

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3848809号

(P3848809)

(45) 発行日 平成18年11月22日(2006.11.22)

(24) 登録日 平成18年9月1日(2006.9.1)

|                                |                       |
|--------------------------------|-----------------------|
| (51) Int. Cl.                  | F I                   |
| <b>F 2 3 C 99/00 (2006.01)</b> | F 2 3 C 11/00 3 2 4   |
| <b>F 2 3 L 15/00 (2006.01)</b> | F 2 3 C 11/00 Z A B   |
|                                | F 2 3 L 15/00 Z A B A |

請求項の数 6 (全 16 頁)

|           |                              |           |                                 |
|-----------|------------------------------|-----------|---------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平11-375131                 | (73) 特許権者 | 000006208                       |
| (22) 出願日  | 平成11年12月28日(1999.12.28)      |           | 三菱重工業株式会社                       |
| (65) 公開番号 | 特開2001-193904(P2001-193904A) |           | 東京都港区港南二丁目16番5号                 |
| (43) 公開日  | 平成13年7月17日(2001.7.17)        | (74) 代理人  | 100083024                       |
| 審査請求日     | 平成16年5月27日(2004.5.27)        |           | 弁理士 高橋 昌久                       |
|           |                              | (74) 代理人  | 100103986                       |
|           |                              |           | 弁理士 花田 久丸                       |
|           |                              | (72) 発明者  | 鈴木 武志                           |
|           |                              |           | 長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内 |
|           |                              | (72) 発明者  | 一ノ瀬 利光                          |
|           |                              |           | 長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 付加空気ノズルを備えた燃焼装置

(57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

燃焼炉内に空気ノズルから噴出される燃焼用空気中に燃料ノズルから燃料を噴出して、理論空気量以下の還元雰囲気中で燃焼させ、その燃焼ガス中に付加空気ノズルから付加空気を噴出させて残存可燃物を燃焼せしめるようにした燃焼装置において、内部に複数の付加空気噴出路が形成され、付加空気を前記燃焼炉内の燃焼ガスからの輻射熱により昇温させる輻射変換体と、前記付加空気が導入されるとともに、前記輻射変換体に併設されて出口側が前記付加空気噴出路に連通された輻射変換室と、該輻射変換室内の付加空気を加熱する空気加熱装置とを備えたことを特徴とする付加空気ノズルを備えた燃焼装置。

## 【請求項2】

前記輻射変換室を前記輻射変換体の内部に形成し、該輻射変換体は前記輻射変換室の付加空気入口側及び出口側の双方に前記付加空気噴出路が設けられてなることを特徴とする請求項1記載の付加空気ノズルを備えた燃焼装置。

## 【請求項3】

前記輻射変換体は前記付加空気ノズル内に複数個設けられ、各輻射変換体の間に前記輻射変換室が設けられてなることを特徴とする請求項1記載の付加空気ノズルを備えた燃焼装置。

## 【請求項4】

前記輻射変換体の温度を検出する温度センサと、該温度センサからの輻射変換体温度の検出値と設定温度とを比較して温度偏差を算出する比較手段と、該温度偏差に基づき前記空

10

20

気加熱装置の燃料量を制御する燃料量制御手段とをそなえたことを特徴とする請求項 1 記載の付加空気ノズルを備えた燃焼装置。

【請求項 5】

燃焼炉内に空気ノズルから噴出される燃焼用空気中に燃料ノズルから燃料を噴出して、理論空気量以下の還元雰囲気中で燃焼させ、その燃焼ガス中に付加空気ノズルから付加空気を噴出させて残存可燃物を燃焼せしめるようにした燃焼装置において、内部に複数の付加空気噴出路及び前記燃焼炉内の燃焼ガスを導入する燃焼ガス吸引路が形成され前記付加空気を前記燃焼炉内の燃焼ガスからの輻射熱により昇温させる輻射変換体と、内部の中央部位に前記付加空気が通流する付加空気通路が設けられるとともに、該付加空気通路の外周部位には前記燃焼ガス吸引路を経た燃焼ガスを該付加空気通路に噴出するガス吸引孔を有し、該付加空気通路を通流する付加空気によるエジェクタ作用により前記ガス吸引孔から燃焼ガスを吸引して混合空間にて付加空気と混合させる燃焼ガス吸引ノズルとを備えたことを特徴とする付加空気ノズルを備えた燃焼装置。

10

【請求項 6】

前記燃焼ガス吸引ノズルは前記付加空気ノズルの内部に往復動可能に設けられ、前記燃焼ガス吸引ノズルを往復駆動して該燃焼ガス吸引ノズルの外周と付加空気ノズルとの間に形成される空気通路を開閉し前記付加空気通路を通流する付加空気のエジェクタ作用を調整する吸引ノズル操作装置を備えたことを特徴とする請求項 5 記載の付加空気ノズルを備えた燃焼装置。

【発明の詳細な説明】

20

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃焼炉内に燃焼用空気ノズルから噴出される燃焼用空気中に燃料ノズルから燃料を噴出して、理論空気量以下の還元雰囲気中で燃焼させ、その燃焼ガス中に付加空気ノズルから付加空気を噴出させて残存可燃物を燃焼せしめるようにした、付加空気ノズルを備えた燃焼装置、特にボイラの燃焼炉における付加空気ノズルから付加空気を噴出させる装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

発電用等のボイラにおいては、近年、燃焼炉内において燃焼用空気ノズルから噴出される燃焼用空気中に燃料ノズルから燃料を噴出して、理論空気量以下の還元雰囲気中で燃焼させ、残存燃料と中間生成物とを付加空気ノズルから付加空気即ちアデイショナルエアを噴出させて完全燃焼させるようにした燃焼システムが採用されている。

30

【0003】

図 13 はかかる付加空気ノズルを有する燃焼システムを用いたボイラ装置の系統図であり、同図において、1 はボイラ本体、2 は火炉、4 はバーナ風箱、3 及び 4 a は、該バーナ風箱 4 内に縦方向に複数列かつ周方向にも複数列設けられた燃料供給ノズル及び空気ノズル、5 は前記燃料供給ノズル 3 の上方つまり下流側に周方向に複数個設けられたアデイショナルエアポート、5 a は該アデイショナルエアポート内に設けられた付加空気ノズル即ちアデイショナルエアノズルである。

40

【0004】

13 は燃料供給装置、18 は該燃料供給装置 13 と前記燃料供給ノズル 3 とを接続する燃料供給ラインである。6 は前記ボイラ本体 1 の上部に設置された蒸気管群、7 は脱硝装置、9 は吸引送風機、12 は押込送風機、8 は空気加熱器、10 は脱硫装置、11 は集塵装置である。

また、15 は燃焼用空気ラインで、前記空気ノズル 4 a に接続される主バーナ燃焼用空気ライン 16 と、前記アデイショナルエアノズル 5 a に接続されるアデイショナルエアライン 17 とに分岐されている。

