

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6804318号  
(P6804318)

(45) 発行日 令和2年12月23日(2020.12.23)

(24) 登録日 令和2年12月4日(2020.12.4)

(51) Int. Cl.		F 1			
<b>F 2 3 D</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 3 D	1/00	C
<b>F 2 3 C</b>	<b>99/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 3 C	99/00	3 0 5
<b>F 2 3 L</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 3 L	1/00	E

請求項の数 7 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2017-16146 (P2017-16146)	(73) 特許権者	514030104 三菱パワー株式会社
(22) 出願日	平成29年1月31日 (2017.1.31)		神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号
(65) 公開番号	特開2018-124012 (P2018-124012A)	(74) 代理人	100112737 弁理士 藤田 考晴
(43) 公開日	平成30年8月9日 (2018.8.9)	(74) 代理人	100140914 弁理士 三苫 貴織
審査請求日	令和1年12月27日 (2019.12.27)	(74) 代理人	100136168 弁理士 川上 美紀
		(74) 代理人	100172524 弁理士 長田 大輔
		(72) 発明者	富永 幸洋 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃焼バーナ及びこれを備えたボイラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸線に沿って筒状に延びるとともに炭素含有固体燃料を粉砕した燃料と1次空気とを混合した燃料ガスを火炉へ供給する燃料ガス流路を形成する燃料ノズルと、

前記軸線に沿って筒状に延びるとともに前記燃料ガスより温度の高い2次空気が流通する2次空気ノズルと、

前記2次空気ノズルと前記燃料ノズルの間に形成され前記火炉へ前記2次空気を供給する2次空気流路と、

前記2次空気流路を流通する前記2次空気の少なくとも一部を前記燃料ガス流路へ導入する2次空気導入流路と、

前記燃料ノズルの前記火炉へ開口する先端部に対して前記燃料ガスのガス流通方向の上流側に配置され、前記燃料ガスの流れを分離して前記ガス流通方向の下流側に再循環領域を形成する保炎器と、を備え、

前記燃料ノズルの前記先端部の形状は、前記ガス流通方向に直管状に延びる形状となっており、

前記2次空気導入流路が前記燃料ガス流路へ前記2次空気の少なくとも一部を導入する導入位置から前記保炎器の設置位置までの前記ガス流通方向の距離をLとし、前記導入位置から前記設置位置へ至る前記燃料ガス流路の最小幅をWとした場合に  $2 \leq L/W \leq 5$  を満たす燃焼バーナ。

【請求項2】

前記 2 次空気導入流路は、前記ガス流通方向の主成分を持つ流速で前記 2 次空気の少なくとも一部を前記燃料ガス流路へ導入する請求項 1 に記載の燃焼バーナ。

【請求項 3】

前記保炎器は、前記ガス流通方向と交差する方向に沿って延びるように形成されるとともに前記ガス流通方向における下流側に向かって前記ガス流通方向に直交する断面の幅が広がる拡幅部を有する請求項 1 または請求項 2 に記載の燃焼バーナ。

【請求項 4】

前記燃料ノズル内の前記保炎器よりも前記ガス流通方向の上流側に配置された整流部を備える請求項 1 または請求項 2 に記載の燃焼バーナ。

【請求項 5】

火炉と、  
該火炉に対して設置された請求項 1 または請求項 2 に記載の燃焼バーナと、を備えるボイラ。

【請求項 6】

炭素含有固体燃料を粉砕した燃料と 1 次空気とを混合した燃料ガスを前記燃料ガス流路へ供給する燃料供給管と、

送風機により送風される 2 次空気を前記 2 次空気流路へ供給する空気ダクトと、

前記空気ダクトを流通する前記 2 次空気の一部を前記燃料供給管へ供給する 2 次空気導入管と、を備える請求項 5 に記載のボイラ。

【請求項 7】

前記火炉にて前記燃焼バーナからの噴出する燃焼ガスのガス流れ下流側で前記燃焼ガスと空気との熱交換を行う熱交換器と、

前記熱交換器を通過した空気と該熱交換器を通過していない空気とを混合して前記 2 次空気ノズルへ供給する空気ダクトと、を備える請求項 5 に記載のボイラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発電用または工場用などのために蒸気を生成するためのボイラに適用される燃焼バーナ及びこれを備えたボイラに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、微粉炭等の炭素含有固体燃料を粉砕したものと搬送気体とを混合した燃料ガスを火炉へ供給する燃料ノズルと、燃料ノズルの外側から火炉へ空気を供給する空気ノズルとを備えた燃焼バーナが知られている（例えば、特許文献 1，特許文献 2 参照）。

特許文献 1 の燃焼バーナは、燃料ノズルの周方向の速度成分を持つ追加空気を噴出させる追加空気ノズルを設け、低酸素濃度の搬送気体で搬送された燃料と空気との混合を促進するものである。また、特許文献 2 の燃焼バーナは、燃料ノズルの中心軸付近に発散円錐を配置して中心軸に沿って流れる燃料量を減少させ、加熱ガスを燃料ノズル内に導入して一次流の中央部分における燃料に対する化学量論比を高めることで燃料のガス化を促進するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 140480 号公報（段落 0081 - 0084）

【特許文献 2】特表 2011 - 523013 号公報（段落 0022）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

燃焼バーナにおいては、燃料ノズルの先端部より燃料ガス流れの上流部分で燃料ノズルの中心軸付近に再循環流れを形成する保炎器を設置したものが知られている。保炎器が設

10

20

30

40

50

置された燃料ノズルにおいては、燃料が隣接火炎からの輻射を受けて着火し、着火により生成された高温ガスが保炎器により再循環流れとなって着火部近傍に保たれて保炎が行われる。この保炎器が、微粉炭と1次空気の混合流の外周に設置される場合を外周着火ないし外部保炎といい、混合流の断面内部に設置されている場合を内部着火ないし内部保炎という。燃焼により発生した窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )を空気不足の還元雰囲気において還元することで低 $\text{NO}_x$ 化を実現することができる。

そして、火炉に隣接した燃料ノズルの先端における燃料の着火性を高めるためには、炭素含有固体燃料とした例えば石炭(微粉炭)の質量に対する空気の質量の割合(以下、「A/C比」という。)を低くして、周囲の火炎の輻射による着火を促進させるのが望ましい。

10

#### 【0005】

しかしながら、A/C比を低くしすぎると、燃料の未燃分の増加に伴って火炉内の燃料ノズルの先端付近での燃料の酸化燃焼が増加し、高い火炎温度によって $\text{NO}_x$ の発生量が增大する可能性がある。

一方、燃料ガスにおけるA/C比を高くしすぎると、周囲の火炎の輻射を受けにくくなることにより燃料に含まれる可燃性の揮発分の放出が遅れ、2次空気との接触部分で遅れて放出された揮発分の酸化燃焼による高い火炎温度によって $\text{NO}_x$ の発生量が增大する可能性がある。

#### 【0006】

前述した特許文献1においては、低酸素濃度の搬送気体で搬送された燃料の着火を早めるために、燃料ノズル出口近傍に追加空気を噴出させている。しかしながら、特許文献1では、濃縮器によって燃料粒子の多くが燃料ノズルの外側隔壁に沿って流れるため、外部着火ないし外部保炎が行われる。ノズルの外周に保炎器がある外部着火方式では、A/C比が増えると微粉炭流の噴流速度が増大するだけで、保炎器周囲の再循環域は変わらないため、結果として、着火は離れてしまう。そのため、特許文献1では、外部着火ないし外部保炎により $\text{NO}_x$ の発生量が增大してしまう。

20

#### 【0007】

また、特許文献2においては、一次流の中央部分における化学量論比を高めるために、燃料噴射器の出口端の上流部分に二次流を導入している。しかしながら、特許文献2では、燃料噴射器に設けられた発散円錐によって中心軸の外周側に流れる燃料量が増大するため、外部着火ないし外部保炎が行われる。そのため、特許文献2では、外部着火ないし外部保炎により $\text{NO}_x$ の発生量が增大してしまう。

30

#### 【0008】

本発明は、上述した課題を解決するものであり、燃料の未燃分の火炉への放出を抑制しつつ燃料に含まれる可燃性の揮発分の放出を促進して $\text{NO}_x$ 発生量を低減可能とする燃焼バーナ及びこれを備えたボイラを提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

