

(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2012-158352
(P2012-158352A)

(43) 公開日 平成24年8月23日 (2012. 8. 23)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 6 5 B 1/32 (2006.01)	B 6 5 B 1/32	3 E 0 5 5
B 6 5 B 1/06 (2006.01)	B 6 5 B 1/06	3 E 1 1 8
B 6 5 B 39/12 (2006.01)	B 6 5 B 39/12	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2011-18476 (P2011-18476)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成23年1月31日 (2011. 1. 31)		トヨタ自動車株式会社
			愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
		(74) 代理人	100080621
			弁理士 矢野 寿一郎
		(74) 代理人	100124730
			弁理士 正津 秀明
		(72) 発明者	高井 宗
			愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	杉江 豊
			愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

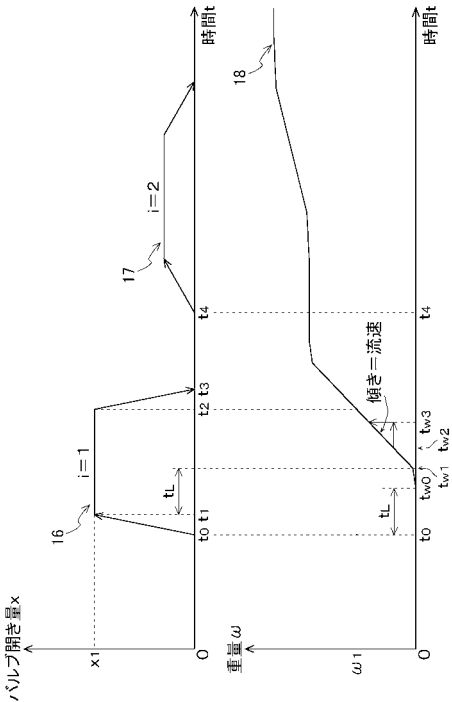
(54) 【発明の名称】 粉体供給装置および粉体供給方法

(57) 【要約】

【課題】粉漏れを抑制でき、かつ、粉体容器内に供給した粉体の重量バラツキを低減することが可能な粉体供給装置を提供する。

【解決手段】所定の目標重量の粉体 1 を粉体容器 2 内に供給するための粉体供給装置 1 0 0 であって、収容部 1 1 と、バルブ部（ロッド部 1 2 およびアクチュエータ 1 3）と、重量計測部 1 4 と、制御部 1 5 と、を備え、制御部 1 5 は、前記バルブ部により孔部 1 1 a を開放させ、そして孔部 1 1 a の開放量を一定の大きさに保持させ、さらに重量計測部 1 4 から受信する粉体容器 2 内の粉体 1 の重量が所定のバルブ閉じ重量になったときに前記バルブ部により孔部 1 1 a を閉塞させることで粉体 1 を粉体容器 2 内に供給し、前記バルブ閉じ重量は、前記目標重量が所定の浮遊粉体量に応じて補正された値である。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の目標重量の粉体を粉体容器内に供給するための粉体供給装置であって、
前記粉体を収容可能な収容空間が形成され、前記収容空間内の前記粉体を外部に流出させることが可能な孔部が形成され、前記孔部が前記粉体容器の上方に配置される収容部と、

前記収容部の孔部を開放・閉塞可能であり、前記孔部を開放することで前記収容空間内の粉体を前記孔部から自重落下させて前記粉体容器内に供給し、前記孔部を閉塞することで前記収容空間内の粉体が前記孔部から流出することを遮断するバルブ部と、

前記粉体容器内の前記粉体の重量を計測する重量計測部と、

10

前記バルブ部および重量計測部に接続される制御部と、を備え、

前記制御部は、前記バルブ部により前記孔部を開放させ、そして前記孔部の開放量を一定の大きさに保持させ、さらに前記重量計測部から受信する前記粉体容器内の前記粉体の重量が所定のバルブ閉じ重量になったときに前記バルブ部により前記孔部を閉塞させることで前記粉体を前記粉体容器内に供給し、

前記バルブ閉じ重量は、前記目標重量が所定の浮遊粉体量に応じて補正された値であり、

前記浮遊粉体量は、前記制御部により前記粉体が前記粉体容器内に供給される場合において、前記孔部の開放後、前記孔部から自重落下する前記粉体の流量変動が安定しているときの前記粉体の流速に基づいて算出され、または、前記孔部から自重落下する前記粉体の流量が安定している間における前記孔部の開放量の時間積分と、そのときの前記重量計測部の計測値との差分に基づいて算出される粉体供給装置。

20

【請求項 2】

前記浮遊粉体量が、前記孔部から自重落下する前記粉体の流量変動が安定しているときの前記粉体の流速に基づいて算出される場合は、前記浮遊粉体量およびバルブ閉じ重量が、以下の〔数 1〕に示す値となる、請求項 1 に記載の粉体供給装置。

【数 1】

$$t_L = t_{w0} - t_0$$

$$t_{w1} = t_1 + t_L$$

30

$$t_{w1} < t_{w2} < t_{w3} < t_2 + t_L$$

$$(\text{粉体の流速}) = \{ \omega(t_{w3}) - \omega(t_{w2}) \} / (t_{w3} - t_{w2})$$

$$(\text{浮遊粉体量}) = (\text{粉体の流速}) * t_L$$

$$(\text{バルブ閉じ重量}) = (\text{目標重量}) - (\text{浮遊粉体量})$$

ただし、前記〔数 1〕に関して、

t_0 は、前記孔部の開放が開始される時間を示し、

t_{w0} は、前記孔部の開放後、前記重量計測部の計測値が増加し始める時間を示し、

t_1 は、前記孔部の開放量が前記一定の大きさに保持されている期間の開始時間を示し、

40

t_2 は、前記孔部の開放量が前記一定の大きさに保持されている期間の終了時間を示し、

t_{w2} および t_{w3} は、 $t_{w1} < t_{w2} < t_{w3} < t_2 + t_L$ 、の範囲内の時間であり、

$\omega(t_{w2})$ は、時間 t_{w2} のときの前記重量計測部の計測値を示し、

$\omega(t_{w3})$ は、時間 t_{w3} のときの前記重量計測部の計測値を示す。

【請求項 3】

前記浮遊粉体量が、前記孔部から自重落下する前記粉体の流量が安定している間における前記孔部の開放量の時間積分と、そのときの前記重量計測部の計測値との差分に基づいて算出される場合は、前記浮遊粉体量およびバルブ閉じ重量が、以下の〔数 2〕に示す値

