

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-3216

(P2017-3216A)

(43) 公開日 平成29年1月5日(2017.1.5)

(51) Int.Cl.  
F23D 1/00 (2006.01)

F I  
F23D 1/00

テーマコード(参考)  
3K065

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2015-119311 (P2015-119311)  
(22) 出願日 平成27年6月12日 (2015.6.12)

(71) 出願人 514030104  
三菱日立パワーシステムズ株式会社  
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号  
(74) 代理人 110000785  
誠真 I P 特許業務法人  
(72) 発明者 木山 研滋  
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 一ノ瀬 利光  
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

最終頁に続く

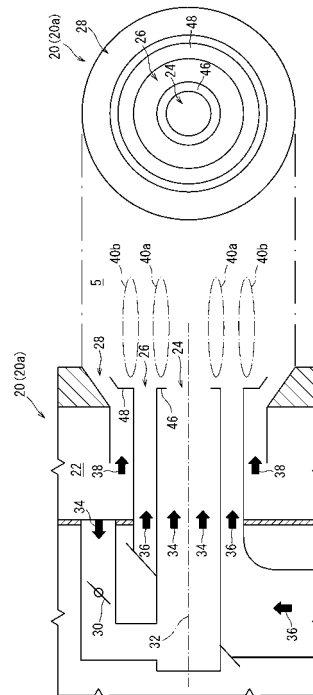
(54) 【発明の名称】 バーナ、燃焼装置、ボイラ及びバーナの制御方法

(57) 【要約】

【課題】簡単な構成にて、内部保炎域における着火及び保炎の安定化を図れるバーナ、燃焼装置、ボイラ及びバーナの制御方法を提供する。

【解決手段】バーナは、軸線を囲みながら該軸線に沿って延在し、内側燃焼用酸素含有ガスを火炉に供給可能な内側ガスノズルと、軸線に沿う方向でみたときに内側ガスノズルを囲み、固体粉末燃料と搬送用ガスの混合流体を火炉に供給可能な燃料供給ノズルと、軸線に沿う方向でみたときに燃料供給ノズルを囲み、外側燃焼用酸素含有ガスを火炉に供給可能な外側ガスノズルと、内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速と外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速の相対的な流速比を調節可能な流速比調節機構と、を備え、燃料供給ノズルの出口よりも下流にて、混合流体の噴出流の内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流側と外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流側に保炎域がそれぞれ形成されるように構成されている。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

軸線を囲みながら該軸線に沿って延在し、内側燃焼用酸素含有ガスを火炉に供給可能な内側ガスノズルと、

前記軸線に沿う方向でみたときに前記内側ガスノズルを囲み、固体粉末燃料と搬送用ガスの混合流体を前記火炉に供給可能な燃料供給ノズルと、

前記軸線に沿う方向でみたときに前記燃料供給ノズルを囲み、外側燃焼用酸素含有ガスを前記火炉に供給可能な外側ガスノズルと、

前記内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速と前記外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速の相対的な流速比を調節可能な流速比調節機構と、を備え、

前記燃料供給ノズルの出口よりも下流にて、前記混合流体の噴出流の前記内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流側と前記外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流側に保炎域がそれぞれ形成されるように構成されている

ことを特徴とするバーナ。

## 【請求項 2】

軸線を囲みながら該軸線に沿って延在し、内側燃焼用酸素含有ガスを火炉に供給可能な内側ガスノズルと、

前記軸線に沿う方向でみたときに前記内側ガスノズルを囲み、固体粉末燃料と搬送用ガスの混合流体を前記火炉に供給可能な燃料供給ノズルと、

前記軸線に沿う方向でみたときに前記燃料供給ノズルを囲み、外側燃焼用酸素含有ガスを前記火炉に供給可能な外側ガスノズルと、

前記内側ガスノズルの出口部に配置され、前記内側燃焼用酸素含有ガスの流れを絞るように構成された内部保炎器と、

前記外側ガスノズルの出口部に配置され、前記外側燃焼用酸素含有ガスの流れが前記軸線から逸れるように構成された外部保炎器と、

前記内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速と前記外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速の相対的な流速比を調節可能な流速比調節機構と、を備える

ことを特徴とするバーナ。

## 【請求項 3】

前記燃料供給ノズルの出口部を横切るように前記内側ガスノズルの出口部と前記外側ガスノズルの出口部との間をそれぞれ延びる複数の中間保炎器を更に備える

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のバーナ。

## 【請求項 4】

前記内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速が前記外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速より速くなるように構成されている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載のバーナ。

## 【請求項 5】

前記外側ガスノズルは、前記軸線に沿う方向でみて前記燃料供給ノズルをそれぞれ囲む 2 つ以上の外側ガス流路を有し、

前記外側燃焼用酸素含有ガスは、前記 2 つ以上の外側ガス流路を通じて前記火炉に供給可能である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載のバーナ。

## 【請求項 6】

前記 2 つ以上の外側ガス流路の少なくとも 1 つに配置された外側ガス流量調節器を更に備える

ことを特徴とする請求項 5 に記載のバーナ。

## 【請求項 7】

前記内側ガスノズルは、前記軸線に沿う方向でみて前記軸線をそれぞれ囲む 2 つ以上の内側ガス流路を有し、

前記 2 つ以上の内側ガス流路のうち前記軸線に沿う方向でみて最も内側に位置する最内

10

20

30

40

50

燃焼用ガス供給流路を流れる前記内側燃焼用酸素含有ガスの流量を調節可能な流量調節器を更に備える

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載のバーナ。

【請求項 8】

前記流速比調節機構を自動的に制御可能な制御装置を更に備える

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載のバーナ。

【請求項 9】

前記内側ガスノズルの出口部又は前記外側ガスノズルの出口部に設けられた圧力センサを更に備え、

前記制御装置は、前記圧力センサの出力に基づいて前記流速比調節機構を制御可能である

10

ことを特徴とする請求項 8 に記載のバーナ。

【請求項 10】

前記内側ガスノズルの出口部に配置されて前記内側燃焼用酸素含有ガスの流れを絞るように構成された内部保炎器、前記外側ガスノズルの出口部に配置されて前記外側燃焼用酸素含有ガスの流れが前記軸線から逸れるように構成された外部保炎器、及び、前記燃料供給ノズルの出口部を横切るように前記内側ガスノズルの出口部と前記外側ガスノズルの出口部との間をそれぞれ延びる複数の中間保炎器のうち少なくとも 1 つの保炎器と、

前記内側燃焼用酸素含有ガス、前記外側燃焼用酸素含有ガス又は前記混合流体のうち少なくとも一部を、前記少なくとも 1 つの保炎器の前記火炉側表面に沿って流れるように案内可能な案内材と、を備える

20

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載のバーナ。

【請求項 11】

風箱と、

前記風箱によって覆われた請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項に記載のバーナとを備えることを特徴とする燃焼装置。

【請求項 12】

火炉と、

前記火炉に取り付けられた風箱と、

前記火炉に取り付けられ且つ前記風箱によって覆われた請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項に記載のバーナと

30

を備えることを特徴とするボイラ。

【請求項 13】

軸線を囲みながら該軸線に沿って延在し、内側燃焼用酸素含有ガスを火炉に供給可能な内側ガスノズルと、

前記軸線に沿う方向でみたときに前記内側ガスノズルを囲み、固体粉末燃料と搬送用ガスの混合流体を前記火炉に供給可能な燃料供給ノズルと、

前記軸線に沿う方向でみたときに前記燃料供給ノズルを囲み、外側燃焼用酸素含有ガスを前記火炉に供給可能な外側ガスノズルと、

前記内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速と前記外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速の相対的な流速比を調節可能な流速比調節機構と、を備え、

40

前記燃料供給ノズルの出口よりも下流にて、前記混合流体の噴出流の前記内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流側と前記外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流側に保炎域がそれぞれ形成されるように構成され、

前記内側ガスノズルは、前記軸線に沿う方向でみて前記軸線をそれぞれ囲む 2 つ以上の内側ガス流路を有し、

前記 2 つ以上の内側ガス流路のうち前記軸線に沿う方向でみて最も内側に位置する最内燃焼用ガス供給流路を流れる前記内側燃焼用酸素含有ガスの流量を調節可能な流量調節器を更に備える、バーナの制御方法において、

前記固体粉末燃料の燃料比が閾値を超えている場合に、前記固体粉末燃料の燃料比が閾

50

値以下である場合よりも、前記流量調節器の開度を小さく設定することを特徴とするバーナの制御方法。

【請求項 14】

前記外側燃焼用酸素含有ガスの流量を調節可能な外側ガス流量調節器を更に備え、前記固体粉末燃料の燃料比が閾値を超えている場合に、前記固体粉末燃料の燃料比が閾値以下である場合よりも、前記外側ガス流量調節器の開度を大きく設定することを特徴とする請求項 13 に記載のバーナの制御方法。

【請求項 15】

前記外側ガスノズルは、前記軸線に沿う方向でみて前記燃料供給ノズルをそれぞれ囲む 2 つ以上の外側ガス流路を有し、

前記外側燃焼用酸素含有ガスは、前記 2 つ以上の外側ガス流路を通じて前記火炉に供給可能であり、

前記外側ガス流量調節器は、最も外側の外側ガス流路における前記外側燃焼用酸素含有ガスの流量を調節可能であり、

前記固体粉末燃料の燃料比が閾値を超えている場合に、前記固体粉末燃料の燃料比が閾値以下である場合よりも、前記外側ガス流量調節器の開度を大きく設定することを特徴とする請求項 14 に記載のバーナの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示はバーナ、燃焼装置、ボイラ及びバーナの制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

固体粉末燃料を燃焼させるためのバーナは、一般的に、固体粉末燃料と搬送用気体とを含む混合気の流れる燃料供給ノズルと、燃料供給ノズルを取り囲んで設けられ、燃焼用酸素含有気体の流れる気体流路とを有している。

