町3500 三菱瓦斯化学株式会社新潟工業所内
(32) 優先日	平4(1992)3月6日	(72) 発明者	山本 和夫 東京都千代田区丸の内二丁目5番2号 三菱瓦斯化学株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 村瀬 一美

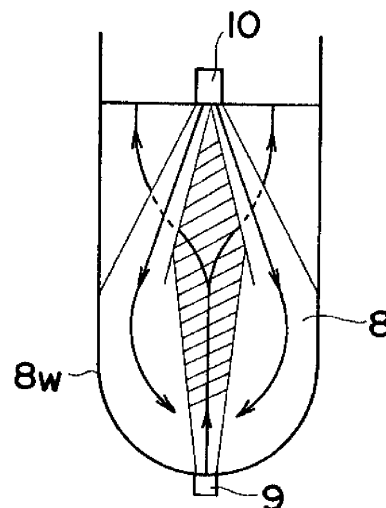
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 合成ガス製造装置

(57) 【要約】

【目的】 炭化水素の水蒸気改質による一次改質部と、部分燃焼後に更に改質反応を行う二次改質部を有し、二次改質ガスを一次改質部の熱源に利用する合成ガス製造装置において、一次改質ガスとパーナ燃焼ガスを均一に混合して部分燃焼ガスを安定して得、合成ガスを効率良く製造する。

【構成】 一次改質ガスの噴出ノズル10と部分燃焼用の酸素含有ガスを噴射するパーナ噴射ガスノズル9を燃焼室の中心軸部に垂直方向に配置し、一次改質ガスを側壁に向けて噴出し、パーナ噴射ガスを一次改質ガスの噴出ノズル10に向けて燃焼室の中心軸方向に噴射する。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 原料炭化水素を水蒸気で改質した一次改質ガスと、酸素含有ガス又はこれに原料炭化水素の一部を混合したガスからなるバーナ噴射ガスを部分燃焼させた後、二次改質反応を行い、得られた生成ガスを一次改質反応の熱源に利用する合成ガス製造装置において、該一次改質ガスを噴出する複数のノズルと該バーナ噴射ガスのノズルを燃焼室の中心軸部に垂直方向に対向して配置し、該一次改質ガスを中心軸部から側壁に向けて噴出し、該バーナ噴射ガスを一次改質ガスの噴出ノズルに*

*向けて燃焼室の中心軸方向に噴射することを特徴とする合成ガス製造装置。

【請求項2】 燃焼室側壁方向に角度θをもってn個のノズルから噴出する一次改質ガスと、この一次改質ガスのノズルに向けて対向する位置から噴射されるバーナ噴射ガスとが、次の数式1および数式2で示される圧力因子Pおよび運動量因子Mにおいて、 $4 < P < 7.0$ 、 $1 < M < 5.0$ である請求項1記載の合成ガス製造装置。

【数1】

$$P = \frac{\frac{(D_R - PCD) \cdot \tan \alpha}{d_F \cdot \sin \theta} - 1}{1 - \frac{n}{\pi D_R} \left\{ d_F + \frac{(D_R - PCD) \cdot \tan \alpha}{\sin \theta} \right\}}$$

【数2】

$$M = \frac{\rho_F \cdot [\sin \theta \cdot U_F / \{k(L_F / d_F)\}]^2}{\rho_B \cdot [U_B / \{k(L_R - L_F \cos \theta) / d_B\}]^2}$$

但し、 D_R = 燃焼室内径、
 PCD = 一次改質ガス噴出ノズルピッチサークル径、
 d_F = 一次改質ガス噴出ノズル径、
 ρ_F = 一次改質ガス流の密度、
 ρ_B = バーナ燃焼ガス流の密度、
 U_F = 一次改質ガス流の初速度、
 U_B = バーナ噴射ガス流の初速度、
 L_F = 一次改質ガス流が壁面に衝突するまでの距離、
 L_R = 一次改質ガス流出口からバーナ噴射ガス流の出口までの距離、
 d_B = バーナ径、
 α = 一次改質ガス噴流の広がり角度、
 k = 定数である。