50

となる、請求項 1 に記載の粉体供給装置。

【数 2】

$$t_L = t_{w4} - t_4$$

$$t_{w5} = t_5 + t_L$$

$$S = \int x(t) dt$$

$$\beta = \Delta \omega / \Delta S$$

$$t_{w5} < t_{wa} < t_6$$

$$(\text{予測粉重量}) = \beta(t_{wa}) * S(t_{wa}) + \omega_f$$

$$(\text{浮遊粉体量}) = (\text{予測粉重量}) - \omega(t_{wa})$$

$$(\text{バルブ閉じ重量}) = (\text{目標重量}) - (\text{浮遊粉体量})$$

10

ただし、前記【数 2】において、

t_4 は、前記孔部の開放が開始される時間を示し、

t_{w4} は、前記孔部の開放後、前記重量計測部の計測値が増加し始める時間を示し、

t_5 は、前記孔部の開放量が前記一定の大きさに保持されている期間の開始時間を示し

t_6 は、前記孔部の開放量が前記一定の大きさに保持されている期間の終了時間を示し

$x(t)$ は、前記孔部の開放量を示し、

S は、 $x(t)$ の時間積分を示し、

ΔS は、単位時間あたりの S の変化量を示し、

$\Delta \omega$ は、単位時間あたりの前記重量計測部の計測値の変化量を示し、

t_{wa} は、 $t_{w5} < t_{wa} < t_6$ 、の範囲内の時間であり、

$\beta(t_{wa})$ は、時間 t_{wa} のときの β の値を示し、

$S(t_{wa})$ は、時間 t_4 から t_{wa} の範囲で $x(t)$ を時間積分したときの値を示し

20

ω_f は、前記粉体の供給が開始されるときの前記重量計測部の計測値を示し、

$\omega(t_{wa})$ は、時間 t_{wa} のときの前記重量計測部の計測値を示す。

【請求項 4】

30

前記制御部は、前記バルブ部により前記孔部を開放させ、そして前記孔部の開放量を一定の大きさに保持させ、さらに前記孔部を閉塞させるまでを 1 サイクルとして、そのサイクルを複数回数繰り返すことで、前記粉体を前記粉体容器内に供給し、

前記目標重量およびバルブ閉じ重量は、前記複数のサイクル毎に設定される、請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の粉体供給装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記複数のサイクルの完了時における前記重量計測部の計測値と前記目標重量との誤差を記憶し、記憶した誤差に基づいて前記バルブ閉じ重量を補正する、請求項 4 に記載の粉体供給装置。

【請求項 6】

40

前記制御部が、前記バルブ部により前記孔部の開放量を一定の大きさに保持させるときの前記孔部の開放量を前記複数のサイクル毎に段階的に調整可能な、請求項 4 に記載の粉体供給装置。

【請求項 7】

所定の目標重量の粉体を粉体容器内に供給するための粉体供給方法であって、

前記粉体を収容可能な収容空間が形成され、前記収容空間内の前記粉体を外部に流出させることが可能な孔部が形成され、前記孔部が前記粉体容器の上方に配置される収容部と

前記収容部の孔部を開放・閉塞可能であり、前記孔部を開放することで前記収容空間内の粉体を前記孔部から自重落下させて前記粉体容器内に供給し、前記孔部を閉塞すること

50

で前記収容空間内の粉体が前記孔部から流出することを遮断するバルブ部と、
前記粉体容器内の前記粉体の重量を計測する重量計測部と、
前記バルブ部および重量計測部に接続される制御部と、を備えた粉体供給装置を用いて行われ、

前記制御部により、前記バルブ部に前記孔部を開放させ、そして前記孔部の開放量を一定の大きさに保持させ、さらに前記重量計測部から受信する前記粉体容器内の前記粉体の重量が所定のバルブ閉じ重量になったときに前記バルブ部に前記孔部を閉塞させることで前記粉体を前記粉体容器内に供給し、

前記バルブ閉じ重量は、前記目標重量が所定の浮遊粉体量に応じて補正された値であり

、
前記浮遊粉体量は、前記制御部により前記粉体が前記粉体容器内に供給される場合において、前記孔部の開放後、前記孔部から自重落下する前記粉体の流量変動が安定しているときの前記粉体の流速に基づいて算出され、または、前記孔部から自重落下する前記粉体の流量が安定している間における前記孔部の開放量の時間積分と、そのときの前記重量計測部の計測値との差分に基づいて算出される粉体供給方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、粉体を供給する粉体供給装置および粉体供給方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、粉体を供給する粉体供給装置の技術は公知となっている（例えば、特許文献1）

【0003】

従来の粉体供給装置は、粉体を定量に切り出すために、すり切り方式によって粉体を体積にて管理し、定量の粉体を供給するように制御していた。

【0004】

図8に示すように、従来のすり切り方式の粉体供給装置1000は、収容部1100と、シャッター1200と、を有していた。従来の粉体供給装置1000は、収容部1100内の粉体1300を粉体容器1400内に供給する際に、シャッター1200を、収容部1100と粉体容器1400との間の位置（供給停止位置）からずらすことで粉体1300の供給を開始し、そして、シャッター1200を前記供給停止位置まで移動することで粉体1300の供給を停止していた。

【0005】

しかし、シャッター1200が前記供給停止位置に存在するとき、シャッター1200と収容部1100との間のクリアランスが発生していた。そして、前記クリアランスが粉体粉径よりも大きかった。これによりシャッター1200によるすり切り時に粉漏れが発生していた。

【0006】

また、従来の粉体供給装置1000は、粉体1300の供給量を体積にて管理していたため、粉体容器1400内に供給した粉体1300の重量バラツキが大きくなることがあった。これにより、例えば、粉体容器1400内に供給された粉体（金属磁性粒子）1300がプレス成形されて圧粉磁性体（磁性材料を圧粉成形した部品）が製造された場合、製造された圧粉磁性体の品質のバラツキが大きくなることがあった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開昭63-66020号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0008】

本発明は、粉漏れを抑制でき、かつ、粉体容器内に供給した粉体の重量バラツキを低減することが可能な粉体供給装置および粉体供給方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

請求項1に記載の粉体供給装置は、

所定の目標重量の粉体を粉体容器内に供給するための粉体供給装置であって、

前記粉体を収容可能な収容空間が形成され、前記収容空間内の前記粉体を外部に流出させることが可能な孔部が形成され、前記孔部が前記粉体容器の上方に配置される収容部と

10

、前記収容部の孔部を開放・閉塞可能であり、前記孔部を開放することで前記収容空間内の粉体を前記孔部から自重落下させて前記粉体容器内に供給し、前記孔部を閉塞することで前記収容空間内の粉体が前記孔部から流出することを遮断するバルブ部と、