【0005】

かかるボイラ装置の燃焼システムにおいて、押込送風機 12 から燃焼用空気ライン 15 を

50

通して送られた燃焼用空気 2 1 は、空気加熱器 8 において、ボイラ本体 1 から蒸気管群 6 及び脱硝装置 7 を経た炉内ガス 2 0 と熱交換を行い昇温せしめられる。

【0006】

かかる昇温がなされた燃焼用空気 2 1 は主バーナ燃焼用空気 2 2 とアデイッショナルエア 2 3 とに分流され、前者は主バーナ燃焼用空気ライン 1 6 を通ってバーナ風箱 4 の空気ノズル 4 a へ、後者はアデイッショナルエアライン 1 7 を通ってアデイッショナルエアポート 5 のアデイッショナルエアノズル 5 a へ夫々送られる。前記主バーナ燃焼用空気 2 2 は、通常、300℃前後に設定される。

【0007】

前記燃焼用空気 2 1 は空気ノズル 4 a から火炉 2 内に吹き込まれ、前記燃料供給装置 1 3 から燃料供給ライン 1 8 を経て燃料供給ノズル 3 から火炉 2 内に噴射される主バーナ用燃料 2 4 の燃焼に供される。

前記のようにして火炉 2 内に噴射された主バーナ用燃料 2 4 及び空気ノズル 4 a から火炉 2 内に吹き込まれた燃焼用空気 2 1 は、図示しない着火源によって着火せしめられ、主バーナ火炎 1 9 を形成する。

そして、該主バーナ火炎 1 9 は空気ノズル 4 a から火炉 2 内に供給された燃焼用空気 2 2 によって燃焼を継続し、後述するようなアデイッショナルエア 2 3 による燃焼がなされる。

【0008】

前記火炉 2 内における燃焼時において、前記該主バーナ火炎 1 9 の燃焼継続に使用される主バーナ燃焼用空気 2 2 の量は、通常、燃料供給ノズル 3 から投入される主バーナ用燃料 2 4 の理論燃焼空気量以下に設定される。その結果、前記アデイッショナルエアポート 5 よりも上流側の火炉 2 内には還元雰囲気 of 燃焼ゾーン 1 2 1 が形成される。

【0009】

前記還元燃焼ゾーン 1 2 1 では、主バーナ用燃料 2 4 の燃焼によって発生した窒素酸化物（以下 $\text{NO}_x$ という）が還元されて消滅し、代わってシアン、アンモニア等の中間生成物が発生する。また、理論燃焼空気量以下での燃焼であるため、投入された燃料の完全燃焼は不可能であり、炉内ガス 2 0 中には可燃物が残存する。尚、前記還元燃焼ゾーンにおける空気比は低い程、前記 $\text{NO}_x$ の還元効果は大きい、前記のように、炉内ガス 2 0 中の残存可燃物の量が増大する。

【0010】

しかして、前記燃焼により炉内ガス 2 0 あるいは主バーナ火炎 1 9 は、燃焼を継続しながら上昇し、アデイッショナルエアポート 5 の位置でアデイッショナルエアノズル 5 a からアデイッショナルエア 2 3 が投入され、前記残存可燃物及び中間生成物の酸化が行なわれ、火炉 2 の出口までに燃焼を完了する。

炉内ガス 2 0 は火炉 2 から蒸気管群 6 に送られ、ここで該蒸気管群 6 の管内を流れる水と熱交換して蒸気を発生させた後、脱硝装置 7、空気加熱器 8、吸引送風機 9、脱硫装置 10、及び集塵装置 11 を経て、煙突から大気中に放出される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

図 1 3 に示されるような燃焼システムを用いたボイラ装置における、火炉 2 内の高さで燃焼ガス温度の実測結果の一例を図 1 1 に示す。同図に明らかなように、AAで示されるアデイッショナルエアポート 5 の位置では、アデイッショナルエア 2 3 の投入により最高温度よりも 300～400℃低くなる。

【0012】

また、図 1 2 にはアデイッショナルエア温度（AA温度）とバイジン（煤塵）低減率の関係の実測結果の一例を示す。同図に明らかなように、AA温度を上昇させればアデイッショナルエア 2 3 の噴出速度が大きくなるとともに雰囲気温度が高まることの相乗効果により煤塵発生量が大幅に低減される。

【0013】

10

20

30

40

50

しかしながら、図 1 3 に示される従来技術にあつては、アデイショナルエアポート 5 火炉 2 の出口までの酸化燃焼ゾーン 1 2 2 では、図 1 1 に示されるように、アデイショナルエア 2 3 の投入により炉内ガス 2 0 の温度が低い状態にあることから、残存可燃物及び中間生成物の燃焼が完全に行なわれ難く、かかる燃焼を完全に終結せしめるには、アデイショナルエアポート 5 から火炉 2 の出口までの酸化燃焼ゾーン 1 2 2 における炉内ガス 2 0 の滞留時間を長く採ることを要し、このため、火炉 2 の高さが高くなり、ボイラーが大型化する。

#### 【0014】

また、かかる従来技術にあつては、前記のように、酸化燃焼ゾーン 1 2 2 における炉内ガス 2 0 の温度が低く、燃焼を完全に終結できないことから、燃焼の完全終結をなすには、前記還元燃焼ゾーン 1 2 1 での空気量を増加することにより該還元燃焼ゾーン 1 2 1 での燃焼状態を酸化雰囲気側に移さざるを得ず、このため、NO<sub>x</sub> の発生量を低減することが困難となる。

10

#### 【0015】

本発明はかかる従来技術の課題に鑑み、付加空気ノズル（アデイショナルエアノズル）を備えた燃焼装置において、燃焼炉（火炉）の高さを増大することなく、燃焼炉内で燃焼の完全終結をなさしめ、かつ NO<sub>x</sub> の発生量を抑制し得る燃焼装置を提供することを目的とする。

#### 【0016】

##### 【課題を解決するための手段】

20

本発明はかかる課題を解決するため、請求項 1 記載の発明として、燃焼炉内に空気ノズルから噴出される燃焼用空気中に燃料ノズルから燃料を噴出して、理論空気量以下の還元雰囲気中で燃焼させ、その燃焼ガス中に付加空気ノズルから付加空気を噴出させて残存可燃物を燃焼せしめるようにした燃焼装置において、内部に複数の付加空気噴出路が形成され、付加空気を前記燃焼炉内の燃焼ガスからの輻射熱により昇温させる輻射変換体と、前記付加空気が導入されるとともに、前記輻射変換体に併設されて出口側が前記付加空気噴出路に連通された輻射変換室と、該輻射変換室内の付加空気を加熱する空気加熱装置とを備えたことを特徴とする付加空気ノズルを備えた燃焼装置を提案する。

#### 【0017】

請求項 2 ないし 3 記載の発明は、請求項 1 記載の発明の具体的手段に係り、請求項 2 記載の発明は、請求項 1 において、前記輻射変換室を前記輻射変換体の内部に形成し、該輻射変換体は前記輻射変換室の付加空気入口側及び出口側の双方に前記付加空気噴出路が設けられてなることを特徴とする。

