

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3505573号
(P3505573)

(45)発行日 平成16年3月8日(2004.3.8)

(24)登録日 平成15年12月26日(2003.12.26)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

G 0 1 N 15/02

G 0 1 N 15/02

Z

請求項の数5(全 5 頁)

(21)出願番号 特願2001-32358(P2001-32358)
(22)出願日 平成13年2月8日(2001.2.8)
(65)公開番号 特開2002-236088(P2002-236088A)
(43)公開日 平成14年8月23日(2002.8.23)
審査請求日 平成13年2月8日(2001.2.8)

(73)特許権者 391012648
広島大学長
広島県東広島市鏡山1丁目3番2号
(72)発明者 ▲吉▼田 英人
広島県東広島市高屋町小谷981-206
(72)発明者 福井 国博
広島県東広島市西条町下見4513-1 コ
ーポNプラザ301
(74)代理人 100072051
弁理士 杉村 興作

審査官 野村 伸雄

(56)参考文献 特開 平2-36334 (J P , A)
特開2000-74813 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)
G01N 15/02

(54)【発明の名称】 粉体粒子の粒度分布測定装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 粒径を測定すべき粉体と液状の媒体とを混合して懸濁液を得るための混合槽と、前記混合槽から前記懸濁液を沈降槽に供給する供給管と、検出容器と、質量測定器と、データ処理機と、前記混合槽に取り付けた音波発振手段とを具え、

前記検出容器を、一端が当該検出容器と、他端が前記質量測定器とそれぞれ接続した支持部材により前記沈降槽内部に吊り下げ、前記沈降槽内部に供給された前記懸濁液中に分散した前記粉体の前記検出容器上への沈降に伴う、前記検出容器の質量変化を測定することにより、前記粉体の粒度分布を測定する粒度分布測定装置において、

前記沈降槽底面上に少なくとも一つの多孔質または網状の遮蔽板を取り付けたことを特徴とする、粉体粒子の粒

度分布測定装置。

【請求項2】 前記遮蔽板を、前記沈降槽底面上の前記検出容器直下に取り付けたことを特徴とする、請求項1記載の粉体粒子の粒度分布測定装置。

【請求項3】 前記検出容器外径と前記沈降槽内径との比を0.6以下とすることを特徴とする、請求項1または2記載の粉体粒子の粒度分布測定装置。

【請求項4】 前記検出容器外径と前記沈降槽内径との比を0.5以下とすることを特徴とする、請求項1または2記載の粉体粒子の粒度分布測定装置。

【請求項5】 前記音波発振手段が超音波発振器であることを特徴とする、請求項1～4のいずれか1項記載の粉体粒子の粒度分布測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、いわゆる沈降天秤法により粉体粒子の粒度分布を測定する装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】かかる装置として、例えば本願発明者等により、特開平10-267825号公報および特開2000-74813号公報に開示されたものがある。

【0003】これらの装置における測定原理は以下の通りである。すなわち、沈降槽内部に検出容器を吊り下げ、粒径を測定すべき粉体と液状の媒体（水等）とを混合して作製した懸濁液を沈降槽に供給し、懸濁液中に分散した粉体の検出容器上への沈降に伴う、検出容器の質量変化を測定することにより、粉体の粒度分布を測定する。

【0004】つまり、測定開始と共に、沈降槽に供給された懸濁液中に分散している粉体粒子が重力によって沈降槽底部へ沈降する間に、沈降槽内部に配置した検出容器内に堆積した粒子の質量および検出容器底面上に仮定した仮想的な懸濁液柱の質量の和が検出容器を下方へ押し下げる力と、前記の懸濁液柱と沈降槽側壁との間に仮定した中空円筒状の懸濁液柱の検出容器底面より上の部分の質量によって生じる圧力が検出容器底面より下部にある液体（懸濁液）を介して検出容器を上方へ押し上げる力との差を検出することによって、粉体の粒度分布を得るものである。

【0005】ここでは、沈降槽に供給された懸濁液中の粉体粒子は、測定開始時には一様に分散した状態にあり、その後の粉体粒子の移動は重力による鉛直方向のみの移動であるとの仮定がなされている。

【0006】ところが、実際の懸濁液中での粉体粒子は、粒子間で凝集力が働くため一様に分散しているとは限らず、小粒径の粒子が凝集してあたかも大径の粒子の如き挙動を取る。また、測定中の粒子の沈降に伴い、特に検出容器底面レベルより下部において、検出容器直下とそれ以外の部分との間で、懸濁液の局所的な密度差が生じ、それによって局所的な対流が発生する。すなわち、沈降する粉体粒子の内、検出容器内に入ったものは検出容器底面上に堆積し、それ以外のものはさらに下方に向かって沈降する。そのため、検出容器直下では懸濁液に含まれる粉体粒子の密度は相対的に小さく、それ以外の箇所では粉体粒子の密度は相対的に大きくなる。それによって沈降槽内部の懸濁液に局所的な密度差が生じることとなり、この密度差に伴う自然対流が発生するものである。

