

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3427178号
(P3427178)

(45)発行日 平成15年7月14日(2003.7.14)

(24)登録日 平成15年5月16日(2003.5.16)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I
B 0 1 J 8/40		B 0 1 J 8/40
B 0 6 B 1/12		B 0 6 B 1/12 K
B 0 9 B 3/00	3 0 2	B 0 9 B 3/00 3 0 2 F

請求項の数6(全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-27064(P2000-27064)

(22)出願日 平成12年2月4日(2000.2.4)

(65)公開番号 特開2001-212448(P2001-212448A)

(43)公開日 平成13年8月7日(2001.8.7)

審査請求日 平成12年2月4日(2000.2.4)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成11年9月26日～28日金沢大学において開催された「化学工学会第32回秋季大会」において文書をもって発表

特許法第30条第1項適用申請有り 平成11年12月2～3日に開催された「第5回流動層シンポジウム Proceedings of The 5th SCEJ Symposium On Fluidization」において文書をもって発表

(73)特許権者 391012224

名古屋大学長

愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし)

(72)発明者 藤間 幸久

愛知県名古屋市名東区平和ヶ丘1-70

(72)発明者 遠藤 琢磨

愛知県名古屋市天白区原4丁目910

(72)発明者 出口 清一

愛知県春日井市大留町1丁目7番3号

(74)代理人 100072051

弁理士 杉村 興作 (外1名)

審査官 森 健一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 密閉容器内の粉粒体層の流動化方法および装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 密閉容器内に形成した粉粒体層を流動化
するに際し、
前記密閉容器に、
前記粉粒体層内に気体を導入するための気体導入手段
と、
弁を有し、前記気体導入手段と前記密閉容器内側の天井
部またはその近傍との間を連通させる連通手段と、
前記密閉容器を振動させる加振手段とを設け、
前記密閉容器を前記加振手段によって上下方向に振動さ
せ、かつ、この振動に伴って生じる前記密閉容器内の気
体の流れを、前記連通手段に設けた弁の開閉によって制
御しつつ前記気体導入手段を通して前記粉粒体層内に導
入することにより、前記粉粒体層を流動化させることを
特徴とする、密閉容器内の粉粒体層の流動化方法。

【請求項2】 請求項1記載の方法において、
前記弁の開閉を前記加振機の振動と同期させて制御する
ことを特徴とする、密閉容器内の粉粒体層の流動化方
法。

【請求項3】 密閉容器と、
この密閉容器の内側に、その天井部と底部との間にそれ
ぞれ所定の大きさの空間を設けるように配置した分散板
と、
前記天井部と前記分散板との間の空間と、前記底部と前
記分散板との間との間の空間とを接続するように、前記
密閉容器に設けた通気管と、
前記通気管の途中に設けた弁と、
前記密閉容器を振動させるための加振機とを具え、
前記分散板上に粉粒体層を形成し、前記加振機により前
記密閉容器を上下方向に振動させ、かつ、この振動に伴

って生じる前記密閉容器内の気体の流れを前記通気管の弁の開閉によって制御することにより、前記粉粒体層を流動化させることを特徴とする、粉粒体層の流動化装置。

【請求項4】 密閉容器と、前記密閉容器内側の天井近傍と底部近傍との間に設けられ、前記天井および前記底部に向けてそれぞれ開口し、それによって前記天井近傍の空間と前記底部近傍の空間とを連通させる通気管と、前記通気管の途中に設けた弁と、前記密閉容器を振動させるための加振機とを具え、前記密閉容器底部上に粉粒体層を前記通気管の下端を埋設するように形成し、前記加振機により前記密閉容器を上下方向に振動させ、かつ、この振動に伴って生じる前記密閉容器内の気体の流れを前記通気管の弁の開閉によって制御することにより、前記粉粒体層を流動化させることを特徴とする、粉粒体層の流動化装置。