30

#### 【0018】

請求項 3 記載の発明は、請求項 1 において、前記輻射変換体は前記付加空気ノズル内に複数個設けられ、各輻射変換体の間に前記輻射変換室が設けられてなることを特徴とする。

#### 【0019】

かかる発明における輻射変換体は、多孔質セラミックスフォーム、金属またはセラミックス製多孔筒、金属またはセラミックス製細管群、等の熱容量の大きい材料で構成するのがよい。

40

#### 【0020】

かかる発明によれば、燃焼炉（火炉）の上流側つまり還元燃焼ゾーンにおいては、空気ノズルから噴出される燃焼用空気中に燃料ノズルから燃料を噴出して、理論空気量以下の還元雰囲気中で燃焼を行い、これにより NO<sub>x</sub> の発生量が抑制される。

そして、この燃焼ガスは燃焼を継続しながら上昇し、付加空気ポートの位置で付加空気ノズル（アデイショナルエアノズル）から付加空気（アデイショナルエア）が投入され、前記還元燃焼ゾーンでの燃焼による残存可燃物及び中間生成物の酸化が行なわれ、燃焼炉の出口までに燃焼を完了する。

#### 【0021】

かかる燃焼時において、前記付加空気ノズルに設けられた輻射変換体は、燃焼炉内の燃焼

50

ガスからの輻射熱により加熱されて昇温せしめられる。そして、前記付加空気ノズルに導入された付加空気（アデイショナルエア）は、輻射変換室内において、空気加熱装置によって加熱されて昇温せしめられた後、さらに前記のようにして高温に蓄熱された輻射変換体の付加空気噴出路を通過する際に該輻射変換体の蓄熱により加熱されてさらに昇温し、高温の付加空気となって該付加空気ノズルから炉内に吹き出され、燃焼ガス中の残存可燃物及び中間生成物の酸化、燃焼に供される。

【0022】

従って、かかる発明によれば、付加空気を、輻射変換室内における空気加熱装置による加熱、及び輻射変換体での燃焼ガスからの輻射熱による加熱、の２段階の加熱により昇温せしめるので、燃焼炉内には高温の付加空気が投入されることとなり、還元燃焼ゾーンから送られてきた燃焼ガス中の残存可燃物及び中間生成物を短時間で完全に燃焼せしめることができる。

10

【0023】

これにより、燃焼ガスの燃焼の完全終結に要する付加空気ノズルから燃焼炉出口までの燃焼ガスの滞留時間を短縮することができ、燃焼炉（火炉）の高さを増大することなく、付加空気ノズルから燃焼炉出口までの酸化燃焼ゾーンの完全燃焼を実現できる。

また、前記のように、付加空気ノズルから燃焼炉出口までの酸化燃焼ゾーンにおける燃焼効率が上昇することにより、上流側の還元燃焼ゾーンにおける空気比を低く設定できることとなり、これによりNO<sub>x</sub>の発生量を抑制できる。

【0024】

20

請求項４記載の発明は、請求項１において、前記輻射変換体の温度を検出する温度センサと、該温度センサからの輻射変換体温度の検出値と設定温度とを比較して温度偏差を算出する比較手段と、該温度偏差に基づき前記空気加熱装置の燃料量を制御する燃料量制御手段とをそなえたことを特徴とする。

【0025】

かかる発明によれば、輻射変換体の温度を検出し、この温度検出値に基づき燃料量制御手段によって空気加熱装置の燃料量を制御することにより、前記付加空気を酸化燃焼ゾーンにおける燃焼効率が最大レベルになるような所望の温度に常時保持することができる。

【0026】

請求項５記載の発明は、燃焼炉内に空気ノズルから噴出される燃焼用空気中に燃料ノズルから燃料を噴出して、理論空気量以下の還元雰囲気中で燃焼させ、その燃焼ガス中に付加空気ノズルから付加空気を噴出させて残存可燃物を燃焼せしめるようにした燃焼装置において、内部に複数の付加空気噴出路及び前記燃焼炉内の燃焼ガスを導入する燃焼ガス吸引路が形成され前記付加空気を前記燃焼炉内の燃焼ガスからの輻射熱により昇温させる輻射変換体と、内部の中央部位に前記付加空気が通流する付加空気通路が設けられるとともに、該付加空気通路の外周部位には前記燃焼ガス吸引路を経た燃焼ガスを該付加空気通路に噴出するガス吸引孔を有し、該付加空気通路を通流する付加空気によるエジェクタ作用により前記ガス吸引孔から燃焼ガスを吸引して混合空間にて付加空気と混合させる燃焼ガス吸引ノズルとを備えたことを特徴とする付加空気ノズルを備えた燃焼装置にある。

30

【0027】

40

かかる発明によれば、輻射変換体の上流側に設けられた燃焼ガス吸引ノズルに、燃焼炉内の燃焼ガスを導き、該燃焼ガス吸引ノズルの中央部位に設けられた付加空気通路を流れる付加空気によるエジェクタ作用で、外周側のガス吸引孔から該燃焼ガスを吸引して該付加空気と混合してこれを昇温せしめるので、前記発明のような格別な加熱装置を必要とせず、簡単な構造かつ低コストの装置で以って前記燃焼効率の上昇効果及びNO<sub>x</sub>発生量の抑制効果を得ることができる。

【0028】

請求項６記載の発明は、請求項５において、前記燃焼ガス吸引ノズルは前記付加空気ノズルの内部に往復動可能に設けられ、前記燃焼ガス吸引ノズルを往復駆動して該燃焼ガス吸引ノズルの外周と付加空気ノズルとの間に形成される空気通路を開閉し前記付加空気通路

50

を通過する付加空気のエジェクタ作用を調整する吸引ノズル操作装置を備えたことを特徴とする。

#### 【0029】

かかる発明によれば、吸引ノズル操作装置によって、燃焼ガス吸引ノズルの外周と付加空気ノズルとの間の空気通路の開度を調節することにより、付加空気による燃焼ガス吸引のエジェクタ作用を調整することができ、これにより、燃焼ガスの吸引量を調整し付加空気の温度を適温に制御できる。

#### 【0030】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を図に示した実施例を用いて詳細に説明する。但し、この実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは特に特定の記載がない限り、この発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

10

#### 【0031】

図1は本発明の実施形態における、第1実施例に係るアデイショナルエアノズルの縦断面図、図2は第2実施例に係るアデイショナルエアノズルの縦断面図、図3は前記第1、2実施例におけるアデイショナルエア加熱用燃料の制御ブロック図である。図4は第3実施例に係るアデイショナルエアノズルの縦断面図で、(A)は燃焼排ガス吸引ノズル閉時、(B)は開時を示す。図5は本発明の実施形態におけるアデイショナルエアノズルを備えたボイラ装置の系統図である。図6は前記アデイショナルエアノズル用輻射変換体の第1例を示し、(A)は縦断面図、(B)は(A)のE-E矢視図である。図7は前記輻射変換体の第2例を示し、(A)は縦断面図、(B)は(A)のF-F矢視図である。図8は前記輻射変換体の第3例を示し、(A)は縦断面図、(B)は(A)のC-C矢視図である。図9は前記輻射変換体の第4例を示し、(A)は縦断面図、(B)は(A)のD-D矢視図である。図10はアデイショナルエアノズルの温度分布を示す線図、図11はボイラ火炉における燃焼ガス温度分布線図、図12はアデイショナルエア温度と煤塵低減率の関係線図である。図13は従来技術を示す図5対応図である。