【0007】この自然対流によって検出容器直下の懸濁液は上方へ、それ以外の箇所の懸濁液は下方へと移動する。この対流に生じる動圧が検出容器を上方へ押し上げるように働く。これが粒度分布測定に対する外乱となり、測定精度を低下させる要因となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上記の問題点を解決し、沈降槽内で生じる懸濁液の局所的な対流を抑制することにより測定精度を向上させる、粉体粒子の粒度分布測定装置を提案するものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明による粉体粒子の粒度分布測定装置は、粒径を測定すべき粉体と液状の媒体とを混合して懸濁液を得るための混合槽と、前記混合槽から前記懸濁液を沈降槽に供給する供給管と、検出容器と、質量測定器と、データ処理機と、前記混合槽に取り付けた音波発振手段とを具え、前記検出容器を、一端が当該検出容器と、他端が前記質量測定器とそれぞれ接続した支持部材により前記沈降槽内部に吊り下げ、前記沈降槽内部に供給された前記懸濁液中に分散した前記粉体の前記検出容器上への沈降に伴う、前記検出容器の質量変化を測定することにより、前記粉体の粒度分布を測定するものである。

【0010】特に本発明による粉体粒子の粒度分布測定装置は、前記沈降槽底面上に少なくとも一つの多孔質または網状の遮蔽板を取り付けたことを特徴とする。そのため、沈降槽内部での懸濁液の対流、特に検出容器よりも下での対流の発生を抑制し、測定精度の向上を図ることが可能となる。

【0011】この遮蔽板は、検出容器直下の位置に取り付けるのが好適である。それによって、対流の抑制と測定精度向上の効果をより確実なものとすることができる。

【0012】また本発明による粉体粒子の粒度分布測定装置は、前記検出容器外径と前記沈降槽内径との比を0.6以下、好ましくは0.5以下とすることを特徴とする。それによって、沈降槽内部での懸濁液の対流の発生を抑制し、測定精度の向上を図ることがより確実に行えることとなる。

【0013】なお、本発明による粉体粒子の粒度分布測定装置においては、音波発振手段として超音波発振器を用いることが望ましい。それによって、懸濁液中の粉体粒子の凝集抑制と、分散の均一化の効果を高めることが可能である。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について説明する。

【0015】図1は、本発明による粉体粒子の粒度分布測定装置の一実施形態の構成を示すものである。本装置10は、ケース11内に設置した沈降槽12、ケース11上に設置した電子天秤13、測定すべき粉体粒子を媒体と混合した懸濁液を収容する混合槽14、懸濁液を混合槽14から沈降槽12へ供給するための配管15および、測定データの処理を行うためのコンピュータ16を具える。

【0016】沈降槽12内部には検出容器17が配置され、検出容器17は支持ロッド18によって電子天秤13と接続す

ると共に、この支持ロッドによってケース11上部から吊り下げられている。

【0017】また混合槽14には攪拌機19およびバルブ20が設けられている。攪拌機19は、混合槽内の懸濁液を攪拌して、粉体粒子を均一に分散させるためのものであり、一方バルブは懸濁液を沈降槽12に供給する際に解放する。なお、これらは共に制御装置21によって動作が制御されている。

【0018】配管15は、ケース11内で供給管22と接続し、混合槽14内の懸濁液は、配管15および投入管22を経て沈降槽12へ供給される。なお、本装置10においては、懸濁液投入の際に、特に検出容器17およびその周辺に偏り無く懸濁液が供給されるようにバイパス管23が設けられている。このバイパス管23については、本願発明者らにより特開2000-74813号公報において詳細に開示されているため、ここでは説明を省略する。

【0019】混合槽24には、さらに超音波振動子24が取り付けられている。超音波振動子24は、超音波発振器25によって駆動され、混合槽24内に超音波を照射する。この超音波によって懸濁液中の粉体粒子の凝集が抑制されるとともに、攪拌機19による攪拌と相俟って、粉体粒子の懸濁液内での均一な分散が促進される。

【0020】さらに沈降槽12底部には遮蔽板26が取り付けられている。この遮蔽板26は、沈降槽12内部における懸濁液の対流の発生を抑制するものである。この遮蔽板26としては、多孔質または網状のもの、例えば金網を用いることができる。また、取り付けの遮蔽板の数は、図では検出容器17直下に1枚設けているのみであるが、2枚以上取り付けても良く、さらには遮蔽板の配置方法も種々の形態を取ることが可能である。

