

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第5943687号  
(P5943687)

(45) 発行日 平成28年7月5日(2016.7.5)

(24) 登録日 平成28年6月3日(2016.6.3)

(51) Int.Cl.  
GO 1 N 21/27 (2006.01)

F I  
GO 1 N 21/27 Z

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2012-92454 (P2012-92454)	(73) 特許権者	514030104
(22) 出願日	平成24年4月13日 (2012.4.13)		三菱日立パワーシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2013-221804 (P2013-221804A)		神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号
(43) 公開日	平成25年10月28日 (2013.10.28)	(74) 代理人	100112737
審査請求日	平成27年3月2日 (2015.3.2)		弁理士 藤田 考晴
		(74) 代理人	100118913
			弁理士 上田 邦生
		(72) 発明者	宮▲崎▼ 翼
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		(72) 発明者	土橋 晋作
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 濃度測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

測定対象が含まれるガスにレーザ光を照射し、前記ガスを透過したレーザ光を検出し、  
前記測定対象が含まれる前記ガスが流通する機器の内部空間に仮想的に設定された複数の  
測定点における前記測定対象の濃度を測定して濃度分布を得る濃度測定装置において、

機器の内部空間を囲む第1壁部に設けられた第1透明板と、  
前記内部空間を囲み前記第1壁部と異なる第2壁部に設けられた第2透明板と、  
前記内部空間内に設けられ、一端が前記第1透明板であり他端が前記第2透明板であっ  
て、レーザ光が前記第1透明板から前記第2透明板にわたって軸線方向に対して平行に通  
過する筒状部材と、

を備え、  
前記筒状部材は、透明な少なくとも一つの隔壁と前記第1透明板と前記第2透明板とに  
よって、複数のセルに仕切られており、

各前記セルは、  
外部の吸引装置及び逆洗部に接続される第1開口部と、  
前記吸引装置によって前記セル内に吸入される前記内部空間の前記測定点のガスが通過  
する第2開口部と、  
を有し、

各前記セルは、それぞれ前記第2開口部を介して、他の前記セルとは異なる前記測定点  
におけるガスが供給され、

前記吸引装置によって前記複数のセルのうち少なくとも一つの前記セル内に吸引された前記内部空間のガスに含まれる前記物質の濃度を測定するとき、前記複数のセルのうち他の前記セル内には、前記逆洗部によってパージガスが充満される濃度測定装置。

【請求項 2】

測定対象とする物質が含まれるガスにレーザ光を照射し、ガスを透過したレーザ光を検出することで前記物質の濃度を測定する濃度測定装置において、

機器の内部空間内に設けられ、前記内部空間を囲む第 1 壁部と、前記内部空間を囲み前記第 1 壁部と異なる第 2 壁部の少なくともいずれか一方によって支持される筒状部材を備え、

前記筒状部材は、

外周面に形成された前記内部空間のガスが出入する開口部と、

互いに対向する二つの透明な隔壁の間に形成された前記開口部を含む測定空間と、を有し、

レーザ光が、前記測定空間において、一の前記隔壁から他の前記隔壁にわたって前記筒状部材の軸線方向に対して平行に通過し、

前記筒状部材は、軸線方向に対して平行に移動可能である濃度測定装置。

10

【請求項 3】

前記筒状部材は、前記内部空間を囲む第 1 壁部と、前記内部空間を囲み前記第 1 壁部と異なる第 2 壁部の少なくともいずれか一方によって支持され、

前記筒状部材と接続され、レーザ光が一端部から他端部にわたって軸線方向に対して平行に通過する測定管を更に備え、

前記筒状部材は、前記内部空間のガスが通過する開口部を有し、

前記測定管は、前記筒状部材から前記内部空間のガスが導入される請求項 1 または請求項 2 に記載の濃度測定装置。

20

【請求項 4】

前記筒状部材が複数設けられ、前記筒状部材それぞれの前記開口部は、前記筒状部材の軸線方向において位置が異なる請求項 2 または請求項 3 に記載の濃度測定装置。

【請求項 5】

前記筒状部材の他端に一端が接続され、他端が分岐管に接続される測定管と、

前記分岐管に設けられた吸引手段と、

前記機器の外部において前記筒状部材に設けられた流量調整弁とを更に備え、

30

前記測定管は、管内に導入された前記ガスに対してレーザ光を照射する送光手段と、該レーザ光を受光する受光手段とを有し、前記レーザ光の強度情報に基づいて前記管内に導入された前記ガスに含まれる前記測定対象の濃度を測定する請求項 1 または請求項 2 に記載の濃度測定装置。

【請求項 6】

複数の前記筒状部材のうち一部の筒状部材の前記他端は、前記流量調整弁よりもガス流れ下流側において共通の接続管に接続され、

前記測定管の一端が前記接続管に接続されている請求項 5 に記載の濃度測定装置。

40

【請求項 7】

前記測定管が備える各送光手段には、共通のレーザ光源からレーザ光が供給される請求項 5 または請求項 6 に記載の濃度測定装置。

【請求項 8】

前記測定管が備える各受光手段は共通の光検出手段と接続され、前記光検出手段によってレーザ光の受光強度が検出される請求項 5 から請求項 7 のいずれかに記載の濃度測定装置。

【請求項 9】

排ガス中の窒素酸化物を除去する脱硝装置であって、

還元剤主系統に設けた総流量制御弁の下流から分岐させた複数の還元剤供給系統が各々

50

少なくとも 1 個の注入ノズルと該注入ノズルの上流側に位置する流量制御元弁とを備え、前記排ガスを流す流路内に設置されて前記注入ノズルから前記排ガス中に還元剤を注入する還元剤注入装置と、

前記還元剤と前記排ガスとを混合させる流体混合装置と、

前記窒素酸化物と前記還元剤とを反応させた後に主として水と窒素とに分解する脱硝触媒と、

前記脱硝触媒下流側の前記流路断面内における還元剤濃度分布を測定する請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の濃度測定装置と、

窒素酸化物濃度を計測する窒素酸化物濃度計と、

前記還元剤濃度分布及び前記窒素酸化物濃度の計測値が入力され、前記窒素酸化物濃度に基づいて前記総流量制御弁の開度の設定を行うとともに、前記還元剤濃度分布に基づいて複数個所の前記流量制御元弁毎の開度の設定を行う開度設定部と

を具備する脱硝装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、濃度測定装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、配合ガスに含まれる特定物質の濃度測定を行う装置としてレーザ式ガス分析計が知られている。このレーザ式分析計は、気体状のガス分子がそれぞれ固有の光吸収スペクトルを有するという特性を利用し、特定物質が含まれるガスにレーザ光を照射し、その特定波長の吸光量から特定物質の濃度を測定するものである。

【0003】

特許文献 1 には、アンモニアを含むガスが流通する配管ユニットからガスを吸引し、吸引したガスをレーザ式ガス分光計に導いてガス中に含まれるアンモニア濃度を測定する技術が開示されている。

特許文献 2 には、煙道の内部に挿入されて排ガスを採取するサンプリング管と、サンプリング管に対して加熱導管を介して接続されるフローセルユニットと、フローセルユニットに接続されるレーザ式ガス分析計とを備えるアンモニア濃度測定装置が開示されている。特許文献 2 に開示されているアンモニア濃度測定装置では、サンプリング管の内部に三酸化硫黄 ( $\text{SO}_3$ ) を吸着するがアンモニアを通過させる吸着剤を装填し、排ガスから三酸化硫黄を除去したガスをレーザ式ガス分析計に導入させることで、アンモニアの測定精度を向上させている。

【0004】

下記特許文献 1、2 に開示されているサンプリング方式の濃度測定装置では、以下のようない問題点があった。

ガスを吸引して測定用の配管に導く必要があることから、測定的高速化が困難である。

ガスを測定用の配管に引き込んだ後に濃度測定を行うことから、配管を流通しているガスと測定管に引き込まれたガスの状態（例えば、温度等）が異なってしまい、測定精度が低下する。

流通ガスを局所的に採取して濃度測定を行うため、局所的なガス濃度測定はできても、濃度分布を取得することができない。また、サンプリング箇所を逐次変えて濃度測定を行えば、濃度分布を取得することは可能であるが、位置毎にガスの吸引、排出が必要となり、作業が煩雑であるとともに時間がかかる。

【0005】

また、上記のように、ガスを測定用の配管に吸引するのではなく、ガスが流通する管そのものにレーザ式ガス分析計を配置する方法も提案されている（例えば、特許文献 3 参照）。特許文献 3 には、ガスが存在する内部空間に突出させた外筒と、外筒内にレーザを透過する光透過性部材によって閉塞された密閉空間を有する内筒とからなる二重管ノズルを

10

20

30

40

50

レーザ光照射装置とレーザ光受光装置とにそれぞれ設け、この二重管ノズルの間の距離および突出位置を調節することにより、二重管ノズル間に存在する特定物質の濃度を測定する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2012-008008号公報

【特許文献2】特開2010-236877号公報

【特許文献3】特開2011-038877号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献3には、濃度分布を取得することについては何ら開示されていない。また、特許文献3に開示されている装置を用いて濃度分布を取得する場合には、濃度測定位置に応じて二重管ノズルの位置を調節する必要があり、制御が煩雑となる上、相当な時間を要するという問題があった。

【0008】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、測定対象物質が含まれるガスまたは液体を採取することなく、測定対象物質の濃度分布を取得することのできる濃度測定装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用する。

