

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4176132号
(P4176132)

(45) 発行日 平成20年11月5日(2008.11.5)

(24) 登録日 平成20年8月29日(2008.8.29)

(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 G 7/06 D
F 2 3 G 7/06 N

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-148523 (P2007-148523)	(73) 特許権者	000000239
(22) 出願日	平成19年6月4日(2007.6.4)		株式会社荏原製作所
(62) 分割の表示	特願平10-316521の分割		東京都大田区羽田旭町11番1号
原出願日	平成10年11月6日(1998.11.6)	(74) 代理人	100091498
(65) 公開番号	特開2007-218584 (P2007-218584A)		弁理士 渡邊 勇
(43) 公開日	平成19年8月30日(2007.8.30)	(74) 代理人	100093942
審査請求日	平成19年7月4日(2007.7.4)		弁理士 小杉 良二
(31) 優先権主張番号	特願平9-338034	(74) 代理人	100118500
(32) 優先日	平成9年11月21日(1997.11.21)		弁理士 廣澤 哲也
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	竹村 興四郎
			神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株
			式会社 荏原総合研究所内
		(72) 発明者	川村 興太郎
			東京都大田区羽田旭町11番1号 株式
			社 荏原製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排ガス処理用燃焼器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃焼室に臨んで、周壁で囲まれて底板で閉塞させた保炎部を設け、
前記底板に、排ガスを前記保炎部に向けて噴出する複数の排ガス用炎孔を設け、
前記保炎部の出口近傍の周壁に、助燃ガスを前記保炎部の下流に向けて螺旋状の旋回流
を作り出すように噴出する助燃ガス用炎孔を設け、
前記保炎部の周壁に、空気を前記周壁の内周面に沿って旋回流を作り出すように噴出す
る空気噴射ノズルを設け、
前記助燃ガス用炎孔は前記空気噴射ノズルよりも前記底板から離れた位置に設けられて
おり、

前記燃焼室は、前記保炎部の周壁から延びて円錐状に下方に広がる円錐面を有すること
を特徴とする排ガス処理用燃焼器。

【請求項 2】

前記助燃ガス用炎孔よりもさらに下流側に、2次燃焼用空気噴射ノズルを設けたことを
特徴とする請求項 1 に記載の排ガス処理用燃焼器。

【請求項 3】

前記助燃ガスは、水素と酸素の予混合気、または水素、都市ガス及びLPGの予混合気
、または都市ガス、LPGと酸素、空気もしくは酸素富化空気との予混合気であることを
特徴とする請求項 1 または 2 に記載の排ガス処理用燃焼器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えばシランガス (SiH_4)、或いはハロゲン系のガス (NF_3 , ClF_3 , SF_6 , CHF_3 , C_2F_6 , CF_4 等) を含む有害可燃性の排ガスを燃焼処理するための燃焼式排ガス処理設備に用いられる排ガス処理用燃焼器 (バーナ) に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、半導体製造装置からはシラン (SiH_4) やジシラン (Si_2H_6) 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、助燃ガスを用いて炉内に火炎を形成し、この火炎により排ガスを燃焼させるようにしたものが広く採用されている。

10

【0003】

このような燃焼式排ガス処理装置において、助燃ガスとしては、水素、都市ガス、LPG等を燃料ガスとし、酸素もしくは空気を酸化剤としたものが通常使用されており、この装置の運転費用は、これらの燃料ガスや酸化剤の消費に伴うコストが大半を占めている。そこで、少ない助燃ガスによって如何に多くの有害な排ガスを高効率のもとで分解するかが、この種の装置の性能を評価する尺度の一つになっている。

【0004】

また、例えばシランを酸化するとシリカ (SiO_2) が生成されるが、このシリカ (SiO_2) は粉末状で燃焼室の壁面や炎孔に付着して不良燃焼を誘発したり、燃焼室を閉塞したりする。このため、シリカ (SiO_2) を除去するクリーニング作業を定期的に行う必要があるが、これを人手により行っているのが現状で、この作業間隔が長い程メンテナンスが容易とされ、クリーニング作業の間隔の長さもまた重要な評価の一つとされている。

20

【0005】

従来の前記燃焼式排ガス処理装置に使用される燃焼器の一般的な構成を図23及び図24に示す。これは、円筒型燃焼室1の天井中心部に処理すべき排ガスAを燃焼室1内に導入する排ガス用ノズル2を、この排ガス用ノズル2の外周部に助燃ガスBを燃焼室1内に導入する複数の助燃ガス用ノズル3をそれぞれ設けるとともに、燃焼室1の下端に燃焼ガス出口4を一体に接続し、これによって、前記助燃ガス用ノズル3から噴出される助燃ガスBで円状に並んで形成される火炎の中心部に排ガスAを通過させ、この通過の際に排ガスAを火炎と混合させて燃焼させて、この燃焼後の燃焼ガスを燃焼ガス出口4から外部に排出するようにしたものである。

30

【0006】

また、現在、地球温暖化の要因とされているハロゲン系のガスを分解処理する方法としては、加熱分解式が主流とされている。即ち、この分解には、膨大な熱量による高温状況もしくはプラズマ等による膨大な励起エネルギーが必要であり、このような手法を用いて、ヒータ等の加熱装置もしくはプラズマ発生装置および安全装置等の複雑な制御機構を備えた分解処理設備にハロゲン系のガスを流入させて分解処理を行っている。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記従来例にあっては、助燃ガスの火炎は助燃ガス用ノズルの先方に形成されて、その内側に設けた排ガス用ノズルから前方に吹き出す排ガスは助燃ガスの火炎と必ずしも十分に混合せず、排ガスの分解率が充分ではなかった。この分解率を向上させるためには、助燃ガス量を増加させて大きな火炎を形成することで排ガスを燃焼し易くする必要があるが、このようにすると、排ガスの分解に寄与しない助燃ガス量も増大して、装置の運転コストが増大してしまう。しかも、排ガスの燃焼によって生成されたシリカ (SiO_2) が燃焼室の壁面に付着してしまい、状況によっては一週間に1~2回のクリー

50

ニング作業を行う必要があるといった問題があった。また、ハロゲン系のガスを分解処理するには複雑な設備が必要であるといった問題があった。

【 0 0 0 8 】

なお、円状に並ぶ火炎をその先端が中心側に傾斜するように形成することにより、排ガスが個々の火炎の高温部分に効率良く曝されるようにしたものや、火炎を長時間維持する炎導管を設けることにより、火炎と排ガスとの接触を効率良く行わせるようにしたもの等が種々提案されている。しかしながら、これらは上記問題を完全に解消したものではないと考えられる。また、燃焼器によりハロゲン系のガスを分解処理する方式も提案されているが、燃焼量により分解率が大幅に変化する場合があって、上記問題を完全に解決したものではなかった。