20

#### 【0032】

本発明に係るアデイショナルエアノズルを備えたボイラ装置の系統図を示す図5において、1はボイラ本体、2は火炉、4はバーナ風箱、3及び4aは、該バーナ風箱4内に縦方向に複数列かつ周方向にも複数列設けられた燃料供給ノズル及び空気ノズルである。

30

5は前記燃料供給ノズル3の上方つまり下流側に周方向に複数個設けられたアデイショナルエアポート、5aは該アデイショナルエアポート内に設けられた付加空気ノズル即ちアデイショナルエアノズルであり、詳細は後述する。105は高温化されたアデイショナルエアである。

#### 【0033】

13は燃料供給装置、18は該燃料供給装置13と前記燃料供給ノズル3とを接続する燃料供給ラインである。6は前記ボイラ本体1の上部に設置された蒸気管群、7は脱硝装置、9は吸引送風機、12は押込送風機、8は空気加熱器、10は脱硫装置、11は集塵装置である。

また、15は燃焼用空気ラインで、前記空気ノズル4aに接続される主バーナ燃焼用空気ライン16と、前記アデイショナルエアノズル5aに接続されるアデイショナルエアライン17とに分岐されている。

40

以上の基本構成は従来技術と同様である。本発明は前記アデイショナルエアノズル5a(付加空気ノズル)の改良に係るものである。

#### 【0034】

即ち、前記アデイショナルエアノズルの第1実施例を示す図1において、アデイショナルエアポート5に設けられたアデイショナルエアノズル5aの内部には輻射変換体101が固定されている。該輻射変換体101は、多孔質セラミックスフォーム、金属またはセラミックス製多孔筒、金属またはセラミックス製細管群、等の熱容量の大きい材料で構成する。102は該輻射変換体101の内部をくり貫いて形成された輻射変換室であり

50

、前記輻射変換体 101 は該輻射変換室 102 により火炉 2 側と入口側とに区画され、該火炉 2 側と入口側の内部には複数の高温化エア通路 107 が夫々穿孔されている。そして、該輻射変換体 101 は、前記火炉 2 からの輻射効果の大きい火炉 2 側の厚さを入口側よりも厚く形成されている。

#### 【0035】

103 は前記アデイショナルエアポート 5 に取り付けられたエア加熱バーナで、前記燃料供給ライン 18 から分岐されたエア加熱燃料ライン 106 に接続され、アデイショナルエア加熱用の燃料を前記輻射変換室 102 内に噴射する。05b はアデイショナルエアポート 5 の入口室で、前記アデイショナルエアライン 17 からアデイショナルエア 23 が導入される。

10

尚、前記エア加熱バーナ 103 用燃料 104 は、前記主バーナ用燃料 24 がガス体または液体の場合には前記主バーナ用燃料 24 と同一あるいは供給し易い方の燃料とし、前記主バーナ用燃料 24 が固体の場合はガス体または液体のうち供給し易い方のものを用いる。

#### 【0036】

図 6～図 9 は前記輻射変換体 101 の実施例を示す。

図 6 のものは、多孔質セラミックスフォームをアデイショナルエアノズル 5a の断面全体に装着している。この場合は、アデイショナルエア 23 を加熱するための熱効率は高いが、通風損失が大きいので、高温化アデイショナルエア 105 の吹込み速度が小さくてもよい火炉 2 内壁面近傍の燃焼に使用する。

#### 【0037】

20

図 7 のものは、多孔質セラミックスフォームに高温化エア通路 107 として複数の円形孔あるいは角孔からなる小孔を穿孔している。この場合は、アデイショナルエア 23 を加熱するための熱効率は若干低い、小孔を設けたことによって通風損失が小さくなるので、高温化アデイショナルエア 105 の吹込み速度が大きいものに使用する。

#### 【0038】

図 8 のものは、金属またはセラミックス製多孔筒をアデイショナルエアノズル 5a の断面全体に装着している。該多孔筒の、高温化エア通路 107 としての小孔は円形孔、角孔、扁平角孔、楕円孔等の何れでもよく、内壁面の伝熱面積が大きいものを用いるのがよい。この場合は、前記 2 つの実施例に比べると伝熱面積が小さいものの、通風損失が小さいので、高温化アデイショナルエア 105 の吹込み速度が大きいものに使用する。

30

#### 【0039】

図 9 のものは、多数の金属またはセラミックス製細管をアデイショナルエアノズル 5a の断面全体に装着している。この場合は、図 8 の実施例と同様に伝熱面積が小さいものの、通風損失が小さいので、高温化アデイショナルエア 105 の吹込み速度が大きいものに使用する。

#### 【0040】

かかる構成からなるアデイショナルエアノズルを用いたボイラ装置の運転時において、押込送風機 12 から燃焼用空気ライン 15 を通して送られた燃焼用空気 21 は、空気加熱器 8 において、ボイラ本体 1 から蒸気管群 6 及び脱硝装置 7 を経た炉内ガス 20 と熱交換を行い昇温せしめられる。

40

#### 【0041】

かかる昇温がなされた燃焼用空気 21 は主バーナ燃焼用空気 22 とアデイショナルエア 23 とに分流され、前者は主バーナ燃焼用空気ライン 16 を通ってバーナ風箱 4 の空気ノズル 4a へ、後者はアデイショナルエアライン 17 を通ってアデイショナルエアポート 5 のアデイショナルエアノズル 5a へ夫々送られる。前記主バーナ燃焼用空気 22 は、通常、300℃前後に設定される。

#### 【0042】

前記燃焼用空気 21 は空気ノズル 4a から火炉 2 内に吹き込まれ、前記燃料供給装置 13 から燃料供給ライン 18 を経て燃料供給ノズル 3 から火炉 2 内に噴射される主バーナ用燃料 24 の燃焼に供される。

50

前記のようにして火炉 2 内に噴射された主バーナ用燃料 2 4 及び空気ノズル 4 a から火炉 2 内に吹き込まれた燃焼用空気 2 1 は、図示しない着火源によって着火せしめられ、主バーナ火炎 1 9 を形成する。そして、該主バーナ火炎 1 9 は空気ノズル 4 a から火炉 2 内に供給された主バーナ燃焼用空気 2 2 によって燃焼を継続し、後述するようなアデイショナルエア 2 3 による燃焼がなされる。

