

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4058624号  
(P4058624)

(45) 発行日 平成20年3月12日 (2008. 3. 12)

(24) 登録日 平成19年12月28日 (2007. 12. 28)

(51) Int. Cl.

F 1

GO 1 N 1/02 (2006. 01)

GO 1 N 1/02 K

GO 1 N 15/02 (2006. 01)

GO 1 N 15/02 A

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-346197 (P2002-346197)  
 (22) 出願日 平成14年11月28日 (2002. 11. 28)  
 (65) 公開番号 特開2004-177347 (P2004-177347A)  
 (43) 公開日 平成16年6月24日 (2004. 6. 24)  
 審査請求日 平成17年3月24日 (2005. 3. 24)

(73) 特許権者 000001993  
 株式会社島津製作所  
 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地  
 (74) 代理人 100090608  
 弁理士 河▲崎▼ 眞樹  
 (72) 発明者 十時 慎一郎  
 京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会  
 社 島津製作所内  
 審査官 ▲高▼見 重雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 大気中の浮遊粒子状物質の捕集・測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

大気中に含まれる浮遊粒子状物質を捕集して測定する装置であって、捕集容器と、その捕集容器内に大気を吸引するポンプと、捕集容器内に配置され、単極イオンを発生して当該容器内の浮遊粒子状物質を帯電させる放電電極と、その放電電極に対して電位差が与えられることにより捕集容器内で帯電した浮遊粒子状物質を引き寄せて捕集する集塵電極を備えてなる捕集装置と、その捕集装置に隣接して配置され、当該捕集装置により捕集された浮遊粒子状物質を測定する測定装置とを備え、

上記捕集装置の集塵電極は透明で、かつ、柔軟なフィルム状部材に導電性コーティングを施したものであって、上記捕集容器を貫通して外部から移動自在に配置され、上記測定装置は、その捕集装置の捕集容器外に引き出された上記集塵電極を試料保持部材としてレーザー光を照射し、そこに付着している浮遊粒子状物質による回折・散乱光の空間強度分布を測定してその浮遊粒子状物質の粒度分布を算出するレーザー回折・散乱式粒度分布測定装置であることを特徴とする浮遊粒子状物質の捕集・測定装置。

【請求項 2】

上記フィルム状の集塵電極を巻き取ることによって、浮遊粒子状物質を捕集した部位を容器外に引き出し、未捕集の部位を容器内に引き込む巻き取り機構を備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の大気中の浮遊粒子状物質の捕集・測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

20

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、大気中に存在する浮遊粒子状物質を捕集して測定する装置に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

大気中に浮遊している粉じんのうち、粒径が $10\mu\text{m}$ 以下のものは浮遊粒子状物質（SPM）と称される。この浮遊粒子状物質は、巻き上げられた土なども含まれるが、ディーゼル車が排出する黒鉛や未燃焼燃料、硫黄化合物などが多くを占め（関東地方では35%がディーゼル車からのもの）、これらは有害性もより高いと言われている。このディーゼル車からの排気ガスが原因の粒子状物質は、特にDEPと称される。また、より粒径の小さい $2.5\mu\text{m}$ 以下のものは微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）と呼ばれ、欧米では調査・研究が盛んになってきている。このPM<sub>2.5</sub>の場合、その排出原因はディーゼル車の排ガスである割合がより高くなると言われている。

10

**【0003】**

以上のような大気中の浮遊粒子状物質（SPM）や微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）の形状等を調査したり、その粒度分布を計測し、あるいはそこに含まれている化学物質を同定するするには、大気中からこれらの粒子状物質を捕集する必要がある。

**【0004】**

このような大気中の浮遊粒子状物質を捕集する方法は、最も一般的には浮遊粒子状物質をフィルタに捕集する方法である（例えば特許文献1参照）。しかしながら、フィルタに付着した粒子状物質は、単独で抽出することが極めて困難であり、従って顕微鏡により観察するに当たってはフィルタに付着した状態の粒子状物質を観察することになるが、その場合、背景のフィルタ像で粒子の像が不鮮明となり、観察しにくいという問題がある。また、捕集した浮遊粒子状物質を各種化学分析に供する場合においても、フィルタから浮遊粒子状物質を単独で抽出することが困難であることから、機器によってはフィルタに付着した状態で分析を行う必要があり、その場合、例えば蛍光X線分光装置などにおいては粒子のみにX線を照射することが困難となり、実質的に分析不能となってしまうという問題もある。

