

(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2017-102009

(P2017-102009A)

(43) 公開日 平成29年6月8日(2017.6.8)

(51) Int.Cl.
G01N 1/02 (2006.01)F I
G01N 1/02テーマコード (参考)
2G052

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2015-235098 (P2015-235098)
(22) 出願日 平成27年12月1日 (2015.12.1)(71) 出願人 000005234
富士電機株式会社
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(74) 代理人 110000877
龍華国際特許業務法人
(72) 発明者 武田 直希
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
富士電機株式会社内
(72) 発明者 長谷川 祥樹
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
富士電機株式会社内
(72) 発明者 小泉 和裕
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
富士電機株式会社内

最終頁に続く

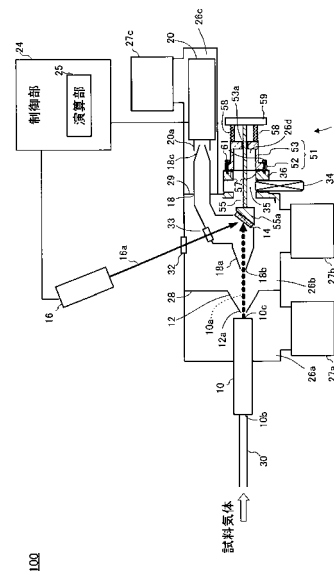
(54) 【発明の名称】 捕捉体交換機構および微粒子組成分析装置

(57) 【要約】

【課題】微粒子組成分析装置において、捕捉体の交換時に減圧チャンバーを大気圧下に開放すると、再び減圧チャンバーの全体を真空引きして減圧状態に戻すには時間がかかり、測定のデッドタイムが長くなるという課題があった。

【解決手段】捕捉体交換機構は、微粒子を捕捉するための捕捉体を保持するロッドと、捕捉体が設置される減圧空間に接続される補助空間の少なくとも一部を有する接続部とを備え、ロッドを移動させることにより、減圧空間の減圧状態を保ったまま、捕捉体を減圧空間から補助空間側に退避させて大気圧下に開放することができる。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

微粒子を捕捉するための捕捉体を保持するロッドと、
前記捕捉体が設置される減圧空間に接続される補助空間の少なくとも一部を有する接続部と
を備え、

前記ロッドを移動させることにより、前記減圧空間の減圧状態を保ったまま、前記捕捉体を前記減圧空間から前記補助空間側に退避させて大気圧下に開放することができる捕捉体交換機構。

【請求項 2】

前記接続部は、蛇腹機構を含み、
前記蛇腹機構の内部空間も前記補助空間として機能する請求項 1 に記載の捕捉体交換機構。

【請求項 3】

前記接続部は、前記減圧空間を形成する減圧チャンバーに接続するためのカップリング部を含み、前記カップリング部の内側に前記補助空間の少なくとも一部が形成されている請求項 1 または 2 に記載の捕捉体交換機構。

【請求項 4】

前記ロッドは、前記減圧空間における前記捕捉体の設置位置を調整できる請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の捕捉体交換機構。

【請求項 5】

前記ロッドは、前記減圧空間内で前記捕捉体の保持と離脱とが可能である請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の捕捉体交換機構。

【請求項 6】

前記補助空間を減圧させる補助ポンプを備える請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の捕捉体交換機構。

【請求項 7】

前記減圧空間と前記補助空間とを接続状態と隔絶状態に切替えられるゲートバルブを備え、

前記ゲートバルブは、前記捕捉体が前記補助空間に退避した後に、前記接続状態から前記隔絶状態に切替えられる請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の捕捉体交換機構。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の捕捉体交換機構と、
前記捕捉体と、
前記減圧空間を減圧する排気装置と、
前記微粒子を含む気体試料を取り込んで集束し、前記捕捉体へ向けて噴出する導入部と、
前記捕捉体に対してレーザー光を照射するレーザー装置と、
前記レーザー光の照射によって生成した試料ガスを分析するガス分析器と
を備える微粒子組成分析装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、捕捉体交換機構および微粒子組成分析装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

大気中の粒子状物質（エアロゾル）の健康影響に関する関心が高まってきており、その成分、濃度等を分析する装置の開発が進められている。例えば特許文献 2 の技術においては、捕集効率の高い捕捉体に粒子を捉え、レーザーなどのエネルギー線の照射により粒子を加熱気化し、気化したガスをイオン化して質量分析により成分を分析する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許第6040574号明細書