10

【 0 0 0 9 】

本発明は上記事情に鑑みて為されたもので、排ガスの分解率が高く、しかもクリーニングのためのメンテナンス期間を長くできるようにするとともに、ハロゲン系のガスを高効率のもとに分解処理できるようにした燃焼式排ガス処理装置用の排ガス処理用燃焼器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】

【 0 0 1 0 】

本発明の排ガス処理用燃焼器は、燃焼室に臨んで、周壁で囲まれて底板で閉塞させた保炎部を設け、前記底板に、排ガスを前記保炎部に向けて噴出する複数の排ガス用炎孔を設け、前記保炎部の出口近傍の周壁に、助燃ガスを前記保炎部の下流に向けて螺旋状の旋回流を作り出すように噴出する助燃ガス用炎孔を設け、前記保炎部の周壁に、空気を前記周壁の内周面に沿って旋回流を作り出すように噴出する空気噴射ノズルを設け、前記助燃ガス用炎孔は前記空気噴射ノズルよりも前記底板から離れた位置に設けられており、前記燃焼室は、前記保炎部の周壁から延びて円錐状に下方に広がる円錐面を有することを特徴とする。

20

【 0 0 1 1 】

これにより、助燃ガスが旋回流を作り出すように保炎部に向けて噴出することで、助燃ガスの火炎と処理対象の排ガスとの混合を高めて、排ガスを高い効率のもとに燃焼分解するとともに、この時の旋回炎及び旋回流でシランガス等の燃焼後のシリカ (SiO_2) が各炎孔の近傍や燃焼室の壁面に付着するのを防止して、排ガスを長時間に亘って安定的に燃焼処理することができる。

30

【 0 0 1 2 】

ここに、円筒状の燃焼室にあっては、前記周壁を円筒体の内周面で構成することが好ましい。

【 0 0 1 3 】

また、前記保炎部の周壁に、空気を前記周壁の内周面に沿って旋回流を作り出すように噴出する空気噴射ノズルを設けることにより、この空気噴射ノズルから噴射される空気で燃焼処理したガスを冷却するとともに、冷却後の燃焼ガスを燃焼室外に速やかに排出することができる。

【 0 0 1 4 】

前記空気噴射ノズルを該噴射ノズルから噴射される空気が燃焼室内で旋回流を形成するように設けることが好ましく、これにより、燃焼処理したガスの冷却及び燃焼室外への排出、更には燃焼室の壁面に付着するシリカ (SiO_2) の除去をより効果的に行うことができる。

40

【 0 0 1 5 】

更に、前記底板に前記保炎部に向けて一次空気を噴射する一次空気噴射ノズルを設けることが好ましく、これにより、燃焼性を改善するとともに、保炎部を区画構成する内外壁の表面に付着するシリカ (SiO_2) を更に効果的に除去することができる。

【 0 0 1 7 】

また、前記助燃ガス用炎孔よりもさらに下流側に、2次燃焼用空気噴射ノズルを設けた

50

ことを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、底板に近い保炎部周壁に設けた空気噴射ノズルから旋回流を形成するように空気流を噴出するので、保炎部周壁を冷却することができる。従って、底板から離れた助燃ガス用炎孔から噴出する助燃ガスが冷却され、安定燃焼を継続することができる。更に火炎の旋回流を加速して、シラン (SiH_4) 燃焼後のシリカ (SiO_2) 等の保炎部や燃焼室周壁への付着をより効果的に防止することができる。

【 0 0 2 0 】

また、前記助燃ガスが化学量論値より多い燃料ガスを含む過濃予混合気とすることが好ましく、これにより、酸化・還元異なる火炎を形成して、ハロゲン系のガスの分解率を向上できる。

10

また、前記保炎部周壁から延びて燃焼室を構成する壁面又は保炎部下端付近の周壁面に2次燃焼用空気噴射ノズルを設けることが好ましく、これにより、高温領域を下方に拡大して、ハロゲン系のガスの分解率を向上できる。

【 0 0 2 1 】

また、前記助燃ガス用炎孔を斜め下方に向けることが好ましく、これにより、円筒体の加熱及び温度上昇を抑制して耐熱寿命を延ばすと共に、高温状態を維持してハロゲン系のガスの分解率を向上できる。

また、前記助燃ガスは、水素と酸素の予混合気、または水素、都市ガス及びLPGの予混合気、または都市ガス、LPGと酸素、空気もしくは酸素富化空気との予混合気であることを特徴とする。

20

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 2 2 】

本発明によれば、助燃ガスを一方向に旋回流を作り出すように保炎部に向けて噴出することにより、助燃ガスの火炎と処理対象物たる排ガスとの混合を高めて、排ガスを高効率のもとに燃焼分解することができる。しかも、旋回流を形成して燃焼することにより、シラン燃焼後のシリカ (SiO_2) が炎孔近傍に付着するのを防止して、排ガスを安定的に燃焼処理するとともに、燃焼室の壁面に付着するシリカ (SiO_2) も旋回流により除去することができる。

【 0 0 2 3 】

30

また、助燃ガスとして予混合気を使用して予混合燃焼を行うことにより、低当量比のもとに低 NO_x 燃焼を行うことができる。

更に、空気噴射ノズルを設けて、この噴射ノズルから噴射される空気が燃焼室内で旋回流を形成するようにすることにより、燃焼室壁に付着するシリカ (SiO_2) を更に効果的に除去して、クリーニングのためのメンテナンス期間を延長することができる。

【 0 0 2 4 】

また、底板に前記保炎部に向けて一次空気を噴射する一次空気噴射ノズルを設けることにより、燃焼性を改善するとともに、保炎部を区画構成する内外壁の表面に付着するシリカ (SiO_2) を更に効果的に除去することができる。

【 0 0 2 5 】

40

また、還元炎・酸化炎を形成してその内側から排ガスを通過させることにより、排ガスを還元分解し、引続いて酸化分解することができる。これにより比較的小型の装置でかつ多大なエネルギーの消費を必要とすることなく、有害な排ガスを無害化することができる。

【 0 0 2 6 】

本発明によれば、上記効果に加え、底板に近い保炎部周壁に設けた空気噴射ノズルから噴射される空気が保炎部で旋回流を形成するようにしたことにより、円筒体及び助燃ガス室内の助燃ガスを冷却して安定燃焼を継続することができる。また、火炎の旋回流を加速して、シラン燃焼後のシリカ (SiO_2) が炎孔近傍に付着するのを防止して安定燃焼を継続し、円筒体周壁や燃焼室壁に付着するシリカ (SiO_2) をさらに効果的に除去して、クリーニングのためのメンテナンス期間を延長することができる。そして、2次燃焼用

