

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3831133号

(P3831133)

(45) 発行日 平成18年10月11日(2006.10.11)

(24) 登録日 平成18年7月21日(2006.7.21)

(51) Int. Cl.

G O 1 N 15/02 (2006.01)

F I

G O 1 N 15/02

A

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平10-354985	(73) 特許権者	000226242
(22) 出願日	平成10年12月14日(1998.12.14)		日機装株式会社
(65) 公開番号	特開2000-180345(P2000-180345A)		東京都渋谷区恵比寿3丁目4番2号
(43) 公開日	平成12年6月30日(2000.6.30)	(74) 代理人	100095614
審査請求日	平成16年7月7日(2004.7.7)		弁理士 越川 隆夫
		(72) 発明者	島田 光功
			静岡県榛原郡榛原町静谷498-1
			日機装株式会社 静岡製
			作所内
		(72) 発明者	大畑 学
			静岡県榛原郡榛原町静谷498-1
			日機装株式会社 静岡製
			作所内
		審査官	西村 直史
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粒度センサー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

筐体内に、圧縮空気が供給されてエジェクタとして機能し、試料供給口を外部に対して負圧とすることによりプロセス管内の試料を当該供給口を介して吸引供給するとともに、その試料を圧縮空気と共に噴出して分散させる試料分散部と、該試料分散部で分散された試料にレーザ光を照射するレーザ光源及び試料分散部で分散された試料によって回折・散乱されたレーザ光の強度分布を測定する光検出部並びに光検出部に散乱光をフォーカシングするための光学系を有する散乱光測定部と、前記光検出部で検出した散乱光強度分布を処理して粒度分布に関連付けられた信号に変換処理するデータ処理部とを備え、前記筐体をプロセス管の外周面に設置し、プロセス管内から前記供給口を介して採取した試料を圧縮空気と共に噴出して分散させつつ筐体内に供給することによって試料の粒度を検出し、該検出した粒度に応じた信号を出力することを特徴とする粒度センサー。

【請求項2】

前記データ処理部から出力される信号が、その状態に応じて粉体を製造する製造設備を制御したり所定の報知を行い得ることを特徴とする請求項1記載の粒度センサー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、粉体製造プロセスにおいて粒度状態を検出することで、製造プロセスの運転状態や機器（製造設備）の状態を監視し、製造プロセスや機器の異常を迅速に検出し得る粒

10

20

度センサーに関する。

【 0 0 0 2 】

【 従来 の 技 術 】

一般的に、粉体製品の品質を示す特性としては、比表面積、かさ密度等の種々の特性があるが、最も広く用いられている特性は粒度（粒度分布）である。そして、粉体製品の製造プロセスにおいても、製造の各段階で粒度を測定することによって、粉体製品の品質維持や運転状態の監視を行っている。

【 0 0 0 3 】

従来、このような粉体製造プロセス中の粒度を測定する場合、粒度測定装置として種々のものが使用されているが、基本的な形態としては、図 6 に示す如くオフラインで測定するのが普通である。このオフライン測定システムは、プロセス管 P 内を流れる粉体を一日に一回または数回手動にて試料 S としてサンプリングし、試料循環器 5 2、粒度分析計 5 3、コンピュータ 5 4、カラーモニタ 5 5 及びプリンタ 5 6 からなるバッチ式の粒度分布測定装置 5 1 によって粒度分布を測定するもので、試料 S の採取や測定を手動で行うのがほとんどである。

10

【 0 0 0 4 】

従って、仮に粉体製造プロセスにおいて何らかの機器の異常（例えば、ふるい F の目の破れや粉砕器の異常等）があった場合、粉体の粒度に変化が生じるが、前述したオフライン測定システムでは、測定のタイミングによっては数時間から 1 日位の時間遅れが発生することが考えられる。そのため、機器の異常が発生してから粉体の異常を検出して対処するまでの間、粉体製造ラインは不良製品を生産し続けることになり、このことは粉体の生産の歩留まりに影響を与えることになる。