【特許文献2】国際公開第2011/114587

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

捕捉体は、エネルギー線を受けて溶融したり、ヒートショックの蓄積により構造的、化学的に変化したりして、使用を経るに従って初期の性能を保てなくなる。そこで、捕捉体を定期的に交換する必要を生じるが、交換時に減圧チャンバーを大気圧下に開放すると、再び減圧チャンバーの全体を真空引きして減圧状態に戻すには時間がかかり、測定のデッドタイムが長くなるという課題があった。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の第1の態様における捕捉体交換機構は、微粒子を捕捉するための捕捉体を保持するロッドと、捕捉体が設置される減圧空間に接続される補助空間の少なくとも一部を有する接続部とを備え、ロッドを移動させることにより、減圧空間の減圧状態を保ったまま、捕捉体を減圧空間から補助空間側に退避させて大気圧下に開放することができる。

【0006】

20

また、接続部は蛇腹機構を含み、蛇腹機構の内部空間も補助空間として機能するようにしても良い。接続部は、減圧空間を形成する減圧チャンバーに接続するためのカップリング部を含み、カップリング部の内側に補助空間の少なくとも一部が形成されていても良い。

【0007】

ロッドは、減圧空間における捕捉体の設置位置を調整できるように構成しても良い。また、減圧空間内で捕捉体の保持と離脱とができるように構成しても良い。

【0008】

補助空間を減圧させる補助ポンプを備えても良い。また、減圧空間と補助空間とを接続状態と隔絶状態に切替えられるゲートバルブを備え、ゲートバルブは、捕捉体が補助空間に退避した後に、接続状態から隔絶状態に切替えられるようにしても良い。

30

【0009】

本発明の第2の態様における微粒子組成分析装置は、上記の捕捉体交換機構と、捕捉体と、減圧空間を減圧する排気装置と、微粒子を含む気体試料を取り込んで集束し、捕捉体へ向けて噴出する導入部と、捕捉体に対してレーザー光を照射するレーザー装置と、レーザー光の照射によって生成した試料ガスを分析するガス分析器とを備える。

【0010】

なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

【図面の簡単な説明】

40

【0011】

【図1】使用時における微粒子組成分析装置を表わす概略図である。

【図2】捕捉体の交換作業時における微粒子組成分析装置を表わす概略図である。

【図3】交換機構の外観斜視図である。

【図4】エアロダイナミックレンズを説明するための概略図である。

【図5】変形例に係る微粒子組成分析装置100'を表わす概略図である。

【図6】変形例に係る交換機構の外観斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範

50

囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0013】

図1は、使用時における微粒子組成分析装置100を表わす概略図である。微粒子組成分析装置100は、気体試料（エアロゾル）に含まれる微粒子の組成と濃度を分析するための装置である。

【0014】

微粒子組成分析装置100は、エアロダイナミックレンズ10、スキマー12、捕捉体14、レーザー装置16、分析セル18、ガス分析器20、導入管30および交換機構50を主に備える。また、微粒子組成分析装置100は制御部24を備える。

10

【0015】

微粒子組成分析装置100は、減圧チャンバーを備える。減圧チャンバーは、第1減圧チャンバー26a、第2減圧チャンバー26b、第3減圧チャンバー26c、退避チャンバー26dを有する。第1減圧チャンバー26aは、第1減圧空間を内部に形成する。第2減圧チャンバー26bは、第2減圧空間を内部に形成する。第3減圧チャンバー26cは、第3減圧空間を内部に形成する。退避チャンバー26dは、補助空間を内部に形成する。第1減圧チャンバー26aと第2減圧チャンバー26bとは、第1隔壁28で区切られている。また、第2減圧チャンバー26bと第3減圧チャンバー26cとは、第2隔壁29で区切られている。退避チャンバー26dは、使用時においては連通部35を介して第2減圧チャンバー26bと空間的に接続されている。

20

【0016】

第1減圧チャンバー26aは、第1排気装置27aを含む。第2減圧チャンバー26bは、第2排気装置27bを含む。第3減圧チャンバー26cは、第3排気装置27cを含む。第1排気装置27a、第2排気装置27b、および第3排気装置27cは、第1減圧空間、第2減圧空間、および第3減圧空間を互いに異なる予め定められた内圧に減圧する。第1減圧空間、第2減圧空間、および第3減圧空間において予め定められた内圧のそれぞれは、例えば、 10^{-3} Torr、 10^{-5} Torr、および 10^{-7} Torrである。なお、使用時においては、補助空間は第2減圧空間と連通しているので、補助空間も第2減圧空間と同様に減圧される。