前記粉体容器内の前記粉体の重量を計測する重量計測部と、

前記バルブ部および重量計測部に接続される制御部と、を備え、

前記制御部は、前記バルブ部により前記孔部を開放させ、そして前記孔部の開放量を一定の大きさに保持させ、さらに前記重量計測部から受信する前記粉体容器内の前記粉体の重量が所定のバルブ閉じ重量になったときに前記バルブ部により前記孔部を閉塞させることで前記粉体を前記粉体容器内に供給し、

前記バルブ閉じ重量は、前記目標重量が所定の浮遊粉体量に応じて補正された値であり

20

、前記浮遊粉体量は、前記制御部により前記粉体が前記粉体容器内に供給される場合において、前記孔部の開放後、前記孔部から自重落下する前記粉体の流量変動が安定しているときの前記粉体の流速に基づいて算出され、または、前記孔部から自重落下する前記粉体の流量が安定している間における前記孔部の開放量の時間積分と、そのときの前記重量計測部の計測値との差分に基づいて算出される。

【0010】

請求項2に記載の粉体供給装置においては、

前記浮遊粉体量が、前記孔部から自重落下する前記粉体の流量変動が安定しているときの前記粉体の流速に基づいて算出される場合は、前記浮遊粉体量およびバルブ閉じ重量が

30

、以下の〔数1〕に示す値となる。

【数1】

$$t_L = t_{w0} - t_0$$

$$t_{w1} = t_1 + t_L$$

$$t_{w1} < t_{w2} < t_{w3} < t_2 + t_L$$

$$(\text{粉体の流速}) = \{\omega(t_{w3}) - \omega(t_{w2})\} / (t_{w3} - t_{w2})$$

$$(\text{浮遊粉体量}) = (\text{粉体の流速}) * t_L$$

$$(\text{バルブ閉じ重量}) = (\text{目標重量}) - (\text{浮遊粉体量})$$

40

ただし、前記〔数1〕に関して、

t_0 は、前記孔部の開放が開始される時間を示し、

t_{w0} は、前記孔部の開放後、前記重量計測部の計測値が増加し始める時間を示し、

t_1 は、前記孔部の開放量が前記一定の大きさに保持されている期間の開始時間を示し

、

t_2 は、前記孔部の開放量が前記一定の大きさに保持されている期間の終了時間を示し

、

t_{w2} および t_{w3} は、 $t_{w1} < t_{w2} < t_{w3} < t_2 + t_L$ 、の範囲内の時間であり

、

$\omega(t_{w2})$ は、時間 t_{w2} のときの前記重量計測部の計測値を示し、

50

$\omega(t_{w3})$ は、時間 t_{w3} のときの前記重量計測部の計測値を示す。

【0011】

請求項3に記載の粉体供給装置においては、

前記浮遊粉体量が、前記孔部から自重落下する前記粉体の流量が安定している間における前記孔部の開放量の時間積分と、そのときの前記重量計測部の計測値との差分に基づいて算出される場合は、前記浮遊粉体量およびバルブ閉じ重量が、以下の〔数2〕に示す値となる。

【数2】

$$t_L = t_{w4} - t_4$$

$$t_{w5} = t_5 + t_L$$

$$S = \int x(t) dt$$

$$\beta = \Delta \omega / \Delta S$$

$$t_{w5} < t_{wa} < t_6$$

$$(\text{予測粉重量}) = \beta(t_{wa}) * S(t_{wa}) + \omega_f$$

$$(\text{浮遊粉体量}) = (\text{予測粉重量}) - \omega(t_{wa})$$

$$(\text{バルブ閉じ重量}) = (\text{目標重量}) - (\text{浮遊粉体量})$$

ただし、前記〔数2〕において、

t_4 は、前記孔部の開放が開始される時間を示し、

t_{w4} は、前記孔部の開放後、前記重量計測部の計測値が増加し始める時間を示し、

t_5 は、前記孔部の開放量が前記一定の大きさに保持されている期間の開始時間を示し

、

t_6 は、前記孔部の開放量が前記一定の大きさに保持されている期間の終了時間を示し

、

$x(t)$ は、前記孔部の開放量を示し、

S は、 $x(t)$ の時間積分を示し、

ΔS は、単位時間あたりの S の変化量を示し、

$\Delta \omega$ は、単位時間あたりの前記重量計測部の計測値の変化量を示し、

t_{wa} は、 $t_{w5} < t_{wa} < t_6$ 、の範囲内の時間であり、

$\beta(t_{wa})$ は、時間 t_{wa} のときの β の値を示し、

$S(t_{wa})$ は、時間 t_4 から t_{wa} の範囲で $x(t)$ を時間積分したときの値を示し

、

ω_f は、前記粉体の供給が開始されるときの前記重量計測部の計測値を示し、

$\omega(t_{wa})$ は、時間 t_{wa} のときの前記重量計測部の計測値を示す。

【0012】

請求項4に記載の粉体供給装置においては、

前記制御部は、前記バルブ部により前記孔部を開放させ、そして前記孔部の開放量を一定の大きさに保持させ、さらに前記孔部を閉塞させるまでを1サイクルとして、そのサイクルを複数回数繰り返すことで、前記粉体を前記粉体容器内に供給し、

前記目標重量およびバルブ閉じ重量は、前記複数のサイクル毎に設定される。

【0013】

請求項5に記載の粉体供給装置においては、

前記制御部は、前記複数のサイクルの完了時における前記重量計測部の計測値と前記目標重量との誤差を記憶し、記憶した誤差に基づいて前記バルブ閉じ重量を補正する。

【0014】

請求項6に記載の粉体供給装置においては、

前記バルブ部により前記孔部の開放量を一定の大きさに保持させるときの前記孔部の開放量を前記複数のサイクル毎に段階的に調整可能である。

【0015】

10

20

30

40

50

請求項 7 に記載の粉体供給方法は、
所定の目標重量の粉体を粉体容器内に供給するための粉体供給方法であって、
前記粉体を収容可能な収容空間が形成され、前記収容空間内の前記粉体を外部に流出させることが可能な孔部が形成され、前記孔部が前記粉体容器の上方に配置される収容部と

、
前記収容部の孔部を開放・閉塞可能であり、前記孔部を開放することで前記収容空間内の粉体を前記孔部から自重落下させて前記粉体容器内に供給し、前記孔部を閉塞することで前記収容空間内の粉体が前記孔部から流出することを遮断するバルブ部と、

前記粉体容器内の前記粉体の重量を計測する重量計測部と、

前記バルブ部および重量計測部に接続される制御部と、を備えた粉体供給装置を用いて行われ、

前記制御部により、前記バルブ部に前記孔部を開放させ、そして前記孔部の開放量を一定の大きさに保持させ、さらに前記重量計測部から受信する前記粉体容器内の前記粉体の重量が所定のバルブ閉じ重量になったときに前記バルブ部に前記孔部を閉塞させることで前記粉体を前記粉体容器内に供給し、

