

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5535522号
(P5535522)

(45) 発行日 平成26年7月2日(2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日(2014.5.9)

(51) Int.Cl. F 1
F 2 3 C 6/04 (2006.01) F 2 3 C 99/00 3 2 3

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2009-124436 (P2009-124436)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成21年5月22日 (2009.5.22)		三菱重工株式会社
(65) 公開番号	特開2010-270992 (P2010-270992A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成22年12月2日 (2010.12.2)	(74) 代理人	100112737
審査請求日	平成24年1月13日 (2012.1.13)		弁理士 藤田 考晴
		(74) 代理人	100118913
			弁理士 上田 邦生
		(72) 発明者	松本 啓吾
			長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号
			三菱重工株式会社 長崎研究所内
		(72) 発明者	藤村 皓太郎
			長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号
			三菱重工株式会社 長崎研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 石炭焚ボイラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

粉体燃料及び空気を炉内へ投入するバーナが各段の各コーナ部あるいは壁面部に配置される旋回燃焼方式のバーナ部とされ、各段にそれぞれ1または複数の旋回火炎が形成される石炭焚ボイラにおいて、

前記バーナが、粉体燃料及び空気を投入する燃料バーナと、該燃料バーナの上下または左右に各々配置されて流量調整手段を有する2次空気投入ポートとを備え、

前記燃料バーナの流路内に前記粉体燃料の流れをバーナ軸中心部へ集中させる濃炎部形成部材を設けるとともに、

前記燃料バーナと前記2次空気投入ポートとの間に、前記燃料バーナから炉内へ向けて形成される火炎に前記2次空気投入ポートから投入される2次空気が干渉しない程度の離間距離を設け、

前記濃炎部形成部材は、前記燃料バーナの壁面に設置されて流路中央部を部分的に開口させる中央開放型キッカであり、

前記燃料バーナの先端出口部に複数本のスプリット部材が出口中央部に間隔を設けて配置されていることを特徴とする石炭焚ボイラ。

【請求項2】

前記濃炎部形成部材は、前記中央開放型キッカの上流に流路中央部を部分的に塞ぐ中央閉鎖型キッカを備えていることを特徴とする請求項1に記載の石炭焚ボイラ。

【請求項3】

10

20

前記中央開放型キッカの開口部に凹凸を設けたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の石炭焚ボイラ。

【請求項 4】

前記バーナの先端出口部に流路断面積を絞る補助ノズルを設けたことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の石炭焚ボイラ。

【請求項 5】

前記 2 次空気投入ポートは、前記燃料バーナの軸中心から外向きの角度となるように設置されていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の石炭焚ボイラ。

【請求項 6】

前記 2 次空気投入ポートの流路内部にリブを設けたことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の石炭焚ボイラ。

10

【請求項 7】

前記 2 次空気投入ポートの流路内部に旋回羽根を設けたことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の石炭焚ボイラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、たとえば微粉炭等の石炭を燃料として焚く石炭焚ボイラに関する。

【背景技術】

20

【0002】

従来、固体燃料焚きのボイラには、たとえば固体燃料として微粉炭を焚く微粉炭焚きボイラがある。このような微粉炭焚きボイラにおいては、旋回燃焼ボイラ及び対向燃焼ボイラという二種類の燃焼方式が知られている。

このうち、微粉炭焚きの旋回燃焼ボイラにおいては、燃料の微粉炭とともに石炭バーナから投入される 1 次空気の下に 2 次空気投入用の 2 次空気投入ポートを設置し、石炭バーナ周囲の 2 次空気について流量調整を行っている。（たとえば、特許文献 1 参照）

【0003】

上述した 1 次空気は、燃料の微粉炭を搬送するために必要な空気量であり、石炭を粉砕して微粉炭とするローラミル装置において空気量が規定される。

30

上述した 2 次空気は、旋回燃焼ボイラ内において火炎全体を形成するために必要となる空気量を吹き込むものである。従って、旋回燃焼ボイラの 2 次空気量は、概ね微粉炭の燃焼に必要な全空気量から 1 次空気量を差し引いたものとなる。

【0004】

一方、対向燃焼ボイラのバーナにおいては、1 次空気（微粉炭供給）の外側に 2 次空気及び 3 次空気を導入して空気導入量の微調整を行うことが提案されている。（たとえば、特許文献 2 参照）

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

40

【特許文献 1】特許第 3 6 7 9 9 9 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 6 - 1 8 9 1 8 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上述した従来の石炭焚ボイラにおいては、窒素酸化物（ NO_x ）を低減するため、一般的には追加空気投入（Additional Air；AA）を用いた二段燃焼を行い、バーナ付近では還元燃焼が行われている。

また、従来のバーナでは、微粉炭バーナの外周に保炎機構（先端角部の調整、旋回等）を設置し、さらに、微粉炭バーナのすぐ外周に近接して 2 次空気、あるいは 3 次空気を投

50

入するための空気投入ポートを設置した構成が一般的である。このため、微粉炭バーナにおいては、投入された微粉炭への着火が火炎外周で起こり、火炎外周の着火領域では空気投入ポートからの空気が多量に混合されることとなる。

【0007】

この結果、微粉炭バーナの火炎には、火炎外周に NO_x を発生させる高温酸素残存領域が形成される。この高温酸素残存領域は、酸素濃度が高くなり、高温での燃焼が進行する火炎外周の領域であるから、 NO_x を発生しやすい燃焼環境となっている。従って、従来の微粉炭バーナに形成される火炎においては、高温酸素残存領域を形成する火炎外周からの NO_x 発生量が多くなる。

こうして、微粉炭バーナの火炎外周から発生した NO_x は、そのまま火炎外周を通過することになるので、燃焼環境が異なる火炎内部と比較すれば、還元が遅れることとなる。この結果、火炎外部で発生した NO_x は還元されずに残り、この残存した NO_x が従来の微粉炭バーナ及び石炭焚ボイラにおける NO_x 発生の原因となっている。

10

【0008】

このような背景から、微粉炭等の固体燃料を焚く石炭焚ボイラにおいては、火炎の外周に形成される高温酸素残存領域を抑制し、 NO_x 発生量を低減することが望まれる。

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、火炎の外周に形成される高温酸素残存領域を抑制（弱く）することにより、 NO_x 発生量の低減を可能にした石炭焚ボイラを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0009】

