

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 8 月 8 日 (08.08.2002)

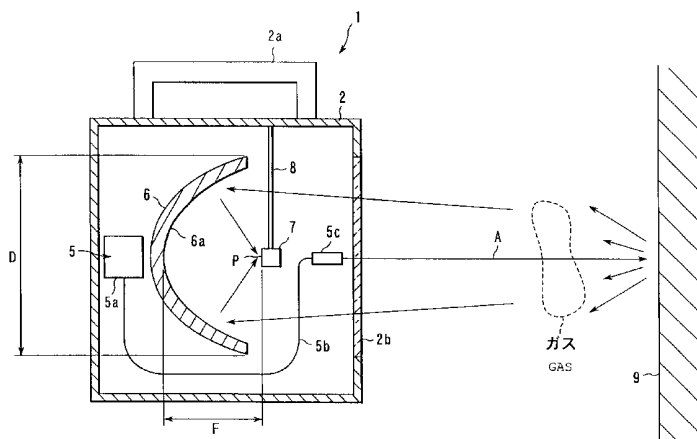
PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/061402 A1

- (51) 国際特許分類: G01N 21/27 (NANAMI, Masaya) [JP/JP]; 〒228-0014 神奈川県 座間市 栗原中央 4-1 5-1 6-1 Kanagawa (JP). 塚本 威 (TSUKAMOTO, Takeshi) [JP/JP]; 〒257-0011 神奈川県 秦野市 尾尻 3 8 8-2 5 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/00688
- (22) 国際出願日: 2002 年 1 月 30 日 (30.01.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 鈴江 武彦, 外 (SUZUYE, Takehiko et al.); 〒100-0013 東京都 千代田区 霞が関 3 丁目 7 番 2 号 鈴榮内外國特許法律事務所内 Tokyo (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: (81) 指定国 (国内): US.
特願 2001-21941 2001 年 1 月 30 日 (30.01.2001) JP
特願 2001-21942 2001 年 1 月 30 日 (30.01.2001) JP (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (DE, FR, GB).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アンリツ株式会社 (ANRITSU CORPORATION) [JP/JP]; 〒106-8570 東京都 港区 南麻布五丁目 1 0 番 2 7 号 Tokyo (JP). 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 名波 雅也

(54) Title: LASER ABSORPTION SPECTRAL DIFFRACTION TYPE GAS DETECTOR AND METHOD FOR GAS DETECTION USING LASER ABSORPTION SPECTRAL DIFFRACTION

(54) 発明の名称: レーザ吸収分光型ガス検出装置及びレーザ吸収分光を用いるガス検出方法



(57) Abstract: A laser absorption spectral diffraction type gas detector light source device with reduced size and weight, comprising a light source device, a light receiver, and a concave mirror disposed in a cabinet, the concave mirror further comprising a reflecting surface for reflecting and condensing, to a specified light condensing position, the laser beam emitted from the light source device to the outside and returned through the light transmitting part after being reflected by an object having a property to reflect the light present in the advancing direction of the laser beam, wherein the laser beam having a beam component with a wavelength corresponding to an absorbing spectrum of detected gas is emitted to the outside through the light transmitting part, and the light receiver disposed at the concave mirror light condensing position in the cabinet receives the laser beam returned through the light transmitting part and outputs an electric signal for detecting the presence or absence of the detected gas at the front of the object according to the attenuation of the light component with a wavelength corresponding to the absorbing spectrum of the detected gas.

[続葉有]



(57) 要約:

本発明は、筐体内に配置されている光源装置、受光器、凹面鏡とを有して、小型軽量化を図ったレーザ吸収分光型ガス検出装置光源装置を提供する。前記光源装置は、被検出ガスの有する吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分を含むレーザ光を光透過部を介して外部に出射する。前記凹面鏡は、前記光源装置によって外部に出射された前記レーザ光が該レーザ光の進行方向に存在する光を反射する性質を有した物体により反射されて前記光透過部を介して戻って来るレーザ光を所定の集光位置に反射させて、集光させる反射面を備えている。前記受光器は、前記筐体内の前記凹面鏡による集光位置に配置されていて、前記光透過部を介して戻って来るレーザ光を受けることにより、前記被検出ガスの有する吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分の減衰度に応じて前記被検出ガスが前記物体の前部に存在しているか否か検出するための電気信号を出力する。

明 細 書

レーザ吸収分光型ガス検出装置及び
レーザ吸収分光を用いるガス検出方法

技術分野

本発明は、レーザ吸収分光型ガス検出装置及びレーザ吸収分光を用いるガス検出方法に係り、特に、ガスの光吸収特性を利用して、光学的に、都市ガス、化学プラント等のガス漏洩を検出する際に、小型軽量化を図って携帯を容易にし得るレーザ吸収分光型ガス検出装置及び該装置の焦点合わせを含むレーザ吸収分光を用いるガス検出方法に関する。

背景技術

周知のように、メタン、二酸化炭素、アセチレン、アンモニア等のガスは、各ガス構成分子の回転や構成原子間の振動等に応じて特定波長の光を吸収する吸収帯を有している。

例えば、メタンガスの場合には、 $1.65\mu\text{m}$ 、 $3.3\mu\text{m}$ 、 $7.7\mu\text{m}$ 帯等の特定波長の光を吸収するに吸収帯を有している。

図12は、波長 $1.65\mu\text{m}$ におけるメタンガスの光吸収スペクトル特性を示す図である。

すなわち、図12に示すように、このメタンガスの光吸収

スペクトル特性によると、波長 $1.65\ \mu\text{m}$ における光強度がディップ状に減衰していることが分かる。

そして、レーザ吸収分光型ガス検出装置は、このようなガスの光吸収特性を利用して、ガスの発生箇所に対し遠隔位置からレーザ光を当てて光学的にガスの存在を検出する。

このようなレーザ吸収分光型ガス検出装置を用いることによって、例えば、都市ガス、化学プラント等のガス漏洩を遠隔的に検出することができる。

ところで、一般に、このようなレーザ吸収分光型ガス検出装置は、ガス漏洩時や、点検時に現場に容易に搬入することができるように、携帯型として小型軽量化を図ることが求められている。

図 13 は、特開平 7-103887 号公報に開示されている従来のレーザ吸収分光型ガス検出装置 50 の構成を示す側断面図である。

すなわち、図 13 に示すように、このレーザ吸収分光型ガス検出装置 50 は、筐体 51 の前面に凸型の集光レンズ 52 が設けられている。

この集光レンズ 52 の中央部には、レーザダイオード (LD) モジュールからなる光源部 53 が設けられている。

この光源部 53 からは、所定距離の遠隔位置において、被検出ガスが存在していると想定される空間中に向けて所定波長帯のレーザ光が出射される。

そして、光源部 53 から出射されたレーザ光は、外部の該レーザ光が到達し得る距離内に存在する建造物の壁等の光を

反射する性質を有した物体によって反射されて、レーザ吸収分光型ガス検出装置 5 0 に戻ってくる。

この反射光は、レーザ吸収分光型ガス検出装置 5 0 の集光レンズ 5 2 で集光された後、筐体 5 1 内部に設けられている受光器 5 4 によって受光される。

ここで、外部の反射物体の前部に被検出ガスが存在していたとすると、光源部 5 3 から出射されたレーザ光は、その被検出ガスを透過していることになるので、その被検出ガスによって、レーザ光の特定波長の光成分が吸収されている。

このため、反射光は、被検出ガスの有する光吸収特性によって、その特定波長の光成分での光強度が減衰している。

従って、受光器 5 4 におけるその特定波長の光成分での受光レベルも減衰することになる。

一方、反射物体の前部に被検出ガスが存在していない場合には、被検出ガスの有する光吸収特性による特定波長の光成分での光強度の減衰が生じていないことになるので、受光器 5 4 におけるその特定波長の光成分での受光レベルも減衰が生じていない。

このようにして、受光器 5 4 は、被検出ガスの有する光吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分の減衰度に応じて、被検出ガスが反射物体の前部に存在しているか否かを検出するための電気信号を出力する。

そして、信号処理部（図示せず）は、受光器 5 4 からの受光状態に応じた電気信号に基づき、被検出ガスの有無を検出するための信号処理を行う。

しかしながら、上述したような従来のレーザ吸収分光型ガス検出装置 5 0 では、それに使用されている集光レンズ 5 2 が大型（例えば、直径 1 2 c m、厚さ 3 c m、重量 1 k g 以上）である。

このため、光軸ズレ等を防いだ状態で集光レンズ 5 2 を保持する筐体 5 1 にもそれなりの剛性強度が必要となり、筐体 5 1 自体の重量も大きくなる。

これによって、従来のレーザ吸収分光型ガス検出装置 5 0 は、装置全体が大型で重量化してしまうので、搬送を容易に行うことができず、携帯には不向きであるという問題を有している。

また、上述したような従来のレーザ吸収分光型ガス検出装置 5 0 は、集光レンズ 5 2 の光軸を含む中央部分に所定大きさ（例えば、直径 4 c m）の光源部 5 3 が設けられているため、集光レンズ 5 2 の有効な集光面積が小さくなり、集光効率が低下しがちであるという問題を有している。

このような光源部 5 3 の配置構造であることによって、集光レンズ 5 2 の有効な集光面積を確保するために、集光レンズ 5 2 自体の大型化が避けられない。

また、上述したような従来のレーザ吸収分光型ガス検出装置 5 0 は、直近から 5 0 m 程度離れた箇所までの距離（測定距離）の範囲にて被検出ガスを検出する構成である。

このため、この測定距離に応じて集光レンズ 5 2 の焦点距離も所定長さが必要となる。

これにより、上述したような従来のレーザ吸収分光型ガス

検出装置 5 0 では、どうしても集光レンズ 5 2 から受光器 5 4 までの間の長さが長くなるので、筐体 5 1 が大型化し重量化することが避けられない。

そこで、筐体 5 1 の小型化のために、集光レンズ 5 2 を短焦点のものにすると、集光レンズ 5 2 がより厚くなことによって、重量化する。

一方、集光レンズ 5 2 を長焦点のものにすると、筐体 5 1 の長さが長くなり重量化する。

図 1 4 は、特開平 7 - 1 0 3 8 8 7 号公報に開示されている従来のレーザ吸収分光型ガス検出装置 5 0 の別の構成を示す側断面図である。

図 1 4 において、前述した図 1 3 のレーザ吸収分光型ガス検出装置 5 0 と同一構成物については同一参照符号を付してそれらの説明を省略するものとする。

すなわち、図 1 4 に示す従来のレーザ吸収分光型ガス検出装置 5 0 においては、筐体 5 1 内に、焦点調節機構 6 0 が設けられる。

前述したように、レーザ吸収分光型ガス検出装置 5 0 は、所定の距離範囲を有して非接触でガスの有無を検出する。

この測定距離の変化に応じて、集光レンズ 5 2 によって集光される反射光の結像位置が変化することになる。

そこで、焦点調節機構 6 0 は、この反射光の結像位置を検出して結像位置上に受光器 5 4 が位置するように焦点調節を行っている。

すなわち、この焦点調節機構 6 0 では、集光レンズ 5 2 に

よって集光された反射光の一部が、ハーフミラー 6 1 で分岐された後、レンズ 6 2 を介してイメージセンサ 6 3 に照射されるようにしている。

このイメージセンサ 6 3 上で検出される分岐光は、受光器 5 4 の焦点位置に対応して移動する。

そこで、イメージセンサ 6 3 での検出位置に応じて移動手段 6 4 を制御することにより、受光器 5 4 を光軸方向に移動させる。

これにより、焦点調節機構 6 0 は、集光レンズ 5 2 によって集光された反射光の結像位置が、受光器 5 4 の受光面上に位置するように、焦点調節を行うことができる。

ところで、上述した従来のレーザ吸収分光型ガス検出装置 5 0 では、被検出ガスに向けて出射されるレーザ光が不可視光であるため、レーザ光がどの位置に照射されているかを使用者が簡単に目視で確認することができないという問題を有している。

このため、上述した従来のレーザ吸収分光型ガス検出装置 5 0 は、上記のような焦点調節機構 6 0 を備えたとしても、レーザ光の照射位置が不明であると、被検出ガスを確実に検出することができないという不都合があった。

そこで、可視のレーザ光を出射するレーザポインタを設けることにより、レーザ光の照射位置を使用者が目視で確認するように構成されたレーザ吸収分光型ガス検出装置が知られている。

しかるに、このようなレーザ吸収分光型ガス検出装置では、

レーザポインタとしての装置を別途取り付けねばならず、さらに重量化及びコスト高となるという問題を有している。

なお、このレーザポインタは、反射物体上でのレーザ光の照射位置を使用者に目視で確認させるためのものであって、上記装置内部での焦点調節を直ちに行うことはできない。

また、上記の焦点調節機構 60 は、部品点数が多いと共に、焦点位置を調整するための演算処理部が必要となり、構造が複雑で、装置全体としての低コスト化を図ることができないという問題を有している。

発明の開示

本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、小型軽量化が図れ、容易に携帯することができるようにしたレーザ吸収分光型ガス検出装置を提供することにある。

また、本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、小型軽量化により携帯が容易であると共に、レーザ光の照射位置の目視確認と内部での焦点調整を簡単に行えるようにしたレーザ吸収分光型ガス検出装置及び該装置の焦点合わせを含むレーザ吸収分光を用いるガス検出方法を提供することを目的としている。

本発明の第 1 の態様によると、

光透過部（2b）を備えた筐体（2）と、

前記筐体内に配置されていて、被検出ガスの有する吸収ス

ペクトラムに対応する波長を有する光成分を含むレーザ光を前記光透過部を介して外部に出射する光源装置（５）と、

前記筐体内に配置されていて、前記光源装置によって外部に出射された前記レーザ光が該レーザ光の進行方向に存在する光を反射する性質を有した物体により反射されて前記光透過部を介して戻って来るレーザ光を所定の集光位置（P）に反射させて、集光させる反射面（６a，１６a）を備えた凹面鏡（６，１６）と、

前記筐体内の前記凹面鏡による集光位置に配置されていて、前記光透過部を介して戻って来るレーザ光を受けることにより、前記被検出ガスの有する吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分の減衰度に応じて前記被検出ガスが前記物体の前部に存在しているか否か検出するための電気信号を出力する受光器（７）と、

を具備するレーザ吸収分光型ガス検出装置が提供される。

本発明の第２の態様によると、

前記光源装置（５）は、

前記光透過部を介して戻って来るレーザ光の光路外に設けられ、前記被検出ガスの有する吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分を含むレーザ光を出射する半導体レーザモジュール（５a）と、

前記凹面鏡（６）の前方位置に設けられ、前記半導体レーザモジュールから出射されたレーザ光を該凹面鏡の中心に位置する光軸（A）に沿って外部に指向させるファイバコリメータ（５c）と、

前記半導体レーザモジュールから出射された光を前記ファイバコリメータに導出する光ファイバ（5 b）とを備えてなる第1の態様に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置が提供される。