20

【 0 0 0 5 】

そこで、このような不都合を解消するために、粒度分布測定装置を使用してオンラインで粒度を測定し、粉体の異常発生をより早く検出しようとする試みがなされており、このようなオンライン測定システムは、例えば図 7 に示す如く構成されている。すなわち、先ずプロセス管 P 内から自動サンプリング機構 6 2 により製造途中の粉体を自動的に試料 S として採取し、この試料 S をエジェクタ 6 3 により移送配管 6 4 内に導く。そして、移送配管 6 4 内に入った試料 S は、空気流によりレーザ散乱式の粒度分析計（光学部）5 3 まで移送されて散乱光分布が測定される。この測定された散乱光分布は、粒度分析計の一部として機能するコンピュータ 5 4 で粒度分布に変換され、このデータが必要に応じてカラーモニタ 5 5 で表示されたりプリンタ 5 6 で印刷される。

30

【 0 0 0 6 】

ところで、このオンライン測定システムに使用される粒度分析計 5 3 は、本来は実験室等で使用されるスタンドアロンタイプのもので一般的であり、また、試料 S の採取場所は粉体の製造現場であって、振動が生じていたり塵埃等が存在する。そのため、粒度分析計 5 3 やコンピュータ 5 4 を使用環境上、製造現場に設置することが好ましくなく、採取場所とは別の場所に設置することになり、結果として、採取場所と粒度分析計 5 3 を接続する移送配管 6 4 の長さが長くなることになる。

【 0 0 0 7 】

この移送配管 6 4 が長くなることによって、配管途中で試料 S の詰まりや、途中で付着、堆積していた試料 S がはがれて出てくる（コンタミネーション）等、試料 S の移送上のトラブルが発生し易い。また、粒度分析計 5 3 への試料 S の供給量が時間と共に変動してしまい、粒度分布が正確に測定できない等の測定上のトラブルも発生し易い。そこで、これらのトラブル発生を避けるために、種々の工夫がなされるものの、システム自体がコスト高になり易いという不都合があり、このようなオンライン測定システムは普及に至っていないのが実状である。

40

【 0 0 0 8 】

そこでさらに、これらの不都合を解消するものとして、インライン式の測定システムが、例えば特開平 6 - 2 4 1 9 7 4 号公報及び特開平 1 0 - 1 2 3 0 5 8 号公報に提案されて

50

いる。これらの測定システムは、レーザ光源と測定光学系を供えた筐体を、その測定部がプロセス管内に位置する如く配置し、測定部の試料通過部にレーザ光源からレーザ光を照射して、プロセス管内で流動している粉体の粒度をリアルタイムに測定するようにしたものである。

【0009】

しかしながら、このインライン測定システムにあっては、プロセス管内を流れる粉体を直接測定する構造であるため、粉体試料の濃度がプロセス管内の粉体の流動速度等に依存し、この流動速度を精度良く制御することが現実的に困難であることから、粉体試料の濃度を例えば粉体の種類や粒径等に応じて最適濃度に設定（調整）することができないという問題点があった。

10

【0010】

また、プロセス管内に測定部を位置させる構造であるため、プロセス管内を流れる粉体の流れを一部妨げることになり、測定部の試料が通過する光学部分が粉体等によって汚れたり、試料通過部に流動中の粉体が堆積し易く、特に、測定部において堆積した粉体予想できないタイミングで崩れて、測定部に流れ込む場合もあり、粉体の粒度を常に正確に測定することが困難であると共に、光学部分の清掃作業や堆積した粉体の除去作業等のメンテナンス作業も面倒になり易いという問題点があった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、請求項1記載の発明の目的は、プロセス管内の粉体の粒度状態を迅速かつ精度良く検出し、粒度に応じた信号を出力することができる粒度センサーを提供することにある。また、請求項2記載の発明の目的は、請求項1記載の発明の目的に加え、粉体が製造される製造設備を最適状態に容易に維持し得る粒度センサーを提供することにある。