本発明は、上記の課題を解決するため、下記的手段を採用した。

本発明に係る石炭焚ボイラは、粉体燃料及び空気を炉内へ投入するバーナが各段の各コーナー部あるいは壁面部に配置される旋回燃焼方式のバーナ部とされ、各段にそれぞれ1または複数の旋回火炎が形成される石炭焚ボイラにおいて、前記バーナが、粉体燃料及び空気を投入する燃料バーナと、該燃料バーナの上下または左右に各々配置されて流量調整手段を有する2次空気投入ポートとを備え、前記燃料バーナの流路内に前記粉体燃料の流れをバーナ軸中心部へ集中させる濃炎部形成部材を設けるとともに、前記燃料バーナと前記2次空気投入ポートとの間に、前記燃料バーナから炉内へ向けて形成される火炎に前記2次空気投入ポートから投入される2次空気が干渉しない程度の離間距離を設けたことを特徴とするものである。

30

【0010】

このような石炭焚ボイラによれば、前記バーナが、粉体燃料及び空気を投入する燃料バーナと、該燃料バーナの上下または左右に各々配置されて流量調整手段を有する2次空気投入ポートとを備え、前記燃料バーナの流路内に前記粉体燃料の流れをバーナ軸中心部へ集中させる濃炎部形成部材を設けるとともに、前記燃料バーナと前記2次空気投入ポートとの間に、前記燃料バーナから炉内へ向けて形成される火炎に前記2次空気投入ポートから投入される2次空気が干渉しない程度の離間距離を設けたので、濃炎部形成部材が粉体燃料を火炎内部に集中させるとともに下流の流れを乱し、同時に、2次空気投入ポートから火炎に対する2次空気の供給を緩慢にして火炎中の酸素濃度を下げることができる。

40

【0011】

この結果、粉体燃料を集中させた火炎内部には濃炎部が形成され、この濃炎部形成と濃炎部形成部材の下流に生じる流れの乱れとによって安定した着火を確保することができるので、低酸素濃度の環境下において粉体燃料を安定燃焼させることができる。

また、火炎と干渉しない程度に離間した配置の2次空気投入ポートから2次空気を緩慢に供給することにより、低温の2次空気による火炎の温度低下（冷却）が最小限に抑えられるため、火炎が空気不足の状況にあるにもかかわらず、火炎が高温化して安定した着火を継続するので、高温かつ低酸素濃度での燃焼が可能になる。すなわち、火炎の外周に形成されていた高温酸素残存領域が抑制され、 NO_x 及び未燃分を大幅に低減した燃焼が可能になる。

50

なお、濃炎部形成部材が粉体燃料を火炎内部に集中させることにより、燃料バーナの濃炎部形成部材下流側では、粉体燃料により内壁が摩耗することを抑制できる。

【 0 0 1 2 】

請求項 1 に記載の石炭焚ボイラにおいて、前記濃炎部形成部材は、前記燃料バーナの壁面に設置されて流路中央部を部分的に開口させる中央開放型キッカであることが好ましく、これにより、粉体燃料の流れを流路中央部に集め、流路中央部の部分的な開口から火炎内部へ向けて集中させた燃料投入（濃炎部の形成）が可能になる。この場合の中央開放型キッカは、燃料バーナの流路を形成する壁面の全周にわたって設けられたものでもよいし、あるいは、2次空気投入ポートが配置されているのと同方向（上下または左右）の壁面にのみ設けられたものでもよい。

10

この場合、前記濃炎部形成部材は、前記中央開放型キッカの上流に流路中央部を部分的に塞ぐ中央閉鎖型キッカを備えていることが好ましく、これにより、粉体燃料の流れは中央閉鎖型キッカによりいったん外周側（壁面側）へ分離するので、この流れを中央部へ折り返して中央開放型キッカの開口から火炎内部へ向けて集中させることで、より一層集中度を増した燃料投入（濃炎部の形成）が可能になる。

【 0 0 1 3 】

請求項 2 または 3 に記載の石炭焚ボイラにおいて、前記中央開放型キッカの開口部に凹凸を設けることが好ましく、これにより、より一層集中度を増した燃料投入（濃炎部の形成）が可能になるとともに、流れの乱れについてもより一層促進することができる。なお、この場合の凹凸は、矩形形状に限定されることはなく、たとえば三角形や半円形状等の採用も可能である。

20

【 0 0 1 4 】

請求項 1 に記載の石炭焚ボイラにおいて、前記濃炎部形成部材は、前記燃料バーナ内に形成されたサイクロン部であることが好ましく、これにより、遠心力を利用して粉体燃料の流れを火炎内部へ集中させ、濃炎部を形成することができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 2 から 5 のいずれかに記載の石炭焚ボイラにおいて、前記燃料バーナの先端出口部に 1 または複数本のスプリット部材を設けることが好ましく、これにより、バーナ前方に保炎機構が形成され、より安定した着火を保つことができる。特に、先端出口部の中央部に間隔を設けて 2 本以上のスプリット部材を配設すると、火炎は外側に広がることなく中央部に濃炎部を形成するので、NO_xを火炎内部に発生させるとともに、着火を強く維持することができる。

30

【 0 0 1 6 】

請求項 2 から 6 のいずれかに記載の石炭焚ボイラにおいて、前記バーナの先端出口部に流路断面積を絞る補助ノズルを設けることが好ましく、これにより、中央部の流速を下げることで着火をより一層安定させることができる。

なお、請求項 6 に記載したようなスプリット部材を併用し、補助ノズルの先端部に保炎機構を設けると、着火をより一層安定させることができる。

【 0 0 1 7 】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の石炭焚ボイラにおいて、前記 2 次空気投入ポートは、前記燃料バーナの軸中心から外向きの角度となるように設置されていることが好ましく、これにより、2次空気投入ポートの設置位置を燃料バーナに近づけても、燃料バーナから炉内へ向けて形成される火炎に 2 次空気投入ポートから投入される 2 次空気が干渉しないため、バーナ高さの低減が可能になる。

40

また、2次空気投入ポートが隣接する場合には、2次空気を火炎に対して斜めに投入することにより、2次空気と火炎との混合を遅延させることができる。

【 0 0 1 8 】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の石炭焚ボイラにおいて、前記 2 次空気投入ポートの流路内部には、リップを設けてもよいし、あるいは、旋回羽根を設けてもよい。

