(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5675352号
(P5675352)
(45)発行日　平成27年2月25日(2015.2.25)　(24)登録日　平成27年1月9日(2015.1.9)

(51)Int.Cl.　　F I
F23D 17/00 (2006.01)　　F23D 17/00　A
F23D 14/04 (2006.01)　　F23D 14/04　A

請求項の数 28　(全 28 頁)

(21)出願番号　特願2010-518217(P2010-518217)
(86)(22)出願日　平成20年7月24日(2008.7.24)
(65)公表番号　特表2011-503498(P2011-503498A)
(43)公表日　平成23年1月27日(2011.1.27)
(86)国際出願番号　PCT/US2008/008969
(87)国際公開番号　WO2009/014724
(87)国際公開日　平成21年1月29日(2009.1.29)
審査請求日　平成22年3月16日(2010.3.16)
審判番号　不服2013-19619(P2013-19619/J1)
審判請求日　平成25年10月9日(2013.10.9)
(31)優先権主張番号　11/881,099
(32)優先日　平成19年7月25日(2007.7.25)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　508055995
ルマス　テクノロジー　インコーポレイテッド
ＬＵＭＭＵＳ　ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＹ　ＩＮＣ．
アメリカ合衆国　ニュージャージー　０７００３－３０９６　ブルームフィールド　ブロード　ストリート　１５１５
(74)代理人　100064746
弁理士　深見　久郎
(74)代理人　100085132
弁理士　森田　俊雄
(74)代理人　100083703
弁理士　仲村　義平

最終頁に続く

(54)【発明の名称】燃焼制御のための方法、システム、および装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
１次噴射燃料入口、ベンチュリ管および２次ガス入口を有するベンチュリアセンブリを含むバーナにおける空燃比の制御方法であって、前記方法はベンチュリアセンブリ内で空気と燃料を混合することを含み、
前記ベンチュリ管は、
上流空気入口と、
前記１次噴射燃料入口が配置される集束部と、
前記集束部より下流にあるスロート部と、
前記スロート部より下流にある拡径部と、
前記拡径部より下流にあって前記２次ガス入口が配置される管状部と、
前記管状部より下流にある出口とを有し、
前記混合することは、
前記１次噴射燃料入口に燃料を導入するステップと、
前記空気入口を通して吸込によって空気を受取るステップと、
前記２次ガス入口を通してガスを供給するステップと、
前記出口を通る空燃比を調節するように前記２次ガス入口を通して供給される前記ガスの流量を調節するステップを含み、
前記燃料は、３７２５ｋＪ／ｍ^{3}から４４７１０ｋＪ／ｍ^{3}の範囲の発熱量を有する高発熱量燃料または低発熱量燃料であって、前記高発熱量燃料および低発熱量燃料を交換可

能に供給することができ、
前記１次噴射燃料入口に導入される前記燃料が高発熱量燃料であるとき、前記ガスとして不活性ガスが前記２次ガス入口を通して供給されるか、または前記２次ガス入口を通して高発熱量燃料を供給せず、
前記１次噴射燃料入口に導入される前記燃料が低発熱量燃料であるとき、前記ガスとして低発熱量燃料が前記２次ガス入口を通して供給される、方法。
【請求項２】
前記２次ガス入口より下流で流れ方向と流速とのうち少なくとも１つを変更するステップをさらに備える、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記流れ方向と流速とのうち少なくとも１つを変更するステップは、流れ抵抗構成部品でもって行われる、請求項２に記載の方法。
【請求項４】
前記バーナは炉床バーナである、請求項１に記載の方法。
【請求項５】
前記バーナは壁バーナである、請求項１に記載の方法。
【請求項６】
前記ベンチュリアセンブリの上流にダンパが含まれていて、前記空気入口を通る空気の流量の追加的な制御を提供する、請求項１に記載の方法。
【請求項７】
１次噴射燃料入口、ベンチュリ管および２次ガス入口を有するベンチュリアセンブリを含む少なくとも一つのバーナを有するヒータの燃焼方法であって、前記方法はベンチュリアセンブリ内で空気と燃料を混合することを含み、
前記ベンチュリ管は、
上流空気入口と、
前記１次噴射燃料入口が配置される集束部と、
前記集束部より下流にあるスロート部と、
前記スロート部より下流にある拡径部と、
前記拡径部より下流にあって前記２次ガス入口が配置される管状部と、
前記管状部より下流にある出口とを有し、
前記混合することは、
前記１次噴射燃料入口に燃料を導入するステップを備え、前記燃料は前記空気入口の中に空気を吸込ませ、さらに前記２次ガス入口を通してガスを供給するステップを備え、選択された空燃比の空気と燃料との混合物が、前記出口を通って前記ベンチュリアセンブリを出て、
前記燃料は、３７２５ｋＪ／ｍ^{3}から４４７１０ｋＪ／ｍ^{3}の範囲の発熱量を有する高発熱量燃料または低発熱量燃料であって、前記高発熱量燃料および低発熱量燃料を交換可能に供給することができ、
前記１次噴射燃料入口に導入される前記燃料が高発熱量燃料であるとき、前記ガスとして不活性ガスが前記２次ガス入口を通して供給されるか、または前記２次ガス入口を通して高発熱量燃料を供給せず、
前記１次噴射燃料入口に導入される前記燃料が低発熱量燃料であるとき、前記ガスとして低発熱量燃料が前記２次ガス入口を通して供給される、方法。
【請求項８】
前記ベンチュリアセンブリは、前記２次ガス入口より下流に位置決めされた抵抗構成部品を有する、請求項７に記載の方法。
【請求項９】
燃料を導入するための１次噴射燃料入口、ベンチュリ管およびガスを導入するための２次ガス入口を有するベンチュリアセンブリを含むバーナであって、
前記ベンチュリ管は、

空気入口と、
前記１次噴射燃料入口が配置される集束部と、
前記集束部より下流にあるスロート部と、
前記スロート部より下流にある拡径部と、
前記拡径部より下流にあって前記２次ガス入口が配置される管状部と、
前記管状部より下流にある出口とを有し、
前記燃料は、３７２５ｋＪ／ｍ^{3}から４４７１０ｋＪ／ｍ^{3}の範囲の発熱量を有する高発熱量燃料または低発熱量燃料であって、前記高発熱量燃料および低発熱量燃料を交換可能に供給することができ、
前記１次噴射燃料入口に導入される前記燃料が高発熱量燃料であるとき、前記ガスとして不活性ガスが前記２次ガス入口を通して供給されるか、または前記２次ガス入口を通して高発熱量燃料を供給せず、
前記１次噴射燃料入口に導入される前記燃料が低発熱量燃料であるとき、前記ガスとして低発熱量燃料が前記２次ガス入口を通して供給される、バーナ。
【請求項１０】
前記２次ガス入口より下流に配置された抵抗構成部品をさらに備える、請求項９に記載のバーナ。
【請求項１１】
前記抵抗構成部品は、前記出口の近傍に配置されている、請求項１０に記載のバーナ。
【請求項１２】
前記バーナは炉床バーナである、請求項９に記載のバーナ。
【請求項１３】
前記バーナは壁バーナである、請求項９に記載のバーナ。
【請求項１４】
前記ベンチュリアセンブリの上流に配置されたダンパをさらに備える、請求項９に記載のバーナ。
【請求項１５】
前記抵抗構成部品は、流れ方向と流速とのうち少なくとも１つを変更する、請求項１０に記載のバーナ。
【請求項１６】
前記バーナは、複数のベンチュリアセンブリを備える、請求項９に記載のバーナ。
【請求項１７】
燃料を導入するための１次噴射燃料入口、ベンチュリ管およびガスを導入するための２次ガス入口を有するベンチュリアセンブリの少なくとも一つを含むバーナアセンブリ内の空燃比を制御するための燃焼制御システムであって、
前記ベンチュリ管は、
空気入口と、
前記１次噴射燃料入口が配置される集束部と、
前記集束部より下流にあるスロート部と、
前記スロート部より下流にある拡径部と、
前記拡径部より下流にあって前記２次ガス入口が配置される管状部と、
前記管状部より下流にある出口とを有し、
前記燃焼制御システムは、
前記１次噴射燃料入口での燃料入口流を制御するように構成された第１の流量制御装置と、
前記２次ガス入口へのガス入口流を制御するように構成された第２の流量制御装置と、
前記燃料入口での前記燃料の発熱量がより低いかより高いかを判断するように構成された燃料分析構成部品とを備え、
前記燃料は、３７２５ｋＪ／ｍ^{3}から４４７１０ｋＪ／ｍ^{3}の範囲の発熱量を有する高発熱量燃料または低発熱量燃料であって、前記高発熱量燃料および低発熱量燃料を交換可

能に供給することができ、
前記１次噴射燃料入口に導入される前記燃料が高発熱量燃料であるとき、前記ガスとして不活性ガスが前記２次ガス入口を通して供給されるか、または前記２次ガス入口を通して高発熱量燃料を供給せず、
前記１次噴射燃料入口に導入される前記燃料が低発熱量燃料であるとき、前記ガスとして低発熱量燃料が前記２次ガス入口を通して供給される、燃焼制御システム。
【請求項１８】
前記第１および第２の流量制御装置のうち少なくとも１つは、バルブである、請求項１７に記載の燃焼制御システム。
【請求項１９】
前記第１および第２の流量制御装置のうち少なくとも１つは、圧力調整器である、請求項１７に記載の燃焼制御システム。
【請求項２０】
前記空気入口流量の制御を支援するためのダンパをさらに備える、請求項１７に記載の燃焼制御システム。
【請求項２１】
炉床と、側壁と、燃料を導入するための１次噴射燃料入口、ベンチュリ管およびガスを導入するための２次ガス入口を有するベンチュリアセンブリを含む少なくとも一つのバーナを備えたバーナアセンブリとを含む炉のための燃焼制御システムであって、前記ベンチュリ管は空気入口と、前記１次噴射燃料入口が配置される集束部と、前記集束部より下流にあるスロート部と、前記スロート部より下流にある拡径部と、前記拡径部より下流にあって前記２次ガス入口が配置される管状部と、前記管状部より下流にある出口とを有し、
前記燃焼制御システムは、
前記１次噴射燃料入口への燃料入口流を制御するように構成された第１の流量制御装置と、
前記２次ガス入口へのガス入口流を制御するように構成された第２の流量制御装置とを備え、
前記燃料は、３７２５ｋＪ／ｍ^{3}から４４７１０ｋＪ／ｍ^{3}の範囲の発熱量を有する高発熱量燃料または低発熱量燃料であって、前記高発熱量燃料および低発熱量燃料を交換可能に供給することができ、
前記１次噴射燃料入口に導入される前記燃料が高発熱量燃料であるとき、前記ガスとして不活性ガスが前記２次ガス入口を通して供給されるか、または前記２次ガス入口を通して高発熱量燃料を供給せず、
前記１次噴射燃料入口に導入される前記燃料が低発熱量燃料であるとき、前記ガスとして低発熱量燃料が前記２次ガス入口を通して供給される、燃焼制御システム。
【請求項２２】
前記第１および第２の流量制御装置を通る流量は、前記燃料の組成、前記燃料の発熱量、ヒータの前記出口での酸素含有量、および前記ベンチュリアセンブリを通る所望の空気流量のうち少なくとも１つに応じて変えられる、請求項２１に記載の燃焼制御システム。
【請求項２３】
炉床と壁とのうち少なくとも１つにある第１の組のステージングされたバーナポートと、前記第１の組のステージングされたバーナポートへの入口流を制御するように構成された第２の流量制御装置とをさらに備える、請求項２２に記載の燃焼制御システム。
【請求項２４】
前記第１の組のステージングされたバーナポートに隣接する第２の組のステージングされたバーナポートへの低発熱燃料の入口流を制御するように構成された第３の流量制御装置をさらに備える、請求項２３に記載の燃焼制御システム。
【請求項２５】
前記１次噴射燃料入口に供給されている前記燃料の組成と発熱量とのうち少なくとも１つを求めるように構成された燃料分析構成部品をさらに備える、請求項２２に記載の燃焼