20

【0012】

【課題を解決するための手段】

かかる目的を達成すべく、本発明のうち請求項1記載の発明は、筐体内に、圧縮空気が供給されてエジェクタとして機能し、試料供給口を外部に対して負圧とすることによりプロセス管内の試料を当該供給口を介して吸引供給するとともに、その試料を圧縮空気と共に噴出して分散させる試料分散部と、該試料分散部で分散された試料にレーザ光を照射するレーザ光源及び試料分散部で分散された試料によって回折・散乱されたレーザ光の強度分布を測定する光検出部並びに光検出部に散乱光をフォーカシングするための光学系を有する散乱光測定部と、前記光検出部で検出した散乱光強度分布を処理して粒度分布に関連付けられた信号に変換処理するデータ処理部とを備え、前記筐体をプロセス管の外周面に設置し、プロセス管内から前記供給口を介して採取した試料を圧縮空気と共に噴出して分散させつつ筐体内に供給することによって試料の粒度を検出し、該検出した粒度に応じた信号を出力することを特徴とする。

30

【0013】

このように構成することにより、まず試料採取手段で圧縮空気の供給により供給口から吸引供給されプロセス管内から採取された試料は、当該圧縮空気と共に試料分散部に供給されて分散され、この試料にレーザ光源からレーザ光が照射される。レーザ光は、集光レンズ等の光学系でフォーカシングされて回折・散乱され、その強度分布が光検出部で検出される。そして、この光検出部で検出された散乱光強度分布がデータ処理部で処理されて、粒度分布に関連付けられた信号が出力される。この信号としては、例えば試料の粒度が急激に変化した場合にプロセス管内の粉体が異常であるとする異常信号であり、この異常信号によってプロセス管内の粉体の異常が迅速かつ精度良く検出され、例えば製造プロセスに所定の処理が施される。

40

【0014】

また、請求項2記載の発明は、データ処理部から出力される信号が、その状態に応じて粉体を製造する製造設備を制御したり所定の報知を行い得ることを特徴とする。このように

50

構成することにより、検出された粒度状態が異常である場合に、そのデータ処理部から出力される信号で例えば所定の製造設備の作動を停止させたり、ふるいが交換時期であることを報知することができることから、製造設備を常に最適状態に容易に維持することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の一例を図面に基づいて詳細に説明する。

図1～図5は、本発明に係わる粒度センサーの一実施例を示し、図1がその基本構成図、図2が設置状態の基本構造図、図3がプロセス管の断面を示す概念図、図4が動作説明図、図5が散乱光パターンを模式的に示した図である。

10

【0016】

図1において、粒度センサー1は、筐体2内に配置された散乱光測定部3とデータ処理部4及び試料分散部5とを有し、散乱光測定部3は、レーザ光源6と、粉体試料Sによる散乱光を集光する集光レンズ7と、散乱光強度分布を検出する検出器8とで構成されている。なお、検出器8は、レーザ光の散乱角方向に配置された少なくとも3個（例えば9個）の検出素子（図示せず）を有している。

【0017】

前記データ処理部4は、信号処理器9と、CPU10と、D/A変換器11及びDIO（デジタルIO）12等を有し、信号処理器9は図示しないマルチプレクサ、増幅器、A/D変換器等で構成され、検出器8で検出された散乱光強度分布を所定のデジタル信号に変換してCPU10に出力する。CPU10には、D/A変換器11及びDIO12が接続されると共に、RS-232C（もしくはRS-422）の通信用出力端子13が接続されている。この出力端子13が、ケーブル14を介してパソコン等の外部機器15に接続されている。また、D/A変換器11の出力にはアナログ出力端子16が接続され、DIO12の出力には接点出力（ON/OFF）端子17が接続されている。

20

【0018】

前記試料分散部5は、筐体2に設けられた試料供給口20を有している。また、試料分散器5は、Aから圧縮空気が供給されているためエジェクタとして機能し、試料供給口20が外部に対して負圧となり、プロセス管21（図2及び図3参照）内の粉体（試料S）が試料供給口20を介して試料分散部5内に吸引供給されてBから圧縮空気と共に噴出し、その間で分散された試料Sが散乱光測定部3に供給される。

30

【0019】

そして、この粒度センサー1は、図2及び図3に示す如くプロセス管21に設置される。すなわち、粒度センサー1は、その筐体2がプロセス管21の所定位置の外周面に取付部材22（図4参照）等で取り付けられると共に、筐体2の試料供給口20とプロセス管21の試料採取口21aとが適宜の配管23で接続されている。プロセス管21の試料採取口21aは略水平方向に設けられるが、この試料採取口21aは、1個所に限らず複数個所に設置することもできる。

