

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6895342号  
(P6895342)

(45) 発行日 令和3年6月30日(2021.6.30)

(24) 登録日 令和3年6月9日(2021.6.9)

(51) Int.Cl. F I  
**F 2 3 G 7/06 (2006.01)** F 2 3 G 7/06 I O 1 D  
**F 2 3 D 14/24 (2006.01)** F 2 3 D 14/24 Z A B E

請求項の数 17 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2017-155275 (P2017-155275)	(73) 特許権者	000000239
(22) 出願日	平成29年8月10日 (2017.8.10)		株式会社荏原製作所
(65) 公開番号	特開2018-31579 (P2018-31579A)		東京都大田区羽田旭町11番1号
(43) 公開日	平成30年3月1日 (2018.3.1)	(74) 代理人	230104019
審査請求日	令和2年6月15日 (2020.6.15)		弁護士 大野 聖二
(31) 優先権主張番号	特願2016-161017 (P2016-161017)	(74) 代理人	230112025
(32) 優先日	平成28年8月19日 (2016.8.19)		弁護士 小林 英了
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	(74) 代理人	230117802
			弁護士 大野 浩之
		(74) 代理人	100106840
			弁理士 森田 耕司
		(74) 代理人	100131451
			弁理士 津田 理
		(74) 代理人	100167933
			弁理士 松野 知絃

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排ガス処理装置用のバーナヘッドおよびその製造方法、ならびに、排ガス処理装置用の燃烧室、その製造方法およびメンテナンス方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃烧室本体の上部に取り付けることによって排ガス処理装置用の燃烧室を構成するバーナヘッドであって、

下方が開口した円筒部を有し、前記燃烧室本体と取り外し可能に締結するための締結部が設けられた筐体と、

燃料を前記円筒部内に吹き込む燃料用ノズルと、

支燃性ガスを前記円筒部内に吹き込む支燃性ガス用ノズルと、

処理ガスを前記円筒部内に吹き込む処理ガス用ノズルと、

前記燃料および/または前記支燃性ガスに点火するパイロットバーナと、を備え、

前記燃料用ノズル、前記支燃性ガス用ノズルおよび前記処理ガス用ノズルは、前記円筒部の軸線に直交する同一平面上に位置しているバーナヘッド。

【請求項2】

前記円筒部の側面には、

前記燃料用ノズルが接続される第1開口と、

前記支燃性ガス用ノズルが接続される第2開口と、

前記処理ガス用ノズルが接続される第3開口と、

が設けられ、前記第1開口、前記第2開口および前記第3開口の少なくとも一部は、前記円筒部の軸線に直交する同一平面上に位置している、請求項1に記載のバーナヘッド。

【請求項3】

前記円筒部の側面には、前記処理ガス用ノズルが接続される第3開口が設けられ、  
前記第3開口の形状は、前記円筒部の長手方向に沿って延びるスリット状である、請求項1または2に記載のバーナヘッド。

【請求項4】

前記パイロットバーナは、前記円筒部から取り外し可能である、請求項1乃至3のいずれかに記載のバーナヘッド。

【請求項5】

前記円筒部には、上方に向かって開口しており、ヒータを挿入可能な穴が設けられる、請求項1乃至4のいずれかに記載のバーナヘッド。

【請求項6】

前記締結部は、前記筐体に溶接されている、請求項1乃至5のいずれかに記載のバーナヘッド。

【請求項7】

前記燃料用ノズル、前記支燃性ガス用ノズルおよび前記処理ガス用ノズルは、前記円筒部に溶接されている、請求項1乃至6のいずれかに記載のバーナヘッド。

【請求項8】

前記円筒部は肉厚管で構成される、請求項1乃至7のいずれかに記載のバーナヘッド。

【請求項9】

前記筐体は、前記円筒部と、前記円筒部に嵌められた円環部と、を有し、  
前記締結部は前記円環部の側面から外側に向かって突出する、請求項1乃至8のいずれかに記載のバーナヘッド。

【請求項10】

パージガスを前記円筒部内に吹き込むパージガス用ノズルを備える請求項1乃至9のいずれかに記載のバーナヘッド。

【請求項11】

前記筐体は、前記円筒部と、前記円筒部に嵌められた円環部と、を有し、  
前記パージガス用ノズルは、前記円環部に設けられた開口を介して前記パージガスを前記円筒部内に吹き込む、請求項10に記載のバーナヘッド。

【請求項12】

前記燃料、前記支燃性ガスおよび前記処理ガスは、前記円筒部の内周面の接線方向に向けて吹き込まれる、請求項1乃至11のいずれかに記載のバーナヘッド。

【請求項13】

燃焼室本体と、  
前記燃焼室本体の上部に取り外し可能に締結された請求項1乃至12のいずれかに記載のバーナヘッドと、を備える排ガス処理装置用の燃焼室。

【請求項14】

請求項13に記載の燃焼室のメンテナンス方法であって、  
前記燃焼室本体から前記バーナヘッドを取り外すことと、  
請求項1乃至12のいずれかに記載の新たなバーナヘッドを前記燃焼室本体に締結することと、を含む燃焼室のメンテナンス方法。

【請求項15】

請求項1乃至12のいずれかに記載のバーナヘッドを燃焼室本体の上部に取り外し可能に締結することを含む、排ガス処理装置用の燃焼室の製造方法。

【請求項16】

燃焼室本体の上部に取り付けることによって排ガス処理装置用の燃焼室を構成するバーナヘッドの製造方法であって、

鋳造により、側面に設けられた第1開口に処理ガス用ノズルが接続された円筒部を形成する工程と、

機械加工により、前記円筒部の側面に第2開口および第3開口を形成する工程と、

溶接により、燃料を前記円筒部内に吹き込む燃料用ノズルを前記第2開口に取り付ける

10

20

30

40

50

とともに、支燃性ガスを前記円筒部内に吹き込む支燃性ガス用ノズルを前記第3開口に取り付ける工程と、を備えるバーナヘッドの製造方法。

【請求項17】

前記円筒部を形成する工程では、前記円筒部の内面に突起を形成し、

前記第2開口および前記第3開口を形成する工程では、前記円筒部の外面から前記突起に向かってドリルを貫通させる、請求項16に記載のバーナヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、排ガス処理装置用のバーナヘッドおよびその製造方法に関する。また、本開示は、排ガス処理装置用の燃焼室、その製造方法およびメンテナンス方法に関する。 10

【背景技術】

【0002】

半導体製造装置からはシランガス( $\text{SiH}_4$ )、或いはハロゲン系のガス( $\text{NF}_3$ ,  $\text{ClF}_3$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{CHF}_3$ ,  $\text{C}_2\text{F}_6$ ,  $\text{CF}_4$ )等の有害可燃ガスを含むガスが排出されるが、このような排ガス(処理ガス)は、そのままでは大気に放出することはできない。そこで、これらの排ガスを除害装置に導いて、燃焼による酸化無害化処理を行うことが一般に行われている。この処理方法としては、燃料ガスを用いて炉内に火炎を形成し、排ガス処理を行う燃焼式の排ガス処理装置が広く採用されている。

【先行技術文献】 20

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4937886号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このような排ガス処理装置では粉塵が発生するため、定期的なメンテナンスが必要である。

【0005】

本開示はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その課題は、メンテナンスが容易な排ガス処理装置を実現するためのバーナヘッドおよびその製造方法、ならびに、そのようなバーナヘッドを有する排ガス処理装置用の燃焼室、その製造方法およびメンテナンス方法を提供することである。 30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示によれば、燃焼室本体の上部に取り付けることによって排ガス処理装置用の燃焼室を構成するバーナヘッドであって、下方が開口した円筒部を有し、前記燃焼室本体と取り外し可能に締結するための締結部が設けられた筐体と、燃料を前記円筒部内に吹き込む燃料用ノズルと、支燃性ガスを前記円筒部内に吹き込む支燃性ガス用ノズルと、処理ガスを前記円筒部内に吹き込む処理ガス用ノズルと、前記燃料および/または前記支燃性ガスに点火するパイロットバーナと、を備えるバーナヘッドが提供される。 40

【0007】

前記燃料用ノズル、前記支燃性ガス用ノズルおよび前記処理ガス用ノズルは、前記円筒部の軸線に直交する同一平面上に位置しているのが望ましい。ここで、同一平面上に位置しているとは、3つのノズルの燃焼室内周面側の開口の一部が同一平面上に位置していることをいう。

【0008】

前記円筒部の側面には、前記燃料用ノズルが接続される第1開口と、前記支燃性ガス用ノズルが接続される第2開口と、前記処理ガス用ノズルが接続される第3開口と、が設けられ、前記第1開口、前記第2開口および前記第3開口の少なくとも一部は、前記円筒部 50

の軸線に直交する同一平面上に位置しているのが望ましい。

【0009】

前記円筒部の側面には、前記処理ガス用ノズルが接続される第3開口が設けられ、前記第3開口の形状は、前記円筒部の長手方向に沿って延びるスリット状であるのが望ましい。

【0010】

前記パイロットバーナは、前記円筒部から取り外し可能であるのが望ましい。

【0011】

前記円筒部には、上方に向かって開口しており、ヒータを挿入可能な穴が設けられるのが望ましい。

【0012】

前記締結部は、前記筐体に溶接されているのが望ましい。

【0013】

前記燃料用ノズル、前記支燃性ガス用ノズルおよび前記処理ガス用ノズルは、前記円筒部に溶接されているのが望ましい。

【0014】

前記円筒部は肉厚管で構成されるのが望ましい。

【0015】

前記筐体は、前記円筒部と、前記円筒部に嵌められた円環部と、を有し、前記締結部は前記円環部の側面から外側に向かって突出するのが望ましい。

【0016】

バーナヘッドは、パージガスを前記円筒部内に吹き込むパージガス用ノズルを備えるのが望ましい。

【0017】

前記筐体は、前記円筒部と、前記円筒部に嵌められた円環部と、を有し、前記パージガス用ノズルは、前記円環部に設けられた開口を介して前記パージガスを前記円筒部内に吹き込むのが望ましい。

【0018】

前記燃料、前記支燃性ガスおよび前記処理ガスは、前記円筒部の内周面の接線方向に向けて吹き込まれるのが望ましい。

【0019】

また、本開示の別の態様によれば、燃焼室本体と、前記燃焼室本体の上部に取り外し可能に締結された上記のバーナヘッドと、を備える排ガス処理装置用の燃焼室が提供される。

【0020】

また、本開示の別の態様によれば、上記の燃焼室のメンテナンス方法であって、前記燃焼室本体から前記バーナヘッドを取り外すことと、上記の新たなバーナヘッドを前記燃焼室本体に締結することと、を含む燃焼室のメンテナンス方法が提供される。

【0021】

また、本開示の別の態様によれば、上記のバーナヘッドを燃焼室本体の上部に取り外し可能に締結することを含む、排ガス処理装置用の燃焼室の製造方法が提供される。

【0022】

また、本開示の別の態様によれば、燃焼室本体の上部に取り付けることによって排ガス処理装置用の燃焼室を構成するバーナヘッドの製造方法であって、筐体に、前記燃焼室本体と取り外し可能に締結するための締結部と、燃料を前記筐体内に吹き込む燃料用ノズルと、支燃性ガスを前記筐体内に吹き込む支燃性ガス用ノズルと、処理ガスを前記筐体内に吹き込む処理ガス用ノズルと、を溶接する工程を備えるバーナヘッドの製造方法が提供される。