30

【0017】

エアロダイナミックレンズ10は、第1減圧チャンバー26aの一側面から第1減圧空間に挿通されるように配設される。具体的には、エアロダイナミックレンズ10は、試料気体が導入される導入口側を第1減圧チャンバー26aの外に配し、粒子線10aを出射する出射口10c側を第1減圧チャンバー26aの内に配するように配設される。エアロダイナミックレンズ10は、試料気体を導く導入管30に接続されている。エアロダイナミックレンズ10は、導入管30から導入された気体中に含まれる微粒子を収束させ、粒子線10aとして出射する。微粒子組成分析装置100においてエアロダイナミックレンズ10は、試料気体を取り込む取込部の役割を担っている。エアロダイナミックレンズ10の詳細は、図を用いて後述する。

40

【0018】

スキマー12は、第1減圧チャンバー26aと第2減圧チャンバー26bとを区切る第1隔壁28に設けられる。スキマー12は、頂点に連通孔12aが設けられた円錐形状の構造体であり、連通孔12aをエアロダイナミックレンズ10の出射口10cに向けて配置される。上述したように、第1減圧空間の内圧よりも第2減圧空間の内圧の方が低く設定されているため、連通孔12aを介して第1減圧空間から第2減圧空間へ流れる気流が生じる。スキマー12は、エアロダイナミックレンズ10から出射された粒子線10aが連通孔12aを通過するときに、粒子線10aに含まれる余剰気体の一部を除去する。

【0019】

分析セル18は、前端部が第2減圧チャンバー26b内に配され、後端部が第2減圧チャンバー26bと第3減圧チャンバー26cとを区切る第2隔壁29に挿通されるように

50

配設される。分析セル 18 の前端部にはスキマー部 18 a が設けられている。スキマー 18 a は、スキマー 12 と同様に、頂点に連通孔 18 b が設けられた円錐形状を成す。連通孔 18 b は、エアロダイナミックレンズ 10 の出射口 10 c とスキマー 12 の連通孔 12 a を結ぶ直線上に配置されている。スキマー部 18 a は、粒子線 10 a に含まれる余剰気体をさらに取り除く。

【0020】

また、分析セル 18 の後端部も先細形状を成し、その端に微小孔 18 c を有する。このように、分析セル 18 の両端を先細形状とすることにより、微粒子組成分析装置 100 は、第 2 減圧チャンバー 26 b の第 2 減圧空間と第 3 減圧チャンバー 26 c の第 3 減圧空間の圧力差を維持し得る。したがって、分析セル 18 内には、第 2 減圧チャンバー 26 b から第 3 減圧チャンバー 26 c に向かう気流が生じる。また、分析セル 18 の中央部付近には捕捉体 14 が配置されており、捕捉体 14 で発生したガスが集められて微小孔 18 c に向かうように、分析セル 18 は、全体としてクラック形状を成す。

10

【0021】

捕捉体 14 は、分析セル 18 内においてスキマー部 18 a の後方に配設される。捕捉体 14 は、粒子線 10 a の流入方向に対して、微粒子を捕捉する面が斜交するように配設される。捕捉体 14 は、詳しくは後述するが、メッシュ状の構造を有して、入射する粒子線 10 a に含まれる微粒子を捕捉する。

【0022】

捕捉体 14 に入射した粒子線 10 a に含まれる個々の微粒子は、固有の確率でメッシュ構造に衝突する。メッシュ構造に衝突した微粒子は、その後、何度もメッシュ構造と衝突を繰り返し、衝突するごとに減速される。当該微粒子は、やがて速度を失い、最終的に捕捉体 14 に捕捉される。

20

【0023】

レーザー装置 16 は、減圧チャンバー 26 の外部に配置される。レーザー装置 16 は、レーザー光 16 a を発振する。第 2 減圧チャンバー 26 b の外気雰囲気と接する側壁には光学窓 32 が設けられている。また、分析セル 18 の側壁には光学窓 33 が設けられている。レーザー装置 16 は、光学窓 32 および光学窓 33 を通して、レーザー光 16 a を捕捉体 14 に照射して、照射部分を加熱する。本実施形態において、レーザー光 16 a の一例は炭酸ガス (CO_2) レーザーである。

30

【0024】

レーザー装置 16 は、レーザー光 16 a によって捕捉体 14 に捕捉された微粒子を気化、昇華又は反応させて、脱離成分であるガスを生成する。ここで、「脱離成分」とは、捕捉体 14 による捕捉状態から脱離して、移動可能な状態になった成分をいう。以下の説明において、試料気体を導入したときの脱離成分であるガスを、試料ガスと称する場合がある。試料ガスの成分は、具体的には、微粒子の構成成分の酸化によって生じる CO_2 、 H_2O 、 NO_2 、および SO_2 などである。

