

(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2019-45092

(P2019-45092A)

(43) 公開日 平成31年3月22日(2019.3.22)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
 F 2 3 D 14/22 (2006.01) F 2 3 D 14/22 D 3 K 0 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2017-169965 (P2017-169965)	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成29年9月5日(2017.9.5)	(74) 代理人	100103894 弁理士 冢入 健
		(72) 発明者	平田 耕一 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	佐久間 大祐 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	上野 紀幸 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		Fターム(参考)	3K019 AA06 BA01 BB01 BD01 CA03

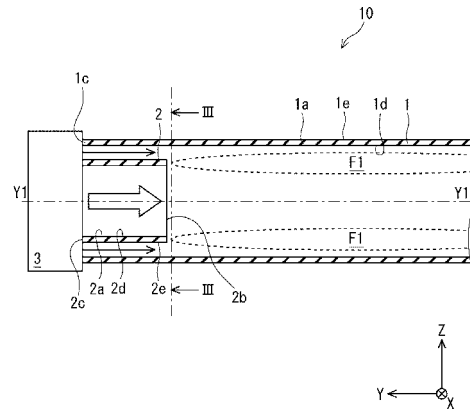
(54) 【発明の名称】 水素ガスバーナー装置用のノズル構造体

(57) 【要約】

【課題】 NOxの発生量を抑制することができる水素ガスバーナー装置用のノズル構造体の提供。

【解決手段】 外管(1)と、外管(1)の内側に外管(1)と同心に配置された内管(2)とを備える水素ガスバーナー装置用のノズル構造体(10、20、30)である。内管(2)は、酸素含有ガスが内管(2)の開口端(2b)から内管(2)の軸方向(Y1)に放出するに設けられている。外管(1)は、水素ガスが外管(1)の内周面(1d)と内管(2)の外周面(2e)との間を通過するように、内管(2)の開口端(2b)より内管(2)の軸方向(Y1)に延出する。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

外管と、当該外管の内側に当該外管と同心に配置された内管と、を備える水素ガスバーナー装置用のノズル構造体であって、

前記内管は、酸素含有ガスが前記内管の開口端から軸方向に放出するように設けられ、

前記外管は、水素ガスが前記外管の内周面と前記内管の外周面との間を通過するように、前記内管の前記開口端から前記軸方向に延出する、水素ガスバーナー装置用のノズル構造体。

**【請求項 2】**

酸素含有ガスを前記軸方向に吹き出して、前記内管の前記内側を通過させる酸素含有ガス吹出口と、

水素ガスを前記外管の前記内周面と前記内管の前記外周面との間へ前記軸方向に吹き出して、前記外管の前記内周面と前記内管の前記外周面との間を通過させる水素ガス吹出口と、をさらに備え、

前記酸素含有ガス吹出口の形状は、円形状であり、

前記水素ガス吹出口の形状は、前記酸素含有ガス吹出口を囲む円環形状である、ことを特徴とする請求項 1 に記載の水素ガスバーナー装置用のノズル構造体。

**【請求項 3】**

前記外管の前記内周面には、前記内管の前記開口端から根元側において、前記内管側に突き出つつ、前記軸方向に延びるフィン、又は、前記内管の前記外周面には、前記外管側に突き出つつ、前記軸方向に延びるフィンが設けられている、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の水素ガスバーナー装置用のノズル構造体。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、水素ガスバーナー装置用のノズル構造体に関する。

**【背景技術】****【0002】**

特許文献 1 には、炭化水素系ガス等の燃焼ガスと、空気とを予混合し、NO<sub>x</sub>の発生を抑制するバーナー用のノズル構造体が開示されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2005 - 188775 号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ところで、燃料ガスとして水素ガスを用いる場合がある。このような場合、水素ガスは、炭化水素系ガスと比較して高い反応性を有するため、燃焼炎の温度が局所的に高くなることがある。そのため、NO<sub>x</sub>が多く発生することがあった。

