

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5095596号
(P5095596)

(45) 発行日 平成24年12月12日 (2012. 12. 12)

(24) 登録日 平成24年9月28日 (2012. 9. 28)

(51) Int. Cl.

GO 1 N 15/00 (2006. 01)

F I

GO 1 N 15/00

C

請求項の数 13 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2008-325009 (P2008-325009)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成20年12月22日 (2008. 12. 22)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2010-145310 (P2010-145310A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成22年7月1日 (2010. 7. 1)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	平成22年12月22日 (2010. 12. 22)		ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	田所 孝広
			茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株
			式会社日立製作所 エネルギー・環境シス
			テム研究所内
		(72) 発明者	北口 博司
			茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株
			式会社日立製作所 エネルギー・環境シス
			テム研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粒子状物質捕集装置及び粒子状物質測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ある1つの断面と交差する方向に互いに分離可能な第1筐体部及び第2筐体部を結合して構成される筐体と、採取された気体に含まれる粒子状物質を粒子径によって弁別する分級プレート、及び前記分級プレートよりも下流に配置されて弁別された前記粒子状物質を捕集する捕集部材を有する複数の粒子状物質捕集部とを備え、

前記複数の粒子状物質捕集部を、前記筐体内で、前記ある1つの断面において並列に配置し、

それぞれの前記粒状物質捕集部において前記分級プレート及び前記捕集部材が前記ある1つの断面と直交する方向に配置され、

各々の前記粒子状物質捕集部の前記捕集部材が、取り外し可能に前記筐体に取り付けられた1つの捕集部材ホルダーに設置され、

第1の前記粒子状物質捕集部内で前記捕集部材の下流に形成される第1空間と前記採取された気体の流れ方向で前記第1の粒子状物質捕集部の下流に位置する第2の前記粒子状物質捕集部内で前記分級プレートの上流に形成される第2空間が、前記筐体内で前記捕集部材ホルダーに沿って形成された水平通路を介して連絡され、

前記第2の粒子状物質捕集部内の前記分級プレートに形成された複数の貫通孔の大きさが、前記第1の粒子状物質捕集部内の前記分級プレートに形成された複数の貫通孔の大きさよりも小さくなっていることを特徴とする粒子状物質捕集装置。

【請求項 2】

前記捕集部材ホルダーに設置された各々の前記捕集部材が前記分級プレートに面している請求項1に記載の粒子状物質捕集装置。

【請求項3】

前記1つの断面と交差する方向における前記分級プレート及び前記捕集部材の配置順が、全ての前記粒子状物質捕集部において同じである請求項1または2に記載の粒子状物質捕集装置。

【請求項4】

ある1つの前記粒子状物質捕集部から排出される前記気体を流入する他の前記粒子状物質捕集部では、前記1つの方向と交差する方向における前記分級プレート及び前記捕集部材の配置順が、前者の前記1つの粒子状物質捕集部における、前記1つの断面と交差する方向での前記分級プレート及び前記捕集部材の配置順と逆になっている請求項1ないし3のいずれか1項に記載の粒子状物質捕集装置。

【請求項5】

前記粒子状物質捕集部が、前記1つの断面内で二次元配置されている請求項1ないし4のいずれか1項に記載の粒子状物質捕集装置。

【請求項6】

各々の前記粒子状物質捕集部が、前記1つの断面内で一列に配置されている請求項1ないし4のいずれか1項に記載の粒子状物質捕集装置。

【請求項7】

ある1つの断面と交差する方向に互いに分離可能な第1筐体部及び第2筐体部を結合して構成される筐体と、採取された気体に含まれる粒子状物質を粒子径によって弁別する分級プレート、及び前記分級プレートよりも下流に配置されて弁別された前記粒子状物質を捕集する捕集部材を有する複数の粒子状物質捕集部とを有し、前記複数の粒子状物質捕集部を前記筐体内に配置した粒子状物質捕集装置と、放射線検出器と、前記捕集部材から放出される放射線を計測するために、前記粒子状物質捕集装置から、前記放射線検出器によって前記放射線を計測する位置まで、前記捕集部材を移送する移送装置とを備え、

前記粒子状物質捕集装置が、前記複数の粒子状物質捕集部を、前記筐体内で、前記筐体のある1つの断面において並列に配置し、それぞれの前記粒状物質捕集部において前記分級プレート及び前記捕集部材が前記ある1つの断面と直交する方向に配置され、各々の前記粒子状物質捕集部の前記捕集部材が、取り外し可能に前記筐体に取り付けられた1つの捕集部材ホルダーに設置され、第1の前記粒子状物質捕集部内で前記捕集部材の下流に形成される第1空間と前記採取された気体の流れ方向で前記第1の粒子状物質捕集部の下流に位置する第2の前記粒子状物質捕集部内で前記分級プレートの上流に形成される第2空間が、前記筐体内で前記捕集部材ホルダーに沿って形成された水平通路を介して連絡され、前記第2の粒子状物質捕集部内の前記分級プレートに形成された複数の貫通孔の大きさが、前記第1の粒子状物質捕集部内の前記分級プレートに形成された複数の貫通孔の大きさよりも小さくなっていることを特徴とする粒子状物質測定装置。

【請求項8】

前記第1筐体部を把持して、前記第1筐体部を前記1つの断面と交差する方向において前記第2筐体部から離すように移動させる筐体開閉装置を備え、

前記移送装置が、離れている前記第1筐体部と前記第2筐体部の間から前記捕集プレートを把持して取り出す機構を有する請求項7に記載の粒子状物質測定装置。

【請求項9】

前記移送装置が、前記粒子状物質捕集装置から前記放射線を計測する位置まで、前記捕集部材ホルダーを移送する請求項7または8に記載の粒子状物質測定装置。

【請求項10】

ある1つの断面と交差する方向に互いに分離可能な第1筐体部及び第2筐体部を結合して構成される筐体と、採取された気体に含まれる粒子状物質を粒子径によって弁別する分級プレート、及び前記分級プレートよりも下流に配置されて弁別された前記粒子状物質を捕集する捕集部材を有する複数の粒子状物質捕集部とを有し、前記複数の粒子状物質捕集

部を前記筐体内に配置した粒子状物質捕集装置と、前記粒子状捕集部ごとに設けられて前記ある1つの断面において並列に配置され、前記ある1つの断面で前記筐体を貫通する、前記捕集部材が取り付けられた帯状捕集体と、それぞれの前記帯状捕集体を巻き取る巻き取り装置と、前記筐体の外でそれぞれの前記帯状捕集体の前記捕集部材から放出される放射線を検出する放射線検出器とを備え、

前記粒子状物質捕集装置が、前記複数の粒子状物質捕集部を、前記筐体内で、前記筐体のある1つの断面において並列に配置し、それぞれの前記粒状物質捕集部において前記分級プレート及び前記捕集部材が前記ある1つの断面と直交する方向に配置され、第1の前記粒子状物質捕集部内で前記捕集部材の下流に形成される第1空間と前記採取された気体の流れ方向で前記第1の粒子状物質捕集部の下流に位置する第2の前記粒子状物質捕集部内で前記分級プレートの上流に形成される第2空間が、前記筐体内で前記ある1つの断面に沿って形成された水平通路を介して連絡され、前記第2の粒子状物質捕集部内の前記分級プレートに形成された複数の貫通孔の大きさが、前記第1の粒子状物質捕集部内の前記分級プレートに形成された複数の貫通孔の大きさよりも小さくなっており、

複数の前記捕集部材が前記帯状捕集体の移動方向において前記帯状捕集体に設けられていることを特徴とする粒子状物質測定装置。

【請求項11】

前記第1筐体部を把持して、前記第1筐体部を前記1つの断面と交差する方向において前記第2筐体部から離すように移動させる第1筐体開閉装置を備えた請求項10に記載の粒子状物質測定装置。

【請求項12】

前記1つの断面と交差する方向に互いに分離可能な第3筐体部及び第4筐体部を結合して構成された第2筐体を有し、前記帯状捕集体が前記第3筐体部と前記第4筐体部の間を通過し、前記放射線検出器が前記第2筐体に設置されている請求項10に記載の粒子状物質測定装置。

【請求項13】

前記第3筐体部を把持して、前記第3筐体部を前記1つの断面と交差する方向において前記第4筐体部から離すように移動させる第2筐体開閉装置を備えた請求項12に記載の粒子状物質測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、粒子状物質捕集装置及び粒子状物質測定装置に係り、一般生活環境、地下街、地下駐車場及び地下鉄等の地下環境の健康リスク、及び石炭等の採掘現場及びトンネル工事現場等の作業環境の健康リスクのモニタリングに用いられ、環境中のアルファ線放出核種を捕集するのに好適な粒子状物質捕集装置及び粒子状物質測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

欧米では、環境放射線（自然放射性核種でもあるラドンからのアルファ線）に関する健康リスク評価を基に、環境放射線に対する対応レベルが定められている。わが国でもその対応レベルについての検討が進められている。ラドン（以下、ラドンの短寿命壊変生成物を含め、総称してラドンという）の健康リスクは、ラドンがエアロゾルに付着した放射性エアロゾルを人間が吸入することによって生じる。吸入されたエアロゾルは粒径によって肺への沈着部位が異なる。このため、健康リスクを正確に評価するために、エアロゾルの粒径分布の測定及び各粒径におけるアルファ線エネルギースペクトルの測定が必要となる。

【0003】

現在、粒径分布測定用として、縦型の低圧カスケードインパクターが市販されている。縦型の低圧カスケードインパクターは、粒子径の異なるエアロゾルを弁別して捕捉するために、上下方向に多段に配置された粒子弁別用インパクターを有する。この縦型の低圧カ

10

20

30

40

50

スケードインパクターを用いて、環境放射線の測定現場において空気中のエアロゾルの粒子径を弁別して捕集する。エアロゾルを捕集した低圧カスケードインパクターを、放射線を測定する場所まで持ち帰り、放射線検出器として用いているイメージングプレートを用いて補修した放射線エアロゾルのアルファ線を測定している。放射性エアロゾルの粒径を測定せずに、このエアロゾルの粒径を仮定して放射線強度のみを測定しても良い。縦型の低圧カスケードインパクターの一例が特開昭63-75639号公報に記載されている。

【0004】

【特許文献1】特開昭63-75639号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

縦型の低圧カスケードインパクターを用いて空気中のエアロゾルを粒径別に捕集した場合、粒子径毎に弁別して捕集された試料（エアロゾル）のアルファ線エネルギースペクトルを測定するためには、試料をそれぞれ捕捉する複数の粒子弁別用インパクターを段ごとに取り外して縦型の低圧カスケードインパクターから取り出す必要がある。したがって、この縦型の低圧カスケードインパクターに捕捉された粒径の異なるそれぞれのエアロゾルに対するアルファ線エネルギースペクトルの測定を自動に行うことは困難である。特に、ラドンの健康リスクの正確な評価のためには、異なる粒径のエアロゾルごとにアルファ線エネルギースペクトルの測定が必要である。このため、縦型の低圧カスケードインパクターを用いた場合には、健康リスクを自動でモニタリングすることは不可能である。

20

【0006】

本発明の目的は、捕集された粒子の異なる粒径ごとの放射線計測を自動的に行うことができる粒子状物質捕集装置及び粒子状物質測定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記した目的を達成する本発明の特徴は、ある1つの断面と交差する方向に互いに分離可能な第1筐体部及び第2筐体部を結合して構成される筐体と、採取された気体に含まれる粒子状物質を粒子径によって弁別する分級プレート、及び分級プレートよりも下流に配置されて弁別された粒子状物質を捕集する捕集部材を有する複数の粒子状物質捕集部とを備え、

30

複数の粒子状物質捕集部を、筐体内で、上述のある1つの断面において並列に配置し、それぞれの粒状物質捕集部において分級プレート及び捕集部材が上述のある1つの断面と直交する方向に配置され、

各々の粒子状物質捕集部の捕集部材が、取り外し可能に筐体に取り付けられた1つの捕集部材ホルダーに設置され、

第1の前記粒子状物質捕集部内で捕集部材の下流に形成される第1空間と採取された気体の流れ方向で第1の粒子状物質捕集部の下流に位置する第2の粒子状物質捕集部内で分級プレートの上流に形成される第2空間が、筐体内で捕集部材ホルダーに沿って形成された水平通路を介して連絡され、

第2の粒子状物質捕集部内の分級プレートに形成された複数の貫通孔の大きさが、第1の粒子状物質捕集部内の分級プレートに形成された複数の貫通孔の大きさよりも小さくなっていることにある。

40

【0008】

分級プレート及び分級プレートよりも下流に配置された捕集部材を有する複数の粒子状物質捕集部が、筐体内で、この筐体のある1つの断面において並列に配置され、各々の粒子状物質捕集部の捕集部材が、取り外し可能に筐体に取り付けられた1つの捕集部材ホルダーに設置されているので、捕集部材ホルダーを筐体内から移送装置を用いて容易に取り出すことができ、この移送装置により捕集部材ホルダーを放射線検出器による放射線計測位置まで容易に移送することができる。したがって、捕集部材ホルダーに設けられたそれぞれの捕集部材に捕集した粒子状物質の異なる粒径ごとの放射線計測を自動的に行うこと