20

**【0005】**

そこで、本発明者は、他と共同して、放電電極と集塵電極を内部に収容した捕集容器内に大気を吸引し、容器内に吸引された浮遊粒子状物質を放電電極からの単極イオンで帯電させ、その帯電した浮遊粒子状物質を、放電電極に対して電位差が与えられた集塵電極に引き寄せて捕集する方法を既に提案している（例えば特願2001-216198号および特願2002-12322号）。

30

**【0006】**

このような集塵電極上に電気的に捕集された浮遊粒子状物質は、容易に単体で抽出することが可能であり、顕微鏡観察が容易で、また、各種化学分析機器へのサンプリングが容易となる。更に、レーザ回折・散乱式粒度分布測定装置による粒度分布測定にも容易に供することができるという利点がある。

**【0007】****【特許文献1】**

特開2001-50870号公報（第5 - 第8頁、図1 - 図3）

40

**【0008】****【発明が解決しようとする課題】**

ところで、以上の本発明者らの提案によると、一つの集塵電極に適量の浮遊粒子状物質を捕集すると、その集塵電極を取り出して各種測定に供するのであるが、例えば連続的ないしは経時的に浮遊粒子状物質を観察する場合には、先の集塵電極を取り出した後に新たに使用前の集塵電極を容器内に配置するといった作業が必要であり、特に長期にわたる浮遊粒子状物質の連続観察においては面倒な作業となる。

**【0009】**

本発明はこのような実情に鑑みてなされたもので、大気中の浮遊粒子状物質を、大幅な

50

省力化ないしは無人化のもとに連続的に捕集して、その粒度分布を逐次測定することのできる装置の提供を目的としている。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明の大気中の浮遊粒子状物質の捕集・測定装置は、大気中に含まれる浮遊粒子状物質を捕集して測定する装置であって、捕集容器と、その捕集容器内に大気を吸引するポンプと、捕集容器内に配置され、単極イオンを発生して当該容器内の浮遊粒子状物質を帯電させる放電電極と、その放電電極に対して電位差が与えられることにより捕集容器内で帯電した浮遊粒子状物質を引き寄せて捕集する集塵電極を備えてなる捕集装置と、その捕集装置に隣接して配置され、当該捕集装置により捕集された浮遊粒子状物質を測定する測定装置とを備え、上記捕集装置の集塵電極は透明で、かつ、柔軟なフィルム状部材に導電性コーティングを施したものであって、上記捕集容器を貫通して外部から移動自在に配置され、上記測定装置は、その捕集装置の捕集容器外に引き出された上記集塵電極を試料保持部材としてレーザ光を照射し、そこに付着している浮遊粒子状物質による回折・散乱光の空間強度分布を測定してその浮遊粒子状物質の粒度分布を算出するレーザ回折・散乱式粒度分布測定装置であることによって特徴づけられる（請求項１）。

10

【 0 0 1 1 】

ここで、本発明の大気中の浮遊粒子状物質の捕集・測定装置においては、上記フィルム状の集塵電極を巻き取ることによって、浮遊粒子状物質を捕集した部位を容器外に引き出し、未捕集の部位を容器内に引き込む巻き取り機構を備えた構成（請求項２）を好適に採用することができる。

20

【 0 0 1 2 】

本発明は、基本的には先の提案と同様に、捕集容器内に配置した放電電極により浮遊粒子状物質を帯電させ、これを集塵電極に電氣的に引きつける構成を採用するとともに、その集塵電極を透明で、かつ、柔軟なフィルム状のものとして、そのフィルム状の集塵電極を、捕集容器を貫通させて外部から移動可能に配置し、浮遊粒子状物質を捕集して捕集容器外に移動させた透明なフィルム状の集塵電極に、レーザ回折・散乱式粒度分布測定装置の測定用のレーザ光を照射することによって、所期の目的を達成しようとするものである。