20 有ガス又はこれに原料炭化水素の一部を混合したガス」(以下、このガスを「バーナ噴射ガス」と称する)を一次改質ガスに加えて部分燃焼(酸化)させた後、二次改質反応を行い、得られた高温ガスを一次改質の熱源に利用して合成ガスを得るガス改質装置が、特開昭59-107901号、特開昭60-186401号及び特開昭62-197301号等に記載されている。これらのガス改質装置では、天然ガスなどの炭化水素と水蒸気とを混合してニッケル触媒などの改質触媒を充填した反応管に通す間に一次改質が行われ、反応管出口の空間、即ち燃焼室において一次改質ガスとバーナ噴射ガスを混合して部分燃焼によって熱を発生し、その熱によって更に改質反応を行って合成ガスを得ている。そして、この合成ガスを次工程へ供給する際に前記反応管の周囲を通して一次改質用の熱として利用している。

30 【0003】一次改質ガスとそれを部分燃焼させるバーナ噴射ガスの燃焼室内でのガス混合方式は、例えば特開昭59-107901号では、燃焼室内の空間に垂直方向に対向配置した一次改質反応管からの一次改質ガスと、バーナ噴射したガスを直接に衝突させることによって混合させ、改質反応後の合成ガスを一次改質反応管の周囲に導入している。

40 【0004】また特開昭60-186401号では、一次改質ガスを燃焼室内の中央部に垂直方向に噴出させ、一方、バーナ噴射ガスをその一次改質ガスの流れに対向衝突させ、渦流混合下での部分燃焼を行い、このガスを改質反応を完成させるために触媒層を通過させた後、一次改質反応管の周囲に導入して一次改質に必要な熱を供給するようにしている。

50 【0005】特開昭62-197301号では、燃焼室内の空間に垂直方向に配置した一次改質反応管からの一次改質ガ

【請求項3】 圧力因子P及び運動量因子Mが $8 < P < 4.0$ 、 $2 < M < 1.0$ の関係に設定されることを特徴とする請求項2記載の合成ガス製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、メタンや天然ガス等の炭化水素から合成ガスを製造する装置に関する。詳しくは炭化水素の水蒸気改質による一次改質部と、部分燃焼後に更に改質反応を行う二次改質部を有し、且つ二次改質ガスを一次改質部の熱源に利用するガス改質装置の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、合成ガス製造装置として、メタンや天然ガス等の軽質炭化水素に水蒸気を加えて改質反応を行い、水素を主成分とするガス、アンモニアやメタノール等の原料となる合成ガス、或いはオキシガスを製造するガス改質装置がある。このガス改質装置において、原料炭化水素を水蒸気による一次改質を行い、「酸素含

3

4

スと水平方向から噴出されるバーナ噴射ガスの渦流混合状態下で部分燃焼を進め、得られた高温ガスを二重管式一次改質反応管の内管と外管の空隙に導入するようにしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記の如きガス改質装置の燃焼室において、一次改質反応管からの一次改質ガスとバーナ噴射ガスが高速で接触することにより燃焼反応が行われ、高温の燃焼ガス（以下、このガスを「バーナ燃焼ガス」と称する）が発生し、このバーナ燃焼ガスと未燃焼の一次改質ガスを混合して二次改質が進められることになる。従来のガス改質装置ではいずれも一次改質ガスとバーナ噴射ガスが燃焼室の中央部で対向流ないし垂直流で直接に接触・混合されているので、バーナ燃焼ガスの火炎が不安定であり、また燃焼によって発生した熱を一次改質ガスに様に速やかに与えることが困難である。

【0007】すなわち燃焼室の中央部で二つの単一噴流を対向流ないし垂直流で直接に衝突させることは、そこに大きな淀み領域（渦流）を形成し、衝突状態が時間的に変動するために均一な混合が得られず、火炎が絶えず比較的低温の一次改質ガスで不安定に吹き付けられる状態が生じる。これは燃焼室の壁面が火炎（高温のバーナ燃焼ガス）にさらされて壁面等の損傷の原因となると共に、均一に混合されたガスが得られないことから、次の二次改質部において完全な改質反応を起こすに不十分な温度領域を形成し、二次改質反応の反応率の低下や炭素析出の原因ともなる。

