(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3692556号

(P3692556)

(45)発行日　平成17年9月7日(2005.9.7)　(24)登録日　平成17年7月1日(2005.7.1)

(51)Int.Cl.[7]	F I
F23C 11/00	F23C 11/00 311
F23C 9/08	F23C 11/00 ZAB
	F23C 9/08 301

請求項の数 3　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願平7-35223
(22)出願日　平成7年2月23日(1995.2.23)
(65)公開番号　特開平8-226611
(43)公開日　平成8年9月3日(1996.9.3)
審査請求日　平成13年10月5日(2001.10.5)

前置審査

(73)特許権者　592006408
株式会社日本ケミカル・プラント・コンサルタント
東京都千代田区神田鍛冶町３丁目８番地６
(74)代理人　100073818
弁理士　浜本　忠
(72)発明者　丸子　三郎
神奈川県大和市上和田４３０－３

審査官　早野　公恵

最終頁に続く

(54)【発明の名称】燃料の燃焼方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

理論必要空気量に対して１．０～１．４倍の範囲になるように理論量乃至やや過剰量の空気に燃料を充分に混合した混合気を、火炎伝播速度以上の速度で燃焼室に流入させて点火するようにし、燃料と空気とをベンチュリー混合器にて混合し、かつ、ベンチュリー混合器のスロート部を通過する混合気の速度を５０ｍ／ｓｅｃ以上にし、上記ベンチュリー混合器にスロート部の面積を調節可能にしたものを用い、無炎燃焼可能な最大熱量の１／１０程度まで燃焼量を調節できるようにしたことを特徴とする燃料の燃焼方法。

【請求項２】

理論必要空気量に対して１．０～１．４倍の範囲になるように理論量乃至やや過剰量の空気に燃料を充分に混合した混合気を、火炎伝播速度以上の速度で燃焼室に流入させて点火するようにし、燃料として液体燃料を用い、燃料と空気との混合にあたって、そのいずれか、あるいは双方を、混合気中の燃料高沸点成分が液体として存在しない温度に予熱した後に混合し、燃料と空気とをベンチュリー混合器にて混合し、かつ、上記ベンチュリー混合器のスロート部を通過する混合気の速度を５０ｍ／ｓｅｃ以上にし、上記ベンチュリー混合器にスロート部の面積を調節可能にしたものを用い、無炎燃焼可能な最大熱量の１／１０程度まで燃焼量を調節できるようにしたことを特徴とする燃料の燃焼方法。

