

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-28418

(P2018-28418A)

(43) 公開日 平成30年2月22日(2018.2.22)

(51) Int.Cl.

F23D 1/00 (2006.01)

F 1

F 2 3 D 1/00

C

テーマコード(参考)

3 K 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願2016-161280 (P2016-161280)

(22) 出願日

平成28年8月19日 (2016.8.19)

(71) 出願人 514030104

三菱日立パワーシステムズ株式会社  
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3  
番1号

(74) 代理人 100137752

弁理士 亀井 岳行

(74) 代理人 100096541

弁理士 松永 孝義

(74) 代理人 100133318

弁理士 飯塚 向日子

(72) 発明者 倉増 公治

神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3  
番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会  
社内

最終頁に続く

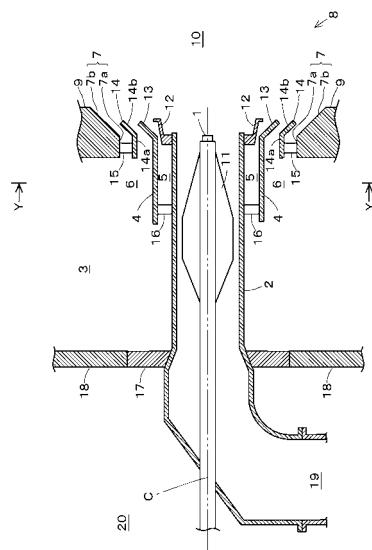
(54) 【発明の名称】 固体燃料バーナ

## (57) 【要約】

**【課題】** 燃料含有流体噴流の外周から噴出する燃焼用ガスを径方向外向きに広げる構成のバーナに関し、更なるNO<sub>x</sub>濃度の増加防止を図り、メンテナンス性にも優れる固体燃料バーナの提供である。

**【解決手段】** 固体燃料と搬送ガスとの混合流体が流れ、開口形状が扁平の燃料ノズル2と、燃料ノズル2の外周側で、先端外周にガイドスリーブ13を設け、開口形状が扁平の二次空気ノズル4と、二次空気ノズル4の外周側で、水平部7aと傾斜部7bとからなり開口形状が円筒形の三次空気ノズル7とを備えた固体燃料バーナの、三次空気ノズル7内の出口側に、三次空気を外周側に案内するガイドベーン14を、三次空気ノズル7内壁の支持部材15により支持する。この支持構成により、バーナのメンテナンス時における引き抜き部分が二次空気ノズル4までの部分で済み、メンテナンス性も良好になると共に、ガイドベーン14と三次空気ノズル7間の隙間を小さくできる。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

固体燃料と該固体燃料の搬送ガスとの混合流体が流れる筒状の流路を有し、火炉壁面に向かう開口形状が扁平形状である第一のガスノズルと、

前記固体燃料の燃焼用ガスが流れるウインドボックスから連通し、前記第一のガスノズルの外周側に形成される第一の燃焼用ガス流路を構成し、開口形状が扁平形状であると共に、先端外周に、燃焼用ガスをバーナ中心軸側から外周側に案内する第一の案内部材を設けた第二のガスノズルと、

前記固体燃料の燃焼用ガスが流れるウインドボックスから連通し、前記第二のガスノズルの外周側に形成される第二の燃焼用ガス流路を構成し、開口形状が円筒状であると共に、バーナ中心軸を通る断面がバーナ中心軸方向に沿う水平部と該水平部から火炉に向かって径が拡大する傾斜部とからなる第三のガスノズルと

を備えた固体燃料バーナであって、

前記第二の燃焼用ガス流路の出口側に、燃焼用ガスをバーナ中心軸側から外周側に案内する第二の案内部材を設け、

該第二の案内部材を固定、支持する支持部材を、第三のガスノズルの内壁に設けたことを特徴とする固体燃料バーナ。

**【請求項 2】**

前記第二の案内部材は、第二のガスノズルの上側と下側にそれぞれ設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の固体燃料バーナ。

**【請求項 3】**

前記ウインドボックスの隔壁の一部は、該隔壁と分離可能に設置される板状部材であり、

前記第一のガスノズルと第二のガスノズルは、前記板状部材と一体的な構造であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の固体燃料バーナ。

**【請求項 4】**

前記第一のガスノズルの先端外周に、第一のガスノズルを取り囲んで形成される保炎器を設け、火炉側からノズル側への保炎器の投影面が第二のガスノズルの投影面と少なくとも一部において重複することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の固体燃料バーナ。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は固体燃料バーナに係り、特に燃焼により発生する窒素酸化物量を低減可能で、メンテナンス性にも優れた固体燃料バーナの構造に関する。

**【背景技術】****【0002】**

石炭等の固体燃料（以下、微粉炭と言うことがある。）を燃焼させるボイラ等の燃焼装置では、環境保全のために燃料の燃焼によって発生する窒素酸化物（以下、NO<sub>x</sub>と言う）の濃度の低減が求められている。

**【0003】**

火炎内で脱硝反応を行う低NO<sub>x</sub>バーナとして、燃料ノズルから噴出する燃料（燃料含有流体噴流）に対して、その外周から噴出する空気（燃焼用ガス）を径方向外向きに広げる構成のバーナが知られている。

**【0004】**

図9には、従来の微粉炭バーナの側面図（一部断面）を示す。

燃料ノズル22は基部側が図示されていない搬送管に接続されており、固体燃料を搬送用の一次空気とともに噴出する。燃料ノズル22の外周には二次空気（燃焼用空気）の流路25を形成する二次空気ノズル24が設けられ、二次空気ノズル24の外周には三次空気（燃焼用空気）の流路26を形成する三次空気ノズル27が設けられている。二次空気

10

20

30

40

50

流路 2 5 及び三次空気流路 2 6 はウインドボックス 2 3 に連通している。

【 0 0 0 5 】

燃料ノズル 2 2 と二次空気ノズル 2 4 と三次空気ノズル 2 7 をバーナ出口側の正面から見ると、燃料ノズル 2 2 を中心にしてその外側に環状の二次空気ノズル 2 4 が同心円状に配置され、二次空気ノズル 2 4 の外側に環状の三次空気ノズル 2 7 が同心円状に配置されている。三次空気ノズル 2 7 は最外周空気ノズルを構成している。