【0008】本発明は、炭化水素の一次改質ガスを部分燃焼させた後に二次改質を行い、得られたガスを一次改質の熱源に使用する合成ガス製造装置において、一次改質ガスを部分燃焼するに際して一次改質ガスとバーナ燃焼ガスを安定して均一な混合状態にし、効率的に合成ガスを製造する装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】発明者らは上記の如き課題を有する合成ガス製造装置について鋭意検討した結果、燃焼室の中心軸部に垂直方向に噴射されるバーナ噴射ガスに対して、一次改質ガスを中心軸部から側壁に向けて噴出させることにより、一次改質ガスとバーナ燃焼ガスは安定して均一な混合状態となり、合成ガスを効率*

*的に製造できるようになることを見出し、本発明に到達した。

【0010】すなわち本発明は、原料炭化水素を水蒸気で改質した一次改質ガスと、酸素含有ガス又はこれに原料炭化水素の一部を混合したガスからなるバーナ噴射ガスを接触して部分燃焼させた後、二次改質反応を行い、得られた高温ガスを一次改質反応の熱源に利用する合成ガス製造装置において、該一次改質ガスを噴出する複数のノズルと該バーナ噴射ガスのノズルを燃焼室の中心軸部に垂直方向に対向して配置し、該一次改質ガスを中心軸部から側壁に向けて噴出し、該バーナ噴射ガスを一次改質ガスの噴出ノズルに向けて燃焼室の中心軸方向に噴射することを特徴とする合成ガス製造装置である。

【0011】本発明の合成ガス製造装置において原料炭化水素としてはメタンや天然ガス等の軽質炭化水素が用いられ、酸素含有ガスとしては合成ガスの用途によって純酸素や空気が用いられる。水蒸気による一次改質においては通常ニッケル系触媒が用いられ、反応温度は300～900℃である。また部分酸化後の二次改質には通常ニッケル系触媒または白金担持触媒が用いられ、反応温度は700～1500℃である。反応圧力は通常20～150kg/cm²Gであり、本発明の合成ガス製造装置は一次改質反応管内外の圧力差が小さいことから、合成ガスの用途に合わせた任意の圧力で設計・運転を行うことができる。

【0012】本発明の合成ガス製造装置において一次改質ガスとバーナ燃焼ガスを安定して均一な混合を得るためには次のような関係が必要である。

【0013】すなわち燃焼室側壁方向に角度θをもってn個のノズルから噴出する一次改質ガスと、この一次改質噴出ノズルに向けて対向する位置から高速で噴射されるバーナ噴射ガスとが、次の数式3及び数式4で示される圧力因子Pと運動量因子Mとを、4<P<70及び1<M<50、より好ましくは8<P<40及び2<M<10の関係とする。

【0014】一次改質ガスの噴出ノズル数nとその噴出角度θは合成ガス製造装置の能力とその反応条件等により異なるが、通常nは3～8、θは10～50°である。

【0015】

【数3】

$$P = \frac{(D_R - PCD) \cdot \tan \alpha}{d_F \cdot \sin \theta} - 1$$

$$1 - \frac{n}{\pi D_R} \left\{ d_F + \frac{(D_R - PCD) \cdot \tan \alpha}{\sin \theta} \right\}$$

【数4】

$$M = \frac{\rho_F \cdot [\sin \theta \cdot U_F / \{k(L_F/d_F)\}]^2}{\rho_B \cdot [U_B / \{k(L_R - L_F \cos \theta) / d_B\}]^2}$$

【0016】

5

但し、 D_R = 燃焼室内径、
 P_{CD} = 一次改質ガス噴出ノズルピッチサークル径、
 d_F = 一次改質ガス噴出ノズル径、
 ρ_F = 一次改質ガス流の密度、
 ρ_B = バーナ燃焼ガス流の密度、
 U_F = 一次改質ガス流の初速度、
 U_B = バーナ噴射ガス流の初速度、
 L_F = 一次改質ガス流が壁面に衝突するまでの距離、
 L_R = 一次改質ガス流出口からバーナ噴射ガス流の出口までの距離、
 d_B = バーナ径、
 α = 一次改質ガス噴流の広がり角度、
 k = 定数である。