制御システム。
【請求項２６】
前記第１および第２の流量制御装置は、前記燃料分析構成部品によって制御される、請求項２５に記載の燃焼制御システム。
【請求項２７】
炉床と、側壁と、炉燃料入口と、１次燃料入口、ベンチュリ管および２次燃料入口を有するベンチュリアセンブリを含むバーナとを含む炉のための燃焼制御システムであって、前記ベンチュリ管は空気入口と、前記１次燃料入口が配置される集束部と、前記集束部より下流にあるスロート部と、前記スロート部より下流にある拡径部と、前記拡径部より下流にあって前記２次燃料入口が配置される管状部と、前記管状部より下流にある出口とを有し、
前記燃焼制御システムは前記炉の燃焼後酸素含有量を求めるように構成された酸素分析構成部品を備え、前記酸素分析構成部品は前記ベンチュリアセンブリの前記１次および２次の燃料入口への相対燃料流量を調節するために用いられ、
前記１次燃料は、３７２５ｋＪ／ｍ^{3}から４４７１０ｋＪ／ｍ^{3}の範囲の発熱量を有する高発熱量燃料または低発熱量燃料であって、前記高発熱量燃料および低発熱量燃料を、交換可能に供給することができ、
前記１次燃料が高発熱量燃料であるとき、２次燃料として不活性ガスが前記２次燃料入口を通して供給されるか、または前記２次燃料入口を通して高発熱量燃料を供給せず、
前記１次燃料が低発熱量燃料であるとき、２次燃料として低発熱量燃料が前記２次燃料入口を通して供給される、炉のための燃焼制御システム。
【請求項２８】
炉床と、側壁と、バーナとを含む炉のための燃焼制御システムであって、前記バーナは炉燃料入口、ベンチュリ管および補足的燃料入口を有するベンチュリアセンブリを含み、前記ベンチュリ管は、空気入口と、前記炉燃料入口が配置される集束部と、前記集束部より下流にあるスロート部と、前記スロート部より下流にある拡径部と、前記拡径部より下流にあって前記補足的燃料入口が配置される管状部と、前記管状部より下流にある出口とを有し、
前記燃焼制御システムは前記燃料入口での燃料の発熱量がより低いかより高いかを判断するように構成された燃料分析構成部品を備え、前記燃料分析構成部品は、前記炉燃料入口と前記補足的燃料入口とのうち少なくとも１つへの燃料の流量を制御するために用いられ、
前記炉燃料は、３７２５ｋＪ／ｍ^{3}から４４７１０ｋＪ／ｍ^{3}の範囲の発熱量を有する高発熱量燃料または低発熱量燃料であって、前記高発熱量燃料および低発熱量燃料を交換可能に供給することができ、
前記炉燃料が高発熱量燃料であるとき、補足的燃料として不活性ガスが前記補足的燃料入口を通して供給されるか、または前記補足的燃料入口を通して高発熱量燃料を供給せず、
前記炉燃料が低発熱量燃料であるとき、補足的燃料として低発熱量燃料が前記補足的燃料入口を通して供給される、炉のための燃焼制御システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
背景
この明細書中に開示される実施例は、ガスバーナおよびそのようなガスバーナの燃焼に関する。
【背景技術】
【０００２】
燃料を用いて空気をベンチュリ管を通して吸込み、予め混合された空気燃料混合物を導入し、この混合物は次に炉の中に進むバーナが知られている。ベンチュリアセンブリ、具

体的にはベンチュリ管のスロート領域は、所望の燃料流に対して、吸込まれる空気の量が完全燃焼に必要な空気の理論量をわずかに超えるよう設計されている。完全燃焼に必要な空気は、燃料をCO_2およびH_2Oへと燃焼させるために必要な酸素を提供する空気流として定義される。典型的に、混合物の流れ方向を変更して炎の方向を制御するためおよび／またはバーナを出る十分な速度を起こしてフラッシュバックを防ぐために、ベンチュリアセンブリの下流には偏向器、キャップ、またはグリルアセンブリがある。フラッシュバックとは、燃焼反応（燃えること）の速度がバーナからの流出物の速度よりも速く、よって燃焼がバーナ自体の中へ後方に進み、燃焼の高温によるバーナセンブリの損傷をもたらす恐れがある現象である。

【０００３】

米国特許第６，６１６，４４２号には、炉の床に位置するように設計され、輻射壁を垂直に上へ燃焼するためのバーナが開示されている。空気をベンチュリアセンブリに吸込む１次ノズルがあり、ベンチュリアセンブリの下流に位置するグリルは、フラッシュバックを防ぐために、炉に入る燃料空気混合物の速度を上げるように設計されている。ベンチュリアセンブリは、バーナ全体において燃焼されるべき燃料の一部のみが、必要な空気すべてを吸込むために用いられるよう設計されている。よって、ベンチュリアセンブリは、空気を多く含む（希薄な）予め混合された空気燃料の流出物を有する。燃料の残余分は、バーナの端縁に位置する２次ポートで加えられる。

【０００４】

希薄予混合（lean premix：ＬＰＭ）技術を組込んでいるバーナが知られている。ＬＰＭ技術は、低NO_xバーナにおいて用いられており、ベンチュリアセンブリを用いて空気を吸込む。この配置は、炉に入る希薄な（空気を多く含む）燃料混合物を形成するように設計されている。バーナに含まれる２次燃料ポートは、ベンチュリアセンブリの外側に位置し、理論燃焼を概ねわずかに超える状態に達するための追加の燃料を加える。なお、バーナのための燃料注入点の場所は、炎の品質およびその炎のNO_x生成を決定することは重要である。空気流の削減が所望される場合、１次ポートへの燃料が削減される。これは、より少ない空気を吸込むであろう。これに代えて、ベンチュリの上流にあるダンパを用いて、ベンチュリへの空気の流れを阻害するであろう圧力降下を起こす。空気流のこの削減により、異なる空気燃料混合物がベンチュリアセンブリ流出物中に生じる。極端には、その時点で燃料が提供されず、空気は、炉自体の自然通風のみに基づきベンチュリを通って吸引される。極端に燃料が希薄な混合物（空気と予め混合された少量の燃料）と、２次ポートで燃焼される相当の燃料とで起こした炎は、不安定であるだろう。

【０００５】

米国特許第６，６０７，３７６号には、炉の壁で燃焼するためのバーナが開示されている。このバーナは、ベンチュリスロートにある１次ポートを通る総燃料の流れによって空気流が中で生じるベンチュリアセンブリからなる。ベンチュリアセンブリは、燃料によって吸込まれた空気の量が、理論上をわずかに超える空気燃料混合物をもたらすよう設計されている。１次場所での燃料流およびダンパアセンブリは、空気流を変更するための手段である。ベンチュリを出る予め混合された空気燃料混合物は、次に壁バーナからの輻射流を促進するためのオリフィスを備えたキャップによって壁に沿って向けられる。

【０００６】

米国特許第６，７９６，７９０号にも、炉の壁で燃焼するためのバーナが開示されている。説明された実施例において、１次燃料は、空気をベンチュリアセンブリを通して吸込むために用いられる。ベンチュリアセンブリは、燃料が１次燃料に対して過剰空気を提供するよう設計されている。ベンチュリアセンブリからの空気を多く含む（燃料が希薄な）流出物は、次に炎を炉の壁に沿って向けるオリフィスを備えたキャップを通して向けられる。しかしながらこの場合、追加の燃料はベンチュリアセンブリおよびキャップの外側に、炉の中に直接噴射される。この燃料は、空気を多く含む混合物がキャップアセンブリを出るとき、この混合物と混合し、バーナの近傍に結果として生じる空気燃料混合物は、理論上をわずかに超える状態である。

【０００７】
理論燃焼は、燃料を二酸化炭素および水に完全に燃焼させる空気（または酸素）の量として定義される。これは、その燃料についての最大炎温度に対応する。典型的に、燃焼は、わずかに過剰な空気で運転され、典型的には１０～１５％である。これにより、燃焼の制御が提供されるが、周囲を超える温度で炉を出るより多量の過剰空気によって生じるエネルギ損失が最小化される。燃焼が、理論上を下回る（燃料を多く含む）状態で運転される場合、燃やされていない燃料は、燃料ガス中に残って、エネルギ損失および汚染を表わす。燃焼が理論上をはるかに超えて運転される場合、システムを出る熱い過剰空気による著しいエネルギペナルティがある。

【０００８】
熱NO_x形成は、炎温度によって影響を受ける。最大炎温度は、理論燃焼の時点にある。これにより、最大熱NO_xが形成されるであろう。空気を多く含む（理論上を超える）状態または燃料を多く含む（理論上未満）状態下での運転により、炎温度が、よってNO_xが低減されるような技術が知られている。ある低NO_xバーナは、ベンチュリからの希薄状態のために設計されていて、１次炎温度を低下させ、NO_xを削減するが、次に２次燃料をバーナの上にある１次炎に噴射して（ステージングして）、全体として理論上をわずかに超える状態を与える。ステージングの最終結果は、炉内のより低温の燃料ガスが炎の燃焼中のガスと混合もするため、燃焼温度が低くなることである。

【０００９】
米国特許出願公開第２００５／０１０６５１８号Ａ１には、エチレン炉の炉床バーナが理論レベルを超える量の空気で運転されるバーナレイアウトおよび燃焼パターン配置が含まれている。過剰空気は、空気流を増加させることによってではなく、燃料を炉床バーナの２次ポートから除去し、次にその燃料を炉床バーナのちょうど上にあるヒータの壁を通して噴射することによって生み出される。これは、炉床バーナからの主炎の後ろに低圧域を生じさせることによって、炎を壁に引寄せる。１次ポートを通る燃料の流れは、吸込まれる空気の総量を依然として制御し、そのバーナについての空気流は、同じままである。

【００１０】
炉床バーナか壁バーナかのいずれかのためのベンチュリアセンブリの設計において、非常に重要な特性は、燃料の体積発熱量および理論燃焼を得るために必要な空燃比である。エチレンプラントまたは精製所のためのヒータのための典型的な気体燃料は、メタンと水素とから主になる混合物である。この燃料は、理論燃焼に必要な酸素を供給するために燃料１ポンドあたり空気およそ２０ポンドを必要とする。しかしながら、他の燃焼事例の中には、他の燃料がより望ましい選択肢を表わすものがあってもよい。１つのそのような燃料は、一酸化炭素（ＣＯ）と水素との混合物からなる合成ガスである。この混合物は、体積放熱量がより低く、燃料１ポンドあたり空気３ポンドオーダの、相当より少ない空気を理論燃焼に必要とする。体積放熱量は、燃料の体積あたりの完全燃焼から放出された熱として定義される。たとえば、燃料がＣＯを含む場合、炭素は、既に部分的に酸化されており（燃やされており）、よってＣＯがCO_2へと燃やされたとき放出されるエネルギは、その燃料が炭化水素種しか含まなかった場合よりも少ない。