前記バルブ閉じ重量は、前記目標重量が所定の浮遊粉体量に応じて補正された値であり

、
前記浮遊粉体量は、前記制御部により前記粉体が前記粉体容器内に供給される場合において、前記孔部の開放後、前記孔部から自重落下する前記粉体の流量変動が安定しているときの前記粉体の流速に基づいて算出され、または、前記孔部から自重落下する前記粉体の流量が安定している間における前記孔部の開放量の時間積分と、そのときの前記重量計測部の計測値との差分に基づいて算出される。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、粉漏れを抑制でき、かつ、供給した粉体の重量バラツキを低減することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図 1】本発明に係る粉体供給装置の実施の一形態である粉体供給装置の概略構成図。

【図 2】第一ラインと、第二ラインと、第三ラインとを表した線図。

【図 3】第一ラインと、第二ラインと、第三ラインとを表した線図。

【図 4】制御部がサイクルを複数回数繰り返す場合で、バルブ閉じ重量を補正するときのフローチャートを表した図。

【図 5】実線は第 1 サイクルのバルブ閉じ重量を $\omega_{1.0.1d}$ と構成する場合のラインを表した線図であり、一点鎖線は第 1 サイクルのバルブ閉じ重量を ω_1 と構成する場合のラインを表した線図。

【図 6】制御部がサイクルを複数回数繰り返す場合で、孔部の開放量を前記複数のサイクル毎に段階的に小さく構成するときのバルブ部の状態を表した構成図。

【図 7】制御部がサイクルを複数回数繰り返す場合で、孔部の開放量を前記複数のサイクル毎に段階的に小さく構成するときのラインを表した線図。

【図 8】従来の粉体供給装置を表した構成図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下に、本発明に係る粉体供給装置の実施の一形態である粉体供給装置 100 について、図面を参照して説明する。

【0019】

粉体供給装置 100 は、所定の目標重量 ω_d の粉体 1 を粉体容器 2 内に供給するための装置である。

粉体 1 は、例えば、圧粉磁性体（磁性材料を圧粉成形した部品）の製造に用いられる金属磁性粒子である。前記圧粉磁性体は、粉体（金属磁性粒子）1 が粉体容器 2 内に供給さ

10

20

30

40

50

れ、そして粉体容器 2 内に供給された粉体 1 が型内に供給され、そしてプレス成形されることによって製造される。

前記目標重量 w_d は、粉体 1 を用いて製造される製品の種類等に応じて適宜決定される。

【0020】

図 1 に示すように、粉体供給装置 100 は、収容部 11 と、バルブ部（ロッド部 12 およびアクチュエータ 13）と、重量計測部 14 と、制御部 15 と、を備えている。

【0021】

収容部 11 は、有底の容器形状を有しており、粉体 1 を収容可能な収容空間が形成されている。収容部 11 の底部（下部）には、前記収容空間と収容部 11 外部との間を連通し、前記収容空間内の粉体 1 を収容部 11 外部に流出させることが可能な孔部 11a が形成されている。

10

収容部 11 の孔部 11a は、粉体容器 2 の上方に配置されている。

【0022】

前記バルブ部は、粉体 1 を切り出すための装置であり、収容部 11 の孔部 11a を開放・閉塞可能な装置である。

前記バルブ部は、ロッド部 12 およびアクチュエータ 13 を有している。

【0023】

ロッド部 12 は、上下に延在する棒形状を有している。ロッド部 12 の下端部には、下方に向かうにしたがって拡径するテーパ部 12a が形成されている。

20

ロッド部 12 は、収容部 11 の前記収容空間内を上下方向に挿通しており、その下端部が孔部 11a を通じて収容部 11 の外方に突出している。ロッド部 12 の下端部のテーパ部 12a においては、その下側の寸法が孔部 11a の寸法よりも大きく構成されており、その上側の寸法が孔部 11a の寸法よりも小さく構成されている。

【0024】

アクチュエータ（シリンダ、モータ等）13 は、ロッド部 12 に接続されており、ロッド部 12 を上下動可能に構成されている。

【0025】

ロッド部 12 がアクチュエータ 13 により上方移動されて、テーパ部 12a が孔部 11a の周縁部に当接すると、孔部 11a とテーパ部 12a との間の隙間がなくなり、孔部 11a が閉塞される。これにより、前記収容空間内の粉体 1 が孔部 11a を通じて自重落下することが遮断される。

30

また、孔部 11a がテーパ部 12a によって閉塞された状態から、ロッド部 12 がアクチュエータ 13 により下方移動されると、孔部 11a とテーパ部 12a との間に隙間が発生し、孔部 11a（詳細には、孔部 11a の一部）が開放される。これにより、前記収容空間内の粉体 1 が孔部 11a（詳細には、孔部 11a の内周面とテーパ部 12a の外周面との間の隙間）を通じて自重落下し、粉体容器 2 内に供給される。

また、上記したようにテーパ部 12a は下方に向かうにしたがって拡径している。これにより、アクチュエータ 13 がロッド部 12 の位置を上方に移動することで孔部 11a とテーパ部 12a との間の隙間の寸法（孔部 11a の開放量）が小さくなり、ロッド部 12 の位置を下方に移動することで孔部 11a の開放量が大きくなる。

40

孔部 11a からは、孔部 11a の開放量に対応した重量の粉体 1 が流出（自重落下）する。

【0026】

重量計測部（電子天びん等）14 は、その上部に粉体容器 2 が載置されており、粉体容器 2 内に供給された粉体 1 の重量を計測する。

【0027】

制御部 15 は、演算部（CPU）、記憶部（HDD、半導体メモリ等）等を有しており、コンピュータで構成可能である。

【0028】

50

制御部 15 は、アクチュエータ 13 に接続されている。

制御部 15 は、アクチュエータ 13 に閉信号を送信することで、アクチュエータ 13 によりロッド部 12 を上方移動させる。また、制御部 15 は、アクチュエータ 13 に開信号を送信することで、アクチュエータ 13 によりロッド部 12 を下方移動させる。

制御部 15 は、アクチュエータ 13 に前記閉信号／開信号を送信して、ロッド部の上下方向の位置を変更することで、孔部 11 a の開放量を変更可能であり、これにより単位時間あたりの孔部 11 a からの粉体 1 の流出量に変更される。

また、制御部 15 は、アクチュエータ 13 によりロッド部 12 を上下動させるときに、ロッド部 12 の移動速度を変更し、孔部 11 a の開閉速度を変更することが可能である。

