

## (12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2012年10月11日(11.10.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号

WO 2012/137573 A1

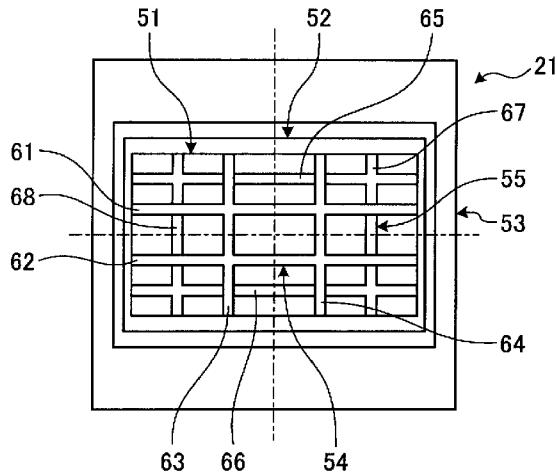
- (51) 国際特許分類:  
*F23D 1/00* (2006.01)      *F23L 9/02* (2006.01)  
*F23C 6/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/055850
- (22) 国際出願日: 2012年3月7日(07.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
 特願 2011-081876 2011年4月1日(01.04.2011) JP  
 特願 2011-081877 2011年4月1日(01.04.2011) JP  
 特願 2011-081879 2011年4月1日(01.04.2011) JP  
 特願 2011-138563 2011年6月22日(22.06.2011) JP  
 特願 2011-138564 2011年6月22日(22.06.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および  
 (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 松本 啓吾 (MATSUMOTO, Keigo). 堂本 和宏 (DOMOTO, Kazuhiro). 阿部 直文 (ABE, Naofumi). 葛西 潤 (KASAI, Jun).
- (74) 代理人: 酒井 宏明, 外 (SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1060020 東京都千代田区霞が関三丁目2番5号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: COMBUSTION BURNER, SOLID-FUEL-FIRED BURNER, SOLID-FUEL-FIRED BOILER, BOILER, AND METHOD FOR OPERATING BOILER

(54) 発明の名称: 燃焼バーナー、固体燃料焚きバーナー並びに固体燃料焚きボイラ、ボイラ及びボイラの運転方法

[図1]



(57) Abstract: A combustion burner, wherein there are provided a fuel nozzle (51) through which can be blown a fuel gas that is a mixture of pulverized coal and primary air, and a secondary air nozzle (52) through which can be blown secondary air from the exterior of the fuel nozzle (51). A flame stabilizer (54) is provided toward the axial center at a distal end of the fuel nozzle (51), and a rectification member (55) is provided between an inner wall surface of the fuel nozzle (51) and the flame stabilizer (54), thereby making it possible to achieve an optimal flow of fuel gas that is a mixture of solid fuel and air.

(57) 要約: 燃焼バーナにおいて、微粉炭と1次空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズル(51)と、この燃料ノズル(51)の外側から2次空気を吹き込み可能な2次空気ノズル(52)とを設けると共に、燃料ノズル(51)の先端部における軸中心側に保炎器(54)を設け、燃料ノズル(51)の内壁面とこの保炎器(54)との間に整流部材(55)を設けることで、固体燃料と空気とが混合した燃料ガスの適正な流れを実現可能とする。



- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

## 明細書

### 発明の名称：

燃焼バーナ、固体燃料焚きバーナ並びに固体燃料焚きボイラ、ボイラ及びボイラの運転方法

### 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、例えば、微粉炭等の固体燃料（粉体燃料）を焚く固体燃料焚きバーナ及び固体燃料焚きボイラ、固体燃料と空気を燃焼させることで蒸気を生成するボイラ及びボイラの運転方法に関するものである。

### 背景技術

[0002] 例えば、従来の微粉炭焚きボイラは、中空形状をなして鉛直方向に設置される火炉を有し、この火炉壁に複数の燃焼バーナが周方向に沿って配設されると共に、上下方向に複数段にわたって配置されている。この燃焼バーナは、石炭が粉碎された微粉炭（燃料）と1次空気との混合気が供給されると共に、高温の2次空気が供給され、この混合気と2次空気を火炉内に吹き込むことで火炎を形成し、この火炉内で燃焼可能となっている。そして、この火炉は、上部に煙道が連結され、この煙道に排ガスの熱を回収するための過熱器、再熱器、節炭器などが設けられており、火炉での燃焼により発生した排ガスと水との間で熱交換が行われ、蒸気を生成することができる。

[0003] このような微粉炭焚きボイラや燃焼バーナとしては、例えば、下記特許文献に記載されたものがある。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開平08-135919号公報  
特許文献2：特開2006-189188号公報  
特許文献3：特開平8-296815号公報  
特許文献4：特願平9-203505号公報

特許文献5：特開2006-057903号公報

特許文献6：特開2008-145007号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] 上述した従来の燃焼バーナにあっては、微粉炭と空気との燃料ガスが保炎器に衝突したとき、この保炎器の後端部で流れが剥離し、保炎器前端部での保炎能力を十分に發揮することが困難となってしまう。また、従来のボイラにあっては、微粉炭が水分や揮発分を有していることから、ボイラの運転出力に基づいて運転パラメータを調整するしかなく、石炭の性状から直接運転パラメータを設定することが困難である。

[0006] 本発明は、固体燃料と空気とが混合した燃料ガスの適正な流れを実現可能とする燃焼バーナ、固体燃料焚きバーナ並びに固体燃料焚きボイラを提供することを目的とする。

また、本発明は、固体燃料及びこの固体燃料に含有する揮発分を適正に燃焼して運転効率の向上を図るボイラ及びボイラの運転方法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

[0007] 本発明の燃焼バーナは、固体燃料と空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズルと、該燃料ノズルの外側から空気を吹き込み可能な2次空気ノズルと、前記燃料ノズルの先端部における軸心側に設けられる保炎器と、前記燃料ノズルの内壁面と前記保炎器との間に設けられる整流部材と、備えることを特徴とするものである。

[0008] 従って、燃料ノズルの内壁面と保炎器との間に整流部材が設けられることで、燃料ノズル内を流れる燃料ガスは、この整流部材によりその流れが整流され、保炎器の後端部における流れの剥離が抑制されると共に、流速がほぼ一定となって固体燃料が燃料ノズルの壁面に堆積することが抑制されることとなり、燃料ガスの適正な流れを実現することができる。

[0009] 本発明の燃焼バーナでは、前記整流部材は、前記保炎器と所定の隙間をも

って配置されることを特徴としている。

- [0010] 従って、整流部材と保炎器との間に所定の隙間が確保されることで、整流部材と保炎器との間を流れる燃料ガスは、その流れが整流され、保炎器による保炎機能を十分に発揮させることが可能となる。
- [0011] 本発明の燃焼バーナでは、前記整流部材は、前記保炎器との距離が燃料ガスの流れ方向に沿ってほぼ同じになるように設けられることを特徴としている。
- [0012] 従って、整流部材により保炎器との距離が燃料ガスの流れ方向に沿ってほぼ同じになることで、この整流部材と保炎器との間を流れる燃料ガスは、その流速がほぼ一定となり、燃料ノズルへの固体燃料の堆積や保炎器への固体燃料の付着を抑制することができる。また、流路が極端に狭くなることがないことから、閉塞を防止することができる。
- [0013] 本発明の燃焼バーナでは、前記保炎器は、燃料ガスの流れ方向における下流側に拡幅部が設けられる一方、前記整流部材は、燃料ガスの流れ方向における下流側に先細部が設けられることを特徴としている。
- [0014] 従って、保炎器の先端部に拡幅部を設けることで、確実な保炎を実現することができ一方、整流部材の先端部に先細部を設けることで、保炎器と整流部材との距離を燃料ガスの流れ方向でほぼ一定とすることができる。
- [0015] 本発明の燃焼バーナでは、前記保炎器は、燃料ガスの流れ方向における下流側に拡幅部が設けられる一方、前記整流部材は、前記拡幅部に対向しない位置に設けられることを特徴としている。
- [0016] 従って、保炎器の拡幅部に対向しない位置に整流部材を設けることで、保炎器の拡幅部と燃料ノズルとの間における燃料ガスの流路が狭くなることはなく、燃料ガスの流速がほぼ一定とし、燃料ノズルへの固体燃料の堆積や保炎器への固体燃料の付着を抑制することができる。
- [0017] 本発明の燃焼バーナでは、前記整流部材は、前記燃料ノズルの内壁面に沿って設けられることを特徴としている。
- [0018] 従って、整流部材を燃料ノズルの内壁面に設けることで、別途取付部材な

どを不要とし、組付性を向上することができると共に、製造コストを低減することができる。

- [0019] 本発明の燃焼バーナでは、前記保炎器は、水平方向に沿って配置される第1保炎部材と、鉛直方向に沿って配置される第2保炎部材とが交差するよう配置された構造をなすことを特徴としている。
- [0020] 従って、保炎器を第1保炎部材と第2保炎部材とが交差する構造とすることで、十分な保炎機能を確保することが可能となる。
- [0021] 本発明の燃焼バーナでは、前記第1保炎部材と前記第2保炎部材とは、それぞれ複数の保炎部材からなり、前記第1保炎部材が複数鉛直方向に所定隙間をもって配置される一方、前記第2保炎部材が複数水平方向に所定隙間をもって配置され、前記複数の第1保炎部材と前記複数の第2保炎部材とが交差するように配置された構造をなすことを特徴としている。
- [0022] 従って、保炎器をダブルクロス構造とすることで、十分な保炎機能を確保することが可能となる。
- [0023] 本発明の燃焼バーナでは、前記第1保炎部材と前記第2保炎部材のいずれか一方の幅を他方の幅に対して大きな幅に設定することを特徴としている。
- [0024] 従って、水平方向に沿って配置された第1保炎部材の幅を大きくすると、この幅の広い第1保炎部材により水平方向における保炎機能を向上することが可能となる。また、鉛直方向に沿って配置された第2保炎部材の幅を大きくすると、蒸気温度制御などのためにノズルの向きを上下に振るときに第2保炎部材が悪影響を与えることなく、保炎機能を向上することが可能となる。これは、ノズルが上下に動いたとき、固体燃料の吹き込み位置に対する保炎部材の位置が、第1保炎部材だと大きく変わるのに対し、第2保炎部材だとほとんど変わらないからである。
- [0025] また、本発明の燃焼バーナは、固体燃料と空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズルと、該燃料ノズルの外側から空気を吹き込み可能な2次空気ノズルと、前記燃料ノズルの先端部における軸心側に設けられる保炎器と、前記燃料ノズル内を流れる燃料ガスを軸心側に導く案内部材と、備

えることを特徴とするものである。

- [0026] 従って、燃料ノズル内を流れる燃料ガスを軸心側に導く案内部材が設けられることで、燃料ノズル内を流れる燃料ガスは、この案内部材により燃料ノズルの軸心側に導かれることとなり、燃料ガスの適正な流れを実現することができ、その結果、内部保炎性能を向上することができ、NO<sub>x</sub>発生量を低減することができる。
- [0027] 本発明の燃焼バーナでは、前記案内部材は、前記2次空気ノズルにより吹き込まれる2次空気から離間する方向に燃料ガスを導くことを特徴としている。
- [0028] 従って、案内部材により、燃料ガスが2次空気から離間する方向に導かれることとなり、燃料ガスと2次空気との混合が抑制され、燃焼火炎の外周部が低温のまま維持されるため、燃焼ガスと2次空気との混合によるNO<sub>x</sub>発生量を低減することができる。
- [0029] 本発明の燃焼バーナでは、前記案内部材は、前記燃料ノズルの内壁面に沿って配置されることを特徴としている。
- [0030] 従って、案内部材を燃料ノズルの内壁面に沿って配置することで、効果的に燃料ノズル内を流れる燃料ガスを軸心側に導くことで、この燃料ガスを2次空気から離間する方向に導くことができる。
- [0031] 本発明の燃焼バーナでは、前記案内部材は、前記燃料ノズルの先端部に前記保炎器と対向して配置されることを特徴としている。
- [0032] 従って、案内部材を保炎器と対向して配置することで、内部保炎性能を向上することができる。
- [0033] 本発明の燃焼バーナでは、前記案内部材は、前記保炎器における前記燃料ノズルの内壁面と対向する位置に配置されることを特徴としている。
- [0034] 従って、保炎器に沿って流れる燃料ガスを案内部材により効果的に保炎器の先端部に集めて保炎することが可能となる。
- [0035] 本発明の燃焼バーナでは、前記案内部材は、前記保炎器より燃料ガスの流れ方向の上流側に配置されることを特徴としている。

- [0036] 従って、案内部材と保炎器が離間していることから、案内部材が保炎器における保炎機能を損なわせることがない。
- [0037] 本発明の燃焼バーナでは、前記保炎器は、水平方向に沿って鉛直方向に所定隙間をもって平行をなす2つの第1保炎部材と、鉛直方向に沿って水平方向に所定隙間をもって平行をなす2つの第2保炎部材とが交差するように配置された構造をなし、前記案内部材は、前記第1保炎部材と前記第2保炎部材とが交差する位置の外側に配置されることを特徴としている。
- [0038] 従って、保炎器をダブルクロス構造とすることで、十分な保炎機能を確保することが可能となり、案内部材により燃料ノズル内を流れる燃料ガスを効果的に軸心側に導くことができる。
- [0039] 本発明の燃焼バーナでは、前記保炎器は、燃料ガスの流れ方向における下流側に拡幅部を有し、前記案内部材は、前記拡幅部に対向して配置されることを特徴としている。
- [0040] 従って、十分な保炎機能を確保することが可能となる。
- [0041] 本発明の燃焼バーナでは、水平方向に沿って鉛直方向に所定隙間をもって平行をなす2つの保炎部材を有し、前記保炎部材の先端部が前記燃料ノズルの軸心側を向くことで前記案内部材を構成することを特徴としている。
- [0042] 従って、保炎部材により案内部材を構成することで、構造の簡素化を可能とすることができます。
- [0043] また、本発明の固体燃料焚きバーナは、バーナ部と追加空気投入部とに分けて低NO<sub>x</sub>燃焼を行う固体燃料焚きボイラの前記バーナ部に用いられ、粉体の固体燃料及び空気を炉内へ投入する固体燃料焚きバーナが、粉体燃料及び一次空気を炉内へ投入する燃料バーナと、該燃料バーナの外周から2次空気を噴射する2次空気投入ポートとを備え、前記燃料バーナの流路前方部に、内部保炎として複数方向の部材を交差させたクロスタイプのスプリット部材を配設し、該スプリット部材の幅寸法が方向毎に異なることを特徴とするものである。
- [0044] このような固体燃料焚きバーナによれば、固体燃料焚きバーナが、粉体燃

料及び一次空気を炉内へ投入する燃料バーナと、該燃料バーナの外周から2次空気を噴射する2次空気投入ポートとを備え、燃料バーナの流路前方部に、内部保炎として複数方向の部材を交差させたクロスタイルのスプリット部材を配設し、該スプリット部材の幅寸法が方向毎に異なるので、出口開口中央付近に設置したスプリット部材は、微粉炭及び空気の流路を分割して流れを内部で乱すとともに、スプリット部材の前方に再循環域を形成するため、内部保炎機構として機能する。この結果、火炎の外周に形成される高温酸素残存領域の抑制が可能となる。

- [0045] 上記の発明において、前記クロスタイルのスプリット部材は、上下方向が幅広であることが好ましく、これにより、ノズル角度を上下方向に変化させてもスプリッタ部材との位置関係に変化が生じにくくなる。
- [0046] 上記の発明において、前記クロスタイルのスプリット部材は、左右方向が幅広であることが好ましく、これにより、横方向のスプリッタ機能が強くなるので、上下方向から投入される2次空気との直接干渉を抑制できる。
- [0047] 上記の発明において、前記クロスタイルのスプリット部材は、左右方向及び上下方向の少なくとも一方に3本以上配設され、かつ、左右方向及び上下方向の少なくとも一方の中央部が幅広であることが好ましく、これにより、外周着火を防止しながら内部着火を強化することができる。
- [0048] また、本発明の固体燃料焚きバーナは、バーナ部と追加空気投入部とに分けて低NO<sub>x</sub>燃焼を行う固体燃料焚きボイラの前記バーナ部に用いられ、内部保炎を有する燃料バーナと、保炎しない2次空気投入ポートとを備え、粉体の固体燃料及び空気を炉内へ投入する固体燃料焚きバーナであって、前記固体燃料焚きバーナが、粉体燃料及び一次空気を炉内へ投入する燃料バーナと、該燃料バーナの外周から2次空気を噴射する2次空気投入ポートとを備え、前記燃料バーナの流路前方部に複数方向の部材を交差させたクロスタイルのスプリット部材を配設し、前記スプリット部材が交差して形成される交差角部の少なくとも1箇所に流路断面積を低減する遮蔽部材を設けたことを特徴とするものである。

- [0049] このような固定燃料焚きバーナによれば、固体燃料焚きバーナが、粉体燃料及び一次空気を炉内へ投入する燃料バーナと、該燃料バーナの外周から2次空気を噴射する2次空気投入ポートとを備え、燃料バーナの流路前方部に複数方向の部材を交差させたクロスタイプのスプリット部材を配設し、スプリット部材が交差して形成される交差角部の少なくとも1箇所に流路断面積を低減する遮蔽部材を設けたので、クロスタイプのスプリット部材による内部保炎機能をさらに強化することができる。
- [0050] 上記の発明において、前記固体燃料焚きボイラは、バーナ部と追加空気投入部とに分けて低NO<sub>x</sub>燃焼を行うことが好ましく、これにより、追加投入空気を分けることでさらに還元を強めることができる。
- [0051] 本発明の固体燃料焚きボイラは、粉体燃料及び空気を炉内へ投入する固体燃料焚きバーナが、前記炉内のコーナ部あるいは壁面部に配置されていることを特徴とするものである。
- [0052] このような固体燃料焚きボイラによれば、粉体燃料及び空気を炉内へ投入する固体燃料焚きバーナが、前記炉内のコーナ部あるいは壁面部に配置されているので、燃料バーナの出口開口中央付近に配置されて内部保炎機構として機能するスプリット部材が粉体燃料及び空気の流路を分割して流れを乱す。この結果、空気の混合及び拡散が火炎の内部まで促進されるようになり、さらに着火面が細分化されることにより、着火位置が火炎の中央に寄って燃料の未燃分を低減する。すなわち、火炎の中心部まで酸素が入り込みやすくなるので、内部着火が効果的に行われるようになり、従って、火炎内部で迅速な還元が行われてNO<sub>x</sub>の発生量は低減される。
- [0053] 本発明の固体燃料焚きバーナは、バーナ部と追加空気投入部とに分けて低NO<sub>x</sub>燃焼を行う固体燃料焚きボイラの前記バーナ部に用いられ、粉体の固体燃料及び空気を炉内へ投入する固体燃料焚きバーナが、粉体燃料及び一次空気を炉内へ投入する燃料バーナと、該燃料バーナの外周から2次空気を噴射するコール2次ポートとを備え、前記燃料バーナの流路前方部に内部保炎用部材としてスプリット部材を配設し、該スプリット部材の外周側で前記コ

ール2次ポートに隣接する端部の一部が除去されていることを特徴とするものである。

[0054] このような固体燃料焚きバーナによれば、固体燃料焚きバーナが、粉体燃料及び一次空気を炉内へ投入する燃料バーナと、該燃料バーナの外周から2次空気を噴射するコール2次ポートとを備え、前記燃料バーナの流路前方部に内部保炎用部材としてスプリット部材を配設し、該スプリット部材の外周側でコール2次ポートに隣接する端部の一部が除去されているので、出口開口中央付近に設置したスプリット部材は、微粉炭及び空気の流路を分割して流れを内部で乱す。さらに、このスプリット部材は、スプリット部材の前方に再循環域を形成するため、内部保炎機構として機能する。この結果、火炎の外周に形成される高温酸素残存領域の抑制が可能となる。

[0055] 特に、スプリット部材の端部を除去した領域では、スプリット部材を着火源とする着火を抑制できるようになり、かつ、火炎内部となるスプリット部材の中心部側で保炎機能を有効に活用できる。

[0056] 上記の発明において、前記内部保炎用部材は、複数方向の部材を交差させたクロスタイプのスプリット部材であることが望ましい。

[0057] 上記の発明において、前記内部保炎用部材のスプリット部材は、少なくとも一方向に複数本配設されていることが望ましい。

[0058] 上記の発明において、前記クロスタイプのスプリット部材は、複数方向のうち少なくとも一方向の端部が除去されていることが望ましく、これにより、スプリット部材の端部における着火源を低減して内部着火の促進が可能になる。すなわち、上下及び左右の2方向を交差させたクロスタイプのスプリット部材は、上下及び左右の端部のうち、少なくともいずれかが除去されればよい。

特に、旋回燃焼方式の場合には、上下方向の端部を除去したスプリット部材とすることが望ましく、これにより、2次空気と直接干渉しやすい上下端に高温高酸素領域が形成されることを防止できる。

[0059] 上記の発明において、前記クロスタイプのスプリット部材は、上下及び左

右方向の少なくとも一方に3本以上配設され、上下左右の中央部に配置された少なくとも一方を残して端部が除去されていることが好ましく、これにより、最も外周着火に寄与すると考えられる領域にはスプリット部材が存在しない構造となる。

[0060] 上記の発明において、前記固体燃料焚きボイラは、バーナ部と追加空気投入部とに分けて低NO<sub>x</sub>燃焼を行うことが好ましく、これにより、追加投入空気を分けることでさらに還元を強めることができる。

[0061] 本発明の固体燃料焚きボイラは、粉体燃料及び空気を炉内へ投入する固体燃料焚きバーナが、前記炉内のコーナ部あるいは壁面部に配置されていることを特徴とするものである。

[0062] このような固体燃料焚きボイラによれば、粉体燃料及び空気を炉内へ投入する固体燃料焚きバーナが、前記炉内のコーナ部あるいは壁面部に配置されているので、燃料バーナの出口開口中央付近に配置されて内部保炎機構として機能するスプリット部材が粉体燃料及び空気の流路を分割して流れを乱す。この結果、空気の混合及び拡散が火炎の内部まで促進されるようになり、さらに着火面が細分化されることにより、着火位置が火炎の中央に寄って燃料の未燃分を低減する。すなわち、火炎の中心部まで酸素が入り込みやすくなるので、内部着火が効果的に行われるようになり、従って、火炎内部で迅速な還元が行われてNO<sub>x</sub>の発生量は低減される。

特に、スプリット部材の端部を除去した領域では、スプリット部材が着火源となる着火を抑制できるようになり、かつ、火炎内部となるスプリット部材の中心部側で保炎機能を有効に活用できる。

[0063] 本発明のボイラは、固体燃料と空気を燃焼させる火炉と、該火炉内で熱交換を行って熱を回収する熱交換器と、前記火炉に固体燃料と1次空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズルと、前記火炉に該燃料ノズルの外側から2次空気を吹き込み可能な2次空気ノズルと、前記火炉における前記燃料ノズル及び前記2次空気ノズルより上方に追加空気を吹き込み可能な追加空気ノズルと、前記燃料ノズルと前記2次空気ノズルと前記追加空気ノ

ズルへ供給する空気量を調整可能な空気量調整装置と、固体燃料の揮発分に応じて前記空気量調整装置を制御する制御装置と、を備えることを特徴とするものである。

- [0064] 従って、制御装置は、固体燃料の揮発分に応じて空気量調整装置を制御し、この空気量調整装置は、燃料ノズルと2次空気ノズルと追加空気ノズルへ供給する空気量を調整することで、固体燃料の揮発分に応じて1次空気量、2次空気量、追加空気量が調整されることとなり、固体燃料の揮発分を適正に燃焼することができると共に、固体燃料を適正に燃焼することができ、NO<sub>x</sub>や未燃分の発生を抑制してボイラ運転効率の向上を図ることができる。
- [0065] 本発明のボイラでは、前記制御装置は、固体燃料の揮発分に応じて前記空気量調整装置を制御し、1次空気と2次空気との合計空気量と、追加空気の空気量との配分を調整することを特徴としている。
- [0066] 従って、1次空気と2次空気との合計空気量が固体燃料の揮発分を燃焼させるために必要な空気量であり、固体燃料の揮発分に応じて1次空気と2次空気との合計空気量を変更することで、固体燃料の揮発分を適正に燃焼することができる。
- [0067] 本発明のボイラでは、前記火炉に前記2次空気ノズルの外側から3次空気を吹き込み可能な3次空気ノズルを設け、前記制御装置は、固体燃料の揮発分に応じて前記空気量調整装置を制御し、1次空気と2次空気との合計空気量と、3次空気と追加空気との合計空気量との配分を調整することを特徴としている。
- [0068] 従って、1次空気と2次空気との合計空気量を変更することで、固体燃料の揮発分を適正に燃焼することができる。
- [0069] 本発明のボイラでは、前記制御装置は、前記空気量調整装置を制御し、1次空気量と追加空気量を予め設定された所定の空気量とし、固体燃料の揮発分に応じて2次空気と3次空気との配分を調整することを特徴としている。
- [0070] 従って、1次空気は、固体燃料を搬送するための搬送用空気であり、追加空気は、固体燃料の燃焼を完結させてNO<sub>x</sub>の発生を抑制するものであるこ

とから、これらを所定の空気量とし、固体燃料の揮発分に応じて2次空気と3次空気との配分を調整することで、所定の燃空比を維持しながら、固体燃料とその揮発分を適正に燃焼することができる。

- [0071] 本発明のボイラでは、前記制御装置は、固体燃料の揮発分が増加すると、2次空気の配分を増加することを特徴としている。
- [0072] 従って、2次空気は燃料ガスと混合して固体燃料を燃焼させるための燃焼用空気であることから、固体燃料の揮発分が増加すると、2次空気の配分を増加することで、固体燃料とその揮発分を適正に燃焼することができる。
- [0073] また、本発明のボイラの運転方法は、固体燃料と空気を燃焼させる火炉と、該火炉内で熱交換を行って熱を回収する熱交換器と、前記火炉に固体燃料と1次空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズルと、前記火炉に該燃料ノズルの外側から2次空気を吹き込み可能な2次空気ノズルと、前記火炉における前記燃料ノズル及び前記2次空気ノズルより上方に追加空気を吹き込み可能な追加空気ノズルと、を備えるボイラにおいて、固体燃料の揮発分に応じて2次空気と3次空気との配分を調整する、ことを特徴とするものである。
- [0074] 従って、固体燃料の揮発分に応じて2次空気と3次空気との配分を調整することで、固体燃料の揮発分を適正に燃焼することができると共に、固体燃料を適正に燃焼することができ、NO<sub>x</sub>や未燃分の発生を抑制してボイラ運転効率の向上を図ることができる。
- [0075] 本発明のボイラの運転方法では、固体燃料の揮発分が増加すると2次空気の配分を増加することを特徴としている。
- [0076] 従って、2次空気は燃料ガスと混合して固体燃料を燃焼させるための燃焼用空気であることから、固体燃料の揮発分が増加すると、2次空気の配分を増加することで、固体燃料とその揮発分を適正に燃焼することができる。

## 発明の効果

- [0077] 本発明の燃焼バーナによれば、固体燃料と空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズルと、燃料ノズルの外側から空気を吹き込み可能な2

次空気ノズルと、燃料ノズルの先端部における軸心側に設けられる保炎器と、燃料ノズルの内壁面と保炎器との間に設けられる整流部材とを設けるので、燃料ガスの適正な流れを実現することができる。

[0078] また、本発明の燃焼バーナによれば、固体燃料と空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズルと、燃料ノズルの外側から空気を吹き込み可能な2次空気ノズルと、燃料ノズルの先端部における軸心側に設けられる保炎器と、燃料ノズル内を流れる燃料ガスを軸心側に導く案内部材とを設けるので、燃料ガスの適正な流れを実現することができ、その結果、内部保炎性能を向上することができる。

[0079] また、本発明の固体燃料焚きバーナ及び固体燃料焚きボイラによれば、燃料バーナの出口開口に内部保炎機構として機能する複数方向のスプリット部材を設けたので、スプリット部材が交差する燃料バーナの出口開口中央付近では、粉体燃料及び空気の流路を分割して流れを乱すことができ、さらに、スプリット部材が着火面を細分化する。従って、着火位置が火炎の中央に寄り、中央では相対的に酸素濃度が低いため、火炎内部で迅速な還元が行われるようになり、固体燃料焚きボイラから最終的に排出されるNO<sub>x</sub>の発生量は低減される。さらには、複数方向のスプリッタを設けたことで、内部の空気拡散が促進され、火炎が局所的に極端な酸素不足となり、未燃分が発生することを抑制できる。

[0080] 即ち、火炎の外周に形成される高温酸素残存領域を抑制し、追加空気投入部から排出される最終的なNO<sub>x</sub>発生量の低減が可能になる。換言すれば、火炎の外周に形成される高温酸素残存領域が抑制されることにより、予混合燃焼に近い燃焼をする火炎内部で発生したNO<sub>x</sub>が効果的に還元されるので、追加空気投入部に到達するNO<sub>x</sub>量の減少及び追加空気投入により発生するNO<sub>x</sub>量の減少により、最終的に排出されるNO<sub>x</sub>量が減少するという顕著な効果が得られる。

[0081] また、本発明の固体燃料焚きバーナ及び固体燃料焚きボイラによれば、燃料バーナの出口開口に内部保炎機構として機能する複数方向のスプリット部

材を設けたので、スプリット部材が交差する燃料バーナの出口開口中央付近では、粉体燃料及び空気の流路を分割して流れを乱すことができ、さらに、スプリット部材が着火面を細分化する。従って、着火位置が火炎の中央に寄り、中央では相対的に酸素濃度が低いため、火炎内部で迅速な還元が行われるようになり、固体燃料焚きボイラから最終的に排出されるNO<sub>x</sub>の発生量は低減される。さらには、複数方向のスプリッタを設けたことで、内部の空気拡散が促進され、火炎が局所的に極端な酸素不足となり、未燃分が発生することを抑制できる。

[0082] 即ち、火炎の外周に形成される高温酸素残存領域を抑制し、追加空気投入部から排出される最終的なNO<sub>x</sub>発生量の低減が可能になる。換言すれば、火炎の外周に形成される高温酸素残存領域が抑制されることにより、予混合燃焼に近い燃焼をする火炎内部で発生したNO<sub>x</sub>が効果的に還元されるので、追加空気投入部に到達するNO<sub>x</sub>量の減少及び追加空気投入により発生するNO<sub>x</sub>量の減少により、最終的に排出されるNO<sub>x</sub>量が減少するという顕著な効果が得られる。

[0083] また、本発明のボイラ及びボイラの運転方法によれば、固体燃料の揮発分に応じて2次空気、3次空気、追加空気などの配分を調整するので、固体燃料及びこの固体燃料に含有する揮発分を適正に燃焼して運転効率の向上を図ることができる。

## 図面の簡単な説明

[0084] [図1]図1は、本発明の実施例1に係る燃焼バーナを表す正面図である。

[図2]図2は、実施例1の燃焼バーナを表す断面図である。

[図3]図3は、実施例1の燃焼バーナにおける変形例を表す断面図である。

[図4]図4は、実施例1の燃焼バーナにおける変形例を表す断面図である。

[図5]図5は、実施例1の燃焼バーナにおける変形例を表す正面図である。

[図6]図6は、実施例1の燃焼バーナにおける変形例を表す断面図である。

[図7]図7は、実施例1の燃焼バーナにおける変形例を表す断面図である。

[図8]図8は、実施例1の燃焼バーナにおける変形例を表す正面図である。

[図9]図9は、実施例1の燃焼バーナが適用された微粉炭焚きボイラを表す概略構成図である。

[図10]図10は、実施例1の微粉炭焚きボイラにおける燃焼バーナを表す平面図である。

[図11]図11は、本発明の実施例2に係る燃焼バーナを表す断面図である。

[図12]図12は、本発明の実施例3に係る燃焼バーナを表す断面図である。

[図13]図13は、本発明の実施例4に係る燃焼バーナを表す断面図である。

[図14]図14は、本発明の実施例5に係る燃焼バーナを表す断面図である。

[図15]図15は、本発明の実施例6に係る燃焼バーナを表す断面図である。

[図16]図16は、本発明の実施例7に係る燃焼バーナを表す正面図である。

[図17]図17は、実施例7の燃焼バーナを表す断面図である。

[図18]図18は、実施例7の燃焼バーナが適用された微粉炭焚きボイラを表す概略構成図である。

[図19]図19は、実施例7の微粉炭焚きボイラにおける燃焼バーナを表す平面図である。

[図20]図20は、本発明の実施例8に係る燃焼バーナを表す断面図である。

[図21]図21は、本発明の実施例9に係る燃焼バーナを表す正面図である。

[図22]図22は、本発明の実施例10に係る燃焼バーナを表す正面図である。

。

[図23]図23は、本発明の実施例11に係る燃焼バーナを表す断面図である。

。

[図24]図24は、実施例11の燃焼バーナの変形例を表す断面図である。

[図25]図25は、本発明に係る固体燃料焚き（石炭燃料焚き）バーナについて実施例12を示す図で、（a）は固体燃料焚きバーナを火炉内から見た正面図、（b）は（a）に示す固体燃料焚きバーナのA-A断面図（固体燃料焚きバーナの縦断面図）である。

[図26]図26は、図25の固体燃料焚きバーナに空気を供給している空気供給系統を示す図である。

[図27]図27は、本発明に係る固体燃料焚き（石炭焚き）ボイラの構成例を示す縦断面図である。

[図28]図28は、図24の横（水平）断面図である。

[図29]図29は、追加空気投入部を備えて空気を多段投入する固体燃料焚きボイラの概要を示す説明図である。

[図30]図30は、図25に示した固体燃料焚きバーナのスプリット部材について、（a）は断面形状の一例を示す図、（b）断面形状の第1変形例を示す図、（c）は断面形状の第2変形例を示す図、（d）は断面形状の第3変形例を示す図である。

[図31]図31は、本発明に係る固体燃料焚き（石炭燃料焚き）バーナについて実施例14を示す図で、（a）は固体燃料焚きバーナを火炉内から見た正面図、（b）は（a）に示す固体燃料焚きバーナのB-B断面図（固体燃料焚きバーナの縦断面図）である。

[図32]図32は、（a）は遮蔽部材の一形状例を示す図31（a）のC-C断面図、（b）は（a）に示した遮蔽部材の他の形状例を示す断面図である。

[図33]図33は、本発明に係る旋回燃焼ボイラ用の固体燃料焚き（石炭燃料焚き）バーナについて実施例15を示す図で、（a）は固体燃料焚きバーナを火炉内から見た正面図、（b）は（a）に示す固体燃料焚きバーナのA-A断面図（固体燃料焚きバーナの縦断面図）である。

[図34]図34は、図33の固体燃料焚きバーナに空気を供給している空気供給系統を示す図である。

[図35]図35は、本発明に係る固体燃料焚きボイラ（石炭焚きボイラ）の構成例を示す縦断面図である。

[図36]図36は、図35の横（水平）断面図である。

[図37]図37は、追加空気投入部を備えて空気を多段投入する固体燃料焚きボイラの概要を示す説明図である。

[図38]図38は、図33に示した固体燃料焚きバーナのスプリット部材につ

いて、(a)は断面形状の一例を示す図、(b)断面形状の第1変形例を示す図、(c)は断面形状の第2変形例を示す図、(d)は断面形状の第3変形例を示す図である。

[図39]図39は、本発明の実施例17に係るボイラとしての微粉炭焚きボイラを表す概略構成図である。

[図40]図40は、実施例17の微粉炭焚きボイラにおける燃焼バーナを表す平面図である。

[図41]図41は、実施例17の燃焼バーナを表す正面図である。

[図42]図42は、実施例17の燃焼バーナを表す断面図である。

[図43]図43は、1次空気及び2次空気に対するNO<sub>x</sub>発生量及び未燃分発生量を表すグラフである。

### 発明を実施するための形態

[0085] 以下に添付図面を参照して、本発明の燃焼バーナ、固体燃料焚きバーナ並びに固体燃料焚きボイラ、ボイラ及びボイラの運転方法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て構成するものも含むものである。

### 実施例 1

[0086] 従来の微粉炭焚きボイラの燃焼バーナとしては、上述した特許文献1に記載されたものがある。この特許文献1に記載された燃焼装置では、微粉炭噴出孔（1次流路）内部の中心と外周部との間に保炎器を設けることで、この保炎器に微粉炭濃縮流を衝突させ、広い負荷範囲において安定して低NO<sub>x</sub>燃焼を可能としている。

[0087] しかし、この従来の燃焼装置にあっては、微粉炭と空気との燃料ガスが保炎器に衝突したとき、この保炎器の後端部で流れが剥離し、保炎器前端部での保炎能力を十分に發揮することが困難となってしまう。また、微粉炭と空気との燃料ガスが流れる流路にて、保炎器の近傍では、この保炎器の配置により流路断面積が小さくなり、その上流側に比べて燃料ガスの流速が速くな