ここで、2次空気投入ポートの流路内部に、たとえば流路内側（燃料バーナ側）にリップ

50

を設けることにより、火炎に対する2次空気の混合を調整することができる。また、流路内部に旋回羽根車を設けることにより、バーナ高さを抑制して2次空気の流れが火炎と干渉しないように離すことも可能になる。

【発明の効果】

【0019】

上述した本発明の石炭焚ボイラによれば、微粉炭等の固体燃料を焚く石炭焚ボイラにおいて、火炎の外周に形成される高温酸素残存領域を抑制し、NO_x発生量を低減するという顕著な効果が得られる。

すなわち、燃料バーナから投入される微粉炭等の粉体燃料を火炎中央部に集中させることで火炎内部に濃炎部を形成し、濃炎部形成と濃炎部形成部材下流に生じる流れの乱れとの相乗効果によって安定した着火を確保することができるようになるので、低酸素濃度の環境下においても粉体燃料を安定燃焼させることができる。さらに、火炎と干渉しない程度に離間して配置された2次空気投入ポートから2次空気が緩慢に供給されるため、低温の2次空気による火炎の温度低下(冷却)を最小限に抑え、火炎が空気不足の状況にあるにもかかわらず、高温の火炎を維持して安定した着火が継続される。従って、本発明の石炭焚ボイラは、高温かつ低酸素濃度の環境下での燃焼が可能になり、NO_x及び未燃分ともに大幅に低下させた燃焼が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明に係る石炭焚ボイラの一実施形態を示す図であり、(a)はバーナ構造を示す縦断面図、(b)は(a)のバーナを火炉内から見た正面図である。

【図2】図1に示すバーナ構造について、2次空気の供給系統を示す図である。

【図3】本発明に係る石炭焚ボイラの構成例を示す縦断面図である。

【図4】図3の横(水平)断面図である。

【図5】図1に示したバーナ構造の第1変形例を示す縦断面図である。

【図6】図1に示したバーナ構造の第2変形例を示す図であり、(a)はバーナ構造の縦断面図、(b)はバーナを火炉内から見た正面図である。

【図7】図1に示したバーナ構造の第3変形例を示す縦断面図である。

【図8】図1に示したバーナ構造の第4変形例を示す縦断面図である。

【図9】図1に示したバーナ構造の第5変形例を示す図であり、(a)はバーナ構造の縦断面図、(b)はバーナを火炉内から見た正面図である。

【図10】図1に示したバーナ構造の第6変形例を示す縦断面図である。

【図11】図1に示したバーナ構造の第7変形例を示す縦断面図である。

【図12】図1に示したバーナ構造の第8変形例を示す縦断面図である。

【図13】図1に示したバーナ構造の第9変形例を示す縦断面図である。

【図14】図1に示したバーナ構造の第10変形例を示す図で、(a)は平面図、(b)はバーナを火炉内から見た正面図である。

【図15】図1に示したバーナ構造の第11変形例を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明に係る石炭焚ボイラの一実施形態を図面に基づいて説明する。

図3及び図4に示す石炭焚ボイラ10は、火炉11内へ空気を多段で投入することにより、バーナ部12から追加空気投入部(以下、「AA部」と呼ぶ)14までの領域を還元雰囲気にして燃焼排ガスの低NO_x化を図っている。還元雰囲気となるバーナ部12からAA部14までの距離については、すなわち、還元燃焼ゾーンの距離(高さ)については、長くなるほど燃焼ガスの滞留時間が長くなってNO_x発生量は小さくなる。なお、図中の符号20は微粉炭等の粉体燃料及び空気を投入するバーナ、15は追加空気を投入する追加空気投入ノズルである。

【0022】

以下の実施形態では、石炭焚ボイラ10が粉体燃料として微粉炭を使用する微粉炭焼き

10

20

30

40

50

として説明するが、これに限定されることはない。従って、微粉炭焚きのバーナ20には、微粉炭を1次空気で搬送する微粉炭混合気輸送管16及び2次空気を供給する送気ダクト17が接続され、追加空気投入ノズル15には、2次空気を供給する送気ダクト17が接続されている。

【0023】

このように、上述した石炭焚ボイラ10は、微粉炭(粉体燃料)及び空気を火炉11内へ投入するバーナ20が各段の各コーナ部に配置される旋回燃焼方式のバーナ部12とされ、各段にはそれぞれ1または複数(図示の例では1個)の旋回火炎が形成される旋回燃焼方式を採用している。すなわち、図3及び図4に示す石炭焚ボイラ10は、微粉炭及び空気を火炉11の内部(炉内)へ投入するバーナ20が、略正方形とした断面形状を有する火炉11内で各段の各コーナ部に配置されることにより、1個の旋回火炎を形成するものである。しかし、以下に説明する本発明は、たとえば長方形断面形状を有する火炉11内のコーナ部及び壁面部にバーナ20を配置することにより、2個の旋回火炎を形成する旋回燃焼方式のバーナ部等にも適用可能であり、特に限定されることはない。

【0024】

本実施形態の石炭焚ボイラ10において、バーナ部12の各バーナ20は、たとえば図1に示すように、微粉炭及び空気を投入する微粉炭バーナ(燃料バーナ)21と、該微粉炭バーナ21の上下に各々配置されて2次空気を投入する2次空気投入ポート30とを備えている。

微粉炭バーナ21は、1次空気により搬送された微粉炭を投入する矩形状のコール1次ポート22と、コール1次ポート22の周囲を取り囲むように設けられて2次空気の一部を投入するコール2次ポート23とを備えている。微粉炭バーナ21から投入される微粉炭は、火炉11内へ向けて略真っ直ぐに流れる。

【0025】

微粉炭バーナ21の上下には、2次空気投入用として2次空気投入ポート30が略平行に設けられている。この2次空気投入ポート30は、各々が独立した流路及びポートに分割されており、2次空気投入ポート30から投入される2次空気は、火炉11内へ向けて略真っ直ぐに流れる。

2次空気投入ポート30の各流路及びコール2次ポート23には、たとえば図2に示すように、送気ダクト17から各々分岐した流路を介して供給される2次空気の流量調整手段として、開度調整可能なダンパ40が設けられている。なお、2次空気投入ポート30の位置については、微粉炭バーナ21の上下に限定されることはなく、左右であってもよい。

