

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年1月6日(06.01.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/001868 A1

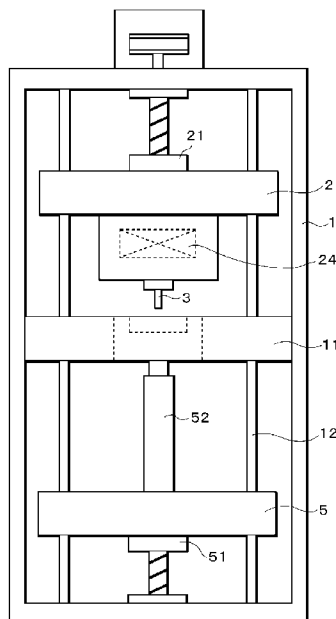
- (51) 国際特許分類:
B30B 11/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/060618
- (22) 国際出願日: 2010年6月23日(23.06.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-158765 2009年7月3日(03.07.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三和システムエンジニアリング株式会社(SANWA SYSTEM ENGINEERING Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒1050014 東京都港区芝3丁目4番11号 芝シティビル11階 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉岡 寿夫(YOSHIOKA, Hisao) [JP/JP]; 〒1050014 東京都港区芝3丁目4番11号 三和システムエンジニアリング株式会社内 Tokyo (JP). 伊藤 盛康(ITO, Sigeyasu) [JP/JP]; 〒1050014 東京都港区芝3丁目4番11号 三和システムエンジニアリング株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 渡邊 丈夫(WATANABE, Takeo); 〒1130034 東京都文京区湯島3丁目12番1号 アデックスビル3階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: COMPRESSION MOLDING METHOD FOR POWDER AND DEVICE THEREFOR

(54) 発明の名称: 粉体の圧縮成形方法ならびにその装置

[図1]



(57) Abstract: A magnetostrictive actuator (52), as an impact force generating means, is inserted between at least one of the upper and lower rams (2, 5) of a powder molding press and a punch (3). After the compression by a predetermined static pressure, the compression by the impact force is performed to reduce the internal stress. If the downward pressure of the upper ram (2) is released after the compression by the static pressure and the upper ram (2) is dropped by the weight thereof, the molding time can be further reduced.

(57) 要約: 粉体成形プレス機の上下ラム(2), (5)の少なくとも一方とパンチ(3)との間に衝撃力発生手段として磁歪アクチュエータ(52)を挿入し、所定の静圧による圧縮の後に衝撃力による圧縮を行い、内部応力を低下させる。静圧による圧縮の後、上ラム(2)の圧下をゆるめ、上ラム(2)が自重で落下できるようにすると、成形時間を一層短縮できる。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 粉体の圧縮成形方法ならびにその装置

技術分野

[0001] 本発明は、セラミックス、金属等の造粒粉を縦型プレス機によって圧縮成形する粉体の圧縮成形方法ならびにその装置に関する。

背景技術

[0002] セラミックス、金属等の粉末にワックス等のバインダを混合して作製した造粒粉をプレス機の金型内に充填し、圧縮成形することが行われている。圧縮成形された粉体は、通常焼成炉において焼成処理して機械加工用の超硬チップや精密機械部品等とされる。

[0003] 通常のプレス機のようにクランク機構や油圧機構によって上パンチや下パンチをゆっくり昇降させる方法では、粉末間の滑りが悪いため粉体を高密度に成形することが困難であり、また成形品内部の密度分布が不均一となり、好ましくない。

[0004] 特開 2 0 0 4 - 1 7 4 5 9 5 号公報には、上ラムまたは上下の各ラムに積層形圧電素子を介してパンチを取り付け、金型内に充填された粉体に間欠的な衝撃力を加えることによって所定の形状に成形加工することが記載されている。この特許公報に記載されている方法によれば、衝撃力によって粉末間に滑りが発生し、上記の問題点が解消されることが期待される。

[0005] 図 1 1 は上記の特開 2 0 0 4 - 1 7 4 5 9 5 号公報に記載されている衝撃式プレス機の一例で、符号 1 はフレーム、符号 1 1 は中間フレーム、符号 2 は上ラム、符号 2 1 は上ラム 2 の昇降機構であるボールねじ、符号 2 3 は積層形圧電素子、符号 3 は積層形圧電素子 2 3 を介して上ラム 2 に取り付けられた上パンチ、符号 4 は中間フレーム 1 1 に固定されたダイ、符号 5 は下ラム、符号 5 1 は下ラム 5 の昇降機構であるボールねじ、符号 5 2 は積層形圧電素子、符号 6 は下パンチをそれぞれ示す。

[0006] 圧電素子としては、例えばピエゾ抵抗効果を利用した P Z T (Piezo-elect

ric Transducer) が知られている。この素子は駆動電圧を印加すると高速で変形するセラミックスである。

[0007] 上記の特開 2004-174595 号公報に記載された粉末成形プレスにおいては、その特許公報の段落 [0030] にも記載があるように、圧電素子の変位量が数 μm ~ 数十 μm と小さいために、複数枚積層する必要があるばかりでなく、スプリングバック量（圧縮時の長さ－圧縮後の長さ）が変位量よりも小さい粉末を対象としないと効果がないという問題点がある。

[0008] また、圧電素子に発生する衝撃力は本来方向性を有しないものであるから、これを上下方向の動きに集中させるためには装置上の工夫が必要である。

[0009] さらに本発明者らの実験によれば、粉体に衝撃を加える前に予め所定の圧力を加えておかないと、衝撃力が粉体全体に作用せずに内部には空隙が残り、均一な圧縮が実現されないことがわかった。

発明の概要

[0010] 本発明は、これらの問題点を解消し、有効な衝撃力により内部に空隙の残らない均一な粉体の圧縮成形を実現することを目的とする。

[0011] 本発明は、ダイの上下に上パンチと下パンチをそれぞれ配置し、その上パンチと下パンチとダイとで形成される空間内に粉体を充填し、下パンチを上昇させ、もしくは上パンチを下降させて前記粉体を圧縮かつ成形する縦型の粉体の圧縮成形方法において、前記下パンチを上昇させ、もしくは前記上パンチを下降させて前記空間に充填された粉体を所定圧力まで圧縮し、ついで、前記上パンチとその上パンチを取り付けてある上ラムとの間に設けられた衝撃力発生手段、もしくは前記下パンチとその下パンチを取り付けてある下ラムとの間に設けられた衝撃力発生手段を作動させて前記粉体にさらなる圧縮を加えることを特徴とする粉体の圧縮成形方法である。

[0012] また、本発明においては、前記衝撃力発生手段を作動させて前記粉体にさらなる圧縮を加えた後に、前記下パンチを再度上昇させ、もしくは前記上パンチを再度下降させることにより、前記粉体の嵩の減少により生じた隙間をなくすこととしてもよい。

