



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.08.2011 Patentblatt 2011/35

(51) Int Cl.:
B30B 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11001543.5**

(22) Anmeldetag: **24.02.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder: **Menzel, Roland**
82431 Kochel am See (DE)

(74) Vertreter: **Schulze, Mark**
Von Lieres Brachmann Schulze
Patentanwälte in Partnerschaft
Grillparzerstrasse 12A
81675 München (DE)

(30) Priorität: **24.02.2010 DE 102010008986**

(71) Anmelder: **Dorst Technologies GmbH & Co. KG**
82431 Kochel am See (DE)

(54) **Verfahren zur Pressparameteranpassung einer Keramik- oder Metallpulverpresse und Keramik- oder Metallpulverpresse zum Durchführen des Verfahrens**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Pressparameteranpassung einer Keramik- oder Metallpulverpresse bzw. eine damit ausgestattete Keramik- oder Metallpulverpresse, wobei in einer Matrizenöffnung einer Matrize (0) mittels auf Stempelträgern (1, 2, 3, 4) getragenen Stempeln (17, 18, 7, 8) aus Pulver (P) ein Presskörper auf ein vorgegebenes Presskörpermaß (dT_{End}) gepresst wird, wobei während des Pressens zum Pressen eines solchen Presskörpers ein Stellglied (29) längs einer Abfolge von Sollwerten ($d_{\text{Soll}}(t)$) geregelt wird, wobei eine Einhaltung der Abfolge von Sollwerten geprüft wird und bei einer Abweichung von Sollwerten eine Nachregelung des Stellglieds (29) durchgeführt wird, wobei zum Vergleich mit den Sollwerten ein Abstand ($d(t)$) zwischen einem ersten Messpunkt ($m1; m2$) an einem Festanschlag (20; 21), welcher einen der Stempelträger (1; 2) auf einer Seite der Matrizenöffnung abstützt, und einem zweiten Messpunkt ($m3; m4$) an einem Festanschlag (22; 23), welcher einen der Stempelträger (3; 4) auf einer dazu gegenüberliegenden Seite der Matrizenöffnung abstützt, gemessen wird.

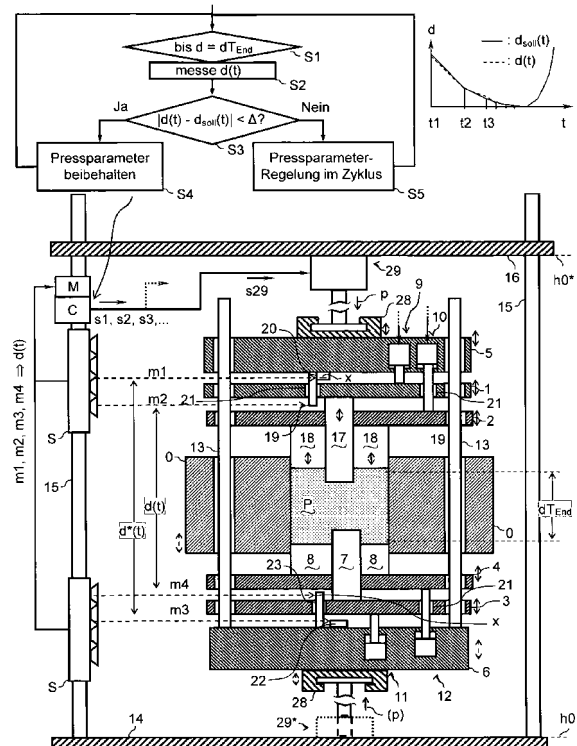


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Pressparameteranpassung einer Keramik- oder Metallpulverpresse mit den oberbegrifflichen Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 bzw. auf eine Keramik- oder Metallpulverpresse zum Durchführen des Verfahrens mit den oberbegrifflichen Merkmalen gemäß Patentanspruch 6.

[0002] Keramik- oder Metallpulverpressen weisen eine Matrize auf, in deren Matrizenöffnung ein Pulver oder Granulat mittels Stempeln zu einem Presskörper gepresst wird. Die Stempel sitzen jeweils an Stempelträgern, welche längs einer Stempelbewegungsbahn abhängig von einstellbaren Pressparametern verstellbar angeordnet und ansteuerbar sind. Mittels einer Steuereinrichtung wird ein Pressantrieb angesteuert, welcher eine Hauptpresskraft aufbringt, um mittels der Stempel den Presskörper zu pressen. Zum Pressen komplex strukturierter Presskörper werden von einer oder beiden Seiten jeweils zwei oder mehr Stempel in die Matrizenöffnung geführt. Jeder der Stempel sitzt dazu auf einem eigenen Stempelträger. Die Stempelträger sind relativ zu einem Basisträger bzw. einer Grundplatte verstellbar, um die einzelnen Stempel relativ zueinander in verschiedene Positionen verstellen zu können.

[0003] In einer Pressendstellung, in welcher über den Pressantrieb eine volle Presskraft auf die Stempel und darüber auf den Presskörper einwirkt, sind die einzelnen Stempelträger über so genannte Festanschläge gegenüber dem Basisträger abgestützt, so dass jeweils auf einer Seite der Matrizenöffnung betrachtet die Stempel relativ zueinander und relativ zu den Stempelträgern und Basisträgern eine definierte Pressposition einnehmen.

[0004] Allgemein bekannt sind außerdem sogenannte hydraulische Pressen, bei denen die Stempelträger mit den Stempeln jeweils direkt über eine Kolben/Zylinderanordnung gegenüber dem Basisträger abgestützt sind, also nicht über Festanschläge abgestützt sind.

[0005] Ein Problem beim Betrieb derartiger Pressen besteht darin, dass beim Einfüllen des Pulvers oder Granulats in die Matrizenöffnung Schwankungen der eingefüllten Pulvermenge und Pulverzusammensetzung auftreten, welche bei einer üblichen Regelung auf Presskräfte oder auf individuelle Presspositionen der einzelnen Stempel mittels vorbestimmter Sollwerte zu Fehlern einer Teilehöhe der gepressten Presskörper führen.