【0017】

【作用】本発明の合成ガス製造装置では、一次改質ガスが燃焼室壁面に衝突した後、該壁面に沿って流れて壁面を保護する状態となる。またバーナ噴射ガスは一次改質ガスの流れの内側を一次改質ガスの噴出ノズルへ向けて流れつつ一次改質ガスと混合燃焼されて高温のバーナ燃焼ガスの火炎となる。従ってこのバーナ燃焼ガスは一次改質ガスは対向流で直接に衝突しないので安定した状態となり、燃焼室壁面が火炎にさらされることが無くなる。またこのバーナ燃焼ガスは一次改質ガスと向流接触するので、その境界面に大きな速度差が生まれ、バーナ燃焼ガスの発生熱が速やかにかつ一様に一次改質ガスに与えられる。

【0018】上記の圧力因子 P と運動量因子 M の関係はこのような一次改質ガスとバーナ噴射ガスとの挙動においてバーナ燃焼ガスの燃焼室壁面への吹き付けが無く、高速で均一なバーナ燃焼ガスと一次改質ガスの混合が安定して得られる範囲を示すものである。

【0019】

【実施例】以下、本発明の構成を示す実施例に基づいて詳細に説明する。図1は本発明の燃焼室における一次改質ガスとバーナ燃焼ガスの混合状況を示す。一次改質反応管よりの一次改質ガスは噴出ノズル10から噴出され、燃焼室8の側壁面8wに衝突した後、この側壁面に沿って移動する。またバーナ噴射ガスノズル9からのバーナ噴射ガスは一次改質ガスと混合・燃焼して高温のバーナ燃焼ガスとなる。従って高温のバーナ燃焼ガスは燃焼室8の側壁面8wに衝突すること無く、一次改質ガスと高速で向流接触・混合するので高温の燃焼熱が速やかに移動し、均一に混合されたガスが得られる。斜線部はノズル9からのバーナ噴射ガスが燃焼して高温のバーナ燃焼ガスとなっている部分を示す。

【0020】図2に本発明の合成ガス製造装置の一実施例を概略図で示す。この改質装置1は、ニッケル触媒な

6

どの改質触媒3を充填した多数の反応管2から成る一次改質部4と、この一次改質部4で原料である炭化水素(天然ガス)を水蒸気で予備的に改質した一次改質ガスを燃焼室8へ供給する一次改質ガス供給管5と、一次改質ガス供給管5の周囲の空間に充填された触媒層6から成る二次改質部7と、この二次改質部7を通過して改質反応を完了したガス即ち合成ガスを前述の一次改質部4を構成する反応管2の周囲を通過して系外へ流出する流路11と、底部の燃焼室8とから構成されている。

10 【0021】燃焼室8には、その上部の中央に配置された一次改質ガス噴出ノズル10と対向するようにバーナ噴射ガスを噴射するバーナ9が底部に対向配置されている。バーナ9からは反応管2に供給される炭化水素の一部がバイパスされて燃料として酸素含有ガスと共に噴射され、一次改質ガス噴出ノズル10から噴出される一次改質ガスを部分燃焼させる。改質装置の頂部から導入される原料の炭化水素と水蒸気との混合ガスは一次改質部4を通過して一次改質された後、燃焼室8内へ一次改質ガスとして噴出される。一次改質ガス供給管5には一次改質ガスを燃焼室8の中心軸部から燃焼室8の側壁8wに向けて噴出させる複数の噴出ノズル10が設けられている。この噴出ノズル10は、図3に示すように、一次改質ガスを燃焼室8の側壁8wに向けて所定の噴出角度 θ 及び初速度 U_F を以て噴出するように開口されている。