る。すると、保炎器の上流側で燃料ガスの流速が遅くなり、この燃料ガスに含まれる微粉炭が流路の下部に堆積あるいは付着してしまう。

[0088] 実施例1は、この課題を解決するものであり、固体燃料と空気とが混合した燃料ガスの適正な流れを実現可能とする燃焼バーナを提供することを目的とする。

[0089] 図1は、本発明の実施例1に係る燃焼バーナを表す正面図、図2は、実施例1の燃焼バーナを表す断面図、図3及び図4は、実施例1の燃焼バーナにおける変形例を表す断面図、図5は、実施例1の燃焼バーナにおける変形例を表す正面図、図6及び図7は、実施例1の燃焼バーナにおける変形例を表す断面図、図8は、実施例1の燃焼バーナにおける変形例を表す正面図、図9は、実施例1の燃焼バーナが適用された微粉炭焚きボイラを表す概略構成図、図10は、実施例1の微粉炭焚きボイラにおける燃焼バーナを表す平面図である。

[0090] 実施例1の燃焼バーナが適用された微粉炭焚きボイラは、石炭を粉碎した微粉炭を固体燃料として用い、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。

[0091] この実施例1において、図9に示すように、微粉炭焚きボイラ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。

[0092] 燃焼装置12は、火炉壁に装着された複数の燃焼バーナ21, 22, 23, 24, 25を有している。本実施例にて、この燃焼バーナ21, 22, 23, 24, 25は、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、つまり、5段配置されている。

[0093] そして、各燃焼バーナ21, 22, 23, 24, 25は、微粉炭供給管26, 27, 28, 29, 30を介して微粉炭機(ミル)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、搬送空気（1次空気）により分級された微粉炭を微粉炭供給管26, 27, 28, 29, 30から燃焼バーナ21, 22, 23, 24, 25に供給することができる。

[0094] また、火炉11は、各燃焼バーナ21, 22, 23, 24, 25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37の一端部が連結されており、この空気ダクト37は、他端部に送風機38が装着されている。従って、送風機38により送られた燃焼用空気（2次空気、3次空気）を、空気供給配管37から風箱36に供給し、この風箱36から各燃焼バーナ21, 22, 23, 24, 25に供給することができる。

[0095] そのため、燃焼装置12にて、各燃焼バーナ21, 22, 23, 24, 25は、微粉炭と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、2次空気を火炉11内に吹き込み可能となっており、図示しない点火トーチにより微粉燃料混合気に点火することで、火炎を形成することができる。

[0096] なお、一般的に、ボイラの起動時には、各燃焼バーナ21, 22, 23, 24, 25は、油燃料を火炉11内に噴射して火炎を形成している。

[0097] 火炉11は、上部に煙道40が連結されており、この煙道40に、対流伝熱部として排ガスの熱を回収するための過熱器（スーパーヒータ）41, 42、再熱器43, 44、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排ガスと水との間で熱交換が行われる。

[0098] 煙道40は、その下流側に熱交換を行った排ガスが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21, 22, 23, 24, 25

に供給する燃焼用空気を昇温することができる。

[0099] 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。

[0100] 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と共に微粉炭供給管26, 27, 28, 29, 30を通して燃焼バーナ21, 22, 23, 24, 25に供給される。また、加熱された燃焼用空気が空気ダクト37から風箱36を介して各燃焼バーナ21, 22, 23, 24, 25に供給される。すると、燃焼バーナ21, 22, 23, 24, 25は、微粉炭と搬送用空気とが混合した微粉燃料混合気を火炉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。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内の下部で火炎が生じると、燃焼ガス（排ガス）がこの火炉11内を上昇し、煙道40に排出される。

[0101] なお、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、内部が還元雰囲気に保持される。そして、微粉炭の燃焼により発生したNO<sub>x</sub>が火炉11で還元され、その後、アディショナルエアが追加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NO<sub>x</sub>の発生量が低減される。

[0102] このとき、図示しない給水ポンプ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、図示しない蒸気ドラムに供給され火炉壁の各水管（図示せず）に供給される間に加熱されて飽和蒸気となり、図示しない蒸気ドラムに送り込まれる。更に、図示しない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、図示しない発電プラント（例えば、タービン等）に供給される。また、タービンでの膨張過程の中途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る。なお、火炉11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。

[0103] その後、煙道40の節炭器45, 46, 47を通過した排ガスは、排ガス管48にて、図示しない脱硝装置にて、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。

[0104] 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21, 22, 23, 24, 25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21についてのみ説明する。

[0105] 燃焼バーナ21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21a, 21b, 21c, 21dから構成されている。各燃焼バーナ21a, 21b, 21c, 21d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。

[0106] 従って、火炉11の各壁面にある各燃焼バーナ21a, 21b, 21c, 21dは、火炉11に対して、微粉炭と搬送用空気が混合した微粉燃料混合気を吹き込むと共に、その微粉燃料混合気の外側に燃焼用空気を吹き込む。そして、各燃焼バーナ21a, 21b, 21c, 21d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10にて）反時計周り方向に旋回する火炎旋回流となる。

[0107] このように構成された燃焼バーナ21（21a, 21b, 21c, 21d）にて、図1及び図2に示すように、中心側から燃料ノズル51と、2次空気ノズル52と、3次空気ノズル53とが設けられると共に、保炎器54が設けられている。燃料ノズル51は、微粉炭（固体燃料）と搬送用空気（1次空気）とを混合した燃料ガス（微粉燃料混合気）を吹き込み可能なものである。2次空気ノズル52は、第1ノズル51の外側に配置され、燃料ノズ

ル5 1から噴射された燃料ガスの外周側に燃焼用空気（2次空気）を吹き込み可能なものである。3次空気ノズル5 3は、2次空気ノズル5 2の外側に配置され、2次空気ノズル5 2噴射された2次空気の外周側に3次空気を吹き込み可能なものである。

[0108] また、保炎器5 4は、燃料ノズル5 1内であって、燃料ガスの吹き込み方向の下流側で、且つ、軸中心心側に配置されることで、燃料ガスの着火用及び保炎用として機能するものである。この保炎器5 4は、水平方向に沿う第1保炎部材6 1，6 2と、鉛直方向（上下方向）に沿う第2保炎部材6 3，6 4とを十字形状をなすように配置した、所謂、ダブルクロススプリット構造をなすものである。そして、各第1保炎部材6 1，6 2は、その厚さが一定な平板形状をなす平坦部6 1 a，6 2 aと、この平坦部6 1 a，6 2 aの前端部（燃料ガスの流れ方向の下流端部）に一体に設けられた拡幅部6 1 b，6 2 bを有している。この拡幅部6 1 b，6 2 bは、断面が二等辺三角形状をなし、燃料ガスの流れ方向の下流側に向って幅が広くなり、前端がこの燃料ガスの流れ方向に直交する平面となっている。なお、図示しないが、各第2保炎部材6 3，6 4についても同様の構造となっている。

[0109] そのため、燃料ノズル5 1及び2次空気ノズル5 2は、長尺な管状構造を有し、燃料ノズル5 1は、矩形状の開口部5 1 aを有し、2次空気ノズル5 2は、矩形リング状の開口部5 2 aを有していることから、燃料ノズル5 1と2次空気ノズル5 2とは、二重管構造となっている。燃料ノズル5 1及び2次空気ノズル5 2の外側に、3次空気ノズル5 3が二重管構造として配置されており、矩形リング状の開口部5 3 aを有している。その結果、燃料ノズル5 1の開口部5 1 aの外側に2次空気ノズル5 2の開口部5 2 aが配設され、この2次空気ノズル5 2の開口部5 2 aの外側に3次空気ノズル5 3の開口部5 3 aが配設されることとなる。なお、3次空気ノズル5 3は、二重管構造として配置せずに、2次空気ノズル5 2の外周側に別途複数のノズルを配置して3次空気ノズルとしてもよい。

[0110] これらのノズル5 1，5 2，5 3は、開口部5 1 a，5 2 a，5 3 aが同

一面上に揃えられて配置されている。また、保炎器 5 4 は、燃料ノズル 5 1 の内壁面、または、燃料ガスが流れる流路の上流側から図示しない板材により支持されている。また、燃料ノズル 5 1 は、内部にこの保炎器 5 4 としての複数の保炎部材 6 1, 6 2, 6 3, 6 4 が配置されていることから、燃料ガスの流路が 9 つに分割されることとなる。そして、保炎器 5 4 は、前端部に幅が広がった拡幅部 6 1 b, 6 2 b が位置することとなり、この拡幅部 6 1 b, 6 2 b は、前面が開口部 5 1 a と同一面上に揃えられている。

- [0111] また、実施例 1 の燃焼バーナ 2 1 では、燃料ノズル 5 1 の内壁面と保炎器 5 4 との間に整流部材 5 5 が設けられている。この整流部材 5 5 は、燃料ノズル 5 1 の内壁面と所定の隙間をもつと共に、保炎器 5 4 と所定の隙間をもって配置されている。
- [0112] 即ち、整流部材 5 5 は、水平方向に沿う第 1 整流部材 6 5, 6 6 と、鉛直方向（上下方向）に沿う第 2 整流部材 6 7, 6 8 とを枠形状をなすように配置した構造をなすものである。即ち、第 1 整流部材 6 5 は、燃料ノズル 5 1 の上壁と第 1 保炎部材 6 1 との間に位置し、第 1 整流部材 6 6 と、燃料ノズル 5 1 の下壁と第 1 保炎部材 6 2 との間に位置している。また、第 2 整流部材 6 7 は燃料ノズル 5 1 の側壁（図 1 にて、左壁）と第 2 保炎部材 6 3 との間に位置し、第 2 整流部材 6 8 は、燃料ノズル 5 1 の側壁（図 1 にて、右壁）と第 2 保炎部材 6 4 との間に位置している。
- [0113] そして、各第 1 整流部材 6 5, 6 6 は、その厚さが一定な平板形状をなす平坦部 6 5 a, 6 6 a と、この平坦部 6 5 a, 6 6 a の前端部（燃料ガスの流れ方向の下流端部）に一体に設けられた先細部 6 5 b, 6 6 b を有している。この先細部 6 5 b, 6 6 b は、断面が二等辺三角形状をなし、燃料ガスの流れ方向の下流側に向って幅が狭くなり、前端が鋭角となっている。なお、図示しないが、各第 2 整流部材 6 7, 6 8 についても同様の構造となっている。
- [0114] この場合、各保炎部材 6 1, 6 2, 6 3, 6 4 と各整流部材 6 5, 6 6, 6 7, 6 8 とは、燃料ガスの流れ方向の長さがほぼ同様であり、燃料ガスの

流れ方向に直交する方向に対向して配置されている。なお、各保炎部材 6 1, 6 2, 6 3, 6 4 と各整流部材 6 5, 6 6, 6 7, 6 8 とは、拡幅部 6 1 b, 6 2 b と先細部 6 5 b, 6 6 b も、燃料ガスの流れ方向の長さがほぼ同様であり、燃料ガスの流れ方向に直交する方向に対向して配置されている。

[0115] 保炎器 5 4 と整流部材 5 5 は、上述した拡幅部 6 1 b, 6 2 b と先細部 6 5 b, 6 6 b が設けられた形状となすことから、保炎器 5 4 と整流部材 5 5 における燃料ガスの流れ方向に直交する方向の距離が、燃料ガスの流れ方向に沿ってほぼ同じとなっている。

[0116] 従って、この燃焼バーナ 2 1 では、微粉炭と 1 次空気とを混合した燃料ガスが燃料ノズル 5 1 の開口部 5 1 a から炉内に吹き込まれると共に、その外側にて 2 次空気が 2 次空気ノズル 5 2 の開口部 5 2 a から炉内に吹き込まれ、その外側にて 3 次空気が 3 次空気ノズル 5 3 の開口部 5 3 a から炉内に吹き込まれる。このとき、燃料ガスは、燃料ノズル 5 1 の開口部 5 1 a にて、保炎器 5 4 により分岐されて着火され、燃焼して燃焼ガスとなる。また、この燃料ガスの外周に 2 次空気が吹き込まれることで、燃料ガスの燃焼が促進される。また、燃焼火炎の外周に、3 次空気が吹き込まれることで、2 次空気と 3 次空気の割合を調整し、最適な燃焼を得ることができる。

[0117] そして、この燃焼バーナ 2 1 では、保炎器 5 4 がスプリット形状をなすので、燃料ガスが燃料ノズル 5 1 の開口部 5 1 a にて保炎器 5 4 により分岐され、このとき、保炎器 5 4 が燃料ノズル 5 1 の開口部 5 1 a の中央領域に配置され、この中央領域にて、燃料ガスの着火及び保炎が行われる。これにより、燃焼火炎の内部保炎（燃料ノズル 5 1 の開口部 5 1 a の中央領域における保炎）が実現される。

[0118] そのため、燃焼火炎の外部保炎が行われる構成と比較して、燃焼火炎の外周部が低温となり、2 次空気により高酸素雰囲気下にある燃焼火炎の外周部の温度を低くでき、燃焼火炎の外周部における NO<sub>x</sub> 発生量が低減される。

[0119] また、燃焼バーナ 2 1 では、内部保炎する構成が採用されるため、燃料ガス及び燃焼空気（2 次空気及び 3 次空気）が直進流として供給されることが

好ましい。即ち、燃料ノズル51、2次空気ノズル52、3次空気ノズル53が、燃料ガス、2次空気、3次空気を旋回させることなく直進流として供給する構造を有することが好ましい。この燃料ガス、2次空気、3次空気が直進流として噴射されて燃焼火炎が形成されるため、燃焼火炎を内部保炎する構成において、燃焼火炎内のガス循環が抑制される。これにより燃焼火炎の外周部が低温のまま維持され、2次空気との混合によるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。

- [0120] 更に、燃焼バーナ21では、燃料ノズル51と保炎器54との間に、それぞれと所定の隙間をもって整流部材55が設けられている。そのため、特に、保炎器54と整流部材55との間に流れる燃料ガスが整流されることで、保炎器54の後端部における燃料ガスの剥離がなくなり、先端部に向けた燃料ガスの流れが形成されるため、この保炎器54は、先端部で十分な保炎力を確保することができる。
- [0121] また、保炎器54の先端部に拡幅部61b, 62bが設けられ、整流部材55の先端部に先細部65b, 66bが設けられることから、保炎器54と整流部材55との間に形成される流路は、その長手方向でほぼ同様の通路断面積となり、ここを流れる燃料ガスの流速が均一化され、燃料ガスの流速が全体として低減するため、この保炎器54は、先端部で十分な保炎力を確保することができる。また、微粉炭焚きボイラでは、蒸気温度や排ガス特性を調整する必要があり、その際にも整流部材55により内部保炎確保することが可能となる。
- [0122] なお、燃焼バーナ21にて、保炎器54及び整流部材55の構成は、上述した実施例に限定されるものではない。
- [0123] 例えば、図3に示すように、燃焼バーナ21にて、中心側から燃料ノズル51と、2次空気ノズル52と、3次空気ノズル53とが設けられると共に、保炎器71が設けられている。この保炎器71は、燃料ノズル51内であって、燃料ガスの吹き込み方向の下流側で、且つ、軸中心心側に配置されることで、燃料ガスの着火用及び保炎用として機能するものである。この保炎

器 7 1 は、水平方向に沿う第 1 保炎部材 7 2, 7 3 と、鉛直方向に沿う第 2 保炎部材（図示略）とを十字形状をなすように配置した、所謂、ダブルクロススプリット構造をなすものである。そして、第 1 保炎部材 7 2, 7 3 は、断面が二等辺三角形状をなして燃料ガスの流れ方向の下流側に向って幅が広くなる拡幅形状となっており、前端が燃料ガスの流れ方向に直交する平面となっている。なお、各第 2 保炎部材についても同様の構造となっている。

[0124] 従って、燃料ガスが燃料ノズル 5 1 の開口部 5 1 a にて保炎器 7 1 により分岐されることで、前面側に回りこんで燃焼火炎の内部保炎が可能となり、2 次空気により高酸素雰囲気下にある燃焼火炎の外周部の温度が低くなり、燃焼火炎の外周部における NO<sub>x</sub> 発生量が低減される。また、このとき、整流部材 5 5 により保炎器 7 1 との間に流れる燃料ガスが整流されることで、燃料ガスの剥離がなくなり、また、ここを流れる燃料ガスの流速が均一化されて流速が低減するため、この保炎器 7 1 は、先端部で十分な保炎力を確保することができる。

[0125] また、図 4 に示すように、燃焼バーナ 2 1 にて、中心側から燃料ノズル 5 1 と、2 次空気ノズル 5 2 と、3 次空気ノズル 5 3 とが設けられると共に、保炎器 5 4 が設けられている。そして、燃料ノズル 5 1 の内壁面と保炎器 5 4 との間に整流部材 7 5 が設けられている。この整流部材 7 5 は、燃料ノズル 5 1 の内壁面と所定の隙間をもつと共に、保炎器 5 4 と所定の隙間をもつて配置されている。即ち、整流部材 7 5 は、水平方向に沿う第 1 整流部材 7 6, 7 7 と、鉛直方向（上下方向）に沿う第 2 整流部材（図示略）とを棒形状をなすように配置した構造をなすものである。そして、各第 1 整流部材 7 6, 7 7 は、その厚さが一定な平板形状をなしている。なお、各第 2 整流部材についても同様の構造となっている。

[0126] この場合、各整流部材 7 6, 7 7 は、各保炎部材 6 1, 6 2 より燃料ガスの流れ方向の長さが若干短くなっている、燃料ガスの流れ方向に直交する方向に対向して配置されている。即ち、各保炎部材 6 1, 6 2 の平坦部 6 1 a, 6 2 a と各整流部材 7 6, 7 7 とは、燃料ガスの流れ方向の長さがほぼ同

様となっている。

- [0127] 保炎器 5 4 と整流部材 7 5 は、上述した拡幅部 6 1 b, 6 2 b が設けられた形状となすことから、保炎器 5 4 と整流部材 7 5 における燃料ガスの流れ方向に直交する方向の距離が、燃料ガスの流れ方向に沿ってほぼ同じとなっている。そして、この保炎器 5 4 は、燃料ガスの流れ方向における下流側に拡幅部 6 1 b, 6 2 b が設けられる一方、整流部材 7 5 は、この拡幅部 6 1 b, 6 2 b に対向しない位置に設けられている。
- [0128] 従って、燃料ガスが燃料ノズル 5 1 の開口部にて保炎器 5 4 により分岐されることで、前面側に回りこんで燃焼火炎の内部保炎が可能となり、2次空気により高酸素雰囲気下にある燃焼火炎の外周部の温度が低くなり、燃焼火炎の外周部における NO<sub>x</sub> 発生量が低減される。また、このとき、整流部材 7 5 により保炎器 5 4 との間に流れる燃料ガスが整流されることで、燃料ガスの剥離がなくなり、また、ここを流れる燃料ガスの流速が均一化されて流速が低減するため、この保炎器 5 4 は、先端部で十分な保炎力を確保することができる。
- [0129] また、図 5 に示すように、燃焼バーナ 2 1 にて、中心側から燃料ノズル 5 1 と、2次空気ノズル 5 2 と、3次空気ノズル 5 3 とが設けられると共に、保炎器 8 1 が設けられている。そして、燃料ノズル 5 1 の内壁面と保炎器 8 1 との間に整流部材 5 5 が設けられている。この保炎器 8 1 は、燃料ノズル 5 1 内であって、燃料ガスの吹き込み方向の下流側で、且つ、軸中心心側に配置されることで、燃料ガスの着火用及び保炎用として機能するものである。この保炎器 8 1 は、水平方向に沿う第 1 保炎部材 8 2, 8 3 と、鉛直方向に沿う第 2 保炎部材 8 4, 8 5 を十字形状をなすように配置した、所謂、ダブルクロススプリット構造をなすものである。そして、第 1 保炎部材 8 2, 8 3 は、第 2 保炎部材 8 4, 8 5 に比べて大きな幅に設定されている。
- [0130] 従って、燃料ガスが燃料ノズル 5 1 の開口部 5 1 a にて保炎器 8 1 により分岐されることで、前面側に回りこんで燃焼火炎の内部保炎が可能となり、2次空気により高酸素雰囲気下にある燃焼火炎の外周部の温度が低くなり

、燃焼火炎の外周部におけるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。この場合、第1保炎部材82, 83は、第2保炎部材84, 85より幅広であることから、第1保炎部材82, 83は、第2保炎部材84, 85より高い保炎能力を有している。本実施例のバーナ21は、旋回燃焼方式であり、燃料ガスの上下から空気の供給があることから、内部保炎のために水平方向に高い保炎能力を確保することが有効となる。

[0131] ここでは、水平方向に沿った第1保炎部材82, 83を鉛直方向に沿った第2保炎部材84, 85より大きな幅に設定することで、この幅の広い第1保炎部材82, 83により水平方向における保炎機能を向上することが可能となる。一方で、鉛直方向に沿った第2保炎部材84, 85を水平方向に沿った第1保炎部材82, 83より大きな幅に設定するように構成してもよい。この場合、蒸気温度制御などのために燃料ノズル51の向きを上下に振るときに、第2保炎部材84, 85が悪影響を与えることなく、保炎機能を向上することが可能となる。これは、燃料ノズル51が上下に動いたとき、燃料ガスの吹き込み位置に対する保炎部材の位置が、第1保炎部材82, 83だと大きく変わるのでに対し、第2保炎部材84, 85だとほとんど変わらないからである。

[0132] また、図6に示すように、燃焼バーナ21にて、中心側から燃料ノズル51と、2次空気ノズル52と、3次空気ノズル53とが設けられると共に、保炎器91が設けられている。この保炎器91は、燃料ノズル51内であって、燃料ガスの吹き込み方向の下流側で、且つ、軸中心心側に配置されることで、燃料ガスの着火用及び保炎用として機能するものである。この保炎器91は、水平方向に沿う第1保炎部材92, 93と、鉛直方向に沿う第2保炎部材（図示略）とを十字形状をなすように配置した、所謂、ダブルクロススプリット構造をなすものである。そして、第1保炎部材92, 93は、平坦部92a, 93aと拡幅部92b, 93bと先細部92c, 93cとを有しており、先細部92c, 93cは、後端部に設けられて燃料ガスの流れ方向の上流側に向って幅が狭くなっている。なお、各第2保炎部材についても

同様の構造となっている。

[0133] そして、燃料ノズル51の内壁面と保炎器91との間に整流部材95が設けられている。この整流部材95は、燃料ノズル51の内壁面と所定の隙間をもつと共に、保炎器91と所定の隙間をもって配置されている。即ち、整流部材95は、水平方向に沿う第1整流部材96, 97と、鉛直方向（上下方向）に沿う第2整流部材（図示略）とを枠形状をなすように配置した構造をなすものである。そして、各第1整流部材96, 97は、平坦部96a, 97aと先細部96b, 97bと先細部96c, 97cとを有しており、先細部96c, 97cは、後端部に設けられて燃料ガスの流れ方向の上流側に向って幅が狭くなっている。なお、各第2整流部材についても同様の構造となっている。

[0134] 従って、燃料ガスが燃料ノズル51の開口部51aにて保炎器91により分岐されることで、前面側に回りこんで燃焼火炎の内部保炎が可能となり、2次空気により高酸素雰囲気下にある燃焼火炎の外周部の温度が低くなり、燃焼火炎の外周部におけるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。また、このとき、整流部材95により保炎器91との間に流れる燃料ガスが整流されることで、燃料ガスの剥離がなくなり、また、ここを流れる燃料ガスの流速が均一化されて流速が低減するため、この保炎器91は、先端部で十分な保炎力を確保することができる。また、保炎器91及び整流部材95は、先細部92c, 93c, 96c, 97cが設けられていることで、燃料ガスが保炎器91や整流部材95に沿って滑らかに流れることとなり、剥離が抑制される。

[0135] また、図7に示すように、燃焼バーナ21にて、中心側から燃料ノズル51と、2次空気ノズル52と、3次空気ノズル53とが設けられると共に、保炎器54が設けられている。そして、燃料ノズル51の内壁面と保炎器54との間に整流部材101が設けられている。この整流部材101は、燃料ノズル51の内壁面と所定の隙間をもつと共に、保炎器54と所定の隙間をもって配置されている。即ち、整流部材101は、水平方向に沿う第1整流部材102, 103と、鉛直方向（上下方向）に沿う第2整流部材（図示略

)とを枠形状をなすように配置した構造をなすものである。そして、各第1整流部材102, 103は、その厚さが一定な平板形状をなす平坦部102a, 103aと、その前端部(燃料ガスの流れ方向の下流端部)に一体に設けられた拡幅部102b, 103bを有している。なお、各第2整流部材についても同様の構造となっている。

[0136] この場合、各整流部材102, 103は、各保炎部材61, 62より燃料ガスの流れ方向の長さが若干短くなっている、燃料ガスの流れ方向に直交する方向に対向して配置されている。即ち、各保炎部材61, 62の平坦部61a, 62aと各整流部材102, 103とは、燃料ガスの流れ方向の長さがほぼ同様となっている。

[0137] 従って、燃料ガスが燃料ノズル51の開口部にて保炎器54により分岐されることで、前面側に回りこんで燃焼火炎の内部保炎が可能となり、2次空気により高酸素霧囲気下にある燃焼火炎の外周部の温度が低くなり、燃焼火炎の外周部におけるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。また、このとき、整流部材101により保炎器54との間に流れる燃料ガスが整流されることで、燃料ガスの剥離がなくなり、また、ここを流れる燃料ガスの流速が均一化されて流速が低減するため、この保炎器54は、先端部で十分な保炎力を確保することができる。更に、整流部材101が保炎器54より短いことから、先端部に拡幅部102b, 103bを設けて保炎機能を付与しても、燃料ノズル51の通路面積を極端に狭くすることなく、保炎力を向上することができ、難燃性の燃料であっても安定燃焼させることができる。

[0138] また、図8に示すように、燃焼バーナ21にて、中心側から燃料ノズル111と、2次空気ノズル112と、3次空気ノズル113とが設けられると共に、保炎器114が設けられている。そして、燃料ノズル111の内壁面と保炎器114との間に整流部材115が設けられている。この場合、燃料ノズル111は、円形の開口部を有しており、2次空気ノズル112と3次空気ノズル113も、同様に、円筒形状をなしている。このような構成は、特に、燃焼バーナ21を対向して配置した構成に適用される。

[0139] 保炎器114は、燃料ノズル111内であって、燃料ガスの吹き込み方向の下流側で、且つ、軸中心心側に配置されることで、燃料ガスの着火用及び保炎用として機能するものである。この保炎器114は、水平方向に沿う2つの保炎部材と鉛直方向に沿う2つの保炎部材を交差するように配置している。また、整流部材115は、燃料ノズル111の内壁面と所定の隙間をもつと共に、保炎器114と所定の隙間をもって配置されている。即ち、整流部材115は、水平方向に沿う2つの整流部材と鉛直方向に沿う2つの整流部材とを枠形状をなすように配置した構造をなすものである。

[0140] 従って、燃料ガスが燃料ノズル111の開口部にて保炎器114により分岐されることで、前端面側に回りこんで燃焼火炎の内部保炎が可能となり、2次空気により高酸素雰囲気下にある燃焼火炎の外周部の温度が低くなり、燃焼火炎の外周部におけるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。また、このとき、整流部材115により保炎器114との間に流れる燃料ガスが整流されることで、燃料ガスの剥離がなくなり、また、ここを流れる燃料ガスの流速が均一化されて流速が低減するため、この保炎器114は、先端部で十分な保炎力を確保することができる。

[0141] このように実施例1の燃焼バーナにあっては、微粉炭と1次空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズル51と、この燃料ノズル51の外側から2次空気を吹き込み可能な2次空気ノズル52とを設けると共に、燃料ノズル51の先端部における軸中心側に保炎器54を設け、燃料ノズル51の内壁面とこの保炎器54との間に整流部材55を設けている。

[0142] 従って、燃料ノズル51の内壁面と保炎器54との間に整流部材55を設けることで、燃料ノズル51内を流れる燃料ガスは、この整流部材55によりその流れが整流され、保炎器54の後端部における燃料ガスの流れの剥離が抑制されると共に、流速がほぼ一定となって微粉炭燃料が燃料ノズル51の内壁面に堆積（または、付着）することが抑制されることとなり、燃料ガスの適正な流れを実現することができる。

[0143] また、実施例1の燃焼バーナでは、整流部材55を保炎器54と所定の隙

間をもって配置している。従って、整流部材55と保炎器54との間に所定の隙間が確保されることで、整流部材55と保炎器54との間を流れる燃料ガスは、その流れが整流されて保炎器54に適正に導入されることとなり、保炎器54による保炎機能を十分に発揮させることが可能となる。

[0144] また、実施例1の燃焼バーナでは、整流部材55により、保炎器54と整流部材55との距離が燃料ガスの流れ方向に沿ってほぼ同じになるように設定している。従って、整流部材55により保炎器54との距離が燃料ガスの流れ方向に沿ってほぼ同じになることで、この整流部材55と保炎器54との間を流れる燃料ガスは、その流速がほぼ一定となり、燃料ノズル51の微粉炭燃料の堆積や保炎器54への微粉炭燃料の付着を抑制することができる。

[0145] また、実施例1の燃焼バーナでは、保炎器54における燃料ガスの流れ方向における下流側に拡幅部61b, 62bを設ける一方、整流部材55における燃料ガスの流れ方向における下流側に先細部65b, 66bを設けている。従って、保炎器54の先端部に拡幅部61b, 62bを設けることで、確実な保炎を実現することができる一方、整流部材55の先端部に先細部65b, 66bを設けることで、保炎器54と整流部材55との距離を燃料ガスの流れ方向でほぼ一定とすることができる。

[0146] また、実施例1の燃焼バーナにあっては、保炎器54を、水平方向に沿って鉛直方向に所定隙間をもって平行をなす2つの第1保炎部材61, 62と、鉛直方向に沿って水平方向に所定隙間をもって平行をなす2つの第2保炎部材63, 64とが交差するように配置した構造としている。従って、保炎器54をダブルクロス構造とすることで、十分な保炎機能を確保することができる。

[0147] また、実施例1の燃焼バーナにあっては、保炎器54における燃料ガスの流れ方向における下流側に拡幅部61b, 62bを設ける一方、整流部材75をこの拡幅部61b, 62bに対向しない位置に設けている。従って、保炎器54の拡幅部61b, 62bに対向しない位置に整流部材75を

設けることで、保炎器 54 の拡幅部 61b, 62b と燃料ノズル 51 との間における燃料ガスの流路が狭くなることはなく、燃料ガスの流速がほぼ一定とし、燃料ノズル 51 の微粉炭燃料の堆積や保炎器 54 への微粉炭燃料の付着を抑制することができる。

## 実施例 2

[0148] 図 11 は、本発明の実施例 2 に係る燃焼バーナを表す断面図である。なお、上述した実施例と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0149] 実施例 2 の燃焼バーナにおいて、図 11 に示すように、燃焼バーナ 21 にて、中心側から燃料ノズル 51 と、2 次空気ノズル 52 と、3 次空気ノズル 53 とが設けられると共に、保炎器 121 が設けられている。そして、燃料ノズル 51 の内壁面と保炎器 121 との間に整流部材 122 が設けられている。

[0150] 保炎器 121 は、燃料ノズル 51 の軸中心部に水平方向に沿うように配置されており、その構成は、実施例 1 で説明した第 1 保炎部材 61, 62 とほぼ同様の構成となっている。即ち、保炎器 121 は、燃料ガスの流れ方向の下流側に向って幅が広くなる拡幅部を有し、前端が燃料ガスの流れ方向に直交する平面となっている。

[0151] 整流部材 122 は、燃料ノズル 51 の内壁面に沿って固定されることで、保炎器 121 と所定の隙間をもって配置されている。即ち、整流部材 122 は、水平方向に沿う第 1 整流部材 123, 124 を有しており、燃料ガスの流れ方向の下流端部に、保炎器 121 の拡幅部に上下に対向する傾斜部 123a, 124a が設けられている。この場合、第 1 整流部材 123, 124 を燃料ノズル 51 の内壁面に直接固定したが、燃料ノズル 51 の上流部から支持部材を延設して第 1 整流部材 123, 124 を支持してもよい。

[0152] そのため、保炎器 121 と整流部材 122 は、上述した拡幅部と傾斜部 123a, 124a が対向して設けられた形状となり、保炎器 121 と整流部材 122 における燃料ガスの流れ方向に直交する方向の距離が、燃料ガスの

流れ方向に沿ってほぼ同じとなっている。

[0153] 従って、燃料ガスが燃料ノズル51の開口部51aにて保炎器121により分岐されることで、前端面側に回りこんで燃焼火炎の内部保炎が可能となり、2次空気により高酸素雰囲気下にある燃焼火炎の外周部の温度が低くなり、燃焼火炎の外周部におけるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。また、このとき、整流部材122により保炎器121との間に流れる燃料ガスが整流されることで、燃料ガスの剥離がなくなり、また、ここを流れる燃料ガスの流速が均一化されて流速が低減するため、この保炎器121は、先端部で十分な保炎力を確保することができる。

[0154] このように実施例2の燃焼バーナにあっては、整流部材122を燃料ノズル51の内壁面に設けている。従って、整流部材122を燃料ノズル51の内壁面に設けることで、別途、取付部材などを不要とし、簡単に整流部材122を支持することが可能となり、整流部材122の組付性を向上することができると共に、製造コストを低減することができる。また、2次空気の混合を遅らせることができ、更に、外周の高温高酸素領域を低減することができる。

### 実施例 3

[0155] 図12は、本発明の実施例3に係る燃焼バーナを表す断面図である。なお、上述した実施例と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0156] 実施例3の燃焼バーナにおいて、図12に示すように、燃焼バーナ21にて、中心側から燃料ノズル51と、2次空気ノズル52と、3次空気ノズル53とが設けられると共に、保炎器131が設けられている。そして、この保炎器131の内側に整流部材135が設けられている。

[0157] 保炎器131は、燃料ノズル51の軸中心部に水平方向に沿うように配置されており、水平方向に沿う2つの保炎部材と鉛直方向に沿う2つの保炎部材を交差するように配置されている。また、整流部材135は、保炎器131における各保炎部材の間に位置して水平方向と鉛直方向に交差して十字形

状をなす第1整流部材136と、保炎器131及び整流部材136より上流側に位置して燃料ノズル51の内壁面に固定される第2整流部材137，138とを有している。

[0158] 第1整流部材136は、燃料ノズル51の内壁面に固定されることで、保炎器131と所定の隙間をもって配置されている。また、第2整流部材137，138は、保炎器131より燃料ガスの上流側で、燃料ノズル51の内壁面に固定されており、燃料ノズル51内を流れる燃料ガスをその中心部側に導くことができる。

[0159] 従って、燃料ガスが燃料ノズル51にて保炎器132，133により分岐されることで、前面側に回りこんで燃焼火炎の内部保炎が可能となり、2次空気により高酸素雰囲気下にある燃焼火炎の外周部の温度が低くなり、燃焼火炎の外周部におけるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。また、このとき、第2整流部材137，138により燃料ガスが燃料ノズル51の中心部側に導き、第1整流部材136により保炎器132との間に流れる燃料ガスが整流されることで、燃料ガスの剥離がなくなり、また、ここを流れる燃料ガスの流速が均一化されて流速が低減するため、この保炎器132は、先端部で十分な保炎力を確保することができる。

[0160] このように実施例3の燃焼バーナにあっては、整流部材135として、保炎器131の内側に位置して十字形状をなす第1整流部材136と、保炎器131より上流側に位置する第2整流部材137，138とを設けている。従って、燃料ノズル51内を流れる燃料ガスは、この第2整流部材137，138により燃料ノズル51の中心部側に導かれ、第1整流部材136によりその流れが整流されることとなり、燃料ガスの適正な流れを実現することができる。

#### 実施例 4

[0161] 図13は、本発明の実施例4に係る燃焼バーナを表す断面図である。なお、上述した実施例と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0162] 実施例4の燃焼バーナにおいて、図13に示すように、燃焼バーナ21にて、中心側から燃料ノズル51と、2次空気ノズル52と、3次空気ノズル53とが設けられると共に、保炎器54が設けられている。そして、この保炎器54の内側に整流部材141が設けられている。保炎器131は、燃料ノズル51の軸中心部に水平方向に沿うように配置されている。整流部材141は、保炎器54の内側で水平方向と鉛直方向に交差して十字形状をなしている。この場合、整流部材141は、先端部が保炎器54より上流側に位置している。

[0163] 従って、燃料ガスが燃料ノズル51にて保炎器54により分岐されることで、前面側に回りこんで燃焼火炎の内部保炎が可能となり、2次空気により高酸素雰囲気下にある燃焼火炎の外周部の温度が低くなり、燃焼火炎の外周部におけるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。また、このとき、整流部材141により保炎器54との間に流れる燃料ガスが整流されることで、燃料ガスの剥離がなくなり、また、ここを流れる燃料ガスの流速が均一化されて流速が低減するため、この保炎器54は、先端部で十分な保炎力を確保することができる。

[0164] このように実施例4の燃焼バーナにあっては、保炎器54の内側に燃料ノズル51の内壁面に固定するように整流部材141を設けている。従って、燃料ノズル51内を流れる燃料ガスは、整流部材141によりその流れが整流されることとなり、燃料ガスの適正な流れを実現することができる。