**【0005】**

本発明は、NO<sub>x</sub>の発生量を抑制するものとする。

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

本発明に係る水素ガスバーナー装置用のノズル構造体は、

外管と、当該外管の内側に当該外管と同心に配置された内管と、を備える水素ガスバーナー装置用のノズル構造体であって、

前記内管は、酸素含有ガスが前記内管の開口端から軸方向（例えば、軸 Y 1 に沿った方向、軸 Y 1 に略平行な方向等）に放出するように設けられ、

前記外管は、水素ガスが前記外管の内周面と前記内管の外周面との間を通過するように

10

20

30

40

50

、前記内管の前記開口端から前記軸方向に延出する。

このような構成によれば、酸素含有ガスが、内管の開口端から軸方向に放出した後、外管における内管の開口端より軸方向に伸び出ている部分の内側を進む。また、水素ガスが外管の内周面と内管の外周面との間を通過した後、酸素含有ガスの外周を進む。これらによって、酸素含有ガスと水素ガスとの接触を抑制するため、酸素含有ガスと水素ガスとの混合を抑制することができる。よって、燃焼炎の温度が局所的に高くなることを抑え、 $\text{NO}_x$ の発生量を抑制することができる。

【0007】

また、酸素含有ガスを前記軸方向に吹き出して、前記内管の前記内側を通過させる酸素含有ガス吹出口と、

水素ガスを前記外管の前記内周面と前記内管の前記外周面との間へ前記軸方向に吹き出して、前記外管の前記内周面と前記内管の前記外周面との間を通過させる水素ガス吹出口と、をさらに備え、

前記酸素含有ガス吹出口の形状は、円形状であり、

前記水素ガス吹出口の形状は、前記酸素含有ガス吹出口を囲む円環形状であることを特徴してもよい。

このような構成によれば、水素ガスと酸素含有ガスをさらに軸方向に沿って送り出すため、水素ガスと酸素含有ガスとの混合の進行をさらに抑制する。よって、燃焼炎の温度が局所的に高くなることをさらに抑えるため、 $\text{NO}_x$ の発生量をさらに抑制することができる。

【0008】

また、前記外管の前記内周面には、前記内管の前記開口端から根元側において、前記内管側に突き出つつ、前記軸方向に延びるフィン、又は、前記内管の前記外周面には、前記外管側に突き出つつ、前記軸方向に延びるフィンが設けられていることを特徴してもよい。

このような構成によれば、水素ガスと酸素含有ガスをさらに軸方向に沿って送り出すため、水素ガスと酸素含有ガスとの混合の進行をさらに抑制する。よって、燃焼炎の温度が局所的に高くなることをさらに抑えるため、 $\text{NO}_x$ の発生量をさらに抑制することができる。

【発明の効果】

【0009】

本発明は、 $\text{NO}_x$ の発生量を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態1に係る水素ガスバーナー装置用のノズル構造体の斜視図である。

【図2】実施の形態1に係る水素ガスバーナー装置用のノズル構造体の断面図である。

【図3】実施の形態1に係る水素ガスバーナー装置用のノズル構造体の断面図である。

【図4】空気流速 $V_a$ と水素流速 $V_h$ との比 $V_a/V_h$ に対する $\text{NO}_x$ の発生量を示すグラフである。

【図5】空気比に対する $\text{NO}_x$ の発生量を示すグラフである。

【図6】酸素含有ガスの酸素濃度に対する $\text{NO}_x$ の発生量を示すグラフである。

【図7】実施の形態1に係る水素ガスバーナー装置用のノズル構造体の一変形例の断面図である。

【図8】実施の形態1に係る水素ガスバーナー装置用のノズル構造体の一変形例の断面図である。

【図9】実施の形態1に係る水素ガスバーナー装置用のノズル構造体の他の一変形例の断面図である。

【図10】実施の形態1に係る水素ガスバーナー装置用のノズル構造体の他の一変形例の断面図である。

【図11】燃焼負荷率に対する $\text{NO}_x$ の発生量を示すグラフである。

**【発明を実施するための形態】****【0011】**

以下、本発明を適用した具体的な実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。ただし、本発明が以下の実施形態に限定される訳ではない。また、説明を明確にするため、以下の記載及び図面は、適宜、簡略化されている。図1～図4、図7～図10では、右手系三次元xyz座標を規定した。

**【0012】**

(実施の形態1)

図1～図3を参照して実施の形態1について説明する。

**【0013】**

図1及び図2に示すように、水素ガスバーナー装置用のノズル構造体10は、外管1と、内管2と、ガス吹出部3とを備える。ノズル構造体10は、水素ガスバーナー装置内のノズルとして利用される。

