

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3989085号

(P3989085)

(45) 発行日 平成19年10月10日(2007.10.10)

(24) 登録日 平成19年7月27日(2007.7.27)

(51) Int. Cl. F I
F 2 3 D 11/38 (2006.01) F 2 3 D 11/38 B
F 2 3 D 11/10 (2006.01) F 2 3 D 11/10 A

請求項の数 21 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願平10-110657	(73) 特許権者	591009657
(22) 出願日	平成10年4月21日(1998.4.21)		ザ・ビーオーシー・グループ・ピーエルシー
(65) 公開番号	特開平10-311508		THE BOC GROUP PUBLIC LIMITED COMPANY
(43) 公開日	平成10年11月24日(1998.11.24)		イギリス国ジーユー20・6エッチジェイ
審査請求日	平成17年2月1日(2005.2.1)		, サリー, ウィンドルシャム, チャートシー・ロード(番地なし)
(31) 優先権主張番号	9709205.0	(74) 代理人	100089705
(32) 優先日	平成9年5月7日(1997.5.7)		弁理士 社本 一夫
(33) 優先権主張国	英国(GB)	(74) 代理人	100071124
			弁理士 今井 庄亮
		(74) 代理人	100076691
			弁理士 増井 忠武

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 酸素／スワールバーナー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

酸素及び液体燃料を燃焼させるためのバーナーであって、
 前記バーナーは、外側ジャケットを有しており、
 外側ジャケットは、第1の入口端と、燃焼炎を放出させ且つ燃焼室を形成するための第2の出口端と、長手方向の軸線Xとを備えており、
 前記バーナーは、また、霧状の燃料の流れを前記入口端に導入し且つ該霧状の燃料の流れを前記出口端に向けて案内するための燃料供給手段と、
 酸素を前記入口端に導入し且つ該酸素を前記出口端に向けて案内するための酸素供給手段とを備えおり、
 前記酸素供給手段は、複数の酸素出口を備えており、
 前記複数の酸素出口は、前記燃料供給手段の周囲で円周方向に沿って間隔をあけて設けられており、また、前記複数の酸素出口は、前記出口端に向けて径方向内側に角度が付けれ、軸線Xに対して傾斜しており、それによって、酸素が円錐状にスワールしながら収束し、この円錐状にスワールしながら収束する酸素は、第1の上流ゾーンで前記燃料の流れに交差し、
 前記燃料供給手段は、実質的に中心にある中心出口を備えており、その中心出口は、発散円錐形の内面を有しており、
 前記燃料は、その中心出口から流出するとき、前記発散円錐形の内面上を通過し、
 前記発散円錐形の内面は、第1の発散円錐面と、第2の発散円錐面とを備えている。前記

第1の発散円錐面は、前記中心出口に隣接しており、前記第2の発散円錐面にも隣接しており、また、前記第1の発散円錐面は、前記第2の発散円錐面よりも大きな角度で軸線Xから発散する形状となっていることを特徴とするバーナー。

【請求項2】

請求項1に記載のバーナーにおいて、
前記第1の円錐面は、前記第2の円錐面に対して、 15° ないし 30° の間の角度 β となっていることを特徴とするバーナー。

【請求項3】

請求項1または2に記載のバーナーにおいて、
前記第1の円錐面は、前記第2の円錐面に対して、 20° ないし 25° の間の角度 β となっていることを特徴とするバーナー。 10

【請求項4】

請求項1ないし3のいずれか1項に記載のバーナーにおいて、
前記第2の円錐面は、軸線Xに対して 30° ないし 40° の間の角度 ϕ で発散する形状になっていることを特徴とするバーナー。

【請求項5】

請求項4に記載のバーナーにおいて、
角度 ϕ は、 30° ないし 35° の間にあることを特徴とするバーナー。

【請求項6】

請求項1ないし5のいずれか1項に記載のバーナーにおいて、
前記酸素供給出口は、軸線Xに対して 5° と 10° の間の角度 α で径方向内側に向いて角度が付けられていることを特徴とするバーナー。 20

【請求項7】

請求項1ないし6のいずれか1項に記載のバーナーにおいて、
前記酸素供給出口は、軸線Xに対して 20° ないし 30° の間の角度 θ で傾斜していることを特徴とするバーナー。

【請求項8】

請求項1ないし7のいずれか1項に記載のバーナーにおいて、
前記燃料及び酸素供給手段は、前記燃焼室内のバーナープレートに取り付けられており、
前記バーナープレートは、軸線Xに沿って軸線方向に変位可能であり、それによって、前記燃焼室内で前記燃料出口及び酸素出口の前記軸線位置を変えることができることを特徴とするバーナー。 30

【請求項9】

請求項8に記載のバーナーにおいて、
前記中心燃料出口と前記第1の発散円錐面とが、前記バーナープレートに取り外し可能に取り付けられた一体要素の一部を形成していることを特徴とするバーナー。

【請求項10】

請求項1ないし9のいずれか1項に記載のバーナーにおいて、
前記出口端から燃焼炎の放出方向に空気を放出するための空気放出手段をさらに備えていることを特徴とするバーナー。 40