【請求項３】

希釈用空気を燃焼室を構成する壁面に沿って送入し、理論燃焼に近い燃焼を行なった燃焼ガスの温度を、燃焼室の壁面内壁を構成する壁材の耐熱温度以下に冷却するようにした

ことを特徴とする請求項１，２のいずれかに記載の燃料の燃焼方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、液体燃料あるいは気体燃料を燃焼して、高温で、かつ極めてＮＯ$_x$が低い燃焼ガスを得るための燃料の燃焼方法に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来のこの種の燃焼方法としては、特開平２－２１１０５号公報に開示されている方法等が知られており、また本出願人の出願に係る特開平６－３３１１０５号公報にて開示された改良方法もあるが、これら従来の方法を使用する際、燃焼ガス中のＮＯ$_x$発生量を極めて低く抑えるためには、燃料と空気の混合気中の燃料濃度が希薄で、爆発限界濃度以下であることが必要であり、その結果火炎が生じないと考えられていた。
【０００３】
燃料が液体燃料の場合でも、燃焼用空気が十分予熱してあれば、燃料と空気の混合気中の燃料の濃度が希薄であるので、混合気の温度は、存在する燃料高沸点成分の分圧から計算して、凝縮液化を起こす温度以上にあると判断され、火炎を生じることがなかった。
【０００４】
その場合、混合気が燃焼する際の燃料濃度が低いため、燃焼温度が１５００℃を超えることがないので、余剰の酸素が存在してもＮＯ$_x$の発生が多くなることはなかった。しかし、着火限界濃度（理論量の１．４倍位の空気量まで）以上の空気が存在するために、電気スパークなどによる着火ができず、継続燃焼するためには、特開平２－２１１０５号公報に示すような構造の燃焼器の助けが必要であった。なお、こうした条件では燃焼温度が１５００℃以下であったから、燃焼室を構成する材料を既存のセラミックスから選択して使用するだけで、特に冷却手段を用いなくても連続使用が可能であった。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
従来の方法で、ＮＯ$_x$発生量の極めて低い燃焼を行なおうとすると、余剰の酸素を存在させる必要があり、得られる温度もせいぜい１５００℃止まりである上、不必要な空気を加熱することになり、装置がかさばり効率良くエネルギーを利用することができなかった。もし、ほぼ理論量の空気を用い、燃料を完全燃焼させることができれば、上記の欠点が解消し、効率良くエネルギーが利用できるばかりでなく、少なくとも２０００℃に達する高温を低ＮＯ$_x$の条件で得ることが可能となる。そのためには、燃料を効率良く燃焼しうるよう空気と均一に混合し、凝縮液化が起こらないような温度で着火燃焼することが必要である。
【０００６】
また上述したように、ほぼ理論量の空気を用い十分混合した上で完全燃焼させる場合は、燃焼室内部が２０００℃を超える温度に達するため、ボイラーのように燃焼室内に熱吸収パイプが組み込まれて熱吸収手段を備えた形となっている場合以外は、燃焼室を形成する壁の劣化を防ぐために、何らかの冷却手段を組み合わせる必要がある。
【０００７】
本発明は上記のことにかんがみなされたもので、無炎状態で２０００℃に達する高温で、かつ極めて低いＮＯ$_x$発生でもって燃焼でき、さらに、電気スパークやパイロットバーナにて容易に着火でき、そしてさらに、大がかりな冷却手段を組み合わせることなしに燃焼室の壁材の劣化を防止できるようにした燃料の燃焼方法を提供することを目的とするものである。
【０００８】
【課題を解決するための手段】
上記目的を達成するために、本発明に係る燃料の燃焼方法は、理論必要空気量に対して１．０～１．４倍の範囲になるように理論量乃至やや過剰量の空気に燃料を充分に混合し

た混合気を、火炎伝播速度以上の速度で燃焼室に流入させて点火するようにし、燃料と空気とをベンチュリー混合器にて混合し、かつ、ベンチュリー混合器のスロート部を通過する混合気の速度を５０ｍ／ｓｅｃ以上にし、上記ベンチュリー混合器にスロート部の面積を調節可能にしたものを用い、無炎燃焼可能な最大熱量の１／１０程度まで燃焼量を調節できるようにした。

【０００９】

また、理論必要空気量に対して１．０～１．４倍の範囲になるように理論量乃至やや過剰量の空気に燃料を充分に混合した混合気を、火炎伝播速度以上の速度で燃焼室に流入させて点火するようにし、燃料として液体燃料を用い、燃料と空気との混合にあたって、そのいずれか、あるいは双方を、混合気中の燃料高沸点成分が液体として存在しない温度に予熱した後に混合し、燃料と空気とをベンチュリー混合器にて混合し、かつ、上記ベンチュリー混合器のスロート部を通過する混合気の速度を５０ｍ／ｓｅｃ以上にし、上記ベンチュリー混合器にスロート部の面積を調節可能にしたものを用い、無炎燃焼可能な最大熱量の１／１０程度まで燃焼量を調節できるようにした。

【００１０】

さらに上記燃焼方法において、希釈用空気を燃焼室を構成する壁面に沿って送入し、理論燃焼に近い燃焼を行なった燃焼ガスの温度を、燃焼室の壁面内壁を構成する壁材の耐熱温度以下に冷却する。