【0026】

図示の構成例では、バーナ20の燃料バーナ21が、燃料バーナ21のコール1次ポート(燃料流路)22内に、微粉炭の流れをバーナ軸中心部へ集中させる濃炎部形成部材としてキッカ24を備えている。この場合のキッカ24は、コール1次ポート22の壁面22aに設置されて流路中央部を部分的に開口させた中央開放型キッカであり、中央開放型キッカは、コール1次ポート22を形成する壁面22aの全周にわたって設けられたものでもよいし、あるいは、2次空気投入ポート30が配置されているのと同方向(図示の例では上下)の壁面22aにのみ設けられたものでもよい。

【0027】

また、燃料バーナ21と2次空気投入ポート30との間には、燃料バーナ21から火炉11内へ向けて形成される火炎Fに2次空気投入ポート30から投入される2次空気が干渉しない程度の離間距離Lが設けられている。この離間距離Lは、2次空気投入ポート30から投入される2次空気の供給を緩慢にして火炎F中の酸素濃度を下げるものであり、換言すれば、離間距離Lは、低温の2次空気が火炎Fに到達しにくい適度な距離である。すなわち、離間距離Lは、2次空気が火炎Fに混合されることを抑制できる程度の距離であり、2次空気を投入する圧力等の諸条件にもよるが、コール1次ポート22の内部高さ寸法h(図1参照)を基準にして1h~32h程度が必要となる。

10

20

30

40

50

このような離間距離 L を設けることにより、火炎 F に混合される 2 次空気量が減少するので、火炎 F 内の酸素濃度を減少させるとともに、火炎温度の低下を最小限に抑えて比較的高温の状態に維持することができる。

【 0 0 2 8 】

このように構成されたバーナ 2 0 は、キッカ 2 4 が微粉炭の流れをコール 1 次ポート 2 2 内の流路中央部に集め、流路中央部に形成された部分的な開口 2 4 a から火炎 F の内部へ向けて微粉炭を集中させた燃料投入を行うので、火炎 F の内部には高濃度の微粉炭を燃焼させる濃炎部 F a が形成される。また、上述したキッカ 2 4 は、微粉炭を火炎 F の内部に集中させて投入するだけでなく、キッカ 2 4 の下流側で 1 次空気に搬送されてきた微粉炭の流れを乱す機能も有している。すなわち、微粉炭の流れは、キッカ 2 4 を通過することにより乱れを生じることとなる。

10

【 0 0 2 9 】

このように、上述したバーナ 2 0 を備えた石炭焚ボイラ 1 0 によれば、キッカ 2 4 がコール 1 次ポート 2 2 の流路内で微粉炭の流れをバーナ軸中心部へ集中させた後に火炎 F へ投入し、同時に、微粉炭バーナ 2 1 と 2 次空気投入ポート 3 0 との間に設けた離間距離 L が火炎 F と 2 次空気との干渉を抑制している。このため、火炎 F の中心部には高濃度の微粉炭が投入され、しかも、2 次空気投入ポート 3 0 から火炎 F に対して 2 次空気が緩慢に供給されるため、火炎内部の酸素濃度を低下させることができる。

【 0 0 3 0 】

この結果、微粉炭が集中投入された火炎内部には濃炎部 F a が形成され、濃炎部 F a の形成とキッカ 2 4 の下流に生じる流れの乱れとによって、部粉炭の安定した着火を確保することができる。従って、離間距離 L を設けて低酸素濃度とした火炎 F の内部環境下においても、微粉炭を安定燃焼させることができる。

20

このとき、離間距離 L を設けて配置した 2 次空気投入ポート 3 0 から 2 次空気が緩慢に供給されるため、低温の 2 次空気による火炎 F の温度低下を最小限に抑えることができ、従って、火炎 F が空気不足で低酸素濃度の状況にあるにもかかわらず、火炎 F が高温化して安定した着火を継続し、高温かつ低酸素濃度での燃焼が可能になる。すなわち、火炎 F の外周に形成されていた局所的な高温酸素残存領域 H が抑制されることで小さく弱いものとなるので、NO_x 及び未燃分を大幅に低減した燃焼が可能になる。

【 0 0 3 1 】

また、上述したキッカ 2 4 は、微粉炭を火炎 F の内部に集中させて流すため、微粉炭バーナ 2 1 においてキッカ 2 4 が設置されたコール 1 次ポート 2 2 では、キッカ 2 4 の下流側で内部の壁面 2 2 a に衝突する微粉炭が減少する。この結果、キッカ 2 4 の下流側壁面では、微粉炭の衝突による摩耗を抑制することができる。

30

【 0 0 3 2 】

ところで、上述したバーナ 2 0 の微粉炭バーナ 2 1 は、たとえば図 5 に示す第 1 変形例のように、中央開放型としたキッカ 2 4 の上流に流路中央部を部分的に塞ぐ中央閉鎖型キッカ 2 5 を備えていることが好ましい。

中央開放型のキッカ 2 4 と中央閉鎖型キッカ 2 5 とを併用することにより、微粉炭の流れは中央閉鎖型キッカ 2 5 によりいったん外周側の壁面 2 2 a 側へ分離するので、この流れを中央開放型のキッカ 2 4 が再度中央部へ折り返し、火炎 F の中央部へ集中させた投入を行うことになる。従って、中央開放型のキッカ 2 4 を単独で使用する場合と比較して、外向きの流れを中央に導くことでより一層集中度を増した燃料投入（濃炎部の形成）が可能になる。

40

【 0 0 3 3 】

また、上述したバーナ 2 0 の微粉炭バーナ 2 1 は、たとえば図 6 に示す第 2 変形例のように、開口部 2 4 a に凹凸を設けた開放型のキッカ 2 4 A を採用することが望ましい。すなわち、キッカ 2 4 A 自体が凹凸を有する形状とされ、微粉炭の流れが通り抜ける開口部 2 4 a の凹凸は、図示の矩形形状に限定されることはなく、たとえば三角形状や半円形状等を採用してもよい。

50

このようなキッカ24Aを設置することにより、火炎Fに投入される微粉炭の集中度をより一層増した燃料投入（濃炎部の形成）が可能になり、さらに、キッカ24Aの下流では、流れに生じる乱れをより一層促進することができる。

