

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5190509号

(P5190509)

(45) 発行日 平成25年4月24日 (2013. 4. 24)

(24) 登録日 平成25年2月1日 (2013. 2. 1)

(51) Int. Cl.

F 1

F 2 3 C 99/00 (2006. 01)

F 2 3 C 99/00 3 0 5

F 2 3 D 1/00 (2006. 01)

F 2 3 D 1/00 B

請求項の数 9 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2010-507142 (P2010-507142)
 (86) (22) 出願日 平成21年4月3日 (2009. 4. 3)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2009/001573
 (87) 国際公開番号 W02009/125566
 (87) 国際公開日 平成21年10月15日 (2009. 10. 15)
 審査請求日 平成22年9月15日 (2010. 9. 15)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-102048 (P2008-102048)
 (32) 優先日 平成20年4月10日 (2008. 4. 10)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 100096541
 弁理士 松永 孝義
 (74) 代理人 100133318
 弁理士 飯塚 向日子
 (72) 発明者 岡▲崎▼ 洋文
 広島県呉市宝町6番9号
 バブコック日立株式
 会社 呉事業所内
 (72) 発明者 木山 研滋
 広島県呉市宝町6番9号
 バブコック日立株式
 会社 呉事業所内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体燃料バーナ、固体燃料バーナを用いた燃焼装置とその運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固体燃料とその搬送気体の混合流体を噴出する燃料ノズルと、前記燃料ノズルの外側に配置され、燃焼用空気を噴出する少なくとも1つの空気ノズルを有する固体燃料バーナにおいて、

前記空気ノズルの内、少なくとも1つの空気ノズルは前記燃料ノズルの外周に環状に構成され、該環状空気ノズルの内部の空気流路が障害物により該環状空気ノズルの周方向に複数の領域に区分され、該区分された複数の領域のうち、少なくとも1つの領域を流れる空気流量を調整する流量調整手段を有し、

前記環状空気ノズル内部の空気流路を、該環状空気ノズルの周方向に複数の領域に区分するための障害物は、

(a) 該環状空気ノズルを構成する内周側の隔壁とだけ接続した障害物、

(b) 該環状空気ノズルの外周側隔壁とだけ接続した障害物、

(c) 内周側の隔壁とだけ接続した障害物と外周側の隔壁とだけ接続した障害物を組み合わせた二重障害物

のうちいずれか一つであることを特徴とする固体燃料バーナ。

【請求項 2】

前記燃料ノズルの出口側の流路を横断する方向の断面形状が、該燃料ノズルの一方方向の径方向の長さを相対的に短く、前記一方方向の径方向に直交する径方向の長さを相対的に長くし、

10

20

前記空気ノズルの内、少なくとも1つの空気流路を構成する内周隔壁は、該空気流路を横断する方向の断面形状が、該空気ノズルの一方向の径方向の長さを相対的に短く、前記一方向の径方向に直交する径方向の長さを相対的に長くし、外周隔壁は一方向の径方向の長さと同方向の径方向に直交する径方向の長さが同一であることを特徴とする請求項1に記載の固体燃料バーナ。

【請求項3】

前記燃料ノズル及び前記空気ノズルの一方向の径方向の長さが相対的に短い短辺側を鉛直方向に形成し、前記一方向の径方向に直交する径方向の長さが相対的に長い長辺側を水平方向に形成したことを特徴とする請求項2に記載の固体燃料バーナ。

【請求項4】

前記環状の空気ノズルに加え、該環状の空気ノズルの外側に配置される空気ノズルを有し、前記環状の空気ノズルの外側に配置される空気ノズルから噴出する空気量を調整する流量調整手段を有することを特徴とする請求項1に記載の固体燃料バーナ。

【請求項5】

前記(a)の障害物により前記環状空気ノズルの内部の空気流路が、該環状空気ノズルの周方向に複数の領域に区分された固体燃料バーナであって、

前記環状空気ノズルの一部は前記燃料ノズルの上側と下側にだけ空気流路を有し、該空気流路は、該空気流路の内周側隔壁とだけ接続した前記障害物を備え、該障害物は燃焼用空気の流れ方向の入口と出口だけを開放した閉鎖空間を形成したことを特徴とする請求項1に記載の固体燃料バーナ。

【請求項6】

前記空気ノズルのうち少なくとも1つの空気ノズルの出口に空気の流れを燃料ノズルから離れた該空気ノズルの外周側方向に偏向させる誘導部材を設けたことを特徴とする請求項1に記載の固体燃料バーナ。

【請求項7】

前記燃料ノズルの出口に前記燃料ノズルを流れる燃料噴流又は前記燃料ノズルに近接する空気ノズルを流れる空気の流れを妨げる障害物を設けたことを特徴とする請求項1に記載の固体燃料バーナ。

【請求項8】

請求項1に記載の固体燃料バーナを炉壁に設置した火炉を有した燃焼装置において、前記火炉出口での燃焼ガス温度、火炉壁面に設置した伝熱管の温度、前記伝熱管を流れる流体の温度、火炉内やその下流側の煙道部に設けた伝熱管の温度又は前記伝熱管を流れる流体の温度に基づき、前記固体燃料バーナの前記空気ノズルのうち、内部が前記燃料ノズルの周方向に障害物で複数の領域に区分された前記複数の領域のうち、少なくとも1つの領域を流れる空気流量を変更する制御装置を有することを特徴とする燃焼装置。

【請求項9】

請求項1に記載の固体燃料バーナを炉壁に設置した火炉を有する燃焼装置の運転方法であって、

前記火炉出口での燃焼ガス温度、火炉壁面に設置した伝熱管の温度、前記伝熱管を流れる流体の温度、または火炉内やその下流側の煙道部に設けた伝熱管の温度や前記伝熱管を流れる流体の温度に基づき、前記固体燃料バーナの前記空気ノズルを流れる空気量に対し、前記燃料ノズルの周方向で偏差を与えることを特徴とする燃焼装置の運転方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体燃料を粉碎し、気流搬送し、浮遊燃焼させるのに適した固体燃料バーナ、固体燃料バーナを用いた燃焼装置とその運転方法に関する。

【背景技術】

【0002】

燃焼装置（ボイラなど）では高効率化のため、蒸気温度や圧力の上昇、再熱サイクルの

10

20

30

40

50

利用がなされている。通常、ボイラに給水された水は火炉壁面に沿って設置された伝熱管を通り蒸発し、過熱器を通り主蒸気として蒸気タービンを駆動、その後、再熱蒸気として再熱器を通り、再加熱されて再び蒸気タービンを駆動、復水器を通り水となり、再び火炉に供給される。

このように複雑な流体経路を通る場合、各伝熱部において規定の伝熱量を得ることが重要となる。規定の伝熱量を得るため、各伝熱部に対しては燃焼ガスの温度、流量を制御する必要が生じる。

【0003】

前記燃焼ガスの温度と流量の制御方法としては、従来よりバーナからの燃料の噴出方向を上下に変更させ、火炉内の温度分布を制御させる方法がある（特許文献1）。また、火炉の下流部分において、燃焼ガス流路を分割し、それぞれの流路を流れる燃焼ガス量をダンパなどの手段を用いて制御することで、各々の燃焼ガス流路に設置した伝熱部の伝熱量を調整する方法が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許明細書第6439136号（図3）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記した従来技術は、バーナからの燃料の噴出方向を変える場合には燃料ノズルの向きを機械的に変える必要がある。このため、駆動機構が大型化する課題があった。特に燃料として固体燃料を用いる場合、燃料ノズルの向きを機械的に変えるためには、燃料ノズルの向きを機械的に変えるための部材の磨耗、灰の固着に対し十分な考慮が必要となる。また、燃料ノズルからの燃料噴出方向を変えるには火炉に面する部分に駆動機構を設ける必要があり、この駆動機構にも熱変形に対する配慮が必要となる。