【0023】

また、本開示の別の態様によれば、燃焼室本体の上部に取り付けることによって排ガス

10

20

30

40

50

処理装置用の燃焼室を構成するバーナヘッドの製造方法であって、鋳造により、側面に設けられた第1開口に処理ガス用ノズルが接続された円筒部を形成する工程と、機械加工により、前記円筒部の側面に第2開口および第3開口を形成する工程と、溶接により、燃料を前記円筒部内に吹き込む燃料用ノズルを前記第2開口に取り付けるとともに、支燃性ガスを前記円筒部内に吹き込む支燃性ガス用ノズルを前記第3開口に取り付ける工程と、を備えるバーナヘッドの製造方法が提供される。

【0024】

前記円筒部を形成する工程では、前記円筒部の内面に突起を形成し、前記第2開口および前記第3開口を形成する工程では、前記円筒部の外面から前記突起に向かってドリルを貫通させるのが望ましい。

10

【発明の効果】

【0025】

排ガス処理装置における燃焼室のメンテナンスが容易となる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】排ガス処理装置用の燃焼室1の模式図。

【図2】バーナヘッド100の斜視図。

【図3A】円筒部11aの斜視図。

【図3B】円筒部11aの側面図。

【図3C】円環部11bの斜視図。

20

【図3D】図3Cにおける円環部11bの鉛直方向中心を通る水平断面図。

【図4】図2に示すバーナヘッド100における燃料用ノズル13a、支燃性ガス用ノズル13bおよび処理ガス用ノズル13cを通る水平断面図。

【図5】天井部11cおよび突出部11dの斜視図。

【図6】図2における締結部11b1を含む燃焼室1の鉛直断面図(A断面)。

【図7】図2におけるパージガス用ノズル13dを含む燃焼室1の鉛直断面図(B断面)。

【図8A】図7における水供給ノズル23を含む水平方向断面図。

【図8B】図8AのQ-Q矢視図。

【図9A】筐体11における円環部11bの製造手順の一例を示す図。

30

【図9B】筐体11における円環部11bの製造手順の一例を示す図。

【図9C】筐体11における円環部11bの製造手順の一例を示す図。

【図10A】筐体11における天井部11cおよび突出部11dの製造手順の一例を示す図。

【図10B】筐体11における天井部11cおよび突出部11dの製造手順の一例を示す図。

【図10C】筐体11における天井部11cおよび突出部11dの製造手順の一例を示す図。

【図11A】バーナヘッド100の製造手順の一例を示す図。

【図11B】バーナヘッド100の製造手順の一例を示す図。

40

【図11C】バーナヘッド100の製造手順の一例を示す図。

【図11D】バーナヘッド100の製造手順の一例を示す図。

【図11E】バーナヘッド100の製造手順の一例を示す図。

【図11F】バーナヘッド100の製造手順の一例を示す図。

【図12A】バーナヘッド100の製造手順の別の例を示す図。

【図12B】バーナヘッド100の製造手順の別の例を示す図。

【図12C】バーナヘッド100の製造手順の別の例を示す図。

【図13A】バーナヘッド100の製造手順の別の例を示す図。

【図13B】バーナヘッド100の製造手順の別の例を示す図。

【図13C】バーナヘッド100の製造手順の別の例を示す図。

50

【図14A】バーナヘッド100の製造手順の別の例を示す図。

【図14B】バーナヘッド100の製造手順の別の例を示す図。

【図14C】バーナヘッド100の製造手順の別の例を示す図。

【図15A】燃焼室1の部分垂直面図。

【図15B】燃焼室1の水平断面図。

【図16A】燃焼室1の部分垂直面図。

【図16B】燃焼室1の水平断面図。

【図17A】燃焼室1の部分垂直面図。

【図17B】燃焼室1の水平断面図。

【図18】燃焼室1を備えた排ガス処理装置の全体構成を示す模式図。

10

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、実施形態について図面を参照しながら説明する。

【0028】

図1は、排ガス処理装置用の燃焼室1の模式図である。本実施形態では、燃焼室1がバーナヘッド100および燃焼室本体200から構成される。バーナヘッド100は燃焼室本体200と着脱可能であり、燃焼室本体200の上部にバーナヘッド100を締結することで燃焼室1が製造される。この燃焼室1内で排ガス(処理ガス)を燃焼することで排ガスを無害化する。

【0029】

20

燃焼室1を一部材で形成するより、バーナヘッド100および燃焼室本体200に分割することで全体の長さを抑えることができ、製造が容易となる。また、燃焼室1の上部内壁に粉塵などが堆積したような場合でも、燃焼室本体200からバーナヘッド100を取り外し、新たなバーナヘッド100を燃焼室本体200に締結することで、容易にメンテナンスができる。

【0030】

図2は、バーナヘッド100の斜視図である。バーナヘッド100は、筐体11と、点火用のパイロットバーナ12と、燃料用ノズル13aと、支燃性ガス用ノズル13bと、処理ガス用ノズル13cと、パージガス用ノズル13dとを有する。

【0031】

30

図2および以下の例では、2つずつの燃料用ノズル13aおよび支燃性ガス用ノズル13bと、4つの処理ガス用ノズル13cとが設けられる。より具体的には、隣接する2つの処理ガス用ノズル13cの間に、1つの燃料用ノズル13aまたは1つの支燃性ガス用ノズル13bが配置されている。燃料用ノズル13aは、例えば空気比1.3程度で燃料流量と支燃性ガス流量を決めた場合に、支燃性ガス流量に対し、1/15程度の流量となるため、相対的に細い管で構成され得る。支燃性ガス用ノズル13bは、内壁に生成物の付着を防止するため、内壁で均一な接線方向の流れを確保するため、縦長の管で構成され得る。処理ガス用ノズル13cは、昇華性生成物の付着による配管閉塞の可能性があるため、相対的に太い管で構成され得る。処理ガス用ノズル13cは、なお、上記は一例にすぎず、燃料用ノズル13a、支燃性ガス用ノズル13bおよび処理ガス用ノズル13cの

40

【0032】

筐体11は、上方および下方が開口した円筒部11aと、円筒部11aの下部に嵌められた円環部11bと、円筒部11aの上方開口に設けられて中央が開口した天井部11cと、天井部11cの開口から上向きに突出した突出部11dとからなる。これらは一体であってもよいし、着脱可能な複数部材から構成されてもよい。

【0033】

筐体11(より詳しくは、円筒部11a)の側面に開口が設けられ、燃料用ノズル13a、支燃性ガス用ノズル13bおよび処理ガス用ノズル13cから、それぞれ燃料、支燃性ガスおよび処理ガスが筐体11内に吹き込まれる。処理ガス用導入ノズル13cには、

50

着火前に処理ガス導入ノズル部分に滞留したガス、生成物をブローするための処理ガス用ノズルパージガス導入ノズル13eを設置する。

【0034】

図3Aおよび図3Bは、それぞれ円筒部11aの斜視図および側面図である。円筒部11aは、例えば厚みが10mm程度、内径が70mm程度の肉厚管で形成される。肉厚管を用いることにより、円筒部11aの上方に向かって開口した穴11a3を形成することが可能であり、カートリッジヒータ（不図示）を挿入できるようになっている。

【0035】

昇華性生成物の付着を防止するため、ステンレス製配管の内部表面温度を上げるため、通常は配管の外側からジャケットヒータを使用することが一般的であるが、肉厚管をカートリッジヒータで直接温めることで、ジャケットヒータより効率よく昇温できるため、省エネに寄与する。複雑形状のバーナヘッドの昇温も可能となる。またカートリッジヒータはジャケットヒータより安価なため、コストダウンとなる。

10

【0036】

そして、円筒部11aの側面に、燃料用ノズル13a、支燃性ガス用ノズル13bおよび処理ガス用ノズル13cとそれぞれ接続される開口15a~15cが設けられる。これら開口15a~15cの少なくとも一部は、円筒部11aの軸線と直交する同一平面（図3Bの一点鎖線P）に位置するのが望ましい。

【0037】

開口15a~15cの数や形状は、燃料用ノズル13a、支燃性ガス用ノズル13bおよび処理ガス用ノズル13cに合わせて設けられる。燃料と支燃性ガスの吹き出し流速は運動量がほぼ同一となるように吹き出し口径（開口）を設計する。図3Aおよび図3Bに示す例では、燃料用の開口15aは、例えば鉛直方向に並ぶ3個の直径2mm程度の小孔の集合から形成され得る。支燃性ガス用の開口15bは、例えば鉛直方向に並ぶ10個の直径4mm程度の小孔の集合から形成され得る。処理ガス用の開口15cは、直径25mm程度の1つの孔から形成され得る。

20

【0038】

図3Cは、円環部11bの斜視図である。また、図3Dは、図3Cにおける円環部11bの鉛直方向中心を通る水平断面図である。円環部11bには、側面から外側に向かって10mm程度突出した1または複数（同図では等間隔に4つ）の締結部11b1が溶接により設けられる。締結部11b1には開口11b2が設けられ、後述するようにボルトで燃焼室本体200と締結できるようになっている。

30

【0039】

また、円環部11bには側面から内側に向かう2つの開口11b3が設けられており、これらの開口11b3のそれぞれにパージガス用ノズル13dが取り付けられる。パージガス用ノズル13dは円筒部11aの内周面の接線方向に向いている。

【0040】

図4は、図2に示すバーナヘッド100における燃料用ノズル13a、支燃性ガス用ノズル13bおよび処理ガス用ノズル13cを通る水平断面図である。図示のように、2つずつの燃料用ノズル13aおよび支燃性ガス用ノズル13bならびに4つの処理ガス用ノズル13cが、円筒部11aの側面に設けられた開口15a~15cの位置にそれぞれ取り付けられる。開口15a~15cの少なくとも一部が同一平面上にあるため、燃料用ノズル13a、支燃性ガス用ノズル13bおよび処理ガス用ノズル13cも同一平面上にあると言える。

40

【0041】

燃料用ノズル13a、支燃性ガス用ノズル13bおよび処理ガス用ノズル13cは円筒部11aの内周面の接線方向（あるいは、接線方向から若干傾いた方向、以下同様）に向いている。円筒部11aが10mm程度の肉厚である場合、円筒部11aで助走距離を確保でき、整流された燃料、支燃性ガスおよび処理ガスが円筒部11aの接線方向に向かって供給される。

50

## 【 0 0 4 2 】

図5は、天井部11cおよび突出部11dの斜視図である。

突出部11d内には、燃料および/または支燃性ガスに点火するパイロットバーナ12が配置されている。そして、突出部11dの側面には2つの開口(不図示)が設けられている。上方の開口を介して燃料供給ノズル11d1が突出部11d内に連通しており、燃料が供給される。また、下方の開口を介して空気供給ノズル11d2が突出部11d内に連通しており、空気が供給される。天井部11cを円筒部11aから取り外し可能とするか、突出部11dを天井部11cから取り外し可能とし、パイロットバーナ12を円筒部11aから取り外し可能とするのが望ましい。

## 【 0 0 4 3 】

天井部11cには、1または複数の穴11c1が形成されている。この穴11c1は円筒部11aにおける穴11a3(図3A参照)と対応する位置に設けられる。穴11c1を介して、上述したように穴11a3にカートリッジヒータを差し込める。