上記の目的を達成するための本発明の燃焼バーナは、軸線に沿って筒状に延びるとともに炭素含有固体燃料を粉碎した燃料と1次空気とを混合した燃料ガスを火炉へ供給する燃料ガス流路を形成する燃料ノズルと、前記軸線に沿って筒状に延びるとともに前記燃料ガスより温度の高い2次空気が流通する2次空気ノズルと、前記2次空気ノズルと前記燃料ノズルの間に形成され前記火炉へ前記2次空気を供給する2次空気流路と、前記2次空気流路を流通する前記2次空気の少なくとも一部を前記燃料ガス流路へ導入する2次空気導入流路と、前記燃料ノズルの前記火炉へ開口する先端部に対して前記燃料ガスのガス流通方向の上流側に配置され、前記燃料ガスの流れを分離して前記ガス流通方向の下流側に再循環領域を形成する保炎器と、を備え、前記燃料ノズルの前記先端部の形状は、前記ガス流通方向に直管状に延びる形状となっており、前記2次空気導入流路が前記燃料ガス流路へ前記2次空気の少なくとも一部を導入する導入位置から前記保炎器の設置位置までの前記流通方向の距離をLとし、前記導入位置から前記設置位置へ至る前記燃料ガス流路の最

40

50

小幅をWとした場合に  $2 \leq L/W \leq 5$  を満たす。

【0010】

本発明の燃焼バーナによれば、2次空気流路を流通する燃料ガスより温度の高い2次空気の少なくとも一部が、2次空気導入流路によって2次空気流路から、炭素含有固体燃料を粉砕した燃料と1次空気とを混合した燃料ガスが流通する燃料ガス流路へ導かれる。燃料ノズル内の火炉へ開口する先端部の近傍に保炎器が配置されているため、燃料ガス流路の出口における燃料の着火性が向上するとともに燃料に含まれる可燃性の揮発分の放出及び固定炭素の燃焼が促進されてNOxの還元が促進されるため、NOx発生量が低減する。

【0011】

なお、保炎器では1次空気側で保炎するため、2次空気の少なくとも一部を燃料ガス流路側に導いて2次空気流路を流通する2次空気の流量が減少しても、良好な保炎を実現することができる。また、保炎器が構造物である場合には、2次空気が混合されて内部保炎器の周囲の流速が増加することで、保炎器の周囲に形成される再循環域も強化され、着火を強く保つことができる。着火が強く保つことができれば、燃料と1次空気の混合流は、空気不足で供給され、微粉炭の揮発分や未燃分はNOx還元効果を有していることから、発生したNOxを燃料噴流内で十分に還元することができる。一方、2次空気は噴流の外側に供給されるため、空気が過剰な状態であり、NOx還元物質も少ないことから、外周で生成されたNOxは還元されにくく、NOx発生量の増加につながる。

【0012】

このため、保炎器を有する燃焼バーナでA/C比を増加させたことで着火を保つことができれば、燃料ガス流路の出口においては、炭素含有固体燃料を粉砕した燃料の未燃分が減少するとともに、粉砕した燃料に含まれる可燃性の揮発分の放出及び固定炭素の燃焼が促進されてNOxが一度発生し、その還元が促進される。また、NOxが還元されにくい燃料噴流外周の2次空気が減少するため、NOx発生量を低減することができる。

【0013】

また、本発明の燃焼バーナにおいては、2次空気の少なくとも一部を燃料ガス流路へ導くため、燃料ガスのA/C比を増加させるために1次空気の流量を増加させる必要がない。そのため、1次空気の流量が増加することによる通風機の動力増加、粉砕機の分級精度の低下、燃料を搬送する搬送管の摩耗量の増加等の不具合を抑制することができる。

【0014】

また、本発明の燃焼バーナにおいては、2次空気の導入位置から保炎器の設置位置までの軸線に沿ったガス流通方向の距離をLとし、導入位置から設置位置へ至る燃料ガス流路の最小幅をWとした場合に  $2 \leq L/W \leq 5$  を満たす。 $2 \leq L/W$ としているのは、保炎器を通過する燃料ガスを2次空気と均一に混合するために十分な距離を確保するためである。また、 $L/W \leq 5$ としているのは、燃焼バーナの大型化を防止するためである。

このようにすることで、2次空気が燃料ガス流路へ導入されてから保炎器に到達するまでのガス流通方向の距離を十分に確保しつつ燃焼バーナの大型化を防止し、導入された2次空気と燃料ガスとがより均一な濃度分布となった状態で保炎器による着火ないし保炎を行うことができる。

【0015】

本発明の燃焼バーナにおいて、前記2次空気導入流路は、前記ガス流通方向の主成分を持つ流速で前記2次空気の少なくとも一部を前記燃料ガス流路へ導入する構成であってもよい。

本構成によれば、2次空気は、燃料ガスのガス流通方向の主成分の流速を持って2次空気導入流路から燃料ガス流路へ導入されるため、燃料ガスとの合流時に大きな乱れを生じさせることなく緩やかに拡散しながら混合する。

【0016】

本発明の燃焼バーナにおいて、前記保炎器は、前記ガス流通方向と交差する方向に沿って延びるように形成されるとともに前記ガス流通方向における下流側に向かって前記ガス

10

20

30

40

50

流通方向に直交する断面の幅が広がる拡幅部を有してもよい。保炎器に拡幅部を設けることで、好適に内部保炎を行うことができる。

【0017】

本発明の燃焼バーナにおいては、前記燃料ノズル内の前記保炎器よりも前記ガス流通方向の上流側に配置された整流部を備えていてもよい。

このようにすることで、燃料ガス流路における燃料の偏流を防止し、2次空気と燃料ガスとがより均一な濃度分布となった状態で保炎器による着火ないし保炎を行うことができる。

【0018】

本発明のボイラは、火炉と、該火炉に対して設置された上記の燃焼バーナと、を備える。

10

本発明のボイラによれば、上記の燃焼バーナを備えているので、排ガス中のNOxが低減されたボイラを提供することができる。

【0019】

本発明のボイラにおいては、炭素含有固体燃料を粉砕した燃料と1次空気とを混合した燃料ガスを前記燃料ガス流路へ供給する燃料供給管と、送風機により送風される2次空気を前記2次空気流路へ供給する空気ダクトと、前記空気ダクトを流通する前記2次空気の一部を前記燃料供給管へ供給する2次空気導入管と、を備えていてもよい。

このようにすることで、炭素含有固体燃料を粉砕する粉砕機から燃料供給管へ至る流路における微粉炭混合気の流量を増加させることなく、燃料ガス流路へ供給される1次空気の量を増加させることができる。そのため、粉砕機へ1次空気を通風する通風機の動力増加、粉砕機の分級精度の低下、燃料を搬送する搬送管の摩耗量の増加等の不具合を抑制することができる。

20

【0020】

本発明のボイラにおいては、前記火炉にて前記燃焼バーナからの噴出する燃焼ガスのガス流れ下流側で前記燃焼ガスと空気との熱交換を行う熱交換器と、前記熱交換器を通過した空気と該熱交換器を通過していない空気とを混合して前記2次空気ノズルへ供給する空気ダクトと、を備えていてもよい。

熱交換器を通過した高温の空気と熱交換器を通過していない低温の空気とを適量で混合することにより、燃料ガス流路へ導入される2次空気の温度を適温（例えば、100以上かつ300以下）まで低下させることができる。これにより、燃料ガス流路へ導入された高温の2次空気により炭素含有固体燃料を粉砕した燃料が発火する不具合を抑制することができる。

30

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、燃料の未燃分の火炉への放出を抑制しつつ燃料に含まれる可燃性の揮発分の放出を促進してNOx発生量を低減可能とする燃焼バーナ及びこれを備えたボイラを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

40

【図1】第1実施形態の燃焼バーナが適用された微粉炭焼きボイラを表す概略構成図である。

【図2】第1実施形態の微粉炭焼きボイラにおける燃焼バーナを表す平面図である。

【図3】第1実施形態の燃焼バーナを示す縦断面図である。

【図4】図3に示す燃焼バーナのI-I矢視端面図である。

【図5】図3に示す燃焼バーナの一部を示す斜視図である。

【図6】第2実施形態の微粉炭焼きボイラを表す概略構成図である。

【図7】第3実施形態の燃焼バーナを示す縦断面図である。

【図8】図7に示す燃焼バーナのIII-III矢視端面図である。

【図9】図7に示す燃焼バーナのIII-III矢視端面図である。

50

【図10】第4実施形態の微粉炭焼きボイラにおける燃焼バーナを表す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下に添付図面を参照して、本発明の燃焼バーナの好適な実施例を詳細に説明する。なお、この実施例により本発明が限定されるものではなく、また、実施例が複数ある場合には、各実施例を組み合わせる構成するものも含むものである。

【0024】

<第1実施形態>

第1実施形態の燃焼バーナが適用された微粉炭焼きボイラは、炭素含有固体燃料として石炭を粉碎した微粉炭を用い、この微粉炭を燃焼バーナにより燃焼させ、この燃焼により発生した熱を回収することが可能なボイラである。

10

【0025】

図1に示すように、本実施形態の微粉炭焼きボイラ10は、コンベンショナルボイラであって、火炉11と燃焼装置12と煙道13を有している。火炉11は、四角筒の中空形状をなして鉛直方向に沿って設置され、この火炉11を構成する火炉壁の下部に燃焼装置12が設けられている。