- [0013] また、本発明においては、前記上パンチを昇降させる昇降機構の内部に前記上パンチが上下方向に自由に落下できる所定寸法の隙間を設けておき、前記下パンチを上昇させ、もしくは前記上パンチを下降させて前記粉体を所定圧力まで圧縮する加工は、前記上パンチの前記自由な落下による上パンチ側の重量で行うこととしてもよい。
- [0014] 本発明の方法においては、前記下パンチを上昇させ、もしくは前記上パンチを下降させることによる前記粉体の所定圧力までの圧縮と、前記衝撃力発生手段によるさらなる圧縮とを繰り返し行ってもよい。
- [0015] さらに、本発明の方法における前記衝撃力発生手段として、磁歪アクチュエータを用いてよい。
- [0016] またさらに、本発明の方法においては、前記衝撃力発生手段によるさらなる圧縮のストロークは、粉体の平均粒径の2倍以上のストロークとすることができる。
- [0017] 一方、本発明の装置は、ダイの上下に上パンチと下パンチとをそれぞれ配置し、前記上パンチと下パンチとダイとで形成される空間内に粉体を充填し、前記下パンチを上昇させ、もしくは上パンチを下降させて前記粉体を圧縮かつ成形する縦型の粉体の圧縮成形装置において、前記上パンチとその上パンチを取り付けてある上ラムとの間、および前記下パンチとその下パンチを取り付けてある下ラムとの間の少なくともいずれか一方の間に、衝撃力発生手段としての磁歪アクチュエータが設けられていることを特徴とする粉体の圧縮成形装置である。
- [0018] また、本発明の装置は、前記上パンチを昇降させる昇降機構と、前記上パンチを自由に落下させることができるようにその昇降機構の内部に設けられた上下方向の隙間とを更に備え、前記上パンチにおける、前記隙間より下側の部分の重量が前記粉体を圧縮するための前記所定の圧力として作用するように構成することができる。
- [0019] 本発明によれば、圧縮成形時に粉体に衝撃力を加えることにより内部応力が減少し、後工程である焼成処理における熱収縮が均一化して品質が向上す

るという、すぐれた効果を奏する。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]本発明実施例の圧縮成形装置を示す正面図である。
 [図2]図1の要部である金型回りを示す断面図である。
 [図3]本発明の圧縮成形方法を説明する説明図である。
 [図4]図3の圧縮成形におけるワークを示す斜視図である。
 [図5]本発明実施例におけるパンチ移動距離と抜き出し力との関係を示すグラフである。
 [図6]本発明実施例におけるパンチの相対速度と摩擦係数との関係を示すグラフである。
 [図7]本発明実施例における密度と抜き出し力との関係を示すグラフである。
 [図8]本発明実施例の効果を説明する模式図である。
 [図9]本発明実施例における上ラム下端付近の部分断面図である。
 [図10]本発明実施例における上ラム部分の隙間を説明する説明図である。
 [図11]従来の技術における衝撃式プレス機の正面図である。

発明を実施するための形態

- [0021] まず、本発明の粉体の圧縮成形方法を図3の説明図を用いて説明する。
 [0022] 図3において、符号3は上パンチ、符号6は下パンチ、符号4はダイをそれぞれ示す。パンチおよびダイの断面を半径 r （一例として2mm）の円柱状とする。粉体であるワーク W は、図4に示すようにこれら金型に囲まれた空間内に充填された円柱形状である。いま仮に上パンチ3を駆動し、下パンチ6は静止しているものとし、上パンチ3の圧縮荷重を P_D 、下パンチ6の反力である静止荷重を P_S とすれば、

$$P_S = P_D - (2\pi r h \times \text{摩擦係数} \times \text{内部応力}) \cdots \cdots (1)$$

である。右辺のかっこ内が摩擦抵抗である。

- [0023] 圧縮完了後に下パンチ6を上昇させてワークを抜き出すには、上記の摩擦抵抗に打ち勝てばよいから、必要な力、すなわち抜き出し力 P_E は、

$$P_E = 2\pi r h \times \text{摩擦係数} \times \text{内部応力} \cdots \cdots (2)$$

である。

[0024] 抜き出し力の実測できる。したがって、摩擦係数がわかれば（２）式によって内部応力を推定できるので、抜き出し力は内部応力、すなわち圧粉体内部の密度均一性の指標と考えることができる。

[0025] 図５は、抜き出し時のパンチ移動距離と抜き出し力との関係を示すグラフの一例である。鋭く立ち上がった比例部分の最後のピーク値までが静摩擦に相当し、それにつづく低い部分が動摩擦で、動摩擦は静摩擦のおよそ半分である。

[0026] 一方、摩擦係数と、パンチの相対速度との関係は、指数関数となることが知られている。つまり、片対数グラフで表せば右下がりの直線であるが、通常のグラフで示すと図６のようになる。縦軸に接している値、すなわち速度０のときの値が静摩擦係数であり、右側の値が動摩擦係数に相当する。通常のプレス機ではパンチ速度は毎秒１０～１００mm程度であるが、衝撃プレスでは毎秒１mにも達する。したがって摩擦係数では衝撃プレスは通常のプレス機の数分の１である。

[0027] また、本発明者らの実験によれば、摩擦係数は粉体の種類によって変わるが、同じ粉体であれば圧縮の前後では変わらないことがわかった。

[0028] 図７は粉体の種類を変えて、衝撃力を発生させないで行った通常の圧縮成形と、衝撃力を付加した圧縮成形との密度と抜き出し力との関係を示すグラフで、（a）は炭化タングステン（WC）造粒粉、（b）はアルミナ粉の場合である。

[0029] 炭化タングstenは１０μm程度の微粉であるが、このままでは細かすぎて充填しにくいため、バインダを混合して５０μm程度の大きさにする。これを造粒粉という。

[0030] 図７のグラフはいずれも破線が通常の圧縮成形、実線が衝撃を付加した圧縮成形である。グラフは右上がりであり、圧縮して密度が高くなると抜き出し力も上昇するわけであるが、同じ密度で比較すると、衝撃を付加することにより２５～４５％程度抜き出し力が減少しており、密度が高くなるほどそ

の効果は大きい。

[0031] ところで、衝撃力は、単にこれを加えたのみで効果があるのではない。本発明者らの実験によれば、予め通常の方法で粉体を圧縮して所定の圧力（予圧）とした上で衝撃力を加えるのがよい。そうでないと折角の衝撃力が十分、粉体全体に伝わらず、表面だけを叩くことになってしまう。好ましい予圧の値は金型の寸法や粉体の種類にもよるが、一般に4.9～14.7 MPa（50～150 kg/cm²）の範囲である。これよりも低いと内部の空隙が多すぎて衝撃力を加えても効果がなく、またこれよりも高すぎると内部の空隙を封じ込める結果となってしまう、好ましくない。

[0032] 衝撃力による圧縮の際のストロークも重要なファクターである。セラミックス等の粉体の平均粒径は50 μm程度であるが、ストロークは少なくともこの2倍、すなわち100 μm以上が必要である。これ以下の微小なストロークでは、通常の静圧による圧縮と変わらず、衝撃力の効果がない。一方、ストロークは大きいほど好ましい。

