

(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2014-228276

(P2014-228276A)

(43) 公開日 平成26年12月8日(2014.12.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 15/06 (2006.01)	GO 1 N 15/06 D	2 G O 4 3
GO 1 N 21/64 (2006.01)	GO 1 N 15/06 C	
	GO 1 N 21/64 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2013-105318 (P2013-105318)  
 (22) 出願日 平成25年5月17日 (2013.5.17)

(71) 出願人 000006666  
 アズビル株式会社  
 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号  
 (74) 代理人 100079108  
 弁理士 稲葉 良幸  
 (74) 代理人 100109346  
 弁理士 大貫 敏史  
 (74) 代理人 100117189  
 弁理士 江口 昭彦  
 (74) 代理人 100134120  
 弁理士 内藤 和彦  
 (72) 発明者 村上 久弥  
 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 アズビル株式会社内  
 Fターム(参考) 2G043 AA01 BA17 CA01 CA04 DA05 EA01

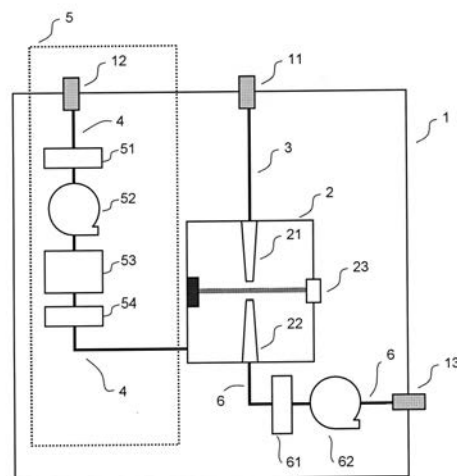
(54) 【発明の名称】 粒子検出装置及び粒子の検出方法

(57) 【要約】

【課題】 粒子を正確に検出可能な粒子検出装置を提供する。

【解決手段】 筐体 1 と、筐体 1 の内部に配置されたチャンバ 2 と、チャンバ 2 に設けられた導入ノズル 2 1 と、筐体 1 に設けられた第 1 の導入口 1 1 とチャンバ 2 に設けられた導入ノズル 2 1 を結ぶ、チャンバ 2 内に粒子を含む流体を導入するためのサンプル導入経路 3 と、筐体 1 に設けられた第 1 の導入口 1 1 とは異なる第 2 の導入口 1 2 からチャンバ 2 に連通する調整用経路 4 を介してチャンバ 2 内に粒子が除去された流体を供給し、チャンバ 2 内の流体の状態を調整する調整機構 5 と、導入ノズル 2 1 から噴出する流体に光を照射し、流体に含まれる粒子を検出する検出機構 2 3 と、を備える、粒子検出装置。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

筐体と、  
前記筐体の内部に配置されたチャンバと、  
前記筐体に設けられた第 1 の導入口から前記チャンバ内に粒子を含む流体を導入するためのサンプル導入経路と、  
前記筐体に設けられた前記第 1 の導入口とは異なる第 2 の導入口から前記チャンバに連通する調整用経路を介して前記チャンバ内に粒子が除去された流体を供給し、前記チャンバ内の流体の状態を調整する調整機構と、  
前記チャンバ内の前記流体に光を照射し、前記流体に含まれる粒子を検出する検出機構と、  
を備える、粒子検出装置。

10

**【請求項 2】**

前記検出機構が、前記第 1 の導入口から前記チャンバ内に導入された流体の体積あたりの前記粒子の数を検出する、請求項 1 に記載の粒子検出装置。

**【請求項 3】**

前記調整機構が、  
前記チャンバ内に前記流体を供給するための調整ポンプと、  
前記流体に含まれる粒子を除去するためのフィルタと、  
を備える、請求項 1 又は 2 に記載の粒子検出装置。