【請求項11】

請求項10に記載のバーナーにおいて、
前記空気放出手段は、前記酸素出口の周囲で円周方向に沿って間隔をあけて設けられた複数の空気出口を備えていることを特徴とするバーナー。

【請求項12】

請求項11に記載のバーナーにおいて、
前記空気出口は、軸線Xに対して径方向内側に角度が付けられていることを特徴とするバーナー。

【請求項13】

請求項11または12に記載のバーナーにおいて、 50

前記空気出口は、軸線Xに対して傾斜していることを特徴とするバーナー。

【請求項14】

請求項13に記載のバーナーにおいて、

前記空気出口は、前記酸素出口と同じ方向に軸線Xを中心に傾斜していることを特徴とするバーナー。

【請求項15】

請求項10ないし14のいずれか1項に記載のバーナーにおいて、

空気を前記バーナーに供給し、また、前記バーナーから空気を放出する流量を変えるための手段を備えていることを特徴とするバーナー。

【請求項16】

請求項1ないし15のいずれか1項に記載のバーナーにおいて、

酸素及び／または燃料を前記バーナーに供給し、また、前記バーナーから酸素及び／または燃料を放出する流量を変えるための手段を備えていることを特徴とするバーナー。

【請求項17】

請求項1ないし16のいずれか1項に記載のバーナーを作動させる方法において、前記方法は、

(a) 層流になっているまたは実質的に層流になっている比較的高い速度の燃料の流れが生じる態様で、燃料を前記燃料供給手段から流出させ、また、前記燃焼室の第2の端から放出するように前記燃料を案内するステップと、

(b) 比較的低い速度の酸素の流れを生じる態様で、前記酸素供給手段から酸素を流出させるステップとを備えており、前記酸素の流れは、前記長手方向の軸線Xに収束し且つ前記長手方向の軸線Xの周囲で循環し、それによって、前記酸素の流れは、第1の上流ゾーンで前記燃料の流れに交差し、前記第1の上流ゾーンで燃料の含有率が高い領域が生成され、また、燃料の含有率が低い領域を生成する態様で、前記燃料の流れの下流ゾーン内に任意の残りの酸素を導入することを特徴とする方法。

【請求項18】

請求項17に記載の方法において、

前記第1のゾーンと前記第2のゾーンとが出合う箇所で、燃料の速度と酸素の速度とがおおよそ等しくなるような速度比で、燃料出口から燃料を流出させ、酸素出口から酸素を流出させることを特徴とする方法。

【請求項19】

請求項18に記載の方法において、

前記速度比は、1:1ないし10:1の間にあることを特徴とする方法。

【請求項20】

請求項19に記載の方法において、

前記速度比は、約2:1であることを特徴とする方法。

【請求項21】

請求項18ないし20のいずれか1項に記載の方法において、

前記燃料は、油であることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本願発明は、液体燃料を燃焼させるためのバーナーに関し、特に、 NO_x エミッションが低く、また、スワール（渦巻き）技術によって完全燃焼または実質的に完全燃焼させるのに役立つオイル（油）バーナーに関するものである。しかし、もっぱら、オイルバーナーだけに関するものではない。

【0002】

【従来の技術】

US-A-3685740は、ロケットバーナー型式の酸素-燃料バーナーを開示している。その酸素-燃料バーナーは、開口放出端を有する円筒形の燃焼室と、バーナープレー

10

20

30

40

50

トとを備えている。バーナープレートには、前記燃焼室の対向端を構成する別体の酸素ポートと燃料ポートとが設けられている。前記酸素ポートの突出した長手方向軸線は、前記燃焼室の長手方向軸線に向けて収束方向に伸長している。しかし、オフセットされ、互いに対して交差しておらず、その結果、前記燃焼室の軸線に最も接近するそれぞれの軸線上でのポイントは、バーナープレートと排気燃焼室との間に、交差して位置決めされた平面を形成している。前記燃料ポートの前記突出した長手方向軸線は、前記最も接近した平面で、または前記最も接近した平面を越えて、酸素と燃料とを混合する燃焼室軸線に実質的に平行になっている。前記燃焼室軸線上で前記バーナープレートの長手方向の位置を調節するための手段が設けられている。それによって、前記排気燃焼室に関して前記最も接近した平面が位置決めされ、バーナーの放出炎のパターンを決定することができる。そのようなバーナーは、また、冷却水ジャケットを備えている。冷却水ジャケットは、バーナーの先端に向けて伸長し、それによって、バーナーの作動の間、前記先端を冷却することができる。このバーナーは多数の異なった炎パターンを生成できるが、これらのパターンは乱流傾向となり、そのため、ある用途に関しては適切ではない。なお、このバーナーは、酸素／燃料を完全に混合できるように設計されており、それによって、完全燃焼した温度の高い炎ガスが前記バーナーを離れるようになっている。その結果、前記バーナーの先端には冷却が必要になり、この故に、燃焼の一部が、前記冷却ジャケットの冷却流体によって失われ、全体に亘るバーナーの効率が減少する。さらに、このバーナーは比較的ノイズを発生するが（すなわち、比較的騒がしいが）、（いわゆる、チューブインーチューブバーナーのような）他の一般的なバーナーよりも NO_x のような有害なエミッションの発生を低くすることができる。しかしながら、このロケットバーナー型式の酸素－燃料バーナーが採用する酸素／燃料の混合方法により、これらのエミッションは、心配を引き起こすのに未だ十分な量である。