【0029】

10

制御部 15 は、重量計測部 14 に接続されており、重量計測部 14 から粉体容器 2 内の粉体 1 の重量に係る情報を受信可能である。

【0030】

制御部 15 は、閉塞されている状態の孔部 11 a を前記バルブ部（ロッド部 12 およびアクチュエータ 13）により開放させ、そして孔部 11 a の開放量を一定の大きさに保持させ、さらに開放状態の孔部 11 a を前記バルブにより閉塞させるまでを 1 サイクルとして、そのサイクルを二回繰り返すことで、粉体 1 を粉体容器 2 内に供給することとする。また、制御部 15 は、第 1 サイクルの完了後、所定時間経過後に第 2 サイクルを開始することとする。

【0031】

20

第 1 サイクルでは多量の粉体 1 が供給される。また第 1 サイクルでは目標重量が目標重量 ω_{d1} に設定されている。また、第 1 サイクルでは、第 2 サイクルに比べて、孔部 11 a の開放量（バルブ開き量）が大きく、かつ、孔部 11 a の開閉速度が高速に構成されている（高速粉供給）。これは、短時間で多量の粉体 1 を粉体容器 2 内に供給するためである。

【0032】

第 1 サイクルにおいては、制御部 15 は、前記バルブ部（ロッド部 12 およびアクチュエータ 13）により孔部 11 a を開放させ、そして孔部 11 a の開放量を一定の大きさ x_1 に保持させ、さらに重量計測部 14 から受信する粉体容器 2 内の粉体 1 の重量が所定のバルブ閉じ重量 ω_1 になったときに前記バルブ部により孔部 11 a を閉塞させることで粉体 1 を粉体容器 2 内に供給する。

30

【0033】

以下では、バルブ閉じ重量 ω_1 について図 2 の第一ライン 16 と第三ライン 18 を参照して説明する。

【0034】

図 2 および図 3 には、第一ライン 16 と、第二ライン 17 と、第三ライン 18 と、が表されている。

第一ライン 16 は、第 1 サイクルにおいて制御部 15 により孔部 11 a が開放・閉塞されるときの、時間 t と孔部 11 a の開放量 x （バルブ開き量 x ）との関係を示すラインである。

40

第二ライン 17 は、第 2 サイクルにおいて制御部 15 により孔部 11 a が開放・閉塞されるときの、時間 t と孔部 11 a の開放量 x （バルブ開き量 x ）との関係を示すラインである。第 2 サイクルについての説明は後述する。

第三ライン 18 は、第一ライン 16 および第二ライン 17 に示すように孔部 11 a が開放・閉塞されるときの、時間 t と重量計測部 14 の計測値 ω との関係を示すラインである。

【0035】

バルブ閉じ重量 ω_1 は、目標重量 ω_{d1} が所定の浮遊粉体量 ω_{a1} に応じて補正された値である。

浮遊粉体量 ω_{a1} は、図 2 の第一ライン 16 および第三ライン 18 に示すように制御部

50

15により粉体1が粉体容器2内に供給される場合において、孔部11aから自重落下する粉体1の流量変動が安定しているときに、孔部11aと粉体容器2との間に存在（浮遊）している粉体1の推定重量であり、孔部11aの開放後、孔部11aから自重落下する粉体1の流量変動が安定しているときの粉体1の流速 α に基づいて算出される。

浮遊粉体量 ω_{a1} 、およびバルブ閉じ重量 ω_1 は、具体的には以下の〔数1〕に示す値となる。

【0036】

〔数1〕

$$t_L = t_{w0} - t_0$$

$$t_{w1} = t_1 + t_L$$

$$t_{w1} < t_{w2} < t_{w3} < t_2 + t_L$$

$$(\text{粉体の流速 } \alpha) = \{\omega(t_{w3}) - \omega(t_{w2})\} / (t_{w3} - t_{w2})$$

$$(\text{浮遊粉体量 } \omega_{a1}) = (\text{粉体の流速 } \alpha) * t_L$$

$$(\text{バルブ閉じ重量 } \omega_1) = (\text{目標重量 } \omega_{d1}) - (\text{浮遊粉体量 } \omega_{a1})$$

10

【0037】

ただし、前記〔数1〕に関して、

t_0 は、孔部11aの開放が開始される時間を示し、

t_{w0} は、孔部11aの開放後、重量計測部14の計測値が増加し始める時間を示し、

20

t_1 は、孔部11aの開放量が前記一定の大きさ x_1 に保持されている期間の開始時間を示し、

t_2 は、孔部11aの開放量が前記一定の大きさ x_1 に保持されている期間の終了時間を示し、

t_{w2} および t_{w3} は、 $t_{w1} < t_{w2} < t_{w3} < t_2 + t_L$ 、の範囲内の時間であり、すなわち孔部11aから自重落下する粉体1の流量変動が安定している時間であり、

$\omega(t_{w2})$ は、時間 t_{w2} のときの重量計測部14の計測値を示し、

$\omega(t_{w3})$ は、時間 t_{w3} のときの重量計測部14の計測値を示す。

【0038】

以上のように、孔部11aから自重落下する粉体1の流量をリアルタイムに計測し、孔部11aの開放後、粉体1の流量変動が安定しているときの粉体1の流速 α から重量計測部14の検出遅れ分（浮遊粉体量 ω_{a1} ）を推定し、その分だけ孔部11aを閉塞するタイミングを早く構成する（（バルブ閉じ重量 ω_1 ）＝（目標重量 ω_{d1} ）－（浮遊粉体量 ω_{a1} ））。これにより、粉体供給装置100は、粉体容器2内に供給した粉体1に関し、目標重量 ω_{d1} に対する重量バラツキを低減することが可能となり、精度よく粉体1を供給することが可能となる。

30

また、粉体供給装置100は、粉体容器2内に供給した粉体1の重量で孔部11aを閉塞するタイミングを決定する。これにより、粉体容器2内に供給した粉体1の重量バラツキを低減することが可能である。

また、粉体供給装置100は、従来の粉体供給装置1000のようなすり切り方式ではなく、収容部11の孔部11aの開放・閉塞を制御することで粉体1の供給量を管理する方式とするため、粉漏れを抑制することが可能である。

40

【0039】

第2サイクルでは第1サイクルよりも少量の粉体1が供給される。また第2サイクルでは目標重量が目標重量 ω_{d2} （＝ ω_d ）に設定されている。また、第2サイクルでは孔部11aの開放量が第1サイクルに比べて小さく、かつ、孔部11aの開閉速度が低速に構成されている（高精度粉供給）。これは、ロッド部12の高速動作の衝撃による粉体1の落下を抑制し、精度よく粉体1を粉体容器2内に供給するためである。