本発明の第3の態様によると、

前記半導体レーザモジュール（5 a）は、前記凹面鏡（1 6）の中央位置の背部に設けられ、

前記凹面鏡の中心位置には、前記半導体レーザモジュール（5 a）から出射されるレーザ光を通過させる開口部（1 6 b）が形成された第1の態様に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置が提供される。

本発明の第4の態様によると、

前記凹面鏡（6， 1 6）と前記受光器（7）との相対位置を移動調整自在な移動手段（1 1， 2 1）をさらに備え、

前記移動手段により、前記凹面鏡による集光位置（P）に前記受光器が位置するように、前記外部の光を反射する性質を有した物体（9）までの距離に応じて前記相対位置を移動調整可能に構成した第1の態様に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置が提供される。

本発明の第5の態様によると、

前記凹面鏡の反射面（6 a）は、所定の直径D、所定の焦点距離Fの設定に対応した特定の放物面形状または楕円面形状を有している第1の態様に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置が提供される。

本発明の第6の態様によると、

前記凹面鏡の反射面（16a）は、所定の直径D、所定の焦点距離Fの設定に対応した特定の放物面または楕円面の上半分または下半分の放物面形状または楕円面形状を有している第1の態様に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置が提供される。

本発明の第7の態様によると、

光透過部（2b）を備えた筐体（2）と、

前記筐体内に配置されていて、被検出ガスの有する吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分を含むレーザ光を前記光透過部を介して外部に出射する光源装置（5）と、

前記筐体内に配置されていて、前記光源装置によって外部に出射された前記レーザ光が該レーザ光の進行方向に存在する光を反射する性質を有した物体により反射されて前記光透過部を介して戻って来るレーザ光を所定の集光位置（P）に反射させて、集光させる反射面（6a, 16a）を備えた凹面鏡（6, 16）と、

前記筐体内の前記凹面鏡による集光位置に配置可能になされていて、前記光透過部を介して戻って来るレーザ光を前記受けることにより、前記被検出ガスの有する吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分の減衰度に応じて前記被検出ガスが前記物体の前部に存在しているか否か検出するための電気信号を出力する受光器（7）と、

前記筐体内の前記凹面鏡による集光位置に配置可能になされていて、前記凹面鏡に対し可視光を出射することにより、前記物体により反射されて戻って来るレーザ光と逆方向の経

1 1

路で前記可視光を前記光透過部を介して外部に出射させて、前記物体に目視確認可能な所定の像を形成させる可視光源（30）と、

前記受光器と可視光源との配置位置を相互に入れ替え可能に移動させる移動手段（31，41）と、

を具備するレーザ吸収分光型ガス検出装置が提供される。

本発明の第8の態様によると、

前記移動手段（31，41）は、前記凹面鏡（6，16）と、前記受光器（7）との相対位置を移動調整自在に構成されている第7の態様に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置が提供される。

本発明の第9の態様によると、

前記移動手段（31，41）は、前記受光器（7）の受光面と前記可視光源（30）の光出射面とを前記凹面鏡（6，16）に対し、実質的に同一位置上で相互に入れ替え可能に構成されている第7の態様に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置が提供される。

本発明の第10の態様によると、

前記光源装置（5）は、

前記光透過部を介して戻って来るレーザ光の光路外に設けられ、前記被検出ガスの有する吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分を含むレーザ光を出射する半導体レーザモジュール（5a）と、

前記凹面鏡（6）の前方位置に設けられ、前記半導体レーザモジュールから出射されたレーザ光を該凹面鏡の中心に位

1 2

置する光軸（A）に沿って外部に指向させるファイバコリメータ（5 c）と、

前記半導体レーザモジュールから出射された光を前記ファイバコリメータに導出する光ファイバ（5 b）とを備えてなる第7の態様に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置が提供される。

本発明の第11の態様によると、

前記半導体レーザモジュール（5 a）は、前記凹面鏡（16）の中央位置の背部に設けられ、

前記凹面鏡の中心位置には、前記半導体レーザモジュール（5 a）から出射されるレーザ光を通過させる開口部（16 b）が形成された第7の態様に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置が提供される。

本発明の第12の態様によると、

前記凹面鏡の反射面は、所定の直径D、所定の焦点距離Fの設定に対応した特定の放物面形状または楕円面形状を有している第7の態様に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置が提供される。

本発明の第13の態様によると、

前記凹面鏡の反射面は、所定の直径D、所定の焦点距離Fの設定に対応した特定の放物面または楕円面の上半分または下半分の放物面形状または楕円面形状を有している第7の態様に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置が提供される。

本発明の第14の態様によると、

光源装置（5）により、被検出ガスの有する吸収スペクト

13

ラムに対応する波長を有する光成分を含むレーザ光を外部に出射するステップと、

前記光源装置（５）から前記外部に出射された前記レーザ光が該レーザ光の進行方向に存在する光を反射する性質を有した物体により反射されて戻って来るレーザ光を反射面（６a，１６a）を備えた凹面鏡（６，１６）により、所定の集光位置（P）に反射させて、集光させるステップと、

前記凹面鏡（６，１６）により、前記集光位置（P）に集光された前記物体により反射されて戻って来るレーザ光を前記凹面鏡に対向する受光器（７）で受けることにより、前記被検出ガスの有する吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分の減衰度に応じて前記被検出ガスが前記物体の前部に存在しているか否か検出するステップと、

前記検出するステップに先立って、前記凹面鏡に対向する受光器に代えて可視光を出射する可視光源（３０）を対向配置させ、該可視光源からの可視光を外部に出射させることにより、前記物体上に、前記光源装置（５）から前記外部に出射されたレーザ光の照射位置を目視確認可能な所定の像を形成させるステップと、

を具備するレーザ吸収分光を用いるガス検出方法が提供される。

本発明の第１５の態様によると、

前記可視光源（３０）からの可視光による前記物体上で目視確認可能な所定の像の結像状態が最適となるよう前記凹面鏡（６，１６）と可視光源（３０）との相対位置を変化させ

14

るステップとを具備し、

前記凹面鏡による反射光の集光位置に受光器の受光面を位置決めを可能とすると共に、前記外部の光を反射する性質を有した物体までの距離に応じた焦点合わせを可能とした第14の態様に記載のレーザ吸収分光を用いるガス検出方法が提供される。

上記第1乃至第15の態様によれば、光源装置5から出射されたレーザ光は、被測定ガスを透過して光を反射する性質を有した物体9で散乱反射されて戻って来るレーザ光として凹面鏡6に入射される。

この凹面鏡6は、光を反射する性質を有した物体9で散乱反射されて戻って来るレーザ光を受光器7の受光面に集光する。

この際、受光器7が受光する光量の違いにより被測定ガスの有無を検出することができる。

そして、光源装置5を、ファイバコリメータ5cのみを凹面鏡6の前方に配置する構成とすることにより、光を反射する性質を有した物体9で散乱反射されて戻って来るレーザ光の低減を最小にすることができる。

また、凹面鏡16の背部に光源部5の半導体レーザモジュール5aを配置し、この半導体レーザモジュール5aからの出射光を凹面鏡16の中央の開口部16cから直接出射させることもできる。

また、光を反射する性質を有した物体9までの距離の変化すなわち装置の測定範囲の変化に応じて凹面鏡6の集光位置

が変化するが、移動手段 11 によって凹面鏡 6 と受光器 7 を相対的に移動させることにより、測定距離に対応した集光位置に受光器 7 の受光面を位置させることができる。

また、凹面鏡 6 に対応配置された受光器 7 は、該凹面鏡 6 で集光された反射光を検出するが、移動手段 31 によって受光器 7 部分に可視光源 30 を入れ替えることにより、可視光源 30 からの可視光を凹面鏡 6 で反射させて、受光時とは逆に光を反射する性質を有した物体 9 に照射させることができる。

この光を反射する性質を有した物体 9 上で目視できる可視光は、装置からの光を反射する性質を有した物体 9 までの距離（測定距離）に応じた結像状態となる。

そして、凹面鏡 6 に対する可視光源 30 の相対位置を移動手段 31 によって移動させることにより、焦点位置を合わせることができる。

この後、移動手段 31 により可視光源 30 と受光器 7 を再度入れ替えて、元の位置関係に戻すことにより、凹面鏡 6 に対する受光器 7 の相対位置を焦点が合わされた状態にすることができる。

なお、装置の測定距離の変化に応じて凹面鏡 6 が集光する反射光の集光位置が変化する。

しかるに、本発明では、上記移動手段 31 によって凹面鏡 6 と可視光源 30（受光器 7）を相対的に移動させると共に、可視光源 30 と受光器 7 との位置関係を入れ替えるようにしている。

したがって、測定距離に対応した集光位置に受光器 7 の受光面を位置させ、焦点合わせを容易に行うことができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明によるレーザ吸収分光型ガス検出装置の第 1 実施形態の構成を示す側断面図であり；

図 2 は、図 1 における放物面を有する凹面鏡の集光特性を示す図であり；

図 3 は、図 1 における凹面鏡の測定距離－集光位置の関係を示す図であり；

図 4 は、本発明によるレーザ吸収分光型ガス検出装置の第 2 実施形態の構成を示す側断面図であり；

図 5 A は、本発明によるレーザ吸収分光型ガス検出装置の第 3 実施形態に用いる放物面の半分の部分からなる凹面鏡の集光特性を示す図であり；

図 5 B は、本発明によるレーザ吸収分光型ガス検出装置の第 4 実施形態に用いる放物面の半分の部分からなる凹面鏡の集光特性を示す図であり；

図 6 は、図 5 B の凹面鏡の中央に光軸を設けた場合の測定距離－集光位置の関係を示す図であり；

図 7 は、図 5 B の凹面鏡のズレ量 ΔY 、 ΔZ の関係を示す図であり；

図 8 は、図 5 B の凹面鏡を用いた本発明によるレーザ吸収分光型ガス検出装置の第 4 実施形態の構成を示す側断面図で

あり；

図9は、本発明によるレーザ吸収分光型ガス検出装置の第5実施形態の構成を示す側断面図であり；

図10は、本発明によるレーザ吸収分光型ガス検出装置の第6実施形態の構成を示す側断面図であり；

図11は、本発明によるレーザ吸収分光型ガス検出装置の第6実施形態の構成を示す正面図であり；

図12は、メタンガスの吸収スペクトル特性曲線の一例を示す図であり；

図13は、従来のレーザ吸収分光型ガス検出装置の構成を示す側断面図であり；

図14は、従来のレーザ吸収分光型ガス検出装置の別の構成を示す側断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の各実施の形態を図面を用いて説明する。

(第1実施形態)

図1は、本発明によるレーザ吸収分光型ガス検出装置の第1実施形態の構成を示す側断面図である。

すなわち、図1に示すように、レーザ吸収分光型ガス検出装置1は、筐体2の内部に、光源装置5と、凹面鏡6と、受光器7とを備えて概略構成されている。

ここで、筐体2は、例えば、直方体の箱状に形成されており、上部に携帯用としての把手2aが設けられていることに

より、持ち運び自在である。

この筐体 2 の前面部には、例えば、凹面鏡 6 の直径 D と同等以上の大きさに形成された開口部に透明の樹脂体やガラス等が嵌め込まれた光透過部 2 b が形成されている。

そして、光源装置 5 は、半導体レーザモジュール 5 a と、光ファイバ 5 b と、ファイバコリメータ 5 c とからなり、被検出ガスに特有の吸収スペクトルに合致した波長成分を含むレーザ光を光透過部 2 b を介して外部に出射する。

この光源装置 5 を構成する半導体レーザモジュール 5 a は、被検出ガスがメタンガスの場合、吸収波長 $1.65\ \mu\text{m}$ をカバーする波長帯のレーザ光を発生する半導体レーザ (LD) 及びその発光駆動手段、温度制御手段等を備えてなる。

この半導体レーザモジュール 5 a には、LD によって発生されたレーザ光を導出するための光ファイバ 5 b が接続されている。

この光ファイバ 5 b は、半導体レーザモジュール 5 a からのレーザ光をファイバコリメータ 5 c まで導出する。

これにより、半導体レーザモジュール 5 a からのレーザ光が、ファイバコリメータ 5 c によって光透過部 2 b を介して外部に向けて出射される。

このファイバコリメータ 5 c は、筐体 2 の前面において複数角度方向、例えば、 120 度毎に等間隔に放射線状に張設された 3 本の支持棒 (不図示) によって支持されている。

なお、半導体レーザモジュール 5 a の出射側には、LD 側への戻り光を防止する光アイソレータ等が設けられる。

また、凹面鏡 6 は、光源装置 5（ファイバコリメータ 5 c）によって光透過部 2 b を介して外部に出射されるレーザ光の光軸 A に、その中心を一致させた状態で、筐体 2 の内部に設けられている。

この凹面鏡 6 は、その断面が、例えば、放物面形状または楕円面形状に形成された反射面 6 a を備えている。

凹面鏡 6 は、例えば、プラスチック、アルミニウム、ガラス等からなり、反射面 6 a にアルミニウムや金を鏡面状に蒸着あるいはメッキ処理したものが用いられる。

この凹面鏡 6 の反射面 6 a は、直径 D、焦点距離 F の設定に対応した特定の放物面形状または楕円面形状を有し、光透過部 2 b を介して該反射面 6 a に入射される光を反射して所定の集光位置 P に集光させる。

すなわち、ファイバコリメータ 5 c によって光透過部 2 b を介して外部に出射されるレーザ光は、被検出ガスが存在すると想定される空間近傍の壁や天井、地面、草、雪等の外部の光を反射する性質を有した物体 9 により散乱（反射）されて装置側に戻ってくる。

そして、この外部の光を反射する性質を有する物体 9 により反射されて戻って来るレーザ光は、光透過部 2 b を介して、凹面鏡 6 への入射光として集光位置 P に集光される。

なお、一般に、レーザ光は、光を反射する性質を有する物体 9 で散乱されても、そこからの反射光にはある程度の指向性が保たれている。

このため、外部の光を反射する性質を有した物体 9 により

反射されて戻って来るレーザ光を、凹面鏡 6 によって、できるだけ効率的に集光させるには、この凹面鏡 6 の中心位置をファイバコリメータ 5 c によって外部に出射されるレーザ光の光軸 A に一致させて設けておくことが望ましい。

この凹面鏡 6 による集光位置 P には、受光器 7 が設けられている。

この受光器 7 は、その受光面を凹面鏡 6 の中心方向に向けて配置されており、凹面鏡 6 によって集光された光、すなわち、外部の光を反射する性質を有した物体 9 により反射されて戻って来るレーザ光を受光する。

ここで、受光器 7 は、筒状の支持部材 8 によって筐体 2 の内部に支持されている。

また、受光器 7 からの受光信号は、支持部材 8 の内部を通じて、筐体 2 の外部に導出される。

上記光源装置 5、受光器 7 は、筐体 2 に設けられた図示しないコネクタを介して図示しない処理装置に導出される。

この処理装置は、光源装置 5 を駆動制御し、受光器 7 からの受光信号に基づいて、測定対象の空間（場所）における被検出ガスの有無を検出するための処理を実行する。

上記構成によるレーザ吸収分光型ガス検出装置 1 の動作について説明する。

使用者は、ガス漏れ点検時や漏洩検出（報告）時には、このレーザ吸収分光型ガス検出装置 1 をガスが漏洩していると想定される現場近くの所定距離離れた箇所まで携帯する。