10

20

【0003】**【発明が解決しようとする課題】**

本願発明の目的は、上記構造に関連した問題を減少させ可能な限り除去できる液体燃料バーナーを提供することである。

【0004】**【課題を解決するための手段】**

したがって、一つの特徴において、本願発明は、酸素及び液体燃料を燃焼させるためのバーナーを提供することである。前記バーナーは、外側ジャケット（すなわち、外被筒）を有している。外側ジャケットは、第1の入口端と、燃焼炎を放出させ且つ燃焼室を形成するための第2の出口端と、長手方向の軸線Xとを備えている。前記バーナーは、また、霧状の燃料の流れを前記入口端に導入し且つ該霧状の燃料の流れを前記出口端に向けて案内するための燃料供給手段と、酸素を前記入口端内に導入し且つ該酸素を前記出口端に向けて案内するための酸素供給手段とを備えている。前記酸素供給手段は、複数の酸素出口を備えている。前記複数の酸素出口は、前記燃料供給手段の周囲で円周方向に沿って間隔をあけて設けられており、また、前記出口端に向けて径方向内側へ角度が付けられ、軸線Xに対して傾斜している。それによって、酸素が円錐状にスワールしながら収束し（すなわち、円錐状にスワールしながら一点に向かって集り）、この円錐状にスワールしながら収束する酸素は、第1の上流ゾーンで前記燃料の流れに交差する。前記燃料供給手段は、実質的に中心にある出口を備えている。その出口は、発散する（換言すれば、放射状に広がる）ような形状の発散円錐形の内面を有している。前記燃料は、その出口から流出するとき、前記発散円錐形の内面上を通過する。前記発散円錐形の内面は、第1の発散円錐面と、第2の発散円錐面とを備えている。前記第1の発散円錐面は、前記中心出口に隣接しており、また、前記第2の発散円錐面に隣接している。また、前記第1の発散円錐面は、前記第2の発散円錐面よりも大きな角度で軸線Xから発散している。

30

40

【0005】

そのような「段差付き円錐形」面によって、前記中心出口から流出する少なくともいくつかの量の液体燃料が、前記第1の円錐面に沿って移動し、その後、前記第1の円錐面が前

50

記第2の円錐面に出合う不連続点で、前記液体燃料の主な流れ内に噴出される。それによって、酸素と液体燃料との混合が高められる。流れの混合を空力的に制御することによって遅延させ、また、流れを層流化（*laminarisation*）させると共に、さらに、燃焼ガス及びオキシダントを内部で（すなわち、炎内で）再循環させることによって、そのようなバーナーでは、生成されるCO及びNO_xが低く、すす（煤煙）のエミッションも低くなるということがわかった。また、円錐形のノズルの設計によって、従来技術の120dbからノイズ量を著しく低減できるということがわかった。バーナーによって放射される炎の形状を迅速に変えることが容易になる。また、バーナーの使用によりすす（煤煙）が減少することによって（というのは、スワール効果により、燃焼ガス及びオキシダントが炎内で内部再循環されるので、形成されたすすは、炎の後ろの方の部分で残留することなく燃焼されるからである）、生成される炎が大変明るくなる。前記バーナーは、2つの燃焼領域を有する炎（フレイム）を発生する。第1のゾーンの炎は、前記燃料出口に隣接しており、燃料の含有率が高いゾーンになっている。第2のゾーンは第1のゾーンの後ろにあり、その第2のゾーンでは、主な燃焼が行われ、熱の大部分が発生する。バーナーから主な燃焼ゾーンを引き離すことによって、バーナーや隣接する耐火物の過熱を防止でき、それによって、バーナーや隣接する耐火物を水冷する必要がなくなる。炎を2つの領域に分けることは、「ステージング（*staging*：段階分け）」として公知になっている。2つの領域が出合うポイントは、「ステージングポイント」と呼ばれている（一般に、前記第2のゾーンに対して前記第1のゾーンの長さが長くなるほど、ステージングポイントは高くなり、前記第2のゾーンに対して前記大のゾーンの長さが短くなるほど、ステージングポイントは低くなる）。ステージングは、燃料出口及び／または酸素出口の寸法に反比例して減少する。

10

20

【0006】

前記第1の円錐面は、前記第2の円錐面の角度に対して15°ないし30°の間の角度β（あるいは、より好適には、20°ないし25°の間の角度）にすることができる。角度βを変えることによって、炎の全体の長さに影響が与えられ、粘度、濃度、及び温度などのような燃料特性にしたがって、燃料／酸素の混合を増加させたり、または減少させたりすることができる。