【0025】

ガス分析器 20 は、第 3 減圧チャンバー 26 c 内に配置される。ガス分析器 20 は、導入されたガスの成分を質量分析法により分析する分析器である。質量分析法は、検出下限が比較的低いため、微粒子の濃度が比較的低い試料気体に対しても良好に適用できる。なお、本実施例においては質量分析法によりガスの成分を分析する分析器を用いるが、分析対象となる試料気体における微粒子の濃度、種類などによっては、他の分析法によりガスの成分を分析する分析器も採用し得る。例えば、分析対象となる微粒子の濃度が高いときには、分光分析法による分析器を採用しても良い。

40

【0026】

ガス分析器 20 は、イオン化領域 20 a を有する。ガス分析器 20 は、分析セル 18 の後端部に形成された先細形状の微小孔 18 c にイオン化領域 20 a が対向するように配置される。イオン化領域 20 a は、分析セル 18 から導入されたガスをイオン化して、ガス分析器 20 へ供給する。ガス分析器 20 は、導入されたガスの成分のそれぞれの含有量に

50

応じた強度信号を周期的に演算部 2 5 へ出力する。

【 0 0 2 7 】

制御部 2 4 は、微粒子組成分析装置 1 0 0 の各構成要素の動作、処理を統括的に制御する。例えば、予め定められた周期に従って試料気体を捕捉体 1 4 へ導入し、捕捉体 1 4 をレーザー光 1 6 a で照射する。また、制御部 2 4 は、ガス分析器 2 0 の出力を演算する演算部 2 5 を含む。演算部 2 5 は、制御部 2 4 がガス分析器 2 0 から取得した特定成分の含有量に応じた強度信号を用いて、さまざまな演算を実行する。

【 0 0 2 8 】

上述のように、捕捉体 1 4 は、エアロダイナミックレンズ 1 0 から出射された微粒子を捕捉し、レーザー光 1 6 a の照射を受ける。レーザー光 1 6 a のエネルギーは、微粒子を瞬間的に気化させる程の大きさであり、したがって、捕捉体 1 4 は、使用条件等によってはメッシュ構造が溶融して変化し、微粒子の捕捉性能が低下する。また、レーザー光 1 6 a の照射は、断続的に行われることもあり、メッシュ構造にヒートショックが蓄積する場合もある。さらには、捕捉する微粒子の成分により、メッシュ構造に化学的な変化をもたらしたり、後の分析に影響を与えたりする場合もある。そこで、捕捉体 1 4 は、劣化の度合いに応じて、あるいは定期的に、新しいものに交換される必要がある。

【 0 0 2 9 】

捕捉体 1 4 は、上述のように、第 2 減圧チャンバー 2 6 b の第 2 減圧空間内に設置されているので、従来の装置構成において捕捉体 1 4 を取り出すためには、第 2 減圧空間を大気圧下に開放しなければならなかった。第 2 減圧空間を一旦大気圧下に開放すると、再び減圧状態に戻すために、第 2 排気装置 2 7 b により真空引きをやり直す必要があり、この時間が測定のデッドタイムとなり、作業効率の低下を招くことになる。また、減圧空間を外気に晒すことになるので、内部要素の汚染や劣化の原因にもなり得る。

【 0 0 3 0 】

そこで、本実施形態における微粒子組成分析装置 1 0 0 は、捕捉体 1 4 の交換のために交換機構 5 0 を備える。交換機構 5 0 を用いれば、第 2 減圧空間の減圧状態を維持したまま、捕捉体 1 4 の交換を行うことができる。

【 0 0 3 1 】

図 1 の状態は、捕捉体 1 4 が、微粒子組成分析装置 1 0 0 の使用状態における、予め定められた正規の位置に設置されている様子を表わしている。なお、説明をわかりやすくするため、第 2 減圧チャンバー 2 6 b の壁面の一部に厚みを持たせて断面で表わしている。断面部は、交換機構 5 0 の要素の断面と共に、ハッチングで表わしている。この状態における交換機構 5 0 について説明する。

