

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3986182号
(P3986182)

(45) 発行日 平成19年10月3日(2007.10.3)

(24) 登録日 平成19年7月20日(2007.7.20)

(51) Int.C1.

F 1

F23C 99/00 (2006.01)
F23D 1/00 (2006.01)F23C 99/00 330
F23D 1/00 C

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-305514
 (22) 出願日 平成10年10月27日(1998.10.27)
 (65) 公開番号 特開2000-130710(P2000-130710A)
 (43) 公開日 平成12年5月12日(2000.5.12)
 審査請求日 平成16年4月6日(2004.4.6)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (73) 特許権者 000005441
 バブコック日立株式会社
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
 (74) 代理人 100078134
 弁理士 武 顯次郎
 (72) 発明者 岡▲崎▼ 洋文
 茨城県日立市大みか町7丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立研究所内
 (72) 発明者 小林 啓信
 茨城県日立市大みか町7丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】微粉炭燃焼バーナおよびそれを備えた燃焼装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

微粉炭と一次空気との混合物を噴出する微粉炭ノズルの外周に二次空気を噴出する二次空気ノズルが同心円状に設けられるとともに、該二次空気ノズルの外周に三次空気を噴出する三次空気ノズルが同心円状に設けられ、前記二次空気ノズルの外周壁の先端に拡管部が設けられている微粉炭燃焼バーナにおいて、

前記微粉炭ノズルと前記二次空気ノズルを隔てる隔壁先端部に一次空気の流れに対し略垂直な平面を有する障害物と二次空気の流れに対し略垂直な平面を有する案内板を設け、

前記障害物の平面は、前記案内板の平面より前記微粉炭ノズルの軸方向の上流側に位置し、

前記案内板の平面は、前記拡管部の先端よりも前記微粉炭ノズルの軸方向の下流側に突出させて設けたことを特徴とする微粉炭燃焼バーナ。

【請求項2】

請求項1に記載の微粉炭燃焼バーナにおいて、前記案内板にスリットが設けられていることを特徴とする微粉炭燃焼バーナ。

【請求項3】

請求項1に記載の微粉炭燃焼バーナにおいて、前記障害物と案内板の少なくとも一方の先端に周方向に沿って切り欠きを設けたことを特徴とする微粉炭燃焼バーナ。

【請求項4】

微粉炭燃焼バーナを備えた燃焼装置において、前記微粉炭燃焼バーナが請求項1ないし3のいずれか1項記載の微粉炭燃焼バーナであることを特徴とする燃焼装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、微粉炭を気流搬送して燃焼させるバーナに係わり、特に、窒素酸化物（以下NO_xと記す）濃度を低減するのに好適な微粉炭燃焼バーナに関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に燃焼バーナにおいて、燃焼時に発生するNO_xの抑制が課題となる。特に石炭は窒素含有量が気体燃料や液体燃料に比べて多い。このため、微粉炭燃焼バーナの燃焼時に発生するNO_xを減少させることは、気体燃料や液体燃料の場合以上に重要である。

10

【0003】

微粉炭の燃焼時に発生するNO_xはほとんどが石炭中に含まれる窒素が酸化されて発生するNO_x、いわゆるフューエルNO_xである。このNO_xを減らすため、従来より種々のバーナ構造や燃焼方法が検討されてきた。

【0004】

その燃焼方法の1つとして、火炎内に酸素濃度の低い領域を形成して、NO_xを還元する方法がある。例えば、特開平1-305306号公報（U.S.P. 4,930,430）、特開平3-211304号公報、特開平3-110308号公報、U.S.P. 5,231,937、U.S.P. 5,680,823等には、低酸素濃度霧団気の火炎を形成し、かつ石炭を完全燃焼させる方法、さらには、微粉炭を気流搬送する燃料ノズルを中心とし、その外側に空気を噴出する空気ノズルを備える構造が開示されている。これらの従来技術によれば、火炎の内部に酸素濃度の低い還元炎領域を形成しており、還元炎領域でNO_xの還元反応を進行させ、火炎内で発生するNO_x量を少なくしている。また、特開平3-211304号公報および特開平3-110308号公報、U.S.P. 5,231,937には、微粉炭ノズルの先端に保炎リングを設けて火炎を安定化させることができることが記載されている。これらの従来技術によれば、微粉炭ノズルの先端部に保炎リングあるいは障害物を設けることにより、微粉炭ノズルの先端部下流側に循環流が形成され、この循環流内には高温のガスが滞留するため、微粉炭の着火が進み、火炎の安定性を高めることができる。

20

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記従来技術では、未だ、NO_x発生の抑制に対しては未だ十分ではない。

【0006】

本発明の目的は、上記従来技術の問題点を改善して、NO_x発生量をより一層低減できる微粉炭燃焼バーナを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記の課題を解決するために、次のような手段を採用した。