50

空気噴射ノズルを保炎部の下端部付近又は下流に設けることで、２次火炎を保炎部下流に形成して、高温滞留域を拡大してハロゲン系の分解効率を向上できる。更に、助燃ガス用炎孔を保炎部の斜め下流に向けて助燃ガスを螺旋状に吹き出すように構成することで、円筒体の加熱及び温度上昇を抑制して耐熱寿命を延ばすと共に、上記空気噴射ノズルからの冷却空気量を少なくでき、ハロゲン系の排ガスの分解効率を向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２７】

以下、本発明の実施の形態を図１乃至図２を参照して説明する。

図１及び図２は、本発明の第１の実施の形態を示すもので、炉壁１０に囲まれた燃焼室１１に臨んで、円筒体１２の内周面で構成された周壁１３で囲まれて底板１４で閉塞させた保炎部１５が設けられている。ここに、前記円筒体１２は、前記底板１４に一体に形成されている。

10

【００２８】

そして、前記底板１４の内部には、例えば半導体製造装置から排出されたシラン（ SiH_4 ）等を含んだ室素を主成分とする排ガス等の処理すべき排ガスＡを保持し導く複数（図示では４個）の排ガス室２０が、同じく底板１４及び該底板１４から延出する円筒体１２の内部には、例えば水素と酸素の予混合気等の助燃ガスＢを保持し導く助燃ガス室２１がそれぞれ設けられている。

【００２９】

前記底板１４の下面には、前記排ガス室２０から延びて前記保炎部１５に向けて開口する複数の排ガス用炎孔２２が、前記円筒体１２の内周面には、前記助燃ガス室２１と保炎部１５とを連通する複数の助燃ガス用炎孔２３がそれぞれ設けられている。そして、前記助燃ガス用炎孔２３は、保炎部１５の略接線方向に延びて助燃ガスＢを保炎部１５に向けて旋回流を形成するように、吹き出すように構成されている。

20

【００３０】

更に、前記円筒体１２と燃焼室１１の側面を接続して燃焼室１１の一部を構成する該円筒体１２の端面１２ａには、燃焼室１１の内部に向けて空気Ｃを噴射する複数の空気噴射ノズル２４が設けられているとともに、燃焼室１１の下端には、燃焼ガス出口２５が一体に接続されている。

【００３１】

次に、この実施の形態の作用について説明する。

先ず、助燃ガスＢは、助燃ガス室２１内に導かれて保持され、円筒体１２の内周面に設けられた助燃ガス用炎孔２３から保炎部１５に向けて旋回流を作り出すように噴出する。そして、図示しない着火元により点火されると、円筒体１２の内周面に旋回炎を形成する。

30

【００３２】

ここで、助燃ガスＢは旋回炎を形成するが、旋回炎は小さな当量比のもとでも安定して燃焼できる特徴を備えている。即ち、強く旋回しているために火炎相互に熱とラジカルを供給し合い、また火炎が円筒体１２の内周面に沿って形成されることから該壁面が加熱されると共に加熱された壁面により未燃予混合気等の助燃ガスＢが加熱されて保炎性が高くなる。そして、通常であれば、未燃ガスを発生したり消炎するような小さな当量比においても、未燃ガスを発生することなく、また振動燃焼を誘発することなく安定して燃焼することができる。

40

【００３３】

一方、排ガス室２０内に導かれ保持された処理すべき排ガスＡは、底板１４の下面に開口する排ガス用炎孔２２から保炎部１５に向けて噴出する。すると、この排ガスＡは助燃ガスＢの旋回炎と混合して燃焼するが、この際、助燃ガスＢが一方向に強く旋回するように吹き出されるために、助燃ガスＢの火炎と排ガスＡの混合状態は良く、吹き出された排ガスＡの全てが火炎と混合して燃焼して、排ガスの燃焼分解率は非常に高くなる。

【００３４】

50

また、前記空気噴射ノズル 2 4 から燃焼室 1 1 内に噴射された空気は、次のように作用する。即ち、燃焼処理後の燃焼ガスは高温で冷却する必要があるが、また、この燃焼ガスを燃焼室 1 1 の外部に速やかに排出する必要があるが、この空気噴射ノズル 2 4 から燃焼室 1 1 内に噴射された空気を燃焼処理した高温の旋回流ガスと混合させて該ガスを冷却し、混合によって流量を増した排ガスを燃焼ガス出口部 2 5 を通じて燃焼室 1 1 から滞ることなく速やかに排出することができる。

【 0 0 3 5 】

ここに、助燃ガス B として予混合気を使用し、助燃ガスの当量比を小さくすれば低 NO_x 燃焼が可能となる。そして、旋回炎を形成すると旋回を中心部の気流の圧力が低下して、中心部に火炎の先方から排ガス用炎孔 2 2 及び助燃ガス用炎孔 2 3 に向けて逆流する自己循環流が発生し、この循環流が炎孔からの火炎及び燃焼ガスと混合して低 NO_x 性を向上させる作用をする。

10

【 0 0 3 6 】

しかも、助燃ガス用炎孔 2 3 からの火炎は旋回しているが、この旋回流がシランガス等が燃焼して生成されるシリカ (SiO_2) が排ガス用炎孔 2 2 及び助燃ガス用炎孔 2 3 に付着するのを防ぐ作用をなす。即ち、シラン (SiH_4) 等が燃焼すると粉末状のシリカ (SiO_2) が生成されるが、このシリカ (SiO_2) が排ガス用炎孔 2 2 や助燃ガス用炎孔 2 3 の付近に付着すると、助燃ガス B や排ガス A の吹き出し量を減らしたり、吹き出し方向を変えたりして、吹き出しを不安定にすることがあり、このような状況になると、ガスの吹き出しが静定せず、安定な燃焼が不可能になる。

20

【 0 0 3 7 】

ところが、この実施の形態にあつては、助燃ガス用炎孔 2 3 による旋回炎があるため、この旋回炎により排ガス用炎孔 2 2 及び助燃ガス用炎孔 2 3 の先端部にも早い流れが発生して、この流れが各炎孔 2 2 , 2 3 の先端部をクリーニングする作用をなし、生成した粉末状のシリカ (SiO_2) が炎孔 2 2 , 2 3 の先端部に付着するのを防ぐ働きをする。

【 0 0 3 8 】

さらに、この効果は、各炎孔 2 2 , 2 3 の先端部だけにとどまらない。つまり、火炎が燃焼室 1 1 の内部で旋回していることから、燃焼室 1 1 の壁表面にも早い流れが発生して燃焼室 1 1 の壁面をクリーニングして、この表面に付着したシリカ (SiO_2) 等を除去する働きをする。