[0033] この点から、衝撃力発生手段として好ましいのは磁歪素子、あるいは磁歪アクチュエータと呼ばれるものである。1本が長さ約50 mmの棒状で、周囲に配置されたコイルを励磁すると瞬時に200 μmの変形を生じる。これを2本直列に使用すると400 μmという大きなストロークを容易に実現することができる。有効に作用したときの衝撃力は98 MPa（1 ton/cm²）以上となる。

[0034] これに対して、衝撃力発生手段としてPZTを使用する場合は、厚み1 mmに対して変形量が0.5 μm程度と小さいので、ストロークを大きくするための何らかの工夫が必要である。

実施例 1

[0035] 続いて、本発明の粉体の圧縮成形方法および装置の第1の実施例を図面により説明する。

[0036] 図1はこの第1の実施例の圧縮成形装置を示す正面図、図2はその要部である金型回りを示す断面図で、各符号はさきの図11において使用したもの

の他、符号 1 2 は上下ラムが昇降するガイドバー、符号 2 4 は抜き出し力等を測定する圧力センサ、符号 5 2 は励磁することにより変形する磁歪アクチュエータをそれぞれ示す。なお、圧力センサ 2 4 をパンチ 3 側に設けた例を図示してあるが、本発明では、圧力センサ 2 4 は下パンチ 6 側に設けてもよく、要は、測定すべき圧力に応じて設けてあればよい。

[0037] この圧縮成形装置では、下パンチ 6 と下ラム 5 との間に磁歪アクチュエータ 5 2 が挿入されているが、磁歪アクチュエータを挿入するのは上パンチ 3 側でもよいし、上下両方に設けても何ら差し支えない。

[0038] つづいて、この第 1 の実施例における圧縮成形方法を説明する。

[0039] 前記ボールねじ 5 1 を図示しないモータによって回転させることにより下パンチ 6 を上昇させてダイ 4 の中央に下パンチ 6 を底とするくぼみを作り、下パンチ 6 とダイ 4 とで形成されるこの空間内に粉体を表面高さまで充填する。ついでボールねじ 2 1 を図示しない他のモータで回転させることにより上パンチ 3 を下降させて所定圧力（前記の「好ましい予圧」）に到達するまで静圧で粉体を圧縮し、しかる後に磁歪アクチュエータ 5 2 を作動させて上下パンチ 3, 6 で囲まれた粉体に衝撃力を 1 回加える。

[0040] 衝撃力は、磁歪アクチュエータ 5 2 に瞬間的に電圧をかけることによって発生させる。例えば、図示しない電源装置により、300V、100Aで200 μ sec程度のパルス電圧をかける。

[0041] 粉体が圧縮され、体積が減少するので、あらためて上パンチ 3 または下パンチ 6 を移動させて再度所定圧力に到達するまで静圧で圧縮し、その後に磁歪アクチュエータ 5 2 を作動させて衝撃力を加える。

[0042] この操作を必要な回数、例えば 10 回ないし 20 回繰り返すのである。

[0043] 最後に下パンチ 6 を上昇させてワーク W を抜き出す。抜き出されたワーク W のスプリングバックも、静圧による圧縮のみの場合に比較して 1/2 以下である。

[0044] 全体が完全に均一に圧縮されると、セラミックス粉の場合なら最初の充填時の 1/2、炭化タングステン造粒粉の場合は 1/3 に体積が減少するが、

内部の空隙がなくなり、後工程で焼成処理を行っても収縮に伴う割れ、欠けなどの欠陥を生じることがない、良質の中間製品が得られる。

実施例 2

[0045] つぎに本発明の第 2 の実施例における粉体の圧縮成形方法および装置を図面により説明する。

[0046] 粉体を衝撃力発生手段により瞬間的に圧縮すると、衝撃力発生手段を設けた側のパンチは電気信号によって直ちに元の位置に戻るが、圧縮された粉体はスプリングバックによって若干元の体積に戻ろうとする。図 8 (a) はこの状況を時系列で左から右に変化させた模式図である。

[0047] はじめに上パンチ 3 が下降して、粉体を所定の圧力まで静圧で圧縮する。ついで下パンチ 6 に設けた衝撃力発生手段により粉体を圧縮する。次の瞬間、1 万分の 1 秒程度の時間で下パンチ 6 は元の位置に復帰するが、粉体は圧縮されて嵩が減少しているので隙間が生じる。粉体のスプリングバックはこれよりも遅れて徐々に進行し、隙間が減少するが、このときの粉体の移動は壁面に対して静止摩擦であるから抵抗が大きく、時間がかかるばかりでなく密度の不均一が発生する。最終的に粉体が圧縮された分の隙間が残る。したがって下パンチ 6 を上昇させてこの隙間をなくすところまでが 1 サイクルであり、その後再び左端の状態に戻って 2 回目の衝撃力が加えられる。

[0048] 以上の説明で明らかなように、1 回の圧縮で生じた隙間をなくすためパンチを移動させるという操作が必要であり、これを繰り返すに際してその分だけ時間がかかる。

[0049] この第 2 の実施例では、この問題点を解消するため上ラムの駆動機構と上ラムとの間に上下方向の隙間を設けるようにした。図 9 はこの状況を説明する上ラムの駆動機構下端付近の部分断面図で、符号 2 は上ラム、符号 2 1 は上ラムを駆動するボールねじ（の先端部分）、符号 2 2 は上ラム 2 がボールねじ 2 1 に係止される係止部、符号 3 は上パンチ、符号 3 1 は上パンチ 3 を上ラム 2 に保持するパンチホルダをそれぞれ示す。

