

(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2010-96550

(P2010-96550A)

(43) 公開日 平成22年4月30日(2010.4.30)

(51) Int.Cl.  
G01N 21/59 (2006.01)

F I  
G O I N 21/59

テーマコード (参考)  
2 G O 5 9

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2008-265718 (P2008-265718)  
(22) 出願日 平成20年10月14日(2008.10.14)

(71) 出願人 800000080  
タマティーエルオー株式会社  
東京都八王子市旭町9番1号 八王子スク  
エアビル11階  
(74) 代理人 100079049  
弁理士 中島 淳  
(74) 代理人 100084995  
弁理士 加藤 和詳  
(74) 代理人 100085279  
弁理士 西元 勝一  
(74) 代理人 100099025  
弁理士 福田 浩志  
(72) 発明者 水野 明哲  
東京都新宿区西新宿1-24-2 工学院  
大学内

最終頁に続く

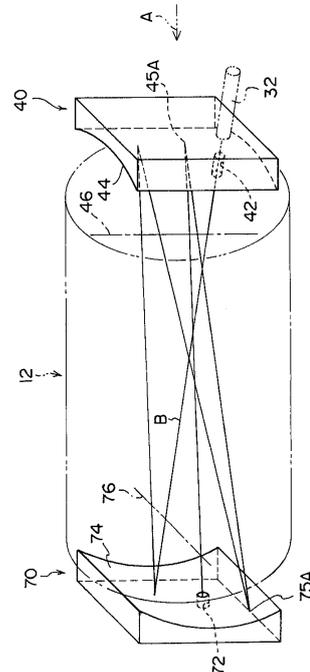
(54) 【発明の名称】 煙霧透過率測定装置

(57) 【要約】

【課題】装置の製造を容易にすることができる煙霧透過率測定装置を得る。

【解決手段】第2のシリンジカルミラー70における第2の反射面74は、その曲率中心軸76が第1のシリンジカルミラー40における第1の反射面44の曲率中心軸46に対して測定筒12の軸方向視(矢印A方向視)で直交している。光源32によって投射された光は、第1のシリンジカルミラー40に貫通形成された第1の孔42を通過し、第1のシリンジカルミラー40と第2のシリンジカルミラー70との間で多重反射する。多重反射した光は、第2のシリンジカルミラー70に貫通形成された第2の孔72を通過し、その後、光電変換部によって受光される。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

筒状に形成され、測定対象の空気を収容する測定筒と、  
 前記測定筒の軸方向一方側に設けられ、前記測定筒内に光を投射する光源と、  
 前記測定筒の軸方向一方側に設けられ、前記光源からの光を通過させる第 1 の孔が貫通形成されると共に、前記測定筒の軸方向他方側へ向けられた第 1 の反射面が円筒内面の一部をなす第 1 のシリンドリカルミラーと、  
 前記測定筒の軸方向他方側に設けられ、前記第 1 のシリンドリカルミラー側へ向けられた第 2 の反射面が円筒内面の一部をなしかつその曲率中心軸が前記第 1 の反射面の曲率中心軸に対して前記測定筒の軸方向視で交差すると共に、前記光源によって投射された光を前記第 1 のシリンドリカルミラーとの間で多重反射させる第 2 のシリンドリカルミラーと、  
 前記第 1 のシリンドリカルミラー又は前記第 2 のシリンドリカルミラーに貫通形成されかつ前記第 1 のシリンドリカルミラーと前記第 2 のシリンドリカルミラーとの間で多重反射した光の通過用とされる第 2 の孔に対して前記測定筒側とは反対側に配置され、前記第 2 の孔を通過した光を受ける受光手段と、  
 前記受光手段で受けた光に基づいて前記測定筒内における前記測定対象の空気の光透過率及び吸光係数の少なくとも一方を求める制御部と、  
 を有する煙霧透過率測定装置。

10

## 【請求項 2】

前記第 2 の反射面の曲率中心軸が前記第 1 の反射面の曲率中心軸に対して前記測定筒の軸方向視で直交している請求項 1 記載の煙霧透過率測定装置。

20

## 【請求項 3】

前記第 2 の反射面の曲率半径が前記第 1 の反射面の曲率半径と異なっている請求項 2 に記載の煙霧透過率測定装置。

## 【請求項 4】

前記第 2 の孔が前記第 2 のシリンドリカルミラーに貫通形成されている請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の煙霧透過率測定装置。

## 【請求項 5】

前記測定筒の外周部に形成された空気流入部が前記測定対象の空気を前記測定筒の中心軸から偏心させて流入させる向きに設定されている請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項に記載の煙霧透過率測定装置。

30

## 【請求項 6】

前記測定筒の軸方向端部にベローズ状管が直列に接続されている請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか 1 項に記載の煙霧透過率測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、光透過率及び吸光係数の少なくとも一方を光学的に測定する煙霧透過率測定装置に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

煙霧透過率測定装置においては、装置全体を小型化するために、投受光部と反射部とが測定筒を介して一体的に設けられたものがある（例えば、特許文献 1 参照）。このような装置では、測定筒内に吸引された煙霧中に光を透過させると共に、投受光部と反射部との間で光を多重反射させることで、光を所望の測定光路長とし、多重反射した光に基づいて透過率や吸光係数を求めている。ここで、光を予め設定した回数だけ多重反射させるために、例えば反射鏡として乱視鏡（すなわち、互いに直交する方向の曲率が異なる凹面鏡）が用いられる場合がある。

【特許文献 1】特開 2007 - 248388 公報

50

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

しかしながら、予め設定した回数だけ光を多重反射させるためには、乱視鏡に高い加工精度が要求されるので、乱視鏡の製造ひいては装置の製造に非常に手間がかかる。

## 【0004】

本発明は、上記事実を考慮して、装置の製造を容易にすることができる煙霧透過率測定装置を得ることが目的である。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