【0026】

燃焼装置12は、火炉壁に装着された複数の燃焼バーナ100A, 100B, 100C, 100D, 100Eを有している。本実施例にて、この燃焼バーナ100A, 100B, 100C, 100D, 100Eは、火炉11が延びる鉛直方向を中心軸とした周方向に沿って4個均等間隔で配設されたものが1セットとして、鉛直方向に沿って5セット(5段)配置されている。なお、ここでは5セットとしたが、6セットあるいはその他の任意のセット数とすることができる。

20

【0027】

そして、各燃焼バーナ100A, 100B, 100C, 100D, 100Eは、微粉炭供給管26, 27, 28, 29, 30を介して微粉炭機(ミル; 粉碎機)31, 32, 33, 34, 35に連結されている。この微粉炭機31, 32, 33, 34, 35は、図示しないが、ハウジング内に鉛直方向に沿った回転軸心をもって粉碎テーブルが駆動回転可能に支持され、この粉碎テーブルの上方に対向して複数の粉碎ローラが粉碎テーブルの回転に連動して回転可能に支持されて構成されている。従って、石炭が複数の粉碎ローラと粉碎テーブルとの間に投入されると、ここで所定の大きさまで粉碎され、搬送用空気(1次空気)により分級された微粉炭が微粉炭供給管26, 27, 28, 29, 30から燃焼バーナ100A, 100B, 100C, 100D, 100Eに供給される。

30

【0028】

また、火炉11は、各燃焼バーナ100A, 100B, 100C, 100D, 100Eの装着位置に風箱36が設けられており、この風箱36に空気ダクト(2次空気供給管)37の一端部が連結されており、この空気ダクト37には、他端部に送風機38が装着されている。更に、火炉11は、各燃焼バーナ100A, 100B, 100C, 100D, 100Eの装着位置より鉛直方向上方にアディショナル空気ノズル39が設けられている。このアディショナル空気ノズル39には、空気ダクト37から分岐した分岐空気ダクト40の端部が連結されている。従って、送風機38により送られた燃焼用空気(2次空気)を、空気ダクト37から風箱36に供給し、この風箱36から各燃焼バーナ100A, 100B, 100C, 100D, 100Eに供給できると共に、送風機38により送られた燃焼用空気(追加空気)を分岐空気ダクト40からアディショナル空気ノズル39に供給することができる。

40

【0029】

そのため、燃焼装置12にて、各燃焼バーナ100A, 100B, 100C, 100D, 100Eは、微粉炭と搬送用空気(1次空気)とを混合した微粉燃料混合気(燃料ガス)を火炉11内に吹き込み可能であると共に、燃焼用空気を火炉11内に吹き込み可能となっている。燃焼装置12は、点火トーチ(図示略)により微粉燃料混合気に点火するこ

50

とで、火炎を形成することができる。

【0030】

火炉11は、鉛直方向上部に煙道13が連結されており、この煙道13に、対流伝熱部として燃焼ガスの熱を回収するための熱交換器である過熱器（スーパーヒータ）41, 42、再熱器43, 44及び節炭器（エコノマイザ）45, 46, 47が設けられており、火炉11での燃焼で発生した燃焼ガスと水や蒸気との間で熱交換が行われる。

【0031】

煙道13は、そのガス流れ下流側に熱交換を行った燃焼ガスが排ガスとして排出される排ガス管48が連結されている。この排ガス管48は、空気ダクト37との間にエアヒータ49が設けられ、空気ダクト37を流れる空気と、排ガス管48を流れる排ガスとの間で熱交換を行い、燃焼バーナ100A, 100B, 100C, 100D, 100Eに供給する燃焼用空気を昇温することができる。燃焼用空気は、例えば、280 ~ 320 まで昇温する。

なお、排ガス管48は、図示しないが、脱硝装置、電気集塵機、誘引送風機、脱硫装置が設けられ、下流端部に煙突が設けられている。

【0032】

従って、微粉炭機31, 32, 33, 34, 35が駆動すると、生成された微粉炭が搬送用空気（1次空気）と共に微粉炭供給管（燃料供給管）26, 27, 28, 29, 30を通して燃焼バーナ100A, 100B, 100C, 100D, 100Eに供給される。また、加熱された燃焼用空気（2次空気）が空気ダクト37から風箱36を介して各燃焼バーナ100A, 100B, 100C, 100D, 100Eに供給される共に、分岐空気ダクト40からアディショナル空気ノズル39に供給される。搬送用空気（1次空気）は微粉炭が着火しないよう温度が低く、燃焼用空気（2次空気）はエアヒータ49で加熱されているので、1次空気および微粉燃料混合気よりも温度が高い。

【0033】

すると、燃焼バーナ100A, 100B, 100C, 100D, 100Eは、微粉炭と搬送用空気とが混合した微粉燃料混合気（燃料ガス）を火炉11に吹き込むと共に燃焼用空気を火炉11に吹き込み、このときに着火することで火炎を形成することができる。また、アディショナル空気ノズル39は、追加空気を火炉11に吹き込み、微粉炭に対する空気の量を適正化させる燃焼制御を行うことができる。この火炉11では、微粉燃料混合気と燃焼用空気とが燃焼して火炎が生じ、この火炉11内の鉛直方向下部の領域で火炎が生じると、燃焼ガス（排ガス）がこの火炉11内を上昇し、煙道13に排出される。

【0034】

即ち、燃焼バーナ100A, 100B, 100C, 100D, 100Eは、微粉炭混合気と燃焼用空気（2次空気）を火炉11における燃焼領域に吹き込み、このときに着火することで燃焼領域に火炎旋回流が形成される。そして、この火炎旋回流は、回転しながら上昇して還元領域に至る。アディショナル空気ノズル39は、追加空気を火炉11における還元領域の鉛直上方に吹き込む。この火炉11では、空気の供給量が微粉炭の供給量に対して理論空気量未満となるように設定されることで、内部が還元雰囲気保持される。そして、微粉炭の燃焼により発生したNOxが火炉11で還元され、その後、追加空気（アディショナルエア）が供給されることで微粉炭の酸化燃焼が完結され、微粉炭の燃焼によるNOxの発生量が低減される。

【0035】

このとき、給水ポンプ（図示略）から供給された水は、節炭器45, 46, 47によって予熱された後、蒸気ドラム（図示略）に供給され火炉壁の各水管（図示略）に供給される間に加熱されて飽和蒸気となり、蒸気ドラムに送り込まれる。更に、蒸気ドラムの飽和蒸気は過熱器41, 42に導入され、燃焼ガスによって過熱される。過熱器41, 42で生成された過熱蒸気は、発電プラントのタービン（図示略）に供給される。また、タービンでの供給した水蒸気の膨張過程の途中で取り出した蒸気は、再熱器43, 44に導入され、再度過熱されてタービンに戻され膨張して、タービンが回転駆動する。なお、火炉1

10

20

30

40

50

1をドラム型(蒸気ドラム)として説明したが、この構造に限定されるものではない。

【0036】

その後、煙道13の節炭器45, 46, 47を通過した排ガスは、排ガス管48にて、脱硝装置(図示略)にて、供給したアンモニアと触媒によりNO<sub>x</sub>などの有害物質が除去され、電気集塵機で粒子状物質が除去され、脱硫装置により硫黄分が除去された後、煙突から大気中に排出される。

【0037】

ここで、燃焼装置12について詳細に説明するが、この燃焼装置12を構成する各燃焼バーナ100A, 100B, 100C, 100D, 100Eは、ほぼ同様の構成をなしていることから、最上段に位置する燃焼バーナ100Aについてのみ説明する。

10

【0038】

燃焼バーナ100Aは、図2に示すように、火炉11における4つの壁面に設けられる燃焼バーナ100Aa, 100Ab, 100Ac, 100Adから構成されている。各燃焼バーナ100Aa, 100Ab, 100Ac, 100Adは、微粉炭供給管26から分岐した各分岐管26a, 26b, 26c, 26dが連結されると共に、空気ダクト37から分岐した各分岐管37a, 37b, 37c, 37dが連結されている。

【0039】

従って、火炉11の各壁面にある各燃焼バーナ100Aa, 100Ab, 100Ac, 100Adは、火炉11に対して、微粉炭と搬送用空気(1次空気)が混合した微粉燃料混合気を火炉11中心に対して僅かな偏角を設けて吹き込むと共に、その微粉燃料混合気の外側に燃焼用空気(2次空気)を吹き込む。そして、各燃焼バーナ100Aa, 100Ab, 100Ac, 100Adからの微粉燃料混合気に着火することで、4つの火炎F1, F2, F3, F4を形成することができ、この火炎F1, F2, F3, F4は、火炉11の上方から見て(図2にて)反時計回り方向に旋回する火炎旋回流となる。ここでは、反時計回り方向に旋回するものとしたが、時計回りに旋回する火炎旋回流となるように各燃焼バーナ100Aa, 100Ab, 100Ac, 100Adを配置してもよい。