[0006] Bisher lag der Fokus darauf, einzelne Achsen in Pressendstellung gegen insbesondere Festanschläge möglichst genau zu positionieren und dann am Hauptpressantrieb eine Messung einer Oberkolbenposition oder Zugstangenposition vorzunehmen und davon abhängig eine Regelung durchzuführen. Außerdem wird versucht, eine Pulvermengenregelung möglichst optimal zu halten. Unter Achsen werden insbesondere auf Kraftflusslinien zwischen Pressantrieb und den Stempeln liegende Komponenten verstanden.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein

Verfahren zur Pressparameteranpassung einer Keramik- oder Metallpulverpresse bzw. eine Keramik- oder Metallpulverpresse zum Durchführen eines derartigen Verfahrens so auszugestalten, dass zum Ausgleich von sich ändernden Pressenzuständen eine verbesserte und genauere Anpassung von Pressparametern ermöglicht wird.

[0008] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Pressparameteranpassung einer Keramik- oder Metallpulverpresse mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 bzw. durch eine Keramik- oder Metallpulverpresse zum Durchführen eines derartigen Verfahrens mit den oberbegrifflichen Merkmalen gemäß Patentanspruch 6 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand von abhängigen Ansprüchen.

[0009] Bevorzugt wird demgemäß ein Verfahren zur Pressparameteranpassung einer Keramik- oder Metallpulverpresse, bei dem in einer Matrizenöffnung einer Matrize mittels auf Stempelträgern getragenen Stempeln aus Pulver und/oder Granulat ein Presskörper auf ein vorgegebenes Presskörpermaß gepresst wird, wobei während des Pressens innerhalb eines Presszyklus zum Pressen eines solchen Presskörpers zumindest ein Stellglied längs einer Abfolge von Sollwerten geregelt wird, während des Pressens eine Einhaltung der Abfolge von Sollwerten geprüft wird und bei einer Abweichung von der Abfolge von Sollwerten - insbesondere größer einem Toleranzwert - eine Nachregelung des zumindest einen Stellglieds durchgeführt wird. Vorteilhaft ist dabei, dass zum Vergleich mit der Abfolge von Sollwerten ein Abstand zwischen einem ersten Messpunkt an einem Festanschlag, welcher einen der Stempelträger auf einer Seite der Matrizenöffnung abstützt, und einem zweiten Messpunkt an einem Festanschlag, welcher einen der Stempelträger auf einer dazu gegenüberliegenden Seite der Matrizenöffnung abstützt, gemessen wird. Als Pressparameter wird somit insbesondere ein Steuersignal geregelt, welches zum Antreiben des Stellglieds dient.

[0010] Durch das Messen von Messpunkten, also vorgebbaren Punkten an solchen die Stempelträger abstützenden Festanschlägen werden Messpunkte festgelegt, welche möglichst nahe an den Stempeln liegen, welche während des Pressens in die Matrizenöffnung eintauchen. Dadurch wird ein Einfluss von Stauchungen und thermischen Veränderungen, welche zwischen verschiedenen Presszyklen auftreten können bestmöglich eliminiert, so dass die Vielzahl von zwei oder mehr der gemessenen Abstände und die für diese vorgegebenen Sollwerte von solchen Einflüssen nicht oder in nur überraschend geringem Maße beeinflusst wird. Dadurch entsprechen Abweichungen des während eines Presszyklus gemessenen Abstands von dem Sollwert vorteilhaft einer Variation der in die Matrizenöffnung eingefüllten Menge des zu verpressenden Pulvers und/oder Granulats. Entsprechend kann eine so gemessene Abweichung als direkte Regelgröße verwendet werden, um während desselben Presszyklus eine Korrektur des zumindest einen Stellglieds, insbesondere einem Steuer-

signal für den Hauptpressantrieb, vornehmen zu können.

[0011] Insbesondere wirken sich die Messungen beeinflussende Effekte wie Biegungen oder Stauchungen der zwischen einer bislang zur Regelung gemessenen Höhe einer Oberkolbenposition nicht auf diese Abstandsmessung aus, wenn der Abstand so möglichst nahe am entstehenden Pressteil bestimmt wird.

[0012] Der Toleranzwert kann dabei geeignet festgelegt werden in Abhängigkeit von der zu erzielenden Genauigkeit des Presskörpermaßes. Im Extremfall kann eine Identität des gemessenen Maßes und des Sollwertes bzw. ein Toleranzwert gleich Null gefordert werden.

[0013] Erste Untersuchungen zeigen, dass bei einer üblichen Schwankung der Pressgutmenge von 1% eine Reduzierung von dadurch verursachten Stauchungsabweichungen der Pressenkomponenten im Kraftweg von z.B. 0,05 mm auf 0,005 mm erzielbar sind. Dies ist zugleich auch der Betrag, um den eine Verbesserung der Maßgenauigkeit des gepressten Presskörpers erzielbar ist.

[0014] Zum Pressen solcher Presskörper wird in für sich bekannter Art und Weise als verpressbares Material kein Festkörper, sondern Pulver, Granulat oder ein Gemenge aus Pulver und Granulat verwendet. Übliche Bestandteile sind dabei metallische oder keramische Werkstoffe.

[0015] Bevorzugt wird, wenn der Abstand während dem Pressen gemessen wird, insbesondere auf den letzten 5% des Gesamt-Pressweges gemessen wird. Insbesondere in der letzten Presszyklusphase vor der Pressendstellung lässt Regelung der auf das Pressgut einwirkenden Kräfte ein ideales Presskörpermaß erzielen. Bei Unter- oder Übermengen an Pulver führt dies zu einer vom Sollwert gemessenen Abweichung der gemessenen Abstände, woraufhin eine Nachregelung durchgeführt wird, indem insbesondere eine Erhöhung einer Hauptpresszylinder-Presskraft vorgenommen wird.

[0016] Als die Messpunkte oberhalb bzw. unterhalb der Matrize werden insbesondere eine Position der dem abzustützenden Stempelträger zugewandten Stirnseitenkanten der Festanschläge, eine Position von davon beabstandeten Markierungen an den Festanschlägen und/oder eine Position von vom Festanschlag wegführenden Messelementen verwendet. Ermöglicht wird so eine Messung an Positionen, welche nahezu Messwerte ergeben, als wenn direkt eine Stempelposition gemessen werden würde, was wegen des Eintauchens der Stempel in die Matrizenöffnung nicht möglich ist. Auch werden gegenüber Messungen an den Stempelträgern Einflüsse von deren Durchbiegung während des Pressens ganz oder zumindest nahezu ganz ausgeschlossen.

[0017] Als die Messpunkte oberhalb bzw. unterhalb der Matrize wird vorteilhaft eine Position an zumindest einem möglichst zentral gelegenen Festanschlag verwendet, insbesondere einem Festanschlag welcher in Kraftlinie zwischen der Matrizenöffnung der Matrize und einem Krafteinleitungsbereich eines/des Pressantriebs

liegt.