本発明に係る濃度測定装置は、測定対象とする物質が含まれるガスにレーザ光を照射し、ガスを透過したレーザ光を検出することで前記物質の濃度を測定する濃度測定装置において、機器の内部空間を囲む第1壁部に設けられた第1透明板と、前記内部空間を囲み前記第1壁部と異なる第2壁部に設けられた第2透明板と、前記内部空間内に設けられ、一端が前記第1透明板であり他端が前記第2透明板であって、レーザ光が前記第1透明板から前記第2透明板にわたって軸線方向に対して平行に通過する筒状部材とを備え、前記筒状部材は、透明な少なくとも一つの隔壁と前記第1透明板と前記第2透明板とによって、複数のセルに仕切られており、前記セルは、外部の吸引装置及び逆洗部に接続される第1開口部と、前記吸引装置によって前記セル内に吸入される前記内部空間のガスが通過する第2開口部とを有し、前記吸引装置によって前記複数のセルのうち少なくとも一つの前記セル内に吸引された前記内部空間のガスに含まれる前記物質の濃度を測定するとき、前記複数のセルのうち他の前記セル内には、前記逆洗部によってパージガスが充満される。

30

【0010】

この発明によれば、機器の内部空間に筒状部材が設けられ、筒状部材の一端は第1壁部に設けられた第1透明板であり、筒状部材の他端は第2壁部に設けられた第2透明板である。そして、筒状部材は複数のセルに分けられる。各セルは、筒状部材が透明な少なくとも一つの隔壁と第1透明板と第2透明板のうちの二つによって仕切られることによって形成される。

40

筒状部材の軸線方向に配置される部材、すなわち、第1透明板と第2透明板と隔壁は、透明部材であることから、レーザ光が筒状部材内部を通過する。

各セルには、機器の内部空間のガスが吸入される。セルごとに内部空間のガスを順次吸入した場合、セルに吸入されたガスに含まれる物質の濃度をセル単位で測定できる。セルは、筒状部材の軸方向に配置されることから、筒状部材の軸方向に沿って内部空間の物質の濃度分布を測定できる。なお、一のセル内の濃度を測定するとき、他のセル内には、内部空間のガスは含まれず、例えばパージガスで充満しておく。

【0011】

また、本発明に係る濃度測定装置は、測定対象とする物質が含まれるガスにレーザ光を

50

照射し、ガスを透過したレーザ光を検出することで前記物質の濃度を測定する濃度測定装置において、機器の内部空間内に設けられ、前記内部空間を囲む第1壁部と、前記内部空間を囲み前記第1壁部と異なる第2壁部の少なくともいずれか一方によって支持される筒状部材を備え、前記筒状部材は、外周面に形成された前記内部空間のガスが出入する開口部と、互いに対向する二つの透明な隔壁の間に形成された前記開口部を含む測定空間とを有し、レーザ光が、前記測定空間において、一の前記隔壁から他の前記隔壁にわたって前記筒状部材の軸線方向に対して平行に通過する。

【0012】

この発明によれば、機器の内部空間に筒状部材が設けられ、筒状部材は第1壁部と第2壁部の少なくともいずれか一方によって支持される。そして、筒状部材の外周面には、開口部が形成されており、筒状部材は、互いに対向する二つの透明な隔壁の間に挟まれた開口部を含む測定空間と、それ以外の空間に分けられる。

10

開口部を含む測定空間は、内部空間のガスが存在し、それ以外の空間は、隔壁によって仕切られていることから、内部空間のガスが存在しない。したがって、測定空間において、レーザ光が筒状部材の軸線方向に対して平行に通過することによって、測定空間におけるガスに含まれる物質の濃度を測定できる。

【0013】

また、本発明に係る濃度測定装置は、測定対象とする物質が含まれるガスにレーザ光を照射し、ガスを透過したレーザ光を検出することで前記物質の濃度を測定する濃度測定装置において、機器の内部空間内に設けられ、前記内部空間を囲む第1壁部と、前記内部空間を囲み前記第1壁部と異なる第2壁部の少なくともいずれか一方によって支持される筒状部材と、前記筒状部材と接続され、レーザ光が一端部から他端部にわたって軸線方向に対して平行に通過する測定管とを備え、前記筒状部材は、前記内部空間のガスが通過する開口部を有し、前記測定管は、前記筒状部材から前記内部空間のガスが導入される。

20

【0014】

この発明によれば、機器の内部空間に筒状部材が設けられ、筒状部材は第1壁部と第2壁部の少なくともいずれか一方によって支持される。そして、筒状部材の外周面には、開口部が形成されており、開口部を介して内部空間のガスが筒状部材内に導かれる。筒状部材は、測定管と接続されており、測定管は、筒状部材内部から内部空間のガスが導入される。測定管において、レーザ光が測定管の軸線方向に対して平行に通過することによって、測定管におけるガスに含まれる物質の濃度を測定できる。

30

【0015】

上記発明において、前記筒状部材が複数設けられ、前記筒状部材それぞれの前記開口部は、前記筒状部材の軸線方向において位置が異なるようにしてもよい。

【0016】

この発明によれば、複数の筒状部材が設けられ、それぞれの筒状部材に形成される開口部は、筒状部材の軸線方向において位置が異なることから、異なる。したがって、それぞれの測定空間について濃度を測定することによって、筒状部材の軸方向に沿って内部空間の物質の濃度分布を測定できる。

【0017】

上記発明において、前記筒状部材は、軸線方向に対して平行に移動可能であってもよい。

40

【0018】

この発明によれば、筒状部材が軸線方向に対して平行に移動することによって、筒状部材に形成される開口部は、筒状部材の軸線方向において位置が変化する。そして、測定空間についても、筒状部材の軸線方向において位置が変化する。したがって、異なる位置において測定空間の濃度を測定することによって、筒状部材の軸方向に沿って内部空間の物質の濃度分布を測定できる。

【0019】

本発明は、測定対象が含まれるガスが流通する機器の内部空間に仮想的に設定された複

50

数の測定点における前記測定対象の濃度を測定して濃度分布を得る濃度測定装置であって、先端部に開口部を有し、前記機器の壁面を貫通して該開口部が前記測定点にそれぞれ位置するように配置された複数の筒状部材と、前記筒状部材の他端に一端が接続され、他端が分岐管に接続される測定管と、前記分岐管に設けられた吸引手段と、前記機器の外部において前記筒状部材に設けられた流量調整弁とを有し、前記測定管は、管内に導入された前記ガスに対してレーザ光を照射する送光手段と、該レーザ光を受光する受光手段とを有し、前記レーザ光の強度情報に基づいて前記管内に導入された前記ガスに含まれる前記測定対象の濃度を測定する濃度測定装置を提供する。

【0020】

上記濃度測定装置において、複数の前記筒状部材のうちの一部の筒状部材の前記他端は、前記流量調整弁よりもガス流れ下流側において共通の接続管に接続され、前記測定管の一端が前記接続管に接続されていてもよい。

10

【0021】

上記濃度測定装置において、前記測定管が備える各送光手段には、共通のレーザ光源からレーザ光が供給されることとしてもよい。

【0022】

上記濃度測定装置において、前記測定管が備える各受光手段は共通の光検出手段と接続され、前記光検出手段によってレーザ光の受光強度が検出されることとしてもよい。

【0023】

本発明は、排ガス中の窒素酸化物を除去する脱硝装置であって、還元剤主系統に設けた総流量制御弁の下流から分岐させた複数の還元剤供給系統が各々少なくとも1個の注入ノズルと該注入ノズルの上流側に位置する流量制御弁とを備え、前記排ガスを流す流路内に設置されて前記注入ノズルから前記排ガス中に前記還元剤を注入する還元剤注入装置と、前記還元剤と前記排ガスとを混合させる流体混合装置と、前記窒素酸化物と前記還元剤とを反応させた後に主として水と窒素とに分解する脱硝触媒と、前記脱硝触媒下流側の前記流路断面内における前記還元剤濃度分布を測定する上記いずれかの濃度測定装置と、窒素酸化物濃度を計測する窒素酸化物濃度計と、前記還元剤濃度分布及び前記窒素酸化物濃度の計測値が入力され、前記窒素酸化物濃度に基づいて前記総流量制御弁の開度の設定を行うとともに、前記還元剤濃度分布に基づいて複数個所の前記流量制御弁毎の開度の設定を行う開度設定部とを具備する脱硝装置を提供する。

20

30

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、測定対象物質が含まれるガスまたは液体を採取することなく、測定対象物質の濃度分布を取得することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の第1実施形態に係る濃度分布測定装置を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係る濃度分布測定装置の筒を示す平面図である。

【図3】本発明の第1実施形態に係る濃度測定装置を示す縦断面図である。

【図4】本発明の第1実施形態に係る濃度分布測定装置を示す斜視図である。

40

【図5】本発明の第2実施形態に係る濃度分布測定装置の筒を示す平面図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る濃度測定装置を示す平面図である。

【図7】本発明の第2実施形態に係る濃度測定装置の筒を示す斜視図である。

【図8】図7のVIII-VIII線で切断した断面図である。

【図9】本発明の第2実施形態に係る濃度測定装置の第1変形例を示す縦断面図である。

【図10】本発明の第2実施形態に係る濃度測定装置の第1変形例の筒を示す斜視図である。

【図11】図10のXI-XI線で切断した断面図である。

【図12】図10のXII-XII線で切断した断面図である。

【図13】本発明の第2実施形態に係る濃度測定装置の第2変形例を示す縦断面図である

50

。

【図 1 4】本発明の第 3 実施形態に係る濃度分布測定装置を示す斜視図である。

【図 1 5】本発明の第 3 実施形態に係る濃度分布測定装置の測定管を示す斜視図である。

【図 1 6】本発明の第 1 実施形態の適用例に係る脱硝装置を示す概略構成図である。

【図 1 7】本発明の第 1 実施形態の適用例に係るアンモニア注入装置を示す概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 6 】

以下に、本発明に係る実施形態について、図面を参照して説明する。

[ 第 1 実施形態 ]

以下、本発明の第 1 実施形態に係る濃度分布測定装置 1 について図面を参照して説明する。

図 4 を参照して、本実施形態に係る濃度分布測定領域について説明する。図 4 に示すように、機器 1 0 の内部空間 5 には測定対象を含むガスが流通している。機器 1 0 の一例としては、事業用ボイラ、産業用ボイラ、工業炉などの排ガス口に接続された排気ダクトなどのガス配管、ガスが充填された容器等が挙げられる。