【 0 0 0 6 】

燃料ノズル 2 2 の内部には、燃料ノズル 2 2 を貫通する点火バーナ 2 1 が設けられ、バーナ起動時あるいは低負荷燃焼時に助燃のために使用される。燃料ノズル 2 2 の出口先端には、一次空気と二次空気の間の循環流 4 0 を拡大するための保炎器 3 2 が設けられている。三次空気ノズル 2 7 の隔壁は火炉 1 0 の壁 9 で構成されるバーナスロートの隔壁である。二次空気ノズル 2 4 の出口先端にはバーナ中心軸 C に対して径方向に拡管するガイド部材 3 3 が設けられている。二次空気ノズル 2 4 は燃料ノズル 2 2 の外壁に固着した支持板 3 5 により固定されている。

10

【 0 0 0 7 】

二次空気ノズル 2 4 先端のガイド部材 3 3 によって、主として三次空気がバーナ中心軸 C から離れるように外向きに噴出される。また、三次空気流路 2 6 には更にガイド部材 3 4 が設けられている。このガイド部材 3 4 は支持板 3 6 により固定されており、支持板 3 6 の他端は二次空気ノズル 2 4 の外壁に固着している。

20

【 0 0 0 8 】

二次空気ノズル 2 4 や三次空気ノズル 2 7 内のガイド部材 3 3 、 3 4 によって、二次空気流及び三次空気流がバーナ中心軸 C 側から離れるようになることで、その下流側に循環流 4 0 が形成される。また、燃料ノズル 2 2 の出口先端の保炎器 3 2 によても循環流 4 0 が拡大される。この循環流 4 0 内には高温のガスが滞留するため、燃料粒子の着火が進み、火炎の安定性が向上する。燃料を高温で酸素不足の火炎内に滞留させ、燃料中に含まれる窒素分をアンモニア或いはシアンのような還元剤として放出し、NO<sub>x</sub>を窒素に還元させている。上記構造のバーナとしては、下記特許文献 1 に記載の固体燃料バーナがある。

【 0 0 0 9 】

複数の固体燃料バーナを備えたボイラ等の燃焼装置においては、バーナの容量の増加はコスト削減とバーナ本数削減による運用性向上のために有効な手法であるが、バーナ容量の拡大に伴って火炎が大きくなると、未着火領域が拡大する。未着火領域の拡大は、着火後の燃焼時間が短くなることを意味し、NO<sub>x</sub>の抑制が不十分だったり、燃焼効率が低下する要因ともなる。

30

【 0 0 1 0 】

そこで、燃料ノズル形状を扁平として、バーナ容量を大きくしながら燃料含有流体の噴出流の断面積を拡大させることで流速を低下させ、燃料の未着火距離を縮小させたバーナの発明がある（下記特許文献 2 ）。

【 0 0 1 1 】

また、上記特許文献 2 のバーナ構造に改良を加え、燃料ノズルの断面形状をベンチュリーの流路絞り部まで円形とし、ベンチュリーの流路絞り部からノズル開口部までは徐々に扁平度合いを増大させて、開口部で扁平度合いを最大としたバーナの発明がある（下記特許文献 3 ）。

40

【 0 0 1 2 】

更に、上記特許文献 2 のバーナ構造に改良を加え、燃料ノズル外周の二次燃焼用ガス（二次空気）ノズルの断面形状を出口部において扁平形状とし、二次燃焼用ガスノズル外周の三次燃焼用ガス（三次空気）ノズルの断面形状を火炉壁面の開口部で円形としたバーナの発明がある（下記特許文献 4 ）。この文献では、三次燃焼用ガスノズル内であって二次燃焼用ガスノズルの外周のうち、上部と下部に三次燃焼用ガスの案内板を設けた構成が開示されている。

50

## 【0013】

前記特許文献2に記載の発明によれば、燃料の未着火距離を縮小させることで、着火後の燃焼時間を確保することができる。また、前記特許文献3に記載の発明によれば、ベンチュリーの流路絞り部で縮流となった後、流路が拡げられるため、ノズル内壁近傍の燃料含有流体の燃料濃度分布が均一化される。

## 【0014】

燃焼用ガスを径方向外向きに広げることで、燃料ノズル出口で形成された火炎と三次空気などの燃焼用ガスはすぐには混合せずに、燃料噴流と外周空気噴流の間に循環流が発生する循環域を形成し、炉内のガスがバーナ近傍まで逆流する現象が生じる。この領域では、燃焼ガスが滞留しているため、酸素濃度が低く、燃料ノズル出口で形成された火炎で生じるNO<sub>x</sub>はこの領域で還元される。以後、この領域を還元域と称す。

10

## 【0015】

低NO<sub>x</sub>バーナでは、NO<sub>x</sub>から窒素への還元を促進するために、バーナ近くに高温で空気不足の還元域を形成させる必要がある。前記特許文献4に記載の発明によれば、三次燃焼用ガス流路を上下に分割し、それぞれの流路を流れる空気に火炉への上下方向の速度成分を与えることで、火炎を偏向させてNO<sub>x</sub>の還元域を拡大させて、バーナの低負荷時においても低NO<sub>x</sub>燃焼の達成を図っている。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0016】

【特許文献1】特開2006-189188号公報

【特許文献2】国際公開第2008/038426号パンフレット

【特許文献3】特許第5867742号公報

【特許文献4】特許第5908091号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0017】

上記特許文献等に記載の発明によれば、燃料ノズル形状を扁平として、燃料含有流体の噴流表面の着火領域から同噴流の中心部までの距離を縮めることで、未着火領域を縮小できる。従って、NO<sub>x</sub>濃度の低減効果も高い。

30

## 【0018】

特に、燃料ノズルの一番外側に位置する三次燃焼用ガスノズル内の出口外周に、燃焼用ガスを径方向外向きに広げるためのガイド部材（例えば、図9のガイド部材34）を設け、前記還元域を形成させることで、NO<sub>x</sub>濃度の低減効果は高くなる。特許文献4に記載のバーナには、三次空気案内板を二次空気ノズルの外周部に設けることで燃焼用ガス（空気）を外周側に導く構成が開示されている。