[0018] Als das Stellglied wird insbesondere ein Pressantrieb, insbesondere ein Haupt-Presszylinder nachge-regelt. Unter dem Pressantrieb ist der Haupt-Pressantrieb zu verstehen, welcher die eigentliche Presskraft auf-
5 bringt. Nicht oder nur bedingt sind Hilfsantriebe wie die Stellantriebe, welche eine Bewegung der Stempelträger relativ zueinander bewirken, da deren Einfluss einerseits mit Blick auf die hohen Kraftunterschiede relativ zum
10 Pressantrieb vernachlässigbar sind und deren Wirkung insbesondere zu der Pressendstellung hin bei Anlegen der Stempelträger an die Festanschlägen im Wesentlichen neutralisiert wird. Solche Hilfsantriebe, insbesondere Hilfszylinder, dienen z.B. zum Verstellen der einzel-
15 nen Stempelträger relativ zueinander. Deren Einstellung bewirkt jedoch üblicherweise keine auf das Pulver einwirkende Presskraft, da sie im Wesentlichen zur Verstellung der einzelnen Stempelträger beim Entformen eines gepressten Teils dienen. Als Haupt-Pressantrieb sind neben einem Haupt-Presszylinder auch andere Antriebsformen einsetzbar, wie z.B. mechanische Antriebe,
20 pneumatische Antriebe oder elektromotorische Antriebe.

[0019] Eigenständig bevorzugt wird demgemäß auch eine Keramik- oder Metallpulverpresse mit einer Matrizenöffnung einer Matrize und auf Stempelträgern getra-
25 genen Stempeln, die angeordnet und zueinander verstellbar sind, dass aus Pulver und/oder Granulat ein Presskörper auf ein vorgegebenes Presskörpermaß pressbar ist, und mit einer Steuereinrichtung, welche ausgelegt ist und/oder auf ein Programm zugreift, wäh-
30 rend des Pressens innerhalb eines Presszyklus zum Pressen eines solchen Presskörpers zumindest ein Stellglied längs einer Abfolge von Sollwerten zu regeln, wozu während des Pressens eine Einhaltung der Abfolge von
35 Sollwerten prüfbar ist und bei einer Abweichung von der Abfolge von Sollwerten - insbesondere größer einem Toleranzwert - eine Nachregelung des zumindest einen Stellglieds durchführbar ist. Vorteilhaft ist die Presse durch eine Positionsmesseinrichtung, mit der zum Ver-
40 gleich mit der Abfolge von Sollwerten ein Abstand zwischen einem ersten Messpunkt an einem Festanschlag, welcher einen der Stempelträger auf einer Seite der Matrizenöffnung abstützt, und einem zweiten Messpunkt an einem Festanschlag, welcher einen der Stempelträger
45 auf einer dazu gegenüberliegenden Seite der Matrizenöffnung abstützt, messbar ist.

[0020] Die Positionsmesseinrichtung ist bevorzugt als Festanschlagabstands-Messeinrichtung ausgebildet und misst als solche Messpunkte einer Position der dem
50 abzustützenden Stempelträger zugewandten Stirnseitenkanten der Festanschläge, eine Position von davon beabstandeten Markierungen an den Festanschlägen und/oder eine Position von vom Festanschlag wegführenden Messelementen.

[0021] Die Positionsmesseinrichtung kann vorteilhaft als Festanschlagabstands-Messeinrichtung ausgebildet sein, wobei zumindest einer der Messpunkte an einem
55 möglichst zentral gelegenen Festanschlag liegt, insbe-

sondere einem Festanschlag, welcher in Kraftlinie zwischen der Matrizenöffnung der Matrize und einem Krafteinleitungsbereich eines Pressantriebs angeordnet ist.

[0022] Besonders bevorzugt wird eine Positionsmesseinrichtung, welche Messelemente aufweist, die von einem der Festanschläge oder von einem der Basisträger weg und zu einer Messvorrichtung hin führen. Dadurch kann mittels überwiegend einfacher mechanische Elemente eine direkte Abstandsmessung ohne Umweg über zwei Positionsmesswerte und eine rechnerische Abstandsbestimmung durchgeführt werden. Dabei handelt es sich beispielsweise um starre Gestänge, welche einfach montierbar sind und als mechanische Elemente nicht durch Einfluss von Staub oder aufgewirbelten Pulverrückständen unbrauchbar werden.

[0023] Zumindest einer der Festanschläge und ein diesen zumindest in Pressendstellung stützender Basisträger können als zumindest zwei eigenständige Komponenten ausgebildet sein, wobei der Messpunkt am Festanschlag selber liegt. Diese Lösung wird besonders bevorzugt, denn je näher der Messpunkt an der Matrizenöffnung liegt, desto vorteilhafter ist die Wirkung der Nachregelung.

[0024] Umsetzbar ist auch, dass zumindest einer der Festanschläge einen Basisträger aufweist oder zumindest in Pressendstellung in Kraftflusslinie starr mit dem Basisträger verbunden ist, wobei der Messpunkt am Basisträger liegt. Diese Lösung ist nicht ganz so vorteilhaft, da der Messpunkt deutlich von der Matrizenöffnung beabstandet ist, bietet aber trotzdem noch eine vorteilhafte Nachregelung.

[0025] Die Steuereinrichtung der Presse ist insbesondere ausgelegt ist und/oder greift auf ein Programm zu zum Durchführen eines solchen bevorzugten Verfahrens.

[0026] Ein Ausführungsbeispiel wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Komponenten einer Keramik- oder Metallpulverpresse in teilweise geschnittener Ansicht während eines Pressvorgangs sowie ein Ablaufdiagramm eines bevorzugten Verfahrens zur Pressparameteranpassung und

Fig. 2 Komponenten einer demgegenüber modifizierten einer Keramik- oder Metallpulverpresse in einer Pressendstellung eines solchen Pressvorgangs.

[0027] Wie aus Fig. 1 und 2 ersichtlich, ist zentral in einer beispielhaften Keramik- oder Metallpulverpresse eine Matrize 0 angeordnet, in deren Matrizenöffnung sogenanntes Pulver P zu einem Presskörper T verpressbar ist. Unter Pulver P wird dabei allgemein ein pulver- und/oder granulatförmiges Material verstanden. Längs einer vorzugsweise vertikal verlaufenden Stempelbewegungsbahn sind dazu Stempel 7, 8, 17, 18 in die Matrizenöffnung einführbar bzw. relativ zu der Matrize 0 ver-

stellbar.