【 0 0 2 7 】

内部空間 5 には、濃度測定領域 S が仮想的に設定されている。濃度測定領域 S は内部空間 5 内に任意に設定される領域である。図 4 では、濃度測定領域 S は 2 次的に設定されているが、3 次的に設定されてもよい。

【 0 0 2 8 】

図 1 は、本実施形態に係る濃度分布測定装置 1 の全体構成を概略的に示したブロック図である。図 1 に示すように、濃度分布測定装置 1 は、濃度測定領域 S に向けてレーザ光を照射する複数の送光部 6 と、各送光部 6 に対応して設けられるとともに、対応する送光部 6 から照射され、濃度測定領域 S を通過したレーザ光を受光する複数の受光部 7 とを有している。

【 0 0 2 9 】

図 3 には、一对の送光部 6 及び受光部 7 の配置関係を概略的に示している。送光部 6 及び受光部 7 は、図 3 に示すように、フランジ 9 によって機器 1 0 の外壁面にそれぞれ固定されている。送光部 6 から射出されたレーザ光は、機器 1 0 の壁面に形成された透明板 2 1 を介して筒 2 0 内部に向けて照射される。レーザ光は、筒 2 0 内に存在する測定対象のガスの影響を受けながら伝搬し、透明板 2 2 を介して対応する受光部 7 により受光される。

。

【 0 0 3 0 】

図 1 に示すように、各送光部 6 には共通のレーザ光源 1 7 から送光側光セレクタ 1 8 を介してレーザ光が供給される。送光側光セレクタ 1 8 は、送光部 6 の設置数以上のチャネルを有しており、各チャネルと各送光部 6 とが光ファイバ 8 を介して接続されている。同様に、レーザ光源 1 7 と送光側光セレクタ 1 8 とは光ファイバ 8 を介して接続されている。レーザ光源 1 7 はレーザ制御部 1 6 によって制御される。レーザ光源 1 7 としては、測定対象の吸光度の特性に応じた適切な波長を出力する光源が採用される。

【 0 0 3 1 】

このような送光系においては、測定制御部 1 5 によってレーザ制御部 1 6 に起動・停止の信号が出力されることにより、レーザ制御部 1 6 によるレーザ光源 1 7 の起動・停止が制御される。更に、測定制御部 1 5 によって送光側光セレクタ 1 8 のチャネルが走査されることにより、レーザ光源 1 7 から射出されたレーザ光が選択されたチャネルの送信部 6 に供給され、筒 2 0 に向けて照射される。また、レーザ光源 1 7 から照射されるレーザ光の照射強度が、例えば、光検出部（図示略）によって検出され、後述する濃度測定部 3 5 に通知される。

【 0 0 3 2 】

各受光部 7 は受光側光セレクタ 3 7 を介して光検出部 3 6 と接続されている。受光側光

10

20

30

40

50

セクタ 37 は受光部 7 の設置数以上のチャンネルを有しており、各チャンネルと各受光部 7 とが光ファイバ 8 を介して接続されている。このとき、各受光部 12 と受光側光セクタ 18 との接続チャンネルは、その受光部 12 に対応する送光部 11 と送光側光セクタ 17 との接続チャンネルと同じチャンネルにされることが好ましい。換言すると、一対の送光部 11 と受光部 12 とは同じチャンネルにそれぞれ接続されることが好ましい。

受光側セクタ 37 と光検出部 36 とは光ファイバ 8 を介して接続されている。

#### 【0033】

このような受光系においては、測定制御部 15 が、送光側光セクタ 18 のチャンネル走査と同期して、受光側光セクタ 37 のチャンネルを走査することにより、送光部 6 から照射されたレーザ光が対応する受光部 7 によって受光され、受光された光の情報が受光側光セクタ 37 を介して光検出部 36 に出力される。光検出部 36 は、入力された光の情報を電気信号に変換して濃度測定部 35 に出力する。

濃度測定部 35 では、上述のように光検出部 36 から各受光部 7 によって受光された光の情報が電気信号として入力されるとともに、測定制御部 15 から受光側光セクタ 37 の受光タイミング信号が入力される。これにより、光検出部 16 からの電気信号と各受光部 7 とが対応付けられる。

#### 【0034】

上記のように、送光側光セクタ 18 を設けることで、レーザ光源 17 を共有化でき、また、受光側光セクタ 37 を設けることで、光検出部 36 を共有化できる。これにより、装置の更なる小型化及び低コスト化を図ることが可能となる。

なお、送光側光セクタ 18 に代えて、各送光部 6 に対応してそれぞれレーザ光源 17 を設けてもよく、同様に、受光側光セクタ 37 に代えて、各受光部 37 に対応して光検出部 36 をそれぞれ設けることとしてもよい。

#### 【0035】

測定制御部 15 及び濃度測定部 35 は、例えば、コンピュータであり、CPU、CPU が実行するプログラム等を記憶するための ROM (Read Only Memory)、各プログラム実行時のワーク領域として機能する RAM (Random Access Memory)、大容量記憶装置としてのハードディスクドライブ (HDD)、通信ネットワークに接続するための通信インターフェース、及び外部記憶装置が装着されるアクセス部を備えている。これら各部は、バスを介して接続されている。更に、測定制御部 15 及び濃度測定部 35 は、キーボードやマウス等からなる入力部およびデータを表示する液晶表示装置等からなる表示部などと接続されていてもよい。

#### 【0036】

上記 CPU が実行するプログラム等を記憶するための記憶媒体は、ROM に限られない。例えば、磁気ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリ等の他の補助記憶装置であってもよい。また、測定制御部 15 と濃度測定部 35 とを個別のハードウェアによって実現してもよいし、これらを一体化し、一つのコンピュータによって実現する構成としてもよい。

#### 【0037】

次に、本実施形態に係る濃度分布測定装置 1 の濃度測定装置 2 について説明する。濃度測定装置 2 は、上述した機器 10 内の濃度測定領域 S に存在する予め対象として決められた特定物質（以下「測定物質」ともいう。）の濃度を測定する。濃度分布測定装置 1 は、複数の濃度測定装置 2 を備える。

#### 【0038】

濃度測定領域 S が、図 2 に示すように、第 1 壁部 11 又は第 2 壁部 12 の面内方向に対して平行方向に 13 列に分割され（A 列～M 列）、第 1 壁部 11 から第 2 壁部 12 にわたって 3 行に分割される場合、39 個の分割領域が形成される。

#### 【0039】

機器 10 は、図 4 に示すように、例えば角筒状の空間であって、断面が四角形の場合、互いに対向する第 1 壁部 11 と第 2 壁部 12 を有する。第 1 壁部 11 と第 2 壁部 12 は、

10

20

30

40

50



板状部材であって、互いに平行に配置される。機器 10 の内部には、ガスが一側から他側に流れる。濃度測定領域 S は、機器 10 のガス流れに対して垂直方向に切断して形成される機器 10 内の 2 次元面又は 3 次元空間である。

【0040】

濃度測定装置 2 は、図 3 に示すように筒 20 を備えており、濃度測定装置 2 の筒 20 は、図 2 及び図 4 に示すように複数本が平行に配置される。筒 20 は、例えば金属製であって、中空の円筒形状である。図 3 に示すように、筒 20 の一端には送光部 6 が設置され、他端には受光部 7 が設置される。送光部 6 から照射されるレーザー光の光路は、筒 20 の軸線方向に対して平行である。

【0041】

10

図 3 に示すように、第 1 壁部 11 には開口部 13 が形成され、第 2 壁部 12 には開口部 14 が形成される。開口部 13 は第 1 壁部 11 を貫通しており、開口部 14 は第 2 壁部 12 を貫通している。開口部 13、14 の大きさは、送光部 6 から照射されるレーザー光が遮断されない大きさであればよい。

【0042】

開口部 13、14 それぞれに透明板 21、22 が設置される。透明板 21、22 は、レーザー光を透過させる。また、透明板 21、22 は、機器 10 の外部から筒 20 内部へ外部空気が流入することを防止する。

【0043】

筒 20 は、一端部が機器 10 の第 1 壁部 11 の開口部 13 に固定され、他端部が機器 10 の第 2 壁部 12 の開口部 14 に固定される。したがって、筒 20 の一端部には、透明板 21 が配置され、他端部には、透明板 22 が配置される。

20

【0044】

また、筒 20 は、内部において、複数の隔壁 23 によって仕切られる。図 3 に示す例では、隔壁 23 は、筒 20 の軸線方向に二つ設置される。隔壁 23 は、レーザー光を透過させる透明の板状部材である。隔壁 23 は、濃度測定領域 S から筒 20 内部に充填されたガスが隣接するセル C E に漏れることを防止する。

【0045】

筒 20 の内部は、透明板 21、22 と、2 枚の隔壁 23 によって、三つのセル C E 1、C E 2、C E 3（以下、総称して「セル C E」ともいう。）が形成される。セル C E 1 は、一端が透明板 21 であり、他端が隔壁 23 であって、レーザー光の測定光路長は、透明板 21 と隔壁 23 間の内寸距離 L0 である。セル C E 2 は、2 枚の隔壁 23 によって挟まれた空間であり、セル C E 2 におけるレーザー光の測定光路長は、2 枚の隔壁 23 間の内寸距離 L0 である。セル C E 3 は、一端が隔壁 23 であり、他端が透明板 22 であって、レーザー光の測定光路長は、隔壁 23 と透明板 22 間の内寸距離 L0 である。

30

【0046】

各セル C E には、セル C E の一端側に開口部 24 と、他端側に開口部 27 が形成される。開口部 24 は、濃度測定領域 S 内のガスが通過する。これにより、セル C E 内部に測定ガスが充填されたり、測定ガスが排出されたりする。開口部 27 は、パージエアーが通過する。これにより、セル C E 内部にパージエアーが充填されたり、セル C E 内部からパージエアーが排出されたりする。開口部 24 がセル C E の一端側に設けられ、開口部 27 が他端側に設けられることにより、セル C E の軸線長さ方向にわたって、吸入されたガスを充填させることができる。