**【0014】**

外管1は、軸Y1を有する円筒状部1aを備える。具体的には、円筒状部1aは、ガス吹出部3に取り付けられており、ガス吹出部3から軸Y1に沿って略直線状に延びる。外管1は、内側から熱を与えられて、外側へ輻射熱を発する材料からなる。外管1は、例えば、ラジアントチューブである。

**【0015】**

図1及び図2に示す外管1の一例におけるガス吹出部3側の一端部1bは、開口する一方、他端部1cは、閉塞している。図1に示す円筒状部1aの一例は、軸Y1に沿って略直線状に延びる円筒状体であるが、これに限定されず、曲線上に曲がって延びる筒状部をさらに備えてもよく、例えば、U字状やM字状に曲線上に曲がって延びる円筒状部をさらに備えてもよい。また、図1及び図2に示す外管1の一例では、他端部1cは、ガス吹出部3によって閉塞されているが、適宜、排ガスを排出するために開口部を備えてもよい。

**【0016】**

内管2は、開口端2b及び根元側端部2cが開口した円筒状体である。内管2は、ガス吹出部3に取り付けられており、外管1の内側に外管1と同心に配置されている。よって、内管2は、外管1の円筒状部1aと同様に、軸Y1を有する円筒状体である。内管2は、外管1よりも短いため、外管1は、内管2の開口端2bより軸Y1に沿った方向に延び出ている。

**【0017】**

ガス吹出部3は、酸素含有ガスを吹き出す酸素含有ガス吹出口3aと、水素ガスを吹き出す水素ガス吹出口3bとを備える。酸素含有ガスは、例えば、空気、又は、混合ガスを用いることができる。この混合ガスとして、例えば、排ガスと空気、又は窒素と空気とを混合して形成される。酸素含有ガスは、常温であってもよいし、予熱されていてよい。なお、酸素含有ガスは、空気に限定されず、酸素を含むガスであればよい。また、酸素含有ガスは、水素を実質的に含まないと好ましい。酸素含有ガスは、公知の方法を用いて水素を除去する工程を含む製造方法を用いて生成されてもよい。

**【0018】**

酸素含有ガス吹出口3aは、円形状を有し、酸素含有ガスを軸Y1に沿った方向に吹き出し、内管2の内側を通過させる。内管2は、酸素含有ガスを内管2の開口端2bから軸Y1に沿った方向に放出する。

**【0019】**

水素ガス吹出口3bは、酸素含有ガス吹出口3aを囲む円環形状を有する。水素ガス吹出口3bは、水素ガスを外管1の内周面1dと内管2の外周面2eとの間へ軸Y1に略平行な方向に吹き出し、外管1の内周面1dと内管2の外周面2eとの間を通過させる。外管1と内管2とは、水素ガスを内管2の開口端2bから軸Y1に沿った方向に放出する。

**【0020】**

(発熱方法)

10

20

30

40

50

次に、図 1 ~ 図 3 を参照して、水素ガスバーナー装置用のノズル構造体 10 を用いた発熱方法について説明する。

【 0 0 2 1 】

図 2 に示すように、酸素含有ガスを酸素含有ガス吹出口 3 a から吹き出しつつ、水素ガスを水素ガス吹出口 3 b から吹き出す。すると、水素ガスと酸素含有ガスを内管 2 の開口端 2 b から軸 Y 1 に略平行な方向に放出する。酸素含有ガスが、内管 2 の開口端 2 b から軸 Y 1 に沿った方向に放出した後、外管 1 の内側において、開口端 2 b より外管 1 の一端部 1 b 側に延び出ている部分を進む。また、水素ガスが外管 1 の内周面 1 d と内管 2 の外周面 2 e との間を通過した後、酸素含有ガスの外周を進む。これらによって、酸素含有ガスと水素ガスとの接触を抑制するため、酸素含有ガスと水素ガスとの混合を抑制することができる。