[0050] このような係止構造は、ボールねじ 2 1 によって上ラム 2 を上昇させるた

めのものであるが、この実施例ではその係止部分に上下方向に寸法 g だけの隙間を設けてある。

- [0051] 図 8 (b) によりその効果を説明する。これはさきの図 8 (a) と同様、時系列で左から右に変化させた模式図である。
- [0052] はじめに上パンチ 3 が下降して、粉体を所定の圧力まで静圧で圧縮するのは図 8 (a) の場合と同じである。つぎにボールねじ 2 1 を逆転して上ラム 2 の圧下をゆるめ、上ラム 2 が浮いた状態とする。
- [0053] 「浮いた状態」を図 10 により説明する。図 10 において、(a) はプレス機が圧縮加工に入る前の待機状態を示し、上ラム 2 はボールねじ 2 1 の先端にぶら下がっており、ボールねじ 2 1 の先端と上ラム 2 との間に隙間が生じている。(b) はボールねじ 2 1 が作動して圧下しているときの状態である。ボールねじ 2 1 の先端は上ラム 2 に密着している。(c) はボールねじ 2 1 を逆転して上ラム 2 の圧下をゆるめた状態である。ボールねじ 2 1 の先端と上ラム 2 との間に力は作用せず、上ラム 2 は浮いた状態である。(b) に示す状態および (c) に示す状態では、上パンチ 3 には圧縮する粉体からの反力が上向きに作用している。上ラム 2 が浮くのはこの反力による。
- [0054] すなわち図 9 の隙間 g だけボールねじ 2 1 を上昇させると、上ラム 2 は浮いた状態となり、上パンチ 3 は上部の重量で粉体の上に載っているわけであるが、このときの力が前記所定圧力であり、仮に上ラム 2 の自重が前記の好ましい予圧に不十分であれば上ラム 2 のウェイトを追加すればよい。
- [0055] この状態で衝撃力を加える。その場合、上パンチ 3 の重量が充分大きいので、粉体 W および上パンチ 3 が浮き上がることがなく、粉体 W に充分、圧縮力が作用する。前記図 8 (a) に示す場合と同様、下パンチ 6 は瞬間で元の位置に復帰して一瞬、隙間が発生するが、粉体の上に載った状態にある上パンチ 3 が自重により落下して、粉体のスプリングバックが発生と上パンチ 3 の下降とが同時に起こり、隙間は残らない。しかも上パンチ 3 の下降によって粉体の移動が動摩擦の状態で行われるため抵抗が少ないうえ、上下パンチ 3, 6 の荷重差もほとんどなく、図 8 (a) に示す場合のような下パンチ 3

を移動させる操作が不要であるからサイクルタイムが短縮され、生産性が向上する。

- [0056] 以上の説明で明らかなように、ボールねじ 21 との係止部に設ける隙間 g は衝撃力によって生じる隙間に見合うものであり、例えば 0.2 mm 程度が望ましい。

請求の範囲

- [請求項1] ダイの上下に上パンチと下パンチをそれぞれ配置し、その上パンチと下パンチとダイとで形成される空間内に粉体を充填し、下パンチを上昇させ、もしくは上パンチを下降させて前記粉体を圧縮かつ成形する縦型の粉体の圧縮成形方法において、
- 前記下パンチを上昇させ、もしくは前記上パンチを下降させて前記空間に充填された粉体を所定圧力まで圧縮し、
- ついで、前記上パンチとその上パンチを取り付けてある上ラムとの間に設けられた衝撃力発生手段、もしくは前記下パンチとその下パンチを取り付けてある下ラムとの間に設けられた衝撃力発生手段を作動させて前記粉体にさらなる圧縮を加えることを特徴とする粉体の圧縮成形方法。
- [請求項2] 前記衝撃力発生手段を作動させて前記粉体にさらなる圧縮を加えた後に、前記下パンチを再度上昇させ、もしくは前記上パンチを再度下降させることにより、前記粉体の嵩の減少により生じた隙間をなくすことを特徴とする請求項1に記載の粉体の圧縮成形方法。
- [請求項3] 前記上パンチを昇降させる昇降機構の内部に前記上パンチが上下方向に自由に落下できる所定寸法の隙間を設けておき、前記下パンチを上昇させ、もしくは前記上パンチを下降させて前記粉体を所定圧力まで圧縮する加工は、前記上パンチの前記自由な落下による上パンチ側の重量で行うことを特徴とする請求項1または2に記載の粉体の圧縮成形方法。
- [請求項4] 前記下パンチを上昇させ、もしくは前記上パンチを下降させることによる前記粉体の所定圧力までの圧縮と、前記衝撃力発生手段によるさらなる圧縮とを繰り返し行うことを特徴とする請求項1または2に記載の粉体の圧縮成形方法。
- [請求項5] 前記衝撃力発生手段は、磁歪アクチュエータを含むことを特徴とする請求項1または2に記載の粉体の圧縮成形方法。

[請求項6] 前記衝撃力発生手段によるさらなる圧縮のストロークは、前記粉体の平均粒径の2倍以上であることを特徴とする請求項1または2に記載の粉体の圧縮成形方法。

[請求項7] ダイの上下に上パンチと下パンチとをそれぞれ配置し、前記上パンチと下パンチとダイとで形成される空間内に粉体を充填し、前記下パンチを上昇させ、もしくは上パンチを下降させて前記粉体を圧縮かつ成形する縦型の粉体の圧縮成形装置において、

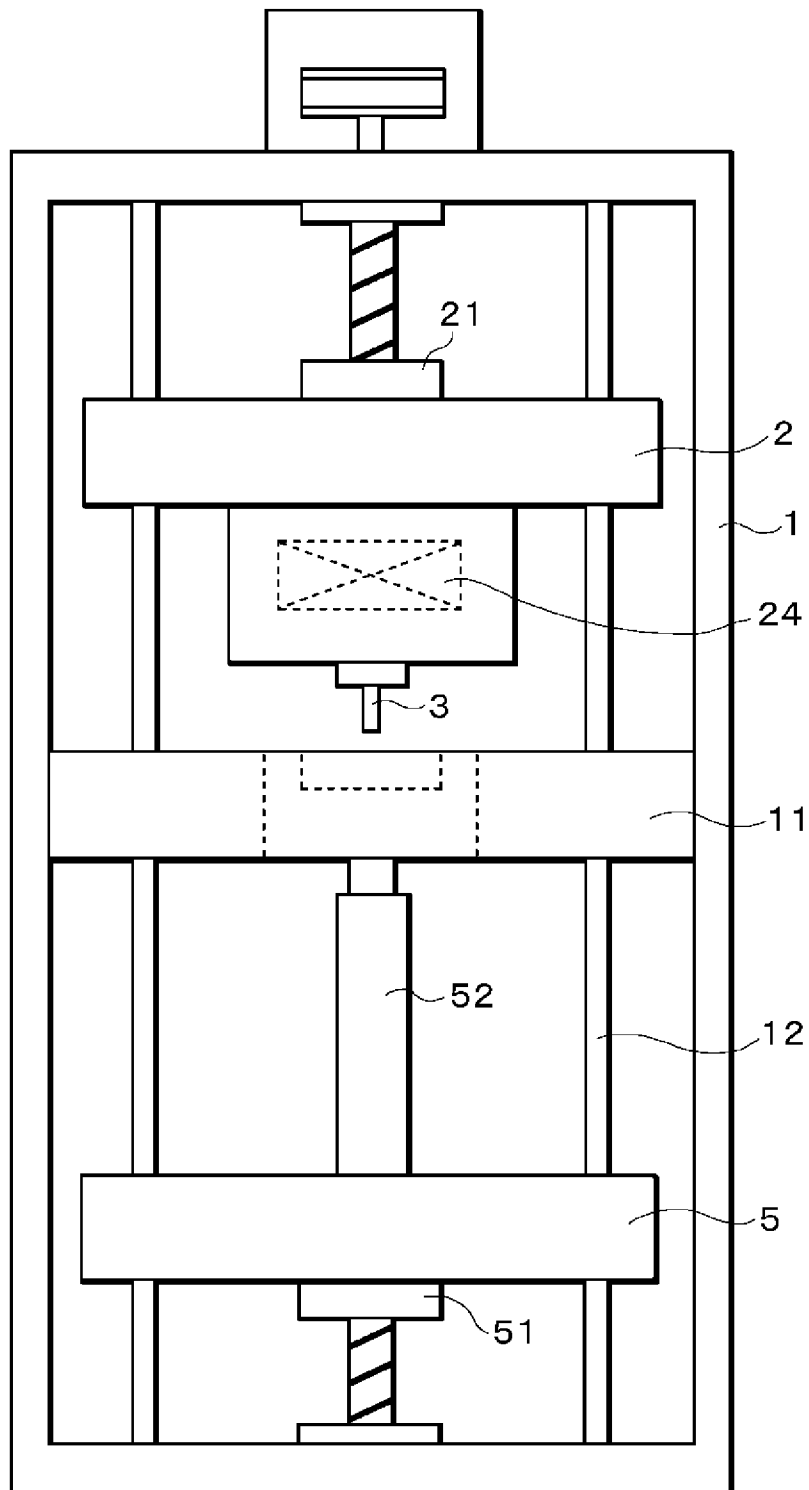
前記上パンチとその上パンチを取り付けてある上ラムとの間、および前記下パンチとその下パンチを取り付けてある下ラムとの間の少なくともいずれか一方の間に、衝撃力発生手段としての磁歪アクチュエータが設けられていることを特徴とする粉体の圧縮成形装置。