## 実施例 5

[0165] 図14は、本発明の実施例5に係る燃焼バーナを表す断面図である。なお、上述した実施例と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0166] 実施例5の燃焼バーナにおいて、図14に示すように、燃焼バーナ21にて、中心側から燃料ノズル51と、2次空気ノズル52と、3次空気ノズル53とが設けられると共に、保炎器121が設けられている。そして、燃料ノズル51の内壁面と保炎器121との間に整流部材151が設けられてい

る。

[0167] 保炎器 121 は、燃料ノズル 51 の軸中心部に水平方向に沿うように配置されており、その構成は、実施例 1 で説明した第 1 保炎部材 61, 62 とほぼ同様の構成となっている。整流部材 151 は、燃料ノズル 51 の内壁面と所定の隙間をもつと共に、保炎器 121 と所定の隙間をもって配置されている。即ち、整流部材 151 は、水平方向に沿う第 1 整流部材 152, 153 と、鉛直方向（上下方向）に沿う第 2 整流部材（図示略）とを棒形状をなすように配置した構造をなすものである。そして、各第 1 整流部材 152, 153 は、先端部が保炎器 121 に接近し、後端部が保炎器 121 から離間するように傾斜配置されている。なお、各第 2 整流部材についても同様の構造となっている。

[0168] この場合、各整流部材 152, 153 は、先端部が保炎器 121 に接近していることから、整流部材 152, 153 と保炎器 121 との間の隙間が下流側に行くほど狭くなっている。

[0169] 従って、燃料ガスが燃料ノズル 51 の開口部にて保炎器 121 により分岐されることで、前端面側に回りこんで燃焼火炎の内部保炎が可能となり、2 次空気により高酸素雰囲気下にある燃焼火炎の外周部の温度が低くなり、燃焼火炎の外周部における NO<sub>x</sub> 発生量が低減される。また、このとき、整流部材 151 により保炎器 121 との間に流れる燃料ガスが整流されることで、燃料ガスの剥離がなくなり、また、ここを流れる燃料ガスの流速が均一化されて流速が低減するため、この保炎器 121 は、先端部で十分な保炎力を確保することができる。

[0170] このように実施例 5 の燃焼バーナにあっては、保炎器 121 の外側に燃料ノズル 51 の内壁面に固定するように整流部材 151 を設け、先端部を保炎器 121 側に接近するように傾斜させている。従って、燃料ノズル 51 内を流れる燃料ガスは、整流部材 151 によりその流れが整流されることとなり、燃料ガスの適正な流れを実現することができる。

## 実施例 6

[0171] 図15は、本発明の実施例6に係る燃焼バーナを表す断面図である。なお、上述した実施例と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0172] 実施例6の燃焼バーナにおいて、図15に示すように、燃焼バーナ21にて、中心側から燃料ノズル51と、2次空気ノズル52と、3次空気ノズル53とが設けられると共に、保炎器161が設けられている。この保炎器161は、水平方向に沿う第1保炎部材162、163と、鉛直方向に沿う第2保炎部材(図示略)とを十字形状をなすように配置した、所謂、ダブルクロススプリット構造をなすものである。そして、第1保炎部材162、163は、所定厚さの板形状となっている。なお、各第2保炎部材についても同様の構造となっている。

[0173] 本実施例は、この保炎器161における各保炎部材162、163の外面が整流部材として機能する。

[0174] 従って、燃料ガスが燃料ノズル51の開口部51aにて保炎器161により分岐されることで、前端面側に回りこんで燃焼火炎の内部保炎が可能となり、2次空気により高酸素雰囲気下にある燃焼火炎の外周部の温度が低くなり、燃焼火炎の外周部におけるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。また、このとき、保炎器161の外面により燃料ノズル51と保炎器161との間に流れる燃料ガスが整流されることで、燃料ガスの剥離がなくなり、また、ここを流れる燃料ガスの流速が均一化されて流速が低減するため、この保炎器161は、先端部で十分な保炎力を確保することができる。

[0175] なお、上述した各実施例にて、各保炎器の構成を各種挙げて説明したが、この構成は上述したものに限定されるものではない。即ち、本発明のバーナは、内部保炎を実現するものであり、燃料ノズルの内壁面ではなくて、燃料ノズルの軸心側に保炎器が設けられていればよく、保炎部材の数や位置などは適宜設定すればよいものであり、保炎部材が燃料ノズルの内壁面から離間していてもよいものである。また、整流部材の構成も各種挙げて説明したが、この構成も上述したものに限定されるものではない。即ち、整流部材が燃

料ノズルの内壁面と保炎器との間にあればよいものであり、保炎器が複数ある場合には、整流部材が保炎器の間に配置されることも含んでいる。

[0176] また、上述した各実施例では、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 21, 22, 23, 24, 25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。

[0177] また、本発明の保炎器は、三角形断面形状の拡幅部を設けたが、この形状に限定されるものではなく四角形状でもよく、拡幅部をなくしてもよいものである。

## 実施例 7

[0178] 従来の微粉炭焚きボイラの燃焼バーナとしては、例えば、上述した特許文献 1に記載されたものがある。特許文献 1に記載された燃焼装置では、微粉炭噴出孔（1次流路）内部の中心と外周部との間に保炎器を設けることで、この保炎器に微粉炭濃縮流を衝突させ、広い負荷範囲において安定して低NO<sub>x</sub>燃焼を可能としている。

[0179] しかし、この従来の燃焼装置にあっては、微粉炭と空気との燃焼ガスが保炎器に衝突したとき、この保炎器の後端部で流れが剥離し、保炎器前端部での保炎能力を十分に發揮することが困難となってしまう。すると、保炎器の外側で着火が発生し、NO<sub>x</sub>が発生してしまうという問題がある。

[0180] 本発明は、上述した課題を解決するものであり、固体燃料と空気とが混合した燃料ガスの適正な流れを実現してNO<sub>x</sub>発生量を低減可能とする燃焼バーナを提供することを目的とする。

[0181] 図 16は、本発明の実施例 7に係る燃焼バーナを表す正面図、図 17は、実施例 7の燃焼バーナを表す断面図、図 18は、実施例 7の燃焼バーナが適用された微粉炭焚きボイラを表す概略構成図、図 19は、実施例 7の微粉炭

焚きボイラにおける燃焼バーナを表す平面図である。

- [0182] 実施例 7 の燃焼バーナが適用された微粉炭焚きボイラは、石炭を粉碎した微粉炭を固体燃料として用い、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。
- [0183] この実施例 7において、図 18 に示すように、微粉炭焚きボイラ 210 は、コンベンショナルボイラであって、火炉 211 と燃焼装置 212 とを有している。火炉 211 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 211 を構成する火炉壁の下部に燃焼装置 212 が設けられている。
- [0184] 燃焼装置 212 は、火炉壁に装着された複数の燃焼バーナ 221, 222, 223, 224, 225 を有している。本実施例にて、この燃焼バーナ 221, 222, 223, 224, 225 は、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、つまり、5 段配置されている。
- [0185] そして、各燃焼バーナ 221, 222, 223, 224, 225 は、微粉炭供給管 226, 227, 228, 229, 230 を介して微粉炭機（ミル）231, 232, 233, 234, 235 に連結されている。この微粉炭機 231, 232, 233, 234, 235 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、搬送空気（1 次空気）により分級された微粉炭を微粉炭供給管 226, 227, 228, 229, 230 から燃焼バーナ 221, 222, 223, 224, 225 に供給することができる。
- [0186] また、火炉 211 は、各燃焼バーナ 221, 222, 223, 224, 225 の装着位置に風箱 236 が設けられており、この風箱 236 に空気ダクト 237 の一端部が連結されており、この空気ダクト 237 は、他端部に送

風機238が装着されている。従って、送風機238により送られた燃焼用空気（2次空気、3次空気）を、空気ダクト237から風箱236に供給し、この風箱236から各燃焼バーナ221，222，223，224，225に供給することができる。

- [0187] そのため、燃焼装置212にて、各燃焼バーナ221，222，223，224，225は、微粉炭と1次空気とを混合した微粉燃料混合気（燃料ガス）を火炉211内に吹き込み可能であると共に、2次空気を火炉211内に吹き込み可能となっており、図示しない点火トーチにより微粉燃料混合気に点火することで、火炎を形成することができる。
- [0188] なお、一般的に、ボイラの起動時には、各燃焼バーナ221，222，223，224，225は、油燃料を火炉211内に噴射して火炎を形成している。
- [0189] 火炉211は、上部に煙道240が連結されており、この煙道240に、対流伝熱部として排ガスの熱を回収するための過熱器（スーパーヒータ）241，242、再熱器243，244、節炭器（エコノマイザ）245，246，247が設けられており、火炉211での燃焼で発生した排ガスと水との間で熱交換が行われる。
- [0190] 煙道240は、その下流側に熱交換を行った排ガスが排出される排ガス管248が連結されている。この排ガス管248は、空気ダクト237との間にエアヒータ249が設けられ、空気ダクト237を流れる空気と、排ガス管248を流れる排ガスとの間で熱交換を行い、燃焼バーナ221，222，223，224，225に供給する燃焼用空気を昇温することができる。
- [0191] なお、排ガス管248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。
- [0192] 従って、微粉炭機231，232，233，234，235が駆動すると、生成された微粉炭が搬送用空気と共に微粉炭供給管226，227，228，229，230を通して燃焼バーナ221，222，223，224，225に供給される。また、加熱された燃焼用空気が空気ダクト237から

風箱236を介して各燃焼バーナ221, 222, 223, 224, 225に供給される。すると、燃焼バーナ221, 222, 223, 224, 225は、微粉炭と搬送用空気とが混合した微粉燃料混合気を火炉211に吹き込むと共に燃焼用空気を火炉211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。この火炉211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211内の下部で火炎が生じると、燃焼ガス（排ガス）がこの火炉211内を上昇し、煙道240に排出される。

[0193] なお、火炉211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、内部が還元雰囲気に保持される。そして、微粉炭の燃焼により発生したNO<sub>x</sub>が火炉211で還元され、その後、アディショナルエアが追加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NO<sub>x</sub>の発生量が低減される。

[0194] このとき、図示しない給水ポンプから供給された水は、節炭器245, 246, 247によって予熱された後、図示しない蒸気ドラムに供給され火炉壁の各水管（図示せず）に供給される間に加熱されて飽和蒸気となり、図示しない蒸気ドラムに送り込まれる。更に、図示しない蒸気ドラムの飽和蒸気は過熱器241, 242に導入され、燃焼ガスによって過熱される。過熱器241, 242で生成された過熱蒸気は、図示しない発電プラント（例えば、タービン等）に供給される。また、タービンでの膨張過程の中途で取り出した蒸気は、再熱器243, 244に導入され、再度過熱されてタービンに戻される。なお、火炉211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。

[0195] その後、煙道240の節炭器245, 246, 247を通過した排ガスは、排ガス管248にて、図示しない脱硝装置にて、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。

[0196] ここで、燃焼装置212について詳細に説明するが、この燃焼装置212

を構成する各燃焼バーナ221, 222, 223, 224, 225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221についてのみ説明する。

[0197] 燃焼バーナ221は、図19に示すように、火炉211における4つの壁面に設けられる燃焼バーナ221a, 221b, 221c, 221dから構成されている。各燃焼バーナ221a, 221b, 221c, 221dは、微粉炭供給管226から分岐した各分岐管226a, 226b, 226c, 226dが連結されると共に、空気ダクト237から分岐した各分岐管237a, 237b, 237c, 237dが連結されている。

[0198] 従って、火炉211の各壁面にある各燃焼バーナ221a, 221b, 221c, 221dは、火炉211に対して、微粉炭と搬送用空気が混合した微粉燃料混合気を吹き込むと共に、その微粉燃料混合気の外側に燃焼用空気を吹き込む。そして、各燃焼バーナ221a, 221b, 221c, 221d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211の上方から見て（図19にて）反時計周り方向に旋回する火炎旋回流となる。

[0199] このように構成された燃焼バーナ221（221a, 221b, 221c, 221d）にて、図16及び図17に示すように、中心側から燃料ノズル251と、2次空気ノズル252と、3次空気ノズル253とが設けられると共に、保炎器254が設けられている。燃料ノズル251は、微粉炭（固体燃料）と搬送用空気（1次空気）とを混合した燃料ガス（微粉燃料混合気）を吹き込み可能なものである。2次空気ノズル252は、燃料ノズル251の外側に配置され、燃料ノズル251から噴射された燃料ガスの外周側に燃焼用空気（2次空気）を吹き込み可能なものである。3次空気ノズル253は、2次空気ノズル252の外側に配置され、2次空気ノズル252から噴射された2次空気の外周側に3次空気を吹き込み可能なものである。

[0200] また、保炎器254は、燃料ノズル51内であって、燃料ガスの吹き込み

方向の下流側で、且つ、軸中心側に配置されることで、燃料ガスの着火用及び保炎用として機能するものである。この保炎器254は、水平方向に沿う第1保炎部材261，262と、鉛直方向（上下方向）に沿う第2保炎部材263，264とを十字形状をなすように配置した、所謂、ダブルクロススプリット構造をなすものである。そして、各第1保炎部材261，262は、その厚さが一定な平板形状をなす平坦部261a，262aと、この平坦部2261a，262aの前端部（燃料ガスの流れ方向の下流端部）に一体に設けられた拡幅部261b，262bを有している。この拡幅部261b，262bは、断面が二等辺三角形状をなし、燃料ガスの流れ方向の下流側に向って幅が広くなり、前端がこの燃料ガスの流れ方向に直交する平面となっている。なお、図示しないが、各第2保炎部材263，264についても同様の構造となっている。

[0201] そのため、燃料ノズル251及び2次空気ノズル252は、長尺な管状構造を有し、燃料ノズル251は、矩形状の開口部251aを有し、2次空気ノズル252は、矩形リング状の開口部252aを有していることから、燃料ノズル251と2次空気ノズル252とは、二重管構造となっている。燃料ノズル251及び2次空気ノズル252の外側に、3次空気ノズル253が二重管構造として配置されており、矩形リング状の開口部253aを有している。その結果、燃料ノズル251の開口部251aの外側に2次空気ノズル252の開口部252aが配設され、この2次空気ノズル252の開口部252aの外側に3次空気ノズル253の開口部253aが配設されることとなる。なお、3次空気ノズル253は、二重管構造として配置せずに、2次空気ノズル252の外周側に別途複数のノズルを配置して3次空気ノズルとしてもよい。

[0202] これらのノズル251，252，253は、開口部251a，252a，253aが同一面上に揃えられて配置されている。また、保炎器254は、燃料ノズル251の内壁面、または、燃料ガスが流れる流路の上流側から図示しない板材により支持されている。また、燃料ノズル251は、内部にこ

の保炎器 254 としての複数の保炎部材 261, 262, 263, 264 が配置されていることから、燃料ガスの流路が 9 つに分割されることとなる。そして、保炎器 254 は、前端部に幅が広がった拡幅部 261b, 262b が位置することとなり、この拡幅部 261b, 262b は、前面が開口部 251a と同一面上に揃えられている。

[0203] また、実施例 7 の燃焼バーナ 221 では、燃料ノズル 251 内を流れる燃料ガスを軸心側に導く案内部材 255 が設けられている。この案内部材 255 は、2 次空気ノズル 252 により吹き込まれる 2 次空気から離間する方向に燃料ガスを導くものである。

[0204] この案内部材 255 は、燃料ノズル 251 の先端部にその内壁面に周方向に沿って配置されている。即ち、案内部材 255 は、燃料ノズル 251 の上壁面に沿って配置される上案内部材 265 と、燃料ノズル 251 の下壁面に沿って配置される下案内部材 266 と、燃料ノズル 251 の左右壁面に沿って配置される左右案内部材 267, 268 とを有している。そして、この案内部材 255 は、燃料ノズル 251 の先端部に保炎器 254 の拡幅部 261b, 262b に対向するように配置されている。そして、案内部材 255 は、断面が三角形状をなし、燃料ガスの流れ方向の下流側に向ってその幅が広くなるような傾斜面 269 が形成されており、前端がこの燃料ガスの流れ方向に直交する平面となり、開口部 251a, 252a と同一面上に揃えられている。なお、この案内部材 255 は、各保炎部材 261, 262, 263, 264 と交差する位置が切り欠かれて形成されている。

[0205] 従って、この燃焼バーナ 221 では、微粉炭と 1 次空気とを混合した燃料ガスが燃料ノズル 251 の開口部 251a から炉内に吹き込まれると共に、その外側にて 2 次空気が 2 次空気ノズル 252 の開口部 252a から炉内に吹き込まれ、その外側にて 3 次空気が 3 次空気ノズル 253 の開口部 253a から炉内に吹き込まれる。このとき、燃料ガスは、燃料ノズル 251 の開口部 251a にて、保炎器 254 により分岐されて着火され、燃焼して燃焼ガスとなる。また、この燃料ガスの外周に 2 次空気が吹き込まれることで、

燃料ガスの燃焼が促進される。また、燃焼火炎の外周に、3次空気が吹き込まれることで、2次空気と3次空気の割合を調整し、最適な燃焼を得ることができる。

- [0206] そして、この燃焼バーナ221では、保炎器254がスプリット形状をなすので、燃料ガスが燃料ノズル251の開口部251aにて保炎器254により分岐され、このとき、保炎器254が燃料ノズル251の開口部251aの中央領域に配置され、この中央領域にて、燃料ガスの着火及び保炎が行われる。これにより、燃焼火炎の内部保炎（燃料ノズル251の開口部251aの中央領域における保炎）が実現される。
- [0207] そのため、燃焼火炎の外部保炎が行われる構成と比較して、燃焼火炎の外周部が低温となり、2次空気により高酸素雰囲気下にある燃焼火炎の外周部の温度を低くでき、燃焼火炎の外周部におけるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。
- [0208] また、燃焼バーナ221では、内部保炎する構成が採用されるため、燃料ガス及び燃焼空気（2次空気及び3次空気）が直進流として供給されることが好ましい。即ち、燃料ノズル251、2次空気ノズル252、3次空気ノズル253が、燃料ガス、2次空気、3次空気を旋回させることなく直進流として供給する構造を有することが好ましい。この燃料ガス、2次空気、3次空気が直進流として噴射されて燃焼火炎が形成されるため、燃焼火炎を内部保炎する構成において、燃焼火炎内のガス循環が抑制される。これにより燃焼火炎の外周部が低温のまま維持され、2次空気との混合によるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。
- [0209] 更に、燃焼バーナ221では、燃料ノズル251の前端部に全周に位置して案内部材255が配置されていることから、燃料ノズル251内を流れる燃料ガスは、この案内部材255の傾斜面269により軸心側、つまり、保炎器254側に導かれる。すると、燃料ノズル251により炉内に吹き込まれる燃料ガスは、2次空気ノズル252により吹き込まれる2次空気から離間する方向に導かれる。そのため、燃料ガスは、この燃料ガスより比較的高速となる2次空気から離れることで、保炎器254による内部保炎が適正に

行われることとなる。また、燃料ガスは、この燃料ガスが2次空気から離れることで、2次空気との混合によるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。更に、保炎器254に向けて微粉炭を適正に供給することができる。

[0210] このように実施例7の燃焼バーナにあっては、微粉炭と1次空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズル251と、この燃料ノズル251の外側から2次空気を吹き込み可能な2次空気ノズル252とを設けると共に、燃料ノズル251の先端部における軸中心側に保炎器254を設け、燃料ノズル251内を流れる燃料ガスを軸心側に導く案内部材255を設けている。

[0211] 従って、燃料ノズル251内を流れる燃料ガスは、この案内部材255により燃料ノズル251の軸心側、つまり、保炎器254側に導かれることとなり、燃料ノズル251内で燃料ガスの適正な流れを実現することができ、その結果、保炎器254による内部保炎性能を向上することができる。

[0212] また、実施例7の燃焼バーナでは、案内部材255は、2次空気ノズル252により吹き込まれる2次空気から離間する方向に燃料ガスを導いている。従って、案内部材255により、燃料ガスが2次空気から離間する方向に導かれることとなり、燃料ガスと2次空気との混合が抑制され、保炎器254による内部保炎性能を向上することができると共に、燃焼火炎の外周部が低温のまま維持されるため、燃焼ガスと2次空気との混合によるNO<sub>x</sub>発生量を低減することができる。

[0213] また、実施例7の燃焼バーナでは、案内部材255を燃料ノズル251の内壁面に沿って配置している。従って、燃料ノズル251の全域にわたって効果的にこの燃料ノズル251内を流れる燃料ガスを保炎器254側に導くことができると共に、この燃料ガスを2次空気から離間する方向に導くことができ、保炎器254による内部保炎性能を向上することができる。

[0214] また、実施例7の燃焼バーナでは、案内部材255を燃料ノズル251の先端部に保炎器254と対向して配置している。この場合、案内部材255を保炎器254における拡幅部261b, 262bに対向して配置している

。従って、案内部材255により燃料ガスを保炎器254における拡幅部261b, 262bに導くことで、十分な保炎機能を確保して内部保炎性能を向上することができる。

## 実施例 8

[0215] 図20は、本発明の実施例8に係る燃焼バーナを表す断面図である。なお、上述した実施例と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0216] 実施例8の燃焼バーナにおいて、図20に示すように、燃焼バーナ221にて、中心側から燃料ノズル251と、2次空気ノズル252と、3次空気ノズル253とが設けられると共に、保炎器254が設けられている。そして、燃料ノズル251内を流れる燃料ガスを軸心側に導くことで、2次空気ノズル252により吹き込まれる2次空気から離間する方向に燃料ガスを導く案内部材271が設けられている。

[0217] この案内部材271は、燃料ノズル251内に配置された保炎器254に對向しない位置、つまり、この保炎器254より燃料ガスの流れ方向の上流側であって、燃料ノズル251の内壁面に周方向に沿って配置されている。この案内部材271は、燃料ノズル251の内壁面から保炎器254側に突出するリング状をなし、燃料ノズル251内の燃料ガスを軸心側に導く案内面（傾斜面または湾曲面）272が形成されている。

[0218] 従って、燃焼バーナ221では、燃料ノズル251の前端部に全周に位置して案内部材271が配置されていることから、燃料ノズル251内を流れる燃料ガスは、この案内部材271の案内面272により軸心側、つまり、保炎器254側に導かれる。すると、燃料ノズル251により炉内に吹き込まれる燃料ガスは、2次空気ノズル252により吹き込まれる2次空気から離間する方向に導かれる。そのため、燃料ガスは、この燃料ガスより比較的高速となる2次空気から離れることで、保炎器254による内部保炎が適正に行われることとなる。また、燃料ガスは、この燃料ガスが2次空気から離れることで、2次空気との混合によるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。

[0219] このように実施例8の燃焼バーナにあっては、微粉炭と1次空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズル251と、この燃料ノズル251の外側から2次空気を吹き込み可能な2次空気ノズル252とを設けると共に、燃料ノズル251の先端部における軸中心側に保炎器254を設け、燃料ノズル251内を流れる燃料ガスを軸心側に導く案内部材271を保炎器254より燃料ガスの流れ方向の上流側に設けている。

[0220] 従って、燃料ノズル251内を流れる燃料ガスは、この案内部材271により燃料ノズル251の軸心側、つまり、保炎器254側に導かれることとなり、燃料ノズル251内で燃料ガスの適正な流れを実現することができ、その結果、保炎器254による内部保炎性能を向上することができる。また、案内部材271が保炎器254より上流側に設けられていることで、燃料ガスを保炎器254に効果的に導くことが可能となり、保炎器254による内部保炎性能を向上することができる。また、案内部材271が燃料ノズル251内の先端部側に設けられていないことから、案内部材271自体が保炎器として機能することがない。

## 実施例 9

[0221] 図21は、本発明の実施例9に係る燃焼バーナを表す正面図である。なお、上述した実施例と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0222] 実施例9の燃焼バーナにおいて、図21に示すように、燃焼バーナ221にて、中心側から燃料ノズル251と、2次空気ノズル252と、3次空気ノズル253とが設けられると共に、保炎器254が設けられている。そして、燃料ノズル251内を流れる燃料ガスを軸心側に導くことで、2次空気ノズル252により吹き込まれる2次空気から離間する方向に燃料ガスを導く案内部材が設けられている。

[0223] この案内部材は、保炎器254における拡幅部261b, 262bにて、燃料ノズル251の内壁面と対向する位置に配置されている。即ち、保炎器254は、水平方向に沿う第1保炎部材261, 262と、鉛直方向に沿う

第2保炎部材263, 264とが交差して配置されており、案内部材は、この各保炎部材261, 262, 263, 264における拡幅部261b, 262bの端部に形成された切欠面261c, 262c, 263c, 264cとして構成されている。この各切欠面261c, 262c, 263c, 264cは、各保炎部材261, 262, 263, 264を正面から見て、端部の両側に傾斜面が形成されることで先細形状となるように形成されている。

[0224] 従って、燃焼バーナ221では、保炎器254の各保炎部材261, 262, 263, 264の端部に案内部材としての切欠面261c, 262c, 263c, 264cが形成されていることから、燃料ノズル251内を流れる燃料ガスは、この各切欠面261c, 262c, 263c, 264cにより軸心側、つまり、各保炎部材261, 262, 263, 264の長手方向の内側に導かれる。つまり、燃料ガスが各保炎部材261, 262, 263, 264の切欠面261c, 262c, 263c, 264cの近傍を通過するとき、各保炎部材261, 262, 263, 264の前面側が負圧となり、燃料ガスがこの負圧領域に引き込まれることで、図21に矢印で表す流れが発生する。

[0225] すると、燃料ノズル251により炉内に吹き込まれる燃料ガスは、2次空気ノズル252により吹き込まれる2次空気から離間する方向に導かれる。そのため、燃料ガスは、この燃料ガスより比較的高速となる2次空気から離れることで、保炎器254による内部保炎が適正に行われることとなる。また、燃料ガスは、この燃料ガスが2次空気から離れることで、2次空気との混合によるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。

[0226] このように実施例9の燃焼バーナにあっては、微粉炭と1次空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズル251と、この燃料ノズル251の外側から2次空気を吹き込み可能な2次空気ノズル252とを設けると共に、燃料ノズル251の先端部における軸中心側に保炎器254を設け、燃料ノズル251内を流れる燃料ガスを軸心側に導く案内部材として、保炎器254の各保炎部材261, 262, 263, 264の端部に切欠面261

c, 262c, 263c, 264cを形成している。

[0227] 従って、燃料ノズル251内を流れる燃料ガスは、この切欠面261c, 262c, 263c, 264cにより燃料ノズル251の軸心側、つまり、保炎器254の中心側に導かれることとなり、燃料ノズル251内で燃料ガスの適正な流れを実現することができ、その結果、保炎器254による内部保炎性能を向上することができる。また、保炎器254の端部に切欠面261c, 262c, 263c, 264cを形成することで案内部材を構成していることから、装置の簡素化を可能とすることができます。

[0228] なお、この実施例9にて、案内部材を、保炎部材261, 262, 263, 264における長手方向の端部に形成された先細形状をなす切欠面261c, 262c, 263c, 264cとしたが、この形状に限定されるものではない。例えば、保炎部材261, 262, 263, 264における長手方向の端部を一辺側だけ切り欠いて切欠面を形成したり、保炎部材261, 262, 263, 264の長手方向に直交する方向で切断することで、燃料ノズル251の内壁面から離間させるような切欠部としたりしてもよい。また、各切欠面261c, 262c, 263c, 264cは、拡幅部261b, 262bと同様に、燃料ガスの流れ方向の下流側が拡幅する形状としてもよい。

## 実施例 10

[0229] 図22は、本発明の実施例10に係る燃焼バーナを表す正面図である。なお、上述した実施例と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0230] 実施例10の燃焼バーナにおいて、図22に示すように、燃焼バーナ221にて、中心側から燃料ノズル251と、2次空気ノズル252と、3次空気ノズル253とが設けられると共に、保炎器254が設けられている。そして、燃料ノズル251内を流れる燃料ガスを軸心側に導くことで、2次空気ノズル252により吹き込まれる2次空気から離間する方向に燃料ガスを導く案内部材が設けられている。

[0231] この案内部材は、第1保炎部材261，262と第2保炎部材263，264とが交差する位置の外側に三角板281，282，283，284として配置されている。具体的には、第1保炎部材261，262の拡幅部261b，262bと第2保炎部材263，264の拡幅部（図示略）とが交差する位置の外側、つまり、燃料ノズル251の軸中心とは反対側に配置されている。この各三角板281，282，283，284は、各保炎部材261，262，263，264を正面から見て、交差した角部の外側に傾斜面が形成されることで三角形状をなして形成されている。

[0232] 従って、燃焼バーナ221では、保炎器54の各保炎部材261，262，263，264が交差する外側に三角板281，282，283，284が配置されていることから、燃料ノズル251内を流れる燃料ガスは、この各三角板281，282，283，284により軸心側、つまり、各保炎部材261，262，263，264の中央部に導かれる。つまり、燃料ガスが各三角板281，282，283，284の近傍を通過するとき、各三角板281，282，283，284の前面側が負圧となり、燃料ガスがこの負圧領域に引き込まれることで、図22に矢印で表す流れが発生する。

[0233] すると、燃料ノズル251により炉内に吹き込まれる燃料ガスは、2次空気ノズル252により吹き込まれる2次空気から離間する方向に導かれる。そのため、燃料ガスは、この燃料ガスより比較的高速となる2次空気から離れることで、保炎器254による内部保炎が適正に行われることとなる。また、燃料ガスは、この燃料ガスが2次空気から離れることで、2次空気との混合によるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。

[0234] このように実施例10の燃焼バーナにあっては、微粉炭と1次空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズル251と、この燃料ノズル251の外側から2次空気を吹き込み可能な2次空気ノズル252とを設けると共に、燃料ノズル251の先端部における軸中心側に保炎器254を設け、燃料ノズル251内を流れる燃料ガスを軸心側に導く案内部材として、保炎器254の各保炎部材261，262，263，264が交差する位置の外

側に三角板 281, 282, 283, 284 が配置されている。

[0235] 従って、燃料ノズル 251 内を流れる燃料ガスは、この三角板 281, 282, 283, 284 により燃料ノズル 251 の軸心側、つまり、保炎器 254 の中心側に導かれることとなり、燃料ノズル 251 内で燃料ガスの適正な流れを実現することができ、その結果、保炎器 254 による内部保炎性能を向上することができる。また、保炎器 254 を、水平方向に沿って鉛直方向に所定隙間をもって平行をなす 2 つの第 1 保炎部材 261, 262 と、鉛直方向に沿って水平方向に所定隙間をもって平行をなす 2 つの第 2 保炎部材 263, 264 とが交差するように配置した構造としている。従って、保炎器 254 をダブルクロス構造とすることで、十分な保炎機能を確保することが可能となる。更に、案内部材を三角板 281, 282, 283, 284 とすることで、燃料ノズル 251 内を流れる燃料ガスを効果的に軸心側に導くことができる。

[0236] なお、この実施例 10 にて、案内部材を、三角板 281, 282, 283, 284 としたが、この形状に限定されるものではない。例えば、各三角板 281, 282, 283, 284 を、拡幅部 261b, 262b と同様に、燃料ガスの流れ方向の下流側が拡幅する形状としてもよい。

## 実施例 11

[0237] 図 23 は、本発明の実施例 11 に係る燃焼バーナを表す断面図、図 24 は、実施例 11 の燃焼バーナの変形例を表す断面図である。なお、上述した実施例と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0238] 実施例 11 の燃焼バーナにおいて、図 23 に示すように、燃焼バーナ 221 にて、中心側から燃料ノズル 251 と、2 次空気ノズル 252 と、3 次空気ノズル 253 とが設けられると共に、保炎器 291 が設けられている。そして、燃料ノズル 251 内を流れる燃料ガスを軸心側に導くことで、2 次空気ノズル 252 により吹き込まれる 2 次空気から離間する方向に燃料ガスを導く案内部材が設けられている。

- [0239] 即ち、保炎器 291 は、水平方向に沿う保炎部材 292, 293 を有し、この保炎部材 292, 293 は、その厚さが一定な平板形状をなす平坦部 292a, 293a と、この平坦部 292a, 293a の前端部（燃料ガスの流れ方向の下流端部）に一体に設けられた拡幅部 292b, 293b を有している。この拡幅部 292b, 293b は、断面が二等辺三角形状をなし、燃料ガスの流れ方向の下流側に向って幅が広くなり、前端がこの燃料ガスの流れ方向に直交する平面となっている。
- [0240] そして、この保炎部材 292, 293 は、前端部が燃料ノズル 251 の軸心側を向くことで案内部材を構成している。つまり、保炎部材 292, 293 は、前端部に形成された拡幅部 292b, 293b 同士が、平坦部 292a, 293a の後端部同士より接近して配置することで、燃料ノズル 251 の軸中心に対して傾斜している。
- [0241] 従って、燃焼バーナ 221 では、燃料ノズル 251 内の保炎器 291 にて、保炎部材 292, 293 の前端部が接近するように配置していることから、燃料ノズル 251 内を流れる燃料ガスは、この保炎部材 292, 293 により軸心側に導かれる。つまり、保炎部材 292, 293 の前端部が接近しているため、燃料ガスは、保炎部材 292, 293 間で高速になる一方、燃料ノズル 251 と保炎部材 292, 293 との間で低速となり、全体として燃料ノズル 251 の軸中心側に導かれる。
- [0242] すると、燃料ノズル 251 により炉内に吹き込まれる燃料ガスは、2 次空気ノズル 252 により吹き込まれる 2 次空気から離間する方向に導かれる。そのため、燃料ガスは、この燃料ガスより比較的高速となる 2 次空気から離れることで、保炎器 291 による内部保炎が適正に行われることとなる。また、燃料ガスは、この燃料ガスが 2 次空気から離れることで、2 次空気との混合による NO<sub>x</sub> 発生量が低減される。
- [0243] この場合、保炎器 291 を構成する保炎部材 292, 293 の傾斜角度を調整可能としてもよい。即ち、図 24 に示すように、保炎部材 292, 293 は、燃料ノズル 251 の燃料ガスの流れ方向に直交する水平方向に沿う支

持軸 295, 296 により上下に回動自在に支持されており、駆動装置 297 により回動可能となっている。即ち、保炎部材 292, 293 は、駆動装置 297 によりその傾斜角度を個別に調整可能となっている。

- [0244] 従って、例えば、燃料ガスの性質や速度、2次空気の速度、また、火炉 211 内の燃焼状態などに基づいて、駆動装置 297 が保炎部材 292, 293 の角度を個別に調整することで、燃料ガスの最適な吹き込み状態を維持することが可能となる。
- [0245] このように実施例 11 の燃焼バーナにあっては、微粉炭と 1 次空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズル 251 と、この燃料ノズル 251 の外側から 2 次空気を吹き込み可能な 2 次空気ノズル 252 を設けると共に、燃料ノズル 251 の先端部における軸中心側に保炎器 291 を設け、燃料ノズル 251 内を流れる燃料ガスを軸心側に導く案内部材として、保炎器 291 における保炎部材 292, 293 を前端部が燃料ノズル 251 の軸心側を向くように配置している。
- [0246] 従って、燃料ノズル 251 内を流れる燃料ガスは、傾斜した保炎部材 292, 293 により燃料ノズル 251 の軸心側、つまり、保炎器 291 の中央部側に導かれることとなり、燃料ノズル 251 内で燃料ガスの適正な流れを実現することができ、その結果、保炎器 291 による内部保炎性能を向上することができる。また、案内部材を保炎器 291 における保炎部材 292, 293 の配置により構成したことで、構造の簡素化を可能とすることができる。
- [0247] また、実施例 11 の燃焼バーナでは、駆動装置 297 により保炎部材 292, 293 の傾斜角度を個別に調整可能としている。従って、例えば、燃料ガスの性質や速度、2次空気の速度、また、火炉 211 内の燃焼状態などに基づいて保炎部材 292, 293 の角度が変更されることで、燃料ガスの最適な吹き込み状態を維持することが可能となる。
- [0248] なお、上述した各実施例にて、保炎器 254, 291 の構成を各種挙げて説明したが、この構成は上述したものに限定されるものではない。即ち、本

発明のバーナは、内部保炎を実現するものであり、燃料ノズル251の内壁面ではなくて、燃料ノズル251の軸心側に保炎器が設けられていればよく、保炎部材の数や位置などは適宜設定すればよいものであり、保炎部材が燃料ノズル251の内壁面から離間していてもよいものである。また、案内部材の構成も各種挙げて説明したが、この構成も上述したものに限定されるものではない。即ち、案内部材により燃料ノズル内の燃料ガスを軸心側に導くことができればよいものである。

[0249] また、本発明の保炎器は、三角形断面形状の拡幅部を設けたが、この形状に限定されるものではなく四角形状でもよく、拡幅部をなくしてもよいものである。

[0250] また、上述した各実施例では、本発明の案内部材を燃料ノズルの内壁面や保炎器に設けて構成したが、燃料ノズルの内壁面と保炎器との間に別部材を設けて構成してもよい。例えば、燃料ノズルの内壁面と保炎器との間に保炎器と平行または交差する方向に沿って案内部材を設けることで、この案内部材を四角形状や菱形をなす枠形などとしてもよい。