[0028] Die Stempel 7, 8, 17, 18 werden jeweils von einem Stempelträger 3, 4, 1, 2 getragen bzw. sind an den Stempelträgern 3, 4, 1, 2 befestigt. Eine Verstellung der Stempel 7, 8, 17, 18 erfolgt entsprechend durch eine Verstellung der Stempelträger 3, 4, 1, 2 längs der Stempelbewegungsbahn. Bei der beispielhaft dargestellten Anordnung sind zwei der Stempel 7, 8 von unten bzw. zwei Stempel 17, 18 von oben in die Matrizenöffnung einführbar. Jedoch können auch mehr oder weniger Stempel und entsprechende Stempelträger in einer solchen Pressenanordnung eingesetzt sein.

[0029] Um die einzelnen Stempel 7, 8, 17, 18 und Stempelträger 3, 4, 1, 2 u.a. auch zum Befüllen der Matrizenöffnung und zum Entformen eines Presskörpers T in relativ zueinander verschiedene Positionen verstellen zu können, sind die einzelnen Stempelträger 3, 4, 1, 2 mittels Stellantrieben 9 - 12 relativ zu jeweils einem zugeordneten oberen Basisträger 5 bzw. einem unteren Basisträger 6 verstellbar gelagert. Bevorzugt sind die Stellantriebe 9 - 12 durch hydraulische Verstellantriebe ausgebildet. Jedoch sind auch andere Antriebssysteme einsetzbar. Um eine sichere Führung längs der Stempelbewegungsbahn zu gewährleisten, sind an dem unteren Basisträger 6 Führungsstangen 13 parallel zur Stempelbewegungsbahn befestigt, längs derer die einzelnen Stempelträger 1 - 4 und der obere Basisträger 5 sowie die Matrize 0 verstellbar gelagert sind.

[0030] Diese Anordnung kann mittels des unteren Basisträgers 6, welcher auch als Grundplatte bezeichnet wird, direkt fest auf einem unteren Pressenrahmen 14 der eigentlichen Presse befestigt sein. Die beispielhafte Presse weist vom unteren Pressenrahmen 14 nach oben führende seitliche Pressenrahmen 15 auf, welcher oberseitig der vorstehend beschriebenen Anordnung in einen quer über die Anordnung führenden oberen Pressenrahmen 16 führen. An dem oberen Pressenrahmen 16 ist ein eigentlicher Pressantrieb als ein Stellglied 29 befestigt, welcher eine Hauptpresskraft aufbringt. Der Pressantrieb kann mechanisch, elektrisch oder hydraulisch angetrieben sein und bringt zum Pressen eine Presskraft auf den oberen Basisträger 5, so dass die Anordnung aus den Basisträgern 5, 6, den dazwischen angeordneten Stempelträgern 1 - 4 und den daran befestigten Stempeln 7, 8, 17, 18 längs der Stempelbewegungsbahn zusammengedrückt wird.

[0031] Bevorzugt wird eine Ausgestaltung, bei welcher die Basisträger 5, 6 bzw. die Grundplatten nicht fest in dem Pressenrahmen 14 - 16 eingesetzt sind, sondern über Adapter-Befestigungselemente 28 wieder lösbar eingesetzt sind. Anstelle einer gegenüber einem Untergrund unbeweglichen Befestigung des unteren Basisträgers 6 an dem unteren Pressenrahmen 14 kann zwischen dem unteren Basisträger 6 und dem unteren Pressenrahmen 14 optional auch ein alternativer oder weiterer Pressantrieb 29* angeordnet sein.

[0032] Um in einer Pressendstellung definierte Presspositionen für die Stempel 7, 8, 17, 18 vorgeben zu kön-

nen, sind zwischen dem oberen Basisträger 5 und den oberen Stempelträgern 1, 2 jeweils Festanschläge 19, 20 angeordnet, welche in der Pressendstellung ein starres Anschlagen der Stempelträger 1, 2 an dem oberen Basisträger 5 bewirken. Der Festanschlag 19, welcher als Festanschlag für den von dem oberen Basisträger 5 am weitesten entfernten Stempelträger 2 ausgebildet ist, ragt dabei ebenso wie eine Kolbenstange des Stellantriebs 10 für diesen Stempelträger 2 durch eine Durchgangsöffnung 21, die in dem darüber liegenden Stempelträger 1 ausgebildet ist, hindurch. In entsprechender Art und Weise sind die unteren Stempelträger 3, 4 relativ zu dem unteren Basisträger 6 über Festanschläge 22, 23 abgestützt.

[0033] Unter einem Festanschlag 19, 20, 22, 23 wird somit insbesondere ein Anschlag verstanden, welcher als Stützelement für einen Stempelträger im Kraftweg zwischen der mit Pulver P gefüllten Matrizenöffnung und einem Pressenantrieb oder einem Pressensockel angeordnet ist und an welchem sich in einer Pressendstellung der Stempelträger abstützt. Durch den Festanschlag wird somit auch die mögliche Bewegungstrecke des daran anliegenden Stempelträgers und daran befestigter Stempel begrenzt. Unter der Pressendstellung wird insbesondere verstanden, dass eventuell weiter ansteigende Presskräfte keine Änderungen der Position oder des Abstandes zwischen den bewegten Stempelträgern und dem Festanschlag mehr bewirken.

[0034] Zur Ansteuerung der verschiedenen Stellantriebe 9 - 12 und des Pressantriebs als dem Stellglied 29 dient eine Steuereinrichtung C, welche entsprechende Steuersignale $s_1, s_2, s_3, \dots, s_{29}$ an diese anlegt. Optional kann die Steuereinrichtung C weitere Steuersignale z.B. an motorisch verstellbare Festanschläge anlegen, welche als weitere Pressparameter zur Anpassung der Presskörperdimension anpassbar sind.

[0035] Die Steuereinrichtung C kann in üblicher Art und Weise auf eine in dieser integrierte oder externe Speichereinrichtung M zugreifen, in welcher Steuerprogramme und gegebenenfalls Standardwerte zur Ansteuerung oder Regelung der verschiedenen Pressparameter für z.B. Stellantriebe 9 - 12 und den Pressantrieb als dem Stellglied 29 gespeichert sind.

