

(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2015-200629

(P2015-200629A)

(43) 公開日 平成27年11月12日(2015.11.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 15/00 (2006.01)	GO 1 N 15/00 C	5 C 0 8 5
GO 8 B 17/107 (2006.01)	GO 8 B 17/107 A	
GO 1 N 15/06 (2006.01)	GO 1 N 15/06 D	
	GO 1 N 15/06 C	

審査請求 未請求 請求項の数 31 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2014-169906 (P2014-169906)	(71) 出願人	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区域見2丁目1番61号
(22) 出願日	平成26年8月22日(2014.8.22)	(74) 代理人	100109210 弁理士 新居 広守
(31) 優先権主張番号	特願2014-77290 (P2014-77290)	(74) 代理人	100137235 弁理士 寺谷 英作
(32) 優先日	平成26年4月3日(2014.4.3)	(74) 代理人	100131417 弁理士 道坂 伸一
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	辻 幸司 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内
		(72) 発明者	渡部 祥文 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内

最終頁に続く

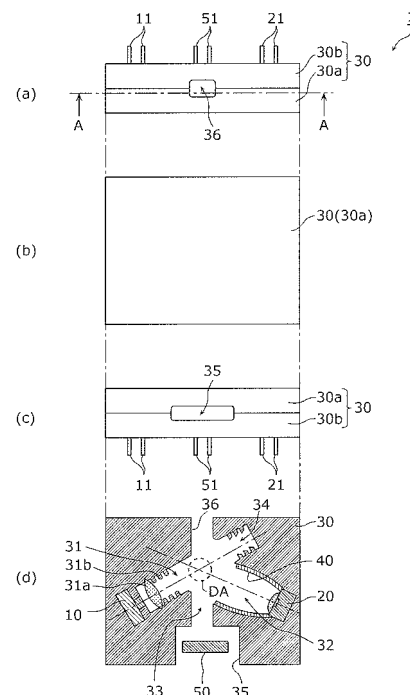
(54) 【発明の名称】 粒子検出センサ、ダストセンサ、煙感知器、空気清浄機、換気扇及びエアコン

(57) 【要約】

【課題】ヒータ抵抗等の加熱装置によって気流を発生させる加熱方式であっても、微粒子を高精度で検出できる粒子検出センサを提供する。

【解決手段】投光素子10と受光素子20とを備え、検知領域DAにおける粒子による投光素子10の光の散乱光を受光素子20で受光することにより気体中に含まれる粒子を検出する粒子検出センサ1であって、気体を加熱する加熱装置50と、散乱光を反射して当該散乱光を受光素子20に導く反射体40とを有する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

投光素子と受光素子とを備え、検知領域における粒子による前記投光素子の光の散乱光を前記受光素子で受光することにより気体中に含まれる粒子を検出する粒子検出センサであって、

気体を加熱する加熱装置と、

前記散乱光を反射して当該散乱光を前記受光素子に導く反射体とを有する粒子検出センサ。

【請求項 2】

前記反射体は、前記散乱光を前記受光素子に集光させる

10

請求項 1 に記載の粒子検出センサ。

【請求項 3】

前記反射体は、前記散乱光を前記受光素子に向けて反射する

請求項 1 又は 2 に記載の粒子検出センサ。

【請求項 4】

前記反射体の内面は、曲面である

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の粒子検出センサ。

【請求項 5】

前記反射体の内面は、円錐曲線の回転体の回転面の一部である

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の粒子検出センサ。

20

【請求項 6】

前記円錐曲線は、楕円、放物線、又は、双曲線である

請求項 5 に記載の粒子検出センサ。

【請求項 7】

前記円錐曲線は、楕円であり、

前記反射体は、前記楕円における一方の焦点が前記検知領域内に存在するように配置されており、

前記受光素子は、前記楕円における他方の焦点近傍に配置される

請求項 5 に記載の粒子検出センサ。

30

【請求項 8】

さらに、前記投光素子の前方に配置された投光レンズを有し、

前記投光レンズから出射する光の集光点は、前記楕円の前記一方の焦点と一致している

請求項 7 に記載の粒子検出センサ。

【請求項 9】

前記円錐曲線は、放物線であり、

前記反射体は、前記放物線の焦点が前記検知領域内に存在するように配置されており、

前記受光素子は、前記放物線の焦点を挟んで前記放物線の頂点とは反対側の位置に配置される

請求項 5 に記載の粒子検出センサ。

40

【請求項 10】

前記反射体は、前記散乱光を前記受光素子に導くための空間領域である受光領域に配置されている

請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の粒子検出センサ。

【請求項 11】

前記検知領域を含む空間領域であって粒子を含む気体が流れる空間領域である粒子流路を有し、

前記受光領域は、前記粒子流路に向かって開口する開口部を有し、

前記反射体は、前記粒子流路に向かって開口する開口部を有し、

前記受光領域の前記開口部と前記反射体の前記開口部とは略一致する

請求項 10 に記載の粒子検出センサ。

50

【請求項 1 2】

さらに、前記投光素子の光が投光される空間領域である投光領域に設けられた投光絞り部を有する

請求項 1 ~ 1 1 のいずれか 1 項に記載の粒子検出センサ。

【請求項 1 3】

前記投光絞り部は、開口を有する光学絞りであり、

前記光学絞りの開口の端部は、当該光学絞りの光軸を含む断面において 2 つの直線によって鋭角をなし、

前記 2 つの直線の一方を含む面は、入射する光を前記検知領域以外の方向に反射させる反射面である

10

請求項 1 2 に記載の粒子検出センサ。

【請求項 1 4】

前記投光絞り部は、各々が開口を有する複数の光学絞りからなり、

当該複数の光学絞りの各々の開口の先端を結ぶ仮想線と、前記投光素子から出射して前記検知領域に向かう光の輪郭線とが略平行である

請求項 1 2 又は 1 3 に記載の粒子検出センサ。

【請求項 1 5】

さらに、前記検知領域を挟んで前記投光素子の反対側に設けられた投光反対絞り部を有する

請求項 1 ~ 1 4 のいずれか 1 項に記載の粒子検出センサ。

20

【請求項 1 6】

前記投光反対絞り部は、開口を有する光学絞りであり、

前記光学絞りの開口の端部は、当該光学絞りの光軸を含む断面において 2 つの直線によって鋭角をなし、

前記 2 つの直線の一方を含む面は、入射する光を前記検知領域以外の方向に反射させる反射面である

請求項 1 5 に記載の粒子検出センサ。

【請求項 1 7】

前記投光反対絞り部は、各々が開口を有する複数の光学絞りからなり、

当該複数の光学絞りの各々の開口の先端を結ぶ仮想線と、前記投光素子から出射して前記検知領域を通過する光の輪郭線とが略平行である

30

請求項 1 5 又は 1 6 に記載の粒子検出センサ。

【請求項 1 8】

さらに、前記検知領域を通過した前記投光素子の光を吸収する投光トラップ部を有し、

前記投光反対絞り部は、前記投光トラップ部に設けられている

請求項 1 5 ~ 1 7 のいずれか 1 項に記載の粒子検出センサ。

【請求項 1 9】

前記投光トラップ部における前記投光反対絞り部の奥側には、光を前記検知領域側とは反対側に導く曲面が形成されている

請求項 1 8 に記載の粒子検出センサ。

40

【請求項 2 0】

さらに、前記検知領域を挟んで前記受光素子の反対側に設けられた受光反対絞り部を有する

請求項 1 ~ 1 9 のいずれか 1 項に記載の粒子検出センサ。

【請求項 2 1】

前記受光反対絞り部は、開口を有する光学絞りであり、

前記光学絞りの開口の端部は、当該光学絞りの光軸を含む断面において 2 つの直線によって鋭角をなし、

前記 2 つの直線の一方を含む面は、入射する光を前記検知領域以外の方向に反射させる反射面である

50

請求項 20 に記載の粒子検出センサ。

【請求項 22】

さらに、前記受光素子とは反対側に進行する光を吸収する受光トラップ部を有し、
前記受光反対絞り部は、前記受光トラップ部に設けられている
請求項 20 又は 21 に記載の粒子検出センサ。

【請求項 23】

前記受光トラップ部における前記受光反対絞り部の奥側には、光を前記検知領域側とは
反対側に導く曲面が形成されている
請求項 22 に記載の粒子検出センサ。

【請求項 24】

前記投光素子から出射して前記検知領域に向かう光の輪郭線と前記反射体の端面を結ぶ
仮想線とが略平行である
請求項 1 ~ 23 のいずれか 1 項に記載の粒子検出センサ。

【請求項 25】

さらに、前記反射体に向かわない散乱光を前記反射体に向けて反射する補助反射体を有
する
請求項 1 ~ 24 のいずれか 1 項に記載の粒子検出センサ。

【請求項 26】

前記反射体は、各々が曲面又は平面を有する複数の微小ミラーの集合体である
請求項 1 ~ 25 のいずれか 1 項に記載の粒子検出センサ。

【請求項 27】

請求項 1 ~ 26 のいずれか 1 項に記載の粒子検出センサを搭載している
ダストセンサ。

【請求項 28】

請求項 1 ~ 26 のいずれか 1 項に記載の粒子検出センサを搭載している
煙感知器。

【請求項 29】

請求項 1 ~ 26 のいずれか 1 項に記載の粒子検出センサ、又は、請求項 27 に記載のダ
ストセンサを搭載している
空気清浄機。

【請求項 30】

請求項 1 ~ 26 のいずれか 1 項に記載の粒子検出センサ、又は、請求項 27 に記載のダ
ストセンサを搭載している
換気扇。

【請求項 31】

請求項 1 ~ 26 のいずれか 1 項に記載の粒子検出センサ、又は、請求項 27 に記載のダ
ストセンサを搭載している
エアコン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、粒子検出センサ、及び、粒子検出センサを備えた、ダストセンサ、煙感知器
、空気清浄機、換気扇又はエアコン等の機器に関する。より具体的には、大気中に浮遊す
る粒子（エアロゾル）を当該粒子の散乱光によって検知する光散乱式粒子検出センサ及び
これを用いた空気清浄機等の機器に関する。

【背景技術】

【0002】

光散乱式粒子検出センサは、投光素子と受光素子とを備える光電式センサであり、測定
対象の気体を取り込んで投光素子の光を当該気体に照射し、その散乱光によって気体に含
まれる粒子の有無を検出するものである。例えば、大気中に浮遊するホコリ・花粉・煙等

10

20

30

40

50

の粒子を検出することができる。

【0003】

この種の光散乱式粒子検出センサとして、迷光の発生を低減するために、投光素子又は受光素子と対向する位置に光トラップが設けられたものが知られている（例えば特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平11-248629号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年、より粒径の小さい微粒子を検出するために粒子検出センサのさらなる高精度化が要望されており、例えば、ファンによって気流を発生させて粒子検出センサ内に沢山の粒子を取り込むことで高精度化することが考えられている。

【0006】

しかしながら、ファンを設けると、粒子検出センサ全体のコストが高くなったり粒子検出センサが大型化したりする。このため、低コストのヒータ抵抗（抵抗加熱）によって気流を発生させることが考えられる。

【0007】

20

しかしながら、ヒータ抵抗を用いた方法では、流速が遅く、粒径の小さな微粒子を精度良く検出することができない。

【0008】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、ヒータ抵抗等の加熱装置によって気流を発生させる加熱方式であっても、微粒子を高精度で検出できる粒子検出センサ等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】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明に係る粒子検出センサの一態様は、投光素子と受光素子とを備え、検知領域における粒子による前記投光素子の光の散乱光を前記受光素子で受光することにより気体中に含まれる粒子を検出する粒子検出センサであって、気体を加熱する加熱装置と、前記散乱光を反射して当該散乱光を前記受光素子に導く反射体とを有することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、ヒータ抵抗等の加熱装置によって気流を発生させる加熱方式であっても、微粒子を高精度で検出できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】（a）は、本発明の実施の形態1に係る粒子検出センサの上面図、（b）は、同粒子検出センサの正面図、（c）は、同粒子検出センサの下面図、（d）は、（a）のA-A線における同粒子検出センサの断面図である。

40

【図2A】気体中に粒子が存在しない場合における粒子検出センサの動作を説明するための断面図である。

【図2B】気体中に粒径の小さい粒子が存在する場合における粒子検出センサの動作を説明するための断面図である。

【図2C】気体中に粒径の大きい粒子が存在する場合における粒子検出センサの動作を説明するための断面図である。

【図3】比較例の粒子検出センサの断面図である。

【図4】本発明の実施の形態1に係る粒子検出センサの断面図である。

50

【図 5】本発明の実施の形態 1 に係る粒子検出センサにおける反射体と受光素子と検知領域との位置関係を説明するための図である。

【図 6】(a) は、本発明の実施の形態 2 に係る粒子検出センサの上面図、(b) は、同粒子検出センサの正面図、(c) は、同粒子検出センサの下面図、(d) は、(a) の A - A 線における同粒子検出センサの断面図である。