【請求項5】 請求項3または4記載の装置において、前記弁の開閉を前記加振機の振動と同期させて制御することを特徴とする、粉粒体層の流動化装置。

【請求項6】 請求項3～5のいずれか1項記載の装置を具える、燃焼灰の処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、各種の粉粒体等からなる粉粒体層を密閉容器内で流動化させて流動層を形成する方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】各種の粉体や粒子からなる粉粒体層に気流を導入して流動化させて形成する流動層は、化学工業等において、原材料の乾燥や、発電等のための燃料の燃焼、触媒を用いた各種反応や、造粒・コーティング等に広く利用されている。

【0003】上記のような分野において、特に乾燥等のための加熱処理等を行う工程で流動層を形成する際には、流動層を形成する粉粒体を密閉系において流動化することができれば、流動層を構成する粉粒体や加熱処理等を行う原材料等の散逸が無く、雰囲気調整が容易な、より均一な加熱場を迅速に得ることが可能となる。

【0004】ところで、近年、ごみ焼却時に発生するダイオキシンの処理が大きな問題となっている。ごみ焼却の際の燃焼灰中に含まれるダイオキシンは、無酸素雰囲気、温度400 の条件下で熱分解されることが知られている。そのため、燃焼灰中のダイオキシンを処理するためには、処理効率を向上させるためにも、また安全性の観点からも、密閉系中で行うことが望ましい。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、密閉容器中で効率的に流動層を形成する方法を提案することにあ

る。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明による密閉容器内の粉粒体層の流動化方法は、密閉容器に、粉粒体層内に気体を導入するための気体導入手段と、弁を有し、前記気体導入手段と前記密閉容器内側の天井部またはその近傍との間を連通させる連通手段と、前記密閉容器を振動させる加振手段とを設けると共に、前記連通手段に弁を設け、前記密閉容器を前記加振手段によって上下方向に振動させ、かつ、この振動に伴って生じる前記密閉容器内の気体の流れを、前記連通手段に設けた弁の開閉によって制御しつつ前記気体導入手段を通して前記粉粒体層内に導入することにより、前記粉粒体層を流動化させることを特徴とする。

【0007】本発明による方法は、粉粒体の流動化を密閉容器内で、容器の振動と、それによる粉粒体の慣性運動により密閉容器内の気体に流れを生じさせ、かつ、その流れを適切に制御することにより行う。そのため、外部より気体を導入すること無く流動層を形成できるので、流動層を用いた加熱処理等を行う際に、流動層を構成する粉粒体や加熱処理等を行う原材料の散逸が無く、雰囲気調整が容易で、かつ均一な加熱場を得ることが可能である。また、密閉系内で処理を行うため、無酸素雰囲気中での加熱処理や、有害物質、例えばごみの燃焼灰中に含まれるダイオキシン等の分解処理に特に好適である。

【0008】本発明による密閉容器内の粉粒体層の流動化方法は、前記弁の開閉を前記加振機の振動と同期させて制御することを特徴とする。それによって、容器の振動と、それにより粉粒体の慣性運動により発生する気体の流れを、より適切に制御することが可能となる。

【0009】また本発明は、粉粒体層を流動化して流動層を形成する装置に関するものでもある。

【0010】すなわち本発明による粉粒体層の流動化装置は、密閉容器と、この密閉容器の内側に、その天井部と底部との間にそれぞれ所定の大きさの空間を設けるように配置した分散板と、前記天井部と前記分散板との間の空間と、前記底部と前記分散板との間の空間とを接続するように、前記密閉容器に設けた通気管と、前記通気管の途中に設けた弁と、前記密閉容器を振動させるための加振機とを具え、前記分散板上に粉粒体層を形成し、前記加振機により前記密閉容器を上下方向に振動させ、かつ、この振動に伴って生じる前記密閉容器内の気体の流れを前記通気管の弁の開閉によって制御することにより、前記粉粒体層を流動化させることを特徴とする。

【0011】また本発明による粉粒体層の流動化装置は、密閉容器と、前記密閉容器内側の天井近傍と底部近傍との間に設けられ、前記天井および前記底部に向けてそれぞれ開口し、それによって前記天井と前記底部とを連通させる通気管と、前記通気管の途中に設けた弁と、