[0036] Zur Durchführung eines bevorzugten Verfahrens zur Pressparameteranpassung in einer solchen Keramik- oder Metallpulverpresse weist die Anordnung zusätzlich zumindest eine Positionsmesseinrichtung S auf, welche zum Bestimmen einer momentanen Position zumindest eines Teils der Festanschläge 19, 20, 22, 23 sowie gegebenenfalls einer momentanen Position des oberen bzw. unteren Basisträgers 5, 6 in der Presse angeordnet ist. Insbesondere ist mittels der Positionsmesseinrichtung S und ggfs. auch der Steuereinrichtung C eine Strecke bzw. ein Abstand $d(t)$ zweier Messpunkte bzw. Punkte an den Festanschläge 19, 20, 22, 23, und zwar insbesondere einem Festanschlag 19 oberhalb bzw. einem Festanschlag 23 unterhalb der Matrizenöffnung bzw. der Matrize (0) zu verschiedenen Zeitpunkten

t_1, t_2, t_3, \dots der voranschreitenden Zeit t während des Pressens bestimmt.

[0037] Zum Bestimmen des Abstands $d(t)$ zwischen zwei Messpunkten, werden die beiden Messpunkte an den Festanschlägen 19, 23 insbesondere hinsichtlich eines Kraftflusses in Pressendstellung vorzugsweise möglichst nahe an der Matrizenöffnung festgelegt. Daraus folgt ein Abstand $d(t)$, welcher sich unabhängiger von einem üblicherweise gemessenen Abstand zwischen dem oberen Pressenrahmen 16 und dem oberen Basisträger 5 ergibt. Dies gilt selbst bei unterschiedlichen Pulverbefüllungen der Matrizenöffnung zwischen verschiedenen Presszyklen.

[0038] Die Positionsmesseinrichtung S ist beispielsweise an dem seitlichen Pressenrahmen 15 befestigt. Die Positionsmesseinrichtung S kann sich aber auch als eigenständige Vorrichtung von einem Untergrund oder dem unteren Pressenrahmen 14 ausgehend parallel zur Pressrichtung führend in einen Bereich seitlich neben die Stempelträger 1 - 4 sowie gegebenenfalls Basisträger 5 erstrecken, so dass auch Stauchungs- oder Dehnungseinflüsse auf den Pressenrahmen keinen Einfluss auf die Positionsmessungen haben.

[0039] Als weitere beispielhafte Ausgestaltung kann die Positionsmesseinrichtung S auch an einer Komponente des Presswerkzeugs, z.B. an einem Stempelträger 1 - 4 oder einem Basisträger 5, 6 befestigt sein und sich ausgehend davon parallel zur Pressrichtung führend in einen Bereich seitlich neben den Stempelträgern 3, 4, 1, 2 sowie gegebenenfalls Basisträgern 6, 5 erstrecken, relativ zu denen der Abstand $d(t)$ zu bestimmen ist. Bevorzugt ist die Positionsmesseinrichtung an den Festanschlägen selber befestigt.

[0040] Zur Positionsmessung der einzelnen zu messenden Positionen können beliebige Messverfahren, insbesondere bevorzugt mechanische, aber auch elektromechanische oder optische Messverfahren eingesetzt werden. Beispielsweise kann optional mittels einer Kamera ein Bild aufgenommen werden, in welchem mittels der Steuereinrichtung C und eines geeigneten Programms nach gewünschten Strukturen, z.B. einer Festanschlagkante oder einer Markierung am Festanschlag gesucht wird.

[0041] In einem ersten Verfahrensablauf werden zu verschiedenen Zeitpunkten t_1, t_2, t_3 jeweils momentan gemessene Positionen bzw. Abstände $d(t_1), d(t_2), d(t_3)$ oder entsprechende Messwerte m_2, m_4 gemessen und insbesondere nach einem Pressen eines solchen Presskörpers T mit gewünschter vorgegebener Presskörperdimension als Referenzwerte, Referenz-Abstand bzw. Sollwerte $d_{\text{soll}}(t)$ in der Speichereinrichtung M und/oder dem Prozessor C gespeichert. Solche Sollwerte $d_{\text{soll}}(t)$ können aber auch auf andere Art und Weise bestimmt werden, insbesondere ausgehend von Pulverbeschaffenheit und vorgegebener Presskörperdimension durch Berechnung.

[0042] In einem späteren Verfahrensablauf werden ebenfalls zu diesen verschiedenen Zeitpunkten t_1, t_2, t_3

jeweils momentan gemessene Positionen bzw. Abstände $d(t_1)$, $d(t_2)$, $d(t_3)$ oder entsprechende Messwerte gemessen. Diese Messwerte oder Abstände $d(t)$ werden dann aber mit den zuvor gespeicherten Sollwerten $d_{\text{soll}}(t)$ verglichen. Bei einer Abweichung, insbesondere bei einer Abweichung größer einem Toleranzwert Δ wird eine geeignete Nachregelung des Pressantriebs durchgeführt. Dies vermeidet Abweichungen des in diesem Zyklus gepressten Presskörpers T von insbesondere einer vorgegebenen Presskörperdimension, welche ansonsten bei Abweichungen einer Pulverbeschaffenheit oder Pulvermenge entstehen würden.

[0043] Insbesondere werden die einzelnen gemessenen Positionen oder Abstände $d(t)$ unabhängig von ortsfesten Bezugspositionen h_0 , z.B. einer Höhe des unteren Pressenrahmens 14 oder einer Höhe h_0^* des oberen Pressenrahmens 16 gemessen.

[0044] Wie auch aus Fig. 1 ersichtlich, weist ein bevorzugtes Verfahren zur Pressparameteranpassung eine Vielzahl von einzelnen Verfahrensschritten S1 - S5 auf.

[0045] Vorbereitend werden in der Speichereinrichtung M Referenzwerte oder vorzugsweise daraus bestimmte Sollwerte $d(t)$ gespeichert.

[0046] Nachfolgend wird im regulären Press-Produktionsbetrieb mittels jeweils der Verfahrensschritte S1 - S5 eine Vielzahl von solchen Presskörpern T gepresst.

[0047] In einem ersten Verfahrensschritt S1 wird geprüft, ob das gewünschte Presskörpermaß dT_{End} erreicht ist. Falls ja, wird der Pressvorgang oder zumindest die Nachregelung des zumindest einen Stellglieds 29 beendet. Falls nein, wird in einem zweiten Verfahrensschritt S2 eine Messung der momentanen Positionen der Festanschläge 19, 23 durchgeführt und die daraus resultierenden Messwerte m_2 , m_4 bzw. der Abstand $d(t)$ zwischen diesen bestimmt.