この種のバーナとして、特許文献 1 が開示する燃焼用バーナでは、燃料供給ノズルの先端外周部近傍の高温ガスを混合流体内に流入させる手段として、内部保炎用空気ノズルが設けられている。内部保炎用空気ノズルの噴出口からは、混合気ノズルの中心部に向けて空気噴流が噴出する。空気噴流には同伴作用があり、再循環高温ガスの一部が空気噴流に沿って混合気体の流れの中に流入し、その内部の着火保炎性能が高まる。また、空気噴流により混合気体の流れの乱れが増加するため、着火後の燃焼効率向上にも効果がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 98 / 03819 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 が開示する燃焼用バーナでは、混合気ノズルの先端外周部近傍の高温ガスを混合流体内に流入させる手段として、内部保炎用空気ノズルが採用されているが、内部保炎用空気ノズルを設けた場合、燃焼用バーナの構成が複雑になるとともに内部保炎用空気供給システムの追加が必要となる。

上記事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態の目的は、簡単な構成にて、内部保炎域における着火及び保炎の安定化を図れるバーナ、燃焼装置、ボイラ及びバーナの制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

(1) 本発明の少なくとも一実施形態に係るバーナは、軸線を囲みながら該軸線に沿って延在し、内側燃焼用酸素含有ガスを火炉に供給可能な

10

20

30

40

50

内側ガスノズルと、

前記軸線に沿う方向でみたときに前記内側ガスノズルを囲み、固体粉末燃料と搬送用ガスの混合流体を前記火炉に供給可能な燃料供給ノズルと、

前記軸線に沿う方向でみたときに前記燃料供給ノズルを囲み、外側燃焼用酸素含有ガスを前記火炉に供給可能な外側ガスノズルと、

前記内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速と前記外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速の相対的な流速比を調節可能な流速比調節機構と、を備え、

前記燃料供給ノズルの出口よりも下流にて、前記混合流体の噴出流の前記内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流側と前記外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流側に保炎域がそれぞれ形成されるように構成されている。

10

【0006】

燃料供給ノズルから噴出した混合流体の噴出流と内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流の間には内側循環渦が形成される。内側循環渦を強くすれば、内側循環渦によって燃料供給ノズルに向かう内側高温ガス循環流の流量が増加し、内側高温ガス循環流の熱によって、内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流側の内部保炎域における着火及び保炎の安定化を図れる。

一方、燃料供給ノズルから噴出した混合流体の噴出流と外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流の間には外側循環渦が形成される。外側循環渦を強くすれば、外側循環渦によって燃料供給ノズルに向かう外側高温ガス循環流の流量が増加し、外側高温ガス循環流の熱によって、外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流側の外部保炎域における着火及び保炎の安定化を図れる。

20

ここで、外部保炎域は、内部保炎域よりも、周囲からの輻射等により着火や保炎が安定し易く、内部保炎域及び外部保炎域の各々における着火及び保炎の安定化に必要な内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速及び外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速は必ずしも相互に一致しない。この点、上記構成(1)によれば、流速比調節機構によって、内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速と外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速の相対的な流速比を調節することによって、内部保炎域及び外部保炎域の各々における着火及び保炎の安定化を図れる。

【0007】

(2)本発明の少なくとも一実施形態に係るバーナは、

軸線を囲みながら該軸線に沿って延在し、内側燃焼用酸素含有ガスを火炉に供給可能な内側ガスノズルと、

30

前記軸線に沿う方向でみたときに前記内側ガスノズルを囲み、固体粉末燃料と搬送用ガスの混合流体を前記火炉に供給可能な燃料供給ノズルと、

前記軸線に沿う方向でみたときに前記燃料供給ノズルを囲み、外側燃焼用酸素含有ガスを前記火炉に供給可能な外側ガスノズルと、

前記内側ガスノズルの出口部に配置され、前記内側燃焼用酸素含有ガスの流れを絞るように構成された内部保炎器と、

前記外側ガスノズルの出口部に配置され、前記外側燃焼用酸素含有ガスの流れが前記軸線から逸れるように構成された外部保炎器と、

前記内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速と前記外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速の相対的な流速比を調節可能な流速比調節機構と、を備える。

40

【0008】

上記構成(2)では、内部保炎器によって内側燃焼用酸素含有ガスの流れが絞られることで内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流と混合流体の噴出流の間に、内側循環渦が形成され易くなる一方、外部保炎器によって外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流が軸線から逸れることで外側燃焼用酸素含有ガスの流れが拡がり、外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流と混合流体の噴出流の間に外側循環渦が形成され易くなる。これにより、内部保炎域及び外部保炎域の各々の着火及び保炎の安定化を図れる。

【0009】

(3)幾つかの実施形態では、上記構成(1)又は(2)において、

50

前記燃料供給ノズルの出口部を横切るように前記内側ガスノズルの出口部と前記外側ガスノズルの出口部との間をそれぞれ延びる複数の中間保炎器を更に備える。

上記構成(3)では、中間保炎器が燃料供給ノズルの出口部を横切るように延びており、外部保炎域から内部保炎域に向かって、中間保炎器に沿って高温ガスが流れることができる。これにより、内部保炎域の温度を上昇させることができ、内部保炎域の着火及び保炎の安定化をより一層図れる。

【0010】

(4)幾つかの実施形態では、上記構成(1)乃至(3)の何れか1つにおいて、

前記内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速が前記外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速より速くなるように構成されている。

上記構成(4)では、内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速が、外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速よりも速いことにより、内部保炎域の圧力を外部保炎域の圧力より低くすることができ、外部保炎域から内部保炎域に向かって流れる高温ガスが流れ易くなり、内部保炎域の着火及び保炎の安定化を確実に図れる。

【0011】

(5)幾つかの実施形態では、上記構成(4)において、

前記外側ガスノズルは、前記軸線に沿う方向でみて前記燃料供給ノズルをそれぞれ囲む2つ以上の外側ガス流路を有し、

前記外側燃焼用酸素含有ガスは、前記2つ以上の外側ガス流路を通じて前記火炉に供給可能である。

上記構成(5)では、2つ以上の外側ガス流路を通じて外側燃焼用酸素含有ガスを供給することで、外側燃焼用酸素含有ガスの流速や方向に分布をもたせることができ、内部保炎域及び外部保炎域の各々の着火及び保炎の安定化をより一層図れる。

【0012】

(6)幾つかの実施形態では、上記構成(5)において、

前記2つ以上の外側ガス流路の少なくとも1つに配置された外側ガス流量調節器を更に備える。

上記構成(6)では、外側ガス流量調節器によって、外側ガス流量調節器が配置された外側ガス流路から流出する外側燃焼用酸素含有ガスの流量を調節することができ、内部保炎域及び外部保炎域の各々の着火及び保炎の安定化をより一層図れる。

【0013】

(7)幾つかの実施形態では、上記構成(1)乃至(6)の何れか1つにおいて、

前記内側ガスノズルは、前記軸線に沿う方向でみて前記軸線をそれぞれ囲む2つ以上の内側ガス流路を有し、

前記2つ以上の内側ガス流路のうち前記軸線に沿う方向でみて最も内側に位置する最内燃焼用ガス供給流路を流れる前記内側燃焼用酸素含有ガスの流量を調節可能な流量調節器を更に備える。

【0014】

上記構成(7)では、最内燃焼用ガス供給流路を流れる内側燃焼用酸素含有ガスの流量を調節することによって、固体粉末燃料の性状にかかわらずに内部保炎域において還元状態を維持することができ、NO<sub>x</sub>の発生を抑制することができる。

【0015】

(8)幾つかの実施形態では、上記構成(1)乃至(7)の何れか1つにおいて、

前記流速比調節機構を自動的に制御可能な制御装置を更に備える。

上記構成(8)では、制御装置によって流速比調節機構を自動的に制御することで、内部保炎域及び外部保炎域の各々の着火及び保炎の安定化を容易且つ確実に図れる。

【0016】

(9)幾つかの実施形態では、上記構成(8)において、

前記内側ガスノズルの出口部又は前記外側ガスノズルの出口部に設けられた圧力センサを更に備え、

10

20

30

40

50

前記制御装置は、前記圧力センサの出力に基づいて前記流速比調節機構を制御可能である。

上記構成(9)では、制御装置が圧力センサの出力に基づいて流速比調節機構を制御することによって、内部保炎域及び外部保炎域の各々の着火及び保炎の安定化を容易且つ確実に図れる。

【0017】

(10) 幾つかの実施形態では、上記構成(1)乃至(9)の何れか1つにおいて、

前記内側ガスノズルの出口部に配置されて前記内側燃焼用酸素含有ガスの流れを絞るように構成された内部保炎器、前記外側ガスノズルの出口部に配置されて前記外側燃焼用酸素含有ガスの流れが前記軸線から逸れるように構成された外部保炎器、及び、前記燃料供給ノズルの出口部を横切るように前記内側ガスノズルの出口部と前記外側ガスノズルの出口部との間をそれぞれ延びる複数の中間保炎器のうち少なくとも1つの保炎器と、

前記内側燃焼用酸素含有ガス、前記外側燃焼用酸素含有ガス又は前記混合流体のうち少なくとも一部を、前記少なくとも1つの保炎器の前記火炉側表面に沿って流れるように案内可能な案内材と、を備える。

【0018】

上記構成(10)では、案内材によって、内部保炎器、外部保炎器及び中間保炎器のうち少なくとも1つの保炎器の火炉側表面に沿って、内側燃焼用酸素含有ガス、外側燃焼用酸素含有ガス又は混合流体の一部を流すことで、少なくとも1つの保炎器を冷却することができるとともに、保炎器への灰付着の抑制が可能となる。

【0019】

(11) 本発明の少なくとも一実施形態に係る燃焼装置は、

風箱と、

前記風箱によって覆われた上記構成(1)乃至(10)の何れか1項に記載のバーナとを備える。

上記構成(11)の燃焼装置は、上記構成(1)乃至(10)の何れか1つのバーナを採用することによって、内部保炎域及び外部保炎域の各々の着火及び保炎の安定化を図れる。

【0020】

(12) 本発明の少なくとも一実施形態に係るボイラは、

火炉と、

前記火炉に取り付けられた風箱と、

前記火炉に取り付けられ且つ前記風箱によって覆われた上記構成(1)乃至(10)の何れか1項に記載のバーナとを備える。

上記構成(12)のボイラは、上記構成(1)乃至(10)の何れか1つのバーナを採用することによって、内部保炎域及び外部保炎域の各々の着火及び保炎の安定化を図れる。

【0021】

(13) 本発明の少なくとも一実施形態に係るバーナの制御方法は、

軸線を囲みながら該軸線に沿って延在し、内側燃焼用酸素含有ガスを火炉に供給可能な内側ガスノズルと、

前記軸線に沿う方向でみたときに前記内側ガスノズルを囲み、固体粉末燃料と搬送用ガスの混合流体を前記火炉に供給可能な燃料供給ノズルと、

前記軸線に沿う方向でみたときに前記燃料供給ノズルを囲み、外側燃焼用酸素含有ガスを前記火炉に供給可能な外側ガスノズルと、

前記内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速と前記外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速の相対的な流速比を調節可能な流速比調節機構と、を備え、