【0020】

次に、この粒度センサー1の動作の一例を図4及び図5等に基づいて説明する。先ず、ふるいFを介してプロセス管21内を流動する粉体は、粒度センサー1が設置されている部分において、粒度センサー1の試料分散部5等が作動することによって粒度センサー1内に試料Sとして採取される。この試料Sの採取は、図示しない吸引機構の作動で試料供給口20、配管23を介して、プロセス管21の試料採取口21aが負圧になることによって行われる。

40

【0021】

そして、筐体2の試料供給口20から粒度センサー1内に供給された試料Sは、レーザ光源6と集光レンズ7間を通過することにより、レーザ光が回折・散乱し、その散乱光強度分布が検出器8で検出される。この検出された散乱光強度分布データが信号処理器9に入力されることにより、試料Sの粒度状態が次のようにして検出される。

50

【0022】

すなわち、粒子の大きさと散乱光パターンとの間には、一般的に図5(a)～(c)に示す関係があり、粒度に変化が生じるとこの変化に応じて散乱光パターンも必ず変化する。この変化は、例えば検出器8の9個の検出素子の各素子面積を同一に設定(散乱角 θ 方向に同一ピッチに)して散乱角 θ 方向に配置すると、図5(b)に示すように、大きな粒子による散乱光パターンはシャープな散乱光強度分布となり、小さな粒子による散乱光パターンはブロードな散乱光強度分布となる。この分布の形状を検出器8の各検出素子区分での受光量の比をとることによって粒度状態を検出することができる。

【0023】

また、検出器8の検出素子の各素子面積を散乱角 θ が大きくなるにつれて大きくなるように配置すると、図5(c)に示すように、大きな粒子を測定した場合は、散乱角度の小さい位置で最大頻度をもつ散乱光強度分布となり、小さい粒子を測定した場合は、散乱角度の大きな位置で最大頻度を持つ散乱光強度分布となる。これにより、最大頻度の位置(分布の形状)によっても、粒径の違いを判断することができる。つまり、検出器8の設計(検出素子の配置、検出素子間の面積比等)によって散乱光強度分布の形状は異なるものの、粒子の大きさによって散乱光パターンが異なるため、最大頻度の位置(散乱角度)と各素子間での受光量のバランスを捉えることで、粒度を検出することができることになる。

【0024】

このようにして検出器8で測定された散乱光強度分布データは、信号処理器9でA/D変換されて、デジタルデータとしてCPU10に入力される。CPU10では、このデジタルデータをもとに演算を行い、粒度分布に関連する「或る数値」を算出する。この数値としては、例えば特開平1-284738号公報等に掲載されている、散乱光強度とその散乱角の積のピーク位置の散乱角が使用される。

【0025】

そして、算出された数値を、RS-232C等の通信手段でデジタル信号として出力するか、あるいはD/A変換器(図示せず)を介してアナログ信号として出力する。また、この数値を、予め設定されている設定値と比較し、その大小によりON/OFF信号として出力すれば接点信号出力となる。なお、各出力は一つに限らず、アナログ信号が2、デジタル信号が1というように複数であっても良く、製造プロセス側では、これらの信号によって、警報表示を行ったり、粉碎器等の運転制御を行ったりすることができる。なお、粒度センサー1で測定された試料Sは、図4の矢印イに示すように、廃棄または回収するか、必要に応じて矢印ロに示すようにプロセスラインに戻すようにする。

【0026】

この粒度センサー1によれば、例えば粉体製造中の異物検出や製造設備の状態確認を行うことができる。すなわち、仮に、製品より粒径の大きい異物が、粉体の製造プロセス中に混入したとすると、この異物があることにより、散乱光強度分布には何らかの違いが発生することになる。従って、粒度センサー1で、この散乱光強度分布を測定して演算で求めた数値は、正常な場合の数値と比べて異なることになり、この数値が設定値を超えた時に、ON/OFFの接点信号を接点出力端子17から出力すれば、これにより異物が混入したことが検出される。