【図 7】本発明の実施の形態 2 に係る粒子検出センサにおける反射体と投光素子と受光素子と検知領域との位置関係を説明するための図である。

【図 8 A】本発明の実施の形態 2 に係る粒子検出センサにおける第 1 遮光体周辺の構成を示す拡大断面図である。

【図 8 B】本発明の実施の形態 2 に係る粒子検出センサにおける第 2 遮光体周辺の構成を示す拡大断面図である。

【図 9】本発明の実施の形態 2 に係る粒子検出センサにおける投光素子から出射して検知領域に向かう光の光路を説明するための図である。

【図 10】本発明の変形例 1 に係る粒子検出センサの概略構成を示す断面図である。

【図 11】本発明の変形例 1 の変形例に係る粒子検出センサの概略構成を示す断面図である。

【図 12】本発明の変形例 2 に係る粒子検出センサの概略構成を示す断面図である。

【図 13】本発明の変形例 3 に係る粒子検出センサの概略構成を示す断面図である。

【図 14】本発明の変形例 4 に係る粒子検出センサの概略構成を示す断面図である。

【図 15】本発明の変形例 4 の変形例に係る粒子検出センサの概略構成を示す断面図である。

【図 16】本発明の変形例 5 に係る粒子検出センサの概略構成を示す断面図である。

【図 17】本発明の変形例 6 に係る粒子検出センサの概略構成を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。以下に説明する実施の形態は、いずれも本発明の好ましい一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態等は、一例であって本発明を限定する主旨ではない。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本発明の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

【0013】

なお、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。また、各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化する。

【0014】

(実施の形態 1)

まず、本発明の実施の形態 1 に係る粒子検出センサの構成について、図 1 を用いて説明する。図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る粒子検出センサの構成を示す図であり、(a) は上面図、(b) は正面図、(c) は下面図、(d) は(a) の A - A 線における断面図である。なお、本実施の形態では、図 1 (d) における大気排出孔 36 から大気導入孔 35 に向かう方向を鉛直下方(重力方向)としている。

【0015】

図 1 に示すように、本実施の形態における粒子検出センサ 1 は、投光素子 10 と受光素子 20 とを備える光電式センサであって、検知領域(光拡散部)DA における粒子による投光素子 10 からの光の散乱光を受光素子 20 で受光することにより気体中に含まれる粒子を検出するものである。本実施の形態における粒子検出センサ 1 は、さらに、反射面を有する反射体 40 と、気体を加熱する加熱装置 50 とを有する。

【0016】

投光素子 10 は、所定の波長の光を発する光源(発光部)であり、例えば、LED や半

10

20

30

40

50

導体レーザ等の固体発光素子である。投光素子 10 としては、赤外光、青色光、緑色光、赤色光又は紫外光を発する発光素子を用いることができる。この場合、2 波長以上の混合波を発するように構成してもよい。

【0017】

なお、投光素子 10 の発光波長が短いほど、粒径の小さな粒子を検出しやすくなる。また、投光素子 10 の発光制御方式は特に限定されるものではなく、投光素子 10 から射出する光は、DC 駆動による連続光又はパルス光等とすることができる。また、投光素子 10 の出力の大きさは、時間的に変化していてもよい。

【0018】

受光素子 20 は、光を受ける受光部であり、例えば、フォトダイオード、フォトICダイオード、フォトトランジスタ、又は、高電子倍増管等、光を受けて電気信号に変換する素子（光検出器）である。

10

【0019】

図 1 (d) に示すように、投光素子 10 及び受光素子 20 は、筐体 30（ケース）内に配置される。筐体 30 は、投光素子 10 及び受光素子 20 を保持するように構成されている。本実施の形態において、投光素子 10 及び受光素子 20 は、それぞれの光軸を交差させる形で筐体 30 内に配置されている。

【0020】

受光素子 20 での受光感度を大きくするには、検知領域 DA の粒子の散乱光のうち前方散乱光を多く取得するとよい。この場合、投光素子 10 の光軸と受光素子 20 の光軸とを一致させることによって前方散乱光を容易に取得することができるが、単に投光素子 10 と受光素子 20 との光軸を一致させただけでは、受光素子 20 には前方散乱光以外に投光素子 10 からの直接光が入射してしまうことになり、粒子の検出精度が低下してしまう。

20

【0021】

このため、本実施の形態では、投光素子 10 及び受光素子 20 の各々の光軸を交差させている。一例として、投光素子 10 の光軸と受光素子 20 の光軸とのなす角は 60 度（120 度）である。

【0022】

このように、投光素子 10 及び受光素子 20 の各々の光軸を交差させることによって、投光素子 10 からの直接光の影響を受けることなく、前方散乱光に近い部分の側方散乱光を取得できるので、粒子の検出精度の低下を抑制できる。

30

【0023】

図 1 の (a) ~ (c) に示すように、筐体 30 の外形は、一例として扁平直方体である。筐体 30 は、第 1 筐体部 30a（蓋部）と第 2 筐体部 30b との 2 つの部材によって構成されている。第 2 筐体部 30b からは、複数のリード線 11、21 及び 51 が露出している。リード線 11、21 及び 51 は、それぞれ、投光素子 10、受光素子 20 及び加熱装置 50 と電氣的に接続されている。

【0024】

筐体 30 には、投光素子 10 の光が投光される空間領域である投光領域 31 と、検知領域 DA において投光素子 10 の光が粒子に当たって発生した散乱光を受光素子 20 に導くための空間領域である受光領域 32（拡散光導入部）と、粒子を含む気体（大気等）が流れる空間領域である粒子流路 33 と、トラップ部 34 とが設けられている。

40

【0025】

投光領域 31、受光領域 32、粒子流路 33 及びトラップ部 34 の各々は、筐体 30 における空間領域である。投光領域 31 は、投光素子 10 から検知領域 DA までの空間領域である。受光領域 32 は、検知領域 DA から受光素子 20 までの空間領域である。

【0026】

例えば、図 1 (d) に示すように、投光領域 31、受光領域 32 及びトラップ部 34 の各々は、周囲が筐体 30 の内面（内壁）で囲まれた略円筒状又は略角筒状の有底筒状の空間領域であり、粒子流路 33 との接続部分に開口部を有している。つまり、投光領域 31

50

、受光領域 3 2 及びトラップ部 3 4 の各々は、各開口部が粒子流路 3 3 に向かって開口しており、各開口部において粒子流路 3 3 と接続されている。本実施の形態において、投光領域 3 1、受光領域 3 2 及びトラップ部 3 4 の各々の開口部は、検知領域 D A に向かって開口している。

【 0 0 2 7 】

粒子流路 3 3 は、気体（大気等）中の粒子を測定するために筐体 3 0 内に導入した気体を通過させる気体通過領域である。粒子流路 3 3 は、周囲が筐体 3 0 の内面（内壁）で囲まれた略円筒状又は略角筒状の筒状空間領域であって、検知領域 D A を含む空間領域である。本実施の形態において、粒子流路 3 3 は、検知領域 D A 全体を含んでいる。本実施の形態において、粒子流路 3 3 は、大気導入孔 3 5 から大気排出孔 3 6 に向かって真っ直ぐな流路となっており、その途中で、投光領域 3 1、受光領域 3 2 及びトラップ部と接続されている。

10

【 0 0 2 8 】

また、投光領域 3 1、受光領域 3 2、粒子流路 3 3 及びトラップ部 3 4 における筐体 3 0 の内面（壁面）は、迷光を吸収させるために黒色であるとよい。例えば、筐体 3 0 を黒色の樹脂成型品であり、内部に露出部分は少なくとも黒色表面となっている。また、筐体 3 0 の内面にシボ加工などの表面処理を行うことによって迷光を吸収させるように構成されていてもよい。

【 0 0 2 9 】

検知領域 D A は、測定対象の気体に含まれる粒子（エアロゾル）を検知するための領域であるエアロゾル検知領域（エアロゾル測定部）である。検知領域 D A は、粒子流路 3 3 内に存在するように設定されており、本実施の形態では、投光領域 3 1 と受光領域 3 2 とが粒子流路 3 3 で重なる領域である。具体的には、検知領域 D A は、投光素子 1 0 の光軸と受光素子 2 0 の光軸とが交差する交点を含む領域である。測定対象の気体は、粒子流路 3 3 を通って検知領域 D A に導かれる。検知領域 D A は、例えば $\phi 2 \text{ mm}$ である。

20

【 0 0 3 0 】

トラップ部 3 4 は、投光素子 1 0 の光のうち検知領域 D A で粒子に当たらずに検知領域 D A を通過した光が筐体 3 0 内で反射及び散乱して受光素子 2 0 で受光されてしまうことを防止する構造を有する。具体的に、トラップ部 3 4 は、光トラップ構造を有し、トラップ部 3 4 の内部に一旦進入した光がトラップ部 3 4 から出て行かないような光吸収構造を有する。例えば、トラップ部 3 4 における筐体 3 0 の内面には、多重反射させて光を吸収させるための複数の黒色突起が設けられる。なお、トラップ部 3 4 は、ラビリンス構造であってもよい。

30

【 0 0 3 1 】

本実施の形態において、トラップ部 3 4（光トラップ構造）は、投光素子 1 0 と対向する位置に設けられている。具体的には、トラップ部 3 4 の開口部が投光領域 3 1 の開口部に対向している。なお、本実施の形態において、トラップ部 3 4 は、投光素子 1 0 と対向する位置にのみ設けられているが、投光素子 1 0 及び受光素子 2 0 の両方と対向する位置に設けられていてもよいし、受光素子 2 0 と対向する位置にのみ設けられていてもよい。但し、受光素子 2 0 と対向する位置にのみトラップ部 3 4 を設ける場合、トラップ部 3 4 の内部に一旦進入した光が戻って行かないように、トラップ部 3 4 を貫通孔にする等の手段を設けるとよい。

40

【 0 0 3 2 】

また、筐体 3 0 には、粒子流路 3 3 に大気を導入するための大気導入孔 3 5 と、粒子流路 3 3 から大気を排出するための大気排出孔（大気放出孔）3 6 とが設けられている。

【 0 0 3 3 】

大気導入孔 3 5 は、粒子検出センサ 1 の外部に存在する大気等の気体を粒子検出センサ 1 の内部（粒子流路 3 3）に供給するための大気供給口（大気流入口）であり、筐体 3 0 における大気の入口である。

【 0 0 3 4 】

50

一方、大気排出孔 3 6 は、粒子検出センサ 1 の内部（粒子流路 3 3）の大気を粒子検出センサ 1 の外部に排出するための大気排気口（大気流出口）であり、筐体 3 0 における大気の出口である。

【 0 0 3 5 】

大気導入孔 3 5 は、粒子流路 3 3 の一方に繋がっており、大気排出孔 3 6 は、粒子流路 3 3 の他方に繋がっている。これにより、粒子を含む大気（測定対象の気体）は、大気導入孔 3 5 から筐体 3 0 内に導入されて粒子流路 3 3 を通って検知領域 D A に流入され、大気排出孔 3 6 から筐体 3 0 外に排出される。本実施の形態では、効率良く筐体 3 0 内に気体を導入して排気するために、大気導入孔 3 5 の方が大気排出孔 3 6 よりも開口面積が大きくなっている。

10

【 0 0 3 6 】

また、本実施の形態において、投光領域 3 1 には、投光レンズ（発光レンズ）3 1 a が設けられている。投光レンズ 3 1 a は、投光素子 1 0 の前方に配置されており、投光素子 1 0 から出射する光（投光ビーム）を検知領域 D A に向けて進行させるように構成されている。つまり、投光素子 1 0 から出射する光は投光レンズ 3 1 a を介して検知領域 D A に到達する。投光レンズ 3 1 a は、例えば、透明樹脂レンズ又はガラスレンズである。

【 0 0 3 7 】

投光レンズ 3 1 a は、投光素子 1 0 から出射する光を検知領域 D A に向けてコリメートさせるコリメートレンズであってもよいし、投光素子 1 0 から出射する光を検知領域 D A に集光させる集光レンズであってもよいが、投光レンズ 3 1 a としては、検知領域 D A において投光素子 1 0 の光強度を大きくするようなレンズを用いるとよい。また、検知領域 D A 内の場所によって光強度が異なると、同じ粒径の粒子であっても検知領域 D A 内の場所によって散乱光の強度が異なってしまうので、投光レンズ 3 1 a としては、投光素子 1 0 の光の強度分布が検知領域 D A 全体で均一になるようなレンズを用いるとよい。さらに、投光素子 1 0 の光が筐体 3 0 の壁面に反射すると無用な反射光及び散乱光が発生することになるので、投光レンズ 3 1 a としては、投光素子 1 0 の光が投光領域 3 1 における筐体 3 0 の壁面に反射することなく直接検知領域 D A に到達するようなレンズを用いるとよい。なお、投光レンズ 3 1 a は、設けなくてもよい。

20

【 0 0 3 8 】

また、本実施の形態において、投光領域 3 1 には発光絞り部 3 1 b が設けられている。発光絞り部 3 1 b は、投光レンズ 3 1 a を通過した後の投光素子 1 0 の光を絞って不要な光を遮蔽して集光径を小さくする。発光絞り部 3 1 b は、樹脂等からなり、投光領域 3 1 の内壁に所定の形状で形成されている。発光絞り部 3 1 b は、各々が円形や多角形などの開口（スリット）を有する複数の光学絞りからなる。本実施の形態において、発光絞り部 3 1 b（光学絞り）は、投光領域 3 1 の内壁から突出するように形成されている。発光絞り部 3 1 b（光学絞り）は、樹脂等からなり、筐体 3 0 と一体成型されていてもよいし、筐体 3 0 と別体であってもよい。