この後、使用者は、レーザ吸収分光型ガス検出装置 1 を動

2 1

作させることにより、光源装置 5 のファイバコリメータ 5 c から測定用のレーザ光を光透過部 2 b を介して外部のガス漏洩があると想定される箇所に向けて出射させる。

このレーザ光は、光軸 A でビーム状に出射され、被検出ガスの有ると想定される空間を通過してその近傍の建築物の壁等の光を反射する性質を有した物体 9 により反射されて、再度、レーザ吸収分光型ガス検出装置 1 側に戻って来る。

この際、このレーザ吸収分光型ガス検出装置 1 は、ガスの漏洩があると想定される箇所から所定距離（2 乃至 50 m 程度）離れた遠隔箇所において、非接触式でガス検出のための測定作業を行うことができるようになっている。

そして、外部の光を反射する性質を有した物体 9 により反射されて、再度、レーザ吸収分光型ガス検出装置 1 側に戻って来るレーザ光は、光透過部 2 b を介して筐体 2 内の凹面鏡 6 に入射される。

この凹面鏡 6 は、この入射光を反射させて、筐体 2 内の集光位置 P に配置されている受光器 7 に集光させる。

この際、ガスの漏洩があると想定される箇所において、実際に、被検出ガスの雰囲気が存在していたとすると、このガスによって所定波長のレーザ光が吸収されている。

このため、受光器 7 で検出される受光レベルは、この所定波長部分に減衰が生じていることになる。

処理装置は、受光器 7 で検出された受光レベルのうち、上記ガスによって吸収される所定波長での受光レベルが相対的に減衰していれば、実際に、ガスが存在していると判断し、

漏洩ガスが検出されたことをメータ表示や警報音等で報知出力する。

上記構成のレーザ吸収分光型ガス検出装置 1 は、外部の光を反射する性質を有した物体 9 により反射されて、再度、レーザ吸収分光型ガス検出装置 1 側に戻って来るレーザ光を、凹面鏡 6 を用いて効率的に集光させる構成であるため、小型軽量化を図ることができる。

例えば、従来技術で説明した集光レンズ 5 2 と同様の有効面積とする場合、凹面鏡 6 は、その直径 D が従来比で半分の 6 cm で良いので、大幅に小型化することができる。

また、凹面鏡 6 は、その形態上、厚さを薄く形成することができるため、例えば、その構成体をプラスチック製とした場合、重量が約 50 g で良いので、従来技術で説明した集光レンズ 5 2 に比して大幅に軽量化することができる。

これにより、筐体 2 としても、大幅に小型軽量化を図ることができるようになる。

また、凹面鏡 6 は、従来技術で説明した集光レンズ 5 2 に比して焦点距離 F を短くすることができる。

例えば、凹面鏡 6 を放物面ミラーで構成し、その直径 $D = 10\text{ cm}$ 、測定距離範囲 2 乃至 50 m とした場合、焦点距離 F は、50 mm と大幅に短くすることができる。

これにより、筐体 2 は、さらに、小型化を図ることができるようになり、特に、筐体 2 の光軸 A 方向の長さを短くすることができるようになる。

この際、上述したように凹面鏡 6 自体が軽量であり、且つ、

23

その焦点距離を短くすることができるため、筐体 2 自体も凹面鏡 6 の位置を固定保持できる程度の剛性で形成できるようになる。

これにより、筐体 2 は、例えば、プラスチック等で製造することも可能となり、装置全体としてのさらなる軽量化を図れるようになる。

このように、上記構成のレーザ吸収分光型ガス検出装置 1 は、小型軽量化を図ることができることにより、その搬送が容易であると共に、外部のガスの雰囲気に向けて測定用のレーザ光の出射操作を簡単に行えるようになる。

特に、都市ガスに用いられているメタンガスは、空気より軽いいため室内でガス漏れがあると、漏れたガスが天井部分等々に溜まり易い。

しかるに、上述したように、上記構成のレーザ吸収分光型ガス検出装置 1 は、小型軽量化を図ることができることにより、この天井部分等に溜まるガスの雰囲気に向けて測定用のレーザ光を出射する操作を簡単に行えるようになる。

ところで、上記光源装置 5 を構成するファイバコリメータ 5 c と、受光器 7 とが、それぞれ、凹面鏡 6 の前方に配置されているため、凹面鏡 6 に入射する光を所定量減衰させることになる。

しかるに、上記構成のレーザ吸収分光型ガス検出装置 1 では、各種部品を内蔵して所定の大きさが必要な半導体レーザモジュール 5 a を凹面鏡 6 に入射する光が通過する領域から外れた位置に配置させている。

24

これにより、凹面鏡 6 に入射する光が通過する領域には、外部にレーザ光を出射するための小さなファイバコリメータ 5 c と凹面鏡 6 による集光に配置される小さな受光器 7 だけを設けた構成であるため、凹面鏡 6 に入射する光の減衰をできるだけ抑えることができる。

すなわち、現在、ファイバコリメータ 5 c は、その直径が 5 mm 以下の大きさで小型に形成することができる。

また、受光器 7 も、直径 10 mm 以下の大きさで小型に形成することができる。

(第 2 実施形態)

図 2 は、上記凹面鏡 6 の集光特性を示す図である。

図示の例の凹面鏡 6 は、上記同様に反射面 6 a が直径 D 、焦点距離 F の設定に対応した特定の放物面形状または楕円面形状を有する。

このような凹面鏡 6 は、図示のように測定距離毎に集光位置 P が異なる。

図 2 に示すように、凹面鏡 6 による集光位置 P は、測定距離、すなわち、レーザ吸収型ガス検出装置 1 に対する光を反射する性質を有する物体 9 の位置が遠いほど焦点距離 F の位置に近づく特性を有する。

これとは逆に、凹面鏡 6 による集光位置 P は、測定距離が近いほど、光軸 A に沿って焦点距離 F の位置から遠ざかる特性を有する。

すなわち、凹面鏡 6 による集光位置 P は、測定距離に応じたズレ量 Δ を有している。

図3は、上記凹面鏡6の測定距離と集光位置Pのずれ量 Δ との関係を示す図である。

すなわち、図3に示すように、上記レーザ吸収型ガス検出装置1における測定距離範囲2m乃至50mにおいて、2mでは焦点距離Fに対する集光位置Pのズレ量 Δ は11.3mmと大きな値を示しているのに対し、50mではズレ量 Δ は0.7mmと小さな値を示している。

しかるに、このように凹面鏡6による集光位置Pに測定距離に応じたズレ量 Δ があると、受光器7での受光量にもズレが生じてしまうことになる。

これにより、測定距離が近くなるほど、受光器7での受光量が減少することになるので、ガス検出の感度が低下してしまう危険がある。

そこで、この第2実施形態では、凹面鏡6による集光位置Pのずれ量 Δ を補正することにより、受光器7での受光量を増大させてガス検出の感度を向上させるような構成としたものである。

図4は、本発明の第2実施形態によるレーザ吸収分光型ガス検出装置10の構成を示す側断面図である。

図4において、前述した図1のレーザ吸収分光型ガス検出装置と同一構成物については同一参照符号を付してそれらの説明を省略するものとする。

すなわち、図4に示すように、この第2実施形態によるレーザ吸収分光型ガス検出装置10では、受光器7を光軸A方向に沿って移動させる移動手段11が設けられている。

26

この移動手段 11 は、受光器 7 の支持部材 8 を光軸 A に沿って移動させる操作レバー 12 で構成される。

この場合、支持部材 8 は、筐体 2 を貫通して光軸 A 方向に沿って形成されている把手 2a 部分まで延出される。

そして、操作レバー 12 は、把手 2a に設けられている案内溝 2c の内部に、光軸 A 方向に沿って移動自在となるように設けられる。

このように把手 2a の内部に操作レバー 12 を設けることにより、使用者は、レーザ吸収分光型ガス検知装置 1 を持ちながら操作レバー 12 を操作することができる。

すなわち、使用者は、操作レバー 12 を操作することにより、受光器 7 の受光面を測定距離に対応した最適の集光位置に移動させることができるようになる。

具体的には、使用者は、ガス検出操作時に、受光器 7 の受光レベルが最も高くなるよう操作レバー 12 を操作する。

この際、ガスの吸収特性によって所定波長の受光レベルは減衰するが、該吸収波長の両側部の波長の受光レベルは変化しない。

したがって、使用者は、半導体レーザモジュール 5a が発生するレーザ光の波長を可変させた状態で、操作レバー 12 を操作するようにする。

そして、使用者は、吸収波長の両側部における受光器 7 の受光レベルが最も高くなる位置で操作レバー 12 を停止させることにより、受光器 7 をこのときの測定距離に対応した最適の集光位置に位置させたこととなる。

27

また、これに限らず、被検出ガスの濃度に変動がなく、受光器 7 の受光レベルが安定していれば、使用者は、前記所定波長で受光器 7 の受光レベルが最大となるように、操作レバー 12 を移動操作させても良い。

この場合、レーザ光の波長の変更は、半導体レーザモジュール 5 a に設けられたペルチェ素子等の温度制御手段を制御して半導体レーザ (LD) の温度を変化させることによって、容易に行なうことができる。

上記構成の移動手段 11 は、受光器 7 を光軸 A 方向に移動させる構成としている。

これとは、逆に、受光器 7 を筐体 2 に固定し、移動手段 11 により凹面鏡 6 を光軸 A に沿って移動させる構成としても良い。

要するに、移動手段 11 は、凹面鏡 6 と受光器 7 とを相対的に光軸 A 方向に沿って移動させる構成であれば、上述したと同様の作用効果を得ることができる。

また、移動手段 11 は、上記のように、使用者によって手動操作する構成に限らない。

例えば、移動手段 11 をアクチュエータで構成することにより、処理装置を介して移動手段 11 を自動的に移動制御させることができる。

この場合においても、処理装置は、移動手段 11 を移動させながら、受光器 7 から出力される受光レベルの最大値を検出した位置で停止させる構成とすればよい。

(第3実施形態)

図5Aは、上述とは異なる他の形状の凹面鏡の集光特性を示す図である。

すなわち、第3実施形態に用いられる図5Aに示す凹面鏡16としては、その反射面16aが直径D、焦点距離Fの設定に対応した特定の放物面または楕円面の上半分（または下半分でも可）の形状を有している。

これは、簡単には、第1、第2実施形態で説明した凹面鏡6を中心軸部で2分割した形状である。

上記凹面鏡16を用いた場合においても、光源装置5は、上述したと同様に半導体レーザモジュール5と、光ファイバ5bと、ファイバコリメータ5cとを備えて構成することができる。

この場合、ファイバコリメータ5cは、凹面鏡6を2分割した中央位置(図5Aに示す凹面鏡16においては下端位置)に配置されるものとする。

また、同様に、ファイバコリメータ5cによって光軸Aでレーザ光を出射させて、集光位置Pに配置された受光器7で反射光を受光しガス検出を行うことができる。

この実施形態においても、上記と同様に移動手段11を設ける構成としても良い。

すなわち、移動手段11によって、凹面鏡16あるいは受光器7を相対的に光軸A方向に移動させる構成として、集光位置Pをズレ量 Δ の範囲で移動させることにより、測定距離に対応した最適な集光位置に受光器7を位置させることがで

きる。

(第4実施形態)

図5Bは、図5Aと同様の凹面鏡16を用い、レーザ光の出射位置を変更した場合の集光特性を示す図である。

この場合、図示しない光源装置5から出射されるレーザ光は、凹面鏡16の下端でなく中央位置から出射させることが望ましい。

上述したように、レーザ光は、外部の光を反射する性質を有した物体9で散乱してもそこからの反射光にある程度の指向性を有している。

このため、図示の光軸A1は、凹面鏡16の中央位置から出射させるよう構成したものである。

このように放物面または楕円面の片側半分で構成された凹面鏡16を用いる場合において、光源装置5から出射されるレーザ光の光軸A1を光軸Aに対し所定距離離れた位置とした場合、凹面鏡16による集光位置Pは図示のように、焦点位置Fから斜め方向に変位した位置となる。

図6は、図5Bに示すように、光源装置5から出射されるレーザ光の光軸A1とした場合の凹面鏡16の測定距離と集光位置ズレ量 Δ との関係を示す図である。

図6に示すように、集光位置Pは、測定距離、すなわち、レーザ吸収分光型ガス検出装置から、外部の光を反射する性質を有した物体までの位置が遠いほど焦点距離Fの位置に近づく。

逆に、測定距離が近いほど、光軸A1に対しY軸上で-Y

30

方向、Z軸（光軸A方向）に+Z方向で斜めに焦点距離Fの位置から遠ざかる特性を有する。

上記レーザ吸収分光型ガス検出装置における測定距離範囲2m乃至50mにおいて、2mでは焦点距離Fに対する集光位置Pのズレ量 Δ は、 ΔY が-0.69mm、 ΔZ が1.36mmであり、50mでのズレ量 Δ は ΔY が-0.02mm、 ΔZ が0.04mmとなる。

図5Bに示すように光軸A1を凹面鏡16の中心位置に配置した場合におけるズレ量 Δ は、最大でも ΔZ が1.36mmとなり、第1実施形態のものに比してズレ量 Δ が小さくなる。

このため、受光器7は焦点位置F部分に固定配置させて使用することもできるようになる。

図7は、ズレ量 ΔY 、 ΔZ の関係を示す図である。

ΔY 、 ΔZ のズレ量は、各測定距離に対して比例関係となり、図示のようにズレ量はほぼ一直線上に位置する。

したがって、集光位置Pは焦点位置Fの方向に対し斜めの方向に移動するため、凹面鏡16と受光器7を相対的にこの斜め方向に移動させることにより、集光位置Pを受光器7の受光面上に位置させることができるようになる。

図8は、第4実施形態によるレーザ吸収分光型ガス検出装置20の構成を示す側断面図である。

すなわち、図8に示すレーザ吸収分光型ガス検出装置1は、筐体2の内部に、光源装置5と、凹面鏡16と、受光器7とを備えて概略構成されている。

3 1

なお、図 8 に示す凹面鏡 1 6 は、図 5 B に示す構成の凹面鏡 1 6 を上下逆に配置させてある。

ここで、筐体 2 は、例えば、直方体の箱状に形成されており、上部に携帯用としての把手 2 a が設けられ、持ち運び自在である。

この筐体 2 の前面部には、例えば、凹面鏡 1 6 の直径 $D/2$ と同等以上の大きさに形成された開口部に透明の樹脂体やガラス等が嵌め込まれた光透過部 2 b が形成されている。

光源装置 5 は、半導体レーザモジュール 5 a のみからなり、被検出ガスに特有の吸収スペクトルに合致した波長のレーザ光を光透過部 2 b を介して外部に出射する。

光源装置 5 を構成する半導体レーザモジュール 5 a は、被検出ガスがメタンガスの場合、吸収波長 $1.65 \mu\text{m}$ をカバーする波長帯のレーザ光を発生する半導体レーザ (LD) 及びその発光駆動手段、温度制御手段等を備えてなる。