## 【 0 0 4 4 】

図6は、図2における締結部11b1を含む燃焼室1の鉛直断面図(A断面)である。燃焼室本体200は、上方(バーナヘッド100側)および下方が開口した上側円筒部21と、上側円筒部21の下方開口から下方に延びる下側円筒部22とを有する。これらは一体であってもよいし、複数部材から構成されてもよい。

## 【 0 0 4 5 】

上側円筒部21の直径は、バーナヘッド100における円環部11bの直径とほぼ等しい。そして、上側円筒部21上に円環部11bが配置される。バーナヘッド100における円筒部11aの下部は、燃焼室本体200における上側円筒部21内にある。下側円筒部22の直径は上側円筒部21の直径より小さく、バーナヘッド100における円筒部11aの直径とほぼ等しい。

## 【 0 0 4 6 】

上側円筒部21の上端から外側に向かって締結部21aが延びている。締結部21aには、バーナヘッド100の締結部11b1に形成された開口と対向する位置に開口がある。締結部11b1, 21aの開口に上方(バーナヘッド100側)からボルト14aを挿入し、下方(燃焼室本体200側)においてナット14bをボルト14aの下部に嵌めることで、バーナヘッド100と燃焼室本体200とを締結できる。これにより、バーナヘッド100および燃焼室本体200が一体となって内部に円筒状の空洞を有する燃焼室1が構成される。

## 【 0 0 4 7 】

図7は、図2におけるパージガス用ノズル13dを含む燃焼室1の鉛直断面図(B断面)である。燃焼室本体200における上側円筒部21の側面に設けられた開口に水供給ノズル23が連通しており、上側円筒部21内に水が供給される。なお、水供給ノズル23は必ずしもパージガス用ノズル13dと同一平面内になくてもよい。

## 【 0 0 4 8 】

また、円環部11bに形成された開口11b3は、下方が開口した円形溝11b4に繋がっている。よって、パージガス用ノズル13dからのパージガスは、開口11b3および円形溝11b4を通過して上側円筒部21内に供給される。

## 【 0 0 4 9 】

なお、燃焼室1全体で見ると、最も上方にパイロットバーナ12があり、その下方に燃料用ノズル13a、支燃性ガス用ノズル13bおよび処理ガス用ノズル13c(図7には不図示)があり、そのさらに下方にパージガス用ノズル13dがあり、そのまたさらに下方に水供給ノズル23がある。

## 【 0 0 5 0 】

以下、水供給ノズル23およびパージガス用ノズル13dの役割について詳しく説明する。

## 【 0 0 5 1 】

10

20

30

40

50

図7に示すように、燃焼室1には、燃料、支燃性ガスおよび処理ガスが吹き込まれる位置よりやや下方の位置に、燃焼室1の内壁面上に濡れ壁(水膜)23aを形成するための水を供給する水供給ノズル23が設置されている。より詳しくは、水供給ノズル23は、燃焼室本体200における上側円筒部21の側壁に設置されている。水供給ノズル23からの水は上側円筒部21に溜まるので、上側円筒部21を水溜め部と呼ぶこともできる。

【0052】

上側円筒部21は、下側円筒部22の側壁から半径方向外側に延びて上側円筒部21の底面を形成する環状の底板21bと、底板21bの外周端より略垂直方向に延びて上側円筒部21の側壁を形成する円筒状の側板21cとから構成されている。水供給ノズル23は側板21cに固定されている。水供給ノズル23は上側円筒部21の内周面の接線方向

10

【0053】

水供給ノズル23から上側円筒部21の内周面の接線方向に向けて水を噴出することにより、上側円筒部21には、半径方向外側から内側に向かって斜め下方に傾斜した水面を有する旋回流からなる水膜が形成される。そして、傾斜した水面を有する旋回流(水膜)の下端かつ半径方向内端、すなわち上側円筒部21の底板21bの半径方向内端から水膜は下側円筒部22の内壁に沿って流れ落ちていき、燃焼室1の内壁に濡れ壁水23aが形成される(この点については、後に詳述する)。

【0054】

上側円筒部21の上方には、円形溝11b4および開口11b3からなるパージガス吹き込み部11b5が設けられる。パージガス吹き込み部11b5を介してパージガスを吹き込む複数のパージガス用ノズル13dが円周方向に間隔をおいて形成されている。パージガス用ノズル13dからパージガス吹き込み部11b5にパージガスが吹き込まれ、パージガスは円形溝11b4の下端開口から下方に噴出するようになっている。パージガスには空気または窒素が用いられ得る。

20

【0055】

より詳しくは、パージガスを吹き込むパージガス用ノズル13dが円環部11bから接線方向に向けて設置されており(図3Dも参照)、パージガスを円形溝11b4の外周側の面の接線方向に向けて吹き込むことにより、パージガスは円形溝11b4の全周に充填して円形溝11b4の下端開口の全周から下方に円環状に吹き出す。このように、円形溝11b4からパージガスを円環状に吹き出すことにより、濡れ壁水23aの上端部およびその近傍(すなわち、上側円筒部21に形成されている水の旋回流(水膜)の上端部およびその近傍)の周辺雰囲気はパージガス(空気又は窒素)で置換することができる。

30

【0056】

図8Aおよび図8Bは、上側円筒部21に濡れ壁水23aの旋回流を形成するための構成を示す図である。より詳しくは、図8Aは図7における水供給ノズル23を含む水平方向断面図であり、図8Bは図8AのQ-Q矢視図である。

【0057】

図8Aに示すように、濡れ壁水23aは、上側円筒部21の側板21cの内周の接線方向に設置された水供給ノズル23からある流速で供給され、その運動エネルギーによって上側円筒部21の壁面内周に沿って流れる。濡れ壁水23aは円周上を移動するために遠心力が働き、図8Bに示すように側板21cの壁面に沿って周回を続けようとする一方で、水は連続して供給されるため、1周目、2周目、3周目と周回を重ねるほど上に押し上げられていく。

40

【0058】

ただし周回するにつれて摩擦により運動エネルギーが小さくなっていき、同時に遠心力も弱まるので、上に押し上げられた水は重力によって円周の内側に向けて流れ落ちていく。このようにして水撥ねが上がり、途切れることのない、半径方向外側から内側に向かって斜め下方に傾斜した水面を有する水膜が形成される。この傾斜した水面を有する水膜は、図7に示すように、上側円筒部21の底板21bの内端から下側円筒部22の内壁に

50

沿って流れ落ちていき、燃焼室 1 の内壁に濡れ壁水 2 3 a が形成される。

【 0 0 5 9 】

パージガス吹き込み部 1 1 b 5 からパージガスを適正な流量で吹き込むことで、燃焼室 1 の内壁に固形物が付着するのを防止できる。

【 0 0 6 0 】

以上説明した燃焼室 1 において、燃料用ノズル 1 3 a、支燃性ガス用ノズル 1 3 b および処理ガス用ノズル 1 3 c から、燃料、支燃性ガスおよび処理ガスをそれぞれ燃焼室 1 の内周面の接線方向に向けて、火炎の燃焼速度以上の流速で吹き込む。これにより、燃焼室 1 の内壁から浮いた三種混合の円筒状混合火炎が燃焼室 1 の軸線方向に沿って形成される。

10

【 0 0 6 1 】

三種のガスを共に接線方向に吹き込むことで、旋回遠心力により円筒状混合火炎の外側は温度が低く重い未燃の三種混合ガス、内側は温度が高く軽い三種混合の燃焼後ガスの分布が形成される。したがって、円筒状混合火炎は、温度の低い未燃の三種混合ガスに覆われた自己断熱された状態となるため、放熱による温度低下がなく、燃焼効率の高いガス処理が行われる。

【 0 0 6 2 】

また、処理ガスは通常  $N_2$  ガス等により希釈されて排ガス処理装置へ流入するので、この  $N_2$  ガスを含む処理ガスを燃料および支燃性ガスと混焼することで、緩慢な燃焼となり、局所的な高温部が形成されないため、 $NO_x$  の発生が抑制される。

20

【 0 0 6 3 】

また、 $N_2$  ガスを含む処理ガスを燃料および支燃性ガスと混焼することで、円筒状となる火炎の径が小さくなり、燃焼室 1 の内壁面温度が低下する。すなわち、本燃焼方式の特徴である火炎の断熱性が促進されるため、図 7 に示すように、燃焼室 1 の内壁面に濡れ壁（水膜）を形成しても火炎および火炎内側の燃焼ガス温度が低下することはない。

【 0 0 6 4 】

そして、燃焼後に生成される  $SiO_2$  等の粉体は、ガス旋回流の遠心力により外側の濡れ壁水 2 3 a に捕集され下部へ洗い流されるため、燃焼室 1 の内壁面に堆積せず、また燃焼室 1 で大部分の粉体が濡れ壁水 2 3 a に捕集されることとなるため、排ガス処理装置のスクラパー性能（粉体除去性能）が向上する。腐食性ガスも濡れ壁水 2 3 a により洗い流され、燃焼室 1 の内壁面の腐食を防止できる。

30

【 0 0 6 5 】

以上説明したように、燃焼室 1 の内壁面ひいてはバーナヘッド 1 0 0 における筐体 1 1 の内壁面温度は低く、40 度程度である。仮に筐体 1 1 の内壁面が数百度程度まで内壁面温度が上昇するのであれば、溶接で締結部 1 1 b 1 を取り付けすることはできず、フランジを用いることとなり、燃焼室 1 が大型化せざるを得ない。

【 0 0 6 6 】

これに対し、本実施形態では筐体 1 1 の内壁面温度が低いため、熱による応力が低い。したがって、筐体 1 1（図 2 の例では円環部 1 1 b）に締結部 1 1 b 1 を溶接で取り付けることが可能となり、燃焼室 1 を小型化できる。また、燃料用ノズル 1 3 a、支燃性ガス用ノズル 1 3 b および処理ガス用ノズル 1 3 c も溶接で筐体 1 1（図 2 の例では円筒部 1 1 a）に取り付けることができる。

40

【 0 0 6 7 】

次に、上述した燃焼室 1 による処理ガス（排ガス）の処理例を説明する。

処理ガスの燃焼室 1 への流入量により、処理ガス（主成分の一つに  $N_2$  ガスを含む）、燃料ガスおよび支燃性ガスの三種の混合気の組成を燃焼範囲としつつ、ガス処理に必要なガス温度を確保することができる適切な燃料および支燃性ガスの流量を設定する。以下、三種の組成と燃焼範囲との関係を燃料ガスをプロパンとした場合で説明する。

【 0 0 6 8 】

支燃性ガスが純酸素で、処理ガスの  $N_2$  がない場合、混合気に対するプロパン成分 % は

50

、燃焼の下限界は2%で、上限界は40%である。支燃性ガスを空気(N<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>の組成比は79:21)とした場合、混合気に対するプロパン成分%は、燃焼の下限界は2%で上限界は10%であることが知られている。

【0069】

これに処理ガスの主となるN<sub>2</sub>が加わり、例えばN<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>の組成比が、85:15となった場合、混合気に対するプロパン成分%は、燃焼の下限界は2%で上限界は6%であることが知られている。なお、燃料ガス(燃料)が都市ガス、天然ガス等の他のガスの場合には、プロパンが燃料ガスである場合と同様の手法により混合気の燃焼範囲を求めればよい。