[0048] Ein nachfolgender dritter Verfahrensschritt S3 betrifft eine Überprüfung des soeben gemessenen Abstands $d(t)$ in Relation zu dem für den entsprechenden Zeitpunkt t_1 , t_2 , ... gespeicherten Sollwert $d_{\text{soll}}(t)$.

[0049] Ist beim Vergleich der soeben gemessene Abstand $d(t)$ gleich dem entsprechenden Sollwert $d_{\text{soll}}(t)$, insbesondere innerhalb eines Toleranzwerts Δ gleich, dann wird als nachfolgender Verfahrensschritt S4 unter Beibehaltung der Steuerung zu dem ersten Verfahrensschritt S1 gesprungen.

[0050] Weicht beim Vergleich der soeben gemessene Abstand $d(t)$ von dem entsprechenden Sollwert $d_{\text{soll}}(t)$ ab, insbesondere um mehr als der Toleranzwert Δ ab, dann werden im nachfolgender Verfahrensschritt S5 durch die Steuereinrichtung C Pressparameter so verändert, dass eine Nachregelung des zumindest einen Stellglieds 29 noch im selben Presszyklus vorgenommen wird, so dass der in diesem Zyklus zu pressende Presskörper T mit der gewünschten Presskörperdimension gepresst wird. Insbesondere wird eine Presskraft bzw. ein Pressdruck p , welcher über den Pressantrieb 29 auf die gesamte Anordnung der Pressenkomponenten ein-

wirkt, nachgeregelt. Danach wird zum ersten Verfahrensschritt S1 gesprungen.

[0051] Vorstehend beschrieben ist, einen Abstand $d(t)$ zweier Messpunkte m_2 , m_4 an den beiden zur Matrize 0 nächstgelegenen und somit besonders bevorzugten Festanschlägen 19, 23, oberhalb bzw. unterhalb der Matrizenöffnung bzw. der Matrize (0) zu bestimmen. Prinzipiell können solche Messungen aber auch an anderen der Festanschläge 19, 20, 22, 23 und in anderen Kombinationen der Festanschläge 19, 20, 22, 23 vorgenommen werden. Beispielhaft dargestellt ist, einen alternativen oder zusätzlichen Abstand $d^*(t)$ zwischen den beiden anderen der dargestellten Festanschläge 20, 22 zu bestimmen.

[0052] Zur Bestimmung der Messwerte m_2 , m_3 wird besonders bevorzugt die jeweils momentane Position der dem abzustützensen Stempelträger 2, 3 zugewandten Stirnseitenkanten der Festanschläge 19, 22 gemessen und daraus dann deren Abstand bestimmt. Jedoch können auch davon beabstandet Markierungen x an den Festanschlägen 20, 23 ausgebildet sein, welche zur Abstandsmessung erfasst werden, so dass eventuelle Verdeckungen der Stirnseiten im Fall sich leicht durchbiegender Stempelträger das Messergebnis nicht verfälschen.

[0053] Fig. 1 zeigt die Komponenten der Keramik- oder Metallpulverpresse während eines Pressvorgangs vor Erreichen der Pressendstellung zu z.B. einem dritten Zeitpunkt t_3 in dem Abstands-Zeit-Diagramm, welches beispielhaft eine Kurve aus Sollwerten $d_{\text{soll}}(t)$ und eine Kurve beim momentanen Pressvorgang gemessener Abstände $d(t)$ zeigt. Erkennbar ist, dass die Stempel 7, 8, 17, 18 zwar bereits das in der Matrizenöffnung befindliche Pulver P verdichten. Jedoch liegen die Stempelträger 1 - 4 noch nicht auf deren Festanschlägen 20, 19, 22 bzw. 23 auf. Trotzdem haben Pulverschwankungen bereits auf dieses Pressstadium Einfluss, weshalb die Überprüfung des Abstands $d(t)$ und im Bedarfsfall die Nachregelung der Stellgröße 29 bereits durchgeführt wird. Besonders vorteilhaft ist ein Beginnen des Messens und Vergleichens der Abstände kurz vor Erreichen der Pressendstellung.

[0054] Fig. 2 zeigt demgegenüber die Pressendstellung, bei welcher das Pulver in der Matrizenöffnung zu dem Presskörper T gepresst wurde. In dieser Phase sind die Stempelträger 1 - 4 auf deren Festanschlägen 20, 19, 22 bzw. 23 fest abgestützt.

[0055] Außerdem zeigt Fig. 2 eine bevorzugte Ausgestaltung einer Positionsmesseinrichtung S^* . Diese Positionsmesseinrichtung S^* oder Teile davon sind direkt an Komponenten des Presswerkzeugs angeordnet, z.B. an einem der Festanschläge 23 oder einem der Basisträger 5, 6. Die Positionsmesseinrichtung S^* erstreckt sich ausgehend davon parallel zur Pressrichtung führend seitlich neben den Stempelträgern 3, 4, 1, 2 sowie gegebenenfalls Basisträgern 6, 5.

[0056] Bei der dargestellten Ausgestaltung führt ein Messelement S° seitlich von einem der unteren Festan-