20

【0040】

次に、燃焼バーナ100Aについて詳細に説明する。

図3の縦断面図に示すように、本実施形態の燃焼バーナ100Aは、燃料ノズル110と、2次空気ノズル120と、2次空気導入流路130と、保炎器140と、を備える。なお、図3の縦断面図は、後述する図4に示す燃焼バーナ100AのII-II矢視断面図となっている。

30

【0041】

燃料ノズル110は、軸線X1に沿って筒状に延びるように形成される部材である。燃料ノズル110は、その内部に微粉炭供給管26から供給される微粉燃料混合気を火炉11へ供給する燃料ガス流路111を形成する。

燃料ノズル110は、火炉11に隣接して配置される先端側ノズル110aと、先端側ノズル110aの上流側に配置される基端側ノズル110bとを有する。先端側ノズル110aと基端側ノズル110bとは、2次空気導入流路130を間に配置した状態で連結されている。

40

【0042】

先端側ノズル110aが火炉11に面する部分の形状は、微粉燃料混合気のガス流通方向と同方向に直管状に延びる形状となっている。これは、微粉燃料混合気に含まれる微粉炭が燃料ガス流路111の中心軸(軸線X1)に対して外周側へ導かれることを抑制するためである。微粉燃料混合気に含まれた微粉炭が外周側へ導かれると、高温かつ高酸素濃度の火炉11内の領域において微粉炭が燃焼し、NO<sub>x</sub>が還元されない領域でNO<sub>x</sub>の発生量が増加してしまう。したがって、先端側ノズル110aが火炉11に面する部分の形状は、外部保炎ないし外部着火を抑制する形状として内部保炎ないし内部着火を行なっている。

【0043】

50

図3および図4に示すように、燃料ガス流路111の先端側ノズル110aにおける最小幅W1は、燃料ガス流路111の基端側ノズル110bにおける最小幅W2よりも大きくなっている。これは、2次空気導入流路130から燃料ガス流路111へ導入される2次空気によって流量が増加することにより、先端側ノズル110aを流通する微粉燃料混合気の流速が基端側ノズル110bを流通する微粉燃料混合気の流速よりも増加しないようにするためである。

そのため、最小幅W1および最小幅W2の関係は、第1位置P1よりもガス流れ下流側の第2位置P2における先端側ノズル110aの断面積が、第1位置P1よりもガス流れ上流側の第3位置P3における基端側ノズル110bの断面積よりも大きくなるように設定される。2次空気の一部を2次空気導入流路130から燃料ガス流路111へ導入することにより燃料ガス流路111を流通する微粉燃料混合気の流速が上昇することによる不具合を抑制して、内部保炎を安定化することができる。

10

#### 【0044】

2次空気ノズル120は、軸線X1に沿って筒状に延びるように形成されるとともに燃料ノズル110の軸線X1に対して外側を取り囲むように配置される部材である。2次空気ノズル120は、その内周面と燃料ノズル110の外周面との間に火炉11へ2次空気を供給する環状の2次空気流路121を形成する。なお、2次空気ノズル120へ流入した燃焼用空気(2次空気)は、その一部が2次空気導入流路130から燃料ガス流路111へ導入され、その他が2次空気流路121の先端から火炉11へ供給される。

#### 【0045】

20

2次空気導入流路130は、2次空気流路121を流通する2次空気の一部を燃料ガス流路111へ導入する流路である。図4(図3に示す燃焼バーナのI-I矢視端面図)および図5に示すように、2次空気導入流路130は、燃料ガス流路111の鉛直上方に配置された上方導入部131, 132, 133, 134と、燃料ガス流路111の鉛直下方に配置された下方導入部135, 136, 137, 138とを有する。

#### 【0046】

図5は、図3に示す燃焼バーナ100Aから2次空気ノズル120を除去した一部を示す斜視図である。図5においては、2次空気導入流路130のうち燃料ノズル110の内部に配置される部分を破線で示している。

図5において、実線で示す矢印は2次空気流路121から燃料ガス流路111へ導入される2次空気と、燃料ガス流路111へ導かれずに2次空気流路121を流通する2次空気とを示す。一方、破線で示す矢印は燃料ガス流路111を流通する微粉燃料混合気を示す。

30

#### 【0047】

上方導入部131, 132, 133, 134は、軸線X1に沿った微粉燃料混合気的气体流通方向と直交する水平方向に沿って一定の間隔を空けて分散して配置されている。同様に、下方導入部135, 136, 137, 138は、軸線X1に沿った微粉燃料混合気的气体流通方向と直交する水平方向に沿って一定の間隔を空けて分散して配置されている。ここでは、上方導入部131, 132, 133, 134および下方導入部135, 136, 137, 138を配置する間隔を水平方向に沿って一定としたが、任意の間隔で配置

40

#### 【0048】

図4に示すように、上方導入部131, 132, 133, 134が配置される鉛直方向の位置において、上方導入部131と上方導入部132との間に微粉燃料混合気が流通する空間が設けられ、上方導入部132と上方導入部133との間に微粉燃料混合気が流通する空間が設けられ、上方導入部133と上方導入部134との間に微粉燃料混合気が流通する空間が設けられている。

#### 【0049】

また、下方導入部135, 136, 137, 138が配置される鉛直方向の位置において、下方導入部135と下方導入部136との間に微粉燃料混合気が流通する空間が設け

50

られ、下方導入部 1 3 6 と下方導入部 1 3 7 との間に微粉燃料混合気が流通する空間が設けられ、下方導入部 1 3 7 と下方導入部 1 3 8 との間に微粉燃料混合気が流通する空間が設けられている。

このように、鉛直方向の同位置において微粉燃料混合気と導入する 2 次空気とが隣接した状態で流通するため、微粉燃料混合気と導入した 2 次空気とを良好に混合することができる。

#### 【 0 0 5 0 】

なお、図 3 に示すように、2 次空気導入流路 1 3 0 を形成する部材の一部（裏側となる背面）は、燃料ガス流路 1 1 1 の一部を形成している。特に、第 3 位置 P 3 から第 1 位置 P 1 へ至る燃料ガス流路 1 1 1 において、上方導入部 1 3 3 の下面 1 3 3 a と下方導入部 1 3 7 の上面 1 3 7 a が配置される部分は、燃料ガス流路 1 1 1 の断面積が漸次縮小する形状となっている。そのため、下面 1 3 3 a と上面 1 3 7 a は、微粉燃料混合気の微粉炭の流れが直接接触することにより摩耗しやすい。そこで、下面 1 3 3 a と上面 1 3 7 a の燃料ガス流路 1 1 1 に面する部分には、摩耗を抑制するために摩耗防止用の部材（例えば、セラミックス製の板状部材）を設置するのが好ましい。

10

#### 【 0 0 5 1 】

保炎器 1 4 0 は、火炉 1 1 に近接する燃料ノズル 1 1 0 の先端側ノズル 1 1 0 a に対して微粉燃料混合気の噴出し方向のガス流れ上流側に配置され、微粉燃料混合気の着火用及び保炎用として機能するものである。保炎器 1 4 0 は、水平方向に沿って延びるように形成される長尺状の拡幅部 1 4 1, 1 4 2, 1 4 3 を有する。図 3 に示すように、拡幅部 1 4 1, 1 4 2, 1 4 3 は、燃料ノズル 1 1 0 が火炉 1 1 に面する先端部 1 1 0 c の近傍に、鉛直方向に沿って間隔を空けて配置される。

20

#### 【 0 0 5 2 】

本実施形態では、図 3 に示すように、拡幅部 1 4 1, 1 4 2, 1 4 3 は、断面が二等辺三角形形状をなし、微粉燃料混合気のガス流通方向のガス流れ下流側に向ってガス流通方向に直交する断面の幅が広くなり、前端がこの微粉燃料混合気の流通方向に直交する平面上に配置される。なお、拡幅部 1 4 1, 1 4 2, 1 4 3 は、二等辺三角形形状の断面に限定されるものではなく、微粉燃料混合気の流れを分離してガス流れ下流側に再循環領域を形成するスプリット形状であれば良く、例えば断面が Y 字形状とされていても良い。

30

#### 【 0 0 5 3 】

ここで、燃料ガス流路 1 1 1 を流通する微粉燃料混合気と 2 次空気流路 1 2 1 から導入される 2 次空気とが緩やかに拡散混合し、均一な濃度分布となって火炉 1 1 へ供給されることについて説明する。なお、以下の説明においては、2 次空気導入流路 1 3 0 が有する上方導入部 1 3 3 について説明するが、上方導入部 1 3 1, 1 3 2, 1 3 4 についても同様であるため説明を省略する。同様に、2 次空気導入流路 1 3 0 が有する下方導入部 1 3 7 について説明するが、下方導入部 1 3 5, 1 3 6, 1 3 8 についても同様であるため説明を省略する。