【0070】

すなわち、燃料ガス、支燃性ガス(酸素と空気)および処理ガスのN<sub>2</sub>の混合気の組成と燃焼範囲の関係をもとに調整することができる。同一平面上に設置する燃料用ノズル13a、支燃性ガス用ノズル13bおよび処理ガス用ノズル13cのセットを、例えば2段設置した場合、燃料流量と支燃性ガス流量と処理ガス流量のバランス(組成比)を変え、例えば上段側の処理ガス流入量を減らし、下段側を増やすことで、火炎の安定性を向上させることができる。

【0071】

続いて、図2に示すバーナヘッド100の製造方法を説明する。概略としては、筐体11に、締結部11b1、燃料用ノズル13a、支燃性ガス用ノズル13bおよび処理ガス用ノズル13cを任意の順で溶接することで、バーナヘッド100が製造される。以下、より具体的な例を説明する。

【0072】

図9A~図9Cは、筐体11における円環部11bの製造手順の一例を示す図である。まず、図9Aに示すように、ステンレス製の環状部材11b2の側面に開口11b3および円形溝11b4(不図示)を形成する。続いて、図9Bに示すように、開口11b3の位置にパージガス用ノズル13dを溶接する。次に、図9Cに示すように、4つの締結部11b1を環状部材11b2の側面であって、開口11b3とは異なる位置に等間隔に溶接する。これにより円環部11bが出来上がる。

【0073】

図10A~図10Cは、筐体11における天井部11cおよび突出部11dの製造手順の一例を示す図である。図10Aに示すように、ステンレス製の円形部材11c2の外縁部に穴11c1を、中央部に開口11c3を形成して天井部11cを作製する。続いて、図10Bに示すように、開口11c3の位置に突出部11dを取り付ける。次に、図10Cに示すように、突出部11dの上部に燃料供給ノズル11d1を、その下方に空気供給ノズル11d2を溶接する。これにより、天井部11cおよび突出部11dが出来上がる。

【0074】

図11A~図11Fは、バーナヘッド100の製造手順の一例を示す図である。まず、図11Aに示すように、ステンレス製で厚み10mm、内径70mm程度の肉厚管の側面に開口15a~15cを形成するとともに、上面に穴11a3を形成し、円筒部11aを作製する。続いて、図11Bに示すように、円筒部11aの上部に天井部11cを取り付ける。この時、円筒部11aの穴11a3と天井部11cの穴11c1とが鉛直方向において一致するようにする。

【0075】

次に、図11Cに示すように、予め作製した2つの支燃性ガス用ノズル13bを円筒部11aの開口15bの位置に溶接する。その後、図11Dに示すように、円筒部11aの下方から円環部11bを嵌めて固定する。次いで、図11Eに示すように、予め作製した4つの処理ガス用ノズル13cを円筒部11aの開口15cの位置に溶接する。さらに、図11Fに示すように、2つの燃料用ノズル13aを円筒部11aの開口15aの位置に溶接する。以上により、バーナヘッド100が出来上がる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 6 】

上述したバーナヘッド 1 0 0 は、2つの燃料用ノズル 1 3 a、2つの支燃性ガス用ノズル 1 3 b および 4つの処理ガス用ノズル 1 3 c が円筒状の燃焼室 1 の軸線に直交する同一平面上に位置している場合を説明したが、これら燃焼室 1 の軸線方向にずれて配置されている場合であっても、下記の ( 1 ) および ( 2 ) の条件を満たせば、燃焼室 1 の内壁から浮いた三種混合の円筒状混合火炎を形成することができる。また、燃料用ノズル 1 3 a、支燃性ガス用ノズル 1 3 b および処理ガス用ノズル 1 3 c は、複数に分割して燃焼室 1 の円周方向に離間させて配置しても良い。

## 【 0 0 7 7 】

( 1 ) 燃料用ノズル 1 3 a、支燃性ガス用ノズル 1 3 b および処理ガス用ノズル 1 3 c が、燃料 ( 燃料ガス)、支燃性ガスおよび処理ガスをそれぞれ燃焼室 1 の内周面の接線方向へ吹き込んで、燃料、支燃性ガスおよび処理ガスの三種混合の旋回流を形成する。

10

## 【 0 0 7 8 】

( 2 ) 燃焼室 1 に吹き込まれる燃料 ( 燃料ガス)、支燃性ガスおよび処理ガスのうち、少なくとも 1つのガスが燃焼室 1 に最後に吹き込まれて三種混合の旋回流が形成されたときに、三種の混合気の組成が燃焼範囲に到達する。

## 【 0 0 7 9 】

上記 ( 1 ) および ( 2 ) の条件を満たすことにより、燃焼室 1 の内壁から浮いた三種混合の円筒状混合火炎を形成することができるが、三種混合の円筒状混合火炎が形成された後においては、燃料用ノズル 1 3 a、支燃性ガス用ノズル 1 3 b および処理ガス用ノズル 1 3 c の下流側 ( 後段 ) に、さらに燃料用ノズル 1 3 a および処理ガス用ノズル 1 3 c を設け、これらのノズルから燃料と処理ガスを吹き込むことにより、燃焼温度を向上させ、ガス処理性能を向上させることもできる。

20

## 【 0 0 8 0 】

次に、上記 ( 1 ) および ( 2 ) の条件を満たす各種変形例について図面を参照して説明する。

## 【 0 0 8 1 】

まず、燃焼室 1 に最初に吹き込まれて旋回流を最初に形成するノズル、すなわち旋回流を開始するノズルとして、燃料用ノズル 1 3 a、支燃性ガス用ノズル 1 3 b および処理ガス用ノズル 1 3 c のうちどのノズルを選定するかを説明し、選定されたノズルを基準として旋回流の下流側に向かって他のノズルをいかに配置するかについて説明する。

30

## 【 0 0 8 2 】

図 1 1 A ~ 図 1 1 F は主に溶接によってバーナヘッド 1 0 0 を製造する例を示したが、鋳物によって製造することもできる。

## 【 0 0 8 3 】

まず、図 1 2 A ~ 図 1 2 C に示す土台 1 0 1 を鋳造によって作成し、下面における湯口 A の切断およびブラスト仕上げを行う。なお、図 1 2 A ~ 図 1 2 C は、それぞれ土台 1 0 1 の上面図、斜視図および側面図である。この土台 1 0 1 は、主にバーナヘッド 1 0 0 の円筒部 1 1 a、円環部 1 1 b および処理ガス用ノズル 1 3 c に対応する。

## 【 0 0 8 4 】

ここで、円筒部 1 1 a には処理ガス用ノズル 1 3 c が接続される開口 1 5 c が形成されている ( 図 1 2 B ) 。開口 1 5 c の形状は円筒部 1 1 a の長手方向 ( 鉛直方向 ) に延びるスリット状とするのが望ましい。これにより、処理ガスが円筒部 1 1 a の内面に沿うように流れるので、酸化空気量が適切となる。その結果、火炎が消えづらくなる。また、バーナ天板 ( 図 2 の天井部 1 1 c ) 付近のよどみが少なくなり、生成物の付着が抑制される。さらに、気液界面の水の飛沫が減り、生成物の付着が抑制される。鋳物によれば、開口 1 5 c の形状を比較的自由に設計できる。

40

## 【 0 0 8 5 】

なお、図 1 2 A に示すように、円筒部 1 1 a の内側には突起 1 0 2 を形成するのが望ましい。その理由は後述する。

50

## 【 0 0 8 6 】

この土台 1 0 1 の製法は種々考えられる。一例として、3 D プリントを利用した直接製造で製造できる。すなわち、3 D プリントを用いてターゲットとなる土台 1 0 1 と同型で樹脂製の型を形成する。この型にセラミックを吹き付けて焼くことで樹脂が溶け、内部が空洞となったセラミックの型ができる。この型に金属を流し込んで固め、セラミックの型を割ることで、金属製の土台 1 0 1 ができる。この手法によれば、安価かつ短時間で土台 1 0 1 を作成できる。

## 【 0 0 8 7 】

その他、3 D プリントを用いて金属製の土台 1 0 1 を作成してもよいし、通常の鋳型によって作成してもよい。

10

## 【 0 0 8 8 】

続いて、土台 1 0 1 に対して次の機械加工を行い、図 1 3 A ~ 図 1 3 C の状態とする。

## 【 0 0 8 9 】

すなわち、円筒部 1 1 a に、燃料用ノズル 1 3 a が接続される開口 1 5 a および支燃性ガス用ノズル 1 3 b が接続される開口 1 5 b をドリル加工によって形成する(図 1 3 B)。この際、円筒部 1 1 a の内側に突起 1 0 2 があることで、ドリルを円筒部 1 1 a の外面から内部の突起 1 0 2 に向かって貫通させる際の抜け先に垂直面が確保され、開口 1 5 a , 1 5 b の形成が容易となる。開口 1 5 a , 1 5 b の形成後、円筒部 1 1 a の内側の仕上げ切削により、突起 1 0 2 を削って内側を真円とする。

20

## 【 0 0 9 0 】

また、円環部 1 1 b の締結部 1 1 b 1 に、燃烧室本体 2 0 0 とボルトで締結するための開口 1 1 b 2 を形成する。また、天井部 1 1 c を取り付けるためのタップ穴 1 1 c 1 およびリング溝 1 1 c 2 を円筒部 1 1 a の上面に形成する。また円筒部 1 1 a の上面に、カートリッジヒータを挿入するための穴 1 1 a 3 を形成する。

## 【 0 0 9 1 】

さらに、処理ガス用ノズル 1 3 c 用のフランジ取り付け部 B、燃烧室本体 2 0 0 との締結部 C および湯口をかねていた唾下部 D をそれぞれ仕上げ切削する。

## 【 0 0 9 2 】

その後、フランジ 1 3 c 1 を処理ガス用ノズル 1 3 c に溶接し、かつ、燃料用ノズル 1 3 a を円筒部 1 1 a に形成された開口 1 5 a に溶接し、かつ、支燃性ガス用ノズル 1 3 b を円筒部 1 1 a に形成された開口 1 5 b に溶接し、図 1 4 A ~ 図 1 4 C の状態とする。なお、蓋部 1 3 b 1 を介して支燃性ガス用ノズル 1 3 b を円筒部 1 1 a に取り付けることで、蓋部 1 3 b 1 と円筒部 1 1 a の外面との間に空室が形成される。これにより、支燃性ガス用ノズル 1 3 b から供給された燃料が上部の開口 1 5 b から下部の開口 1 5 b まで万遍なく到達し、均一に円筒部 1 1 a 内に支燃性ガスが供給される。燃料用ノズル 1 3 a も同様である。

30

## 【 0 0 9 3 】

その後、天井部 1 1 c、突出部 1 1 d およびパイロットバーナ 1 2 を円筒部 1 1 a 上に取り付けすることで、バーナヘッド 1 0 0 が出来上がる。

## 【 0 0 9 4 】

図 1 5 A および図 1 5 B は、燃料用ノズル 1 3 a、支燃性ガス用ノズル 1 3 b および処理ガス用ノズル 1 3 c のセットが単段(または 2 段の場合の上段)であって処理ガスの吹き込みノズルが少ない(1 個の)場合を示す模式図であり、図 1 5 A は燃烧室 1 の部分垂直面図、図 1 5 B は燃烧室 1 の水平断面図である。