30

【 0 0 3 9 】

このように、旋回流により、炎孔 2 2 , 2 3 の表面及び燃焼室 1 1 の壁面に付着したシリカ (SiO_2) 等をセルフクリーニングすることにより、人手によるクリーニング作業の間隔を大幅に延長して、メンテナンスを容易にすることができる。

【 0 0 4 0 】

なお、この実施の形態においては、円筒状のものに適用した例を示しているが、これに限らず、例えば四角形等の多角形状のものに適用しても良いことは勿論である。このことは、以下の各実施の形態においても同様である。

【 0 0 4 1 】

図 3 及び図 4 は、本発明の第 2 の実施の形態を示すもので、これは、周壁 1 3 を構成する円筒体 1 2 として、燃焼室 1 1 の一部を構成する端面 1 2 a が円錐面形状を有するものを使用するとともに、この端面 1 2 a に空気噴射ノズル 2 4 a を該空気噴射ノズル 2 4 a から燃焼室 1 1 の内部に向けて噴射される空気 C が旋回流を作り出すように設けたものである。

40

【 0 0 4 2 】

この実施の形態にあつては、空気噴射ノズル 2 4 a から噴射される空気 C で燃焼室 1 1 内に旋回流を作り出すことにより、助燃ガス用炎孔 2 3 からの旋回流を弱めることなく、燃焼室 1 1 内に旋回流を旺盛に発生させて、燃焼室 1 1 の側壁に付着するシリカをより効果的に除去することができる。

【 0 0 4 3 】

50

図 5 及び図 6 は、本発明の第 3 の実施の形態を示すもので、これは、底板 14 の中央部に、この内部を貫通し保炎部 15 に向けて開口して一次空気 D を噴射する一次空気噴射ノズル 30 を設けたものである。

【0044】

この実施の形態にあつては、必要に応じて一次空気噴射ノズル 30 から保炎部 15 に一次空気を供給して酸素濃度を増大させることにより、燃焼性を改善することができる。しかも、一次空気 D を下方に吹き出すことにより、環状保炎部 15 における旋回流に下方への速度を付加し、円筒体 12 の表面を流れる流速を増大させて、円筒体 12 の表面に付着するシリカを更に効果的に除去することができる。

【0045】

図 7 及び図 8 は、本発明の第 4 の実施の形態を示すもので、これは、円筒体 12 の内径と燃焼室 11 の内径を略同一として構成したものである。このように構成することにより、旋回流の旋回径が出口まで略同一になって、保炎部から出口まで良好な旋回流を維持でき、流れの停滞域をなくして、粉末状のシリカ (SiO_2) の壁面への付着を大幅に低減することができる。

【0046】

なお、前記各実施の形態において、燃焼用バーナを形成する材料としては、セラミックスや耐熱金属材が好適である。また、上方から下方に吹き出す火炎に適用した例を示しているが、水平方向に吹き出すようにした火炎に適用してもよい。また、助燃ガスとしては、水素と酸素の予混合気に限定されることなく、都市ガスもしくは L P G と、酸素、空気もしくは酸素富化空気との予混合気でも良いことは勿論である。

【0047】

図 9 及び図 10 は、本発明の第 5 の実施の形態を示すもので、これは、第 4 の実施の形態と同様に円筒体 12 の内径と燃焼室 11 の内径を略同一とし、前記助燃ガスの炎孔より下流の保炎部周壁に 2 次空気 E を噴射する 2 次燃焼用の 2 次空気噴射ノズル 31 を設けたものである。予混合気 B は燃料が過濃な過濃予混合気とし、これを炎孔 23 から旋回噴射して、保炎部内部に旋回流還元炎を形成する。この還元炎とノズル 22 からの排ガス A を接触させて、排ガス、とりわけハロゲン系のガスを還元分解し、更に、分解された排ガスはその下流に設けられた 2 次燃焼用ノズル 31 から噴射される空気から十分な酸素を与えられて、酸素過剰な状態となり酸化炎を形成する。この酸化炎により、排ガスは完全に酸化分解される。

【0048】

即ち、供給する助燃ガスである予混合気の燃料ガスに対する酸化剤の混合比を、化学量論値で求める酸化剤混合比より少なくして得られる還元炎と、形成された還元炎に対して、空気もしくは酸素を燃料ガスに対する酸化剤の化学量論値以上に供給して、酸素過剰条件とすることで得られる酸化炎を順次燃焼器内に形成させる。そして、排ガスは還元炎と酸化炎という 2 つの火炎に曝されて還元反応と酸化反応を順次行うと共に、火炎との接触時間を長くして高温滞留時間を延ばすことができる。この 2 つの作用により、排ガス、とりわけハロゲン系のガスを完全に分解することができる。

ここで 2 次空気噴射ノズルは保炎部に向けて旋回流を形成するように噴射するのが好ましいが、中心方向に向けて噴射して 1 次燃焼後の排ガスとの間に乱れを起こして混合するようにしてもよい。

【0049】

一実施例としては、次の通りである。

処理対象ガス ; CF_4

予混合気組成 ; $\text{H}_2 + \text{O}_2$

予混合気混合比 ; $\text{H}_2 : \text{O}_2 = 7 : 3$

予混合気流量 ; 50 sl/min

酸化炎用供給酸素量 ; 10 sl/min

還元炎中の還元分解反応としては、



さらに酸化分解反応としては、



本方式による処理後には、 CO_2 （二酸化炭素）、 HF （フッ化水素）、 F_2 （フッ素）、 H_2O （水）となる。

【0050】

以上のように、ハロゲン系の排ガスを分解する場合に、予混合方式の燃焼器内に形成される還元炎と酸化炎を利用することにより、複雑な制御機構を備えた設備を必要とせず、小型の燃焼器内で簡易に分解処理することができ、小型・省エネルギー化することができる。また、火炎の熱を直接に利用するため、電気エネルギーから高温を作り出す場合よりも少ないエネルギーで分解処理することができる。

10

【0051】

なお、このような還元炎・酸化炎による排ガスの分解処理方法は、図9及び図10に示す燃焼器のみならず、上述した図1乃至図8に示す燃焼器においても同様に適用可能なことは勿論である。

【0052】

図11及び図12は、本発明の第6の実施の形態を示すものである。炉壁10に囲まれた燃焼室11に臨んで、円筒体12の内周面で構成された周壁13で囲まれて底板14で閉塞させた保炎部15が設けられている。ここに、前記円筒体12は、前記底板14と一体に形成されている。そして、前記底板14の内部には、例えば半導体製造装置から排出されたシラン（ SiH_4 ）ガス等を含んだ窒素を主成分とする排ガス等の処理すべき排ガスAを保持し導く複数（図示では4個）の排ガス室20が、同じく底板14及び該底板14から延出する円筒体12の内部には、空気Cを保持し導く空気室33及び例えば水素と酸素の予混合気等の助燃ガスBを保持し導く助燃ガス室21がそれぞれ底板14側から順に設けられている。