50

ができる。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、捕集された粒子状物質の異なる粒径ごとの放射線計測を自動的に行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

発明者らは、気体に含まれる、アルファ線放出核種が付着した粒子を異なる粒径毎に弁別し、弁別された異なる粒径の粒子ごとのアルファ線放出核種の測定方法を種々検討した。この検討の結果、発明者らは新たな知見を得ることができた。本発明はこの新たな知見に基づいて成されたものである。この新たな知見は、従来の縦型のカスケードインパクターにおいて上下方向に配置されていた複数の粒子捕集エレメントを例えば水平方向に配置することによってそれぞれの粒子捕集エレメントで捕集された粒径の異なる粒子ごとの放射線計測を自動化することができる、というものである。複数の粒子捕集エレメントを水平方向に配置した粒子状物質捕集装置を用いることによって、環境中のアルファ線放出核種による、一般生活環境、地下街、地下駐車場及び地下鉄等の地下環境における健康リスク、及び石炭等の採掘現場及びトンネル工事現場等の作業環境における健康リスクを自動モニタリングすることが可能となる。上記の新たな知見の内容を以下に具体的に説明する。

【0011】

インパクターは慣性衝突を利用して粒子を捕集する装置である。このインパクターを多段に組み上げることによって、粒径の異なる粒子を捕集する装置であるカスケードインパクターを構成することができる。直進する、粒子を含む空気の流れを曲げた場合には、勢いがついた粒子は曲がりきれずに空気の流れから外れる。空気の流れから外れる勢いは大きな粒子ほど大きくなる。これが慣性力といわれる力で、この慣性力を利用してサンプリングした空気に含まれる粒子を弁別する装置がインパクターである。まっすぐな空気の流れに対して垂直に粒子捕集プレートを置いて粒子捕集プレートの直前で空気の流れ方向を曲げると、勢いあまった粒子が粒子捕集プレートに衝突し、この粒子が捕集プレートに捕集される。吸引する空気の流量、及び粒径の異なる粒子を分ける分級プレートの穴の直径を変えることによって、捕集できる粒子の粒径を調整することができる。

【0012】

したがって、各インパクター間において気体の流れを妨げない構造を採用することにより、各インパクターを水平方向に配置したカスケードインパクターを得ることができる。各インパクターに設けられる分級プレートの孔の内径を変えることによって、それぞれのインパクターの粒子捕集プレートで捕集できる粒子の粒径を調整することができる。

【0013】

各インパクターを水平方向に配置したカスケードインパクターにおいて、各インパクターを収納する筐体を開閉する筐体開閉装置を設けることが考えられる。この筐体開閉装置を設けることによって、異なる粒径の粒子をそれぞれ捕集した各粒子捕集プレートを筐体から取り出すことができる。筐体から取り出された各粒子捕集プレートを放射線検出器の位置まで移送する移送装置を設ける。さらに、放射線検出器の多チャンネル化を行うことによって、複数の粒子捕集プレートにてそれぞれ捕集された粒径の異なる複数の粒子に対する放射線スペクトル（アルファ線スペクトル）の測定を一度に行うことが可能となる。補修された粒子には、アルファ線放出核種が付着している。粒子の粒径の同定は、肺に吸引されたときにおける肺の中での粒子の沈着位置を同定することができる。アルファ線スペクトルを測定は、粒子の沈着位置での線量を特定することができる。これによって、正確な健康評価が可能となる。

【0014】

各インパクターを水平方向に配置したカスケードインパクターを用いた粒子状物質測定装置は、異なる粒径の粒子の弁別捕集、及びアルファ線スペクトルの測定を装置内で連続

10

20

30

40

50

して行うことができるので、環境の健康リスクの自動モニタリングに適する。

【0015】

以下、本発明の実施例を、図面を参照して説明する。

【実施例1】

【0016】

本発明の好適な一実施例である実施例1の粒子状物質測定装置を、図1から図7を用いて説明する。本実施例の粒子状物質測定装置1は、水平カスケードインパクター（粒子状物質捕集装置）2、筐体開閉装置26、移送装置36及び放射線検出装置44を備えている（図6参照）。水平カスケードインパクター2、筐体開閉装置26及び移送装置36の各構成を以下に詳細に説明する。

10

【0017】

まず、水平カスケードインパクター2の概略構成を、図1を用いて説明する。水平カスケードインパクター2は、複数のインパクター（粒子状物質捕集部）4を、筐体3の1つの断面内、例えば、水平方向に配置して構成される。粒子状物質測定装置1は、4つのインパクター4を水平方向に配置している。水平カスケードインパクター2は、筐体3及び複数のインパクター4を有する。各インパクター4は、分級プレートホルダー5、分級プレート6、捕集プレートホルダー（捕集部材ホルダー）7及び捕集プレート（捕集部材）8をそれぞれ有し、筐体3内に設置される。筐体3は、上下方向（筐体3の1つの断面と交差する方向）に開閉可能であり、上部筐体3A及び下部筐体3Bを有している。分級プレートホルダー5は、上部筐体3A内に配置されて上部筐体3Aに取り付けられ、分級プレート6を保持している。捕集プレート8を保持する捕集プレートホルダー7は、分級プレートホルダー5の下方に配置される。この捕集プレートホルダー5は、上部筐体3Aの仕切り板13Aの下端部及び下部筐体3Bの仕切り板13Bの下端部にそれぞれ設けられる着脱部材25によって保持される。分級プレートホルダー5及び捕集プレートホルダー7は、各インパクター4で共用されている。分級プレート6には、サンプリングした空気が通過する多数の貫通孔が形成されている。この貫通孔の内径は、インパクター4ごとに異なっている。各捕集プレート8をそれぞれ取り囲んでいる複数の貫通孔9が、捕集プレートホルダー7に形成される（図3（B）参照）。

20

【0018】

各インパクター4は、内部に、第1空間15、第2空間16及び第3空間23を形成している。第1空間15は上部筐体3Aの上端部と分級プレートホルダー5の間に形成される。第2空間16は分級プレートホルダー5と補修プレートホルダー7の間に形成される。第3空間23は分級プレートホルダー7と下部筐体3Aの底面との間に形成される。上部筐体3A内に設置された仕切り板13A及び下部筐体3B内に設置された仕切り板13Bは、上部筐体3A及び下部筐体3Bが結合された状態で、2つのインパクター4に形成された第1空間15、第2空間16及び第3空間23のそれぞれの間に配置され、互いのこれらの空間を隔離している。上部筐体3A及び下部筐体3Bは着脱可能な結合部材24A、24Bによって結合される。

30

【0019】

上部筐体3Aに設けられた結合部材24A、24Bは、例えばゴム製であり、後述の筐体把持装置27及び31によって上部筐体3A及び下部筐体3Bを互いに押し付けたときに下部筐体3Bの側壁にそれぞれ接触する。着脱部材25も、ゴム製であり、補修プレートホルダー7に接触される。結合部材24A、24Bを設けることによって、筐体3内に流入したサンプリング空気が筐体3の外に漏洩することを防止できる。また、着脱部材25の設置により、インパクター4A、4B、4C及び4Dの相互間でのサンプリング空気の漏洩を防止することができる。

40

【0020】

水平カスケードインパクター2は、例えば、地下街等の地下環境（またはトンネル工事現場等の作業環境）に設置される。図示されていない吸引装置を駆動することによって、環境からサンプリングした空気を、吸引口59から水平カスケードインパクター2の1つ

50

のインパクター 4、すなわち、最も大きな内径を有する貫通孔を形成している分級プレート 6 を有するインパクター 4 内の第 1 空間 1 5 に導かれる。分級プレート 6 の貫通孔を通過して第 2 空間 1 6 に流入した空気の流れは、各貫通孔 9 に向かって曲げられる。このとき、空気に含まれている粒径の大きなエアロゾル（粒子）は、曲がりきらずに直進し、捕集プレート 8 に捕集される。各貫通孔 9 を通過して第 3 空間 2 3 に流入した空気は、水平方向において隣に存在する他のインパクター 4 の第 1 空間 1 5 内に導かれる。この空気は、このインパクター 4 内で、第 2 空間 1 6 及び第 3 空間 2 3 へと流れる。

【0021】

粒子状物質測定装置 1 に用いられる水平カスケードインパクター 2 の詳細な構造を、図 2 から図 5 を用いて説明する。水平カスケードインパクター 2 は、図 2 及び図 3 に示すように、水平方向に配置された 4 つのインパクター 4 A、4 B、4 C 及び 4 D を有する。インパクター 4 A、4 B、4 C 及び 4 D は筐体 3 内に配置される。上部筐体 3 A 及び下部筐体 3 B を有する筐体 3 の外観形状は直方体になっている。図 3（A）及び（B）に示すように、仕切り板 1 0 A 及び 1 1 A が、上部筐体 3 A 内に平行に配置され、それぞれの両端部が上部筐体 3 A の側壁に取り付けられる。仕切り板 1 2 A、1 3 A 及び 1 4 A が、仕切り板 1 0 A 及び 1 1 A と直交する方向で上部筐体 3 A 内に平行に配置され、それぞれの両端部が上部筐体 3 A の側壁に取り付けられる。仕切り板 1 0 A 及び 1 1 A と仕切り板 1 2 A、1 3 A 及び 1 4 A によって格子が形成される。図 3（C）に示すように、仕切り板 1 0 B 及び 1 1 B が、下部筐体 3 B 内に平行に配置され、それぞれの両端部が下部筐体 3 B の側壁に取り付けられる。仕切り板 1 2 B、1 3 B 及び 1 4 B が、仕切り板 1 0 B 及び 1 1 B と直交する方向で下部筐体 3 B 内に平行に配置され、それぞれの両端部が下部筐体 3 B の側壁に取り付けられる。仕切り板 1 0 B 及び 1 1 B と仕切り板 1 2 B、1 3 B 及び 1 4 B によって格子が形成される。

【0022】

インパクター 4 A は、分級プレートホルダー 5、分級プレート 6 A、捕集プレートホルダー 7 及び捕集プレート 8 A をそれぞれ有する（図 4（A）及び図 5（A）参照）。分級プレートホルダー 5 は捕集プレートホルダー 7 の上方に配置される。分級プレートホルダー 5 の周辺部が上部筐体 3 A の内面に取り付けられる。多数の貫通孔が形成される分級プレート 6 A が分級プレートホルダー 5 に取り付けられる。捕集プレート 8 A が捕集プレートホルダー 7 に取り付けられ、円弧状の 4 つの貫通孔 9 A が捕集プレート 8 A の周囲で捕集プレートホルダー 7 に形成される（図 3（B）参照）。

【0023】

さらに、インパクター 4 A は、上部筐体 3 A の上面と分級プレートホルダー 5 の間に形成される第 1 空間 1 5 A、分級プレートホルダー 5 と捕集プレートホルダー 7 の間に形成される第 2 空間 1 6 A、及び捕集プレートホルダー 7 と下部筐体 3 B の底面の間に形成される第 3 空間 2 3 A を形成している。第 1 空間 1 5 A、第 2 空間 1 6 A 及び第 3 空間 2 3 A は、この順序で上方より下方に向かって配置される。第 1 空間 1 5 A 及び第 2 空間 1 6 A は、四方を、上部筐体 3 A の側壁、及び仕切り板 1 0 A、1 2 A 及び 1 3 A によって取り囲まれている。第 3 空間 2 3 A は、四方を、下部筐体 3 B の側壁、及び仕切り板 1 0 B、1 2 B 及び 1 3 B によって取り囲まれている。上部筐体 3 A の上面に取り付けられた吸引口 5 9 は第 1 空間 1 5 A に接続される。

【0024】

インパクター 4 B は、分級プレートホルダー 5、分級プレート 6 B、捕集プレートホルダー 7 及び捕集プレート 8 B をそれぞれ有する（図 4（A）及び図 5（B）参照）。多数の貫通孔が形成される分級プレート 6 B が分級プレートホルダー 5 に取り付けられる。捕集プレート 8 B が捕集プレートホルダー 7 に取り付けられ、円弧状の 4 つの貫通孔 9 B が捕集プレート 8 B の周囲で捕集プレートホルダー 7 に形成される。

【0025】

インパクター 4 B は、上部筐体 3 A の上面と分級プレートホルダー 5 の間に形成される第 1 空間 1 5 B、分級プレートホルダー 5 と捕集プレートホルダー 7 の間に形成される第

2 空間 1 6 B、及び捕集プレートホルダー 7 と下部筐体 3 B の底面の間に形成される第 3 空間 2 3 B を形成している。第 1 空間 1 5 B、第 2 空間 1 6 B 及び第 3 空間 2 3 B は、この順序で上方より下方に向かって配置される。第 1 空間 1 5 B 及び第 2 空間 1 6 B は、四方を、仕切り板 1 0 A、1 1 A、1 2 A 及び 1 3 A によって取り囲まれている。第 3 空間 2 3 B は、四方を、仕切り板 1 0 B、1 1 B、1 2 B 及び 1 3 B によって取り囲まれている。