40

## 【 0 0 9 5 】

支燃性ガスを空気として、空気比を 1 . 3 とした場合、燃料流量の約 1 5 倍の空気が必要となる。この場合、燃烧室 1 内の旋回力を支配するのは、空気の流量および流速となる。したがって、図 1 5 A および図 1 5 B に示すように、支燃性ガスとして空気を吹き込む支燃性ガス用ノズル 1 3 b を、旋回流を開始するノズルに選定する。これにより、燃烧室 1 におけるバーナヘッド 1 0 0 の天井部 1 1 c は火炎が形成される直前の支燃性ガスによ

50

り冷却されるため、天井部 11c の放熱による熱量ロスを低減でき、省エネルギーに寄与する。

【0096】

そして、選定された支燃性ガス用ノズル 13b を基準として、旋回流の下流側に向かって処理ガス用ノズル 13c および燃料用ノズル 13a の順に配置する。すなわち、支燃性ガス用ノズル 13b と燃料用ノズル 13a の間に、希釈  $N_2$  を主体とした処理ガスを吹き込む処理ガス用ノズル 13c を設置することで、支燃性ガスは処理ガス ( $N_2$  主体) と混合した後に、燃料ガスを混合し着火するため、局所的高温部が形成されることなく、均一な温度場をもつ火炎が形成される。これにより、ガス処理性能は向上しつつ、サーマル  $NO_x$  の発生を抑制することができる。

10

【0097】

図 15A および図 15B においては、燃料用ノズル 13a、支燃性ガス用ノズル 13b および処理ガス用ノズル 13c が円筒状の燃焼室 1 の軸線に直交する同一平面上に位置している構成を例示したが、これらを燃焼室 1 の軸線方向にずらして配置する場合には、図 5A において、支燃性ガス用ノズル 13b を最上段に配置し、下方に向かって処理ガス用ノズル 13c および燃料用ノズル 13a の順にずらして配置すればよい。なお、図 15A に示す断面図では、断面の手前側 (前方側) に位置する処理ガス用ノズル 13c を仮想線で示している。以下の図面でも同様である。

【0098】

図 16A および図 16B は、処理ガス用ノズル 13c が単段に収まらない場合に、燃料用ノズル 13a、支燃性ガス用ノズル 13b および処理ガス用ノズル 13c のセットを上下に 2 段設置した場合の下段のセットの一例を示す模式図であり、図 16A は燃焼室 1 の部分垂直断面図、図 16B は水平断面図である。

20

【0099】

図 16A および図 16B に示すように、下段のセットは、旋回流の最上流側に支燃性ガス用ノズル 13b を配置し、これを基準として旋回流の下流側に向かって処理ガス用ノズル 13c - 1、処理ガス用ノズル 13c - 2、燃料用ノズル 13a および処理ガス用ノズル 13c - 3 をこの順に配置して構成される。

【0100】

このように、下段のセットにも、燃料用ノズル 13a、支燃性ガス用ノズル 13b および処理ガス用ノズル 13c - 1 ~ 13c - 3 を設けることで、ガス混合度が均一化されるため、局所高温部を形成することなく、均一な温度場の火炎を形成することができる。これにより、ガス処理性能は向上しつつ、サーマル  $NO_x$  の発生を抑制することができる。

30

【0101】

図 17A および図 17B は、処理ガス用ノズル 13c が単段に収まらない場合に、上下に 2 段設置した場合の下段のセットの他の例を示す模式図であり、図 17A は燃焼室 1 の部分垂直断面図、図 17B は水平断面図である。

【0102】

図 17A および図 17B に示すように、下段のセットは、旋回流の最上流側に処理ガス用ノズル 13c - 1 を配置し、これを基準として旋回流の下流側に向かって処理ガス用ノズル 13c - 2、燃料用ノズル 13a および処理ガス用ノズル 13c - 3 をこの順に配置して構成されている。

40

【0103】

難分解性ガスなどが処理ガスとして燃焼室 1 に流入する場合、支燃性ガスの空気に酸素を追加し、高温の温度場を形成する必要がある。この場合、上段のセットは、図 15A および図 15B のセットと同様の構成にして、下段のセットは図 13A および図 13B に示すセットから支燃性ガス用ノズル 13b を除いた図 17A および図 17B に示すセットとして、上段のセットにのみ支燃性ガス用ノズル 13b を設ける。

【0104】

火炎の形成位置は、図 16A および図 16B に示す下段のセットとした場合よりも旋回

50

上流側に移動し、火炎体積を小さくすることができるため、より高温な温度場を形成できる。

【 0 1 0 5 】

上述した燃焼室 1 において、燃料ガス、支燃性ガスおよび処理ガスは、火炎の燃焼速度以上の流速で吹き込む。この場合、燃料ガス、支燃性ガスおよび処理ガスの流速は、スワール数（旋回度合を表す無次元数）が 5 ~ 40 になるように調整する。このようにスワール数を基準として燃料ガス、支燃性ガスおよび処理ガスの流速を調整することにより、所望の円筒状混合火炎を形成できる。また、火炎の安定性を向上させるため、パイロットバーナ 1 2 が常時火炎を形成しておくのも好適である。

【 0 1 0 6 】

図 1 8 は、燃焼室 1 を備えた排ガス処理装置の全体構成を示す模式図である。図 1 8 に示すように、排ガス処理装置は、処理ガス（排ガス）を燃焼して酸化分解する燃焼室 1 と、この燃焼室 1 の後段に配置された循環水タンク 4 0 および排ガス洗浄部 6 0 とを備えている。

【 0 1 0 7 】

処理ガス（排ガス）は、パイパス弁（三方弁）3 1 を通じて燃焼室 1 におけるバーナヘッド 1 0 0 の内周面の接線方向に供給される（図 1 8 では、模式的に上方から供給されるように描いている）。排ガス処理装置に不具合がある場合には、パイパス弁 3 1 が操作され、処理ガスが排ガス処理装置に導入されずに、図示しないパイパス管に送られるようになっている。同様に、燃料および支燃性ガスもバーナヘッド 1 0 0 の内周面の接線方向に

【 0 1 0 8 】

供給される。燃料、支燃性ガスおよび処理ガスを燃焼室 1 の内周面の接線方向に向けて火炎の燃焼速度以上の流速で吹き込むことにより、燃焼室 1 の内壁から浮いた三種混合の円筒状混合火炎が形成される。燃焼室本体 2 0 0 の上部には水供給ノズル 2 3 から水 W が供給されており、この水 W は燃焼室本体 2 0 0 の内面に沿って流下し、内面に濡れ壁（水膜）を形成する。この濡れ壁水 2 3 a により、処理ガスの燃焼により生成した  $SiO_2$  等の粉体は捕集される。

【 0 1 0 9 】

燃焼室 1 は接続管 3 2 によって下方に延びて、下方に配置された循環水タンク 4 0 に到達している。循環水タンク 4 0 の内部には堰 4 1 が設けられており、この堰 4 1 によって上流側の第 1 の槽 4 0 A と下流側の第 2 の槽 4 0 B とに区画されている。濡れ壁水 2 3 a に捕集された粉体生成物は、接続管 3 2 を介して循環水タンク 4 0 の第 1 の槽 4 0 A 内に落下し、第 1 の槽 4 0 A の底部に堆積する。また、燃焼室 1 の内面を流下した濡れ壁水 2 3 a は第 1 の槽 4 0 A に流入する。第 1 の槽 4 0 A の水は、堰 4 1 をオーバーフローして第 2 の槽 4 0 B に流れ込む。

【 0 1 1 0 】

燃焼室 1 は冷却部 5 0 を介して排ガス洗浄部 6 0 と連通している。この冷却部 5 0 は、接続管 3 2 に向かって延びる配管 5 1 と、この配管 5 1 内に配置されたスプレー水供給ノズル 5 2 とを有している。スプレー水供給ノズル 5 2 は、配管 5 1 を流れる排ガスに対向するように水を噴射する。したがって、燃焼室 1 で処理された排ガスは、スプレー水供給ノズル 5 2 から噴射される水によって冷却される。噴射された水は、配管 5 1 を通って循環水タンク 4 0 に回収される。

【 0 1 1 1 】

冷却された排ガスは、次に排ガス洗浄部 6 0 に導入される。この排ガス洗浄部 6 0 は、水で排ガスを洗浄し、排ガスに含まれる微小な粉塵を除去する。この粉塵は主として燃焼室 1 での酸化分解（燃焼処理）により生成された粉体生成物である。

【 0 1 1 2 】

排ガス洗浄部 6 0 は、ガス流路 6 1 を形成する壁部材 6 2 と、ガス流路 6 1 内に配置される第 1 のミストノズル 6 3 A、第 1 の水膜ノズル 6 3 B、第 2 のミストノズル 6 4 A、

10

20

30

40

50

および第2の水膜ノズル64Bとを備えている。これらミストノズル63A, 64Aおよび水膜ノズル63B, 64Bは、ガス流路61の中心部に位置し、ほぼ直線状に配列されている。第1のミストノズル63Aおよび第1の水膜ノズル63Bは第1のノズルユニット63を構成し、第2のミストノズル64Aおよび第2の水膜ノズル64Bは第2のノズルユニット64を構成する。したがって、本実施形態では、2組のノズルユニット63, 64が設けられている。なお、ノズルユニットは1組でもよく、3組以上のノズルユニットを設けてもよい。

#### 【0113】

第1のミストノズル63Aは、第1の水膜ノズル63Bよりも、排ガスの流れ方向において上流側に配置されている。同様に、第2のミストノズル64Aは、第2の水膜ノズル64Bよりも上流側に配置されている。すなわち、ミストノズルと水膜ノズルとが交互に配置されている。ミストノズル63A, 64A、水膜ノズル63B, 64B、壁部材62は、耐腐食性のある樹脂（例えばPVC：ポリ塩化ビニル）から構成されている。

10

#### 【0114】

第1のミストノズル63Aの上流側には、排ガスの流れを整流する整流部材65が配置されている。この整流部材65は、排ガスの圧力損失を生じさせて、ガス流路61中の排ガスの流れを均一にする。整流部材65は、酸による腐食を防ぐために、金属以外の材料で構成されていることが望ましい。整流部材65の例として、樹脂で構成された不織材や、複数の開孔が形成された樹脂プレートが挙げられる。整流部材65の上流側には、ミストノズル66が配置されている。ミストノズル63A, 64A, 66および水膜ノズル63B, 64Bは、壁部材62に取り付けられている。

20

#### 【0115】

排ガスは配管51から排ガス洗浄部60の内部に導入される。排ガスは、排ガス洗浄部60内を下から上に流れる。より詳しくは、配管51から導入された排ガスは、まず、排ガス洗浄部60のミストノズル66に向かう。そして、排ガスは、ミストノズル66により形成されたミストを通過し、整流部材65により整流される。整流部材65を通過した排ガスは均一な流れを形成し、ガス流路61を低速で上昇する。ガス流路61には、ミスト、水膜、ミスト、および水膜がこの順に形成されている。