【0034】

また、上述したバーナ20の微粉炭バーナ21は、たとえば図7に示す第3変形例のように、濃炎部形成部材として微粉炭バーナ21のコール1次ポート22内に形成されたサイクロン部26を採用してもよい。すなわち、微粉炭及び1次空気の流れが遠心力を利用するサイクロン部26に導かれて螺旋状流路を通過し、コール1次ポート22の中心部に開口する出口26aから流出することにより、微粉炭の流れを火炎Fの内部へ集中させた投入が可能になる。従って、火炎Fの内部に濃炎部Faを形成するように、微粉炭を火炎内部へ集中させた燃料投入が可能になる。

10

【0035】

また、上述したバーナ20の微粉炭バーナ21は、たとえば図8に示す第4変形例のように、燃料バーナ21のコール1次ポート22に対し、先端出口部に1または複数本のスプリット部材27を設けることが好ましい。図示の構成例では、一对のスプリット部材27が出口中央部に間隔を設けて配置されており、この結果、燃焼バーナ21の前方にスプリット部材27による保炎機構が形成されるとともに、中央部に濃炎部を形成することもできる。このような保炎機構の形成は、1本のスプリット部材27を配置することによっても可能になり、より安定した着火を維持することができる。

【0036】

20

特に、先端出口部の中央部に所定の間隔を設けて2本以上のスプリット部材27を配設する構成は、火炎Fを外側に広げることなく中央部に濃炎部を形成できるので、NOxを火炎Fの内部に発生させるとともに、安定した着火を強く維持することができる。

【0037】

また、上述したバーナ20の微粉炭バーナ21は、たとえば図9に示す第5変形例のように、バーナ20の先端出口部に、具体的にはコール1次ポート22の先端出口部に流路断面積を絞る補助ノズル50を設けてもよい。

図示の補助ノズル50は、コール1次ポート22の先端出口から火炉11側へ上下方向に流路断面積を狭める上下一対の外壁部51と、中央部に所定の間隔を設けて略平行に配置された上下一対のガイド板52とを備えている。ガイド板52の間に形成される所定の間隙は、流路断面積に変化のないガイド流路53となり、このガイド流路53は、火炉11側から見た正面視においてキッカ24が形成する開口24aと略一致するように設けられている。なお、外壁部51とガイド板52との間には、流路断面積が出口側へ減少する絞り流路54が形成されている。

30

【0038】

このような補助ノズル50を設けることにより、コール1次ポート22から流出する微粉炭の流れは、補助ノズル50を通過する際にガイド流路53と上下の絞り流路54とに分割される。このうち、絞り流路54を通過する微粉炭の流れは、流路断面積の減少に伴って増速されるため、補助ノズル50の先端出口においては、流速変動のない中央部のガイド流路53を流れた微粉炭の流速が相対的に低速となる。このため、火炎Fの中央部に投入される微粉炭は、キッカ24で微粉炭が集中して微粉炭濃度の高い低流速の流れとなる。従って、補助ノズル50を備えた微粉炭バーナ21は、中央部の流速を相対的に下げたことにより、着火をより一層安定させることができる。

40

【0039】

この場合、たとえば図10に示す第6変形例のように、上述した補助ノズル50の先端出口部に図8のスプリット部材27を設けることにより、補助ノズル50とスプリット部材27とを併用した構造の補助ノズル50Aを採用してもよい。

このような補助ノズル50は、補助ノズル50Aの先端部にスプリット部材27による保炎機構が形成されている。具体的には、ガイド板52の先端部側にスプリット部材27を取り付けて保炎機構を形成したので、着火をより一層安定させることができる。

50

【 0 0 4 0 】

また、上述したバーナ 2 0 の微粉炭バーナ 2 1 は、たとえば図 1 1 に示す第 7 変形例のように、バーナ 2 0 の 2 次空気投入ポート 3 0 A が、微粉炭バーナ 2 1 の軸中心から上下方向外向きに角度 θ だけ傾斜させた設置としてもよい。なお、図 1 1 に示す構成例は、図 1 0 の第 6 変形例に示す 2 次空気投入ポート 3 0 を微粉炭バーナ 2 1 側へ近づけるとともに、2 次空気投入ポート 3 0 を上下方向外向きに角度 θ まで傾斜させたものであるが、補助ノズル 5 0 がない他の実施形態や変形例にも同様に適用可能である。

【 0 0 4 1 】

このように、上下方向外向きに傾斜させた 2 次空気投入ポート 3 0 A を採用すると、2 次空気投入ポート 3 0 A の設置位置を微粉炭バーナ 2 1 に近づけても、微粉炭バーナ 2 1 から火炉 1 1 内へ向けて形成される火炎 F に 2 次空気投入ポート 3 0 A から投入される 2 次空気が干渉しないため、バーナ高さの低減が可能になる。すなわち、2 次空気投入ポート 3 0 A から投入された 2 次空気は、火炎 F から離間する方向に流れるので、諸元を同じにして比較する場合、図 1 1 に示す最大の離間距離 L_1 を平行配置の離間距離 L よりも小さく設定することが可能になる。

この結果、微粉炭ノズル 2 1 の上下に 2 次空気投入ポート 3 0 A が配設されたバーナ 2 0 は、離間距離 L_1 が低減されたことにより、バーナ 2 0 の全高寸法を小さくすることができる。

【 0 0 4 2 】

また、図 1 2 に示す第 8 変形例では、傾斜配置した 2 次空気投入ポート 3 0 A の流路内部にリブ 3 1 を設けてある。すなわち、図示の例では、2 次空気投入ポート 3 0 A の出口内側（微粉炭ノズル 2 1 側）にリブ 3 1 を設けてあり、2 次空気の流れをリブ 3 1 に衝突させることにより、2 次空気の流れに変化が生じるようになっている。特に、2 次空気投入ポート 3 0 A の出口内側に設けたリブ 3 1 は、2 次空気の流れを火炎 F から離間させる方向に変化させるので、リブ 3 1 の高さ等を適宜調整することにより、火炎 F に対する 2 次空気の混合を調整することができる。

【 0 0 4 3 】

また、図 1 3 に示す第 9 変形例では、2 次空気投入ポート 3 0 B の流路内に複数の巡回羽根 3 2 を設けてある。この場合の 2 次空気投入ポート 3 0 B は、微粉炭バーナ 2 1 と平行に形成されている。巡回羽根 3 2 は、たとえば翼断面を有するものであり、2 次空気の流れを火炎 F から効率よく離間させることができる。なお、上述した 2 次空気投入ポート 3 0 B は、火炉 1 1 側の出口近傍で外向きの角度 θ となるように傾斜させてもよく、巡回羽根 3 2 と流路出口に設けた外向きの傾斜角度 θ が協働して、2 次空気の流れを火炎 F からより一層効率よく離間させることができる。