【 0 0 1 3 】

すなわち、本発明の捕集・測定装置において、大気をポンプにより捕集容器内に吸引し、その捕集容器内に配置された放電電極によって単極イオンを発生させると、その単極イオンは放電電極に対して電位差が与えられている集塵電極に向けて移動し、その過程で、捕集容器内に吸引された大気中に含まれる浮遊粒子状物質に接触し、これを帯電させる。帯電した浮遊粒子状物質は、同じく放電電極に対して電位差が与えられている集塵電極へと移動し、集塵電極上に高い効率のもとに捕集される。この集塵電極を、透明で、かつ、柔軟なフィルム状のものとして、捕集容器を貫通して外部から移動可能とすると、適当量の浮遊粒子状物質を捕集した後、そのフィルム状の集塵電極を移動させることによって、簡単に浮遊粒子状物質を捕集した部位を外部に引き出し、かつ、未捕集の部位を捕集容器内に引き込むことが可能となり、実質的に集塵電極を容易に交換することができる。そして、このような捕集装置に隣接してレーザ回折・散乱式の粒度分布測定装置を配置し、浮遊粒子状物質を捕集して捕集容器外に移動させた透明な集塵電極を試料保持部材としてそのまま利用し、レーザ回折・散乱式粒度分布測定装置からの測定用レーザ光を照射し、透明な捕集電極に付着している浮遊粒子状物質による回折・散乱光の空間強度分布を測定してその浮遊粒子状物質の粒度分布を測定することにより、長期にわたって極めて簡単な作業のもとに連続的に浮遊粒子状物質の粒度分布の推移を測定することが可能となる。

30

40

【 0 0 1 4 】

また、請求項２に係る発明のように、フィルム状の集塵電極を巻き取り機構によって巻き取ることによって、実質的な集塵電極の交換を行うように構成すれば、無人運転のもとに長期にわたって連続的に浮遊粒子状物質を捕集してその粒度分布を測定することが可能

50

となる。

【 0 0 1 5 】

【 発明の実施の形態 】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。

図 1 は本発明の実施の形態の全体構成図で、機械的並びに光学的構成を表す模式図と電氣的構成を表すブロック図とを併記して示す図である。

【 0 0 1 6 】

捕集容器 1 は、本体部 1 1 と底部 1 2 とからなり、本体部 1 1 に大気の流入口 1 a が形成されている。また、底部 1 2 は開閉機構 2 によって上下動するように構成されており、この底部 1 2 の上昇時には図 1 に示すように、本体部 1 1 と底部 1 2 とが後述する柔軟なフィルム状の集塵電極 6 を介在させた状態で密着して気密に接合された状態、つまり捕集容器 1 が閉じた状態となる。一方、底部 1 2 が下降した状態では、本体部 1 1 と底部 1 2 との間に隙間が形成された状態となり、この状態ではフィルム状の集塵電極 6 が移動可能となる。

【 0 0 1 7 】

底部 1 2 には、フレキシブルチューブ 1 2 a を介してポンプ 3 の吸引口に連通する連通口 1 b が形成されている。従って、底部 1 2 を上昇させて捕集容器 1 を閉じた状態としてポンプ 3 を駆動することにより、大気が流入口 1 a を介して捕集容器 1 内に吸引される。

【 0 0 1 8 】

捕集容器 1 の本体部 1 1 の上部には放電電極 4 が設けられている。この放電電極 4 には高圧電源 5 からの高電圧が印加される。また、捕集容器 1 の本体部 1 1 と底部 1 2 の間には、柔軟なフィルム状の集塵電極 6 が配置されている。このフィルム状の集塵電極 6 は、透明で適当な柔軟性を有する任意の樹脂、例えばポリウレタン等、の表面に透明材料からなる導電性コーティングを施したものであり、底部 1 2 に設けられた導電性材料からなる支持部材 6 a を介して接地電位 7 に接続される。また、このフィルム状の集塵電極 6 は、その幅が捕集容器 1 の同方向寸法よりも若干長く、長さはその寸法よりも十分に長く、これにより、捕集容器 1 を閉じた状態では本体部 1 1 と底部 1 2 に挟み込まれることによって、前記したようにこれら両者間の気密を保つとともに、その両端部は巻き取り機構 8 の巻回軸 8 a , 8 b に巻回されている。そして、この巻き取り機構 8 の駆動により、フィルム状の集塵電極 6 は図中左方に向けて一定量ずつ所定のインターバルで間欠的に巻き取られていくようになっている。なお、図において 8 c , 8 d , 8 e はガイドロールである。