20

【0053】

前記底板14の下面には、前記排ガス室20から延びて前記保炎部15に向けて開口する複数の排ガス用炎孔22が設けられ、前記円筒体12の底板に近い内周面には、前記空気室33と保炎部15とを連通する複数の空気噴射ノズル34を、又、底板から離れた保炎部出口近傍には前記助燃用ガス室21と保炎部15とを連通する複数の助燃ガス用炎孔23がそれぞれ設けられている。そして、前記助燃ガス用炎孔23及び空気噴射ノズル34は、保炎部15の円周の略接線方向に延びて保炎部15に向けて助燃ガスBもしくは空気Cを同一向きの旋回流を形成して吹き出すように構成されている。更に前記円筒体12の周壁13から円錐状に延びて燃焼室11の側面と接続して燃焼室11の一部を構成する円錐面12aを備えている。又、燃焼室11の下端には、燃焼ガス出口25が一体に接続されている。

30

【0054】

次に、この実施の形態の排ガス処理用燃焼器の動作について説明する。まず、助燃ガスBは、助燃ガス室21内に導かれて保持され、円筒体12の内周面に設けられた助燃ガス用炎孔23から保炎部15に向けて旋回流を作り出すように噴出する。そして、図示しない着火元により点火されると、円筒体12の内周面に旋回炎を形成する。ここで、助燃ガスBは旋回炎を形成するが、旋回炎は広い当量比の範囲にわたって安定して燃焼できる特徴を備えている。即ち、強く旋回しているために火炎相互に熱とラジカルを供給し合い、保炎性が高くなる。そして、通常であれば未燃ガスを発生したり消炎するような小さな当量比においても未燃ガスを発生することなく、又、当量比1付近においても振動燃焼を誘発することなく安定して燃焼することができる。一方、排ガス室20内に導かれ保持された処理すべき排ガスAは、底板14の下面に開口する排ガス用炎孔22から保炎部15に向けて噴出する。すると、この排ガスAは助燃ガスBの旋回炎と混合して燃焼するが、この際、助燃ガスBが一方向に強く旋回するように吹き出されるために、助燃ガスBの全てが火炎と充分に混合して、排ガスの燃焼分解効率は非常に高くなる。

40

50

【 0 0 5 5 】

又、前記空気噴射ノズル 3 4 から保炎部 1 5 内に噴射された空気は次のように作用する。即ち、本発明者等の研究により、旋回炎は円筒体 1 2 及び助燃用ガス室 2 1 内の助燃ガス B を過熱することがわかった。即ち、安定した燃焼を継続するためには、円筒体 1 2 の構成材料の耐熱温度を超えないように冷却する必要がある、又、助燃ガス B をその発火温度を超える温度以上に過熱すると、助燃ガスに酸化剤が含まれている場合には助燃用ガス室 2 1 内で燃焼を開始する場合があるため、その発火温度を超えないように冷却する必要がある。このため、助燃ガス用炎孔 2 3 の上流に設けた空気噴射ノズル 3 4 から燃焼室 1 1 内に噴射された空気は保炎部 1 5 を旋回して周壁 1 3 を冷却する。そして、周壁 1 3 の冷却を介して助燃ガス B も又冷却する。こうして、安定な燃焼を継続する作用をなす。又、助燃ガス用炎孔 2 3 からの火炎は旋回して噴射されるが、空気噴射ノズル 3 4 から噴射された空気も旋回しているため、この空気流が火炎と混合して火炎の旋回流を一層加速して強い旋回流を形成する。旋回炎を形成すると旋回を中心部の気流の圧力が低下して、中心部に、火炎の先方から排ガス用炎孔 2 2 及び助燃ガス用炎孔 2 3 に向けて逆流する自己循環流が発生し、この循環流が炎孔からの火炎及び燃焼ガスと混合して NO_x の生成を抑制する。

10

【 0 0 5 6 】

又、助燃ガス用炎孔 2 3 からの火炎は強く旋回しているが、この旋回流がシランガス等が燃焼して生成されるシリカ (SiO_2) が排ガス用炎孔 2 2 及び助燃ガス用炎孔 2 3 に付着するのを防ぐ作用をする。即ち、シラン (SiH_4) 等が燃焼すると、粉末状のシリカ (SiO_2) が生成されるが、このシリカ (SiO_2) が排ガス用炎孔 2 2 や助燃ガス用炎孔 2 3 の付近に付着すると、助燃ガス B や排ガス A の噴き出し量を減らしたり、吹き出し方向を変えたりして、吹きだしを不安定にすることがある。このような状況になると、ガスの吹き出しが静定せず、安定な燃焼が不可能になる。本実施の形態にあっては、助燃ガス用炎孔 2 3 の旋回炎があるため、この旋回炎により排ガス用炎孔 2 2 及び助燃ガス用炎孔 2 3 の先端部にも速い流れが発生して、この流れが各炎孔 2 2、2 3 の先端部をクリーニングする作用をなし、生成した粉末状のシリカ (SiO_2) が炎孔 2 2、2 3 の先端部に付着するのを防ぐ働きをする。この効果は空気噴射ノズル 3 4 からの旋回空気流があることにより、一層、顕著となる。

20

【 0 0 5 7 】

更に、この効果は各炎孔 2 2、2 3 の先端部だけにとどまらない。つまり、火炎が燃焼室 1 1 内部で旋回していることから、燃焼室 1 1 の壁表面にも速い流れが発生して燃焼室 1 1 の壁をクリーニングして、この表面に付着したシリカ (SiO_2) を除去する働きをする。このように、旋回流により炎孔 2 2、2 3 の表面及び燃焼室 1 1 の壁面に付着したシリカ (SiO_2) をセルフクリーニングすることにより、この表面に付着したシリカ (SiO_2) を除去する働きをする。

30

【 0 0 5 8 】

又、供給する助燃ガスを酸化剤を含んだ予混合気とし、この予混合気の燃料ガスに対する酸化剤の混合比を化学量論値で求める酸化剤混合比より少なくした燃料過濃予混合気とし、これを炎孔 2 3 から旋回噴射して、保炎部内部に一次旋回流還元炎を形成する。この還元炎とノズル 2 2 からの排ガス A を接触させて、排ガスとりわけハロゲン系の排ガスを還元分解する。次に、上流の空気噴射ノズル 3 4 から噴射する空気から化学量論値以上の充分な酸素を与えられて、酸素過剰な状態として 2 次酸化炎を形成する。この酸化炎により排ガスを酸化分解する。そして、排ガスは還元炎と酸化炎の 2 段の火炎に曝されて、火炎との接触時間を長くして高温滞留時間を延ばすことができる。ここで、ハロゲン系の排ガスは雰囲気温度を高くして、その状態を長く維持すれば分解できる特性がある。このように、排ガスは酸化・還元異なる 2 段の火炎に曝され、しかも、火炎による高温状態を延ばすことによって排ガス、とりわけハロゲン系のガスを完全に分解することができる。