#### 【 0 0 5 4 】

微粉炭供給管 2 6 から燃料ガス流路 1 1 1 へ供給される微粉燃料混合気は、図 3 の矢印 2 0 1 に示す方向に沿って基端側ノズル 1 1 0 b から先端側ノズル 1 1 0 a へ流入し、軸線 X 1 に沿ったガス流通方向の位置 P 3 から位置 P 1 へ向けて流通する。

40

一方、空気ダクト 3 7 から 2 次空気ノズル 1 2 0 へ供給される燃焼用空気（2 次空気）は、図 3 の矢印 3 0 1, 3 0 2 に示す方向に沿って 2 次空気流路 1 2 1 へ流入する。

#### 【 0 0 5 5 】

2 次空気流路 1 2 1 へ流入した 2 次空気の一部は、矢印 3 0 3 に示す方向に沿って上方導入部 1 3 3 へ流入し、燃料ノズル 1 1 0 の中心軸である軸線 X 1 に向けて鉛直下方へ導入され、矢印 3 0 5 に示す方向に沿って燃料ガス流路 1 1 1 へ流入する。また、2 次空気流路 1 2 1 へ流入した 2 次空気の一部は、矢印 3 0 4 に示す方向に沿って下方導入部 1 3 7 へ流入し、燃料ノズル 1 1 0 の中心軸である軸線 X 1 に向けて鉛直上方へ導入され、矢印 3 0 6 に示す方向に沿って燃料ガス流路 1 1 1 へ流入する。

50

## 【 0 0 5 6 】

ここで、矢印 3 0 5 に示す軸線 X 2 に沿った方向は軸線 X 1 と同方向であり、矢印 3 0 6 に示す軸線 X 3 に沿った方向は軸線 X 1 と同方向である。そのため、上方導入部 1 3 3 および下方導入部 1 3 7 は、軸線 X 1 に沿った微粉燃料混合気の高ス流通方向の主成分を持つ流速で 2 次空気の一部を燃料ガス流路 1 1 1 へ導入する。導入された 2 次空気は、微粉燃料混合気の高ス流通方向の主成分を持つ流速で 2 次空気導入流路 1 3 0 から燃料ガス流路 1 1 1 へ導入されるため、微粉燃料混合気との合流時に大きな乱れを生じさせることなく緩やかに拡散しながら混合する。

## 【 0 0 5 7 】

また、上方導入部 1 3 1 , 1 3 2 , 1 3 3 , 1 3 4 が微粉燃料混合気の高ス流通方向と直交する水平方向に沿って間隔を空けて分散して配置されているため、導入された 2 次空気と微粉燃料混合気とが、燃料ガス流路 1 1 1 において隣接した状態で混合される。同様に、下方導入部 1 3 5 , 1 3 6 , 1 3 7 , 1 3 8 が微粉燃料混合気の高ス流通方向と直交する水平方向に沿って間隔を空けて離散して配置されているため、導入された 2 次空気と微粉燃料混合気とが、燃料ガス流路 1 1 1 において隣接した状態で混合される。導入された 2 次空気と微粉燃料混合気とが、燃料ガス流路 1 1 1 において隣接した状態で混合され、さらに 2 次空気導入流路 1 3 0 を複数の導入部へ分散したためガス拡散の機会を増加して拡散性向上と均一化ができる。これにより、単一の導入部から燃料ガス流路 1 1 1 へ 2 次空気を導入する場合に比べ、2 次空気に接触した領域で着火することなく、2 次空気と微粉燃料混合気とが良好に混合される。

## 【 0 0 5 8 】

微粉燃料混合気と各々の導入された 2 次空気とのガス拡散で混合されて均一化させるためには、2 次空気導入流路 1 3 0 の上方導入部 1 3 1 , 1 3 2 , 1 3 3 , 1 3 4、および下方導入部 1 3 5 , 1 3 6 , 1 3 7 , 1 3 8 は、少なくとも軸線 X 1 に対して対称になるよう同じ流量と同じ流速で 2 次空気を導入することが好ましい。このため上方導入部 1 3 1 , 1 3 2 , 1 3 3 , 1 3 4、および下方導入部 1 3 5 , 1 3 6 , 1 3 7 , 1 3 8 の流路断面積は、少なくとも軸線 X 1 に対して対称になることが好ましい。

また、燃焼バーナ 1 0 0 A の運用にあたり、微粉燃料混合気と各々の導入された 2 次空気とのガス拡散で混合されて均一化でないことが保炎器 1 4 0 での保炎状況などから想定された場合は、上方導入部 1 3 1 , 1 3 2 , 1 3 3 , 1 3 4、および下方導入部 1 3 5 , 1 3 6 , 1 3 7 , 1 3 8 の流路断面積を図示しないダンバなどで調整することで、軸線 X 1 に対して対称にすることが可能である。

## 【 0 0 5 9 】

また、図 3 および図 4 に示すように、軸線 X 1 において 2 次空気導入流路 1 3 0 が燃料ガス流路 1 1 1 へ 2 次空気の一部を導入する第 1 位置 P 1 ( 2 次空気が導入される導入位置 ) から保炎器 1 4 0 の上流端の第 4 位置 P 4 ( 保炎器 1 4 0 が設置される設置位置 ) までのガス流通方向の距離を L とし、燃料ガス流路 1 1 1 の先端側ノズル 1 1 0 a における最小幅を W 1 ( W ) とした場合、以下の式 ( 1 ) を満たす。

$$2 \quad L / W 1 \quad 5 \quad ( 1 )$$

## 【 0 0 6 0 】

式 ( 1 ) に示すように第 1 位置 P 1 から第 4 位置 P 4 までの距離 L を先端側ノズル 1 1 0 a における最小幅 W 1 よりも十分に大きくすることで、第 1 位置 P 1 で燃料ガス流路 1 1 1 に導入された 2 次空気と微粉燃料混合気とを均一な濃度分布となるように十分に混合する。

また、導入された 2 次空気と微粉燃料混合気との混合には、2 次空気導入流路 1 3 0 の形状や大きさを調整し適正化することで選定する。2  $L / W 1$  としているのは、保炎器 1 4 0 を通過する微粉燃料混合気を、導入された 2 次空気と均一に混合された微粉燃料混合気とするためである。また、2 次空気導入流路 1 3 0 の形状や大きさを大きくするように選定することで、導入された 2 次空気との混合が促進されるが、混合にあたり流れが乱されて、微粉燃料混合気より温度が高い 2 次空気との間で着火する場合があることから、

2次空気導入流路130の形状や大きさの上限が存在する。2次空気導入流路130の形状や大きさの上限と、燃焼バーナ100Aの大型化を防止するために、 $L/W$  1.5としている。

第1位置P1で2次空気と混合した微粉燃料混合気は、第1位置P1から第4位置P4へ向けて濃度分布を均一化しながら矢印202, 203, 204で示す方向に流通し、保炎器140の上流端へ到達する。

【0061】

微粉燃料混合気は、保炎器140の拡幅部141, 142, 143により鉛直方向の上方と下方に流れが分離し、拡幅部141, 142, 143のガス流通方向の下流側の直後に再循環領域を形成しながら火炉11へ流入する。保炎器140により分離してから再循環する微粉燃料混合気が燃焼し保炎される。この際に2次空気の一部を燃料ガス流路111へ導くことで、 $A/C$ 比を増加させたことにより微粉燃料混合気中の微粉炭の燃焼が促進されて未燃分が減少する。この時に $NO_x$ が発生するが、微粉炭に含まれる可燃性の揮発分の放出が促進されて保炎器140の下流側が空気不足の還元雰囲気となっているため、発生した $NO_x$ が早期に還元されるため、 $NO_x$ 発生量を低減する。

10

【0062】

以上説明した本実施形態の燃焼バーナ100Aが奏する作用および効果について説明する。

【0063】

本実施形態の燃焼バーナ100Aによれば、2次空気流路121を流通する燃料ガスより温度の高い2次空気の少なくとも一部が、2次空気導入流路130によって2次空気流路121から、微粉燃料混合気が流通する燃料ガス流路111へ導かれる。燃料ノズル110内の火炉11へ開口する先端部110cの近傍に保炎器140が配置されているため、燃料ガス流路111の出口における燃料の着火性が向上するとともに燃料に含まれる可燃性の揮発分の放出が促進されて $NO_x$ の還元が促進されるため、 $NO_x$ 発生量が低減する。

20

【0064】

また、本実施形態の燃焼バーナ100Aにおいては、2次空気の少なくとも一部を燃料ガス流路111へ導くため、燃料ガスの $A/C$ 比を増加させるために1次空気の流量を増加させる必要がない。そのため、1次空気の流量が増加することによる通風機の動力増加、微粉炭機31, 32, 33, 34, 35の分級精度の低下、燃料を搬送する搬送管の摩耗量の増加等の不具合を抑制することができる。