10

【 0 0 2 2 】

続いて、点火プラグなどの着火装置（図示略）を用いて、スパークさせて、水素ガスを着火させ、燃焼させる。すると、管状炎 F 1 が発生し、内管 2 の開口端 2 b から外管 1 の一端部 1 b 側へ延びて、収束する。管状炎 F 1 は、外管 1 を熱して、外管 1 は、輻射熱を発生することによって、発熱する。

【 0 0 2 3 】

ここで、水素ガスバーナー装置用のノズル構造体 10 を用いた発熱方法の燃焼条件について説明する。水素ガスバーナー装置用のノズル構造体 10 を用いた発熱方法の一例を用いて、各条件の NOx 発生量を計測した。この計測した結果を、図 4 ~ 図 6 に示した。

20

【 0 0 2 4 】

図 4 に示すように、空気流速  $V_a$  と水素流速  $V_h$  との比  $V_a / V_h$  が、1.0 近傍である場合に、NOx 発生量が下限値である。そのため、比  $V_a / V_h$  は、1.0 近傍であるとよい。例えば、比  $V_a / V_h$  は、0.1 以上 3.0 以下の範囲内にあるとよい。空気流速  $V_a$  と水素流速  $V_h$  とは、内管 2 の内径と内管 2 の厚みとを変更することによって、それぞれ変更することができる。

【 0 0 2 5 】

また、図 5 に示すように、空気比が増大すると、NOx 発生量は増大する傾向にある。空気比は、1.0 以上 1.5 以下の範囲内にあると好ましい。空気比が 1.0 以上である場合、計算上、未燃水素が排出されないと考えられるため、好ましい。また、空気比が 1.5 以下である場合、多量の空気を必要としないことから、省エネルギーであるため、好ましい。

30

【 0 0 2 6 】

また、図 6 に示すように、酸素含有ガスの酸素濃度が増大すると、NOx 発生量は増大する傾向にある。酸素含有ガスの酸素濃度は、例えば、体積 % で、10 % 以上 21 % 以下であるとよい。酸素含有ガスの酸素濃度が 10 % 以上であれば、安定して燃焼炎を発生することができるので、好ましい。酸素含有ガスの酸素濃度が 21 % を下回れば、空気の酸素濃度よりも低いため、NOx の発生量を低減させることができ、好ましい。

【 0 0 2 7 】

以上より、酸素含有ガスが、内管 2 の開口端 2 b から軸 Y 1 に沿った方向に放出した後、外管 1 における内管 2 の開口端 2 b より軸 Y 1 に沿った方向に延出している部分の内側を進む。また、水素ガスが外管 1 の内周面 1 d と内管 2 の外周面 2 e との間を通過した後、酸素含有ガスの外周を進む。これらによって、酸素含有ガスと水素ガスとの混合が抑制されて、水素ガスが緩慢に燃焼する。そのため管状炎 F 1 の温度が局所的に高くなることを抑え、NOx の発生量を抑制することができる。また、逆火現象も生じ難い。

40

【 0 0 2 8 】

また、ノズル構造体 10 は、ガス吹出部 3 を備え、ガス吹出部 3 は、円形状を有する酸素含有ガス吹出口 3 a と、円環形状を有する水素ガス吹出口 3 b とを備える。酸素含有ガス吹出口 3 a が、酸素含有ガスを軸 Y 1 に沿った方向に均一に送り出すため、断面円形状の酸素含有ガスの流れが形成される。また、水素ガス吹出口 3 b が、水素ガスを軸 Y 1 に

50

略平行な方向に均一に送り出すため、断面円環形状の水素ガスの流れが形成される。よって、断面円環形状の水素ガスが、断面円形状の酸素含有ガスの外周に流れる。そのため、水素ガスと酸素含有ガスとの混合の進行をさらに抑制する。従って、管状炎F1の温度が局所的に高くなることをさらに抑えるため、NOxの発生量をさらに抑制することができる。

**【0029】**

(実施の形態1の変形例)

次に、図7及び図8を参照して実施の形態1に係るノズル構造体の変形例について説明する。

**【0030】**

図7及び図8に示すように、ノズル構造体20は、フィン4を備えるところを除いて、ノズル構造体10(図1~図3参照)と同じ構成を有する。フィン4は、内管2の外周面2eに設けられている。図7に示すように、フィン4は、内管2の開口端2bから根元側端部2cにおいて、外管1側に突き出つつ、外管1の軸Y1に沿って延びる。図8に示すように、フィン4は、内管2の外周面2eに複数枚設けられ、軸Y1を中心とした放射線状に、外周面2eから立ち上がるように、設けられている。図8に示すフィン4の一例は、内管2の外周面2eに12枚設けられている。図8に示すフィン4の一例は、それぞれ、軸Y1を中心として、360°を12等分割した角度範囲、すなわち30°間隔を互いに空けている。