請求項1に記載する本発明の煙霧透過率測定装置は、筒状に形成され、測定対象の空気を収容する測定筒と、前記測定筒の軸方向一方側に設けられ、前記測定筒内に光を投射する光源と、前記測定筒の軸方向一方側に設けられ、前記光源からの光を通過させる第1の孔が貫通形成されると共に、前記測定筒の軸方向他方側へ向けられた第1の反射面が円筒内面の一部をなす第1のシリンダカルミラーと、前記測定筒の軸方向他方側に設けられ、前記第1のシリンダカルミラー側へ向けられた第2の反射面が円筒内面の一部をなしかつその曲率中心軸が前記第1の反射面の曲率中心軸に対して前記測定筒の軸方向視で交差すると共に、前記光源によって投射された光を前記第1のシリンダカルミラーとの間で多重反射させる第2のシリンダカルミラーと、前記第1のシリンダカルミラー又は前記第2のシリンダカルミラーに貫通形成されかつ前記第1のシリンダカルミラーと前記第2のシリンダカルミラーとの間で多重反射した光の通過用とされる第2の孔に対して前記測定筒側とは反対側に配置され、前記第2の孔を通過した光を受ける受光手段と、前記受光手段で受けた光に基づいて前記測定筒内における前記測定対象の空気の光透過率及び吸光係数の少なくとも一方を求める制御部と、を有する。

## 【0006】

請求項1に記載する本発明の煙霧透過率測定装置によれば、測定対象の空気は測定筒に収容される。この測定筒内には、光源によって測定筒の軸方向一方側から光が投射される。この光源からの光は、測定筒の軸方向一方側で第1のシリンダカルミラーの第1の孔を通過する。

## 【0007】

また、測定筒の軸方向他方側には第2のシリンダカルミラーが設けられ、第2のシリンダカルミラーは、その第2の反射面が円筒内面の一部をなして第1のシリンダカルミラー側へ向けられている。このため、第1の孔を通過して第2のシリンダカルミラーの第2の反射面に入射する光は、その第2の反射面の形状に応じて第1のシリンダカルミラー側の所定の方向へ反射する。これに対し、第1のシリンダカルミラーは、その第1の反射面が円筒内面の一部をなして測定筒の軸方向他方側、すなわち、第2のシリンダカルミラー側へ向けられている。このため、第2のシリンダカルミラーの第2の反射面を反射して第1のシリンダカルミラーの第1の反射面に入射する光は、その第1の反射面の形状に応じて第2のシリンダカルミラー側の所定の方向へ反射する。

## 【0008】

ここで、第2のシリンダカルミラーの第2の反射面は、その曲率中心軸が第1の反射面の曲率中心軸に対して測定筒の軸方向視で交差しており、光源によって投射された光は、第1のシリンダカルミラーと第2のシリンダカルミラーとの間で多重反射する。この多重反射した光は、第1のシリンダカルミラー又は第2のシリンダカルミラーに貫通形成された第2の孔を通過し、その後、受光手段によって受光される。そして、受光手段で受けた光に基づいて制御部が測定筒内における測定対象の空気の光透過率及び吸光係数の少なくとも一方を求める。

## 【0009】

請求項2に記載する本発明の煙霧透過率測定装置は、請求項1の構成において、前記第2の反射面の曲率中心軸が前記第1の反射面の曲率中心軸に対して前記測定筒の軸方向視

10

20

30

40

50

で直交している。

【0010】

請求項2に記載する本発明の煙霧透過率測定装置によれば、第2の反射面の曲率中心軸が第1の反射面の曲率中心軸に対して測定筒の軸方向視で直交しているので、第1のシリンドリカルミラー及び第2のシリンドリカルミラーでは、光の反射点が近接する位置に連続して円形上に又はリサージュの図形上に規則的に並ぶ。このため、第1のシリンドリカルミラーと第2のシリンドリカルミラーとの間で光を多重反射させるための光路設計の複雑化が抑えられる。

【0011】

請求項3に記載する本発明の煙霧透過率測定装置は、請求項2に記載の構成において、前記第2の反射面の曲率半径が前記第1の反射面の曲率半径と異なっている。

10

【0012】

請求項3に記載する本発明の煙霧透過率測定装置によれば、第2の反射面の曲率半径が第1の反射面の曲率半径と異なっているので、第1のシリンドリカルミラー及び第2のシリンドリカルミラーでは、光の反射点が近接する位置に連続してリサージュの図形上に規則的に並ぶ。このため、第1のシリンドリカルミラーと第2のシリンドリカルミラーとの間で光をより多く多重反射させるための光路設計の複雑化が抑えられる。

【0013】

請求項4に記載する本発明の煙霧透過率測定装置は、請求項1～請求項3のいずれか1項に記載の構成において、前記第2の孔が前記第2のシリンドリカルミラーに貫通形成されている。

20

【0014】

請求項4に記載する本発明の煙霧透過率測定装置によれば、第2の孔が第2のシリンドリカルミラーに貫通形成されることで、第1のシリンドリカルミラー及び第2のシリンドリカルミラーにはそれぞれ1箇所ずつ孔が貫通形成されている。ここで、孔の位置は、多重反射する光の反射点からある程度離れた位置に設定する必要があるため、第1のシリンドリカルミラーに1箇所のみ孔が貫通形成される構造では、第1のシリンドリカルミラーに2箇所の孔が貫通形成される対比構造に比べて、孔の位置設計が容易になる。

【0015】

また、第1のシリンドリカルミラーに第1の孔が貫通形成され、第2のシリンドリカルミラーに第2の孔が貫通形成された構造となっているので、第1の孔を含む投光側と第2の孔を含む受光側とをそれぞれ別々に位置調整することや一方を固定して他方を位置調整することが可能になる。このため、この構造では、第1のシリンドリカルミラーに2箇所の孔が貫通形成される対比構造に比べて、第1のシリンドリカルミラー及び第2のシリンドリカルミラーの位置設定時における調整が容易になる。

30

【0016】

請求項5に記載する本発明の煙霧透過率測定装置は、請求項1～請求項4のいずれか1項に記載の構成において、前記測定筒の外周部に形成された空気流入部が前記測定対象の空気を前記測定筒の中心軸から偏心させて流入させる向きに設定されている。

【0017】

請求項5に記載する本発明の煙霧透過率測定装置によれば、測定筒の外周部に形成された空気流入部が測定対象の空気を測定筒の中心軸から偏心させて流入させる構造となっているので、測定筒内に流入した空気は、測定筒内を旋回しながら流動する。このため、この構造は、比較的簡易な構造でありながら、空気を測定筒の中心軸から偏心させないで流入させる対比構造に比べて、測定対象の空気を測定筒内に早く充填させることができる。