20

**【請求項 4】**

前記チャンバに設けられた、前記サンプル導入経路に接続された導入ノズルと、  
前記チャンバに前記導入ノズルと対向して設けられた排出ノズルと、  
前記筐体に設けられた排出口と、前記排出ノズルと、を結ぶ、前記チャンバ内の流体を前記筐体の外部に排出するための排出経路と、  
を更に備える、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の粒子検出装置。

**【請求項 5】**

前記調整用経路から分岐し、前記排出経路に合流するバイパス経路を更に備え、  
前記バイパス経路と前記排出経路の合流部にエジェクタが配置され、  
前記バイパス経路から前記エジェクタに加圧流体が供給されることにより、前記エジェクタが前記チャンバ内の流体を吸引する、請求項 4 に記載の粒子検出装置。

30

**【請求項 6】**

前記調整機構が、前記チャンバ内の圧力を調整する、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の粒子検出装置。

**【請求項 7】**

前記調整機構が、前記チャンバ内を整流する、請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の粒子検出装置。

**【請求項 8】**

前記検出機構が前記粒子で生じる散乱光を検出する、請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の粒子検出装置。

40

**【請求項 9】**

前記検出機構が前記粒子が発する蛍光を検出する、請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の粒子検出装置。

**【請求項 10】**

筐体に設けられた第 1 の導入口からサンプル導入路を介して前記筐体の内部に配置されたチャンバ内に粒子を含む流体を導入することと、  
前記筐体に設けられた前記第 1 の導入口とは異なる第 2 の導入口から前記チャンバに連通する調整用経路を介して前記チャンバ内に粒子が除去された流体を供給し、前記チャンバ内の流体の状態を調整することと、  
前記チャンバ内の前記流体に光を照射し、前記流体に含まれる粒子を検出することと、

50

を含む、粒子の検出方法。

【請求項 1 1】

前記流体に含まれる粒子を検出することにおいて、前記第 1 の導入口から前記チャンバ内に導入された流体の体積あたりの前記粒子の数を検出する、請求項 1 0 に記載の粒子の検出方法。

【請求項 1 2】

前記調整用経路を介して前記チャンバ内に粒子が除去された流体を供給することにおいて、調整ポンプが用いられ、

前記調整用経路に、前記粒子を除去するためのフィルタが設けられている、

請求項 1 0 又は 1 1 に記載の粒子の検出方法。

10

【請求項 1 3】

前記チャンバに、前記サンプル導入経路に接続された導入ノズルが設けられており、

前記チャンバに前記導入ノズルと対向して設けられた排出ノズルと、前記筐体に設けられた排出口と、を結ぶ排出経路を介して、前記チャンバ内の流体を前記筐体の外部に排出することを更に含む、請求項 1 0 ないし 1 2 のいずれか 1 項に記載の粒子の検出方法。

【請求項 1 4】

前記調整用経路から分岐し、前記排出経路にエジェクタを介して合流するバイパス経路に加圧流体を供給することと、

前記エジェクタが前記チャンバ内の流体を吸引することと、

を更に含む、請求項 1 3 に記載の粒子の検出方法。

20

【請求項 1 5】

前記チャンバ内の流体の状態を調整することにおいて、前記チャンバ内の圧力を調整する、請求項 1 0 ないし 1 4 のいずれか 1 項に記載の粒子の検出方法。

【請求項 1 6】

前記チャンバ内の流体の状態を調整することにおいて、前記チャンバ内を整流する、請求項 1 0 ないし 1 5 のいずれか 1 項に記載の粒子の検出方法。

【請求項 1 7】

前記粒子を検出することにおいて、前記粒子で生じる散乱光を検出する、請求項 1 0 ないし 1 6 のいずれか 1 項に記載の粒子の検出方法。

【請求項 1 8】

前記粒子を検出することにおいて、前記粒子が発する蛍光を検出する、請求項 1 0 ないし 1 7 のいずれか 1 項に記載の粒子の検出方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は環境評価技術に関し、特に粒子検出装置及び粒子の検出方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