【 0 0 3 2 】

交換機構 5 0 は、主に、カップリング部 5 1、ベローズ 5 8、ベースフランジ 5 9 およびロッド 5 5 によって構成される。カップリング部 5 1 は、接続フランジ 5 2 と胴体部 5 3 を含む。接続フランジ 5 2 は、胴体部 5 3 から外側へ錨状に拡張された形状を成し、ビス 6 1 を介して、第 2 減圧チャンバー 2 6 b の壁面に設けられた取付部 3 6 へ固定されている。カップリング部 5 1 には、取付部 3 6 側にオープンな内部空間が設けられている。この内部空間は、後述するように捕捉体 1 4 が退避する補助空間である。カップリング部 5 1 は、剛性の高い例えばジュラルミンによって形成されており、補助空間は減圧に耐える退避チャンバー 2 6 d として機能する。接続フランジ 5 2 の取付部 3 6 と接する面には、Oリング 5 7 が、補助空間の開口部を取り囲むように設けられている。Oリング 5 7 が押圧されてビス締めされることにより、補助空間は気密に保たれる。

【 0 0 3 3 】

ロッド 5 5 は、退避チャンバー 2 6 d の内部を貫通するように設けられ、カップリング部 5 1 の後端側（取付部 3 6 側とは反対側）に設けられた貫通孔 5 3 a から、その後端側が突出している。ロッド 5 5 は、貫通孔 5 3 a にガイドされて、その軸方向に移動することができる。ロッド 5 5 の後端は、ベースフランジ 5 9 に固定されている。使用者は、ベースフランジ 5 9 を掴んで押したり引いたりすると、ロッド 5 5 を軸方向に移動させるこ

10

20

30

40

50

とができる。

【0034】

カップリング部51の後端部とベースフランジ59とは、蛇腹機構を成すベローズ58によって接続されている。ロッド55は、ベローズ58の内側に位置する。カップリング部51の後端部とベースフランジ59とベローズ58に囲まれる、ロッド55が貫通する内部空間は、減圧にも耐える気密空間となるように、シーリングが施されている。図の状態のように、使用者がロッド55を押し込んだ状態では、ベローズ58の蛇腹機構は折り畳まれている。なお、この内部空間を気密空間とするのは、貫通孔53aを介して補助空間と連通するからであり、この内部空間も退避チャンバー26dの一部となり得るからである。

10

【0035】

取付部36に隣接してゲートバルブ34が設けられている。ゲートバルブ34は、第2減圧チャンバー26bの第2減圧空間と退避チャンバー26dの補助空間とを、空間的に接続したり隔絶したりする可動隔壁である。図1においては、ゲートバルブ34は退避しており、第2減圧空間と補助空間が接続状態である様子を示す。したがって、補助空間も、第2排気装置27bによって、第2減圧空間と同じ圧力に減圧されている。

【0036】

ロッド55の先端には、捕捉体14を保持するヘッド55aが設けられている。捕捉体14の取付面は、ロッドの軸方向に対して予め定められた角度に傾斜するように形成されている。捕捉体14には取付面と接する裏面側に位置決めピンが設けられており、取付面に設けられた位置決め孔に当該位置決めピンを嵌合させることにより、捕捉体14は取付面に固定される。なお、固定方法はこれに限らず、様々な方法を採用し得る。例えば接着剤によって固定しても良い。

20

【0037】

ロッド55は、捕捉体14が予め定められた正規の位置に静置されるように、移動を規制するロック機構を有する。ロック機構は、例えば、折り畳まれたベローズ58が開こうとする付勢力を抑えて所定の位置に留めるフックにより構成される。また、例えば捕捉体14の種類に応じて複数の位置でロッド55を留められるように、ロッドの停止位置を複数に設定しても良い。この場合は、フックの掛止部を停止位置に応じて複数設ければ良い。

30

【0038】

図2は、捕捉体14の交換作業時における微粒子組成分析装置100を表わす概略図である。使用者がベースフランジ59を取付部36とは反対の外側方向へ引っ張ると、ベローズ58の蛇腹機構が開き、ロッド55も外側方向へ移動する。やがてヘッド55aは貫通孔53aの開口付近まで到達し、ヘッド55aは、捕捉体14ごと退避チャンバー26dの補助空間内に収容される。

【0039】

使用者は、捕捉体14を補助空間に収容したら、ゲートバルブ34を内部方向へ移動させて、第2減圧空間と補助空間を隔絶状態に切り替える。隔絶状態に切り替えた後に、ビス61を取り外せば、交換機構50を微粒子組成分析装置100から脱離させることができる。このとき、第2減圧空間は、ゲートバルブ34によって密閉空間となっているので外気が進入することなく、減圧状態が維持される。

40

【0040】

交換機構50が脱離されると、退避チャンバー26dは大気圧下に開放され、使用者は捕捉体14を取り出すことができる。捕捉体14を取り出しやすいように、ベローズ58の蛇腹機構を少し畳んで、退避チャンバー26dから捕捉体14を若干突き出させても良い。