【0007】

前記第2の円錐面を、軸線Xに対して30°ないし40°の間の角度φで発散させる（放射状に広げる）ことが効果的である。

30

【0008】

角度φは、30°ないし35°の間にあることが好ましい。

【0009】

酸素供給出口は、軸線Xに対して5°ないし10°の間の角度αで径方向内側に向けて角度が付けられていることが好ましい。

【0010】

前記酸素供給出口は、軸線Xに対して20°ないし30°の間の角度θで傾斜させることが好ましい。一般に、剪断角θが大きくなればなるほど、炎の全体の長さは長くなり、逆に、剪断角θが小さくなればなるほど、炎の全体の長さは短くなる。

40

【0011】

特定の効果的な構造において、前記バーナーは、前記燃焼室内の燃料出口及び酸素出口の軸方向位置を変えるための手段を備えている。それによって、前記バーナーの放出パターンを変えることができる。前記燃料及び酸素供給手段は、例えば、前記燃焼室内のバーナープレートに取り付けることができる。前記バーナープレートは、軸線Xに沿って軸線方向に変位可能であり、それによって、前記燃焼室内での前記燃料出口及び酸素出口の前記軸線に対する位置を変えることができる。

【0012】

前記燃料出口は、燃料油出口を備えることができる。また、前記酸素供給手段は、酸素、空気、または、酸素の含有率が高い空気を供給できる。

50

【0013】

ある用途においては、燃焼のために、空気や酸素の含有率が高い空気を追加的に供給することが効果的である。これは、前記酸素出口の周囲で円周方向に沿って間隔をあけて複数の空気出口を設けることによって達成することが好ましい。前記空気出口は、軸線Xに対して径方向内側に向けて空気流を案内するように形成され、また、軸線Xに対して空気流を送出するように形成されている。前記空気出口は、前記酸素出口同じ方向に傾斜することが好ましい。

【0014】

本願発明は、また、上述したようなバーナーを操作する方法を提供するものである。前記方法は、

(a) 層流となっているまたは実質的に層流になっている比較的高い速度の燃料の流れが生じる態様で、燃料を前記燃料供給手段から流出させ、また、前記燃焼室の第2の端から放出させるように前記燃料を案内するステップと、

(b) 比較的低い速度の酸素の流れを生じる態様で、前記酸素供給手段から酸素を流出させるステップとを備えており、前記酸素の流れは、前記長手方向の軸線Xに収束し且つ前記長手方向の軸線の周囲で循環（回転）し、それによって、前記酸素の流れは第1の上流ゾーンで前記燃料の流れに交差し、前記第1の上流ゾーンで燃料の含有率が高い領域が生成され、また、燃料の含有率が低い領域を生成する態様で、前記燃料の流れの下流ゾーン内に任意の残りの酸素が導入される。

【0015】

前記ステージングポイントでの前記燃料の速度と前記酸素の速度とを概ね等しくして、混合を高め、それによって、燃焼が最適になり（且つエミッションが最小になり）、及び／または、炎の全体の形状や長さを変えることができるように、前記バーナーを作動させることが最も好ましい。これは、前記バーナーの出口での酸素の速度と燃料の速度の比を、1：1から約10：1（効果的には約2：1）の間で変えることによって達成することができる。

【0016】

本願発明は、添付された図面のみを参照した具体例によってより詳細に説明される。

【0017】

【発明の実施の形態】

図1の例によって示されている酸素－燃料バーナー10は、管状または円筒形状の被筒（すなわち、ジャケット）12を備えている。被筒12は、第1の入口端12aと、燃焼炎を放出するための第2の出口端12bと、長手方向の軸線Xとを有している。酸素－燃料バーナー10は、また、第1の入口端12aと第2の出口端12bとの間で伸長する中心燃料供給管14を備えている。第2の出口端12bで、中心燃料供給管14は、図2ないし図6に最も良く示されているステンレス鋼製のバーナーブロック16に連結されている。中心燃料供給管14は、軸線Xの実質的に中心に位置決めされた中心出口18で終端している。中心出口18は、概ね発散している（換言すれば、放射状に広がっている）円錐形内面20を有している。燃料が中心出口18から流出するとき、燃料は円錐形内面20上を通過する。また、複数の酸素出口22が、バーナーブロック16に設けられている。酸素出口22は、中心出口すなわち燃料供給出口18の周囲で円周方向に沿って間隔をあけて設けられ、第2の出口端12bに向けて径方向内側に角度が付けられ伸長し、また、軸線Xに対して傾斜しており、それによって、酸素は、円錐状にスワールしながら収束するように（すなわち、一点に向かって集まるように）流れる（換言すれば、渦を巻きながら円錐形状になるように収束して流れる）。この酸素の流れは、第1の上流ゾーンZ1において燃料の流れに交差する。図1をもう一度参照すると、前記酸素供給手段は、さらに、被筒（ジャケット）としてのハウジング12と中心燃料供給管としての燃料供給ダクト14との間に形成される通路24を備えていることが理解される。酸素は、入口26を通して供給され、次いで、通路としてのダクト24に沿って案内される。それによって、酸素は、バーナーブロックとしてのバーナープレート16の後部面16aに直面する。そ