【0040】

第2サイクルにおいては、制御部15は、第1サイクルの粉体1供給を完了してから所

50

定時間経過後に、前記バルブ部（ロッド部 1 2 およびアクチュエータ 1 3）により孔部 1 1 a を開放させ、そして孔部 1 1 a の開放量を一定の大きさ x_2 （ $x_2 < x_1$ ）に保持させ、さらに重量計測部 1 4 から受信する粉体容器 2 内の粉体 1 の重量が所定のバルブ閉じ重量 ω_2 になったときに前記バルブ部により孔部 1 1 a を閉塞させることで粉体 1 を粉体容器 2 内に供給する。

【0041】

以下では、バルブ閉じ重量 ω_2 について図 3 の第二ライン（ $x = x(t)$ ）1 7 と第三ライン 1 8 を参照して説明する。

【0042】

バルブ閉じ重量 ω_2 は、目標重量 ω_{d2} が所定の浮遊粉体量 ω_{a2} に応じて補正された値である。

浮遊粉体量 ω_{a2} は、図 3 の第二ライン 1 7 および第三ライン 1 8 に示すように制御部 1 5 により粉体 1 が粉体容器 2 内に供給される場合において、孔部 1 1 a から自重落下する粉体 1 の流量が安定しているときに、孔部 1 1 a と粉体容器 2 との間に存在（浮遊）している粉体 1 の推定重量であり、孔部 1 1 a の開放後、孔部 1 1 a から自重落下する粉体 1 の流量が安定している間における孔部 1 1 a の開放量 x の時間積分と、そのときの重量計測部 1 4 の計測値との差分に基づいて算出される。

浮遊粉体量 ω_{a2} 、およびバルブ閉じ重量 ω_2 は、具体的には以下の「数 2」に示す値となる。

【0043】

【数 2】

$$t_L = t_{w4} - t_4 (= t_{w0} - t_0)$$

$$t_{w5} = t_5 + t_L$$

$$S = \int x(t) dt$$

$$\beta = \Delta \omega / \Delta S$$

$$t_{w5} < t_{wa} < t_6$$

$$(\text{予測粉重量 } \omega_{p2}) = \beta(t_{wa}) * S(t_{wa}) + \omega_{f1}$$

$$(\text{浮遊粉体量 } \omega_{a2}) = (\text{予測粉重量 } \omega_{p2}) - \omega(t_{wa})$$

$$(\text{バルブ閉じ重量 } \omega_2) = (\text{目標重量 } \omega_{d2}) - (\text{浮遊粉体量 } \omega_{a2})$$

【0044】

ただし、前記「数 3」において、

t_4 は、孔部 1 1 a の開放が開始される時間を示し、

t_{w4} は、孔部 1 1 a の開放後、重量計測部 1 4 の計測値が増加し始める時間を示し、

t_5 は、孔部 1 1 a の開放量が前記一定の大きさ x_2 に保持されている期間の開始時間を示し、

t_6 は、孔部 1 1 a の開放量が前記一定の大きさ x_2 に保持されている期間の終了時間を示し、

$x(t)$ は、孔部 1 1 a の開放量（バルブ開き量）を示し、

S は、 $x(t)$ の時間積分を示し、

ΔS は、単位時間あたりの S の変化量を示し、

$\Delta \omega$ は、単位時間あたりの重量計測部 1 4 の計測値 ω の変化量を示し、

t_{wa} は、 $t_{w5} < t_{wa} < t_6$ 、の範囲内の時間であり、すなわち孔部 1 1 a から自重落下する粉体 1 の流量が安定している時間であり、

$\beta(t_{wa})$ は、時間 t_{wa} のときの β の値を示し、

$S(t_{wa})$ は、時間 t_4 から t_{wa} の範囲で $x(t)$ を時間積分したときの値を示し、

、

ω_{f1} は、図 3 に示す時間（ $t_3 + t_L$ ）から（ t_{w4} ）の間における重量計測部 1 4 の計測値であり、粉体 1 の供給が開始されるとき（第 2 サイクルが開始されるとき）の重

量計測部 14 の計測値を示し、すなわち第 1 サイクルが完了したときの重量計測部 14 の計測値を示し、

$\omega(t_{wa})$ は、時間 t_{wa} のときの重量計測部 14 の計測値を示す。

【0045】

以上のように、孔部 11a から自重落下する粉体 1 の流量をリアルタイムに計測し、孔部 11a の開放後、粉体 1 の流量が安定している間における孔部 11a の開放量の時間積分と、そのときの重量計測部 14 の計測値との関係から重量計測部 14 の検出遅れ分（浮遊粉体量 ω_{a2} ）を推定し、その分だけ孔部 11a を閉塞するタイミングを早く構成する（（バルブ閉じ重量 ω_2 ）＝（目標重量 ω_{d2} ）－（浮遊粉体量 ω_{a2} ））。これにより、粉体供給装置 100 は、粉体容器 2 内に供給した粉体 1 に関し、目標重量 ω_{d2} に対する重量バラツキを低減することが可能となり、精度よく粉体 1 を供給することが可能となる。

また、粉体供給装置 100 は、粉体容器 2 内に供給した粉体 1 の重量で孔部 11a を閉塞するタイミングを決定する。これにより、粉体容器 2 内に供給した粉体 1 の重量バラツキを低減することが可能である。

また、粉体供給装置 100 は、従来の粉体供給装置 1000 のようなすり切り方式ではなく、収容部 11 の孔部 11a の開放・閉塞を制御することで粉体 1 の供給量を管理する方式とするため、粉漏れを抑制することが可能である。

【0046】

なお、本実施形態では制御部 15 が前記バルブ部により孔部 11a を開放させ、そして孔部 11a の開放量を一定の大きさに保持させ、さらに孔部 11a を閉塞させるまでのサイクルを二回繰り返すように構成したが、そのサイクルを一回で完了するように構成してもよく、または複数回数（二回以上）繰り返すように構成してもよい。この場合、前記目標重量およびバルブ閉じ重量は、サイクル毎に設定される。また、前記バルブ閉じ重量は、前記「数 1」または「数 2」に基づいて算出される。

【0047】

また、図 4 に示すように、制御部 15 が前記サイクルを複数回数（ i 回）繰り返す場合において、制御部 15 は、複数のサイクルの完了時（第 i サイクルの完了時）における重量計測部 14 の計測値 ω_{fold} と目標重量 ω_{di} との誤差（差分および／または比率）を記憶し、記憶した誤差に基づいて（差分・比率を利用して）バルブ閉じ重量 ω_{iold} を補正するように構成してもよい。補正後のバルブ閉じ重量 ω_i は、具体的には以下の「数 3」に示す値となる。