【0041】

図3は、交換機構50の外観斜視図である。図示するように、接続フランジ52には、ビス61を貫通させるビス孔52aが円周方向に4つ設けられている。また、胴体部53

50

は、円筒状に形成されており、接続フランジ 5 2 と一体的にカップリング部 5 1 を成す。カップリング部 5 1 の内部は補助空間が形成され全体として退避チャンバー 2 6 d として機能する。

【0042】

胴体部 5 3 は、接続部側を開口部とするカップ形状であり、カップの底の中心部に貫通孔 5 3 a が設けられている。本実施形態においては、ロッド 5 5 が軸方向に安定的に直進するように、底部を肉厚にして、すなわち貫通孔 5 3 a を深く形成して、ロッド 5 5 の嵌合長を確保している。すなわち、貫通孔 5 3 a をロッド 5 5 の案内部としている。しかし、案内部を他に設ければ胴体部 5 3 をカップ状に形成しなくても良く、例えば円筒状に形成して、ベローズ 5 8 の内部空間と合わせて補助空間を形成するようにしても良い。

10

【0043】

ここで捕捉体 1 4 について説明する。捕捉体 1 4 は、分析対象となる試料気体における微粒子を捕捉するためのユニットである。捕捉体 1 4 は、微粒子を捕捉する本体であるメッシュ 1 4 a と、メッシュ 1 4 a を支持する支持枠体 1 4 b を含む。メッシュ 1 4 a は、全体で例えば $\phi 3 \text{ mm}$ から $\phi 8 \text{ mm}$ であり、金属、合金、またはその化合物の繊維よりなる不織布が用いられる。また、微細加工によって形成したメッシュシートを利用しても良い。メッシュの線幅は $1 \mu\text{m}$ から $10 \mu\text{m}$ であり、孔開きは一辺が $10 \mu\text{m}$ から $100 \mu\text{m}$ の四角形を成す。また、複数のメッシュを層状に重ねても良い。支持枠体 1 4 b は、縦横の一辺が 5 mm から 8 mm の四角形であって、厚さが $100 \mu\text{m}$ から $300 \mu\text{m}$ 程度の形状である。メッシュ 1 4 a が張られた支持枠体 1 4 b を複数重ね合わせて捕捉体 1 4 を形成しても良い。また、メッシュ 1 4 a を層状に重ねる場合には、互いに孔開きの大きさを異ならせても良い。

20

【0044】

次に、エアロダイナミックレンズ 1 0 について説明する。図 4 は、エアロダイナミックレンズ 1 0 を説明するための概略図である。エアロダイナミックレンズ 1 0 は、円筒状の外観構造である筐体 1 0 i を有する。筐体 1 0 i の一端の側面には、外部から試料空気等が導入される導入口 1 0 b が設けられる。また、筐体 1 0 i の他端の側面には、粒子線 1 0 a を出射する出射口 1 0 c が設けられる。エアロダイナミックレンズ 1 0 は、筐体 1 0 i 内に、オリフィス 1 0 d、1 0 e、1 0 f、1 0 g、1 0 h を有する。オリフィス 1 0 d からオリフィス 1 0 h は、中心に貫通孔を有するドーナツ形状の板材である。図 2 に示すように、オリフィス 1 0 d からオリフィス 1 0 h に向かって、それぞれの貫通孔の径は小さくなるように構成される。

30

【0045】

図 1 を用いて説明したように、導入口 1 0 b と出射口 1 0 c は、それぞれ第 1 減圧チャンバー 2 6 a の外側と内側に配設される。したがって、導入口 1 0 b と出射口 1 0 c における圧力差によって、試料空気は、導入口 1 0 b から出射口 1 0 c へ向かって流れる。エアロダイナミックレンズ 1 0 を通り抜けるときに、試料空気の媒質である空気は、拡散しながら移動する。このため、気体としての空気は、各オリフィスによって移動が妨げられる。

【0046】

一方、固体もしくは液体で構成される微粒子は、直進性が高い。このため、微粒子は、初段のオリフィス 1 0 d を通過した後は、2 段目以降のオリフィス 1 0 e からオリフィス 1 0 h によって移動が大きく妨げられることがない。また、上述したようにオリフィス 1 0 d からオリフィス 1 0 h に向かって貫通孔の径は次第に小さくなるので、流路は、導入口 1 0 b から出射口 1 0 c に向かって絞られる。したがって、導入口 1 0 b から導入された試料空気に含まれる微粒子は、ビーム状に並んで出射口 1 0 c から出射される。