【0008】

微粉炭と一次空気との混合物を噴出する微粉炭ノズルの外周に二次空気を噴出する二次空気ノズルが同心円状に設けられるとともに、該二次空気ノズルの外周に三次空気を噴出する三次空気ノズルが同心円状に設けられ、前記二次空気ノズルの外周壁の先端に拡管部が設けられている微粉炭燃焼バーナにおいて、

30

前記微粉炭ノズルと前記二次空気ノズルを隔てる隔壁先端部に一次空気の流れに対し略垂直な平面を有する障害物と二次空気の流れに対し略垂直な平面を有する案内板を設け、

前記障害物の平面は、前記案内板の平面より前記微粉炭ノズルの軸方向の上流側に位置し、

前記案内板の平面は、前記拡管部の先端よりも前記微粉炭ノズルの軸方向の下流側に突

40

50

出させて設けたことを特徴とする。

【0009】

このように、微粉炭ノズルの外周に二次空気ノズルおよび三次空気ノズルを同心円状に配置したので、一次空気によって酸素濃度の低い還元炎領域を形成してNO_x発生を抑制し、二次空気および三次空気を還元炎領域の後流側で混合して酸化炎を形成し、完全燃焼が図られ、二次空気および三次空気の混合を遅くして還元炎領域を大きく形成し、NO_xの発生を抑制する効果を高めることができる。

【0010】

また、微粉炭はそれ自体の着火性は悪く、火炎を安定して形成するためには、火炎の下流側の高温の燃焼ガスを微粉炭ノズルの噴出口近くまで引き寄せることが望ましいが、微粉炭ノズルと二次空気ノズルとを隔てる隔壁の先端下流側に低圧部が形成されて循環流が形成されるので、高温の燃焼ガスが引き戻されるようになる。

10

【0011】

また、二次空気が二次空気ノズルの外周側先端の拡管部に沿って外周に流れるようになるので、微粉炭ノズルと二次空気ノズルを隔てる隔壁の下流側に形成される循環流は大きくなり、このため、二次空気と微粉炭との混合を遅らせることができる。さらに、循環流が大きくなるので、循環流内に高温の燃焼ガスが流入し、微粉炭の着火性が向上する。

【0012】

また、二次空気の流れを外周側に寄せる案内板を設けたので、二次空気と三次空気と微粉炭との混合を遅らせて、還元炎領域を大きくすることが可能となり、さらに、微粉炭ノズルと二次空気ノズルを隔てる隔壁下流の循環流は大きくなるので、微粉炭の着火性が良くなり、酸素の消費が早まることで還元炎領域が大きくすることができます。

20

【0013】

また、案内板に二次空気の流れに対し略垂直な平面を設けることにより、二次空気を外側に向ける効果が大きくなり、二次空気と微粉炭との混合を遅らせるのに有効である。

また、微粉炭ノズルと二次空気ノズルを隔てる隔壁先端部に一次空気の流れに対し略垂直な平面を有する障害物と二次空気の流れに対し略垂直な平面を有する案内板を設け、前記障害物の平面を前記案内板の平面より微粉炭ノズルの軸方向の上流側に配置することにより、障害物と案内板の後にそれぞれ循環流が形成され、この循環流はバーナ軸方向へ伸びる。このため下流側から高温の燃焼ガスが流入するので、循環流の温度は上昇し、微粉炭の着火性は向上する。

30

【0017】

また、請求項1に記載の微粉炭燃焼バーナにおいて、前記案内板にスリットが設けられていることを特徴とする。

【0018】

このように案内板にスリットを設けることにより、案内板の熱変形を抑制することができる。

【0021】

また、請求項1に記載の微粉炭燃焼バーナにおいて、前記障害物と案内板の少なくとも一方の先端に周方向に沿って切り欠きを設けたことを特徴とする。

40

【0022】

このように障害物、案内板の先端に周方向に沿って切り欠きを設けることにより、障害物、案内板の熱変形を緩和できる。また、障害物、案内板の下流側の乱れが増大し、循環流が発達しやすくなる。

【0035】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の第1の実施形態を図1および図2を用いて説明する。

【0036】

図1(a)は本実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナの概略図、図1(b)、(c)は、図1(a)に示すノズル先端域の空気流を説明するための拡大図である。