10

**【0031】**

ここで、ノズル構造体20は、フィン4を備え、フィン4は、水素ガス吹出口3bから吹き出された水素ガスを、さらに軸Y1に略平行な方向に外管1の一端部1b側へ送り出すように案内する。また、フィン4は、水素ガスが軸Y1を中心として回転するように流れることを抑制する。そのため、水素ガスと酸素含有ガスとの混合の進行をさらに抑制する。よって、管状炎F1の温度が局所的に高くなることをさらに抑えるため、NOxの発生量をさらに抑制することができる。

20

**【0032】**

(実施の形態1の他の変形例)

次に、図9及び図10を参照して実施の形態1に係るノズル構造体の他の変形例について説明する。

30

**【0033】**

図9及び図10に示すように、ノズル構造体30は、フィン5を備えるところを除いて、ノズル構造体10(図1~図3参照)と同じ構成を有する。フィン5は、外管1の内周面1dにおける内管2側に設けられている。図9に示すように、フィン5は、内管2の開口端2bから根元側端部2cにおいて、内管2側に突き出つつ、外管1の軸Y1に略平行な方向に延びる。フィン5は、外管1の内周面1dに複数枚設けられ、軸Y1を中心とした放射線状に、内周面1dから立ち上がるように、設けられている。図9及び図10に示すフィン5の一例は、外管1の内周面1dに12枚設けられている。図9に示すフィン5の一例は、それぞれ、軸Y1を中心として、360°を12等分割した角度範囲、すなわち30°間隔を互いに空けている。

40

**【0034】**

ここで、ノズル構造体30は、フィン5を備え、フィン5は、水素ガス吹出口3bから吹き出された水素ガスを、さらに軸Y1に略平行な方向に外管1の一端部1b側へ送り出すように案内する。また、フィン5は、水素ガスが軸Y1を中心として回転するように流れることを抑制する。そのため、水素ガスと酸素含有ガスとの混合の進行をさらに抑制する。よって、管状炎F1の温度が局所的に高くなることをさらに抑えるため、NOxの発生量をさらに抑制することができる。

**【実施例】****【0035】**

次に、ノズル構造体10(図1~図3参照)に係る実施例を用いて燃焼実験を行い、燃

50

焼負荷率に対するNO<sub>x</sub>発生量を計測した結果について説明する。

【0036】

なお、比較例1では、燃料ガスとして炭化水素系ガスを用いて、ノズル構造体10と異なる構成を有する公知のノズル構造体を用いて燃焼実験を行なった。この公知のノズル構造体は、燃料ガスとして炭化水素系ガスを用いた場合に、よく利用されている。比較例2では、燃料ガスとして水素ガスを用いて、ノズル構造体10と異なる構成を有する公知のノズル構造体を用いて燃焼実験を行なった。比較例1及び比較例2では、いずれも燃焼負荷率に対するNO<sub>x</sub>発生量を計測した。

【0037】

図11に示すように、実施例では、燃焼負荷率が増大しても、NO<sub>x</sub>発生量は一定となる傾向にある。一方、比較例1及び比較例2では、燃焼負荷率が増大すると、NO<sub>x</sub>発生量も増大する傾向にある。比較例1及び比較例2のNO<sub>x</sub>発生量は、燃焼負荷率にも関わらず、いずれも実施例のNO<sub>x</sub>発生量と比較して高かった。つまり、実施例のNO<sub>x</sub>発生量は、比較例1及び比較例2のNO<sub>x</sub>発生量と比較して低かった。

10

【0038】

なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。例えば、ノズル構造体20、30(図7~図10参照)は、フィン4、5をそれぞれ備えたが、フィン4、5をいずれも備えてよい。