30

【 0 0 3 9 】

反射体 4 0（反射板）は、検知領域 D A における粒子による投光素子 1 0 の光の散乱光を反射して当該散乱光を受光素子 2 0 に導く反射部材である。本実施の形態において、反射体 4 0 は、粒子の散乱光を反射して受光素子 2 0 に集光させている。より具体的には、反射体 4 0 は、粒子の散乱光を受光素子 2 0 に向けて反射している。

40

【 0 0 4 0 】

図 1（d）に示すように、本実施の形態では、反射体 4 0 は、受光領域 3 2 に設けられている。具体的には、反射体 4 0 は、受光領域 3 2 における筐体 3 0 の内面に沿って設けられた集光ミラーであり、反射面である内面が曲面となっている。図 1（d）に示すように、反射体 4 0 の内面は、回転楕円体の回転面の一部である。つまり、反射体 4 0 は、内面（反射面）の形状が回転楕円面の一部の形状をなす楕円ミラーであり、反射体 4 0 の内面の断面形状は楕円の一部である。

【 0 0 4 1 】

50

また、反射体 40 は、粒子流路 33 に向かって開口する開口部を有する。具体的には、反射体 40 の開口部は、検知領域 DA に向かって開口している。本実施の形態において、反射体 40 の開口部は、受光領域 32 の開口部と略一致している。つまり、反射体 40 は、受光領域 32 の開口部近傍まで設けられている。

【0042】

反射体 40 としては、ベース部材の表面そのものが反射面となるようにベース部材そのものを金属等の反射材料で構成してもよいし、樹脂や金属のベース部材の表面に反射面となる反射膜を形成してもよい。

【0043】

反射膜としては、アルミニウム、金、銀や銅等の金属反射膜、鏡面反射膜、又は、誘電体多層膜等を用いることができる。反射膜としては、吸収率が小さく、高い反射率を有するものがよい。また、反射膜として、蒸着等で形成したアルミニウム膜の表面に当該アルミニウム膜よりも薄い薄膜を積層したものをを用いてもよい。アルミニウム膜に積層する薄膜としては、例えば、MgF 膜、SiO₂ 膜、SiO 膜、AlN 膜、アルミナ膜、又は、増反射膜等が用いられる。このように、アルミニウム膜にこれらの薄膜を積層することによって、アルミニウム膜の劣化（腐食等）を抑制したり光増幅による光学特性を向上させたりすることができる。

【0044】

加熱装置 50 は、大気を加熱するヒータである。加熱装置 50 は、粒子流路 33 内に流れる気体の流れを促進させるための気流を発生させる気流発生装置として機能する。つまり、加熱装置 50 によって大気を加熱することで、粒子を含む大気を検知領域 DA に導入しやすくなる。加熱装置 50 は、例えば、低コストのヒータ抵抗等である。

【0045】

図 1 (d) に示すように、本実施の形態において、加熱装置 50 は、粒子流路 33 内に配置されている。つまり、加熱装置 50 は、粒子流路 33 内の気体を加熱する。なお、加熱装置 50 は、大気導入孔 35 の近傍に配置されている。

【0046】

また、加熱装置 50 は、検知領域 DA の鉛直下方に配置されている。これにより、加熱装置 50 がヒータ抵抗である場合、ヒータ抵抗に電圧を印加するとヒータ抵抗が発熱してヒータ抵抗の周囲の大気が加熱されて密度が小さくなり、重力とは逆方向の鉛直方向に移動する。つまり、加熱装置 50 によって粒子流路 33 内の気体を加熱すると、上方向の気流（上昇気流）を発生させることができる。

【0047】

このように、加熱装置 50 によって粒子流路 33 内の気体を加熱することによって、筐体 30（粒子流路 33）内に測定対象の気体（大気）を容易に引き込むことができるので、加熱装置 50 を設けない場合と比べて、粒子検出センサ 1 内に多くの粒子を取り込むことができる。したがって、粒子流路 33 に含まれる検知領域 DA における単位体積あたりの粒子数を多くすることができるので、感度を高くすることができる。

【0048】

なお、加熱装置 50 が動作していない状態でも、大気導入孔 35 と大気排出孔 36 との間において気体は粒子流路 33 内を通過することができる。つまり、加熱装置 50 が動作していない場合でも、気体中に含まれる粒子を検出することは可能である。

【0049】

次に、本実施の形態における粒子検出センサ 1 の動作について、図 2 A、図 2 B 及び図 2 C を用いて説明する。図 2 A ~ 図 2 C は、それぞれ、気体中に粒子が存在しない場合、気体中に粒径の小さい粒子が存在する場合及び気体中に粒径の大きい粒子が存在する場合における粒子検出センサの動作を説明するための断面図である。

【0050】

加熱装置 50 を動作させて粒子流路 33 に気流を発生させると、大気導入孔 35 から粒子検出センサ 1 内に気体が引き込まれ、当該気体は、粒子流路 33 を経由して検知領域 D

10

20

30

40

50

Aに導かれる。

【0051】

この場合、図2Aに示すように、粒子検出センサ1内に導入された気体に粒子（エアロゾル）が存在しない場合、つまり、検知領域DAに粒子が流入しない場合は、投光素子10から出射した光は検知領域DAを通過してそのまま直進するので、粒子による散乱光が発生しない。したがって、この場合、基本的には受光素子20の反応がないので、粒子検出センサ1内に導入された気体中に粒子が存在しないことが分かる。

【0052】

なお、この場合、検知領域DAを通過して直進した光が筐体30の中で反射して迷光となって受光素子20に入射する場合がある。本実施の形態では、トラップ部34が設けられているので、検知領域DAを通過して直進した光は、トラップ部34で減衰吸収される。これにより、検知領域DAを通過して直進した光が迷光となって受光素子20に入射することを抑制できる。

【0053】

また、図2Bに示すように、粒子検出センサ1内に導入した気体に粒径の小さい粒子（エアロゾル）P1が存在する場合、つまり、検知領域DAに粒径の小さい粒子P1が流入した場合は、投光素子10の光は検知領域DAに存在する粒子P1に当たって散乱し、当該散乱光は直接又は反射体40で反射して受光素子20に入射する。受光素子20に光が入射すると所定の信号の出力があるので、粒子検出センサ1内に導入された気体中に粒子が存在することが分かる。

【0054】

この場合、受光素子20によって検出される散乱光の光強度は比較的に小さいので、粒子検出センサ1内に導入した気体中には粒径の小さい粒子が存在することが分かる。

【0055】

また、図2Cに示すように、粒子検出センサ1内に導入した気体に粒径の大きい粒子（エアロゾル）P2が存在する場合、つまり、検知領域DAに粒径の大きい粒子P2が流入した場合も、投光素子10の光は検知領域DAに存在する粒子P2に当たって散乱し、当該散乱光は直接又は反射体40で反射して受光素子20に入射する。受光素子20に光が入射すると所定の信号の出力があるので、この場合も、粒子検出センサ1内に導入された気体中に粒子が存在することが分かる。

【0056】

この場合、受光素子20によって検出される散乱光の光強度は比較的に大きいので、粒子検出センサ1内に導入した気体中には粒径の大きい粒子P2が存在することが分かる。

【0057】

このように、粒子による散乱光によって粒子検出センサ1内に導入された気体に粒子が含まれるか否か（粒子の有無）を検知することができる。つまり、気体中の粒子を検出することができる。

【0058】

また、受光素子20で受光した信号の大きさ、つまり、粒子による散乱光の光強度の大きさによって、粒子の大きさ（粒径）を判別することができる。

【0059】

さらに、受光素子20で検出される信号の出力の1つ1つ、つまり、粒子による散乱光の光強度のピーク1つ1つは、粒子の1つ1つに対応するので、粒子検出センサ1内に導入された気体中の粒子の個数（量）も算出することができる。

【0060】

次に、本実施の形態における粒子検出センサ1の作用効果について、比較例の粒子検出センサ100と比較しながら、図3及び図4を用いて説明する。図3は、比較例の粒子検出センサの断面図であり、図4は、本発明の実施の形態1に係る粒子検出センサの断面図である。

【0061】

図 3 に示すように、比較例の粒子検出センサ 100 では、受光領域 32 に反射体が設けられておらず、受光レンズ（集光レンズ）140 が設けられている。これにより、受光レンズ 140 による制約が大きくなり、例えば、受光レンズ 140 の光軸と受光素子 20 の光軸とを一致させる必要がある。また、受光レンズ 140 の形状も、その機能から変更できる自由度が小さく、例えば、レンズ光軸に対して対称形状となっている。これらのことから、図 3 に示すように、受光レンズ 140 を用いた場合には、検知領域 DA を基準とする受光レンズ 140 への見込み角が小さくなる。

【0062】

しかも、レンズによる集光では、そもそも原理的に 180° 以上の光を取ることができず、また、様々な方向からの散乱光も取ることができない。さらに、レンズの焦点が検知領域 DA となるので、検知領域 DA は小さい。

10

【0063】

したがって、受光レンズ 140 のみで散乱光を集光する比較例の粒子検出センサ 100 では、散乱光の受光感度が低い。

【0064】

特に、気体中に浮遊する粒子には、PM_{2.5}（微小粒子状物質）等の粒径の小さな微粒子も存在する。このような微粒子を検出するには、粒子検出センサとしては、例えば粒径が 0.3 μm 以下の粒子を検出できる精度が要求される。

【0065】

粒子検出センサの粒子検出精度を向上させるには、例えば、ファンを設けることが考えられる。つまり、ファンによって粒子の流れを速くし、単位時間当たりに粒子検出センサ内に入る粒子の量を増やすことで、粒径の小さな微粒子の検出精度を向上させることが考えられる。

20

【0066】

しかしながら、ファンを設けると、粒子検出センサ全体のコストが高くなったり粒子検出センサが大型化したりする。

【0067】

一方、ファンを設けるのではなく、低コストかつ省スペースであるヒータ抵抗等の加熱装置を設けることによって気流を発生させることも考えられる。

【0068】

30

しかしながら、加熱装置の場合では、ファンの場合と比べて流速が遅く、それほど検出精度を高くすることができない。このため、PM_{2.5}等の粒径の小さな微粒子を精度よく検出することができない。

【0069】

これに対して、本実施の形態における粒子検出センサ 1 は、図 4 に示すように、検知領域 DA における粒子による散乱光を反射して当該散乱光を受光素子 20 に導くための反射体 40 を有している。

【0070】

これにより、レンズの場合と比べて、検知領域 DA の粒子によって発生する散乱光を、より多く受光素子 20 に入射させることが可能となる。つまり、反射体 40 は、レンズと比べて設計自由度が大きいので、より多くの散乱光を受光素子 20 に導けるように形状を決めることができる。

40

【0071】

例えば、図 4 に示すように、反射体 40 の開口部を受光領域 32 の開口部のぎりぎりまで延ばすことができ、検知領域 DA を基準とする反射体 40 への見込み角を大きくすることができる。また、反射体 40 の光軸（受光素子 20 の光軸）に対して見込み角を対称にすることなく反射体 40 の形状を決めることもできるので、反射体 40 の形状を自由に変更することができる。

【0072】

このように、本実施の形態における粒子検出センサ 1 では、図 3 に示す比較例と比べて

50

、散乱光を集める立体角を大きくすることができるので散乱光の受光感度を高くすることが可能となり、検知領域 D A を大きくすることができる。

【 0 0 7 3 】

このため、気流がゆっくりであっても、粒子は検出領域 D A を通過しやすくなる。特に、粒径の小さな粒子の場合、図 3 に示す比較例では、検出領域 D A を通過する粒子の確率は小さいが、図 4 に示す本実施の形態では、検出領域 D A を通過する粒子の確率が格段に向上し、受光感度も高くなる。したがって、粒径の小さな微粒子を精度よく検出することができる。

【 0 0 7 4 】

以上、本実施の形態に係る粒子検出センサ 1 は、反射体 4 0 を備えているので、受光領域 3 2 にレンズを設ける場合と比べて受光感度を高くすることができる。これにより、ヒータ抵抗等の加熱装置 5 0 によって生じさせることのできる程度の気流であったとしても、気体中に含まれる粒径の小さな粒子を高精度で検出することができる。したがって、加熱装置 5 0 を用いた加熱方式の粒子検出センサであっても、気体中に含まれる粒子が、ホコリであるか、花粉であるか、煙であるかを判別できるだけではなく、P M 2 . 5 (微小粒子状物質) のように粒径の小さな微粒子までも判別することができる。

【 0 0 7 5 】

このように、本実施の形態に係る粒子検出センサ 1 によれば、低コストかつ小型でありながら、高精度の粒子検出センサを実現することができる。

【 0 0 7 6 】

さらに、本実施の形態では、反射体 4 0 の内面が回転楕円体の回転面の一部をなしている。これにより、検知領域 D A の粒子によって発生する散乱光の多くを受光素子 2 0 に入射させることができるので、感度を一層高くすることができる。