schläge 23 weg, wobei sich das Messelement S° im Fall einer Bewegung des Festanschlags 23 längs der Verstellrichtung der Stempel gleichförmig zusammen mit der Bewegung des Festanschlags 23 bewegt. Ein weiteres derartiges Messelement S° führt seitlich von dem oberen Basiskörper 5 weg. Das weitere Messelement S° bewegt sich im Fall einer Bewegung des Basiskörpers 5 längs der Verstellrichtung der Stempel gleichförmig zusammen mit der Bewegung des Basiskörpers 5. Seitlich der gesamten Anordnung ragen Elemente, insbesondere stangenförmige Elemente von den beiden Messelementen S° im Wesentlichen aufeinander zuführend in eine Messvorrichtung. Die Messvorrichtung kann so eine relative Verstellung der beiden Messelemente S° und somit direkt eine Veränderung des Abstands d(t) bestimmen.		10	Stellantrieb
		11	Stellantrieb
		5 12	Stellantrieb
		13	Führungsstangen
		14	Pressenrahmen
		10 15	Pressenrahmen
		16	Pressenrahmen
		15 17	Stempel
[0057] Soweit das weitere Messelement S° vom Basiskörper 5 wegführt steht dies nicht im Widerspruch zu der Bestimmung des Abstands d(t) zweier Festanschläge 23, 20, da je nach Ausgestaltung der Basiskörper selber unmittelbar Bestandteil eines Festanschlags sein kann oder meist zumindest eine Verbindung über starre Komponenten zu den Festanschlägen 19, 20, 22, 23 hat.		18	Stempel
		19	Festanschlag
		20	Festanschlag
[0058] Optional möglich ist auch der Einsatz höhenverstellbarer Festanschläge, da diese, wenn überhaupt, nur zwischen Presszyklen verstellt werden und während eines Presszyklus als starre Komponenten wirken.		21	Durchgangsöffnung
		25 22	Festanschlag
[0059] Beschrieben ist vorstehend, die Sollwerte und die Abstände während eines Pressvorgangs zu vorbestimmten Zeitpunkten während des Pressens zu bestimmen. Dies schließt aber nicht aus, als Kriterium für die Messungen eine andere Bezugsgröße zu verwenden, beispielsweise die Abstandsmessungen bei einem Erreichen bestimmter Presskräfte oder Drücke vorzunehmen.		23	Festanschlag
		28	Adapter-Befestigungselement
		30 29, 29*	Stellglied, insbesondere Haupt-Pressantrieb
		C	Steuereinrichtung/Prozessor
Bezugszeichenliste:		35 d(t)	Abstand zweier Messpunkte ober- bzw. unterhalb der Matrizenöffnung
[0060]		d*(t)	Abstand zweier anderer Messpunkte ober- bzw. unterhalb der Matrizenöffnung
0	Matrize	40	
1	Stempelträger	dT _{End}	vorgegebenes Presskörpermaß
2	Stempelträger	45 d _{soll} (t)	Abfolge von Sollwerten bzw. Referenz-Abständen
3	Stempelträger	h0	Höhe des unteren Pressenrahmens
4	Stempelträger	h0*	Höhe des oberen Pressenrahmens
5	Basisträger	50	
6	Basisträger	m1 - m5	Messwerte
7	Stempel	M	Speichereinrichtung
8	Stempel	55 P	Druck
9	Stellantrieb	P	Pulver

S, S*	Positionsmesseinrichtung
S°	Messelement
s1, s2, s3, s29	Steuersignale
S1 - S5	Verfahrensschritte
t	Zeit
t1, t2, t3,...	Zeitpunkte der Messungen
T	Presskörper
t1, t2, t3	zueinander verschiedene Zeitpunkte
x	Markierung
Δ	Toleranzwert

Patentansprüche

1. Verfahren zur Pressparameteranpassung einer Keramik- oder Metallpulverpresse, bei dem in einer Matrizenöffnung einer Matrize (0) mittels auf Stempelträgern (1, 2, 3, 4) getragenen Stempeln (17, 18, 7, 8) aus Pulver (P) und/oder Granulat ein Presskörper (T) auf ein vorgegebenes Presskörpermaß (dT_{End}) gepresst wird, wobei

- während des Pressens innerhalb eines Presszyklus zum Pressen eines solchen Presskörpers zumindest ein Stellglied (29) längs einer Abfolge von Sollwerten ($d_{\text{Soll}}(t)$) geregelt wird,
- während des Pressens eine Einhaltung der Abfolge von Sollwerten ($d_{\text{Soll}}(t)$) geprüft wird und
- bei einer Abweichung von der Abfolge von Sollwerten ($d_{\text{Soll}}(t)$) - insbesondere größer einem Toleranzwert (Δ) - eine Nachregelung des zumindest einen Stellglieds (29) durchgeführt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

- zum Vergleich mit der Abfolge von Sollwerten ($d_{\text{Soll}}(t)$) ein Abstand ($d(t); d^*(t)$) zwischen einem ersten Messpunkt ($m1; m2$) an einem Festanschlag (20; 21), welcher einen der Stempelträger (1; 2) auf einer Seite der Matrizenöffnung abstützt, und einem zweiten Messpunkt ($m3; m4$) an einem Festanschlag (22; 23), welcher einen der Stempelträger (3; 4) auf einer dazu gegenüberliegenden Seite der Matrizenöffnung abstützt, gemessen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Abstand ($d; d^*$) während dem Pressen, insbesondere auf den letzten 5% des Gesamt-Pressweges gemessen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem als die Messpunkte ($m2, m3$) eine Position der dem abzustützenden Stempelträger (2, 3) zugewandten Stirnseitenkanten der Festanschläge (19, 22), eine Position von davon beabstandet Markierungen (x) an den Festanschlägen (20, 23) und/oder eine Position von vom Festanschlag wegführenden Messelementen (S°) verwendet werden.

4. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem als einer der Messpunkte ($m2, m3$) eine Position an zumindest einem möglichst zentral gelegenen Festanschlag (19, 22) verwendet wird, insbesondere einem Festanschlag (19, 22) welcher in Kraftlinie zwischen der Matrizenöffnung der Matrize (0) und einem Krafteinleitungsbereich eines/des Pressantriebs liegt.

5. Verfahren nach einem vorstehenden Anspruch, bei dem als das Stellglied (29) ein Pressantrieb, insbesondere ein Haupt-Presszylinder nachgeregelt wird.

6. Keramik- oder Metallpulverpresse mit

- einer Matrizenöffnung einer Matrize (0) und auf Stempelträgern (1, 2, 3, 4) getragenen Stempeln (17, 18, 7, 8), die angeordnet und zueinander verstellbar sind, dass aus Pulver (P) und/oder Granulat ein Presskörper (T) auf ein vorgegebenes Presskörpermaß (dT_{End}) pressbar ist, und

- einer Steuereinrichtung (C), welche ausgelegt ist und/oder auf ein Programm zugreift, während des Pressens innerhalb eines Presszyklus zum Pressen eines solchen Presskörpers (T) zumindest ein Stellglied (29) längs einer Abfolge von Sollwerten ($d_{\text{Soll}}(t)$) zu regeln, wozu während des Pressens eine Einhaltung der Abfolge von Sollwerten ($d_{\text{Soll}}(t)$) prüfbar ist und bei einer Abweichung von der Abfolge von Sollwerten ($d_{\text{Soll}}(t)$) - insbesondere größer einem Toleranzwert (Δ) - eine Nachregelung des zumindest einen Stellglieds (29) durchführbar ist,

gekennzeichnet durch

- eine Positionsmesseinrichtung (S), mit der zum Vergleich mit der Abfolge von Sollwerten ($d_{\text{Soll}}(t)$) ein Abstand ($d(t); d^*(t)$) zwischen einem ersten Messpunkt ($m1; m2$) an einem Festanschlag (20; 21), welcher einen der Stempelträger (1; 2) auf einer Seite der Matrizenöffnung abstützt, und einem zweiten Messpunkt ($m3; m4$) an einem Festanschlag (22; 23), welcher einen der Stempelträger (3; 4) auf einer dazu gegenüberliegenden Seite der Matrizenöffnung abstützt, messbar ist.