【0048】

【数 3】

差分を利用するとき： $\omega_i = \omega_{iold} + k * (\omega_{di} - \omega_{fold})$

比率を利用するとき： $\omega_i = \omega_{iold} * k * (\omega_{di} / \omega_{fold})$

【0049】

ただし、前記「数 3」に関して、補正係数 k は任意の定数とする。

【0050】

以上のように、制御部 15 は重量計測部 14 の計測値 ω_{fold} と目標重量 ω_{di} との誤差に基づいてバルブ閉じ重量を ω_{iold} から ω_i に補正することで、次の粉体 1 供給時（切り出し時）からは孔部 11a を閉塞するタイミングを重量計測部 14 の計測値がバルブ閉じ重量 ω_i になったときに変更することになる。これにより、粉体容器 2 内に供給した粉体 1 に関し、目標重量 ω_{di} に対する重量バラツキを低減することが可能となり、精度よく粉体 1 を供給することが可能となる。

また、制御部 15 は上記したバルブ閉じ重量の補正を毎回行うことで、複数のサイクルの完了時（第 i サイクルの完了時）における重量計測部 14 の計測値と目標重量 ω_{di} との差を縮めていくことが可能となり、より精度よく粉体 1 を供給することが可能となる。

【0051】

なお、図5の実線は、制御部15が前記サイクルを2回繰り返す場合で($i = 2$)、第1サイクルのバルブ閉じ重量を $\omega_{1.0.1d}$ とする構成で、第1サイクル・第2サイクルを行ったときの時間 t とバルブ開き量 x と重量計測部14の計測値 ω との関係を示すラインを表している。

また、図5の一点鎖線は、制御部15が第2サイクルの完了時における重量計測部14の計測値と目標重量との誤差に基づいて第1サイクルのバルブ閉じ重量を $\omega_{1.0.1d}$ から ω_1 に補正し(前記「数3」参照)、第1サイクルのバルブ閉じ重量を ω_1 とする構成で、第1サイクル・第2サイクルを行ったときの時間 t とバルブ開き量 x と重量計測部14の計測値 ω との関係を示すラインを表している。

10

【0052】

また、図6および図7に示すように、制御部15は、前記サイクルを複数回数繰り返す場合、前記バルブ部により孔部11aの開放量 x を一定の大きさに保持させるときの孔部の開放量 x を前記複数のサイクル毎に段階的に調整し、サイクル回数の増加に伴って孔部の開放量 x を小さくするように構成してもよい。このように粉体1の重量バラツキは大きいが高速度に粉体1を供給可能な方法(孔部11aの開放量 x ・大)と、粉体1の供給スピードは低速だが粉体1の重量バラツキは小さく、精度よく粉体1を供給可能な方法(孔部11aの開放量 x ・小)とを組み合わせることにより、短時間で精度よく粉体1を供給することが可能となる。

【符号の説明】

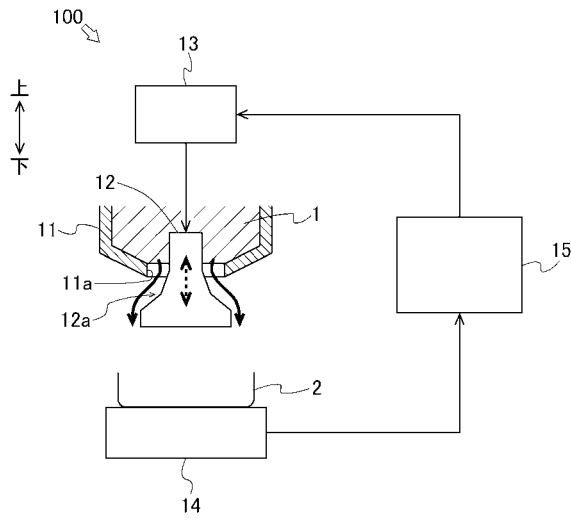
20

【0053】

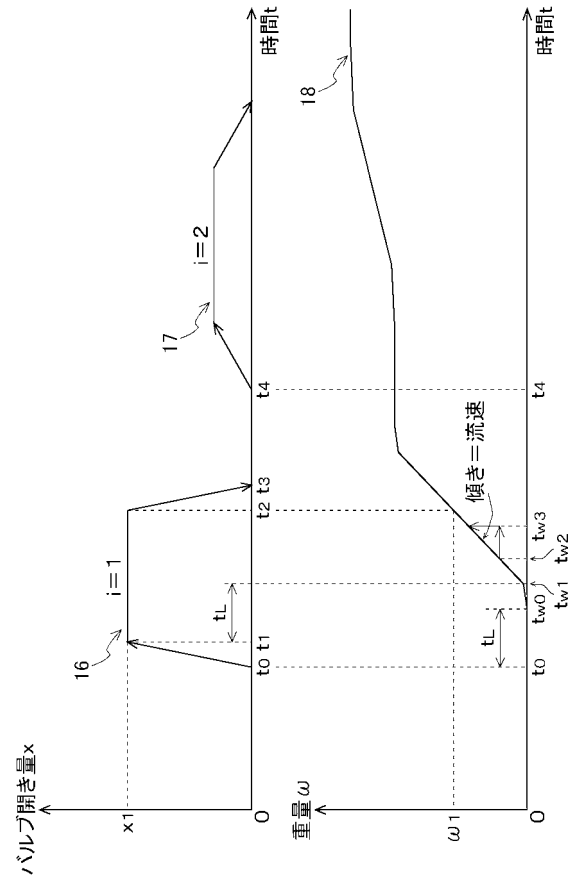
- 1 粉体
- 2 粉体容器
- 11 収容部
- 11a 孔部
- 12 ロッド部
- 12a テーパ部
- 13 アクチュエータ
- 14 重量計測部
- 15 制御部
- 16 第一ライン
- 17 第二ライン
- 18 第三ライン
- 100 粉体供給装置