図 8 に示すように、光源装置 5 は、凹面鏡 1 6 の中央位置背部に設けられている半導体レーザモジュール 5 a のみで構成されている。

そして、この半導体レーザモジュール 5 a から直接、レーザ光を出射させる。

この半導体レーザモジュール 5 a は、凹面鏡 1 6 の中央位置に開口された開口部 1 6 b を介してレーザ光を光軸 A 1 で出射させる。

この場合、半導体レーザモジュール 5 a には、LD によって発生されるレーザ光をビーム状に絞る集光レンズ (図示せ

ず) が設けられているものとする。

また、受光器 7 は、移動手段 2 1 によって前述したズレ量 Δ (ΔY , ΔZ) を補正するために、ズレ量 Δ (ΔY , ΔZ) 対応した方向に移動自在に支持されている。

この移動手段 2 1 は、受光器 7 を上記ズレ量 (ΔY , ΔZ) が組み合わせられた斜め方向 X に沿って移動させる。

そして、移動手段 2 1 は、受光器 7 を保持し、この斜め方向 X に移動させる固定及び可動のレール部材 2 2 と、スライド側のレール 2 2 a に連結され筐体 2 の把手 2 a 部分まで延出された支持部材 8 と、把手 2 a 内の案内溝 2 c を移動自在な操作レバー 1 2 によって構成される。

なお、レール 2 2 a には、支持部材 8 が挿通される溝 2 3 が鉛直に形成されている。

このような第 4 実施形態によるレーザ吸収分光型ガス検出装置 2 0 によれば、受光器 7 を反射光の通過領域から外した位置に配置することができ、外部の光を反射する性質を有した物体 9 により反射されて戻って来るレーザ光の凹面鏡 1 6 への入射レベルひいては受光器 7 での受光レベルの低減を防止することができる。

これにより、使用者が把手 2 a 内部の操作レバー 1 2 を光軸 A 1 方向に沿って移動操作することにより、受光器 7 をズレ量 (ΔY , ΔZ) が組み合わせられた斜め方向 X に沿って移動させることができ、各測定距離に最適な集光位置 P に受光器 7 を位置させることができる。

この際、使用者は、レーザ吸収分光型ガス検知装置 2 0 の

3 3

把手 2 a を持ちながら、操作レバー 1 2 を操作することができる。

そして、使用者が、操作レバー 1 2 を操作することにより、受光器 7 の受光面を測定距離に対応した集光位置 P に移動させることができるようになる。

具体的には、前記実施形態と同様に、ガス検出操作時に、受光器 7 の受光レベルが最も高くなるよう操作レバー 1 2 を操作すればよい。

上記構成の移動手段 2 1 は、受光器 7 を斜め方向 X に移動させる構成としている。

これとは逆に、受光器 7 を筐体 2 に固定し、移動手段 2 1 により凹面鏡 1 6 を斜め方向 X に沿って移動させる構成とした場合でも上述と同様の作用効果を得ることができる。

なお、凹面鏡 1 6 を移動させる構成の場合、厳密には光軸の関係上、凹面鏡 1 6 と光源装置 5 を一体的に移動させることが望ましい。

また、上記のように移動手段 2 1 を使用者によって手動操作する構成には限らない。

例えば、移動手段 2 1 をアクチュエータで構成し、処理装置により移動手段 2 1 を自動的に移動制御させる構成にすることもできる。

この場合においても、処理装置は、移動手段 2 1 を移動させながら、受光器 7 から出力される受光レベルの最大値を検出した位置で停止させる構成とすればよい。

以上のような本発明の第 1 乃至第 4 の実施形態によれば、

被検出ガスを通過後に外部の光を反射する性質を有する物体 9 により反射されて戻って来るレーザ光を凹面鏡で集光する構成であるため、凹面鏡により焦点距離を短くすることができると共に、製造も容易で小型軽量化が図れることにより、装置全体としての小型化と軽量化を図ることができ、低コストで携帯し易いレーザ吸収分光型ガス検出装置を実現することができる。

このレーザ吸収分光型ガス検出装置は、光源装置からのレーザ光を凹面鏡の前方に配置した小型のファイバコリメータを介して、あるいは凹面鏡の背部に配置した半導体レーザモジュールから凹面鏡の開口部を介して外部に出射する構成であることにより、凹面鏡で受ける外部の光を反射する性質を有する物体 9 により反射されて戻って来るレーザ光の受光レベルの低減を防止することができる。

また、このレーザ吸収分光型ガス検出装置は、移動手段を用いて測定距離の変化に合わせて凹面鏡と受光器を相対的に移動可能に構成することにより、測定距離が異なっても、常に、凹面鏡による集光位置上に受光器の受光面を位置させることができるので、常に、最適な受光レベルで安定したガス検出が行えるようになる。

(第 5 実施形態)

図 9 は、本発明によるレーザ吸収分光型ガス検出装置 100 の第 5 実施形態の構成を示す側断面図である。

図 9 において、前述した図 1 のレーザ吸収分光型ガス検出装置 1 及び図 4 のレーザ吸収分光型ガス検出装置 10 と同一

構成物については、同一参照符号を付してそれらの説明を省略するものとする。

また、この第5実施形態においても、前述した図2に示す凹面鏡6の集光特性及び図3に示す凹面鏡6の測定距離と集光位置Pのずれ量 Δ との関係が適用されるものとする。

すなわち、図9に示すように、この第5実施形態によるレーザー吸収分光型ガス検出装置100では、外部の光を反射する性質を有した物体9に対する可視光源30からの可視光の照射状態を調整することにより、集光位置のズレの調整（焦点調節）を行うために、移動手段31が設けられている。

すなわち、移動手段31は、上記集光位置Pのずれ量を補正して、受光器7での受光量を増大させるために、受光器7を光軸A方向に移動自在に構成されている。

この移動手段31には、筐体2の把手2aに設けられている案内溝2cの内部に、受光器7が取り付けられた支持部材8を光軸Aに沿って移動させると共に、後述するように支持部材8をその軸方向と直交する方向に回転させるための操作レバー12が設けられている。

可視光源30は、凹面鏡6の特性を利用して、外部の光を反射する性質を有した物体9にポインタとなる可視光を照射させることにより、この外部の光を反射する性質を有した物体9上での可視光の結像状態に基づき、凹面鏡6による集光位置を移動調整するために設けられる。

すなわち、光源装置5から出射されるレーザー光は不可視光であるため、使用者が被検出ガスに対するレーザー光の照射状

36

態を直接目視することができない。

このため、可視光源 30 から可視光を外部の光を反射する性質を有した物体 9 に向けて別途出射させて結像させることにより、予め、光源装置 5 からのレーザ光の出射方向と位置を設定して置く必要がある。

上述したように、凹面鏡 6 による集光位置 P には受光器 7 が配置されているので、この配置関係を利用して、移動手段 31 は、受光器 7 の受光面の位置に、可視光源 30 の出射面を入れ替える。

例えば、可視光源 30 には点光源が用いられ、懐中電灯の豆電球等を用いることができる。

例えば、受光器 7 と可視光源 30 は、受光器 7 の受光面と可視光源 30 の出射面を互いに反対方向に向きに一体化されており、その中央位置を支持部材 8 で支持する。

そして、移動手段 31 は、操作レバー 12 によって支持部材 8 を軸方向と直交する方向に回転可能とすることにより、受光器 7 の受光面と可視光源 30 の光出射面を同一位置上で、互いに入れ替え可能に構成されている。

なお、受光器 7 及び可視光源 30 の信号線は、支持部材 8 内を通す構成とする。

上記構成によるガス検出操作自体は、前述した実施形態のそれと同様である。

ここでは、上記のガス検出操作前における可視光源 30 からの可視光を用いたレーザ照射位置の確認及び焦点調整操作について説明する。

37

ガス検出に際して、先ず、使用者は、移動手段 31 の支持部材 8 を操作レバー 12 によって回転操作することにより、可視光源 30 を凹面鏡 6 の反射面 6a 側に向ける。

この後、可視光源 30 を点灯させれば、この可視光源 30 からの可視光は凹面鏡 6 を介して外部の光を反射する性質を有した物体 9 に到達し、そこに使用者が目視可能な所定の像を形成する。

そして、使用者は、操作レバー 12 を光軸 A 方向に移動操作することにより、外部の光を反射する性質を有した物体 9 上での可視光の結像状態ができるだけ小さなスポット状に近づいた位置で停止させる。

この状態で、可視光源 30 は、外部の光を反射する性質を有した物体 9 までの距離に対応した最適な凹面鏡 6 による集光位置に位置していることになる。

したがって、この後、使用者は、移動手段 31 の支持部材 8 を操作レバー 12 によって回転させて、可視光源 30 と受光器 7 を入れ替えることにより、受光器 7 を測定距離に対応した最適な集光位置に位置させることができる。

そして、これ以降、光源装置 5 を駆動してレーザ光を被検出ガスが存在していると想定される箇所に向けて照射させ、外部の光を反射する性質を有した物体 9 で散乱反射されて戻って来るレーザ光を凹面鏡 6 で集光し、受光器 7 で受光してガス検出を行えば良い。

この状態で、受光器 7 は外部の光を反射する性質を有した物体 9 までの測定距離に対応した最適な集光位置 P に位置し

ていることになり、簡単に集光位置合わせを行うことが可能となる。

また、可視光源 30 から出射される目視確認用の可視光は、ガス検出時の集光用と同一の凹面鏡 6 を用いて反射光（レーザー光）光軸 A を中心として出射されるため、凹面鏡 6 の集光位置に正確に受光器 7 の受光面を位置決めでき、焦点合わせを高精度に行うことが可能となる。

上記構成の移動手段 31 は、受光器 7 を光軸 A 方向に移動させる構成としたが、逆に、受光器 7 を筐体 2 に固定し、移動手段 31 により凹面鏡 6 側を光軸 A に沿って移動させる構成としても良い。

すなわち、凹面鏡 6 と受光器 7 を相対的に光軸 A 方向に沿って移動させればよい。

また、上記のように移動手段 31 を使用者によって手動操作する構成には限らない。

例えば、移動手段 31 をアクチュエータで構成し、処理装置により移動手段 31 を自動的に移動制御させる構成にすることもできる。

この場合においても、処理装置は、移動手段 31 を移動させながら、受光器 7 から出力される受光レベルの最大値を検出した位置で停止させる構成とすればよい。

そして、以上のような第 5 実施形態によっても、前述した第 1 乃至第 4 実施形態と同様に、小型軽量化を図ったレーザー吸収分光型ガス検出装置を実現することができる。

(第6実施形態)

図10は、第6実施形態によるレーザ吸収分光型ガス検出装置70の構成を示す側断面図である。

図11は、第6実施形態によるレーザ吸収分光型ガス検出装置70の構成を示す正面図である。

図10及び図11に示す凹面鏡16は、図5Bに示す構成の凹面鏡16を上下逆に配置させてある。

ここで、筐体2は、例えば、直方体の箱状に形成されており、上部に携帯用としての把手2aが設けられ、持ち運び自在である。

この筐体2の前面部には、例えば、凹面鏡16の直径 $D/2$ と同等以上の大きさに形成された開口部に透明の樹脂体やガラス等が嵌め込まれた光透過部2bが形成されている。

なお、この第6実施形態においても、前述した図6に示す図5Bの凹面鏡16の中央に光軸を設けた場合の測定距離－集光位置の関係及び図7に示す図5Bの凹面鏡16のズレ量 ΔY 、 ΔZ の関係が適用されるものとする。

図10及び図11に示すように、このレーザ吸収分光型ガス検出装置70は、受光器7及び移動手段41を凹面鏡16への入射光の通過領域から外した位置に配置することができる。

このような第6実施形態のレーザ吸収分光型ガス検出装置70の構成によれば、外部の光を反射する性質を有した物体9によって散乱反射されて装置側に戻って来るレーザ光の受光レベルの低減を防止することができる。

また、この第6実施形態では、光源装置5は、半導体レーザーモジュール5aのみからなり、被検出ガスに特有の吸収スペクトルに合致した波長のレーザー光を光透過部2bを介して外部に出射する。

光源装置5を構成する半導体レーザーモジュール5aは、被検出ガスがメタンガスの場合、吸収波長 $1.65\mu\text{m}$ をカバーする波長帯のレーザー光を発生する半導体レーザー(LD)及びその発光駆動手段、温度制御手段等を備えてなる。

図10に示すように、光源装置5は、凹面鏡16の中央位置背部に設けられている半導体レーザーモジュール5aのみで構成されている。

そして、この半導体レーザーモジュール5aから直接、レーザー光を出射させる。

この半導体レーザーモジュール5aは、凹面鏡16の中央位置に開口された開口部16bを介してレーザー光を光軸A1で出射させる。

この場合、半導体レーザーモジュール5aには、LDによって発生されるレーザー光をビーム状に絞る集光レンズ(図示せず)が設けられているものとする。

そして、この第6実施形態においても、移動手段41が、第5実施形態と同様に、外部の光を反射する性質を有した物体9に対する可視光源30からの可視光の照射状態を調整することにより、集光位置のズレの調整(焦点調節)を行うために設けられる。

すなわち、光源装置5から出射されるレーザー光は不可視光

4 1

であるため、使用者が被検出ガスに対するレーザ光の照射状態を直接目視することができない。

このため、可視光源 3 0 から可視光を外部の光を反射する性質を有した物体 9 に向けて別途出射させて結像させることにより、予め、光源装置 5 からのレーザ光の出射方向と位置を設定して置く必要がある。

上述したように、凹面鏡 6 による集光位置 P には受光器 7 が配置されているので、この配置関係を利用して、移動手段 4 1 は、受光器 7 の受光面の位置に、可視光源 3 0 の出射面を入れ替える。

例えば、可視光源 3 0 には点光源が用いられ、懐中電灯の豆電球等を用いることができる。

ここで、移動手段 4 1 は、受光器 7 をズレ量 Δ (ΔY , ΔZ) に対応した斜め方向 X に沿って移動させる。

この移動手段 4 1 は、受光器 7 を保持し、前記斜め方向 X 及び筐体 2 の幅方向 (X 方向と直交する V 方向) にそれぞれ移動させる 2 軸のレール部材 2 2 と、スライド側のレール 2 2 a に連結され、筐体 2 の把手 2 a 部分まで延出された支持部材 8 と、把手 2 a の案内溝 2 b の内部で移動自在な操作レバー 1 2 によって構成される。

なお、レール 2 2 a には、支持部材 8 を挿通する溝 2 3 が鉛直方向に形成されている。

また、受光器 7 と可視光源 3 0 とは、受光器 7 の受光面と可視光源 3 0 の光出射面とを同一方向に向き一体化させてレール部材 2 2 に設けられている。

4 2

これにより、受光器 7 と可視光源 3 0 とは、筐体 2 の幅方向 V にスライド自在であることにより、受光器 7 の受光面と可視光源 3 0 の光出射面とが同一位置上で入れ替え可能である。