40

【0018】

請求項6に記載する本発明の煙霧透過率測定装置は、請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の構成において、前記測定筒の軸方向端部にペローズ状管が直列に接続されている。

【0019】

50

請求項 6 に記載する本発明の煙霧透過率測定装置によれば、測定筒の軸方向端部にベローズ状管が直列に接続されているので、比較的簡易な構造によって、測定筒の熱膨張による変形が抑えられる。

【発明の効果】

【0020】

以上説明したように、本発明に係る請求項 1 に記載の煙霧透過率測定装置によれば、装置の製造を容易にすることができるという優れた効果を有する。

【0021】

請求項 2 に記載の煙霧透過率測定装置によれば、第 1 のシリンダリカルミラーと第 2 のシリンダリカルミラーとの間で光を多重反射させるための光路設計の複雑化を抑えることができるという優れた効果を有する。

10

【0022】

請求項 3 に記載の煙霧透過率測定装置によれば、第 1 のシリンダリカルミラーと第 2 のシリンダリカルミラーとの間で光をより多く多重反射させるための光路設計の複雑化を抑えることができるという優れた効果を有する。

【0023】

請求項 4 に記載の煙霧透過率測定装置によれば、孔の位置設計がし易く、第 1 のシリンダリカルミラー及び第 2 のシリンダリカルミラーの位置設定時における調整をし易くすることができるという優れた効果を有する。

【0024】

20

請求項 5 に記載の煙霧透過率測定装置によれば、比較的簡易な構造によって、測定対象の空気を測定筒内に充満させるための時間を短縮することができるという優れた効果を有する。

【0025】

請求項 6 に記載の煙霧透過率測定装置によれば、比較的簡易な構造によって、測定筒の熱膨張による変形を抑えることができるという優れた効果を有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

(実施形態の構成)

本発明の一実施形態に係る煙霧透過率測定装置について図 1 ~ 図 6 を用いて説明する。本実施形態に係る煙霧透過率測定装置は、例えば、道路トンネル内部等のような場所における光透過率及び吸光係数の少なくとも一方を光学的に測定する装置である。

30

【0027】

図 1 には、本発明の実施形態に係る煙霧透過率測定装置 10 の概略構成図が示され、図 2 には、煙霧透過率測定装置 10 の装置本体外観が斜視図にて示されている。これらの図に示されるように、煙霧透過率測定装置 10 は、測定対象の空気を収容する測定筒 12 を備えている。図 2 に示されるように、測定筒 12 は、筒状に形成され、その軸方向を長手方向としている。

【0028】

図 2 に示されるように、測定筒 12 の長手方向の中央部（重心部）は、支持部材 14 によって下方側から支持されている。また、測定筒 12 の長手方向の両端部寄りには、支持部材 22 によって下方側から支持されている。支持部材 14 及び支持部材 22 は、板状のベース部材 16 側に固定されている。ベース部材 16 の長手方向両側寄りの下面側には長板部 17 が設けられており、長板部 17 の端部には、ベース部材 16 を水平に設定するための水平ネジ 18 が締め付けられている。また、測定筒 12 の外周側には、測定筒 12 の軸方向に沿って複数のパイプ 20（シャフト）が配設されており、これらのパイプ 20 は、支持部材 14 を貫通している。

40

【0029】

図 1 及び図 5 に示されるように、測定筒 12 の外周部 12A の上側には、空気流入部 24 が形成されている。図 5 に示されるように、空気流入部 24 は、測定筒 12 内への空気

50

(測定対象となる汚染空気)の流入口を備えており、測定対象の空気を測定筒12の中心軸CLから偏心させて流入させる向きに設定されている。換言すれば、空気流入部24は、測定筒12の外周部12Aにて装置上下方向に立設され、かつ、測定筒12の中心軸CLの直上から(円周方向に数cmずれて)オフセットされた設定(つまり、空気流入部24の軸線方向が測定筒12の中心軸CLと交差ししない設定)になっている。

#### 【0030】

また、図1及び図5に示されるように、測定筒12の外周部12Aの下側には、空気流出部26が形成されている。図5に示されるように、空気流出部26は、測定筒12内の空気の流出口を備えており、本実施形態では、測定筒12の径方向に下向きに延設されている。また、図1に示されるように、空気流出部26は、測定筒12の長手方向の両端部よりもやや長手方向の中央部寄りに形成されている。

10

#### 【0031】

空気流入部24及び空気流出部26には、吸排気装置28が接続されている。吸排気装置28は、ポンプ(図示省略)によって空気流入部24を介して測定筒12内に測定対象の空気を送り込んで充填させると共に、空気流出部26を介して測定筒12内の空気をポンプ(図示省略)によって排出する機能を備えている。また、吸排気装置28は、測定筒12内の空気を一旦清浄な空気にするための機能を備えている。なお、この機能を備えた構成は、例えば、特開2007-248388公報に示す公知の構成(絶対値校正部の構成)とすることができ、詳細は省略する。

#### 【0032】

測定筒12の軸方向一方側(図1では右側)は、投光部30とされている。投光部30は、測定筒12内に光を投射する光源32(「投光手段」や「発光素子」としても把握される要素である。)を備えている。光源32としては、例えば、半導体レーザやLED等が適用される。光源32は、箱状のカバー34内に配設されている。カバー34は、測定筒12側が開口しており、開口端側のフランジ部が第1のミラーパネル36に固定されている。図2に示されるように、第1のミラーパネル36は、矩形平板状とされてカバー34の開口側を閉塞しており、四隅部がパイプ20と連結されることで、パイプ20に支持されている。なお、第1のミラーパネル36は、その向き等を調整する段階では三本のパイプ20によって三点支持され、最終段階で四本のパイプ20によって四点支持される。