【0026】

インパクター 4 C は、分級プレートホルダー 5、分級プレート 6 C、捕集プレートホルダー 7 及び捕集プレート 8 C をそれぞれ有する（図 4（C）及び図 5（B）参照）。多数の貫通孔が形成される分級プレート 6 C が分級プレートホルダー 5 に取り付けられる。捕集プレート 8 C が捕集プレートホルダー 7 に取り付けられ、円弧状の 4 つの貫通孔 9 C が捕集プレート 8 C の周囲で捕集プレートホルダー 7 に形成される。

10

【0027】

インパクター 4 C は、上部筐体 3 A の上面と分級プレートホルダー 5 の間に形成される第 1 空間 1 5 C、分級プレートホルダー 5 と捕集プレートホルダー 7 の間に形成される第 2 空間 1 6 C、及び捕集プレートホルダー 7 と下部筐体 3 B の底面の間に形成される第 3 空間 2 3 C を形成している。第 1 空間 1 5 C、第 2 空間 1 6 C 及び第 3 空間 2 3 C は、この順序で上方より下方に向かって配置される。第 1 空間 1 5 C 及び第 2 空間 1 6 C は、四方を、仕切り板 1 0 A、1 1 A、1 3 A 及び 1 4 A によって取り囲まれている。第 3 空間 2 3 C は、四方を、仕切り板 1 0 B、1 1 B、1 3 B 及び 1 4 B によって取り囲まれている。

20

【0028】

インパクター 4 D は、分級プレートホルダー 5、分級プレート 6 D、捕集プレートホルダー 7 及び捕集プレート 8 D をそれぞれ有する（図 4（B）及び図 5（A）参照）。多数の貫通孔が形成される分級プレート 6 D が分級プレートホルダー 5 に取り付けられる。捕集プレート 8 D が捕集プレートホルダー 7 に取り付けられ、円弧状の 4 つの貫通孔 9 D が捕集プレート 8 D の周囲で捕集プレートホルダー 7 に形成される。

【0029】

インパクター 4 D は、上部筐体 3 A の上面と分級プレートホルダー 5 の間に形成される第 1 空間 1 5 D、分級プレートホルダー 5 と捕集プレートホルダー 7 の間に形成される第 2 空間 1 6 D、及び捕集プレートホルダー 7 と下部筐体 3 B の底面の間に形成される第 3 空間 2 3 D を形成している。第 1 空間 1 5 D、第 2 空間 1 6 D 及び第 3 空間 2 3 D は、この順序で上方より下方に向かって配置される。第 1 空間 1 5 D 及び第 2 空間 1 6 D は、四方を、上部筐体 3 A の側壁、及び仕切り板 1 0 A、1 3 A 及び 1 4 A によって取り囲まれている。第 3 空間 2 3 D は、四方を、下部筐体 3 B の側壁、及び仕切り板 1 0 B、1 3 B 及び 1 4 B によって取り囲まれている。

30

【0030】

分級プレートホルダー 5 及び捕集プレートホルダー 7 は、インパクター 4 A ～ 4 D で共用される。すなわち、分級プレート 6 A ～ 6 D が 1 つの分級プレートホルダー 5 に取り付けられており、分級プレート 6 A ～ 6 D のそれぞれの中心が正方形の角に位置するように配置される（図 3（A）参照）。捕集プレート 8 A ～ 8 D が 1 つの捕集プレートホルダー 7 に取り付けられており、捕集プレート 8 A ～ 8 D のそれぞれの中心が正方形の角に位置するように配置される（図 3（B）参照）。分級プレートホルダー 5 に取り付けられた分級プレート 6 A ～ 6 D に形成された各貫通孔の内径は、分級プレート 6 A、分級プレート 6 B、分級プレート 6 C 及び分級プレート 6 D の順に小さくなっている。分級プレート 6 A に形成された貫通孔の内径がもっとも大きく、分級プレート 6 D に形成された貫通孔の内径が最も小さい。

40

【0031】

第 3 空間 2 3 A と第 1 空間 1 5 B は、連絡通路 4 9 によって連通される。連絡通路 4 9 は、下部筐体 3 B の側壁、仕切り板 1 2 B、捕集プレートホルダー 7 及び下部筐体 3 B の

50

底面によって取り囲まれて形成される第1水平通路、及び上部筐体3Aの側壁及び仕切り板10A、11A及び12Aによって取り囲まれて形成される第1上昇通路を有する(図3(C)、図4(B)及び図5(B)参照)。第1水平通路は、空間18A、開口部17B及び空間18Bを連絡して形成され、仕切り板12Bに形成された開口部17Aによって第3空間23Aに連絡される。第1上昇通路は、開口部19A、空間20A、開口部21B及び空間22Aを連絡して形成され、仕切り板12Aに形成された開口部21Aを通して第1空間15Bに連絡される。第1水平通路と第1上昇通路は、開口部19Aにより連絡される。開口部17B、19A及び21Bは、仕切り板10B、捕集プレートホルダー7及び分級プレートホルダー5に形成される。

【0032】

第3空間23Bと第1空間15Cは、連絡通路50によって連通される。連絡通路50は、下部筐体3Bの側壁、仕切り板11B、捕集プレートホルダー7及び下部筐体3Bの底面によって取り囲まれて形成される第2水平通路、及び上部筐体3Aの側壁、及び仕切り板11A、13A及び14Aによって取り囲まれて形成される第2上昇通路を有する(図3(C)、図4(C)及び図5(C)参照)。第2水平通路は、空間18C、開口部17D及び空間18Dを連絡して形成され、仕切り板11Bに形成された開口部17Cによって第3空間23Bに連絡される。第2上昇通路は、開口部19B、空間20B、開口部21D及び空間22Bを連絡して形成され、仕切り板11Aに形成された開口部21Cを通して第1空間15Cに連絡される。第1水平通路と第1上昇通路は、開口部19Bにより連絡される。開口部17D、19B及び21Dは、仕切り板13B、捕集プレートホルダー7及び分級プレートホルダー5に形成される。

【0033】

第3空間23Cと第1空間15Dは、連絡通路51によって連通される。連絡通路51は、下部筐体3Bの側壁、仕切り板14B、捕集プレートホルダー7及び下部筐体3Bの底面によって取り囲まれて形成される第3水平通路、及び上部筐体3Aの直交する2つの側壁、及び仕切り板10A及び14Aによって取り囲まれて形成される第3上昇通路を有する(図3(C)、図4(D)及び図5(A)参照)。第3水平通路は、空間18E、開口部17F及び空間18Fを連絡して形成され、仕切り板14Bに形成された開口部17Eによって第3空間23Cに連絡される。第3上昇通路は、開口部19C、空間20C、開口部21F及び空間22Cを連絡して形成され、仕切り板14Aに形成された開口部21Eを通して第1空間15Dに連絡される。第3水平通路と第3上昇通路は、開口部19Cにより連絡される。開口部17F、19C及び21Fは、仕切り板10B、捕集プレートホルダー7及び分級プレートホルダー5に形成される。

【0034】

筐体開閉装置26は、筐体把持装置27、31、上下方向移動装置30、34及びマスト35を有する(図6参照)。マスト35は、ベース56の上に設置され、上方に向かって伸びている。ラック57がマスト35の一面に形成される。上下方向移動装置30、34は、マスト35に移動可能に取り付けられる。上下方向移動装置30、34には、モータ(図示せず)がそれぞれ設置され、モータの回転軸に取り付けられる各ピニオン(図示せず)がラック57と噛み合っている。

【0035】

筐体把持装置27は、マスト35と直交する方向に伸びるアーム28及び一对の把持部材29A、29Bを有する。筐体把持装置27、すなわち、アーム28が上下方向移動装置30に取り付けられる。アーム28に取り付けられた把持部材29A、29Bがアーム28に沿って移動可能である。把持部材29A、29Bの一端部にそれぞれ形成されたネジ孔がアーム28に取り付けられたネジ棒(図示せず)に噛み合っている。ネジ棒がアーム28に設けられた他のモータ(図示せず)によって回転されると、把持部材29A、29Bがアーム28に沿って反対方向に移動される。

【0036】

筐体把持装置31は、マスト35と直交する方向に伸びるアーム32及び一对の把持部

10

20

30

40

50

材 3 3 A, 3 3 B を有する。筐体把持装置 3 1、すなわち、アーム 3 2 が上下方向移動装置 3 4 に取り付けられる。アーム 3 2 に取り付けられた把持部材 3 3 A, 3 3 B がアーム 3 2 に沿って移動可能である。アーム 3 2 にはアーム 2 8 に設けられた駆動機構と同じ駆動機構が設けられ、この駆動機構により把持部材 3 3 A, 3 3 B はアーム 3 2 に沿って反対方向に移動される。

【0037】

保管容器 5 4 がベース 5 6 上に設置され、他の保管容器 5 2 が保管容器 5 4 の上に設置される。未使用の 4 つの捕集プレート 8 が設けられた捕集プレートホルダー 7 が保管容器 5 2 内に保管される（図 7 参照）。捕集プレート 8 が使用済になった捕集プレートホルダー 7 A が保管容器 5 4 内に保管される（図 7 参照）。保管容器 5 2, 5 4 は筐体開閉装置 2 6、すなわち、マスト 3 5 の前方に配置される。水平カスケードインパクター 2 は保管容器 5 2 の上に置かれる。

10

【0038】

保管容器 5 4 の隣でベース 5 6 上に配置される放射線検出装置 4 4 は、図 7 に示すように、放射線検出器 4 5 及び収納容器 4 6 を有する。放射線検出器 4 5 は、アルファ線検出器であり、収納容器 4 6 上に設置される。放射線検出装置 4 4、すなわち、収納容器 4 6 がベース 5 6 上に設置される。収納容器 4 6 は、捕集プレートホルダー 7 を保持する支持部材 5 8 を内部に設置しており、前面に扉 4 7 を設けている。データ処理装置 4 8 が収納容器 4 6 の脇に設置されている。

【0039】

20

移送装置 3 6 は、ホルダー把持装置 5 3、上下方向移動装置 5 4、マスト 3 9、走行装置 4 0 及びガイドレール 4 1, 4 2, 4 3 を有する（図 6 参照）。ガイドレール 4 1 がマスト 3 5 との間で保管容器 5 4 を挟むようにベース 5 6 上に設置される。このガイドレール 4 1 は、保管容器 5 4 及び放射線検出装置 4 4 の並びに沿って伸びている。ガイドレール 4 2, 4 3 は、ガイドレール 4 1 と直交する方向に伸びてベース 5 6 上に設置される。ガイドレール 4 2 はガイドレール 4 1 から保管容器 5 4 及びマスト 3 5 に向かって伸びている。ガイドレール 4 3 はガイドレール 4 1 から放射線検出装置 4 4 に向かって伸びている。

【0040】

走行装置 4 0 は、ガイドレール 4 1 に噛み合っており、ガイドレール 4 1, 4 2, 4 3 に沿って移動可能である。マスト 3 9 は、走行装置 4 0 上に設置され、上方に向かって伸びている。マスト 3 9 の一面にもラック（図示せず）が形成される。上下方向移動装置 5 4 には、上下方向移動装置 3 0 と同様に、駆動機構が設けられるので、上下方向移動装置 5 4 はマスト 3 9 に沿って移動することができる。

30

【0041】

ホルダー把持装置 5 3 は、マスト 3 9 と直交する方向に伸びるアーム 3 7 及び一对の把持部材 3 8 A, 3 8 B を有する。ホルダー把持装置 5 3、すなわち、アーム 3 7 が上下方向移動装置 5 4 に取り付けられる。アーム 3 7 に取り付けられた把持部材 3 8 A, 3 8 B がアーム 3 7 に沿って移動可能である。アーム 3 7 にはアーム 2 8 に設けられた駆動機構と同じ駆動機構が設けられ、この駆動機構により把持部材 3 8 A, 3 8 B はアーム 3 7 に沿って反対方向に移動される。

40

【0042】

粒子状物質測定装置 1 は、例えば、地下街に設置される。水平カスケードインパクター 2 の排出口に接続された吸引装置（図示せず）を駆動することによって、地下街の環境からサンプリングされた空気がインパクター 4 A 内に流入する。この空気は、図 8 に示すように、インパクター 4 B, 4 C 及び 4 D へと順次導かれる。この空気の流れを図 3、図 4 及び図 5 を用いて詳細に説明する。

【0043】

地下街の環境からサンプリングされてインパクター 4 A 内に流入した空気は、インパクター 4 A 内において、第 1 空間 1 5 A、分級プレート 6 A、第 2 空間 1 6 A 及び貫通孔 9

50

Aを通過して第3空間23Aに達する。空気に含まれた粒子（エアロゾル）のうちで粒径の大きな粒子（分級プレート6Aの貫通孔の内径で決まる粒径を有する粒子）が捕集プレート8Aに捕捉される。捕捉された粒子よりも粒径の小さな粒子を含む空気は、開口部17Aから連絡通路49内に排出され、連絡通路49を通してインパクター4Bの第1空間15B内に導かれる。