50

【0037】

これらの図において、10は、上流側で図示されていない搬送管に接続され、1次空気と共に微粉炭を供給搬送する微粉炭ノズル、11は二次空気を噴出する二次空気ノズルであり、微粉炭ノズル10の外周に同心円状に流路が形成されている。12は三次空気を噴出する三次空気ノズルであり、二次空気ノズル11の外周に同心円状に流路が形成されている。一次空気と二次空気と三次空気の流量配分比は、例えば、1~2:1:3~7である。13は流入する微粉炭および一次空気、14は流入する二次空気、15は流入する三次空気を示している。16は微粉炭ノズル10を貫通して設けられたオイルガンであり、バーナ起動時または低負荷燃焼時に助燃のために使用される。17は微粉炭の逆火を防止するための微粉炭ノズル10のノズル内径を狭める絞り部、18は微粉炭ノズルと二次空気ノズルを隔てる隔壁28先端に設けられ一次空気と二次空気とを分離し循環流31を拡大するための保炎リング、19は火炉壁を構成するバーナスロートであり、三次空気ノズルの外周壁を兼ねる。20は二次空気ノズルと三次空気ノズルを隔てる隔壁21の先端に設けられたガイドスリーブであり、本発明でいう拡管部である。22は三次空気を二次空気ノズルの円周に沿って旋回させるための旋回器であり、この実施形態では通常レジスタ羽根と呼ばれる空気旋回羽根が用いられる。23は二次空気を流入する側板、24は火炉壁19に設けられる水管、25は二次空気が導入されるウインドボックス、26は二次空気を調節するダンパ、27は二次空気を微粉炭ノズルの円周に沿って旋回させるための旋回器であり、本実施例では通常ペーンと呼ばれる空気旋回羽根を用いている。28は微粉炭ノズル10と二次空気ノズル11の間の隔壁、30は二次空気ノズル11の内周壁先端部に設けられ、二次空気を外周側方向に噴出するための案内板、31は一次空気ノズル10と二次空気ノズル11の噴出域間に形成される循環流、32は一次空気ノズル10内に設けられる障害物である。52は二次空気ノズル11から噴出される二次空気流、53は三次空気ノズル12から噴出される三次空気流である。65aは保炎リング18に付属して、二次空気ノズルの内周部に設けられる障害物である。

【0038】

図2は、図1(b)に示す微粉炭燃焼バーナと対比するために示した従来の微粉炭燃焼バーナのノズル先端域の空気流を説明するための拡大図である。

【0039】

なお、図2に示す構成は、図1(a)に示すものと、案内板30が設けられていない点で相違する。

【0040】

次に本実施形態の燃焼動作を図1(a)と図1(b)に基いて説明する。

【0041】

微粉炭燃焼バーナの燃焼が始まると、微粉炭ノズル10と二次空気ノズル11を隔てる隔壁28の下流の空気はそれぞれのノズルから噴出する空気に巻き込まれるために、隔壁28の下流は圧力が低下し、下流から上流に向かって流れる循環流が形成される。隔壁28の先端部には保炎リング18を設けているので、一次空気と二次空気は分離され、循環流は拡大する。この循環流内には高温のガスが滞留するため、微粉炭の着火は進み、火炎の安定性は高まる。障害物32の下流では微粉炭は慣性力により、隔壁28近くに集まる。このため、循環流近くは微粉炭の濃度が高まり、微粉炭ノズルの出口近傍に微粉炭と一次空気による火炎が安定して形成される。さらにこの火炎内で酸素の消費が進むため、火炎内には酸素濃度の低い還元炎領域が広がり、NOx発生量を少なくすることができます。また、着火が早まるため石炭の燃焼は進み、燃焼灰中の未燃焼分(以下、未燃分と記す)も減少する。さらに空気旋回羽根22、27を設けているので、二次空気と三次空気が旋回流として噴出し、その遠心力により保炎リング18下流の負圧は高まり、循環流はさらに拡大する。これによりバーナ近傍での二次空気や三次空気と微粉炭との混合が遅れ、火炎内の酸素濃度が減少するため、還元炎領域は広がる。

【0042】

本実施形態では、さらに、二次空気ノズル11から噴出する二次空気流52を二次空気ノ

10

20

30

40

50

ズル 1 1 の外周側に偏向させる手段として、二次空気ノズル 1 1 の内周壁の先端部に案内板 3 0 を設けるようにした。二次空気は外周側方向に噴出し、二次空気や三次空気と微粉炭流との混合はいっそう遅れ、保炎リング 1 8 下流の循環流 3 1 は拡大する。この循環流域には下流から戻る高温ガス量が増えるので、微粉炭の着火が促進されて還元炎領域が広がる。このため、NO_xや未燃分の発生をさらに減少させることができる。

【0043】

このときの燃焼状態の様子を、案内板 3 0 が設けられていない図 2 と対比して説明する。図 2 において、三次空気 5 3 は、テーパ状の円筒に形成されたガイドスリーブ 2 0 によって流路が曲げられ、外周側に噴出される。一方、二次空気ノズル 1 1 はガイドスリーブ 2 0 によりノズル出口部で流路が外周側に広がっている。空気は慣性により直進するため、二次空気 5 2 はバーナ軸方向に沿って流されやすい。このとき、ガイドスリーブ 2 0 に沿う領域の空気は二次空気 5 2 の流れに巻き込まれるため、二次空気の噴出方向とは逆方向に圧力の低下（以下、逆圧勾配と記す）が生じ、ガイドスリーブ 2 0 の下流には循環流 5 4 が形成される。この循環流 5 4 により三次空気 5 3 に中心に向かう流れが誘起され、三次空気 5 3 と微粉炭との混合が早まるので、還元炎領域が狭まる。