【００１１】

【作用】

上記本発明に係る燃料の燃焼方法では、燃焼用空気中に燃料を混合しやすいように分散して供給し、混合気のいずれの部分をとっても理論燃焼温度が均一になるように、直ちに混合器で十分な混合を行なって、火炎伝播速度以上の速度で燃焼室に流入させた後に、電気スパークなどの適当な手段で着火燃焼させる。この場合に使用する混合器は、スタティックミクサーやオリフィスミクサー等でもよいが、ベンチュリー混合器を使用する方が効果的である。燃料を多数の孔を通して分散供給し、燃焼用空気に混合すれば、空気と燃料の混合は容易になる。

【００１２】

このように、燃料と空気が十分に混合された混合気を、火炎伝播速度以上で燃焼室に流入させた後に着火燃焼させた場合に、従来のような、必ずしも十分とは言えない混合をして着火燃焼させる方法と異なり、高温連続燃焼が達成できる上火炎を生じない無炎燃焼となり、空気比１．０～１．４の範囲でも、NO_x の発生を１５～３０ｐｐｍ（酸素０％換算で）程度に抑えることができる。

【００１３】

現在のところ、燃焼用空気と燃料の混合度合を表わす適当な特性値は見い出されていないが、燃焼用空気と燃料の混合度合によって、燃焼した場合の火炎の色が顕著に異なるので、その色によって混合程度を表現することは可能である。混合の度合が不十分な場合は、黄赤色の火炎を生じて燃焼する。それより混合の程度がよくなれば、火炎の色は青みがかっていく。さらに混合度合が高まって完全混合に近づくと、火炎はまったく肉眼で判別できなくなり写真でも確認できないくらい無色に近づく。この状態を無炎燃焼と呼ぶことができる。このような燃焼状態に達すれば、排気燃焼ガス中のNO_x は極めて低く抑えることができる。また、ベンチュリー混合器を使用した場合、ベンチュリー混合器のスロート部を通過する燃焼用空気と燃料の混合気の速度を５０ｍ／ｓｅｃ以上とすれば、無炎状態の燃焼が可能となることが判った。

【００１４】

一般に、常温の燃焼空気の場合、火炎伝播速度は５～６ｍ／ｓｅｃ位であるので、燃焼室への混合気の流入速度を、それ以上の速度にすればバックファイアは起こらないと考えられる。混合度合を十分に高くするにはベンチュリー出口の速度の少なくとも５倍以上の速度でベンチュリーのスロート部を通過させなくてはならないから、その点からも混合気の通過速度を５０ｍ／ｓｅｃ以上とすることが妥当と考えられる。

【００１５】
燃料が液体の場合では、燃焼用空気中にそのまま常温で分散投入した場合、燃料の蒸発により温度が降下し燃料中の高沸点成分が部分液化する恐れがあるから、燃料中の高沸点物の分圧から計算して、混合気中に液体が残存しえない温度まで、燃焼用空気を予熱する必要がある、燃料が灯油の場合、そのドライポイントは２８０℃位であるが、高沸点成分の含量を考慮すると、安全を見て燃焼用空気を１８０℃位まで予熱しておくことが必要である。

【００１６】
またその場合、燃焼用空気を予熱する代わりに、燃料を予熱蒸発して燃焼用空気と混合し、混合気の温度が燃料中の高沸点成分が液体として存在しえないような温度になるように過熱蒸気としておけば、常温の燃焼用空気と混合しても問題はない。灯油の場合では、過熱蒸気として４００℃位にしておくことが望ましい。また、燃焼用空気が常温より高い温度になっている場合には、燃料の予熱温度をその分だけ低くすることができるのは勿論である。燃焼用空気と燃料の混合気中に、液体燃料中の高沸点成分が液化状態で共存した場合には、全体として無炎状態の燃焼に見えるとしても、良く観察すれば、無色の炎の部分の中に点々と着色した部分が観察され、NO_x の発生量は、急激に増加する。燃料中の高沸点成分が液体として存在する程度が低い場合には、その着色部分は青みがかっているが、その場合でもNO_x はやはり増加していることが判る。

【００１７】
そして、上記燃料の燃焼方法において、ベンチュリー混合器のスロート部の面積を変えることにより無炎燃焼可能な最大熱量の１／１０程度まで燃焼量が調整される。