【符号の説明】

【0039】

10、20、30 ノズル構造体

1 外管

1d 内周面

2 内管

2b 開口端

2e 外周面

3 ガス吹出部

3a 酸素含有ガス吹出口

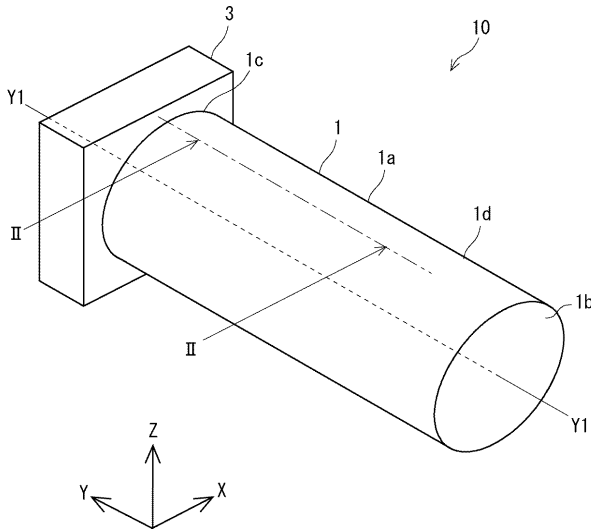
3b 水素ガス吹出口

4、5 フィン

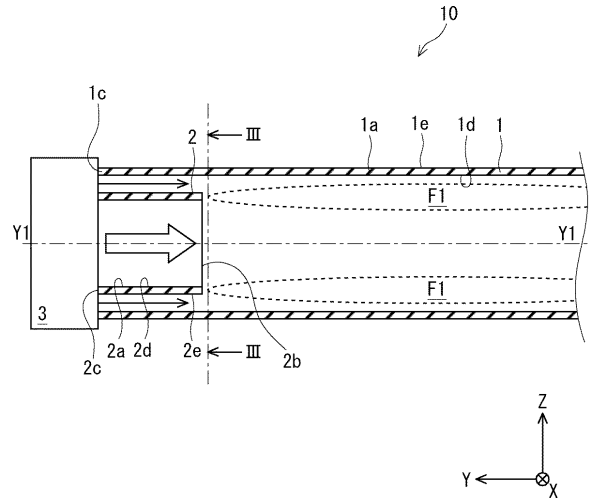
Y1 軸

20

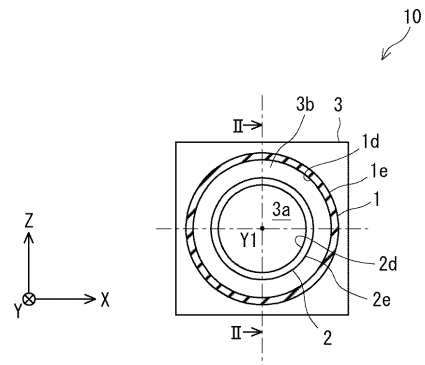
【 図 1 】



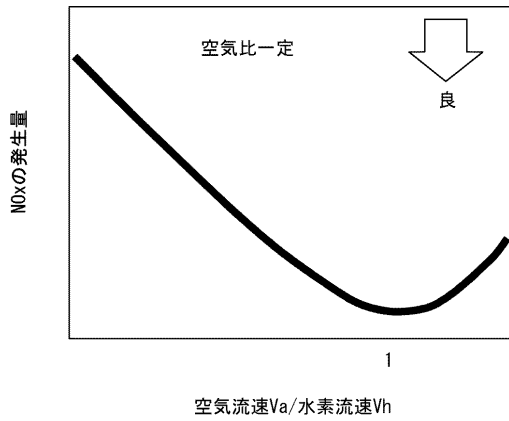
【 図 2 】