一般的な屋内あるいはバイオクリーンルーム等のクリーンルームにおいて、粒子検出装置を用いて、飛散している微生物を含む粒子を検出したり、記録したりする場合がある（例えば、特許文献 1、2 及び非特許文献 1 参照。）。光学式の粒子検出装置は、例えば、装置が配置された部屋の気体を吸引し、吸引した気体に光を照射する。気体に粒子が含まれていると、光を照射された粒子が蛍光を発したり、散乱光を発生させたりするため、気体に含まれる粒子の数や大きさ等を検出することが可能となる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特開 2 0 0 8 - 2 2 5 5 3 9 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 1 - 8 3 2 1 4 号公報

【非特許文献】

50

## 【 0 0 0 4 】

【非特許文献 1】長谷川倫男他，「気中微生物リアルタイム検出技術とその応用」，株式会社山武，azbil Technical Review 2009年12月号，p.2-7，2009年

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 5 】

本発明は、粒子を正確に検出可能な粒子検出装置及び粒子の検出方法を提供することを目的の一つとする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 6 】

本発明の態様によれば、( a ) 筐体と、( b ) 筐体の内部に配置されたチャンバと、( c ) 筐体に設けられた第 1 の導入口からチャンバ内に粒子を含む流体を導入するためのサンプル導入経路と、( d ) 筐体に設けられた第 1 の導入口とは異なる第 2 の導入口からチャンバに連通する調整用経路を介してチャンバ内に粒子が除去された流体を供給し、チャンバ内の流体の状態を調整する調整機構と、( e ) チャンバ内の流体に光を照射し、流体に含まれる粒子を検出する検出機構と、を備える、粒子検出装置が提供される。

## 【 0 0 0 7 】

また、本発明の態様によれば、( a ) 筐体に設けられた第 1 の導入口からサンプル導入流路を介して筐体の内部に配置されたチャンバ内に粒子を含む流体を導入することと、( b ) 筐体に設けられた第 1 の導入口とは異なる第 2 の導入口からチャンバに連通する調整用経路を介してチャンバ内に粒子が除去された流体を供給し、チャンバ内の流体の状態を調整することと、( c ) チャンバ内の流体に光を照射し、流体に含まれる粒子を検出することと、を含む、粒子の検出方法が提供される。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 0 8 】

本発明によれば、粒子を正確に検出可能な粒子検出装置及び粒子の検出方法を提供可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 0 9 】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る粒子検出装置の模式図である。

【図 2】本発明の比較例に係る粒子検出装置の模式図である。

【図 3】本発明の第 2 の実施の形態に係る粒子検出装置の模式図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 0 】

以下に本発明の実施の形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号で表している。但し、図面は模式的なものである。したがって、具体的な寸法等は以下の説明を照らし合わせて判断するべきものである。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

## 【 0 0 1 1 】

## ( 第 1 の実施の形態 )

第 1 の実施の形態に係る粒子検出装置は、図 1 に示すように、筐体 1 と、筐体 1 の内部に配置されたチャンバ 2 と、チャンバ 2 に設けられた導入ノズル 2 1 と、筐体 1 に設けられた第 1 の導入口 1 1 とチャンバ 2 に設けられた導入ノズル 2 1 を結ぶ、チャンバ 2 内に粒子を含む流体を導入するためのサンプル導入経路 3 と、筐体 1 に設けられた第 1 の導入口 1 1 とは異なる第 2 の導入口 1 2 からチャンバ 2 に連通する調整用経路 4 を介してチャンバ 2 内に粒子が除去された流体を供給し、チャンバ 2 内の圧力等の流体の状態を調整する調整機構 5 と、導入ノズル 2 1 から噴出する流体に光を照射し、流体に含まれる粒子を検出する検出機構 2 3 と、を備える。

## 【 0 0 1 2 】

筐体 1 の形状は任意である。筐体 1 の材料としては、金属及び樹脂等が使用可能である

10

20

30

40

50

が、これらに限定されない。チャンバ2の形状及び材料は任意である。ただし、チャンバ2は耐圧性を有することが好ましい。サンプル導入経路3は例えば金属及び樹脂等からなるパイプを備える。