【 0 0 7 7 】

ここで、反射体 4 0 について、当該反射体 4 0 と受光素子 2 0 と検知領域 D A との位置関係及びその作用効果について、図 5 を用いて詳細に説明する。図 5 は、本発明の実施の形態 1 に係る粒子検出センサにおける反射体と受光素子と検知領域との位置関係を説明するための図である。

【 0 0 7 8 】

図 5 に示すように、本実施の形態における反射体 4 0 は、内面が回転楕円体の回転面の一部をなしており、反射体 4 0 の内面の断面形状は、楕円の一部となっている。そして、反射体 4 0 は、回転楕円体を構成する楕円における 2 つの焦点 F 1 及び F 2 のうちの一方の焦点 F 1 (第 1 の焦点) が検知領域 D A 内に存在するように配置されている。また、受光素子 2 0 は、当該楕円における他方の焦点 F 2 (第 2 の焦点) 近傍に配置されている。

【 0 0 7 9 】

これにより、検知領域 D A の粒子によって発生する散乱光を、少ない反射回数 (1 回又は数回) で受光素子 2 0 に入射させることができる。つまり、多重反射による光の減衰を回避できる。したがって、受光素子 2 0 における受光効率を高めることができるので、感度を一層高くすることができる。

【 0 0 8 0 】

さらに、受光素子 2 0 における受光効率を高くできることから、受光素子 2 0 として小型の検出器等を用いることができる。つまり、受光素子 2 0 として、特段受光面の大きい光検出器を用いる必要がない。

【 0 0 8 1 】

(実施の形態 2)

次に、本発明の実施の形態に係る粒子検出センサ 2 の構成について、図 6 を用いて説明する。図 6 は、本発明の実施の形態 2 に係る粒子検出センサの構成を示す図であり、(a) は上面図、(b) は正面図、(c) は下面図、(d) は (a) の A - A 線における断面図である。なお、本実施の形態でも、図 6 (d) における大気排出孔 3 6 から大気導入孔 3 5 に向かう方向を鉛直下方 (重力方向) としている。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 2 】

図 6 に示すように、本実施の形態における粒子検出センサ 2 は、実施の形態 1 における粒子検出センサ 1 と同様に、投光素子 1 0 と受光素子 2 0 とを備える光電式センサであって、検知領域（光散乱部）D A における粒子による投光素子 1 0 からの光の散乱光を受光素子 2 0 で受光することにより大気中に含まれる粒子を検出するものである。

【 0 0 8 3 】

本実施の形態における粒子検出センサ 2 は、さらに、筐体 3 0 と、筐体 3 0 内に配置された、反射体 4 0、加熱装置 5 0、第 1 遮光体 6 1、第 2 遮光体 6 2、投光絞り部 7 1、投光反対絞り部 7 2、受光反対絞り部 7 3、第 1 保護板 8 1 及び第 2 保護板 8 2 とを備える。

10

【 0 0 8 4 】

本実施の形態でも、投光素子 1 0 及び受光素子 2 0 の各々の光軸を交差させているが、本実施の形態では、投光素子 1 0 の光軸と受光素子 2 0 の光軸とのなす角は 1 2 0 度（6 0 度）にしている。

【 0 0 8 5 】

本実施の形態において、筐体 3 0 には、投光領域 3 1 と、受光領域 3 2 と、粒子流路 3 3 と、投光トラップ部 3 4 a（第 1 トラップ部）と、受光トラップ部 3 4 b（第 2 トラップ部）とが設けられている。

【 0 0 8 6 】

投光領域 3 1、受光領域 3 2、粒子流路 3 3、投光トラップ部 3 4 a 及び受光トラップ部 3 4 b の各々は、周囲が筐体 3 0 の内面（内壁）で囲まれた空間領域であり、粒子流路 3 3 との接続部分に開口部を有している。投光領域 3 1、受光領域 3 2、投光トラップ部 3 4 a 及び受光トラップ部 3 4 b の各々の開口部は、検知領域 D A に向かって開口している。

20

【 0 0 8 7 】

投光領域 3 1、受光領域 3 2、粒子流路 3 3、投光トラップ部 3 4 a 及び受光トラップ部 3 4 b における筐体 3 0 の内面（壁面）は、迷光を吸収させるために黒色であるといよい。例えば、筐体 3 0 を黒色の樹脂成型品にすることで、筐体 3 0 の内面を黒色面にすることができる。

【 0 0 8 8 】

本実施の形態において、投光領域 3 1 には、投光絞り部（発光絞り部）7 1 が設けられている。投光絞り部 7 1（第 1 絞り部）は、投光レンズ 3 1 a を通過した後の光を絞って不要な光を遮蔽して集光径を小さくする。投光絞り部 7 1 を設けることによって迷光を防ぐことができ、粒子の検出精度を向上させることができる。

30

【 0 0 8 9 】

投光絞り部 7 1 は、各々が円形や多角形などの開口（スリット）を有する複数の光学絞りからなる。本実施の形態において、投光絞り部 7 1（光学絞り）は、投光領域 3 1 の内壁から突出するように形成されている。投光絞り部 7 1（光学絞り）は、樹脂等からなり、筐体 3 0 と一体成型されていてもよいし、筐体 3 0 と別体であってもよい。

【 0 0 9 0 】

また、投光絞り部 7 1 における光学絞りの開口の端部（端面）は、当該光学絞りの光軸を含む断面において 2 つの直線によって鋭角をなしており、当該 2 つの直線の一方を含む面（平面又は曲面等）は、入射する光を検知領域 D A 以外の方向に反射させる反射面である。これにより、迷光を防ぐことができるので、粒子の検出精度を向上させることができる。

40

【 0 0 9 1 】

投光トラップ部 3 4 a 及び受光トラップ部 3 4 b は、光トラップ構造を有しており、投光トラップ部 3 4 a 及び受光トラップ部 3 4 b の内部に一旦進入した光が投光トラップ部 3 4 a 及び受光トラップ部 3 4 b から出て行かないような光吸収構造を有する。投光トラップ部 3 4 a 及び受光トラップ部 3 4 b は、例えば、投光トラップ部 3 4 a 及び受光トラ

50

ップ部 3 4 b の内部に進入した光を多重反射させて吸収する。投光トラップ部 3 4 a 及び受光トラップ部 3 4 b を設けることによって、筐体 3 0 内の迷光を吸収することができる。これにより、粒子の検出精度を向上させることができる。

【0092】

具体的には、投光トラップ部 3 4 a は、投光素子 1 0 から出射する光のうち検知領域 D A で粒子に当たらずに検知領域 D A を通過した光が筐体 3 0 内で反射及び散乱して受光素子 2 0 で受光されてしまうことを防止する構造を有する。投光トラップ部 3 4 a は、検知領域 D A を挟んで投光素子 1 0 と対向する位置に設けられている。

【0093】

投光トラップ部 3 4 a には、投光反対絞り部 7 2 (第 2 絞り部) が設けられている。つまり、投光反対絞り部 7 2 は、検知領域 D A を挟んで投光素子 1 0 の反対側に設けられている。投光反対絞り部 7 2 を設けることによって迷光を防ぐことができ、粒子の検出精度を向上させることができる。

10

【0094】

投光反対絞り部 7 2 は、各々が円形や多角形などの開口(スリット)を有する複数の光学絞りからなる。本実施の形態において、投光反対絞り部 7 2 (光学絞り)は、投光トラップ部 3 4 a の内壁から突出するように形成されている。投光反対絞り部 7 2 (光学絞り)は、樹脂等からなり、筐体 3 0 と一体成型されていてもよいし、筐体 3 0 と別体であってもよい。

【0095】

また、投光反対絞り部 7 2 における光学絞りの開口の端部(端面)は、当該光学絞りの光軸を含む断面において 2 つの直線によって鋭角をなしており、当該 2 つの直線の一方を含む面(平面又は曲面等)は、入射する光を検知領域 D A 以外の方向に反射させる反射面である。これにより、迷光を防ぐことができるので、粒子の検出精度を向上させることができる。

20

【0096】

本実施の形態において、投光トラップ部 3 4 a における投光反対絞り部 7 2 の奥側には、光を検知領域 D A 側とは反対側に導く曲面が形成されている。これにより、投光トラップ部 3 4 a の内部に一旦進入した光を、投光トラップ部 3 4 a から出て行きにくくすることができる。この結果、迷光を防ぐことができるので、粒子の検出精度を向上させることができる。

30

【0097】

一方、受光トラップ部 3 4 b は、検知領域 D A における粒子の散乱光のうち受光素子 2 0 (受光領域 3 2)とは反対側に進行する光が筐体 3 0 内で反射及び散乱して受光素子 2 0 で受光されてしまうことを防止する構造を有する。受光トラップ部 3 4 b は、検知領域 D A を挟んで受光素子 2 0 と対向する位置に設けられている。

【0098】

受光トラップ部 3 4 b には、受光反対絞り部 7 3 (第 3 絞り部) が設けられている。つまり、受光反対絞り部 7 3 は、検知領域 D A を挟んで受光素子 2 0 の反対側に設けられている。受光反対絞り部 7 3 を設けることによって迷光を防ぐことができ、粒子の検出精度を向上させることができる。

40

【0099】

受光反対絞り部 7 3 は、投光反対絞り部 7 2 と同様に、各々が円形や多角形などの開口(スリット)を有する複数の光学絞りからなる。本実施の形態において、受光反対絞り部 7 3 (光学絞り)は、受光トラップ部 3 4 b の内壁から突出するように形成されている。受光反対絞り部 7 3 (光学絞り)は、樹脂等からなり、筐体 3 0 と一体成型されていてもよいし、筐体 3 0 と別体であってもよい。

【0100】

また、受光反対絞り部 7 3 における光学絞りの開口の端部(端面)は、当該光学絞りの光軸を含む断面において 2 つの直線によって鋭角をなしており、当該 2 つの直線の一方を

50

含む面（曲面又は平面等）は、入射する光を検知領域 D A 以外の方向に反射させる反射面である。これにより、迷光を防ぐことができるので、粒子の検出精度を向上させることができる。

【0101】

本実施の形態において、受光トラップ部 3 4 b における受光反対絞り部 7 3 の奥側には、光を検知領域 D A 側とは反対側に導く曲面が形成されている。これにより、受光トラップ部 3 4 b の内部に一旦進入した光を、受光トラップ部 3 4 b から出て行きにくくすることができる。この結果、迷光を防ぐことができるので、粒子の検出精度を向上させることができる。

【0102】

本実施の形態でも、受光領域 3 2 には反射体 4 0 が配置されている。反射体 4 0 によって、検知領域 D A における粒子の散乱光が受光素子 2 0 に導かれる。なお、本実施の形態では、反射体 4 0 の開口部側の端部が第 1 保護板 8 1 に接触している。

【0103】

ここで、本実施の形態における粒子検出センサ 2 において、反射体 4 0 と投光素子 1 0 と受光素子 2 0 と検知領域 D A との位置関係及びその光学作用について、図 7 を用いて詳細に説明する。図 7 は、本発明の実施の形態 2 に係る粒子検出センサにおける反射体と投光素子と受光素子と検知領域との位置関係を示す図である。

【0104】

図 7 に示すように、本実施の形態における反射体 4 0 も、楕円ミラーとなっており、回転楕円体によって構成されている。また、実施の形態 1 と同様に、反射体 4 0 は、当該回転楕円体を構成する楕円における 2 つの焦点 F 1 及び F 2 のうちの一方の焦点 F 1（第 1 の焦点）が検知領域 D A 内に存在するように、かつ、他方の焦点 F 2（第 2 の焦点）が受光素子 2 0 の近傍に存在するように配置されている。つまり、受光素子 2 0 は、当該楕円における焦点 F 2 の近傍に配置されている。

【0105】

そして、図 7 に示すように、本実施の形態では、投光素子 1 0 からの光が投光レンズ 3 1 a によって焦点 F 1 に集光するように設定されている。つまり、投光レンズ 3 1 a から出射する光の集光点は、焦点 F 1 に一致している。例えば、投光レンズ 3 1 a が凸レンズ等の集光レンズである場合は、投光レンズ 3 1 a の焦点を反射体 4 0（楕円ミラー）の焦点 F 1 に一致させればよい。また、投光レンズ 3 1 a がコリメートレンズである場合は、投光レンズ 3 1 a から出射する光を投光絞り部 7 1 によって焦点 F 1 に集光させればよい。

【0106】

このように、投光レンズ 3 1 a から出射する光の集光点を、反射体 4 0 の楕円の焦点 F 1 に一致させることによって、光の密度が大きくなることができ、検知領域 D A における粒子の散乱光が大きくなる。したがって、粒子の検出精度を向上させることができる。

【0107】

図 6（d）に戻り、本実施の形態において、加熱装置 5 0 は、第 1 遮光体 6 1 と大気導入孔 3 5 との間に配置されており、かつ、大気導入孔 3 5 を覆うように配置されている。また、大気導入孔 3 5 と、加熱装置 5 0 と、第 1 遮光体 6 1 と、検知領域 D A と、第 2 遮光体 6 2 と、大気排出孔 3 6 とは、同一直線上に存在するように配置されている。