【００１１】
典型的なベンチュリアセンブリを備えたバーナが、所与の燃料、たとえばメタン水素混合物のために設計されている場合、そのバーナを体積放熱量が著しくより低い燃料、たとえば合成ガスで運転することは非常に難しい。メタン水素燃料と同じベンチュリスロート中への１次燃料の質量流量に対して、合成ガスは、等量の空気を吸込むであろう。これは、燃焼に必要なものよりも相当多い空気を表わすであろう。なぜなら、合成ガスが理論状態のために空燃比３を必要としたのと比較して、メタン水素混合物は、空燃比２０を必要とするためである。よって、１つの気体燃料で動作するように設計されたバーナを備えた炉を、異なる空気流を必要とする著しく異なる燃料で効率的に運転することはできない。バーナが合成ガス燃料のために設計されている場合、万が一このバーナの設計対象の合成ガスが入手不可能になった場合、このバーナを、他の燃料を燃焼させるように適合させる

ことは容易にはできない。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１２】
概要
異なる燃料種を用いて動作するように便利に適合させることができるバーナおよび燃焼システムを提供することは有用であるであろう。所与の燃料に対する空燃比の小さな変更を可能にするであろうバーナを提供することも有利であるだろう。さらに、単一の燃料を燃焼させているとき、燃料の切換および空燃費の制御の両方を可能にするであろう制御システムを提供することは有用であるだろう。
【課題を解決するための手段】
【００１３】
１つの実施例は、上流空気入口と、１次噴射燃料入口を備えた集束部と、集束部より下流にあるスロート部と、スロート部より下流にある拡径部と、出口とを有するベンチュリアセンブリを含むバーナにおける空燃比の制御方法である。集束部より下流かつ出口より上流に２次ガス入口が配置されている。この方法は、１次噴射燃料入口に燃料を導入するステップと、空気入口を通して吸込によって空気を受取るステップと、２次ガス入口を通してガスを供給するステップとを含む。２次ガス入口を通して供給されるガスの流量および含有量は、所望の空燃比を出口を通してもたらすように選択される。
【００１４】
燃料の発熱量は、通常約１００～１２００英国熱量単位／標準立方フィート（１００英国熱量単位／標準立方フィート＝約３７２５ｋＪ／ｍ^3、以下同様）の範囲であるが、任意選択的に、より高いまたはより低い発熱量であり得る。たとえば、燃料は、高水素燃料などの高発熱量燃料または合成ガスなどの発熱量のより低い燃料であり得る。多くの場合、従来の燃料および合成ガスを交換可能に供給することができる。２次ガス入口を通して供給されるガスは、燃料、不活性ガスまたは燃料と不活性ガスとの組合せであり得る。
【００１５】
ベンチュリアセンブリは、拡径部より下流に管状部を含むことがあり、２次ガス入口は、管状部に形成されている。場合によっては、２次ガス入口より下流で流れの方向と流速とのうち少なくとも１つを変更する。変更は、流れ抵抗構成部品でもって行なわれ得る。
【００１６】
場合によっては、出口より下流に誘引通風器が含まれている。ダンパが含まれて、空気入口を通る空気の流量の追加的な制御を提供することもある。ダンパが含まれない場合もある。多くの場合、体積発熱量が約１００英国熱量単位／標準立方フィートから約１２００英国熱量単位／標準立方フィートの範囲の燃料を交換可能に用いることができる。
【００１７】
別の実施例は、上流空気入口と、１次噴射燃料入口を備えた集束部と、集束部より下流にあるスロート部と、スロート部より下流にある拡径部と、出口とを有するベンチュリアセンブリを含む少なくとも１つのバーナを有するヒータの燃焼方法である。集束部より下流かつ出口より上流に２次ガス入口が配置されている。この方法は、燃料入口に燃料を導入するステップを含み、この燃料は空気入口の中に空気を吸込み、この方法は、さらに２次ガス入口を通してガスを供給するステップを含み、選択された空燃比の空気と燃料との混合物が、出口を通ってベンチュリアセンブリを出る。
【００１８】
特定の場合のベンチュリは、２次ガス入口より下流に位置決めされた抵抗構成部品を有する。燃料の発熱量が低いときなど、場合によっては、ヒータは、複数の炉床バーナと複数の壁バーナとを有し、この方法は、さらに低発熱量燃料の少なくとも一部を、炉床バーナに隣接する第１の場所とヒータの壁にありかつ壁バーナより下で炉床バーナより上にある第２の場所とのうち少なくとも１つに位置決めされた少なくとも１つの追加のポートを通して供給するステップを含む。

【００１９】
もう１つの実施例は、空気入口と、１次噴射燃料入口を備えた集束部と、集束部より下流にあるスロート部と、スロート部より下流にある拡径部と、出口とを含むベンチュリアセンブリを含むバーナである。集束部より下流かつ出口より上流に２次ガス入口が位置決めされている。
【００２０】
別の実施例は、空気入口と、１次噴射燃料入口を備えた集束部と、集束部より下流にあるスロート部と、スロート部より下流にある拡径部と、出口と、集束部より下流かつ出口より上流に配置された２次ガス入口とを含むベンチュリアセンブリを有するバーナアセンブリにおける空燃比を制御するための燃焼制御システムである。この燃焼制御システムは、１次噴射燃料入口での燃料入口流を制御するように構成された第１の流量制御装置と、２次ガス入口でのガス入口流を制御するための第２の流量制御装置とを含む。第１および第２の流量制御装置のうち少なくとも１つは、バルブまたは圧力調整器であることがある。場合によっては、空気入口流量の制御を支援するためのダンパが含まれている。
【００２１】
さらに別の実施例は、炉床と、側壁と、空気入口と１次噴射燃料入口を備えた集束部と集束部より下流にあるスロート部とスロート部より下流にある拡径部と出口と集束部より下流かつ出口より上流に配置された２次ガス入口とを含むベンチュリアセンブリを含む少なくとも１つのバーナを備えたバーナアセンブリとを含む炉のための燃焼制御システムである。この燃焼制御システムは、１次噴射燃料入口への燃料入口流を制御するように構成された第１の流量制御装置と、２次ガス入口への入口流を制御するように構成された第２の流量制御装置とを含む。第１および第２の流量制御装置を通る流量は、燃料の組成、燃料の発熱量、バーナ出口での酸素含有量、およびベンチュリアセンブリを通る所望の空気流量のうち少なくとも１つに応じて変えられる。
【００２２】
バーナアセンブリは、炉床または壁にある少なくとも第１の組のステージングされたバーナポートを含むことがあり、この燃焼制御システムは、さらに、第１の組のステージングされたバーナポートへの入口流を制御するように構成された追加の流量制御装置を含む。これに関連して、１「組」のステージングされたバーナポートは、単一のポートまたは複数のポートを含み得る。場合によっては、第１の組のステージングされたバーナポートに隣接する第２の組のステージングされたバーナポートでの低発熱量燃料の入口流を制御するように構成された第３の流量制御装置が含まれる。
【００２３】
もう１つの実施例は、炉床と、側壁と、炉床燃料入口と第１の燃料入口と第２の燃料入口とを備えたベンチュリアセンブリを含むバーナとを含む炉のための燃焼制御システムである。この燃焼制御システムは、炉の燃焼後酸素含有量を決定するように構成された酸素分析構成部品を含む。酸素分析構成部品は、ベンチュリアセンブリの第１および第２の燃料入口への相対燃料流量を調節するために用いられる。
【００２４】
さらに別の実施例は、炉床と、側壁と、炉燃料入口と補足的な燃料入口とを備えたバーナとを含む炉のための燃焼制御システムである。この燃焼制御システムは、燃料入口での燃料の発熱量がより低いかより高いかを判断するように構成された燃料分析構成部品を含む。燃料分析構成部品は、炉燃料入口と補足的な燃料入口とのうち少なくとも１つへの燃料の流量を制御するために用いられる。
【００２５】
別の実施例は、複数の炉床バーナと、複数の壁バーナと、複数の炉床バーナおよび複数の壁バーナのうち少なくとも１つのための第１の組のステージングされたバーナポートと、第１の組に隣接する第２の組のステージングされたバーナポートとを含む炉であり、第１の組のステージングされたバーナポートのみが発熱量のより高い燃料で用いられ、第１の組のステージングされたバーナポートおよび第２の組のステージングされたバーナポー

トの両方が、発熱量のより低い燃料で用いられる。
【図面の簡単な説明】
【００２６】
【図１】ベンチュリアセンブリの例を概略的に示す図である。
【図２】炉のための炉床バーナの例を概略的に描く図である。
【図３】壁バーナの例を概略的に示す図である。
【図４】単一の燃料に対する空燃比制御を可能にする燃焼制御システムの例を概略的に示す図である。
【図５】体積発熱量が異なる２つの燃料を二者択一的に燃焼させることができる炉の運転と、その２つの燃料間の切換とを可能にする燃焼制御システムの例を概略的に示す図である。
【図６】燃料以外の２次ガスを用いる１つの実施例における、２次ポート流および下流抵抗が空気流に及ぼす影響を示す数値流体力学シミュレーションの結果を示す図である。
【図７】燃料以外の２次ガスを用いて空燃比として表現された、２次ポート流および下流抵抗が空気流に及ぼす影響を示す数値流体力学シミュレーションの結果を示す図である。
【図８】燃料が２次ベンチュリポートで加えられたときの２次ポート流および下流抵抗が空気流量に及ぼす影響を示す数値流体力学シミュレーションの結果を示す図である。
【図９】燃料が２次ベンチュリポートに加えられたときの２次ポート流および下流抵抗が空燃比に及ぼす影響を示す数値流体力学シミュレーションの結果を示す図である。
【図１０】下流ポートの場所が流入された空気に及ぼす影響を示す数値流体力学シミュレーションの結果を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００２７】
詳細な説明
この明細書中に説明される実施例は、合成ガスおよび従来の燃料源などの炉燃料を同じ炉内で二者択一的に燃焼させることができる柔軟性を提供する。開示される実施例は、万が一１次源に途絶が起きた場合、プラントが燃料源の間で簡単に切換えることを可能にする。実施例は、単一の燃料を用いるときまたは体積発熱量が大きく異なる燃料間で切換えるとき、炉への総燃焼用空気量を制御する能力および／または炉バーナと壁バーナとの間で分割される空気を簡単に調節する能力を向上もさせる。実施例は、エチレン炉での使用に特によく適しているが、他の種類の炉でも用いることができる。
【００２８】
この明細書中で用いられる「流れ抵抗構成部品」は、バーナ出口にまたはその近傍に位置決めされた、流れを向けるおよび／または流速を変える装置を意味する。この明細書中で用いられる「燃料体積発熱量」は、その燃料の単位体積の完全燃焼に伴う放熱量を指す。この明細書中で用いられる「従来の燃料」は、炉に入るときに蒸気として存在するメタンと水素と高級炭化水素とを含む混合物を指す。従来の燃料の非限定的な例は、精製所もしくは石油化学燃料ガス、天然ガス、または水素を含む。この明細書中で用いられる「合成ガス」は、一酸化炭素と水素とを含む混合物として定義される。合成ガス燃料の非限定的な例は、石油コークス、減圧残油、石炭、または原油のガス化または部分酸化生成物を含む。
【００２９】
大まかに言って、ダンパまたは他の装置の使用を必要とせずに空気流の制御を可能にする、またはダンパなどと共に拡張された制御を可能にする、バーナにおける空燃比の制御方法と、ヒータの燃焼方法と、バーナと、炉と、制御システムとが説明される。多くの場合、このバーナ、方法、および制御システムは、メタン／水素混合物および合成ガスの体積発熱量を含めて、多種多様な気体燃料体積発熱量を有する燃料を交換可能に用いることができる。通常、燃料の体積発熱量は、約１００～１２００英国熱量単位／標準立方フィートの範囲であり、ほとんどの場合、約２００～１０００英国熱量単位／標準立方フィートである。