前記燃料供給ノズルの出口よりも下流にて、前記混合流体の前記内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流側と前記外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流側に保炎域がそれぞれ形成されるよ

10

20

30

40

50

うに構成され、

前記内側ガスノズルは、前記軸線に沿う方向でみて前記軸線をそれぞれ囲む2つ以上の内側ガス流路を有し、

前記2つ以上の内側ガス流路のうち前記軸線に沿う方向でみて最も内側に位置する最内側燃焼用ガス供給流路を流れる前記内側燃焼用酸素含有ガスの流量を調節可能な流量調節器を更に備える、バーナの制御方法において、

前記固体粉末燃料の燃料比が閾値を超えている場合に、前記固体粉末燃料の燃料比が閾値以下である場合よりも、前記流量調節器の開度を小さく設定する。

【0022】

上記構成(13)のバーナの制御方法によれば、燃料比が閾値を超えている場合に、固体粉末燃料の燃料比が閾値以下である場合よりも、流量調節器の開度を小さく設定することによって、内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速を維持しながら、内側燃焼用酸素含有ガスの流量(総流量)を減らすことができる。この結果として、内部保炎域を維持してNOx生成を抑制することができる。

10

【0023】

(14)幾つかの実施形態では、上記構成(13)において、

前記外側燃焼用酸素含有ガスの流量を調節可能な外側ガス流量調節器を更に備え、

前記固体粉末燃料の燃料比が閾値を超えている場合に、前記固体粉末燃料の燃料比が閾値以下である場合よりも、前記外側ガス流量調節器の開度を大きく設定する。

【0024】

上記構成(14)では、燃料比が閾値を超えている場合に、固体粉末燃料の燃料比が閾値以下である場合よりも、外側ガス流量調節器の開度を大きく設定することによって、外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速の増大を抑制することができる。この結果として、外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速と内側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速との差が確保され、内部保炎域をより確実に維持してNOx生成を抑制することができる。

20

【0025】

(15)幾つかの実施形態では、上記構成(14)において、

前記外側ガスノズルは、前記軸線に沿う方向でみて前記燃料供給ノズルをそれぞれ囲む2つ以上の外側ガス流路を有し、

前記外側燃焼用酸素含有ガスは、前記2つ以上の外側ガス流路を通じて前記火炉に供給可能であり、

30

前記外側ガス流量調節器は、最も外側の外側ガス流路における前記外側燃焼用酸素含有ガスの流量を調節可能であり、

前記固体粉末燃料の燃料比が閾値を超えている場合に、前記固体粉末燃料の燃料比が閾値以下である場合よりも、前記外側ガス流量調節器の開度を大きく設定する。

【0026】

上記構成(15)では、外側ガス流量調節器が、最も外側の外側ガス流路における外側燃焼用酸素含有ガスの流量を調節可能であって、固体粉末燃料の燃料比が閾値を超えている場合に、固体粉末燃料の燃料比が閾値以下である場合よりも、外側ガス流量調節器の開度を大きく設定され、これとは逆に、固体粉末燃料の燃料比が閾値以下である場合に、固体粉末燃料の燃料比が閾値を超えている場合よりも、外側ガス流量調節器の開度が小さく設定される。このように、固体粉末燃料の燃料比が閾値以下である場合に、外側ガス流量調節器の開度が小さく設定されることで、外側燃焼用酸素含有ガスの総流量が減少しても、外側燃焼用酸素含有ガスの噴出流速を維持することができる。この結果として、外側循環渦が弱くなることが防止され、外部保炎域における着火及び保炎の安定性が確保される。

40

【発明の効果】

【0027】

本発明の少なくとも一実施形態によれば、簡単な構成にて、内部保炎域における着火及び保炎の安定化を図れるバーナ、燃焼装置、ボイラ及びバーナの制御方法が提供される。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の一実施形態に係るボイラの構成を概略的に示す図である。

【図2】本発明の一実施形態に係るバーナを、火炉に取り付けられた状態にて概略的に示す断面図及び正面図である。

【図3】本発明の一実施形態に係るバーナの機能を説明するための図である。

【図4】本発明の他の一実施形態に係るバーナを、火炉に取り付けられた状態にて概略的に示す断面図及び正面図である。

【図5】本発明の他の一実施形態に係るバーナを、火炉に取り付けられた状態にて概略的に示す断面図及び正面図である。

10

【図6】本発明の一実施形態に係るバーナの機能を説明するための図である。

【図7】本発明の他の一実施形態に係るバーナを、火炉に取り付けられた状態にて概略的に示す断面図である。

【図8】本発明の他の一実施形態に係るバーナを、火炉に取り付けられた状態にて概略的に示す断面図である。

【図9】本発明の他の一実施形態に係るバーナを、火炉に取り付けられた状態にて概略的に示す断面図及び正面図である。

【図10】バーナに制御装置を適用した他の一実施形態を説明するための図である。

【図11】バーナに適用可能な案内部材の構成を説明するための図である。

【図12】バーナに適用可能な案内部材の構成を説明するための図である。

20

【図13】バーナに適用可能な案内部材の構成を説明するための図である。

【図14】図13中のXIV-XIV線に沿う概略的な断面図である。

【図15】本発明の一実施形態に係るバーナの制御方法の概略的な手順を示すフローチャートである。

【図16】本発明の他の一実施形態に係るバーナの制御方法の概略的な手順を示すフローチャートである。

【図17】本発明の他の一実施形態に係るバーナの制御方法の概略的な手順を示すフローチャートである。

【図18】本発明の他の一実施形態に係るバーナの制御方法の概略的な手順を示すフローチャートである。

30

【図19】バーナに制御装置を適用した他の一実施形態を説明するための図である。

【図20】バーナに制御装置を適用した他の一実施形態を説明するための図である。

【図21】図5のバーナの変形例を説明するための図である。

## 【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

40

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

50

## 【0030】

図1は、本発明の一実施形態に係るボイラ1の構成を概略的に示す図である。図1に示すように、ボイラ1は、火炉5と、火炉5に取り付けられた燃焼装置10とを備える。燃焼装置10は、固体粉末燃料及び酸素含有ガスを火炉5に供給可能であり、固体粉末燃料が火炉5の内部で燃焼することによって高温ガス（燃焼ガス）が生成される。高温ガスは、図示しない節炭器、過熱器及び再熱器等の熱交換器を介して、熱媒体としての水を加熱し、これにより得られた蒸気を利用して、例えば図示しないタービン発電機を作動させることができる。

ここで、固体粉末燃料とは、石炭、オイルコークス、固体状バイオマスなどの単体または混合物を粉砕した微粉状の燃料をいう。

10

## 【0031】

燃焼装置10は、火炉5に取り付け可能な少なくとも1つのバーナ20と、バーナ20を囲むように火炉5に取り付け可能な風箱22とを備える。

## 【0032】

図2は、本発明の一実施形態に係るバーナ20(20a)を、火炉5に取り付けられた状態にて概略的に示す断面図及び正面図である。図3は、バーナ20aの機能を説明するための図である。図4及び図5は、本発明の他の一実施形態に係るバーナ20(20b, 20c)を、火炉5に取り付けられた状態にて概略的に示す断面図及び正面図である。図6は、バーナ20cの機能を説明するための図である。図7及び図8は、本発明の他の一実施形態に係るバーナ20(20d, 20e)を、火炉5に取り付けられた状態にて概略的に示す断面図である。図9は、本発明の他の一実施形態に係るバーナ20(20f)を、火炉5に取り付けられた状態にて概略的に示す断面図及び正面図である。

20

## 【0033】

図2、図4、図5、及び、図7～図9にそれぞれ示したように、バーナ20(20a～20f)は、内側ガスノズル24と、燃料供給ノズル26と、外側ガスノズル28と、流速比調節機構30とを備える。

内側ガスノズル24は、軸線32を囲みながら該軸線32に沿って延在し、内側燃焼用酸素含有ガス34を火炉5に供給可能である。軸線32は、火炉5の外壁に対し直交していても傾斜していてもよい。内側燃焼用酸素含有ガス34は例えば空気である。また、例えば、排ガスを再循環させて、これに酸素を混合させて燃焼用ガスとして用いる酸素燃焼を適用する場合には、燃焼用酸素含有ガスは二酸化炭素と酸素が主体の混合ガスとなる。

30

燃料供給ノズル26は、軸線32に沿う方向でみたときに内側ガスノズル24を囲み、固体粉末燃料と搬送用ガスの混合流体36を火炉5に供給可能である。固体粉末燃料は例えば微粉炭であり、搬送用ガスは例えば空気である。

## 【0034】

外側ガスノズル28は、軸線32に沿う方向でみたときに燃料供給ノズル26を囲み、外側燃焼用酸素含有ガス38を火炉5に供給可能である。外側燃焼用酸素含有ガス38は例えば空気である。

流速比調節機構30は、内側燃焼用酸素含有ガス34の噴出流速 $F_c$ と外側燃焼用酸素含有ガス38の噴出流速 $F_o$ の相対的な流速比を調節可能である。

40

そして、バーナ20は、燃料供給ノズル26の出口よりも下流にて、混合流体36の噴出流の内側燃焼用酸素含有ガス34側及び外側燃焼用酸素含有ガス38側に、内部保炎域40a及び外部保炎域40bがそれぞれ形成されるように構成されている。なお、内部保炎域40a及び外部保炎域40bとは、固体粉末燃料が着火して燃焼する領域である。内部保炎域40a及び外部保炎域40bは、燃料供給ノズル26の出口の直下流に形成される。

## 【0035】

上記したバーナ20を用いた場合、図3又は図6に示したように、燃料供給ノズル26から噴出した混合流体36と内側ガスノズル24から噴出した内側燃焼用酸素含有ガス34との間には内側循環渦42aが形成される。内側循環渦42aを強くすれば、内側循環