[0251] また、上述した各実施例では、燃焼装置212として、火炉211の壁面に設けられる4つの各燃焼バーナ221, 222, 223, 224, 225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。

## 実施例 12

[0252] 従来、固体燃料焚きのボイラには、例えば、固体燃料として微粉炭（石炭）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。

[0253] 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

に石炭焚きバーナ（固体燃料焚きバーナ）から投入される1次空気の上下に2次空気投入用の2次空気投入ポートを設置して、石炭焚きバーナ周囲の2次空気について流量調整を行っている。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るから、石炭を粉碎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。そして、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から、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。また、旋回燃焼ボイラのバーナにおいては、微粉炭を外周に濃淡分離し、さらに、火炎外周の着火を強化する外部保炎が行われている。

- [0254] これに対して、対向燃焼ボイラのバーナにおいては、例えば、上述した特許文献2に開示されているように、1次空気（微粉炭供給）の外周側に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行われている。即ち、火炉内から見て円形としたバーナの外周に保炎機構（先端角度の調整、旋回等）を設置するとともに、バーナ外周に近接して2次空気や3次空気の投入口を同心円状に設置する外部保炎構造のバーナが一般的である。
- [0255] また、従来の微粉炭焚きバーナにおいては、例えば、上述した特許文献3に開示されているように、微粉炭を外周に濃淡分離し、さらに火炎外周の着火を強化することが行われている。また、上述した特許文献4にも、外周保炎器及びスプリットにより構成された保炎器が開示されている。この場合、外周保炎器がメインであり、スプリットは補助的なものとなっている。
- [0256] ところで、上述した従来の旋回燃焼ボイラにおいては、石炭焚きバーナの上下に設けられる2次空気投入用の2次空気投入ポートが各々1本とされ、2次空気投入ポートから投入される2次空気量の微調整はできない構成となっている。このため、火炎の外周には高温酸素残存領域が形成されることとなり、特に2次空気が集中する領域では、高温酸素残存領域が強くなってNO<sub>x</sub>発生量を増加させる要因となるため好ましくない。
- [0257] また、従来の石炭焚きバーナは、バーナ外周に保炎機構（先端角度の調整

、旋回等)を設置し、さらに、すぐ外周に近接して2次空気(あるいは3次空気)の投入ポートを設置することが一般的である。このため、火炎の外周で着火が起こり、火炎の外周において大量の空気が混合されることとなる。この結果、火炎外周の燃焼は、火炎外周の高温酸素残存領域において酸素濃度が高い高温状態で進行することになり、従って、NO<sub>x</sub>は火炎外周で発生していた。このようにして、火炎外周の高温酸素残存領域で発生したNO<sub>x</sub>は、火炎の外周を通過するので、火炎内部と比較して還元が遅れることとなり、これが石炭焚きボイラからNO<sub>x</sub>を発生させる要因となっていた。

[0258] 一方、対向燃焼ボイラにおいても、旋回により、火炎外周で着火するため、火炎の外周で同様にNO<sub>x</sub>が発生する要因となっていた。

[0259] このような背景から、上述した従来の石炭焚きバーナ及び石炭焚きボイラのように、粉体の固体燃料を焚く固体燃料焚きバーナ及び固体燃料焚きボイラにおいては、火炎の外周に形成される高温酸素残存領域を抑制し、追加空気投入部から排出される最終的なNO<sub>x</sub>発生量を低減することが望まれる。

[0260] 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、追加空気投入部から排出される最終的なNO<sub>x</sub>発生量の低減を可能にした固体燃料焚きバーナ及び固体燃料焚きボイラを提供することにある。

[0261] 以下、本発明に係る固体燃料焚きバーナ及び固体燃料焚きボイラの一実施例を図面に基づいて説明する。なお、本実施例では、固体燃料焚きバーナ及び固体燃料焚きボイラの一例として、微粉炭(粉体の固体燃料である石炭)を燃料とする固体燃料焚きバーナを備えた旋回燃焼ボイラについて説明するが、これに限定されることはない。

図27から図29に示す旋回燃焼ボイラ310は、火炉311内へ空気を多段で投入することにより、バーナ部312から追加空気投入部(以下、「AA部」と呼ぶ)314までの領域を還元雰囲気にして燃焼排ガスの低NO<sub>x</sub>化を図っている。

[0262] 図中の符号320は微粉炭(粉体の固体燃料)及び空気を投入する固体燃

料焚きバーナ、315は追加空気を投入する追加空気投入ノズルである。固体燃料焚きバーナ320には、例えば、図27に示すように、微粉炭を1次空気で搬送する微粉炭混合気輸送管316及び2次空気を供給する送気ダクト317が接続され、追加空気投入ノズル315には、2次空気を供給する送気ダクト317が接続されている。

このように、上述した旋回燃焼ボイラ310は、粉体燃料の微粉炭（石炭）及び空気を火炉311内へ投入する固体燃料焚きバーナ320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312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旋回燃焼方式を採用している。

[0263] 図25に示す固体燃料焚きバーナ320は、微粉炭及び空気を投入する微粉炭バーナ（燃料バーナ）321と、微粉炭バーナ321の上下に各々配置された2次空気投入ポート330とを備えている。

2次空気投入ポート330は、ポート毎の空気流量調整を可能にするため、例えば、図26に示すように、送気ダクト317から分岐した2次空気の供給ライン毎に、流量調整手段として開度調整可能なダンパ340を備えている。

[0264] 上述した微粉炭バーナ321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322と、コール1次ポート322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323とを備えている。なお、コール2次ポート323についても、図26に示すように、流量調整手段として開度調整可能なダンパ340を備えている。なお、コール1次ポート322は、円形や橈円でもよい。

[0265] 微粉炭バーナ321の流路前方部には、即ち、コール1次ポート322の流路前方部には複数方向のスプリット部材324が配設され、図示省略の支持部材等に固定されている。このスプリット部材324は、例えば、図25(a)に示すように、コール1次ポート322の出口開口部において上下方向及び左右方向に各々1本ずつ、合計2本が所定の間隔を有する格子状に配設されている。

即ち、2本のスプリット部材324は、上下方向及び左右方向の異なる2方向に向けて格子状に配設されるクロスタイプとすることで、微粉炭バーナ321におけるコール1次ポート322の出口開口部を細分化（4分割）しているが、スプリット部材324の数については、上下方向及び左右方向共に複数本としてもよい。

また、スプリット部材324に挟まれる部分では、圧損が大きく、噴出口での流速が低下し、より内部での着火が促進される。

このような構成のスプリット部材324は、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、AA部314から排出される最終的なNOx発生量の低減に有効である。

[0266] 上述したスプリット部材324は、例えば、図30(a)から図30(d)に示すような断面形状を採用することにより、微粉炭及び空気の流れをスムーズに分離させて乱すことができる。

図30(a)に示すスプリット部材324は、三角形の断面形状を有している。図示の三角形は正三角形や二等辺三角形であり、火炉311内に向けた出口側の一辺が微粉炭及び空気の流れ方向と略直交するように配置されている。換言すれば、三角形断面を形成する角部の1つを、微粉炭及び空気の流れ方向に向けた配置が採用されている。

[0267] 図30(b)に示すスプリット部材324Aは、略T字状の断面形状を有し、火炉311内に向けた出口側に微粉炭及び空気の流れ方向と略直交する面が配置されている。なお、このような略T字状断面形状を変形させることにより、例えば、図30(c)に示すように、台形状の断面形状を有するスプリット部材324A'としてもよい。

[0268] また、図30(d)に示すスプリット部材324Bは、略L字状の断面形状を有している。即ち、上述した略T字状の一部を切り取ったような断面形状であり、特に、左右（水平）方向に配置する場合においては、上方の凸部を除去した略L字形状にすれば、スプリット部材324Bに微粉炭が堆積することを防止できる。なお、上方の凸部を除去した分、下方の凸部を大きく

することで、スプリット部材324Bに必要な分離性能を確保することができる。

しかし、上述したスプリット部材324等の断面形状については、例えば、略Y字形状等のように、図示の例に限定されることはない。

[0269] このように構成した固体燃料焚きバーナ320において、微粉炭バーナ321の出口開口中央付近に設置したスプリット部材324は、微粉炭及び空気の流路を分割して流れを内部で乱すとともに、スプリット部材324の前方（下流側）に再循環域を形成するため、内部保炎機構として機能する。

一般に、従来の固体燃料焚きバーナ320は、火炎外周で輻射を受けて燃料の微粉炭に着火する。火炎外周で微粉炭に着火すると、NO<sub>x</sub>は高温の酸素が残存する火炎外周の高温酸素残存領域H（図25（b）参照）で発生し、十分に還元されないまま残存してNO<sub>x</sub>排出量を増加させている。

[0270] しかし、内部保炎機構として機能するスプリット部材324が設けられたことにより、微粉炭は火炎内部で着火するようになる。このため、NO<sub>x</sub>は火炎内部で発生し、火炎内部で発生したNO<sub>x</sub>は還元作用を有する炭化水素類を多く含んでいることから、空気不足の状態にある火炎内で迅速に還元される。従って、火炎外周に保炎器を設置する保炎をやめて、即ち、バーナ外周に保炎機構を設置しない構造の固体燃料焚きバーナ320とし、火炎外周でのNO<sub>x</sub>発生を抑制することも可能になる。

[0271] 特に、複数方向のスプリット部材324を配設したクロスタイプとすることにより、微粉炭バーナ321の出口開口中央付近に対し、異なる方向のスプリット部材324を交差させた交差部を容易に設けることができる。このような交差部が微粉炭バーナ321の出口開口中央付近に存在していると、微粉炭バーナ321の出口開口においては、中央付近で微粉炭及び空気の流路が複数に分割されるので、複数に分流する際に流れが乱される。

即ち、スプリット部材324が左右一方向の場合、中央部における空気の拡散や着火が遅れて局所的に極端な空気不足領域が存在し、未燃分増加の原因になるが、スプリット部材324を複数方向に配設して交差部が形成され

るクロスタイルでは、火炎内部での空気の混合が促進されるとともに着火面が細分化されるので、結果として未燃分の低減が可能になる。

[0272] 换言すれば、交差部を形成するようにスプリット部材324を配設すれば、空気の混合・拡散が火炎の内部で促進され、さらに着火面が細分化されることにより、着火位置が火炎の中央部（軸中心部）に寄って微粉炭の未燃分を低減する。即ち、火炎の中心部まで酸素が入り込みやすくなるので、内部着火が効果的に行われるようになり、従って、火炎内部で迅速な還元が行われてNO<sub>x</sub>の発生量は低減される。

この結果、火炎外周に設置した保炎器による保炎をやめ、火炎外周に保炎器のない固体燃料焚きバーナ320を用いて火炎外周でのNO<sub>x</sub>発生を抑制することは、より一層容易になる。

[0273] このような複数方向のスプリット部材324において、本実施例では、スプリット部材324を炉内側から見た部材幅寸法をスプリッタ幅Wとした場合、方向毎にスプリッタ幅Wが異なるクロスタイルのものを配設している。

例えば、図25(a)に示すクロスタイルの構成例では、コール1次ポート322の出口開口部に上下方向のスプリット部材（以下、「縦スプリッタ」と呼ぶ）324V及び左右方向のスプリット部材（以下、「横スプリッタ」と呼ぶ）324Hが各々1本ずつ配設されている。

[0274] そして、縦スプリッタ324Vのスプリッタ幅Wvが、横スプリッタ324Hのスプリッタ幅Whより太く広い幅広（Wv>Wh）となっているが、逆の構成としてもよい。

即ち、図示のスプリット部材324は、縦方向のスプリッタ機能を強化することにより、横方向のスプリッタ機能を相対的に低下させるため、縦スプリッタ324Vのスプリッタ幅Wvを横スプリッタ324Hのスプリッタ幅Whより大きく設定した構造である。

このような構成は、角度調整可能な燃料バーナ321の角度変化に対応するものである。

[0275] 燃料バーナ321は、例えば、図25(b)に示すように、旋回燃焼ボイ

ラ310で生成する蒸気温度を所望の値に調整するため、バーナ角度（ノズル角度） $\alpha$ を上下方向に適宜変化させることができる。

しかしながら、バーナ角度 $\alpha$ が変化しても、適所に固定支持されているスプリット部材324は、燃料バーナ321と一緒に角度変化しない。このため、燃料バーナ321とスプリット部材324との位置関係は、バーナ角度 $\alpha$ の変化に応じて変動することとなる。

[0276] 上述したバーナ角度 $\alpha$ を上下に変化させると、微粉炭及び1次空気を投入する際には、微粉炭流と横スプリッタ324Hとの位置関係が変動する。このような位置関係の変動は、横スプリッタ324Hのスプリッタ幅W<sub>h</sub>が幅広になるほど大きな影響を受けるようになるので、結果的にバーナ性能も影響を受けて一定に保つことは困難になる。従って、燃料バーナ321のバーナ角度 $\alpha$ が変化しても、バーナ性能が影響を受けないようにすることが望まれる。

そこで、本実施例においては、縦スプリッタ324Vのスプリッタ幅W<sub>v</sub>を相対的に幅広とし、縦方向のスプリッタ機能を強化したスプリット部材324は、横スプリッタ324Hのスプリッタ幅W<sub>h</sub>が必要最小限まで狭められ、バーナ角度 $\alpha$ の変化による位置関係の変動を最小限に抑えたものである。

[0277] 従って、スプリット部材324は、スプリッタ幅Wの小さい横スプリッタ324Hを残し、上下及び左右の両方向にスプリッタが存在するクロスタイルとなるので、空気の混合促進及び着火面の細分化を維持することができる。このため、スプリット部材324は、火炎の中心部まで空気が入り込みやすくなり、結果として中央部の着火促進により未燃分の低減が可能になると、クロスタイルの利点を維持したまま、バーナ角度 $\alpha$ の変化による位置関係の変動を最小限に抑えて、バーナ性能を略一定に保つことができる。

[0278] また、2次空気投入ポート330が微粉炭バーナ321の上下方向に配置される旋回燃焼方式の場合には、横スプリッタ324Hのスプリッタ幅W<sub>h</sub>が、縦スプリッタ324Vのスプリッタ幅W<sub>v</sub>より太く広い幅広（W<sub>h</sub>>W<sub>v</sub>）

v) とする。

これは、縦スプリッタ324Vのスプリッタ幅Wvが必要以上に大きいと、スプリッタ機能が強くなつて微粉炭の着火源となりやすいためである。

[0279] しかも、縦スプリッタ324Vの上下両端部付近での着火は、着火源が2次空気投入ポート330に近い位置にあるため、火炎外周での着火が2次空気と直接干渉しやすい状況にある。この結果、縦スプリッタ324Vを着火源として火炎外周で着火した微粉炭には多量の空気が混合されることとなり、従つて、高温の酸素が残存する火炎外周の高温酸素残存領域HでNOxを発生する。このNOxは、十分に還元されないまま残存し、最終的なNOx排出量を増加させる原因となる。

[0280] しかし、横スプリッタ324Hのスプリッタ幅Whを幅広とし、横スプリッタ324Hのスプリッタ機能を強化すると、微粉炭バーナ321の上下に存在する2次空気投入ポート330の近傍では着火源が縮小されて小さくなる。即ち、幅広とした横スプリッタ324Hの下流側には、大きな再循環域となる負圧領域が形成され、強いスプリッタ機能が発揮されるため、微粉炭及び1次空気の流れは上下方向の中心部に集中しやすくなる。

[0281] この結果、縦スプリッタ324Vの両端部付近を着火源とし、火炎外周で着火するとともに大量の空気が混合される微粉炭量は大幅に減少する。一方、微粉炭及び1次空気の混合・拡散は、火炎の内部まで促進されて空気(酸素)が火炎の中心部まで入り込みやすくなる。この結果、内部着火が効果的に行われるようになるので、火炎内部における迅速な還元が行われてNOxの発生量は低減される。

この場合、縦スプリッタ324Vを残すことにより、即ち、スプリッタ幅Wvの小さい縦スプリッタ324Vを設けて上下及び左右に存在するクロスタイプのスプリット部材324とすることにより、空気の混合促進及び着火面の細分化がなされる。このため、クロスタイプのスプリット部材324を備えた固体燃料焚きバーナ320は、火炎の中心部まで空気が入り込みやすくなり、結果として中央部の着火促進により未燃分の低減が可能になる。

## 実施例 13

[0282] 次に、本発明の実施例 13 に係る固体燃料焚きバーナを説明する。

この実施例では、固体燃料焚きバーナ 320 に設けられたスプリット部材 324 が、スプリッタ幅 W の異なる複数方向に配置したスプリット部材 324 により構成され、かつ、同方向に 3 本以上配置した中央部のスプリッタ幅 W を幅広にして周辺部を相対的に狭めた構成となっている。

[0283] このように構成されたスプリット部材 324 は、固体燃料焚きバーナ 320 の中央部に幅広にしたスプリッタが配置されているので、中央部のスプリッタ機能が強化された構造となり、外部着火を防止しながら内部着火を強化できるようになる。

即ち、本実施例の固体燃料焚きバーナ 320 は、中央部を幅広にしたクロスタイルのスプリット部材 324 を備えているので、微粉炭バーナ 321 の外周部で着火源となるスプリッタの存在が最小限に抑えられることにより、外部着火の防止または抑制が可能となり、さらに、中央部のスプリッタ機能が強化されたことにより、火炎の中心部まで空気が入り込みやすくなり、結果として中央部の着火促進により未燃分の低減が可能になる。

[0284] ところで、上述した構成例では、上下及び左右に各々 3 本のスプリッタを配設し、上下及び左右の中央に配置された 1 本のみを幅広としているが、スプリッタの数は勿論のこと、幅広とするスプリッタの数や位置等については、これに限定されることはない。

例えば、上下及び左右に 4 本のスプリッタを配設し、上下及び左右の中央部となる 2 本ずつを幅広としてもよい。また、中央部に配置されたスプリッタは、上下及び左右の両方を幅広とする必要はなく、例えば、中央部に配置された上下のみまたは左右のみを幅広としてもよい。従って、複数方向の一方にのみ 3 本以上のスプリッタを配置して中央部を幅広とし、他の方向については、幅広または幅の狭い 1 本とする構成や、幅の狭い 1 本とする構成等も包含される。

## 実施例 14

[0285] 次に、本発明の実施例14に係る固体燃料焚きバーナを図31に基づいて説明する。なお、上述した実施例と同様の部分には同じ符号を付し、その詳細な説明は省略する。この実施例では、微粉炭及び1次空気の流れを火炎内部の中央部（軸中心側）に導くため、固体燃料焚きバーナ320Aに設けられたスプリット部材324が、複数方向に配置したスプリッタどうしの交差角部に取り付けた遮蔽部材を備えている。即ち、スプリット部材324の機能をより一層向上させ、火炎内部の着火面増加や内部保炎強化を図るという目的を達成するため、スプリット部材324の機能補強部材として、スプリット部材324が交差して形成される交差角部の少なくとも1箇所に、流路断面積を低減する遮蔽部材を設けたものである。

[0286] 上述した遮蔽部材は、例えば、交差角部の交差中心部側を塞ぐようにしてスプリット部材324に取り付けられた三角板350が好適であり、炉内側から見たコール1次ポート322の開口面積は、即ち微粉炭及び1次空気の流路断面積は、三角板350の面積に相当する分だけ減少する。この三角板350は、微粉炭及び1次空気の流路断面積を低減するだけでなく、火炎内部の着火面を増加するとともに、微粉炭及び1次空気の流れを中央部に導く機能も有している。

[0287] 換言すれば、三角板350は、スプリット部材324の下流側に形成されて再循環域となる負圧領域を増大させるように設置する遮蔽部材であり、スプリット部材324の保炎効果を強化することができる。

従って、上下及び左右に交差するスプリッタ324H, 324Vの交差部に形成された4箇所の交差角部のうち、少なくとも1箇所に設けられていればよい。

[0288] また、上述した遮蔽部材は、図32(a)に示した三角板（三角形の板状部材）350に限定されることはなく、例えば、円形や楕円形を1/4にした形状の板材としてもよい。さらに、例えば、図32(b)に示す三角錐350Aのように、流れをいったん外向きに導いて再循環域を形成する傾斜面を備えたものでもよい。

このように、スプリッタ324H, 324Vの交差部に、三角板350や三角錐350Aのような遮蔽部材を設けると、スプリット部材324の機能はより一層向上し、火炎内部の着火面増加や内部保炎強化を達成できる。

[0289] 上述した本実施例の固体燃料焚きバーナ及び固体燃料焚きボイラによれば、火炎Fの外周に形成される高温酸素残存領域Hを抑制することにより、AA部314から排出される最終的なNO<sub>x</sub>発生量の低減が可能になる。

なお、本発明は上述した実施例に限定されることはなく、例えば、粉体の固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。

### 実施例 15

[0290] さて、従来の石炭焚きバーナは、バーナ外周に保炎機構（先端角度の調整、旋回等）を設置し、さらに、すぐ外周に近接して2次空気（あるいは3次空気）の投入ポートを設置することが一般的である。このため、火炎の外周で着火が起こり、火炎の外周において大量の空気が混合されることとなる。この結果、火炎外周の燃焼は、火炎外周の高温酸素残存領域において酸素濃度が高い高温状態で進行することになり、従って、NO<sub>x</sub>は火炎外周で発生していた。このようにして、火炎外周の高温酸素残存領域で発生したNO<sub>x</sub>は、火炎の外周を通過するので、火炎内部と比較して還元が遅れることとなり、これが石炭焚きボイラからNO<sub>x</sub>を発生させる要因となっていた。

[0291] 一方、対向燃焼ボイラにおいても、旋回により、火炎外周で着火するため、火炎の外周で同様にNO<sub>x</sub>が発生する要因となっていた。

[0292] このような背景から、上述した従来の石炭焚きバーナ及び石炭焚きボイラのように、粉体の固体燃料を焚く固体燃料焚きバーナ及び固体燃料焚きボイラにおいては、火炎の外周に形成される高温酸素残存領域を抑制し、追加空気投入部から排出される最終的なNO<sub>x</sub>発生量を低減することが望まれる。

[0293] 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、追加空気投入部から排出される最終的なNO<sub>x</sub>発生量の低減を可能に

した固体燃料焚きバーナ及び固体燃料焚きボイラを提供することにある。

[0294] 以下、本発明に係る固体燃料焚きバーナ及び固体燃料焚きボイラの一実施例を図面に基づいて説明する。なお、本実施例では、固体燃料焚きバーナ及び固体燃料焚きボイラの一例として、微粉炭（粉体の固体燃料である石炭）を燃料とする固体燃料焚きバーナを備えた旋回燃焼ボイラについて説明するが、これに限定されることはない。

[0295] 図35から図37に示す旋回燃焼ボイラ410は、火炉411内へ空気を多段で投入することにより、バーナ部412から追加空気投入部（以下、「AA部」と呼ぶ）414までの領域を還元雰囲気にして燃焼排ガスの低NO<sub>x</sub>化を図っている。

[0296] 図中の符号420は微粉炭（粉体の固体燃料）及び空気を投入する固体燃料焚きバーナ、415は追加空気を投入する追加空気投入ノズルである。固体燃料焚きバーナ420には、例えば、図35に示すように、微粉炭を1次空気で搬送する微粉炭混合気輸送管416及び2次空気を供給する送気ダクト417が接続され、追加空気投入ノズル415には、2次空気を供給する送気ダクト417が接続されている。

このように、上述した旋回燃焼ボイラ410は、粉体燃料の微粉炭（石炭）及び空気を火炉411内へ投入する固体燃料焚きバーナ420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412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旋回燃焼方式を採用している。

[0297] 図33に示す固体燃料焚きバーナ420は、微粉炭及び空気を投入する微粉炭バーナ（燃料バーナ）421と、微粉炭バーナ421の外周から2次空気を噴射するコール2次ポートとを備えている。本実施例において、微粉炭バーナ421の外周から2次空気を噴射する2次空気ポートは、微粉炭バーナ421の上下に各々配置された2次空気投入ポート430と、後述するコール2次ポート423とにより構成される。

2次空気投入ポート430は、ポート毎の空気流量調整を可能にするため、例えば、図34に示すように、送気ダクト417から分岐した2次空気の

供給ライン毎に、流量調整手段として開度調整可能なダンパ440を備えている。

- [0298] 上述した微粉炭バーナ421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422と、コール1次ポート422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423とを備えている。なお、コール2次ポート423についても、図34に示すように、流量調整手段として開度調整可能なダンパ440を備えている。なお、コール1次ポート422は、円形や橢円でもよい。
- [0299] 微粉炭バーナ421の流路前方部には、即ち、コール1次ポート422の流路前方部にはスプリット部材424が配設され、図示省略の支持部材等に固定されている。このスプリット部材424は、例えば、図33(a)に示すように、コール1次ポート422の出口開口部において、上下方向の略中心位置に水平方向の1本が配設され、水平(左右)方向の両端部が部分的に除去された除去部424aとなっている。なお、図33(a)において、除去部424aは破線で表示されている。
- [0300] この場合、図33に示すように、スプリット部材424からコール2次ポート423に隣接する端部の一部を除去したスプリット部材424の長さ(軸中心からの長さ) L2は、微粉炭バーナ421の流路幅、即ち、コール1次ポート422の流路幅(軸中心からの流路幅)をL1とした場合、寸法比  $L_2/L_1 > 0.2$  となるように設定する。また、この寸法比  $L_2/L_1$  は、より好ましい値は  $L_2/L_1 > 0.6$  である。即ち、スプリット部材424から端部の一部を除去する除去部424aについては、上述した寸法比が  $L_2/L_1 > 0.2$  の条件を満たすように、より好ましくは  $L_2/L_1 > 0.6$  の条件を満たすように設けたものが望ましい。
- [0301] 上述したスプリット部材424は、例えば、図38(a)から図38(d)に示すような断面形状を採用することにより、微粉炭及び空気の流れをスムーズに分離させて乱すことができる。

図38(a)に示すスプリット部材424は、三角形の断面形状を有して

いる。図示の三角形は正三角形や二等辺三角形であり、火炉411内に向けた出口側の一辺が微粉炭及び空気の流れ方向と略直交するように配置されている。換言すれば、三角形断面を形成する角部の1つを、微粉炭及び空気の流れ方向に向けた配置が採用されている。

[0302] 図38(b)に示すスプリット部材424Aは、略T字状の断面形状を有し、火炉411内に向けた出口側に微粉炭及び空気の流れ方向と略直交する面が配置されている。なお、このような略T字状断面形状を変形させることにより、例えば、図38(c)に示すように、台形状の断面形状を有するスプリット部材424A'としてもよい。

[0303] 図38(d)に示すスプリット部材424Bは、略L字状の断面形状を有している。即ち、上述した略T字状の一部を切り取ったような断面形状であり、特に、左右(水平)方向に配置する場合においては、上方の凸部を除去した略L字形状にすれば、スプリット部材424Bに微粉炭が堆積することを防止できる。なお、上方の凸部を除去した分、下方の凸部を大きくすることで、スプリット部材424Bに必要な分離性能を確保することができる。

しかし、上述したスプリット部材424等の断面形状については、例えば、略Y字形状等のように、図示の例に限定されることはない。

[0304] ところで、本実施例のスプリット部材424はこれに限定されることはなく、従って、上述したスプリット部材424は、例えば、上下方向及び左右方向に各々2本ずつ、合計4本が所定の間隔を有する格子状に配設されたものでもよい。この場合、上下方向の2本については、2次空気投入ポート430に近い上下両端部が除去され、左右方向の2本については、コール1次ポート422の左右両端部まで設けられるなど、種々の態様が選択可能である。

即ち、4本のスプリット部材424を設置する場合には、上下方向及び左右方向の異なる2方向に向けて格子状に配設されるクロスタイプとすることで、微粉炭バーナ421におけるコール1次ポート422の出口開口部を細分化(9分割)している。また、スプリット部材424に挟まれる部分では

、圧損が大きく、噴出口での流速が低下し、より内部での着火が促進される。

[0305] なお、除去する部分（除去部424a）は、例えば、上下方向のスプリット部材424については、上述した左右方向のスプリット部材424の位置にあわせなくともよい。また、スプリット部材424の端部は、全方向を除去することにより、外周部での着火を完全に抑制できるため、外周に保炎器を設置しない構造とすることが望ましい。

また、上述した除去部424aは、2次空気量がより多くなる方向、即ち、コール2次ポート423の外周（上下）に2次空気投入ポート430が隣接して設けられた方向に設けてもよい。

[0306] このように構成した固体燃料焚きバーナ420において、微粉炭バーナ421の出口開口中央付近に設置したスプリット部材424は、微粉炭及び空気の流路を分割して流れを内部で乱すとともに、スプリット部材424の前方（下流側）に再循環域を形成するため、内部保炎機構として機能する。

一般に、従来の固体燃料焚きバーナ420は、火炎外周で輻射を受けて燃料の微粉炭に着火する。火炎外周で微粉炭に着火すると、NO<sub>x</sub>は高温の酸素が残存する火炎外周の高温酸素残存領域H（図33（b）参照）で発生し、十分に還元されないまま残存してNO<sub>x</sub>排出量を増加させている。

[0307] しかし、内部保炎機構として機能するスプリット部材424が設けられることにより、微粉炭は火炎内部で着火するようになる。このため、NO<sub>x</sub>は火炎内部で発生し、火炎内部で発生したNO<sub>x</sub>は還元作用を有する炭化水素類を多く含んでいることから、空気不足の状態にある火炎内で迅速に還元される。従って、火炎外周に保炎器を設置する保炎をやめて、即ち、除去部424aを形成することによりバーナ外周に保炎機構を設置しない構造の固体燃料焚きバーナ420とすれば、火炎外周でのNO<sub>x</sub>発生を抑制することも可能になる。

[0308] 特に、複数方向のスプリット部材424を配設したクロスタイプとすることにより、微粉炭バーナ421の出口開口中央付近に対し、異なる方向のス

スプリット部材424を交差させた交差部を容易に設けることができる。このような交差部が微粉炭バーナ421の出口開口中央付近に存在していると、微粉炭バーナ421の出口開口においては、中央付近で微粉炭及び空気の流路が複数に分割されるので、複数に分流する際に流れが乱される。

即ち、スプリット部材424が左右一方向の場合、中央部における空気の拡散や着火が遅れて局所的に極端な空気不足領域が存在し、未燃分増加の原因になるが、スプリット部材424を複数方向に配設して交差部が形成されるクロスタイルでは、火炎内部での空気の混合が促進されるとともに着火面が細分化されるので、結果として未燃分の低減が可能になる。

[0309] 换言すれば、交差部を形成するようにスプリット部材424を配設すれば、空気の混合・拡散が火炎の内部で促進され、さらに着火面が細分化されることにより、着火位置が火炎の中央部（軸中心部）に寄って微粉炭の未燃分を低減する。即ち、火炎の中心部まで酸素が入り込みやすくなるので、内部着火が効果的に行われるようになり、従って、火炎内部で迅速な還元が行われてNO<sub>x</sub>の発生量は低減される。

この結果、火炎外周に設置した保炎器による保炎をやめ、火炎外周に保炎器のない固体燃料焚きバーナ420を用いて火炎外周でのNO<sub>x</sub>発生を抑制することは、より一層容易になる。

[0310] このような複数方向のスプリット部材424において、本実施例では、スプリット部材424の外周側でかつコール2次ポート423に隣接する複数個所の端部、即ち、左右端部の少なくとも一部を除去すればよい。

図33(a)に示す構成例の第1変形例では、上述したように、外周側となる上下方向のスプリット部材424から上下両端部を除去する。即ち、スプリット部材424の上下両端部を除去した外周側の領域は、スプリット部材424が存在せず、しかも、スプリット部材424からコール2次ポート423及び2次空気投入ポート430までの距離が増している。なお、クロスタイルのスプリット部材424は、横方向の左右端部でも外周着火が生じるもの、旋回燃焼においては、左右方向から火炎の周囲に吹き込まれる2

次空気量が限られるため、本実施例では左右両端部を残して着火面を確保している。

- [0311] この結果、スプリット部材424が存在しない上下両端の外周側領域では、スプリット部材424を着火源とする着火が生じなくなり、一方、火炎内部となるスプリット部材424の中心部側では、保炎機能を有効に活用できる。従って、2次空気投入量が多い2次空気投入ポート430に近いため、2次空気と直接干渉しやすい上下両端部側の領域では、着火が生じにくくなることにより、火炎外周に高温高酸素領域が形成されることを防止または抑制できる。即ち、コール2次ポート423及び2次空気投入ポート430に隣接する上下両端部を除去したスプリット部材424は、微粉炭バーナ420の内部で着火を強化できるとともに、火炎外周の高温酸素領域、特に火炎上下端の高温酸素領域が形成されることを防止できる。
- [0312] ところで、上述したスプリット部材424の端部除去は、第1変形例に限定されることはない。
- 示す第2変形例では、スプリット部材424が上下左右に各々2本ずつ配設されている。この場合、上述した実施例と同様に、上下方向のスプリット部材424について、コール2次ポート423及び2次空気投入ポート430に近い上下両端部の全てが除去されている。このスプリット部材424は、1本としてもよいし、3本以上でもよい。
- [0313] 第3変形例では、スプリット部材424が上下左右に各々3本ずつ配設されている。この変形例における上下方向のスプリット部材424は、コール2次ポート423及び2次空気投入ポート430に近い上下両端部のうち、中央に配置された1本のみが除去されている。なお、上下方向のスプリット部材424については、特に上下両端部を除去しない上下方向のスプリット部材424については、より上下端部あるいは全体のスプリッタ幅Wを狭めて着火面積を低減することが望ましい。
- [0314] このように、微粉炭バーナ421の上下に隣接してコール2次ポート423及び2次空気投入ポート430が配設されている旋回燃焼ボイラ用の固体

燃料焚きバーナ420においては、上下両端部の少なくとも一部を除去したクロスタイルのスプリット部材424を設置することにより、特に2次空気と直接干渉しやすい上下端に高温高酸素領域が形成されることを防止または抑制できる。

こうして火炎の外周に形成される高温酸素残存領域が抑制されると、予混合燃焼に近い燃焼をする火炎内部で発生したNO<sub>x</sub>が効果的に還元されるようになる。従って、AA部414まで到達するNO<sub>x</sub>量の減少や追加空気投入により発生するNO<sub>x</sub>量の減少により、AA部414から最終的に排出されるNO<sub>x</sub>量が減少する。

[0315] また、第4変形例では、クロスタイルのスプリット部材424が、上下及び左右方向の少なくとも一方に3本以上配設され、上下左右の中央部に配置された少なくとも一方を残して端部が除去されている。

即ち、第4変形例は、スプリット部材424が上下左右に各々3本ずつ配設されている構成は第2変形例及び第3変形例と同じである。しかし、この変形例では、上下及び左右の中央に配置された1本のスプリット部材424が端部まで設けられ、その両端に配置されたスプリット部材424は、上下左右の端部が全て除去されている。

[0316] このように、第4変形例のスプリット部材424とすれば、上下左右の中央部を除く外周部にスプリット部材424が存在しない構造となり、最も外周着火に寄与すると考えられる領域にはほとんどスプリット部材424が存在していない。このため、第4変形例のような構成例のスプリット部材424は、スプリット部材424が着火源となる外周着火の有効な防止策となる。

[0317] また、本実施例のスプリット部材424は、例えば、第5変形例のように、必要に応じて外周着火源となりうる左右端部の少なくとも一部を除去してもよい。

即ち、保炎器として機能するクロスタイルのスプリット部材424においては、横方向の左右両端部でも外周着火を生じることがあるので、上下及び

左右の端部を全部除去した構造は、外部着火を完全に防止するために有効である。特に、微粉炭バーナ421の左右に2次空気投入ポートを設ける場合には、上述した上下の2次空気投入ポート430と同様の理由により、左右の端部も削除して着火源を低減することが望ましい。

### 実施例 16

[0318] 次に、本発明の実施例16に係る対向燃焼ボイラに適用される固体燃料焚きバーナを説明する。

本実施例の固体燃料焚きバーナには、円形断面としたコール1次ポートの外周に、複数の同心円状とした2次空気投入ポートが設けられている。この2次空気投入ポートは、例えば、内部2次空気投入ポート及び外部2次空気投入ポートの2段で構成されるが、これに限定されることはない。

[0319] また、コール1次ポートの出口中心部には、異なる2方向のスプリット部材が格子状に複数本（例えば、縦及び横方向に合計4本）配設されている。この場合のスプリット部材については、実施例15で説明した数、配置及び断面形状等を適用可能であるが、特に、円形であることから、全周にわたって端部を除去することが望ましい。あるいは、円形スプリット部材を設けて円形内部に放射状スプリット部材を複数本配設し、円形の周方向を複数に分割した構成としてもよい。この場合、円形スプリット部材については、複数の同心円としてもよい。

[0320] 上述した本実施例の固体燃料焚きバーナ及び固体燃料焚きボイラによれば、火炎の外周に形成される高温酸素残存領域Hを抑制することにより、AA部414から排出される最終的なNO<sub>x</sub>発生量の低減が可能になる。

なお、本発明は上述した実施例に限定されることはなく、例えば、粉体の固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。