[請求項8] 前記上パンチを昇降させる昇降機構と、

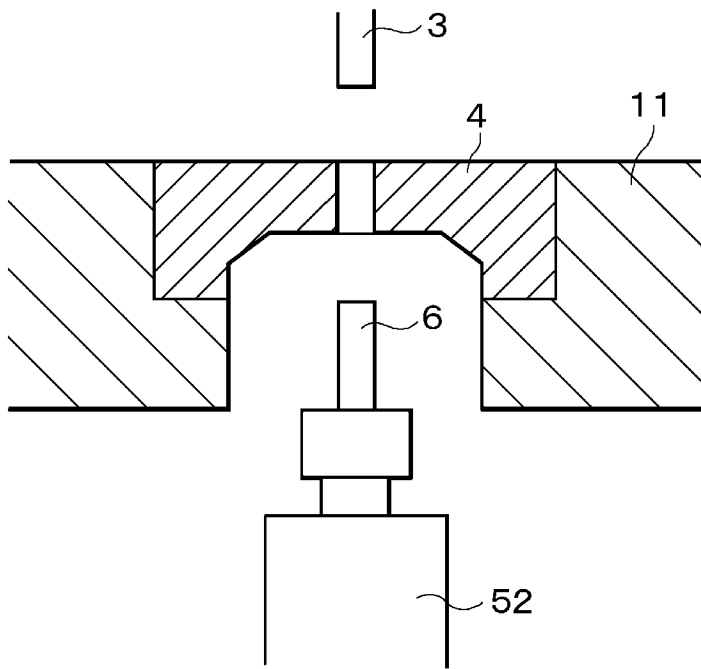
前記上パンチを自由に落下させることができるようにその昇降機構の内部に設けられた上下方向の隙間とを更に備え、

前記上パンチにおける、前記隙間より下側の部分の重量が前記粉体を圧縮するための前記所定の圧力として作用するように構成されていることを特徴とする請求項7に記載の粉体の圧縮成形装置。

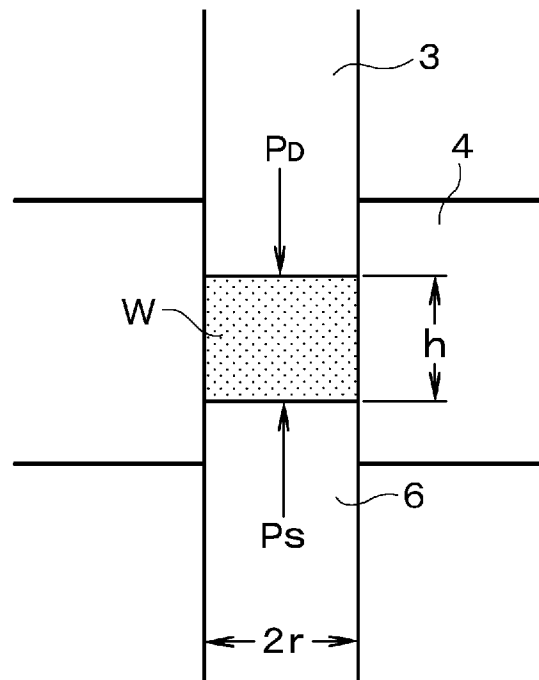
[図1]



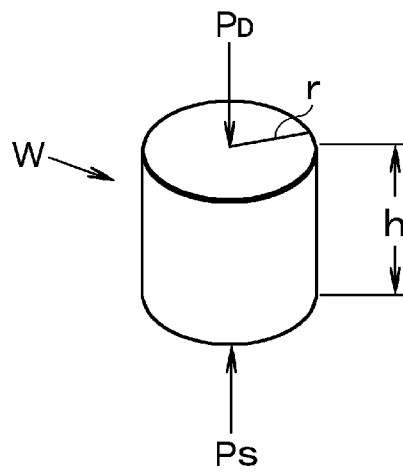
[図2]



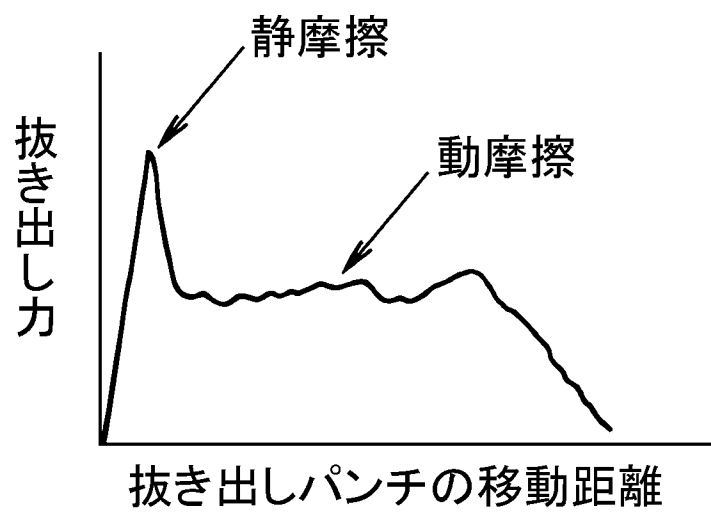
[図3]



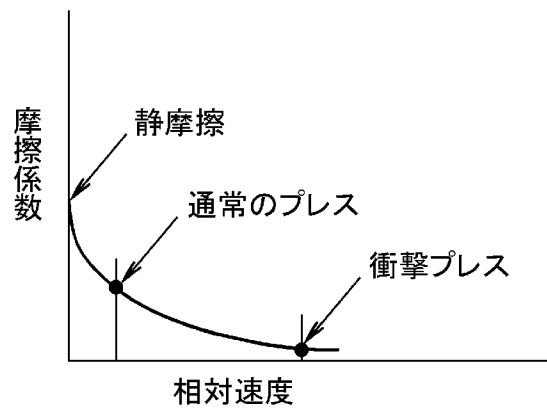
[図4]