【0044】

それに対して、本実施形態では、図 1 (b) に示すように、案内板 3 0 により二次空気 5 2 は外周方向へ噴出する。このため、二次空気ノズル 1 1 と三次空気ノズル 1 2 を隔てるガイドスリーブ 2 0 の下流での循環流 5 4 の形成が阻止あるいは抑制される。また、外周方向へ噴出する二次空気 5 2 の運動量により、特に、二次空気 5 2 は三次空気 5 3 より外周側に向けて噴出するように構成したので、三次空気 5 3 はよりいっそう外周へ向かって流れる。このため、バーナ近傍での二次空気や三次空気と微粉炭との混合が遅れ、火炎内の還元炎領域が広がり、火炎内で発生するNO_xを低減することができる。また、案内板 3 0 の先端はガイドスリーブ 2 0 の先端よりもバーナ軸方向に対し下流側に位置しているため、二次空気の流れは外周に流れやすくなり、ガイドスリーブ 2 0 の下流に循環流 5 4 ができるにくい。

【0045】

なお、本実施形態では保炎リング 1 8 に付属する障害物 6 5 a によって二次空気ノズルの噴出口近傍の流路が狭められている。二次空気の噴出速度は高められるため、三次空気 5 3 と微粉炭との混合は遅らせることができる。

【0046】

このように、本実施形態によれば、二次空気ノズルに設けた案内板 3 0 により二次空気 5 2 は外周方向へ噴出する。また、二次空気ノズルと三次空気ノズルの間の隔壁下流での逆圧勾配が小さくなるため、二次空気ノズルの外周側にある三次空気ノズルから噴出する三次空気 5 3 も外周方向へ噴出する。このため、バーナ近傍での微粉炭と燃焼用空気との混合が抑制され、微粉炭はバーナ近傍では低酸素濃度雰囲気の状態で燃焼し、NO_xの発生量を減少させることができる。一例として、図 1 に示すバーナ（ガイドスリーブ 2 0 と案内板 3 0 の先端とのバーナ軸方向の間隔 10 mm）と図 2 に示すバーナにおいて石炭供給量 500 kg/h で燃焼試験した結果を表 1 に示す。

【0047】

【表 1】

10

20

30

40

表1

バーナ構造	NOx (ppm;6%vol酸素濃度換算)	灰中未燃分 (wt%)
案内板なし(図2)	111ppm	6.0
案内板あり(図1(b))	103ppm	6.0
案内板あり(図1(c))	107ppm	6.0

10

【0048】

このとき、図1に示すバーナの燃焼炉出口でのNO_x濃度は103ppm(6%酸素濃度換算)であったのに対し、図2に示すバーナのNO_x濃度は未燃分同一ベースで111ppm(6%酸素濃度換算)となり、本発明によるNO_x発生量の低減効果が認められた。

【0049】

また、図1(c)は、図1(c)の案内板30を図1(b)のものより上流側に移動した場合の空気流を説明するノズル先端域の拡大図である。図1(c)に示すバーナのよう²⁰に、案内板30をガイドスリーブ20の先端よりもバーナ軸方向の上流側に移動した場合、二次空気52は図1(c)に示すように流れる。すなわち、二次空気52は案内板30により流れの向きを外周方向に変えられるが、外周方向への流れはガイドスリーブ20により妨げられる。このため、バーナから噴出する二次空気は図1(b)に示すように案内板30をガイドスリーブ20の先端よりもバーナ軸方向に下流側に設置した場合よりも軸方向に向かって流れる。このため、図1(c)に示すように、ガイドスリーブ20の下流には循環流54が形成されやすい。そのため、この循環流54により、三次空気53には中心軸方向への流れが誘起されるため、三次空気53と微粉炭との混合が早まり、還元炎領域が狭まる。一例として、図1(c)に示すバーナ(案内板30の先端がガイドスリーブ20の先端よりもバーナ軸方向に10mm上流に位置する)において石炭供給量500kg/hで燃焼試験した結果を表1に示す。このとき、図1(b)に示すバーナの燃焼炉出口でのNO_x濃度は103ppm(6%酸素濃度換算)であったのに対し、図1(c)に示すバーナのNO_x濃度は未燃分同一ベースで107ppm(6%酸素濃度換算)となり、案内板30をガイドスリーブ先端よりもバーナ軸方向に下流側に位置させた場合よりもNO_x発生量が高まる。³⁰

【0050】

次に、本発明の第2の実施形態を図3を用いて説明する。

【0051】

図3は、本実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナのノズル先端部の概略図である。

【0052】

本実施形態は、図1(a)と図1(b)に示す第1の実施形態と比べて、案内板30の角度55とガイドスリーブ20の角度56とを調整可能とした点が相違し、その他の構成は同一である。⁴⁰

【0053】

本実施形態によれば、案内板30の角度55とガイドスリーブ20の角度56とを調整することにより、供給される微粉炭、一次空気量や燃焼用空気量に応じて、第1の実施形態に比べてさらに最適な循環流域を形成し、効果的にNO_xや未燃分を減少させることができる。