20

#### 【0033】

図1に示されるように、第1のミラーパネル36には、光源32の光路に対応して、すなわち、光源32からの光を通過させるように設定された半径数mmの貫通孔36Aが貫通形成されると共に、光源32側とは反対側の面に第1のシリンダリカルミラー40(「円筒鏡」ともいう(図3参照))が固定されている。第1のシリンダリカルミラー40には、第1のミラーパネル36の貫通孔36Aと同軸に第1の孔42(「ピンホール」と呼ばれることもある。)が貫通形成されており、この第1の孔42は、測定筒12内への光の入射用の小孔とされ、光源32からの光を通過させる位置及び大きさに設定されている。なお、第1の孔42の半径は、本実施形態では、数mmとされている。

30

#### 【0034】

図3には、第1のシリンダリカルミラー40等の配置状態が模式的に示されている。図3に示されるように、第1のシリンダリカルミラー40は、反射鏡とされ、測定筒12の軸方向他方側(図3では左側)へ向けられた第1の反射面44が円筒内面の一部をなしている。第1のシリンダリカルミラー40における第1の反射面44の曲率中心軸46は、装置上下方向に沿って設定されており、第1のシリンダリカルミラー40における第1の反射面44の曲率半径は、数m(一例として、3m~5m)程度となっている。

40

#### 【0035】

なお、図1に示されるように、投光部30は、測定筒12内に光を投射する光源32、光を透過させる貫通孔36Aが貫通形成された第1のミラーパネル36、及び光を透過させる第1の孔42が貫通形成された第1のシリンダリカルミラー40等を含んで構成されている。

50

## 【 0 0 3 6 】

第 1 のミラーパネル 3 6 には、第 1 のシリンダリカルミラー 4 0 の外周側に防塵筒 4 8 のフランジ部が固定されている。防塵筒 4 8 の軸方向は、測定筒 1 2 の軸方向と一致しており、防塵筒 4 8 の先端部は、測定筒 1 2 の軸方向に垂直な面方向に対し傾斜した開口をなしている。防塵筒 4 8 の先端部には、防塵ガラス 5 0 が固着されており、防塵筒 4 8 の先端開口が防塵ガラス 5 0 によって閉塞されている。防塵ガラス 5 0 は、光の減衰率が極めて低くなるように（防塵ガラス 5 0 への光の入射角度がブリースタ角又は概ねブリースタ角となるように）測定筒 1 2 の軸方向に垂直な面方向に対し傾斜して設定されている。

## 【 0 0 3 7 】

また、測定筒 1 2 の軸方向一方側（図 1 では右側の軸方向端部）には、ベローズ状管 5 2 が直列に接続されている。ベローズ状管 5 2 は、測定筒 1 2 の熱膨張緩和用とされて測定筒 1 2 と第 1 のミラーパネル 3 6 との間に配設され、防塵筒 4 8 のフランジ部を介して第 1 のミラーパネル 3 6 に固定されている。このベローズ状管 5 2 は、外周にひだを有し、内外周面に管状の溝がベローズ状管 5 2 の軸線方向に沿って複数形成された蛇腹状の管とされている。

## 【 0 0 3 8 】

一方、測定筒 1 2 の軸方向他方側（図 1 では左側）は、受光部 6 0 とされている。受光部 6 0 は、第 2 の孔 7 2（「ピンホール」と呼ばれることもある。）が貫通形成された第 2 のシリンダリカルミラー 7 0（「円筒鏡」ともいう）を備えている。第 2 のシリンダリカルミラー 7 0 等の配置状態が模式的に示された図 3 に示されるように、第 2 のシリンダリカルミラー 7 0 は、反射鏡とされて第 1 のシリンダリカルミラー 4 0 に対向配置され、第 1 のシリンダリカルミラー 4 0 側へ向けられた第 2 の反射面 7 4 が円筒内面の一部をなしている。

## 【 0 0 3 9 】

第 2 のシリンダリカルミラー 7 0 における第 2 の反射面 7 4 の曲率中心軸 7 6 は、水平方向に沿って設定されており、第 1 のシリンダリカルミラー 4 0 における第 1 の反射面 4 4 の曲率中心軸 4 6 に対して測定筒 1 2 の軸方向視（矢印 A 方向視）で直交（交差）するように設定されている。また、第 2 のシリンダリカルミラー 7 0 における第 2 の反射面 7 4 の曲率半径は、数 m（一例として、3 m ~ 5 m）程度となっており、本実施形態では第 1 のシリンダリカルミラー 4 0 における第 1 の反射面 4 4 の曲率半径と異なる長さに設定されている。

## 【 0 0 4 0 】

第 2 のシリンダリカルミラー 7 0 は、光源 3 2 によって投射された光を第 1 のシリンダリカルミラー 4 0 との間で多重反射（反射によって複数回往復）させるように設定されている。本実施形態では、多重反射、一例として、反射によって 6 1 . 5 往復することによって光の測定光路長が 1 0 0 m となるように設定されている。また、第 2 のシリンダリカルミラー 7 0 に貫通形成された第 2 の孔 7 2 は、第 1 のシリンダリカルミラー 4 0 と第 2 のシリンダリカルミラー 7 0 との間で多重反射した光の通過用（測定筒 1 2 内からの光の出射用）の小孔とされており、多重反射した光を通過させる位置及び大きさに設定されている。なお、第 2 の孔 7 2 の半径は、本実施形態では、数 mm（第 1 の孔 4 2 の半径よりも若干大きい設定）とされている。

## 【 0 0 4 1 】

図 4 には、第 1 のシリンダリカルミラー 4 0 の第 1 の反射面 4 4（図 4（B）参照）及び第 2 のシリンダリカルミラー 7 0 の第 2 の反射面 7 4（図 4（A）参照）における光の反射点 4 5 A、7 5 A 及び通過点 4 5 B、7 5 B が図示されている。なお、図中では、第 1 の孔 4 2（図 4（B）参照）内の点及び第 2 の孔 7 2（図 4（A）参照）内の点のみが光の通過点 4 5 B、7 5 B であり、他の点は、すべて反射点 4 5 A、7 5 A である。また、図中の直線は、図中の上下方向の中央線及び図中の左右方向の中央線である。図 4 に示されるように、第 1 のシリンダリカルミラー 4 0 の第 1 の孔 4 2（図 4（B）参照）及び