#### 【0116】

排ガスに含まれている直径1 $\mu$ m未満の微小な粉塵は、拡散作用（ブラウン運動）によりミストを構成する水粒に容易に付着し、これによりミストに捕捉される。直径1 $\mu$ m以上の粉塵も、その多くは同様に水粒に捕捉される。水粒の径は約100 $\mu$ mであるので、この水粒に付着した粉塵のサイズ（径）は見かけ上大きくなる。したがって、粉塵を含む水粒は、下流側の水膜に慣性衝突により容易にぶつかり、水粒とともに粉塵は排ガスから除去される。ミスト捕捉されなかった比較的径の大きい粉塵も、同様にして水膜に捕捉され除去される。このようにして水により洗浄された排ガスは、壁部材62の上端部から排出される。

30

#### 【0117】

図18に示すように、排ガス洗浄部60の下方には、上述した循環水タンク40が位置している。ミストノズル63A, 64A, 66および水膜ノズル63B, 64Bから供給された水は、循環水タンク40の第2の槽40Bに回収される。第2の槽40Bに貯留された水は、循環水ポンプPによりミストノズル63A, 64A, 66および水膜ノズル63B, 64Bに供給される。同時に、循環水は、水Wとして水供給ノズル23に送られ、上述したように、燃焼室1における燃焼室本体200の内面に濡れ壁水23aを形成する。

40

#### 【0118】

ミストノズル63A, 64Aおよび水膜ノズル63B, 64Bに供給される水は、循環水タンク40に回収された水であり、粉塵（粉体生成物など）を含んでいる。したがって、ガス流路61を洗浄するために、シャワーノズル67から市水がガス流路61に供給されるようになっている。シャワーノズル67の上方には、ミストトラップ68が設けられ

50

ている。このミストトラップ 6 8 は、その内部に複数の邪魔板を有しており、ミストを捕捉することができる。このようにして、処理されて無害化された排ガスは、排気ダクトを介して最終的に大気に放出される。

【 0 1 1 9 】

循環水タンク 4 0 には水位センサ 4 2 が設けられている。この水位センサ 4 2 は第 2 の槽 4 0 B の水位を監視し、第 2 の槽 4 0 B の水位が所定の範囲に制御できる。また、循環水ポンプ P によって移送される水の一部は、給水管 3 3 を介して循環水タンク 4 0 内に設置された複数のエダクター 4 3 に供給される。給水管 3 3 には開閉弁 V 1 が設置されており、開閉弁 V 1 を開くことにより、エダクター 4 3 に給水できる。循環水タンク 4 0 には、循環水タンク 4 0 内を排水するための排水弁 V 2 が設けられている。

10

【 0 1 2 0 】

各エダクター 4 3 に循環水タンク 4 0 内の水を循環水ポンプ P により加圧して供給し、各エダクター 4 3 のノズルにより水の流れを絞る際に発生する圧力低下を利用してエダクター 4 3 の吸込口よりエダクター 4 3 内に循環水タンク 4 0 内の水を吸い込み、この吸い込んだ水をエダクター 4 3 のノズルから放出される水とともにエダクター 4 3 の吐出口から循環水タンク 4 0 の底部に噴射する。エダクター 4 3 の吐出口から噴射される噴射水の噴射打力により、循環水タンク 4 0 の底部にある粉体を解砕して浮遊させ、循環水タンク 4 0 の排水口 4 0 D から、排水とともに粉体を自動で排出する。

【 0 1 2 1 】

以上説明したように、本実施形態では、排ガス処理装置の燃焼室 1 をバーナヘッド 1 0 0 および燃焼室本体 2 0 0 から構成する。そのため、メンテナンスが容易になる。

20

【符号の説明】

【 0 1 2 2 】

- 1 燃焼室
- 1 1 筐体
- 1 1 a 円筒部
- 1 1 a 3 穴
- 1 1 b 円環部
- 1 1 b 1 締結部
- 1 1 b 2 , 1 1 b 3 開口
- 1 1 b 4 円形溝
- 1 1 b 5 パージガス吹き込み部
- 1 1 c 天井部
- 1 1 c 1 穴
- 1 1 d 突出部
- 1 1 d 1 燃料供給ノズル
- 1 1 d 2 空気供給ノズル
- 1 2 パイロットバーナ
- 1 3 a 燃料用ノズル
- 1 3 b 支燃性ガス用ノズル
- 1 3 c 処理ガス用ノズル
- 1 3 d パージガス用ノズル
- 1 3 e 処理ガス用ノズルパージガス導入ノズル
- 1 4 a ボルト
- 1 4 b ナット
- 1 5 a ~ 1 5 c 開口
- 1 0 0 バーナヘッド
- 2 1 上側円筒部
- 2 1 a 締結部
- 2 1 b 底板

30

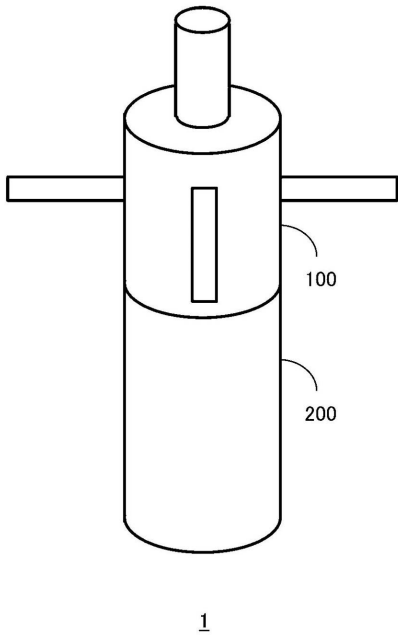
40

50

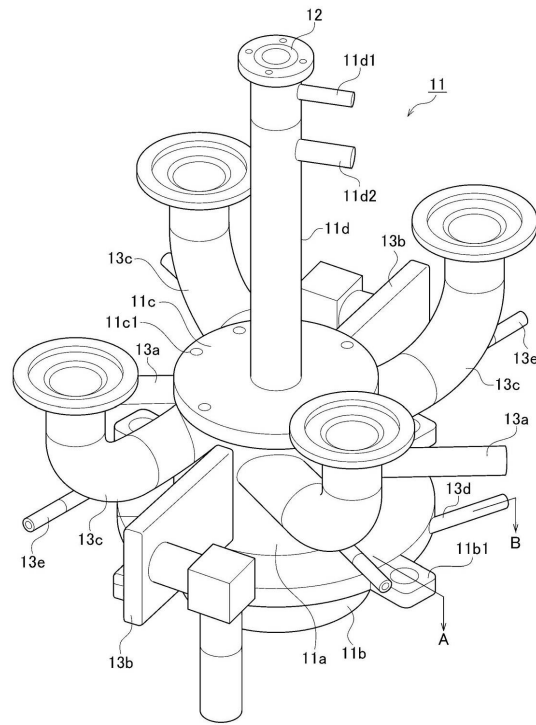
- 2 1 c 側板
- 2 2 下側円筒部
- 2 3 水供給ノズル
- 2 3 a 濡れ壁水
- 2 0 0 燃焼室本体
- 3 1 バイパス弁
- 3 2 接続管
- 3 3 給水管
- 4 0 循環水タンク
- 4 0 A , 4 0 B 槽
- 4 1 堰
- 4 2 水位センサ
- 4 3 エダクター
- 5 0 冷却部
- 5 1 配管
- 5 2 スプレーノズル
- 6 0 排ガス洗浄部
- 6 1 ガス流路
- 6 2 壁部材
- 6 3 A , 6 4 A , 6 6 ミストノズル
- 6 3 B , 6 4 B 水膜ノズル
- 6 3 , 6 4 ノズルユニット
- 6 5 整流部材
- 6 7 シャワーノズル
- 6 8 ミストトラップ