40

【0047】

次に変形例を説明する。図 5 は、変形例に係る微粒子組成分析装置 1 0 0' を表わす概略図である。特に、図 2 と同様に捕捉体 1 4 の交換作業時における様子を表わす。上記の実施形態と異なるのは、取付部 3 6' が、補助空間の一部を形成し、捕捉体 1 4 は、この

50

補助空間に退避される点である。上記の交換機構 50 では、カップリング部 51 が胴体部 53 を含み、この胴体部の内部に補助空間が形成されたが、変形例に係る交換機構 70 では、カップリング部は接続フランジ 72 単独によって構成される。その分、ベローズ 78 は、交換機構 50 のベローズ 58 よりも蛇腹機構が長めにつくられている。

【0048】

図 6 は、変形例に係る交換機構 70 の外観斜視図である。交換機構 70 は、交換機構 50 と異なり、ガイド部 73 を備える。ガイド部 73 は、ロッド 55 を案内するシリンダー 73a を接続フランジ 72 の開口の中央部に有する。また、シリンダー 73a を接続フランジ 72 から支持する 4 本の梁 73b を有する。また、ベローズ 78 は、接続フランジ 72 に取り付けられてシーリングされている。その他の構成は、交換機構 50 と同様であるので、同じ符番を付して説明を省略する。

10

【0049】

交換機構 70 は、取付部 36' に取り付けられた場合に、取付部 36' が形成する空間とベローズ 78 の内部の空間とが連通する。これらは一体となって補助空間を形成し、微粒子組成分析装置 100' の使用時には、第 2 減圧空間と共に減圧される。この場合、ベローズ 78 も接続部の一部を構成すると言える。

【0050】

以上説明した微粒子組成分析装置 100、100' では、使用者がベースフランジ 59 を把持して押したり引いたりすることによりロッド 55 を移動させたが、アクチュエータによりロッド 55 を移動させる構成としても良い。例えば、ロッド 55 の軸部を軸方向に沿って交互に N 極 S 極となるように着磁しておき、外部のコイルを制御して磁気を与えれば、非接触でロッド 55 を移動させることができる。ロッド 55 をアクチュエータで移動させる場合は、制御部 24 により制御を行えば良い。

20

【0051】

また、上記の微粒子組成分析装置 100、100' では、使用時もヘッド 55a が捕捉体 14 を保持しているが、使用時には捕捉体 14 をヘッド 55a から切り離してロッド 55 を退避させる構成にしても良い。この場合は、ヘッド 55a に捕捉体 14 を切り離す切離機構を設ける。例えば、捕捉体 14 の裏面を磁性素材として、ヘッド 55a を電磁石とする。捕捉体 14 を正規の位置に到達させたら、電磁石の作用を停止して捕捉体 14 を切り離す。

30

【0052】

また、上記の微粒子組成分析装置 100、100' では、補助空間も第 2 排気装置 27b により減圧したが、補助空間を減圧する補助ポンプを備えても良い。補助ポンプを備えていれば、交換後に捕捉体 14 を第 2 減圧空間の正規位置に配置するときに、ゲートバルブ 34 を開放する前に補助空間を減圧できるので、第 2 減圧空間の減圧状態を一定に保つことができる。なお、ゲートバルブ 34 は、連通部 35 から完全に退避する形式のものに限らず、例えば 2 つの回転板を第 1 位相に合わせると連通状態となり、第 2 位相に合わせると連通状態となる形式のものであっても良い。

【0053】

本実施形態においては、交換機構 50、70 が微粒子組成分析装置 100、100' に適用される場合を説明したが、交換機構 50、70 は、微粒子を捕捉する捕捉体 14 が減圧下で利用される装置全般に適用できる。微粒子の捕捉を必須とする装置においては、一般的に捕捉体の交換を効率的に行うことが要求されているので、微粒子の分析装置に限らず、他の装置にも同様に展開することができる。