## 【0019】

前記三次空気案内板等のガイド部材は、その内側の二次燃焼用ガスノズルの外壁、即ち燃料ノズル側（バーナ中心軸側）から固定、支持されている。バーナのメンテナンス時には、燃料ノズルを火炉から取り外すが、その際バーナ中心軸からガイド部材までのバーナ部分を炉外に引き抜く必要がある。引き抜く部分が大きいと、メンテナンス時の作業にも負担が掛かる。

40

## 【0020】

また、バーナ構造体の製作公差や火炎の輻射熱による変形等を考慮して、一般的にガイド部材の外径は、火炉開口部の壁面の径よりも小さめに製作されている。

ガイド部材の外径を火炉開口部の壁面の径よりも小さくした場合は、ガイド部材と壁面との隙間が広くなるため、バーナ軸方向の直進流の割合が増加して循環流を壊してしまう。従って、循環流が小さくなることから、前記還元域が縮小してNO<sub>x</sub>濃度の増加が懸念される。

## 【0021】

50

本発明の課題は、燃料含有流体噴流の外周から噴出する燃焼用ガスを径方向外向きに広げる構成の固体燃料バーナに関し、更なるNO<sub>x</sub>濃度の増加防止を図ると共に、メンテナンス性にも優れる固体燃料バーナを提供することにある。

**【課題を解決するための手段】**

**【0022】**

上記本発明の課題は、下記の構成を採用することにより達成できる。

請求項1記載の発明は、固体燃料と該固体燃料の搬送ガスとの混合流体が流れる筒状の流路を有し、火炉壁面に向かう開口形状が扁平形状である第一のガスノズル(2)と、前記固体燃料の燃焼用ガスが流れるウインドボックス(3)から連通し、前記第一のガスノズル(2)の外周側に形成される第一の燃焼用ガス流路(5)を構成し、開口形状が扁平形状であると共に、先端外周に、燃焼用ガスをバーナ中心軸側から外周側に案内する第一の案内部材(13)を設けた第二のガスノズル(4)と、前記固体燃料の燃焼用ガスが流れるウインドボックス(3)から連通し、前記第二のガスノズル(4)の外周側に形成される第二の燃焼用ガス流路(6)を構成し、開口形状が円筒状であると共に、バーナ中心軸を通る断面がバーナ中心軸方向に沿う水平部(7a)と該水平部(7a)から火炉に向かって径が拡大する傾斜部(7b)とからなる第三のガスノズル(7)とを備えた固体燃料バーナであって、前記第二の燃焼用ガス流路(6)の出口側に、燃焼用ガスをバーナ中心軸側から外周側に案内する第二の案内部材(14)を設け、該第二の案内部材(14)を固定、支持する支持部材(15)を、第三のガスノズル(7)の内壁に設けた固体燃料バーナである。

10

20

**【0023】**

請求項2記載の発明は、前記第二の案内部材(14)は、第二のガスノズル(4)の上側と下側にそれぞれ設けられている請求項1記載の固体燃料バーナである。

請求項3記載の発明は、前記ウインドボックス(3)の隔壁(18)の一部は、該隔壁(18)と分離可能に設置される板状部材(17)であり、前記第一のガスノズル(2)と第二のガスノズル(4)は、前記板状部材(17)と一体的な構造である請求項1又は請求項2に記載の固体燃料バーナである。

30

**【0024】**

請求項4記載の発明は、前記第一のガスノズル(2)の先端外周に、第一のガスノズル(2)を取り囲んで形成される保炎器(12)を設け、火炉側からノズル側への保炎器(12)の投影面が第二のガスノズル(4)の投影面と少なくとも一部において重複する請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の固体燃料バーナである。

**【0025】**

ここで、上記「扁平形状」とは、図5(A)の長方形、図5(B)の橢円形、図5(C)の半円形と長方形を組み合わせた形状、図5(D)の幅が広い多角形などの形状であり、長径や長辺Wと短径や短辺Hを有する平べったい形状と定義する。図5(A)において、4つの角部の一部又は全部は曲線状であっても良い。同様に、図5(D)において、多角形の角部の一部又は全部が曲線状であっても良い。また、上記の各形状において、曲線部の曲率は一定の曲率であることに限定されない。

40

**【0026】**

(作用)

第一のガスノズルの一番外側に位置する第三のガスノズル内の出口側に、燃焼用ガスのガイド部材である第二の案内部材を、その内周側の第二のガスノズルの壁面から支持する場合は、第二のガスノズルの外壁に第二の案内部材が固定されていることから、バーナのメンテナンス時には、バーナ中心軸から第二の案内部材までの大きさの構造体を炉外に引き抜く必要がある。

**【0027】**

しかし、第二の案内部材を、その外周側の第三のガスノズルの内壁から支持することでき、引き抜く部分がバーナ中心軸から第二の案内部材の内側の第二のガスノズルまでの部分までに縮小される。

50

## 【0028】

従って、請求項1記載の発明によれば、第二の案内部材を外周側から支持することで、バーナのメンテナンス時に第二の案内部材を引き抜く必要がなくなることから、引き抜く部分が小さくて済み、メンテナンスがし易くなる。また、第二の案内部材が内周側から支持されている場合は、前記変形等を考慮して、第二の案内部材の外径を小さめに製作して、第二の案内部材と火炉開口の壁面との隙間を広くする必要がある。しかし、ガイド部材をその外周側から支持することで、第二の案内部材と壁面との隙間を比較的小さく又は第二の案内部材の径を壁面の開口径よりも大きくすることも可能になる。

## 【0029】

また、扁平形状である第一のガスノズルの外周に円筒状の第三のガスノズルを設けることで、第二の燃焼用ガス流路が主に第一のガスノズルの長径又は長辺を挟んで上下に配置されるため、第三のガスノズルも第一のガスノズル及び第二のガスノズルと同様に扁平形状とした場合に比べて、燃焼用ガスと燃料との混合が抑制され、バーナ中心部の還元域が拡大する。

10

## 【0030】

そして、第三のガスノズルと第二のガスノズル間の比較的広い上側と下側の流路を流れる燃焼用ガスは、左右側に比べて直進性が高くなる。そこで、請求項2記載の発明によれば、上記請求項1に記載の発明の作用に加えて、第二の案内部材を第二のガスノズルの上側と下側にそれぞれ設けることで、直進性の高い燃焼用ガスも外向きにできる。