【００３０】
１つの実施例は、バーナの燃焼制御方法である。燃料または水蒸気などのガスを、予め混合された空気および燃料を含むベンチュリアセンブリの下流端部にある２次ガス入口を通して導入する。１次燃料ポートを通して供給される燃料と２次ガス入口へのガスとの相対量を同じ総燃料流で変化させることによって、炉中に排気される空気の流量を変化させることができる。よって、このシステムは、誘引通風器速度を変化させることのないまたはベンチュリ入口の上流にある空気流ダンパを用いることのない空燃比制御を可能にする。別の利点は、さまざまな抵抗構成部品または抵抗を調節可能な単一の構成部品をベンチュリ出口の近傍に含むことによって、流量制御範囲を変化させることができることである。バーナ流出物中の酸素を分析するための装置を含んで、空気流を求めることは、典型的である。

【００３１】
別の実施例は、炉の燃焼制御方法である。この方法は、ベンチュリアセンブリおよび拡径部の下流ただし出口の上流にあるガス入口への１次ガス導入を包含する個々のバーナ制御システムを、追加の燃料ノズルおよび制御弁と組合せて、柔軟性を可能にする。そのようなシステムは、広範な体積発熱量燃料に対する燃焼制御を可能にするように構成することができ、天然ガスなどの従来の燃料から合成ガス燃料にわたるさまざまな燃料で動作するようバーナを設計するために特に有用である。

【００３２】
別の実施例は、ベンチュリアセンブリを含むバーナである。このバーナは、このアセンブリの中かつ予め混合された空気‐燃料炉床バーナおよび／または壁バーナのベンチュリの拡径部の下流に、２次ガス入口を含む。２次ガス入口は、通常、噴射ポートである。場合によっては、２次ガス入口は、燃料をベンチュリアセンブリの軸に沿って向ける、ベンチュリの軸方向中心に位置するチップである。ベンチュリアセンブリは、空気入口と、１次燃料噴射点と、空気または別の適切な酸素含有ガスが吸込まれる集束部と、スロートと、圧力回復のための拡径または拡張部と、燃料空気混合物を炉筐体の中に放出するための出口とを含む。２次ガス入口は、スロートより下流かつ出口より上流に位置する。２次ガス入口で用いられるガスは、炉燃料か水蒸気または窒素などの不活性ガスかのいずれかであってもよい。多くの場合、流れ抵抗構成部品が、２次ガス入口より下流かつ出口より上流に含まれる。

【００３３】
エチレン炉などで用いられる現在のバーナは、従来の燃料と合成ガスとの間の燃料量および空気量の大きな違いにより、従来の燃料と合成ガスとの間で切換えることができない。たとえば、合成ガスの同じ発熱は、従来のメタン／水素燃料の燃料量よりも５倍多い燃料量を必要とする。しかしながら、必要な空気量は３０％少ない。従来の炉において、合成ガス運転のための大きさに作られた１組の燃料ポートは、従来の燃料を用いた運転のために必要な正しい量の空気を吸込まないであろう。よって、２つの別個のバーナ、または所与のバーナのための２組の内部構造物が、燃料切換を可能にするために必要となるであろう。一方の場合、これは著しい追加費用を表わし、他方においては、バーナ内部構造を切換えるために運転停止が必要となるであろう。どちらも望ましくない。対照的に、開示された実施例は、燃料を、吸込ポートから、集束部の下流ただし出口よりまたは含まれる場合は抵抗構成部品より上流にある２次ガスポートに切換えることによって、単一のバーナが両方の燃料を扱うことを可能にする。そのうえ、追加の燃料ポートを炉床バーナの２次チップ部に、壁バーナについては壁に含んで、体積放熱量がより低い燃料のための追加の燃料流を可能にすることができる。これらは、オンラインの燃料組成分析（たとえばウォッベ計）からの信号で作動させることができる。ベンチュリにある２次ガスポートの使用により、両方の種類の燃料について安定した炎を維持することが可能になる。それにより、合成ガス供給が突然失われた場合、従来の燃料の使用への継目のない移行も可能になり、逆もまた同様である。

【００３４】

２次ガスポートは、従来の燃料量と比較して大幅に多い合成ガス燃料量の大部分を扱う大きさに作られているが、従来の燃料で用いることもできる。燃料吸込ポートおよびベンチュリアセンブリの２次ガスポートを適切に設計すること、および場合によっては２次ポートの下流に流れ抵抗構成部品を含むことによって、このシステムは、「流体弁」として動作して、合成燃料および従来の燃料のための燃焼制御を可能にし、燃料間の簡単な切換を提供する。

【００３５】

スロート長および直径、拡径部の角度などを含めて、ベンチュリの設計に関連する変数は、すべて影響を及ぼし、空気流についての全体設計点を設定するために用いられる。次に、１次燃料噴射の２次燃料噴射に対する比および下流抵抗が、設計点の周りの制御範囲を規定するために用いられる。その上、ベンチュリアセンブリの長さ沿いにある、２次ガスが入る正確な点と、ガスが入る方向との両方は、任意の所与の状態下で吸込まれる空気の量に影響を及ぼす。

【００３６】

この明細書中に説明される実施例の別の利点は、実施例は、２次ガス入口へのガス量およびガス種類を変化させることによって、総空気量および炉床バーナと壁バーナとの間で分割される空気を制御する能力を向上させることである。これは、任意の所与の燃料に対してである。従来のバーナにおいて、空気量は、入口空気プレナム中の空気ダンパ位置を調節することによって制御される。これは、不正確なことがあり、時間のかかる制御技術である。従来の技術を用いて、燃料は、ステージングされた燃料ポートからベンチュリスロートポートに切換えられて、空気を制御することができるが、これは炎形状を著しく変える恐れがあり、エチレン炉においては管金属温度および連続運転時間に悪影響を及ぼす。２次ガス入口の利点は、この新しいポートは、所与のバーナを通る空気流の制御を、そのバーナへの総燃料流の変更なしにかつダンパ位置または誘引通風器速度の変更を必要とせずに、促進することである。燃料をベンチュリにあるスロートと２次ポートとの間で移動させることによって、ベンチュリを通る総燃料流を変更せずに、よってプロセスへの入熱を変更することなく、ベンチュリを通して吸込まれる空気量を調節することができる。さらに、燃料は、バーナの燃焼域内の同じ地点で導入される。これは空気分割制御ならびに最大管金属温度および温度プロファイルの制御を提供しながら、炎形状への影響を最小化するであろう。加えて、燃料の代わりに不活性ガスを２次ガス入口に導入することによって、１次燃料流およびダンパ設定の変更なしに、かつバーナ炎形状に影響を与えることなく、総空気流量も調節することができる。

【００３７】

ベンチュリアセンブリにある２次ガス入口のもう１つの利点は、この新しい入口は、エチレン炉の運転時、２つの似ていない燃料源間の迅速な移行を促進することである。従来の燃料と合成ガスとの発熱量が非常に異なるため、一定燃焼のために必要な合成ガス燃料量は、従来の燃料量のものよりも約５倍多い。しかしながら、合成ガスについて空気量は、約３０％少ない。ベンチュリにある２次ガスポートを使用することにより、両方の種類の燃料での運転が可能になる。なぜなら、同じ大きさの１次燃料噴射ポートおよびベンチュリスロートの幾何学的形状を用いて、正しい量の空気を吸込み得るためである。

【００３８】

現在、空気入口通路中のダンパが用いられて、ヒータへの一定の入熱を維持して、一定のプロセス性能を維持しようとしながら、空気流を燃焼状態の変化または燃料ガス組成のわずかな変動に合わせる。燃焼性能は、通常、酸素含有量についての流出物炉筒ガスの分析によって監視され、操作者は、所与のレベルの酸素に制御しようとし、よって空燃比を制御する。ダンパは、手でおよび／または扱いにくくかつ小さな変化に敏感でない副軸と呼ばれる機械的なリンク機構を用いて調節される。場合によっては、新しいバーナを用いるとき、ダンパを持上げることができる。

【００３９】

図面を参照して、まず図１を参照すると、ベンチュリアセンブリが示されており、１０

として一般的に示されている。ベンチュリアセンブリ１０は、空気入口１４と１次燃料入口１６とを備えた上流集束部１２を有する。集束部１２の下流端部は、スロート１８に接続されている。拡径部２０は、スロート１８の下流端部に接続されている。２次ガス入口２２は、集束部１２より下流に位置決めされている。図１に示される実施例において、２次燃料入口２２は、拡径部２０より下流かつ出口２４より上流にある管状部２３に配置されている。２次ガス入口２２は、不活性ガスか追加の燃料かのいずれかを受取るように構成されている。２次燃料入口は、典型的に、ガスがベンチュリ中心線に沿って軸方向に供給されるよう配向された管である。２次ガス入口２２に導入される流量および物質を調節することによって、ベンチュリアセンブリにおけるおよび出口２４での空燃比を制御することができる。

【００４０】

図２には、分解炉のための例示的な炉床バーナアセンブリ３０が示されている。炉床バーナアセンブリは、一般的に耐火性タイルからなる。耐火性タイルは、バーナの金属内部構造物のためのハウジングを提供し、こういった金属部品のための熱遮蔽体として働く。タイル内は、燃料を噴射するため、空気およびまたは燃料流の方向を制御するため、ならびに乱流を制御して炎安定性を実現するための対策がなされている。図２には、ベンチュリアセンブリと燃料噴射ポートとからなる上述のような内部構造を備えたバーナタイル６０が示されている。合計６本のベンチュリがこのバーナで用いられており、図２には、２本のベンチュリ３２、３３が示されている。並列に任意の数のベンチュリがあり得、典型的に約１から６本である。ベンチュリ３２において、燃料は、集束部３６にある１次燃料噴射ポート３４を通して噴射される。このポートからの噴流により、燃焼空気を空気入口４０を通してベンチュリアセンブリの中におよび集束部３６にある環状空気入口４２の中に吸込むベンチュリスロート３８の中に、低圧力が生じる。燃料と空気とは、ベンチュリスロート３８で混合し、拡径部４２を通って炉のバーナタイル６０に流れ込む。燃料と空気との混合物は、グリルなどの任意選択的な抵抗構成部品４６を通過し、ベンチュリ出口４８でベンチュリアセンブリ３２を出る。出口４８は、典型的にタイル６０の上水平面を超えて突出しない。示されるような炉床バーナアセンブリは、２次段燃料ポート５８と３次段燃料ポート５６とも含む。これらのステージングされた燃料ポートは、典型的に、タイル筐体自体の範囲の外側に位置するが、タイルの端縁を通過する。ステージングされた燃料ポートは、タイル筐体の範囲を出る燃料と空気との混合物に対して燃料を角度をつけて噴射する。これらのポートを通過した燃料は、炉床バーナのための総燃料の一部であると考えられる。