10

20

30

40

50

第2のシリンダリカルミラー70の第2の孔72(図4(A)参照)は、予め設計した光の反射点45A、75Aからある程度離れた位置に設定されている。

【0042】

このような位置に第1の孔42及び第2の孔72を設定するのは、予め設計した光の反射点45A、75Aに近い位置に設定してしまうと、組付状態や製造誤差等によっては、反射点45A、75Aとして設計していた点が通過点になってしまう可能性も考えられるので、このような事態を回避するためである。つまり、第1の孔42及び第2の孔72は、予め設定した回数だけ光を多重反射させる前に光が第1の孔42又は第2の孔72を通過しないように設定されている。

【0043】

図1に示されるように、第2のシリンダリカルミラー70は、第2の反射面74とは反対側の面が第2のミラーパネル62に固定されている。第2のミラーパネル62は、矩形平板状とされて第1のミラーパネル36に対し平行で対向する位置に配置されており、貫通孔62Aが貫通形成されている。貫通孔62Aは、第2の孔72と同軸に(すなわち、光路に対応して第2の孔72を通過した光を通過させるように)設定されている。第2のミラーパネル62の四隅部は、パイプ20と連結されることで、パイプ20に支持されている(図2参照)。なお、第2のミラーパネル62は、第1のミラーパネル36と同様に、その向き等を調整する段階では三本のパイプ20によって三点支持され、最終段階で四本のパイプ20によって四点支持される。

10

【0044】

また、第2のミラーパネル62には、第2のシリンダリカルミラー70の外周側に防塵筒54のフランジ部が固定されている。防塵筒54の軸方向は、測定筒12の軸方向と一致しており、防塵筒54の先端部は、測定筒12の軸方向に垂直な面方向に対し傾斜した開口をなしている。防塵筒54の先端部には、防塵ガラス56が固着されており、防塵筒54の先端開口が防塵ガラス56によって閉塞されている。防塵ガラス56は、光の減衰率が極めて低くなるように(防塵ガラス56への光の入射角度がブリースタ角又は概ねブリースタ角となるように)測定筒12の軸方向に垂直な面方向に対し傾斜して設定されている。

20

【0045】

また、測定筒12の軸方向他方側(図1では左側の軸方向端部)には、ベローズ状管58が直列に接続されている。ベローズ状管58は、測定筒12の熱膨張緩和用とされて測定筒12と第2のミラーパネル62との間に配設され、防塵筒54のフランジ部を介して第2のミラーパネル62に固定されている。このベローズ状管58は、ベローズ状管52と同様に外周にひだを有し、内外周面に管状の溝がベローズ状管58の軸線方向に沿って複数形成された蛇腹状の管とされている。

30

【0046】

第2のミラーパネル62の第2のシリンダリカルミラー70とは反対側の面には、箱状のカバー64が配設されている。カバー64は、測定筒12側が開口しており、開口端側のフランジ部が第2のミラーパネル62に固定されることによって、カバー64の開口側が第2のミラーパネル62によって閉塞されている。

40

【0047】

カバー64内には、受光手段としての光電変換部66が配設されている。光電変換部66は、第2の孔72に対して測定筒12側とは反対側に配置されて第2の孔72及び第2のミラーパネル62の貫通孔62Aを通過した光を受けようになっており、光強度に応じた電気信号に変換する機能を備えている。

【0048】

なお、図1に示されるように、受光部60は、光を透過させる第2の孔72が貫通形成された第2のシリンダリカルミラー70、光を透過させる貫通孔62Aが貫通形成された第2のミラーパネル62、及び光を受ける光電変換部66等を含んで構成されている。

【0049】

50

光電変換部 66 には、制御部 68 が接続されている。制御部 68 は、光電変換部 66 で受けた光に基づいて、すなわち、光電変換部 66 で光強度に応じて変換された電気信号に基づいて、測定筒 12 内における測定対象の空気の光透過率及び吸光係数の少なくとも一方を求めるようになっている。なお、制御部 68 における光透過率や吸光係数の計算（演算）方法は、例えば、特開 2007-248388 公報に示す公知の制御部における光透過率や吸光係数の計算（演算）方法とすることができ、詳細は省略する。また、制御部 68 は、吸排気装置 28 と接続されており、吸排気装置 28 を制御することができるようになっている。

#### 【0050】

なお、本実施形態のように投光部 30 と受光部 60 とが測定筒 12 等を介して一体的に設けられた煙霧透過率測定装置 10 は、例えば、測定筒を備えずに投光部と受光部とが分離された分離型煙霧透過率測定装置との対比で、一体型煙霧透過率測定装置として捉えられる。また、本実施形態のように測定対象の空気を測定筒（12）内に密閉する方式をクローズドパス方式ということがある。

10

#### 【0051】

（実施形態の作用・効果）

次に、上記実施形態の作用及び効果について説明する。

#### 【0052】

測定対象の空気が収容された測定筒 12 内には、光源 32 によって測定筒 12 の軸方向一方側である投光部 30 から光が投射される。この光源 32 からの光は、投光部 30 において第 1 のミラーパネル 36 の貫通孔 36A 及び第 1 のシリンダリカルミラー 40 の第 1 の孔 42 を通過する。

20

#### 【0053】

また、測定筒 12 の軸方向他方側である受光部 60 には第 2 のシリンダリカルミラー 70 が設けられ、図 3 に示されるように、第 2 のシリンダリカルミラー 70 は、その第 2 の反射面 74 が円筒内面の一部をなして第 1 のシリンダリカルミラー 40 側へ向けられている。このため、第 1 の孔 42 を通過して第 2 のシリンダリカルミラー 70 の第 2 の反射面 74 に入射する光は、その第 2 の反射面 74 の形状に応じて第 1 のシリンダリカルミラー 40 側の所定の方向へ反射する（図中では、模式的に示された光路を符号 B で示す。）。

#### 【0054】

これに対し、第 1 のシリンダリカルミラー 40 は、その第 1 の反射面 44 が円筒内面の一部をなして測定筒 12 の軸方向他方側、すなわち、第 2 のシリンダリカルミラー 70 側へ向けられている。このため、第 2 のシリンダリカルミラー 70 の第 2 の反射面 74 を反射して第 1 のシリンダリカルミラー 40 の第 1 の反射面 44 に入射する光は、その第 1 の反射面 44 の形状に応じて第 2 のシリンダリカルミラー 70 側の所定の方向へ反射する。