### 実施例 17

[0321] 微粉炭焚きボイラでは、固体燃料として微粉炭（石炭）を使用している。この場合、石炭は、水分や揮発分を含んでおり、その種類によって水分量が

ばらついている。そのため、石炭に含まれる水分や揮発分に応じたボイラの運転制御が必要となる。

- [0322] 石炭の揮発分を考慮したボイラの運転制御としては、例えば、上述した特許文献に記載されたものがある。特許文献5に記載された微粉炭バーナおよびこれを用いたボイラは、微粉炭と搬送空気との微粉炭混合気を噴出する微粉炭混合気通路と、微粉炭の揮発分放出に有効な高温で低酸素濃度である高温ガスを噴出する高温ガス供給通路を設けたものである。また、特許文献6に記載された石炭焚きボイラ装置は、微粉炭を石炭焚きボイラに送給する1次空気の温度を検出する温度検出器と、1次空気の温度を調整する1次空気温度調整手段と、温度検出器の検出結果を基に1次空気が所定温度となる様に1次空気温度調整手段を制御する制御装置とを設けたものである。
- [0323] 上述した従来のボイラにあっては、いずれも微粉炭を加熱することで、水分や揮発分を調整してから火炉内で燃焼させている。この場合、ボイラの運転出力に基づいて運転パラメータを調整するしかなく、石炭の性状から直接運転パラメータを設定することが困難である。
- [0324] 本発明は、上述した課題を解決するものであり、固体燃料及びこの固体燃料に含有する揮発分を適正に燃焼して運転効率の向上を図るボイラ及びボイラの運転方法を提供することを目的とする。
- [0325] 図39は、本発明の実施例17に係るボイラとしての微粉炭焚きボイラを表す概略構成図、図40は、実施例17の微粉炭焚きボイラにおける燃焼バーナを表す平面図、図41は、実施例17の燃焼バーナを表す正面図、図42は、実施例17の燃焼バーナを表す断面図、図43は、1次空気及び2次空気に対するNO<sub>x</sub>発生量及び未燃分発生量を表すグラフである。
- [0326] 実施例17の燃焼バーナが適用された微粉炭焚きボイラは、石炭を粉碎した微粉炭を固体燃料として用い、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。
- [0327] この本実施例において、図39に示すように、微粉炭焚きボイラ510は、コンベンショナルボイラであって、火炉511と燃焼装置512とを有し

ている。火炉511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511を構成する火炉壁の下部に燃焼装置512が設けられている。

[0328] 燃焼装置512は、火炉壁に装着された複数の燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525を有している。本実施例にて、この燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525は、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、つまり、5段配置されている。

[0329] そして、各燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525は、微粉炭供給管526, 527, 528, 529, 530を介して微粉炭機（ミル）531, 532, 533, 534, 535に連結されている。この微粉炭機531, 532, 533, 534, 535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、搬送空気（1次空気）により分級された微粉炭を微粉炭供給管526, 527, 528, 529, 530から燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525に供給することができる。

[0330] また、火炉511は、各燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525の装着位置に風箱536が設けられており、この風箱536に空気ダクト537の一端部が連結されており、この空気ダクト537は、他端部に送風機538が装着されている。更に、火炉511は、各燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525の装着位置より上方にアディショナル空気ノズル539が設けられており、このアディショナル空気ノズル539に空気ダクト537から分岐した分岐空気ダクト540の端部が連結されている。従って、送風機538により送られた燃焼用空気（2次空気、3次空気）を、空気ダクト537から風箱536に供給し、この風箱536から各燃焼バ

一ナ521, 522, 523, 524, 525に供給することができると共に、分岐空気ダクト540からアディショナル空気ノズル539に供給することができる。

- [0331] そのため、燃焼装置512にて、各燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525は、微粉炭と1次空気とを混合した微粉燃料混合気（燃料ガス）を火炉511内に吹き込み可能であると共に、2次空気及び3次空気を火炉511内に吹き込み可能となっており、図示しない点火トーチにより微粉燃料混合気に点火することで、火炎を形成することができる。
- [0332] また、微粉炭供給管526, 527, 528, 529, 530は、微粉燃料混合気量を調整可能な流量調整弁541, 542, 543, 544, 545が設けられ、空気ダクト537は、燃焼用空気（2次空気、3次空気）量を調整可能な流量調整弁546が設けられ、分岐空気ダクト540は、追加空気量を調整可能な流量調整弁547が設けられている。そして、制御装置548は、各流量調整弁541, 542, 543, 544, 545, 546, 547の開度を調整可能となっている。この場合、微粉炭供給管526, 527, 528, 529, 530に流量調整弁541, 542, 543, 544, 545を設けなくてもよい。
- [0333] なお、一般的に、ボイラの起動時には、各燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525は、油燃料を火炉511内に噴射して火炎を形成している。
- [0334] 火炉511は、上部に煙道550が連結されており、この煙道550に、対流伝熱部として排ガスの熱を回収するための過熱器（スーパーヒータ）551, 552、再熱器553, 554、節炭器（エコノマイザ）555, 556, 557が設けられており、火炉511での燃焼で発生した排ガスと水との間で熱交換が行われる。
- [0335] 煙道550は、その下流側に熱交換を行った排ガスが排出される排ガス管558が連結されている。この排ガス管558は、空気ダクト557との間にエアヒータ559が設けられ、空気ダクト537を流れる空気と、排ガス

管558を流れる排ガスとの間で熱交換を行い、燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525に供給する燃焼用空気を昇温することができる。

[0336] なお、排ガス管558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。

[0337] 従って、微粉炭機531, 532, 533, 534, 535が駆動すると、生成された微粉炭が搬送用空気と共に微粉炭供給管526, 527, 528, 529, 530を通して燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525に供給される。また、加熱された燃焼用空気が空気ダクト537から風箱536を介して各燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525に供給されると共に、分岐空気ダクト540からアディショナル空気ノズル539に供給される。すると、燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525は、微粉炭と搬送用空気とが混合した微粉燃料混合気を火炉511に吹き込むと共に燃焼用空気を火炉511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539は、追加空気を火炉511に吹き込み、燃焼制御を行うことができる。この火炉511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511内の下部で火炎が生じると、燃焼ガス（排ガス）がこの火炉511内を上昇し、煙道550に排出される。

[0338] なお、火炉511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、内部が還元雰囲気に保持される。そして、微粉炭の燃焼により発生したNO<sub>x</sub>が火炉511で還元され、その後、追加空気（アディショナルエア）が追加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NO<sub>x</sub>の発生量が低減される。

[0339] このとき、図示しない給水ポンプから供給された水は、節炭器555, 556, 557によって予熱された後、図示しない蒸気ドラムに供給され火炉壁の各水管（図示せず）に供給される間に加熱されて飽和蒸気となり、図示しない蒸気ドラムに送り込まれる。更に、図示しない蒸気ドラムの飽和蒸気は過熱器551, 552に導入され、燃焼ガスによって過熱される。過熱器

551, 552で生成された過熱蒸気は、図示しない発電プラント（例えば、タービン等）に供給される。また、タービンでの膨張過程の中途で取り出した蒸気は、再熱器553, 554に導入され、再度過熱されてタービンに戻される。なお、火炉511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。

- [0340] その後、煙道550の節炭器555, 556, 557を通過した排ガスは、排ガス管558にて、図示しない脱硝装置にて、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。
- [0341] ここで、燃焼装置512について詳細に説明するが、この燃焼装置512を構成する各燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525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521についてのみ説明する。
- [0342] 燃焼バーナ521は、図40に示すように、火炉511における4つの壁面に設けられる燃焼バーナ521a, 521b, 521c, 521dから構成されている。各燃焼バーナ521a, 521b, 521c, 521dは、微粉炭供給管526から分岐した各分岐管526a, 526b, 526c, 526dが連結されると共に、空気ダクト537から分岐した各分岐管537a, 537b, 537c, 537dが連結されている。
- [0343] 従って、火炉511の各壁面にある各燃焼バーナ521a, 521b, 521c, 521dは、火炉511に対して、微粉炭と搬送用空気が混合した微粉燃料混合気を吹き込むと共に、その微粉燃料混合気の外側に燃焼用空気を吹き込む。そして、各燃焼バーナ521a, 521b, 521c, 521d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511の上方から見て（図40にて）反時計周り方向に旋回する火炎旋回流となる。
- [0344] このように構成された燃焼バーナ521（521a, 521b, 521c

, 521d)にて、図41及び図42に示すように、中心側から燃料ノズル561と、2次空気ノズル562と、3次空気ノズル563とが設けられると共に、保炎器564が設けられている。燃料ノズル561は、微粉炭(固体燃料)と搬送用空気(1次空気)とを混合した燃料ガス(微粉燃料混合気)を吹き込み可能なものである。2次空気ノズル562は、第1ノズル561の外側に配置され、燃料ノズル561から噴射された燃料ガスの外周側に燃焼用空気(2次空気)を吹き込み可能なものである。3次空気ノズル563は、2次空気ノズル562の外側に配置され、2次空気ノズル562から噴射された2次空気の外周側に3次空気を吹き込み可能なものである。

[0345] また、保炎器564は、燃料ノズル561内であって、燃料ガスの吹き込み方向の下流側で、且つ、軸中心心側に配置されることで、燃料ガスの着火用及び保炎用として機能するものである。この保炎器564は、水平方向に沿う2つの保炎部材と、鉛直方向(上下方向)に沿う2つの保炎部材とを十字形状をなすように配置した、所謂、ダブルクロススプリット構造をなすものである。そして、保炎器564は、各保炎部材の前端部(燃料ガスの流れ方向の下流端部)に拡幅部が形成されている。

[0346] そのため、燃料ノズル561及び2次空気ノズル562は、長尺な管状構造を有し、燃料ノズル561は、矩形状の開口部561aを有し、2次空気ノズル562は、矩形リング状の開口部562aを有していることから、燃料ノズル561と2次空気ノズル562とは、二重管構造となっている。燃料ノズル561及び2次空気ノズル562の外側に、3次空気ノズル563が二重管構造として配置されており、矩形リング状の開口部563aを有している。その結果、燃料ノズル561の開口部561aの外側に2次空気ノズル562の開口部562aが配設され、この2次空気ノズル562の開口部562aの外側に3次空気ノズル563の開口部563aが配設されることとなる。

[0347] これらのノズル561, 562, 563は、開口部561a, 562a, 563aが同一面上に揃えられて配置されている。また、保炎器564は、

燃料ノズル 561 の内壁面、または、燃料ガスが流れる流路の上流側から図示しない板材により支持されている。また、燃料ノズル 561 は、内部にこの保炎器 564 としての複数の保炎部材が配置されていることから、燃料ガスの流路が 9 つに分割されることとなる。そして、保炎器 564 は、前端部に幅が広がった拡幅部が位置することとなり、この拡幅部は、前面が開口部 561a と同一面上に揃えられている。

[0348] また、燃焼バーナ 521 にて、燃料ノズル 561 は、微粉炭機 531 からの微粉炭供給管 526 が接続されている。2 次空気ノズル 562 は、送風機 538 からの空気ダクト 537 が分岐した一方の連結ダクト 566 が接続され、3 次空気ノズル 563 は、この空気ダクト 537 が分岐した他方の連結ダクト 567 が接続され、空気ダクト 537 と各連結ダクト 566, 567 との分岐部に流量調整弁（三方弁またはダンパ）568 が装着されている。そして、制御装置 548（図 39 参照）は、この流量調整弁 568 の開度を調整可能であり、各連結ダクト 566, 567 への空気の配分を調整可能となっている。

[0349] 従って、この燃焼バーナ 521 では、微粉炭と 1 次空気とを混合した燃料ガスが燃料ノズル 561 の開口部 561a から炉内に吹き込まれると共に、その外側にて 2 次空気が 2 次空気ノズル 562 の開口部 562a から炉内に吹き込まれ、その外側にて 3 次空気が 3 次空気ノズル 563 の開口部 563a から炉内に吹き込まれる。このとき、燃料ガスは、燃料ノズル 561 の開口部 561a にて、保炎器 564 により分岐されて着火され、燃焼して燃料ガスとなる。また、この燃料ガスの外周に 2 次空気が吹き込まれることで、燃料ガスの燃焼が促進される。また、燃焼火炎の外周に、3 次空気が吹き込まれることで、燃焼火炎の外周部が冷却される。

[0350] そして、この燃焼バーナ 521 では、保炎器 564 がスプリット形状をなすので、燃料ガスが燃料ノズル 561 の開口部 561a にて保炎器 564 により分岐され、このとき、保炎器 564 が燃料ノズル 561 の開口部 561a の中央領域に配置され、この中央領域にて、燃料ガスの着火及び保炎が行

われる。これにより、燃焼火炎の内部保炎（燃料ノズル 561 の開口部 561 a の中央領域における保炎）が実現される。

- [0351] そのため、燃焼火炎の外部保炎が行われる構成と比較して、燃焼火炎の外周部が低温となり、2次空気により高酸素雰囲気下にある燃焼火炎の外周部の温度を低くでき、燃焼火炎の外周部におけるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。
- [0352] また、燃焼バーナ 521 では、内部保炎する構成が採用されるため、燃料ガス及び燃焼空気（2次空気及び3次空気）が直進流として供給されることが好ましい。即ち、燃料ノズル 561、2次空気ノズル 562、3次空気ノズル 563 が、燃料ガス、2次空気、3次空気が旋回させることなく直進流として供給する構造を有することが好ましい。この燃料ガス、2次空気、3次空気が直進流として噴射されて燃焼火炎が形成されるため、燃焼火炎を内部保炎する構成において、燃焼火炎内のガス循環が抑制される。これにより燃焼火炎の外周部が低温のまま維持され、2次空気との混合によるNO<sub>x</sub>発生量が低減される。
- [0353] ところで、本実施例の微粉炭焚きボイラ 510 では、固体燃料として微粉炭（石炭）を使用しており、この微粉炭は、揮発分を含んでいることから、その揮発分により燃焼形態が相違してしまう。
- [0354] そこで、本実施例の微粉炭焚きボイラ 510 では、図39及び図42に示すように、制御装置 548 は、各流量調整弁 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 568 の開度を変更することで、燃料ガス量、2次空気量、3次空気量、追加空気量を調整可能となっていることから、微粉炭の揮発分に応じてこの燃料ガス量、2次空気量、3次空気量、追加空気量を調整している。
- [0355] この場合、制御装置 548 は、微粉炭の揮発分に応じて、1次空気と2次空気との合計空気量と、追加空気の空気量との配分を調整することが望ましく、具体的には、1次空気と2次空気との合計空気量と、3次空気と追加空気との合計空気量との配分を調整する。
- [0356] 本実施例では、1次空気量と追加空気量が予め設定された所定の空気量で

あることから、制御装置548は、微粉炭の揮発分に応じて2次空気と3次空気との配分を調整する。そして、制御装置548は、微粉炭の揮発分が増加すると、2次空気の配分を増加するようにしている。

[0357] 即ち、燃料ノズル561は、微粉炭と1次空気とを混合した燃料ガスを火炉511内に吹き込むものであり、1次空気は微粉炭の搬送用空気であることから、この燃料ガスにおける微粉炭と1次空気との配分、つまり、1次空気量は、微粉炭機531, 532, 533, 534, 535により決定してしまう。また、アディショナル空気ノズル539は、燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525による燃焼に対して、燃焼用空気を投入することで酸化燃焼を行い、燃焼を完結させる。ここで、アディショナル空気ノズル539からの追加空気は、主燃焼ゾーンでの還元雰囲気を強めてNO<sub>x</sub>の排出量を減少させるものであることから、ボイラごとにその追加空気量が決まってしまう。

[0358] 一方、2次空気ノズル562は、空気ダクト537から連結ダクト566を通って供給された空気を2次空気として火炉11内に吹き込むものであり、主に燃料ノズル561から吹き込まれた燃料ガスと混合して燃焼用空気として使用される。3次空気ノズル563は、空気ダクト537から連結ダクト566を通って供給された空気を3次空気として火炉511内に吹き込むものであり、主にアディショナル空気ノズル359と同様に、燃焼火炎に対する追加空気として使用される。

[0359] そのため、制御装置548は、流量調整弁568の開度を変更することで、1次空気と2次空気との合計空気量と、3次空気と追加空気との合計空気量、つまり、2次空気と3次空気との空気量の配分を調整することで、微粉炭の揮発分量の変動に対応している。ここで、制御装置548は、微粉炭の揮発分量が増加すると、3次空気量を減少する一方、2次空気量を増加して2次空気と3次空気の配分を変更している。

[0360] ここで、図43に示すように、1次空気と2次空気との合計空気量が増加すると、NO<sub>x</sub>の発生量が増加する一方、未燃分の発生量が減少する。即ち

、燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525は、着火部（燃料ノズル551の開口部551a近傍）で微粉炭の揮発分が主に燃焼するものであり、ここでの空気量が過剰になると、NO<sub>x</sub>の発生量が増加し、ここでの空気量が不足すると、微粉炭の円滑な燃焼が進行せずに未燃分の発生量が増加する。そのため、この燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525では、着火部で微粉炭の揮発分を考慮し、NO<sub>x</sub>の発生量と未燃分の発生量が低く抑えられる量の空気量を設定する必要がある。

- [0361] なお、微粉炭の揮発分は、石炭を各微粉炭機531, 532, 533, 534, 535に投入する前に計測しておき、この揮発分量データとして制御装置548に入力しておく。また、微粉炭の揮発分に対する2次空気と3次空気との配分比率は、ボイラの形態や燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525による燃焼形態などにより異なることから、予め実験により設定し、例えば、マップを作成して制御装置548に記憶しておく。
- [0362] 従って、燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525にて、火炉511に対して、燃料ノズル561により燃料ガスが吹き込まれ、2次空気ノズル562により2次空気が吹き込まれ、3次空気ノズル563により3次空気が吹き込まれる。このとき、燃料ガスは、保炎器564で着火されて燃焼し、更に2次空気が混合されて燃焼し、このとき、火炉511内に主燃焼領域が形成される。そして、この主燃焼領域の外側に対して、3次空気ノズル563により3次空気が吹き込まれることで、燃焼火炎の外周部が冷却されると共に燃焼が促進される。続いて、アディショナル空気ノズル539は、火炉511に対して追加空気を吹き込み、燃焼制御を行う。
- [0363] つまり、火炉511にて、燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525の燃料ノズル561からの燃料ガスと2次空気ノズル562からの2次空気が燃焼した燃焼ガスは、理論空気量未満となり、内部が還元雰囲気に保持される。そして、微粉炭の燃焼により発生したNO<sub>x</sub>は、3次空気により還元され、その後、追加空気により微粉炭の酸化燃焼が完結され、微粉炭の燃焼によるNO<sub>x</sub>の発生量が低減される。

[0364] このとき、制御装置548は、事前に計測した微粉炭の揮発分量と、予め記憶された微粉炭の揮発分量に対する2次空気と3次空気との配分比率マップとに基づいて、燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525における2次空気と3次空気の配分比率を求め、流量調整弁568の開度を設定する。そして、制御装置548は、この設定した開度に基づいて、流量調整弁568の開度を調整する。すると、燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525にて、2次空気ノズル562からの2次空気量と、3次空気ノズル563からの3次空気量が、微粉炭の揮発分量に対して最適な量となり、微粉炭並びに揮発分が適正に燃焼する。

[0365] このように実施例17のボイラにあっては、微粉炭と空気を燃焼させる火炉511と、この火炉511内で熱交換を行って熱を回収する過熱器551, 552と、火炉511に微粉炭と1次空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズル561と、火炉511に2次空気を吹き込み可能な2次空気ノズル562と、火炉511に3次空気を吹き込み可能な3次空気ノズル563と、火炉511における燃料ノズル561及び2次空気ノズル562より上方に追加空気を吹き込み可能なアディショナル空気ノズル539と、2次空気量と3次空気量との配分を行う流量調整弁568と、微粉炭の揮発分に応じて流量調整弁568の開度を制御する制御装置548とを設けている。

[0366] 従って、制御装置548は、微粉炭の揮発分に応じて流量調整弁568の開度を制御し、2次空気ノズル562への空気量と、3次空気ノズル563への空気量の配分を調整することで、微粉炭の揮発分に応じて2次空気量と3次空気量が調整されることとなり、微粉炭の揮発分を適正に燃焼することができると共に、微粉炭を適正に燃焼することができ、NO<sub>x</sub>や未燃分の発生を抑制してボイラ運転効率の向上を図ることができる。また、所定の燃空比を維持しながら、微粉炭とその揮発分を適正に燃焼することができる。

[0367] また、実施例17のボイラでは、制御装置548は、微粉炭の揮発分が増加すると、2次空気の配分を増加するようにしている。2次空気は、燃料ガ

スと混合して微粉炭を燃焼させるための燃焼用空気であることから、微粉炭の揮発分が増加すると、2次空気の配分を増加することで、微粉炭とその揮発分を適正に燃焼することができる。

- [0368] また、実施例17のボイラの運転方法にあっては、微粉炭焚きボイラ510にて、微粉炭の揮発分に応じて2次空気と3次空気との配分を調整するようしている。従って、微粉炭の揮発分を適正に燃焼することができると共に、微粉炭を適正に燃焼することができ、NO<sub>x</sub>や未燃分の発生を抑制してボイラ運転効率の向上を図ることができる。
- [0369] なお、上述した実施例では、2次空気量と3次空気量との配分を調整することで、微粉炭の揮発分が増加すると、2次空気の配分を増加するようにしたが、この構成に限定されるものではない。例えば、微粉炭機531, 532, 533, 534, 535における空気量（搬送用空気量）を増減させたり、追加空気量を増減させたりしてもよい。
- [0370] また、本発明のボイラは、微粉炭焚きボイラ510の構成や燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525の構成や数などに限定されるものではない。
- [0371] また、上述した実施例では、燃焼装置512として、火炉511の壁面に設けられる4つの各燃焼バーナ521, 522, 523, 524, 525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。

## 符号の説明

- [0372] 10 微粉炭焚きボイラ  
11 火炉  
21, 22, 23, 24, 25 燃焼バーナ  
51, 111 燃料ノズル

- 52, 112 2次空気ノズル  
53, 113 3次空気ノズル  
54, 71, 81, 91, 114, 121, 131, 161 保炎器  
55, 75, 95, 101, 115, 135, 141, 151 整流部材  
210 微粉炭焚きボイラ  
211 火炉  
221, 222, 223, 224, 225 燃焼バーナ  
251 燃料ノズル  
252 2次空気ノズル  
253 3次空気ノズル  
254, 291 保炎器  
255, 271 案内部材  
261, 262, 263, 264 保炎部材  
261c, 262c, 263c, 264c 切欠面（案内部材）  
281, 282, 283, 284 三角板（案内部材）  
297 駆動装置  
310 旋回燃焼ボイラ  
311 火炉  
312 バーナ部  
314 追加空気投入部（AA部）  
320, 320A 固体燃料焚きバーナ  
321 微粉炭バーナ（燃料バーナ）  
322 コール1次ポート  
323 コール2次ポート  
324 スプリット部材  
324V 縦スプリッタ  
324H 横スプリッタ  
330 2次空気投入ポート

- 3 4 0 ダンパ
- 3 5 0 三角板（遮蔽部材）
- 3 5 0 A 三角錐（遮蔽部材）
- 4 1 0 旋回燃焼ボイラ
- 4 1 1 火炉
- 4 1 2 バーナ部
- 4 1 4 追加空気投入部（A A部）
- 4 2 0 固体燃料焚きバーナ
- 4 2 1 微粉炭バーナ（燃料バーナ）
- 4 2 2 コール1次ポート
- 4 2 3 コール2次ポート
- 4 2 4 スプリット部材
- 4 2 4 a 除去部
- 4 3 0 2次空気投入ポート
- 4 4 0 ダンパ
- 5 1 0 微粉炭焚きボイラ
- 5 1 1 火炉
- 5 2 1, 5 2 2, 5 2 3, 5 2 4, 5 2 5 燃焼バーナ
- 5 3 7 空気ダクト
- 5 3 9 アディショナル空気ノズル（追加空気ノズル）
- 5 4 0 分岐空気ダクト
- 5 4 1, 5 4 2, 5 4 3, 5 4 4, 5 4 5, 5 4 6, 5 4 7, 5 6 8 流量調整弁（空気量調整装置）
- 5 4 8 制御装置
- 5 5 1, 5 5 2 過熱器（熱交換器）
- 5 5 3, 5 5 4 再熱器（熱交換器）
- 5 5 5, 5 5 6, 5 5 7 節炭器（熱交換器）
- 5 6 1 燃料ノズル

562 2次空気ノズル

563 3次空気ノズル

## 請求の範囲

- [請求項1] 固体燃料と空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズルと、  
該燃料ノズルの外側から空気を吹き込み可能な2次空気ノズルと、  
前記燃料ノズルの先端部における軸心側に設けられる保炎器と、  
前記燃料ノズルの内壁面と前記保炎器との間に設けられる整流部材と、  
備えることを特徴とする燃焼バーナ。
- [請求項2] 前記整流部材は、前記保炎器と所定の隙間をもって配置されることを特徴とする請求項1に記載の燃焼バーナ。
- [請求項3] 前記整流部材は、前記保炎器との距離が燃料ガスの流れ方向に沿ってほぼ同じになるように設けられることを特徴とする請求項1または2に記載の燃焼バーナ。
- [請求項4] 前記保炎器は、燃料ガスの流れ方向における下流側に拡幅部が設けられる一方、前記整流部材は、燃料ガスの流れ方向における下流側に先細部が設けられることを特徴とする請求項1から3のいずれか一つに記載の燃焼バーナ。
- [請求項5] 前記保炎器は、燃料ガスの流れ方向における下流側に拡幅部が設けられる一方、前記整流部材は、前記拡幅部に対向しない位置に設けられることを特徴とする請求項1から3のいずれか一つに記載の燃焼バーナ。
- [請求項6] 前記整流部材は、前記燃料ノズルの内壁面に沿って設けられることを特徴とする請求項2に記載の燃焼バーナ。
- [請求項7] 前記保炎器は、水平方向に沿って配置される第1保炎部材と、鉛直方向に沿って配置される第2保炎部材とが交差するように配置された構造をなすことを特徴とする請求項1から6のいずれか一つに記載の燃焼バーナ。
- [請求項8] 前記第1保炎部材と前記第2保炎部材とは、それぞれ複数の保炎部

材からなり、前記第1保炎部材が複数鉛直方向に所定隙間をもって配置される一方、前記第2保炎部材が複数水平方向に所定隙間をもって配置され、前記複数の第1保炎部材と前記複数の第2保炎部材とが交差するように配置された構造をなすことを特徴とする請求項7に記載の燃焼バーナ。

## [請求項9]

前記第1保炎部材と前記第2保炎部材のいずれか一方の幅を他方の幅に対して大きな幅に設定することを特徴とする請求項7または8に記載の燃焼バーナ。

## [請求項10]

固体燃料と空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズルと、

該燃料ノズルの外側から空気を吹き込み可能な2次空気ノズルと、前記燃料ノズルの先端部における軸心側に設けられる保炎器と、前記燃料ノズル内を流れる燃料ガスを軸心側に導く案内部材と、備えることを特徴とする燃焼バーナ。

## [請求項11]

前記案内部材は、前記2次空気ノズルにより吹き込まれる2次空気から離間する方向に燃料ガスを導くことを特徴とする請求項10に記載の燃焼バーナ。

## [請求項12]

前記案内部材は、前記燃料ノズルの内壁面に沿って配置されることを特徴とする請求項10または11に記載の燃焼バーナ。

## [請求項13]

前記案内部材は、前記燃料ノズルの先端部に前記保炎器と対向して配置されることを特徴とする請求項10に記載の燃焼バーナ。

## [請求項14]

前記案内部材は、前記保炎器における前記燃料ノズルの内壁面と対向する位置に配置されることを特徴とする請求項10または11に記載の燃焼バーナ。

## [請求項15]

前記案内部材は、前記保炎器より燃料ガスの流れ方向の上流側に配置されることを特徴とする請求項10または11に記載の燃焼バーナ。

## [請求項16]

前記保炎器は、水平方向に沿って鉛直方向に所定隙間をもって平行

をなす2つの第1保炎部材と、鉛直方向に沿って水平方向に所定隙間をもって平行をなす2つの第2保炎部材とが交差するように配置された構造をなし、前記案内部材は、前記第1保炎部材と前記第2保炎部材とが交差する位置の外側に配置されることを特徴とする請求項10または11に記載の燃焼バーナ。

- [請求項17] 前記保炎器は、燃料ガスの流れ方向における下流側に拡幅部を有し、前記案内部材は、前記拡幅部に対向して配置されることを特徴とする請求項10から16のいずれか一つに記載の燃焼バーナ。
- [請求項18] 水平方向に沿って鉛直方向に所定隙間をもって平行をなす2つの保炎部材を有し、前記保炎部材の先端部が前記燃料ノズルの軸心側を向くことで前記案内部材を構成することを特徴とする請求項10または11に記載の燃焼バーナ。
- [請求項19] 固体燃料焚きボイラの前記バーナ部に用いられ、粉体の固体燃料及び空気を炉内へ投入する固体燃料焚きバーナが、粉体燃料及び一次空気を炉内へ投入する燃料バーナと、該燃料バーナの外周から2次空気を噴射する2次空気投入ポートとを備え、  
前記燃料バーナの流路前方部に、内部保炎として複数方向の部材を交差させたクロスタイプのスプリット部材を配設し、該スプリット部材の幅寸法が方向毎に異なることを特徴とする固体燃料焚きバーナ。
- [請求項20] 前記クロスタイプのスプリット部材は、上下方向が幅広であることを特徴とする請求項19に記載の固体燃料焚きバーナ。
- [請求項21] 前記クロスタイプのスプリット部材は、左右方向が幅広であることを特徴とする請求項19に記載の固体燃料焚きバーナ。
- [請求項22] 前記クロスタイプのスプリット部材は、左右方向及び上下方向の少なくとも一方に3本以上配設され、かつ、左右方向及び上下方向の少なくとも一方の中央部が幅広であることを特徴とする請求項19に記載の固体燃料焚きバーナ。
- [請求項23] 固体燃料焚きボイラの前記バーナ部に用いられ、内部保炎を有する

燃料バーナと、保炎しない2次空気投入ポートとを備え、粉体の固体燃料及び空気を炉内へ投入する固体燃料焚きバーナであって、

前記固体燃料焚きバーナが、粉体燃料及び一次空気を炉内へ投入する燃料バーナと、該燃料バーナの外周から2次空気を噴射する2次空気投入ポートとを備え、

前記燃料バーナの流路前方部に複数方向の部材を交差させたクロスタイプのスプリット部材を配設し、前記スプリット部材が交差して形成される交差角部の少なくとも1箇所に流路断面積を低減する遮蔽部材を設けたことを特徴とする固定燃料焚きバーナ。

[請求項24] 前記固体燃料焚きボイラがバーナ部と追加空気投入部とに分けて低NO<sub>x</sub>燃焼を行うことを特徴とする請求項19から23のいずれか一つに記載の固体燃料焚きバーナ。

[請求項25] 粉体燃料及び空気を炉内へ投入する請求項19から24のいずれか一つに記載の固体燃料焚きバーナが、前記炉内のコーナ部あるいは壁面部に配置されていることを特徴とする固体燃料焚きボイラ。

[請求項26] 固体燃料焚きボイラの前記バーナ部に用いられ、粉体の固体燃料及び空気を炉内へ投入する固体燃料焚きバーナが、粉体燃料及び一次空気を炉内へ投入する燃料バーナと、該燃料バーナの外周から2次空気を噴射するコール2次ポートとを備え、

前記燃料バーナの流路前方部に内部保炎用部材としてスプリット部材を配設し、該スプリット部材の外周側で前記コール2次ポートに隣接する端部の一部が除去されていることを特徴とする固体燃料焚きバーナ。

[請求項27] 前記内部保炎用部材が、複数方向の部材を交差させたクロスタイプのスプリット部材であることを特徴とする請求項26に記載の固体燃料焚きバーナ。

[請求項28] 前記内部保炎用部材のスプリット部材は、少なくとも一方向に複数本配設されていることを特徴とする請求項26または27に記載の固

体燃料焚きバーナ。

[請求項29] 前記クロスタイルのスプリット部材は、複数方向のうち少なくとも一方向の端部が除去されていることを特徴とする請求項27または28に記載の固体燃料焚きバーナ。

[請求項30] 前記クロスタイルのスプリット部材は、上下及び左右方向の少なくとも一方に3本以上配設され、上下左右の中央部に配置された少なくとも一方を残して端部が除去されていることを特徴とする請求項28に記載の固体燃料焚きバーナ。

[請求項31] 前記固体燃料焚きボイラがバーナ部と追加空気投入部とに分けて低NO<sub>x</sub>燃焼を行うことを特徴とする請求項26から29のいずれか一つに記載の固体燃料焚きバーナ。

[請求項32] 粉体燃料及び空気を炉内へ投入する請求項26から31のいずれか一つに記載の固体燃料焚きバーナが、前記炉内のコーナ部あるいは壁面部に配置されていることを特徴とする固体燃料焚きボイラ。

[請求項33] 固体燃料と空気を燃焼させる火炉と、  
該火炉内で熱交換を行って熱を回収する熱交換器と、  
前記火炉に固体燃料と1次空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズルと、

前記火炉に該燃料ノズルの外側から2次空気を吹き込み可能な2次空気ノズルと、

前記火炉における前記燃料ノズル及び前記2次空気ノズルより上方に追加空気を吹き込み可能な追加空気ノズルと、

前記燃料ノズルと前記2次空気ノズルと前記追加空気ノズルへ供給する空気量を調整可能な空気量調整装置と、

固体燃料の揮発分に応じて前記空気量調整装置を制御する制御装置と、

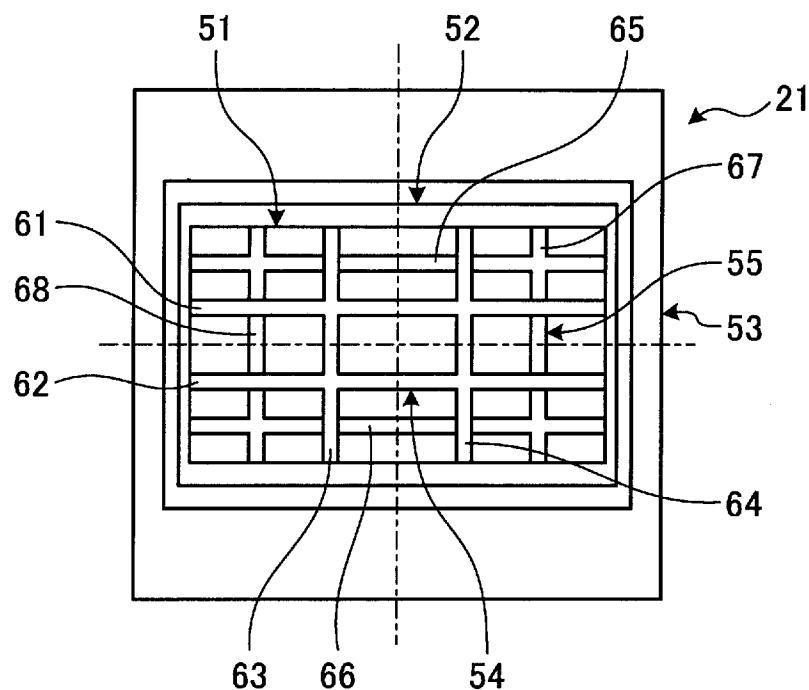
を備えることを特徴とするボイラ。

[請求項34] 前記制御装置は、固体燃料の揮発分に応じて前記空気量調整装置を

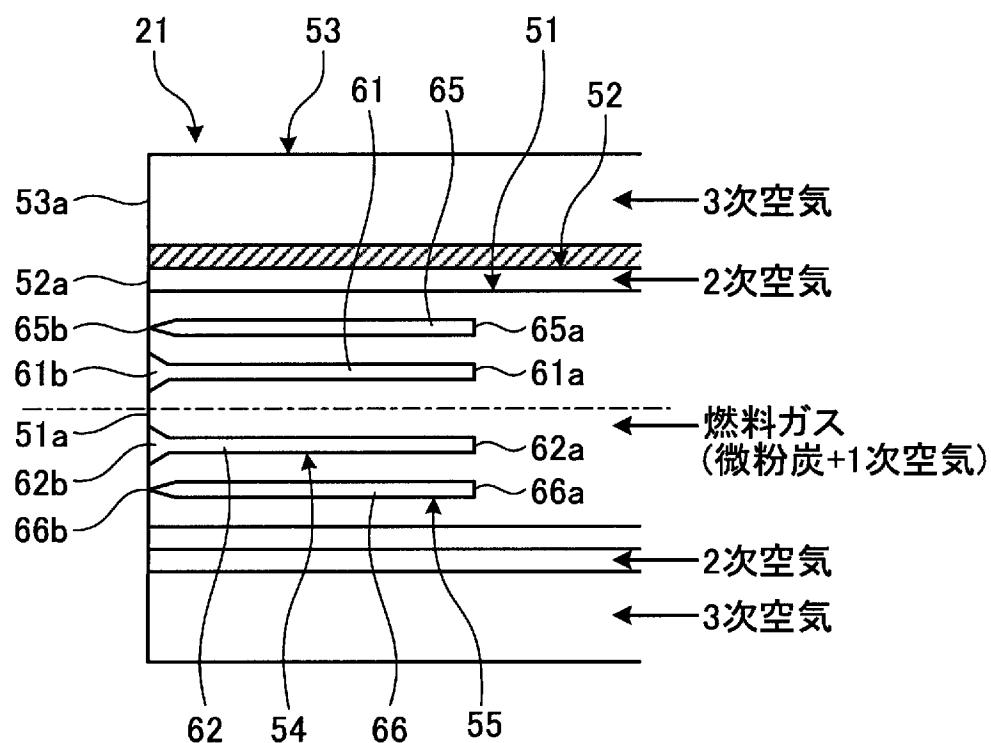
制御し、1次空気と2次空気との合計空気量と、追加空気の空気量との配分を調整することを特徴とする請求項33に記載のボイラ。