【0044】

第1空間15B内に流入した空気は、インパクター4B内において、分級プレート6B、第2空間16B及び貫通孔9Bを通過して第3空間23Bに達する。この空気に含まれた粒子のうちで粒径の大きな粒子（分級プレート6Bの貫通孔の内径で決まる粒径を有する粒子）が捕集プレート8Bに捕捉される。捕捉された粒子よりも粒径の小さな粒子を含む空気は、開口部17Cから連絡通路50内に排出され、連絡通路50を通してインパクター4Cの第1空間15C内に導かれる。

10

【0045】

第1空間15C内に流入した空気は、インパクター4C内において、分級プレート6C、第2空間16C及び貫通孔9Cを通過して第3空間23Cに達する。この空気に含まれた粒子のうちで粒径の大きな粒子（例えば、分級プレート6Cの貫通孔の内径で決まる粒径を有する粒子）が捕集プレート8Cに捕捉される。捕捉された粒子よりも粒径の小さな粒子を含む空気は、開口部17Eから連絡通路51内に排出され、連絡通路51を通してインパクター4Dの第1空間15D内に導かれる。

【0046】

20

第1空間15D内に流入した空気は、インパクター4D内において、分級プレート6D、第2空間16D及び貫通孔9Dを通過して第3空間23Dに達する。この空気に含まれた粒子（分級プレート6Dの貫通孔の内径で決まる粒径を有する粒子）が捕集プレート8Dに捕捉される。第3空間23Dに到達した空気は、下部筐体3Bに設けられた排出口（図示せず）から排出され、地下街の環境に戻される。

【0047】

カスケードインパクターの各プレートでの捕集効率におけるカットオフ粒径は、分級プレート6に形成された貫通孔の内径のルートに比例する。貫通孔の内径が大きい場合は、粒径が大きい粒子は、捕集プレート8へのインパクトが大きくなるので、捕集プレート8に捕集される効率が高くなる。逆に、粒径の小さい粒子は、捕集プレート8へのインパクトが小さいので、この捕集プレート8に捕集されなくなる。ある捕集プレート8では、ある所定の粒径（カットオフ粒径）を境に、捕集されるか否かが決まる。したがって、複数の分級プレート6において形成される貫通孔の内径を除々に小さくすることによって、それぞれのカットオフ粒径の間に存在する粒子が該当する捕集プレート8で捕集されることになる。

30

【0048】

サンプリングされた空気が上記したように各インパクター内を順次流れるので、分級プレート6A～6Dの作用により捕集プレート8A～8Dの各々で粒径が異なる粒子を捕捉することができる。地下街の空気のサンプリングを開始して所定時間が経過した後、吸引装置を停止して空気のサンプリングを停止する。その後、水平カスケードインパクター2内の捕集プレートホルダー7が、放射線検出装置44の収納容器46内まで移送される。この捕集プレートホルダー7の移送を以下に説明する。

40

【0049】

捕集プレートホルダー7の移送は、移送装置36を用いて行われる。捕集プレートホルダー7の移送の前に、水平カスケードインパクター2内から捕集プレートホルダー7を取り出さねばならず、筐体3を開く必要がある。この筐体3を開くために用いられる装置が、筐体開閉装置26である。筐体開閉装置26を用いた筐体3の開操作を以下に説明する。

【0050】

アーム32に設けられたモータを駆動して持把部材33A、33Bを反対方向に移動さ

50

せ、持把部材 3 3 A と持把部材 3 3 B の間隔を下部筐体 3 B の幅よりも広くしておく。上下方向移動装置 3 4 に設けられたモータを回転させて上下方向移動装置 3 4 をマスト 3 5 に沿って移動させ、持把部材 3 3 A、3 3 B を保管容器 5 2 の上に置かれた下部筐体 3 B の高さに合せる。このとき、持把部材 3 3 A と持把部材 3 3 B の間に下部筐体 3 B が位置している。そして、持把部材 3 3 A と持把部材 3 3 B の間隔を狭め、持把部材 3 3 A 及び 3 3 B を下部筐体 3 B の向き合っている 2 つの側面に接触させる。下部筐体 3 B は筐体把持装置 3 1 によって把持される（図 3（C）参照）。

【0051】

上下方向移動装置 3 0 をマスト 3 5 に沿って移動させ、相互間の間隔が広げられた持把部材 2 9 A、2 9 B を上部筐体 3 A の高さに位置に合せる。上部筐体 3 A は結合部材 2 4 A、2 4 B によって下部筐体 3 B に結合されている。持把部材 2 9 A と持把部材 2 9 B の間隔を狭めて、上部筐体 3 A を筐体把持装置 2 7 によって把持する（図 3（A）及び図 3（B）参照）。上下方向移動装置 3 0 を上方に向かって移動させることによって、上部筐体 3 A が上方へ移動される。下部筐体 3 B との結合状態が解除され、上部筐体 3 A が下部筐体 3 B から離れて上方に位置する（図 9 参照）。捕集プレートホルダー 7 は着脱部材 2 5 によって下部筐体 3 B に保持されている。

【0052】

走行装置 4 0 を走行させて移送装置 3 6 をガイドレール 4 2 上まで移動させる。移送装置 3 6 のホルダー把持装置 5 3 が、筐体把持装置 3 1 で把持されている下部筐体 3 B 上の捕集プレートホルダー 7 に接近する。この捕集プレートホルダー 7 が、水平方向において、ホルダー把持装置 5 3 の把持部材 3 8 A と把持部材 3 8 B の間に位置するようになる。把持部材 3 8 A 及び把持部材 3 8 B は、アーム 3 7 に沿って移動され、下部筐体 3 B 上の捕集プレートホルダー 7 を把持する。走行装置 4 0 が筐体開閉装置 2 6 から遠ざかる方向に移動することによって、ホルダー把持装置 5 3 に把持された捕集プレートホルダー 7 が、下部筐体 3 B から取り外され、上部筐体 3 A と下部筐体 3 B の間から引き出される（図 6 及び図 9 参照）。着脱部材 2 5 は、前述したようにゴム製である。前述のように、上部筐体 3 A を筐体把持装置 2 7 によって把持し、下部筐体 3 B を筐体把持装置 3 1 によって辞した状態で、筐体把持装置 2 7 を上方に移動させたとき、捕集プレートホルダー 7 に押し付けられている上部筐体 3 A の着脱部材 2 5 が捕集プレートホルダー 7 から離れる。このとき、上部筐体 3 A の側壁に設けられた結合部材 2 4 A、2 4 B も下部筐体 3 B の側壁から話される。下部筐体 3 B の側壁に設けられた結合部材 2 4 A 及び下部筐体 3 B の各仕切り板に設けられた着脱部材 2 5 は捕集プレートホルダー 7 に接触しているだけであるので、捕集プレートホルダー 7 を上部筐体 3 A と下部筐体 3 B の間から容易に引き出すことができる。

【0053】

移送装置 3 6 は、ガイドレール 4 2、4 1 及び 4 3 に沿って放射線検出装置 4 4 の前方まで移動する。このとき、収納容器 4 6 の扉 4 7 が自動的に開く。上下方向移動装置 5 4 がマスト 3 9 に沿って下降し、ホルダー把持装置 5 3 が収納容器 4 6 内の支持部材 5 8 付近の高さに合せられる。移送装置 3 6 が収納容器 4 6 に向かって前進することによって、ホルダー把持装置 5 3 に保持された捕集プレートホルダー 7 が収納容器 4 6 内に挿入される。この捕集プレートホルダー 7 は支持部材 5 8 の上に載せられる。その後、移送装置 3 6 がガイドレール 4 3 に沿って後退し、扉 4 7 が閉じられる。

【0054】

支持部材 5 8 上に置かれた捕集プレートホルダー 7 に設けられた捕集プレート 8 A、8 B、8 C、8 D のそれぞれに対して、捕集された粒子に付着したアルファ線放出核種（例えば、ラドン）から放出されたアルファ線を放射線検出器 4 5 によって検出する。捕集プレートホルダー 7 に設けられた捕集プレート 8 A、8 B、8 C、8 D から放出されるそれぞれのアルファ線を同時に検出するために、放射線検出器 4 5 に設けられた半導体検出素子（図示せず）を捕集プレート 8 の数だけ多チャンネル化し、各捕集プレート 8 に対応させ、対になって組み合せられた捕集プレート 8 及び半導体検出素子の各組の相互間に、薄

い遮蔽体（図示せず）を設置している。

【0055】

放射線検出器45から出力された、それぞれの捕集プレート8に対するアルファ線検出信号は、データ処理装置48に入力される。データ処理装置48は、捕集プレート8A、8B、8C、8Dのそれぞれのアルファ線検出信号に基づいて各捕集プレートに対するアルファ線スペクトルを求める。このため、各捕集プレートでは捕集された粒子の粒径が異なり粒径分布が異なっているため、異なる粒径分布に対するそれぞれのアルファ線スペクトルを得ることができる。

【0056】

各粒径分布毎のアルファ線スペクトルの情報は、データ処理装置48に記憶され、定期的に監視センターに伝送される。監視センターにいる監視員は、各地の地下街に設置された各粒子状物質測定装置1から送られてくるそれらの情報を把握することができる。

10

【0057】

アルファ線の計測が終了した後、収納容器46の扉47が自動的に開けられ、捕集プレートホルダー7が移送装置36によって収納容器46から取り出される。この捕集プレートホルダー7は、移送装置36により保管容器54内まで移送され、使用済の捕集プレートホルダー7Aとして保管容器54内に保管される。保管容器52内の、未使用の4つの捕集プレート8A～8Dを有する捕集プレートホルダー7は、ホルダー把持装置53に保持され、移送装置36によって下部筐体3Bの上まで移送される。この捕集プレートホルダー7は下部筐体3Bに着脱部材25によって連結される。

20

【0058】

上下方向移動装置30を駆動して筐体把持装置27を下降させる。上部筐体3Aが下部筐体3Bに接触し、上部筐体3A及び下部筐体3Bが結合部材24A、24Bによって結合される。このとき、捕集プレートホルダー7は上部筐体3Aと下部筐体3Bの間に位置している。その後、吸引装置が駆動され、前述したように、サンプリングされた空気に含まれる粒子が新しい捕集プレート8A～8Dに捕集される。上部筐体3Aは筐体把持装置27によって把持されたままになり、下部筐体3Bは筐体把持装置31によって把持されたままになる。

【0059】

粒子状物質測定装置1では、環境からの空気のサンプリング、粒子の捕集、捕集プレートホルダー7の筐体3からの取り出し、取り出した捕集プレートホルダー7の放射線検出装置44への移送、アルファ線の計測、及び新しい捕集プレートホルダー7の筐体3内への設置が、水平カスケードインパクター2、筐体開閉装置26、移送装置36及び放射線検出装置44を用いて周期的にかつ自動的に行われる。

30

【0060】

粒子状物質測定装置1における上記の一連の操作は制御装置（図示せず）によって行われる。この制御装置は、筐体把持装置27及び31、上下方向移動装置30及び34、ホルダー把持装置53、上下方向移動装置54、走行装置40及び放射線検出器45に制御指令信号を送信し、これらの装置を前述したように操作し、上記の一連の操作を実行させる。その一連の操作は、その制御装置によって周期的に実行される。

40

【0061】

本実施例によれば、インパクター4A～4D、すなわち、捕集プレート8A～8Dが水平方向において並列に配置されているので、移送装置36を用いて捕集プレートホルダー7、すなわち、捕集プレート8A～8Dを筐体3から放射線検出装置44の位置まで自動的に搬送することができる。さらに、分級プレート6A～6Dによって弁別された粒径の異なる粒子毎にアルファ線スペクトルを計測できる。このため、地下街での放射線エアロゾルの自動モニタリングが可能になる。本実施例では、1枚の捕集プレートホルダー7に4つの捕集プレートが設けられているので、これらの捕集プレートを一度に放射線検出装置44まで移送することができる。したがって、捕集プレートの移送に要する時間が短縮できる。また、捕集プレート8A～8Dを筐体3内に装着するのに要する時間も短縮され

50

る。

【0062】

本実施例では、筐体開閉装置26が設けられているので、上部筐体3Aと下部筐体3Bの開閉を自動的に行うことができ、筐体3内からの捕集プレートホルダー7の取り出し及び筐体3内への新しい捕集プレートホルダー7の装着が容易に行うことができる。捕集プレートホルダー7の取り出し及び捕集プレートホルダー7の装着は、筐体3が上下方向に開閉できる上部筐体3A及び下部筐体3Bを有することによって可能になる。特に、上部筐体3Aと下部筐体3Bの分割位置が、上下方向において筐体3内で捕集プレートホルダー7が配置される位置になっているので、捕集プレートホルダー7を水平方向に取り出すことができる。このため、捕集プレートホルダー7を把持した移送装置36を水平方向に移動させるだけで捕集プレートホルダー7を上下方向に開いた上部筐体3Aと下部筐体3Bの間から引き出すことができる。