前記密閉容器を振動させるための加振機とを具えると共に、粉粒体層を前記通気管の下端を埋設するように形成している。

【0012】本発明による粉粒体層の流動化装置は、流動層の形成を、密閉容器内で、容器の振動と、それによる粉粒体の慣性運動により密閉容器内の気体に流れを生じさせ、かつ、その流れを適切に制御することにより行う。そのため、外部より気体を導入すること無く流動層を形成できるので、流動層を構成する粉粒体や加熱処理等を行う原材料の散逸が無く、雰囲気調整が容易で、かつ均一な加熱場での処理を行うことができる。また、密閉系内で処理を行うため、本発明は、無酸素雰囲気中での加熱処理や、有害物質、例えばごみの燃焼灰中に含まれるダイオキシン等の分解処理に特に好適である。

【0013】また本発明による粉粒体層の流動化装置は、前記弁の開閉を前記加振機の振動と同期させて制御することを特徴とする。それによって、容器の振動と、それにより粉粒体の慣性運動により発生する気体の流れを、より適切に制御することが可能となる。

【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、本発明に係る粉粒体層の流動化装置の一例を示すものである。本装置10は、密閉容器11と、この密閉容器11の下部に取り付けた加振機12と、通気管13とを具える。密閉容器11内には通気性を有する分散板14が設けられ、この分散板14上に粉粒体層15を形成する。また、粉粒体層15と密閉容器11の天井部との間には、粉粒体の過度の上昇を抑えるための粉粒体ストッパー16が設けられている。通気管13は、密閉容器11内に設けた分散板の上側の空間17と、下側の空間18とを連通させるように設けられており、中間には弁19が設けられている。なお、前記上側の空間は、粉粒体ストッパー16に

よって、粉粒体移動部17aとガス溜め部17bとに分割されている。弁19は、鋼球20、台座21およびストッパー22からなり、鋼球20が台座21上に着座している時には、通気管13内でのガスの流れは妨げられる。また、ストッパー22は、鋼球20の上方への移動を規制するものである。なお加振機12は、流動層形成のために十分な振幅を得るため、クランク機構等を用いて機械的に振動を発生させる形式のものとする。

【0016】図2は、図1の装置10の密閉容器11内に粉粒体を導入し、容器11を振動させて流動層形成の実験を行った際の、容器11、粉粒体層15、鋼球20の変位および、容器の振動加速度ならびに、容器11内のガス圧力の時間変化をそれぞれ示すものである。ここで、実験装置の諸元は下記の表1の通りであり、また実験を行った際の諸条件は次の表2の通りである。

【0017】

【表1】

容器11の内側底面積	100×130mm
分散板14から粉粒体ストッパー16までの距離	200mm
ガス溜め部17bの体積	$3.9 \times 10^6 \text{ mm}^3$
下側の空間18の体積	$2.4 \times 10^6 \text{ mm}^3$
通気管の直径	40mm
鋼球の直径	30mm
鋼球の重量	117g
鋼球の最大上昇高さ	5mm

【0018】

【表2】

粉粒体	ガラスビーズ
粉粒体径	46~70 μm (平均粒子径 58 μm)
粉粒体密度	2500kg/m ³
粉粒体層高さ	20~150mm
振動数	2.0~3.8Hz
振動振幅	100mm
温度	室温
容器内ガス	空気
容器内圧力	大気圧 (静止時)

【0019】なお、図2(b)においては、容器内のガス圧力は、分散板15の下側の空間18の圧力 P_L と、上側の空間(ガス溜め部)17bの圧力 P_U との差圧 $P = P_L - P_U$ で示している。

【0020】図2(a)は、容器11、粉粒体層15、鋼球20の変位および、容器の振動加速度それぞれの時間変化を示すものであり、図では容器11の下死点、すなわち加振前の静止時の位置を変位0としている。