【0013】

チャンバ2には導入ノズル21と対向して排出ノズル22が設けられている。また、筐体1には、さらに排出口13が設けられており、チャンバ2の排出ノズル22と筐体1の排出口13を結ぶ、チャンバ2内の流体を筐体1の外部に排出するための排出経路6が設けられている。排出経路6は例えば金属及び樹脂等からなるパイプを備える。排出経路6には、排風機としての排風ポンプ62が設けられている。

【0014】

排風ポンプ62によって筐体1の第1の導入口11から吸引された筐体1外部の気体等の流体は、サンプル導入経路3及び導入ノズル21を経てチャンバ2内に噴出される。チャンバ2内に噴出された流体は、導入ノズル21に対向して設けられた排出ノズル22を経てチャンバ2から排出され、さらに排出経路6を経て筐体1に設けられた排出口13から筐体1の外部に排出される。

【0015】

検出機構23は、導入ノズル21と排出ノズル22の間に形成される気流等の流体の流れに光を照射し、例えば、流体に含まれる粒子で生じる散乱光を検出することにより、粒子の数を検出する。あるいは、検出機構23は、流体に含まれる粒子が発する蛍光を検出することにより、第1の導入口11からチャンバ2内に導入された流体に含まれる粒子の数を検出する。さらに、検出機構23は、単位時間あたりに検出した粒子の数を、単位時間あたりに第1の導入口11から吸引された流体の体積で割って、流体における粒子の濃度を算出する。

【0016】

ここで、粒子とは、微生物等を含む生体物質、化学物質、ごみ、ちり、及び埃等のダスト等を含む。微生物の例としては細菌及び真菌が含まれる。細菌の例としては、グラム陰性菌及びグラム陽性菌が挙げられる。グラム陰性菌の例としては、大腸菌が挙げられる。グラム陽性菌の例としては、表皮ブドウ球菌、枯草菌、マイクログ球菌、及びコリネバクテリウムが挙げられる。真菌の例としては、黒カビ等のアスペルギルスが挙げられる。ただし、微生物はこれらに限定されない。

【0017】

流体に、微生物等の蛍光性粒子が含まれていると、粒子は光を照射されて蛍光を発する。例えば、微生物に含まれるリボフラビン(riboflavin)、フラビンヌクレオチド(FMN)、フラビンアデニンジヌクレオチド(FAD)、ニコチンアミドアデニンジヌクレオチドリン酸(NAD(P)H)、ピリドキサミン(pyridoxamine)、ピリドキサルリン酸(pyridoxal-5'-phosphate)、ピリドキシン(pyridoxine)、トリプトファン(tryptophan)、チロシン(tyrosine)、及びフェニルアラニン(phenylalanine)等が、蛍光を発する。

【0018】

例えば、粒子検出装置がクリーンルーム等に配置されている場合、筐体1に設けられた排出口13から筐体1外に排出される流体に粒子が含まれていることは好ましくない場合がある。この場合、排出経路6に、例えばHEPAフィルタ(High Efficiency Particulate Air Filter)等の排風フィルタ61を設けてもよい。

【0019】

チャンバ2の導入ノズル21においては、流体は断面積が絞られ、流速が増加し、圧力が低下する。そのため、導入ノズル21と排出ノズル22の間に形成される流体の流れの周りには対流が生じうる。また、チャンバ2内の圧力が低下することにより、排出ノズル22からの流体の排出がスムーズに行えない場合がある。チャンバ2内で対流が生じたり

10

20

30

40

50

、チャンバ 2 内の圧力が低下したりすると、チャンバ 2 内部に粒子が滞留しうる。チャンバ 2 内部に粒子が滞留すると、検出機構 2 3 が同一の粒子を複数回検出しうるため、流体の体積あたりに含まれる粒子の数を正確に検出することが困難になりうる。