40

【0047】

開口部 24 には、配管 25 の一端部が接続され、配管 25 の他端部は開口部 26 が形成される。開口部 26 は、例えば分割領域 A1、A2、A3……（図 2 及び図 3 参照）の中間に配置される。これにより、セル C E 内部には、分割領域 A1、A2、A3……の中間に存在するガスが吸入される。

【0048】

開口部 27 は、配管 28 の一端部が接続される。配管 28 には、開閉弁 29 が設置され

50

る。開閉弁 29 は、配管 28 内にガスを流通させたり、配管 28 内のガスの流れを遮断したりする。図 3 に示す例では、セル C E 1 に対応して開閉弁 29 A が設置され、セル C E 2 に対応して開閉弁 29 B が設置され、セル C E 3 に対応して開閉弁 29 C が設置される。

#### 【0049】

3 本の配管 28 は、配管 30 と合流する。配管 28 側に対して配管 30 の反対側は、吸引装置（図示せず。）と接続される。配管 30 には、開閉弁 31 が設置される。開閉弁 31 は、配管 30 内にガスを流通させたり、配管 30 内のガスの流れを遮断したりする。吸引装置が駆動し、開閉弁 31 が開状態になったとき、セル C E 内の空気が配管 28 及び配管 30 を介して外部へ流れる。また、濃度測定領域 S 内のガスが開口部 24 からセル C E 内部に流入する。

10

#### 【0050】

配管 30 には、開閉弁 31 よりも配管 29 側にて、逆洗管 32 が接続される。配管 30 側に対して逆洗管 32 の反対側からパージエアーが供給される。パージエアーは、測定物質が含まれない空気又は窒素などである。逆洗管 32 には、開閉弁 33 が設置される。開閉弁 33 は、逆洗管 32 内にエアーを流通させたり、逆洗管 32 内のパージエアーの流れを遮断したりする。機器 10 内の圧力は、機器 10 の外部に比べて負圧であることから、開閉弁 31 が閉状態で、開閉弁 33 が開状態になったとき、パージエアーが逆洗管 32、配管 30 及び配管 28 を介してセル C E 内部へ流れる。また、セル C E 内のガスが開口部 24 から機器 10 内部へ流出する。

20

#### 【0051】

給気口 34 は、筒 20 の内周面にて、透明板 21、22 と、隔壁 23 のそれぞれの近傍かつセル C E 側に設けられる。給気口 34 からシールエアーが吹き出すことによって、透明板 21、22 表面と隔壁 23 表面への物質の付着を防止できる。シールエアーは、例えば、筒 20 の外部に設置された流通路（図示せず。）を通過して、機器 10 の外部から透明板 21、22 表面と隔壁 23 の表面へ供給される。

#### 【0052】

次に、本実施形態に係る濃度測定装置 2 の動作について説明する。

濃度測定装置 2 は、筒 20 の各セル C E 内部に測定物質を含むガス（以下「測定ガス」ともいう。）が充填され、各セル C E をレーザ光が通過することによって、測定物質の濃度が測定される。測定時、測定ガスが充填されるセル C E は 1 本の筒 20 について一つのセル C E であり、他のセル C E はパージエアーが充填される。

30

#### 【0053】

まず、セル C E 1 内部に測定ガスを吸引するため、吸引装置を駆動し、開閉弁 29 A と開閉弁 31 を開状態、開閉弁 29 B と開閉弁 29 C と開閉弁 33 を閉状態にする。これにより、セル C E 1 内の空気が配管 28 及び配管 30 を介して外部へ流れる。また、濃度測定領域 S 内のガスが開口部 26 を介して開口部 24 からセル C E 1 内部に流入する。

#### 【0054】

そして、送光側セクタ 18 を調整して、測定ガスが導入されたセル C E 1 を有する筒 20 にレーザ光を照射する。このとき、その他のセル C E 2、C E 3 は、パージエアーが充填されている。筒 20 にレーザ光が照射されることによって、光検出部 36 で光の強度が検出される。光の強度は、測定物質の濃度に応じて変化することから、濃度測定装置 2 は、セル C E 1 内の対象物質の濃度を測定できる。

40

#### 【0055】

濃度測定が終了したとき、開閉弁 31 を閉状態、開閉弁 29 A、29 B、29 C と開閉弁 33 を開状態にする。その結果、機器 10 内は外部に比べて負圧であることから、セル C E 1、C E 2、C E 3 内は、パージエアーで充填される。また、パージエアーの流通によって、配管 28 やセル C E 1、C E 2、C E 3 において測定ガスに含まれるダストによる詰まりを防止できる。

#### 【0056】

50

次に、セル C E 2 によって濃度を測定する場合は、吸引装置を駆動し、開閉弁 2 9 B と開閉弁 3 1 を開状態、開閉弁 2 9 A と開閉弁 2 9 C と開閉弁 3 3 を閉状態にして、セル C E 2 内部に測定ガスを吸引する。測定が終了したとき、同様に、セル C E 1 , C E 2 , C E 3 をパージエアーで充満させる。そして、セル C E 3 によって濃度を測定する場合も上述と同様の手順で行う。

【 0 0 5 7 】

以上、本実施形態によれば、1本の筒 2 0 で3箇所の分割領域の濃度を測定できる。そして、全ての筒 2 0 で同様に測定を行うことで、濃度測定領域 S 全体の濃度分布を得ることができる。また、筒 2 0 が機器 1 0 に対して固定されており、レーザ光の測定光路長 L 0 も一定であることから、測定光路長 L 0 の設定するための時間が不要である。その結果、測定全体にかかる時間を短縮化できる。

10

【 0 0 5 8 】

[ 第 2 実施形態 ]

次に、図 5 ~ 図 8 を参照して、本発明の第 2 実施形態に係る濃度分布測定装置 1 の濃度測定装置 3 について説明する。

濃度測定装置 3 では、濃度測定領域 S が、N 個に分割されるとき、N本の筒 4 2 が設置される。濃度測定領域 S が、図 5 に示すように、第 1 壁部 1 1 又は第 2 壁部 1 2 の面内方向に対して平行方向に 1 3 列に分割され ( A 列 ~ M 列 ) 、第 1 壁部 1 1 から第 2 壁部 1 2 にわたって 3 行に分割される場合、3 9 個の分割領域が形成される。各分割領域の濃度を測定する場合、各列 ( A 列、B 列 ... ) には、3本の筒 4 2 が設置され、合計 3 9 本の筒 4 2 が同一面内に平行に設置される。

20

【 0 0 5 9 】

筒 4 2 は、例えば金属製であって、円筒形状である。機器 1 0 の外部かつ各筒 4 2 の一端側には送光部がそれぞれ設置され、他端側には受光部がそれぞれ設置される。各送光部から照射されるレーザ光の光路は、各筒 4 2 の軸線方向に対して平行である。筒 4 2 は、図 6 に示すように、第 1 壁部 1 1 及び第 2 壁部 1 2 を貫通して設けられ、機器 1 0 に対して固定されている。

【 0 0 6 0 】

筒 4 2 の外周面には、図 6 に示すように、開口部 4 5 が形成される。開口部 4 5 は、平面視したときの形状が図 6 に示す例では長方形である。なお、開口部 4 5 の形状は、長円形、楕円形等でもよく、長方形に限定されない。

30

【 0 0 6 1 】

開口部 4 5 は、例えば図 7 及び図 8 に示すように、互いに対向して 2 箇所に形成される。一の開口部 4 5 は、ガス流れ上流に位置し、他の開口部 4 5 はガス流れ下流側に位置する。

【 0 0 6 2 】

開口部 4 5 の一端部には、隔壁 4 6 が配置され、他端部には隔壁 4 7 が配置される。隔壁 4 6 , 4 7 は、レーザ光を透過させる透明の板状部材である。

【 0 0 6 3 】

筒 4 2 は、隔壁 4 6 , 4 7 との間に、測定空間 4 8 が形成される。測定空間 4 8 は、一端が隔壁 4 6 であり、他端が隔壁 4 7 であって、レーザ光の測定光路長は、隔壁 4 6 と隔壁 4 7 間の内寸距離 L 0 である。測定空間 4 8 には、濃度測定領域 S 内のガスが存在する。複数の筒 4 2 の各測定空間 4 8 は、例えば分割領域 A 1 , A 2 , A 3 ... の中間に配置される。これにより、各測定空間 4 8 内部には、分割領域 A 1 , A 2 , A 3 ... の中間のガスがそれぞれ存在する。

40

【 0 0 6 4 】

分割領域の各列 ( A 列、B 列 ... ) に配置された 3 本の筒 4 2 のそれぞれの測定空間 4 8 は、筒 4 2 の軸線方向において位置が異なる。これにより、各列の 3 本の筒 4 2 は、それぞれ異なる分割領域の濃度を測定できる。

【 0 0 6 5 】

50

給気口 3 4 は、筒 4 2 の内周面にて、隔壁 4 6 と隔壁 4 7 のそれぞれの近傍かつ測定空間 4 8 側に設けられる。給気口 3 4 からシールエアーが吹き出すことによって、隔壁 4 6 , 7 表面への物質の付着を防止できる。シールエアーは、例えば、図 8 に示すように、筒 4 2 の壁部内部に形成された流通路を通過して、機器 1 0 の外部から隔壁 4 6 , 4 7 の表面へ供給される。