【0021】図2(a)に示すように、容器11を、下死点Oの位置から上下方向に振動させると、まず、容器11は最大加速度で上昇する。なお、ここで加速度は重力の作用する方向とは逆の方向、すなわち上向きを正とする。容器11の上昇に伴って加速度は減少し、図のA1点に達すると、容器11の加速度は重力加速度 - g よりも小さくなり、それによって粉粒体層15および鋼球20が容器11に対して浮上する。その結果、分散板15の上側の空間17内のガス（空気）が粉粒体層に押され、通気管13を通して下側の空間18へと流入する。ここで、図2(b)、すなわち分散板15の下側の空間18の圧力 P_L と、上側の空間（ガス溜め部）17bの圧力 P_U との差圧 P を見ると、容器11の下死点O～A1までは差圧 P は0であるが、A1からは差圧 P が負となっている。これは、上述したガスの移動が生じていることを示すものに他ならない。

【0022】次に、容器11がさらに上昇すると、図2(a)のB1点では、鋼球20が高さ5mm、すなわちストッパー22で規制される最大高さに達する。その後容器11は下降に転じ、鋼球20はストッパー22と接触した後は自由落下運動をすることとなるが、容器11の加速度が重力加速度 - g よりも小さいため、ストッパー22と接触したまま容器と共に運動する。その後C1点以降では、容器11の加速度が重力加速度 - g よりも大きくなるため、鋼球20は容器11に対して下降する。一方、粉粒体層15は、B1点以後も慣性によりさらに上昇し続ける。そのため、分散板15の上側の空間17から下側の空間18への、通気管13を通してのガスの移動も続く。その後粉粒体層15は、C1点から後述するD1点の間で容器11に対して下降を始める。

【0023】容器11が下降してD1点に達すると、鋼球20は台座21に着座して通気管13を塞ぐ。また粉粒体層15が容器11に対して下降しているため、下側の空間18内の空気が圧縮される。そのため差圧 P は、図2(b)に示すように急激に増加し、E点でピークに達する。

【0024】その後下側の空間18内の空気は、分散板14および粉粒体層15を通過して上側の空間17へと移動する。その結果、差圧 P が減少すると共に、粉粒体層15が流動化し、流動層が形成されることとなる。なお、図2(b)において、E点とA2点との間の差圧 P の変動は、粉粒体層の下降と、この粉粒体層内を空気が通過することとの兼ね合いによるものである。

【0025】さらに、容器11が下降から上昇に転じてA2点に達すると、再び容器11の加速度は重力加速度 - g よりも小さくなるため、粉粒体層15および鋼球20が容器に対して再度浮上する。それによって上側の空間17内の空気が粉粒体層15に押されて通気管13を経て下側の空間18へと移動する。図2(b)において、A2点から差圧 P が急激に減少して負の値となるのはそのためである。以上の過程を繰り返すことにより、流動層が形成される。

【0026】上記の過程をさらに具体的に示すと以下のようになる。図3は、図2のA1～B1～C1までの過程における容器11内部の状態を示すものである。このとき容器11の加速度 a は重力加速度 - g よりも小さいため（図2(a)参照）、粉粒体層15は、分散板14から上昇し、また鋼球20も台座21から上昇する。そのため上側の空間17内の空気が押されて通気管13を通して下側の空間18へと流れる。なお、本図では粉粒体ストッパー16は省略している。

【0027】次に図4は、容器11がD1点に達した時の容器11内部の状態を示すものである。この時容器11の加速度 a は重力加速度 - g よりも大きくなっており、粉粒体層15は容器11に対して下降し、また鋼球20も同様に下降して台座21上に着座する。そのため、通気管13内の空気の流れは遮断され、下側の空間18内の空気は粉粒体層15によって圧縮されることとなる。したがって、図2(b)に示すように差圧 P が急激に上昇することとなるのである。

【0028】さらに図5は、容器11がD1点から下降して下死点に達し、そこから上昇に転じてA2に達するまでの容器内部の状態を示すものである。このときも、容器の加速度 a は依然として重力加速度 - g よりも大きいいため、粉粒体層15は下降を続けるが、下側の空間18内の空気は、分散板14および粉粒体層15を通過して上側の空間17へと流れるようになる。その結果、粉粒体層15内を通過する空気は、粉粒体層15内部に多数の気泡23を発生させると共に、流動化させる。その結果、流動層が形成されることとなるのである。