#### 【0020】

これに対し、第 1 の実施の形態に係る粒子検出装置は、筐体 1 に設けられた第 1 の導入口 1 1 とは異なる第 2 の導入口 1 2 からチャンバ 2 に連通する調整用経路 4 を介してチャンバ 2 内に粒子が除去された流体を供給し、チャンバ 2 内の圧力を加圧等したり、チャンバ 2 内の流体を整流したりして、チャンバ 2 内の流体の状態を調整する調整機構 5 を備えている。これにより、排出ノズル 2 2 から粒子を含む流体をスムーズに排出することを可能としている。

10

#### 【0021】

調整用経路 4 は例えば金属及び樹脂等からなるパイプを備える。調整用経路 4 には、例えば、第 1 のフィルタ 5 1、調整ポンプ 5 2、流量計 5 3、及び第 2 のフィルタ 5 4 が設けられている。調整ポンプ 5 2 によって、第 2 の導入口 1 2 から吸引された筐体 1 外部の流体に含まれていた粒子は、第 1 のフィルタ 5 1 及び第 2 のフィルタ 5 4 によって除去される。流量計 5 3 は、例えば、単位時間あたりに調整ポンプ 5 2 によってチャンバ 2 に供給される、粒子が除去された流体の体積等の流量を計測する。

#### 【0022】

ここで、本発明の参考例においては、図 2 に示すように、筐体 1 に単一の導入口 1 1 1 が設けられており、単一の導入口 1 1 1 に接続された共通経路 1 0 3 に、調整機構 1 0 5 の調整用経路 1 0 4 と、サンプル導入経路 3 と、が接続されている。調整ポンプ 1 5 2 は、共通経路 1 0 3 から流体の一部を調整用経路 1 0 4 に吸引し、吸引された流体に含まれていた粒子は第 1 のフィルタ 1 5 1 及び第 2 のフィルタ 1 5 4 によって除去される。粒子が除去された流体は、チャンバ 2 内の圧力を加圧等して調整するために、チャンバ 2 に供給される。

20

#### 【0023】

検出機構 1 2 3 は、単位時間あたりに検出した粒子の数を、単位時間あたりにサンプル導入経路 3 に吸引された流体の体積で割って、流体における粒子の濃度を算出する。例えば、単一の導入口 1 1 1 から単位時間あたり 4 0 L の流体が吸引され、分岐点 2 0 0 において、1 0 L の流体が調整用経路 1 0 4 に分配され、3 0 L の流体がサンプル導入経路 3 に分配されるとする。この場合、検出機構 1 2 3 は、単位時間あたり検出した粒子の数を、サンプル導入経路 3 に分配された流体の体積である 3 0 L で割って、粒子の濃度を算出する。

30

#### 【0024】

しかし、分岐点 2 0 0 において、調整用経路 1 0 4 に向かう粒子の数と、サンプル導入経路 3 に向かう粒子の数の比は、必ずしも、調整用経路 1 0 4 に分配される流体の体積と、サンプル導入経路 3 に分配される流体の体積の比と一致しない。例えば、調整用経路 1 0 4 に単位時間あたり 1 0 L の流体が分配され、サンプル導入経路 3 に単位時間あたり 3 0 L の流体が分配された場合、調整用経路 1 0 4 に分配される流体の体積と、サンプル導入経路 3 に分配される流体の体積の比は 1 : 3 である。しかし、分岐点 2 0 0 において、共通経路 1 0 3 と、サンプル導入経路 3 と、が直線上に配置されていると、粒子は慣性力により、調整用経路 1 0 4 よりもサンプル導入経路 3 に多く流される傾向にある。そのため、検出機構 1 2 3 で検出した粒子の数を、サンプル導入経路 3 に分配された流体の体積で割って、流体における粒子の濃度を算出すると、実際の濃度よりも高くなりうることを、本発明者は見出した。