30

#### 【0055】

ここで、第 2 のシリンダリカルミラー 70 における第 2 の反射面 74 は、その曲率中心軸 76 が第 1 のシリンダリカルミラー 40 における第 1 の反射面 44 の曲率中心軸 46 に対して測定筒 12 の軸方向視（矢印 A 方向視）で直交（交差）しており、光源 32 によって投射された光は、第 1 のシリンダリカルミラー 40 と第 2 のシリンダリカルミラー 70 との間で多重反射する（光路 B 参照）。この多重反射した光は、第 2 のシリンダリカルミラー 70 に貫通形成された第 2 の孔 72 を通過し、その後、図 1 に示される光電変換部 66 によって受光される。そして、光電変換部 66 で受けた光に基づいて、制御部 68 が測定筒 12 内における測定対象の空気の光透過率及び吸光係数の少なくとも一方を求める。

40

#### 【0056】

また、図 3 に示されるように、第 2 のシリンダリカルミラー 70 における第 2 の反射面 74 の曲率中心軸 76 が第 1 のシリンダリカルミラー 40 における第 1 の反射面 44 の曲率中心軸 46 に対して測定筒 12 の軸方向視（矢印 A 方向視）で直交しており、かつ、第 2 のシリンダリカルミラー 70 における第 2 の反射面 74 の曲率半径が第 1 のシリンダリカルミラー 40 における第 1 の反射面 44 の曲率半径と異なっている。このため、図 4 に

50

示されるように、第1のシリンダリカルミラー40（第1の反射面44）及び第2のシリンダリカルミラー70（第2の反射面74）では、光の反射点45A、75Aが近接する位置に連続してリサーチの図形（図示省略）上に規則的に並ぶ。これにより、反射鏡として乱視鏡を適用しなくても反射鏡に乱視鏡を適用した場合と同様の多重反射が可能となり、第1のシリンダリカルミラー40と第2のシリンダリカルミラー70との間で光をより多く多重反射させるための光路設計の複雑化が抑えられる。ちなみに、一般にミラー間でより多くの多重反射をさせるためには、光の反射点が近接する位置に連続してリサーチの図形上に規則的に並ぶようにするのが理想であり、本実施形態では、これを実現している。

#### 【0057】

ここで、乱視鏡を用いた対比構造と比較しながら補足説明すると、光を予め設定した回数だけ多重反射させるために反射鏡として乱視鏡を用いた対比構造では、乱視鏡に高い加工精度が要求されるので、乱視鏡の製造については装置の製造に非常に手間がかかり、反射鏡を含む装置のコストもかかる。これに対して、本実施形態では、反射鏡として第1のシリンダリカルミラー40及び第2のシリンダリカルミラー70を用いて多重反射させる構造となっているので、乱視鏡を用いる場合に比べて加工しやすく、第1のシリンダリカルミラー40及び第2のシリンダリカルミラー70を含む煙霧透過率測定装置10のコストも抑えられる。

#### 【0058】

また、図1に示されるように、第2の孔72が第2のシリンダリカルミラー70に貫通形成されることで、第1のシリンダリカルミラー40及び第2のシリンダリカルミラー70にはそれぞれ1箇所ずつ孔（第1の孔42、第2の孔72）が貫通形成されている。ここで、図4に示されるように、孔（第1の孔42、第2の孔72）の位置は、多重反射する光の反射点45A、75Aからある程度離れた位置に設定する必要があるため、本実施形態のように、第1のシリンダリカルミラー40に1箇所のみ孔（第1の孔42）が貫通形成される構造では、第1のシリンダリカルミラー（40）に2箇所の孔が貫通形成される対比構造に比べて、孔（第1の孔42）の位置設計が容易になる。

#### 【0059】

また、本実施形態では、図1に示されるように、第1のシリンダリカルミラー40に第1の孔42が貫通形成され、第2のシリンダリカルミラー70に第2の孔72が貫通形成された構造となっている。このため、第1の孔42を含む投光部30側と第2の孔72を含む受光部60側とをそれぞれ別々に位置調整することや一方を固定して他方を位置調整することが可能になる。このため、本実施形態の構造では、第1のシリンダリカルミラー40に2箇所の孔が貫通形成される対比構造に比べて、第1のシリンダリカルミラー40及び第2のシリンダリカルミラー70の位置設定時における調整が容易になる。なお、第1のシリンダリカルミラー40の位置調整は、第1のミラーパネル36の角度を変えることによって行い、第2のシリンダリカルミラー70の位置調整は、第2のミラーパネル62の角度を変えることによって行う。

#### 【0060】

また、本実施形態に係る煙霧透過率測定装置10では、測定筒12内を吸排気装置28によって一旦清浄な空気で充満させた後、測定対象の空気を吸排気装置28によって測定筒12内に流入させ、測定筒12内の空気を入れ換える。ここで、図5に示されるように、測定筒12の外周部12Aに形成された空気流入部24は、測定対象の空気を測定筒12の中心軸CLから偏心させて流入させる構造となっているので、測定筒12内に流入した空気は、測定筒12内を旋回（矢印C方向参照）しながら流動する。このため、本実施形態の構造では、比較的簡易な構造でありながら、空気を測定筒の中心軸から偏心させないで流入させる対比構造に比べて、同流量のポンプを用いた場合には、測定対象の空気を測定筒12内に早く充満させることができる。その結果、装置の応答時間を短くすることが可能になる。

#### 【0061】

10

20

30

40

50

図 6 には、汚染空気の充満時間（サンプリング時間）を数値解析した結果のグラフが示されている。図 6 において、横軸は、汚染空気流入時間を示し、縦軸は測定筒内の汚染空気の体積分率を示す。また、一点鎖線の線図は、空気を測定筒の中心軸から偏心させないで流入させる対比構造の場合の線図であり、実線の線図は、空気を測定筒の中心軸から偏心させて流入させる本実施形態の構造の場合の線図である。また、時間 T 1 は、本実施形態の構造にて体積分率が 99% に到達する時間（具体的には 3.6 S）を示し、時間 T 2 は、対比構造にて体積分率が 99% に到達する時間（具体的には 4.6 S）を示している。図 6 に示されるように、本実施形態の構造の場合、対比構造の場合に比べて体積分率が 99% に到達する時間を大幅に短縮（具体的には 4.6 S から 3.6 S に短縮）することができる。