#### 【 0 0 6 6 】

次に、本実施形態に係る濃度測定装置 3 の動作について説明する。

濃度測定装置 3 の測定空間 4 8 は、濃度測定領域 S に対して開口している。したがって、測定空間 4 8 には、測定ガスが常に存在した状態となる。そこで、まず、送光側セクタ 1 8 を調整して、レーザ光を照射する筒 4 2 を選択する。筒 4 2 にレーザ光が照射されることによって、光検出部 3 6 で光の強度が検出される。光の強度は、測定物質の濃度に応じて変化することから、濃度測定装置 3 は、測定空間 4 8 内の対象物質の濃度を測定できる。

10

そして、順次、送光側セクタ 1 8 を切り替えていくことによって、全ての筒 4 2 での濃度測定が完了する。

#### 【 0 0 6 7 】

以上、本実施形態によれば、筒 4 2 それぞれによって、各分割領域の濃度を測定できる。そして、全ての筒 4 2 で同様に測定を行うことで、濃度測定領域 S 全体の濃度分布を得ることができる。また、筒 4 2 が機器 1 0 に対して固定されており、レーザ光の測定光路長 L 0 も一定であることから、測定光路長 L 0 の設定するための時間が不要である。その結果、測定全体にかかる時間を短縮化できる。

20

また、測定の際、測定ガスの吸引が不要であることから、濃度測定装置における構成部材の点数を低減したり、測定にかかる時間を短縮化したりすることができる。

#### 【 0 0 6 8 】

次に、図 9 及び図 1 0 を参照して、濃度測定装置 3 の第 1 変形例について説明する。

図 6 ~ 図 8 に示した濃度測定装置 3 は、開口部 4 5 が、筒 4 2 の外周面に、それぞれ 2 箇所ずつ互いに対向して形成される場合について説明したが、本発明はこの例に限定されない。

#### 【 0 0 6 9 】

図 9 及び図 1 0 に示す濃度測定装置 3 の第 1 変形例は、開口部 4 5 が、筒 4 2 の外周面に、それぞれ 1 箇所ずつ形成される。開口部 4 5 の開口方向は、例えばガス流れの下流側である。これにより、開口部 4 5 内部に位置する各部材、例えば隔壁 4 6 , 4 7 への測定ガスに含まれるダストの付着を防止できる。

30

#### 【 0 0 7 0 】

開口部 4 5 の内部には、筒 4 2 の軸線方向に対して平行に壁部 4 9 が設置される。壁部 4 9 の一端部には、隔壁 4 6 が配置され、他端部には隔壁 4 7 が配置される。壁部 4 9 は、隔壁 4 6 , 4 7 と共に、機器 1 0 の外部に存在するガスが、筒 4 2 内部に流入し、機器 1 0 内部へ流入することを防止する。

#### 【 0 0 7 1 】

筒 4 2 は、隔壁 4 6 , 4 7 及び壁部 4 9 との間に、測定空間 5 0 が形成される。測定空間 5 0 は、一端が隔壁 4 6 であり、他端が隔壁 4 7 であって、レーザ光の測定光路長は、隔壁 4 6 と隔壁 4 7 間の内寸距離 L 0 である。測定空間 5 0 には、濃度測定領域 S 内のガスが存在する。測定空間 5 0 は、測定空間 4 8 と同様に、例えば分割領域 A 1 , A 2 , A 3 ... の中間に配置される。これにより、測定空間 5 0 内部には、分割領域 A 1 , A 2 , A 3 ... の中間のガスが存在する。

40

#### 【 0 0 7 2 】

分割領域の各列 ( A 列、B 列 ... ) に配置された 3 本の筒 4 2 のそれぞれの測定空間 5 0 は、筒 4 2 の軸線方向において位置が異なる。これにより、各列の 3 本の筒 4 2 は、それぞれ異なる分割領域の濃度を測定できる。

#### 【 0 0 7 3 】

50

給気口 3 4 は、筒 4 2 の内周面にて、隔壁 4 6 と隔壁 4 7 のそれぞれの近傍かつ測定空間 5 0 側に設けられる。給気口 3 4 からシールエアーが吹き出すことによって、隔壁 4 6 , 4 7 表面への物質の付着を防止できる。シールエアーは、例えば、図 1 0 ~ 図 1 2 に示すように、筒 4 2 の内部に配置された流通路 5 6 を通過して、機器 1 0 の外部から隔壁 4 6 , 4 7 の表面へ供給される。

【 0 0 7 4 】

また、図 6 ~ 図 8 に示した濃度測定装置 3 は、機器 1 0 の外部に送光部と受光部がそれぞれ設置される場合について説明したが、本発明はこの例に限定されない。

【 0 0 7 5 】

図 9 及び図 1 0 に示す濃度測定装置 3 の第 1 変形例は、送光部 6 が筒 4 2 の内部にそれぞれ設置され、受光部 7 が筒 4 2 の内部にそれぞれ設置されてもよい。また、受光部 7 は、図 9 に示すように、レンズ 5 4 を介してレーザ光を受光してもよい。

【 0 0 7 6 】

次に、図 1 3 を参照して、第 2 実施形態に係る濃度測定装置 3 の第 2 変形例について説明する。

図 6 ~ 図 8 に示した濃度測定装置 3 は、筒 4 2 が第 1 壁部 1 1 及び第 2 壁部 1 2 を貫通して設けられ、両端で機器 1 0 に対して固定されている場合について説明したが、本発明はこの例に限定されない。

【 0 0 7 7 】

図 1 3 に示す濃度測定装置 3 の第 2 変形例は、筒 4 2 が第 1 壁部 1 1 及び第 2 壁部 1 2 のいずれか一方を貫通して設けられ、片持ち状態で機器 1 0 に対して固定されている。これにより、図 6 ~ 図 8 に示した濃度測定装置 3 の筒 4 2 よりも筒 4 2 の軸線方向長さを短縮でき、機器 1 0 の幅が広いときなどにおいて有利である。

【 0 0 7 8 】

第 2 変形例では、筒 4 2 は、第 1 変形例と同様に、隔壁 4 6 , 4 7 及び壁部 4 9 との間に、測定空間 5 0 が形成される。測定空間 5 0 は、一端が隔壁 4 6 であり、他端が隔壁 4 7 であって、レーザ光の測定光路長は、隔壁 4 6 と隔壁 4 7 間の内寸距離  $L_0$  である。測定空間 5 0 には、濃度測定領域  $S$  内のガスが存在する。測定空間 5 0 は、測定空間 4 8 と同様に、例えば分割領域  $A_1$  ,  $A_2$  ,  $A_3$  ..... の中間に配置される。これにより、測定空間 5 0 内部には、分割領域  $A_1$  ,  $A_2$  ,  $A_3$  ..... の中間のガスが存在する。

【 0 0 7 9 】

分割領域の各列 (  $A$  列、 $B$  列 ..... ) に配置された 3 本の筒 4 2 のそれぞれの測定空間 5 0 は、筒 4 2 の軸線方向において位置が異なる。これにより、各列の 3 本の筒 4 2 は、それぞれ異なる分割領域の濃度を測定できる。

【 0 0 8 0 】

また、図 1 3 に示した濃度測定装置 3 の第 2 変形例は、送光部 6 が筒 4 2 の内部にそれぞれ設置され、機器 1 0 の外部に受光部がそれぞれ設置される。

【 0 0 8 1 】

なお、濃度測定装置 3 の第 2 変形例において、筒 4 2 を軸線方向に移動可能に設置するとしてもよい。分割領域の各列で筒 4 2 が 3 本ずつ設置されるのではなく、各列において 1 本の筒 4 2 のみが設置されればよい。これにより、筒 4 2 の測定空間 5 0 が筒 4 2 の軸線方向において位置を変化させることができる。その結果、スライドする筒 4 2 を用いて、濃度測定装置 3 は、それぞれ異なる分割領域の濃度を測定できる。

【 0 0 8 2 】

[ 第 3 実施形態 ]

次に、図 1 4 及び図 1 5 を参照して、本発明の第 3 実施形態に係る濃度分布測定装置 1 の濃度測定装置 4 について説明する。

上述した第 1、第 2 実施形態では、濃度測定領域  $S$  内にレーザ光を通過させるとしたが、第 3 実施形態では、各分割領域から機器 1 0 外に測定ガスを吸引して、測定ガスが蓄積された筒内の濃度を測定する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 3 】

濃度測定装置 4 では、濃度測定領域 S が、N 個に分割されるとき、合計 N 本の筒 6 0 , 6 1 , 6 2 が設置される。濃度測定領域 S が、第 1 壁部 1 1 又は第 2 壁部 1 2 の面内方向に対して平行方向に 1 3 列に分割され ( A 列 ~ M 列 ) 、第 1 壁部 1 1 から第 2 壁部 1 2 にわたって 3 行に分割される場合、3 9 個の分割領域が形成される ( 図 5 参照 ) 。各分割領域の濃度を測定する場合、各列 ( A 列、B 列..... ) には、筒 6 0 , 6 1 , 6 2 が 1 本ずつ設置され、合計 3 9 本の筒 6 0 , 6 1 , 6 2 が同一面内に平行に設置される。

## 【 0 0 8 4 】

筒 6 0 , 6 1 , 6 2 は、例えば金属製であって、円筒形状である。筒 6 0 , 6 1 , 6 2 は、例えば第 1 壁部 1 1 を貫通して設けられ、機器 1 0 に対して固定されている。

10

## 【 0 0 8 5 】

筒 6 0 , 6 1 , 6 2 の先端部には、図 1 4 に示すように、開口部 6 3 が形成される。筒 6 0 , 6 1 , 6 2 には、機器 1 0 の外部で流量調整弁 6 8 が設置される。流量調整弁 6 8 は、筒 6 0 , 6 1 , 6 2 内に測定ガスを流通させたり、筒 6 0 , 6 1 , 6 2 の測定ガスの流れを遮断したりする。

## 【 0 0 8 6 】

測定管 6 4 は、例えば金属製であって、円筒形状である。測定管 6 4 は、機器 1 0 の外部に設置される。測定管 6 4 は、一端側にて、筒 6 0 , 6 1 , 6 2 のいずれか 1 本と接続され、他端側にて、分岐管 6 5 と接続される。複数の分岐管 6 5 は、吸引管 6 6 と合流する。吸引管 6 6 には、吸引ポンプ 6 7 と開閉弁 6 9 が設置される。