40

【 0 0 5 9 】

図 1 3 及び図 1 4 は、本発明の第 7 の実施の形態を示すものである。これは、第 6 の実

50

施の形態において、円筒体 12 の内径と燃焼室 11 の内径を略同一として構成したものである。円筒体の周壁 13 と燃焼室 10 の側面を接続する円錐面を単なる円筒面 12b としたものである。このように構成することにより、旋回流の旋回径が出口まで略同一となつて、保炎部から燃焼室出口まで良好な旋回流を維持でき、流れの停滞域をなくして粉末状のシリカ (SiO_2) の壁面への付着を大幅に低減することができる。

【0060】

図 15 及び図 16 は、本発明の第 8 の実施の形態を示すものである。前記円筒体 12 の周壁 13 から延びて燃焼室 11 の側面と接続して燃焼室 11 の一部を構成する円錐面 12a の内側には 2 次燃焼用空気 D を保持し導く空気室 35 が設けられている。そして、円錐面 12a には前記空気室 35 から延びて燃焼室 11 に向けて開口する複数の 2 次燃焼用空気噴射ノズル 36 が設けられている。2 次燃焼用空気噴射ノズルは保炎部下端付近に開口してもよい。また、燃焼室 11 の下端には、燃焼ガス出口 25 が一体に接続されている。

10

【0061】

次に、この実施形態の動作について説明する。

供給する助燃ガス B を予混合気であつて燃料ガスに対する酸化剤の混合比を化学量論値で求める酸化剤混合比より少なくした燃料過濃な過濃予混合気として、保炎部内部に 1 次旋回流還元炎を形成する。次に、上流の空気噴射ノズル 34 及び下流に設けた 2 次燃焼用空気噴射ノズル 36 から噴射する空気から化学量論値以上の十分な酸素を与えて、酸化過剰な状態として 2 次酸化炎を形成する。ここで、2 次燃焼用空気が保炎部下流の空気噴射ノズル 36 から与えられることにより 2 次酸化炎は保炎部下流に長く形成され、高温領域を下方に拡大して、排ガスの高温停滞時間を更に延長することができる。このように、排ガスは酸化・還元異なる 2 段の火炎に曝され、しかも、火炎による高温状態をさらに延ばすことによって排ガス、とりわけハロゲン系のガスを完全に分解することができる。この場合は、2 次燃焼用空気噴射ノズル 36 から空気も噴射して 2 次火炎を形成したものである。ここで、2 次空気噴射ノズルは保炎部に向けて旋回流を形成するように噴射するのが好ましいが、本実施の形態のように下方に向けてもよい。また、中心方向に向けて噴射して還元炎による 1 次燃焼後の排ガスとの間に乱れを起こして混合するようにしてもよい。

20

【0062】

図 17 及び図 18 は、本発明の第 9 の実施の形態を示すものである。これは、第 8 の実施の形態に対して円筒体 12 の内径と燃焼室 11 の内径を略同一として、正確には、燃焼室 11 の内径を円筒体 12 の内径よりもやや大きくしたものである。

30

【0063】

図 19 及び図 20 は、本発明の第 10 の実施の形態を示すものである。これは、第 9 の実施の形態において、第 7 の実施の形態のように円筒体 12 の内径と燃焼室 11 の内径をまったく同一として、円筒体の周壁と燃焼室の側面を接続する円錐面を円筒面 12b としたものである。この場合、2 次燃焼用空気噴射ノズル 36 は空気室 35 から延びて燃焼室 11 に向けて円筒面 12b に開口して設けられている。

【0064】

図 21 及び図 22 は、本発明の第 11 の実施の形態を示すものである。これは、第 8 の実施の形態において、助燃ガス用炎孔 23 を保炎部 15 の斜め下流に向けて助燃ガス B を旋回流を形成して吹き出すように構成したものである。これにより、助燃ガス用炎孔 23 から噴き出した火炎は保炎部の下流に向けて螺旋状の旋回流を形成する。したがって、旋回流が円筒体 12 の周壁内側を流れる際の旋回長が、助燃ガスを第 8 の実施の形態のように水平に吹き出した場合よりも短くなって、火炎が円筒周壁を加熱する領域が狭くなり、旋回流による前記周壁の加熱と温度上昇が抑制される。これにより、円筒体構成材料の耐熱寿命を延ばすことができる。また、空気噴射ノズル 34 からの冷却空気量を少なくでき、冷却による火炎温度の低下を抑制し、高温状態を維持して、ハロゲン系の排ガスの分解効率を向上できる。尚、この実施の形態のように、助燃ガス用炎孔を斜め下流に向けて旋回流を形成して吹き出すように構成することは、第 1 乃至第 10 の実施の形態に適用して

40

50

もよいことは勿論である。

【 0 0 6 5 】

尚、前記各実施の形態において、燃焼器を形成する材料としてはセラミックスや耐熱金属材が好適である。また、火炎は上方から下方に吹き出す例を示しているが、水平方向に噴き出すようにした火炎に適用してもよい。また、助燃ガスとしては水素と酸素の予混合気に限定されることなく、水素、都市ガス及びＬＰＧ等の燃料ガス、もしくは都市ガス、ＬＰＧと酸素、空気もしくは酸素富化空気との予混合気でもよいことは勿論である。