10

20

30

40

50

の後部面 16a で、酸素は、複数の酸素供給出口 22 内に入り込む。酸素供給出口 22 は、各々、円錐形内面すなわち円錐面 20 内に位置決めされた箇所（ポイント）で終端する。

【0018】

「概ね発散する」円錐形内面 20 は、事実上、発散する（放射状に広がる）2 つの円錐面 20a と 20b（図 2 参照）とを備えている。上流側の円錐面 20a は、下流側の円錐面 20b よりも軸線 X に対して大きな角度で発散している（2 つの円錐面 20a と 20b との間の角度は、 β となっている）。図 2 において、 β は、およそ 23° になっており、軸線 X に対する円錐面 20b の発散角度 ϕ は、約 35° になっている。円錐面 20a と 20b は、（図に示されているように、酸素供給出口 22 の中心点の周囲に沿うような）酸素供給出口 22 に隣接していることが好ましい円に沿って境を接している。

10

【0019】

作動時、液体燃料のうち少なくともある量の液体燃料が、上流側の円錐面 20a に沿って流れ、その後、下流側の円錐面 20b との接合部で、上流側の円錐面 20a から離れる。それによって、上流側の円錐面 20a から離れた液体燃料は、液体燃料の本流内への導入が遅れ、これによって、液体燃料と酸素との混合を高めることができる。

【0020】

図 2 から、酸素出口 22 は、各々、軸線 X に対して 5° ないし 10° の間の角度 α で、径方向内側に向けて角度が付けられているということが理解される。その結果、どの酸素の流れも、燃料供給出口としての燃料排出出口 18 の流れに交差するように、径方向内側 20 に向けて案内される。図 3 の平面図から、各酸素出口 22 は、また、軸線 X に対して 20° ないし 30° の間の角度 θ で傾斜しているということが理解される。図 4 は、後部面 16a から円錐形内面 20 に伸長する酸素供給出口 22 の隠れた通路を点線で詳細に図示している。酸素出口 22 の角度と、ノズル 20 の発散円錐形状と、酸素と燃料との間の速度比は、大変に重要になっており、エミッションの量と炎の形状とを規定する。さて、特に図 2 ないし図 6 を参照すると、 30° ないし 40° （好ましくは、 30° ないし 35° ）の間にある下流側の円錐面 20b の発散角度 ϕ によって、燃料供給出口 18 から流出する燃料は、なめらかな態様で伸長するように流れ、実質的に層流状態になる比較的長くて狭い真っ直ぐな流れが生成されるということが理解される。この点が、乱流状態の領域（regime）を生成するように特にねらいをつけた態様で燃料を導入する多くの従来技術の構造と際だった差違である。複数の（酸素供給出口としての）酸素ダクト 22 が、軸線 X に対して 5° ないし 10° の間にある角度 α で径方向内側に向けて酸素の流れを案内できるように位置決めされているので、酸素と燃料の流れとの混合が遅らされ、それによって、第 1 の上流ゾーン Z1 は、実質的に燃料の含有率が高い領域（regime）に維持され、一方、ゾーン Z2 は燃料の含有率が低い領域として維持される。この構造によって、明るい領域の生成が遅らされて、明るい領域はバーナーからおおよそ 300mm ないし 500mm 離れた位置で始まるようになり、これによって、バーナーの過熱や炎を放出するバーナーの出口端に隣接する耐熱性材料の過熱を防止することができるという効果が生じる。その結果、この設計により、初期の炎の温度を 1200°C より下に維持することができ、これ故、バーナーの水冷が不要になる。INCOALLOY、Cupronickel、または Monel 400 のような合金を使用し、また、水で冷却することにより、より高温の炎を取り扱うことができる。しかし、キュープロニッケル（cupronickel）のような、熱伝導率が高く腐蝕の低い材料をバーナー全体に用いることにより、水冷を不要にできる。燃料の含有率が高い第 1 の上流ゾーン Z1 は、おおよそ 300mm ないし 500mm の長さだけ伸長し、第 1 の上流ゾーン Z1 よりもいくらか大きい第 2 のゾーン Z2 が開始する箇所で終端している。第 2 のゾーン Z2 では、主燃焼が行われる。第 2 のゾーン Z2 の大きさ（範囲）は、角度 α を変えることによって、また、当該技術において公知のように被筒（ジャケット）すなわちケーシング 12 内でのノズルすなわちバーナープレート 16 の引き込み位置を変えることによって、制御することができる。角度 α は特定のバーナーの設計に応じて概ね設定されることが理解されるが、バーナープレ

20

30

40

50

ート16の位置は、モータ36（図1）の作動によって軸線Xに沿って変えることができる。モータ36は、順に、燃料供給ダクト14とバーナープレート16とを軸線Xに沿って軸方向に移動させる。バーナープレート16が引き込められほど、第2の出口端12bが炎の形状に与える影響が大きくなる。したがって、バーナープレート16の引き込み量が大きくなるにつれて、スワール効果は減少する。そのようにスワールが減少することによって、関連する炎の長さや再循環とが変化する。これ故に、炎のパターンが変わって、特定の顧客の要求に適合させることができる。バーナーブロック16が第2の出口端12bと同一平面になるように終端して位置決めされた場合、第2の出口端12bとの間の干渉はほとんど生じない。そうした場合に、炎の形状は、燃料出口と酸素出口とのそれ自身の形状、位置及び角度によってほぼ決まる。