50

渦 4 2 a によって、燃料供給ノズル 2 6 に向かう高温ガスの流れ（内側高温ガス循環流 4 4 a）の流量が増加し、内側高温ガス循環流 4 4 a の熱によって、内側燃焼用酸素含有ガス 3 4 側の内部保炎域 4 0 a における着火及び保炎の安定化を図れる。

一方、燃料供給ノズル 2 6 から噴出した混合流体 3 6 と外側ガスノズル 2 8 から噴出した外側燃焼用酸素含有ガス 3 8 との間には外側循環渦 4 2 b が形成される。外側循環渦 4 2 b を強くすれば、外側循環渦 4 2 b によって、燃料供給ノズル 2 6 に向かう高温ガスの流れ（外側高温ガス循環流 4 4 b）の流量が増加し、外側高温ガス循環流 4 4 b の熱によって、外側燃焼用酸素含有ガス 3 8 側の外部保炎域 4 0 b における着火及び保炎の安定化を図れる。

#### 【 0 0 3 6 】

ここで、外部保炎域 4 0 b は、内部保炎域 4 0 a よりも、周囲からの輻射等により着火や保炎が安定し易く、内部保炎域 4 0 a 及び外部保炎域 4 0 b の各々における着火及び保炎の安定化に必要な内側燃焼用酸素含有ガス 3 4 の噴出流速  $F_c$  及び外側燃焼用酸素含有ガス 3 8 の噴出流速  $F_o$  が必ずしも相互に一致しない。この点、上記したバーナ 2 0 によれば、流速比調節機構 3 0 によって、内側燃焼用酸素含有ガス 3 4 の噴出流速  $F_c$  と外側燃焼用酸素含有ガス 3 8 の噴出流速  $F_o$  の相対的な流速比を調節することによって、内部保炎域 4 0 a 及び外部保炎域 4 0 b の各々の着火及び保炎の安定化を図れる。

なお、内側燃焼用酸素含有ガス 3 4 の噴出流速  $F_c$  と外側燃焼用酸素含有ガス 3 8 の噴出流速  $F_o$  の相対的な流速比を調節可能であれば、国際公開第 9 8 / 0 3 8 1 9 号に記載された内部保炎用空気ノズルを設けなくても、内部保炎域 4 0 a 及び外部保炎域 4 0 b の各々の着火及び保炎の安定化を図れる。

#### 【 0 0 3 7 】

幾つかの実施形態では、内側ガスノズル 2 4、燃料供給ノズル 2 6、及び、外側ガスノズル 2 8 は多重管構造を有している。内側ガスノズル 2 4 は、筒形状の部材によって構成され、当該筒形状の部材の内部を内側燃焼用酸素含有ガス 3 4 が流動可能である。燃料供給ノズル 2 6 は、内側ガスノズル 2 4 を囲む 2 つの筒形状の部材によって構成され、当該 2 つの筒形状の部材の間を混合流体 3 6 が流動可能である。外側ガスノズル 2 8 は、燃料供給ノズル 2 6 を囲む 2 つの筒形状の部材によって構成され、当該 2 つの筒形状の部材の間を外側燃焼用酸素含有ガス 3 8 が流動可能である。

#### 【 0 0 3 8 】

内側ガスノズル 2 4 の筒形状の部材（外壁）と燃料供給ノズル 2 6 の内側の筒形状の部材（内壁）は、共通であっても、相互に接合されたものであってもよい。同様に、燃料供給ノズル 2 6 の外側の筒形状の部材（外壁）と外側ガスノズル 2 8 の内側の筒形状の部材（内壁）とは、共通であっても、相互に接合されたものであってもよい。

なお、本明細書において、筒形状とは、図 2、図 4 及び図 5 に示したような円筒形状に限定されず、図 9 に示したような多角形筒形状も含むものとする。

#### 【 0 0 3 9 】

幾つかの実施形態では、バーナ 2 0（2 0 a ~ 2 0 f）は、図 2、図 4、図 5、及び、図 7 ~ 図 9 にそれぞれ示したように、内部保炎器 4 6 及び外部保炎器 4 8 を更に備える。

内部保炎器 4 6 は、内側ガスノズル 2 4 の出口部に配置され、内側燃焼用酸素含有ガス 3 4 の流れを絞るように構成されている。

外部保炎器 4 8 は、外側ガスノズル 2 8 の出口部に配置され、外側燃焼用酸素含有ガス 3 8 の流れが軸線 3 2 から逸れるように構成されている。

#### 【 0 0 4 0 】

上記したバーナ 2 0 では、内部保炎器 4 6 によって内側燃焼用酸素含有ガス 3 4 が絞られることで内側燃焼用酸素含有ガス 3 4 の噴出流と混合流体 3 6 の噴出流の間に、内側循環渦 4 2 a が形成され易くなる一方、外部保炎器 4 8 によって外側燃焼用酸素含有ガス 3 8 が軸線 3 2 から逸れることで外側燃焼用酸素含有ガス 3 8 が拡がり、外側燃焼用酸素含有ガス 3 8 の噴出流と前記混合流体 3 6 の噴出流の間に外側循環渦 4 2 b が形成され易くなる。これにより、内部保炎域 4 0 a 及び外部保炎域 4 0 b の各々の着火及び保炎の安定

10

20

30

40

50

化を図れる。

なお、バーナ 20 が内部保炎器 46 及び外部保炎器 48 を更に備えている場合には、バーナ 20 にとって、内部保炎域 40 a 及び外部保炎域 40 b をそれぞれ形成するための他の構成は必須ではない。

【0041】

幾つかの実施形態では、内部保炎器 46 は、内側ガスノズル 24 の出口部の周縁から内側に向かって延びる板形状の部材によって構成される。

幾つかの実施形態では、外部保炎器 48 は、外側ガスノズル 28 の出口部の周縁から外側に向かって延びる板形状の部材によって構成される。

なお本明細書においては、特に断らない限り、内側とは、軸線 32 に対し交差する方向（径方向）にて軸線 32 に近い側をさし、外側とは、軸線 32 から遠い側をさすものとする。

【0042】

幾つかの実施形態では、流速比調節機構 30 は、内側燃焼用酸素含有ガス 34 の流路に配置されたダンパによって構成される。内側燃焼用酸素含有ガス 34 の流路の入口は風箱 22 の内部に開口し、内側燃焼用酸素含有ガス 34 の流路の出口は、燃料供給ノズル 26 の出口によって構成されている。一方、外側燃焼用酸素含有ガス 38 の流路の入口は風箱 22 の内部に開口し、外側燃焼用酸素含有ガス 38 の流路の出口は外側ガスノズル 28 の出口によって構成されている。

この構成によれば、内側燃焼用酸素含有ガス 34 の流路及び外側燃焼用酸素含有ガス 38 の流路の入口が同一のガス供給源である風箱 22 に接続されているので、内側燃焼用酸素含有ガス 34 の流路に配置されたダンパによって、簡単な構成にて確実に、内側燃焼用酸素含有ガス 34 の噴出流速  $F_c$  と外側燃焼用酸素含有ガス 38 の噴出流速  $F_o$  の相対的な流速比を調節可能である。

【0043】

幾つかの実施形態では、図 4、図 5、図 7 及び図 8 に示したように、バーナ 20 b, 20 c, 20 d, 20 e は複数の中間保炎器 50 を更に備える。複数の中間保炎器 50 は、燃料供給ノズル 26 の出口部を横切るように内側ガスノズル 24 の出口部と外側ガスノズル 28 の出口部との間をそれぞれ延びている。複数の中間保炎器 50 は、軸線 32 に沿う方向でみて相互に離間しており、中間保炎器 50 同士の間を通じて、混合流体 36 は燃料供給ノズル 26 から噴出可能である。

【0044】

上記した 20 b, 20 c, 20 d, 20 e では、中間保炎器 50 が燃料供給ノズル 26 の出口部を横切るように延びており、外部保炎域 40 b から内部保炎域 40 a に向かって、中間保炎器 50 に沿って高温ガスが流れることができる。これにより、内部保炎域 40 a の温度を上昇させることができ、内部保炎域 40 a の着火及び保炎の安定化をより一層図れる。

幾つかの実施形態では、中間保炎器 50 は、燃料供給ノズル 26 の出口部を横切るように配置された板形状の部材によって構成される。

【0045】

幾つかの実施形態では、バーナ 20 は、内側燃焼用酸素含有ガス 34 の噴出流速  $F_c$  が外側燃焼用酸素含有ガス 38 の噴出流速  $F_o$  より速くなるように構成されている。

上記したバーナ 20 では、内側燃焼用酸素含有ガス 34 の噴出流速  $F_c$  が、外側燃焼用酸素含有ガス 38 の噴出流速  $F_o$  よりも速いことにより、外部保炎域から内部保炎域に向かって流れる高温ガスの流量が増加し、内部保炎域 40 a の着火及び保炎の安定化を確実に図れる。

【0046】

幾つかの実施形態では、図 5、図 7 及び図 8 に示したように、外側ガスノズル 28 は、軸線 32 に沿う方向でみて燃料供給ノズル 26 をそれぞれ囲む 2 つ以上の外側ガス流路 28 a, 28 b, 28 c を有する。この場合、外側燃焼用酸素含有ガス 38 は、2 つ以上の

10

20

30

40

50

外側ガス流路 28a, 28b, 28c を通じて火炉 5 に供給される。

【0047】

上記したバーナ 20c, 20d, 20e では、2つ以上の外側ガス流路 28a, 28b, 28c を通じて外側燃焼用酸素含有ガス 38 を供給することで、外側燃焼用酸素含有ガス 38 の流速や方向に分布をもたせることができ、内部保炎域 40a 及び外部保炎域 40b の各々の着火及び保炎の安定化をより一層図れる。

なお、例えば、2つ以上の外側ガス流路 28a, 28b, 28c は、外側ガスノズル 28 の内部に1つ以上の筒形状の部材を配置することにより形成可能である。

【0048】

幾つかの実施形態では、バーナ 20c, 20d, 20e は、2つ以上の外側ガス流路 28a, 28b, 28c の少なくとも1つに配置された外側ガス流量調節器 52 を更に備える。