【0108】

第 1 遮光体 6 1 及び第 2 遮光体 6 2 は、加熱装置 5 0 から放出される光（ヒータ光）及び当該粒子検出センサ 2 の外部から内部に進入する光（外光）の少なくとも一方を遮光する。加熱装置 5 0 から放出される光ヒータ光には、可視光及び赤外光が含まれる。第 1 遮光体 6 1 及び第 2 遮光体 6 2 は、筐体 3 0 と同一材料によって筐体 3 0 と一体成型されているが、筐体 3 0 と別体でもよい。

【0109】

ここで、図 6（d）を参照しながら図 8 A 及び図 8 B を用いて第 1 遮光体 6 1 及び第 2

10

20

30

40

50

遮光体 6 2 を詳細に説明する。図 8 A は、本発明の実施の形態に係る粒子検出センサにおける第 1 遮光体周辺の構成を示す拡大断面図であり、図 8 B は、同粒子検出センサにおける第 2 遮光体周辺の構成を示す拡大断面図である。

【 0 1 1 0 】

図 6 (d) 及び図 8 A に示すように、第 1 遮光体 6 1 は、ヒータ光を遮蔽するヒータ光遮蔽体であり、加熱装置 5 0 と検知領域 D A との間に配置されている。本実施の形態における第 1 遮光体 6 1 は、さらに、大気導入孔 3 5 を介して当該粒子検出センサ 2 の外部から内部に進入する光 (外光) も遮蔽する入口外光遮蔽体でもある。

【 0 1 1 1 】

本実施の形態において、第 1 遮光体 6 1 は、第 1 遮光壁 6 1 a と第 2 遮光壁 6 1 b とによって構成されている。第 1 遮光壁 6 1 a と第 2 遮光壁 6 1 b は、加熱装置 5 0 から検知領域 D A に向かう方向に並んで配置されている。このようにヒータ光及び外光を遮光することによって、粒子の検出精度を向上させることができる。

【 0 1 1 2 】

第 1 遮光壁 6 1 a は、加熱装置 5 0 に対向するように配置されている。第 2 遮光壁 6 1 b は、第 1 遮光壁 6 1 a 及び加熱装置 5 0 の側部を囲むように、かつ、第 1 遮光壁 6 1 a の検知領域 D A 側の面の一部を覆うように略箱状に形成されている。また、第 2 遮光壁 6 1 b は、検知領域 D A に対向する位置に設けられた開口を有する。第 1 遮光壁 6 1 a は、第 2 遮光壁 6 1 b の開口を覆うように設けられている。なお、第 1 遮光壁 6 1 a 及び第 2 遮光壁 6 1 b は、粒子検出センサ 2 内に導入した大気を検知領域 D A に導くことができるように設けられている。

【 0 1 1 3 】

第 1 遮光体 6 1 をこのように構成することにより、大気導入孔 3 5 から筐体 3 0 に導入された粒子は、加熱装置 5 0 及び第 1 遮光壁 6 1 a の各々の両側部と第 2 遮光壁 6 1 b の内側面との 2 つの間を通過して第 2 遮光壁 6 1 b の開口を介して検知領域 D A に進むことになる。つまり、第 1 遮光体 6 1 における粒子流路 3 3 は、大気導入孔 3 5 の入口付近で一旦 2 つに分岐されて第 1 遮光壁 6 1 a の検知領域 D A 側の面で再び 1 つに合流する流路となっている。これにより、ヒータ光や外光が検知領域 D A に進入することを抑制しつつ、粒子検出センサ 2 内に導入した大気を検知領域 D A にきちんと導くことができる。

【 0 1 1 4 】

また、第 2 遮光体 6 2 は、図 6 (d) 及び図 8 B に示すように、大気排出孔 3 6 を介して当該粒子検出センサ 2 の外部から内部に進入する光 (外光) を遮光する出口外光遮蔽体である。このように外光を遮光することによって、粒子の検出精度を向上させることができる。

【 0 1 1 5 】

第 2 遮光体 6 2 は、検知領域 D A から大気排出孔 3 6 に向かう方向に並んで配置された複数の遮蔽壁を有する。この複数の遮蔽体は、粒子検出センサ 2 の内部の大気を大気排出孔 3 6 から排出できるように構成されている。

【 0 1 1 6 】

本実施の形態における第 2 遮光体 6 2 は、第 1 遮光壁 6 2 a と第 2 遮光壁 6 2 b と第 3 遮光壁 6 2 c とによって構成されている。第 1 遮光壁 6 2 a は、大気排出孔 3 6 に対向するように、かつ、大気排出孔 3 6 を覆うように配置されている。第 2 遮光壁 6 2 b は、第 1 遮光壁 6 2 a の側部を囲むように形成されている。本実施の形態において、第 3 遮光壁 6 2 c は、反射体 4 0 の側壁である。具体的には、第 3 遮光壁 6 2 c は、反射体 4 0 が配置される受光領域 3 2 の側壁である。かな、第 1 遮光壁 6 2 a 、第 2 遮光壁 6 2 b 及び第 3 遮光壁 6 2 c は、粒子検出センサ 2 の内部の大気を大気排出孔 3 6 から排出できるように構成されている。

【 0 1 1 7 】

第 2 遮光体 6 2 をこのように構成することにより、迷光や外光が検知領域 D A に進入することを抑制しつつ、粒子検出センサ 2 から大気をきちんと排出することができる。

【 0 1 1 8 】

また、図 6 (d) に示すように、第 1 遮光体 6 1 及び第 2 遮光体 6 2 はいずれも、検知領域 D A の粒子による散乱光が第 1 遮光体 6 1 及び第 2 遮光体 6 2 に到達した場合に、当該散乱光が検知領域 D A に反射することを抑制する形状となっている。例えば、第 1 遮光体 6 1 及び第 2 遮光体 6 2 は、検知領域 D A における粒子の散乱光を検知領域 D A 以外の方向に反射させる反射面を有する。これにより、ヒータ光及び外光を遮光しつつ、検知領域 D A に不要な光が進入することを抑制できるので、粒子の検出精度を一層向上させることができる。

【 0 1 1 9 】

本実施の形態において、第 1 遮光体 6 1 では、第 1 遮光壁 6 1 a の検知領域 D A 側の面が、検知領域 D A からの散乱光が入射したときに当該散乱光を大気導入孔 3 5 に導くような形状となっている。具体的には、第 1 遮光壁 6 1 a の検知領域 D A 側の面は、当該散乱光を大気導入孔 3 5 に導くように反射する反射面であり、例えば、図 8 A に示すように、検知領域 D A に向かって凸状をなす湾曲面である。つまり、第 1 遮光壁 6 1 a の検知領域 D A 側の面は、第 2 遮光壁 6 1 b に対向する部分 (中央) から全方位に向かって鉛直下方に漸次落ち込む形状となっている。これにより、検知領域 D A に迷光が進入することを抑制できるので、粒子の検出精度を一層向上させることができる。

【 0 1 2 0 】

また、第 1 遮光壁 6 1 a の加熱装置 5 0 側の面 (本実施の形態では、第 1 遮光壁 6 1 a の大気導入孔 3 5 側の面でもある) は、加熱装置 5 0 からのヒータ光及び大気導入孔 3 5 を介して筐体 3 0 の内部に進入する外光を大気導入孔 3 5 に導くような形状となっている。具体的には、第 1 遮光壁 6 1 a の加熱装置 5 0 側の面は、ヒータ光及び外光を大気導入孔 3 5 に導くように反射する反射面であり、本実施の形態では、検知領域 D A に向かって凸状をなす湾曲面である。つまり、第 1 遮光壁 6 1 a の加熱装置 5 0 側の面は、中央から全方位に向かって鉛直下方に漸次落ち込む形状となっている。これにより、検知領域 D A に不要な光が進入することを抑制できるので、粒子の検出精度をさらに向上させることができる。

【 0 1 2 1 】

一方、第 2 遮光体 6 2 では、第 1 遮光壁 6 2 a の検知領域 D A 側の面が、検知領域 D A からの散乱光が入射したときに当該散乱光を大気排出孔 3 6 に導くような形状となっている。具体的には、第 1 遮光壁 6 2 a の検知領域 D A 側の面は、当該散乱光を大気排出孔 3 6 に導くように反射する反射面であり、例えば、図 8 B に示すように、検知領域 D A に向かって凸状をなす湾曲面である。つまり、第 1 遮光壁 6 2 a の検知領域 D A 側の面は、中央から全方位に向かって鉛直上方に漸次せり上がる形状となっている。これにより、検知領域 D A に迷光が進入することを抑制できるので、粒子の検出精度を一層向上させることができる。

【 0 1 2 2 】

また、第 1 遮光壁 6 2 a の大気排出孔 3 6 側の面は、大気排出孔 3 6 を介して筐体 3 0 の内部に進入する外光を大気排出孔 3 6 に導くような形状となっている。具体的には、第 1 遮光壁 6 2 a の大気排出孔 3 6 側の面は、外光を大気排出孔 3 6 に導くように反射する反射面であり、本実施の形態では、検知領域 D A に向かって凸状をなす湾曲面である。つまり、第 1 遮光壁 6 2 a の大気排出孔 3 6 側の面は、中央から全方位に向かって鉛直上方に漸次せり上がる形状となっている。これにより、検知領域 D A に不要な光が進入することを抑制できるので、粒子の検出精度をさらに向上させることができる。

【 0 1 2 3 】

図 6 (d) に戻り、第 1 保護板 8 1 は、粒子が投光領域 3 1 に入り込まないようにするための保護部材である。また、第 2 保護板 8 2 は、粒子が受光領域 3 2 に入り込まないようにするための保護部材である。第 1 保護板 8 1 及び第 2 保護板 8 2 の各々は、大気中に浮遊する粒子 (ホコリ・花粉・煙・PM_{2.5} 等) が粒子検出センサ 2 の動作中及び非動作中に筐体 3 0 内に入ってきた場合に、当該粒子が投光領域 3 1 及び受光領域 3 2 の各々

に入り込まないようにする。

【 0 1 2 4 】

図 6 (d) に示すように、第 1 保護板 8 1 は、投光領域 3 1 の粒子流路 3 3 との接続部分となる開口部 (投光領域 3 1 の開口部) を覆うように配置されている。同様に、第 2 保護板 8 2 は、受光領域 3 2 の粒子流路 3 3 との接続部分となる開口部 (受光領域 3 2 の開口部) を覆うように配置されている。より具体的に、第 2 保護板 8 2 は、反射体 4 0 の開口端面を覆っている。投光領域 3 1 及び受光領域 3 2 の開口部を第 1 保護板 8 1 及び第 2 保護板 8 2 で覆うことによって、投光領域 3 1 及び受光領域 3 2 が閉じた空間領域となり、投光領域 3 1 及び受光領域 3 2 の内部にホコリ・花粉・煙等の粒子が入り込むことを防止できる。

10

【 0 1 2 5 】

第 1 保護板 8 1 及び第 2 保護板 8 2 は、厚みが一様の平板状の透明板であり、例えば、ガラス、又は、ポリカーボネートやアクリル等の透明樹脂によって構成されている。一例として、第 1 保護板 8 1 及び第 2 保護板 8 2 は、屈折率が 1 . 5 以下で、厚みが 2 0 0 μ m 以下の透明板である。第 1 保護板 8 1 及び第 2 保護板 8 2 の全透過率は、フレネル反射を無視すれば、例えば 9 9 % 以上である。

【 0 1 2 6 】

なお、第 2 保護板 8 2 の表面で粒子の散乱光が散乱しないように、第 2 保護板 8 2 の表面は平滑面であるとよい。これにより、第 2 保護板 8 2 による散乱光の光路の位置ずれを小さくできる。

20

【 0 1 2 7 】

このように構成される本実施の形態における粒子検出センサ 2 は、図 2 A、図 2 B 及び図 2 C で説明したように、実施の形態 1 における粒子検出センサ 1 と同様の動作によって粒子を検出することができる。

【 0 1 2 8 】

以上、本実施の形態における粒子検出センサ 2 は、実施の形態 1 における粒子検出センサ 1 と同様に、反射体 4 0 を備えている。

【 0 1 2 9 】

これにより、受光領域 3 2 にレンズを設ける場合と比べて受光感度を高くすることができる。したがって、加熱装置 5 0 を用いた加熱方式の粒子検出センサであっても、気体中に含まれる粒子が、ホコリであるか、花粉であるか、煙であるかを判別できるだけでなく、PM_{2.5} (微小粒子状物質) のように粒径の小さな微粒子までも判別することができる。このように、本実施の形態に係る粒子検出センサ 2 でも、低コストかつ小型でありながら、高精度の粒子検出センサを実現することができる。

30

【 0 1 3 0 】

また、本実施の形態における粒子検出センサ 2 では、加熱装置 5 0 (ヒータ) から放出されるヒータ光及び大気導入孔 3 5 から粒子検出センサ 2 の内部に進入する外光を遮光する第 1 遮光体 6 1 と、大気排出孔 3 6 から粒子検出センサ 2 の内部に進入する外光を遮光する第 2 遮光体 6 2 とを備えている。