【0021】図2は、沈降槽12のみを示すものである。ここで、図には複数のパラメータ、すなわち、検出容器17の外径 d_a 、沈降槽12の内径 d_b 、沈降槽12の側壁と検出容器17側壁との間隔 d_c および検出容器17の高さ h_a がそれぞれ記載されているが、これらと本発明に係る装置による測定結果との関係については後述する。

【0022】次に、本発明に係る装置を用いた測定結果について説明する。ここでは、粉体粒子として最小粒子径が $1\mu\text{m}$ であるガラスビーズ(MBP1-10およびMBP3-30)を用い、以下の条件で測定を行った。

粒子の沈降距離(沈降槽の懸濁液液面から検出容器底部までの距離)： $h = 80\text{mm}$

懸濁液の媒体の密度： $f = 0.998\text{g/cm}^3$

懸濁液の媒体の粘性係数： $\mu = 9.1 \times 10^{-4}\text{Pa}$

粒子の密度： $p = 4.07\text{g/cm}^3$

測定終了時における検出容器内の粒子全体の重量： $G_0 = 1.18\text{g}$

重力加速度： $g = 9.8\text{m/sec}^2$

【0023】図3は、本装置によるガラスビーズMBP1-10を用いた測定結果、すなわち粒径分布を示すグラフであ

る。図では、本装置による測定結果を印で、従来の沈降天秤法による測定結果を印で、また参考として顕微鏡法、すなわち顕微鏡観察による測定結果を印でそれぞれ示す。図より、本装置10による測定結果が、顕微鏡法による結果とほぼ同等のものであることが理解される。また、これは、従来の沈降天秤法による測定と比べて、測定精度が大幅に向上していることをも示している。

【0024】次に図4は、ガラスビーズMBP3-30を用いた測定結果を示すグラフである。本図においても、本装置により、従来の沈降天秤法による測定と比べて測定精度の改善と、顕微鏡法による測定とほぼ同等の結果が得られることが示されている。

【0025】図5は、沈降槽12内部での懸濁液の流れを示すものである。ここでは、沈降槽および検出容器17に関するパラメータを変化させた3通りの結果について示す。ここで、パラメータ D_p は懸濁液中の粉体粒子の粒子径であり、他のパラメータは、それぞれ前述した、沈降槽および検出容器の大きさに関するものである(図2参照)。図5(a)~(c)において、懸濁液の流れの方向は矢印の向きで、流れの速度は矢印の大きさでそれぞれ示されている。

【0026】図5より、沈降槽側壁と検出容器側壁との間隔が大きい程、検出容器底部周り(図の円で囲んだ部分)での対流の発生が小さくなることが理解される。ここでは特に検出容器外径 d_a と沈降槽内径 d_b との比 d_a/d_b を0.6以下、より好ましくは0.5以下とすることが効果的であることがわかる。

【0027】さらに図6は、図5(a)~(c)それぞれの場合における粒径分布の測定結果を示すものである。この図からも、沈降槽側壁と検出容器側壁との間隔が大きい程、特に検出容器外径 d_a と沈降槽内径 d_b との比 d_a/d_b を0.6以下、より好ましくは0.5以下とした場合に、高い測定精度が得られることが理解される。

【0028】以上説明したように、本発明によれば、測定対象である粉体粒子の懸濁液中での凝集を防いで均一な分散を促し、沈降槽内での懸濁液の対流を抑制することができ、それゆえ沈降天秤法による粉体粒子の粒度分布を高い測定精度で行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による粉体粒子の粒度分布測定装置の一実施形態の構成を示す図である。

【図2】 図1の装置の沈降槽のみを拡大して示す断面図である。

【図3】 図1の装置による粉体粒子(ガラスビーズ)の粒度分布の測定結果を示すグラフである。

【図4】 図1の装置による粉体粒子(ガラスビーズ)の粒度分布の測定結果を示すグラフである。

【図5】 沈降槽内部での懸濁液の流れを示す図である。

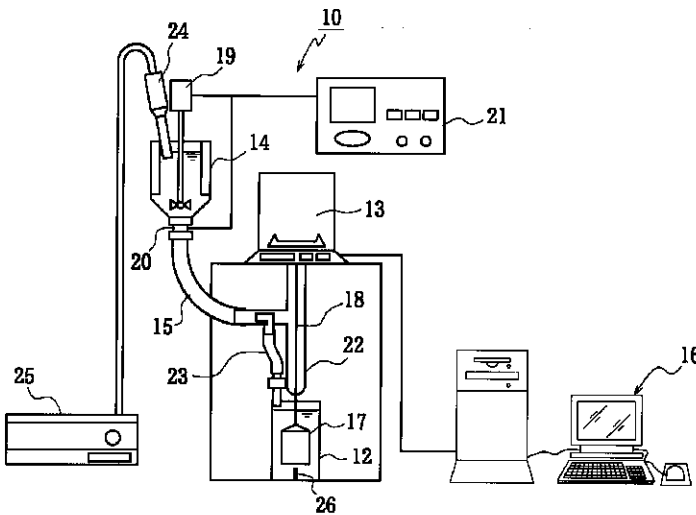
【図6】 異なる沈降槽内径と検出容器外径の比に対する粒度分布の測定結果を示すグラフである。