上記したバーナ 20c, 20d, 20e では、外側ガス流量調節器 52 によって、外側ガス流路 28a, 28b, 28c のうち外側ガス流量調節器 52 が配置された外側ガス流路から流出する外側燃焼用酸素含有ガス 38 の流量を調節することができる。これによって、内部保炎域 40a 及び外部保炎域 40b の各々の着火及び保炎の安定化をより一層図れる。

なお例えば、外側ガス流量調節器 52 は、可動ベーンやダンパによって構成される。

【0049】

幾つかの実施形態では、図5、図7及び図8に示したように、2つ以上の外側ガス流路 28a, 28b, 28c は、軸線 32 に沿う方向でみて燃料供給ノズル 26 側に位置する第1外側ガス流路 28a と、第1外側ガス流路 28a を介して燃料供給ノズル 26 を囲む第2外側ガス流路 28b とを含む。そして、バーナ 20c, 20d, 20e は、第2外側ガス流路 28b の出口部に設置され、外側燃焼用酸素含有ガス 38 のうち第2外側ガス流路 28b を通過した流れを軸線 32 から徐々に逸らすように構成された第2外側ガス案内板 54 を更に備える。

上記したバーナ 20c, 20d, 20e では、第2外側ガス流路 28b を流れる外側燃焼用酸素含有ガス 38 によって、外側循環渦 42b が大きくなり、外部保炎域 40b の着火及び保炎の安定化をより一層図れる。外側燃焼用酸素含有ガス 38 の流れが広がることで、内部保炎域 40a 及び外部保炎域 40b に亘る還元域が大きくなり、NOx 生成が抑制される。

【0050】

幾つかの実施形態では、図5、図7及び図8に示したように、バーナ 20c, 20d, 20e は、第2外側ガス流路 28b に配置された旋回付与機構 56 を更に備える。

上記したバーナ 20c, 20d, 20e によれば、第2外側ガス流路 28b を流れる外側燃焼用酸素含有ガス 38 に旋回成分を付与することによって、外側循環渦 42b が大きくなり、外部保炎域 40b の着火及び保炎の安定化をより一層図れる。また、第2外側ガス流路 28b を流れる外側燃焼用酸素含有ガス 38 に旋回成分を付与することによって、外側循環渦 42b がさらに拡大され外部保炎域 40b の着火及び保炎の安定化がさらに促進されるとともに、内部保炎域 40a 及び外部保炎域 40b に亘る還元域がさらに大きくなり、NOx 生成がさらに抑制される。

なお、旋回付与機構 56 は、固定されていても可動であってもよい。例えば旋回機構は、固定ベーンや可動ベーンによって構成される。

幾つかの実施形態では、図8に示したように、バーナ 20e は、第3外側ガス流路 28c に配置された旋回付与機構 56 を更に備える。

【0051】

図10は、バーナ 20 に制御装置 60 を適用した他の一実施形態を説明するための図である。幾つかの実施形態では、図10に示したように、バーナ 20 は制御装置 60 を更に備える。制御装置 60 は、流速比調節機構 30 を自動的に制御可能である。

上記したバーナ 20 では、制御装置 60 によって流速比調節機構 30 を自動的に制御す

10

20

30

40

50

ることで、内部保炎域 4 0 a 及び外部保炎域 4 0 b の各々の着火及び保炎の安定化を容易且つ確実に図れる。

【 0 0 5 2 】

幾つかの実施形態では、バーナ 2 0 は、図 1 0 に示したように、内側ガスノズル 2 4 の出口部又は外側ガスノズル 2 8 の出口部に設けられた圧力センサ 6 2 a , 6 2 b を更に備える。そして、制御装置 6 0 は、圧力センサ 6 2 a , 6 2 b の出力に基づいて流速比調節機構 3 0 を制御可能である。

上記したバーナ 2 0 では、制御装置 6 0 が圧力センサ 6 2 a , 6 2 b の出力に基づいて流速比調節機構 3 0 を制御することによって、内部保炎域 4 0 a 及び外部保炎域 4 0 b の各々の着火及び保炎の安定化を容易且つ確実に図れる。

10

【 0 0 5 3 】

幾つかの実施形態では、制御装置 6 0 はコンピュータによって構成される。制御装置 6 0 は図示しない駆動装置を介して、流速比調節機構 3 0 を制御可能である。駆動装置は、例えば、電磁アクチュエータ又は油圧アクチュエータによって構成される。

【 0 0 5 4 】

幾つかの実施形態では、図 5、図 7 及び図 8 に示したように、バーナ 2 0 c , 2 0 d , 2 0 e は、濃縮器 6 6 を更に備える。濃縮器 6 6 は、燃料供給ノズル 2 6 内に配置され、燃料供給ノズル 2 6 の出口部にて混合流体 3 6 の流れの内側燃焼用酸素含有ガス 3 4 側及び外側燃焼用酸素含有ガス 3 8 側に固体粉末燃料の濃度が相対的に高い領域を形成するように構成されている。つまり、濃縮器 6 6 は、混合流体 3 6 の流れの内側及び外側に、内側と外側の中間よりも、固体粉末燃料の濃度が相対的に高い領域を形成するように構成されている。

20

【 0 0 5 5 】

上記したバーナ 2 0 c , 2 0 d , 2 0 e では、濃縮器 6 6 によって、内側燃焼用酸素含有ガス 3 4 側及び外側燃焼用酸素含有ガス 3 8 側に固体粉末燃料の濃度が高い領域を形成することができ、内部保炎域 4 0 a 及び外部保炎域 4 0 b の各々の着火及び保炎の安定化をより一層図れる。

幾つかの実施形態では、濃縮器 6 6 は、燃料供給ノズル 2 6 の内壁を囲むように配置された部材であって、燃料供給ノズル 2 6 の内壁と外壁との間に、これら内壁及び外壁の各々と隙間を存して配置された部材によって構成される。当該部材によれば、混合流体を内壁側と外壁側とに分離することができ、搬送用ガスに比べて比重が大である固体粉末燃料を、内壁側と外壁側に偏らせることができる。

30

例えば、濃縮器 6 6 は、環形状の部材によって構成され、図示しない支持部材によって支持される。

【 0 0 5 6 】

図 1 1 は、バーナ 2 0 に適用可能な案内部材 7 0 の構成を説明するための図である。図 1 1 に示したように、案内部材 7 0 は、内側燃焼用酸素含有ガス 3 4 のうち少なくとも一部を、内部保炎器 4 6 の火炉 5 側表面に沿って流れるように案内するように構成される。

上記した案内部材 7 0 によれば、内部保炎器 4 6 の火炉 5 側表面に沿って内側燃焼用酸素含有ガス 3 4 の一部を流すことで、内部保炎器 4 6 を冷却することができるとともに内部保炎器 4 6 への灰付着の抑制を可能とする。

40

【 0 0 5 7 】

例えば、案内部材 7 0 は、燃料供給ノズル 2 6 の出口部の開口縁から内側に向かって突出する環形状の鍔部によって構成される。内部保炎器 4 6 は、環形状の板によって構成され、燃料供給ノズル 2 6 の出口部の内部に配置されている。内部保炎器 4 6 は、案内部材 7 0 よりも内側に突出した状態で、例えば支持部材 7 1 によって支持されている。そして、内部保炎器 4 6 と燃料供給ノズル 2 6 の内壁との間には隙間 7 2 が確保され、内部保炎器 4 6 と案内部材 7 0 との間には隙間 7 3 が確保されている。内側燃焼用酸素含有ガス 3 4 の一部は、これら隙間 7 2 , 7 3 を通じて流れ、内部保炎器 4 6 の火炉 5 側表面に沿って流れることができる。

50

なお、本明細書において、環形状という表現には、円形状の外に、多角形状等も含まれるものとする。

【0058】

図12は、バーナ20に適用可能な案内部材76の構成を説明するための図である。図12に示したように、案内部材76は、外側燃焼用酸素含有ガス38のうち少なくとも一部を、外部保炎器48の火炉5側表面に沿って流れるように案内するように構成される。

上記した案内部材76によれば、外部保炎器48の火炉5側表面に沿って外側燃焼用酸素含有ガス38の一部を流すことで、外部保炎器48を冷却することができるとともに外部保炎器48への灰付着の抑制を可能とする。

【0059】

例えば、図12に示したように、案内部材76は、外側ガスノズル28の出口部にて、外側ガスノズル28の内壁の端縁から外側に向かって突出する鍔部によって構成される。外部保炎器48は、環形状の板によって構成され、外側ガスノズル28の出口部の内部に配置されている。外部保炎器48は、案内部材76よりも外側に突出した状態で、例えば支持部材77によって支持されている。そして、外部保炎器48と外側ガスノズル28の内壁との間には隙間78が確保され、外部保炎器48と案内部材76の間には隙間79が確保されている。外側燃焼用酸素含有ガス38の一部は、これら隙間78, 79を通じて流れ、外部保炎器48の火炉5側表面に沿って流れることができる。

【0060】

図13及び図14は、バーナ20に適用可能な案内部材82の構成を説明するための図であり、図13は、案内部材82が適用されたバーナ20の概略的な正面図であり、図14は、図13中のXIV-XIV線に沿う概略的な断面図である。

図14に示したように、案内部材82は、混合流体36のうち少なくとも一部を、中間保炎器50の火炉5側表面に沿って流れるように案内するように構成される。

上記した案内部材82によれば、中間保炎器50の火炉5側表面に沿って混合流体36の一部を流すことで、中間保炎器50を冷却することができるとともに中間保炎器50への灰付着の抑制を可能とする。

【0061】

例えば、図13及び図14に示したように、案内部材82は、中間保炎器50の火炉5側の表面の一部を覆うように、燃料供給ノズル26を横切って延びる板によって形成される。中間保炎器50は、案内部材82によって覆われる位置にスリット84を有し、混合流体36の一部は、スリット84を通過することができる。そして、スリット84を通過した混合流体36は、案内部材82に衝突して曲がり、中間保炎器50の火炉5側の表面に沿って流れ、中間保炎器50を冷却することができるとともに中間保炎器50への灰付着の抑制を可能とする。

また、図13及び図14に示したように、案内部材82が中間保炎器50の中央部を覆っている場合、外側高温ガス循環流44bの両側に外側循環渦42cが形成され、外部保炎域40bにおける着火及び保炎をより一層安定させることができる。