#### 【0043】

前記火炉 2 内における燃焼時において、前記該主バーナ火炎 1 9 の燃焼継続に使用される主バーナ燃焼用空気 2 2 の量は、通常、燃料供給ノズル 3 から投入される主バーナ用燃料 2 4 の理論燃焼空気量以下に設定される。その結果、前記アデイショナルエアポート 5 よりも上流側の火炉 2 内には還元雰囲気燃焼ゾーン 1 2 1 が形成される。

10

#### 【0044】

前記還元燃焼ゾーン 1 2 1 では、主バーナ用燃料 2 4 の燃焼によって発生した窒素酸化物（以下  $\text{NO}_x$  という）が還元されて消滅し、代わってシアン、アンモニア等の中間生成物が発生する。また、理論燃焼空気量以下での燃焼であるため、投入された燃料の完全燃焼は不可能であり、炉内ガス 2 0 中には可燃物が残存する。尚、前記還元燃焼ゾーンにおける空気比は低い程、前記  $\text{NO}_x$  の還元効果は大きい、前記のように、炉内ガス 2 0 中の残存可燃物の量が増大する。

#### 【0045】

前記燃焼により炉内ガス 2 0 あるいは主バーナ火炎 1 9 は、燃焼を継続しながら上昇し、アデイショナルエアポート 5 の位置でアデイショナルエアノズル 5 a からアデイショナルエア 2 3 が投入され、前記残存可燃物及び中間生成物の酸化が行なわれ、火炉 2 の出口までに燃焼を完了する。

20

炉内ガス 2 0 は火炉 2 から蒸気管群 6 に送られ、ここで該蒸気管群 6 の管内を流れる水と熱交換して蒸気を発生させた後、脱硝装置 7、空気加熱器 8、吸引送風機 9、脱硫装置 1 0、及び集塵装置 1 1 を経て、煙突から大気中に放出される。

以上に記載した燃焼作用は図 1 3 に示された従来技術と同様である。

#### 【0046】

前記のように、火炉 2 の上流側つまり還元燃焼ゾーン 1 2 1 においては、空気ノズル 4 a から噴出される主バーナ燃焼用空気 2 2 中に燃料供給ノズル 3 から燃料を噴出して、理論空気量以下の還元雰囲気燃焼を行い、これにより  $\text{NO}_x$  の発生量が抑制される。

30

そして、この燃焼ガスは燃焼を継続しながら上昇し、アデイショナルエアポート 5 の位置でアデイショナルエアノズル 5 a から、後述するように高温化されたアデイショナルエア 1 0 5 が投入され、前記還元燃焼ゾーン 1 2 1 での燃焼による残存可燃物及び中間生成物の酸化が行なわれ、火炉 2 の出口までに燃焼を完了する。

#### 【0047】

かかる燃焼時において、前記アデイショナルエアノズル 5 a に設けられた輻射変換体 1 0 1 は、火炉 2 内の燃焼ガスからの輻射熱により加熱されて昇温せしめられる。

一方、前記アデイショナルエアノズル 5 a の入口室 0 5 b に導入されたアデイショナルエア 2 3 は、該入口室 0 5 b 側の輻射変換体 1 0 1 内を通して輻射変換室 1 0 2 内に入る。

40

#### 【0048】

そして該アデイショナルエア 2 3 は、輻射変換室 1 0 2 内においてエア加熱バーナ 1 0 3 から噴射されるエア加熱用燃料 1 0 4 によって加熱され昇温せしめられた後、さらに前記のようにして高温に蓄熱された輻射変換体 1 0 1 の高温化エア通路 1 0 7 を通過する際に該輻射変換体 1 0 1 の蓄熱により加熱されてさらに昇温し、高温化アデイショナルエア 1 0 5 となって該アデイショナルエアノズル 5 a から火炉 2 内の酸化燃焼ゾーン 1 2 2 に吹き出され、燃焼ガス中の残存可燃物及び中間生成物の酸化、燃焼に供される。

#### 【0049】

従って、かかる実施例によれば、アデイショナルエア 2 3 を、輻射変換室 1 0 2 内におけるエア加熱バーナ 1 0 3 による加熱、及び輻射変換体 1 0 1 での燃焼ガスからの輻射熱

50

による加熱の２段階の加熱により昇温せしめるので、火炉２内には高温化されたアデイショナルエア１０５が投入されることとなり、還元燃焼ゾーン１２１から送られてきた燃焼ガス中の残存可燃物及び中間生成物を短時間で完全に燃焼せしめることができ、燃焼効率が上昇する。

#### 【００５０】

また、前記のように、アデイショナルエアノズル５ａから火炉２出口までの酸化燃焼ゾーン１２２における燃焼効率が上昇することにより、上流側の還元燃焼ゾーン１２１における空気比を低く設定できることとなり、これによりＮＯ<sub>x</sub>の発生量を抑制できる。

#### 【００５１】

また、前記輻射変換体１０１には温度センサ１０８が取り付けられ、該輻射変換体１０１の温度を常時検出している。 10

図３に示すように、該温度センサ１０８にて検出された輻射変換体１０１の温度は、燃料量制御装置１１５の温度比較器１１６に入力される。１１７は変換体温度設定器であり、前記高温化アデイショナルエア１０５が適正温度になるような輻射変換体１０１の温度が設定されている。

#### 【００５２】

前記温度比較器１１６においては、前記輻射変換体温度の検出値と変換体温度設定器１１７に設定された設定温度とを比較して温度偏差を算出し、燃料量算出器１１８に入力する。該燃料量算出器１１８においては、前記温度偏差に基づきＰＩＤ演算を行って前記エア加熱バーナ１０３の燃料噴射量を算出する。そして、この燃料噴射量を受けてバーナ燃料調整器１１９においてはエア加熱バーナ１０３の燃料噴射量を調整する。 20

#### 【００５３】

従って、かかる手段によれば、輻射変換体１０１の温度を検出し、この温度検出値に基づき燃料量制御装置１１５によってエア加熱バーナ１０３の燃料噴射量を制御することにより、前記アデイショナルエア１０５を酸化燃焼ゾーン１２２における燃焼効率が最大レベルになるような所望の温度に保持可能となる。

#### 【００５４】

図２に示されるアデイショナルエアノズル５ａの第２実施例においては、前記輻射変換体１０１を前記アデイショナルエアノズル５ａに２個設け、各輻射変換体１０１の間に前記輻射変換室１０２を設けている。 30

かかる実施例の場合は、２つの輻射変換体１０１間の距離を変えることにより、輻射変換室１０２の容積を簡単に調整することができ、また輻射変換室１０２の形成が簡単にできる。

その他の構成は、図１に示す第１実施例と同様であり、これと同一の部材は同一の符号で示す。

#### 【００５５】

図１０は前記輻射変換体１０１の効果を確認するための実験結果を示す。同図のＡは図２と同様な２つの輻射変換体１０１間に設けた輻射変換室１０２内でガス燃料を燃焼させた場合、Ｂは輻射変換室無しでガス燃料を単に空気通路内で燃焼させた場合の空気流方向の温度分布を示す。同図に明らかなように、輻射変換室１０２及び輻射変換体１０１を設ける場合（Ａ）の方が、これらを設けない場合よりも大幅に高温となっている。 40