40

【0054】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【符号の説明】

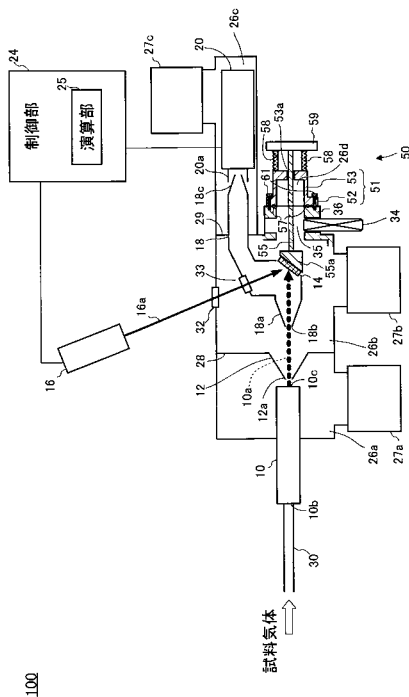
50

【 0 0 5 5 】

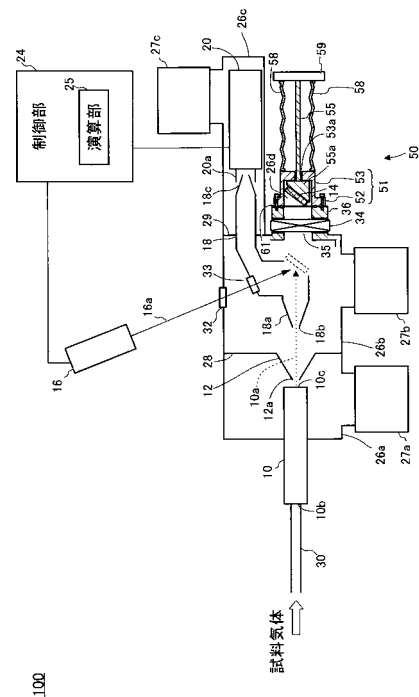
10 エアロダイナミックレンズ、10a 粒子線、10b 導入口、10c 出射口、
 12 スキマー、12a 連通孔、14 捕捉体、14a メッシュ、14b 支持枠体、
 16 レーザー装置、16a レーザー光、18 分析セル、18a スキマー部、1
 8b 連通孔、18c 微小孔、20 ガス分析器、20a イオン化領域、24 制御
 部、25 演算部、26a 第1減圧チャンバー、26b 第2減圧チャンバー、26c
 第3減圧チャンバー、26d 退避チャンバー、27a 第1排気装置、27b 第2
 排気装置、27c 第3排気装置、28 第1隔壁、29 第2隔壁、30 導入管、3
 2 光学窓、33 光学窓、34 ゲートバルブ、35 連通部、36、36' 取付部
 、50 交換機構、51 カップリング部、52 接続フランジ、52a ビス孔、53
 胴体部、53a 貫通孔、55 ロッド、55a ヘッド57 Oリング、58 ペロ
 ーズ、59 ベースフランジ、61 ビス、70 交換機構、72 接続フランジ、73
 ガイド部、73a シリンダー、73b 梁、78 ペローズ、100、100' 微
 粒子組成分析装置

10

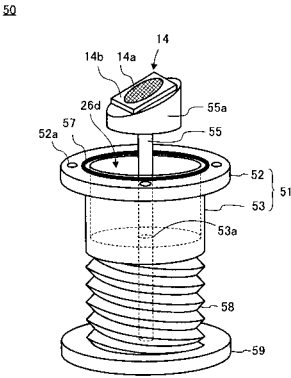
【 図 1 】



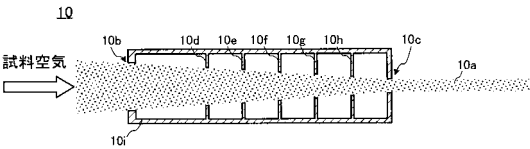
【 図 2 】



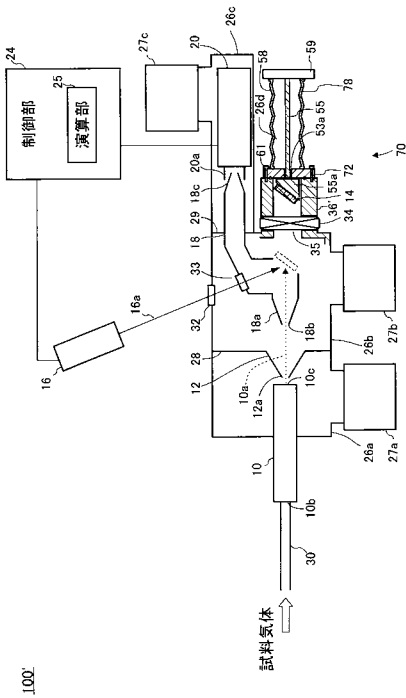
【図 3】



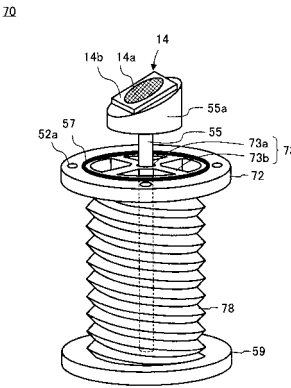
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 浅野 貴正

神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内

Fターム(参考) 2G052 AA01 AC02 AD02 AD32 AD42 BA21 CA05 EA04