【符号の説明】

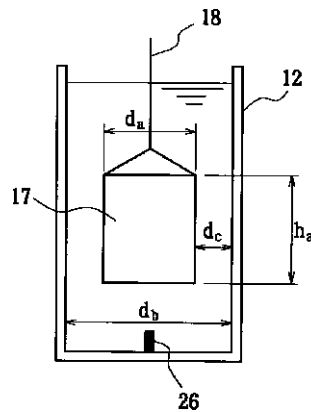
- 10 粉体粒子の粒度分布測定装置
- 11 ケース
- 12 沈降槽
- 13 電子天秤
- 14 混合槽
- 15 配管
- 16 コンピュータ

- 17 検出容器
- 18 支持ロッド
- 19 攪拌機
- 20 バルブ
- 21 制御装置
- 22 供給管
- 23 バイパス管
- 24 超音波振動子
- 25 超音波発振器
- 26 遮蔽板

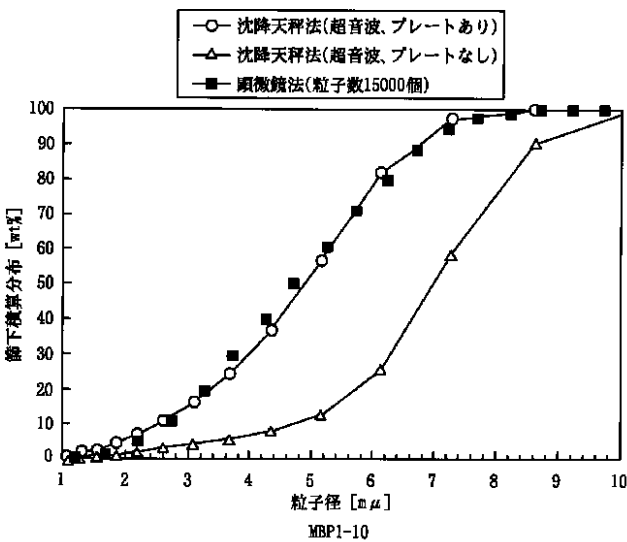
【図1】



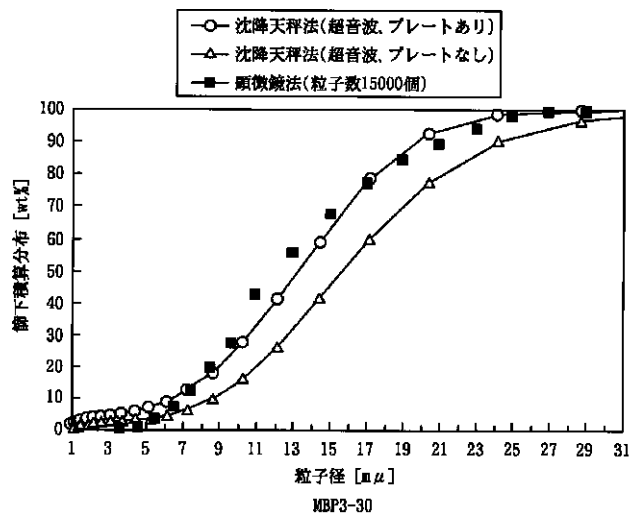
【図2】



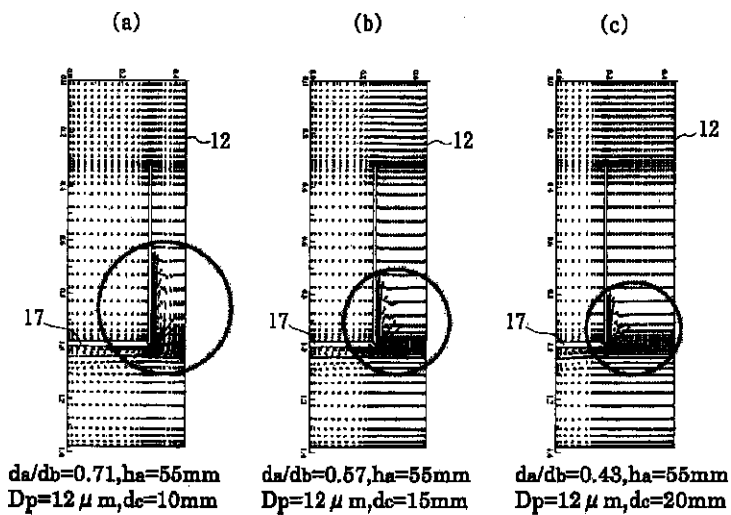
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