【0027】

また、粉体の製造プロセス中では、分級や粒度確認のために、現在でも多くのふるいFが使用されているが、現状では、このふるいF自体の破損を機械的に検出することはできない。しかし、この粒度センサー1によれば、次のようにしてふるいFの目の破れ等を検出できる。

【0028】

すなわち、例えば分級に使用しているふるいFで目の破損が生じたとすると、本来はふるいF上にあるはずの大粒径の粒子が、ふるいFを通過してしまうことになる。従って、粉体の製造プロセス中に粒度センサー1を取り付け、ふるいF通過後の粉体を粒度センサー1で監視すれば、ふるいFの目の破れる前と後の散乱光強度分布には違いが生じ、それは

10

20

30

40

50

散乱光強度分布から演算される数値に違いを生じさせる。この数値の違いによって、ふるいFの目の破損が検出されることになる。

【0029】

また、粉体の製造プロセス中では、粉碎器（図示せず）も多数使用されているが、この粉碎器は使用しているうちに、破碎する粉体により内部のロール等の部品が摩耗しその隙間が大きくなるため、粉碎後の粉体粒子の径が徐々に大きくなってしまう。そこで、粒度センサー1を破碎器の後段に取り付ければ、粉体の散乱光強度分布が測定されて、これから数値が演算されることになり、粉碎後の粒子径が徐々に大きくなるとこの数値も徐々に変化していく。従って、この数値をアナログ出力端子16から出力してレコーダ等で記録することにより、粉碎器の状態を監視し、保守を行う時期の判断材料とすることができる。さらに、この信号を粉碎器の隙間制御機構にフィードバックしてやることにより、隙間を自動的に制御し、結果として粒度を制御することもできる。

10

【0030】

このように上記実施例の粒度センサー1によれば、筐体2内に散乱光測定部3、データ処理部4及び試料分散部5を内蔵しており、この筐体2をプロセス管21の所定位置の外周に取り付け、この筐体2の試料供給口20と試料供給口20近傍のプロセス管21に設けた試料採取口21aとを短い配管23で接続しているため、測定の時間遅れが少なく、ほとんどリアルタイムで製造プロセス中の粒度の状態を検出することができる。その結果、製造プロセス中の機器の運転状況をリアルタイムで監視できることになって、オフライン測定における検出の時間遅れの問題が解決され、粉体製造の歩留まりの悪化を防ぐことができるようになる。

20

【0031】

そして、この粒度センサーでは、粒度分布ではなく、粒度に関する数値を演算で求めて出力しており、粒度分布を人間が見て判断する必要がないため、前述したようにこの数値を使って、自動的に製造プロセス中の異物を検出したり、機器の監視や設備のフィードバック制御等を行うことが可能になる。勿論、散乱光強度分布が測定されており、演算機能も備えているので、このデータから粒度分布を計算することも可能であり、場合によっては、RS-232C等の通信手段を経由してコンピュータ等の外部機器15へ粒度分布を出力することもできる。但し、この場合は、粒度に関連する数値を出力する場合に比べて時間がかかり、一つの粒度分布データを出力するのに、少なくとも1秒前後から数秒を要することになるため、それが許容される場合に限られる。

30

【0032】

また、粒度センサー1の筐体2をプロセス管21の所定位置の外周面に取り付け、筐体2の試料供給口20と試料供給口20近傍のプロセス管21に設けた試料採取口21aとを短い配管23で接続しており、配管23が極めて短くできるため、試料Sの移送距離が例えば実質的にほとんどない程短くてすみ、試料Sを良好な状態で試料分散部5に供給することができると共に、オンライン測定システムで発生するような、配管途中の試料の詰まりやコンタミネーション等の試料Sの移送上の問題をなくすることができる。