20 【0022】ここで、一次改質ガス流の噴出角度 θ と噴出ノズル10の数 n は燃焼室に於けるバーナ燃焼ガスの流れの安定性に影響を与える。即ち、一次改質ガスの噴出角度 θ を大きくするか、あるいは噴出ノズル数 n を増加させるとバーナ燃焼ガスの流れが不安定となる。現象を観察した結果、複数の一次改質ガス流が燃焼室8内に幾何的につくる通過開口断面積が減少するほど不安定性が増すこと、また開口面積が同じであれば噴出量が増加するほど不安定になることがわかった。これは一次改質ガス流が燃焼室8内に流入し反転して出口部に向かう際の燃焼室8の内部圧力と対応しているので、これを圧力因子 P として数式5で表わした。なお更に実験を行ったところ、圧力因子 P を小さくした場合にも別の要因と思われる不安定が生じることが明らかとなった。

40 【0023】また検討の結果、壁面8wに衝突した一次改質ガス流の一部は中心軸に向かう流れを形成し、この流れが出口に向かうバーナ燃焼ガスの流れを遮る効果を持つ。この遮る強さの程度はその運動量の大小に依存するので、これを運動量因子 M として数式6で表わした。

【0024】

【数5】

$$P = \frac{(D_R - PCD) \cdot \tan \alpha}{d_F \cdot \sin \theta} - 1$$

$$1 - \frac{n}{\pi D_R} \left\{ d_F + \frac{(D_R - PCD) \cdot \tan \alpha}{\sin \theta} \right\}$$

【0025】

* * 【数6】

$$M = \frac{\rho_F \cdot [\sin \theta \cdot U_F / \{k (L_F / d_F)\}]^2}{\rho_B \cdot [U_B / \{k (L_R - L_F \cos \theta) / d_B\}]^2}$$

ここで、 D_R は燃焼室8の内径、 PCD は一次改質ガス噴出ノズルピッチサークル径、 d_F は一次改質ガス噴出ノズル径、 ρ_F は一次改質ガス流の密度、 ρ_B はバーナ燃焼ガス流の密度、 U_F は一次改質ガス流の初速度、 U_B はバーナ噴射ガス流の初速度、 L_F は一次改質ガス流が壁面8wに衝突するまでの距離、 L_R は一次改質ガス流出口からバーナ噴射ガス流の出口までの距離、 d_B はバーナ噴射ノズル径、 α は噴流の広がり角度、 k は定数である。

【0026】この圧力因子 P 及び両噴流の運動量の比 M が望ましくは $4 < P < 70$ 、 $1 < M < 50$ 、より好ましくは $8 < P < 40$ 、 $2 < M < 10$ の関係となるようにノズル数 n 、噴射角 θ などを設定することが好ましい。

【0027】以上のように構成されているので、図1に示すように、一次改質ガスは噴出ノズル10で複数噴流とされてからある角度を以て燃焼室8の側壁面8wに向けて噴出され、壁面8wに沿ってその内側のバーナ燃焼ガスの流れに対して逆方向に流れる。一方、バーナ燃焼ガスは燃焼室8の中心軸上に沿って流れる。これによって、高温のバーナ燃焼ガスを比較的低温の一次改質ガスで包囲しつつ混合する。また、一次改質ガス流とバーナ燃焼ガスは向流接触するためにその境界面には大きな速度差が生まれ火炎の熱を速やかにかつ一様に一次改質ガスに与える。混合終了ガスは低温の一次改質ガス噴流の間を通り抜けるようにして図2の二次改質部6に流出※

$$\frac{A_o}{A_R} = 1 - \frac{n}{\pi D_R} \left\{ d_F + \frac{(D_R - PCD) \cdot \tan \alpha}{\sin \theta} \right\}$$

また、一次改質ガス流 W_j が燃焼室側壁面8wに衝突するまでに誘引する周囲流体量 W_e は数式10で表わされ、かつそれと一次改質ガス流との関係は数式11のようになる。

【0033】

★

$$\frac{W_e}{W_j} = \frac{(D_R - PCD) \cdot \tan \alpha}{d_F \cdot \sin \theta} - 1$$

この燃焼室を、一次改質ガス流 W_j により引き起こされた流量 W_e の流れが開口面積 A_o を通過する時の流れ系と考えられるので、これらの因子を圧力因子 P と次の数式12のように関連付ける。