10

【0063】

さらに、本実施例は、移送装置36を設けているので、引き出した捕集プレートホルダー7を放射線検出装置44の位置まで搬送することができる。

【0064】

水平カスケードインパクター2に含まれたインパクター4A～4Dでは、分級プレート及び捕集プレートが上下方向において同じ方向に並んで配置されている。このため、捕集プレート8A～8Dが捕集プレートホルダー7の一面に取り付けられるので、捕集プレート8A～8Dが取り付けられる捕集プレートホルダー7の一面に向かい合っている放射線検出器45によって、各捕集プレートで捕捉された粒子のアルファ線を検出することができる。本実施例は、後述する実施例2のように、捕集プレートホルダー7の上面及び下面の二面にそれぞれ向かい合って放射線検出器45を配置する必要が無く、放射線検出器45の設置個数を低減できる。

20

【0065】

粒子状物質測定装置1は、地下街以外に、地下駐車場及び地下鉄等の地下環境、及び石炭等の採掘現場及びトンネル工事現場等の作業環境にそれぞれ設置され、該当する環境でのアルファ線放出核種を自動モニタリングすることができる。

【0066】

本実施例では、インパクター4A～4Dを水平方向に並列に配置した例を説明したが、これらのインパクターを上下方向に並列に配置することも可能である。

30

【実施例2】

【0067】

本発明の他の実施例である実施例2の粒子状物質測定装置を、図10及び図11を用いて説明する。本実施例の粒子状物質測定装置1Aは、実施例1の粒子状物質測定装置1において水平カスケードインパクター2を水平カスケードインパクター2Aに替えた構成を有する。粒子状物質測定装置1Aの他の構成は、粒子状物質測定装置1と同じである。水平カスケードインパクター2Aも、水平カスケードインパクター2と同様に、インパクター4A～4Dを水平方向に平方格子状に並べて配置している（図11参照）。換言すれば、インパクター4A～4Dは水平方向に並列に二次元配置されている。

40

【0068】

水平インパクター2がインパクター4A～4Dにおいて分級プレート及び捕集プレートが上下方向において同じ方向に並んで配置されているのに対し、粒子状物質測定装置1Aでは、一部のインパクターでの分級プレート及び捕集プレートの上下方向における並ぶ順序が、他のインパクターでのそれらの上下方向における並ぶ順序と逆になっている。図10(A)に示すように、インパクター4Bで分級プレート6B及び捕集プレート8Bの上下方向において並んでいる順序が、インパクター4Aで分級プレート6A及び捕集プレート8Aの上下方向において並んでいる順序と逆になっている。インパクター4Aでは上方より下方に向かって分級プレート6A及び捕集プレート8Aの順に並んでいるのに対し、インパクター4Bでは下方より上方に向かって分級プレート6B及び捕集プレート8Bの

50

順に並んでいる。図10(C)に示すように、インパクター4Cでは、上方より下方に向かって、分級プレート6C及び捕集プレート8Cの順に並んでおり、インパクター4Dでは、逆に、上方より下方に向かって、分級プレート6D及び捕集プレート8Dの順に並んでいる。

【0069】

捕集プレート8A～8Dは1枚の正方形をした捕集プレートホルダー7に取り付けられている。捕集プレート8A及び8Cは捕集プレートホルダー7の上面に、捕集プレート8B及び8Dは捕集プレートホルダー7の下面にそれぞれ取り付けられる。

【0070】

格子状に組み合わされた仕切り板10A及び13Aが上部筐体3A内に配置されて上部筐体3Aの側壁に取り付けられる(図10(A)及び図10(B)参照)。格子状に組み合わされた仕切り板10B及び13Bが下部筐体3B内に配置されて下部筐体3Bの側壁に取り付けられる(図10(A)及び図10(B)参照)。水平カスケードインパクター2Aでは、分級プレート6A～6Dは別々の分級プレートホルダーに取り付けられている。分級プレート6Aを設けた分級プレートホルダー5A及び分級プレート6Cを設けた分級プレートホルダー5Cは、上部筐体3A内に配置されて上部筐体3Aの2つの側壁及び仕切り板10A及び13Aに取り付けられる。分級プレート6Bを設けた分級プレートホルダー5B及び分級プレート6Dを設けた分級プレートホルダー5Dは、下部筐体3B内に配置されて下部筐体3Bの2つの側壁及び仕切り板10B及び13Bに取り付けられる。

【0071】

インパクター4Aでは、第1空間15A、第2空間16A及び第3空間23Aがこの順序で上方より下方に向かって配置される。インパクター4Bでは、第1空間15B、第2空間16B及び第3空間23Bがこの順序で下方より上方に向かって配置される。インパクター4Cでは、上方より下方に向かって、第1空間15C、第2空間16C及び第3空間23Cの順に並んでいる。インパクター4Dでは、逆に、上方より下方に向かって、第1空間15D、第2空間16D及び第3空間23Dの順に並んでいる。

【0072】

インパクター4Aの第1空間15A及び第2空間16A、インパクター4Bの第3空間23B、インパクター4Cの第1空間15C及び第2空間16C、及びインパクター4Dの第3空間23Dが、それぞれ、上部筐体3Aの2つの側壁及び仕切り板10A及び13Aによって取り囲まれる。インパクター4Aの第3空間23A、インパクター4Bの第1空間15B及び第2空間16B、インパクター4Cの第3空間23C、及びインパクター4Dの第1空間15D及び第2空間16Dが、それぞれ、下部筐体3Bの2つの側壁及び仕切り板10B及び13Bによって取り囲まれる。

【0073】

インパクター4Aの第3空間23Aとインパクター4Bの第1空間15Bが隣り合っており、これらの空間は仕切り板10Bに形成された開口部17Aを介して連通して(図10(A)参照)。インパクター4Bの第3空間23Bとインパクター4Cの第1空間15Cが隣り合っており、これらの空間は仕切り板13Aに形成された開口部17Bを介して連通している(図10(B)参照)。インパクター4Cの第3空間23Cとインパクター4Dの第1空間15Dが隣り合っており、これらの空間は仕切り板10Bに形成された開口部17Cを介して連通している(図10(C)参照)。

【0074】

粒子状物質測定装置1Aは地下街に設置される。地下街以外に、地下駐車場及び地下鉄等の地下環境、及び石炭等の採掘現場及びトンネル工事現場等の作業環境に、粒子状物質測定装置1Aをそれぞれ設置しても良い。吸引装置(図示せず)が駆動されると、地下街の空気がサンプリングされて水平カスケードインパクター2Aのインパクター4A内に流入する。この空気は、水平カスケードインパクター2A内において、インパクター4A、インパクター4B、インパクター4C及びインパクター4Dの順に導かれる(図11参照)。具体的には、サンプリングされた空気は、第1空間15A、分級プレート6A、第2

空間 1 6 A、貫通孔 9 A、第 3 空間 2 3 A、開口部 1 7 A、第 1 空間 1 5 B、分級プレート 6 B、第 2 空間 1 6 B、貫通孔 9 B、第 3 空間 2 3 B、開口部 1 7 B、第 1 空間 1 5 C、分級プレート 6 C、第 2 空間 1 6 C、貫通孔 9 C、第 3 空間 2 3 C、開口部 1 7 C、第 1 空間 1 5 D、分級プレート 6 D、第 2 空間 1 6 D、貫通孔 9 D 及び第 3 空間 2 3 D の順に導かれる。その際、空気に含まれる粒子は粒径に応じて捕集プレート 8 A～8 D にそれぞれ捕集される。

【0075】

実施例 1 と同様に、筐体開閉装置 2 6 を用いて上部筐体 3 A を上方に持ち上げて筐体 3 を開く。下部筐体 3 B 上に置かれた捕集プレートホルダー 7 は、ホルダー把持装置 5 3 に把持されて移送装置 3 6 の移動により上部筐体 3 A と下部筐体 3 B の間から取り出される。この捕集プレートホルダー 7 は、移送装置 3 6 により収納容器 4 6 内の支持部材 5 8 上まで移送される。本実施例では、収納容器 4 6 内の捕集プレートホルダー 7 の上面及び下面にそれぞれ対向した 2 個の放射線検出器 4 5 が設けられている。捕集プレートホルダー 7 の上面に面している放射線検出器 5 4 は、捕集プレートホルダー 7 の上面に設けられた捕集プレート 8 A 及び 8 C にて捕集された粒子から放出されるアルファ線を検出する。捕集プレートホルダー 7 の下面に面している他の放射線検出器 5 4 は、捕集プレートホルダー 7 の下面に設けられた捕集プレート 8 B 及び 8 D にて捕集された粒子から放出されるアルファ線を検出する。

【0076】

本実施例は、実施例 1 で生じる効果のうち、インパクター 4 A～4 D を水平方向に並列に配置することによって生じる効果、上部筐体 3 A 及び下部筐体 3 B を有する筐体、筐体開閉装置及び移送装置を設けることによって生じる各効果を得ることができる。さらに、本実施例は、インパクター 4 B、4 D におけるそれぞれの分級プレート及び捕集プレートの上下方向における配置が、インパクター 4 A、4 C におけるそれらの配置と逆になっているので、第 3 空間 2 3 A が開口部 1 7 A を介して第 1 空間 1 5 B に連絡でき、第 3 空間 2 3 B が開口部 1 7 B を介して第 1 空間 1 5 C に連絡でき、第 3 空間 2 3 C が開口部 1 7 C を介して第 1 空間 1 5 D に連絡できる。このため、水平カスケードインパクター 2 A 内に、水平カスケードインパクター 2 において形成された連絡通路 4 9、5 0 及び 5 1 を形成する必要が無く、水平カスケードインパクター 2 A をコンパクト化することができる。しかしながら、本実施例は、捕集プレート 8 A 及び 8 C を捕集プレートホルダー 7 の上面に、捕集プレート 8 B 及び 8 D を捕集プレートホルダー 7 の下面にそれぞれ取り付ける必要があるので、捕集プレートホルダー 7 の上面に面する放射線検出器 4 5、及び捕集プレートホルダー 7 の下面に面する他の放射線検出器 4 5 をそれぞれ設置しなければならない。

【0077】

本実施例の粒子状物質測定装置 1 A も、地下街以外に、地下駐車場及び地下鉄等の地下環境、及び石炭等の採掘現場及びトンネル工事現場等の作業環境にそれぞれ設置され、該当する環境でのアルファ線放出核種を自動モニタリングすることができる。

【実施例 3】

【0078】

本発明の他の実施例である実施例 3 の粒子状物質測定装置を、図 1 2～図 1 4 を用いて説明する。本実施例の粒子状物質測定装置 1 B は、実施例 1 の粒子状物質測定装置 1 において水平カスケードインパクター 2 を水平カスケードインパクター 2 B に替えた構成を有する。粒子状物質測定装置 1 B の他の構成は、粒子状物質測定装置 1 と同じである。水平カスケードインパクター 2 B も水平インパクター 2 と同様にインパクター 4 A～4 D を水平方向に並列に配置している。ただし、水平カスケードインパクター 2 B はインパクター 4 A～4 D を一直線状に並べて配置している（図 1 2 参照）。インパクター 4 A～4 D では、実施例 1 と同様に、上方から下方に向かって、分級プレート及び捕集プレートがこの順に配置されている。

【0079】

水平カスケードインパクター 2 B の構造を、図 1 3 及び図 1 4 を用いて詳細に説明する。インパクター 4 A ～ 4 D の構造は実施例 1 に用いられる水平カスケードインパクター 2 のインパクター 4 A ～ 4 D の構造と同じである。上部筐体 3 A 内には、仕切り板 6 0 A 及び 6 1 A が上部筐体 3 A の長手方向に伸びる側壁と平行に配置される。仕切り板 6 0 A 及び 6 1 A と直交する仕切り板 6 2 A, 6 3 A 及び 6 4 A が、仕切り板 6 0 A 及び 6 1 A と格子を形成している。各仕切り板の両端は、上部筐体 3 A の側壁に取り付けられる。下部筐体 3 B 内には、仕切り板 6 0 B 及び 6 1 B が下部筐体 3 B の長手方向に伸びる側壁と平行に配置される。仕切り板 6 0 B 及び 6 1 B と直交する仕切り板 6 2 B, 6 3 B 及び 6 4 B が、仕切り板 6 0 B 及び 6 1 B と格子を形成している。各仕切り板の両端は、下部筐体 3 B の側壁に取り付けられる。

10

【0080】

インパクター 4 A ～ 4 D は、仕切り板 6 0 A と仕切り板 6 1 A の間、及び仕切り板 6 0 B と仕切り板 6 1 B の間に配置される。インパクター 4 A とインパクター 4 B は仕切り板 6 2 A 及び 6 2 B によって仕切られている。インパクター 4 B とインパクター 4 C は仕切り板 6 3 A 及び 6 3 B によって仕切られている。インパクター 4 C とインパクター 4 D は仕切り板 6 4 A 及び 6 4 B によって仕切られている。