このような構成を採用すれば、バーナ高さを最小限に抑えて 2 次空気の流れが火炎と干渉しないように離間させることも可能になる。

【 0 0 4 4 】

また、図 1 4 に示す第 1 0 変形例は、2 次空気投入ポート 3 0 C が隣接する左吹出口 3 0 L、右吹出口 3 0 R を備えている場合であり、2 次空気を火炎 F に対して斜めに投入することにより、2 次空気と火炎 F との混合を遅延させることができる。すなわち、図 1 4 (a) に示す変形例では、平面視が Y 字状に分岐して左吹出口 3 0 L、右吹出口 3 0 R から火炉 1 1 内に 2 次空気を投入する 2 次空気投入ポート 3 0 C とされ、微粉炭バーナ 2 1 の軸線から左右方向外向きに傾斜した左吹出口 3 0 L 及び右吹出口 3 0 R が隣接して配置されているので、2 次空気は火炎 F から離間する方向に流出して混合が遅延する。

【 0 0 4 5 】

また、このような 2 次空気投入ポート 3 0 C においても、たとえば図 1 5 に示す第 1 1 変形例のように、左吹出口 3 0 L、右吹出口 3 0 R の出口内側（微粉炭ノズル 2 1 の軸中心側）にリブ 3 1 を設けてもよい。このようなリブ 3 1 を設けることにより、2 次空気の流れがリブ 3 1 に衝突して流れに変化を生じるので、2 次空気の混合において遅延が大きい場合など、リブ 3 1 の高さ等を適宜調整して火炎 F に対する 2 次空気の混合を調整する

10

20

30

40

50

ことができる。

【 0 0 4 6 】

このように、上述した実施形態及び各変形例の石炭焚ボイラ 1 0 によれば、微粉炭等の固体燃料を焚く石炭焚ボイラにおいて、火炎 F の外周に形成される高温酸素残存領域 H を抑制して NO_x 発生量の低減が可能になる。すなわち、微粉炭バーナ 2 1 から投入される微粉炭（粉体燃料）は、キッカ 2 4 により火炎 F の中央部に集中することで火炎 F の内部に濃炎部 F a を形成し、濃炎部 F a の形成とキッカ 2 4 の下流に生じる流れの乱れとの相乗効果によって、安定した着火を確保することができるようになる。このため、低酸素濃度の環境下にある濃炎部 F a においても、微粉炭等の粉体燃料を安定燃焼させることができる。

10

【 0 0 4 7 】

さらに、火炎 F と干渉しない程度に離間して配置された 2 次空気投入ポート 3 0 から 2 次空気が緩慢に供給されるため、低温の 2 次空気による火炎の温度低下（冷却）を最小限に抑えることができる。このため、2 次空気の供給が緩慢で空気不足の状況にある火炎 F においても、高温の火炎 F を維持して安定した着火を継続できる。従って、本発明の石炭焚ボイラ 1 0 は、高温かつ低酸素濃度の環境下でも微粉炭等の粉体燃料を燃焼させることができ、しかも、NO_x 及び未燃分ともに大幅に低下させた燃焼が可能になる。

【 0 0 4 8 】

ところで、上述した各実施形態及び変形例は、図示に基づいて説明した以外にも適宜組合せが可能である。また、上述した実施形態では、バーナ部 1 2 から A A 1 4 までの領域を還元雰囲気とする空気の多段投入の石炭焚ボイラ 1 0 として説明したが、本発明はこれに限定されることはない。

20

なお、本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、たとえば粉体燃料が微粉炭に限定されないなど、その要旨を逸脱しない範囲内において適宜変更することができる。

【 符号の説明 】

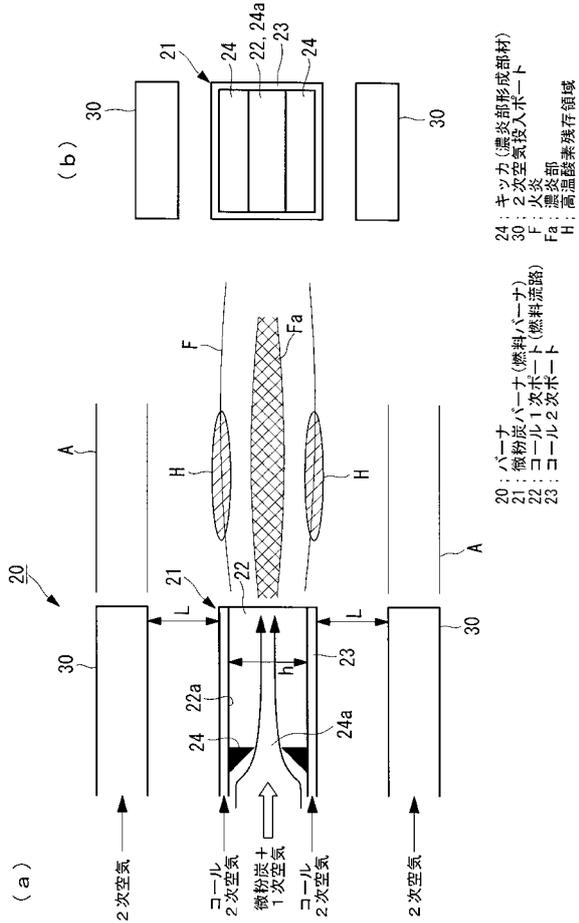
【 0 0 4 9 】

- 1 0 石炭焚ボイラ
- 1 1 火炉
- 1 2 バーナ部
- 1 4 追加空気投入部（ A A 部）
- 2 0 バーナ
- 2 1 微粉炭バーナ（燃料バーナ）
- 2 2 コール 1 次ポート（燃料流路）
- 2 3 コール 2 次ポート
- 2 4 , 2 4 A キッカ（濃炎部形成部材）
- 2 5 中央閉鎖型キッカ
- 2 6 サイクロン部
- 2 7 スプリット部材
- 3 0 , 3 0 A , 3 0 B , 3 0 C 2 次空気投入ポート
- 3 1 リブ
- 3 2 旋回羽根
- 5 0 , 5 0 A 補助ノズル
- F 火炎
- F a 濃炎部
- H 高温酸素残存領域