また、前記各実施の形態においては、円筒状のものに適用した例を示しているが、これに限らず、例えば四角形等の多角形状のものに適用してもよいことも勿論である。

【図面の簡単な説明】

10

【 0 0 6 6 】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態を示す縦断面図。

【図 2】図 1 の I - I 線断面図。

【図 3】本発明の第 2 の実施の形態を示す縦断面図。

【図 4】図 3 の II - II 線断面図。

【図 5】本発明の第 3 の実施の形態を示す縦断面図。

【図 6】図 5 の III - III 線断面図。

【図 7】本発明の第 4 の実施の形態を示す縦断面図。

【図 8】図 7 の IV - IV 線断面図。

【図 9】本発明の第 5 の実施の形態を示す縦断面図。

20

【図 10】図 9 の V - V 線断面図。

【図 11】本発明の第 6 の実施の形態を示す縦断面図。

【図 12】図 11 の VI - VI 線断面図。

【図 13】本発明の第 7 の実施の形態を示す縦断面図。

【図 14】図 13 の VII - VII 線断面図。

【図 15】本発明の第 8 の実施の形態を示す縦断面図。

【図 16】図 15 の VIII - VIII 線断面図。

【図 17】本発明の第 9 の実施の形態を示す縦断面図。

【図 18】図 17 の IX - IX 線断面図。

【図 19】本発明の第 10 の実施の形態を示す縦断面図。

30

【図 20】図 19 の X - X 線断面図。

【図 21】本発明の第 11 の実施の形態を示す縦断面図。

【図 22】図 21 の XI - XI 線断面図。

【図 23】従来例を示す縦断面図。

【図 24】図 23 の XII - XII 線断面図。

【符号の説明】

【 0 0 6 7 】

1 1 燃焼室

1 2 円筒体

1 3 周壁

1 4 底板

2 0 排ガス室

2 1 助燃ガス室

2 2 排ガス用炎孔

2 3 助燃ガス用炎孔

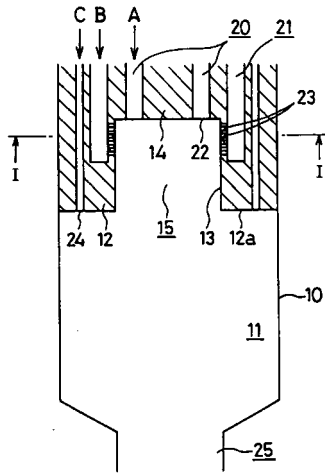
2 4 , 2 4 a 空気噴射ノズル

3 0 , 3 4 一次空気噴射ノズル

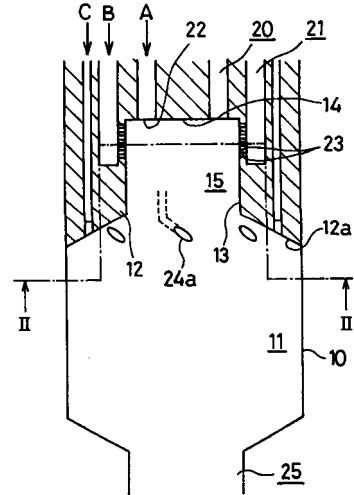
3 1 , 3 6 二次空気噴射ノズル

40

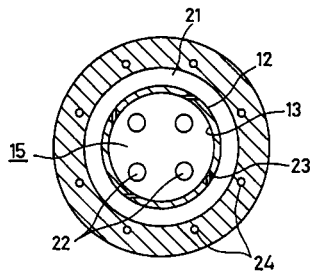
【図 1】



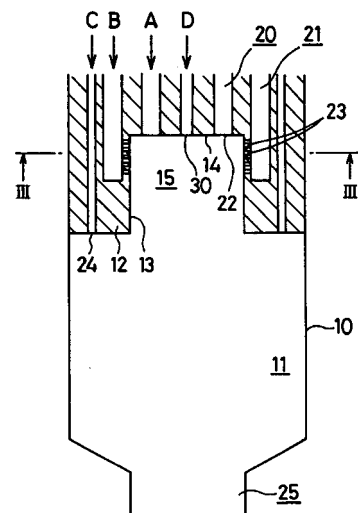
【図 3】



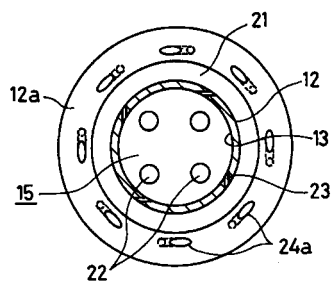
【図 2】



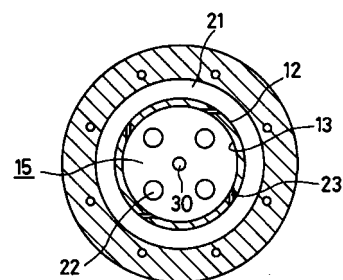
【図 5】



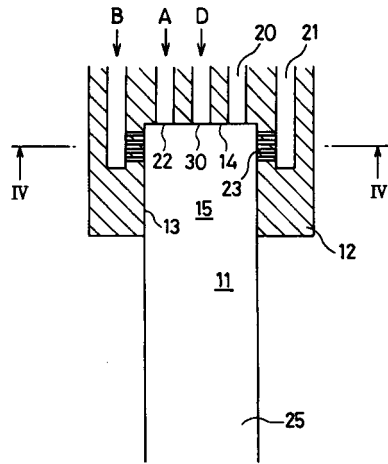
【図 4】



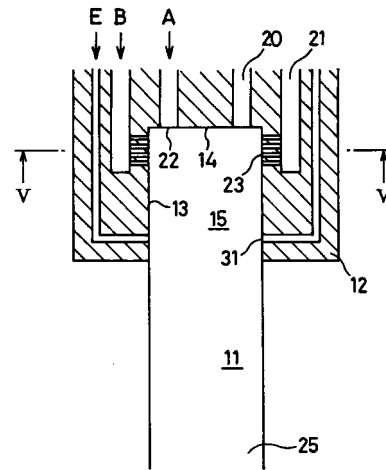
【図 6】