※する。

【0028】以上のような複数の一次改質ガス噴出ノズル10を持つ燃焼室8における2つのガスの流動を特徴付ける因子としては、一次改質ガス流がバーナ燃焼ガスの流れを遮る割合および一次改質ガス流がバーナ燃焼ガスを誘引する量が挙げられる。そこで、これら2流体の流動形態を支配する主要な因子についての解析を次に説明する。

【0029】一次改質ガスの流れが燃焼室側壁面8wに衝突するまでの距離 L_f および衝突するときの噴流幅 L_j はそれぞれ数式7で表わせる。

【0030】

【数7】

$$L_f = (D_R - PCD) / 2 \sin \theta$$

$$L_j = d_F + 2 L_f \cdot \tan \alpha$$

そして、燃焼室断面積 A_R から複数の一次改質ガスの流れがつくる遮蔽投影面積を差し引いた開口面積 A_o と A_R との比は数式8で表わされる。

【0031】

【数8】

$$A_o / A_R = 1 - (n \cdot L_j / \pi D_R)$$

数式8に L_j を代入整理すると数式9となる。

【0032】

【数9】

★【数10】

$$W_e / W_j = 2 L_f \cdot \tan \alpha / d_F - 1$$

【0034】

【数11】

【0035】

【数12】

$$\sqrt{P} \sim W_e / A_o$$

そして、燃焼室内径 D_R と一次改質ガス流 W_j が一定で

あれば、圧力に相当するパラメータは無次元化できるのでこれをPと表わすと、数式13に示すように表わされる。

【0036】

【数13】

$$P = (W_e / W_j) / (A_o / A_R)$$

一次改質ガス流の燃焼室8内への流入角度θに対する流動パターンのパラメータPの変化を計算した結果を図4に示す。

【0037】次に、運動量因子Mについて検討する。一次改質ガス流が角度θで燃焼室8の壁面8wに衝突するときの速度Uは初速度をU_Fとすると、数式14で表わされる。

【0038】

【数14】

$$U_F / U = k (L_F / d_B)$$

そして、壁面8wに直角な速度成分U_Iは数式15で表わされる。

【0039】

*

$$M = \frac{\rho_F \cdot [\sin \theta \cdot U_F / \{k (L_F / d_F)\}]^2}{\rho_B \cdot [U_B / \{k (L_R - L_F \cos \theta) / d_B\}]^2}$$

ただし

$$L_F = (D_R - PCD) / 2 \sin \theta$$

この式には燃焼室8の長さL_Rやバーナ径d_Bが因子として含まれている。一次改質ガスの噴射角度θに対するMの変化を計算した結果を図5に示す。

【0043】そこで、図6に示すように、前項で導入された圧力因子P、流動因子Mを座標軸にした流動形態の座標化によって最適範囲が把握できる。例えばある与えられた処理量に対する合成ガス製造装置の設計寸法諸元を適正化する場合、設計初期値からP、Mを求め、それが図6中で最適な領域になれば複数の諸因子の値を徐々に変更しつつ最適な範囲になるようその値を選定することができる。

【0044】依って、圧力因子Pおよび流動因子Mを座標軸にした図6の流動形態のマップから得られる最適範囲に収まるように一次改質ガスの噴出角θや噴出ノズル数nなどが求められるとき、一次改質ガスは燃焼室壁面8wに沿って流れ反応炉壁面8wを冷却する。また、一次改質ガス流とバーナ燃焼ガスは向流接触するためにその境界面には大きな速度差が生まれ、発生熱を速やかにかつ一様に一次改質ガスに与える。