【0062】

幾つかの実施形態では、図7及び図8に示したように、内側ガスノズル24は、軸線32に沿う方向でみて軸線32をそれぞれ囲む2つ以上の内側ガス流路24a, 24bを有する。そして、バーナ20d, 20eは、2つ以上の内側ガス流路24a, 24bのうち軸線32に沿う方向でみて軸線32に最も近い最内ガス流路24aを流れる内側燃焼用酸素含有ガス34の流量を調節可能な流量調節器88を更に備える。

例えば、2つ以上の内側ガス流路24a, 24bは、内側ガスノズル24の内部に1つ以上の筒形状の部材を配置することにより形成可能である。また、流量調節器88は、最内ガス流路24aを形成する壁の開口を開閉可能な扉によって構成可能である。

【0063】

上記したバーナ20d, 20eでは、最内ガス流路24aを流れる内側燃焼用酸素含有ガス34の流量を調節することによって、固体粉末燃料の性状にかかわらずに内部保炎域

10

20

30

40

50

40 aにおいて還元状態を維持することができ、NO<sub>x</sub>の発生を抑制することができる。

ここで、固体粉末燃料の性状としては、例えば、石炭の燃料比をあげることができる。石炭の燃料比は、石炭にそれぞれ含まれる固定炭素と揮発分の比であり、燃料比が高いほど、揮発分が少ない。高燃料比の石炭を用いた場合、揮発分が少ないため、内側燃焼用酸素含有ガス34の流量が多いと、還元が弱くなり、NO<sub>x</sub>生成量が増加してしまう。しかしながら、内側燃焼用酸素含有ガス34の流量を単に減少させた場合、内側燃焼用酸素含有ガス34の噴出流速F<sub>c</sub>が低下し、内部保炎域40 aの形成が困難になるおそれがある。

#### 【0064】

そこで、バーナ20 d, 20 eでは、石炭の燃料比が高い場合（高燃料比の場合）には、石炭の燃料比が低い場合（中低燃料比の場合）に比べ、最内ガス流路24 aを流れる内側燃焼用酸素含有ガス34の流量を減らすように流量調節器88が制御される。これにより、内側燃焼用酸素含有ガス34の噴出流速F<sub>c</sub>を維持しながら、内側燃焼用酸素含有ガス34の流量（総流量）を減らすことができ、結果として、内部保炎域40 aを維持してNO<sub>x</sub>生成を抑制することができる。

10

#### 【0065】

図15は、上述した流量調節器88を備えるバーナ20 d, 20 eに適用可能な制御方法の概略的な手順を示すフローチャートである。図15に示したように、バーナ20 d, 20 eの制御方法は、燃料比を取得するステップS10と、燃料比が高いか否かを判定するステップS12と、高燃料比である場合に流量調節器88の開度を小さく設定するステップS14と、中低燃料比である場合に流量調節器88の開度を大きく設定するステップS16とを備えている。

20

燃料比が高いか否かは、燃料比が閾値を超えているか否かで判定することができる。例えば、石炭の燃料比が高い（高燃料比）とは、燃料比がおよそ2以上であることをさし、石炭の燃料比が低い（中低燃料比）とは、燃料比がおよそ2未満であることをさすものとする。この閾値は、燃料の種類や粉末燃料の粒度にも依存し、燃焼試験炉での試験結果などに基づき決定してよい。

#### 【0066】

ここで、内側燃焼用酸素含有ガス34と外側燃焼用酸素含有ガス38の供給源が同じであるときに、高燃料比の場合に内側燃焼用酸素含有ガス34の流量を減らすと、相対的に、外側燃焼用酸素含有ガス38の流量が増大することになる。そして、外側燃焼用酸素含有ガス38の流量が増大した場合、外側燃焼用酸素含有ガス38の噴出流速F<sub>o</sub>が速くなり、外側燃焼用酸素含有ガス38の噴出流速F<sub>o</sub>と内側燃焼用酸素含有ガス34の噴出流速F<sub>c</sub>との間の差が小さくなり、内部保炎域40 aにおける着火及び保炎の安定性が低下する虞がある。特に、中間保炎器50を採用し、外部保炎域40 bと内部保炎域40 aの圧力差を利用して、外部保炎域40 bから内部保炎域40 aに向かう高温ガスの流れを形成している場合、この虞が強くなる。

30

このような点を考慮し、幾つかの実施形態では、高燃料比の場合に外側燃焼用酸素含有ガス38の噴出流速F<sub>o</sub>が最適になるよう、外側ガスノズル28の流路面積に十分な大きさが予め与えられる。そして、中低燃料比の場合には、外側ガス流量調節器52によって、外側燃焼用酸素含有ガス38の流量（総流量）が減少させられ、この減少分に対応する量にて、内側燃焼用酸素含有ガス34の流量（総流量）が増加させられる。

40

#### 【0067】

図16は、上述した流量調節器88を備えるバーナ20 d, 20 eに適用可能な制御方法の概略的な手順を示すフローチャートである。図16に示した制御方法は、高燃料比である場合に、外側ガスノズル28の流路面積を大きくするステップ、すなわち、外側ガス流量調節器52の開度を大きくするステップS18と、中低燃料比である場合に、外側ガスノズル28の流路面積を小さくするステップ、すなわち外側ガス流量調節器52の開度を小さくするステップS20と、を更に備えている。

#### 【0068】

50

幾つかの実施形態では、図7に示したように外側ガスノズル28が第1外側ガス流路28a及び第2外側ガス流路28bを有するバーナ20dにおいて、中低燃料比の場合に外側燃焼用酸素含有ガス38の流量を減らす際に、第2外側ガス流路28bにおける外側燃焼用酸素含有ガス38の流量の減少率が、第1外側ガス流路28aにおける外側燃焼用酸素含有ガス38の流量の減少率よりも大きくなるように、外側ガス流量調節器52が操作される。

【0069】

図17は、上述した流量調節器88を備えるバーナ20dに適用可能な制御方法の概略的な手順を示すフローチャートである。図17に示した制御方法では、外側ガス流量調節器52の開度を大きくするステップS18において、第2外側ガス流路28bのための外側ガス流量調節器52の開度が大きくされ、外側ガス流量調節器52の開度を小さくするステップS20において、第2外側ガス流路28bのための外側ガス流量調節器52の開度が小さくされる。

10

【0070】

またここで、内側燃焼用酸素含有ガス34と外側燃焼用酸素含有ガス38の供給源が同じであるときに、中低燃料比の場合に外側燃焼用酸素含有ガス38の流量（総流量）を減少させると、外側燃焼用酸素含有ガス38の噴出流速 $F_o$ が低下し、外側循環渦42bが弱くなる虞がある。そしてこの結果として、外部保炎域40bにおける着火及び保炎の安定性が低下する虞がある。

このような点を考慮し、幾つかの実施形態では、図8に示したように外側ガスノズル28が第1外側ガス流路28a、第2外側ガス流路28b、及び、第3外側ガス流路28cを有するバーナ20eにおいて、中低燃料比の場合に外側燃焼用酸素含有ガス38の流量（総流量）を減らす際に、第2外側ガス流路28bにおける外側燃焼用酸素含有ガス38の流量の減少率に比べ、第3外側ガス流路28cにおける外側燃焼用酸素含有ガス38の流量の減少率が大きくなるよう、外側ガス流量調節器52が操作される。換言すれば、外側ガスノズル28が複数の外側ガス流路を有する場合に、最外の外側ガス流路における外側燃焼用酸素含有ガス38の流量の減少率が最も大きくなるように、外側ガス流量調節器52が操作される。これにより、中低燃料比の場合に、外側燃焼用酸素含有ガス38の噴出流速 $F_o$ の減少を抑制することができ、外側循環渦42bが弱くなることを抑制することができる。

20

30

【0071】

図18は、上述した流量調節器88を備えるバーナ20eに適用可能な制御方法の概略的な手順を示すフローチャートである。図18に示した制御方法では、外側ガス流量調節器52の開度を大きくするステップS18において、第3外側ガス流路28cのための外側ガス流量調節器52の開度が大きくされ、外側ガス流量調節器52の開度を小さくするステップS20において、第3外側ガス流路28cのための外側ガス流量調節器52の開度が小さくされる。

【0072】

幾つかの実施形態では、制御装置60は、図19及び図20に示したように、図示しない駆動装置を介して、流速比調節機構30、流量調節器88及び外側ガス流量調節器52を制御可能であり、図15～図18に示した制御方法を自動的に実行可能である。制御装置60には、固体粉末燃料の燃料比が自動又は手動により入力可能である。

40

なお、流速比調節機構30、流量調節器88及び外側ガス流量調節器52は、手動で操作するものであってもよい。

【0073】

幾つかの実施形態では、図5、図7及び図8に示したように、バーナ20c、20d、20eは、軸線32に沿って配置される油ノズル90を更に備える。油ノズル90は、バーナ20c、20d、20eの起動時に用いられる。

【0074】

幾つかの実施形態では、固体粉末燃料は微粉炭であり、図1に示したように、ボイラ1

50

に併設されたミル 9 2 が石炭を粉砕することによって、微粉炭が得られる。微粉炭は、送風機 9 4 から送られてきた搬送用ガスによって運ばれ、バーナ 2 0 の燃料供給ノズル 2 6 に供給される。一方、風箱 2 2 には、送風機 9 6 から酸素含有ガスが送られる。搬送用ガス及び酸素含有ガスは例えば空気である。なお、搬送用ガスの一部及び酸素含有ガスは、加熱器 9 8 によって適当な温度まで加熱可能である。加熱器 9 8 はボイラ 1 に組み込まれていてもよい。

幾つかの実施形態では、火炉 5 に対し、バーナ 2 0 の上方に、酸素含有ガスを供給可能な追加燃焼用ガスノズル 1 0 0 が取り付けられる。

#### 【 0 0 7 5 】

本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変更を加えた形態や、これらの形態を組み合わせた形態も含む。

例えば、内部保炎器 4 6 は内側燃焼用酸素含有ガス 3 4 の流れを絞るように構成されていればよく、内部保炎器 4 6 の大きさ、形状及び配置等は図 2 等に例示したものに限定されることはない。ここで、図 2 1 は、バーナ 2 0 c の変形例であるバーナ 2 0 g の構成を概略的に示している。バーナ 2 0 g では、内部保炎器 4 6 を構成する板状部材が、内側ガスノズル 2 4 の出口部の周縁に対し、直角以外の角度、例えば 9 0 度超の鈍角をもって連なっている。この外、内部保炎器 4 6 を構成する板状部材は、外部保炎器 4 8 を構成する板状部材に対し一体に連なっているもよい。