【0054】

このとき、案内板30の角度55は60度～90度、より好ましくは80度～90度にすることが望ましい。案内板30により二次空気52を外周方向へ噴出する。このため、二次空気ノズル11と三次空気ノズル12を隔てるガイドスリーブ20の下流での循環流5

50

4の形成が阻止あるいは抑制される。また、外周方向へ噴出する二次空気52の運動量により、特に、二次空気52は三次空気53より外周側に向けて噴出するよう構成したので、三次空気53はよりいっそう外周へ向かって流れる。このため、バーナ近傍での二次空気や三次空気と微粉炭との混合が遅れ、火炎内の還元炎領域が広がることにより、火炎内で発生するNO_xを低減することができる。

【0055】

次に、本発明の第3の実施形態を図4を用いて説明する。

【0056】

図4は、本実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナのノズル先端部の概略図である。

【0057】

本実施形態は、同図に示すように、二次空気ノズル11から噴出する二次空気流を二次空気ノズルの外周側に誘導させる誘導部材として、二次空気ノズル11の出口域にテーパ状のリング61を設けたことを特徴とする。その他の構成は第1の実施形態と略同一構成である。

【0058】

本実施形態によれば、リング61はバーナ軸方向へ流れる二次空気52に対して障害物となる。リング61のテーパ部に沿って二次空気52が流れることにより、二次空気52に外周方向への流れが誘起され、一部はガイドスリーブ20に沿って流れる。このため、二次空気ノズル11と三次空気ノズル12を隔てるガイドスリーブ20の下流には二次空気52が流れる。ガイドスリーブ20の下流での逆圧勾配は生じにくくなるので、先に説明した循環流54の形成が阻止あるいは抑制される。また、外周方向へ噴出する二次空気52の運動量により、三次空気53はよりいっそう外周へ向かって流れる。このため、バーナ近傍での二次空気や三次空気と微粉炭との混合が遅れ、火炎内の酸素濃度が減少する。還元炎領域が広がることにより、火炎内で発生するNO_xを低減することができる。

【0059】

次に、本発明の第4の実施形態を図5を用いて説明する。

【0060】

図5は、本実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナのノズル先端部の概略図である。

【0061】

本実施形態は、同図に示すように、二次空気ノズル11から噴出する二次空気流を二次空気ノズルの外周側に誘導させる誘導部材として、二次空気ノズル11内またはノズル出口域に気体を外周に向かって噴出する気体噴出ノズル63を設けたことを特徴とする。気体には空気、燃焼排ガス、窒素などの不活性ガス、および水蒸気などを用いることができる。その他の構成は第1の実施形態と略同一構成である。

【0062】

本実施形態によれば、気体噴出ノズル63から噴出する気体の持つ運動量により、二次空気ノズル11から噴出する二次空気流に外周方向への流れが誘起され、一部はガイドスリーブ20に沿って流れる。運動量を高めるために、気体噴出ノズル63から噴出する気体の流速は二次空気ノズルから噴出する空気の流速よりも速いことが望ましい。この構成のバーナにおいて、二次空気52がガイドスリーブ20に沿って流れることにより、ガイドスリーブ20の下流での逆圧勾配は生じにくくなる。このため、ガイドスリーブ20の下流での先に説明した循環流54の形成が阻止あるいは抑制される。また、外周方向へ噴出する二次空気52の運動量により、三次空気53はよりいっそう外周へ向かって流れる。このため、バーナ近傍での二次空気や三次空気と微粉炭との混合が遅れ、火炎内の酸素濃度が減少する。還元炎領域が広がることにより、火炎内で発生するNO_xを低減することができる。

【0063】

次に、本発明の第5の実施形態を図6を用いて説明する。

【0064】

図6は、本実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナのノズル先端部の概略図である。

10

20

30

40

50

【0065】

本実施形態は、同図に示すように、二次空気ノズル11から噴出する二次空気流を二次空気ノズルの外周側に誘導させる手段として、二次空気ノズルの噴出口に二次空気旋回器としての旋回羽根64を設けたことを特徴とする。その他の構成は第1の実施形態と略同一構成である。

【0066】

本実施形態によれば、二次空気52は旋回羽根64により旋回流となり、遠心力により外周側に偏って流れる。このため、二次空気52はガイドスリーブ20に沿って流れることにより、ガイドスリーブ20の下流での逆圧勾配は生じにくくなる。このため、ガイドスリーブ20の下流での先に説明した循環流54の形成が阻止あるいは抑制される。また、外周方向へ噴出する二次空気52の運動量により、三次空気53はよりいっそう外周へ向かって流れる。このため、バーナ近傍での二次空気や三次空気と微粉炭との混合が遅れ、火炎内の酸素濃度が減少する。還元炎領域が広がることにより、火炎内で発生するNOxを低減することができる。