#### 【００５６】

図４に示される第３実施例に係るアデイショナルエアノズルにおいては、輻射変換体１０１の内部に、多数の高温化エア通路１０７とともに、前記火炉２内の炉内ガス２０を導入する燃焼排ガス吸引通路１０１ａを形成している。

１１０は燃焼排ガス吸引ノズルで、前記アデイショナルエアノズル５ａの入口側に往復動可能に取り付けられている。該燃焼排ガス吸引ノズル１１０は、内部の中央部位に前記アデイショナルエア２３が通流する空気通路１１０ｃが設けられるとともに、該空気通路１１０ｃの外周部位には前記輻射変換体１０１の燃焼排ガス吸引通路１０１ａを経た炉内ガス２０を該空気通路１１０ｃに噴出するための吸引孔１１０ａが設けられている。 50

**【0057】**

111は吸引ノズル操作器で、前記アデイショナルエアノズル5aの入口側の内部に往復動可能に取り付けられた前記燃焼排ガス吸引ノズル110に連結され、該燃焼排ガス吸引ノズル110を往復駆動して該燃焼排ガス吸引ノズル110の外周とアデイショナルエアノズル5aとの間に形成されるエア通路110bを開閉する。

**【0058】**

かかる第3実施例によれば、輻射変換体101の上流側に設けられた燃焼排ガス吸引ノズル110に、火炉2内の炉内ガス20を輻射変換体101の燃焼排ガス吸引通路101aを通して導き、該燃焼排ガス吸引ノズル110の中央部位に設けられた空気通路110cを流れるアデイショナルエア23によるエジェクタ作用で、外周側の吸引孔110aから炉内ガス20を吸引してアデイショナルエア23と混合室109内で混合してこれを昇温せしめる。

10

**【0059】**

また、前記吸引ノズル操作器111によって、燃焼排ガス吸引ノズル110の外周とアデイショナルエアノズル5aとの間のエア通路110bの開度を調節することにより、アデイショナルエア23による炉内ガス20吸引のエジェクタ作用を調整することができ、これにより、炉内ガス20の吸引量を調整し、高温化アデイショナルエア105の温度を適温に制御できる。

**【0060】****【発明の効果】**

20

以上記載の如く請求項1ないし3記載の発明によれば、付加空気を、輻射変換室内における空気加熱装置による加熱、及び輻射変換体での燃焼ガスからの輻射熱による加熱の、2段階の加熱により昇温せしめるので、燃焼炉内には高温の付加空気が投入されることとなり、還元燃焼ゾーンから送られてきた燃焼ガス中の残存可燃物及び中間生成物を短時間で完全に燃焼せしめることができる。

**【0061】**

これにより、燃焼ガスの燃焼の完全終結に要する付加空気ノズルから燃焼炉出口までの燃焼ガスの滞留時間を短縮することができ、燃焼炉（火炉）の高さを増大することなく、付加空気ノズルから燃焼炉出口までの酸化燃焼ゾーンの完全燃焼を実現できる。

また、前記のように、付加空気ノズルから燃焼炉出口までの酸化燃焼ゾーンにおける燃焼効率が上昇することにより、上流側の還元燃焼ゾーンにおける空気比を低く設定できることとなり、これによりNOxの発生量を抑制できる。

30

**【0062】**

また、請求項4のように構成すれば、輻射変換体の温度を検出し、この温度検出値に基づき燃料量制御手段によって空気加熱装置の燃料量を制御することにより、前記付加空気を酸化燃焼ゾーンにおける燃焼効率が最大レベルになるような所望の温度に常時保持することができる。

**【0063】**

また、請求項5のように構成すれば、輻射変換体の上流側に設けられた燃焼ガス吸引ノズルに、燃焼炉内の燃焼ガスを導き、該燃焼ガス吸引ノズルの中央部位に設けられた付加空気通路を流れる付加空気によるエジェクタ作用で、外周側のガス吸引孔から該燃焼ガスを吸引して該付加空気と混合してこれを昇温せしめるので、前記発明のような格別な加熱装置を必要とせず、簡単な構造かつ低コストの装置で以って前記燃焼効率の上昇効果及びNOx発生量の抑制効果を得ることができる。

40

**【0064】**

さらに請求項6のように構成すれば、吸引ノズル操作装置によって、燃焼ガス吸引ノズルの外周と付加空気ノズルとの間の空気通路の開度を調節することにより、付加空気による燃焼ガス吸引のエジェクタ作用を調整することができ、これにより、燃焼ガスの吸引量を調整し付加空気の温度を適温に制御できる。