一方、外部保炎器 4 8 は、外側ガスノズル 2 8 の出口部に配置され、外側燃焼用酸素含有ガス 3 8 の流れが軸線 3 2 から逸れるように構成されていればよく、外部保炎器 4 8 の大きさ、形状及び配置等は図 2 等に例示したものに限定されることはない。例えば、前述したように外部保炎器 4 8 を構成する板状部材は内部保炎器 4 6 を構成する板状部材に対し一体に連なっているもよく、又、外側ガスノズル 2 8 の出口部の周縁に対し、直角以外の角度、例えば 9 0 度超の鈍角をもって連なっているもよい。更に、外部保炎器 4 8 は、図 2 1 に示したように、断面 L 字形状の板状部材によって構成されていてもよい。

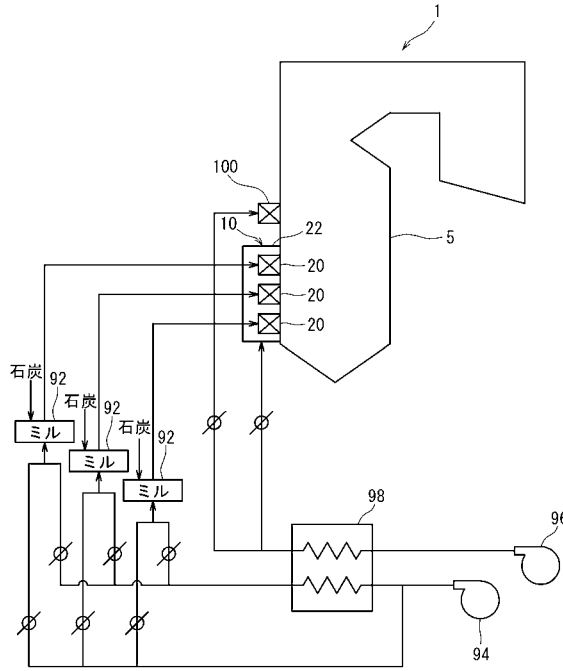
#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 7 6 】

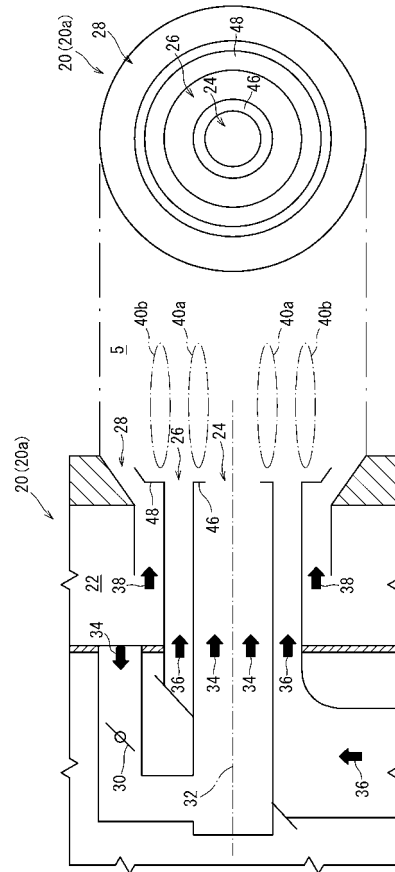
1	ボイラ	
5	火炉	
1 0	燃焼装置	30
2 0	バーナ	
2 2	風箱	
2 4	内側ガスノズル	
2 4 a , 2 4 b	内側ガス流路	
2 6	燃料供給ノズル	
2 8	外側ガスノズル	
2 8 a , 2 8 b , 2 8 c	外側ガス流路	
3 0	流速比調節機構	
3 2	軸線	
3 4	内側燃焼用酸素含有ガス	40
3 6	混合流体	
3 8	外側燃焼用酸素含有ガス	
4 0 a	内部保炎域	
4 0 b	外部保炎域	
4 2 a	内側循環渦	
4 2 b	外側循環渦	
4 4 a	内側高温ガス循環流	
4 4 b	外側高温ガス循環流	
4 6	内部保炎器	
4 8	外部保炎器	50

5 0	中間保炎器	
5 2	外側ガス流量調節器	
5 4	第2外側ガス案内板	
5 6	旋回付与機構	
6 0	制御装置	
6 2 a , 6 2 b	圧力センサ	
6 4	駆動装置	
6 6	濃縮器	
7 0	案内部材	
7 1	支持部材	10
7 2	隙間	
7 3	隙間	
7 6	案内部材	
7 7	支持部材	
7 8	隙間	
7 9	隙間	
8 2	案内部材	
8 3	支持部材	
8 4	隙間	
8 5	隙間	20
8 8	流量調節器	
9 0	油ノズル	
9 2	ミル	
9 4	送風機	
9 6	送風機	
9 8	加熱器	
1 0 0	追加燃焼用ガスノズル	