【0006】

また、燃料ノズルへ燃料を供給する燃焼ガス流路は、該ガス流路を分割し、各々のガス流路内を流れる燃焼ガス量を変更する場合も、燃焼ガス中の灰の固着に対する十分な考慮が必要となる。また、隔壁を設けるために個々の流路が狭まり、伝熱部の設置に十分な考慮が必要となる。

【0007】

本発明の課題は、比較的簡単な構造で前記空気ノズルを流れる空気流量により固体燃料バーナから火炉に噴出する燃料の方向を上下方向又は左右方向に制御して火炉内での火炎の形成位置を変えて火炉出口での燃焼ガス温度、火炉壁面に設置した伝熱管やその下流側の煙道部に設けた伝熱管の温度、前記伝熱管を流れる流体の温度を一定に維持することができる固体燃料バーナ、固体燃料バーナを用いた燃焼装置とその運転方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の本発明の課題を達成するため、本発明は、固体燃料とその搬送気体の混合流体を噴出する燃料ノズルと、前記燃料ノズルの外側に配置され、燃焼用空気を噴出する少なくとも1つの空気ノズルを有する固体燃料バーナにおいて、前記空気ノズルの内、少なくとも1つの空気ノズルは前記燃料ノズルの外周に環状に構成され、内部の空気流路が障害物で該ノズルの周方向に複数の領域に区分されており、前記複数の領域のうち、少なくとも1つの領域を流れる流量を調整する流量調整手段を有し、前記環状空気ノズル内部の空気流路を、該環状空気ノズルの周方向に複数の領域に区分するための障害物は、（a）該環状空気ノズルを構成する内周側の隔壁とだけ接続した障害物、（b）該環状空気ノズルの外周側隔壁とだけ接続した障害物、（c）内周側の隔壁とだけ接続した障害物と外周側の隔壁とだけ接続した障害物を組み合わせた二重障害物のうちいずれか一つである固体燃料

バーナである。

【0009】

前記空気ノズルを複数の領域に区分し、個々の領域を流れる空気流量を変更することで、前記空気ノズルから噴出する流れに対し、前記燃料ノズルの周方向に流量や運動量の偏差を生むことができる。

例えば、燃料ノズルの下側の空気ノズルを流れる空気流量を増加させると、ノズル出口での空気の流量と流速が上昇して運動量が増す。このとき、噴出する空気が周囲の気体を巻き込むことで燃料ノズルの下側の領域では負の圧力が生じる。このため、燃料ノズル周囲の周方向の圧力分布は、燃料ノズルの下側の領域で負の圧力が強まる。このため、燃料ノズルから火炉内に噴出する燃料は圧力分布により下向きの力が働くことで下向きに偏って流れ、火炎が通常よりも火炉内の下部に形成される。

10

【0010】

このため、火炉内の温度分布が下側に偏り、火炉での熱吸収量が増加し、火炉の下流側の煙道部に設けた伝熱管での熱吸収量を減少させることが可能となる。

また、反対に燃料ノズルの上側の空気ノズルを流れる空気流量を増加させると、火炉内での火炎が通常よりも上部に形成されて火炉内の温度分布が上側に偏り、火炉での熱吸収量が減少し、火炉の下流部に設けた伝熱管での熱吸収量を増加させることが可能となる。

【0011】

上述のように空気ノズルを前記燃料ノズルの周方向に複数に分割させる場合、内周側隔壁と外周側隔壁を接続するために空気ノズルの径方向に隔壁に接続する障害物を設ける必要がある。しかし、固体燃料バーナでは前記空気ノズルの内周側隔壁と外周側隔壁間の距離が熱膨張などの影響により燃焼装置（ボイラなど）の運転中に変わる場合がある。例えば、通常、固体燃料バーナは最外周の流路の外周側隔壁を、火炉を構成する炉体の隔壁または水壁で構成する。

20

【0012】

一方、固体燃料バーナの最外周の流路の内周側隔壁は燃料ノズルやバーナの接続する風箱と接続する。火炉を構成する炉体の隔壁または水壁と燃料ノズルや風箱は、燃焼装置（ボイラなど）の運転中は温度が異なるため、熱膨張の割合に差がある。このため、固体燃料バーナでは前記空気ノズルの外周側の炉体の隔壁または水壁やそれと接続する隔壁（炉体側隔壁）と内周側の燃料ノズルや風箱と接続する隔壁（燃料ノズル側隔壁）とは温度により、その相対位置が変わる。このため、空気ノズルを構成する内周側隔壁と外周側隔壁とを接続する径方向に障害物を設けて流路を周方向に分割することは困難である。

30

【0013】

従って、本発明では前記空気ノズルの内部を周方向（ガス流れを横断する方向）に複数に区分する方法として、下記の（A）から（C）のいずれかに示される構造を用いた。

（A）環状に構成された空気ノズルの内部を周方向に複数の領域に区分する障害物を有し、前記障害物は前記空気ノズルの内周側隔壁と接続し、外周側隔壁と接続しない。前記空気ノズルの複数の領域の少なくとも1つの領域を流れる流量を調整する流量調整手段を有し、前記空気ノズルから噴出する流れに対し、前記燃料ノズルの周方向に流量偏差を与える。

40

このとき、一部の空気は障害物と外周側隔壁との間隔を通り抜けるが、大部分の空気は同じ領域内に留まる。前記空気ノズルから火炉内に噴出する空気の流れが周囲の気体を巻き込むことで生じる燃料ノズル周囲の周方向の圧力分布は、前記流量偏差に従って圧力分布に差が生じる。このため、燃料ノズルから噴出する燃料は前記空気ノズルから噴出する空気量の多い方向に偏って流れる。

【0014】

（B）環状に構成された空気ノズルの内部を周方向に複数の領域に区分する障害物を有し、前記障害物は前記空気ノズルの外周側隔壁と接続し、内周側隔壁と接続しない。そして前記空気ノズルの複数の領域の少なくとも1つの領域を流れる流量を調整する流量調整手段を有し、前記空気ノズルから噴出する流れに対し、前記燃料ノズルの周方向に流量偏差

50

を与える。

この場合は、一部の空気は障害物と内周側隔壁との間隔を通りぬけるが、大部分の空気は同じ領域内に留まる。このため、(A)の方法と同様に燃料ノズルから噴出する燃料は前記空気ノズルから噴出する空気量の多い方向に偏って流れる。

【0015】

(C)環状に構成された空気ノズルの内部を周方向に複数の領域に区分する障害物を有し、前記障害物は前記空気ノズルの外周側隔壁と接続して内周側隔壁と接続しない障害物と、前記空気ノズルの内周側隔壁と接続して外周側隔壁と接続しない障害物を設ける。前記空気ノズルの複数の領域の少なくとも1つの領域を流れる流量を調整する流量調整手段を有し、前記空気ノズルから噴出する流れに対して前記燃料ノズルの周方向に流量偏差を与える。

10

この場合は、一部の空気は障害物と内周側または外周側隔壁との間隔を通りぬけるが、大部分の空気は同じ領域内に留まる。このため、(A)や(B)の方法と同様に燃料ノズルから噴出する燃料は前記空気ノズルから噴出する空気量の多い方向に偏って流れる。