10

【0021】

さて、図3及び図4をより詳細に参照すると、酸素出口22は、また、長手方向の軸線Xに対して角度 θ で傾斜しており、これによって、酸素流にある程度スワール（渦巻き）が生じ、この結果、酸素流は、中心の燃料の流れの周囲で矢印Rの方向に回転（または、循環）するということが理解されるであろう。20°ないし30°（好ましくは、20°ないし25°）の間にある角度 θ によって、十分なスワールが加えられ、これにより、燃焼ゾーンZ2において再循環効果が発生する。その結果、望ましくないどの残りの燃焼生成物も再循環され、残りの O_2 と混合して、完全燃焼または実質的に完全燃焼させることができる。したがって、炎が燃焼ゾーンZ2を出る前に、 NO_x 、CO及び煤をかなり減らすことができる。

20

【0022】

さて、もう一度簡単に図1を参照すると、モータ36の形態のアクチュエータと、ラック構造体38と、ピニオン構造体40とが、燃料供給ダクト14の末端に設けられており、作動することにより、燃料供給ダクト14及びバーナープレート16を軸線Xに沿って軸線方向に移動させることができる。それによって、燃焼室内での燃料供給出口18と酸素供給出口22との軸線方向の位置を変えることができる。また、これ故に、当該技術において公知のように、バーナーそれ自身の放出パターンを変えることができる。図1のポンプ34及び42を作動させることにより、ステージングポイントでの酸素の速度と燃料の速度をおおよそ等しくするのに十分な速度比と必要な流量とで、燃料及び酸素を燃焼室内に供給できる。実際、酸素供給出口22と燃料供給出口18とでの、酸素：燃料の速度比を、1：1ないし10：1の間にすることにより、図示されたバーナーにおけるステージングポイントでの酸素速度と燃料速度とが等しくなる。この速度比は、おおよそ2：1であることが好ましい。

30

【0023】

作動時、本実施例のバーナーは、燃料／酸素の混合の遅延と、流れの層流化（laminarisation）及び内部再循環とを組み合わせることによって、窒素酸化物の発生を減少させる。そのような方法によって、「ステージング（段階分け：staging）」され、すなわち、燃焼が2つの領域（第1のゾーンZ1と第2のゾーンZ2）で行われる。すなわち、約300mmないし500mmの長さの第1の上流ゾーンZ1は、燃料の含有率が高いゾーンとなり、第1の上流ゾーンZ1よりも大きな第2のゾーンでは、主燃焼が行われる。第1のゾーンZ1と第2のゾーンZ2は、それら自身の特性を備えている。第1のゾーンZ1では、温度が低く、光度も低くなっている。したがって、 NO_x の発生が防止されると共に、バーナー及び／またはバーナーに隣接する任意の耐熱性材料の過熱が防止される。一方、第1の上流ゾーンZ1に隣接する第2のゾーンZ2は、第1の上流ゾーンZ1よりもやや温度が高くなっている。上述したように、第2のゾーンZ2の範囲は、酸素供給出口（換言すれば、酸素ポート）22の角度と、被筒（ジャケット）12内のノズルバーナープレート16の後退とによって、制御することができる。第2のゾーンZ2は大変明るくなっており、燃料の主要な部分が完全燃焼する。その理由の少なくとも一部は、燃料の流れの周囲で酸素がスワールすることによって生じる再循環の影響があるからである。従って、 NO_x の発生が防止され、形成された煤は、残留することなく燃

40

50

焼されて、光度が増加する。さらに、ノズルをこのように設計することによって、ノイズレベルを、従来の120dBから著しく減少させることができる。

【0024】

酸素供給出口22の径方向の角度 α によって、混合の遅れ特性が調節され、炎の最初の部分の温度が低くなって、透明な青色となる。傾斜角度 ϕ によってスワール量の特性和それぞれの内部循環の程度が調節されて、炎の煤の量を調整できる。角度 α を変化させることによって、炎の長さ NO_x の発生を制御することができる。一方、角度 ϕ を変えることによって、炎の幅と、光度と、 NO_x の発生に影響が及ぼされる。燃料供給出口18は、通常のバーナーに対して径方向に大きく、酸素の速度と燃料の速度との間に所望の速度比を少なくとも部分的に与えている。30°ないし40°の間、好適には約30°ないし約35°の間が好ましい、円錐形内面20の角度 ϕ によって、作動ノイズレベルの減少と共に、広範囲に流れる（すなわち、幅広く折り返して流れる）炎を安定化させる。