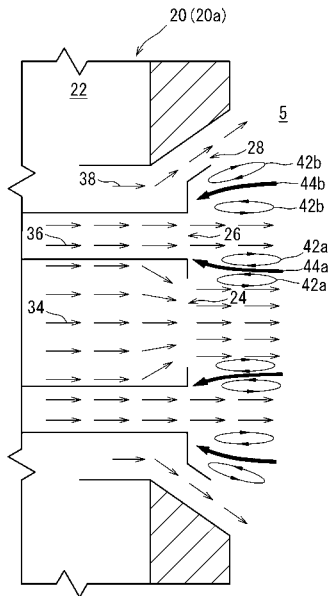
【 図 1 】



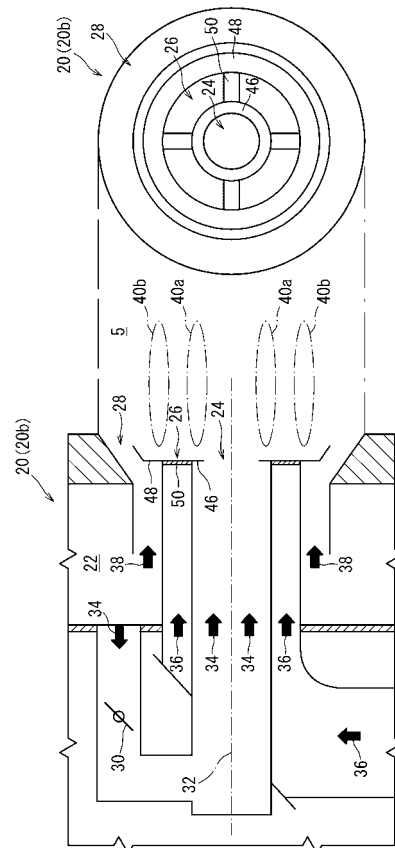
【 図 2 】



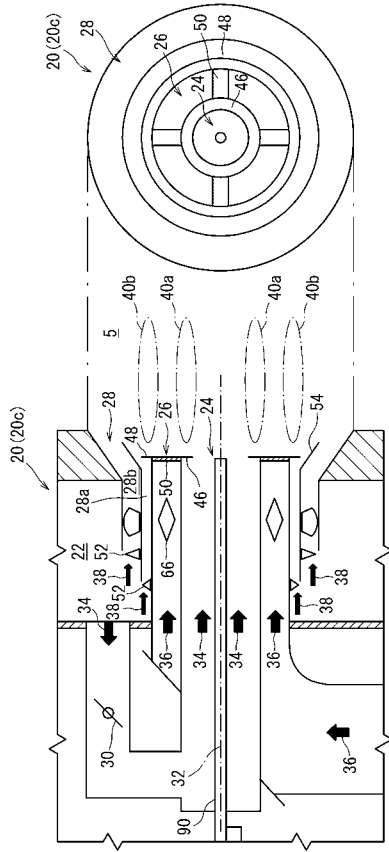
【 図 3 】



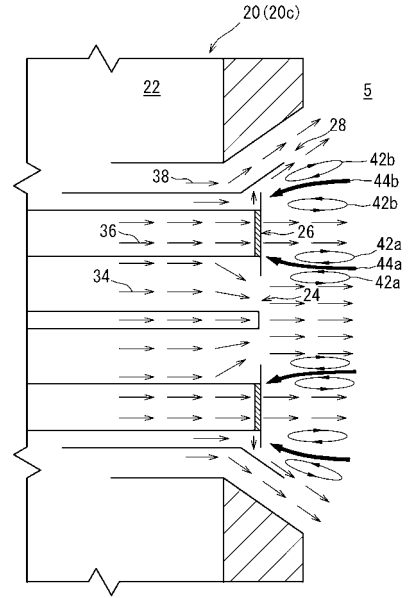
【 図 4 】



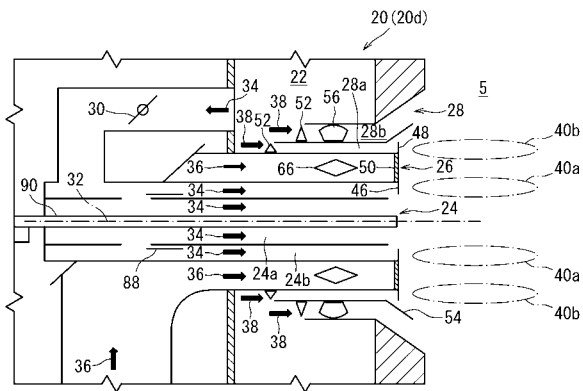
【 図 5 】



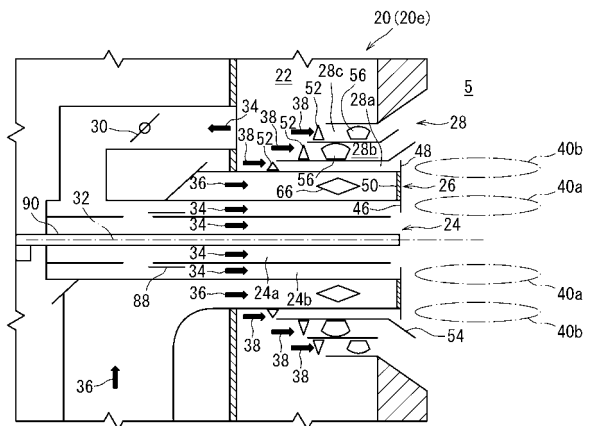
【 図 6 】



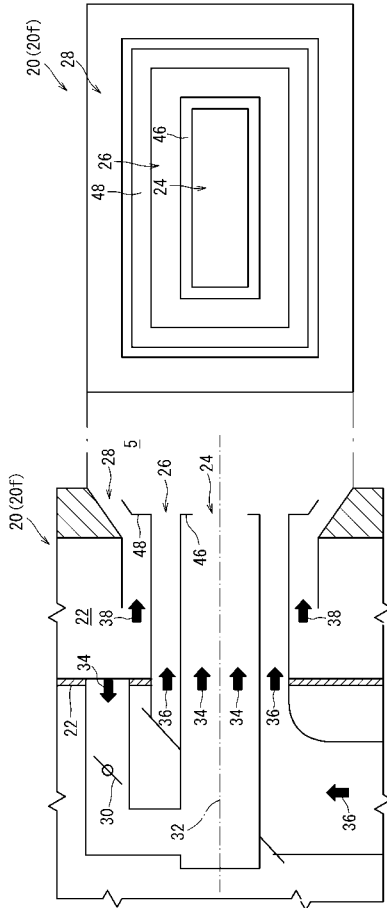
【 図 7 】



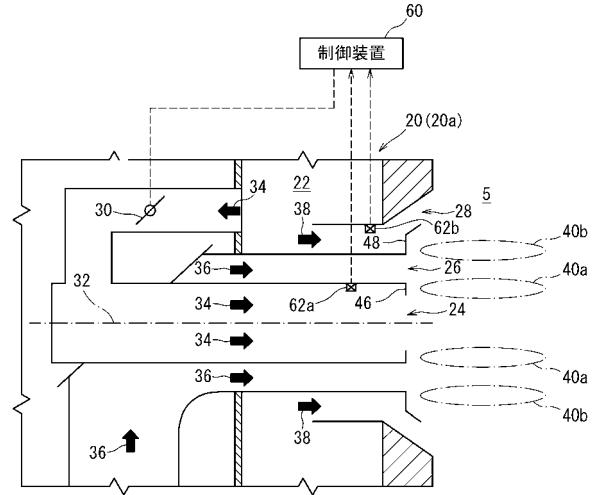
【 図 8 】



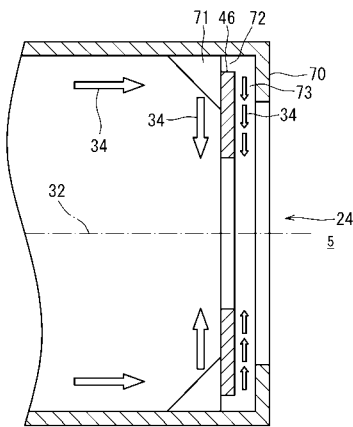
【 図 9 】



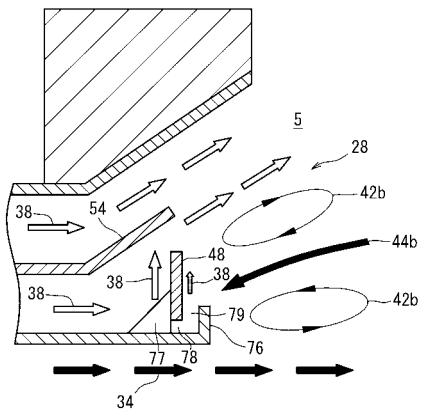
【 図 1 0 】



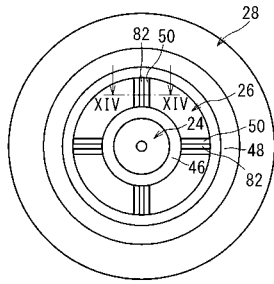
【 図 1 1 】



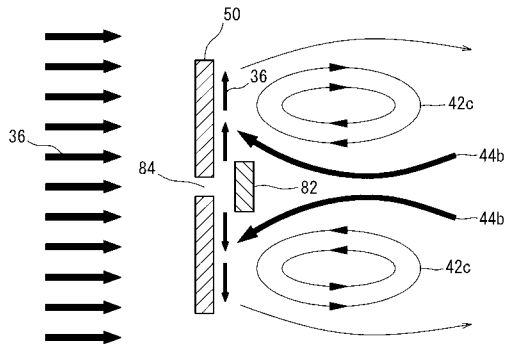
【 図 1 2 】



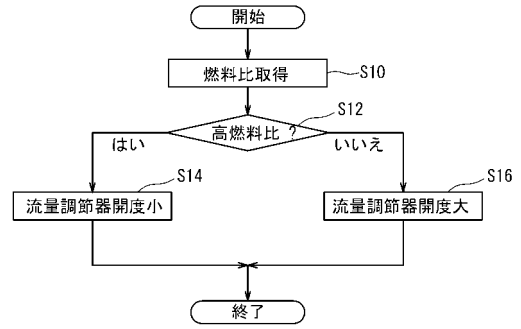
【図13】



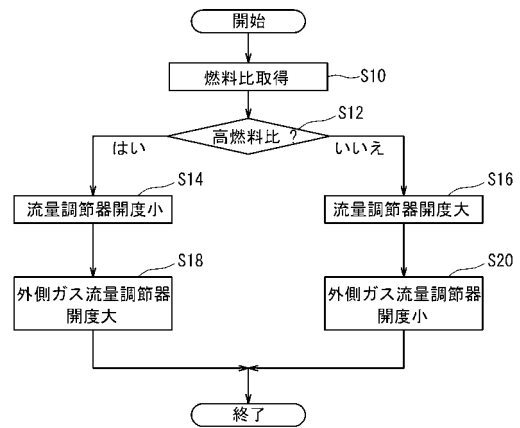
【図14】



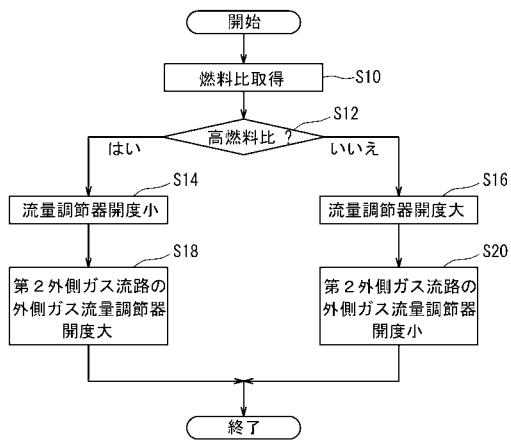
【図15】



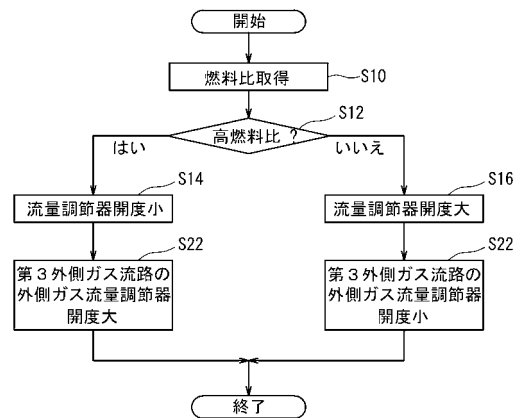
【図16】



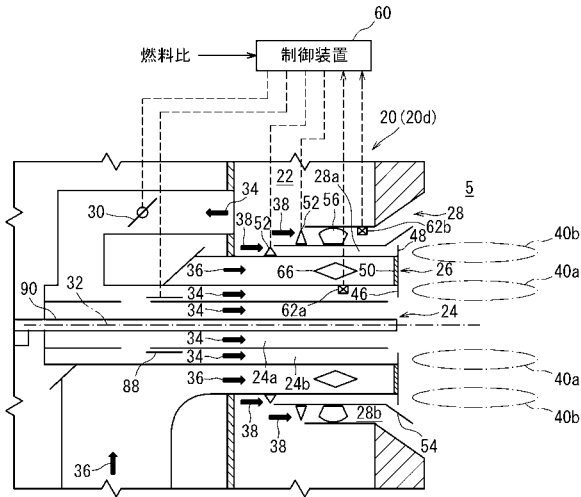
【図17】



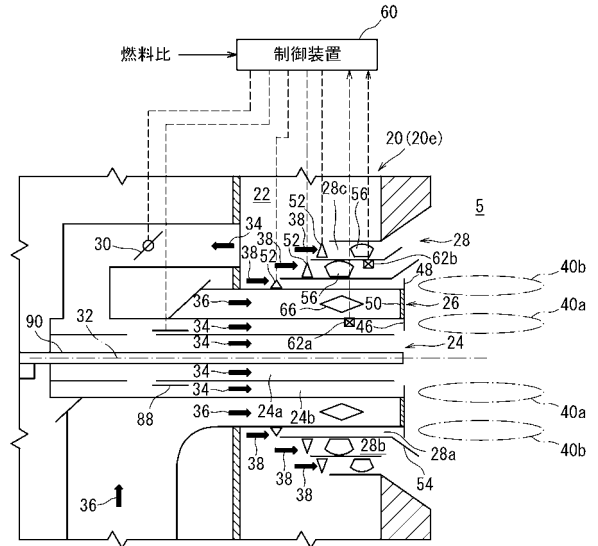
【図18】



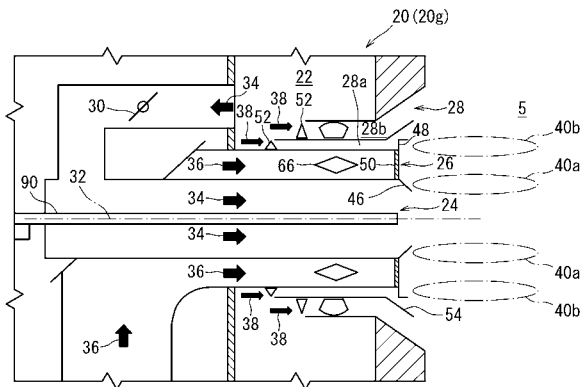
【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 下郡 三紀  
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 嶺 聡彦  
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 山本 研二  
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 馬場 彰  
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 倉増 公治  
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 藤村 皓太郎  
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 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
- Fターム(参考) 3K065 QB03 QB11 QC02