【0045】

【発明の効果】以上の説明より明らかなように、本発明の合成ガス製造装置では次の特徴がある。

(1) 一次改質ガスが燃焼室の壁面に衝突した後、この壁面に沿って流れるので、壁面を保護し、壁面が火炎に曝されるのを防止する。

(2) バーナ噴射ガスは一次改質ガスと混合燃焼されて

*【数15】

$$U_I = U \cdot \sin \theta$$

また、一次改質ガス流の壁面衝突位置におけるバーナ燃焼ガス流の速度U_Bは、初速度をU_Bとすると数式16で表わされる。

【0040】

【数16】

$$U_B / U_B = k \{ (L_R - L_F \cos \theta) / d_B \}$$

そして、一次改質ガス流及びバーナ燃焼ガス流の密度をそれぞれρ_F、ρ_B、運動量をm_F、m_Bとしてその比Mをとると、数式17で表わされる。

【0041】

【数17】

$$M = m_F / m_B = \rho_F \cdot U_I^2 / \rho_B \cdot U_B^2$$

これを整理すると、次の数式18が得られる。

【0042】

【数18】

40

バーナ燃焼ガスとなり、噴出直後の比較的低温の一次改質ガス噴流の間を通り抜けるようにして二次改質部に流出するので、バーナ燃焼ガスの火炎と一次改質ガスの対向衝突領域が燃焼室内に存在せず、燃焼室内の混合状態が常に一定に保たれ、安定した燃焼状態が確保される。

40

(3) バーナ燃焼ガス流と一次改質ガスは向流接触してその境界面に大きな速度差が生まれるので、燃焼による発生熱が速やかに且つ一様に一次改質ガスに与え、均一な混合ガスが二次改質触媒に供給される。

【0046】従って本発明の合成ガス製造装置では局所的な温度上昇等が無く、安定して効率良く改質反応を完了させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明装置の燃焼室において、一次改質ガスとバーナ燃焼ガスの混合状況を示す説明図である。

40

【図2】本発明にかかわる合成ガス製造装置を好適に実施した例を示す概略図である。

【図3】本発明の合成ガス製造装置の一例において記号を定義する説明図である。

【図4】圧力因子Pと一次改質ガス流噴出角度θとの関係を示すグラフである。

【図5】流動因子Mと一次改質ガス流噴出角度θとの関係を示すグラフである。

【図6】適正流動の範囲を示すグラフである。

【符号の説明】

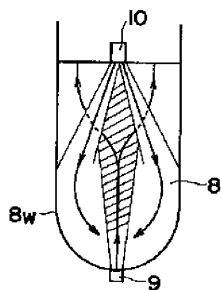
50

1 改質装置

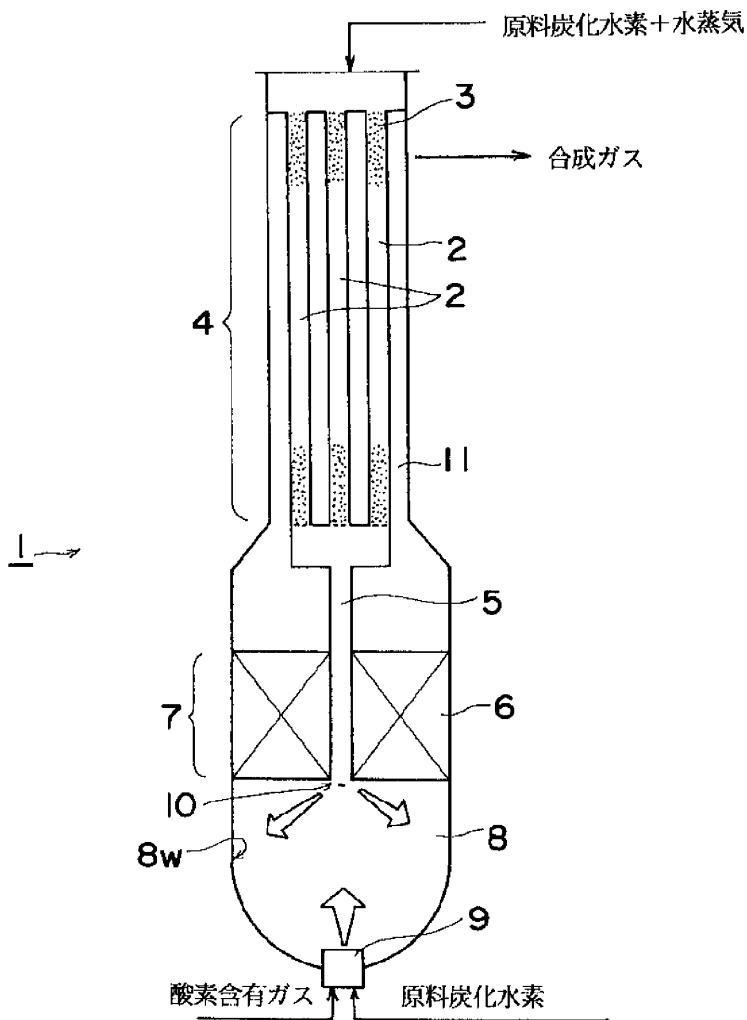
- 2 一次改質反応管
- 3 一次改質触媒
- 4 一次改質部
- 5 一次改質ガス供給管
- 6 二次改質触媒層