## 【0031】

20

また、ウインドボックスの隔壁には、メンテナンス時にバーナの取り外し及び取り付けがし易いように、一部を隔壁本体から分離可能な板状部材としている。

請求項3記載の発明によれば、上記請求項1又は請求項2に記載の発明の作用に加えて、ウインドボックス隔壁の板状部材とバーナの引き抜き部分を一体構造とすることで、それらを別々に取り外す必要がなくなり、同時に取り外すことが可能となる。

## 【0032】

また、請求項4記載の発明によれば、上記請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の発明の作用に加えて、第一のガスノズルの先端外周に設けた保炎器によって、その下流側に循環流が形成されることで、還元域が拡大する作用をもたらす。

## 【0033】

30

更に、火炉側からノズル側を見た場合に、保炎器と第二のガスノズルの出口隔壁が一部でも重複する場合は、第二のガスノズル内のバーナ軸方向の燃焼用ガスの流れが火炉へ直進してすり抜けてしまうことを防止でき、保炎器の下流側に燃焼用ガスの滞留域（還元域）を効果的に形成して確実に着火できる作用をもたらす。

## 【発明の効果】

## 【0034】

本発明の固体燃料バーナによって、低NO<sub>x</sub>燃焼が可能となり、メンテナンス性も向上する。具体的には、以下の効果を奏する。

請求項1記載の発明によれば、第二の案内部材をその外周側の第三のガスノズルの内壁側から支持することで、第二の案内部材と第三のガスノズルの内壁との隙間を比較的小さくでき、この隙間をすり抜ける燃焼用ガスのバーナ軸方向の直進流を抑制できる。従って、バーナ出口下流に形成される循環流の大きさを確保でき、十分な還元域を形成できることで、低NO<sub>x</sub>燃焼が可能となる。そして、バーナのメンテナンス時には、第二の案内部材の内周側の部材のみ引き抜けば良くなることから、引き抜く部分が小さくて済み、メンテナンス性も良好となる。

40

## 【0035】

また、扁平形状である第一のガスノズルの外周に円筒状の第三のガスノズルを設けることで、燃焼用ガスと燃料との混合が抑制され、バーナ中心部の還元域が拡大し、低NO<sub>x</sub>燃焼が促進される。

## 【0036】

50

更に、請求項 2 記載の発明によれば、上記請求項 1 に記載の発明の効果に加えて、第二の燃焼用ガス流路を流れる比較的直進性の高い燃焼用ガスが外向きに流れることで更なる低 NO<sub>x</sub> 燃焼が可能となる。

#### 【0037】

また、請求項 3 記載の発明によれば、上記請求項 1 又は請求項 2 に記載の発明の効果に加えて、ウインドボックス隔壁から分離可能な板状部材とバーナの引き抜き部分を一体構造とすることで、一度に取り外しや取り付けができることから、より一層メンテナンス性が良好となる。特に、第二の案内部材を第三のガスノズルの内壁側から支持することで、引き抜き時の可動部分が小さくて済むことから、板状部材の小型化、軽量化が図れ、メンテナンス性も向上する。

10

#### 【0038】

また、請求項 4 記載の発明によれば、上記請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の発明の効果に加えて、第一のガスノズルの先端外周に設けた保炎器によって還元域が拡大すると共に、保炎器の下流側に燃焼用ガスの還元域が効果的に形成されることで、着火性も良好となる。従って、更なる NO<sub>x</sub> 濃度の低減が図れる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0039】

【図 1】本発明の一実施例である固体燃料バーナの一部断面を示す側面図（概略図）である。

20

【図 2】図 1 の固体燃料バーナの一部断面を示す平面図（概略図）である。

【図 3】図 3 (A) は、図 1 の固体燃料バーナの正面図であり、図 3 (B) は、図 1 の固体燃料バーナの Y-Y 線矢視図である。

【図 4】フロントプレートと隔壁との接続構造の一例を示した側面図（一部断面）である。

【図 5】図 1 の燃料ノズルの開口部の各種断面形状を示した図である。

【図 6】図 6 (A) は、図 1 の固体燃料バーナの一部拡大図であり、図 6 (B) は、ガイドベーンの支持構造の一例を示した図である。

30

【図 7】ガイドベーンの例を示した斜視図である。

【図 8】炉外から見た場合の固体燃料バーナの燃料ノズルとフロントプレートとの関係を示した図である。

30

【図 9】従来の微粉炭バーナの側面図（一部断面）である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0040】

以下に、本発明の実施の形態を示す。

#### 【実施例 1】

#### 【0041】

図 1 には、本発明の一実施例である固体燃料バーナの側面図（一部断面）を示し、図 2 には、図 1 の固体燃料バーナの平面図（一部断面）を示し、図 3 (A) には、図 1 の固体燃料バーナの火炉側から見た正面図を示し、図 3 (B) には、図 1 の固体燃料バーナの Y-Y 線矢視図を示す。

40

#### 【0042】

燃料ノズル（第一のガスノズル）2 は基部側が燃料含有流体配管 19 に接続された筒状部材であり、その内部は固体燃料と搬送用のガス（本実施例では空気を用いる）の固気二相流（混合流体）の流路となる。そして、固体燃料を搬送用のガスとともに噴出する。固体燃料としては、石炭（微粉炭）やバイオマスなどの固体や粉体、又はこれらの混合物であっても良い。本実施例では、固体燃料として微粉炭を、搬送ガスとして空気を用いた例を示しており、燃料ノズル 2 内を流れる搬送ガスを一次空気、また燃料ノズル 2 を一次空気ノズル 2 とも言う。

#### 【0043】

燃料ノズル 2 の外周には二次空気流路 5 を形成する二次空気ノズル（第二のガスノズル

50

) 4 が設けられ、二次空気ノズル 4 の外周には三次空気流路 6 を形成する三次空気ノズル(第三のガスノズル) 7 が設けられている。これら二次空気及び三次空気は燃焼用ガスであり、上記搬送ガスと同様に通常は空気が使用されるが、燃焼排ガスや富酸素ガス、又はこれらのガスや空気との二以上の混合気体等も適用できる。また、二次空気及び三次空気の二次及び三次とは前記一次空気と区別するために用いられているにすぎない。