20

## 【 0 0 8 7 】

吸引ポンプ 6 7 は、濃度測定領域 S 内の測定ガスを筒 6 0 , 6 1 , 6 2 の先端部の開口部 6 3 から吸入して、測定管 6 4 内に測定ガスを導入する。どの分割領域の測定ガスを吸入し測定するかによって、流量調整弁 6 8 の開閉が制御される。吸引管 6 6 は、吸引ポンプ 6 7 よりも下流側にて、機器 1 0 の第 1 壁部 1 1 に接続される。そして、測定管 6 4 にて測定が終了した測定ガスは、機器 1 0 内部に戻される。開閉弁 6 9 は、機器 1 0 内の測定ガスの逆流を防止する。

## 【 0 0 8 8 】

図 1 5 に示すように、複数の測定管 6 4 の一端側には送光部 6 がそれぞれ設置され、他端側には受光部 7 がそれぞれ設置される。各送光部 6 から照射されるレーザ光の光路は、各測定管 6 4 の軸線方向に対して平行である。測定管 6 4 は、機器 1 0 の外部に設けられるため、測定管 6 4 に設置される送光部 6 及び受光部 7 のメンテナンスが容易である。

30

## 【 0 0 8 9 】

測定管 6 4 は、送光部 6 と受光部 7 との間に、測定空間が形成される。測定管 6 4 内の測定空間は、一端が送光部 6 の端面 6 a であり、他端が受光部 7 の端面 7 a であって、レーザ光の測定光路長は、端面 6 a と端面 7 a 間の内寸距離 L 0 である。測定管 6 4 の測定空間には、濃度測定領域 S から吸入されたガスが充填される。筒 6 0 , 6 1 , 6 2 の先端部の開口部 6 3 は、例えば分割領域 A 1 , A 2 , A 3 ..... の中間に配置される。これにより、測定管 6 4 の測定空間内部には、分割領域 A 1 , A 2 , A 3 ..... の中間のガスが充填する。

40

## 【 0 0 9 0 】

分割領域の各列 ( A 列、B 列..... ) に配置された筒 6 0 , 6 1 , 6 2 のそれぞれの開口部 6 3 は、筒 6 0 , 6 1 , 6 2 の軸線方向において位置が異なる。これにより、各列の筒 6 0 , 6 1 , 6 2 は、それぞれ異なる分割領域の濃度を測定できる。

## 【 0 0 9 1 】

給気口 3 4 は、測定管 6 4 の内周面にて、端面 6 a と端面 7 a のそれぞれの近傍かつ測定空間側に設けられる。給気口 3 4 からシールエアーが吹き出すことによって、端面 6 a と端面 7 a 表面への物質の付着を防止できる。シールエアーは、例えば、測定管 6 4 の外部に配置された流通路 ( 図示せず。 ) を通過して、機器 1 0 の外部から端面 6 a と端面 7 a の表面へ供給される。

50

## 【 0 0 9 2 】

本実施形態に係る濃度測定装置 4 の動作について説明する。

筒 6 0 , 6 1 , 6 2 の先端部の開口部 6 3 は、濃度測定領域 S に対して開口している。まず、吸引ポンプ 6 7 を駆動して、測定したい分割領域に対応する筒 6 0 , 6 1 , 6 2 の流量調整弁 6 8 を開状態にする。そして、予め決められた一定の時間の間、先端部の開口部 6 3 から測定ガスを吸引し、測定管 6 4 内部に測定ガスを導入する。

## 【 0 0 9 3 】

その後、送光側セクタ 1 8 を調整して、測定ガスが導入された測定管 6 4 にレーザ光を照射する。測定管 6 4 にレーザ光が照射されることによって、光検出部 3 6 で光の強度が検出される。光の強度は、測定物質の濃度に応じて変化することから、濃度測定装置 4 は、測定管 6 4 内の対象物質の濃度を測定できる。全ての分割領域から測定ガスを吸入し、全ての測定管 6 4 で計測が行われることによって、機器 1 0 内部の濃度測定領域 S 全体の対象物質の濃度分布を測定できる。

なお、流量調整弁 6 8 を開状態にして測定ガスを吸入するタイミングは、分割領域毎に一つずつ行ってもよいし、全ての分割領域を同時に行ってもよい。

## 【 0 0 9 4 】

以上、本実施形態によれば、機器 1 0 内のダストが高濃度であって、第 1、第 2 実施形態のように機器 1 0 内の対象ガスに直接レーザ光を照射しても、適切な測定結果を得られない場合に有効である。

また、レーザ光の測定光路長 L 0 が 1 m 弱程度であれば、測定管 6 4 として既存のレーザ式濃度計測器を用いて、高ダスト濃度中の測定物質の濃度を測定できる。また、筒 4 2 が機器 1 0 に対して固定されており、測定対象とする領域の設定が不要であることから測定全体にかかる時間を短縮化できる。

## 【 0 0 9 5 】

また、本実施形態では、各筒 6 0 , 6 1 , 6 2 に対応して測定管 6 4 を設けていたが、これに代えて、3本の筒 6 0 , 6 1 , 6 2 に対して1つの測定管 6 4 を設け、合計 1 3 本の測定管 6 4 としてもよい。この場合、例えば、各筒 6 0 , 6 1 , 6 2 は、流量調整弁 6 8 よりも測定ガス流れの下流側において共通の管に接続され、この管と測定管 6 4 の一端とが接続される。そして、例えば、筒 6 0 の設置位置における濃度測定を行う場合には、筒 6 0 の流量調整弁 6 8 を開くとともに、筒 6 1 , 6 2 の流量調整弁 6 8 を全閉状態とする。これにより、筒 6 0 に対応する分割領域の測定ガスのみを測定管 6 4 に流通させることができ、その分割領域における測定物質の濃度を測定することができる。そして、この操作を筒 6 1 , 6 2 についても繰り返すことにより、1つの測定管 6 4 によって3つの分割領域の濃度測定を行う。

## 【 0 0 9 6 】

また、本実施形態では、それぞれの測定管 6 4 にそれぞれレーザ光源および光検出部を設けた構成としてもよく、或いは、図 1 に示したように、送光側光セクタ 1 8 および受光側光セクタ 3 7 を設け、送光側光セクタ 1 8 を介して1つのレーザ光源と各測定管 6 4 の送光部とを接続し、受光側光セクタ 3 7 を介して1つの光検出部と各測定管 6 4 の受光部とを接続することとしてもよい。これにより、装置構成を簡素化することが可能となる。

## 【 0 0 9 7 】

## 〔 適用例 〕

次に、上述した第 1 実施形態に係る濃度分布測定装置 1 を脱硝装置に適用する場合の一実施形態について説明する。

図 1 6 は、本実施形態に係る脱硝装置の概略構成を示した図である。図 1 6 において、脱硝装置 7 0 は、たとえば石炭を燃料とするボイラ装置 8 5 に設置され、石炭を燃焼させて生成された燃焼排ガス中に含まれる窒素酸化物 (  $\text{NO}_x$  ) を還元剤のアンモニアと反応させた後、脱硝触媒を用いて主として水と窒素とに分解して除去する装置である。この脱硝装置 7 0 は、ボイラ本体 8 6 に接続されて燃焼排ガスを煙突 8 7 に導く煙道 8 8 に設置

10

20

30

40

50

されており、煙道 88 の出口には、燃焼排ガス中の排熱を回収する熱交換器の空気予熱器 89 が設置されている。

【0098】

脱硝装置 70 は、煙道 89 の直管部に設置されてアンモニアを注入するアンモニア注入装置 71 と、注入したアンモニアを燃焼排ガスと混合させる混合器（不図示）と、窒素酸化物とアンモニアとを反応させた後に水と窒素とに分解する脱硝触媒 72 と、アンモニア注入量等の制御を行う開度設定部 73 と、脱硝後の  $\text{NO}_x$  濃度を監視（測定）する窒素酸化物濃度計（ $\text{NO}_x$  計）74 及び脱硝後のガス流路に仮想的に設けられた濃度測定領域における脱硝後のアンモニア濃度分布を測定する濃度分布測定装置 1 を備えている。

【0099】

アンモニア注入装置 71 は、たとえば図 17 に示すように、アンモニア供給源に接続された流路配管のアンモニア主系統 76 に総流量制御弁 77 を備えている。このアンモニア主系統 76 は、総流量制御弁 77 の下流において、ヘッダ 78 から分岐させた複数本（図示の例では 5 本）のアンモニア供給系統 80 を備えている。

【0100】

アンモニア供給系統 80 は、各々が流量制御元弁 79 及び複数個（図示の例では 5 個）の注入ノズル 75 を備えており、排ガスを流す流路である煙道 88 の内部に注入ノズル 75 が格子状の配置となるように設置されている。注入ノズル 75 は、流路配管のアンモニア主系統 76、ヘッダ 78 及びアンモニア供給系統 80 を通ってアンモニア供給源から供給されたアンモニアを煙道 88 の内部に液滴またはガスの状態で流出させ、燃焼排ガス中に還元剤のアンモニアを注入するものである。なお、液滴の状態で注入されたアンモニアは、高温の燃焼排ガスから吸熱して気化する。

【0101】

こうして煙道 88 の内部に注入されたアンモニアのガスは、混合器を通過することにより燃焼排ガスと攪拌混合される。この結果、アンモニアは窒素酸化物と反応して脱硝触媒 72 を通過するので、水と窒素とに分解されることで窒素酸化物が燃焼排ガス中から除去される。