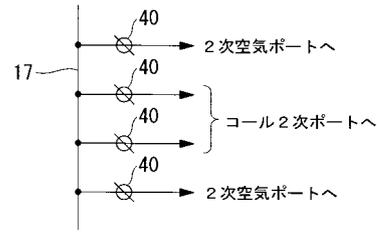
30

40

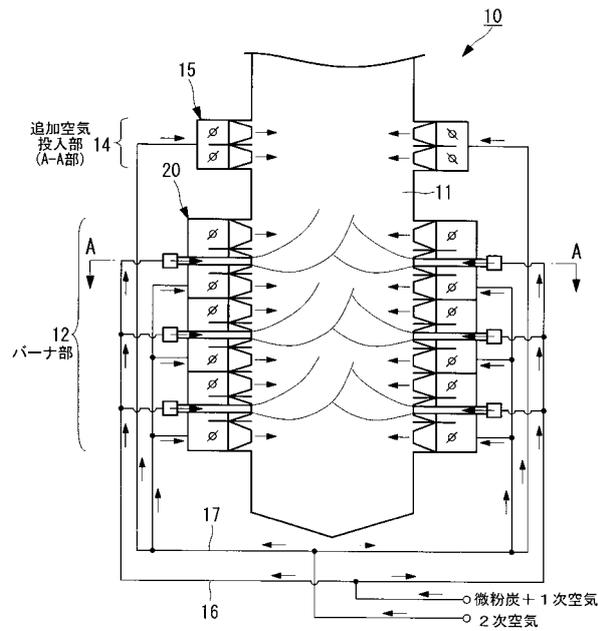
【図1】



【図2】

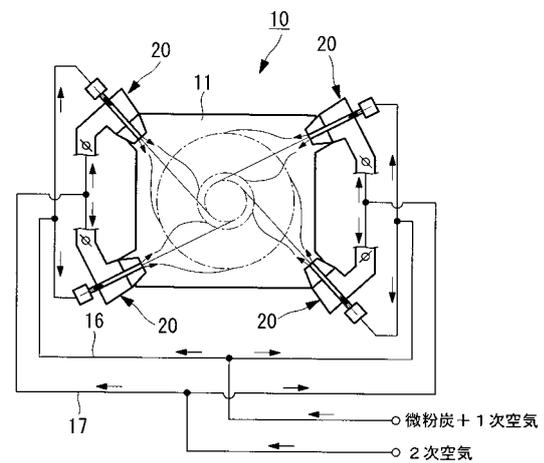


【図3】

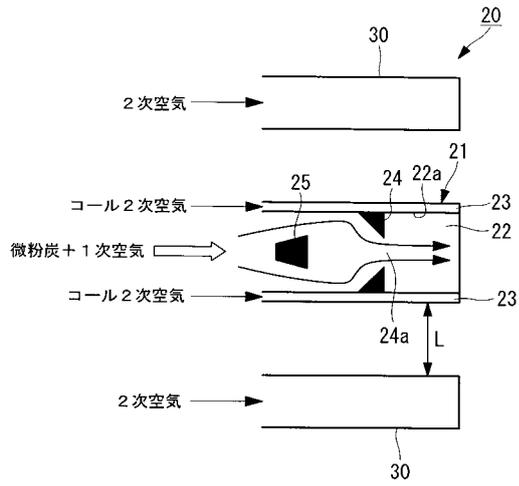


10: 石炭焚ボイラ
11: 火炉

【図4】

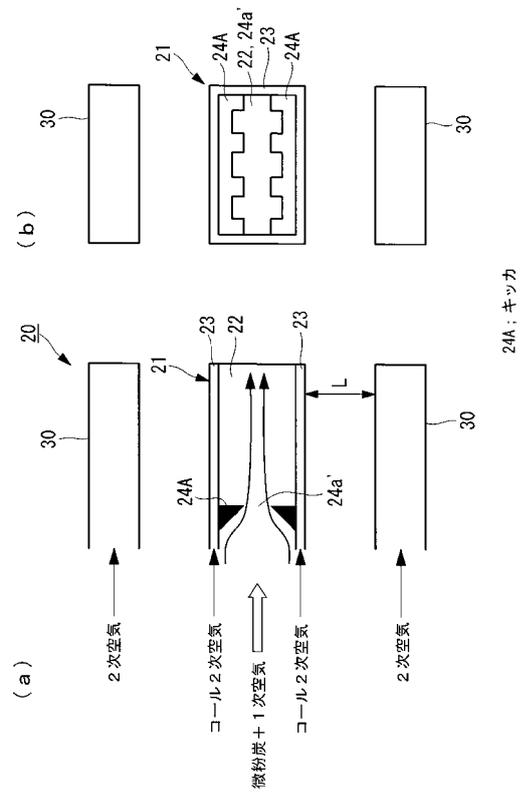


【図5】

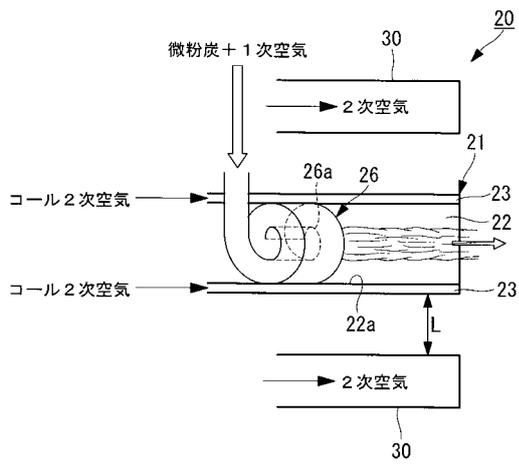


25: 中央閉鎖型キッカ

【図6】

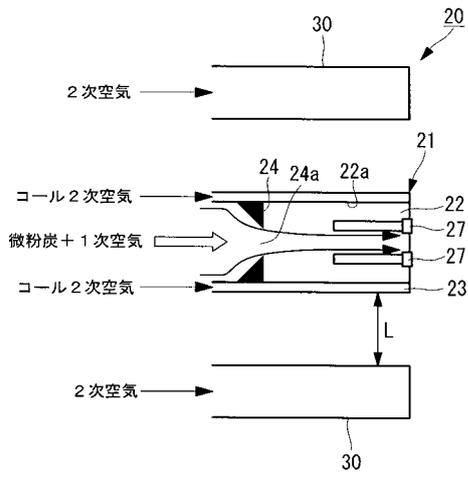


【図7】



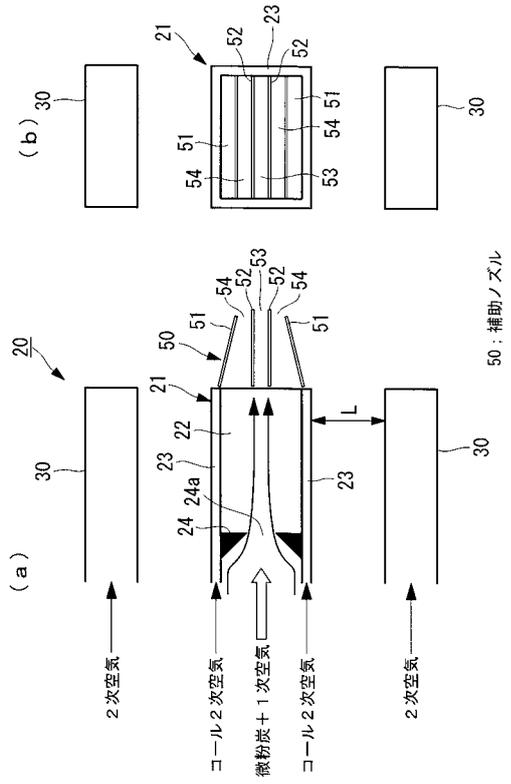
26: サイクロン部

【図8】

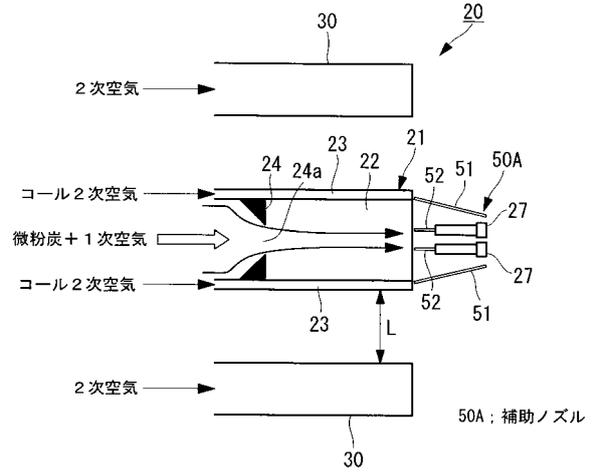


27: スプリット部材

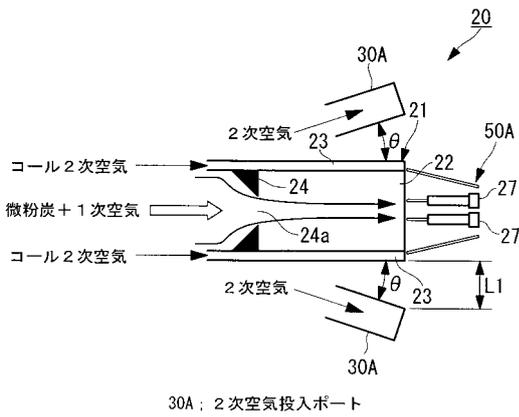
【図9】



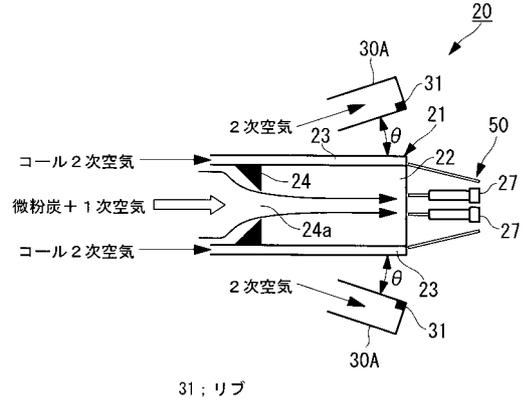
【図10】



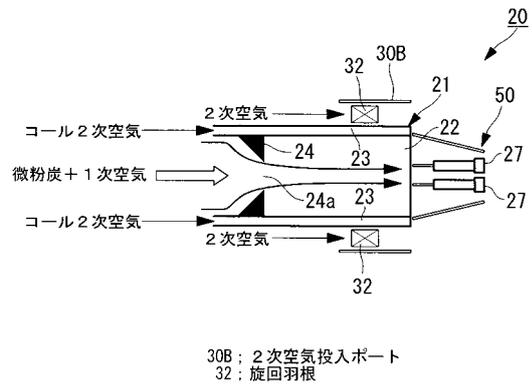