#### 【0044】

燃料ノズル 2 と二次空気ノズル 4 と三次空気ノズル 7 をバーナ出口側(火炉 10 側)の正面から見ると、燃料ノズル 2 を中心にしてその外側に環状の二次空気ノズル 4 が同心円状に配置され、二次空気ノズル 4 の外側に環状の三次空気ノズル 7 が同心円状に配置されている。三次空気ノズル 7 は最外周空気ノズルを構成している。

10

#### 【0045】

燃料ノズル 2 の内部には、燃料ノズル 2 を貫通する点火バーナ(オイルガン) 1 が設けられ、バーナ起動時あるいは低負荷燃焼時に助燃のために使用される。燃料ノズル 2 の出口先端には、一次空気と二次空気の間の循環流を拡大するための保炎器 12 が設けられている。この保炎器 12 は、該保炎器 12 の下流側に循環流を形成して着火性と保炎効果を高めるように燃料ノズル 2 の先端部にリング状に設けられる。また、燃料ノズル 2 側には、さめ歯状の突起を形成したものを用いても良い。尚、保炎器 12 を設置しないバーナも本実施形態に含まれる。

#### 【0046】

前記点火バーナ 1 、燃料ノズル 2 、二次空気ノズル 4 及び三次空気ノズル 7 は、火炉 10 の壁(図示しない水管により形成されている) 9 に設けられた火炉開口部 8 から火炉 10 内に向けてそれぞれの噴出物を噴出する。また、これら点火バーナ 1 、燃料ノズル 2 、二次空気ノズル 4 及び三次空気ノズル 7 は火炉開口部 8 を囲んで微粉炭又は燃焼用空気を燃焼用空気流路(図示せず)から供給するウインドボックス 3 内に配置されている。隔壁 18 は、ウインドボックス 3 の内部空間と炉外 20 とを隔てる壁状部材であり、隔壁 18 のうち、燃料ノズル 2 が設置されているフロントプレート 17 はバーナのメンテナンス時に燃料ノズル 2 と一緒に抜き出せるように隔壁 18 から分離可能で、隔壁 18 に着脱自在の構成である。

20

#### 【0047】

図 4 には、フロントプレート 17 と隔壁 18 との接続構造の一例(側面図)を示す。

フロントプレート 17 と一体の板材 42 と隔壁 18 にそれぞれ設けた穴に、ボルト 44 を差し込んで埋め込み、ナット 46 により締め付けることで、フロントプレート 17 を隔壁 18 に取り付くことができる。尚、図示例に限定されず、ネジ止め、フックなど他の固定、係止手段を用いても良い。

30

#### 【0048】

また、燃料ノズル 2 内の微粉炭流路上に微粉炭粒子を燃料ノズル 2 の内壁側に濃縮せながら火炉 10 内に噴出させるための燃料の濃縮器 11 を備えている。濃縮器 11 は、点火バーナ 1 の外周に設けられ、微粉炭流路の軸方向に直交する断面が燃料ノズル 2 の内壁に向かって縮小する領域と拡大する領域とを形成することで、燃料をノズル内壁側(中心軸の径方向外側)に濃縮する作用をもたらす。尚、濃縮器 11 を設置しないバーナも本実施形態に含まれる。

40

#### 【0049】

二次空気ノズル 4 は燃料ノズル 2 の外壁に固着した平板状の支持部材 16 に固定(固着)、支持されている。尚、支持部材 16 の形状は特に問わず、また燃料ノズル 2 の外壁から支持される場合に限らず、燃料ノズル 2 と一緒に構成、結合関係にあれば良い。

#### 【0050】

そして、二次空気ノズル 4 の出口先端にはバーナ中心軸 C に対して径方向に拡管する(未広がり形状の)ガイドスリープ(第一の案内部材) 13 が設けられており、二次空気ノズル 4 とガイドスリープ 13 は一体構造である。ガイドスリープ 13 によって、空気流がバーナ中心軸 C から離れるように外向きに案内されて噴出する。また、三次空気流路 6 の

50

うち、二次空気ノズル4の上側と下側の流路幅が広い領域に、それぞれ三次空気を案内するガイドベーン（第二の案内部材）14が設けられている。尚、ガイドスリーブ13とガイドベーン14との関係は、ガイドスリーブ13の火炉10から隔壁18側への投影面とガイドベーン14の投影面が重複しない大きさ又は配置となる関係である。

#### 【0051】

図3に示すように、燃料ノズル2及び二次空気ノズル4は、火炉開口部8で扁平形状の開口形状を有する。燃料ノズル形状を扁平として、燃料含有流体の噴流表面の着火領域から同噴流の中心部までの距離を縮めることで、未着火領域を縮小できるため、NO<sub>x</sub>濃度の低減が図れる。尚、扁平形状とは、図5(A)の長方形、図5(B)の橢円、図5(C)の半円と長方形を組み合わせた形状、図5(D)の幅が広い多角形などの形状であり、長径や長辺Wと短径や短辺Hを有する平べったい形状をいう。10

#### 【0052】

燃料ノズル2のバーナ中心軸Cに対して垂直な断面形状は、燃料含有流体配管19からフロントプレート17付近（流路の狭まる部分）までは円形であり、そこから火炉開口部8までの間は、バーナ中心軸Cから外側へ水平方向に単調に拡がることで扁平度合いが徐々に増加し、火炉開口部8では扁平度合いが最大となる形状としている。

#### 【0053】

ここで、前記扁平度合いとは、長辺Wと短辺Hの比(W/H)と定義する。従って、徐々に扁平度合いが増加するとは、燃料ノズル2の中心軸に直交する断面の長辺Wと短辺Hの比(W/H)が少しずつ増加していくことを意味し、最大の扁平形状とは、燃料ノズル2内で長辺Wと短辺Hの比(W/H)が最も大きな部分の形状を指す。20

このバーナによる燃焼では、二次空気ノズル4の出口先端のガイドスリーブ13や三次空気ノズル7内のガイドベーン14によって、二次空気流及び三次空気流がバーナ中心軸C側から離れるようになり、バーナのごく近傍では燃料含有流体噴流と燃焼用ガスが混合しないような流れが形成される。このように燃料を高温で酸素不足の火炎内に滞留することで、NO<sub>x</sub>を窒素に還元させている。