【0081】

インパクター 4 A の第 3 空間 2 3 A とインパクター 4 B の第 1 空間 1 5 B を接続する連絡通路 6 5、及びインパクター 4 C の第 3 空間 2 3 C とインパクター 4 D の第 1 空間 1 5 D を接続する連絡通路 7 1 は、上部筐体 3 A 及び下部筐体 3 B の各側壁と仕切り板 6 0 A 及び 6 0 B の間に配置される（図 1 3 (A) 参照）。連絡通路 6 5 は、空間 6 6 A、開口部 6 7 B、空間 6 6 B、開口部 6 7 C、空間 6 6 C、開口部 6 7 D 及び空間 6 6 D を含んでいる（図 1 4 (A) 参照）。連絡通路 6 5 は、仕切り板 6 0 B に形成された開口部 6 7 A を通して第 3 空間 2 3 A に連絡され、仕切り板 6 0 A に形成された開口部 6 7 E を通して第 1 空間 1 5 B に連絡される。連絡通路 7 1 は、空間 7 2 A、開口部 7 3 B、空間 7 2 B、開口部 7 3 C、空間 7 2 C、開口部 7 3 D 及び空間 7 2 D を含んでいる（図 1 3 (A) 及び図 1 4 (A) 参照）。連絡通路 7 1 は、仕切り板 6 0 B に形成された開口部 7 3 A を通して第 3 空間 2 3 C に連絡され、仕切り板 6 0 A に形成された開口部 7 3 E を通して第 1 空間 1 5 D に連絡される。

20

【0082】

インパクター 4 B の第 3 空間 2 3 B とインパクター 4 C の第 1 空間 1 5 C を接続する連絡通路 6 8 は、上部筐体 3 A 及び下部筐体 3 B の各側壁と仕切り板 6 1 A 及び 6 1 B の間に配置される（図 1 3 (A) 及び図 1 4 (C) 参照）。連絡通路 6 8 は、空間 6 9 A、開口部 7 0 B、空間 6 9 B、開口部 7 0 C、空間 6 9 C、開口部 7 0 D 及び空間 6 9 D を含んでいる（図 1 4 (C) 参照）。連絡通路 6 8 は、仕切り板 6 1 B に形成された開口部 7 0 A を通して第 3 空間 2 3 B に連絡され、仕切り板 6 1 A に形成された開口部 7 0 E を通して第 1 空間 1 5 C に連絡される。

30

【0083】

開口部 6 7 C, 7 0 C, 7 3 C は分級プレートホルダー 5 に形成され、開口部 6 7 B, 7 0 B, 6 3 B は捕集プレートホルダー 7 に形成される。開口部 6 7 D は仕切り板 6 2 A に、開口部 7 0 D は仕切り板 6 3 A に、開口部 7 3 D は仕切り板 6 4 A にそれぞれ形成される。

40

【0084】

粒子状物質測定装置 1 B は地下街に設置される。地下街以外に、地下駐車場及び地下鉄等の地下環境、及び石炭等の採掘現場及びトンネル工事現場等の作業環境に、粒子状物質測定装置 1 B をそれぞれ設置しても良い。吸引装置（図示せず）が駆動されると、地下街の空気がサンプリングされて水平カスケードインパクター 2 B のインパクター 4 A 内に流入する。この空気は、水平カスケードインパクター 2 B 内において、インパクター 4 A, インパクター 4 B, インパクター 4 C 及びインパクター 4 D の順に導かれる（図 1 5 参照）。具体的には、サンプリングされた空気は、第 1 空間 1 5 A、分級プレート 6 A、第 2

50

空間 1 6 A、貫通孔 9 A、第 3 空間 2 3 A、開口部 6 7 A、連絡通路 6 5、開口部 6 7 E、第 1 空間 1 5 B、分級プレート 6 B、第 2 空間 1 6 B、貫通孔 9 B、第 3 空間 2 3 B、開口部 7 0 A、連絡通路 6 8、開口部 7 0 E、第 1 空間 1 5 C、分級プレート 6 C、第 2 空間 1 6 C、貫通孔 9 C、第 3 空間 2 3 C、開口部 7 3 A、連絡通路 7 1、開口部 7 3 E、第 1 空間 1 5 D、分級プレート 6 D、第 2 空間 1 6 D、貫通孔 9 D 及び第 3 空間 2 3 D の順に導かれる。その際、空気に含まれる粒子は粒径に応じて捕集プレート 8 A～8 D に捕集される。

【0085】

実施例 1 と同様に、筐体開閉装置 2 6 を用いて上部筐体 3 A を上方に持ち上げて筐体 3 を開く。下部筐体 3 B 上に置かれた捕集プレートホルダー 7 は、ホルダー把持装置 5 3 に把持されて移送装置 3 6 の移動により上部筐体 3 A と下部筐体 3 B の間から取り出される。ホルダー把持装置 5 3 は捕集プレートホルダー 7 の長手方向と直交する方向で捕集プレートホルダー 7 を把持する。この捕集プレートホルダー 7 は、移送装置 3 6 により収納容器 4 6 内の支持部材 5 8 上まで移送される。支持部材 5 8 で保持された捕集プレートホルダー 7 に設けられた捕集プレート 8 A～8 D のそれぞれにて捕集された粒子から放出されるアルファ線が、放射線検出器 5 4 によって検出される。

【0086】

本実施例は、実施例 1 で生じる各効果を得ることができる。

【実施例 4】

【0087】

本発明の他の実施例である実施例 4 の粒子状物質測定装置を、図 1 6 及び図 1 7 を用いて説明する。本実施例の粒子状物質測定装置 1 C は、実施例 3 の粒子状物質測定装置 1 B において水平カスケードインパクター 2 B を水平カスケードインパクター 2 C に替えた構成を有する。粒子状物質測定装置 1 C の他の構成は、粒子状物質測定装置 1 B と同じである。

【0088】

水平カスケードインパクター 2 C は、水平カスケードインパクター 2 B と同様に、インパクター 4 A～4 D を直線状に一例に配置している。この水平カスケードインパクター 2 C は、水平カスケードインパクター 2 A と同様に、一部のインパクター、すなわち、インパクター 4 B 及び 4 D で分級プレート及び捕集プレートの上下方向の位置がインパクター 4 A 及び 4 C のそれらの位置と逆になっている。第 3 空間 2 3 A と第 1 空間 1 5 B を連絡する開口部 1 7 A が仕切り板 6 2 B に形成される。第 3 空間 2 3 B と第 1 空間 1 5 C を連絡する開口部 1 7 B が仕切り板 6 3 A に形成される。第 3 空間 2 3 C と第 1 空間 1 5 D を連絡する開口部 1 7 C が仕切り板 6 4 B に形成される。水平カスケードインパクター 2 C では、水平カスケードインパクター 2 B に設けられた仕切り板 6 0 A、6 0 B、6 1 A、6 1 B が設けられていない。水平カスケードインパクター 2 C の上記した以外の構成は、水平カスケードインパクター 2 B と同じである。

【0089】

インパクター 4 A の第 1 空間に流入した空気は、分級プレート 6 A、第 2 空間 1 6 A、貫通孔 9 A、第 3 空間 2 3 A、開口部 1 7 A、第 1 空間 1 5 B、分級プレート 6 B、第 2 空間 1 6 B、貫通孔 9 B、第 3 空間 2 3 B、開口部 1 7 B、第 1 空間 1 5 C、分級プレート 6 C、第 2 空間 1 6 C、貫通孔 9 C、第 3 空間 2 3 C、開口部 1 7 C、第 1 空間 1 5 D、分級プレート 6 D、第 2 空間 1 6 D、貫通孔 9 D 及び第 3 空間 2 3 D の順に導かれる。その際、空気に含まれる粒子は粒径に応じて捕集プレート 8 A～8 D に捕集される。

【0090】

実施例 3 と同様に、筐体開閉装置 2 6 を用いて上部筐体 3 A を上方に持ち上げて筐体 3 を開く。下部筐体 3 B 上に置かれた捕集プレートホルダー 7 は、ホルダー把持装置 5 3 に把持されて移送装置 3 6 の移動により上部筐体 3 A と下部筐体 3 B の間から取り出される。この捕集プレートホルダー 7 は、移送装置 3 6 により収納容器 4 6 内の支持部材 5 8 上まで移送される。捕集プレートホルダー 7 の上面に面している放射線検出器 5 4 は、捕集

プレートホルダー 7 の上面に設けられた捕集プレート 8 A 及び 8 C にて捕集された粒子から放出されるアルファ線を検出する。捕集プレートホルダー 7 の下面に面している他の放射線検出器 5 4 は、捕集プレートホルダー 7 の下面に設けられた捕集プレート 8 B 及び 8 D にて捕集された粒子から放出されるアルファ線を検出する。

【0091】

本実施例は、実施例 2 で生じる各効果を得ることができる。

【実施例 5】

【0092】

本発明の他の実施例である実施例 5 の粒子状物質測定装置を、図 18 ～図 19 を用いて説明する。本実施例の粒子状物質測定装置 1 D は、水平カスケードインパクター 2 D、
筐体開閉装置 2 6、放射線検出装置 4 4 A 及び捕集プレート装置 7 6 A、7 6 B、7 6 C、
7 6 D を備えている。水平カスケードインパクター 2 D は、捕集プレートホルダー 7 及び捕集プレート 8 A ～ 8 D を除いて図 1 3 及び図 1 4 に示された水平カスケードインパクター 2 B の構成を有する。水平カスケードインパクター 2 D では、水平カスケードインパクター 2 B における捕集プレートホルダーとして、帯状捕集体 7 7 A、7 7 B、7 7 C、7 7 D を用いている。

【0093】

放射線検出装置 4 4 A は、分離できる上部筐体 8 0 A 及び下部筐体 8 0 B を有する筐体 8 0、4 個の放射線検出器 4 5 及びデータ処理装置 4 8 を備えている。上部筐体 8 0 A 及び下部筐体 8 0 B はゴム製の結合部材 2 4 A、2 4 B によって着脱可能に結合されている。
各放射線検出器 4 5 は、図 1 9 (A) に示すように、上部筐体 8 0 A 内に設置されている。データ処理装置 4 8 は、上部筐体 8 0 A の上面に設置され、各放射線検出器 4 5 に接続されている。

【0094】

捕集プレート装置 7 6 A は、複数の捕集プレート 8 A を直線状に等間隔に設けて所定の幅を有する帯状捕集体 7 7 A、帯状捕集体 7 7 A が巻き付けられた回転ロール 7 8 A 及び帯状捕集体 7 7 A を巻き取る巻き取りロール 7 9 A を有する。捕集プレート装置 7 6 B は、複数の捕集プレート 8 B を直線状に等間隔に設けて所定の幅を有する帯状捕集体 7 7 B、帯状捕集体 7 7 B が巻き付けられた回転ロール 7 8 B 及び帯状捕集体 7 7 B を巻き取る巻き取りロール 7 9 B を有する。捕集プレート装置 7 6 C は、複数の捕集プレート 8 C を直線状に等間隔に設けて所定の幅を有する帯状捕集体 7 7 C、帯状捕集体 7 7 A が巻き付けられた回転ロール 7 8 C 及び帯状捕集体 7 7 C を巻き取る巻き取りロール 7 9 C を有する。捕集プレート装置 7 6 D は、複数の捕集プレート 8 D を直線状に等間隔に設けて所定の幅を有する帯状捕集体 7 7 D、帯状捕集体 7 7 D が巻き付けられた回転ロール 7 8 D 及び帯状捕集体 7 7 D を巻き取る巻き取りロール 7 9 D を有する。

【0095】

巻き取りロール 7 9 A、7 9 B、7 9 C、7 9 D は巻き取りロールの駆動装置であるモータ（図示せず）の回転軸に連結される回転軸に取り付けられる。帯状捕集体 7 7 A、7 7 B、7 7 C、7 7 D は、可撓性を有し、捕集プレートの周囲を取り囲んで空気が通過する複数の貫通孔 9 A ～ 9 D（図 1 3 参照）を形成している。

【0096】

本実施例では、筐体 3 内で水平方向に並列配置される各インパクター（図 1 2、図 1 3 及び図 1 4 参照）は、各分級プレート及びそれぞれの分級プレートの下方に位置する帯状捕集体 7 7 A、7 7 B、7 7 C、7 7 D に設けられた各捕集プレートによって構成される。

【0097】

粒子状物質測定装置 1 D は、さらに、水平カスケードインパクター 2 D 用の筐体開閉装置 2 6、及び放射線検出装置 4 4 A 用の他の筐体開閉装置 2 6 を有している。水平カスケードインパクター 2 D の筐体 3 は、上部筐体 3 A が 1 つの筐体開閉装置 2 6 の筐体把持装置 2 7 によって把持され、下部筐体 3 B が筐体把持装置 3 1 によって把持され、実施例 1

10

20

30

40

50

と同様に開閉される。放射線検出装置 4 4 A の筐体 8 0 は、上部筐体 8 0 A が他の筐体開閉装置 2 6 の筐体把持装置 2 7 によって把持され、下部筐体 8 0 B が筐体把持装置 3 1 によって把持され、水平カスケードインパクター 2 D の筐体 3 と同様に開閉される。