- [請求項35] 前記火炉に前記2次空気ノズルの外側から3次空気を吹き込み可能な3次空気ノズルを設け、前記制御装置は、固体燃料の揮発分に応じて前記空気量調整装置を制御し、1次空気と2次空気との合計空気量と、3次空気と追加空気との合計空気量との配分を調整することを特徴とする請求項33または34に記載のボイラ。
- [請求項36] 前記制御装置は、前記空気量調整装置を制御し、1次空気量と追加空気量を予め設定された所定の空気量とし、固体燃料の揮発分に応じて2次空気と3次空気との配分を調整することを特徴とする請求項35に記載のボイラ。
- [請求項37] 前記制御装置は、固体燃料の揮発分が増加すると、2次空気の配分を増加することを特徴とする請求項33から36のいずれか一つに記載のボイラ。
- [請求項38] 固体燃料と空気を燃焼させる火炉と、  
該火炉内で熱交換を行って熱を回収する熱交換器と、  
前記火炉に固体燃料と1次空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズルと、  
前記火炉に該燃料ノズルの外側から2次空気を吹き込み可能な2次空気ノズルと、  
前記火炉における前記燃料ノズル及び前記2次空気ノズルより上方に追加空気を吹き込み可能な追加空気ノズルと、  
を備えるボイラにおいて、  
固体燃料の揮発分に応じて2次空気と3次空気との配分を調整する、  
ことを特徴とするボイラの運転方法。
- [請求項39] 固体燃料の揮発分が増加すると2次空気の配分を増加することを特徴とする請求項38に記載のボイラの運転方法。

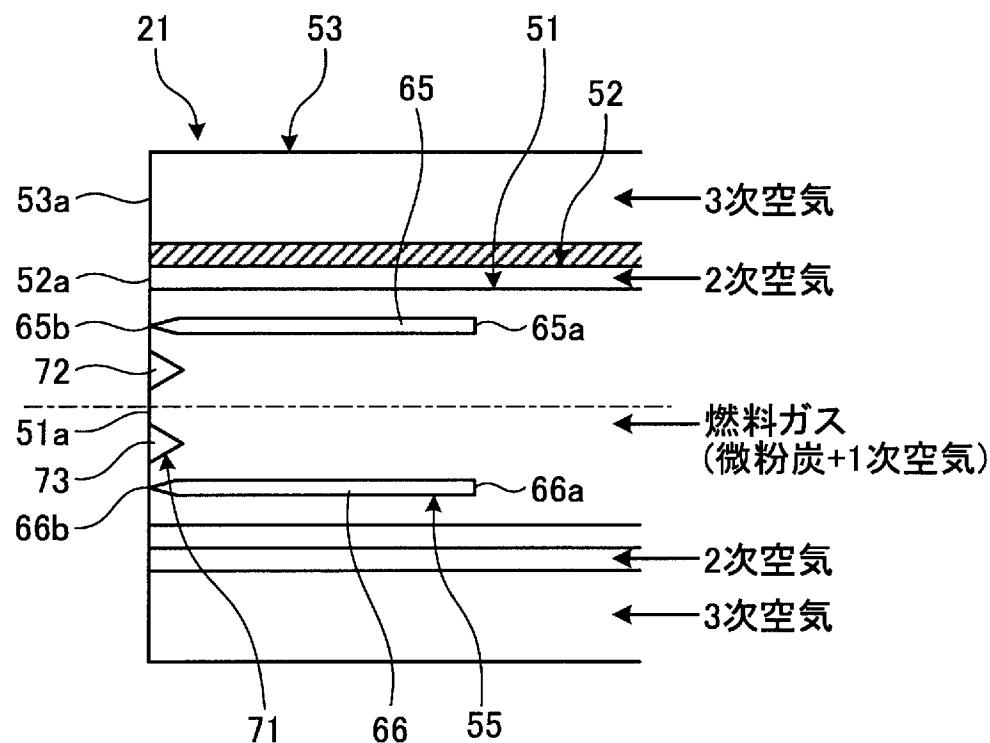
[図1]



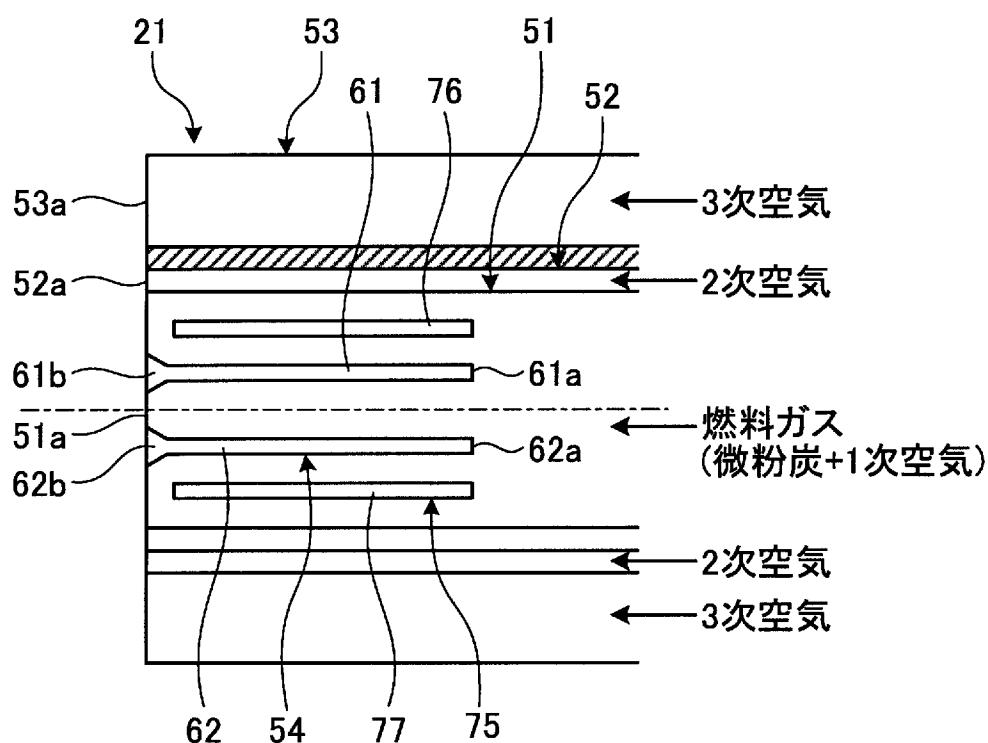
[図2]



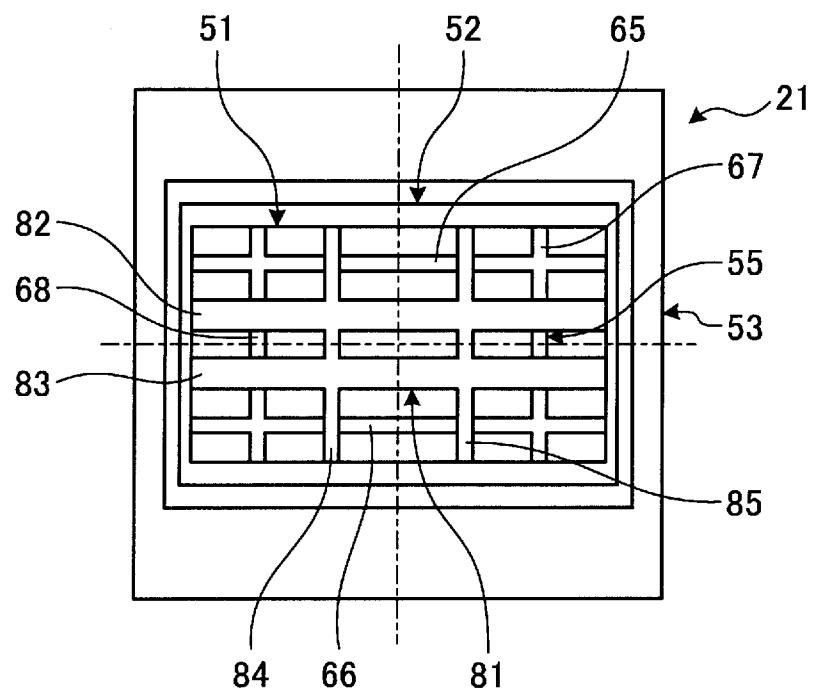
[図3]



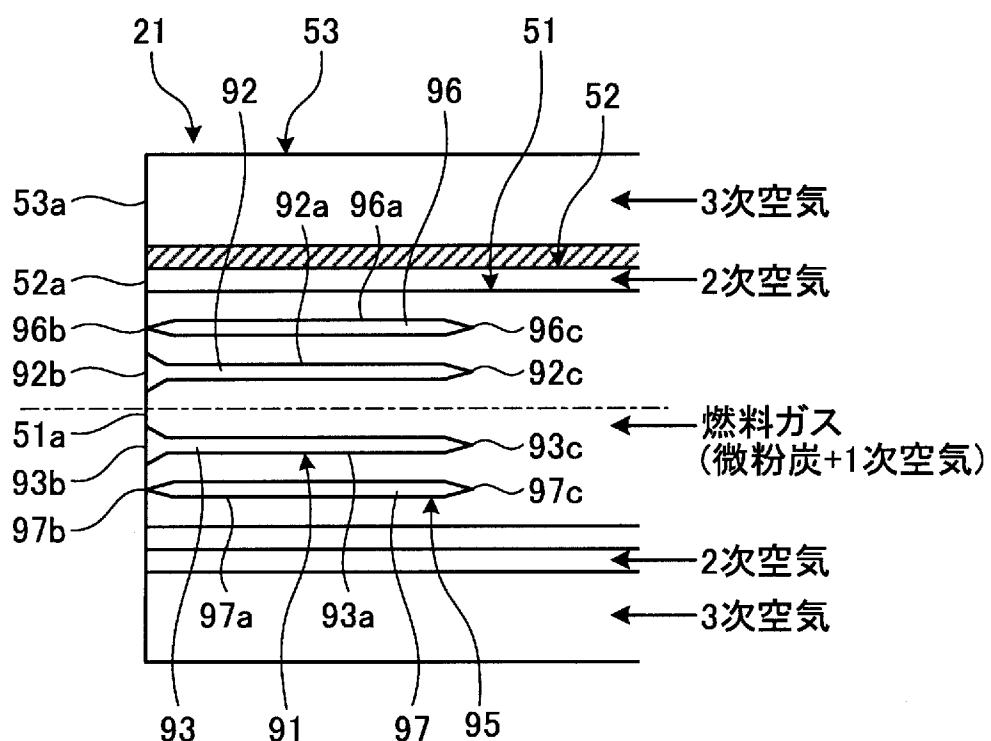
[図4]



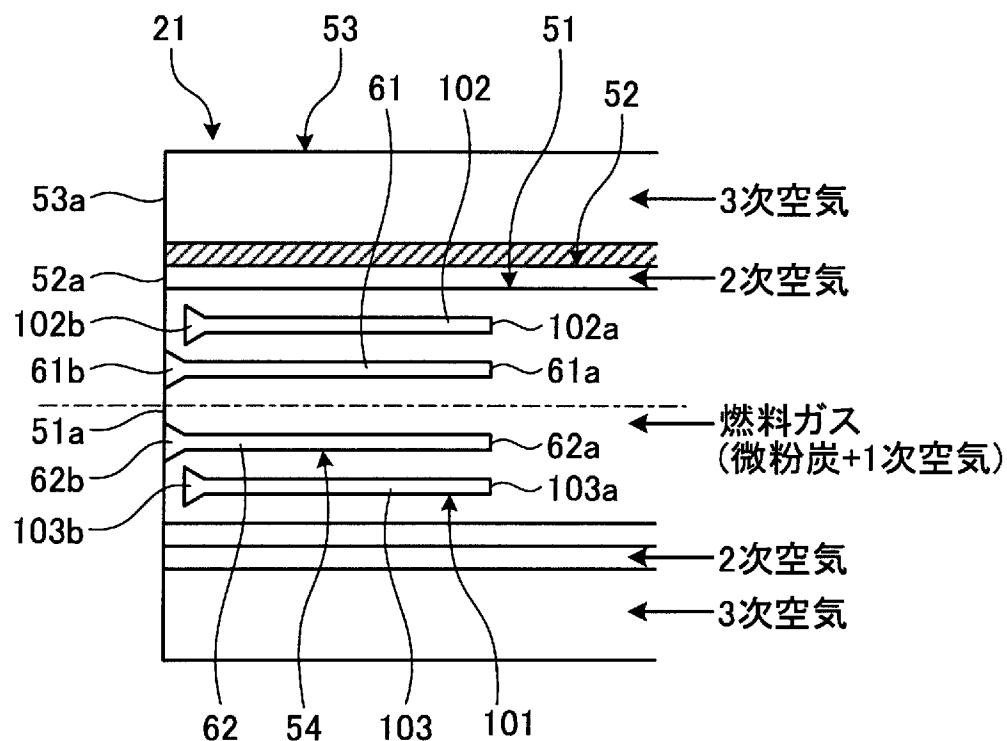
[図5]



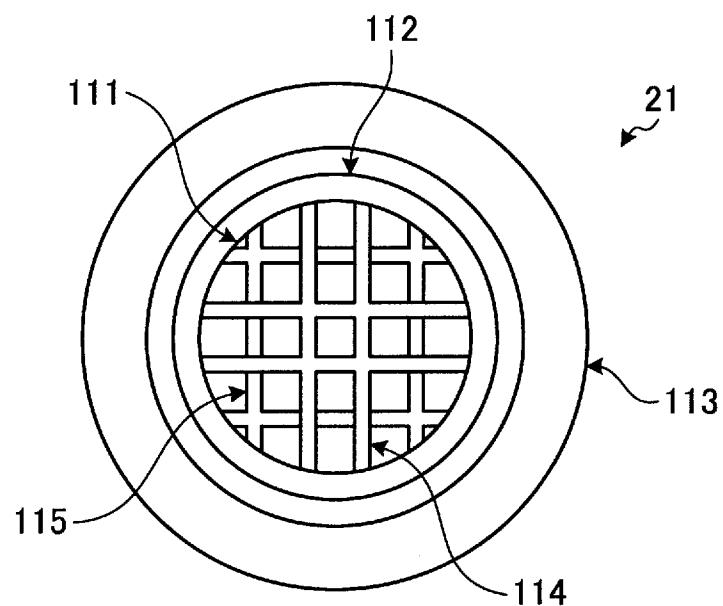
[図6]



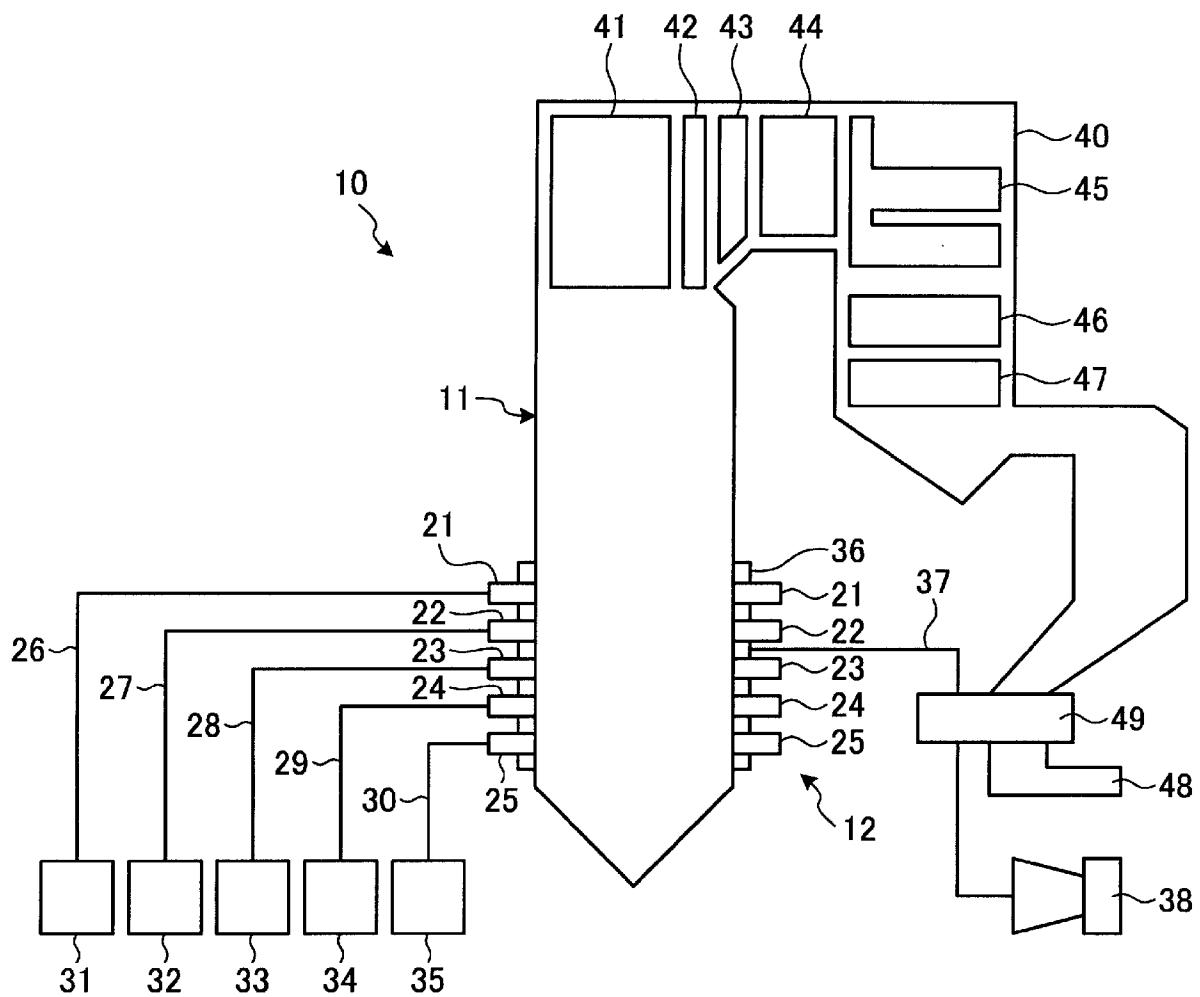
[図7]



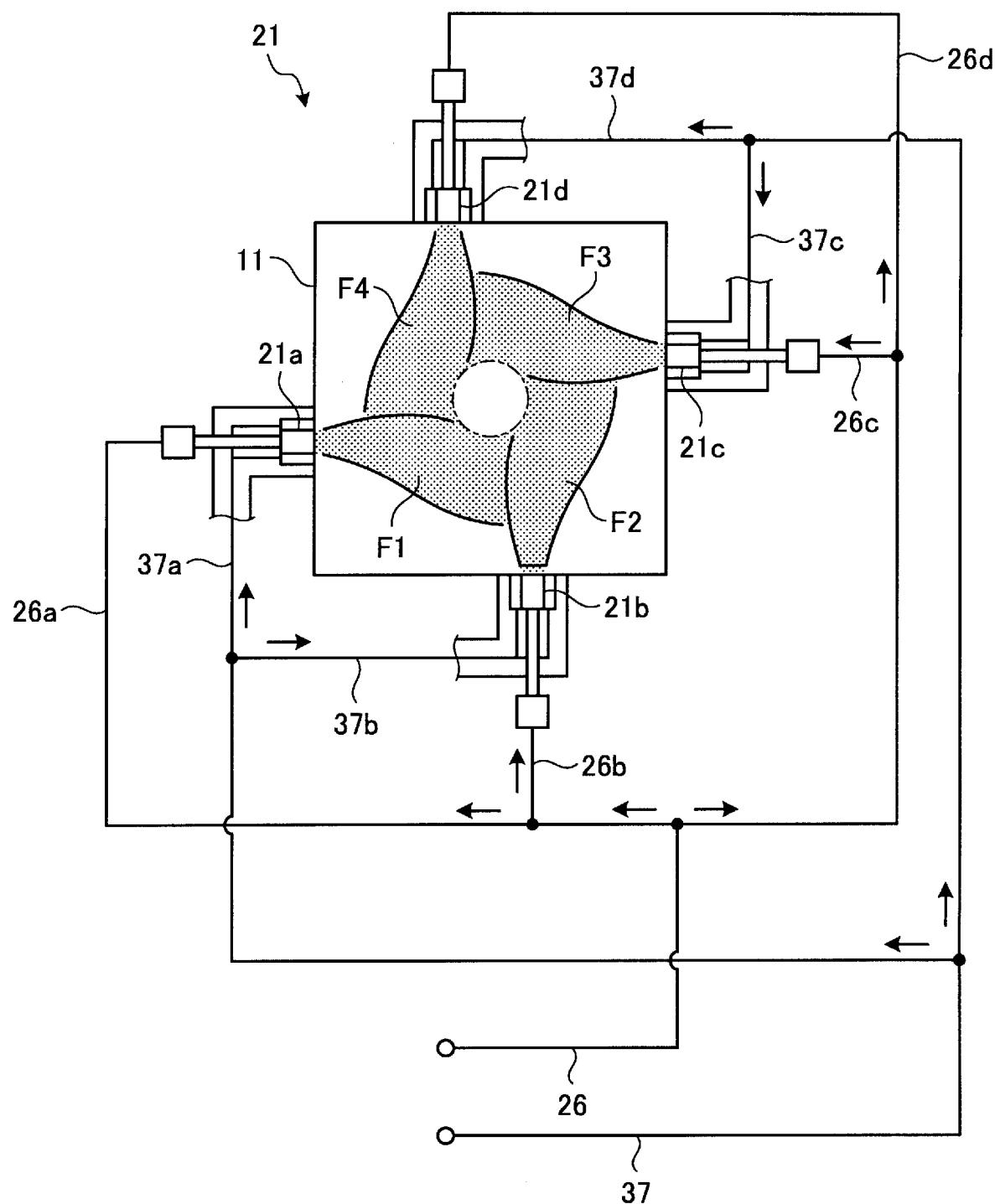
[図8]



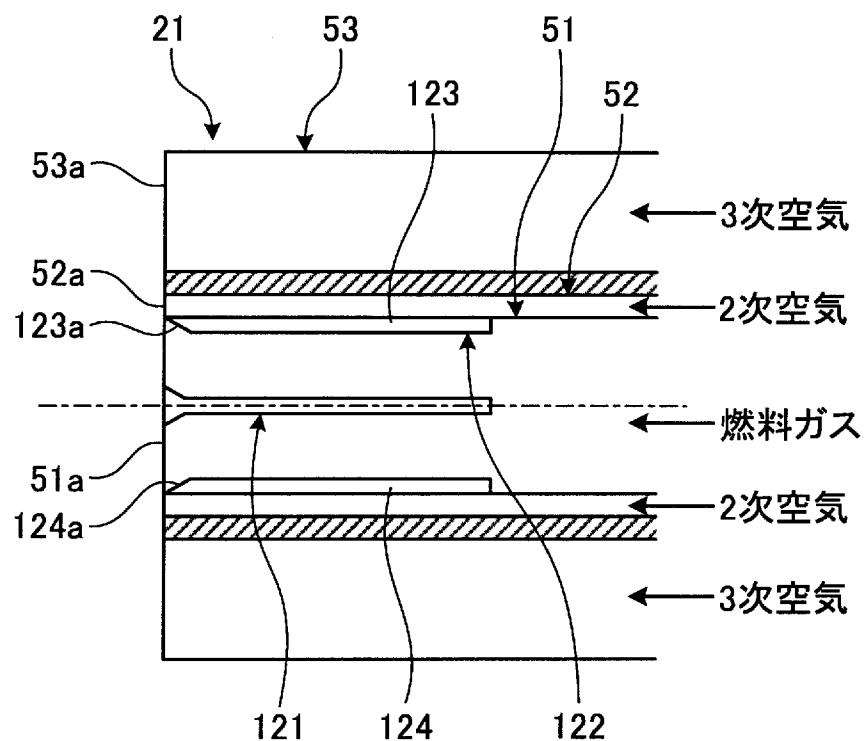
[図9]



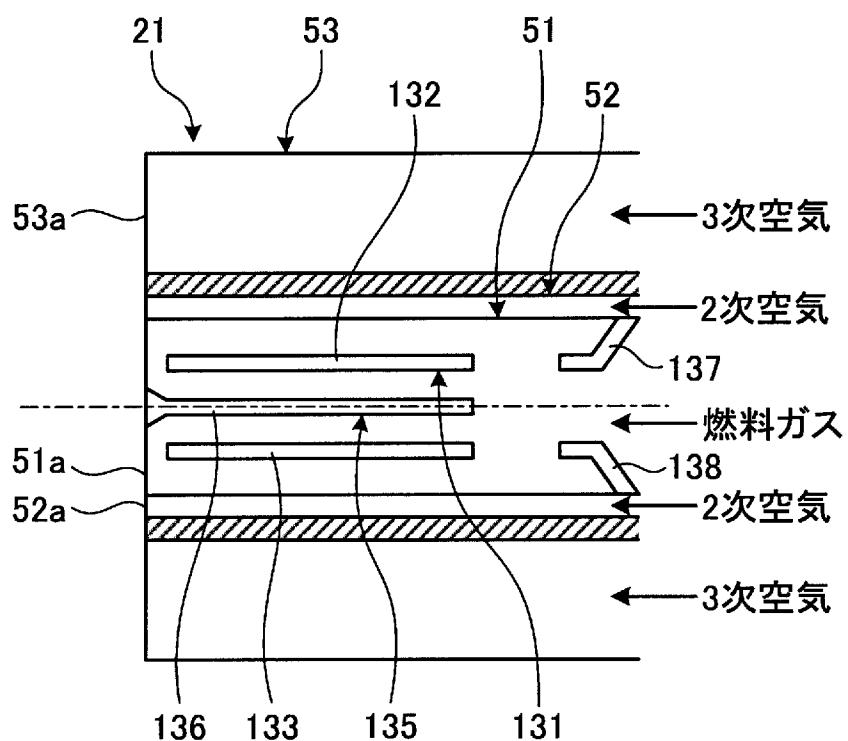
[図10]



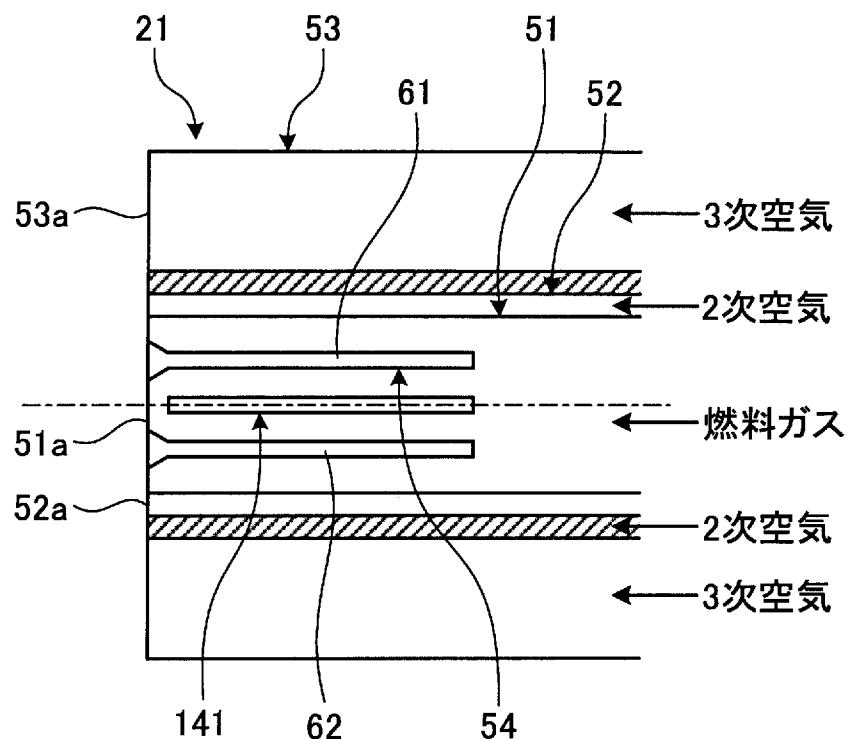
[図11]



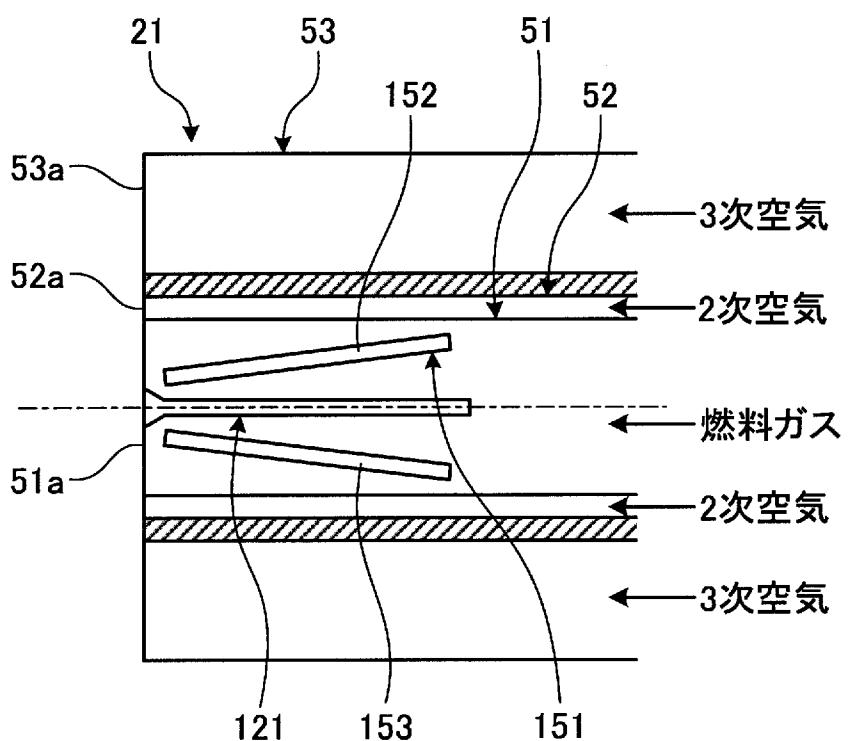
[図12]



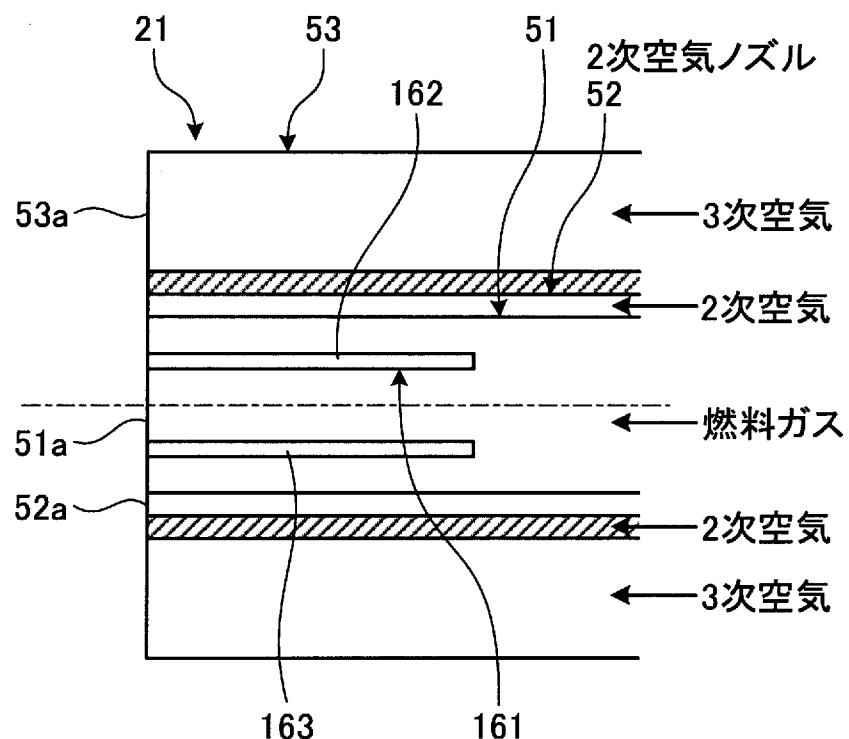
[図13]



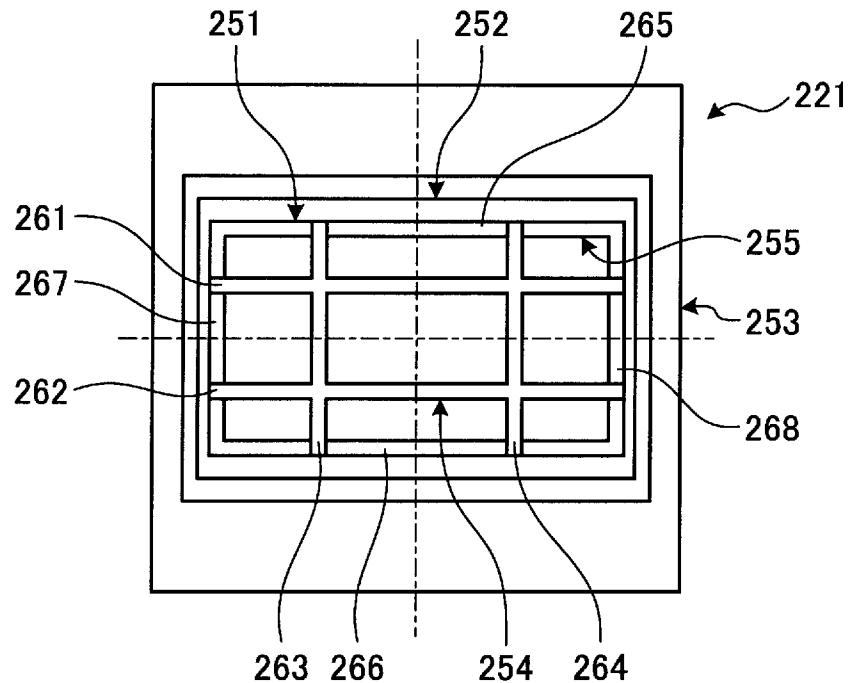
[図14]



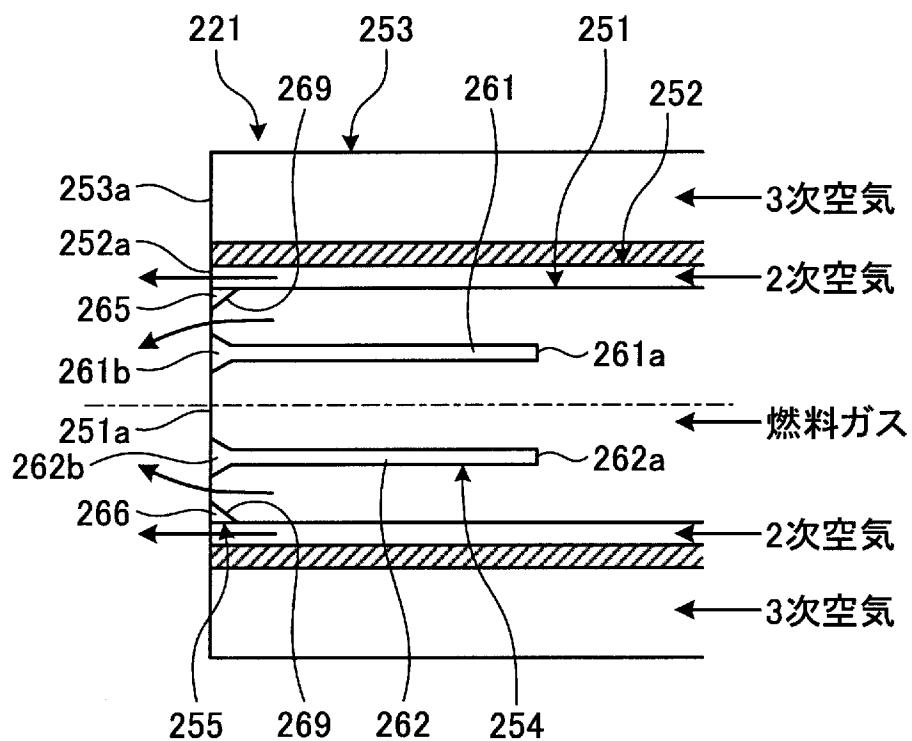
[図15]