#### 【0054】

また、燃料ノズル2の出口先端の保炎器12によって、その下流側の領域の圧力が低下し、下流から上流に向かう流れである循環流の形成が促進される。この循環流内には高温のガスが滞留するため、燃料粒子の着火が進み、火炎の安定性が向上する。30

#### 【0055】

三次空気ノズル7は火炉壁9の一部でもあり、バーナ中心軸Cを通る断面がバーナ中心軸方向に沿う水平部（径が均一な部位）7aと火炉10側の傾斜部（径が拡大する部位）7bからなり、火炉10側から見ると、円筒状である。また、三次空気流路6は、二次空気ノズル4の外壁と三次空気ノズル7との間の流路であり、左右の流路幅が狭く、上下の流路幅が広くなっている。従って、三次空気と燃料との混合は抑制され、低NO<sub>x</sub>燃焼が促進される。

#### 【0056】

図6(A)には、図1の固体燃料バーナの一部拡大図を示し、図6(B)には、支持部材15によるガイドベーン14の支持構造の一例を示す。また、図7には、ガイドベーン14の例を示した斜視図を示す。40

#### 【0057】

ガイドベーン14は、三次空気ノズル7の内壁に固着した支持部材15により、固定、支持されている。図示例では、支持部材15は三次空気ノズル7の内壁に固着する上側支持部材15aとガイドベーン14の外面に固着する下側支持部材15bからなり、上側支持部材15aと下側支持部材15bをボルト50とナット52により接合することで、ガイドベーン14が固定される。

#### 【0058】

ガイドベーン14は、図7(A)に示すように、三次空気流の流れ方向に対して平行な面を有する平板状の部材からなる導入部14aと三次空気流をバーナ中心軸Cから径方向

外側（上側又は下側）に拡げるよう、火炉 10 側に延びる半月板状の拡大部 14 b から形成されている。

#### 【0059】

尚、ガイドベーン 14 の形状や、二次空気ノズル 4 の外壁及び三次空気ノズル 7 との位置関係、個数、支持部材 15 による支持形態は、図示のものに限定されない。例えば、拡大部 14 b は図 7 (B) や (C) に示すような三角形または四角形であっても良く、その形状は限定されない。また、導入部 14 a を省略したものでも本実施形態に含まれる。支持部材 15 についても、外周側の三次空気ノズル 7 の内壁からガイドベーン 14 を固定、支持できるものであれば良い。また、ガイドベーン 14 を二次空気ノズル 4 の外周全体に設けても良い。

10

#### 【0060】

燃料ノズル形状を扁平としたバーナ構造において、低 NO<sub>x</sub> 燃焼のためのノズル外周の燃焼用空気の流れを外向きに拡げる作用について、以下のような特徴がある。

外周側の円筒状の三次空気ノズル 7 の水平部 7 a に対して内周側の燃料ノズル 2 は幅広の形状である。即ち、燃料ノズル 2 及び二次空気ノズル 4 の火炉開口部 8 における形状は、左右間の幅が上下間の幅よりも広いため、その外周側の三次空気ノズル 7 で囲まれた三次空気流路 6 は、左右の流路幅が必然的に狭くなる。このため、この領域では空気流量が少なく、外向きに広がる流れが弱い。一方、三次空気ノズル 7 の上下の流路幅は左右の流路幅に比べて広いため、流量は多くなるが、火炉開口部 8 の導入部となる水平部 7 a を通過した流れは直進性が高まるので外向きに拡がりにくい。

20

#### 【0061】

従って、三次空気流路 6 を流れる上下の三次空気を外向きに拡げる作用を十分に高めることが必要となるため、ガイドベーン 14 は三次空気流路 6 の上下に設けると効果的である。また、ガイドベーン 14 の拡大部 14 b が大きいものが望ましい。

#### 【0062】

バーナのメンテナンス等で燃料ノズル 2 を火炉 10 から取り外す際に、ガイドベーン 14 がその内周側の二次空気ノズル 4 の外壁から支持されていると、引き抜く部分がバーナ中心軸 C からガイドベーン 14 までの広範囲となる。また、この場合は、バーナ構造体の製作公差や火炎の輻射熱による変形等を考慮して、ガイドベーン 14 の外径を小さめに製作し、ガイドベーン 14 と三次空気ノズル 7 の内壁間を広くする必要がある。

30

#### 【0063】

しかし、ガイドベーン 14 は、二次空気ノズル 4 の外壁ではなく、三次空気ノズル 7 の内壁から支持部材 15 により固定、支持されている。従って、引き抜く部分がバーナ中心軸 C から二次空気ノズル 4 までの狭い範囲で済むため、メンテナンス時の作業にも負担が掛かることはない。また上記変形等を考慮する必要もないため、ガイドベーン 14 と三次空気ノズル 7 との隙間 S (図 3 (A)) を比較的小さくできる。即ち、ガイドベーン 14 の拡大部 14 b を大きくすることができる。ガイドベーン 14 の拡大部 14 b を大きくすることで、三次空気流を外向きに拡げる作用を強化できる。

#### 【0064】

また、拡大部 14 b の、バーナ中心軸 C から径方向に最も離れた端部の位置が水平部 7 a よりも外側に位置するようにガイドベーン 14 を設置したり、このような形状のガイドベーン 14 を設置することで、隙間 S をマイナス側に設定することも可能となる。本構成により、隙間 S をすり抜ける三次空気の直進流を抑制する効果が大きくなる。

40

#### 【0065】

以上のことから、バーナ出口下流に形成される循環流の大きさを確保でき、十分な還元域を形成できることで、低 NO<sub>x</sub> 燃焼が可能となる。

また、ガイドベーン 14 の支持部材 15 の形状や個数、設置位置は特に問わない。例えば、図 3 に示すように平板状の支持部材 15 を上下それぞれに二つずつ設けても良いし、上下それぞれに一つずつ設けても良い。複数の支持部材 15 によりガイドベーン 14 を支持することで支持構造が強固となるが、個数が多いと空気流の抵抗となるため、平面が空