10

【 0 0 6 2 】

また、図 1 に示されるように、本実施形態に係る煙霧透過率測定装置 10 では、測定筒 12 の軸方向両端部にベローズ状管 52、58 が直列に接続されているので、比較的簡易な構造によって、測定筒 12 の熱膨張による変形が抑えられ、第 1 のシリンドリカルミラー 40 側への応力及び第 2 のシリンドリカルミラー 70 側への応力が抑えられる。

【 0 0 6 3 】

以上説明したように、本実施形態に係る煙霧透過率測定装置 10 によれば、装置の製造を容易にすることができる。

【 0 0 6 4 】

（実施形態の補足説明）

なお、上記実施形態では、図 3 に示されるように、第 2 のシリンドリカルミラー 70 における第 2 の反射面 74 の曲率中心軸 76 が第 1 のシリンドリカルミラー 40 における第 1 の反射面 44 の曲率中心軸 46 に対して測定筒 12 の軸方向視（矢印 A 方向視）で直交しているが、例えば、第 1 のシリンドリカルミラーと第 2 のシリンドリカルミラーとの間で多重反射が可能であれば、第 2 の反射面の曲率中心軸が第 1 の反射面の曲率中心軸に対して測定筒の軸方向視で非直交にて交差（例えば、略直交（一例として 89°）のように 90° 以外にて交差）していてもよい。

20

【 0 0 6 5 】

また、上記実施形態では、第 2 のシリンドリカルミラー 70 における第 2 の反射面 74 の曲率半径が第 1 のシリンドリカルミラー 40 における第 1 の反射面 44 の曲率半径と異なっているが、例えば、第 2 のシリンドリカルミラーにおける第 2 の反射面の曲率半径と第 1 のシリンドリカルミラーにおける第 1 の反射面の曲率半径とを同じに設定してもよい。なお、曲率半径を同じに設定した場合、光の反射点は、近接する位置に連続して円形上に規則的に並ぶことになる。

30

【 0 0 6 6 】

さらに、上記実施形態では、第 2 の孔 72 が第 2 のシリンドリカルミラー 70 に貫通形成されているが、例えば、第 2 の孔が第 1 のシリンドリカルミラーに貫通形成されると共に、この第 2 の孔を通過した光を受ける受光手段を第 2 の孔に対して測定筒側とは反対側に配置してもよい。

【 0 0 6 7 】

さらにまた、上記実施形態では、図 5 に示されるように、測定筒 12 の外周部 12A に形成された空気流入部 24 が測定対象の空気を測定筒 12 の中心軸 CL から偏心させて流入させる向きに設定されており、このような構成が装置の応答時間の短縮の観点から好ましいが、例えば、測定筒の外周部に形成された空気流入部が測定対象の空気を測定筒の中心軸から偏心させないで流入させる向きに設定されてもよい。なお、測定対象の空気を測定筒の中心軸から偏心させないで流入させる向きに空気流入部を設定した構造は、装置の応答時間の短縮の観点からすると改善の余地があるが、この点については、例えば、測定対象の空気を測定筒内に早く充満させるために、吸排気装置（28）のポンプによって測定筒内への単位時間当たりの空気の流入量を増やしてもよい。

40

【 0 0 6 8 】

50

なお、上記実施形態では、図 1 に示されるように、測定筒 1 2 の軸方向端部にペローズ状管 5 2、5 8 が直列に接続されており、測定筒 1 2 の熱膨張による変形を抑える観点からはこのような構成が好ましいが、例えば、測定筒の軸方向端部にペローズ状管が接続されない構成とすることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図 1】本発明の一実施形態に係る煙霧透過率測定装置の概略構成を示す概略構成図である。

【図 2】本発明の一実施形態に係る煙霧透過率測定装置の装置本体外観を示す斜視図である。

【図 3】本発明の一実施形態に係る煙霧透過率測定装置の第 1 のシリンドリカルミラー及び第 2 のシリンドリカルミラーを用いた多重反射の概要を模式的に示す模式図である。

【図 4】本発明の一実施形態に係る煙霧透過率測定装置の第 1 のシリンドリカルミラー及び第 2 のシリンドリカルミラーの反射点の位置等を示す図である。図 4 (A) は、第 2 のシリンドリカルミラーの正面図である。図 4 (B) は、第 1 のシリンドリカルミラーの正面図である。

【図 5】本発明の一実施形態に係る煙霧透過率測定装置の測定筒の縦断面図である（図 1 の 5 - 5 線に沿う拡大断面図に相当する。）。

【図 6】汚染空気の充満時間を数値解析結果で示すグラフである。

【符号の説明】

【0070】

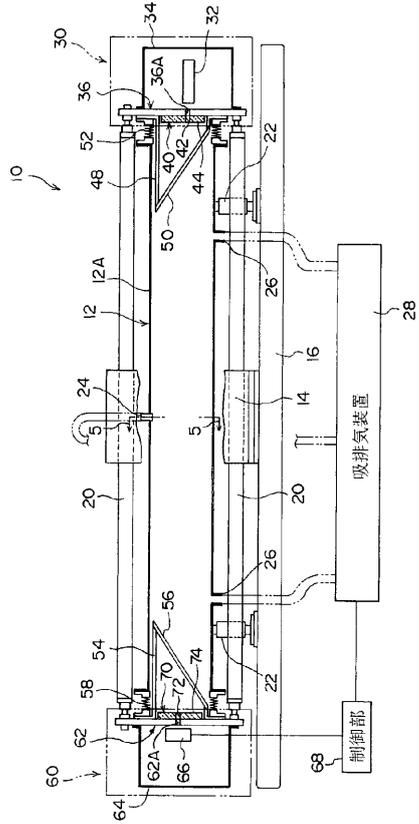
- 1 0 煙霧透過率測定装置
- 1 2 測定筒
- 1 2 A 測定筒の外周部
- 2 4 空気流入部
- 3 2 光源
- 4 0 第 1 のシリンドリカルミラー
- 4 2 第 1 の孔
- 4 4 第 1 の反射面
- 4 6 第 1 の反射面の曲率中心軸
- 5 2 ペローズ状管
- 5 8 ペローズ状管
- 6 6 光電変換部（受光手段）
- 6 8 制御部
- 7 0 第 2 のシリンドリカルミラー
- 7 2 第 2 の孔
- 7 4 第 2 の反射面
- 7 6 第 2 の反射面の曲率中心軸
- C L 測定筒の中心軸