【0102】

開度設定部 73 には、濃度分布測定装置 1 で測定したアンモニア濃度分布、及び  $\text{NO}_x$  計 74 で測定した窒素酸化物濃度の測定値が入力される。このようなアンモニア濃度及び窒素酸化物濃度の入力を受けた開度設定部 73 は、窒素酸化物濃度に基づいて総流量制御弁 77 の開度の設定（開度制御）を行うとともに、複数個所のアンモニア濃度に基づいて各流量制御元弁 79 の開度の設定（開度制御）を行う。すなわち、開度設定部 73 は、窒素酸化物濃度に基づく総流量制御弁 77 や、濃度分布測定装置 1 で得られたアンモニア濃度分布に基づく流量制御元弁 79 の開度制御信号を出力する。

【0103】

この場合、開度設定部 73 による流量制御元弁 79 の開度制御は、予め定めたアンモニア濃度と流量制御元弁 79 毎の開度との相関関係を定めた制御マップに基づいて行われる。すなわち、脱硝装置 70 は、ボイラ装置 85 毎に諸条件（煙道 8 の流路系統や流路断面積、燃料の種類等）が異なるため、事前に相関関係のデータを実験等により入手して制作した制御マップを開度設定部 73 に記憶しておく。なお、この制御マップでは、煙道 88 内のアンモニア濃度を同一流路断面内で測定した複数位置のアンモニア濃度に対して、複数系統のアンモニア供給系統 80 毎に異なる流量制御元弁 79 の開度を個別に設定するものである。

【0104】

$\text{NO}_x$  計 74 は、煙道 88 において脱硝触媒 72 の下流側で脱硝後の窒素酸化物濃度を測定する。すなわち、 $\text{NO}_x$  計 74 は、脱硝装置 70 による脱硝効果を監視するセンサであり、所望の脱硝が行われるように、開度設定部 73 からアンモニア供給量を増減するように総流量制御弁 77 の開度信号を出力する。

【0105】

10

20

30

40

50



濃度分布測定装置 1 は、上述したように、脱硝触媒 7 2 の下流側における煙道 8 8 の流路断面内に仮想的に設定した濃度測定領域のアンモニア濃度分布を作成し、このアンモニア濃度分布を開度設定部 7 3 に出力する。

【 0 1 0 6 】

このような脱硝装置 7 0 によれば、濃度分布測定装置 1 によって、煙道 8 8 における脱硝触媒 7 2 の下流側におけるアンモニア濃度分布が検出されるとともに、NO<sub>x</sub>計 7 4 によって窒素酸化物濃度が検出され、この検出結果がそれぞれ開度設定部 7 3 に出力される。開度設定部 7 3 では、窒素酸化物濃度に基づいて総流量制御弁 7 7 の開度制御が行われ、かつ、濃度分布測定装置 1 によって得られたアンモニア濃度分布に基づいて流量制御弁 7 9 の開度制御が行われる。これにより、脱硝装置 7 0 の運転を継続しながら、時定数の短いアンモニア濃度の測定値に応じ、複数のアンモニア供給系統 8 0 毎に分配されるアンモニア注入量を自動的に調整することができる。

10

【 0 1 0 7 】

このとき、流量制御元弁 7 9 の開度制御は、予め定めたアンモニア濃度と流量制御元弁 7 9 毎の開度とのマップに基づいて行われるので、窒素酸化物濃度により総供給量が規定されたアンモニアは、流量制御元弁 7 9 の開度に応じてアンモニア供給系統 8 0 に対するアンモニア分配量が調整される。

アンモニア濃度の検出値が高いことは、すなわち、リークアンモニア（未反応アンモニア）が増大したことは、脱硝触媒 7 2 の触媒性能が劣化したことを意味するので、濃度分布測定装置 1 によって測定されたアンモニア濃度分布から、煙道 8 8 の流路断面位置に対応した脱硝触媒 7 2 の劣化状況を把握できる。

20

【 0 1 0 8 】

このように、アンモニア濃度分布が脱硝触媒 7 2 の性能劣化と関連しているので、アンモニア濃度分布に基づいてアンモニア注入装置 7 1 によるアンモニア注入量の分布制御を実施すれば、リークアンモニアの分布をコントロールすることができる。また、リークアンモニアは、空気予熱器 8 9 を閉塞させる原因でもあるから、アンモニア濃度検出に基づいてアンモニア注入装置 7 1 によるアンモニア注入量の分布制御を実施すれば、空気予熱器 8 9 の閉塞防止も可能になる。

【 0 1 0 9 】

本実施形態に係る脱硝装置によれば、脱硝装置の運転を継続しながら、時定数の短い還元剤濃度の測定値に応じて、複数の還元剤供給系統毎に分配される還元剤注入量を自動的に調整することが可能になる。これにより、還元剤注入の分配最適化による脱硝触媒の寿命延長や脱硝触媒更新の効率化を達成することができる。この結果、脱硝装置においては、脱硝触媒の更新に伴うコストの低減やアンモニア消費量の最適化を実現できる。

30

【 0 1 1 0 】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、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。

例えば、上述した実施形態では、複数の筒 2 0、筒 4 2、筒 6 0、6 1、6 2 が同一面内に設置される場合について説明したが、複数の筒 2 0、筒 4 2、筒 6 0、6 1、6 2 の配置面は、厳密に同一面である必要はなく、測定結果に影響を及ぼさない範囲で異なる面に配置されてもよい。

40

【 0 1 1 1 】

また、上述した実施形態では、筒 2 0、筒 4 2、筒 6 0、6 1、6 2 が互いに平行な第 1 壁部 1 1 と第 2 壁部 1 2 との間に、一の壁部に対して直交方向に固定されとしたが、本発明はこの例に限定されない。例えば、一の壁部に対して斜め方向に筒 2 0、筒 4 2、筒 6 0、6 1、6 2 が固定されてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 2 】

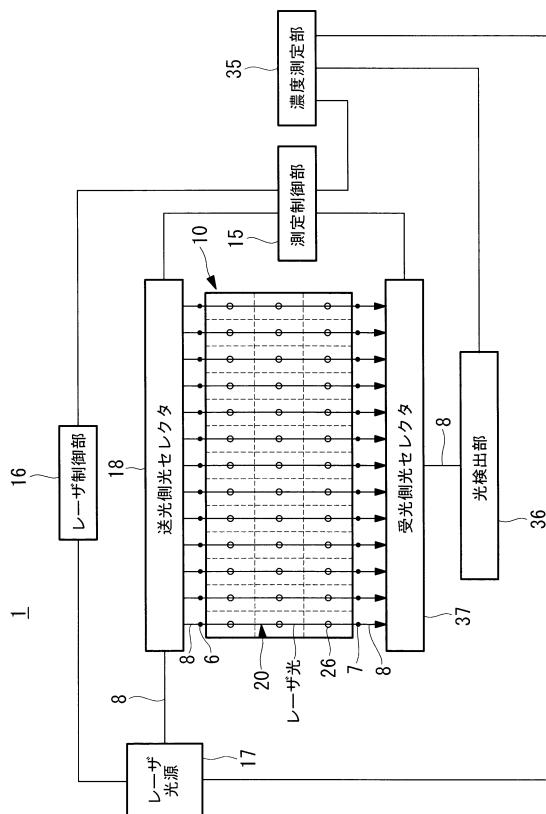
- 1 濃度分布測定装置
- 2, 3, 4 濃度測定装置

50

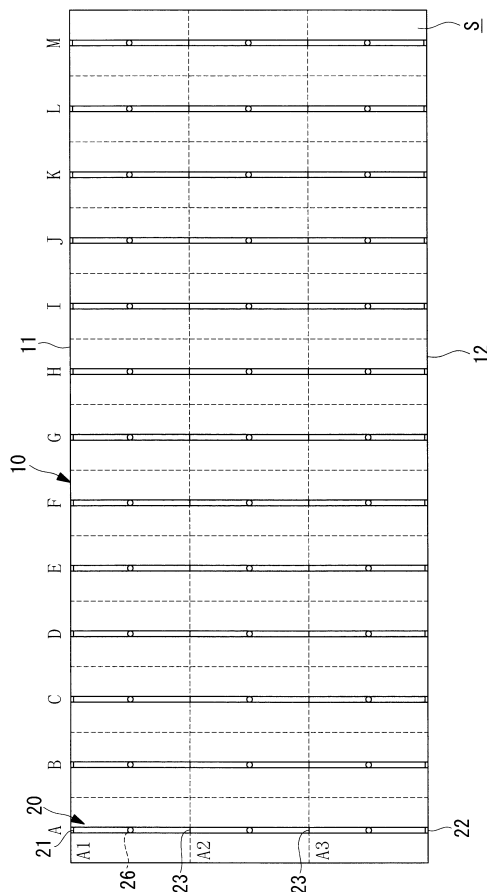
- 6 送光部
- 7 受光部
- 8 光ファイバ
- 10 機器
- 11 第1壁部
- 12 第2壁部
- 20, 42, 60, 61, 62 筒(筒状部材)
- 21 透明板(第1透明板)
- 22 透明板(第2透明板)
- 23, 46, 47 隔壁
- 24 開口部(第2開口部)
- 27 開口部(第1開口部)
- 34 給気口
- 45, 63 開口部
- 48, 50 測定空間
- 64 測定管
- CE, CE1, CE2, CE3 セル