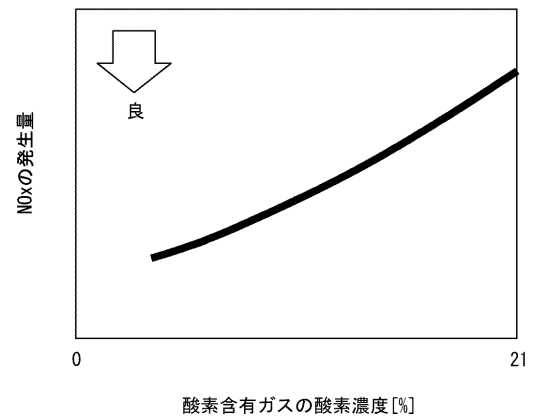
【 図 3 】



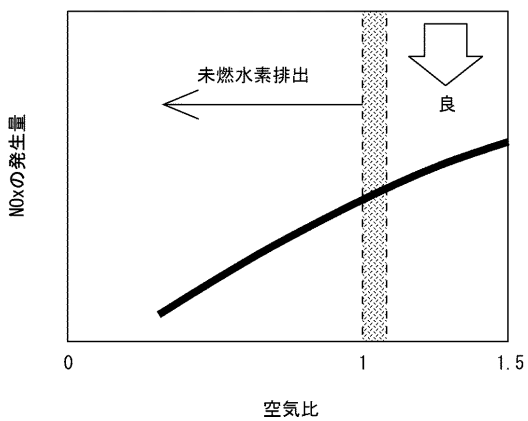
【 図 4 】



【 図 6 】

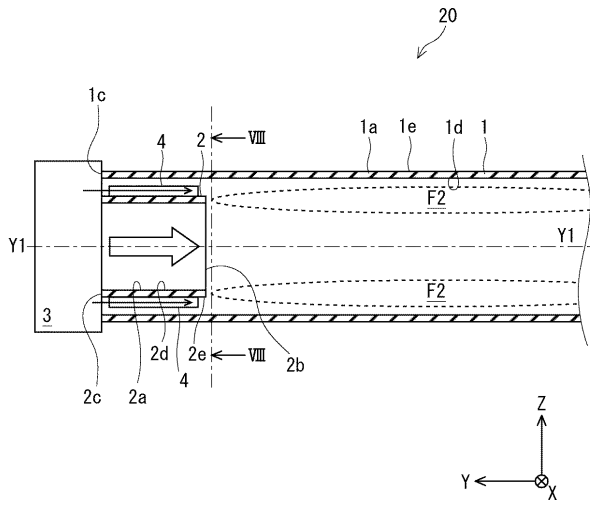


【 図 5 】

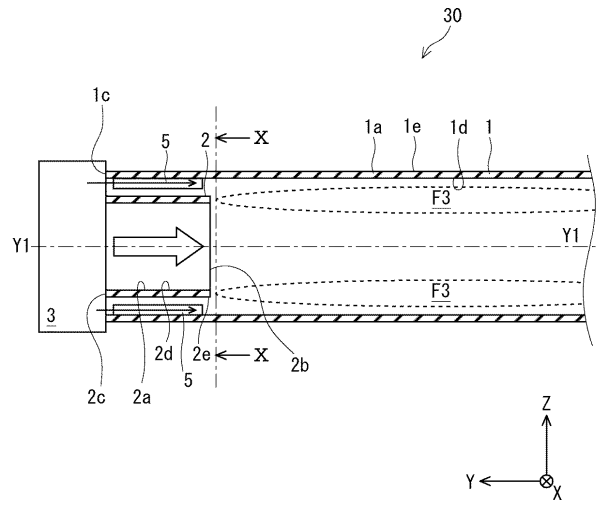




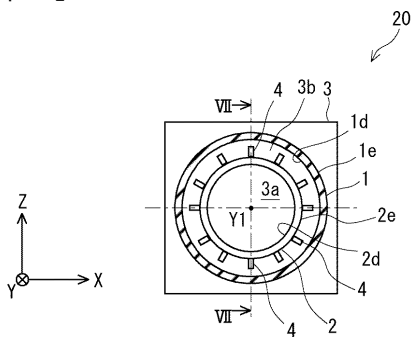
【 図 7 】



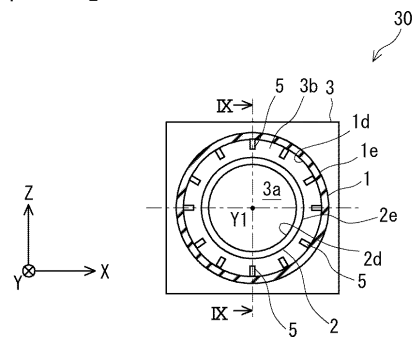
【 図 9 】



【 図 8 】



【 図 10 】



【 図 11 】