【００４１】

任意選択的な空気ダンパ５０が含まれる場合、空気流は、エアダンパ５０の垂直位置を調節することによって部分的に手動で制御することができる。空気ダンパ５０が含まれようと含まれまいと、空気流は、集束部より下流かつベンチュリ出口４８より上流に位置決めされた少なくとも１つの２次ガス入口５２を通しての燃料、不活性ガス、または燃料と不活性ガスとの混合物の噴射を通じてさらに制御される。

【００４２】

図２において、２次ガス入口５２は、ベンチュリアセンブリの拡径部４２の下流端部にかつタイル４９の表面より下に位置決めされている。これにより、アクセス可能な場所でのガスの便利な供給が可能になる。少なくとも１つの２次ガス入口５２を含むことによって、追加の燃料または不活性ガスをこの場所でシステムに追加することができる。この入口は、たとえば、合成ガスに対してなど、用いられている燃料の空燃理論比が低いとき、または従来のメタン水素燃料など、用いられている燃料の空燃理論比が高いときに使用することができる。燃料の種類によっては、２次ガス入口は用いられないことがある。しかしながら、２次ガス入口は、単一のバーナにおいてさまざまな燃料種類に対応するために存在する。

【００４３】

２次ガス入口５２は、ベンチュリアセンブリの集束部３６の下流の任意の場所に位置決

めすることができ、通常拡径部４２または拡径部４２より下流の管部５４に位置決めされている。２つ以上の２次ガス入口が単一のベンチュリに含まれ得る。場合によっては、２次ガス入口５２は、拡径部４２における圧力回復を乱さないようにするためにベンチュリ出口近くに位置決めされる。図２には示されていないが、２次ガス入口５２に供給する管は、ベンチュリ流路の側壁を通って入り、上方へ曲がるであろう。

【００４４】

抵抗構成部品４６は、流れを向けるためまたはフラッシュバックを最小化するためだけでなく、変動する２次ポート流量下で圧力降下を提供することによって空気流の範囲を制御するための大きさにも作られている。圧力降下は、ベンチュリの下流の圧力に一定のベンチュリ吸込流で影響を与え、よって吸込まれた空気の流量に影響を与える。

【００４５】

図３には、ベンチュリアセンブリ８２を設けられた、分解炉のための壁バーナアセンブリ８０の例が示されている。並列に任意の数のベンチュリがあり得る。典型的にエチレン炉において、各壁バーナは、１つのベンチュリアセンブリを有する。複数の壁バーナがエチレン炉の壁に位置し得る。ベンチュリ８２において、燃料は、１次燃料ポート８４を通して噴射され、燃焼空気は、空気入口８８を通してベンチュリアセンブリに吸込まれる。燃料と空気とは、ベンチュリの中で混合し、オリフィス９２を通って炉に流れ込む。この流れは、キャップ９４をベンチュリ出口に使用することによって炉の壁に沿って放射状に向けられる。オリフィス９２の大きさとキャップ９４により生じる流れ方向の変更との組合せは、圧力降下を発生させる。この組合せは、流れの制御を、さらには混合物が炉に入るとき混合物の速度を上げてフラッシュバックを回避することも提供する。任意選択的な空気ダンパ９６が含まれる場合、空気ダンパ９６の垂直位置を調節することによって、空気流を部分的に手動制御することができる。空気ダンパ９６が含まれようと含まれまいと、空気流は、集束部より下流に位置決めされた少なくとも１つの２次ガス入口９８を通した燃料、不活性ガス、または燃料と不活性ガスとの混合物の噴射を通じてさらに制御される。図３において、２次ガス入口９８は、拡径部に、炉壁９９近くただし炉壁より上流に位置決めされている。少なくとも１つの２次ガス入口９８を含むことによって、合成ガスなど、用いられている燃料が低い空燃比を必要とするとき、追加の燃料をこの場所でシステムに加えることができ、従来のメタン水素燃料など、用いられている燃料がより高い空燃比を必要とするとき、この場所で不活性ガスを加える（またはガスを加えない）ことができる。

【００４６】

ベンチュリアセンブリ、バーナアセンブリおよび方法は、炉床および／または壁ベンチュリを通る空気量を制御できる柔軟性を提供して、以下の目的を達成する。

【００４７】

（ａ）任意の種類の燃料に関して、炉床バーナと壁バーナとの両方における２次ガス入口の使用は、炉への一定の総燃料および空気量を維持しながら、壁バーナと炉床バーナとの間で分割される空気の変動を可能にする。炉床バーナへの一定の燃料量および壁バーナへの一定の燃料量も維持することができる。このレベルの制御は、最大管金属温度を制限するのに、および連続運転時間を延長するのに有用である。最大金属温度を低下させることは、炉床バーナにおける空燃比を高め、壁バーナにおける空燃比を低下させることによって、一定の燃焼で達成される。２次ガス入口の使用により、これを以下のように行なうことが可能になる。

【００４８】

（１）炉床空気量を増加させるために、燃料は、炉床バーナの中のベンチュリアセンブリの２次ガス入口から炉床バーナのスロートポートへ分流される。１次噴射燃料の流れが大きいほど、ベンチュリ内の吸込が増加され、空気流が大きくなる。炉床ベンチュリのスロートへの増加された燃料は、２次ガスポートから来るため、炉床ベンチュリへの総燃料は変更されないままである。これは炎品質への影響を最小化する。

【００４９】

（２）総空気量を一定に維持するため、逆が壁バーナにおいて行なわれ、すなわち燃料は、壁バーナベンチュリスロート１次噴射ポートから取除かれ、壁バーナベンチュリアセンブリにある２次ガス入口に移動される。これは、吸込まれる壁バーナ空気を削減し、壁バーナを通る総空気を削減し、総壁バーナ燃料を一定に保つ。最終的な効果は、炉床バーナにおける空気量を増加させ、壁バーナにおける空気量を減少させ、総空気を一定に維持することである。燃料については、炉床および壁バーナ燃料量は変更されない。これは、炎形状への影響と管金属温度への悪影響の可能性とを最小化する。

【００５０】

ｂ）燃料を移すことに代えて、窒素もしくは水蒸気などの不活性ガスまたは不活性ガスと燃料との混合物を２次ガスポートで用いることができる。抵抗および出口を通る全体的な流れ（空気＋燃料＋不活性ガス）を増加させることによって、ベンチュリにわたる圧力プロファイルが変更されるであろう。スロートの下流圧力が上昇され、よって一定の１次噴射吸込流のために、空気流が削減されるであろう。よって、総燃料量を変更することなく炉への総空気量を調節するように制御される。コンピュータシミュレーションでは、ベンチュリ出口に位置する抵抗構成部品の抵抗係数に応じて、２次ガスポートを通るガス流の増加は、ベンチュリを通る空気量を増加させるか減少させるかのいずれかであり得ることが示されている。よって、ベンチュリを、このポートを不可欠な部分として備え、所望の範囲にわたった空気流の変動を可能にするように設計することができる。これは、ダンパ位置設定を調節する必要なしに行なうことができる。これにより、ダンパのみを用いるものと比較して、システム調節の精度および効率が向上する。

【００５１】

バーナのための新しい燃焼制御システムがこの明細書中に提供される。典型的に、１組のバーナのための燃料は、燃料流を、よって炉への入熱を制御する個々の流量制御装置を有しても有さなくてもよいヘッダシステムを通過する。気体燃料流は、典型的に、ヘッダの中の圧力を調節することによって制御され、よってバーナ中の小さな燃料オリフィスの抵抗にわたる流れが決定される。より低いヘッダ圧力は、より少ない流れに等しい。空気流は、ダンパ、誘引通風器速度によって、または正の圧力流をバーナに提供する送風機からの空気の流れの直接制御によって、または上記の組合せによって制御される。空気流制御の新しい技術がこの明細書中に説明される。

【００５２】

ベンチュリアセンブリの１次燃料ポートへの燃料と２次ガスポートへの燃料との比は、ベンチュリを通る空気流の変更を可能にする。上述のように、これらの比を変更することによって、個々のバーナへの空気流を制御することができる。壁バーナと炉床バーナとの両方を備えた場合について、炉床バーナ１次噴射ポートへの燃料流量を増加させ、ベンチュリアセンブリにある２次ポートへの燃料流量は減少されて、よって炉床バーナによって排気される空気を増加させることができる。同様に、壁バーナの１次ポートへの燃料を減少させ、壁バーナベンチュリアセンブリにある２次ポートへの燃料が増加されて、よって壁バーナによって排気される空気を削減することができる。全体として、全体燃料流または全体空気流を変更することなく、炉への一定の燃料流量で、炉床と壁との間で分割される空気流の比を変更することができる。

【００５３】

炉バーナおよび壁バーナ間での空気流の分割を調節することなく、炉への総空気流を、増加または減少させるべき場合、一定の燃料流を維持するための２次ベンチュリアセンブリガス入口に対するその後の調節とともに、壁ベンチュリと炉ベンチュリとの両方にある１次噴射ポートへの流れを増加または減少させることができる。

【００５４】

燃焼制御システムの１つの実施例において、第１および第２の流量制御装置を通る流量は、燃料の組成、燃料の発熱量、ヒータ出口での酸素含有量、およびベンチュリアセンブリを通る所望の空気流量のうち少なくとも１つに応じて変動する。

【００５５】

図４には、単一の種類の燃料を燃焼させるように構成されたベンチュリアセンブリ１０２のための制御システム１００が示されている。主燃料ライン１５０は、１次燃料ライン１５１と２次燃料ライン１５４とに分かれる。１次燃料ライン１５１は、流量制御弁１６０を有する。２次燃料ライン１５４は、流量制御弁１６２を有する。場合によっては、流量制御弁１６４を備えた不活性ガスライン１５６が流量制御装置１６２の下流で２次燃料ライン１５４と接続して、入口ライン１５８を形成し、この入口ラインは、燃料および／またはガスを２次ガス入口１５２で導入する。燃料制御システムは、従来の制御システム変数（開放口（ca）誘引通風器速度）と組合されて、より広範な制御を達成することができる。空燃比の制御は、圧力調整器または流量弁などの流量制御装置を用いて達成できるため、このシステムを、遠隔またはコンピュータ制御のために構成することができる。通風器の速度は、炉内の圧力（通風）を変化させて、よってベンチュリアセンブリにわたる圧力プロファイルを変更し、よってベンチュリアセンブリを通る空気の流れを変更するために用いることができる。これらの装置は、酸素濃度系などの空気流または空燃比の測定器具に応じて働く。

【００５６】

図５は、発熱量が著しく異なる燃料を二者択一的に燃焼させるために構成された炉床バーナ２０２のための一般的に２００として示された燃焼制御システムの例を概略的に示す図である。