10

【図1】

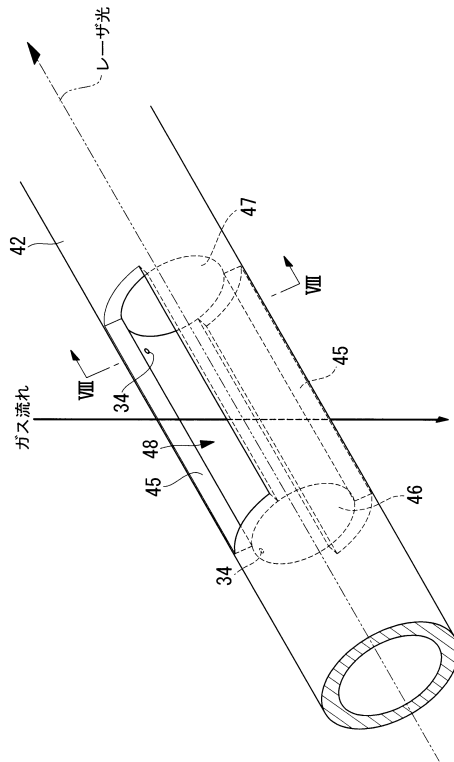


【図2】

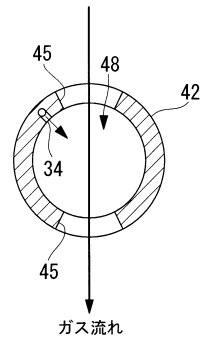




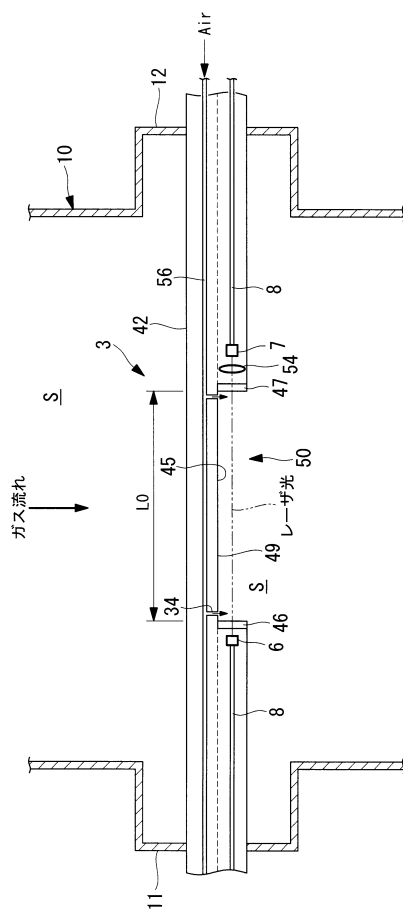
【図 7】



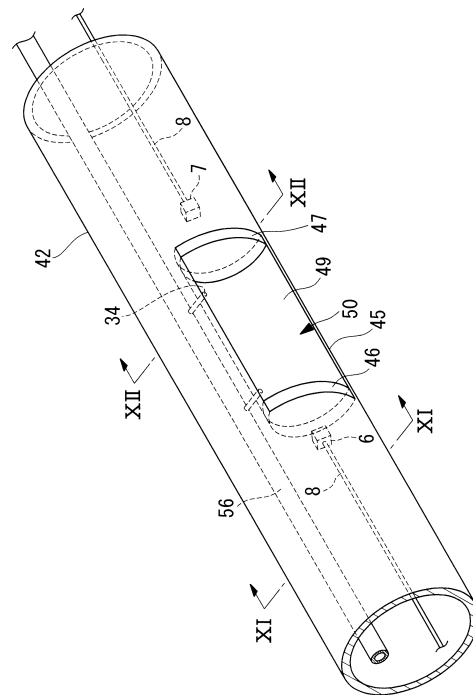
【図 8】



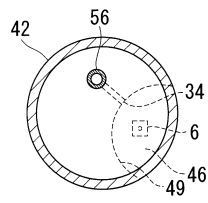
【図 9】



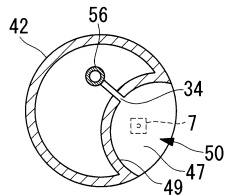
【図 10】



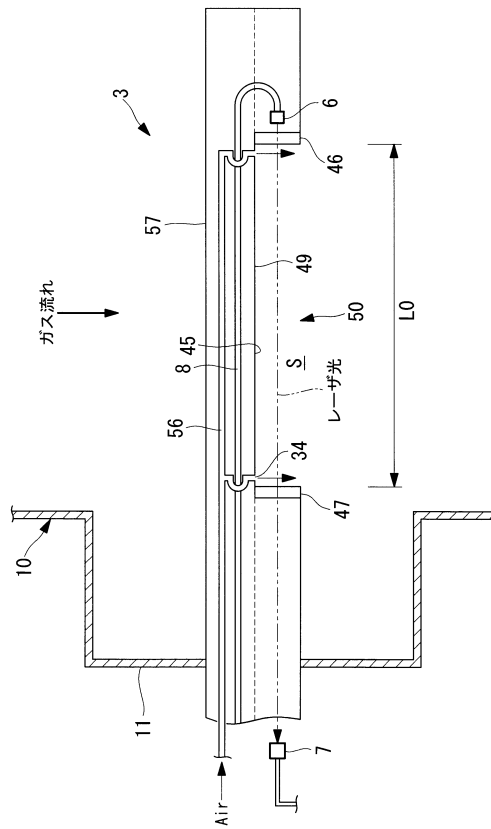
【図 1 1】



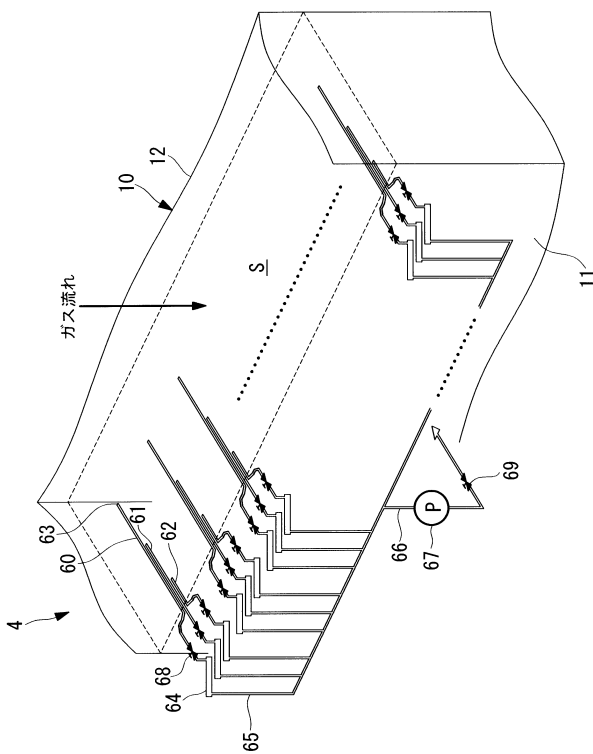
【図 1 2】



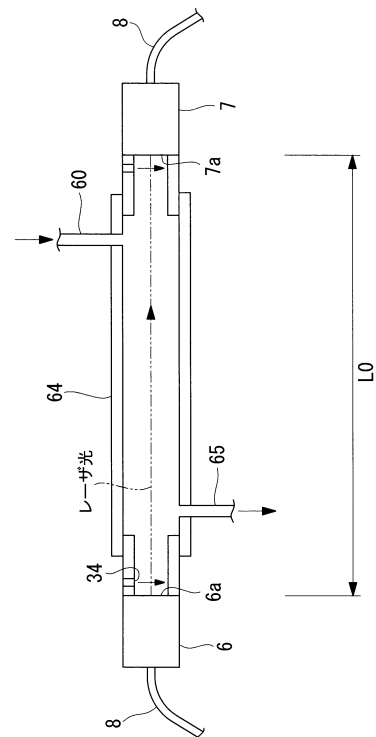
【図 1 3】



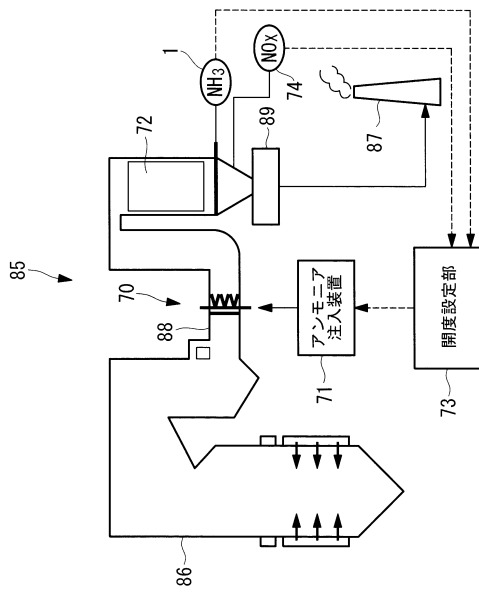
【図 1 4】



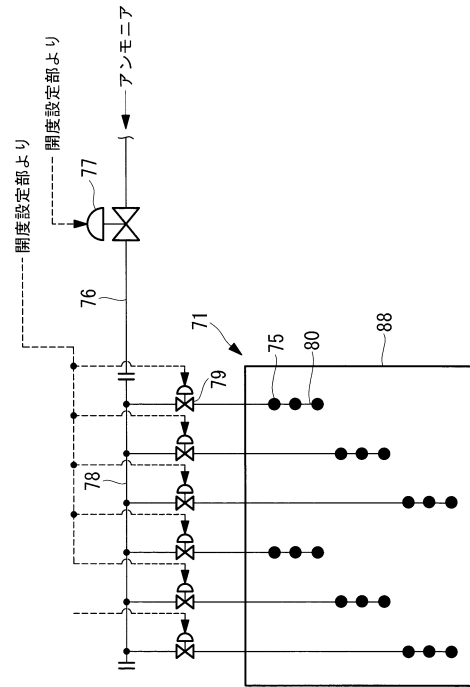
【図 1 5】



【図 16】



【図 17】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 高田 政治  
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 園田 圭介  
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 清澤 正志  
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 海野 健二  
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内

審査官 奥田 雄介

- (56)参考文献 特開昭６３－０６１１４３（ＪＰ，Ａ）  
米国特許第０５３８４６４０（ＵＳ，Ａ）  
実開昭６３－０７９５５０（ＪＰ，Ｕ）  
特開２０１２－０７３１０６（ＪＰ，Ａ）  
特開平０７－０６３６７２（ＪＰ，Ａ）

- (58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)  
G 0 1 N 2 1 / 2 7