【0033】

さらに、粒度センサー1自体の散乱光測定部3がプロセス管21内に位置しないため、散乱光測定部3が従来のように流動する粉体中に置かれることがなく、散乱光測定部3が粉体で汚れたり粉体が堆積することがなくなり、メンテナンス作業がほとんど不要になると共に、従来のような測定部への粉体の堆積等による測定精度の低下が確実に防止される。また、粒度センサー1の検出状態によって、例えば試料分散部5に供給される試料Sのサンプリング量（すなわち試料Sの濃度）を調整することができるため、粉体の種類や粒径等に応じて試料Sを最適濃度にして測定することができ、粒度をより一層高精度に検出することが可能になる。

40

【0034】

なお、上記実施例においては、データ処理部4の通信用出力端子13に外部機器15としてコンピュータを接続した例について説明したが、本発明はこれに何等限定されるもので

50

もなく、例えば粒度センサー 1 を単体で使用し、接点出力端子 17 から得られる ON / OFF 信号によって、例えば警報報知で粉体の状態を確認したり、製造プロセスを制御 (ON / OFF 信号による自動制御あるいは警報報知による手動制御) するように構成することもできる。

【0035】

また、上記実施例における、データ処理部 4 の構成、サンプリング機構等は一例であって、本発明に係わる各発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることはいうまでもない。

【0036】

【発明の効果】

10

以上詳述したように、請求項 1 記載の発明によれば、プロセス管内から吸引供給されて採取した試料が圧縮空気と共に噴出されて粒度センサーの試料分散部で分散されると共に、散乱光測定部でレーザ光回折・散乱方式により、この試料によるレーザ散乱光強度分布が測定され、この測定データがデータ処理部で処理されて所定の信号を出力することができるため、例えば試料の粒度が異常である場合に異常信号を直ちに出力することができ、プロセス管内の粉体の粒度状態を迅速かつ精度良く検出することができる。

【0037】

また、請求項 2 記載の発明によれば、請求項 1 記載の発明の効果に加え、粒度センサーで検出した粒度状態が異常である場合に、データ処理部からの出力信号で例えば粉体の所定の製造設備の作動を停止させたり、ふるいが交換時期であることを報知することができるため、製造設備を常に粉体の製造に最適な状態に容易に維持することができる等の効果を奏する。

20

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係わる粒度センサーの一実施例を示す基本構成図

【図 2】同プロセス管への設置状態を示す基本構造図

【図 3】同プロセス管の断面を示す概念図

【図 4】同動作説明図

【図 5】同散乱光パターンを模式的に示した図

【図 6】従来のオフライン測定システムの構成図

【図 7】従来のオンライン測定システムの構成図

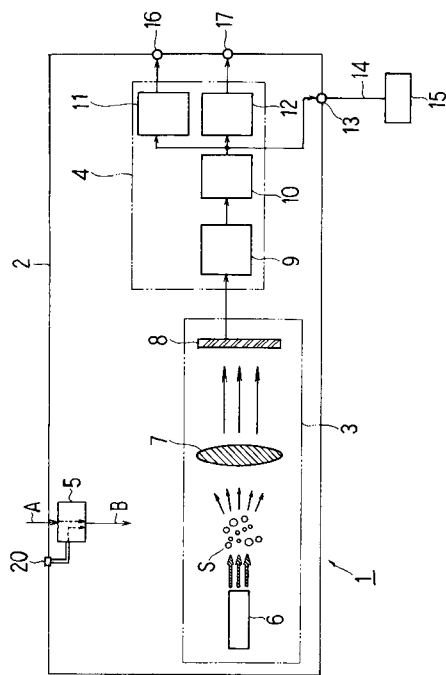
30

【符号の説明】

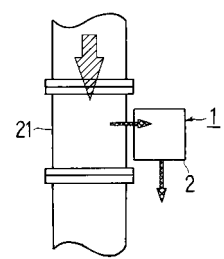
- 1 粒度センサー
- 2 筐体
- 3 散乱光測定部
- 4 データ処理部
- 5 試料分散部
- 6 レーザ光源
- 7 集光レンズ
- 8 検出器
- 9 信号処理器
- 10 CPU
- 11 D / A 変換器
- 12 D I O
- 13 通信用出力端子
- 16 アナログ信号出力端子
- 17 接点信号出力端子
- S 試料
- F ふるい
- A 圧縮空気