10

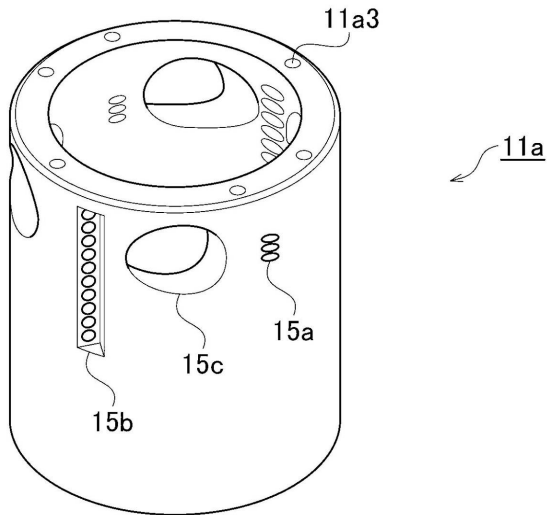
20



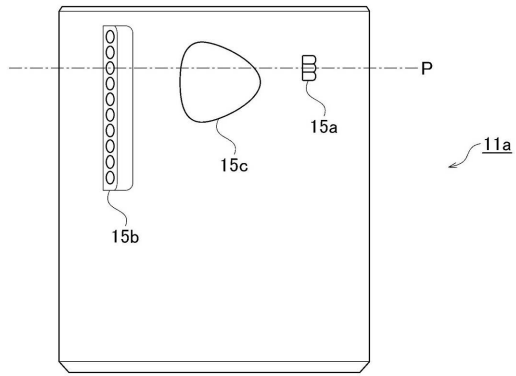
【図 2】



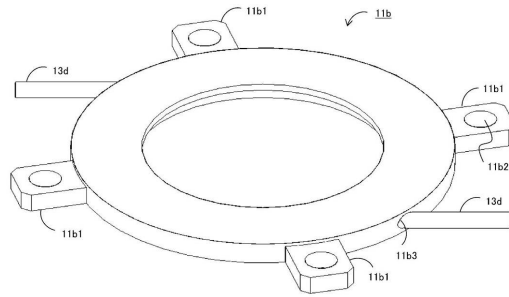
【図 3 A】



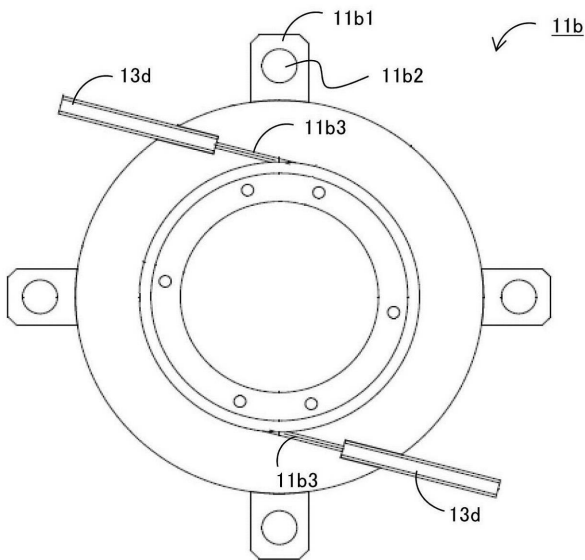
【図 3 B】



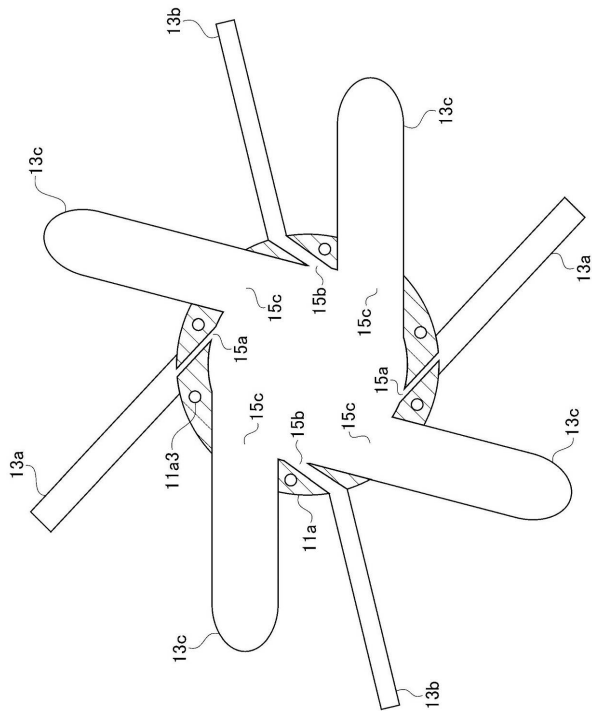
【図 3 C】



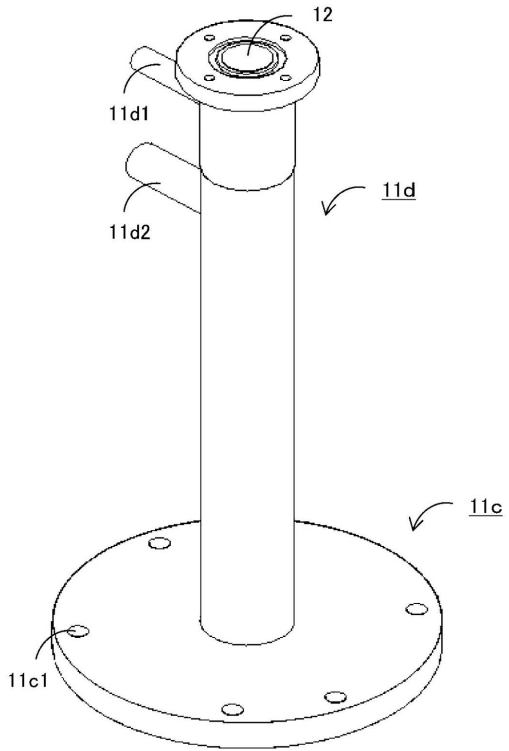
【図 3 D】



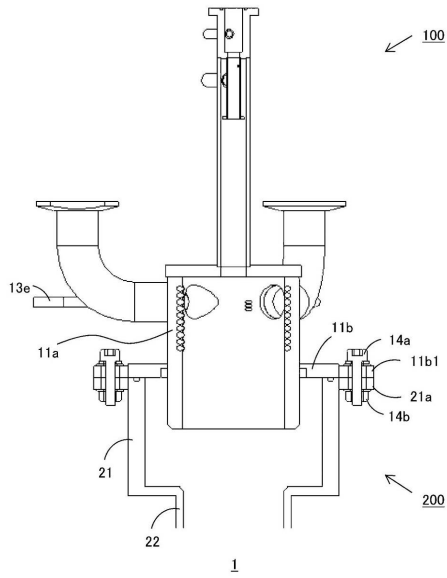
【図 4】



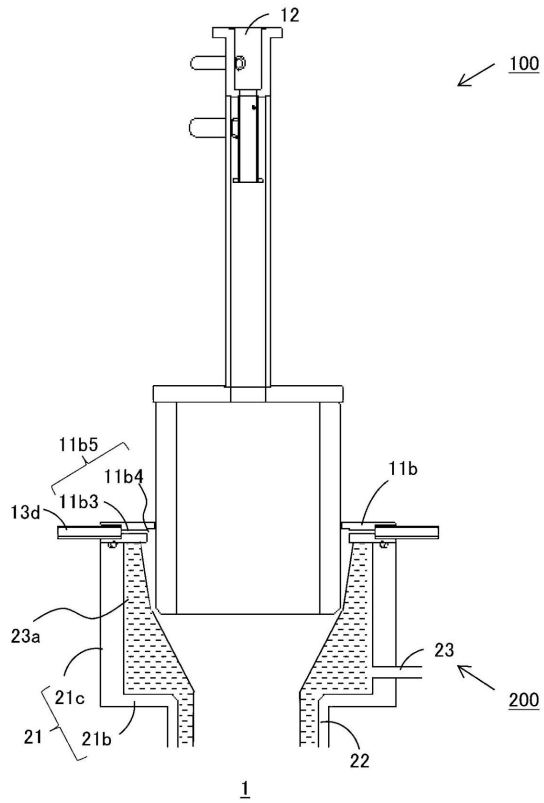
【図5】



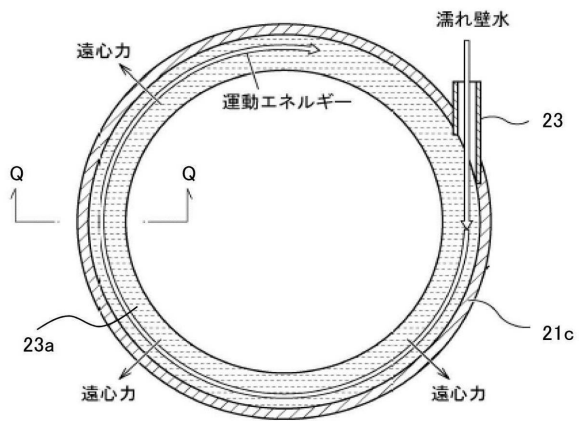
【図6】



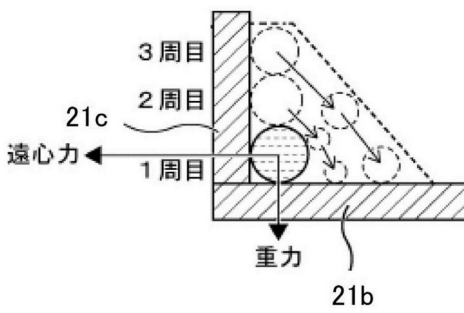
【図7】




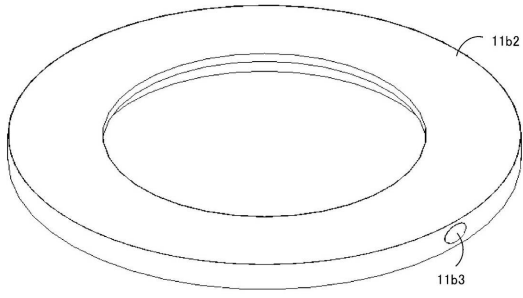
【図8A】




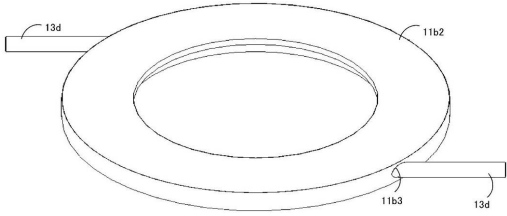
【図8B】




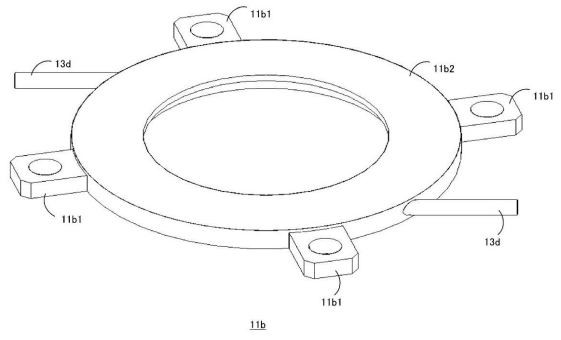
【 9 A】




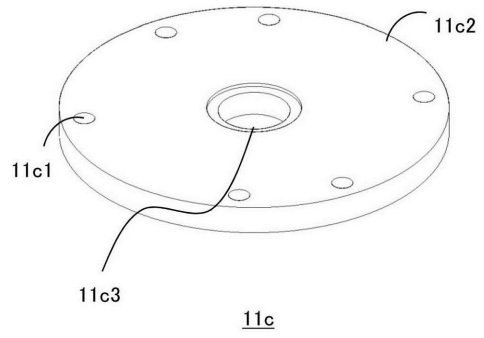
【 9 B】




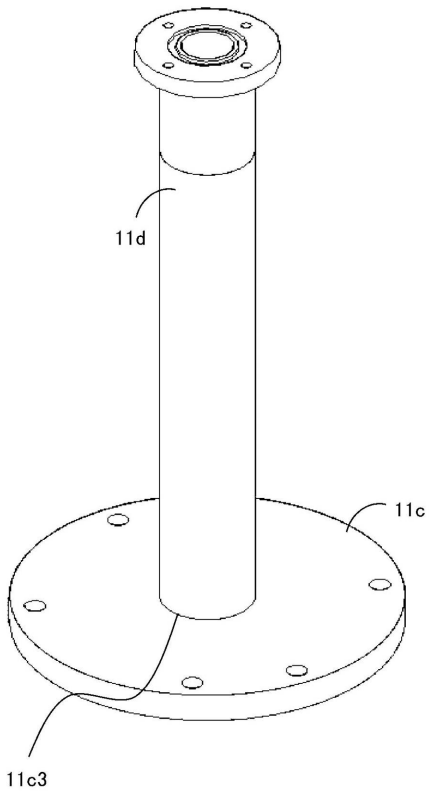
【 9 C】




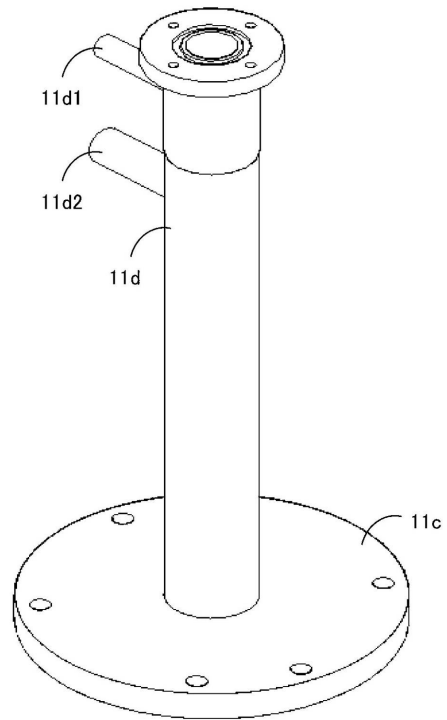
【 10 A】




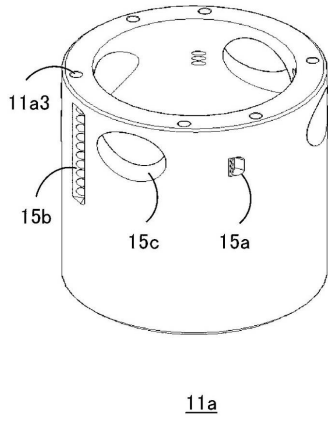
【 10 B】




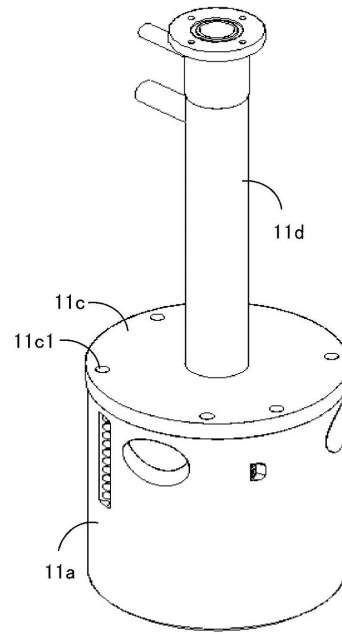
【 10 C】




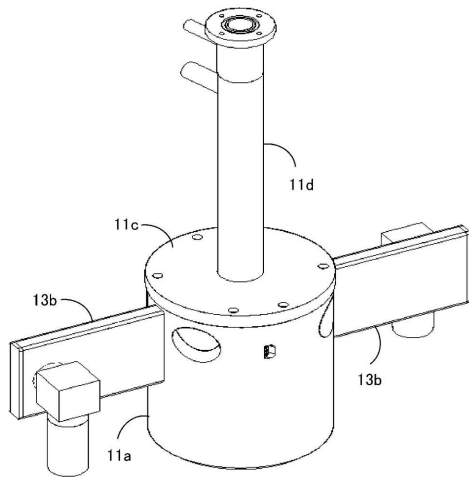
【 1 1 A】




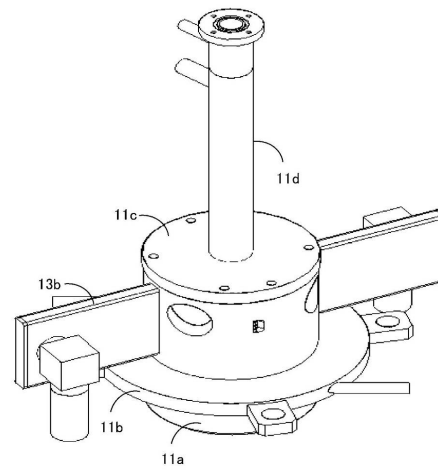
【 1 1 B】



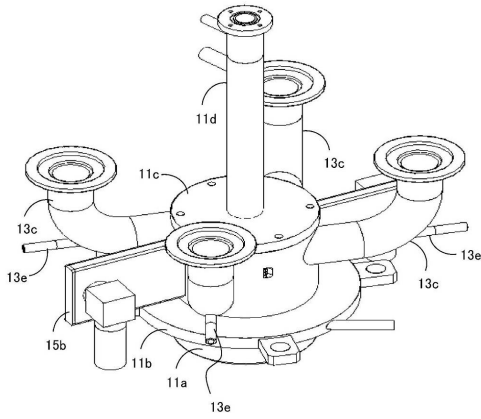
【 1 1 C】



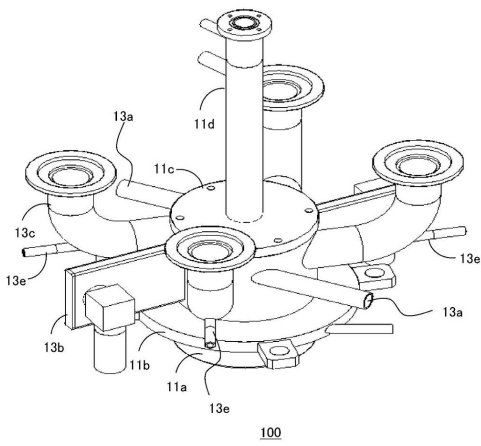
【 1 1 D】



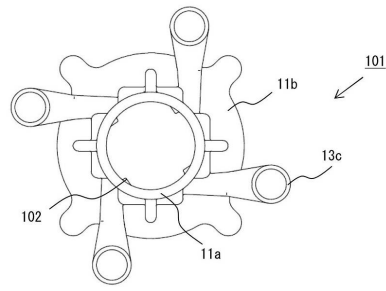
【図 11 E】



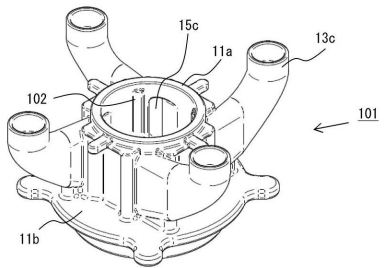
【図 11 F】



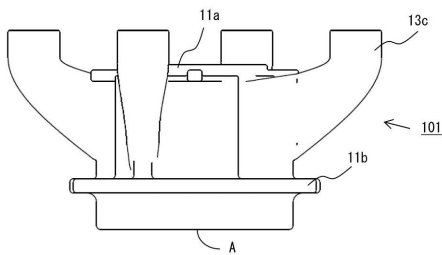
【図 12 A】



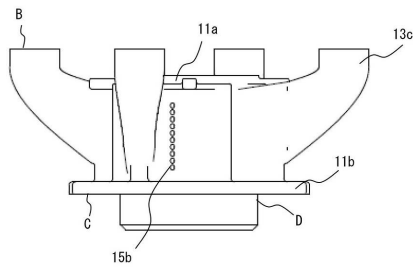
【図 12 B】



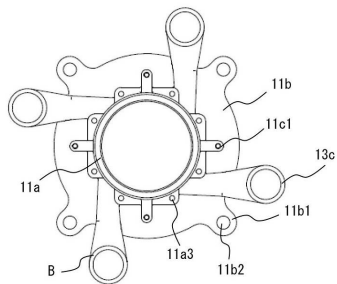
【図 12 C】