【 0 1 3 1 】

これにより、ヒータ光及び外光を遮光することができるので、粒子の検出精度を向上させることができる。

40

【 0 1 3 2 】

しかも、第 1 遮光体 6 1 及び第 2 遮光体 6 2 は、検知領域 D A における粒子の散乱光が第 1 遮光体 6 1 及び第 2 遮光体 6 2 で反射して検知領域 D A に向かうことを抑制する形状となっている。

【 0 1 3 3 】

これにより、ヒータ光及び外光を遮光しつつ、検知領域 D A に不要な散乱光 (迷光) が進入することを抑制できるので、粒子の検出精度を一層向上させることができる。したがって、低コストでありながら、検出精度に優れたセンサを実現することができる。

50

【 0 1 3 4 】

また、図 6 (d) に示すように、本実施の形態において、反射体 4 0 (受光領域 3 2) は、粒子流路 3 3 内に伸びるように設けられており、反射体 4 0 (受光領域 3 2) の一部が大気排出孔 3 6 及び第 2 遮光体 6 2 の第 1 遮光壁 6 2 a と検知領域 D A との間に存在している。つまり、反射体 4 0 (受光領域 3 2) の一部が検知領域 D A の鉛直上方に位置している。また、反射体 4 0 (受光領域 3 2) の開口部は第 2 保護板 8 2 で覆われている。

【 0 1 3 5 】

これにより、粒子検出センサ 2 (筐体 3 0) 内に導入された粒子を含む大気は、第 2 保護板 8 2 にぶつかって第 2 保護板 8 2 付近で一旦滞留することになる。本実施の形態では、検知領域 D A が第 2 保護板 8 2 付近に位置するように設定されているので、粒子を含む大気は、検知領域 D A において一旦滞留することになる。したがって、異なる粒子を含む大気を導入する場合であっても、検知領域 D A 付近で一定の速度にすることができるので、粒子の検出精度を一層向上させることができる。

10

【 0 1 3 6 】

ここで、図 9 を用いて、本実施の形態に係る粒子検出センサにおける投光素子 1 0 から出射して検知領域 D A に向かう光の光路について説明する。図 5 は、その光路を説明するための図である。

【 0 1 3 7 】

図 9 に示すように、本実施の形態では、投光絞り部 7 1 における複数の光学絞りの各々の開口の先端を結ぶ仮想線 7 1 L と、投光素子 1 0 から出射して検知領域 D A に向かう光の輪郭線 (ライン) 1 0 L とが略平行となるように、光のラインが設計されている。具体的には、仮想線 7 1 L と、投光素子 1 0 から出射して投光レンズ 3 1 a によって屈折する光の輪郭線 1 0 L とが略平行である。つまり、投光素子 1 0 から出射して投光レンズ 3 1 a によって屈折する光は、投光絞り部 7 1 における複数の光学絞りの各々の開口の先端を結んでできる仮想空間領域の内側を通過して検知領域 D A に進行する。

20

【 0 1 3 8 】

これにより、設計外の光を確実に封じ込めることができるので、投光領域 3 1 において迷光が発生することを抑制できる。したがって、粒子の検出精度を一層向上させることができる。

【 0 1 3 9 】

また、投光反対絞り部 7 2 における複数の光学絞りの各々の開口の先端を結ぶ仮想線 7 2 L と、投光素子 1 0 から出射して検知領域 D A を通過する光の輪郭線 (ライン) 1 0 L とが略平行となるように、光のラインが設計されている。具体的には、仮想線 7 2 L と、投光素子 1 0 から出射して検知領域 D A を通って投光トラップ部 3 4 a 内に進入する光の輪郭線 1 0 L とが略平行である。つまり、投光素子 1 0 から出射して投光レンズ 3 1 a によって一旦検知領域 D A で集光してから発散するように投光トラップ部 3 4 a 内に進入する光は、投光反対絞り部 7 2 における複数の光学絞りの各々の開口の先端を結んでできる仮想空間領域の内側を通過して投光トラップ部 3 4 a の奥に進入する。

30

【 0 1 4 0 】

これにより、設計外の光を確実に封じ込めることができるので、投光トラップ部 3 4 a において迷光が発生することを抑制できる。したがって、粒子の検出精度を一層向上させることができる。

40

【 0 1 4 1 】

なお、受光反対絞り部 7 3 における複数の光学絞りにについても、検知領域 D A における粒子の散乱光に対して同様の構成にしてもよい。

【 0 1 4 2 】

また、同図に示すように、本実施の形態では、投光素子 1 0 から出射して検知領域 D A に向かう光の輪郭線 (ライン) 1 0 L と反射体 4 0 の端面を結ぶ仮想線 4 0 L とが略平行である。

【 0 1 4 3 】

50

これにより、感度を向上させることができるので、粒子の検出精度を一層向上させることができる。

【0144】

(変形例)

以下、本発明の変形例に係る粒子検出センサについて、図面を参照しながら説明する。なお、以下に説明する変形例では、主要な構成のみを図示しており、筐体等のその他の構成は、各変形例の態様に応じて適宜変更できるので、図示していない。

【0145】

(変形例1)

図10は、本発明の変形例1に係る粒子検出センサ1Aの概略構成を示す断面図である。

10

【0146】

図10に示すように、本変形例における粒子検出センサ1Aは、上記実施の形態と同様に、投光素子10と投光レンズ31aと受光素子20と反射体40Aと加熱装置(不図示)とを備えており、検知領域DAにおける粒子による投光素子10の光の散乱光を受光素子20で受光することにより気体中に含まれる粒子を検出する。

【0147】

本変形例における反射体40Aは、上記実施の形態と同様に、内面が回転楕円体の回転面の一部をなしている。さらに、反射体40Aの側部には、2つの貫通孔41a及び41bが設けられている。

20

【0148】

本変形例において、検知領域DAが存在する粒子流路33の流路方向は紙面垂直方向であり、粒子流路33にはヒータ抵抗等の加熱装置が設置されている。

【0149】

また、投光素子10及び投光レンズ31aは、貫通孔41aと対向するように配置されており、投光素子10及び投光レンズ31aの光軸と2つの貫通孔41a及び41bの中心軸とが一致している。投光素子10から出射する光は、貫通孔41aを通過して反射体40Aの内方部分に設定された検知領域DAに投光される。また、投光素子10の光のうち粒子に当たらずに直進する光は、貫通孔41bを通過して反射体40Aの外部に抜けるので、受光素子20に入射しない。

30

【0150】

以上、本変形例における粒子検出センサ1Aによれば、検知領域DAにおける粒子の散乱光を反射して当該散乱光を受光素子20に導く反射体40Aを備えている。

【0151】

これにより、上記実施の形態と同様に、加熱装置(不図示)を用いた加熱方式の粒子検出センサであっても、気体中に含まれる粒径の小さな粒子を高精度で検出することができる。

【0152】

しかも、本変形例では、上記実施の形態と比べて、回転楕円体の回転面の多くの部分を反射体40Aの反射面として利用している。具体的には、反射体40Aは、回転楕円体のうち2つの貫通孔41a及び41bと受光素子20とを設けた箇所を除いた部分を反射面として利用している。

40

【0153】

これにより、検知領域DAにおける粒子の散乱光を多く取ることができるので、実施の形態1よりも高精度の粒子検出センサを実現できる。

【0154】

また、本変形例における粒子検出センサ1Aでも、上記実施の形態と同様に、反射体40Aは、楕円の一方の焦点が検知領域DA内に存在するように配置されており、また、受光素子20は、楕円の他方の焦点の近傍に配置されている。

【0155】

50

これにより、検知領域 D A の粒子によって発生する散乱光を、少ない反射回数で受光素子 2 0 に入射させることができるので、さらに高精度の粒子検出センサを実現できる。しかも、受光素子 2 0 を楕円の焦点の近傍に配置することによって受光効率を高くできるので、受光素子 2 0 として小型の光検出器等を用いることができる。

【 0 1 5 6 】

なお、図 1 0 では、2 つの貫通孔 4 1 a 及び 4 1 b は、当該貫通孔 4 1 a 及び 4 1 b の中心軸が楕円の長軸と直交するように設けられているが、図 1 1 に示される粒子検出センサ 1 A ' のように、反射体 4 0 A ' の貫通孔 4 1 a 及び 4 1 b の中心軸が楕円の長軸と傾斜して交差するように設けられていてもよい。

【 0 1 5 7 】

10

(変形例 2)

図 1 2 は、本発明の変形例 2 に係る粒子検出センサ 1 B の概略構成を示す断面図である。

【 0 1 5 8 】

図 1 2 に示すように、本変形例における粒子検出センサ 1 B は、上記実施の形態と同様に、投光素子 1 0 と投光レンズ 3 1 a と受光素子 2 0 と反射体 4 0 B と加熱装置（不図示）とを備えており、検知領域 D A における粒子による投光素子 1 0 の光の散乱光を受光素子 2 0 で受光することにより気体中に含まれる粒子を検出する。

【 0 1 5 9 】

本変形例における反射体 4 0 B は、上記実施の形態と同様に、内面が回転楕円体の回転面の一部をなしている。また、反射体 4 0 B は、楕円の一方の焦点が検知領域 D A 内に存在するように配置されており、受光素子 2 0 は、楕円の方の焦点の近傍に配置されている。

20

【 0 1 6 0 】

本変形例では、上記実施の形態と異なり、投光素子 1 0 の光軸と、受光素子 2 0 の光軸と、反射体 4 0 B の回転軸（光軸）とが一致している。また、反射体 4 0 B において、回転楕円体の長軸の端部には貫通孔 4 2 が設けられている。投光素子 1 0 から出射する光は、貫通孔 4 2 を通過して検知領域 D A に投光される。

【 0 1 6 1 】

さらに、本変形例では、投光素子 1 0 と受光素子 2 0 との間に遮蔽板 6 0 が配置されている。遮蔽板 6 0 は、投光素子 1 0 から直接受光素子 2 0 に入射する光を吸収又はカットするように構成された遮光板である。これにより、投光素子 1 0 と受光素子 2 0 との光軸が一致していても、投光素子 1 0 の光のうち粒子に当たらずに受光素子 2 0 に向かって直進する光が遮蔽板 6 0 で遮蔽されるので、粒子の検出誤認を回避できる。

30

【 0 1 6 2 】

なお、本変形例でも、検知領域 D A が存在する粒子流路 3 3 の流路方向は紙面垂直方向であり、粒子流路 3 3 にはヒータ抵抗等の加熱装置が設置されている。

【 0 1 6 3 】

以上、本変形例における粒子検出センサ 1 B によれば、検知領域 D A における粒子の散乱光を反射して当該散乱光を受光素子 2 0 に導く反射体 4 0 B を備えている。

40

【 0 1 6 4 】

これにより、上記実施の形態と同様に、加熱装置（不図示）を用いた加熱方式の粒子検出センサであっても、気体中に含まれる粒径の小さな粒子を高精度で検出することができる。

【 0 1 6 5 】

さらに、本変形例では、上記実施の形態と比べて、回転楕円体の回転面の多くの部分を反射体 4 0 B の反射面として利用している。具体的には、反射体 4 0 B は、回転楕円体のうち 1 つの貫通孔 4 2 と受光素子 2 0 とを設けた箇所を除いた部分を反射面として利用している。

【 0 1 6 6 】

50

これにより、検知領域 D A における粒子の散乱光を多く取ることができるので、実施の形態 1 よりも高精度の粒子検出センサを実現できる。本変形例では、変形例 1 よりも回転楕円体の回転面を利用する部分が多く、反射面の面積が大きい。したがって、高感度の粒子検出センサを実現できる。

【0167】

また、本変形例における粒子検出センサ 1 B でも、上記実施の形態と同様に、反射体 40 B は、楕円の一方の焦点が検知領域 D A 内に存在するように配置されており、受光素子 20 は、楕円の他方の焦点の近傍に配置されている。

【0168】

これにより、検知領域 D A の粒子によって発生する散乱光を、少ない反射回数で受光素子 20 に入射させることができるので、さらに高感度の粒子検出センサを実現できる。しかも、受光素子 20 を楕円の焦点の近傍に配置することによって受光効率を高くできるので、受光素子 20 として小型の光検出器等を用いることができる。

【0169】

(変形例 3)

図 13 は、本発明の変形例 3 に係る粒子検出センサ 1 C の概略構成を示す断面図である。

【0170】

図 13 に示すように、本変形例における粒子検出センサ 1 C は、上記実施の形態と同様に、投光素子 10 と投光レンズ 31 a と受光素子 20 と反射体 40 C と加熱装置（不図示）とを備えており、検知領域 D A における粒子による投光素子 10 の光の散乱光を受光素子 20 で受光することにより気体中に含まれる粒子を検出する。

【0171】

本変形例における反射体 40 C は、検知領域 D A における粒子による散乱光を反射して受光素子 20 に導くものであるが、上記実施の形態と異なり、回転楕円体の回転面ではなく、回転放物線の回転面の一部をなしている。

【0172】

本変形例において、反射体 40 C は、放物線の焦点 F が検知領域 D A 内に存在するように配置されており、受光素子 20 は、放物線の焦点 F を挟んで放物線の頂点とは反対側の位置に配置されている。つまり、本変形例では、投光素子 10 の光軸と、受光素子 20 の光軸と、反射体 40 C の回転軸（光軸）とが一致している。