【００１８】
【実施例】
以下に本発明の実施例を説明する。
図１は本発明方法を利用した還流ボイラーの例を示したものである。主燃焼室１は、断熱材２で隔てられた外壁材３で囲まれており、側壁に燃焼ガス出口４が設けられている。燃料供給パイプ５の先端に設けられた多数の微細噴出口６（図２参照）から噴出された燃料は、燃焼用空気入口７から送入された空気と予備混合された後、ベンチュリー混合器８を通して完全混合に近い混合気とし、火炎伝播速度以上の速度で主燃焼室１に供給され、点火棒９により着火して無炎状態で継続燃焼させる。点火棒９は燃焼が開始されれば引っ込めて、高温による損耗を防止する。空気比が１．０～１．４の範囲であれば爆発限界の燃料濃度であるので、無炎燃焼でも安定した燃焼が継続される。

【００１９】
燃焼ガスは、伝熱管１０を貫流する液体を加熱した後、燃焼ガス出口４より外部に排出される。加熱された液体は、ボイラー内に設置されたヘッダー１１を有する伝熱管１０から上部につけられた気液分離器１２を通すことにより蒸気を分離した後、補給用の給水管１３を設けた液循環パイプ１４を経てヘッダーに還流される。得られた蒸気は、蒸気出口パイプ１５から外部に取り出される。燃焼ガスの温度が２０００℃を超える場合でも、熱吸収効果を持つ蒸発用伝熱管１０が燃焼室内にあるため、炉材の温度は耐用温度以下の１３００℃までに保たれるため、長期間使用しても燃焼炉が駄目になることがない。

【００２０】
なお、工業的に使用することができるためには、どんな燃焼量の場合でもほぼ完全な無炎状態が保たれなければならないから、燃焼用空気と燃料の混合度合を常に完全混合に近く維持しながら燃焼量を変化させられるよう、燃焼量に応じてスロート部の面積が変化しその部分の混合気の流速がほぼ一定になるよう自動調節できるタイプのベンチュリー混合器を使用するのがよい。例えば、実用新案登録第１７４３１２７号に開示されているような、中子を有するベンチュリー混合器が勧められる。これは図３に示すようになっていて、燃焼量を変化させた際、送入された混合気の圧力の変化に応じて、ベンチュリーヘッダー１６に設けられたベローズ１７、バネ１８の働きでベンチュリー中子１９が移動し、ベンチュリーの隙間を流れる混合気の流速が変わらないように自動調節される。その場合、

所要熱量を１：１０の間で調節した場合にも、ベンチュリー中子１９が前後に移動して完全混合状態が維持され無炎燃焼が継続できるよう、スロート部の形状と面積が設計されていることが望ましい。

【００２１】

このように、理論燃焼に近い燃焼を行い、２０００℃程度の燃焼ガスを利用する場合、外壁の温度が非常に高くなり、炉材が長期使用に耐えられなくなる恐れもあるので、希釈用空気を燃焼室の内壁面に沿って送入し、炉材の耐熱温度まで冷却することが行われる。例えば、図３では、冷却用空気入口２０より流入した冷却用空気が、主燃焼室１の外壁の断熱材２に設けられた冷却用空気噴出口２１より、断熱材２の内壁に沿って送入され、壁炉材を耐用温度以下に保つように冷却している。

【００２２】

図４は、都市ごみの焼却残灰を溶融してタイルなどを製造する場合に使用される燃焼炉の一例である。この場合、都市ごみ焼却残灰は燃焼用空気によって空気輸送され、その空気に燃料を加え混合器８で十分な混合状態にした後、得られた混合気を火炎伝播速度以上で主燃焼室１内に送入する。主燃焼室１内で混合物を上部から下方に流し、点火棒９により着火燃焼させると燃焼ガスは凡そ２０００℃程度の温度に達し、焼却残灰は溶融温度が約１３００℃であるので直ちに溶融して下部に滞留する。一方、燃焼ガスは系外に排出されるが、温度が２０００℃近くのままでは燃焼室を構成する炉材を傷めるので、炉壁に沿って冷却用空気を送入し炉材の温度を冷却してやる必要がある。