30

【0065】

また、本実施形態の燃焼バーナ100Aにおいては、2次空気の導入位置(第1位置P1)から保炎器140の設置位置(第4位置P4)までの軸線X1に沿ったガス流通方向の距離をLとし、導入位置から設置位置へ至る燃料ガス流路111の最小幅をWとした場合に $2L/W$  5を満たす。 $2L/W$ としているのは、保炎器140を通過する燃料ガスを2次空気と均一に混合するために十分な距離を確保するためである。また、 $L/W$  1.5としているのは、燃焼バーナ100Acの大型化を防止するためである。

このようにすることで、2次空気が燃料ガス流路111へ導入されてから保炎器140に到達するまでのガス流通方向の距離を十分に確保しつつ燃焼バーナ100Acの大型化を防止し、導入された2次空気と燃料ガスとがより均一な濃度分布となった状態で保炎器140による着火ないし保炎を行うことができる。

40

【0066】

本実施形態の燃焼バーナ100Aにおいて、2次空気導入流路130は、ガス流通方向の主成分を持つ流速で2次空気の少なくとも一部を燃料ガス流路111へ導入する。

本実施形態の燃焼バーナ100Aによれば、2次空気は、燃料ガスのガス流通方向の主成分の流速を持って2次空気導入流路130から燃料ガス流路111へ導入されるため、燃料ガスとの合流時に大きな乱れを生じさせることなく緩やかに拡散しながら混合する。

【0067】

50

本実施形態の燃焼バーナ100Aにおいて、保炎器140は、ガス流通方向と交差する方向に沿って延びるように形成されるとともにガス流通方向における下流側に向かってガス流通方向に直交する断面の幅が広がる拡幅部141, 142, 143を有してもよい。保炎器140に拡幅部141, 142, 143を設けることで、好適に内部保炎を行うことができる。

【0068】

<第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態の微粉炭焚きボイラについて説明する。

第2実施形態の微粉炭焚きボイラ10Aは、第1実施形態の微粉炭焚きボイラ10の変形例であり、以下で特に説明する場合を除き、第1実施形態の微粉炭焚きボイラ10と同様であるものとし、以下での説明を省略する。

10

【0069】

第1実施形態の微粉炭焚きボイラ10は、送風機38が送風する空気(外気)の全量をエアヒータ(熱交換器)49を通過させ、空気ダクト37から風箱36に供給される燃焼用空気を280 ~ 320 まで昇温するものであった。それに対して本実施形態の微粉炭焚きボイラ10Aは、送風機38が送風する空気の一部をエアヒータ(熱交換器)49を通過させる一方で、送風機38が送風する空気のを他をエアヒータ(熱交換器)49を通過させない。

【0070】

本実施形態の微粉炭焚きボイラ10Aは、このようにして風箱36に供給される燃焼用空気を第1実施形態の微粉炭焚きボイラ10よりも低温となるように調整している。以下、本実施形態の微粉炭焚きボイラ10Aについて詳細に説明する。

20

【0071】

図6に示すように、本実施形態の微粉炭焚きボイラ10Aは、送風機38により送風される空気を風箱36まで導く空気ダクトとして、空気ダクト37Aと、空気ダクト37Bと、空気ダクト39Cとを有する。

送風機38により送風される空気は、その一部が空気ダクト37Aへ供給され、その他が空気ダクト37Bへ供給される。

【0072】

空気ダクト37Cは、エアヒータ49を通過して高温(280 以上かつ320 以下)となった空気とエアヒータ49を通過していない常温(0 以上かつ40 以下)の空気とを混合して風箱36へ導くダクトである。空気ダクト37Cから風箱36へ導かれた空気は、2次空気ノズル120へ供給される。

30

【0073】

空気ダクト37Cから風箱36へ導かれる空気の温度は、所定温度となるように調整されている。ここで、所定温度とは、100 以上かつ300 以下の温度範囲の温度である。100 以上とすることにより、空気ダクト37Cの内部で結露が発生することが抑制される。また、300 以下とすることにより2次空気ノズル120から燃料ガス流路111へ導かれた2次空気によって微粉燃料混合気が発火する不具合が抑制される。なお、所定温度は、150 以上かつ250 以下の温度範囲の温度としてもよい。また、所定温度は、175 以上かつ225 以下の温度範囲の温度としてもよい。

40

【0074】

空気ダクト37Cから風箱36へ導かれる空気の温度は、送風機38から空気ダクト37Aへ導かれる空気の流量と、送風機38から空気ダクト37Bへ導かれる空気の流量との割合によって調整されている。送風機38から空気ダクト37Aへ導かれる空気の流量と送風機38から空気ダクト37Bへ導かれる空気の流量との割合は、予め固定された割合としても良い。また、空気ダクト37Aまたは空気ダクト37Bのいずれか一方にダンパ(図示略)を設け、ダンパの開度を調整することにより、送風機38から空気ダクト37Aへ導かれる空気の流量と送風機38から空気ダクト37Bへ導かれる空気の流量との割合を調整してもよい。

50

## 【0075】

以上説明した本実施形態の微粉炭焼きボイラ10Aによれば、エアヒータ49を通過した高温(280以上かつ320以下)の空気とエアヒータ49を通過していない常温(0以上かつ40以下)の空気とを適量で混合することにより、燃料ガス流路111へ導入される2次空気の温度を適温(例えば、100以上かつ300以下)まで低下させることができる。これにより、燃料ガス流路111へ導入された高温の2次空気により石炭を粉砕した燃料が発火する不具合を抑制することができる。

## 【0076】

<第3実施形態>

次に、本発明の第3実施形態の微粉炭焼きボイラについて説明する。

第3実施形態の微粉炭焼きボイラは、第1実施形態の微粉炭焼きボイラ10の変形例であり、以下で特に説明する場合を除き、第1実施形態の微粉炭焼きボイラ10と同様であるものとし、以下での説明を省略する。本実施形態の微粉炭焼きボイラが備える燃焼バーナ100Fは、燃料ガス流路111の内部に整流部150が設けられている点で第1実施形態の微粉炭焼きボイラ10が備える燃焼バーナ100Aと異なる。

## 【0077】

以下、本実施形態の燃焼バーナ100Fについて、図面を参照して説明する。本実施形態の燃焼バーナ100Fは、第1実施形態の燃焼バーナ100Aの変形例であり、以下で説明する場合を除き、第1実施形態の燃焼バーナ100Aと同様であるものとし、以下での説明を省略する。

## 【0078】

図7に示すように、本実施形態の燃焼バーナ100Fは、2次空気導入流路130が燃料ガス流路111へ2次空気の一部を導入する第1位置P1と保炎器140の上流端の第4位置P4との間に、整流部150を備える。

整流部150は、微粉燃料混合気を燃料ガス流路111内で攪拌し、微粉燃料混合気が微粉炭供給管26を流通する際に生じる微粉炭の偏流(流路断面における微粉炭の濃度の偏り)を解消するための部材である。整流部150は、燃料ノズル110内の保炎器140よりもガス流通方向の上流側に配置されている。

## 【0079】

図8(図7に示す燃焼バーナ100FのIII-III矢視端面図)に示すように、本実施形態の燃焼バーナ100Fは、燃料ノズル110の内周面を取り囲むように環状に配置されて燃料ガス流路111の流路断面積を局部的に小さくする整流部150を備えている。本実施形態の整流部150は、通過する微粉燃料混合気を攪拌し、燃料ガス流路111の流路断面における微粉炭の濃度の偏りを解消する。

## 【0080】

なお、図8に示す整流部150は、燃料ノズル110の内周面を取り囲むように環状に配置されるものであったが、他の態様であってもよい。

例えば、図9(図7に示す燃焼バーナ100FのIII-III矢視端面図)に示すように、矩形状の複数の整流部150Aを燃料ノズル110の内周面を取り囲むように間隔を空けて配置してもよい。

## 【0081】

以上説明した本実施形態の微粉炭焼きボイラが備える燃焼バーナ100Fによれば、燃料ガス流路111における微粉炭の偏流を防止し、2次空気と微粉燃料混合気とがより均一な濃度分布となった状態で保炎器140による着火ないし保炎を行うことができる。

なお、以上の説明においては、整流部150および整流部150Aを2次空気導入流路130が燃料ガス流路111へ2次空気の一部を導入する第1位置P1よりもガス流通方向の下流側に設けることとしたが、他の態様であってもよい。