【0029】図6は、図1に示す装置を用いて行った流動層形成実験における、容器内部での粉粒体層の状態を示すものである。ここで、図6(a)は、容器を振動数2.8Hzで振動させた場合を、図6(b)は、振動数3.1Hzで振動させた場合をそれぞれ示す。

【0030】図6(a)に示すように、振動数2.8Hzで振動させた場合、容器31内の粉粒体層32内に複数の気泡33が発生し、かつ粉粒体層32表面には大きな波立ちも発生していない。すなわち、良好な流動層が形成されていることが理解される。一方、図6(b)に示すように、振動数3.1Hzで振動させた場合には、容器41内の粉粒体層42の表面に大きな波立ちが発生していることがわかる。

【0031】図7は、図1に示す装置10における、異なる粉粒体層の高さに対する、容器の振動1周期間での差圧 P の変化を示すものである。図では、平均粒子径58 μ mのガラスビーズを用いた粉粒体層の高さ h を37mmから105mmまで変化させ、容器の振動数を2.63Hz、振動振幅を100mmとして実験を行った結果である。なお、図7に結果を示す実験においては、いずれの場合も図6(a)に示したような良好な流動層が形成されている。

【0032】図7に示すように、粉粒体層の高さに係らず、時刻 $t=0.13$ sec近傍より差圧 P の急激な増加が

見られる。この事より、本装置10においては、時刻 $t=0.13\text{sec}$ で弁19の鋼球20が台座に着座する、すなわち図4に示す状態になることが理解される。次いで差圧 P はピークに達し、その後急激に減少するが、このとき、粉粒体層内に気泡が発生し、図6(a)に示すような流動層が形成されることが確認されている。すなわち、差圧 P がピークから急激に減少する間に、粉粒体層中を空気が流れ、それによって流動層が形成された(図5参照)ことにより、差圧 P が減少していることを示す。その後 $t=0.35\text{sec}$ において差圧 P が再度急激に減少しているが、これは、図3に示すように容器の上向き加速度が重力加速度 $-g$ よりも再度小さくなり、それによって鋼球20が台座22から再度離れて浮上することを示している。

【0033】ここで、図7と図2とを比較すると、図7は、図2に示す差圧 P の変化に相似した傾向を有していることがわかる。このことから、本装置10においては、粉粒体層の高さに係わらず流動層が形成され、差圧 P の変化は、容器10の振動数や弁19に依存することが理解される。なお、通気管13に弁19を設けていない場合には、流動層は形成されていない。

【0034】図8は、異なる高さの粉粒体層についての、容器の振動数に対する差圧 P のピーク(図2(b)のE点)を示すものである。図示のように、粉粒体層の高さに係わらず、 2.2Hz を越える振動数で差圧 P のピークが生じている。これは、本装置10において、弁19の鋼球20が台座21から離れて浮上し、ストッパー22に達する最低の振動数であることを示している。差圧 P は、 2.4Hz 前後でピーク値の振動数に対する増加傾向が緩やかとなり、同時また図6(a)に示すような流動層が形成されることが確認されている。ところが、 3.0Hz 以降では、粉粒体層の高さが 105mm および 88mm の場合には、差圧 P のピーク値が減少傾向に転じている。これは、図6(b)に示すような粉粒体層表面に波立ちが生じ、層の高さが相対的に低下した箇所を空気が流れたことによるものである。

【0035】このことから、差圧 P の変化が、容器10の振動数や弁19に依存することがわかる。したがって、本発明においては、流動層を形成するための粉粒体を導入する密閉容器を振動させる際の振動数や、通気管に設ける弁の特性により、粉粒体の種類や粉粒体層の高さ等に応じた最適な流動層形成のための条件を見出すことが可能であることが理解されよう。

【0036】図9は、本発明に係る粉粒体層の流動化装置の他の例を示すものである。本装置50は、密閉容器51と、この密閉容器51の下部に取り付けた加振機52と、通気管53とを具える。図示の装置50では、通気管53は密閉容器51内に複数本(図ではその内の3本を示す)設けられ、これらの各通気管は密閉容器51の天井および底に向けてそれぞれ開口していると共に、それぞれに弁54が設