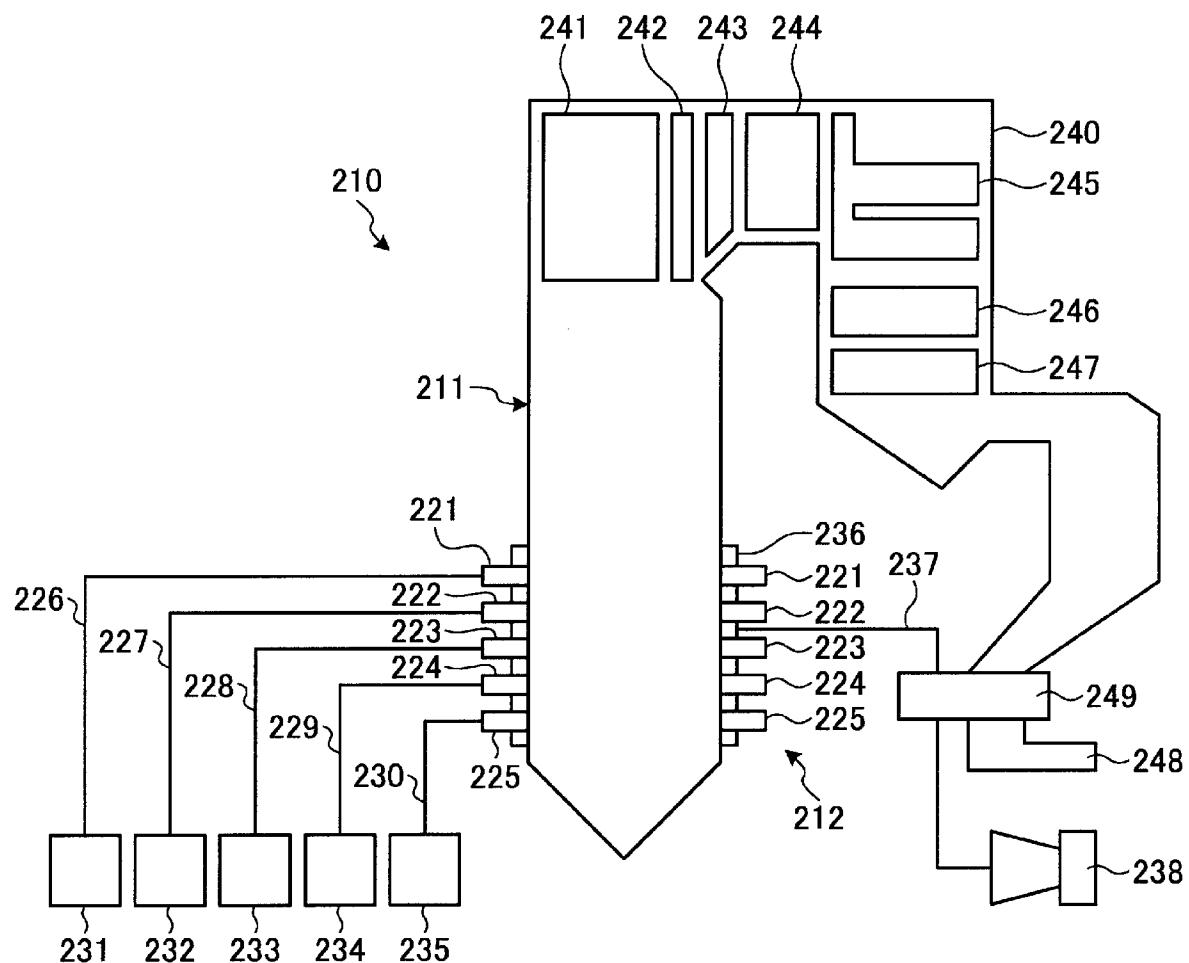
[図16]



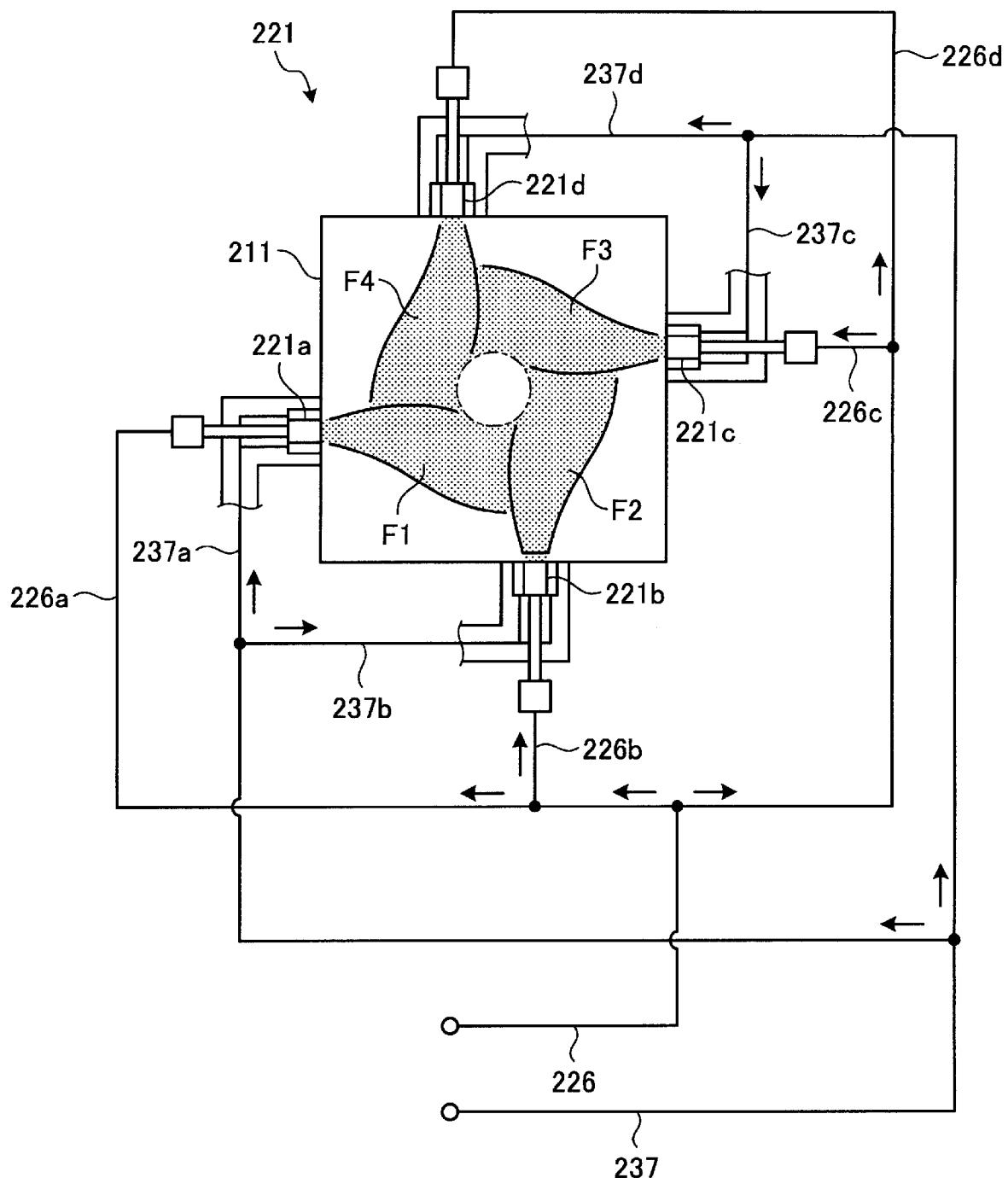
[図17]



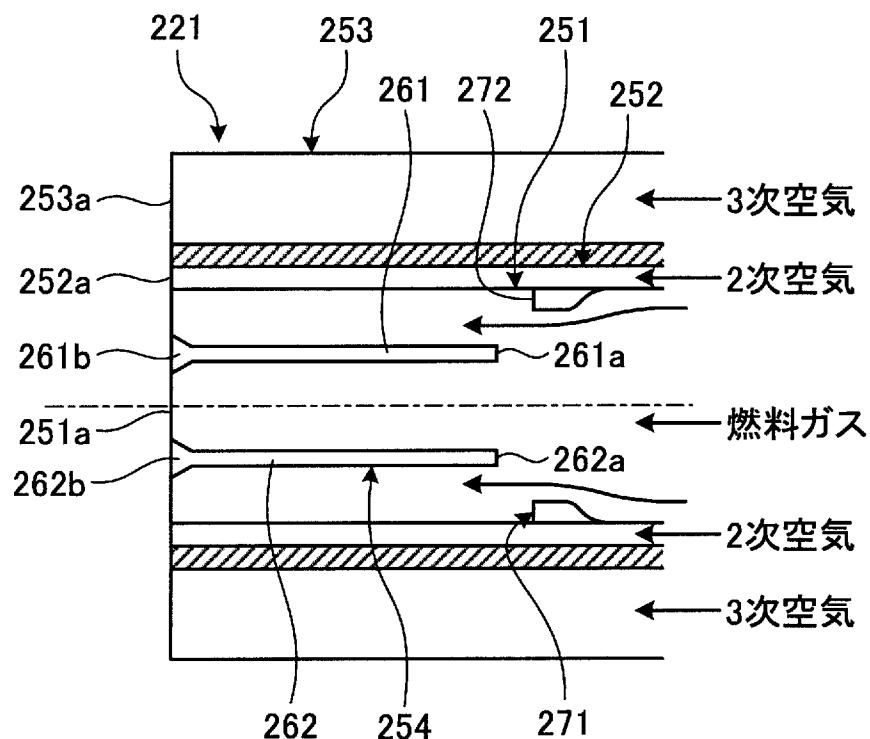
[図18]



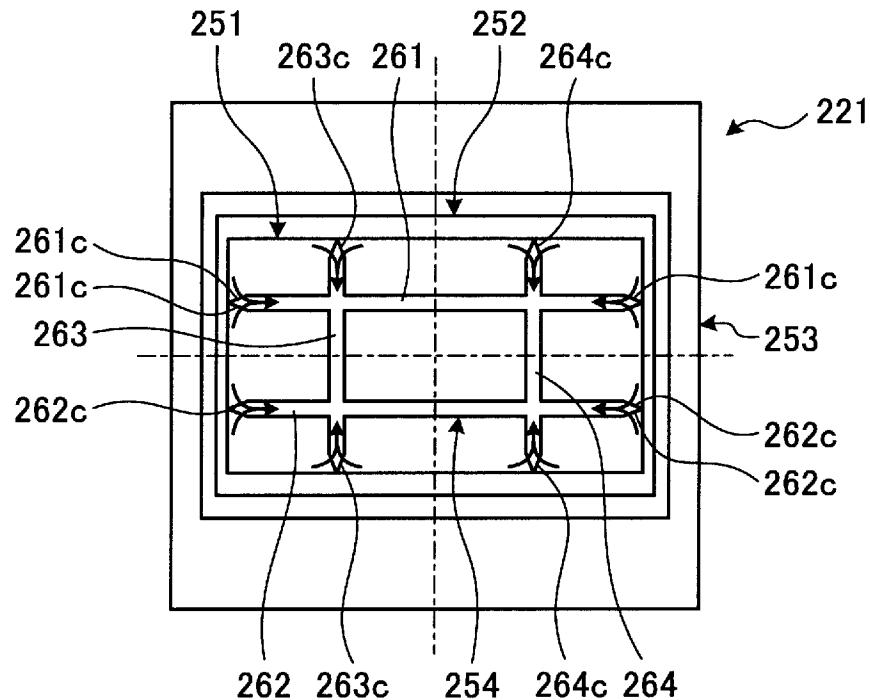
[図19]



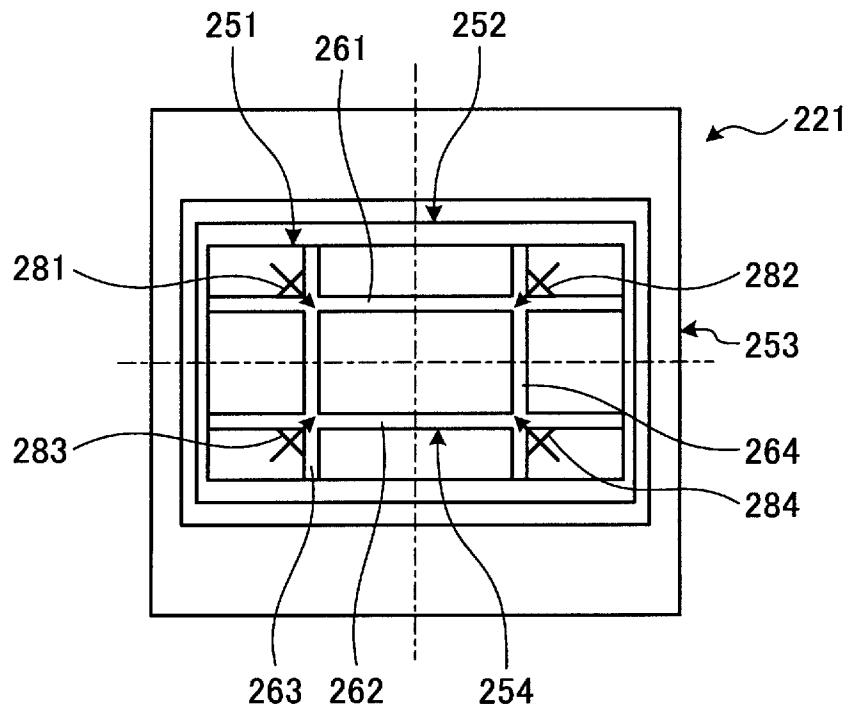
[図20]



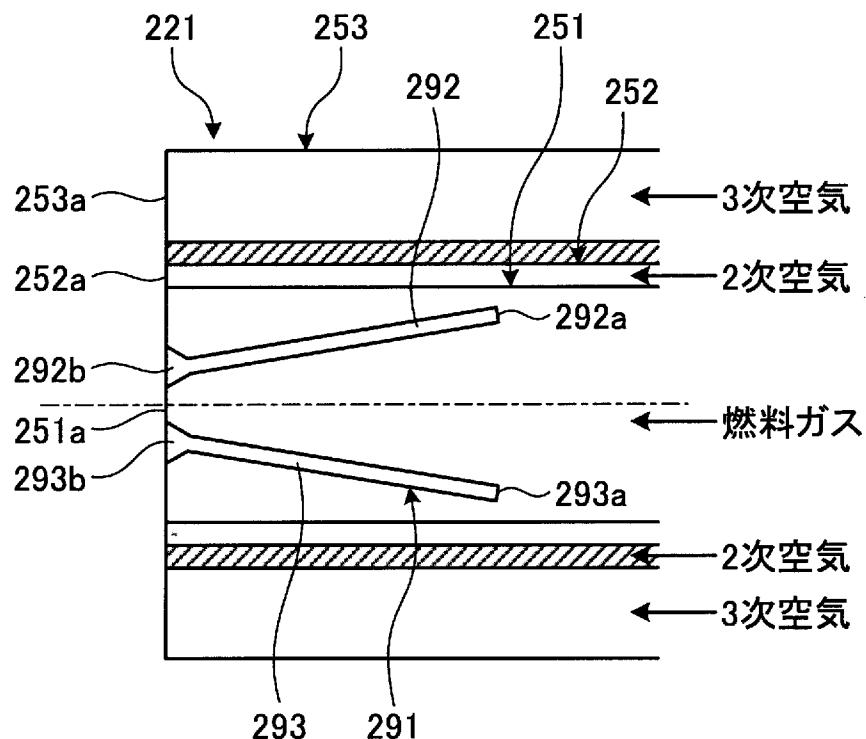
[図21]



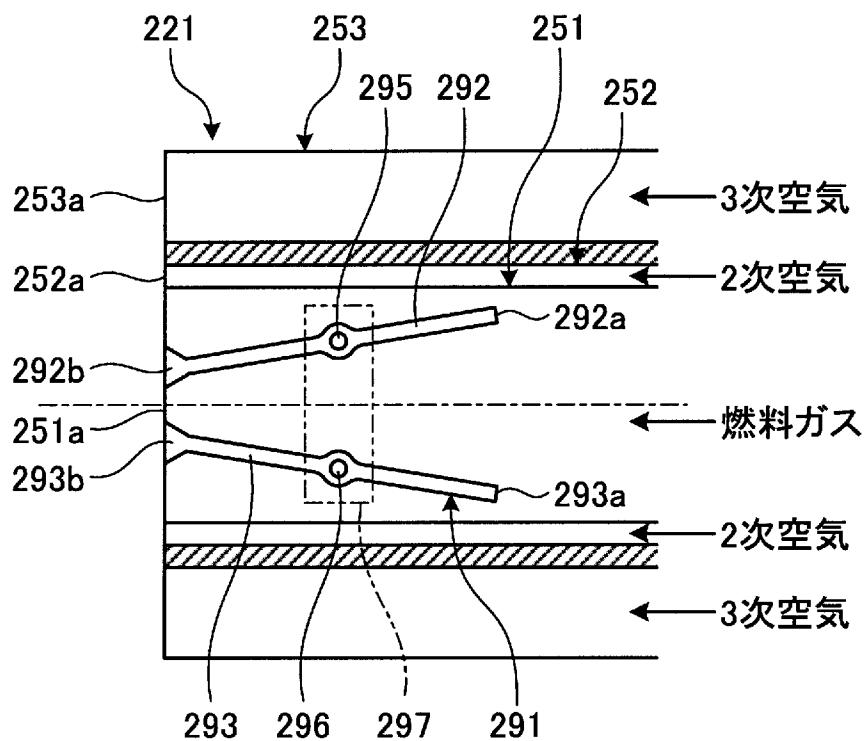
[図22]



[図23]

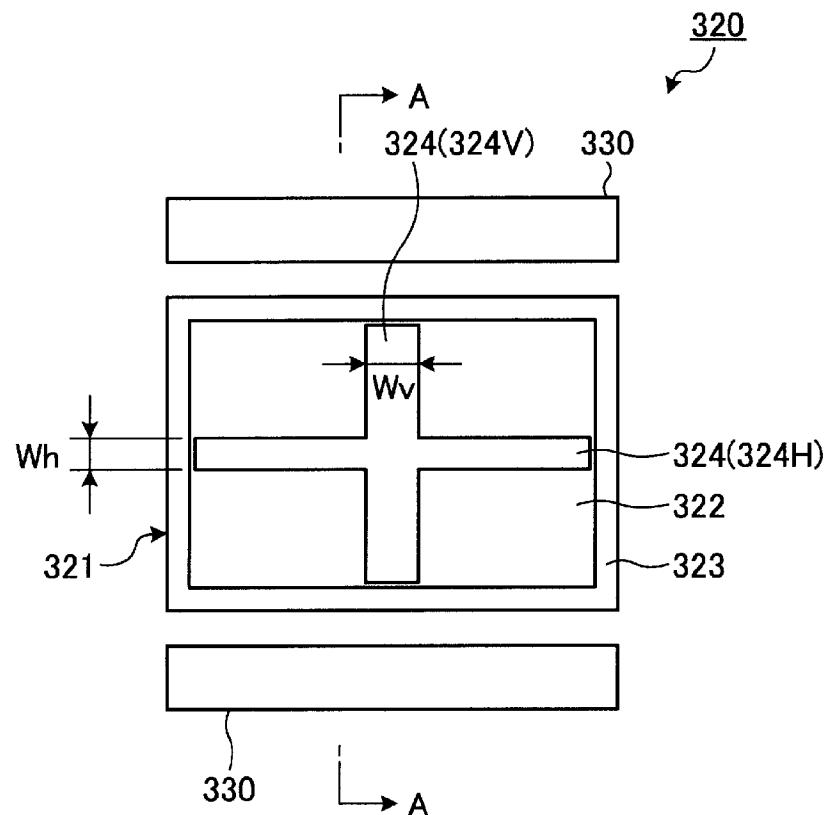


[図24]

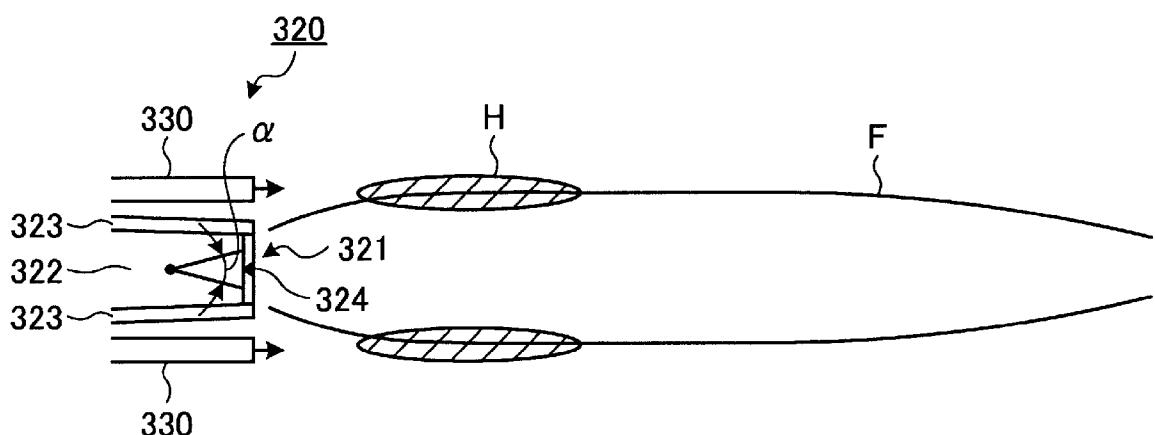


[図25]

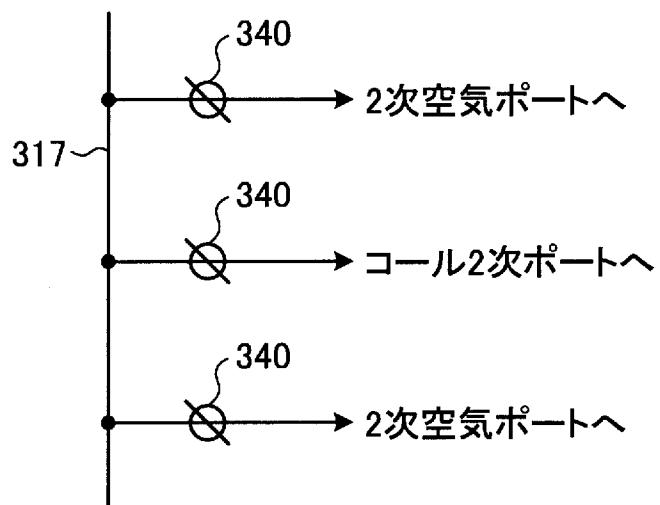
(a)



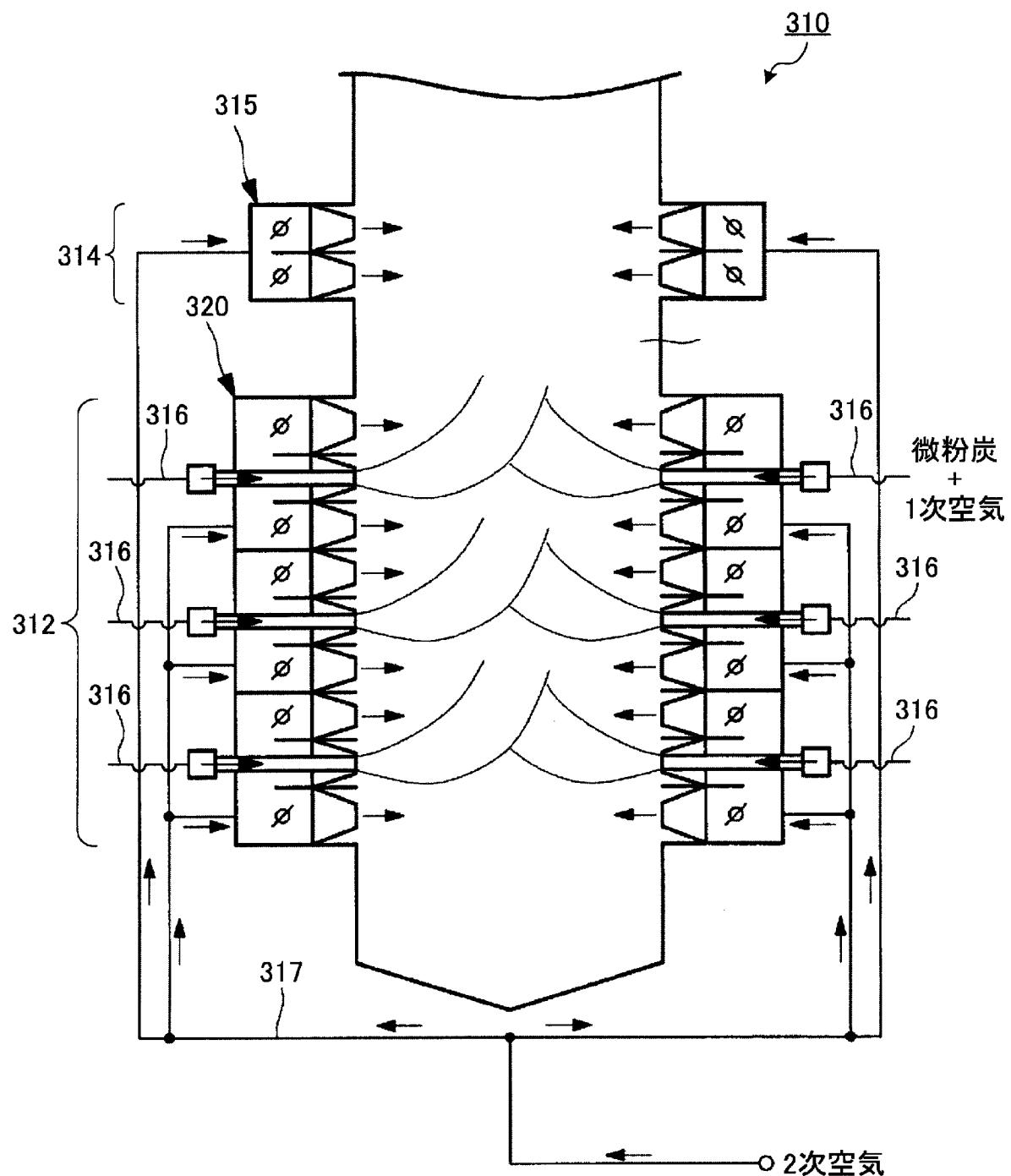
(b)



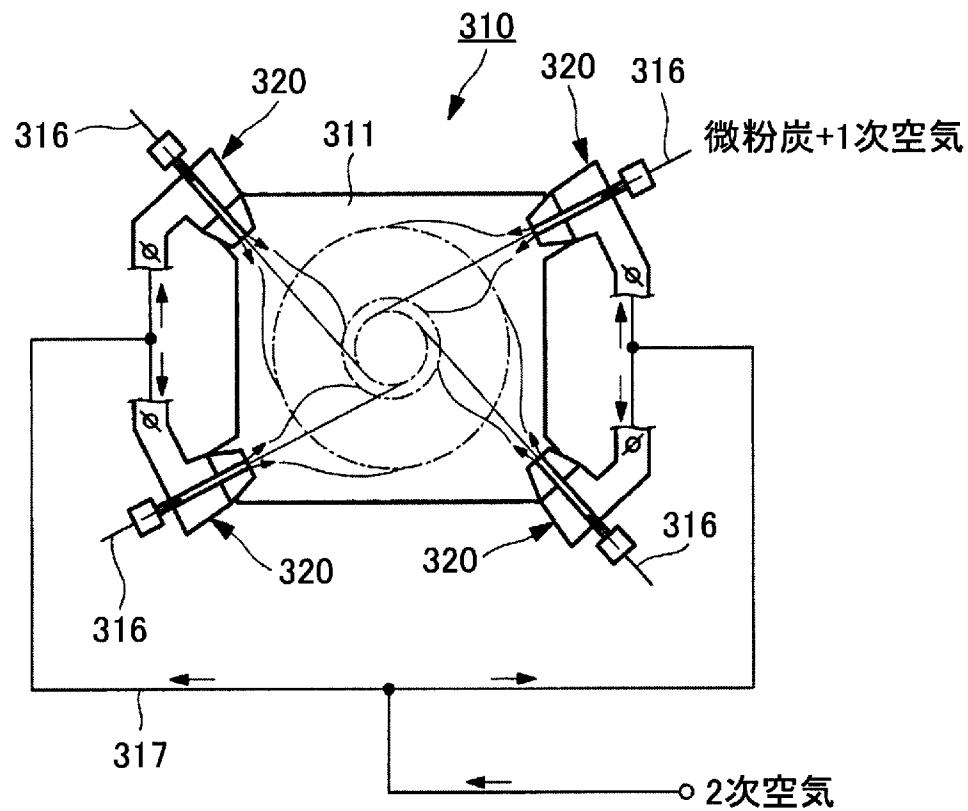
[図26]



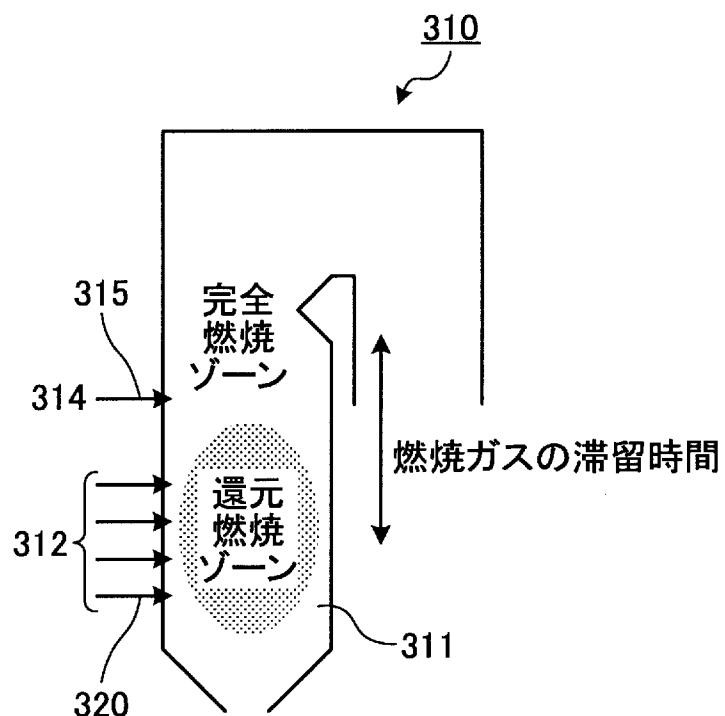
[図27]



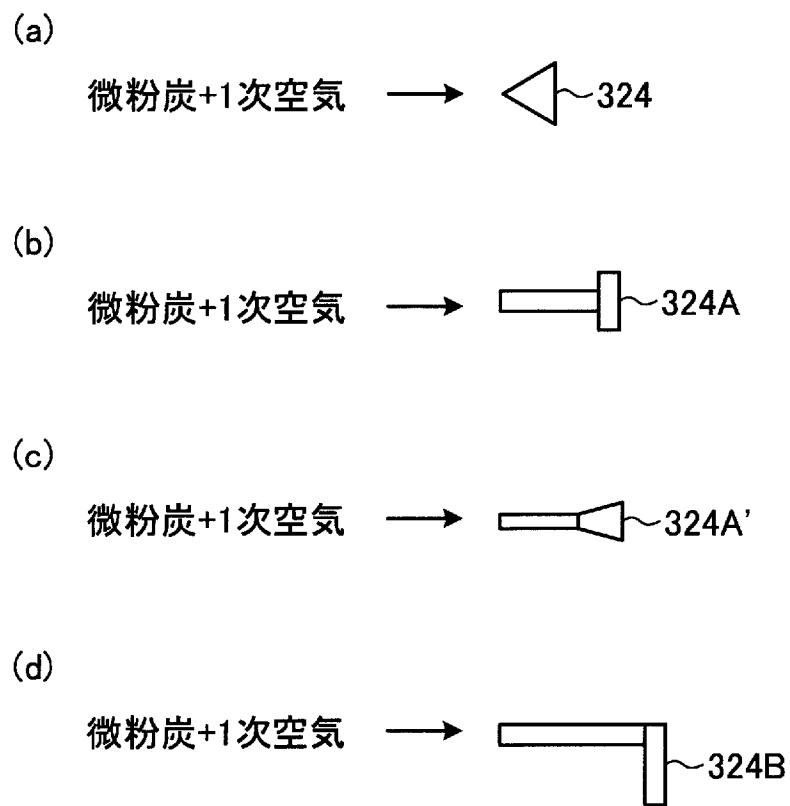
[図28]



[図29]

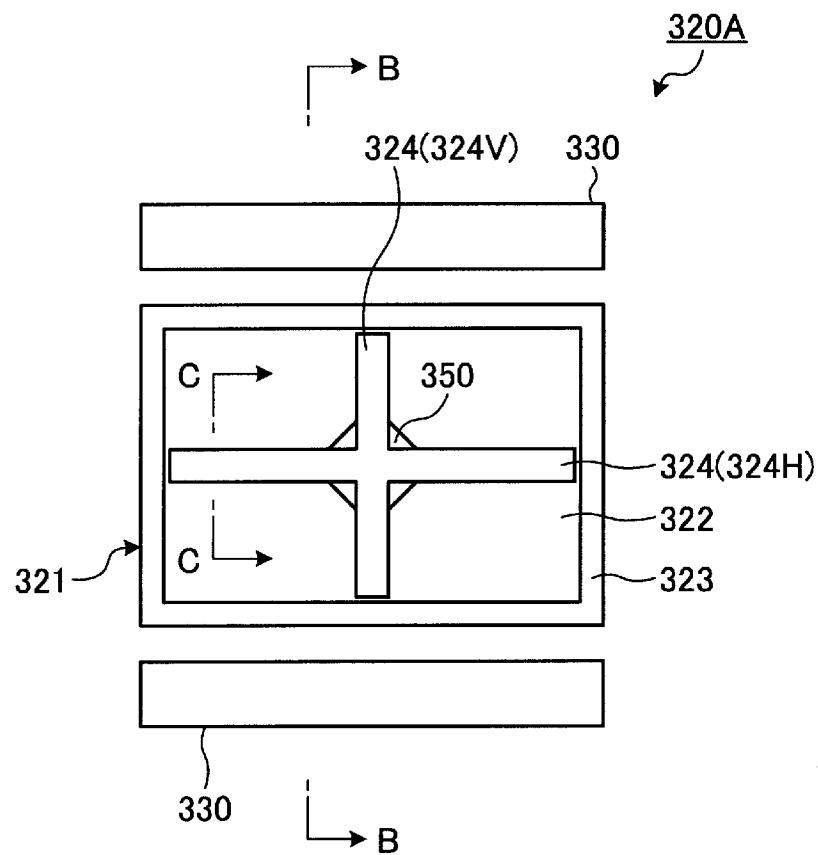


[図30]

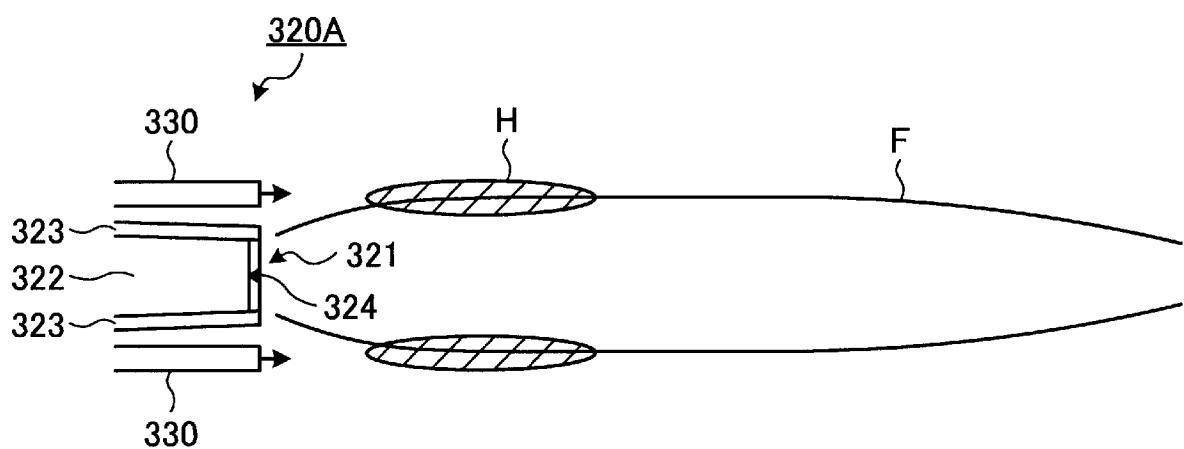


[図31]

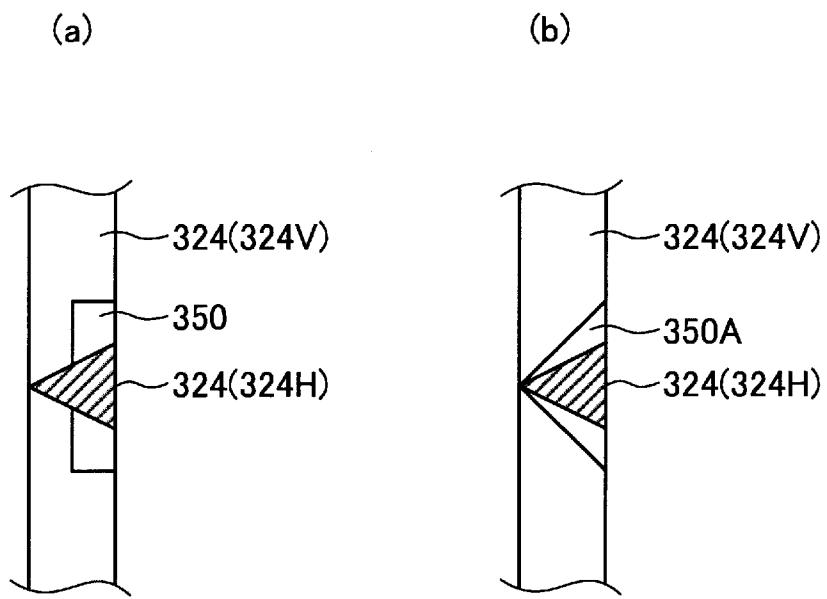
(a)