【００５７】

類似のシステムを壁バーナに対して用いることができる。このシステムは、発熱量が大きく異なる２つの燃料の制御された燃焼を可能にするように設計されている。このシステムは、ベンチュリ制御システムを、分析装置および発熱量のより低い燃料のより多い体積流量を扱う追加のチップの許容量と組合せる。チップは、燃料組成が変化するとオンになって、同じ入熱をより多い総体積流量で可能にする。図５に示されるように、第１の燃料は、燃料ライン２０４を通して供給される。第２の燃料は、第２の燃料ライン２０３を通して供給することができる。これらの燃料ラインは、通常、異なる種類の燃料を二者択一的に燃料ライン２０５に供給するために用いられる。燃料ライン２０５は、１次ベンチュリ噴射燃料ライン２０６と２次ベンチュリアセンブリガスライン２０８と、ベンチュリアセンブリの外側に位置する任意選択的な２次段チップ燃料ライン２０９と、２次段チップの第２の列のための任意選択的な燃料ライン２１０と、任意選択的な３次段チップ燃料ライン２１２と、任意選択的な１次壁安定化（wall stabilization：ＷＳ）チップ燃料ライン２１４と、任意選択的な２次壁安定化チップ燃料ライン２１６とに燃料を供給する。場合によっては、不活性ガスが２次ベンチュリアセンブリガスライン２０８を通って不活性ガスライン２２０から供給される。ライン２２０は、流量制御装置２２１を使用する。

【００５８】

制御システムは、１次燃料ライン２０６にある第１の流量制御弁２２２と、第２のガスライン２０８にある第２の流量制御弁２２４とを含む。上述のヘッダシステムへの総燃料流を制御する装置が、主燃料ライン２０５に位置する。これは、流量計、圧力調整器または他の類似の装置２２５であり得る。システムに供給されている燃料の発熱量を求める燃料組成または発熱量分析装置２２７も、燃料ライン２０５に位置する。比率制御または他の適切な技術による、ライン２０６および２０８を通る相対流量のコンピュータ化された制御により、空燃比の自動および高速調節が可能になる。この移行は、流出物中の燃料組成か酸素かのいずれかの分析に基づいて起こり得る。残っている酸素が少量ある（典型的には２％、１０％の過剰空気を表わす）点まで流量を制御することが望ましい。

【００５９】

ベンチュリ中のさまざまな場所での圧力は、ベンチュリに吸込まれる空気の流量を決定する。ライン２０７、２０９、２１２、２１３および２１４における燃料の流量は典型的に、より従来的な制御システムの一部であり、このシステムでは、流れは、ヘッダシステムの中の圧力とこれらのラインの中の燃料オリフィスの直径とによって設定され、または、流れは、ポートの大きさによって決定され得る。従来の制御システムにおいて、ライン

２０６中の流れは、ヘッダ圧力によっても制御されるであろうし、制御装置を有さないであろう。この明細書中に開示されるシステムにおいて、ライン２０６および２０８は、上述のような流量制御装置２２２および２２４を使用する。ライン２１０は、流量制御装置２２８を使用する。ライン２１６は、流量制御装置２３０を使用する。２次段チップ（ライン２１０）および２次壁安定化チップ（ライン２１６）は、発熱量がより低い燃料の流れに対して用いられる。ヒータへの一定の入熱を維持するために、発熱量がより高い燃料に対するよりも大幅に大きな体積の燃料流が必要とされる。発熱量がより低い燃料の体積は、発熱量がより高い燃料に対するよりも４～５倍も大きいことがある。広範な燃料体積発熱量について、このより多い体積流量に固定されたオリフィスを通過させるのに必要な圧力は、過大であるだろう。分析装置２２７は、ライン２０５における発熱量および／または燃料組成を連続的に監視する。そのような装置の例は、ウォッベ計である。分析装置２２７が低発熱量燃料を検知する場合、ライン２１０および２１６を、それぞれ、燃料組成に基づいて作動する電磁弁２２８、２３０またはこれらの均等物で開くことができる。従来のまたは発熱量のより高い燃料は、ライン２０９および２１４を用いるであろう。流れは、ヘッダ２０５の中の圧力によって設定されるであろう。発熱量のより低い燃料に対して、燃料弁２２８および２３０は、開かれるかもしれず、ヘッダ圧力はそこでの流れを制御するために用いられるかもしれない。流量面積（より多くのポート）を加えることによって、流れは、ヘッダ２０５の中での類似の圧力で、より大きくなり得る。なお、圧力調整器または他の適切な装置を、流量制御弁に代えて用いることができる。

【００６０】

流量制御装置（たとえば流量制御弁または圧力調整器など）の使用を通じて、１次ベンチュリポートと下流の２次ベンチュリポートとの間の流量比を調節して、空気量制御を、よって空燃比の制御を行うことができる。ベンチュリアセンブリの２次ポートへの流れは、燃料の他にガスの使用の選択肢を含むことができる。なお、ヘッダ（ライン２０５か個々のライン２０６および２０８）の中の圧力が燃料噴射チップの中の固定されたオリフィスとともに燃料の流れを決定するため、圧力調整器は、好ましい装置である。

【００６１】

１つの実施例において、図５の制御システムは、燃料ガス組成の著しい変化を検出することによって流量制御弁を作動させる。こういった差異は、燃料ガスの発熱量を決定するウォッベ計などの計器の使用によって「オンライン」で検出することができる。「新しい」燃料ガスの体積発熱量が、存在しているポートの幾何学的形状および流れに利用可能な圧力による制限があるようなものである場合、これらの追加のポート（２次段ポート位置または壁または火室内の他の場所にある）を開くことができ、追加の体積が火室に追加される。なお、燃料ポートの場所の変動があり得る。

【００６２】

この明細書中で開示された種類の流体弁型システムの使用を通じた空気流の制御により、空気流を制御するために現在用いられるダンパまたは誘引通風器を断続的に調節する必要性が最小化される。典型的な炉内に存在する多くのバーナにあるダンパの制御は、扱いにくくかつ外部制御に容易に修正可能でない副軸の使用を伴う。副軸は、壁バーナに簡単には使用することができない。ヒータにおける空燃比のこの外部からの制御（個々のダンパに対する特定の調節によって過剰空気および個々の炎パターンを管理することによって、炉全体の効率を制御するために用いられる）は、燃料流装置（圧力または流れ）を外部から制御することによって単純化することができる。

【００６３】

もう１つの実施例は、複数の炉床バーナと、複数の壁バーナと、炉床バーナのための第１の組の２次段チップと、炉床バーナのための第２の組の２次段チップとを含む炉である。第１の組の２次段チップのみが発熱量のより高い燃料で用いられ、第１の組の２次段チップおよび第２の組の２次段チップの両方が発熱量のより低い燃料で用いられる。多くの場合、炉床バーナは、高発熱量燃料と低発熱量燃料とで交換可能に動作するように構成されている。炉の全体性能は、プロセス性能についての分析装置と、炉の排気筒の中の酸素

および他の燃料ガス構成要素の分析とによって監視されるであろう。たとえば、プロセス性能が、プロセス効率（process duty）を高めるまたは低下させることを必要とする場合、ヘッダの中の総燃料圧力は、上昇または低下されて、より多くの燃料を提供し得る。これに応じて、ベンチュリアセンブリにおける１次入口と２次入口との燃焼比は、調節されて、炉全体の最適性能のために炉内の指定された酸素レベル（わずかに過剰）を維持するのに必要な空気流より多いまたはより少ない空気流を提供し得る。

【００６４】

以下の例は、開示された実施例のある局面を説明するために含まれるが、開示の範囲を限定することを意図するのもではない。

【００６５】

例１

ベンチュリバーナアセンブリを用いる炉床バーナと壁バーナとの両方を使用する炉に対して、数値流体力学（computational fluid dynamics：ＣＦＤ）シミュレーションを行ない、可変量の燃料を１次ポートを通しておよび２次ガスポートを通して噴射した。すべての例に対してのＣＦＤシミュレーションは、Fluent社から購入可能なソフトウェアパッケージであるFluent（登録商標）を用いて行なわれた。他のソフトウェアパッケージを使用して、この明細書中に説明された結果を再現することができる。１組の炉床バーナのは、計１２本のベンチュリアセンブリを有し、壁バーナは、計１８本のベンチュリアセンブリを有した。壁バーナのためのベンチュリアセンブリは、壁バーナのためのものよりも流れの容量が大きかった。燃料は、体積発熱量がより高い燃料で、８３２英国熱量単位（１英国熱量単位＝約１．０５５ｋＪ）であった。ベンチュリ出口に抵抗構成部品は含まれなかった。アセンブリを通る空気流および加熱コイルの最大管金属温度が計算された。結果を以下に表１に示す。

【００６６】

【表１】

表 1

例 番号	1A	1B	1C
燃料(kg/秒)			
炉床燃料			
ベンチュリスロート	.0974	.1363	.1908
ベンチュリ二次ポート	.0934	.0545	0
二次段燃料	0.0629	0.0609	0.0609
三次段燃料	0.0115	0.0115	0.0115
合計:	0.2652	0.2652	0.2652
壁燃料			
ベンチュリスロート	.360	.324	.265
ベンチュリ二次ポート	.0342	.0702	.1292
合計:	.3942	.3942	.3942
空気(kg/秒)			
炉床空気	5.043	5.492	6.069
壁空気	7.200	6.76	6.042
合計:	12.24	12.25	12.10
最大			
管金属温度，K	1300	1288	1270

【００６７】

表１より分かるように、燃料が炉床および壁バーナベンチュリアセンブリのための１次ベンチュリポートから２次ベンチュリポートに移ると、炉床バーナからの空気流は、増加し、壁バーナからの空気流は減少する。炉床バーナにある２次段チップへの燃料は変化しないままである。また表１に示されるように、２次ポートを用いて炉床および／または壁燃料を移すことによって、空気が壁バーナから炉床バーナに移動されると、最大管金属温度は低下した。

【００６８】

例２

出口にグリルを備えたベンチュリアセンブリに対してＣＦＤシミュレーションが行なわれ、ガスの２次ポート流を変化させた。用いたガスは、水蒸気であった。１次噴射燃料の流れは一定であった。吸込まれた空気量を、２次ポートを通る水蒸気量とグリル抵抗係数との関数として求めた。結果を図６および図７に示す。

【００６９】

図６に示されるように、ベンチュリの下流端部を通る圧力降下は、抵抗構成部品の抵抗係数に依存した。抵抗係数Ｃは、流れの速度ヘッドによって除算された抵抗構成部品にかかる圧力降下として定義される。これは以下の方程式に示される。

【００７０】

$\Delta P = C \rho V^2$、式中Ｐは、ΔＰは圧力降下であり、ρはガス密度であり、Ｖはガス速度である。

【００７１】

流れ構成部品が含まれなかったとき、抵抗係数Ｃは０となり、ベンチュリの空気入口に吸込まれる空気の流量は、２次ガスポートを通る水蒸気量が増加するにつれて増加した。これは、水蒸気の導入が空気燃料混合物の速度を上げることによって、ベンチュリのスロート中の圧力を低下させたためである。バーナを通した全体圧力降下は同じまま（周囲から内側炉圧力）であったため、圧力が低いほど、スロート中の圧力は、より大きな空気吸込流量をもたらした。

【００７２】

流れ抵抗構成部品の抵抗係数が５７０であったとき、ベンチュリに吸込まれる空気の流量は、２次ガスポートの中への水蒸気量が増加するとき、ほぼ同じままであった。なぜなら、抵抗構成部品にかかる圧力降下が、ベンチュリのスロート中の空気流の増加から生じるベンチュリの拡径部中のより高い上流圧力によって補償されたためである。流れ抵抗構成部品の抵抗係数が１０００であったとき、ベンチュリの空気入口に吸込まれる空気の流量は、２次ガスポートの中への流量が増加するにつれ減少した。なぜなら、抵抗構成部品にかかるより大きな圧力降下を補償するために、より高い圧力（より低速度）がベンチュリの拡径部で必要とされたためである。