けられている。弁54は、図1の装置の場合と同様に、鋼球55、台座56およびストッパー57からなる。また密閉容器51には図1の装置10のような分散板は設けられておらず、粉粒体層58は密閉容器51の底部に敷き詰められて形成されている。なお、粉粒体層58と密閉容器51の天井との間には粉粒体ストッパー59が設けられ、前記通気管53の上端53aは、粉粒体ストッパー59の上方へ突出している。また、粉粒体層58は、通気管53の下端53bを埋設するように形成される。

【0037】前述したように図9の装置50には、図1の装置10のような分散板は設けられていないが、その代わりに、通気管53が分散板の役割をも兼ねている。すなわち、加振機52によって密閉容器51を振動させ、それによって、図3に示すと同様に通気管53内の弁54の鋼球55が台座56から離れると、気体は通気管53を通して容器51の下方へと流れ、通気管53の下端53bより流出する、すなわち上昇した粉粒体層58の下側へと流れることとなる。

【0038】以上説明したように、本発明によれば、密閉容器の中で流動層を形成することができるため、流動層を構成する粉粒体や、流動層を用いて加熱処理等を行う原材料の散逸が無く、雰囲気調整が容易で、かつ均一な加熱場での処理を行うことができる。また、密閉系内で処理を行うため、無酸素雰囲気中での加熱処理や、有害物質、例えばごみの燃焼灰中に含まれるダイオキシン等の分解処理に特に好適である。

【0039】なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、種々の形態が可能である。例えば、図1および図9に示す例では、弁として、鋼球、台座およびストッパーからなるものを用いているが、本発明に係る装置においては他の形式の種々の弁を使用することが可能であり、特に電磁弁などを用いて、これを密閉容器の振動と同期させて適切な制御を行うことにより、より効率的な流動層の形成を行うことができる。また通気管も、図1のように密閉容器の外部に設けても良く、あるいは図9のように密閉容器の内部に設けても良い。さらに、粉粒体ストッパーを設けないこととしても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に係る装置の概略を示す断面図である。