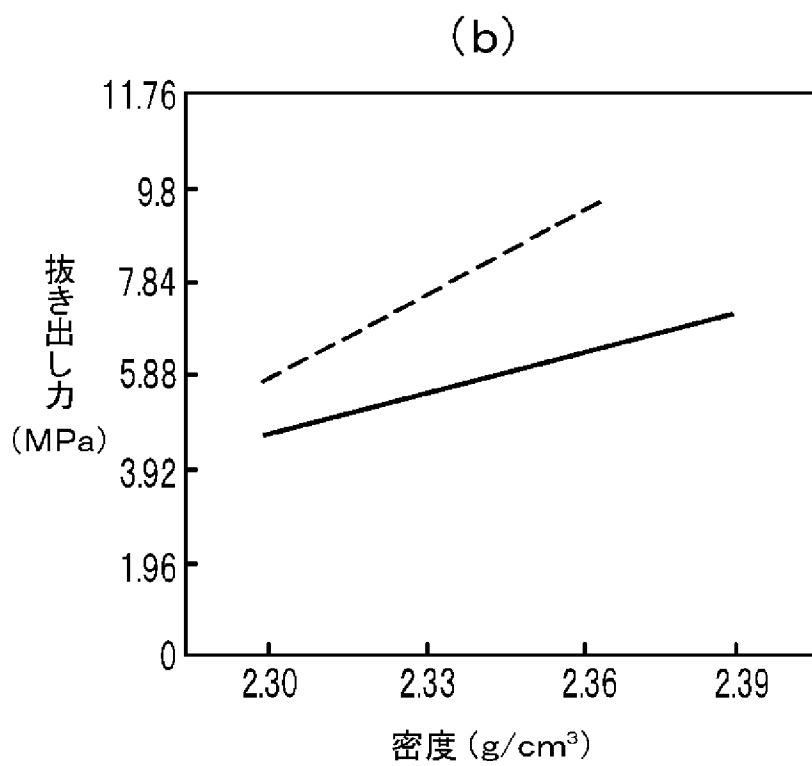
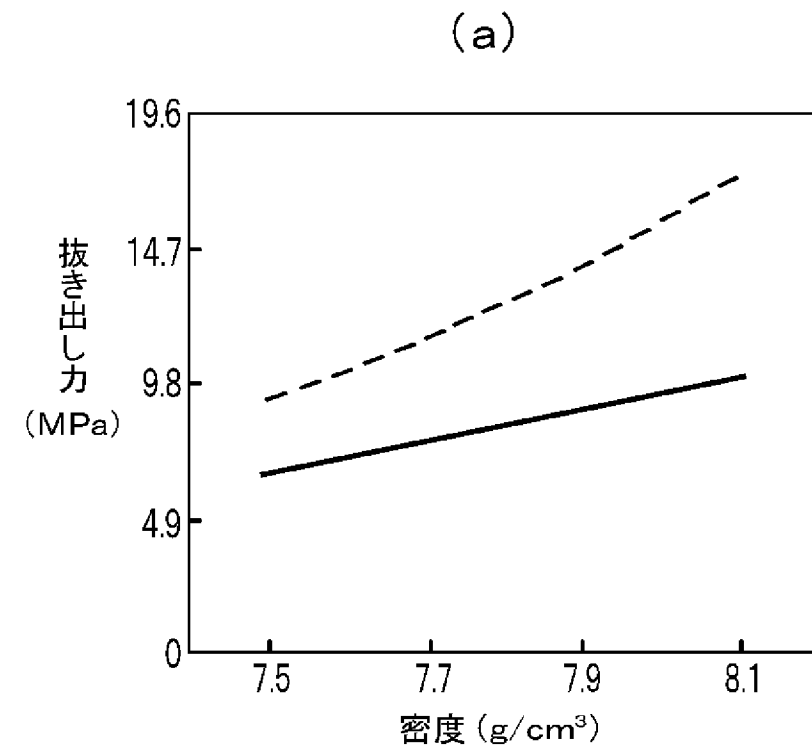
[図5]



[図6]

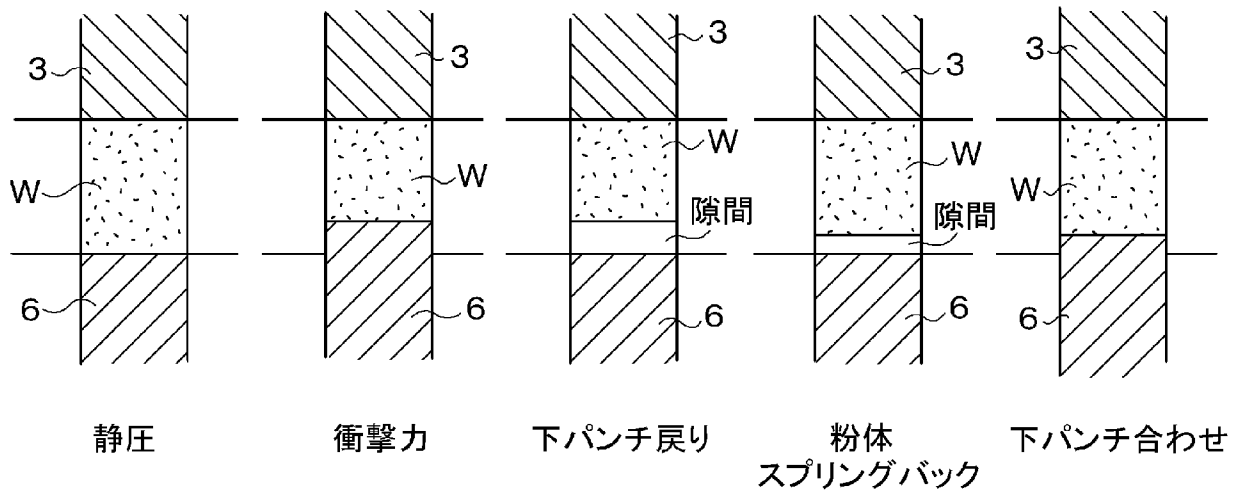


[図7]