【００７３】

図７には、図６と同じデータのプロットが示されているが、空燃比がＹ軸に示されている。このグラフは、ベンチュリの下流端部で水蒸気などの不活性ガスを導入することによって、空燃比を制御することができることを示す。

【００７４】

例３

ベンチュリアセンブリの制御のＣＦＤシミュレーションが行なわれ、総燃料を一定に維持しながら、ベンチュリ中のガスからなる２次ポート流を変化させた。これは、炉への入熱が一定な状態で達成することができる流量制御を表わす。用いられたガスは、発熱量がより低い燃料である。吸込まれた空気量は、２次ポートを通して供給された総燃料の割合と、スロートの直径Ｄと、グリル抵抗係数との関数として求められた。結果を図８に示す。

【００７５】

図８から分かるように、総燃料の割合が１次から２次チップに変更されるにつれ、考慮された範囲にわたって空気流はおよそ３０％変動した。ベンチュリ直径および流れ抵抗の

大きさの設計変数は、この制御範囲を数多くの異なる絶対空気流量に移動させるように調節することができる。

【００７６】

図９は、これらの結果を空燃比の観点から示す。抵抗係数Ｃが０であろうと５７０であろうと、空燃比はベンチュリの下流端部への総燃料の割合が低下するにつれて上昇した。

【００７７】

より大きな割合の燃料を１次噴射点に移すことによって、より多くの空気が吸込まれ、空燃比が上昇した。これは、空燃比を所与の燃料についてヒータへの一定の入熱で制御することができることを示す。

【００７８】

例４

すべての燃料入口に固定されたオリフィスを備えた燃料噴射ポートを含む単一の燃焼システムを用いて従来の高体積発熱量燃料と合成ガス低体積発熱量燃料との両方を同じシステム上で燃焼させることの実現可能性を決定するために、ＣＦＤシミュレーションが実行された。従来の燃料は、９０ｍｏｌ％ＣＨ４、１０ｍｏｌ％Ｈ２であった。合成ガスは、４３．６ｍｏｌ％ＣＯ、３７．１ｍｏｌ％Ｈ２、および１９ｍｏｌ％ＣＯ２であった。燃焼速度は、２２５百万英国熱量単位／時ＬＨＶ（lower heating value：低位発熱量）であった。事例４Ａは従来の燃料を用い、事例４Ｂは合成ガスを用いた。

【００７９】

事例は炉の半分を表わす多バーナモデルにおいて実行された。炉床バーナは、フラッシュバックを防ぐグリル抵抗を備えた図１のベンチュリアセンブリを組込んだ。壁バーナは、図１のベンチュリアセンブリを使用した。壁バーナは、１次スロート燃料が加えられた平面に多孔質のジャンプを含んだ。これは、燃料噴射点の上流にあるダンパの使用をシミュレートした。

【００８０】

プロセス流体は、ヒータの輻射域にすべての事例について等価な状態で入った。炉は、壁安定化チップ（２列－図５中のライン２１４および２１６参照）と２列の２次段チップ（内側および外側－図５中のライン２０９および２１０参照）との両方を使用した。このシミュレーションの結果を表２に示す。

【００８１】

事例４Ａ、従来の燃料について、システムをステージングされたチップの２次列および２次壁燃料チップへのバルブが閉じた状態で運転した。この燃料の発熱量は、より高いため、体積流量は少なく、これらは不要である。炉床バーナは、ベンチュリアセンブリの１次噴射ポートには燃料があり２次ポートには燃料がない状態で動作した。よってライン２０８にあるバルブ（図５）は閉じられた。炉全体に対する空燃比は、１９．３６であった。この比は、９．３％の過剰空気を表わす。炉床バーナは、２１．５７の混合空燃比で動作した。壁バーナも、ベンチュリアセンブリの１次噴射ポートには燃料があり、２次ポートには燃料がない状態で動作した。炎を安定化し、炎を壁に押付けるための１次壁安定化チップ（ＷＳ）を通して燃焼された少量の燃料があった。壁バーナも、ベンチュリアセンブリを通過した空気および燃料のみを考慮して、理論上をわずかに超える空燃比で運転した。炉床バーナにある２次段チップの内側列への流れはあったが、２次段チップの外側列への流れはなかった。ヘッダ（図５中のライン２０５）の中の圧力は、これらのオリフィスについて所望の燃料量に達するように３９．５ｐｓｉｇ（１ｐｓｉｇ＝約６．９ｋＰａＧ、以下同様）であるように決定された。

【００８２】

利用可能なときは、発熱量がより低い合成ガス燃料を使用することが経済的に有利である。合成ガスの分子量は高いが、体積ベースでの発熱量は低い。組成計は、これらの差異を検知し、以下の変更を行なうことができる。２次段チップの外側列および壁安定化チップの第２の列へのバルブが開かれて、より多い体積流量を可能にする（図５にあるバルブ２２８および２３０）。次にヒータは、（所望される場合コンピュータ制御によって）図

５中の主ヘッダライン２０５中の圧力を調節（して総燃料導入量を制御）することによって平衡を保たれ、図５中のベンチュリアセンブリライン２０６および２０８にある１次ポートの流れと２次ポートの流れとの比は、バルブ（図５中の２２２および２２４）を調節することによって調節される。平衡の取れた流れを、事例４Ｂとして示す。なお、炉床バーナと壁バーナとの両方について２次ベンチュリポートで相当の流れ増加があったことは重要である。合成ガス事例については、必要とされる少量の空気は、炉通風のみを介して達成することができるため、壁バーナのための１次チップ噴射流は、停止された。２次段チップに相当の量の流れが起こり、追加の壁安定化燃料流のほとんどは、２次壁安定化チップを通る。ヘッダの中の圧力は、３４．９ｐｓｉｇであるように決定された。空気ダンパ位置または誘引通風機速度の変更は不要であった。

【００８３】

プロセス状態は同一のままであった。コイル出口温度（性能を示す）は、本質的に１０９５Ｋで一定である。炉出口における酸素含有量は、等価である（排気筒中で１．８６対２．０％Ｏ２）。なお、さらなるわずかなトリミングが常に可能である。

【００８４】

この例は、ベンチュリアセンブリシステムが制御下でハードウェアの変更を必要とせずにかつプロセスの性能に影響を及ぼすことなしに、１つの燃料から別の燃料へ切換えることができる能力を示す。

【００８５】

【表２】

表　2

例 番号	4A	4B
	従来の燃料	合成ガス燃料
プロセス状態		
供給量　, kg/秒	7.4	7.4
交差温度　, K	839	839
水蒸気/油	.4	.4
	燃料量 , kg/秒	
燃焼状態		
炉床		
ベンチュリー次スロート	.1908	.216
ベンチュリ下流	0	.538
二次段内側列	.0629	.0629
二次段外側列	0	.411
三次	.0115	.0559
炉床合計:	.2652	1.284
壁		
一次ベンチュリ	.324	0
下流ベンチュリ	0	0.3
壁バーナ合計	.324	0.3
WS（両列合計　　）	.0702 （一次WSチップのみ）	1.605
総燃料 （炉床+壁+WS ）	.6594	3.189
空気量 , kg/秒		
炉床	5.72	3.79
壁	7.05	5.95
総空気	12.77	9.74
空燃比		
合計（全ての燃料あり）	19.36	3.05
炉床 （壁安定化燃料なし　　）	21.57	2.95
壁（壁安定化燃料を含む）	17.88	3.12
プロセス/炉性能		
コイル出口温度, K	1095	1091
耐火障壁温度, K	1422	1446
燃料ガスO2モル%	.0186 (9.3 %過剰空気）	.020 (10% 過剰空気）
最大管金属温度, K	1290	1265

【００８６】

例５

ＣＦＤシミュレーションを、従来の燃料と合成ガスとの両方を用いて実行した。この場合、抵抗キャップが壁バーナに加えられて、流れをこれらのバーナから壁に沿って向けた。この壁抵抗を合成ガス流体積とともに加えることによって、空気流量が低下した。結果を以下に表３に、抵抗なしの事例４Ａおよび４Ｂを抵抗事例５Ａおよび５Ｂと比較して示す。

【００８７】

【表３】

表　3

例　番号	5A	4A	5B	4B
	従来の燃料		合成ガス燃料	
	壁抵抗	壁抵抗なし	壁抵抗	壁抵抗なし
供給量　，kg/秒	7.4	7.4	7.4	7.4
交差温度　，K	839	839	839	839
水蒸気/油	.4	.4	.4	.4
	燃料量　，kg/秒			
炉床				
一次ベンチュリスロート	.1908	.1908	.100	.216
一次ベンチュリ下流	0	0	.654	.538
二次段内側列	.0629	.0629	.0629	.0629
二次段外側列	0	0	.411	.411
三次	.0115	.0115	.0559	.0559
炉床合計	.2652	.2652	1.284	1.284
壁				
一次ベンチュリスロート	.324	.324	0	0
下流ベンチュリ	0	0	.3	.3
壁合計	.324	.324	0.3	0.3
WS	.0702	.0702	1.605	1.605
総燃料	.6594	.6594	3.189	3.189
	空気量，kg/秒			
炉床	5.673	5.72	5.64	3.79
壁	7.509	7.05	4.17	5.95
総空気	13.182	12.77	9.81	9.74
空燃比				
合計（壁安定化あり）	19.99	19.36	3.08	3.05
炉床（壁安定化なし）	21.39	21.57	4.39	2.95
壁（壁安定化を含む）	19.05	17.88	2.19	3.12
コイル出口温度，K	1090	1095	1087	1091
耐火障壁温度，K	1395	1422	1406	1446
燃料ガスO2モル分率	.0246 (12.3 % 過剰空気)	.0186 (9.3% 過剰空気)	.0243 (12% 過剰空気)	.020 (10% 過剰空気)
最大管金属温度，K	1290	1290	1268	1265
一次スロート				
ポート入口P,psig	40.0	39.5	63.0	34.9
C5 変換　　，%	75.3	76.2	71.0	72.3

【００８８】

表３に示すように、キャップを壁バーナに加えて流れを壁に沿って向けると、システムにかかる圧力降下を増大させることによって、等価な１次ベンチュリポート流での壁バーナ空気流が減少した。これを補償するために、ヘッダの中の圧力が、高発熱量燃料についてはわずかにのみ上昇し、しかし低発熱量燃料についてはその大幅に多い体積流量（３４．９ｐｓｉｇから６３ｐｓｉｇ）により相当上昇した。このベンチュリアセンブリにかかるより高い圧力降下による壁バーナからの空気の損失は、より多くの空気が炉床バーナによって供給されることを必要とした。示されるように、炉床バーナに対する１次燃料噴射は、０．２１６から０．４３２ｋｇ／秒に増加し、下流ポートへの流れは０．５３８から

０．３２２ｋｇ／秒に減少した。これにより、炉床空気流が３．７９から５．１１５ｋｇ／秒に増加した。ヒータへの総空気は、各燃料についてそれぞれ本質的に一定のままであった。

【００８９】

抵抗を加えることにより、ベンチュリアセンブリの制御範囲が変化したが、すべての事例において、空気ダンパ位置および／または誘引通風器速度を変更する必要なしに、安定した運転および一定のプロセス性能が達成された。なお、キャップを壁バーナに加えることは、設計上の選択であり、オンラインで変更されるべき変数ではない。

【００９０】

例６

図１のベンチュリアセンブリ１０に示されるようにベンチュリのスロート部、拡径部、拡径部より下流の直線部を含めて、さまざまな場所で２次燃料を加えることの効果を示すためにＣＦＤシミュレーションを実行した。結果を表４および図１０に示す。