【図2】 図1の装置による流動層形成時の容器、粉粒体層、鋼球の変位および容器の振動加速度ならびに容器内のガス圧力の時間変化を示すグラフである。

【図3】 図1の容器内における、粉粒体層および鋼球の動きを模式的に示す図である。

【図4】 図1の容器内における、粉粒体層および鋼球の動きを模式的に示す図である。

【図5】 図1の容器内における、粉粒体層および鋼球の模式的に動きを示す図である。

【図6】 図1の容器内における、粉粒体層の動きを観察した写真を示すものである。

【図7】 異なる高さの粉粒体層における、容器内の差圧の時間変化を示すグラフである。

【図8】 異なる高さの粉粒体層における、容器の振動数に対する差圧の変化を示すグラフである。

【図9】 本発明に係る装置の他の例を概略示す断面図である。

【符号の説明】

10, 50 流動層形成装置

11, 51 密閉容器

12, 52 加振機

13, 53 通気管

14 分散板

15, 58 粉粒体層

16, 59 粉粒体ストッパー

17 分散板の上側の空間

18 分散板の下側の空間

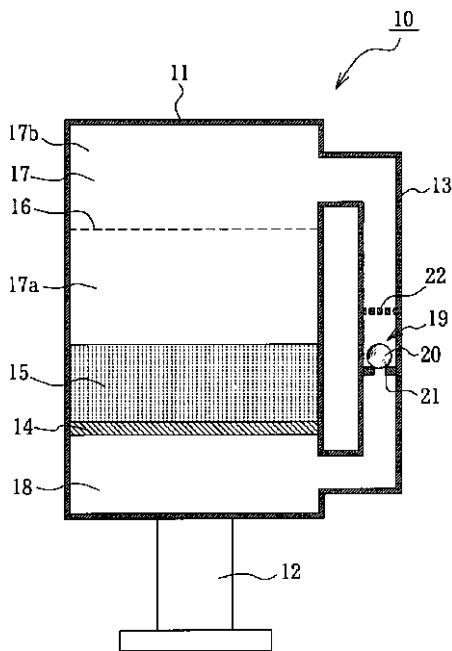
19, 54 弁

20, 55 鋼球

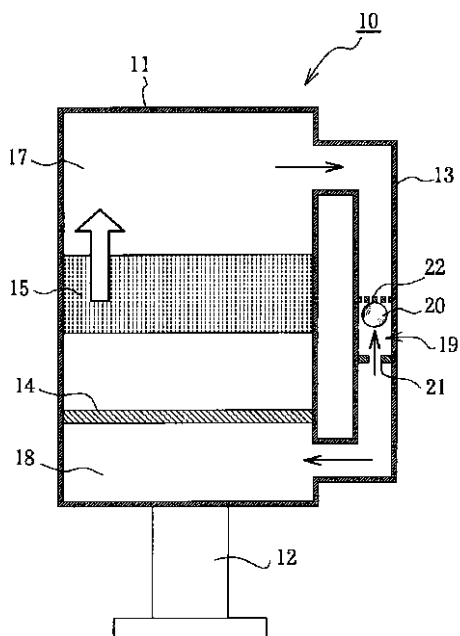