## 【0082】

例えば、整流部150および整流部150Aを、2次空気導入流路130が燃料ガス流路111へ2次空気の一部を導入する第1位置P1よりもガス流通方向の上流側の基端側

10

20

30

40

50

ノズル 110b に設けるようにしてもよい。

また、例えば、整流部を、微粉炭供給管 26, 27, 28, 29, 30 の内部に設けるようにしてもよい。この場合、整流部は、断面視が円形の微粉炭供給管の内周面に沿うように円環形状としてもよい。

このようにすることで、整流部から保炎器 140 までのガス流通方向の距離を十分に確保し、整流部で攪拌された微粉燃料混合気を、乱れのない状態で保炎器 140 へ供給することができる。

#### 【0083】

< 第 4 実施形態 >

次に、本発明の第 4 実施形態の微粉炭焼きボイラについて説明する。

第 4 実施形態の微粉炭焼きボイラは、第 1 実施形態の微粉炭焼きボイラ 10 の変形例であり、以下で特に説明する場合を除き、第 1 実施形態の微粉炭焼きボイラ 10 と同様であるものとし、以下での説明を省略する。本実施形態の微粉炭焼きボイラが備える燃焼バーナ 100G は、2 次空気導入管 26A を備えている点で第 1 実施形態の微粉炭焼きボイラ 10 が備える燃焼バーナ 100A と異なる。

#### 【0084】

以下、本実施形態の燃焼バーナ 100G について、図面を参照して説明する。本実施形態の燃焼バーナ 100G は、第 1 実施形態の燃焼バーナ 100A の変形例であり、以下で説明する場合を除き、第 1 実施形態の燃焼バーナ 100A と同様であるものとし、以下での説明を省略する。

本実施形態の燃焼バーナ 100A は、図 10 に示すように、火炉 11 における 4 つの壁面に設けられる燃焼バーナ 100Ga, 100Gb, 100Gc, 100Gd から構成されている。

#### 【0085】

図 10 に示すように、本実施形態の燃焼バーナ 100G は、空気ダクト 37 を流通する 2 次空気の一部を微粉炭供給管（燃料供給管）26 へ供給する 2 次空気導入管 26A を備える。空気ダクト 37 を流通する 2 次空気の一部は、2 次空気導入管 26A から微粉炭供給管 26 へ供給される。そのため、本実施形態の燃焼バーナ 100G の燃料ガス流路 111 へ供給される空気量は、第 1 実施形態の燃焼バーナ 100A の燃料ガス流路 111 へ供給される空気量よりも多い。一方、本実施形態の燃焼バーナ 100G の 2 次空気流路 121 へ供給される空気量は、第 1 実施形態の燃焼バーナ 100A の 2 次空気流路 121 へ供給される空気量よりも少ない。

#### 【0086】

本実施形態の微粉炭焼きボイラによれば、微粉炭を粉碎する微粉炭機（粉碎機）31 から微粉炭供給管 26 へ至る流路における微粉燃料混合気の流量を増加させることなく、燃料ガス流路 111 へ供給される 1 次空気の量を増加させることができる。そのため、微粉炭機 31 へ 1 次空気を通風する通風機の動力増加、微粉炭機 31 の分級精度の低下、燃料を搬送する搬送管の摩耗量の増加等の不具合を抑制することができる。

#### 【0087】

また、本実施形態の微粉炭焼きボイラによれば、第 1 実施形態の微粉炭焼きボイラに比べ、燃料ガス流路 111 へ供給される空気量が多く、2 次空気流路 121 へ供給される空気量が少ない。そのため、燃料ガス流路 111 から火炉 11 へ噴出する微粉燃料混合気の流速と、2 次空気流路 121 から火炉 11 へ噴出する 2 次空気の流速との速度差が小さくなり、この速度差による気流の乱れによって外周保炎および外周着火が行われる不具合を抑制することができる。

#### 【0088】

< 他の実施形態 >

上述した各実施形態では、燃焼装置 12 として、火炉 11 の壁面に設けられる 4 つの各燃焼バーナ 100A, 100B, 100C, 100D, 100E を鉛直方向に沿って 5 段配置して構成したが、この構成に限定されるものではない。即ち、燃焼バーナを壁面に配

10

20

30

40

50

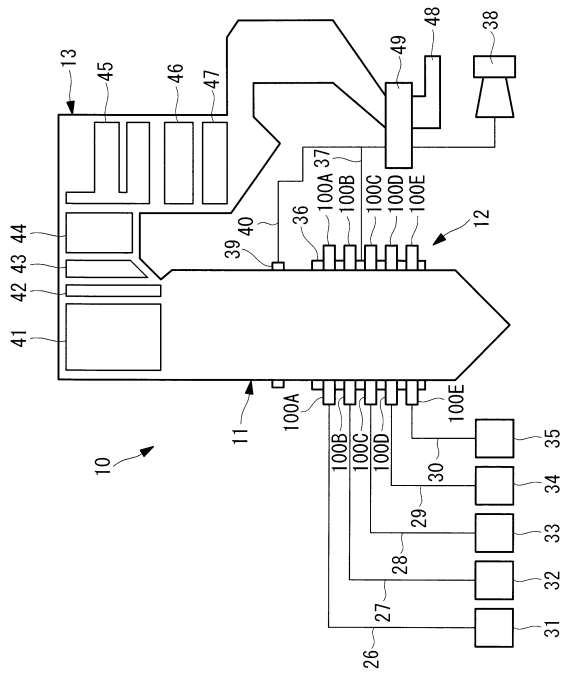
置せずにコーナーに配置してもよい。また、燃焼装置は、旋回燃焼方式に限らず、燃焼バーナを一つの壁面に配置したフロント燃焼方式、燃焼バーナを二つの壁面に対向配置した対向燃焼方式としてもよい。また燃焼装置12の燃焼バーナ100A, 100B, 100C, 100D, 100Eは、角筒状のものに限定されず、例えば、円筒状のものであってもよい。

【符号の説明】

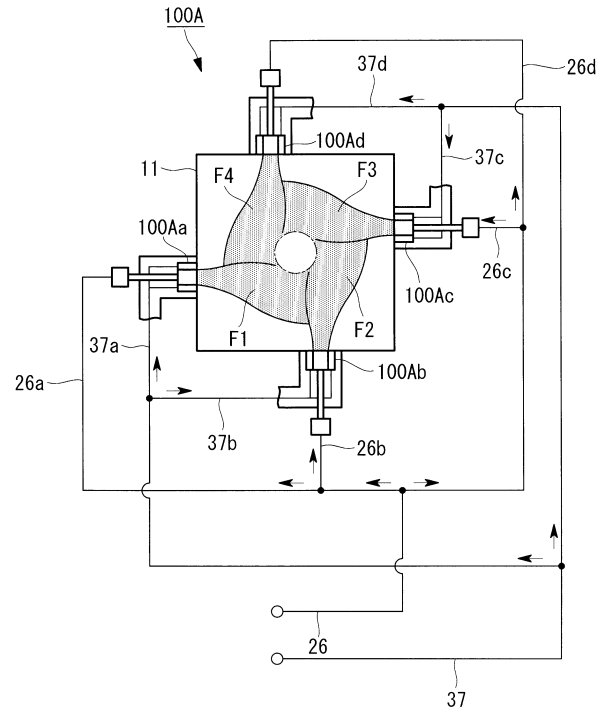
【0089】

10, 10A	微粉炭焚きボイラ	
11	火炉	
12	燃焼装置	10
26, 27, 28, 29, 30	微粉炭供給管(燃料供給管)	
31, 32, 33, 34, 35	微粉炭機(粉碎機)	
36	風箱	
37	空気ダクト(2次空気供給管)	
38	送風機	
49	エアヒータ(熱交換器)	
100A, 100B, 100C, 100D, 100E, 100F, 100G	燃焼バーナ	
110	燃料ノズル	
110a	先端側ノズル	
110b	基端側ノズル	20
110c	先端部	
111	燃料ガス流路	
120	2次空気ノズル	
121	2次空気流路	
130	2次空気導入流路	
131, 132, 133, 134	上方導入部	
135, 136, 137, 138	下方導入部	
140	保炎器	
141, 142, 143	拡幅部	
150	整流部	30