【００２３】

これは図３に示したものと同様に、空気は冷却用空気入口２０より入れて、断熱材２に設けられた冷却用空気噴出口２１より主燃焼室１の内壁に沿って噴出させることで目的を達成できる。主燃焼室１の下部に滞留した溶融灰２２は、溶融灰取り出し口２３からの外部に排出し、タイルなどに成型される。こうして溶融灰の温度を流動可能な程度の最適温度に保ちつつ、炉材も保護される。

【００２４】

また、ガスタービンの燃焼器の場合、最高でも１４００℃程度で運転されているので、本発明の方法を用いた場合、燃焼室の壁面に沿って希釈をかねた冷却用の空気を流し、温度を下げると共に炉材を保護して、装置をコンパクトにできる。ピストン型の内燃機関では、この方法の採用によりNO_xの発生が少なくなり、未燃焼分も減るので、排ガス処理用の触媒燃焼装置が不要となる可能性がある。

【００２５】

本発明方法にて、燃料と燃焼用空気とをいろいろの条件下で供給して燃焼させた場合の火炎の状態とNO_x発生量の関係は表１に示すようになった。

【００２６】

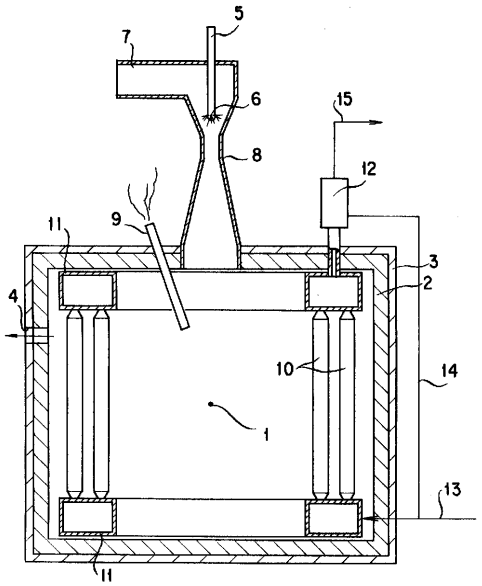
【表１】

項目 / No	燃料 種類	燃料 投入温度℃	空気入口温度℃	理論空気比	ベンチュリースロート通過速度 (混合気) m/sec	O_2 0% NO_x ppm	火炎の状態
1	プロパン	20	37	1.09	48.7	106	ブルーの火炎
2	プロパン	20	37	1.09	68.9	28	無炎
3	灯油	400	44	1.01	40.9	129	ブルーの火炎
4	灯油	400	45	1.01	51.0	15	無炎
5	灯油	20	150	1.33	75.6	50	一部分にブルーの火炎有り
6	灯油	20	200	1.23	78.2	27	無炎
7	灯油	20	200	1.28	81.3	18	無炎