10

【0067】

以上のごとく、上記の各実施形態の微粉炭燃焼バーナによれば、二次空気ノズルから噴出する二次空気流を二次空気ノズルの外周側へ偏向させる手段を設けたので、二次空気ノズルとその外周側に位置する三次空気ノズルとの隔壁の下流側には循環流が形成されにくくなる。循環流の領域では流れの噴出方向とは逆方向の圧力降下（逆圧勾配）があり、循環流に沿って流れる空気は逆圧勾配により流れの方向が変わる。微粉炭燃焼バーナの流れでは、二次空気ノズルと三次空気ノズルとの隔壁下流に循環流が形成されると、三次空気の流れは循環流により微粉炭流側へと流れやすくなる。ところが、上記各実施形態のものでは、二次空気を外周方向へ噴出することで、二次空気ノズルと三次空気ノズルとの隔壁下流に循環流が形成しにくくしているため、バーナ近くでは三次空気は微粉炭流と離れて流れる。

20

【0068】

また、二次空気を外周に噴出することにより、一次空気と二次空気がバーナ近くで離れて流れる。このため、微粉炭ノズルと二次空気ノズルの隔壁下流に二次空気ノズルから噴出する二次空気が流入しにくくなるので逆圧勾配が強まり、循環流は広がる。この一次空気と二次空気流との間に形成される循環流内には高温の気体が滞留し、微粉炭の着火や火炎の安定化に寄与する。循環流が広がることにより、二次空気による循環流内の冷却が弱まり、温度は上昇する。このため、微粉炭の着火は促進される。着火により酸素の消費が進むため、火炎内に形成される酸素濃度の低い領域は拡大し、NOxの発生量は減少すると共に、燃焼灰中の未燃分は減少する。

30

【0069】

さらにまた、微粉炭の着火や火炎の安定性が向上することで、燃焼に必要な距離は短くなり、燃焼装置本体を小型化できる効果も得られる。さらに、低負荷での燃焼時のように微粉炭の濃度が減少する場合でも火炎が安定なため、微粉炭燃焼バーナでの微粉炭専焼の可能範囲は広がる。

40

【0070】

次に、本発明の第6の実施形態を図7を用いて説明する。

【0071】

図7は、本実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナの概略図である。

【0072】

本実施形態は、同図に示すように、二次空気ノズル11から噴出する二次空気流を二次空気ノズル11の外周側に偏向させると共に、隔壁28の先端部に、一次空気と二次空気の流れに対し垂直な平面を有するリング30を設けることを特徴とする。その他の構成は第1の実施形態と略同一構成である。

【0073】

同図において、リング30は、微粉炭ノズル10側に形成される内部リング301と二次

50

空気ノズル 11 側に形成される外部リング 302 から形成される。リング 30 により一次空気と二次空気には乱れが生じ、リング 30 の下流に形成される循環流は発達する。本実施形態では、内部リング 301 と外部リング 302 の位置をバーナ軸方向に離して設ける。その結果、リング 30 の下流に形成される循環流は微粉炭流側と二次空気流側でバーナ軸方向にずれて形成される。軸方向に同位置に循環流が 2 つ形成される場合に比べ、循環流は軸方向へ長くなる。このため、循環流 31 には下流側から気体が環流する。

【0074】

また、外部リング 302 により二次空気を外周に噴出する。このため、一次空気と二次空気がバーナ近くで離れて流れる。このため、微粉炭ノズルと二次空気ノズルの隔壁下流に二次空気ノズルから噴出する二次空気が流入しにくくなるので逆圧勾配が強まり、循環流は広がる。この一次空気と二次空気流との間に形成される循環流内には高温の気体が滞留し、微粉炭の着火や火炎の安定化に寄与する。循環流が広がることで、二次空気による循環流内の冷却が弱まり、温度は上昇する。このため、微粉炭の着火は促進される。着火により酸素の消費が進むため、火炎内に形成される酸素濃度の低い領域は拡大し、NOx の発生量は減少すると共に、燃焼灰中の未燃分は減少する。また、微粉炭の着火や火炎の安定性が向上することで、燃焼に必要な距離は短くなり、燃焼装置本体を小型化できる効果も得られる。さらに、低負荷での燃焼時のように微粉炭の濃度が減少する場合でも火炎が安定なため、微粉炭燃焼バーナでの微粉炭専焼の可能範囲は広がる。

【0075】

さらに、外部リング 302 により二次空気を外周に噴出することで、二次空気ノズルとその外周側に位置する三次空気ノズルとの隔壁の下流側には循環流が形成されにくくなる。循環流の領域では流れの噴出方向とは逆方向の圧力降下（逆圧勾配）があり、循環流に沿って流れる空気は逆圧勾配により流れの方向が変わる。微粉炭燃焼バーナの流れでは、二次空気ノズルと三次空気ノズルとの隔壁下流に循環流が形成されると、三次空気の流れは循環流により微粉炭流側へと流れやすくなる。ところが、本発明では二次空気を外周方向へ噴出することで、二次空気ノズルと三次空気ノズルとの隔壁下流に循環流が形成しにくくしているため、バーナ近くでは三次空気は微粉炭流と離れて流れる。