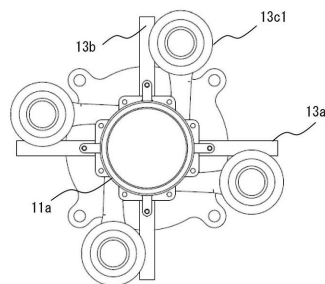
【図 13 C】



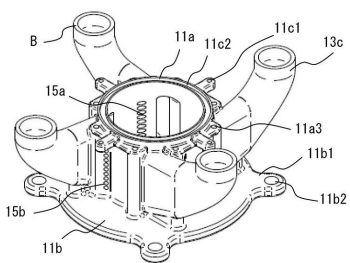
【図 13 A】



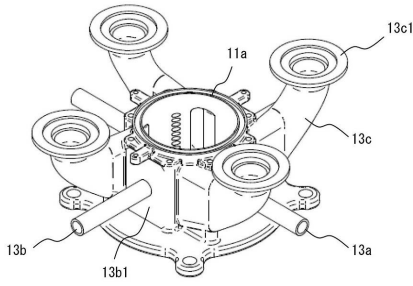
【図 14 A】



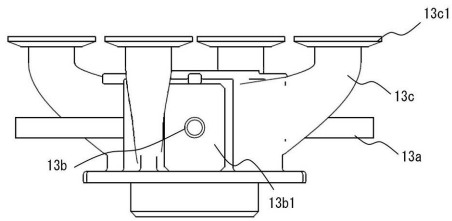
【図 13 B】



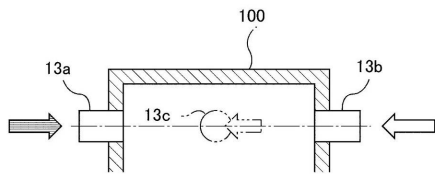
【図14B】



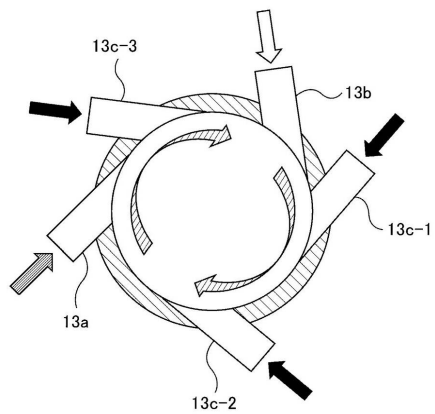
【図14C】



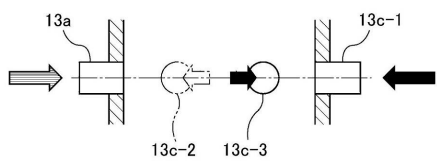
【図15A】



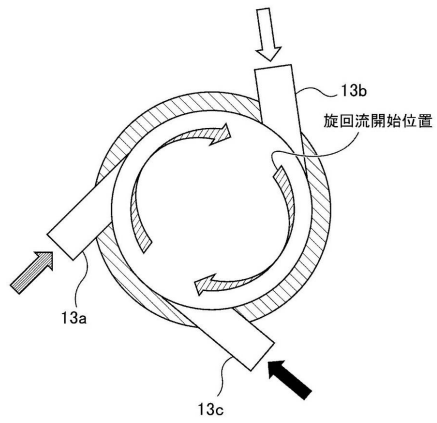
【図16B】



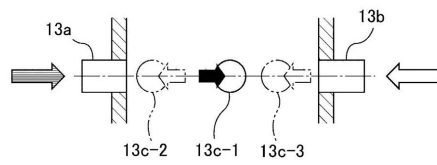
【図17A】



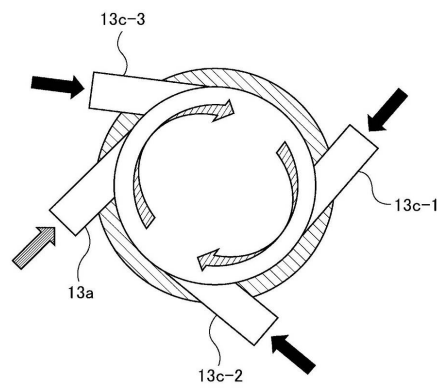
【図15B】



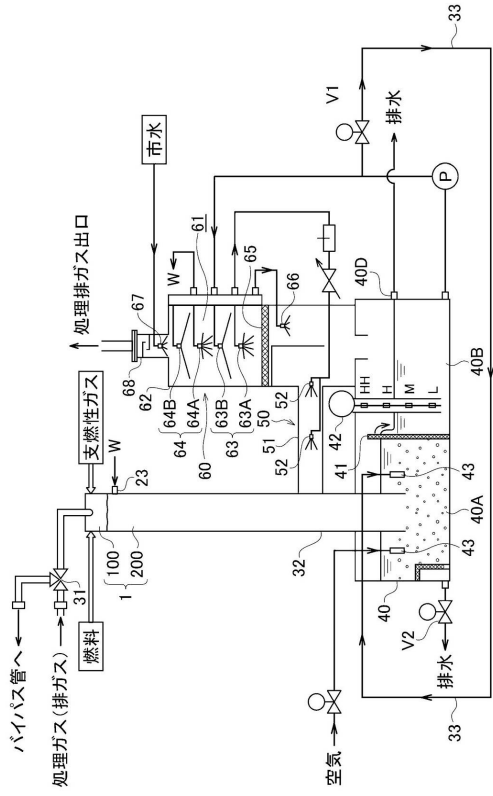
【図16A】



【図17B】



【 図 18 】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100174137  
弁理士 酒谷 誠一
- (74)代理人 100184181  
弁理士 野本 裕史
- (72)発明者 宮崎 一知  
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内
- (72)発明者 駒井 哲夫  
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内
- (72)発明者 柏木 誠司  
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内
- (72)発明者 細谷 和正  
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内
- (72)発明者 江田 健  
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内

審査官 古川 峻弘

- (56)参考文献 特開 2 0 1 4 - 0 8 1 1 8 8 ( J P , A )  
特表 2 0 0 8 - 5 1 4 3 8 8 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 0 5 4 5 1 5 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 0 5 4 5 3 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 0 8 3 7 4 5 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)  
F 2 3 G 7 / 0 6  
F 2 3 D 1 4 / 2 4