40

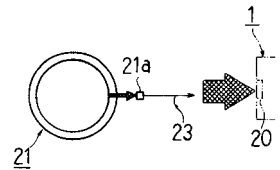
【図 1】



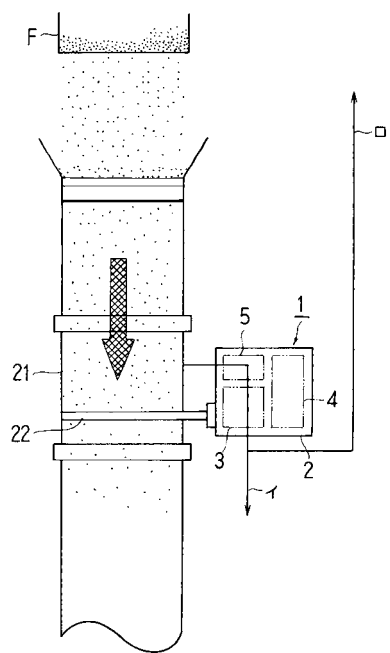
【図 2】



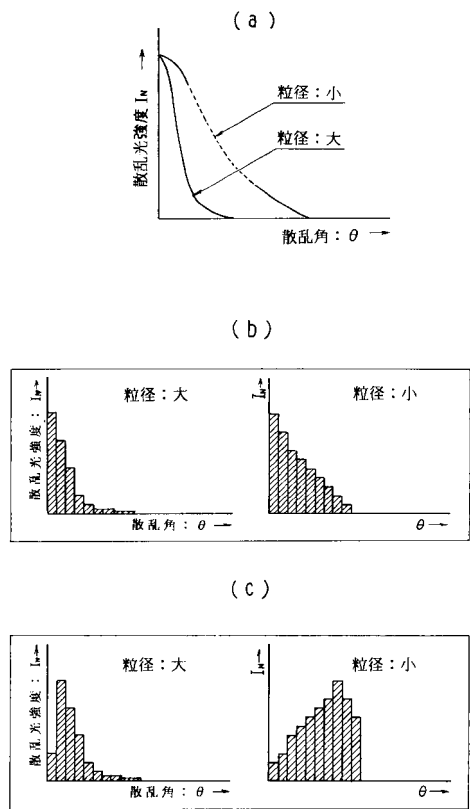
【図 3】



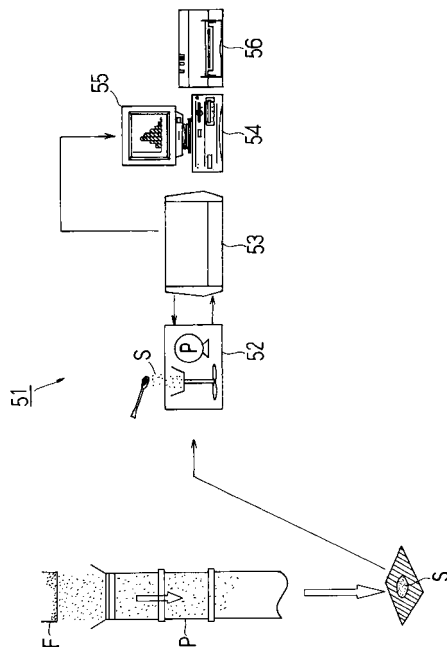
【図 4】



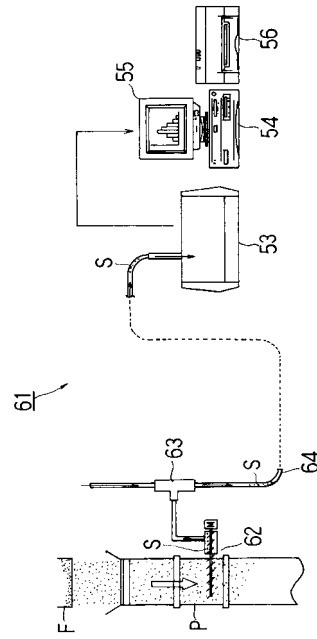
【図 5】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 265142 (JP, A)
特開平06 - 007662 (JP, A)
特開平09 - 159597 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 15/00-14
G01N 1/00-44