【0076】

次に、本発明の第 7 の実施形態を図 8 を用いて説明する。

【0077】

図 8 は、本実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナの概略図である。

【0078】

本実施形態は、同図に示すように、二次空気ノズル 11 から噴出する二次空気流を二次空気ノズル 11 の外周側に偏向させると共に、隔壁 28 の下流に循環流を形成する手段として、隔壁 28 の先端部に設けられ、リング 30 の二次空気ノズル 11 内周壁側にリング 30 の肉厚部（例えば 10mm 厚）303 を設けることを特徴とする。また、一次空気ノズル 10 内に障害物 32 を有さない。微粉炭の着火性が良好な場合は、図 8 に示すように障害物 32 を有さなくても良い。その他の構成は第 6 の実施形態と略同一構成である。

【0079】

本実施形態によれば、肉厚部 303 によって二次空気ノズルの流路が狭められ、二次空気はこの肉厚部 303 を通過するときに流速を速められる。流速が高まった状態で二次空気は外部リング 302 に衝突するため、衝突により二次空気に誘起される外周方向への流速は高い。その結果、第 6 の実施形態のときよりも二次空気の外周方向の流速は強まる。このため、微粉炭ノズルと二次空気ノズルの隔壁下流の循環流は広がり、この循環流内の温度上昇により微粉炭の着火は促進される。また、二次空気を外周方向へ噴出することで、二次空気ノズルと三次空気ノズルとの隔壁下流に循環流が形成しにくくしているため、バーナ近くでは三次空気は微粉炭流と離れて流れる。このため、火炎内に形成される酸素濃度の低い領域は拡大し、NOx の発生量は減少すると共に、燃焼灰中の未燃分は減少する。

【0080】

10

20

30

40

50

なお、第6および第7の各実施形態において、リング30の外部リング302をバーナの周方向に一様なリングとしたが、必要に応じて、外部リング302の先端を周方向に沿って凹凸状に切り欠きを形成してもよい。切り欠きをつけることにより、リングの熱変形を緩和できる。また、外部リング302の下流側の乱れが増大し、循環流が発達しやすくなる。また、この凹凸状の切り欠きは外部リング302だけでなく、内部リング301に設けてもよい。

【0081】

次に本発明の第8の実施形態を図9を用いて説明する。

【0082】

図9は、本実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナの概略図である。

10

【0083】

本実施形態は、同図に示すように、二次空気ノズル11から噴出する二次空気流を二次空気ノズル11の外周側に偏向させると共に、隔壁28の下流に循環流を形成する手段としてリング30を設ける。また、二次空気ノズル11の出口近傍の流路を狭める手段として、障害物65bを二次空気ノズルの外周壁の周方向に設けることを特徴とする。また、一次空気ノズル10内の障害物32は絞り部17近くに設けられる。図1に対し図9に示すように、障害物32を上流側に設けても隔壁28近くに集められる。その他の構成は第6の実施形態と略同一構成である。

【0084】

本実施形態によれば、二次空気は障害物65bで流速が速められると共に障害物65bの下流側の流路拡大部で空気流が乱され、一定の乱れを発生させることができる。このため、微粉炭ノズルと二次空気ノズルの隔壁下流の循環流は広がり、この循環流内の温度上昇により微粉炭の着火は促進される。また、障害物65bで流速の増した二次空気は外部リング302に衝突し、外周方向へ噴出することで、二次空気ノズルと三次空気ノズルとの隔壁下流に循環流が形成しにくくなる。このため、三次空気は循環流により流れの方向が変えられることがなくなり、バーナ近くでは三次空気は微粉炭流と離れて流れる。このため、火炎内に形成される酸素濃度の低い領域は拡大し、NOxの発生量は減少すると共に、燃焼灰中の未燃分は減少する。

20

【0085】

【発明の効果】

30

上記のごとく、本発明によれば、二次空気ノズルから噴出する二次空気流を二次空気ノズルの外周側に偏向させる手段を設けたので、二次空気は外周方向へ流れる。二次空気ノズルと三次空気ノズルとの隔壁下流に循環流が形成しにくくなる。このため、三次空気は循環流により流れの方向が変えられることがなくなり、バーナ近くでは三次空気は微粉炭流と離れて流れる。また、二次空気が外周方向へ流れることで、微粉炭ノズルと二次空気ノズルの隔壁の下流側に形成される循環流に二次空気ノズルから直接二次空気が流入しにくくなるので、逆圧勾配は強まり、この循環流は広がる。その結果、バーナ近傍では微粉炭と三次空気との混合が抑制され、また、微粉炭の着火が促進される。このため、微粉炭はバーナ近傍で低い酸素濃度の状態で燃焼し、NOxの発生量を低減できる。また、微粉炭の着火が促進されるので、燃焼灰中の未燃分が低減することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナの概略図である。

【図2】第1の実施形態と対比するために示した従来技術に係わる微粉炭燃焼バーナのノズル先端部の概略図である。

【図3】本発明の第2の実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナの概略図である。

【図4】本発明の第3の実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナのノズル先端部の概略図である。