【0016】

また、前記(A)から(C)で説明した空気ノズルの内部を周方向に複数の領域に区分する障害物は図8～図10に示す燃焼用空気が障害物と空気ノズル壁面の間を通り抜ける構成にとどまらず、障害物は燃焼用空気の流れ方向の入口と出口だけを開放した閉鎖空間を形成し、その閉鎖空間内をバーナ上流側から火炉側に向けて燃焼用空気を流す構成(分割型空気ノズルということがある)にしても良い。図3、図4に示す空気ノズル内周壁に接続した2つの障害物同士を接続して一体化している3次空気ノズル12、13がその具体例であり、前記(A)で説明した空気ノズルの一実施態様である。また、図示していないが、前記(B)で説明した空気ノズルの外周壁に接続した2つの障害物同士を接続して一体化した分割型空気ノズルも本発明の範囲内に入る。

20

【0017】

燃料ノズルの外側に配置される前記分割型空気ノズルの内の少なくとも1つの空気ノズルを流れる空気流量を流量調整手段で調整することで、前記分割型空気ノズルから噴出する流れに対し、前記燃料ノズルの周方向に流量偏差を与えることができる。このため、燃料ノズルから噴出する燃料は前記空気ノズルから噴出する空気量の多い方向に偏って流れる。

30

【0018】

また、燃料ノズルの外側に配置される前記分割型空気ノズルを前記燃料ノズルに対し、上下方向に配置し、それぞれ上下の空気ノズルから火炉内に噴出する空気の流量と噴出流速を調整することで、空気流量とその噴出流速との積で求められる運動量がバーナ出口の上下方向で変わり、バーナの上下の前記空気ノズルから噴出する空気流量をバーナ出口の火炉内で上下方向に個別に制御することができる。このため、火炉内の温度分布がバーナ出口の上下方向で異なり、火炉での熱吸収量及び火炉の下流側の煙道部に設けた伝熱管での熱吸収量が変化する。

このように燃料ノズルの上下に設けた分割型空気ノズルにより、バーナでの空気流量の制御性が高まる。

40

【0019】

また、図3、図4に示す分割型空気ノズルと図8～図10に示す2つの障害物を接続しない(分割型としない)空気ノズルを併用すると空気の流量や運動量の偏差を助長させることができる。

なお、前記環状の空気ノズルに加え、前記環状ノズルの外側に空気ノズルを配置して環状の空気ノズルの内部の周方向に複数の領域に区分する障害物を配置し、前記環状ノズルの外側の空気ノズルから噴出する空気量を調整する流量調整手段を有する構成にしてもよい。

【0020】

また、本発明の固体燃料バーナは、燃料ノズル出口が一方向に相対的に短く、その反対

50

方向に相対的に長い幅広（燃料ノズルの流路を横断する方向の断面は、直交する2方向のうち、1方向の径方向の長さが他方向の径方向の長さより長い）のノズルとなり、前記空気ノズルの内、少なくとも1つの流路を構成する内周隔壁も直交する2方向の長さが異なり、外周隔壁は直交する2方向の長さが同一である構成とすることもできる。

【0021】

燃料ノズルの出口を前記幅広のノズル形状とすることで、燃料ノズルから噴出する燃料は長辺方向に分散しやすくなる。例えば、長辺方向を燃焼装置（火炉）内のガスの流れ方向に対して直交する方向とした場合に火炉内で燃料が分散することで、火炉内の空間を有効に活用し、燃料の火炉内での滞留時間を従来に比べて増やすことができる。このため、窒素酸化物（ NO_x ）の排出量を減少させ、また、未燃焼分も低減させることが可能となる。

10

【0022】

さらに、燃料ノズルの出口が幅広のノズル形状となり、前記空気ノズルの内、少なくとも1つの空気流路を構成する内周隔壁は長辺方向と短辺方向の長さが異なり、外周隔壁は直交する2方向の長さが同一となる構成にすることで、空気ノズルの流路を横断する方向の断面は直交する2方向のうち、1方向の厚みが増す。このため、厚みが大きい部分に空気流量の偏差を与えた場合は、空気流量が多いため、空気ノズルから火炉内に噴出する空気流量の偏差により、燃料ノズルから噴出する燃料噴流を誘導しやすくなる。

【0023】

特に、内部を上下方向に燃焼ガスが流れる燃焼装置（火炉）において、固体燃料バーナの燃料ノズルの出口を水平方向に長辺側がある、いわゆる幅広のノズル形状とし、前述の空気ノズルの厚みを上下方向に厚くし、さらに上下方向に燃料流量の偏差を与えることで、前記固体燃料バーナから噴出する燃料噴流の向きを上下方向に変えることができる。このとき、燃焼装置（火炉）内を流れる燃焼ガスの滞留時間が変わるため、燃焼装置内での伝熱量が変わり、出口の燃焼ガスの温度を変更できる。

20

【0024】

また、本発明の固体燃料バーナは、前記燃料ノズルの外周側隔壁先端、または前記燃料ノズルを内包する空気ノズルの内周側隔壁先端に、前記燃料ノズルを流れる混合流体、または前記空気ノズルを流れる空気の流れを妨げる障害物である保炎リングを設けることが望ましい。

30

【0025】

燃料ノズルと空気ノズルの間の隔壁に各ノズルから噴出する燃料や空気の流れに対して抵抗となる保炎リングを設けることで、保炎リングの下流には周囲を流れる流体の圧力により、負圧の領域が形成される。この負圧の部分には各ノズルから噴出する方向に対して逆方向（下流から上流）に向かう流れである循環流が形成される。

【0026】

前記循環流には燃焼により生じた高温のガスが下流から戻り、滞留し、周囲を流れる燃料粒子の着火を早める。この循環流により着火した燃料噴流が前記空気ノズルのうち、個々の領域の空気流量差により、上下方向に偏って流れることで、火炎の形成位置を変えられる。特に、火炎の着火が燃料ノズル出口の循環流の近傍で安定的に行われ、着火形成方向のみ変えられるので、火炉内の温度分布や火炉での熱吸収量、火炉の下流側の煙道部に設けた伝熱管での熱吸収量を制御しやすくなる。

40

【0027】

また、本発明の固体燃料バーナは、前記最外周空気ノズル出口に流れを外周側（燃料ノズルから離れた方向）に偏向させる誘導部材を設けることが望ましい。

固体燃料の燃焼時に発生する窒素酸化物（ NO_x ）の抑制方法として、バーナ近傍での燃料と空気との混合を抑制し、燃料をバーナ近くでは空気不足の条件で燃焼させる方法がある。この方法を用いたバーナにおいて空気ノズルを流れる空気流量を減少させた場合には空気が燃料噴流に同伴されて中心軸側に向かって流れ、燃料との混合が早まる場合が考えられる。しかし空気ノズル先端に空気噴出流れの向きを外周側に誘導する誘導部材を設

50

けることで、前記空気ノズルから噴出する空気の方向が外周側に固定される。このため、特に空気流量を減少させた場合にも燃料と空気とのバーナ近傍での混合を抑制することが可能となる。

【0028】

また、前記誘導部材は、バーナ軸方向への投影面積が前記空気ノズルの最小部（スロート部）での流路を横断する方向の断面積に対して90%以上の投影面積を占めることが望ましい。90%以上の投影面積とすることで、誘導部材により流れ方向が外周に誘導される。

【0029】

さらに、前記誘導部材により空気ノズルから噴出する空気に燃料ノズルの径方向外向きの流速成分を誘起させる。前記空気ノズルから火炉内に噴出する空気の流れが周囲の気体を前記外向きに巻き込み易くなるため、空気ノズルと燃料ノズルの間の領域での気体圧力は前記誘導部材を設けない場合よりも低下する。このため前記空気ノズルから噴出する空気に前記燃料ノズルの周方向に流量偏差を与えた場合、燃料ノズルから噴出する燃料の偏りは強まる。