**【図面の簡単な説明】**

50

【図 1】 本発明の実施形態における、第 1 実施例に係るアデイッショナルエアノズルの縦断面図である。

【図 2】 第 2 実施例に係るアデイッショナルエアノズルの縦断面図である。

【図 3】 前記第 1、2 実施例におけるアデイッショナルエア加熱用燃料の制御ブロック図である。

【図 4】 第 3 実施例に係るアデイッショナルエアノズルの縦断面図で、(A) は燃焼排ガス吸引ノズル閉時、(B) は開時を示す。

【図 5】 本発明の実施形態におけるアデイッショナルエアノズルを備えたボイラ装置の系統図である。

【図 6】 前記アデイッショナルエアノズル用輻射変換体の第 1 例を示し、(A) は縦断面図、(B) は (A) の E-E 矢視図である。 10

【図 7】 前記輻射変換体の第 2 例を示し、(A) は縦断面図、(B) は (A) の F-F 矢視図である。

【図 8】 前記輻射変換体の第 3 例を示し、(A) は縦断面図、(B) は (A) の C-C 矢視図である。

【図 9】 前記輻射変換体の第 4 例を示し、(A) は縦断面図、(B) は (A) の D-D 矢視図である。

【図 10】 アデイッショナルエアノズルの温度分布を示す線図である。

【図 11】 ボイラ火炉における燃焼ガス温度分布線図である。

【図 12】 アデイッショナルエア温度と煤塵低減率の関係線図である。 20

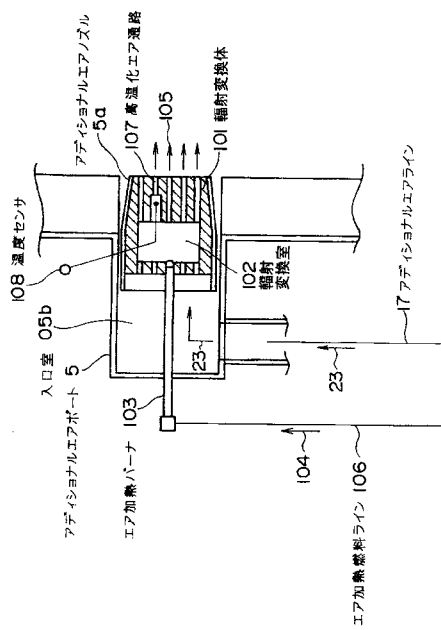
【図 13】 従来技術を示す図 5 対応図である。

#### 【符号の説明】

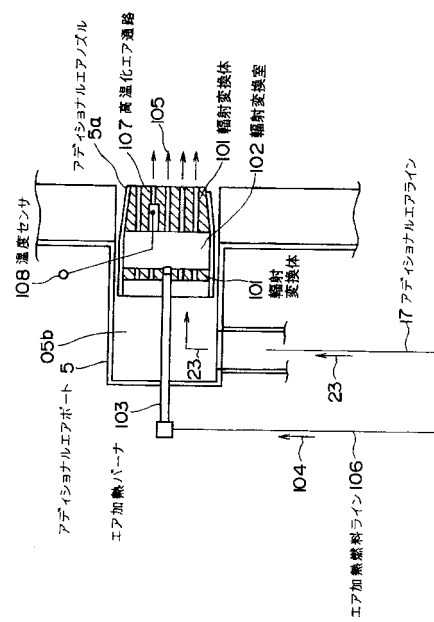
|       |               |    |
|-------|---------------|----|
| 1     | ボイラ本体         |    |
| 2     | 火炉            |    |
| 3     | 燃料供給ノズル       |    |
| 4     | バーナ風箱         |    |
| 4 a   | 空気ノズル         |    |
| 5     | アデイッショナルエアポート |    |
| 5 a   | アデイッショナルエアノズル |    |
| 0 5 b | 入口室           | 30 |
| 6     | 蒸気管群          |    |
| 8     | 空気加熱器         |    |
| 9     | 吸引送風機         |    |
| 1 2   | 押込送風機         |    |
| 1 3   | 燃料供給装置        |    |
| 1 4   | 排ガスライン        |    |
| 1 5   | 燃焼用空気ライン      |    |
| 1 6   | 主バーナ燃料用空気ライン  |    |
| 1 7   | アデイッショナルエアライン |    |
| 1 8   | 燃料供給ライン       | 40 |
| 2 3   | アデイッショナルエア    |    |
| 2 4   | 主バーナ用燃料       |    |
| 1 0 1 | 輻射変換体         |    |
| 1 0 2 | 輻射変換室         |    |
| 1 0 3 | エア加熱バーナ       |    |
| 1 0 5 | 高温化アデイッショナルエア |    |
| 1 0 6 | エア加熱燃料ライン     |    |
| 1 0 7 | 高温化エア通路       |    |
| 1 0 8 | 温度センサ         |    |
| 1 1 0 | 燃焼排ガス吸引ノズル    | 50 |

- |         |          |
|---------|----------|
| 1 1 0 a | 吸引孔      |
| 1 1 0 b | エア通路     |
| 1 1 0 c | 空気通路     |
| 1 1 1   | 吸引ノズル操作器 |
| 1 1 5   | 燃料量制御装置  |