【0173】

反射体 40 C は、回転放物線の頂部に貫通孔 43 が設けられている。投光素子 10 から出射する光は、貫通孔 43 を通過して反射体 40 C の内方部分に設定された検知領域 D A に投光される。

【0174】

さらに、本変形例では、投光素子 10 と受光素子 20 との間に遮蔽板 60 が配置されている。これにより、投光素子 10 と受光素子 20 との光軸が一致していても、投光素子 10 の光のうち粒子に当たらずに受光素子 20 に直進する光が遮蔽板 60 で遮蔽されるので、粒子の検出誤認を回避できる。

【0175】

なお、本変形例でも、検知領域 D A が存在する粒子流路 33 の流路方向は紙面垂直方向であり、粒子流路 33 にはヒータ抵抗等の加熱装置が設置されている。

【0176】

以上、本変形例における粒子検出センサ 1 C によれば、検知領域 D A における粒子の散乱光を反射して当該散乱光を受光素子 20 に導く反射体 40 C を備えている。

【0177】

これにより、上記実施の形態と同様に、加熱装置（不図示）を用いた加熱方式の粒子検出センサであっても、気体中に含まれる粒径の小さな粒子を高精度で検出することができる。

10

20

30

40

50

【0178】

また、本変形例では、反射体40Cの内面が回転放物線の回転面の一部をなしており、反射体40は、放物線の焦点Fが検知領域DA内に存在するように配置されており、受光素子20は、放物線の焦点Fを挟んで放物線の頂点とは反対側に位置するように配置されている。

【0179】

この構成により、検知領域DAに粒子が存在する場合、投光素子10の光は検知領域DAの粒子に当たって散乱し、当該散乱光は反射体40Cで反射して平行光となって受光素子20に入射する。これにより、検知領域DAの粒子によって発生する散乱光を多く取ることができるとともに、当該散乱光を少ない反射回数で受光素子20に入射させることができるので、高感度の粒子検出センサを実現できる。

10

【0180】

これにより、検知領域DAの粒子によって発生する散乱光を、少ない反射回数で受光素子20に入射させることができるので、さらに高感度の粒子検出センサを実現できる。

【0181】

なお、本変形例では、反射体40Cで反射した光が平行光となって広がるので、受光素子20の受光面を大きくするか、受光素子20の受光面を覆うレンズを大きくして、平行光の多くを受光素子20で受光できるように構成するとよい。

【0182】

(変形例4)

20

図14は、本発明の変形例4に係る粒子検出センサ1Dの概略構成を示す断面図である。

【0183】

図14に示すように、本変形例における粒子検出センサ1Dは、変形例3と同様に、投光素子10と投光レンズ31aと受光素子20と反射体40Dと加熱装置(不図示)とを備えており、検知領域DAにおける粒子による投光素子10の光の散乱光を受光素子20で受光することにより気体中に含まれる粒子を検出する。

【0184】

本変形例における反射体40Dは、検知領域DAにおける粒子による散乱光を反射して受光素子20に導くものであり、変形例3と同様に、内面が回転放物線の回転面の一部をなしている。さらに、反射体40Dの側部には、2つの貫通孔44a及び44bが設けられている。

30

【0185】

また、投光素子10及び投光レンズ31aは、貫通孔44aと対向するように配置されており、投光素子10及び投光レンズ31aの光軸と2つの貫通孔44a及び44bの中心軸とが一致している。投光素子10から出射する光は、貫通孔44aを通過して反射体40Dの内方部分に設定された検知領域DAに投光される。また、投光素子10の光のうち粒子に当たらずに直進する光は、貫通孔44bを通過して反射体40Dの外部に抜けるので、受光素子20に入射しない。

【0186】

40

本変形例でも、反射体40Dは、放物線の焦点Fが検知領域DA内に存在するように配置されており、受光素子20は、放物線の焦点Fを挟んで放物線の頂点とは反対側の位置に配置されている。

【0187】

なお、本変形例でも、検知領域DAが存在する粒子流路33の流路方向は紙面垂直方向であり、粒子流路33にはヒータ抵抗等の加熱装置が設置されている。

【0188】

以上、本変形例における粒子検出センサ1Dによれば、検知領域DAにおける粒子の散乱光を反射して当該散乱光を受光素子20に導く反射体40Dを備えている。

【0189】

50

これにより、上記実施の形態と同様に、加熱装置（不図示）を用いた加熱方式の粒子検出センサであっても、気体中に含まれる粒径の小さな粒子を高精度で検出することができる。

【0190】

また、本変形例では、変形例3と同様に、回転放物線の回転面からなる反射体40Dは、放物線の焦点Fが検知領域DA内に存在するように配置されており、受光素子20は、放物線の焦点Fを挟んで放物線の頂点とは反対側に位置するように配置されている。

【0191】

これにより、変形例3と同様に、検知領域DAにおける粒子の散乱光は反射体40Dで反射して平行光となって受光素子20に入射するので、検知領域DAの粒子によって発生する散乱光を多く取ることができるとともに、当該散乱光を少ない反射回数で受光素子20に入射させることができる。したがって、高感度の粒子検出センサを実現できる。

【0192】

なお、本変形例でも、反射体40Dで反射した光が平行光となって広がるので、受光素子20の受光面を大きくするか、受光素子20の受光面を覆うレンズを大きくして、平行光の多くを受光素子20で受光できるように構成するとよい。あるいは、図15に示される粒子検出センサ1D'のように、受光素子20の手前に集光レンズ70を配置してもよい。

【0193】

（変形例5）

図16は、本発明の変形例5に係る粒子検出センサ1Eの概略構成を示す断面図である。

【0194】

図16に示すように、本変形例における粒子検出センサ1Eは、上記実施の形態と同様に、投光素子10と受光素子20と反射体40と加熱装置（不図示）とを備えており、検知領域DAにおける粒子による投光素子10の光の散乱光を受光素子20で受光することにより気体中に含まれる粒子を検出する。

【0195】

本変形例でも、上記実施の形態と同様に、回転楕円体の回転面からなる反射体40は、楕円の一方の焦点が検知領域DA内に存在するように配置されており、また、受光素子20は、楕円の他方の焦点の近傍に配置されている。

【0196】

そして、本変形例における粒子検出センサ1Eは、さらに、補助反射体40Eを備える。補助反射体40Eは、検知領域DAにおける粒子による散乱光のうち反射体40に向かわない散乱光を反射体40に向けて反射する。補助反射体40Eは、例えば、所定形状の凹曲面を有する反射ミラーである。

【0197】

なお、本変形例でも、検知領域DAが存在する粒子流路33の流路方向は紙面垂直方向であり、粒子流路33にはヒータ抵抗等の加熱装置が設置されている。

【0198】

以上、本変形例における粒子検出センサ1Eによれば、上記実施の形態と同様に、検知領域DAにおける粒子の散乱光を反射して当該散乱光を受光素子20に導く反射体40を備えている。

【0199】

これにより、上記実施の形態と同様に、加熱装置（不図示）を用いた加熱方式の粒子検出センサであっても、気体中に含まれる粒径の小さな粒子を高精度で検出することができる。

【0200】

さらに、本変形例では、補助反射体40Eを備えているので、検知領域DAにおける粒子による散乱光のうち反射体40に向かわない散乱光を反射体40に向けて反射させるこ

10

20

30

40

50

とができる。

【0201】

これにより、検知領域DAにおける粒子の散乱光を多く取ることができるので、高感度の粒子検出センサを実現できる。

【0202】

また、本変形例における粒子検出センサ1Eでは、上記実施の形態と同様に、反射体40は、楕円の一方の焦点が検知領域DA内に存在するように配置されており、受光素子20は、楕円の方の焦点の近傍に配置されている。

【0203】

これにより、検知領域DAの粒子によって発生する散乱光を、少ない反射回数で受光素子20に入射させることができるので、さらに高感度の粒子検出センサを実現できる。しかも、受光素子20を楕円の焦点の近傍に配置することによって受光効率を高くできるので、受光素子20として小型の光検出器等を用いることができる。

【0204】

(変形例6)

図17は、本発明の変形例6に係る粒子検出センサ1Fの概略構成を示す断面図である。

【0205】

図17に示すように、本変形例における粒子検出センサFは、上記実施の形態と同様に、投光素子10と受光素子20と反射体40Fと加熱装置(不図示)とを備えており、検知領域DAにおける粒子による投光素子10の光の散乱光を受光素子20で受光することにより気体中に含まれる粒子を検出する。本変形例でも、検知領域DAが存在する粒子流路(不図示)の流路方向は、紙面垂直方向である。

【0206】

本変形例における反射体40Fは、知領域DAにおける粒子による散乱光を反射して受光素子20に導くものであり、各々が曲面又は平面を有する複数の微小ミラーの集合体である。反射体40Fの内面は、全体として略回転放物線の回転面の一部をなすような形状である。つまり、上記実施の形態及び変形例のように連続する滑らかな曲面からなる反射体ではなく、各々の内面が曲面状又は平面状の複数の微小ミラーによって構成された反射体40Fを用いてもよい。

【0207】

なお、本変形例でも、検知領域DAが存在する粒子流路33の流路方向は紙面垂直方向であり、粒子流路33にはヒータ抵抗等の加熱装置が設置されている。

【0208】

以上、本変形例における粒子検出センサ1Fによれば、上記実施の形態と同様に、検知領域DAにおける粒子の散乱光を反射して当該散乱光を受光素子20に導く反射体40Fを備えている。

【0209】

これにより、上記実施の形態と同様に、加熱装置(不図示)を用いた加熱方式の粒子検出センサであっても、気体中に含まれる粒径の小さな粒子を高精度で検出することができる。

【0210】

また、本変形例でも、反射体40Fの内面が略回転楕円体の回転面の一部をなしており、反射体40Fは、楕円の一方の焦点が検知領域DA内に存在するように配置されており、受光素子20は、楕円の方の焦点の近傍に配置されている。

【0211】

これにより、検知領域DAの粒子によって発生する散乱光を、少ない反射回数で受光素子20に入射させることができるので、高感度の粒子検出センサを実現できる。しかも、受光素子20を楕円の焦点の近傍に配置することによって受光効率を高くできるので、受光素子20として小型の光検出器等を用いることができる。

【 0 2 1 2 】

(変形例 7)

上記実施の形態及び変形例における各粒子検出センサは、ダストセンサに搭載することができる。例えば、当該ダストセンサは、内蔵する粒子検出センサによって大気中のホコリの粒子を検知した場合、ホコリを検知したことを音や光によって報知したり表示部に表示したりする。このように、上記実施の形態及び変形例における各粒子検出センサは、ダストセンサに応用することができる。

【 0 2 1 3 】

(変形例 8)

また、上記実施の形態及び変形例における各粒子検出センサは、煙感知器に搭載することができる。例えば、煙感知器は、内蔵する粒子検出センサによって大気中の煙の粒子を検知した場合、煙を検知したことを音や光によって報知したり表示部に表示したりする。このように、上記実施の形態及び変形例における各粒子検出センサは、煙感知器に応用することができる。

10

【 0 2 1 4 】

(変形例 9)

また、上記実施の形態及び変形例における各粒子検出センサ又は上記ダストセンサは、空気清浄機、換気扇又はエアコンに搭載することができる。例えば、当該空気清浄機、換気扇又はエアコンは、内蔵する粒子検出センサによって大気中のホコリの粒子を検知した場合、単にホコリを検知したことを表示部に表示してもよいし、ファンを起動したりファンの回転速度を変更したり等のファンの制御を行ったりしてもよい。このように、上記実施の形態及び変形例における各粒子検出センサ又はダストセンサは、空気清浄機、換気扇又はエアコン等のファンを有する機器に応用することができる。

20

【 0 2 1 5 】

(その他変形例等)

以上、本発明に係る粒子検出センサ及びこれを備えた機器について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、上記の実施の形態に限定されるものではない。

【 0 2 1 6 】

例えば、上記実施の形態及び変形例において、反射体の内面は、回転楕円体又は回転放物線の表面の一部としたが、これに限るものではなく、円錐曲線の回転体の回転面の一部とすることができる。この場合、円錐曲線としては、円ではなく、楕円、放物線及び双曲線の中から選ぶとよい。つまり、反射体の内面は、球体の曲面（球面）よりも、回転楕円体や回転放物線、回転双曲線の曲面（回転面）の一部にするとよい。反射体の内面が球面である場合、積分球のように拡散反射を利用すると、散乱光が何回も反射（多重反射）して減衰して、受光素子 20 に光があまり入らなくなる。例えば、回転楕円体の場合と比べて、球体の場合は、 $1/100$ 程度しか受光しなくなる。

30

【 0 2 1 7 】

また、上記実施の形態及び変形例において、受光領域 32 には反射体を配置したが、受光領域 32 には、反射体に代えてレンズを配置してもよい。例えば、受光領域 32 に、検知領域 DA における粒子の散乱光を受光素子 20 に集光させる集光レンズを配置してもよい。