【0030】

本発明の要件により、前記空気ノズルを流れる空気流量の調整により、火炎の形成位置を燃料ノズル出口の火炉内で上下方向又は左右方向に制御することが可能となる。このとき、前記火炉出口での燃焼ガス温度、火炉壁面に設置した伝熱管の温度、前記伝熱管を流れる流体の温度、火炉内やその下流側の煙道部に設けた伝熱管の温度又は前記伝熱管を流れる流体の温度に基づき、前記固体燃料バーナの前記空気ノズルを流れる空気流量を上下方向に個別に制御することが望ましい。

【発明の効果】

【0031】

本発明の固体燃料バーナによれば、前記空気ノズルを流れる空気流量により火炉内での火炎の形成位置を固体燃料バーナの上下方向又は左右方向に制御することが可能となり、燃焼装置（火炉）内を流れる燃焼ガスの滞留時間が変わるため、燃焼装置内での伝熱量が変わり、出口の燃焼ガスの温度を変更できる。

【0032】

また本発明の固体燃料バーナを備えた燃焼装置（火炉）及びその運転方法によれば、前記火炉出口での燃焼ガス温度、火炉壁面に設置した伝熱管の温度、前記伝熱管を流れる流体の温度、または火炉内やその下流側の煙道部（図14参照）に設けた伝熱管の温度や前記伝熱管を流れる流体の温度を一定に維持するため、火炎の形成位置を変えることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の第1の実施形態を示す固体燃料バーナの断面を示す概略図である。

【図2】本発明の第1の実施形態を示す固体燃料バーナの断面を示す概略図である。

【図3】図1の固体燃料バーナのA-A線断面矢視図である。

【図4】図1の固体燃料バーナのB-B線断面矢視図である。

【図5】図1の固体燃料バーナのC-C線断面矢視図である。

【図6】本発明の第1の実施形態の固体燃料バーナを備えた燃焼装置における、火炉出口でのガス温度挙動を示す図である。

【図7】本発明の第2の実施形態を示す固体燃料バーナの断面を示す概略図である。

【図8】図7の固体燃料バーナのC-C線断面矢視図である。

【図9】図7の固体燃料バーナの別の一例のC-C線断面矢視図である。

【図10】図7の固体燃料バーナの別の一例のC-C線断面矢視図である。

【図11】本発明の第3の実施形態を示す固体燃料バーナの断面を示す概略図である。

【図12】図11の固体燃料バーナのC-C線断面矢視図である。

【図13】図11の固体燃料バーナの別の一例のC-C線断面矢視図である。

【図 1 4】本発明の実施形態を示す固体燃料バーナを火炉壁に設けた燃焼装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下に本発明の実施例を図面と共に説明する。

【実施例 1】

【0035】

本発明の第 1 の実施形態を図 1 から図 5 を用いて説明する。

図 1 は本発明の第 1 の実施形態を示す固体燃料バーナの断面を示す概略図である。また、図 2 は本発明の第 1 の実施形態を説明するため、図 1 の固体燃料バーナに対して空気ノズルから火炉内に噴出する空気流量に偏差を与えた場合の火炎形成状況を示すための概略図である。図 3 は図 1 に示す固体燃料バーナの火炉隔壁部分での断面矢視図（図 1 の A-A 線断面矢視図）であり、図 4 は図 1 に示す固体燃料バーナの風箱部分での断面矢視図（図 1 の B-B 線断面矢視図）であり、図 5 は図 1 に示す固体燃料バーナの風箱部分での断面矢視図（図 1 の C-C 線断面矢視図）である。

【0036】

図 1 において、固体燃料バーナ 1 の 1 次空気と共に固体燃料の混合流体を供給搬送する燃料ノズル 10 は上流側で図示されていない搬送管に接続されており、該燃料ノズル 10 の外周に環状の 2 次空気を噴出する 2 次空気ノズル 11 が設けられている。2 次空気ノズル 11 の外周に 3 次空気を噴出する 3 次空気ノズル 12、13 が設けられている。また、3 次空気ノズル 12、13 の外周に 4 次空気を噴出する 4 次空気ノズル 14～17 が設けられている。本実施の形態の 3 次空気ノズル 12、13 は燃料ノズル 10 を挟み上下方向に設けられた分割型空気ノズルとなる。また、4 次空気ノズル 14～17 は本実施例の固体燃料バーナ 1 において、最外周に流路を形成する最外周空気ノズルとなる。

【0037】

ここで、図 3 に基づき各ノズル 10～17 の配置と、ノズル 10～17 に設ける隔壁の構成を説明する。

燃料ノズル 10 を構成する隔壁 18 は、燃料ノズル 10 の外周に環状に設けられる 2 次空気ノズル 11 の内周壁を兼ねている。また、2 次空気ノズル 11 の外周壁 19 は 3 次空気ノズル 12、13 や 4 次空気ノズル 16、17 の内周壁を兼ねている。燃料ノズル 10 を挟むように上側の 3 次空気ノズル 12 と下側の 3 次空気ノズル 13 が配置され、円筒状の隔壁 19 と折曲板状の周壁障害物 20 で上側の 3 次空気ノズル 12 が構成され、円筒状の隔壁 19 と折曲板状の障害物 21 で下側の 3 次空気ノズル 13 が構成される。4 次空気ノズル 14～17 は周壁障害物 20、21 で各々の領域に区分されるものの、外周側の隔壁 29 と内周側の隔壁 19 は分離している。4 次空気ノズル 14 は 3 次空気ノズル 12 の外周上側に設けられ、4 次空気ノズル 15 は 3 次空気ノズル 13 の外周下側に設けられ、4 次空気ノズル 16 は火炉側から見て左側の 3 次空気ノズルの隔壁 19 と障害物 20、21 の外側に設けられ、4 次空気ノズル 17 は火炉側から見て右側の 3 次空気ノズルの隔壁 19 と周壁障害物 20、21 の外側に設けられている。

【0038】

次に図 1 に基づきバーナの機器構成と燃焼状態を説明する。

燃料（微粉炭）ノズル 10 の中央部を貫通してオイルガン 24 が設けられており、バーナ起動時や低負荷燃焼時に助燃のために使用される。固体燃料の逆火防止のために燃料ノズル 10 内に絞り部 25 が設けられている。また、燃料ノズル 10 と 2 次空気ノズル 11 を隔てる隔壁 18 の先端に保炎リング 26 が設けられており、該保炎リング 26 は燃料（微粉炭）ノズル 10 の先端部付近の火炉内で燃料と 1 次空気の混合流体と 2 次空気が混合して生じる循環流 33 を拡大する機能がある。

また火炉壁 28 のバーナ 1 を設置する開口部はバーナスロート部 29 であり、バーナスロート部 29 は 4 次空気ノズル 14～17 の外周隔壁を兼ねている。また、火炉壁 28 のバーナスロート部 29 以外の壁面には水管 30 が設けられている。

【0039】

2次空気ノズル11と3次空気ノズル12、13の間の隔壁19の先端には2次空気と3次空気を燃料ノズル10から離れる方向に誘導する誘導部材（ガイドスリーブ）32が設けられ、また3次空気ノズル12、13と4次空気ノズル14、15の間のと周壁障害物20、21の先端には3次空気と4次空気を燃料ノズル10から離れる方向に誘導する誘導部材（ガイドスリーブ）34、35がそれぞれ設けられている。

またこれら燃焼用空気ノズル11～17を流れる空気はバーナ1を取り囲む風箱39から供給される。

【0040】

燃料（微粉炭）ノズル10内には固体燃料と1次空気の混合流体の流れ37が流れ、2次空気ノズル11内には2次空気の流れ41が流れる。また、3次空気ノズル12、13と4次空気ノズル14～17の上流側は同一の空気流路となっており、流量調節器（ダンパ）38a、38b、43、44で3次空気と4次空気として用いられる空気の流れ42が調整される。