【図5】本発明の第4の実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナのノズル先端部の概略図である。

【図6】本発明の第5の実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナのノズル先端部の概略図である。

50

る。

【図7】本発明の第6の実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナの概略図である。

【図8】本発明の第7の実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナの概略図である。

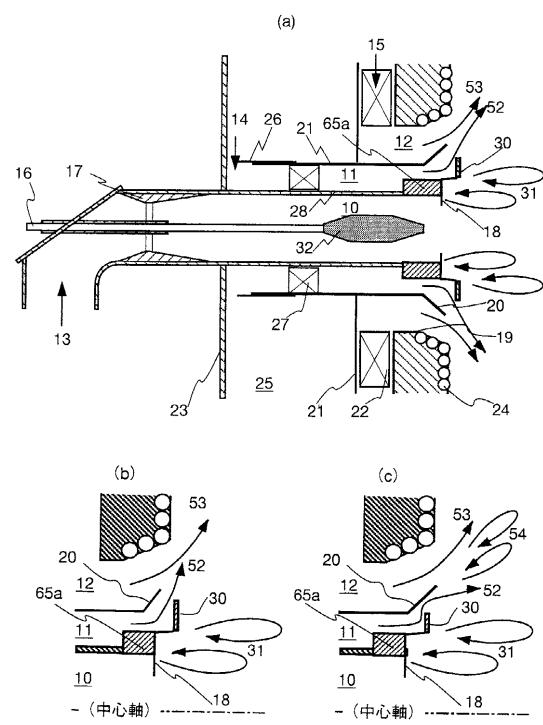
【図9】本発明の第8の実施形態に係わる微粉炭燃焼バーナの概略図である。

【符号の説明】

1 0	微粉炭ノズル	10
1 1	二次空気ノズル	
1 2	三次空気ノズル	
3 0	案内板	
3 0 1	内部リング	
3 0 2	外部リング	
3 0 3	肉厚部	
3 1	循環流	
6 1	リング	
6 3	気体放出ノズル	
6 4	旋回羽根	
6 5 a , 6 5 b	障害物	

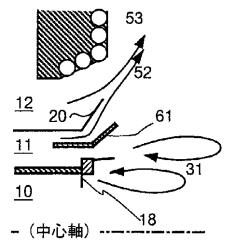
【図1】

【図1】



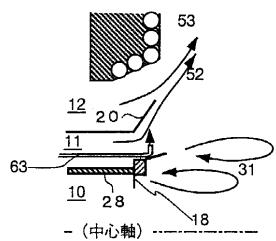
【図4】

【図4】



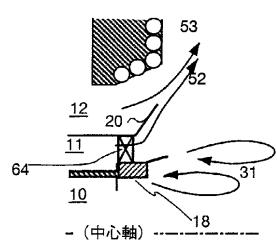
【図5】

【図5】



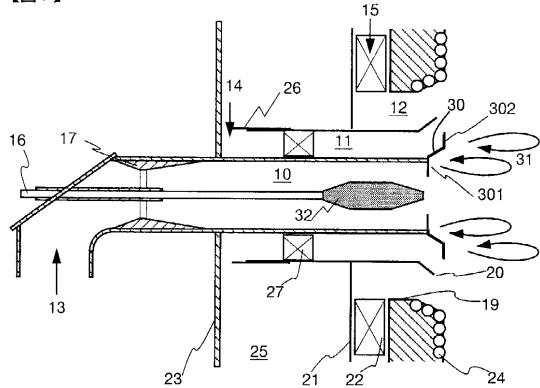
【図6】

【図6】



【図7】

【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 津村 俊一
広島県呉市宝町6番9号 バブコツク日立株式会社 呉工場内

(72)発明者 木山 研滋
広島県呉市宝町6番9号 バブコツク日立株式会社 呉工場内

(72)発明者 神保 正
広島県呉市宝町6番9号 バブコツク日立株式会社 呉工場内

(72)発明者 倉増 公治
広島県呉市宝町6番9号 バブコツク日立株式会社 呉工場内

(72)発明者 森田 茂樹
広島県呉市宝町6番9号 バブコツク日立株式会社 呉工場内

(72)発明者 野村 伸一郎
広島県呉市宝町6番9号 バブコツク日立株式会社 呉研究所内

(72)発明者 下郡 三紀
広島県呉市宝町6番9号 バブコツク日立株式会社呉研究所内

審査官 山城 正機

(56)参考文献 国際公開第98/003819 (WO, A1)
実開昭63-116715 (JP, U)
特開昭60-226609 (JP, A)
特開昭60-202204 (JP, A)
特開昭62-046109 (JP, A)
特開平09-159109 (JP, A)
特開昭62-276309 (JP, A)
特開平09-318014 (JP, A)
特開平09-026112 (JP, A)
特開平08-285231 (JP, A)
特開昭60-200008 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23C 99/00

F23D 1/00