30

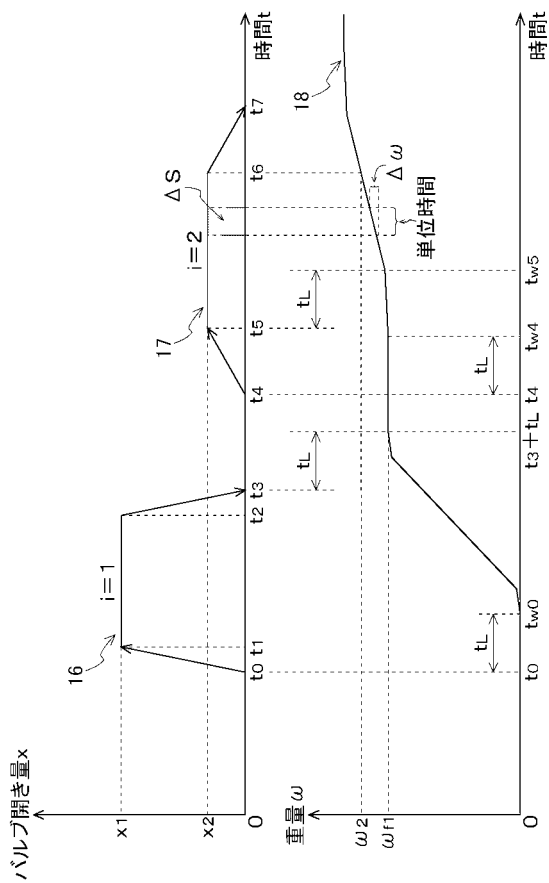
【図 1】



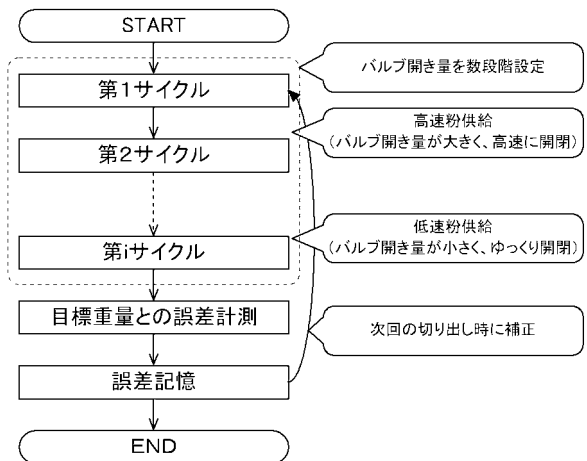
【図 2】



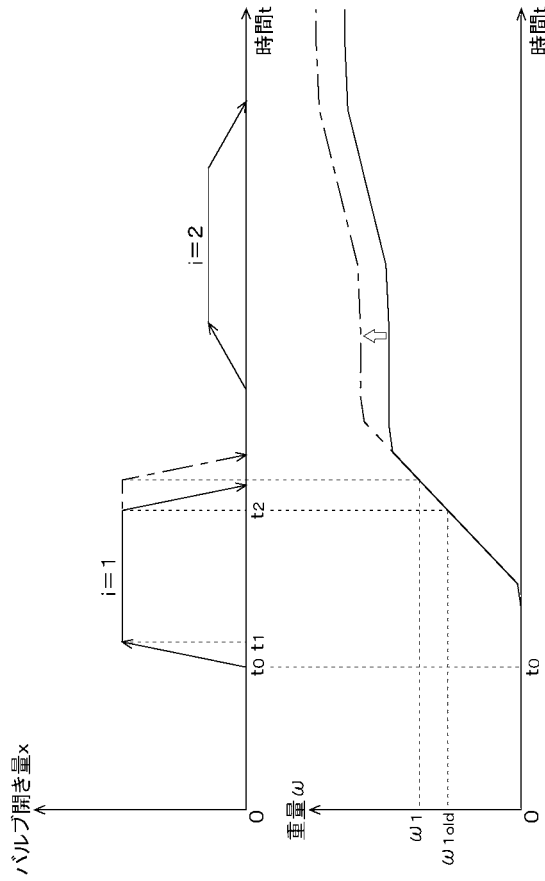
【図 3】



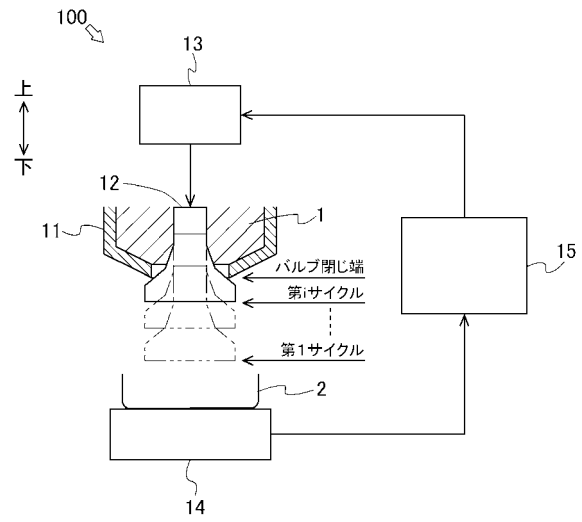
【図 4】



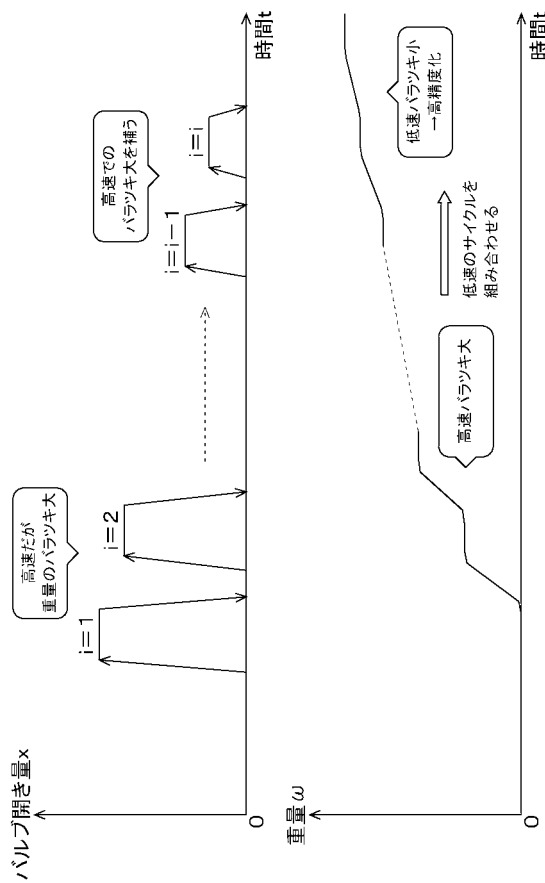
【図 5】



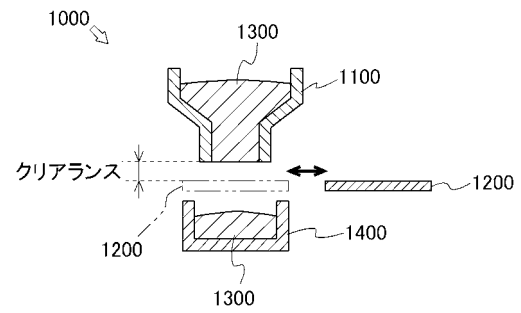
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 吉明

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3E055 AA03 BB01 CA01 CB08 DA03 EA01 EA07 EB01 FA10
3E118 AA01 AB01 BB04 DA02 DA03 EA03 EA10 FA07