【0041】

また2次空気ノズル11を流れる2次空気流41の流量は流量調節器（ダンパ）40で流量を調節し、流量調節器（ダンパ）38で全体流量が調整された3次空気と4次空気として用いられる空気の流れ42の中で、3次空気として用いられる3次空気ノズル12、13内の空気はそれぞれ流量調節器（ダンパ）43、44で調節する。

【0042】

燃料ノズル10から火炉内に噴出される固体燃料と1次空気との混合流体（燃料噴流）の流れ46と2次空気ノズル11から火炉内に噴出される2次空気の流れ48と3次空気ノズル12、13と4次空気ノズル14～17から火炉内に噴出される3次空気と4次空気の流れ49、50（図1には火炉内での3次空気と4次空気を区別することなく上側の流れ49と下側の流れ50として示している。）が形成される。また、火炉内には火炎の外周部（燃料噴流）51が形成される。

【0043】

固体燃料バーナ1での固体燃料の燃焼では、燃料ノズル10と2次空気ノズル11を隔てる隔壁18の下流側領域の空気は、それぞれのノズル10、11から噴出する流れに巻込まれる。このため、隔壁18の下流側の領域は圧力が低下し、下流から上流に向かう流れである循環流33が形成される。

【0044】

隔壁18の先端部に保炎リング26を設ける場合、火炉内での燃料混合流体の流れ46と2次空気の流れ48は分離されて循環流33は拡大する。この循環流33内には高温のガスが滞留するため、燃料粒子の着火が進み、火炎の安定性が向上する。

【0045】

また、燃料ノズル10の出口近傍に火炎が形成され、酸素の消費が進むことで、火炎内に酸素濃度の低い還元炎領域が広がる。この還元炎内では固体燃料に含有される窒素分がアンモニアやシアンのような還元物質として放出され、窒素酸化物（ NO_x ）を窒素に還元する還元剤として働く。このため、 NO_x 発生量を低減できる。

【0046】

また、着火が早まることで固体燃料の燃焼反応が進み、燃料灰中の未燃焼分（以下、未燃分と記す）も減少する。3次空気ノズル12、13や4次空気ノズル14～17の出口にそれぞれの空気ノズルから噴出する空気を外周方向へ誘導するための誘導部材32、34、35を設けることで、火炉内での燃料混合流体の流れ46と2次空気の流れ48と3次空気と4次空気の流れ49、50が離れて流れるため、バーナ近傍での燃料と3次空気と4次空気との混合が遅れて、還元炎領域が広がる。

【0047】

次に本実施形態の特徴について、図1、図2を用いて説明する。

図1は、3次空気ノズル12、13から均等の噴出流速となるように空気を流した場合

10

20

30

40

50

、図2はバーナ1の上側に設置した3次空気ノズル12の流量調整ダンパ43を操作し、他のノズルと比べて少量の空気を流した場合である。

【0048】

図2のようにバーナ1の下側の空気量を増加させた場合、3次空気ノズル12、13からの噴流は上側の空気ノズル12からの空気流量と噴出流速が減り、下側の空気ノズル13からの空気流量と噴出流速が増加する。流量と噴出流速との積で求められる運動量もバーナ1の上側に対してバーナ1の下側が増す。3次空気の噴流により、バーナ1の出口では周囲のガスが噴流に巻き込まれるため、負圧が生じる。図2のようにバーナ1の下側の空気ノズル13の空気量を増加させた場合、3次空気ノズル12、13周囲の圧力分布は下側の3次空気ノズル13の方が負圧は強まり、2次空気ノズル11の外周部では上下方向に圧力に差が生じる。負圧の強い下側では2次空気48が下向きに偏って流れやすくなる。このため、燃料ノズル10の外周部も2次空気48がバーナ1の下向きに偏って流れることにより、火炉内では下向きに負圧が強まる。このため、燃料噴流（火炎）51も下向きに偏る。

10

【0049】

即ち、燃料噴流51は3次空気ノズル12、13を流れる空気流量の偏差により、下向きの流れとして火炉内に形成される。また、燃料が下向きに流れることで、保炎リング26の下流の循環流33から形成される火炎も下向きに形成される。このため、火炉内の温度分布が下側に偏り、火炉での熱吸収量が増加、火炉の下流部に設けた伝熱管での熱吸収量を減少させることが可能となる。

20

【0050】

また、図2とは反対に、バーナ1の下側に設置した3次空気ノズル13の流量調整ダンパ44を操作し、相対的に上側の空気流量を増加させると、火炉内では火炎が通常よりも上部に形成され、火炉内の温度分布が上側に偏り、火炉内での熱吸収量が減少、火炉の下流側煙道に設けた伝熱管での熱吸収量を増加させることが可能となる。

【0051】

本実施例により、火炎51の形成位置を、前記3次空気ノズル12、13を流れる空気流量に偏差を与えることで上下方向に制御することが可能となる。このため、前記火炉出口での燃焼ガス温度、火炉壁面に設置した伝熱管の温度、前記伝熱管を流れる流体の温度、または火炉内やその下流側の煙道部に設けた伝熱管の温度や前記伝熱管を流れる流体の温度に基づき、前記固体燃料バーナ1の前記3次空気ノズル12、13を流れる空気流量をバーナ1の上下方向に個別に制御することが可能となる。

30

【0052】

本実施例の固体燃料バーナ1は、燃料ノズル10の外周側隔壁18の先端には、前記燃料ノズル10を流れる混合流体37や前記2次空気ノズル11を流れる空気の流れを妨げる保炎リング26を設けている。また、3次空気ノズル12、13と4次空気ノズル14～17の出口に流れを外周側（燃料ノズル10から離れた方向）に偏向させる誘導部材32、34、35を設けている。

【0053】

保炎リング26を設けることで火炉内には循環流33が形成され、該循環流33に高温ガスが滞留し、燃料を着火することで、火炎の着火を燃料ノズル10の出口の保炎リング26の下流側に安定的に形成させることが可能となる。このため、3次空気ノズル12、13から噴出する空気の流量に係わらず、着火位置を固定することができる。このため、3次空気ノズル12、13から噴出する空気流量偏差を与えた場合も、火炎51の形成方向（角度）のみを変えることができる。火炎51の形成開始位置は変わらず、火炎51の角度のみ変わるため、火炉内の温度分布や火炉での熱吸収量、火炉の下流部に設けた伝熱管での熱吸収量を制御しやすくなる。

40

【0054】

また、誘導部材32、34、35を設けたので前記空気ノズル11～17から噴出する空気の方向がバーナ1の外周側に常に形成できる。このため、特に流量を減少させた場合

50

にも火炉内での燃料と空気とのバーナ1の近傍での混合を抑制することが可能となる。従って火炉内での燃料と空気とのバーナ1の近くでの混合を抑制し、NO_xを低減することができる。

【0055】

本実施の形態で空気流量の調整ダンパとして2次空気ノズル11と3次空気ノズル12、13に対応した各ダンパ40、43、44を図示しているが、図5に示すように、3次空気ノズル12、13と4次空気ノズル14～17の空気量を調整する流量調整ダンパとして上下の4次空気ノズル14、15にそれぞれ設けられた流量調節ダンパ38a、38bと左右の4次空気ノズル16、17に設けられた流量調節ダンパ56a、56bとして設けても良い。

10

【0056】

この場合、流量調整ダンパ38a、38b、56a、56bにより、3次空気ノズル12、13と4次空気ノズル14～17を流れる空気流量に互いに偏差を与えることができる。図6に第1の実施形態の固体燃料バーナ1の4次空気ノズル14、15の空気量を調整する流量調整ダンパ38a、38bを操作してバーナ1の上下方向の流量に偏差を与えた場合と、3次空気ノズル12、13の流量調整ダンパ43、44を操作し、バーナ1の上下方向の流量に偏差を与えた場合の火炉出口でのガス温度変化をそれぞれ示す。