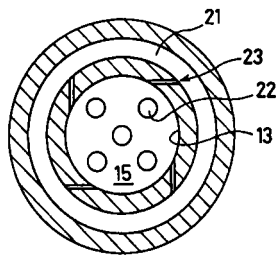
【図 7】



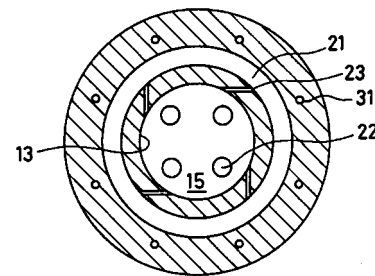
【図 9】



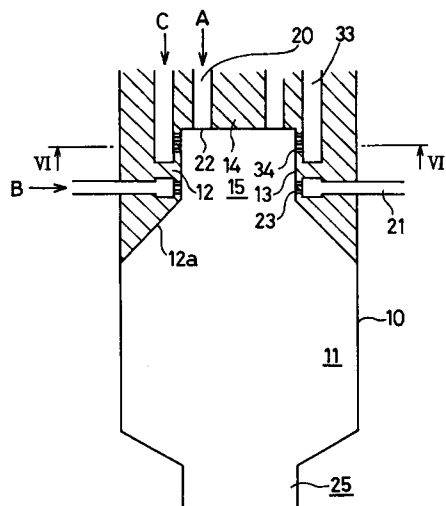
【図 8】



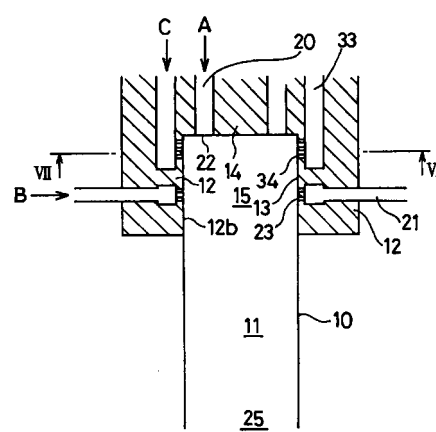
【図 10】



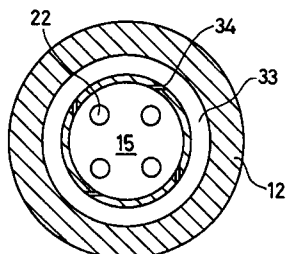
【図 11】



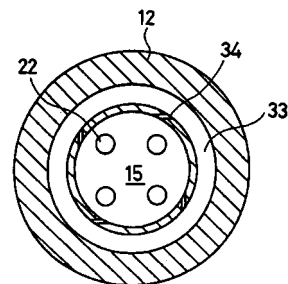
【図 13】



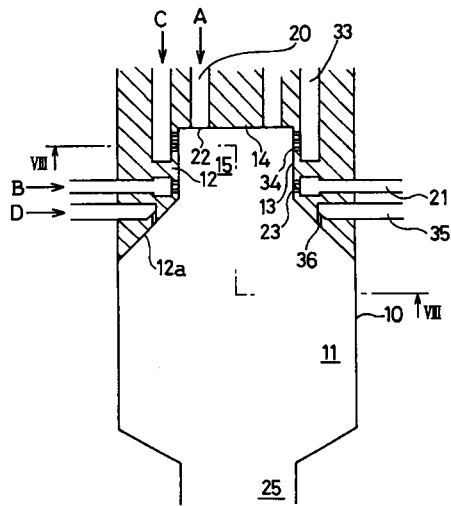
【図 12】



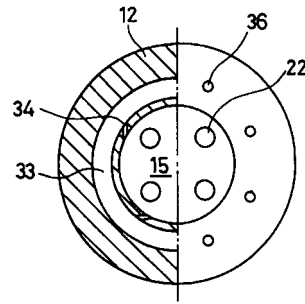
【図 14】



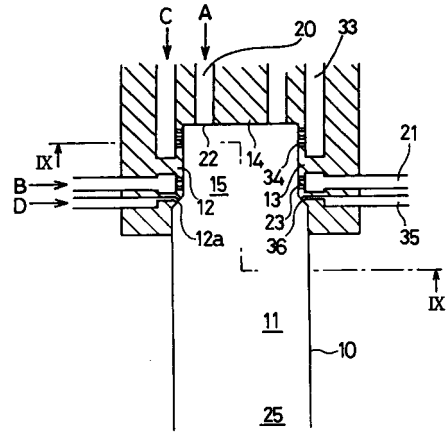
【図 15】



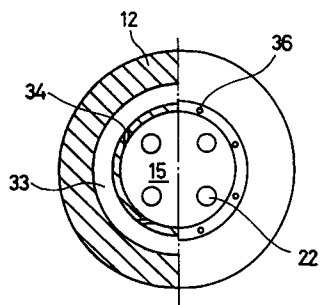
【図 16】



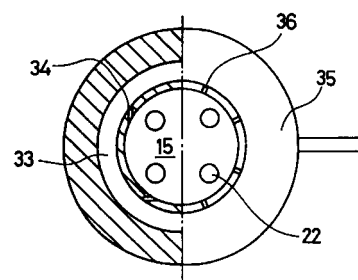
【図 17】



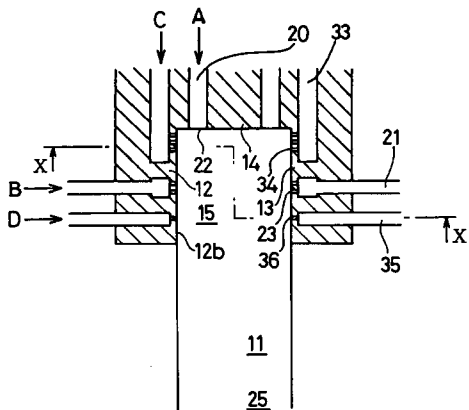
【図 18】



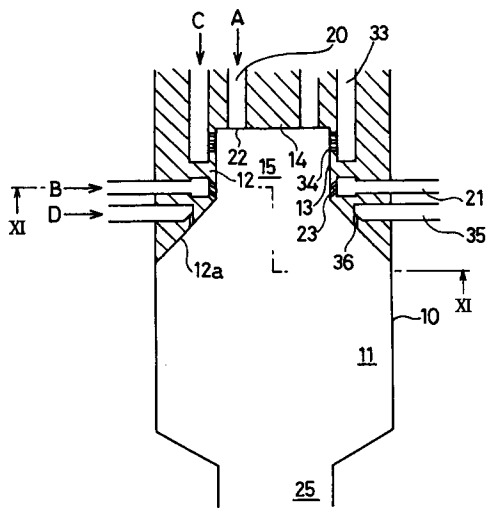
【図 20】



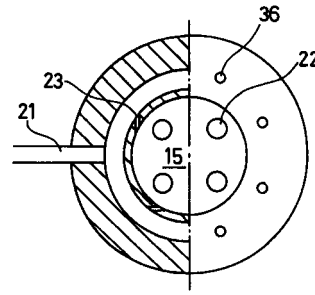
【図 19】



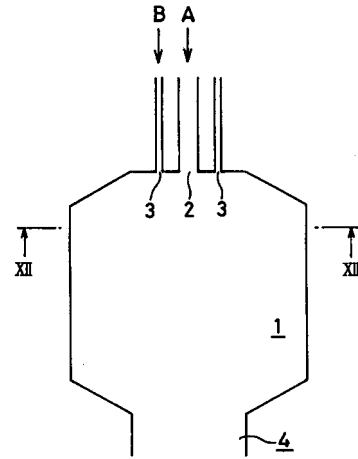
【図 2 1】



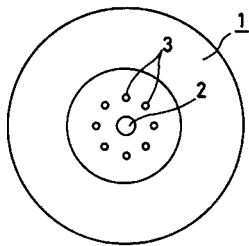
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 白尾 祐司
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 中村 力弥
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 吉澤 伸幸

- (56)参考文献 特開昭 5 8 - 1 0 8 3 2 2 (J P , A)
特開平 0 9 - 0 4 2 6 4 3 (J P , A)
特開昭 5 5 - 0 7 7 6 2 4 (J P , A)
特開昭 6 2 - 1 2 9 6 1 4 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 6 9 1 1 4 (J P , A)
特開平 0 6 - 1 2 9 6 2 7 (J P , A)
登録実用新案第 3 0 3 7 4 3 0 (J P , U)
特開平 0 8 - 1 0 5 6 1 8 (J P , A)
実開昭 4 9 - 0 6 7 4 7 3 (J P , U)

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