- 7 二次改質部
- 8 燃焼室
- 8w 燃焼室側壁面
- 9 バーナ噴射ノズル
- 10 一次改質ガス噴出ノズル

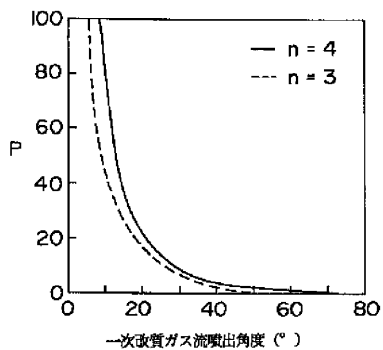
【図1】



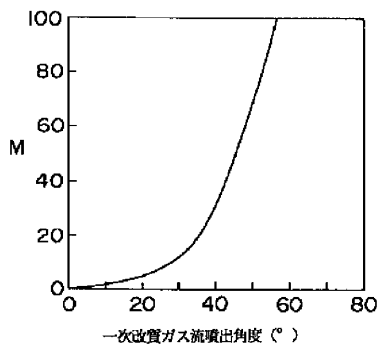
【図2】



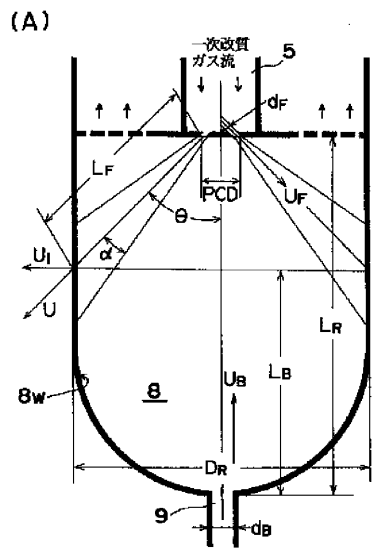
【図4】



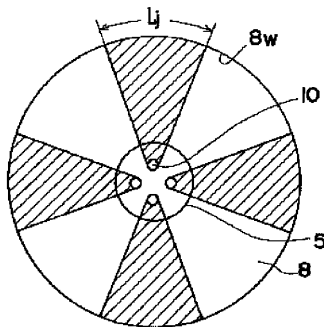
【図5】



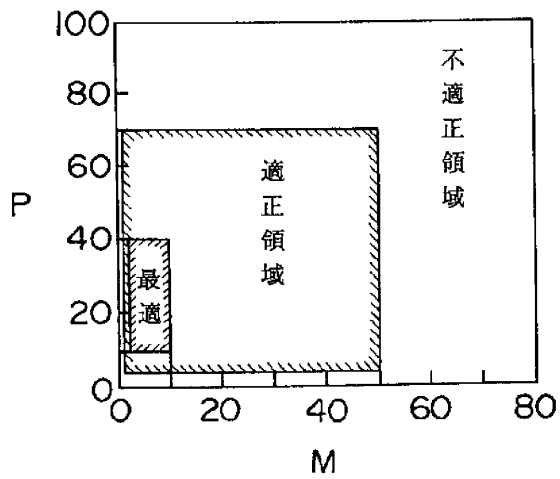
【図3】



(B)



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 長谷川 敏明
 神奈川県横浜市鶴見区尻手2丁目1番53号
 日本ファーンエス工業株式会社内

(72)発明者 持田 晋
 神奈川県横浜市鶴見区尻手2丁目1番53号
 日本ファーンエス工業株式会社内