【0057】

図6に示す通り、バーナ1の空気ノズルの上下方向の空気流量の偏差により、火炉出口でのガス温度が変化する。火炉出口でのガス温度変化は火炉内での熱吸収の増減を示す。例えば、ガス温度が下がることは、火炉内での熱吸収が増え、燃焼ガスの冷却が進んだことを意味する。

20

【0058】

図6に示す結果から4次空気ノズル14～17はお互いに流路が接続しているため、ダンパ38、56による流量調整の効果は3次空気ノズル12、13のダンパ43、44に比べ小さいが、同様の効果を得られることが判る。

【0059】

上記のように空気ノズル12～17を周方向に複数に分割させる場合、隔壁19、29と周壁障害物20、21などを設ける必要がある。通常、固体燃料バーナ1は図3に示す4次空気ノズル14～17のように、最外周の流路の外周側隔壁29は火炉を構成する炉体隔壁28または水壁30である。一方、内周側隔壁19、周壁障害物20、21は燃料ノズル10やバーナ1の接続する風箱39と接続する。炉体隔壁28または水壁30に対して燃料ノズル10や風箱39は、燃焼装置（ボイラ）の運転に伴う熱膨張に差がある。このため、固体燃料バーナ1では最外周の流路の外周側隔壁29と内周側隔壁19と周壁障害物20、21とは温度によりその相対位置が変わるため、両者を独立して設置する必要がある。このため、内周側隔壁19と周壁障害物20、21と外周側隔壁29とを接続することは困難である。このため、本実施の形態では、4次空気ノズル14～17を3次空気ノズル12、13にだけ接続した障害物20、21により4つの領域に分割することで、流量調整の効果を与えている。

30

【実施例2】

40

【0060】

図7は本発明の第2の実施形態を示す固体燃料バーナの断面を示す概略図である。また、図8は図7に示す固体燃料バーナのC-C線断面矢視図である。

図1～図5に示す第1の実施形態と異なる点は、図7、図8においては第1の実施形態の分割型の3空気ノズル12、13を持たず、最外周ノズル領域14～17を周方向に区分していることである。

【0061】

最外周空気ノズルは障害物53、54により本バーナ1では3次空気に相当する空気が流れる領域14～17に区分される。ウインドボックス39に接続する領域14～17は上領域14と下領域15と火炉側から見て左の領域16と右の領域17からなり、上下領

50

域 14、15 にそれぞれ設けられた流量調節ダンパ 38a、38b と左右領域 16、17 に設けられた流量調節ダンパ 56a、56b によりそれぞれ個別に空気流量が調整できる。

【0062】

障害物 53、54 は最外周空気ノズルの内周側の隔壁 19 に接続し、外周側の隔壁 29（火炉壁 28 のバーナ 1 を設置する開口部であるバーナスロット部）には接続しない。障害物 53、54 を設けることで、領域 14～17 の間での燃焼用空気の移動は妨げられる。このため、流量調節ダンパ 38a、38b、56a、56b の調整により、各領域 14～17 から火炉内に噴出する空気量を調整できる

具体的には、ダンパ 38a を絞ることで上側の領域 14 を流れる空気流量と空気噴出流速が減る。このため、他の領域 15～17 の空気流量と空気噴出流速が増加する。このため、空気流量と空気噴出流速との積で求められる空気運動量は、燃料ノズル 10 の周方向に対して下向きの運動量が増すことになる。最外周空気ノズルから火炉内に噴出する空気噴流により、最外周空気ノズル出口では周囲のガスが噴流に巻き込まれるため、負圧が生じる。最外周空気ノズルでの運動量が下向きに強まることで、最外周空気ノズル出口では下側の負圧が強まる。このため、最外周空気ノズルのそばを流れる火炉内の 2 次空気の流れ 48 は火炉内で下向きに偏って流れる。さらに 2 次空気の流れ 48 により循環流 33 も下側の部分の負圧が強まるため、循環流 33 の傍を流れる燃料噴流 46 も下向きに偏る。

【0063】

すなわち、燃料噴流 46 は最外周空気ノズルの各領域 14～17 を流れる空気流量の偏差により、火炉内では下向きの流れとして形成される。また、燃料が下向きに流れることで、火炎 51 も下向きに形成される。このため、火炉内の温度分布が下側に偏り、火炉内での熱吸収量が増加、火炉の下流側煙道に設けた伝熱管での熱吸収量を減少させることが可能となる。

【0064】

さらに、本実施の形態では、上記のように固体燃料バーナ 1 の燃焼用空気ノズルを周方向に複数に区分させる障害物 53、54 を設けた。通常、固体燃料バーナ 1 の外周側隔壁 29 は火炉を構成する炉体隔壁 28 または水壁 35 で構成し、最外周空気ノズルの領域 14～17 の内周側隔壁 19 は燃料ノズル 10 やバーナ 1 の接続する風箱 39 と接続する。外周側隔壁 29 と内周側隔壁 19 は、燃焼装置（ボイラ）の運転に伴う熱膨張に差がある。このため、固体燃料バーナ 1 では外周側隔壁 29 と内周側隔壁 19 が温度により、その相対位置が変わるため、両者を独立して設置する必要がある。このため、内周側隔壁 19 と外周側隔壁 29 とを接続することは困難である。

【0065】

本実施の形態では最外周空気ノズルが複数の領域に区分されているが、障害物 53、54 は外周側隔壁 29 とは接続しない。このため、熱膨張差による外周側隔壁 29 と内周側隔壁 19 の相対位置の変動に影響を受けることなく、燃料ノズル 10 の周方向に流量偏差を与えることができる。また、上記説明では火炉内の上下方向への火炎の形成方向について述べたが、火炉内の左右方向への火炎の形成のためには領域 16、17 を流れる燃焼用空気の流量偏差を与えることで、火炎の形成方向を左右に偏向させることも可能である。

【0066】

図 7 と図 8 に示す第 2 の実施形態では障害物 53、54 は内周側隔壁 19 から接続したが、図 9 に示すように障害物 53、54 を外周側隔壁 29 と接続し、内周側隔壁 19 と分離しても良い。または図 10 に示すように障害物 53、54 は内周側隔壁 19 とだけ接続し、障害物 60、61 は外周側隔壁 29 とだけ接続し、内周側と外周側の双方と各々接続する障害物 53、54、60、61 を 2 重に設けても良い。2 重に障害物を設けることで、各領域 14～17 の間での空気の移動はさらに少なくなる。

【0067】

また、本実施の形態では 2 次空気ノズル 11 を燃料ノズル 10 の外周部に設けたが、2 次空気ノズル 11 を設けず、燃料ノズル 10 と最外周空気ノズルの領域 14～17 が接す

10

20

30

40

50

る場合も上記の空気流量偏差による火炎形成位置の偏向の効果は同様に得られる。

【実施例 3】

【0068】

図 11 は本発明の第 3 の実施形態を示す固体燃料バーナの断面を示す概略図である。また、図 12 は図 11 の C-C 線断面矢視図である。

図 11、図 12 に示す実施例と図 7、図 8 に示す第 2 の実施形態と異なる点は、燃料ノズル 10 と 2 次空気ノズル 11 が、例えば上下方向の径は相対的に短く、これと直交する左右方向の径は相対的に長い、いわゆる幅広のノズルであることである。本実施形態では、燃料ノズル 10 と 2 次空気ノズル 11 は長辺側が水平方向に形成された例を示している。また、最外周空気ノズルの各領域 14～17 の外周隔壁 29 は上下方向と左右方向の長さが同一の円形状となる。