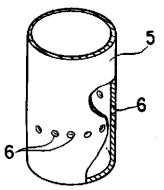
【００２７】
表１に示すように、実験Ｎｏ１，２はプロパン（気体燃料）、Ｎｏ３～７は灯油（液体燃料）を用いており、液体燃料を用いたＮｏ３，４では燃料を４００℃まで予熱して混合し、Ｎｏ５～７では燃焼用空気を１５０～２００℃に予熱して混合している。
【００２８】
これらの実験例のうち、液体燃料を予熱するものでは、ベンチュリースロートの通過速度が５０ｍ／ｓｅｃを超えたＮｏ４では無炎となり、NO_x も３０ｐｐｍ以下に抑えられたが、通過速度が遅い（４０．９ｍ／ｓｅｃ）のＮｏ３の場合、NO_x を十分低くできず、火炎はブルーであった。
【００２９】
一方燃焼空気を予熱する実験例では、燃焼空気を２００℃として充分加熱した場合（Ｎｏ６，７）は無炎状態となり、NO_x が充分低くなるが、予熱温度が１５０℃（Ｎｏ５）ではベンチュリースロートの通過速度が高くてもNO_x が５０ｐｐｍとなりNO_x を充分低くするという目的を達成することがむずかしい。
【００３０】
一方気体燃料を用いた実験例（Ｎｏ１，２）においても、混合気のベンチュリースロート通過速度が５０ｍ／ｓｅｃ以下ではNO_x が１００ｐｐｍ以上となる（Ｎｏ１）が、６８．９ｍ／ｓｅｃと高速にした実験例（Ｎｏ２）では無炎となり、NO_x が３０ｐｐｍ以下に抑えられた。
【００３１】
【発明の効果】
本発明に係る燃焼方法によれば、気体及び液体の燃料を無炎状態で２０００℃に達する高温で、かつNO_x 発生を極めて低く抑えて燃焼できる。さらに電気スパークやパイロットバーナにて容易に着火できる。また大がかりな冷却手段を組合わせることなしに燃焼室の壁材の結果を防止できる。
【００３２】
そして特に本発明によれば、ベンチュリー混合器のスロート部の面積を調節可能にしたものを用い、無炎燃焼可能な最大熱量の１／１０程度まで燃焼量を調節できる。
【図面の簡単な説明】
【図１】　本発明方法に用いる燃焼装置の一例を示す構成説明図である。
【図２】　燃料出口孔部を示す拡大図である。

【図３】　スロート面積可変形のベンチュリー混合器を用いた燃焼装置を示す構成説明図である。
【図４】　本発明方法を利用した燃焼装置例を示す構成説明図である。
【符号の説明】
１…主燃焼室、２…断熱材、３…外壁材、４…燃焼ガス出口、５…燃料供給パイプ、６…微細噴出口、７…燃焼用空気入口、８…ベンチュリー混合器、９…点火棒、１０…伝熱管、１１…ヘッダー、１２…気液分離器、１３…給水管、１４…液循環パイプ、１５…蒸気出口パイプ、１６…ベンチュリーヘッダー、１７…ベローズ、１８…バネ、１９…ベンチュリー中子、２０…冷却用空気入口、２１…冷却用空気噴出口、２２…溶融灰、２３…灰取り出し口。

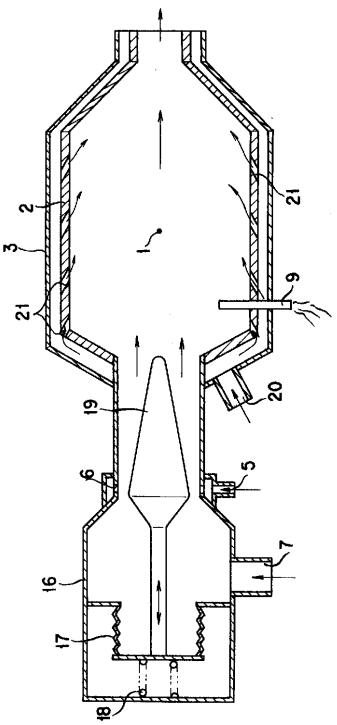
【図１】



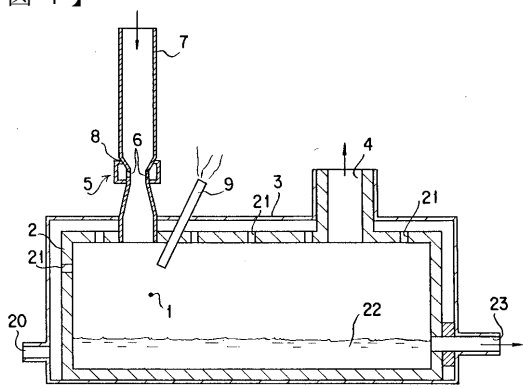
【図２】



【図３】



【図４】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０４－００９５０４（ＪＰ，Ａ）
特公昭６１－０１３１２４（ＪＰ，Ｂ２）
特開昭４８－００７３２５（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－００３８０２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
F23C 11/00 311
F23C 9/08 301