10

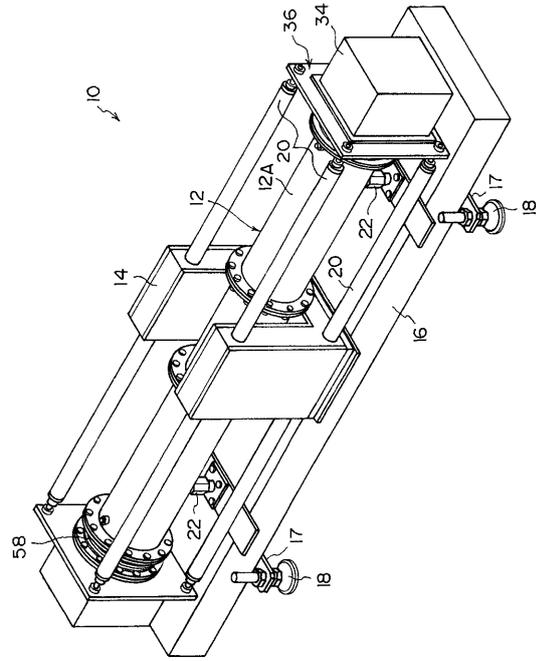
20

30

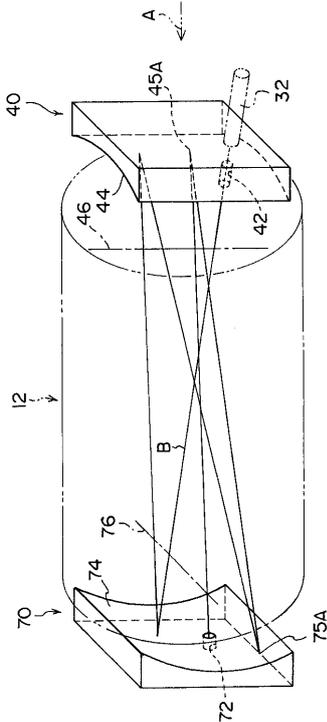
【 図 1 】



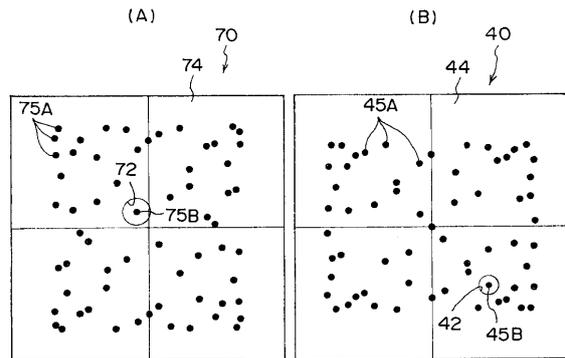
【 図 2 】



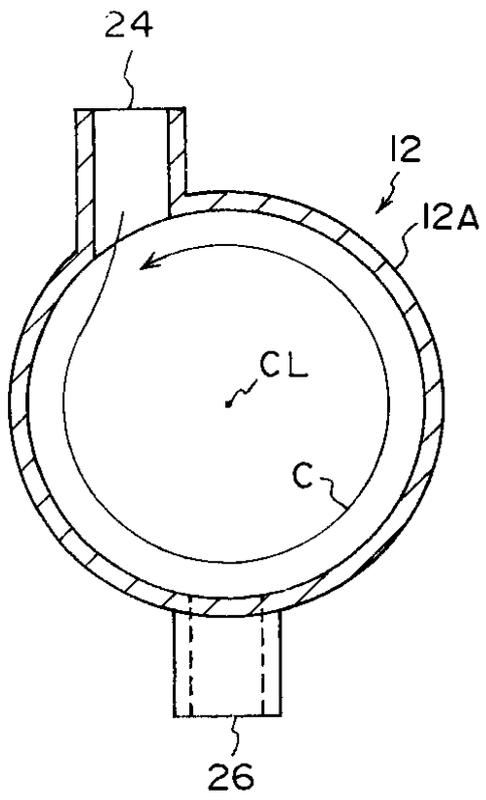
【 図 3 】



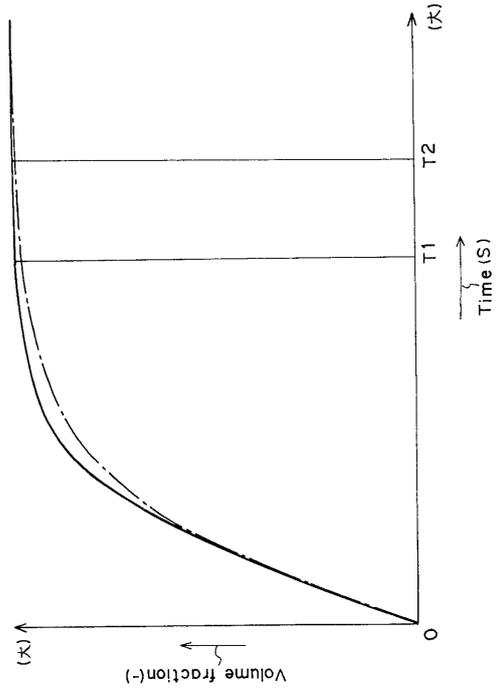
【 図 4 】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 川島 真一

東京都中央区八丁堀 3 - 2 5 - 9 K S K ビル西館 3 階 株式会社ドーシス内

(72)発明者 小林 稔

東京都中央区八丁堀 3 - 2 5 - 9 K S K ビル西館 3 階 株式会社ドーシス内

(72)発明者 浜田 尚弥

神奈川県川崎市麻生区栗木 2 - 6 - 1 5 神津精機株式会社内

Fターム(参考) 2G059 AA02 BB01 CC19 DD12 EE01 EE17 GG01 GG02 JJ14 KK01

LL01 LL03 MM01