10

【0069】

燃料ノズル 10 と 2 次空気ノズル 11 が、いわゆる扁平形状となるため、最外周空気ノズルの各領域 14～17 の流路を横断する方向の断面方向の厚みは、直交する 2 方向のうち、1 方向の方が厚い。このため、厚みが大きい部分に流量の偏差を与えた場合は、流量が多いため、最外周空気ノズルの領域 14～17 から噴出する流量の偏差により、燃料ノズル 10 から火炉内に噴出する燃料噴流を誘導しやすくなる。

【0070】

図 11、図 12 に示す本発明の第 3 の実施形態では、空気ノズルを 2 次空気ノズル 11 と最外周空気ノズルの領域 14～17 としたが、図 13 に示すように、最外周空気ノズルの領域 14～17 の内側に分割型空気ノズルである 3 次空気ノズル 12、13 を設けても良い。この場合、図 13 に示されるように、分割型の 3 次空気ノズル 12、13 の周壁障害物 20、21 を最外周空気ノズルの領域 14～17 を区分する障害物として用いることも可能である。

20

【実施例 4】

【0071】

図 14 は本発明の第 1 の実施形態を示す固体燃料バーナを火炉壁に設けた燃焼装置の概略図である。

固体燃料バーナ 1 は燃料ノズル 10 と空気ノズル 12、13 から構成される。本実施形態では、上下方向の空気量偏差について説明するため、空気ノズル 12、13 を上下に設けているが、前述の本発明の実施形態 1 から 3 の何れのバーナ 1 も適用できる。

30

【0072】

燃料ノズル 10 はその上流の燃料搬送管 65 を通り、固体燃料の粉砕機 66、搬送空気ファン 67、燃料ホップ 68 と接続する。また、空気ノズル 12、13 は流量調節弁 71、72 を介し、空気ファン 70 と接続する。

【0073】

一般に火炉 74 には上記固体燃料バーナ 1 が複数接続されるが、本実施例では固体燃料バーナ 1 が 1 台接続される場合を例に説明する。

火炉 74 を構成する隔壁 28 は水管で構成されており、燃焼熱を吸収する。さらに火炉 74 内の天井部から吊下げた伝熱面 76 と火炉 74 の下流側煙道に配置した伝熱面 76 が配置されている。また、火炉 74 の壁面の水管 30 (図 1 参照) や前記伝熱面 76 での熱吸収量を測定するため、水や蒸気の温度、又は水管 30 や伝熱管を構成する材料の温度を計測する温度計 (図示せず) がそれぞれ適所に複数個設置される。

40

【0074】

図 14 は火炉 74 の水管出口での蒸気温度と伝熱面 76 の出口での蒸気温度を元に、流量調節弁 71、72 を制御する制御演算器 73 を備える。図 14 に示される実施形態では、上下に燃料ノズル 10 を挟むように構成した空気ノズル 12、13 から空気を各々燃料ノズル 10 と反対方向に傾けて噴出する。

【0075】

下側の空気ノズル 13 の空気流量を増加させると、噴出流速も増加する。流量と噴出流

50

速との積で求められる運動量も軸方向の運動量が強まる他、火炉 7 4 内では下向きの運動量が増す。空気の噴流により、燃料ノズル 1 0 の出口では周囲のガスが噴流に巻き込まれるため、負圧が生じ、その負圧により、空気噴流のそばを流れる燃料噴流も下向きに偏って流れる。

【0076】

即ち、燃料ノズル 1 0 から噴出する燃料噴流が空気ノズル 1 2、1 3 から噴出する空気流量の偏差により、火炉のバーナ 1 の出口では下向きの流れとして形成される。また、燃料が下向きに流れることで、固体燃料バーナ 1 から火炉 7 4 内で形成される火炎も下向きに形成される。このため、火炉 7 4 内の温度分布が下側に偏り、火炉 7 4 での熱吸収量が増加、火炉 7 4 の下流側煙道に設けた伝熱面 7 6 での熱吸収量を減少させることが可能となる。

10

【0077】

また、上側の空気ノズル 1 2 の空気流量を増加させると、バーナ 1 の出口で形成される火炎が通常よりも上部に形成され、火炉 7 4 内の温度分布が上側に偏り、火炉 7 4 での熱吸収量が減少、火炉 7 4 の下流部側煙道設けた伝熱面 7 6 での熱吸収量を増加させることが可能となる。

【0078】

前述の本発明の第 1 の実施形態に示すバーナ構造を図 1 4 に示す火炉 7 4 に適用した場合の火炉出口でのガス温度の変化は図 6 に示した通りである。図 6 に示すように本発明の固体燃料バーナ 1 を火炉壁に設けた燃焼装置では、バーナ 1 の上下方向の空気流量の偏差により、火炉 7 4 の出口でのガス温度が変化する。火炉 7 4 の出口でのガス温度変化は火炉 7 4 内での熱吸収の増減を示す。例えば、ガス温度が下がることは、火炉 7 4 内での熱吸収が増え、燃焼ガスの冷却が進んだことを意味する。

20

【0079】

本実施の形態によると、制御演算器 7 3 を介し、流量調節弁 7 1、7 2 を制御し、火炎の形成位置を変えることで、各伝熱面 7 6 での熱吸収量を変えることが可能となる。火炉 7 4 の壁や伝熱面 7 6 を流れる蒸気の温度はその下流側に設置されるタービンや上流側の伝熱面の材料を保護するため、所定の設計温度が存在するが、熱吸収量を変えることで設計温度範囲を守ることができる。

【0080】

30

特に、伝熱面 7 6 に付着した灰を除去すると、一時的に熱吸収量が増加することがある。この場合、蒸気温度が変動するが、上記のように火炎の形成位置を変えることで蒸気温度の変動を抑制できる。また、負荷変化や燃料種類の変化などによる蒸気温度の変動も抑制できる。

【産業上の利用可能性】

【0081】

本発明は燃焼装置内での熱吸収位置を容易に変化させることができる固体燃料用バーナであり、燃焼効率の良いボイラなどの火炉に利用可能性が高い。

【符号の説明】

【0082】

40

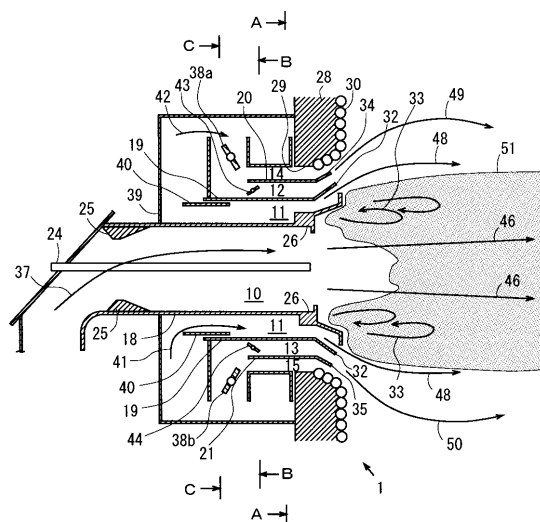
- 1 固体燃料バーナ 1 0 燃料ノズル
- 1 1 2 次空気ノズル
- 1 2、1 3 3 次空気ノズル
- 1 4～1 7 4 次空気ノズル（最外周ノズル領域）
- 1 8、1 9 隔壁 2 0、2 1 周壁障害物
- 2 4 オイルガン 2 5 絞り部
- 2 6 障害物（保炎リング）
- 2 8 火炉壁（炉体隔壁）
- 2 9 バーナスロート部（最外周流路の外周側隔壁）
- 3 0 水壁（水管）