なお、図示のように支持部材 8 が、一体化された受光器 7 と可視光源 3 0 とに連結させることにより、幅方向 V への移動を操作レバー 1 2 を用いて行うことができる構成となっている。

また、受光器 7 及び可視光源 3 0 の信号線は、支持部材 8 内を通す構成とする。

次に、ガス検出操作前における可視光を用いたレーザ照射位置の確認及び焦点調整操作について説明する。

ガス検出に際して、先ず、使用者は、移動手段 4 1 の支持部材 8 を操作レバー 1 2 によって筐体 2 の幅方向 V に操作することにより、可視光源 3 0 を受光器 7 の位置に入れ替え、凹面鏡 1 6 の反射面 1 6 a 側に向けることができる。

この後、可視光源 3 0 を点灯させれば、この可視光源 3 0 からの可視光は、凹面鏡 1 6 を介して外部の光を反射する性質を有した物体 9 に到達し、この外部の光を反射する性質を有した物体 9 上に目視可能な所定の像を形成する。

この後、使用者は、把手 2 a 内部の操作レバー 1 2 を光軸 A 1 方向に沿って移動操作することにより、受光器 7 をズレ量 (ΔY 、 ΔZ) が組み合わされた斜め方向 X に沿って移動させ、各測定距離に対応した最適な集光位置 P に可視光源 3 0 を位置させることができる。

43

この際、使用者は、レーザ吸収分光型ガス検知装置 70 の把手 2 a を持ちながら、操作レバー 12 を操作することができる。

この状態で、可視光源 30 は、外部の光を反射する性質を有した物体 9 までの距離に対応した凹面鏡 16 による最適な集光位置に位置していることになる。

したがって、この後、使用者は、操作レバー 12 を筐体 2 の幅方向 V に移動させて、再度、可視光源 30 と受光器 7 を入れ替えることにより、受光器 7 を測定距離に対応した最適な集光位置 P に位置させることができる。

そして、これ以降、光源装置 5 を駆動してレーザ光を被検出ガスが存在していると想定される箇所に向けて照射させ、外部の光を反射する性質を有した物体 9 で散乱反射されて戻って来るレーザ光を凹面鏡 16 で集光し、受光器 7 で受光してガス検出を行う。

この状態で受光器 7 は、外部の光を反射する性質を有した物体 9 の測定距離に対応した最適な集光位置 P に位置していることになる。

上記構成の移動手段 41 は、集光位置 P への焦点合わせ時に受光器 7 を斜め方向 X に移動させる構成としたが、逆に、受光器 7 を筐体 2 に固定し、移動手段 41 により凹面鏡 16 を斜め方向 X に沿って移動させる構成としても良く同様の作用効果を得ることができる。

この場合、受光器 7 側には側部に可視光源 30 を配置し、レール部材 22 により交換可能に構成する。

4 4

凹面鏡 1 6 を移動させる構成の場合、厳密には光軸の関係上、凹面鏡 1 6 と光源装置 5 を一体化し、これらを一体的に移動させることが望ましい。

以上のような本発明の第 5 及び第 6 実施形態によるレーザ吸収分光型ガス検出装置によれば、凹面鏡の集光位置で受光器と可視光源とを相互に入れ替え可能な構成としたので、可視光源を用いて外部の光を反射する性質を有した物体上にガス検出方向を示す可視光を結像させることができる。

これにより不可視光のレーザ光を用いてのガス検出操作に容易に移行することができるので、ガス検出作業を円滑に遂行することができるようになる。

また、可視光源を用いて外部の光を反射する性質を有した物体上での可視光の結像状態が最適となるように凹面鏡と可視光源との相対位置を調整して可視光源と受光器を入れ替えるだけの簡単な操作で、凹面鏡による反射光の集光位置に受光器の受光面を位置決めできるため、簡単な構成で焦点合わせを容易に行えるようになる。

この場合、集光位置は、測定距離の変化に連動して変化する。

しかるに、凹面鏡に対して受光器と可視光源とを相互に入れ替え可能で且つ相対的に移動可能に構成することにより、測定距離が変化したとしても、それに対応して凹面鏡の最適な集光位置上に受光器の受光面を位置させる焦点合わせが行える。

これにより、最適な受光レベルを得て、常時、安定したガ

ス検出が行えるようになる。

また、上記のように移動手段41を使用者によって手動操作する構成には限らない。

例えば、移動手段41をアクチュエータで構成し、処理装置により移動手段41を自動的に移動制御させる構成にすることもできる。

この場合においても、処理装置は、移動手段41を移動させながら、受光器7から出力される受光レベルの最大値を検出した位置で停止させる構成とすればよい。

なお、上記の各実施形態で説明した凹面鏡は、反射面が放物面または楕円面を有するものを例に説明したが、反射面の形状はこれらに限らない。

凹面鏡の反射面としては、放物面または楕円面の他にも、軸外楕円面、球面、軸外放物面等の各種の形状がある。

これらいずれの反射面を有する凹面鏡に対しても、理論上の焦点位置に受光器7を配置することにより、外部の光を反射する性質を有した物体9により反射されて戻って来るレーザー光を受光器7の位置に集光してガス検出を可能とするレーザー吸収分光型ガス検出装置を構成することができる。

また、本発明によるレーザー吸収分光型ガス検出装置は、測定距離が所定範囲を有し、理論上の焦点距離Fに対して測定距離別に異なる集光位置Pを有するため、受光器あるいは凹面鏡を相対的に移動させる構成とすることにより、測定距離が異なっても反射光の集光位置を受光器の受光面に位置させることができるようになる。

この移動方向は、上記各種の凹面鏡毎に、必要な設定項目に基づき得ることができる。

また、上述したレーザ吸収分光型ガス検出装置では、半導体レーザの発振波長を被検出ガスの吸収スペクトルに適合させれば、上記メタンガスの他に二酸化炭素ガス、アセチレンガス等の種々のガス検出にも応用することができる。

したがって、以上詳述したように、本発明によれば、小型軽量化が図れ、容易に携帯することができるようにしたレーザ吸収分光型ガス検出装置を提供することができる。

また、本発明によれば、小型軽量化により携帯が容易であると共に、レーザ光の照射位置の目視確認と内部での焦点調整を簡単に行えるようにしたレーザ吸収分光型ガス検出装置及び該装置の焦点合わせを含むレーザ吸収分光を用いるガス検出方法を提供することができる。

請求の範囲

1. 光透過部を備えた筐体と、

前記筐体内に配置されていて、被検出ガスの有する吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分を含むレーザ光を前記光透過部を介して外部に出射する光源装置と、

前記筐体内に配置されていて、前記光源装置によって外部に出射された前記レーザ光が該レーザ光の進行方向に存在する光を反射する性質を有した物体により反射されて前記光透過部を介して戻って来るレーザ光を所定の集光位置に反射させて、集光させる反射面を備えた凹面鏡と、

前記筐体内の前記凹面鏡による集光位置に配置されていて、前記光透過部を介して戻って来るレーザ光を受けることにより、前記被検出ガスの有する吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分の減衰度に応じて前記被検出ガスが前記物体の前部に存在しているか否か検出するための電気信号を出力する受光器と、

を具備するレーザ吸収分光型ガス検出装置。

2. 前記光源装置は、

前記光透過部を介して戻って来るレーザ光の光路外に設けられ、前記被検出ガスの有する吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分を含むレーザ光を出射する半導体レーザモジュールと、

前記凹面鏡の前方位置に設けられ、前記半導体レーザモジュールから出射されたレーザ光を該凹面鏡の中心に位置する

光軸に沿って外部に指向させるファイバコリメータと、

前記半導体レーザモジュールから出射された光を前記ファイバコリメータに導出する光ファイバとを備えてなる請求の範囲 1 に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置。

3. 前記半導体レーザモジュールは、前記凹面鏡の中央位置の背部に設けられ、

前記凹面鏡の中心位置には、前記半導体レーザモジュールから出射されるレーザ光を通過させる開口部が形成された請求の範囲 1 に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置。

4. 前記凹面鏡と前記受光器との相対位置を移動調整自在な移動手段をさらに備え、

前記移動手段により、前記凹面鏡による集光位置に前記受光器が位置するように、前記外部の光を反射する性質を有した物体までの距離に応じて前記相対位置を移動調整可能に構成した請求の範囲 1 に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置。

5. 前記凹面鏡の反射面は、所定の直径 D 、所定の焦点距離 F の設定に対応した特定の放物面形状または楕円面形状を有している請求の範囲 1 に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置。

6. 前記凹面鏡の反射面は、所定の直径 D 、所定の焦点距離 F の設定に対応した特定の放物面または楕円面の上半分または下半分の放物面形状または楕円面形状を有している請求の範囲 1 に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置。

7. 光透過部を備えた筐体と、

前記筐体内に配置されていて、被検出ガスの有する吸収ス

ペクトラムに対応する波長を有する光成分を含むレーザ光を前記光透過部を介して外部に出射する光源装置と、

前記筐体内に配置されていて、前記光源装置によって外部に出射された前記レーザ光が該レーザ光の進行方向に存在する光を反射する性質を有した物体により反射されて前記光透過部を介して戻って来るレーザ光を実質的に焦点位置に反射させて、集光させる反射面を備えた凹面鏡と、

前記筐体内の前記凹面鏡による集光位置に配置可能になされていて、前記光透過部を介して戻って来るレーザ光を受けることにより、前記被検出ガスの有する吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分の減衰度に応じて前記被検出ガスが前記物体の前部に存在しているか否か検出するための電気信号を出力する受光器と、

前記筐体内の前記凹面鏡による集光位置に配置可能になされていて、前記凹面鏡に対し可視光を出射することにより、前記物体により反射されて前記光透過部を介して戻って来るレーザ光と逆方向の経路で前記可視光を前記光透過部を介して外部に出射させて、前記物体に目視確認可能な所定の像を形成させる可視光源と、

前記受光器と可視光源との配置位置を相互に入れ替え可能に移動させる移動手段と、

を具備するレーザ吸収分光型ガス検出装置。

8. 前記移動手段は、前記凹面鏡と、前記受光器との相対位置を移動調整自在に構成されている請求の範囲7に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置。

9. 前記移動手段は、前記受光器の受光面と前記可視光源の光出射面とを前記凹面鏡に対し、実質的に同一位置上で相互に入れ替え可能に構成されている請求の範囲7に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置。

10. 前記光源装置は、

前記光透過部を介して戻って来るレーザ光の光路外に設けられ、前記被検出ガスの有する吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分を含むレーザ光を出射する半導体レーザモジュールと、

前記凹面鏡の前方位置に設けられ、前記半導体レーザモジュールから出射されたレーザ光を該凹面鏡の中心に位置する光軸に沿って外部に指向させるファイバコリメータと、

前記半導体レーザモジュールから出射された光を前記ファイバコリメータに導出する光ファイバとを備えてなる請求の範囲7に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置。

11. 前記半導体レーザモジュールは、前記凹面鏡の中央位置の背部に設けられ、

前記凹面鏡の中心位置には、前記半導体レーザモジュールから出射されるレーザ光を通過させる開口部が形成された請求の範囲7に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置。

12. 前記凹面鏡の反射面は、所定の直径D、所定の焦点距離Fの設定に対応した特定の放物面形状または楕円面形状を有している請求の範囲7に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置。

13. 前記凹面鏡の反射面は、所定の直径D、所定の焦点

距離 F の設定に対応した特定の放物面または楕円面の上半分または下半分の放物面形状または楕円面形状を有している請求の範囲 7 に記載のレーザ吸収分光型ガス検出装置。

14. 光源装置により、被検出ガスの有する吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分を含むレーザ光を外部に出射するステップと、

前記光源装置から前記外部に出射された前記レーザ光が該レーザ光の進行方向に存在する外部の光を反射する性質を有した物体により反射されて戻って来るレーザ光を反射面を備えた凹面鏡により、所定の集光位置に反射させて、集光させるステップと、

前記凹面鏡により、前記集光位置に集光された前記物体により反射されて戻って来るレーザ光を前記凹面鏡に対向する受光器で受けることにより、前記被検出ガスの有する吸収スペクトラムに対応する波長を有する光成分の減衰度に応じて前記被検出ガスが前記物体の前部に存在しているか否か検出するステップと、

前記検出するステップに先立って、前記凹面鏡に対向する受光器に代えて可視光を出射する可視光源を対向配置させ、該可視光源からの可視光を外部に出射させることにより、前記物体上に、前記光源装置から前記外部に出射されたレーザ光の照射位置を目視確認可能な所定の像を形成させるステップと、

を具備するレーザ吸収分光を用いるガス検出方法。

15. 前記可視光源からの可視光による前記物体上で目視

確認可能な所定の像の結像状態が最適となるよう前記凹面鏡と可視光源との相対位置を変化させるステップとを具備し、

前記凹面鏡による反射光の集光位置に受光器の受光面を位置決めを可能とすると共に、前記外部の光を反射する性質を有した物体までの距離に応じた焦点合わせを可能とした請求の範囲14に記載のレーザ吸収分光を用いるガス検出方法。