10

【0025】

本願発明の別の実施例が図7aないし図7cに図示されている。図7aないし図7cにおいて、既に説明した要素と同じ要素は、プライム記号によって示されている。

【0026】

空気または酸素の含有率が高い空気を燃焼領域に供給するための複数の空気出口50が、酸素出口22'の周囲で円周方向に沿って間隔をあけて設けられている。空気出口50は、軸線Xに対して内側に向けて角度が付けられている。しかし、その角度は、 α よりもいくらか小さくなっている。その結果、空気出口50は、第1のゾーンZ1と第2のゾーンZ2（図5参照）との交差部分に向けて収束している。空気出口50は、また、酸素出口22'と同じ方向に傾斜しており（図7b参照）、これにより、空気出口50からの空気が、酸素出口22'の傾斜によって生成されるスワールに加えられる。酸素出口22'の傾斜と反対の方向に空気出口50を傾斜させることも、乱流をさらに増進させる上で同様に効果的である。

20

【0027】

図7aの実施例において、燃料供給手段は、キャップアセンブリ52a（そのキャップアセンブリ52aの前端は、第1の発散円錐面20a'を提供している。）を備えている。キャップアセンブリ52aは、軸線Xと同軸になっており、バーナーブロック16'内に解除可能に取り付けられている。これは、キャップアセンブリ52aを迅速に取り替える場合に特に有効な構造である。メンテナンスが必要な場合、修理が必要な場合、あるいは、バーナーに供給される燃料のタイプを変えるときに所望される可能のある第1の発散円錐面20a'の角度を変える必要がある場合に、キャップアセンブリ52aが取り替えられる。図7cにおいては、例えば、他のキャップアセンブリ52bが示されている。キャップアセンブリ52bにおいては、軸線Xに対する第1の発散円錐面54の角度は、軸線Xに対する第2の面20b'の角度 β と同じになっている。そのような構造は、ガス状の燃料を燃焼させる場合に適切である。ガス状の燃料の場合、円錐形内面から燃料を強制的に引き離すために、円錐形内面に不連続的な構造を設ける必要はないからである。

30

【0028】

当該技術において公知のように、特定の用途のために燃焼工程を精巧に調節するために、バーナー内に流入しまたはバーナーから流出する燃料、酸素、及び空気の流れを変えるための手段が設けられている。

40

【0029】

一般的なバーナーは、21%の酸素（すなわち、空気）が供給されるとき、通常、長く「ゆったり流れる（lazy）」炎が生成され、100%の酸素が供給されるとき、乱流の激しい長さの短い炎が生成される。我々は、試験で、酸素の含有率が高いレベルにある全範囲にわたって、本願発明のバーナーは炎の特性（特に、炎の長さ及び幅）を実質的に一定にできるということがわかった。酸素の含有率が高い範囲にわたるとき唯一認識できる変化は、炎の温度と、光度だけであった。

【0030】

50

上述した効果に加えて、本願発明に係わるバーナーは、特に、鉄金属と非鉄金属を溶解する用途やガラス製造のような溶融用途に適合しており、また、概ね製鋼での使用に適合しており、さらに、特に、電気アーク炉での使用に適合している。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は、本願発明を具体化した酸素－燃料バーナーの一部破断した斜視図である。

【図 2】図 2 は、図 1 に図示されたバーナーブロックの横断面図である。

【図 3】図 3 は、図 2 において矢印 T の方向で見た平面図である。

【図 4】図 4 は、図 2 において矢印 A の方向で見たバーナーブロックの端面図である。

【図 5】図 5 は、バーナーブロックの別の横断面図であり、バーナーブロックに関連した流れパターンを図示している。 10

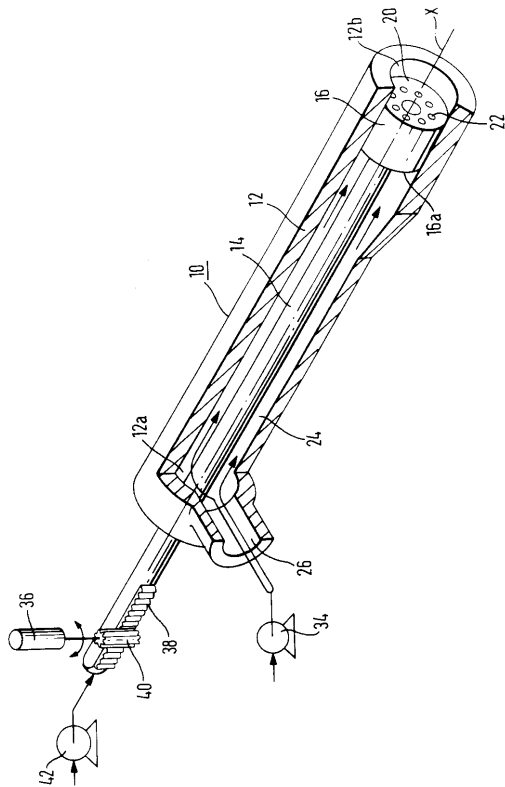
【図 6】図 6 は、図 5 において矢印 W の方向で見たバーナーブロックの端面図である。

【図 7】図 7 a は、本願発明に係わるバーナーブロックのさらに別の実施例の横断面図である。図 7 b は、図 7 a のバーナーブロックの端面図である。図 7 c は、ガス状の燃料を燃焼できるように変更した図 7 a 及び図 7 b のバーナーブロックの横断面図である。