【図11】



【図12】

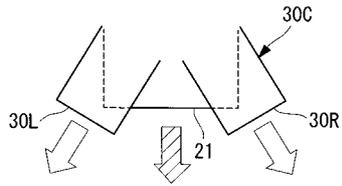


【図13】

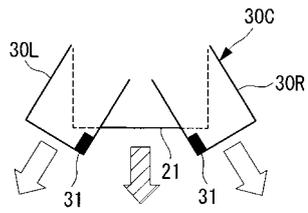


【 図 1 4 】

(a)

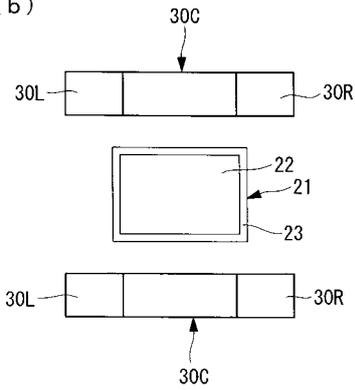


【 図 1 5 】



30C : 2次空気が投入ポート
30L : 左吹出口
30R : 右吹出口

(b)



フロントページの続き

(72)発明者 堂本 和宏

長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社 長崎造船所内

(72)発明者 一ノ瀬 利光

長崎県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

審査官 本庄 亮太郎

(56)参考文献 特開昭55-033551(JP,A)

特開2003-207120(JP,A)

特開2004-037072(JP,A)

特開平04-020702(JP,A)

特開2000-314508(JP,A)

特開2000-130710(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23D 1/00

F23C 99/00