40

#### 【0025】

これに対し、図 1 に示す第 1 の実施の形態に係る粒子検出装置においては、調整用経路 4 がサンプル導入経路 3 から分岐しておらず、チャンバ 2 内の圧力調整に用いる流体は、筐体 1 に設けられた第 1 の導入口 1 1 とは異なる第 2 の導入口 1 2 から吸引される。したがって、調整用経路 4 がサンプル導入経路 3 から独立しており、調整用経路 4 がサンプル

50

導入経路 3 から分岐等していないため、検出機構 1 2 3 が、単位時間あたりに検出した粒子の数を、単位時間あたりに第 1 の導入口 1 1 から吸引されサンプル導入経路 3 を流れて来た流体の体積で割って、流体における粒子の濃度を算出しても、誤差が生じない。よって、第 1 の実施の形態に係る粒子検出装置によれば、流体に含まれる粒子の数や濃度を、正確に検出することが可能となる。

【 0 0 2 6 】

( 第 2 の実施の形態 )

第 2 の実施の形態に係る粒子検出装置の調整機構 5 は、図 3 に示すように、流体としての気体を圧縮する圧縮機 5 5 を備える。圧縮機 5 5 から送り出された加圧流体としての圧縮気体は、第 1 のフィルタ 5 1、調圧器 5 6、コントロール弁 5 7、及び第 2 のフィルタ 5 4 を経て、チャンバ 2 内に送り込まれる。第 1 のフィルタ 5 1、調圧器 5 6、コントロール弁 5 7、及び第 2 のフィルタ 5 4 は、第 2 の導入口 1 2 を通過する調整用経路 4 に設けられている。

10

【 0 0 2 7 】

調整用経路 4 の調圧器 5 6 及びコントロール弁 5 7 の間の部分 7 0 からは、バイパス経路 7 1 が分岐しており、バイパス経路 7 1 は排出経路 6 に合流している。第 1 のフィルタ 5 1 及び第 2 のフィルタ 5 4 は、圧縮気体に含まれる粒子を除去する。調圧器 5 6 は、チャンバ 2 内に供給される圧縮気体の圧力を調節する。コントロール弁 5 7 は、調整用経路 4 と、バイパス経路 7 1 と、に分配される圧縮気体の分配比を調整する。

【 0 0 2 8 】

20

バイパス経路 7 1 と排出経路 6 の合流部には、エジェクタ 6 3 が配置されている。バイパス経路 7 1 からエジェクタ 6 3 に圧縮気体が供給されることにより、エジェクタ 6 3 がチャンバ 2 内の流体を吸引する。第 2 の実施の形態に係る粒子検出装置によれば、圧縮機 5 5 によって、チャンバ 2 内部への圧縮気体の供給と、チャンバ 2 内部からの排気と、の両方を行えるため、装置の簡素化や消費エネルギーの低減等が可能となる。

【 0 0 2 9 】

( その他の実施の形態 )

上記のように本発明を実施の形態によって記載したが、この開示の一部をなす記述及び図面はこの発明を限定するものであると理解するべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかになるはずである。例えば、図 1 及び図 3 に示す検出機構 2 3 は、2 つのレーザー光線の間を通過する粒子の飛行時間を測定することにより、粒子の空気動力学径を算出してもよい。このように、本発明はここでは記載していない様々な実施の形態等を包含するということを理解すべきである。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 3 0 】