50

気流と平行になるように上下それぞれに二個程度配置するのが望ましい。ガイドベーン14によって三次空気に火炉10への上下方向の速度成分を与え、火炎を偏向させてNOxの還元域を拡大させることで、バーナの低負荷時においても低NOx燃焼が可能となる。

#### 【0066】

そして、フロントプレート17には燃料ノズル2が嵌合しており、フロントプレート17は隔壁18に着脱自在の板状部材であることから、フロントプレート17を隔壁18から取り外すことで、点火バーナ1、燃料ノズル2、二次空気ノズル4等の構造体（濃縮器11や保炎器12、ガイドスリープ13も含めて）を一体的に抜き出すことが可能である。

#### 【0067】

尚、フロントプレート17と燃料ノズル2との結合は、嵌め合わせでも、フランジを介してボルト及びナットによる結合でも、直に溶接による接合でも、結合様式に限定はない。

フロントプレート17を固定しているナット46（図4）を取り外して、炉外20側へフロントプレート17を引き抜けば、これと一体となった部材が取り外せる。

#### 【0068】

図8には、炉外20から見た場合の固体燃料バーナの燃料ノズル2とフロントプレート17との関係を示す。図8（A）には、ガイドベーン14がその外周側の三次空気ノズル7の内壁に支持されている場合を示し、図8（B）には、ガイドベーン14がその内周側の二次空気ノズル4の外壁に支持されている場合を示している。

10

20

30

40

#### 【0069】

バーナのメンテナンス時には、燃料ノズル2を火炉10から取り外すが、その際ガイドベーン14がその内周側の二次空気ノズル4の外壁に支持されている場合、引き抜く部分がバーナ中心軸Cからガイドベーン14までの広範囲となり、その分フロントプレート17も大きめに取る必要がある（図8（B））。また、メンテナンス時の作業にも負担が掛かる。しかし、ガイドベーン14がその外周側の三次空気ノズル7の内壁に支持されている場合、引き抜く部分がバーナ中心軸Cから二次空気ノズル4までの狭い範囲で済むため、フロントプレート17は小さくて済む（図8（A））。従って、フロントプレート17の軽量化にも繋がり、メンテナンス性も向上する。

#### 【0070】

そして、一体で引き抜く最も径の大きい部材、本実施例では図6に示すように、二次空気ノズル4出口のガイドスリープ13まで（ガイドベーン14の下端部を示す破線Lより下（内側）の部分）を隔壁18から一体で引き抜けるように、フロントプレート17の大きさは、ガイドスリープ13の火炉10から隔壁18側への投影面積以上の大きさを必要とする。

#### 【0071】

炉外20には、図示しない配管類や配線類が多数配置されており、バーナの保守・点検等において、フロントプレート17と一緒に燃料ノズル2等を引き抜く際、それらとのクリアランスを確保する必要がある。特に、クリアランスの確保は、単機の容量が拡大した大口径のバーナでは、一層顕著となる。

#### 【0072】

仮に、バーナ中心軸Cからガイドベーン14までが、その内周側（燃料ノズル2側）から支持されて一体的に引き抜かれる構造である場合は、フロントプレート17が大きくなり、図示しない配管類や配線類と干渉する可能性が高くなる。また、前記干渉を回避するために配管類や配線類の取り回しが複雑になったり、取り外しや再接続の作業等が発生したりすることで、作業性に劣ってしまうことも考えられる。

#### 【0073】

しかし、ガイドベーン14は引き抜かず、その内周側の二次空気ノズル4及びガイドスリープ13までを引き抜くことで、フロントプレート17をその分、小さくできる。従って、上記フロントプレート17と配管類や配線類との干渉は殆ど起こらない。

50

**【0074】**

また、バーナのメンテナンス時に、引き抜く部分が小さくて済むので、メンテナンス性も良好となる。

図8(A)には、フロントプレート17を機能円形とした場合を示したが、径が均一な円や四角形などの多角形等、他の形状でも良く、ノズルや最も径の大きい部材の形状に合わせると良い。

**【0075】**

なお、図示しないが、三次空気ノズル7の入り口側には三次空気に旋回流速を与えるための旋回流を発生させる空気旋回羽根を設けたり、二次空気ノズル4の入り口側に二次空気量を調整するダンパを設けたりしても良い。

10

**【0076】**

また、実施例では、三次空気ノズル7が火炉壁9の一部である場合を示し、この場合はバーナ構成が簡素となるが、三次空気ノズル7が火炉壁9とは別の円筒状の部材であっても良い。

**【0077】**

更に、火炉10側から燃料ノズル2側への保炎器12の投影面がガイドスリーブ13の投影面と少なくとも一部において重複する関係にある場合は、二次空気ノズル4内のバーナ軸方向の二次空気の流れが火炉10へ直進してすり抜けてしまうことを防止でき、保炎器12の下流側に還元域を形成して確実に着火できる。