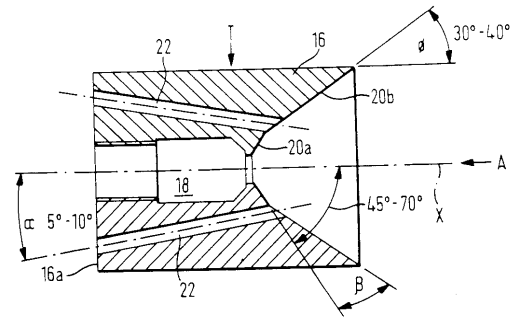
【符号の説明】

- | | | |
|---------|--------------------------|--------------------|
| 1 0 | 酸素－燃料バーナー | |
| 1 2 | ジャケット（被筒、ケーシング、またはハウジング） | |
| 1 2 a | 第 1 の入口端 | 1 2 b 第 2 の出口端 |
| 1 4 | 中心燃料供給管（燃料供給ダクト） | 20 |
| 1 6 | バーナープレート（バーナーブロック） | |
| 1 6 a | 後部面 | |
| 1 8 | 中心出口（燃料排出出口、燃料供給出口） | |
| 2 0 | 円錐形内面（円錐面） | 2 0 a 上流側の円錐面 |
| 2 0 b | 下流側の円錐面 | 2 0 a ' 第 1 の発散円錐面 |
| 2 0 b ' | 第 2 の発散円錐面 | |
| 2 2 | 酸素出口（酸素ダクトまたは酸素供給出口） | |
| 2 2 ' | 酸素出口 | 2 4 通路（ダクト） |
| 2 6 | 入口 | 3 4 ポンプ |
| 3 6 | モータ | 3 8 ラック構造体 |
| 4 0 | ピニオン構造体 | 4 2 ポンプ |
| 5 0 | 空気出口 | 5 2 a キャップアセンブリ |
| 5 2 b | キャップアセンブリ | 5 4 第 1 の発散円錐面 5 4 |
- 30

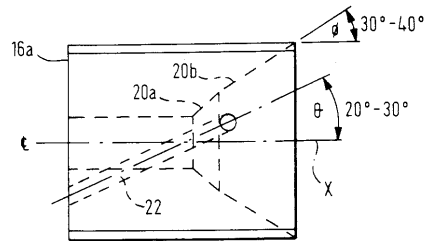
【図 1】



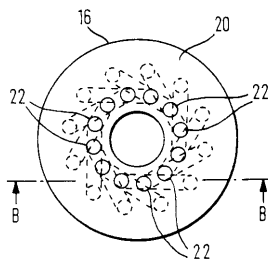
【図 2】



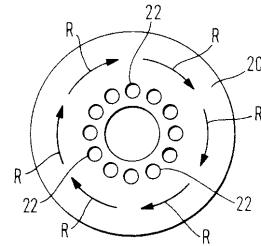
【図 3】



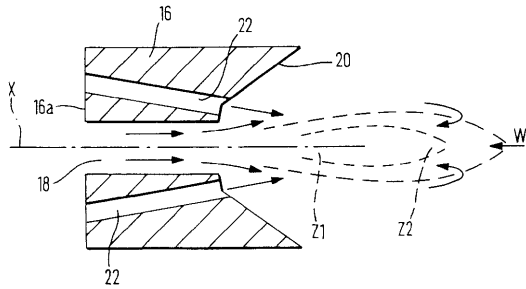
【図 4】



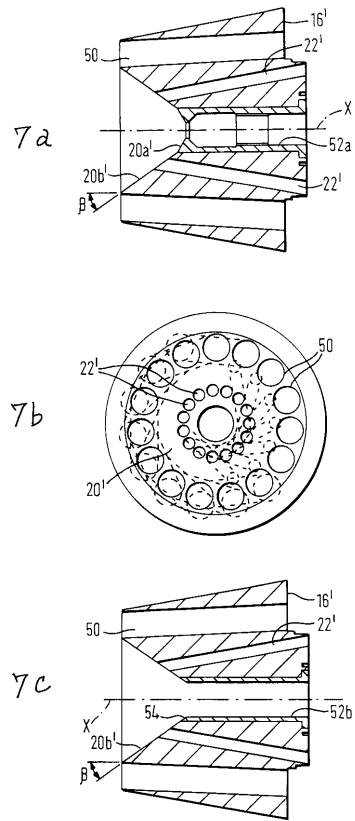
【図 6】



【図 5】



【図 7】



フロントページの続き

(74)代理人 100075236

弁理士 栗田 忠彦

(74)代理人 100075270

弁理士 小林 泰

(74)代理人 100083895

弁理士 伊藤 茂

(72)発明者 クリスティアーン・ユアン・フェルダーマン

イギリス国エス 3 1 ・ 9 ジーダブリュー, シェフィールド, エッキントン, グリーンフィールズ
1 2

審査官 川端 修

(56)参考文献 米国特許第 5 5 5 4 0 2 2 (US, A)

米国特許第 4 4 7 5 8 8 5 (US, A)

実開昭 6 0 - 3 2 6 0 9 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23D 11/38

F23D 11/10