【0098】

環境の空気をサンプリングするとき、互いに結合されている上部筐体 3 A 及び下部筐体 3 B の間に帯状捕集体 7 7 A, 7 7 B, 7 7 C, 7 7 D がそれぞれ存在する。これらの帯状捕集体は水平方向に並んで配置される。それぞれの帯状捕集体に設けられた捕集プレート 8 A, 8 B, 8 C, 8 D は、水平カスケードインパクター 2 B と同様な順序で筐体 3 内に配置される。この筐体 3 内では、捕集プレート 8 A, 8 B, 8 C, 8 D のそれぞれは、分級プレートホルダー 5 の下方に位置する。

10

【0099】

上部筐体 3 A と下部筐体 3 B が互いに結合されている状態で（図 1 4 参照）、サンプリングされた空気がインパクター 4 A の第 1 空間 1 5 A 内に流入し、この空気が、実施例 3 と同様にしてインパクター 4 A, 4 B, 4 C, 4 D 内を順次流れ、インパクター 4 D の第 3 空間 3 4 D から外部に放出される。空気に含まれた粒子が粒径の違いによって捕集プレート 8 A, 8 B, 8 C, 8 D のそれぞれに捕集される。帯状捕集体 7 7 A, 7 7 B, 7 7 C には、水平カスケードインパクター 2 B の捕集プレートホルダー 7 に形成される開口部 6 7 B, 7 0 B, 7 3 B が該当する位置に形成され、粒子の捕集時には、開口部 6 7 B, 7 0 B, 7 3 B が筐体 3 内に位置している。水平カスケードインパクター 2 D においても、サンプリングされた空気を、水平カスケードインパクター 2 B と同様に、インパクター 4 A の第 1 空間 1 5 A からインパクター 4 D の第 3 空間 2 3 D に向って容易に流すことができる。

20

【0100】

所定時間が経過して捕集プレート 8 A, 8 B, 8 C, 8 D による粒子の捕集が終了した後、上部筐体 3 A が 1 つの筐体開閉装置 2 6 の筐体把持装置 2 7 によって持ち上げられる（図 9 参照）。同時に、上部筐体 8 0 A が他の筐体開閉装置 2 6 の筐体把持装置 2 7 によって持ち上げられる（図 1 9 (B) 参照）。巻き取りロール 7 9 A, 7 9 B, 7 9 C, 7 9 D が回転し、帯状捕集体 7 7 A, 7 7 B, 7 7 C, 7 7 D のそれぞれが該当する巻き取りロールに巻き取られる。このため、水平カスケードインパクター 2 D の筐体 3 内に位置して粒子を捕集した捕集プレート 8 A, 8 B, 8 C, 8 D が、放射線検出装置 4 4 A の下部筐体 8 0 B の上方位置まで移動され、巻き取りロール 7 9 A, 7 9 B, 7 9 C, 7 9 D の回転が停止される。帯状捕集体 7 7 A, 7 7 B, 7 7 C, 7 7 D に設けられた新しい捕集プレート 8 A, 8 B, 8 C, 8 D が、下部筐体 3 B の上方位置まで移動される。1 つの筐体開閉装置 2 6 の筐体把持装置 2 7 に把持された上部筐体 3 A が下降されて下部筐体 3 B と結合される。同時に、他の筐体開閉装置 2 6 の筐体把持装置 2 7 に把持された上部筐体 8 0 A が、下降されて下部筐体 8 0 B に結合される。

30

【0101】

水平カスケードインパクター 2 D 内で新しい捕集プレート 8 A, 8 B, 8 C, 8 D を用いた粒子の捕集が開始されたとき、放射線検出装置 4 4 A の上部筐体 8 0 A に設けられた各放射線検出器 4 5 は、筐体 8 0 内に存在する各捕集プレートに捕集された粒子から放出されるアルファ線をそれぞれ検出する。それぞれの放射線検出器 4 5 から出力された各アルファ線検出信号は、データ処理装置 4 8 に送られ、実施例 1 と同様に処理される。

40

【0102】

本実施例も、実施例 1 と同様に、粒子状物質測定装置 1 D が設置された環境（例えば、地下街及びトンネル工事現場等）におけるアルファ線の自動モニタリングが可能になる。本実施例は、実施例 1 で生じる各効果を得ることができる。

【0103】

水平カスケードインパクター 2 D として、捕集プレートホルダー 7 及び捕集プレート 8 A ~ 8 D を除いた水平カスケードインパクター 2 C を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

50

【0104】

【図1】本発明の好適的な一実施例である実施例1の粒子状物質測定装置に用いられる水平カスケードインパクターの概略構成図である。

【図2】図6に示す水平カスケードインパクターの斜視図である。

【図3】図2に示す水平カスケードインパクターの水平断面を示し、(A)は図4(A)のH-H断面図、(B)は図4(A)のI-I断面図、(C)は図4(A)のJ-J断面図である。

【図4】図2に示す水平カスケードインパクターの縦平断面を示し、(A)は図3(A)のB-B断面図、(B)は図3(A)のA-A断面図、(C)は図3(A)のC-C断面図、(D)は図3(A)のD-D断面図である。

10

【図5】図2に示す水平カスケードインパクターの他の方向における縦平断面を示し、(A)は図3(A)のE-E断面図、(B)は図3(A)のF-F断面図、(C)は図3(A)のG-G断面図である。

【図6】本発明の好適的な一実施例である実施例1の粒子状物質測定装置の斜視図である。

【図7】図6に示す粒子状物質測定装置において水平カスケードインパクター内の捕集プレートホルダーを放射線検出装置の収納容器内まで移送する過程を示す説明図である。

【図8】図2に示す水平カスケードインパクター内でのサンプリングされた空気の流れの概要を示す説明図である。

【図9】水平カスケードインパクターの筐体内から捕集プレートホルダーを引き出す状態を示す説明図である。

20

【図10】本発明の他の一実施例である実施例2の粒子状物質測定装置に用いられる水平カスケードインパクターの縦断面を示し、(A)は図11のK-K断面図、(B)は図11のL-L断面図、(C)は図11のM-M断面図である。

【図11】図10に示す水平カスケードインパクター内でのサンプリングされた空気の流れの概要を示す説明図である。

【図12】本発明の他の一実施例である実施例3の粒子状物質測定装置に用いられる水平カスケードインパクターの斜視図である。

【図13】図12に示す水平カスケードインパクターの水平断面を示し、(A)は図12のN-N断面図、(B)は図12のO-O断面図、(C)は図12のP-P断面図である。

30

【図14】図12に示す水平カスケードインパクターの縦断面を示し、(A)は図13(A)のQ-Q断面図、(B)は図13(A)のR-R断面図、(C)は図13(A)のS-S断面図である。

【図15】図12に示す水平カスケードインパクター内でのサンプリングされた空気の流れの概要を示す説明図である。

【図16】本発明の他の一実施例である実施例4の粒子状物質測定装置に用いられる水平カスケードインパクターの縦断面図である。

【図17】図16に示す水平カスケードインパクター内でのサンプリングされた空気の流れの概要を示す説明図である。

40

【図18】本発明の他の一実施例である実施例5の粒子状物質測定装置の構成図である。

【図19】図18のT-T断面を示し、(A)は放射線検出装置の筐体が閉じている状態を示す説明図、(B)は放射線検出装置の筐体が開いている状態を示す説明図である。

【符号の説明】

【0105】

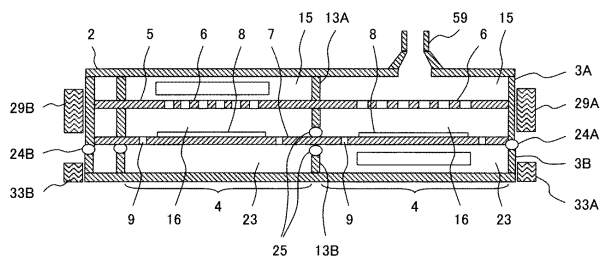
1, 1A, 1B, 1C, 1D…粒子状物質測定装置、2, 2A, 2B, 2C, 2D…水平カスケードインパクター(粒子状物質捕集装置)、3, 80…筐体、3A, 80A…上部筐体、3B, 80B…下部筐体、4, 4A, 4B, 4C, 4D…インパクター、5…分級プレートホルダー、6, 6A, 6B, 6C, 6D…分級プレート、7…捕集プレートホルダー、8, 8A, 8B, 8C, 8D…捕集プレート、9, 9A, 9B, 9C, 9D…貫

50

通孔、26…筐体開閉装置、27, 31…筐体把持装置、30, 34, 54…上下方向移動装置、35, 39…マスト、36…移送装置、40…走行装置、44, 44A…放射線検出装置、45…放射線検出器、46…収納容器、49, 50, 51, 65, 68, 71…連絡通路、53…ホルダー把持装置、76A, 76B, 76C, 76D…捕集プレート装置、77A, 77B, 77C, 77D…帯状捕集体。