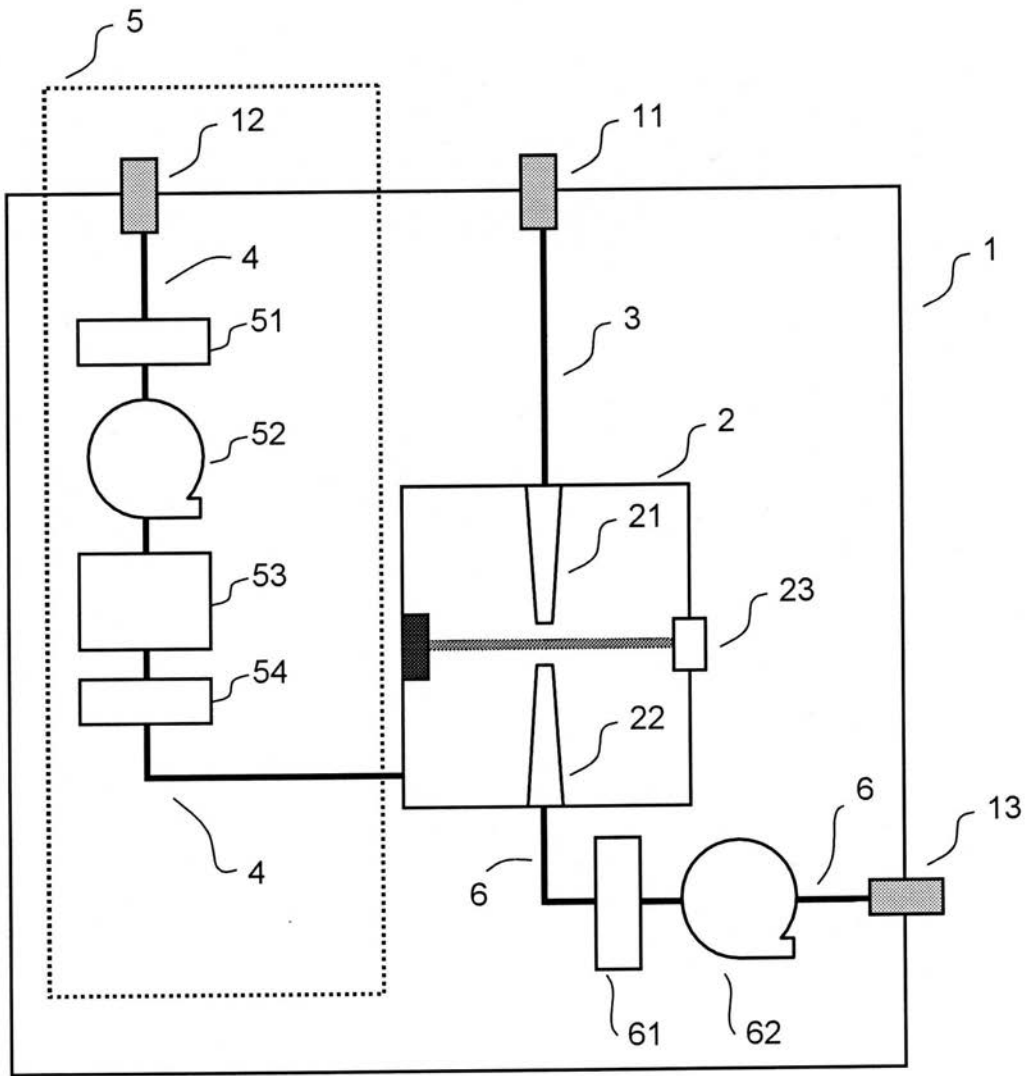
- 1 筐体
- 2 チャンバ
- 3 サンプル導入経路
- 4 調整用経路
- 5 調整機構
- 6 排出経路
- 1 1 第 1 の導入口
- 1 2 第 2 の導入口
- 1 3 排出口
- 2 1 導入ノズル
- 2 2 排出ノズル
- 2 3 検出機構
- 5 1 第 1 のフィルタ
- 5 2 調整ポンプ
- 5 3 流量計

40

50

5 4 第 2 のフィルタ  
5 5 圧縮機  
5 6 調圧器  
5 7 コントロール弁  
6 1 排風フィルタ  
6 2 排風ポンプ  
6 3 エジェクタ  
7 0 部分  
7 1 バイパス経路  
1 0 3 共通経路  
1 0 4 調整用経路  
1 0 5 調整機構  
1 1 1 導入口  
1 2 3 検出機構  
1 5 1 第 1 のフィルタ  
1 5 2 調整ポンプ  
1 5 4 第 2 のフィルタ  
2 0 0 分岐点

【図1】



【図 2】