50

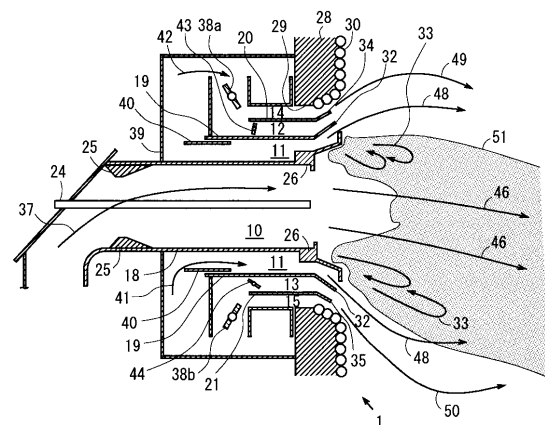
- 32、34、35 誘導部材（ガイドスリーブ）
 33 循環流
 37 固体燃料と1次空気の混合流体の流れ
 38、40、43、44 流量調節器（ダンパ）
 39 風箱 41 2次空気の流れ
 42 3次空気と4次空気として用いられる空気の流れ
 46 火炉内での混合流体（燃料噴流）の流れ
 48 火炉内での2次空気の流れ
 49、50 火炉内での3次空気と4次空気の流れ
 51 火炉内での火炎外周部（燃料噴流）
 53、54 障害物 56 流量調節ダンパ
 65 燃料搬送管 66 固体燃料の粉碎機
 67 搬送空気ファン 68 燃料ホップ
 70 空気ファン 71、72 流量調節弁
 73 制御演算器 74 火炉
 76 伝熱面

10

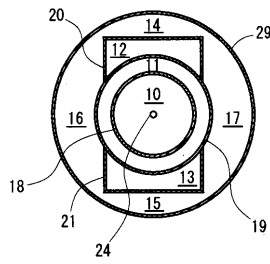
【図1】



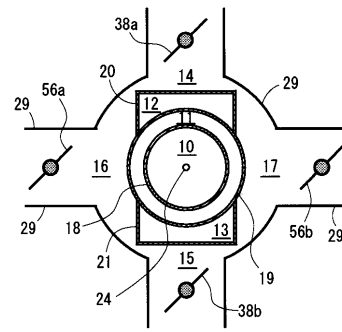
【図2】



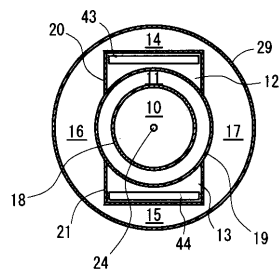
【図 3】



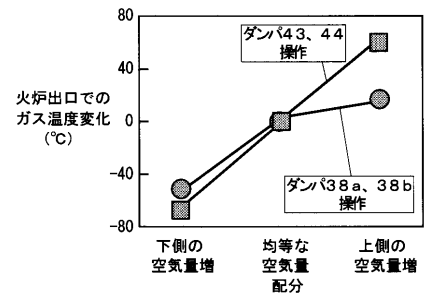
【図 5】



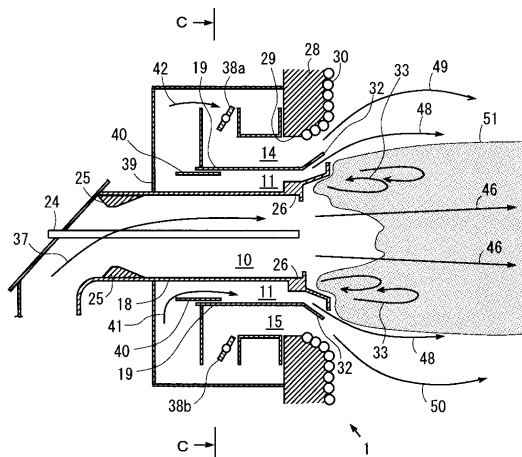
【図 4】



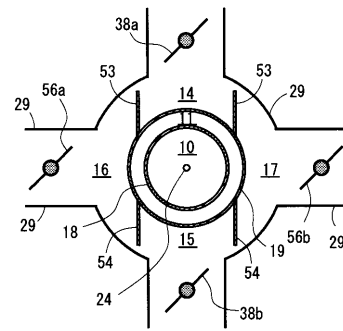
【図 6】



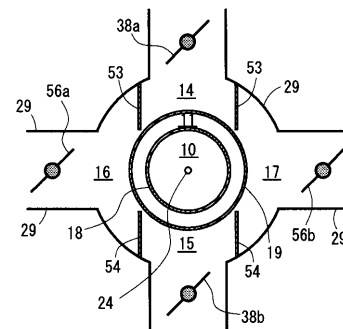
【図 7】



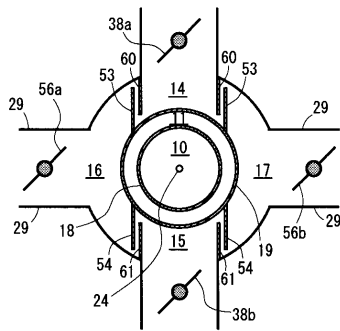
【図 8】



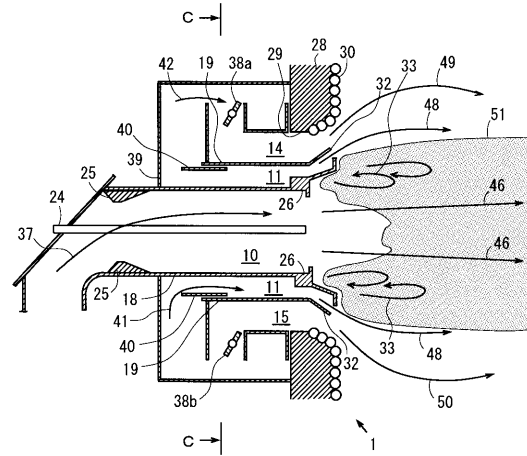
【図 9】



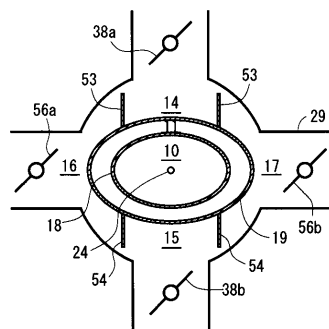
【図 10】



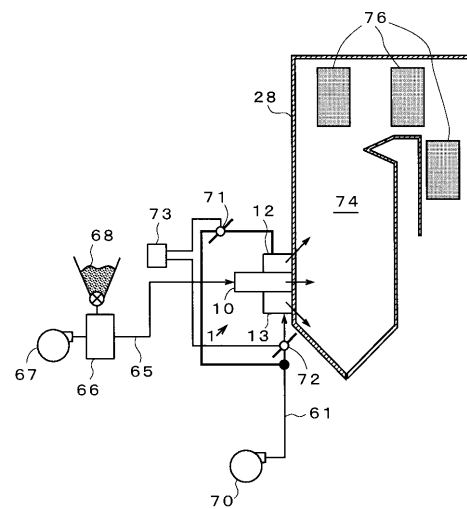
【図 11】



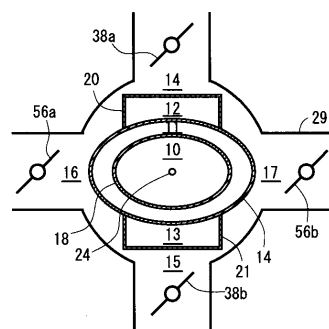
【図 12】



【図 14】



【図 13】



フロントページの続き

- (72)発明者 越智 佑介
広島県呉市宝町6番9号
所内 バブコック日立株式会社 呉事業
- (72)発明者 倉増 公治
広島県呉市宝町6番9号
所内 バブコック日立株式会社 呉事業

審査官 稲葉 大紀

- (56)参考文献 特開2005-273973 (JP, A)
実開昭61-101226 (JP, U)
特開2000-356309 (JP, A)
特開平09-021507 (JP, A)
特開昭63-140208 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F23C 99/00
F23D 1/00