【 0 0 1 9 】

以上の構成において、捕集容器 1 を閉じた状態でポンプ 3 を駆動して大気を当該捕集容器 1 内に吸引するとともに、放電電極 4 に高圧電源 5 からの高電圧を印加すると、放電電極 4 の周囲の空気が電離して単極イオンが発生し、その単極イオンは、集塵電極 6 との電位差によって集塵電極 6 側に向けて移動し、その過程で捕集容器 1 内に吸引された大気中の浮遊粒子状物質 P と接触してこれを帯電させる。帯電した浮遊粒子状物質 P は、同じく放電電極 4 との電位差によって集塵電極 6 の上面に捕集されていく。このとき、集塵電極 6 が接地されているので、比較的多量の浮遊粒子状物質 P を捕集しても集塵電極 6 の電位が変化することがなく、高い効率のもとに浮遊粒子状物質 P を捕集することができる。

【 0 0 2 0 】

そして、以上の捕集動作をあらかじめ設定されている一定時間だけ継続した時点で、ポンプ 3 を停止し、開閉機構 2 および巻き取り機構 8 の駆動により、捕集容器 1 の底部 1 2 を下降させて当該捕集容器 1 を開き、次いで集塵電極 6 を巻き取ってそれまで捕集容器 1 内に位置して浮遊粒子状物質 P が付着している部位が捕集容器 1 外に引き出されると同時に、未使用の部位が新たに捕集容器 1 内に引き込まれ、その状態で底部 1 2 を上昇させて再び捕集容器 1 を閉じる。

【 0 0 2 1 】

以上の動作を繰り返すことにより、フィルム状の集塵電極 6 には、その長手方向に一定の間隔で浮遊粒子状物質 P の付着領域が形成されていき、大気中の浮遊粒子状物質 P を連

10

20

30

40

50

続的に捕集することができる。

【 0 0 2 2 】

さて、捕集容器 1 と巻き取り機構 8 の巻き取り側の巻回軸 8 a の間に、レーザ回折・散乱式粒度分布測定装置 2 0 が配置されている。レーザ回折・散乱式粒度分布測定装置 2 0 は、捕集容器 1 から引き出されたフィルム状の集塵電極 6 の浮遊粒子状物質 P の付着部位にレーザ光を照射する照射光学系 2 1 と、その照射光学系 2 1 からのレーザ光の浮遊粒子状物質 P による回折・散乱光の空間強度分布を測定する測定光学系 2 2 と、その測定光学系 2 2 の出力をサンプリングするデータサンプリング回路 2 3、およびそのデータサンプリング回路 2 3 によりサンプリングされた回折・散乱光の空間強度分布データを用いて、集塵電極 6 に付着している浮遊粒子状物質 P の粒度分布を算出するコンピュータ 2 4 を主

10

【 0 0 2 3 】

照射光学系 2 1 は、レーザ光源 2 1 a、集光レンズ 2 1 b、空間フィルタ 2 1 c およびコリメートレンズ 2 1 d によって構成され、レーザ光源 2 1 a から出力されたレーザ光を平行光束として集塵電極 6 に照射する。このレーザ光は、集塵電極 6 に付着している浮遊粒子状物質 P により回折・散乱を受け、その回折・散乱光の空間強度分布が測定光学系 2 2 によって測定される。

【 0 0 2 4 】

測定光学系 2 2 は、照射光学系 2 1 の光軸上に集塵電極 6 を挟んで配置された集光レンズ 2 2 a および回折・前方散乱光センサ 2 2 b と、集光レンズ 2 2 a の横に設けられた前方広角度散乱光センサ群 2 2 c、および集塵電極 6 よりも照射光学系 2 1 側に設けられた側方・後方散乱光センサ群 2 2 d によって構成されている。回折・前方散乱光センサ 2 2 b は、リングディテクタと称されるものであって、互いに異なる半径のリング状または 1 / 2 リング状もしくは 1 / 4 リング状の受光面を有する光センサを同心上に配置した光センサアレイであって、集光レンズ 2 2 a により集光された前方所定角度以内の回折・散乱光の微小角度ごとの強度分布を検出することができる。従って、これらのセンサ群からなる測定光学系 2 2 により、集塵電極 6 に付着している浮遊粒子状物質 P による回折・散乱光の空間強度分布が、前方微小角度から後方に至る広い範囲で測定される。

20

【 0 0 2 5 】

以上の測定光学系 2 2 による各回折・散乱角度ごとの光強度検出信号は、それぞれのアンプ並びに A - D 変換器を有してなるデータサンプリング回路 2 3 によって増幅されたうえでデジタル化され、回折・散乱光の空間強度分布データとしてコンピュータ 2 4 に取り込まれる。