40

【 0 2 1 8 】

また、上記実施の形態及び変形例において、粒子流路 33 の流路方向（測定対象の気体の流れる方向）は、紙面上下方向（鉛直方向）としているが、紙面垂直方向としてもよい。つまり、上記実施の形態では、粒子流路 33 の流路軸は、投光素子 10 及び受光素子 20 の各光軸が通る平面上に存在するように設定したが、当該平面と直交するように設定してもよい。

【 0 2 1 9 】

また、上記実施の形態 2 において、第 1 遮光体 61 は、ヒータ光及び外光の両方を遮光するとしたが、いずれか一方のみを遮光するように構成してもよい。この場合、第 1 遮光

50

体 6 1 がヒータ光のみを遮蔽するヒータ光遮蔽体である場合、さらに、大気導入孔 3 5 からの外光を遮蔽する入口外光遮蔽体を別途設けてもよい。あるいは、第 1 遮光体 6 1 が大気導入孔 3 5 からの外光のみを遮蔽する入口外光遮蔽体である場合、さらに、ヒータ光を遮蔽するヒータ光遮蔽体を別途設けてもよい。

【 0 2 2 0 】

また、上記実施の形態及びへ敬礼において、粒子を含む媒体は、大気（空気）としたが、大気以外の媒体（水等の液体）であってもよい。

【 0 2 2 1 】

その他、各実施の形態に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で各実施の形態における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本発明に含まれる。

10

【符号の説明】

【 0 2 2 2 】

1、2 粒子検出センサ

1 0 投光素子

2 0 受光素子

3 0 筐体

3 1 投光領域

3 2 受光領域

3 3 粒子流路

3 4 トラップ部

3 4 a 投光トラップ部

3 4 b 受光トラップ部

3 5 大気導入孔

3 6 大気排出孔

4 0 反射体

5 0 加熱装置

6 1 第 1 遮光体（遮光体）

6 1 a 第 1 遮光壁

6 1 b 第 2 遮光壁

6 2 第 2 遮光体（遮光体）

7 1 投光絞り部

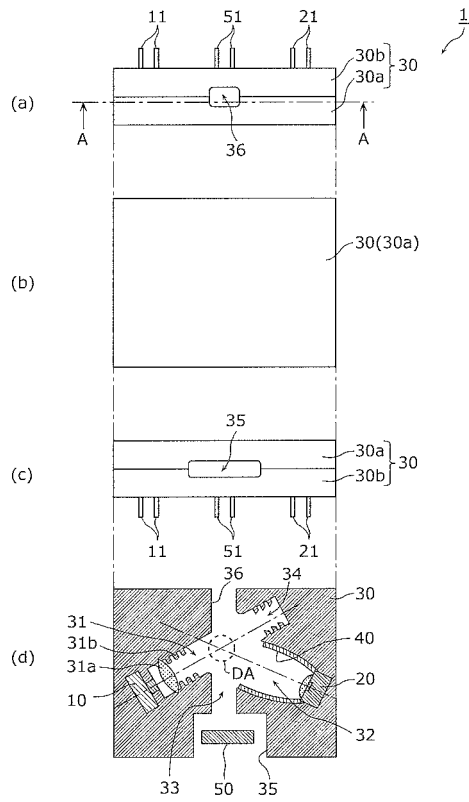
7 2 投光反対絞り部

7 3 受光反対絞り部

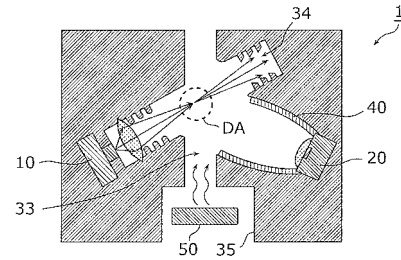
20

30

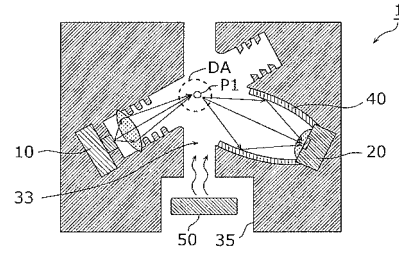
【図 1】



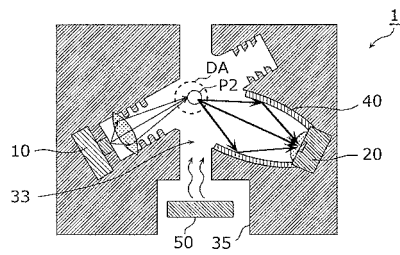
【図 2 A】



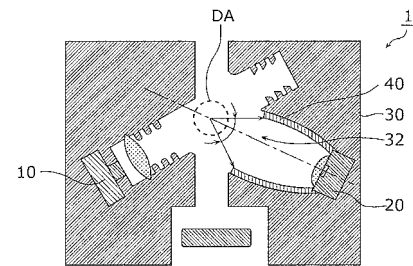
【図 2 B】



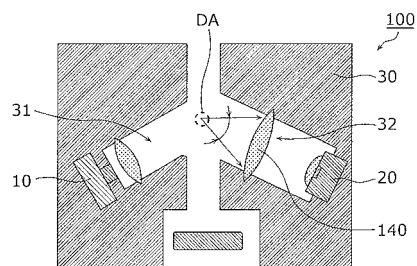
【図 2 C】



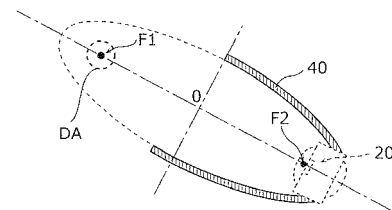
【図 4】



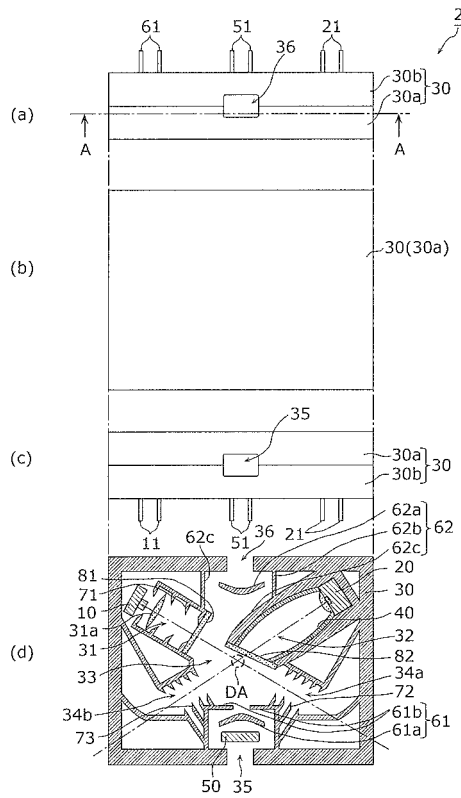
【図 3】



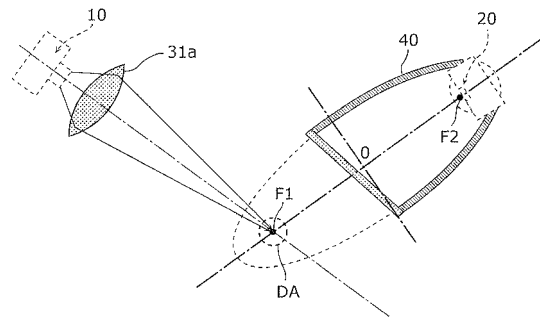
【図 5】



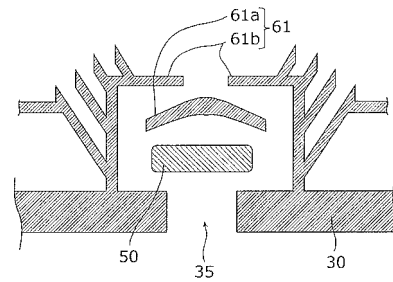
【図 6】



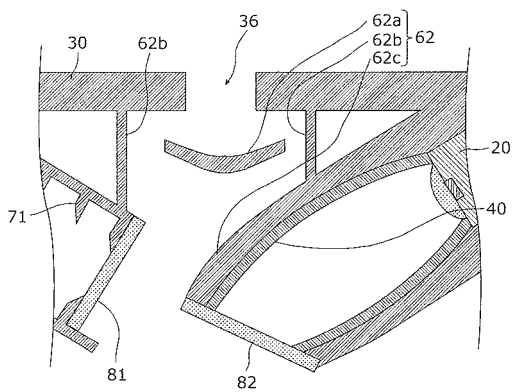
【図 7】



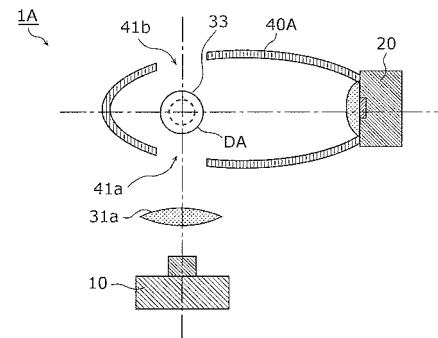
【図 8 A】



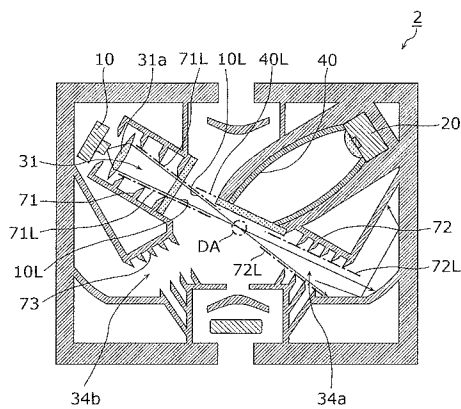
【図 8 B】



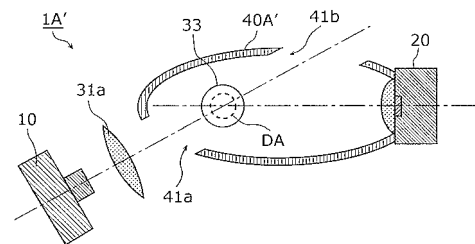
【図 10】



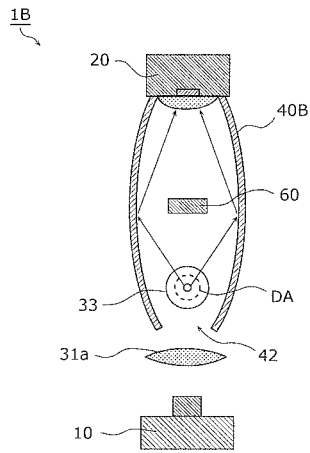
【図 9】



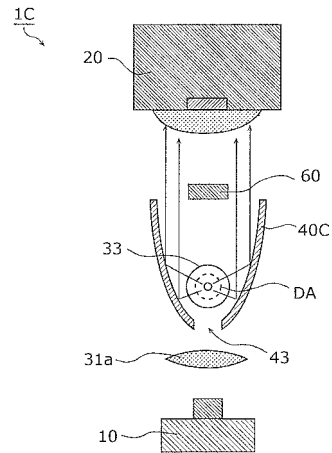
【図 11】



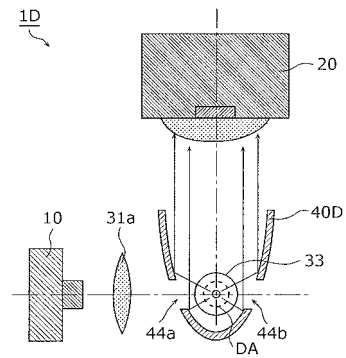
【図 1 2】



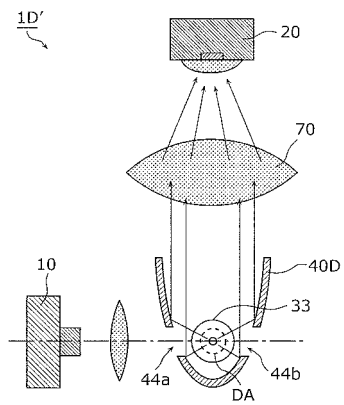
【図 1 3】



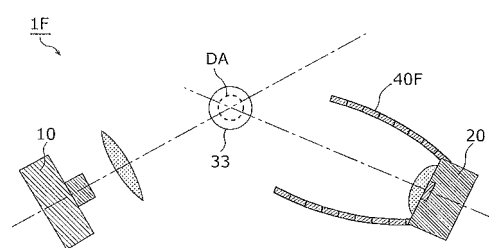
【図 1 4】



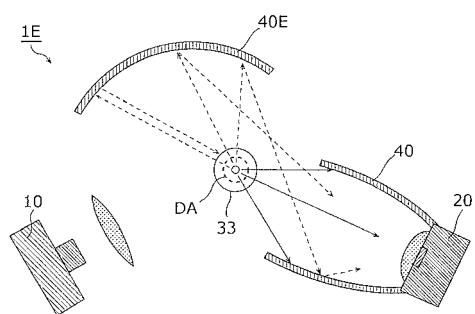
【図 1 5】



【図 1 7】



【図 1 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 赤坂 修
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 松浪 弘貴
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 福島 博司
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 中川 貴司
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 永谷 吉祥
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 川人 圭子
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 中谷 友洋
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 稲葉 雄一
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- Fターム(参考) 5C085 AA03 AB01 AC11 BA33 DA07 DA08 FA09 FA10 FA20