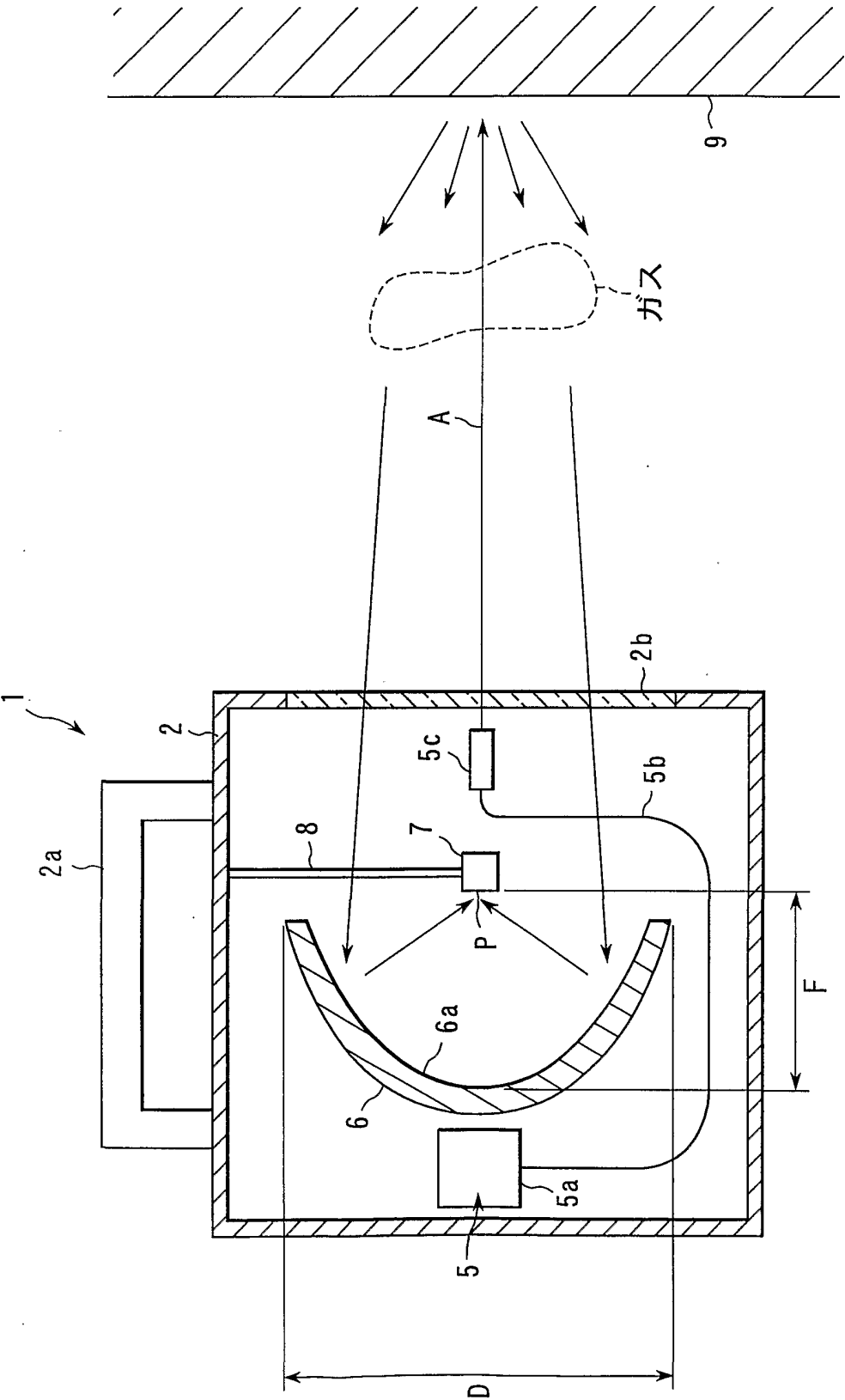


FIG. 1

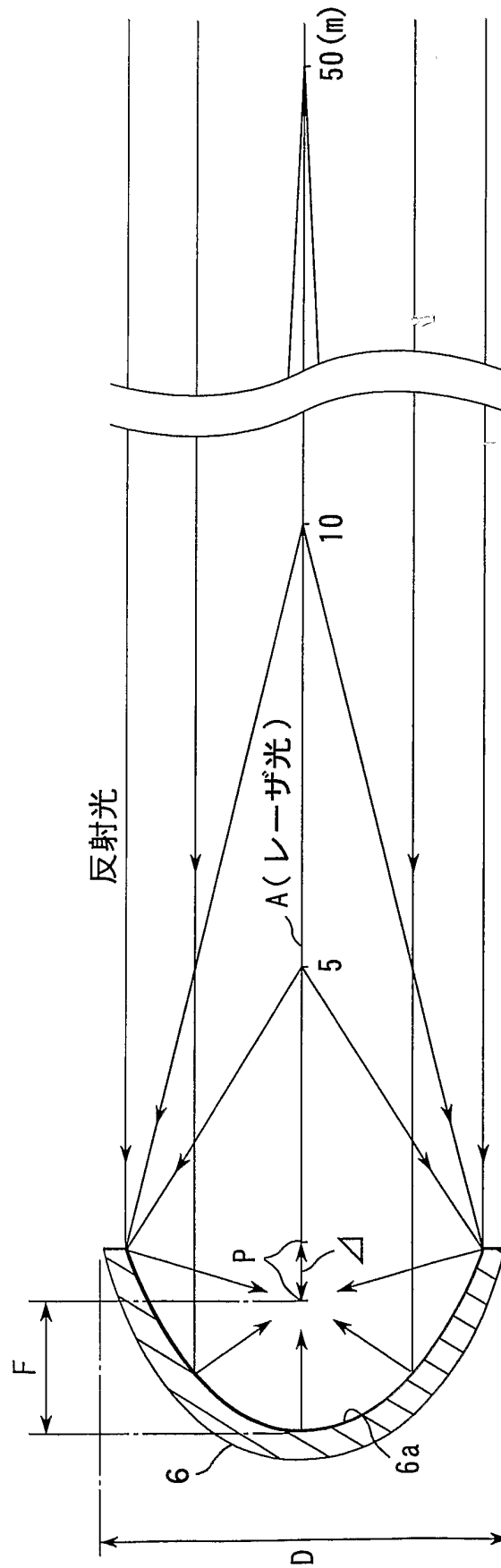


FIG. 2

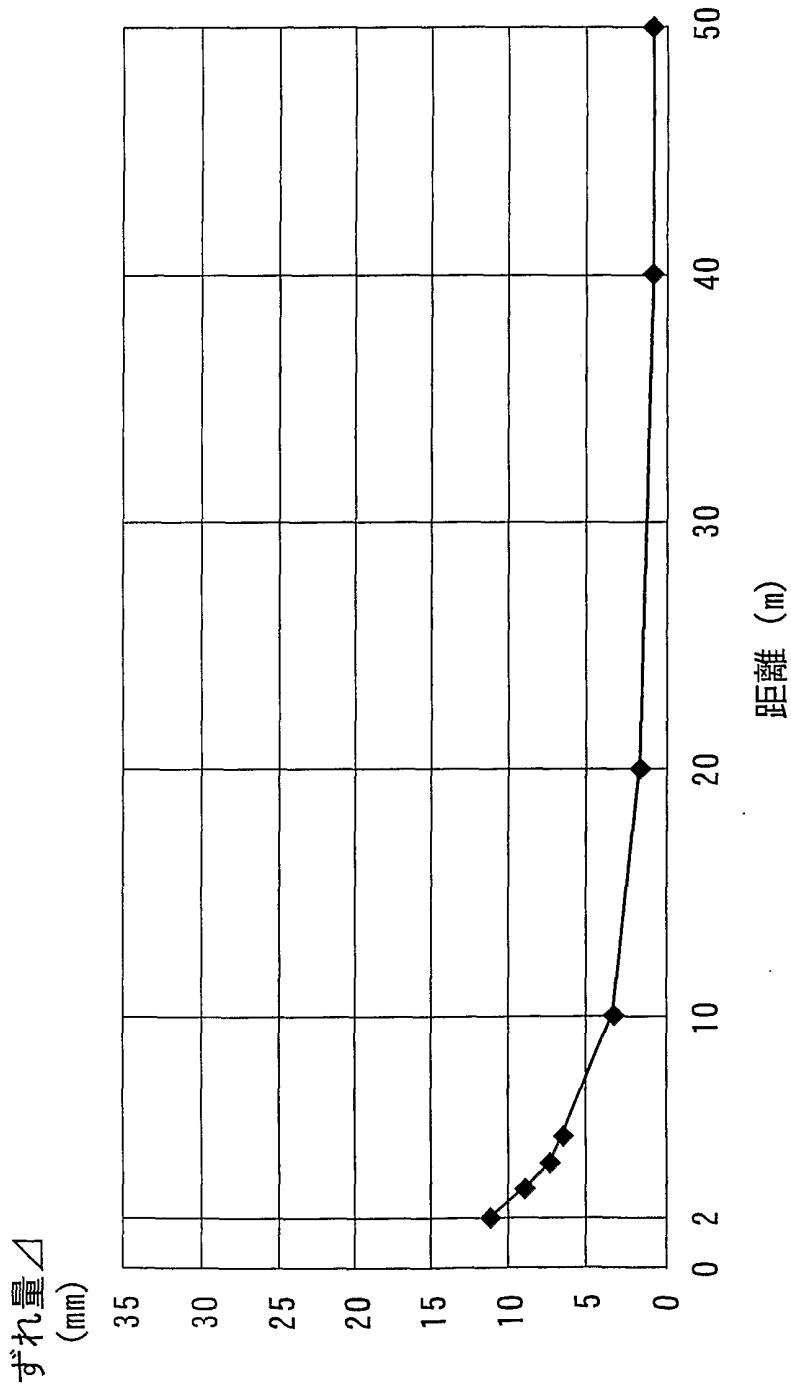


FIG. 3

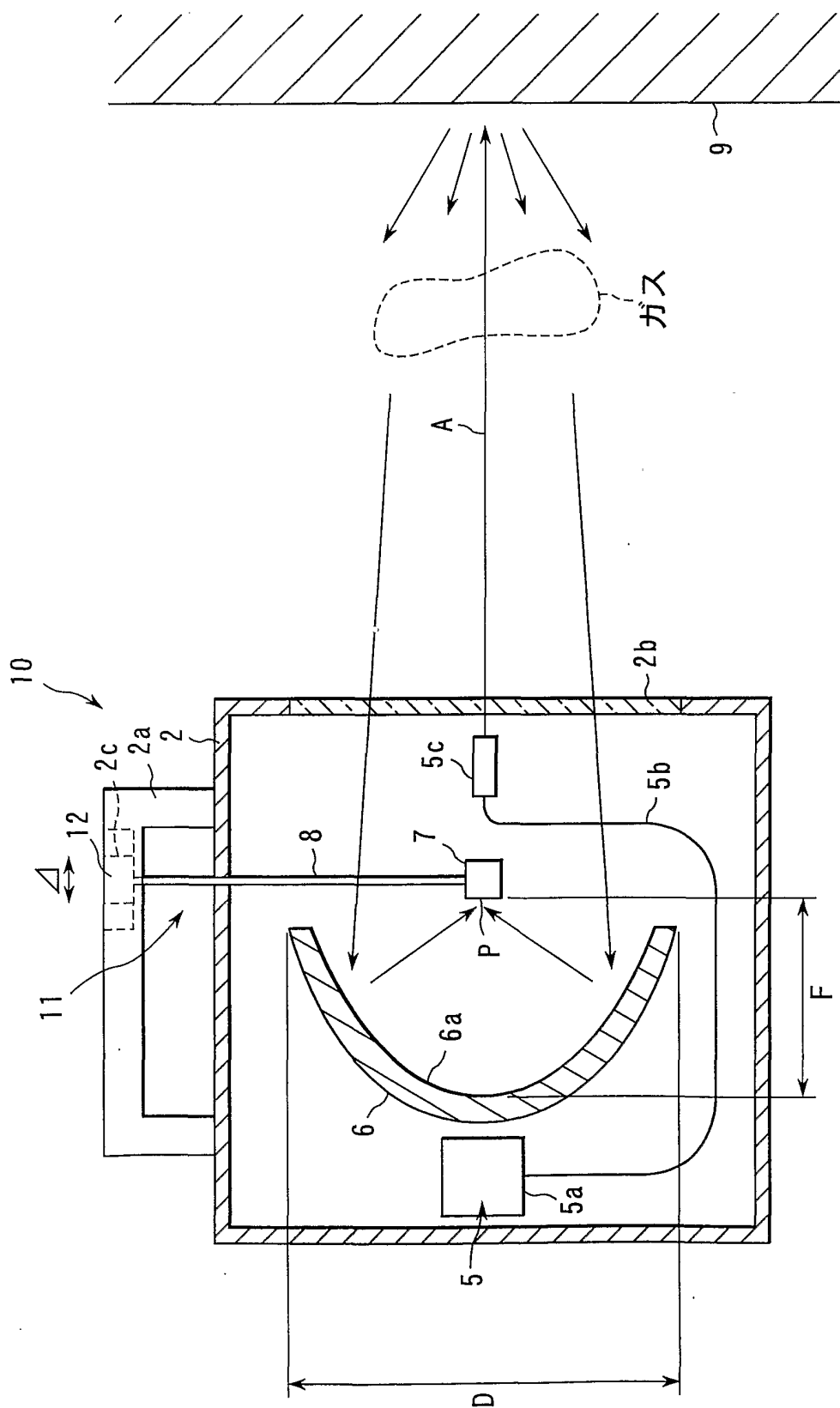


FIG. 4

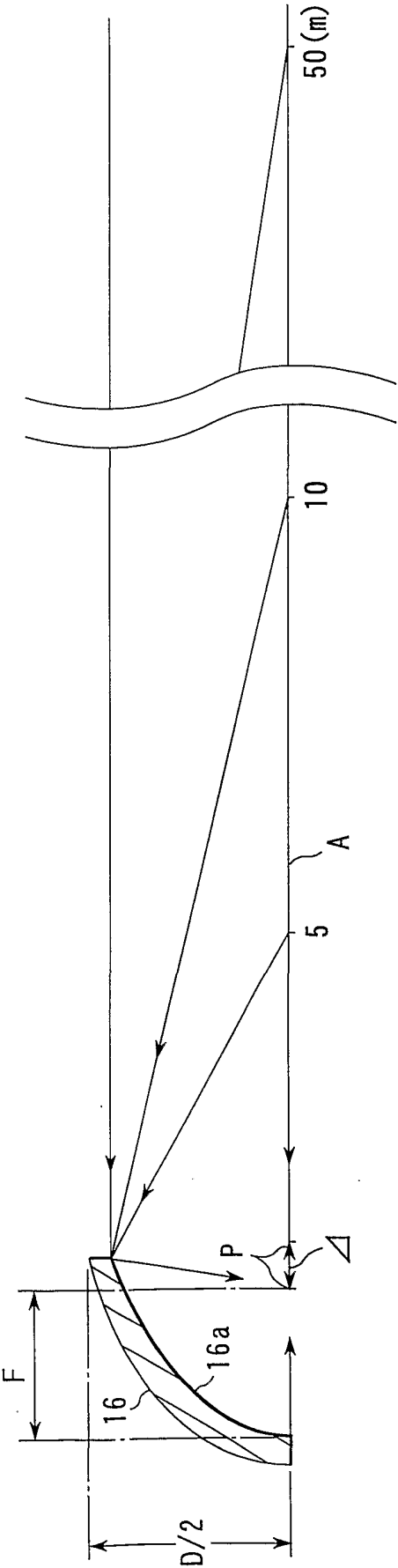


FIG. 5A

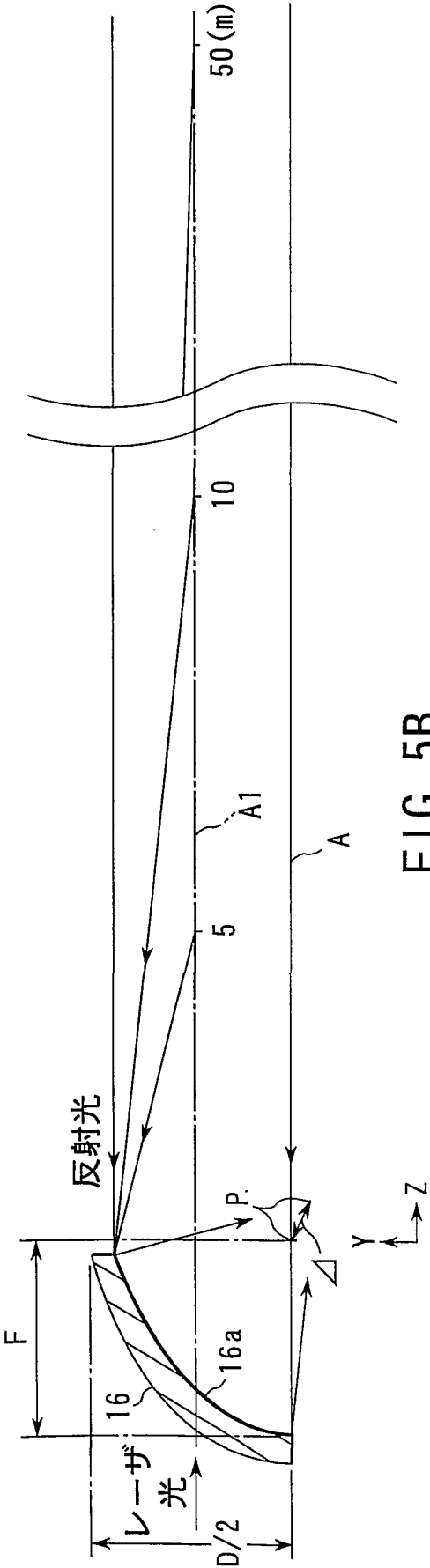


FIG. 5B

6/12

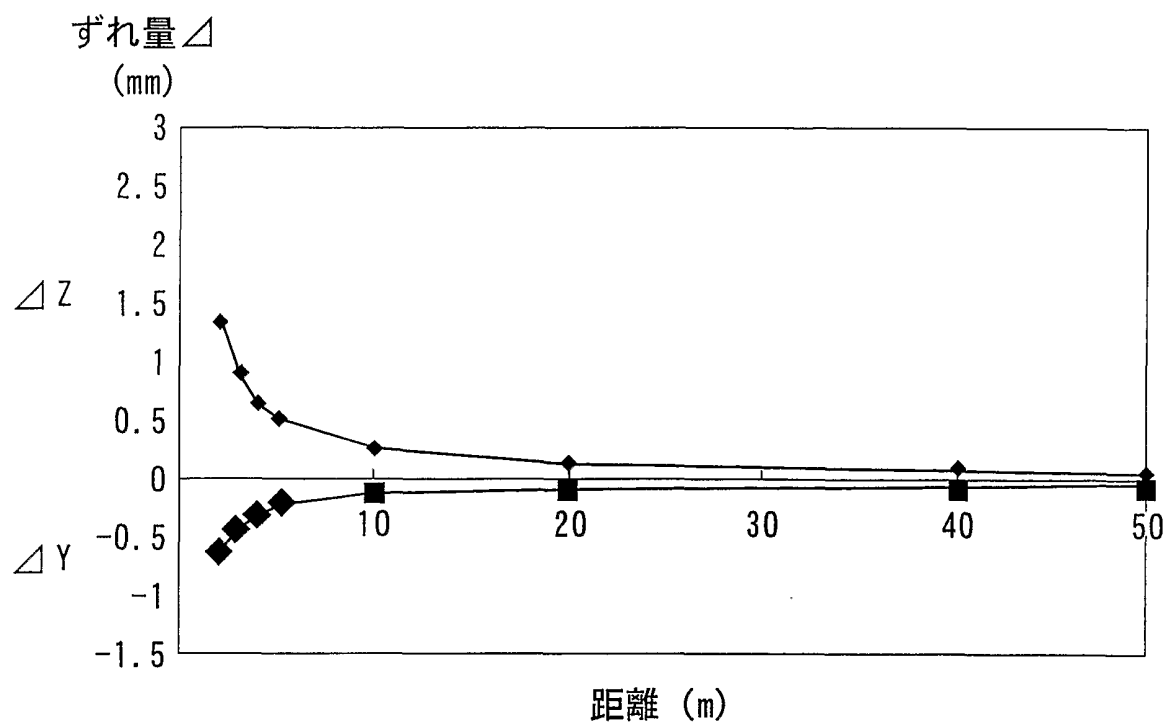


FIG. 6

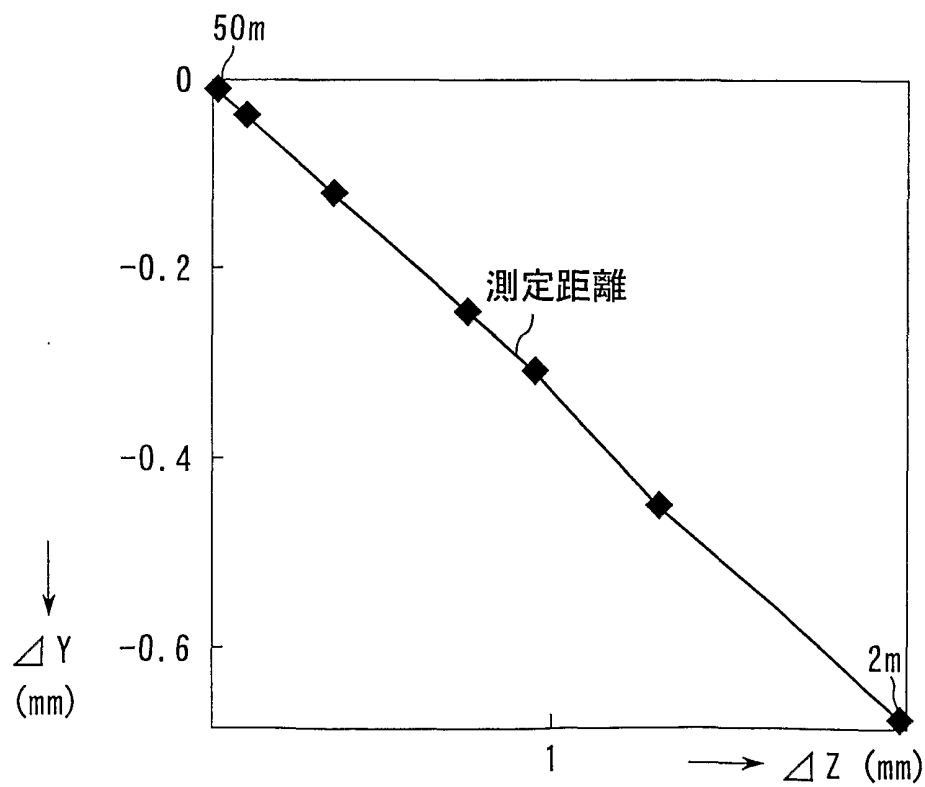


FIG. 7

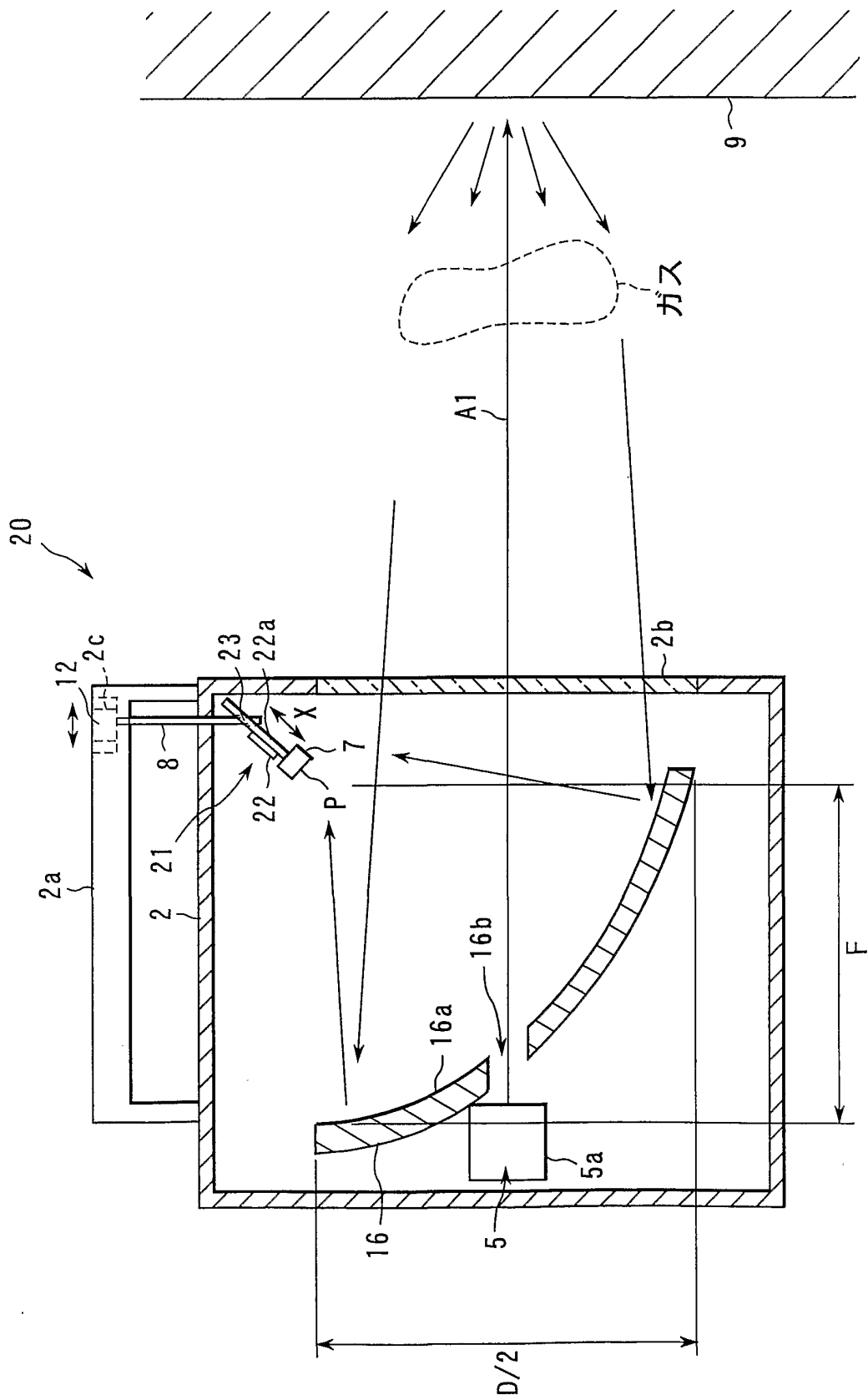


FIG. 8

8/12

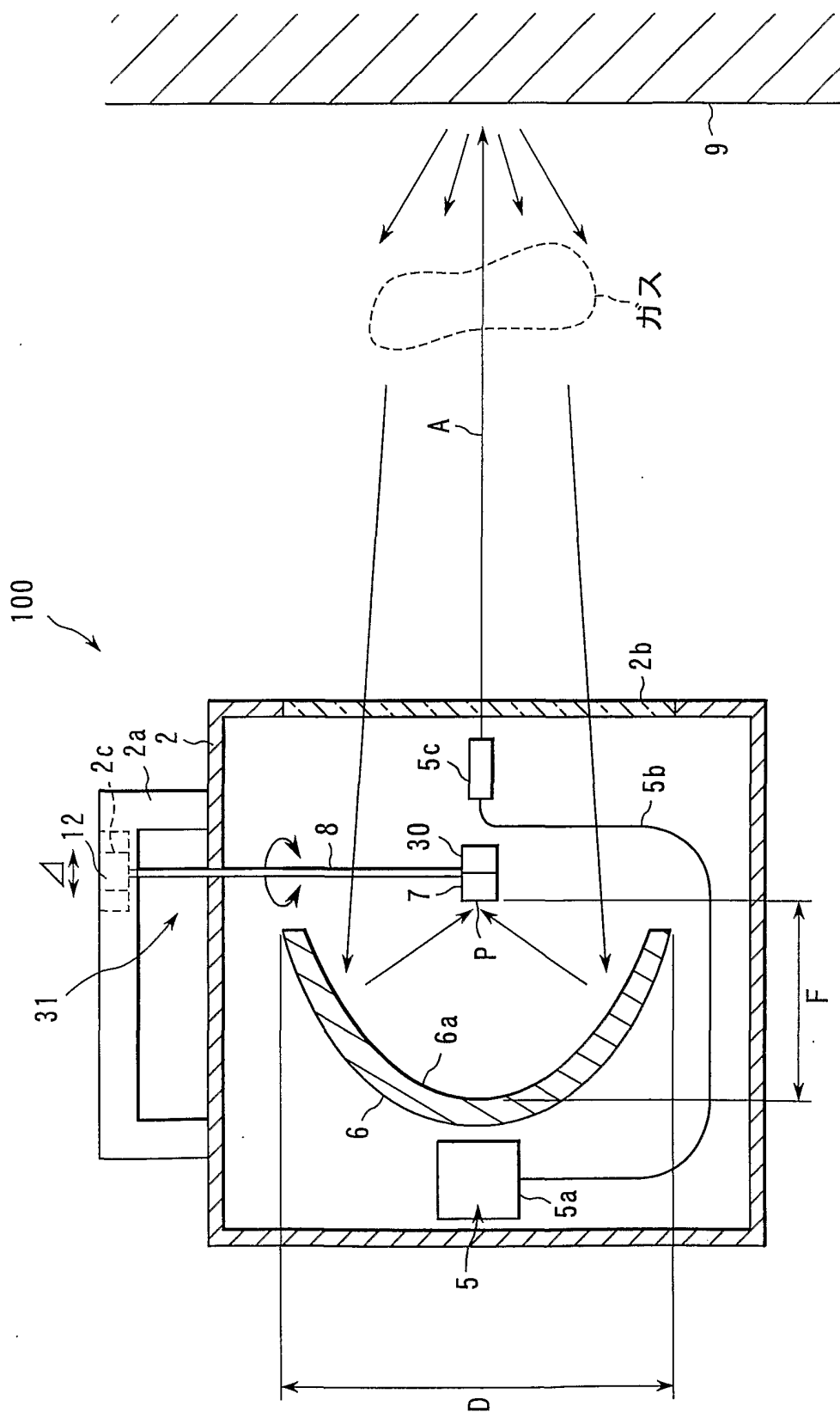


FIG. 9

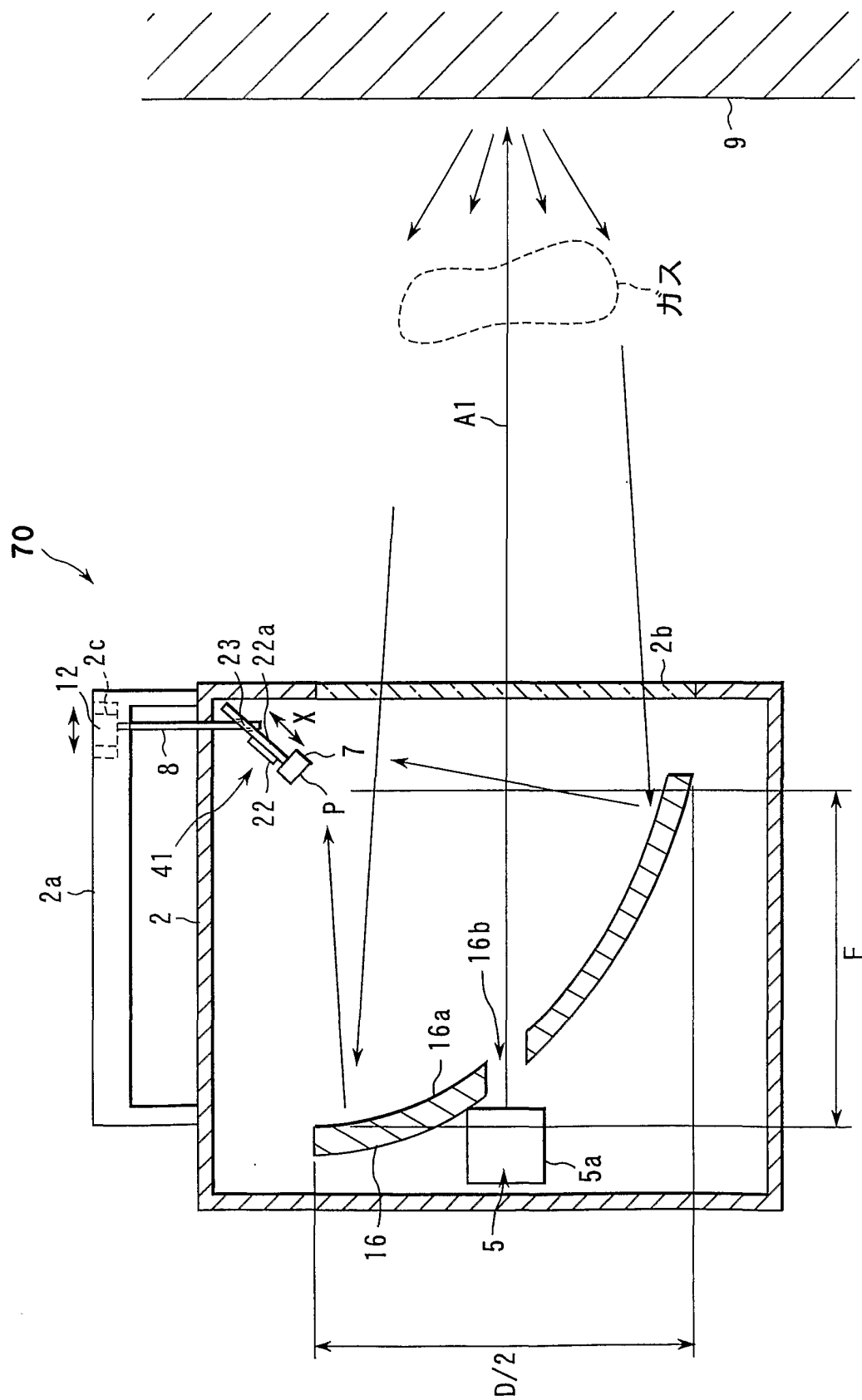


FIG. 10

10/12

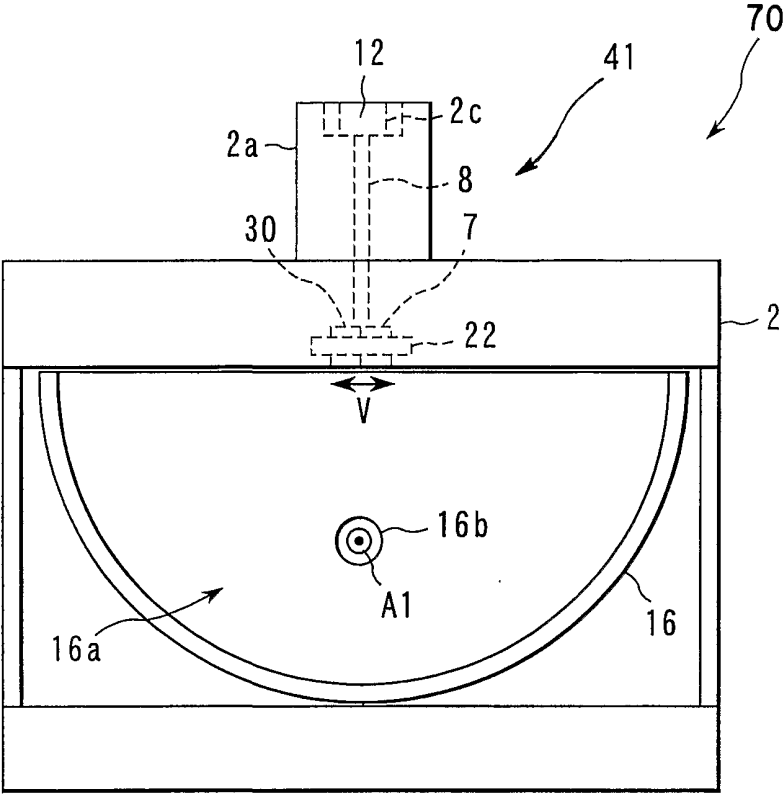


FIG. 11

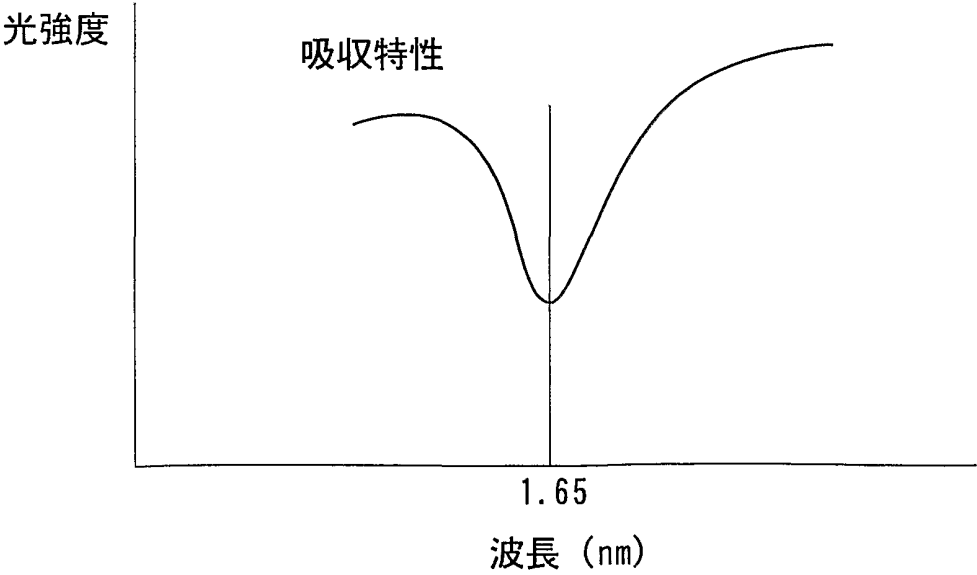


FIG. 12 (従来技術)

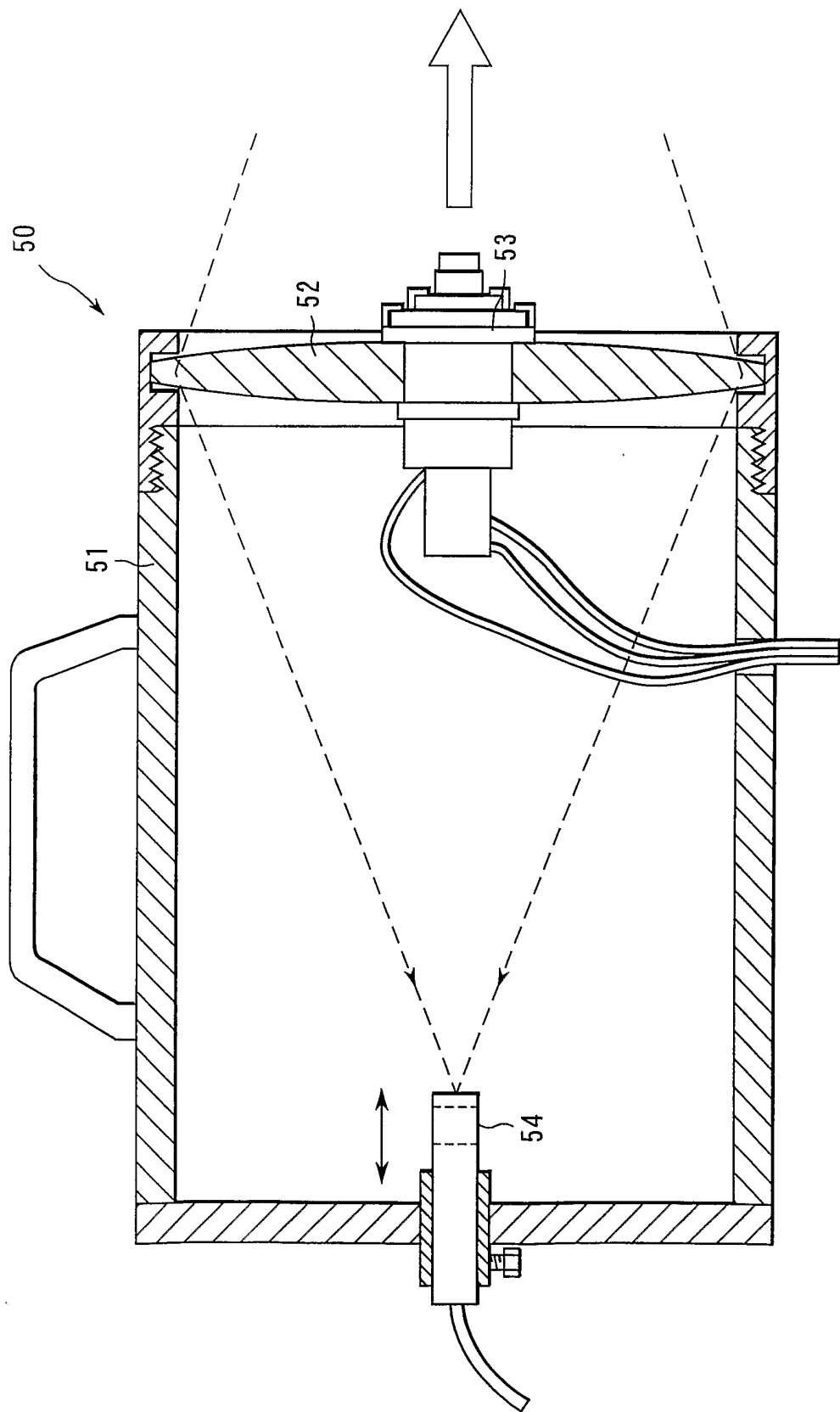


FIG. 13 (従来技術)

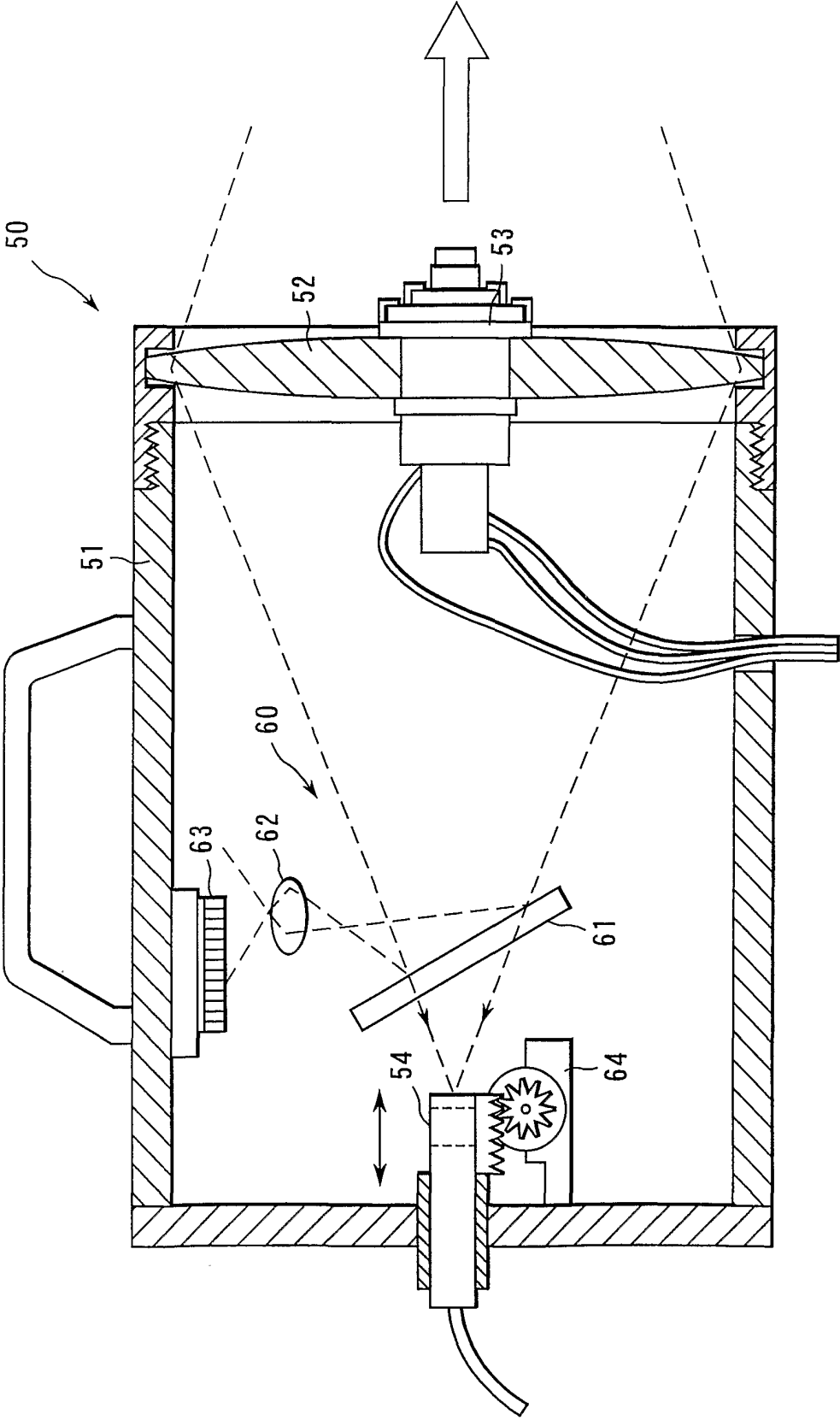