30

【 0 0 2 6 】

コンピュータ 2 4 では、その回折・散乱光の空間強度分布データを用いて、レーザ回折・散乱式の粒度分布測定において公知の、ミーの散乱理論およびフラウンホーファの回折理論に基づく演算により、レーザ光が回折・散乱した原因粒子である浮遊粒子状物質 P の粒度分布を算出する。

【 0 0 2 7 】

以上の構成において、ポンプ 3 の ON / OFF と放電電極 4 に対する高電圧の印加 / 停止、捕集容器 1 の開閉およびフィルム状の集塵電極 6 の巻き取り動作と、レーザ回折・散乱式粒度分布測定装置 2 0 の起動 / 停止を同期させることによって、大気中の浮遊粒子状物質を実質的に無人運転のもとに連続的に捕集してその粒度分布を自動的に測定することができる。

40

【 0 0 2 8 】

【発明の効果】

以上のように、本発明の捕集・測定装置によれば、捕集容器内に大気を吸引し、その大気中に含まれる浮遊粒子状物質を、捕集容器内に設けた放電電極によって帯電させて集塵電極上に捕集し、その集塵電極として、容器を貫通して外部から移動させることのできるフィルム状の透明のものをを用い、その集塵電極を所定のタイミングで移動させることによ

50

り、捕集容器内の集塵電極を実質的に交換することが可能となり、大気中の浮遊粒子状物質を連続的に捕集することができ、その捕集容器外に移動させた透明のフィルム状集塵電極を試料保持部材として、そこにレーザ回折・散乱式の粒度分布測定装置の測定用レーザ光を照射して、集塵電極に付着している浮遊粒子状物質による回折・散乱光を測定してその粒度分布を求めることにより、大幅な省力化ないしは無人数化を達成しながら、大気中の浮遊粒子状物質の粒度分布を連続的に測定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態の全体構成図で、機械的並びに光学的構成を表す模式図と電氣的構成を表すブロック図とを併記して示す図である。

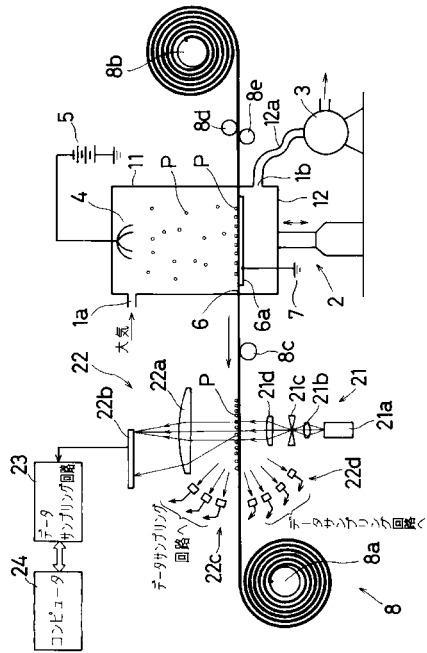
【符号の説明】

- 1 捕集容器
- 1 a 流入口
- 1 b 連通口
- 1 1 本体部
- 1 2 底部
- 2 開閉機構
- 3 ポンプ
- 4 放電電極
- 5 高圧電源
- 6 フィルム状の集塵電極
- 7 接地電位
- 8 巻き取り機構
- 2 0 レーザ回折・散乱式粒度分布測定装置
- 2 1 照射光学系
- 2 2 測定光学系
- 2 3 データサンプリング回路
- 2 4 コンピュータ
- P 浮遊粒子状物質

10

20

【図 1】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-156321(JP,A)  
特開2000-074796(JP,A)  
実開昭61-046444(JP,U)  
特開2001-343319(JP,A)  
特開平10-288670(JP,A)  
特開平03-012246(JP,A)  
特開2001-104754(JP,A)  
実開平02-072960(JP,U)  
特開2002-147218(JP,A)  
特開平10-288029(JP,A)  
特開昭60-054748(JP,A)  
特開2001-311776(JP,A)  
特開平09-033423(JP,A)  
特開平01-121735(JP,A)  
特開平07-088399(JP,A)  
特開2003-028781(JP,A)  
特開2001-050870(JP,A)  
特開2003-214997(JP,A)  
特開2003-329587(JP,A)  
特開2003-315244(JP,A)  
特開2003-337087(JP,A)  
特開2004-053357(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 1/00-1/44

G01N 15/00-15/14