21, 56 台座

22, 57 ストッパー

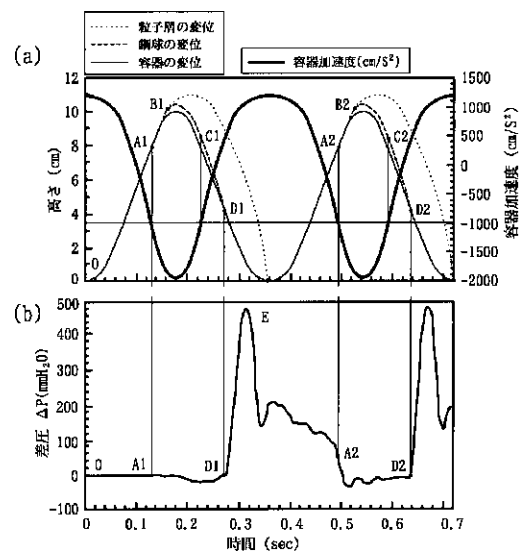
【図1】



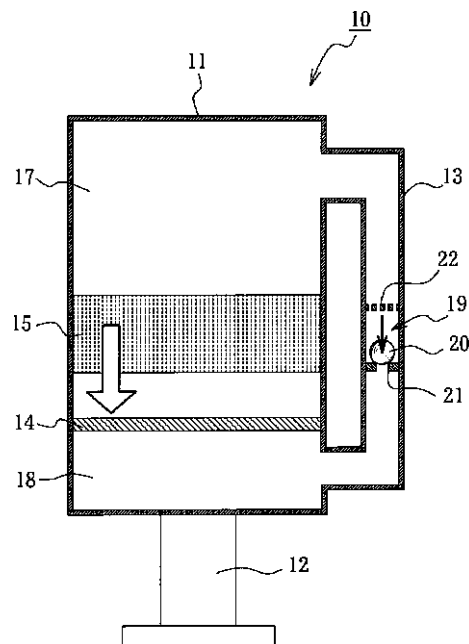
【図3】



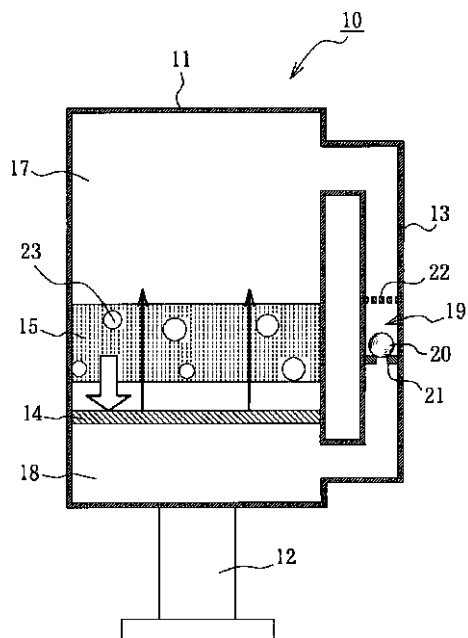
【図2】



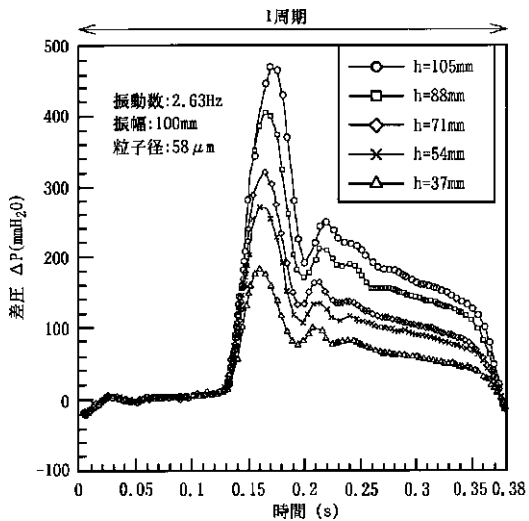
【図4】



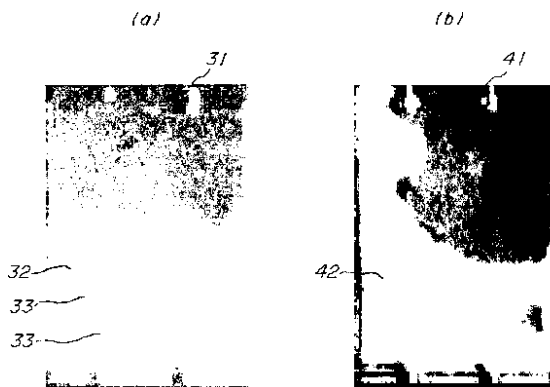
【図5】



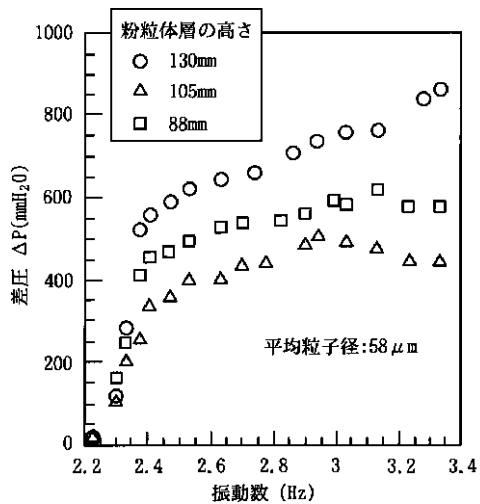
【図7】



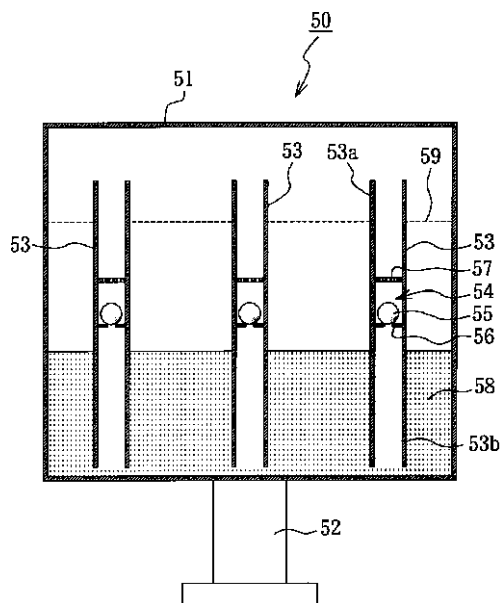
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平11 - 104436 (J P , A)
特開 平 1 - 245847 (J P , A)
特開 昭62 - 125821 (J P , A)
特開 昭50 - 75980 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)
B01J 8/00
B06B 1/00
B09B 3/00