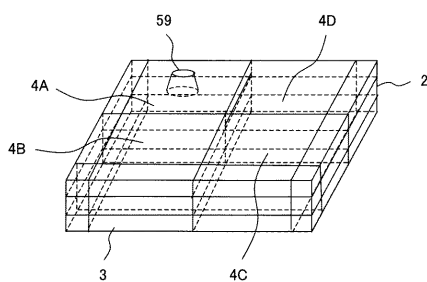
【図 1】

図 1



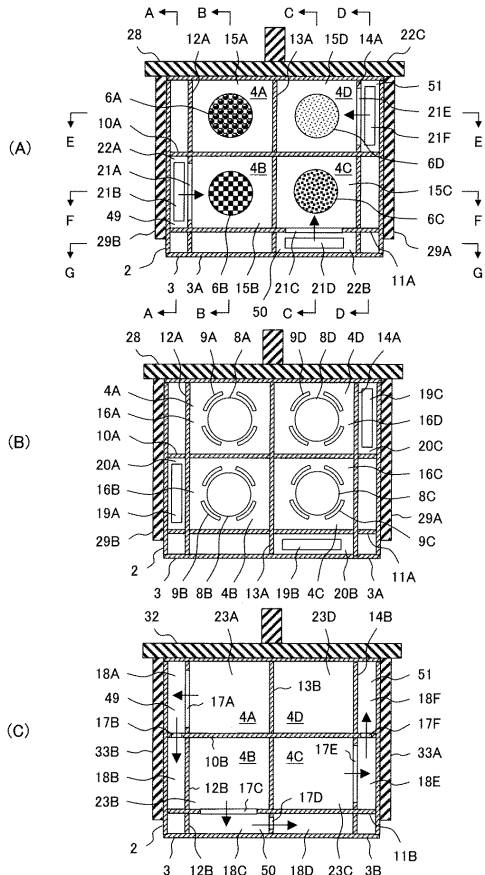
【図 2】

図 2



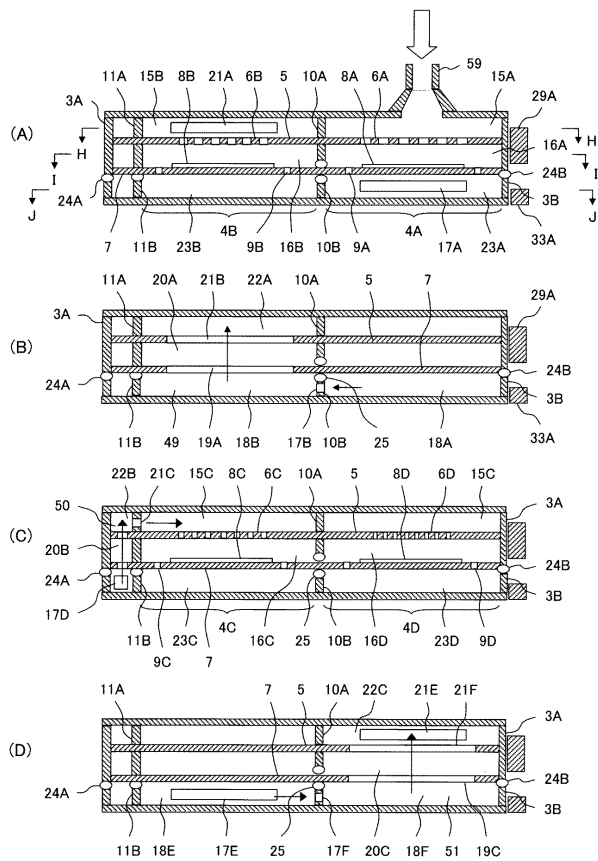
【図 3】

図 3



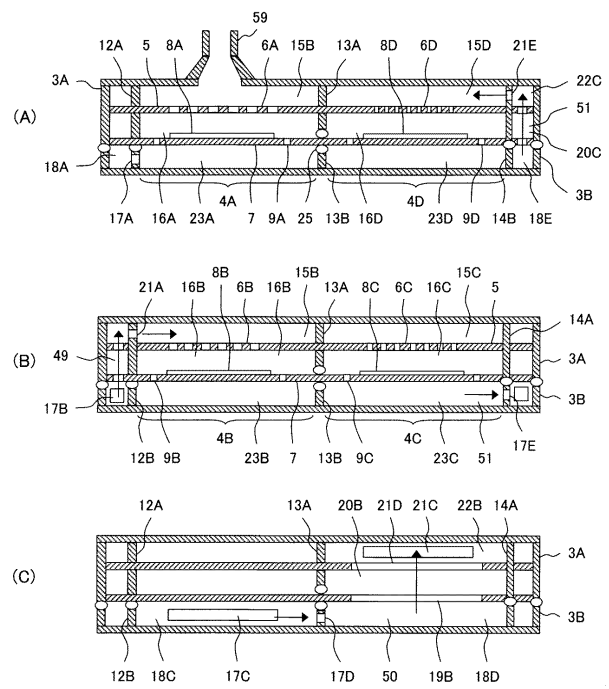
【図 4】

図 4



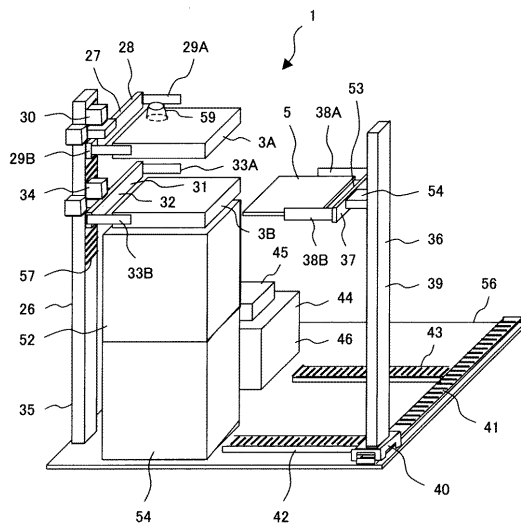
【図 5】

図 5



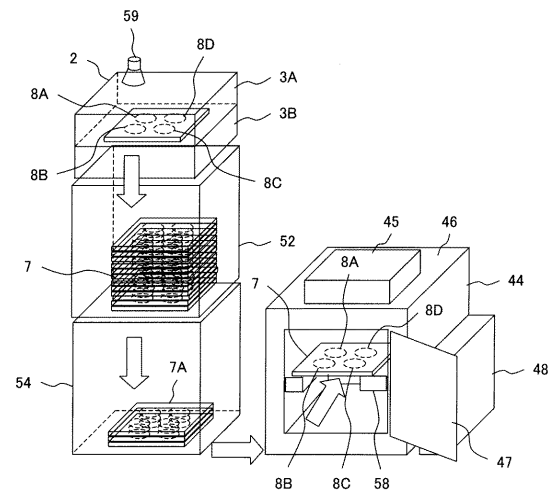
【図 6】

図 6

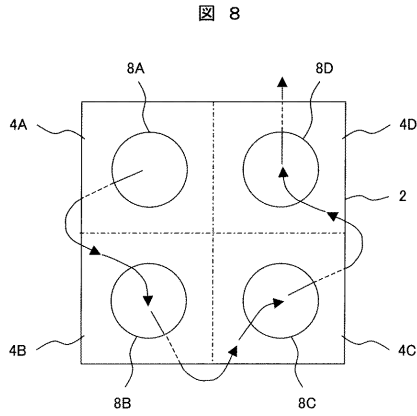


【図 7】

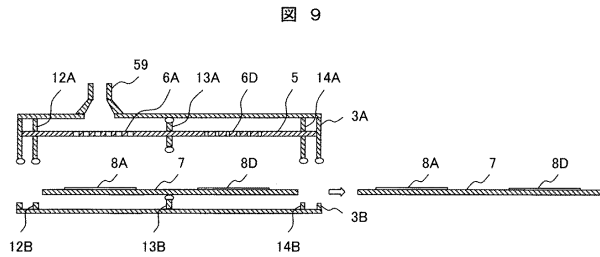
図 7



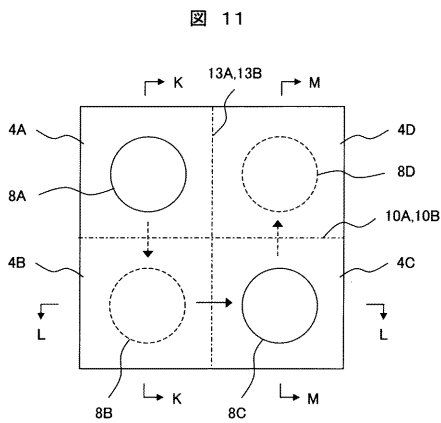
【図 8】



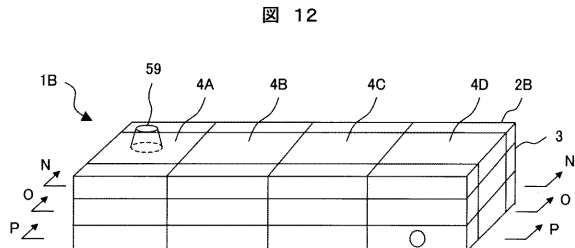
【図 9】



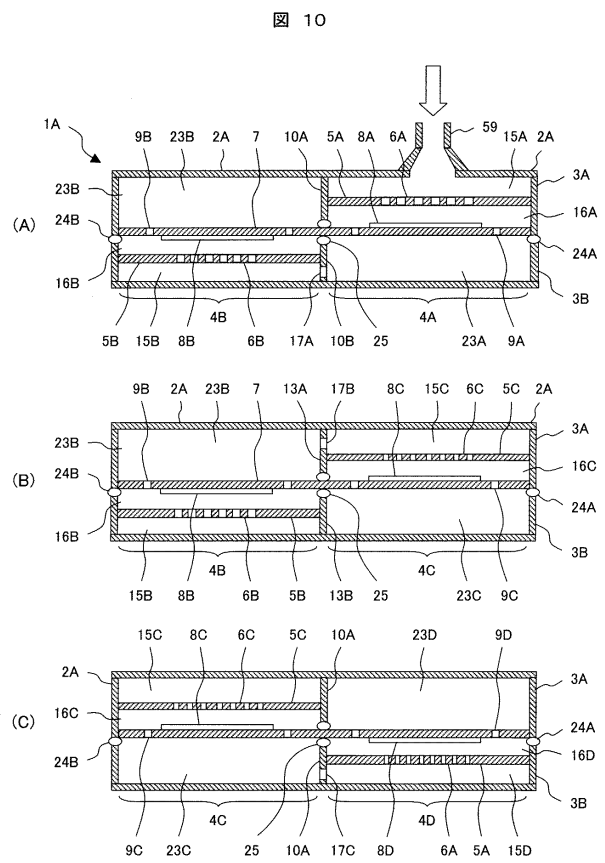
【図 1 1】



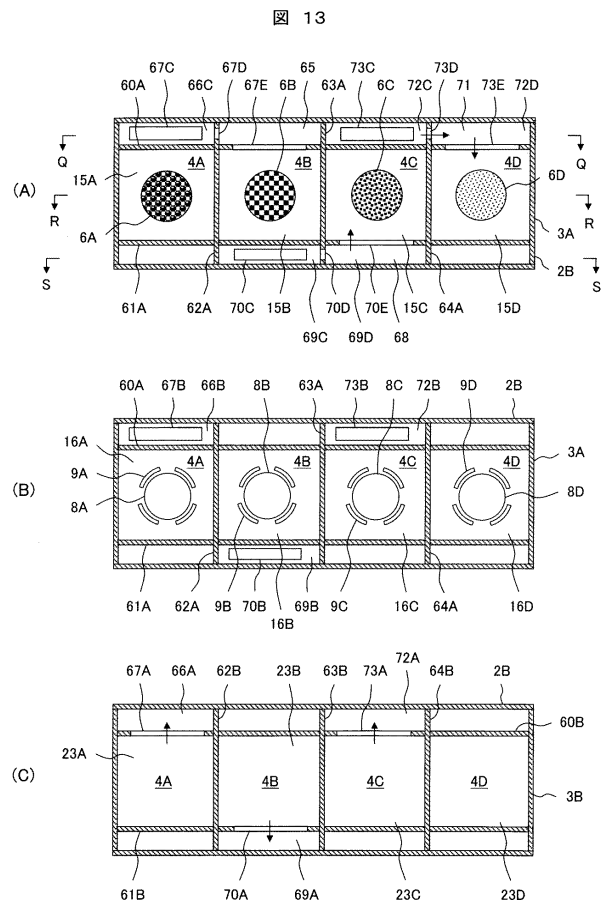
【図 1 2】



【図 10】

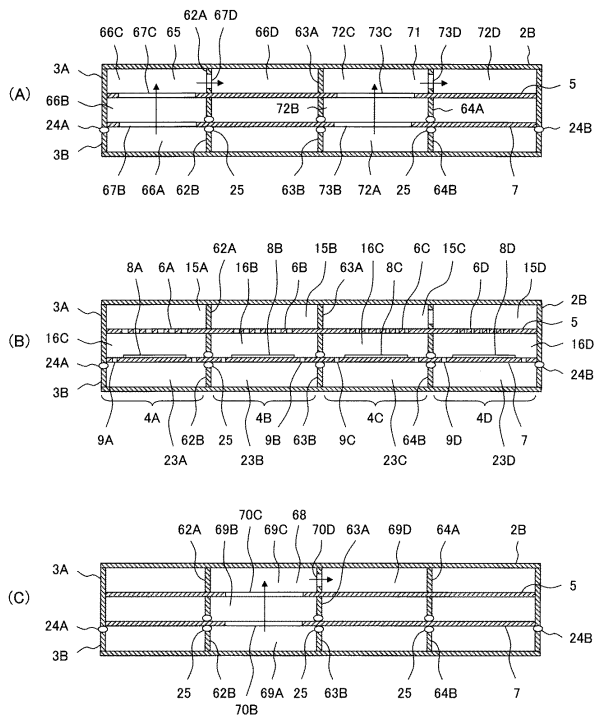


【图 1 3】



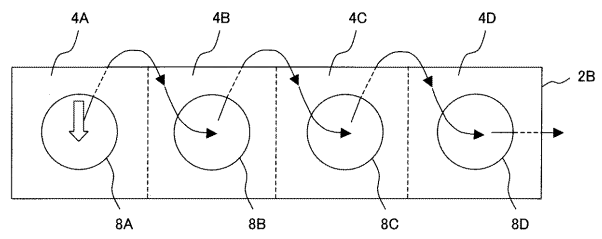
【図 14】

図 14



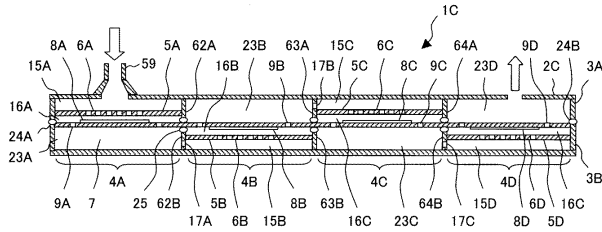
【図 15】

図 15



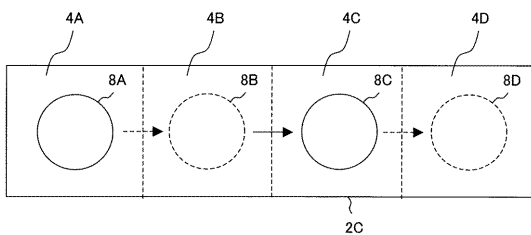
【図 16】

図 16



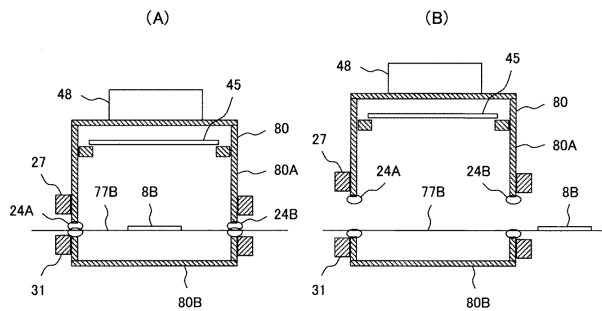
【図 17】

図 17



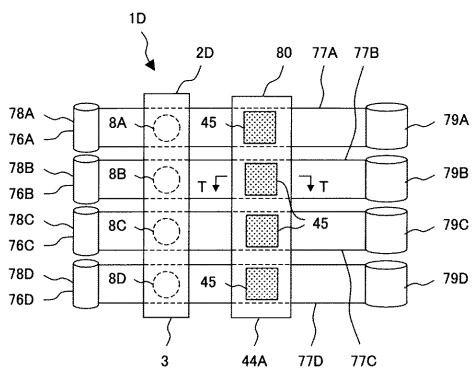
【図 19】

図 19



【図 18】

図 18



フロントページの続き

(72)発明者 海原 明久

茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株式会社日立製作所 情報制御システム事業部内

(72)発明者 渋谷 徹

茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株式会社日立製作所 情報制御システム事業部内

(72)発明者 飯田 孝夫

愛知県名古屋市東区延珠町902-1

審査官 高橋 亨

(56)参考文献 特開昭57-110939 (JP, A)

実開昭61-046443 (JP, U)

特開2003-315462 (JP, A)

特開2001-343319 (JP, A)

特開2007-017349 (JP, A)

実開昭61-046442 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 15/00-15/14