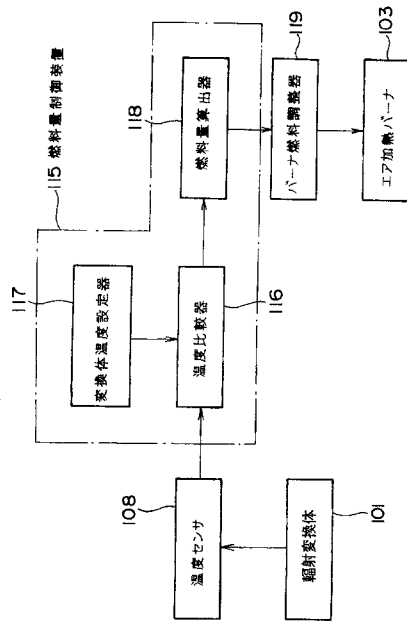
【 図 1 】



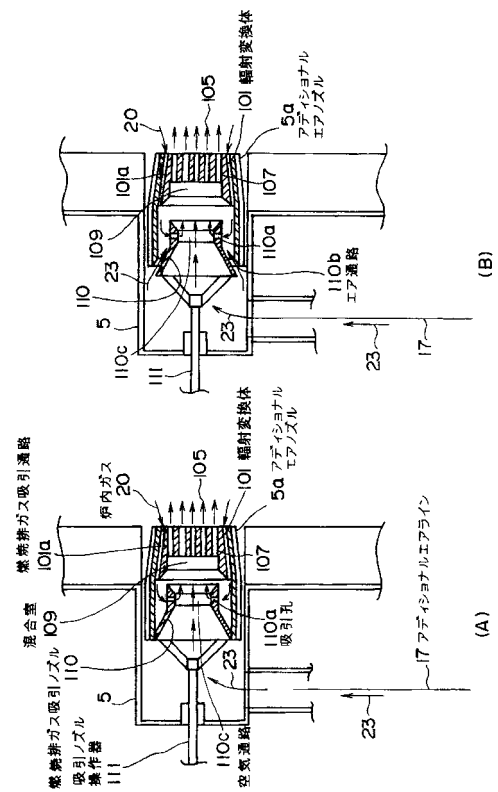
【 図 2 】



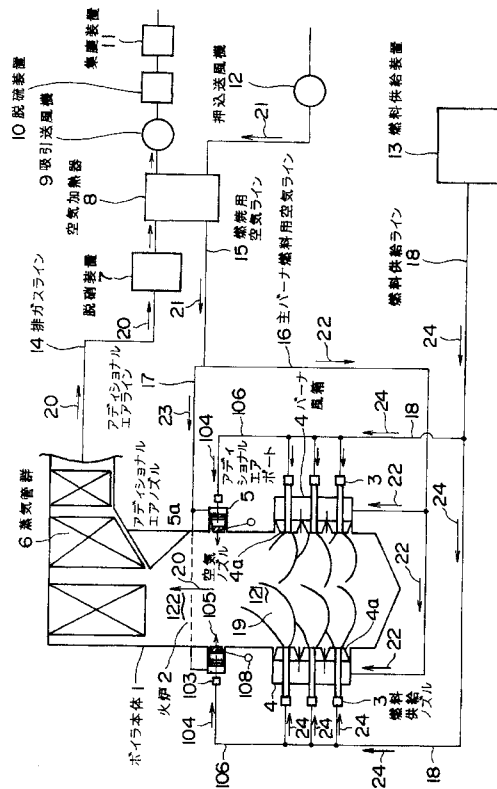
【 図 3 】



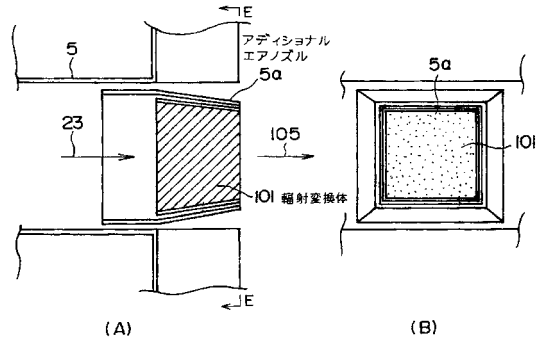
【図 4】



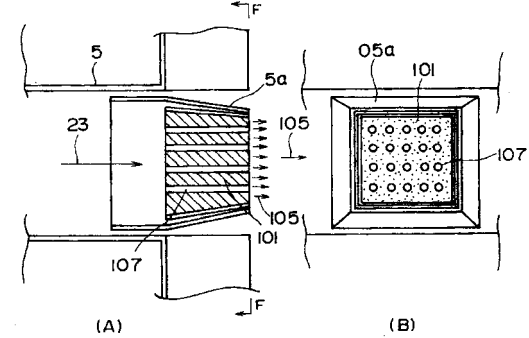
【 図 5 】



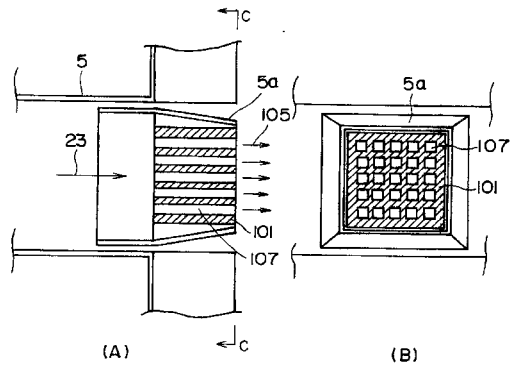
【 図 6 】



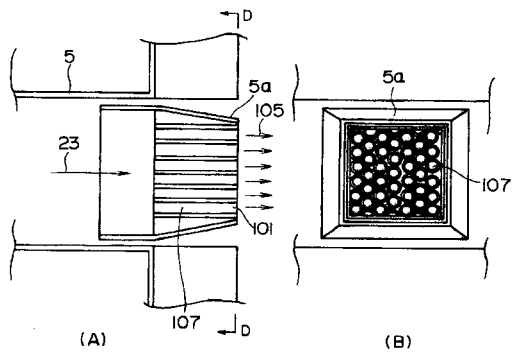
【 図 7 】



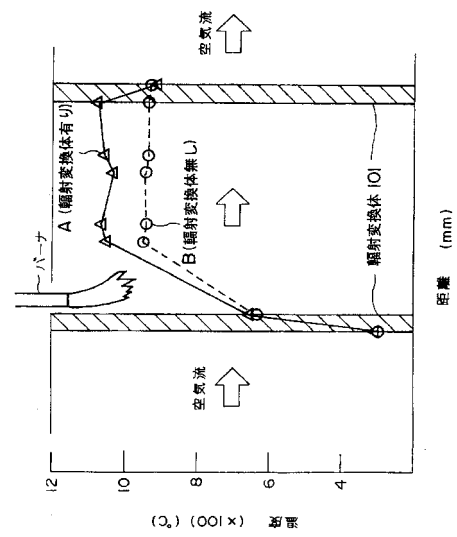
【図 8】



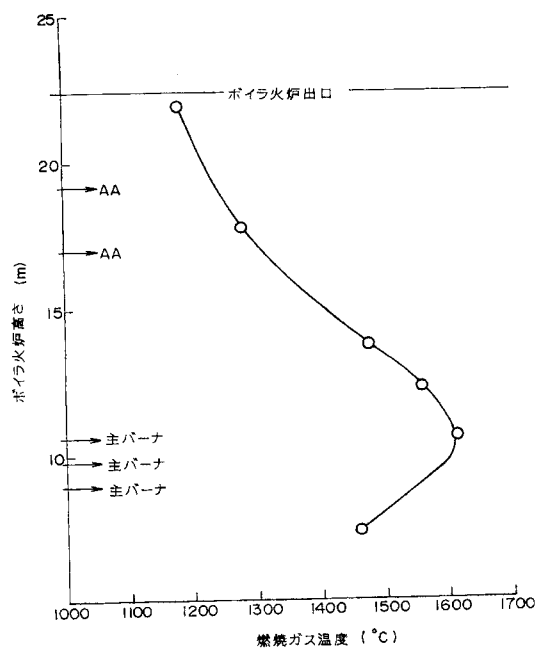
【図 9】



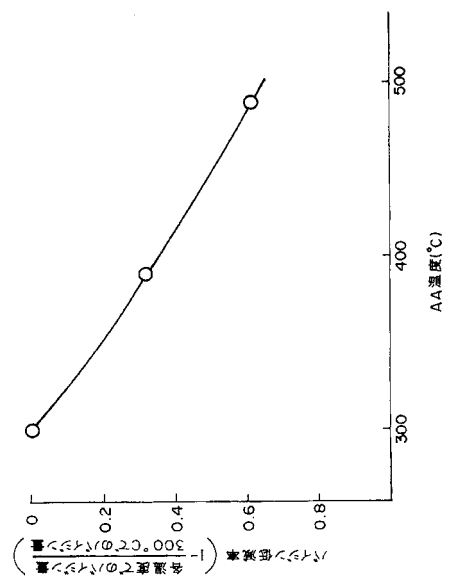
【図 10】



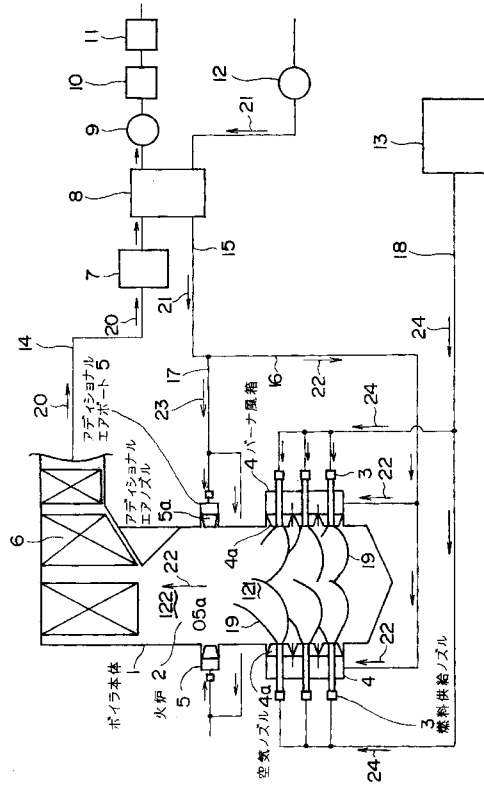
【図 11】



【図 12】



【図 13】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 菱田 正志  
東京都千代田区丸の内二丁目5番1号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 大栗 正治  
長崎市深堀町五丁目7 1 7 番地1 三菱エンジニアリング株式会社内

審査官 平城 俊雅

- (56)参考文献 特開昭5 3－4 5 7 2 5 (J P, A)  
特開昭6 3－4 1 7 0 5 (J P, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F23C 99/00  
F23L 15/00