20

**【産業上の利用可能性】****【0078】**

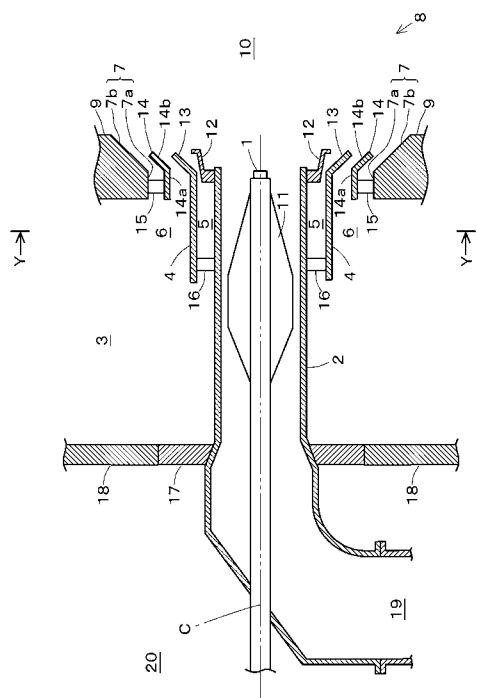
固体燃料を用いたバーナ装置として、利用可能性がある。

**【符号の説明】****【0079】**

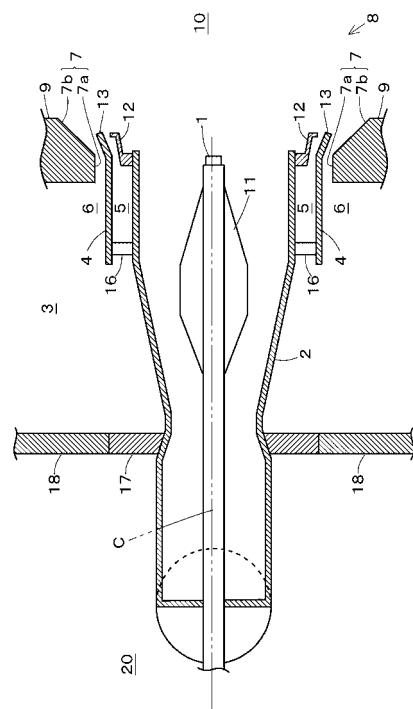
1、21 点火バーナ	2、22 燃料ノズル
3、23 ウィンドボックス	4、24 二次空気ノズル
5、25 二次空気流路	6、26 三次空気流路
7、27 三次空気ノズル	8 火炉開口部
9 火炉壁	10 火炉(内部)
11 燃料濃縮器	12、32 保炎器
13 ガイドスリーブ	14 ガイドベーン
15 ガイドベーン用支持部材	
16 ガイドスリーブ用支持部材	
17 フロントプレート	18 隔壁
19 燃料含有流体配管	20 炉外(側)
33、34 ガイド部材	35、36 支持板
40 循環流	42 板材
44、50 ボルト	46、52 ナット

30

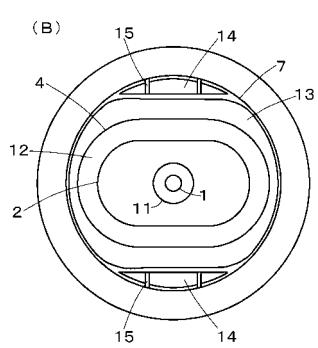
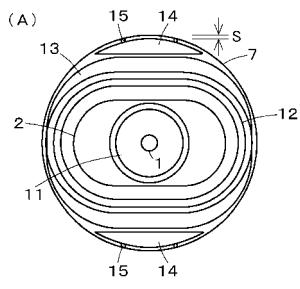
【図1】



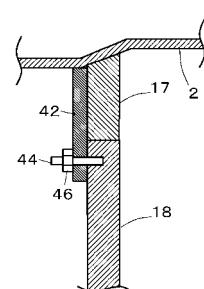
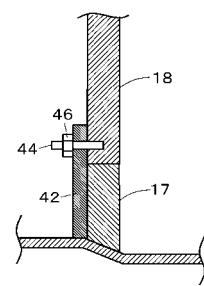
【図2】



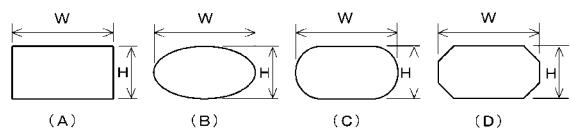
【図3】



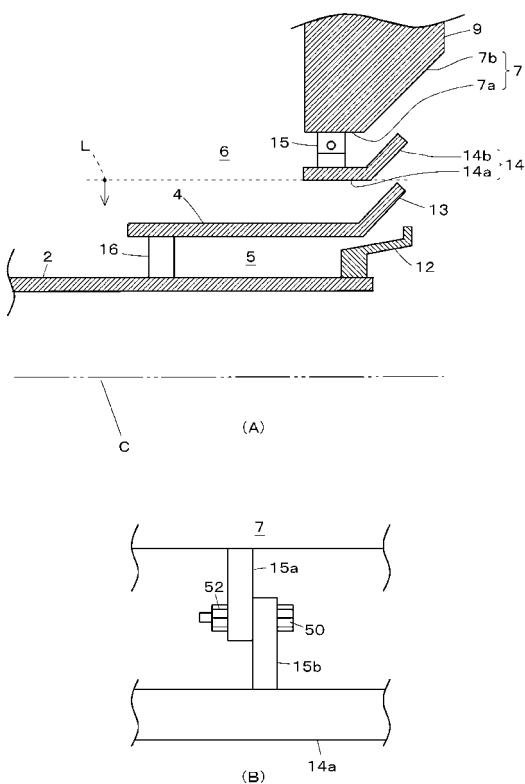
【図4】



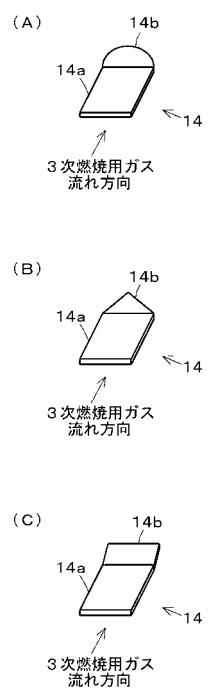
【図5】



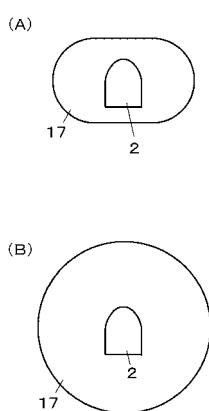
【図6】



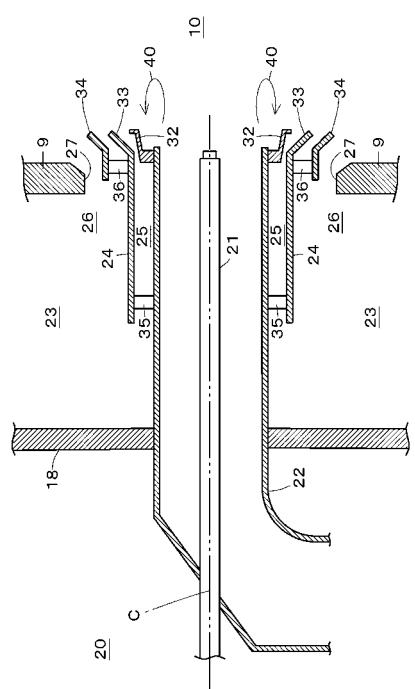
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 菊池 仁志

神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

(72)発明者 水戸 昌平

神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

F ターム(参考) 3K065 QA01 QB03 QB11 QC03