(b)

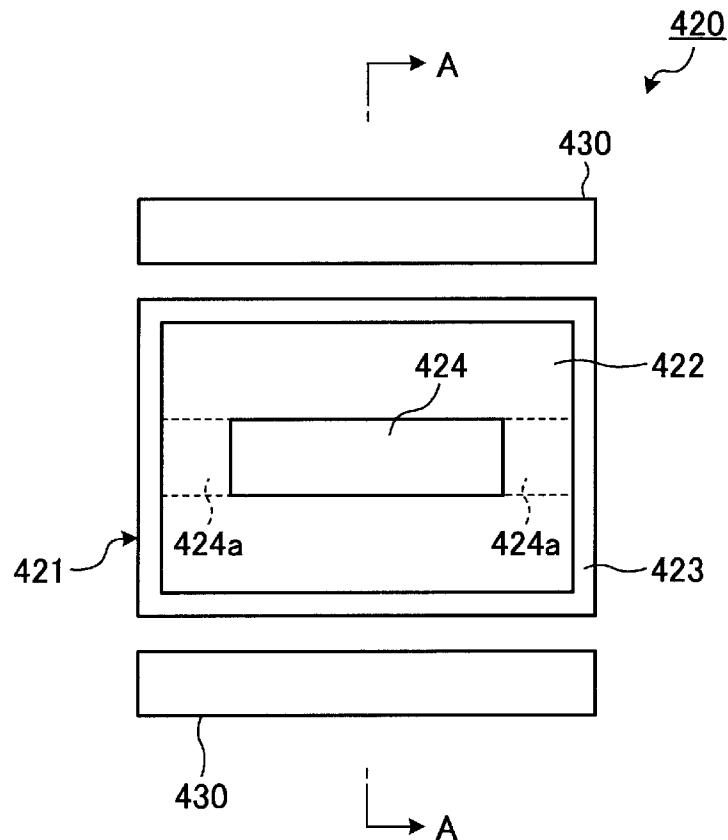


[図32]

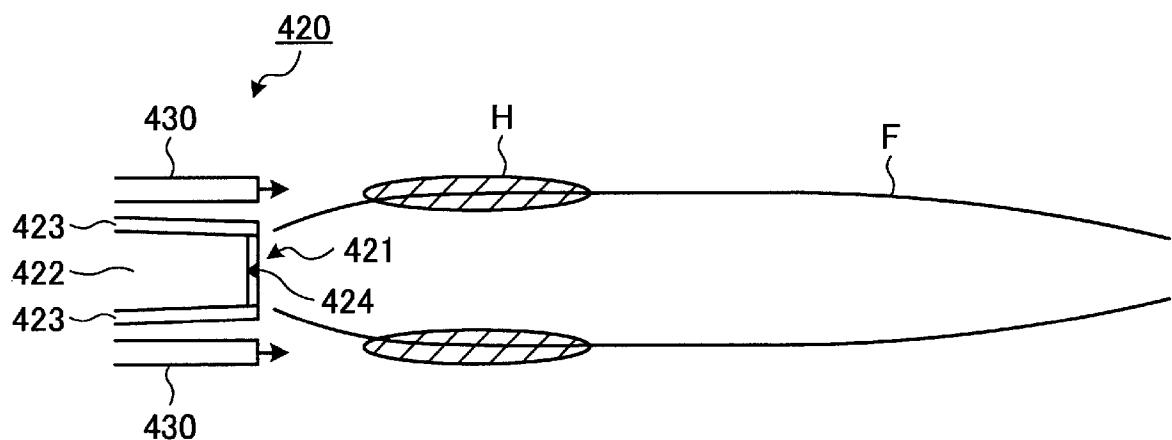


[図33]

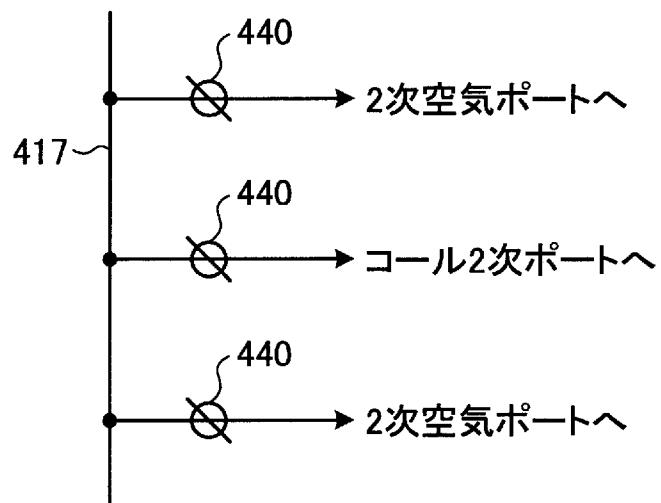
(a)



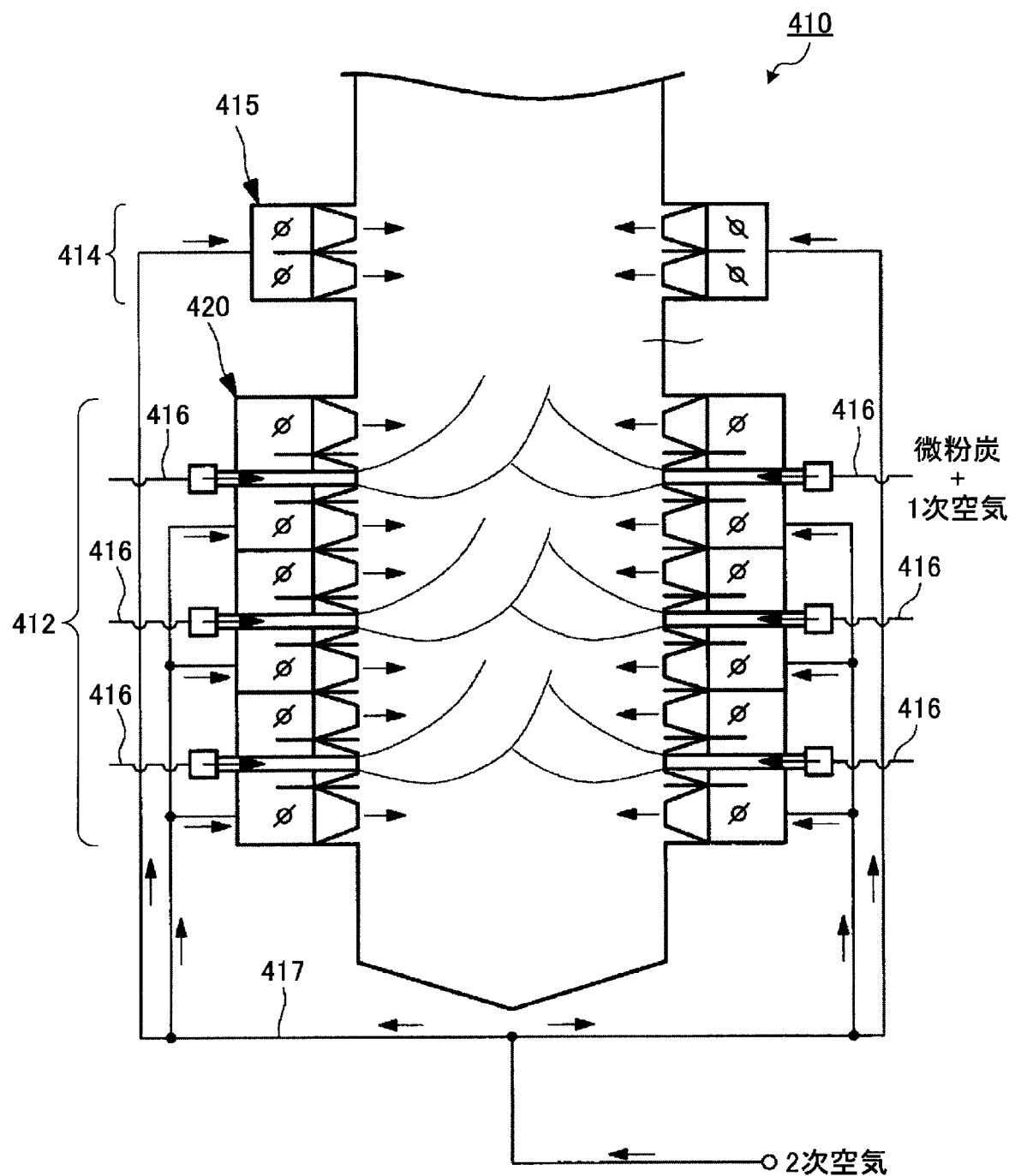
(b)



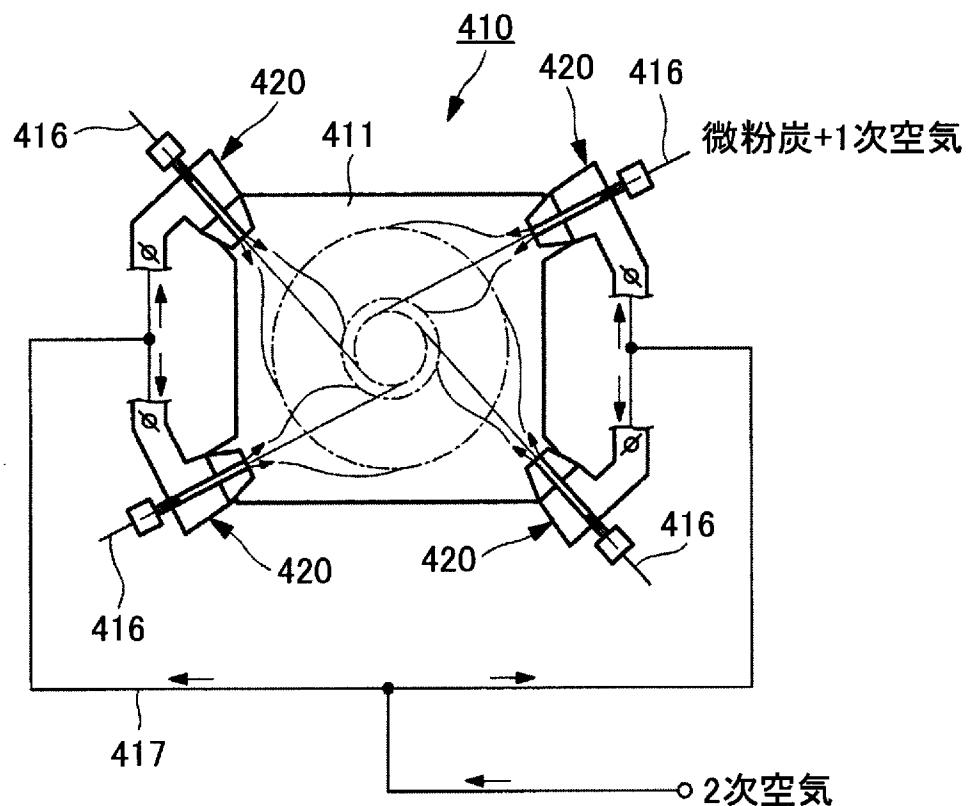
[図34]



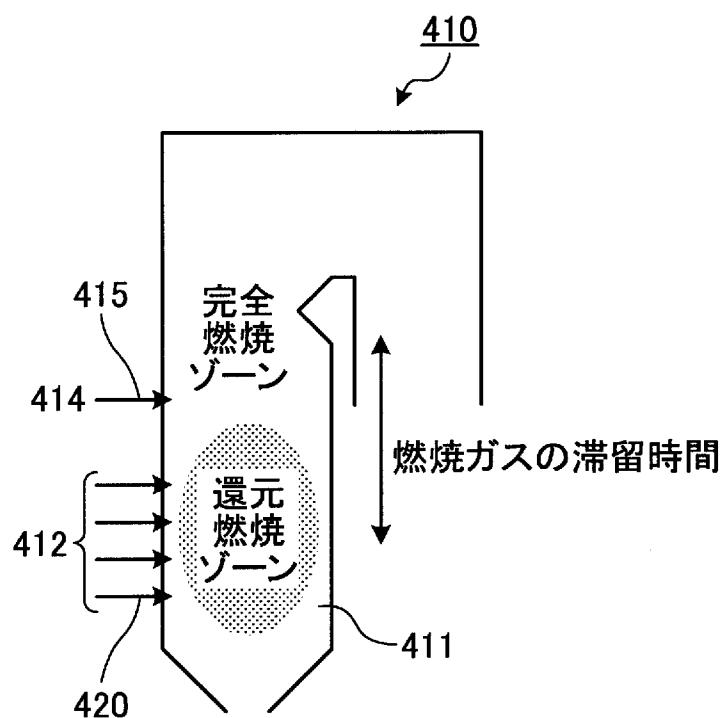
[図35]



[図36]

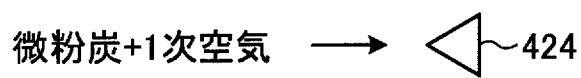


[図37]



[図38]

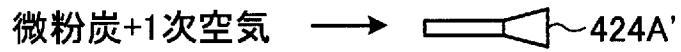
(a)



(b)



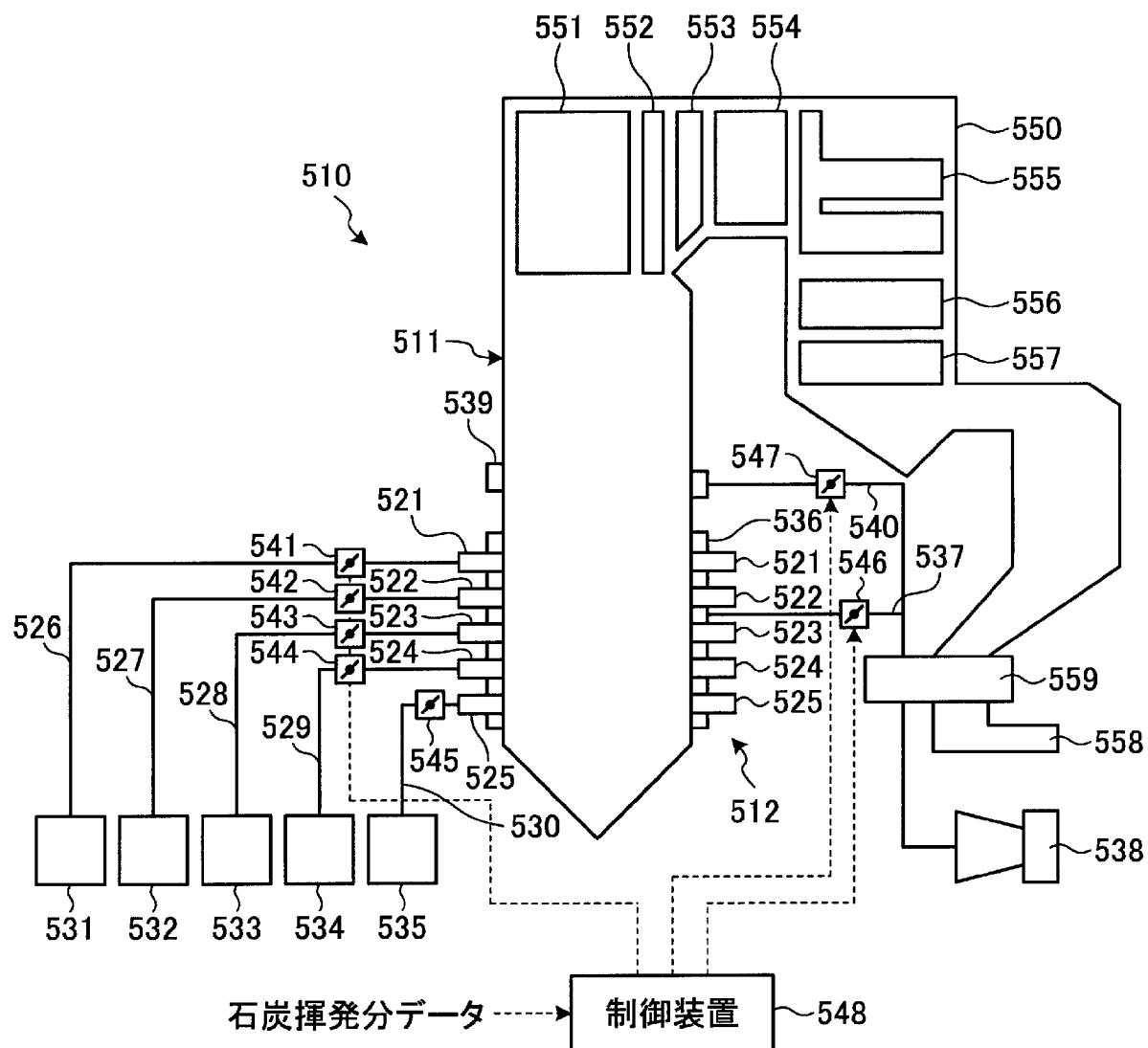
(c)



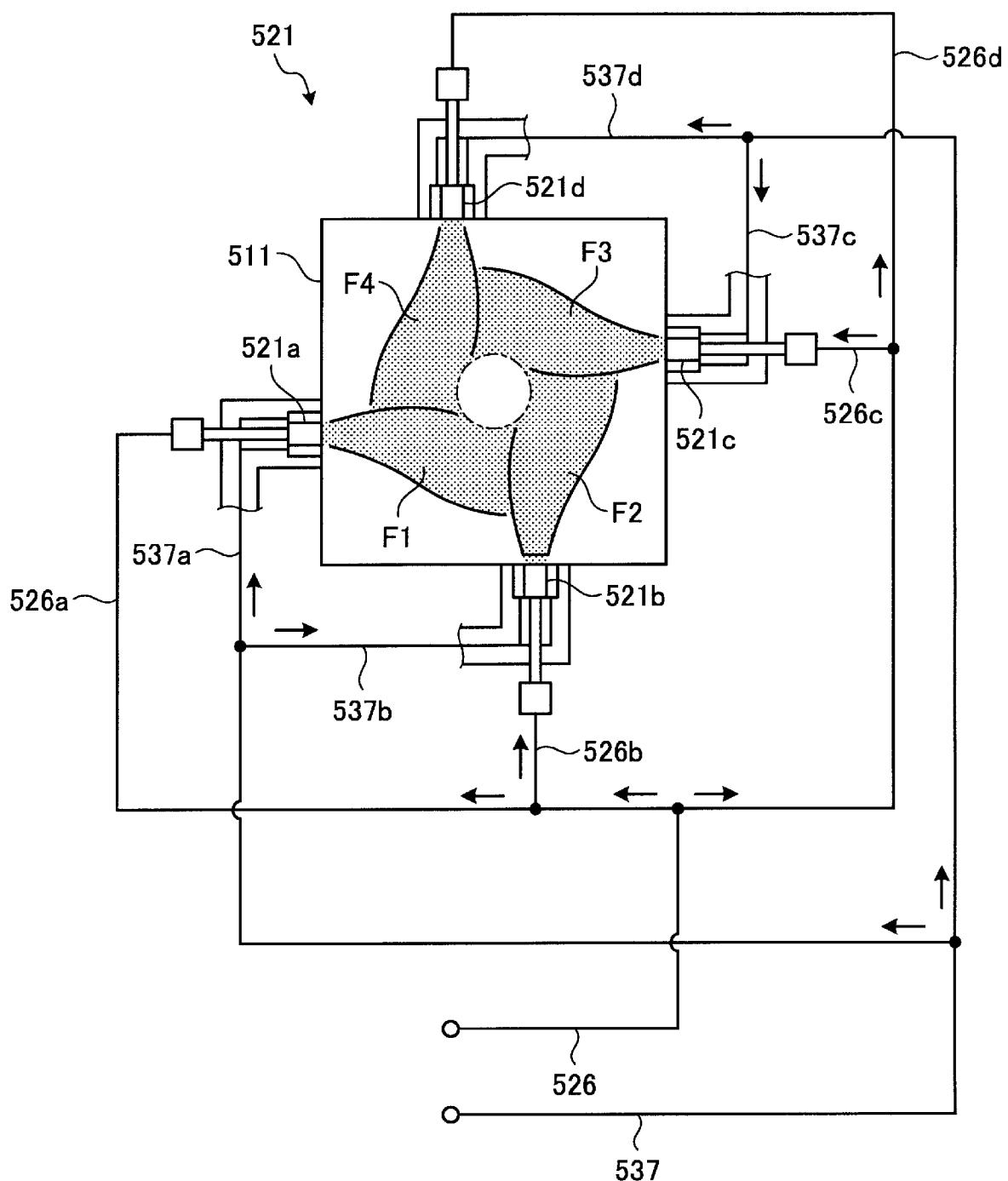
(d)



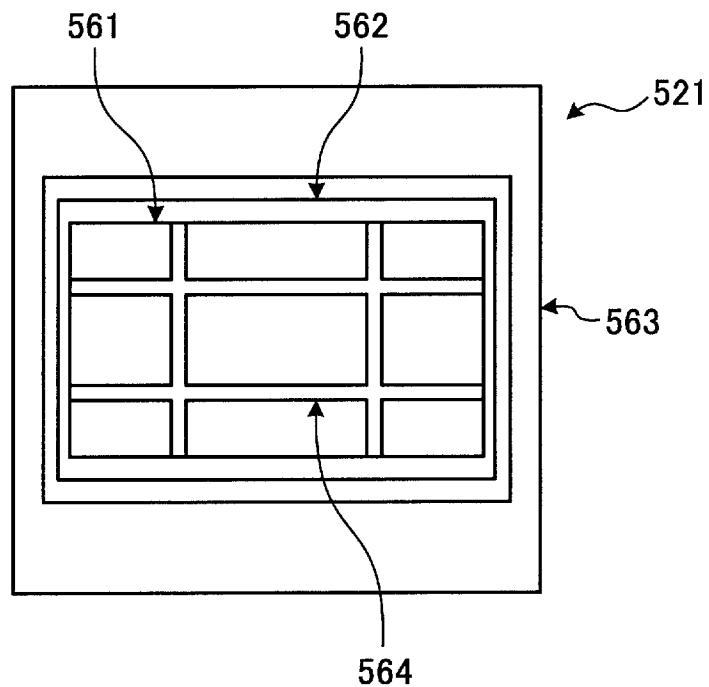
[図39]



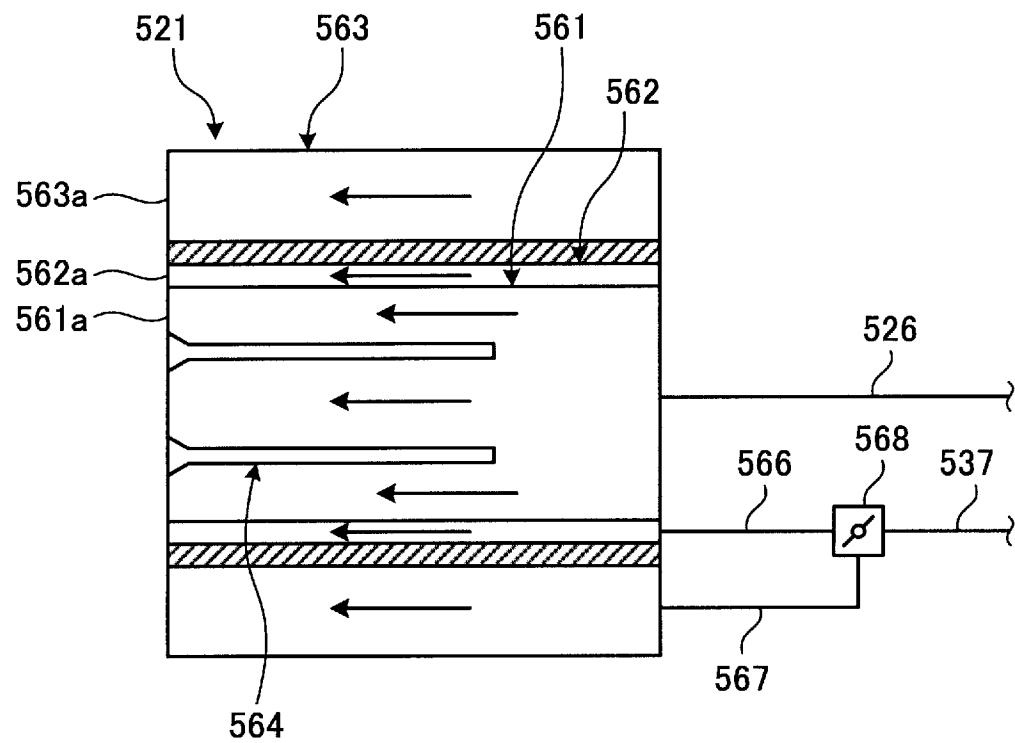
[図40]



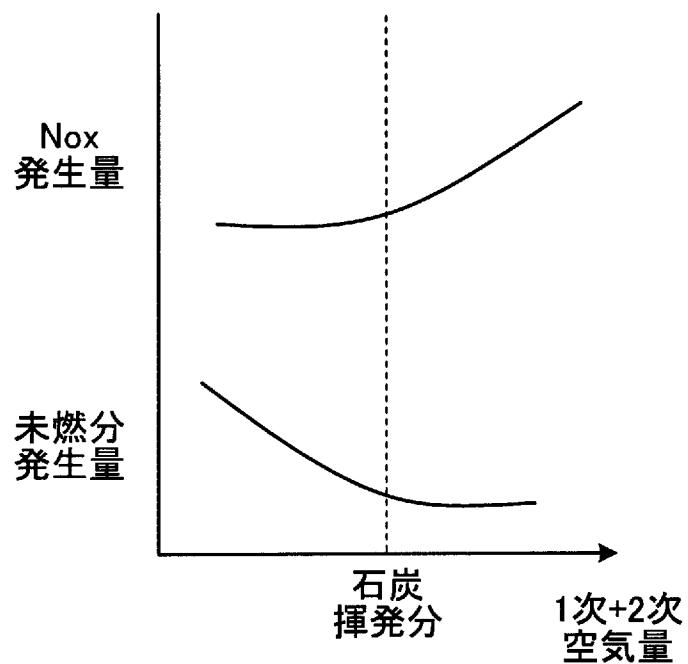
[図41]



[図42]



[図43]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055850

### A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F23D1/00(2006.01)i, F23C6/04(2006.01)i, F23L9/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

### B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F23D1/00, F23C6/04, F23L9/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

### C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2009-204256 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 10 September 2009 (10.09.2009), page 6, lines 5 to 14; fig. 6 to 7 (Family: none)	1,10-11,18 7-8 2-6,9,12-17, 19-39
Y A	JP 2010-270991 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 December 2010 (02.12.2010), page 5, line 27 to page 7, line 41; fig. 3 to 7 (Family: none)	7-8,28,31-32 9,16-25, 29-30
X A	JP 2010-270992 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 December 2010 (02.12.2010), page 7, line 10 to page 8, line 44; fig. 8 (Family: none)	10-12,15 13-14,16-18

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
08 June, 2012 (08.06.12)

Date of mailing of the international search report  
19 June, 2012 (19.06.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/055850

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 01-217109 A (Babcock-Hitachi Kabushiki	26-27, 29
Y	Kaisha),	28, 31-32
A	30 August 1989 (30.08.1989), page 5, upper right column, line 20 to lower right column, line 4; fig. 7 to 10	30
X	JP 2010-139180 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.),	38-39
Y	24 June 2010 (24.06.2010),	33, 37
A	page 4, line 21 to page 5, line 43; fig. 1 to 2, 5 (Family: none)	34-36
Y	JP 60-263014 A (Hitachi, Ltd.),	33, 37
A	26 December 1985 (26.12.1985), page 1, lower right column, line 13 to page 6, upper right column, line 1; fig. 1, 4 to 5 & US 4622922 A & DE 3520728 A	34-36, 38-39
A	JP 08-200618 A (Hitachi, Ltd.), 06 August 1996 (06.08.1996), entire text; all drawings (Family: none)	1-39
A	JP 2010-270990 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 December 2010 (02.12.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-39
A	JP 2010-270993 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 December 2010 (02.12.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-39

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/055850

**Box No. II      Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III      Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See extra sheet.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/055850

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The matter common to the invention of claim 1, the invention of claim 10, the invention of claim 19, the invention of claim 23, and the invention of claim 26 is "a combustion burner provided with: a fuel nozzle capable of injecting fuel gas formed by mixing solid fuel and air; a secondary-air nozzle capable of injecting air from the outer side of the fuel nozzle; and a flame retainer provided on the axis side of the front end of the fuel nozzle". Also, the matter common to the invention of claim 1, the invention of claim 33, and the invention of claim 38 is "a device provided with: a fuel nozzle capable of injecting fuel gas formed by mixing solid fuel and primary air; and a secondary-air nozzle capable of injecting secondary air into a furnace from the outer side of the fuel nozzle".

However, the search revealed that the above-said matter is not novel, since the matter is disclosed in JP 2009-204256 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 10 September 2010 (10.09.2010), page 6, lines 5 to 14; fig. 6 to 7.

As a result, said common matter is not a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, since the matter does not make a contribution over the prior art.

Further, there is no other same or corresponding special technical feature among these inventions.

Accordingly, the following seven inventions (invention groups) are involved in claims.

(Invention 1) the inventions of claims 1-9

A combustion burner provided with a flow regulation member provided between the inner wall surface of a fuel nozzle and a flame retainer.

(Invention 2) the inventions of claims 10-18

A combustion burner provided with a guide member for guiding fuel gas, which flows within a fuel nozzle, to the axis side.

(Invention 3) the inventions of claims 19-22

A solid fuel burner configured in such a manner that crossing splitter members crossing each other and oriented in multiple directions are provided, as internal flame retainers, in front of the flow path of a fuelburner, the splittermembers which are oriented in multiple directions having different widths for each of the multiple directions.

(Invention 4) the inventions of claims 23-25

A solid fuel burner configured in such a manner that crossing splitter members crossing each other and oriented in multiple directions are provided in front of the flow path of a fuel burner and that a blocking member for reducing the cross-sectional area of the flow path is provided at at least one of the corners of the intersections at which the crossing splitter members cross.

(Invention 5) the inventions of claims 26-32

A solid fuel burner configured in such a manner that a splitter member is provided, as an internal flame retention member, in front of the flow path of a fuel burner and that a part of an end section which is adjacent, on the outer peripheral side of the splitter member, to a coal secondary port is removed.

(Invention 6) the inventions of claims 33-37

(Continued to next extra sheet)

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/055850

A boiler provided with: a furnace for combusting solid fuel and air; a heat exchanger for recovering heat by performing heat exchange within the furnace; an additional-air nozzle capable of injecting additional air into the portion of the furnace which is above both a fuel nozzle and a secondary-air nozzle; an air amount adjustment device capable of adjusting the amount of air supplied to the fuel nozzle, the secondary-air nozzle, and the additional-air nozzle; and a control device for controlling the air amount adjustment device according to volatile portion of the solid fuel.

(Invention 7) the inventions of claims 38-39

A method for operating a boiler comprising: a furnace for combusting solid fuel and air; a heat exchanger for recovering heat by performing heat exchange within the furnace; and an additional-air nozzle capable of injecting additional air into the portion of the furnace which is above both a fuel nozzle and a secondary-air nozzle, the method adjusting the proportions of secondary air and tertiary air according to the volatile portion of the solid fuel.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F23D1/00(2006.01)i, F23C6/04(2006.01)i, F23L9/02(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F23D1/00, F23C6/04, F23L9/02

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012年

## 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2009-204256 A (三菱重工業株式会社) 2009.09.10, 第6ページ 5-14行, 図6-7 (ファミリーなし)	1, 10-11, 18
Y		7-8
A		2-6, 9, 12-17, 19-39

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

□ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 08.06.2012	国際調査報告の発送日 19.06.2012
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許序審査官（権限のある職員） 山城 正機 電話番号 03-3581-1101 内線 3337 3L 3726

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-270991 A (三菱重工業株式会社) 2010.12.02, 第5ページ 27行-第7ページ41行, 図3-7 (ファミリーなし)	7-8, 28, 31-32
A		9, 16-25, 29-30
X	JP 2010-270992 A (三菱重工業株式会社) 2010.12.02, 第7ページ 10行-第8ページ44行, 図8 (ファミリーなし)	10-12, 15 13-14, 16-18
Y	JP 01-217109 A (バブコツク日立株式会社) 1989.08.30, 第5ページ 右上欄20行-右下欄4行, 第7-10図	26-27, 29 28, 31-32 30
A		
X	JP 2010-139180 A (三菱重工業株式会社) 2010.06.24, 第4ページ 21行-第5ページ43行, 図1-2, 図5 (ファミリーなし)	38-39 33, 37 34-36
Y	JP 60-263014 A (株式会社日立製作所) 1985.12.26, 第1ページ右 下欄13行-第6ページ右上欄1行, 第1図, 第4-5図 & US 4622922 A & DE 3520728 A	33, 37 34-36, 38-39
A	JP 08-200618 A (株式会社日立製作所) 1996.08.06, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1-39
A	JP 2010-270990 A (三菱重工業株式会社) 2010.12.02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-39
A	JP 2010-270993 A (三菱重工業株式会社) 2010.12.02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-39

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求項 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。  
つまり、

2.  請求項 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3.  請求項 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

特別ページ参照

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項 1 に係る発明、請求項 10 に係る発明、請求項 19 に係る発明、請求項 23 に係る発明、及び、請求項 26 に係る発明に係る発明の共通の事項は、「固体燃料と空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズルと、該燃料ノズルの外側から空気を吹き込み可能な 2 次空気ノズルと、前記燃料ノズルの先端部における軸心側に設けられる保炎器と、を備える燃焼バーナ」であり、また、請求項 1 に係る発明、請求項 33 に係る発明、及び、請求項 38 に係る発明の共通の事項は、「固体燃料と 1 次空気とを混合した燃料ガスを吹き込み可能な燃料ノズルと、前記火炉に該燃料ノズルの外側から 2 次空気を吹き込み可能な 2 次空気ノズルと、を備えた装置」である。

しかしながら、調査の結果、上記事項は文献 JP 2009-204256 (三菱重工業株式会社) 2010.09.10 第 6 ページ 5-14 行、図 6-7 に開示されているから、新規でないことが明らかとなった。

結果として、当該事項は先行技術の域を出ないから、PCT 規則 13.2 の第 2 文の意味において、この共通事項は特別な技術的特徴ではない。

また、これらの発明の間には、他に同一のまたは対応する特別な技術的特徴は存在しない。

そして、請求の範囲には、以下に示す 7 の発明（群）が含まれる。

(発明 1) 請求項 1-9 に係る発明

燃料ノズルの内壁面と保炎器との間に設けられる整流部材を備える燃焼バーナ。

(発明 2) 請求項 10-18 に係る発明

燃料ノズル内を流れる燃料ガスを軸心側に導く案内部材を備える燃焼バーナ。

(発明 3) 請求項 19-22 に係る発明

燃料バーナの流路前方部に、内部保炎として複数方向の部材を交差させたクロスタイプのスプリット部材を配設し、該スプリット部材の幅寸法が方向毎に異なる固体燃料焚きバーナ。

(発明 4) 請求項 23-25 に係る発明

燃料バーナの流路前方部に複数方向の部材を交差させたクロスタイプのスプリット部材を配設し、前記スプリット部材が交差して形成される交差角部の少なくとも 1 箇所に流路断面積を低減する遮蔽部材を設けた固体燃料焚きバーナ。

(発明 5) 請求項 26-32 に係る発明

燃料バーナの流路前方部に内部保炎用部材としてスプリット部材を配設し、該スプリット部材の外周側でコール 2 次ポートに隣接する端部の一部が除去されている固体燃料焚きバーナ。

(発明 6) 請求項 33-37 に係る発明

固体燃料と空気を燃焼させる火炉と、該火炉内で熱交換を行って熱を回収する熱交換器と、該火炉における燃料ノズル及び 2 次空気ノズルより上方に追加空気を吹き込み可能な追加空気ノズルと、燃料ノズルと 2 次空気ノズルと追加空気ノズルへ供給する空気量を調整可能な空気量調整装置と、固体燃料の揮発分に応じて前記空気量調整装置を制御する制御装置とを備えるボイラ。

## (発明 7) 請求項 38-39 に係る発明

固体燃料と空気を燃焼させる火炉と、該火炉内で熱交換を行って熱を回収する熱交換器と、該火炉における燃料ノズル及び2次空気ノズルより上方に追加空気を吹き込み可能な追加空気ノズルを備えるボイラにおいて、固体燃料の揮発分に応じて2次空気と3次空気との配分を調整する、ボイラの運転方法。