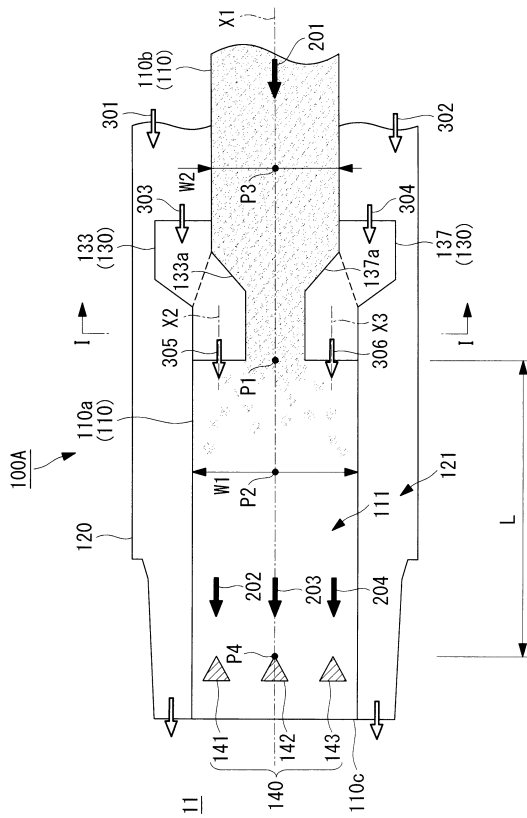
【図1】



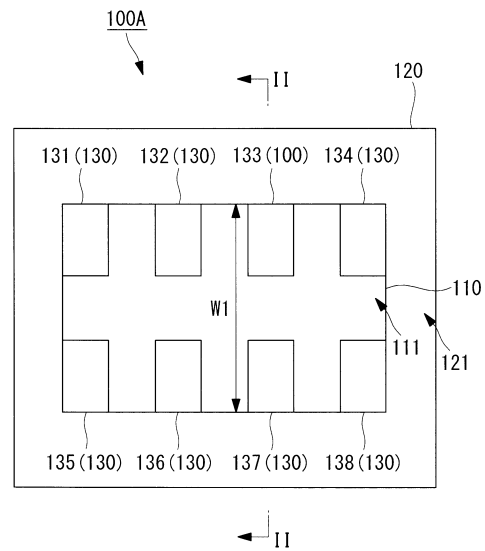
【図2】



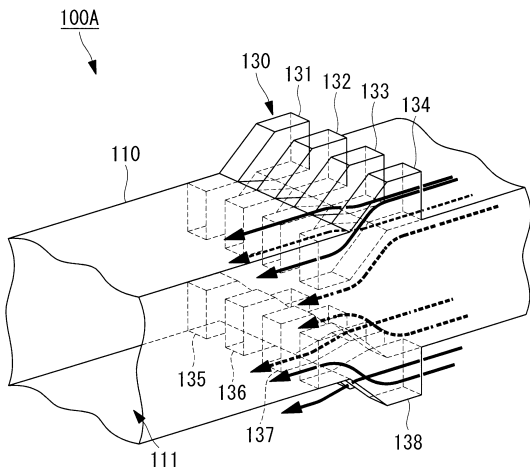
【図3】



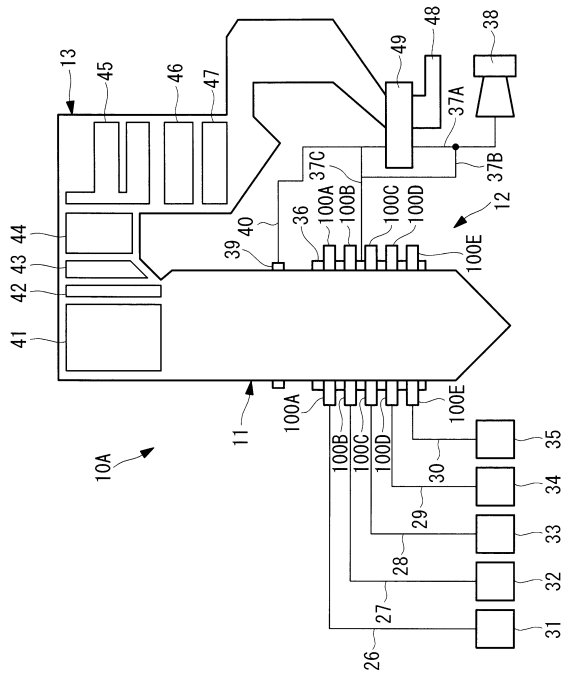
【図4】



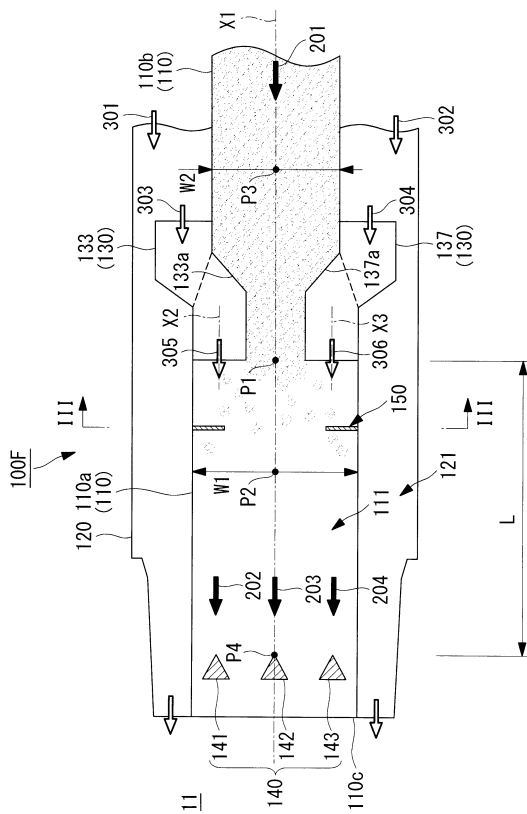
【図 5】



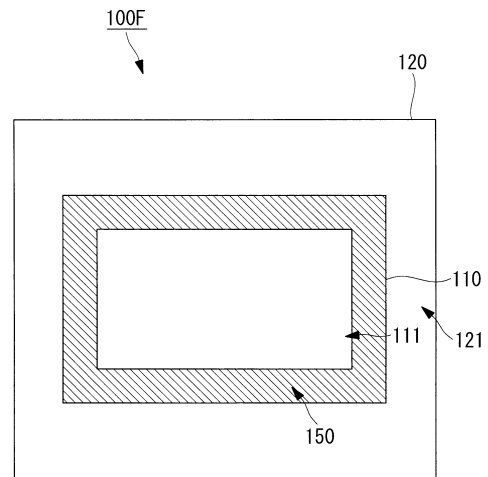
【図 6】



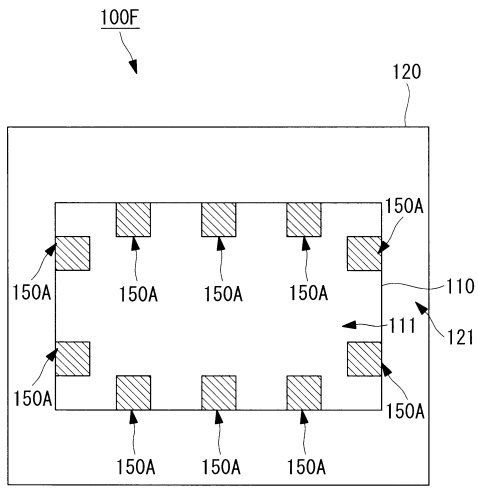
【図 7】



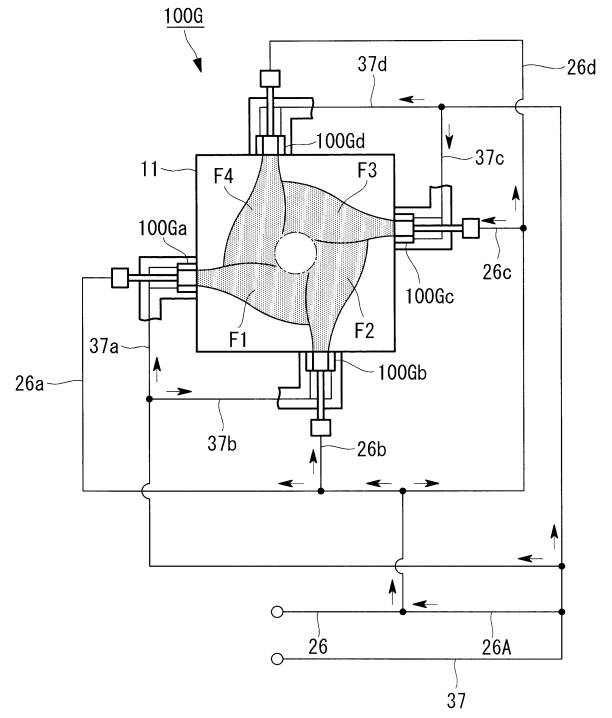
【図 8】



【 図 9 】



【 図 10 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 松本 啓吾  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 堂本 和宏  
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 田中 隆一郎  
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 阿部 直文  
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 葛西 潤  
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

審査官 藤原 弘

- (56)参考文献 特開2003-279006(JP,A)  
国際公開第2015/037589(WO,A1)  
特開2015-180848(JP,A)  
特開2013-194994(JP,A)  
特開2000-257855(JP,A)  
特開2016-156530(JP,A)  
特開2014-001908(JP,A)  
特開昭60-057104(JP,A)  
特開平03-230003(JP,A)  
特開2005-273973(JP,A)  
特開2016-194379(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23D 1/00  
F23C 99/00  
F23L 1/00