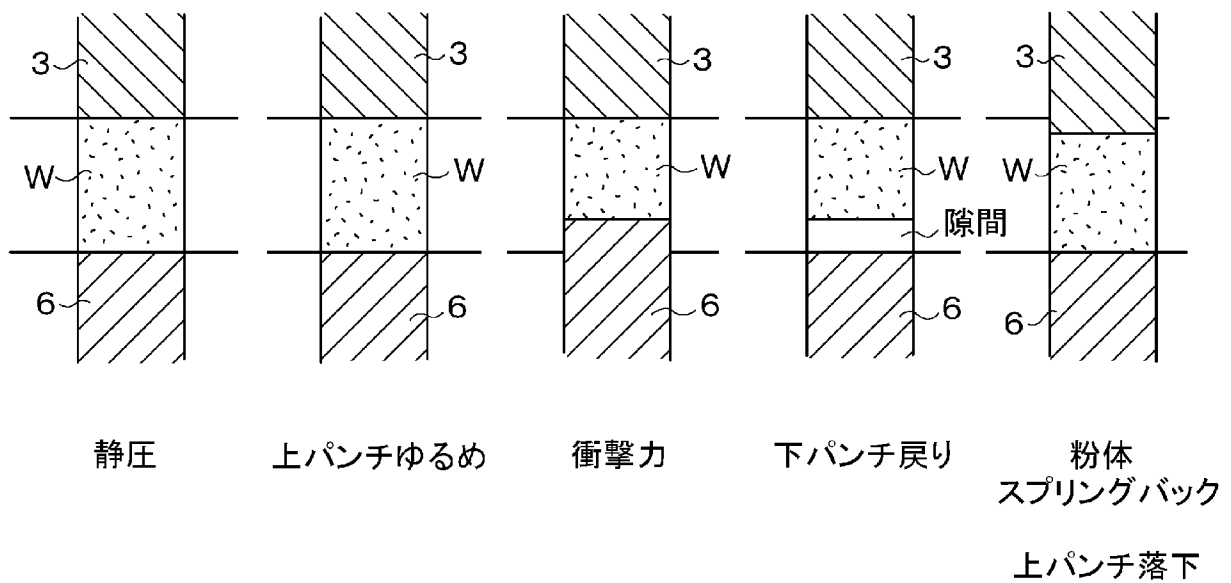


[図8]

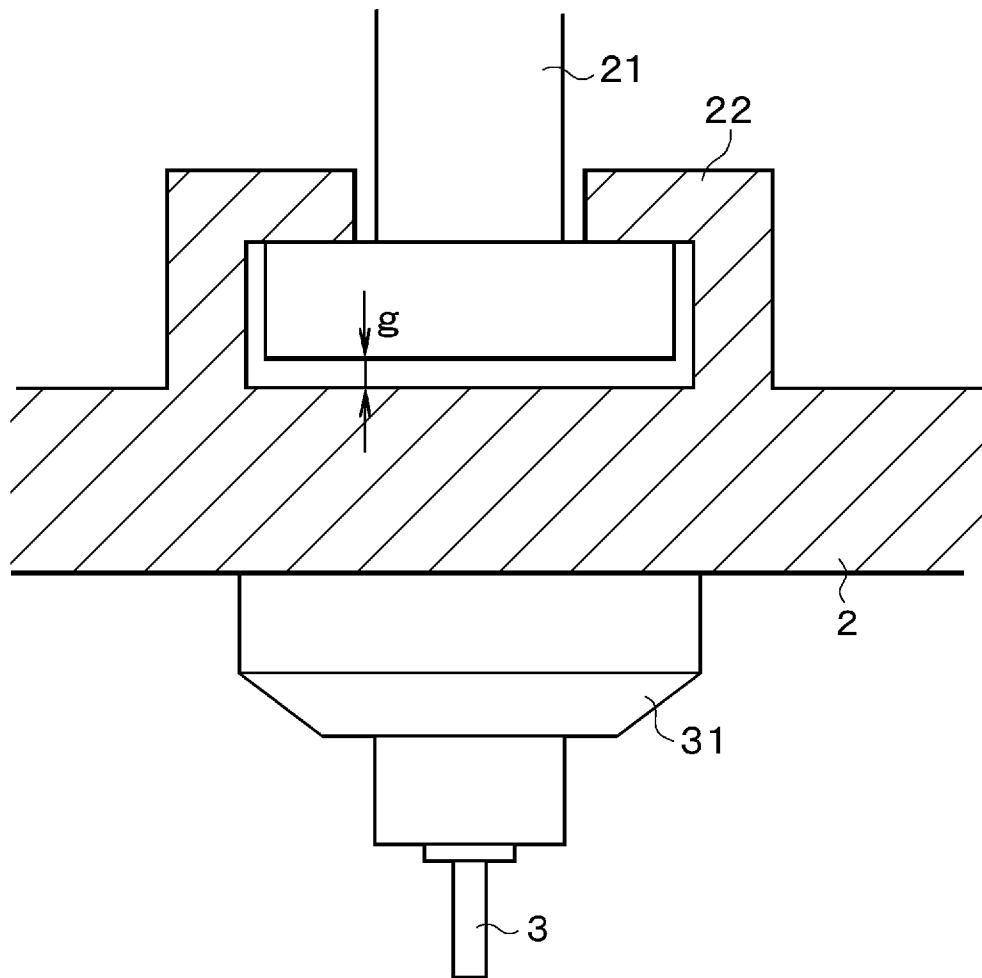
(a)



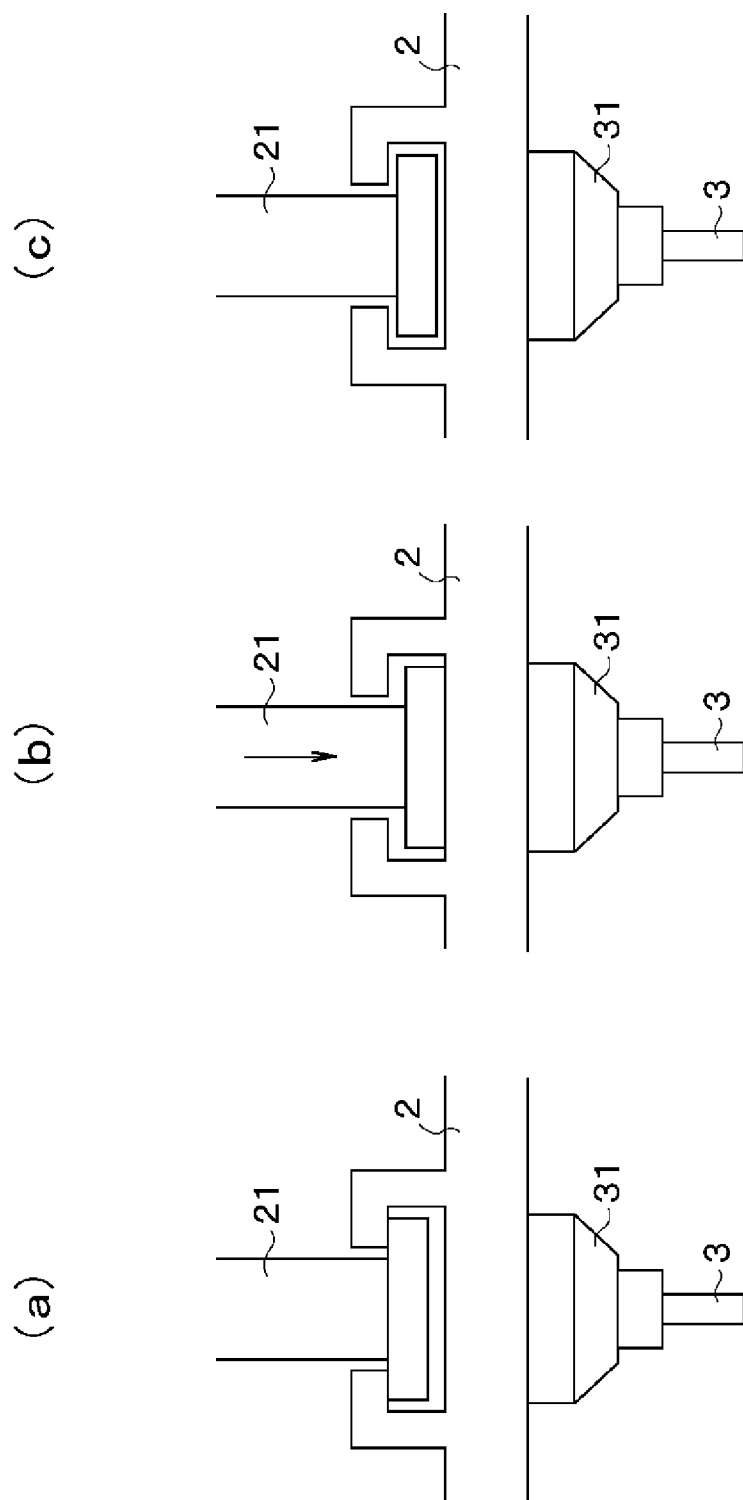
(b)