【００９１】

【表４】

表 4

スロート kg/秒	下流 kg/秒	拡張空気 kg/秒	分岐空気 kg/秒	スロート空気 kg/秒	空気対燃料 拡張	空気対燃料 分岐	空気対燃料 スロート	下流燃料 分率
0.002	0.019	0.136	0.1548	0.1505	6.47619	7.371429	7.166667	0.904762
0.004	0.017	0.1545	0.1682	0.1586	7.357143	8.009524	7.552381	0.809524
0.006	0.015	0.1734	0.1871	0.1701	8.257143	8.909524	8.1	0.714286
0.008	0.013	0.1887	0.2004	0.1803	8.985714	9.542857	8.585714	0.619048
0.01	0.011	0.2019	0.2159	0.1918	9.614286	10.28095	9.133333	0.52381

【００９２】

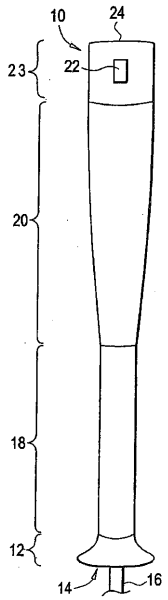
表４中のデータより分かるように、２次ガス噴射点は、ベンチュリの集束部より下流の任意の場所であり得る。しかしながら、制御範囲および反応は、場所と空気、燃料および２次ガスの入口燃料量とによって異なるであろう。

【００９３】

上記に開示されたおよび他の特徴および機能の変形またはその代替を望ましく組合せて、多くの他の異なるシステムまたは用途にしてもよいことが理解されるであろう。また、後に当業者によってさまざまな現在予見されないまたは予期されない代替、変形、変更、または改良がそれになされてもよく、それらも以下の特許請求の範囲に包含されることが意図される。

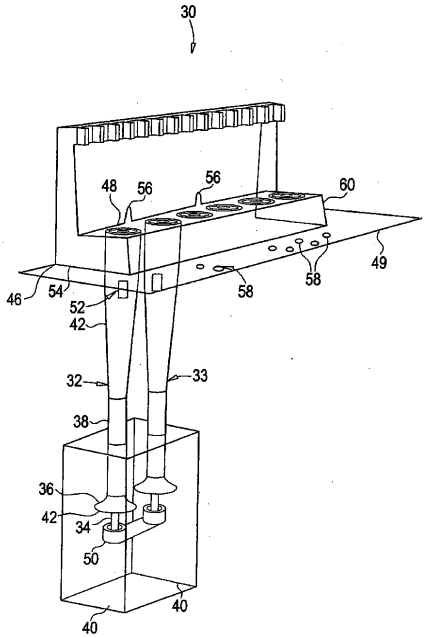
【図１】

FIG. 1



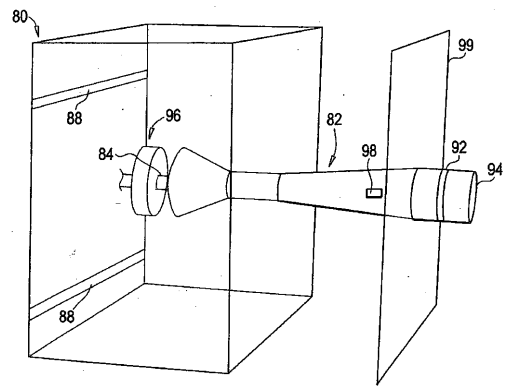
【図２】

FIG. 2



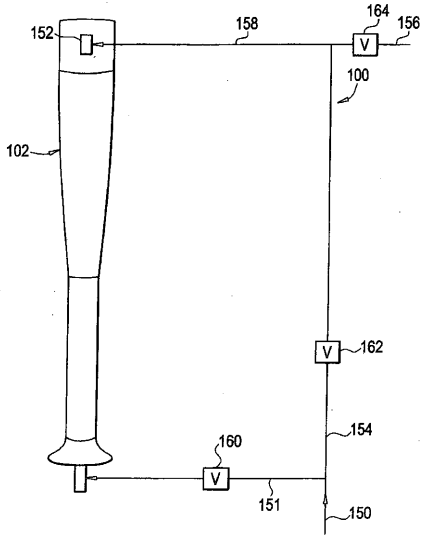
【図３】

FIG. 3



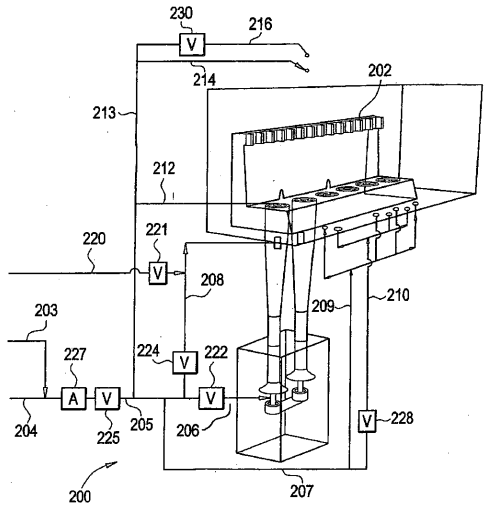
【図４】

FIG. 4



【図５】

FIG. 5



【図６】

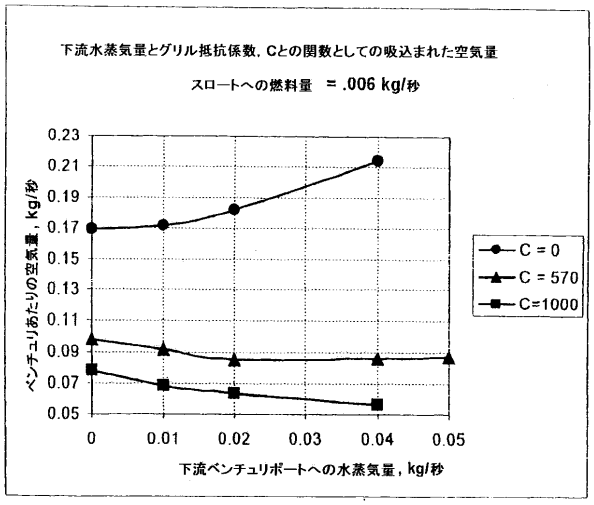


Fig. 6

【図７】

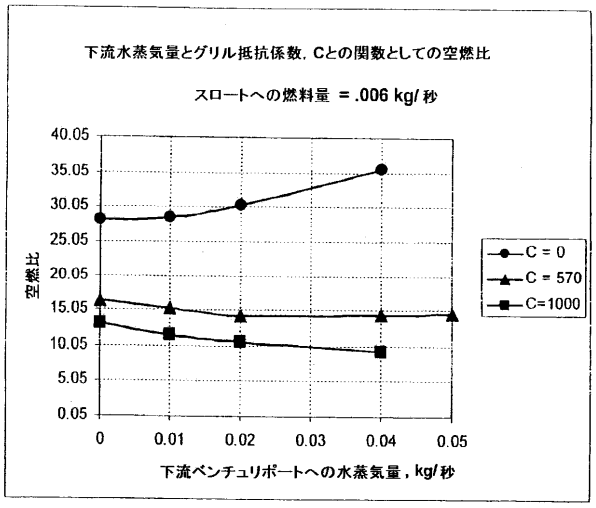


Fig. 7

【図８】

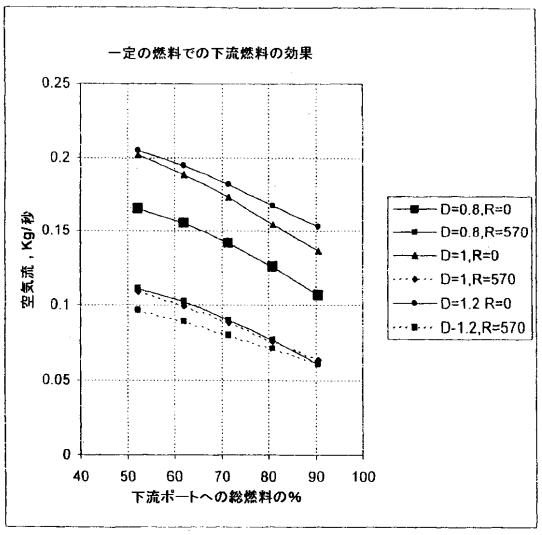


Fig. 8

【図９】

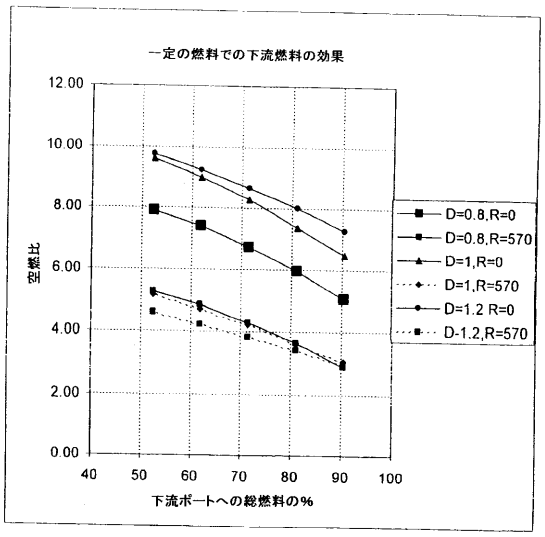


Fig. 9

【図１０】

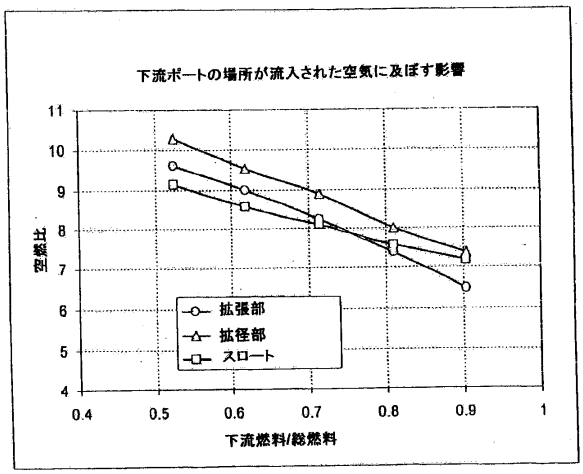


Fig. 10

フロントページの続き

(74)代理人 100096781
弁理士 堀井 豊
(74)代理人 100111246
弁理士 荒川 伸夫
(74)代理人 100124523
弁理士 佐々木 眞人
(72)発明者 ポンジ, ピーター・アール
アメリカ合衆国、０７８６９ ニュー・ジャージー州、ランドルフ、パーク・アベニュ、１７４
(72)発明者 ベルトラ, フランチェスコ
アメリカ合衆国、０７１１０ ニュー・ジャージー州、ナットレー、パセーイク・アベニュ、２２、アパートメント・８・ビィ
(72)発明者 ガートサイド, ロバート・ジェイ
アメリカ合衆国、０７９０１ ニュー・ジャージー州、サミット、コロニアル・ロード、１６７

合議体
審判長 中村 達之
審判官 林 茂樹
審判官 藤原 直欣

(56)参考文献 特開平１１－２２９２２（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－９９７１７（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－５０５１０（ＪＰ，Ａ）
特開昭５５－１３４２１４（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２０１６２９（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－３０４１４３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F23D14/00-14/84