7. Presse nach Anspruch 6, bei der die Positionsmesseinrichtung (S) als Festanschlagabstands-Mes-

- seinrichtung ausgebildet ist und als solche Messpunkte (m2, m3) einer Position der dem abzustützendem Stempelträger (2, 3) zugewandten Stirnseitenkanten der Festanschläge (19, 22), eine Position von davon beabstandeten Markierungen (x) an den Festanschlägen (20, 23) und/oder eine Position von vom Festanschlag wegführenden Messelementen (S°) misst. 5
- 8.** Presse nach Anspruch 6 oder 7, bei der die Positionsmesseinrichtung (S) als Festanschlagabstands-Messeinrichtung ausgebildet ist, wobei einer der Messpunkte (m2, m3) an einem möglichst zentral gelegenen Festanschlag (19, 22) liegt, insbesondere einem Festanschlag (19, 22), welcher in Kraftlinie zwischen der Matrizenöffnung der Matrize (0) und einem Kraffteinleitungsbereich eines Pressantriebs angeordnet ist. 10 15
- 9.** Presse nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei der die Positionsmesseinrichtung (S*) zumindest ein Messelement (S°) aufweist, das von einem der Festanschläge (23) oder von einem der Basisträger (5) weg und zu einer Messvorrichtung hin führt. 20 25
- 10.** Presse nach einem der Ansprüche 6 bis 9, bei der zumindest einer der Festanschläge (23) und ein diesen zumindest in Pressendstellung stützender Basisträger (6) als zumindest zwei eigenständige Komponenten ausgebildet sind und der Messpunkt am Festanschlag (23) selber liegt. 30
- 11.** Presse nach einem der Ansprüche 6 bis 10, bei der zumindest einer der Festanschläge (20) einen Basisträger (5) aufweist oder zumindest in Pressendstellung in Kraftflusslinie starr mit dem Basisträger (5) verbunden ist und der Messpunkt am Basisträger (5) liegt. 35
- 12.** Presse nach einem der Ansprüche 6 bis 11, bei der die Steuereinrichtung ausgelegt ist und/oder auf ein Programm zugreift zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5. 40 45

50

55

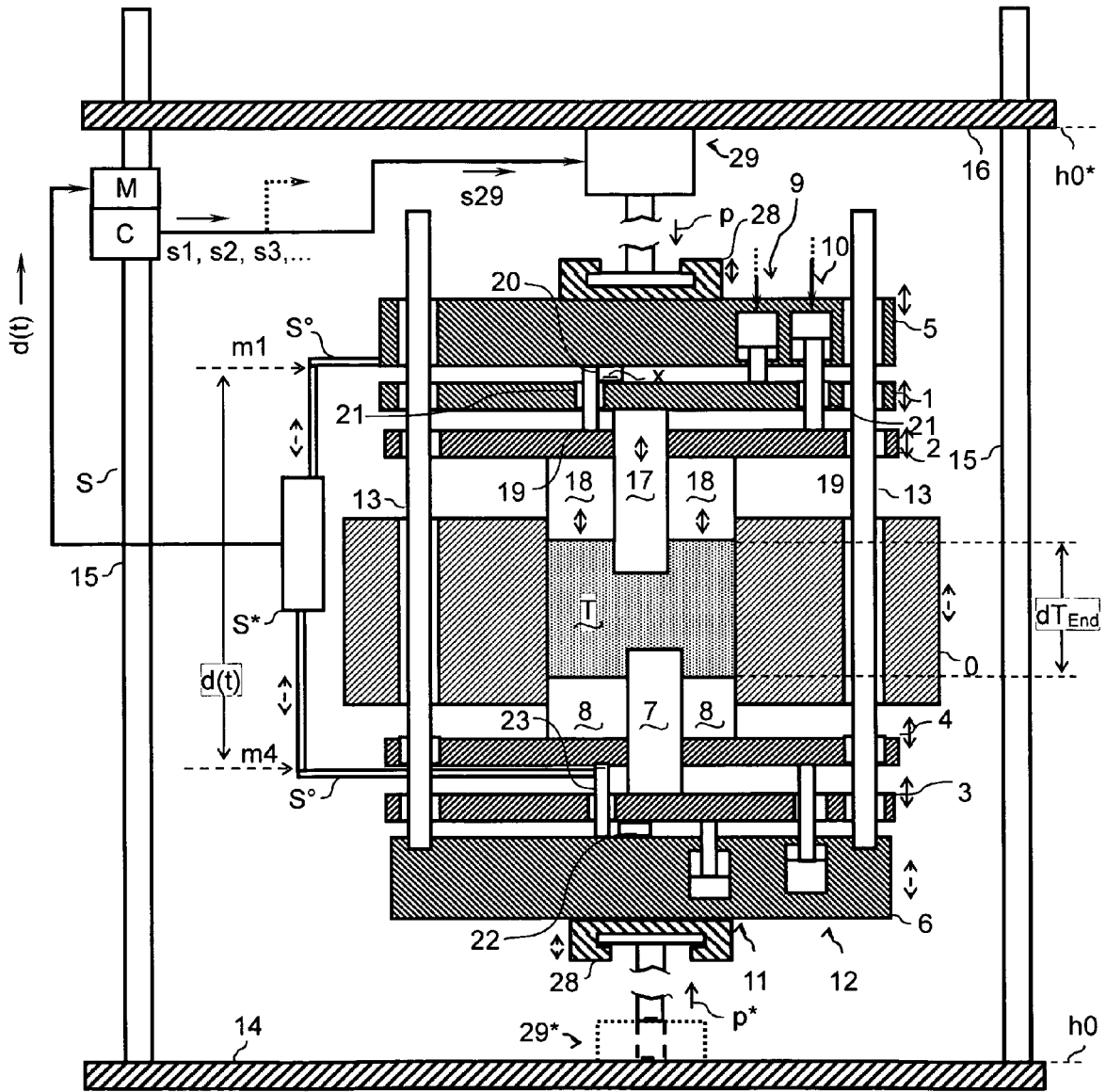


Fig. 2