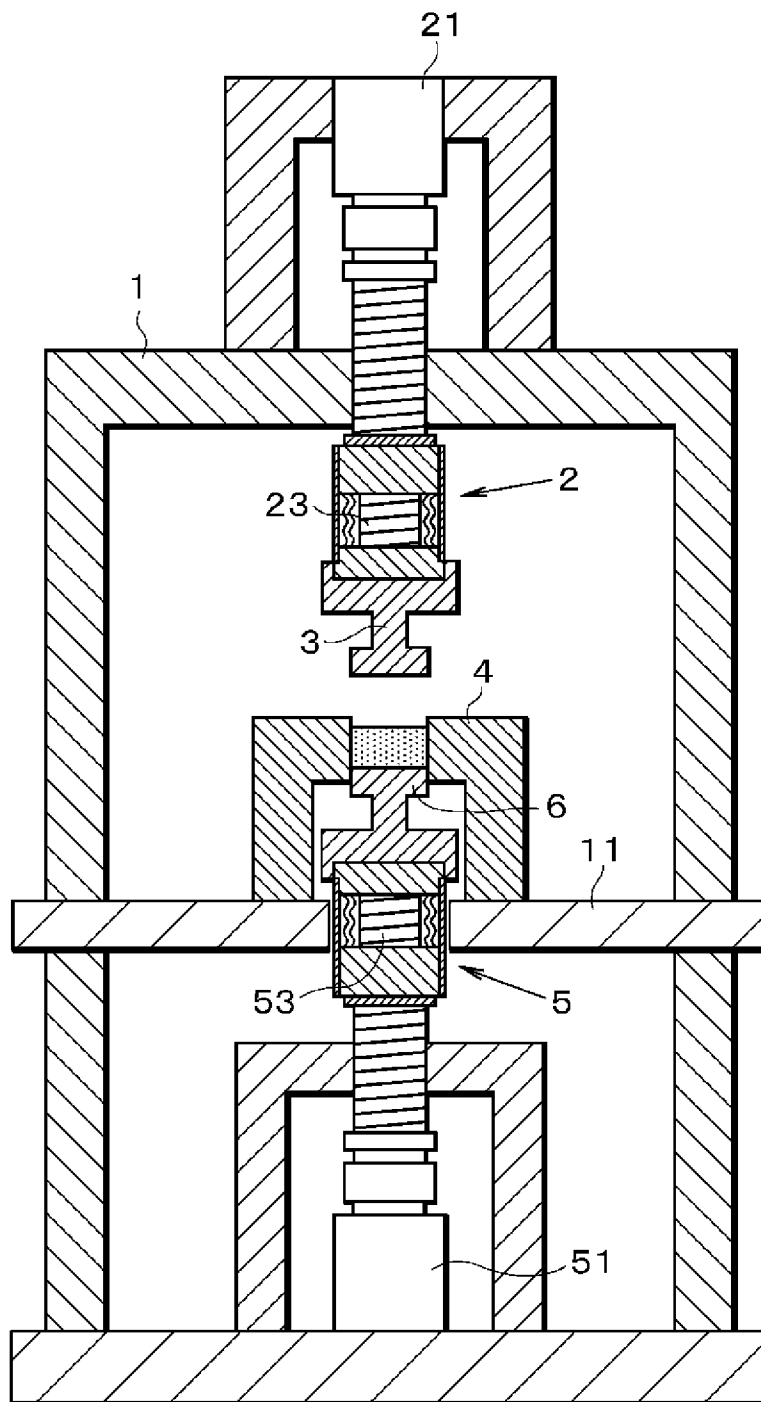
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/060618

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B30B11/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B30B11/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2004-174596 A (Nano Control Co., Ltd.), 24 June 2004 (24.06.2004), entire text (Family: none)	1, 2, 4-7 3, 8
Y A	US 3613166 A (Richard W. Wallace), 19 October 1971 (19.10.1971), entire text (Family: none)	1, 2, 4-7 3, 8
Y A	JP 9-57496 A (Ultex Corp.), 04 March 1997 (04.03.1997), paragraph [0006] (Family: none)	5, 7 1-4, 6, 8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 July, 2010 (08.07.10)

Date of mailing of the international search report

20 July, 2010 (20.07.10)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/060618

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2000-197996 A (Sumitomo Special Metals Co., Ltd.), 18 July 2000 (18.07.2000), claims; paragraph [0034] & US 6325965 B1	5-7 1-4, 8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. B30B11/02(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. B30B11/02			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2010年 日本国実用新案登録公報 1996-2010年 日本国登録実用新案公報 1994-2010年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
Y A Y A Y A Y A	JP 2004-174596 A（株式会社ナノコントロール）2004.06.24, 文献全体（ファミリーなし） US 3613166 A（Richard W. Wallace）1971.10.19, 文献全体（ファミリーなし） JP 9-57496 A（株式会社アルテクス）1997.03.04, 段落【0006】（ファミリーなし） JP 2000-197996 A（住友特殊金属株式会社）2000.07.18, 【特許請求の範囲】, 段落【0034】 & US 6325965 B1	1, 2, 4-7 3, 8 1, 2, 4-7 3, 8 5, 7 1-4, 6, 8 5-7 1-4, 8	
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 08.07.2010		国際調査報告の発送日 20.07.2010	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 宇田川 辰郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	