FIG. 14 (従来技術)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/00688

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G01N21/27

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G01N21/00-21/01, 21/17-21/61, G01S17/00-17/88

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

ECLA
PATOLIS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 58-198746 A (Fujitsu Ltd.), 18 November, 1983 (18.11.83), Full text (Family: none)	1, 3, 5, 6 2, 4 7-15
Y	JP 62-66142 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 25 March, 1987 (25.03.87), Full text (Family: none)	2
Y	JP 1-280272 A (Hitachi, Ltd.), 10 November, 1989 (10.11.89), Full text (Family: none)	4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 18 April, 2002 (18.04.02)	Date of mailing of the international search report 30 April, 2002 (30.04.02)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01N21/27

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01N21/00-21/01, 21/17-21/61, G01S17/00-17/88

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2002年

日本国登録実用新案公報 1994-2002年

日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

ECLA

PATOLIS

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 58-198746 A(富士通株式会社)1983.11.18 全文 (ファミリーなし)	1, 3, 5, 6 2, 4 7-15
Y	JP 62-66142 A(工業技術院長)1987.03.25, 全文 (ファミリーなし)	2
Y	JP 1-280272 A(株式会社日立製作所)1989.11.10, 全文 (ファミリーなし)	4

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.04.02

国際調査報告の発送日

30.04.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

樋口 宗彦

2W 9118

電話番号 03-3581-1101 内線 3250