



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
03.11.93 Patentblatt 93/44

⑤① Int. Cl.⁵ : **B30B 11/00**

②① Anmeldenummer : **90250140.2**

②② Anmeldetag : **31.05.90**

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung masshaltiger Presslinge.**

③① Priorität : **15.06.89 DE 3919847**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
19.12.90 Patentblatt 90/51

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
03.11.93 Patentblatt 93/44

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
AT CH DE ES FR GB IT LI SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
DE-A- 2 951 716
DE-A- 3 425 221
DE-A- 3 715 077
GB-A- 1 173 235
US-A- 4 570 229
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 7, Nr.
68 (M-201)[1213], 19. März 1983; & JP-A-57 209
797 (TOYOTA) 23-12-1982
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 9, Nr.
42 (M-359)[1765], 22. Februar 1985; & JP-A-59
183 998 (HITACHI) 19-10-1984

⑦③ Patentinhaber : **MANNESMANN**
Aktiengesellschaft
Postfach 10 36 41
D-40027 Düsseldorf (DE)

⑦② Erfinder : **Hinzmann, Gerd, Dr.-Ing.**
In der Haag 55
D-4057 Brüggen (DE)
Erfinder : **Nies, Norbert, Dipl.-Ing.**
Kirchstrasse 28b
D-4040 Neuss 21 (DE)
Erfinder : **Radewahn, Siegfried**
Annakirchstrasse 129
D-4050 Mönchengladbach (DE)

⑦④ Vertreter : **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**
Meissner & Meissner, Patentanwaltsbüro,
Postfach 330130
D-14171 Berlin (DE)

EP 0 403 040 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung maßhaltiger Preßlinge aus pulverförmigen Massen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Aus der DE 29 51 716 C2 ist ein Verfahren zum Pressen von Formkörpern mit mindestens einer Stufe aus Metallpulver bekannt, mit dem Formkörper von konstanter Höhe und Dichte erzeugt werden können. Zu diesem Zweck wird der Verlauf der Preßkraft der Preßstempel wegabhängig gemessen und gespeichert und mit vorgegebenen wegabhängigen Sollwerten verglichen. Die Höhengenaugkeit der Preßlinge wird dabei durch mechanische Anschläge und den fest einstellbaren Hub des Oberstempels gewährleistet. Die gleichbleibende Dichte wird innerhalb bestimmter Genauigkeitsgrenzen dadurch ermöglicht, daß das Füllvolumen der Preßform im nächsten Arbeitszyklus verringert wird, wenn der Preßkraftvergleich eine Sollwertüberschreitung ergeben hat. Bei einer Sollwertunterschreitung wird umgekehrt verfahren.

Auf diese Weise kann auf Veränderungen der Eigenschaften des verwendeten Metallpulvers oder sonstige Änderungen (z.B. Auftreten bestimmter mechanischer Schwingungen), die letztlich die Schüttdichte des Pulvers und damit die Preßeigenschaften der in die Preßform eingefüllten Pulverschüttung beeinflussen, reagiert werden. Allerdings kann hierbei die Korrektur immer nur beim nächsten Preßling wirken, da bei dem Preßling, bei dem die Sollwertabweichungen festgestellt wurden, keine Änderung des Füllvolumens der Preßform mehr möglich ist. Das bekannte Verfahren bringt jedoch gegenüber dem bis dahin bekannten Stand der Technik deutliche Verbesserungen hinsichtlich der gleichzeitigen Einhaltung von Dichte und Formgenauigkeit der Preßlinge mit sich. Bei besonders hohen Anforderungen an die Genauigkeit der Preßlinge reicht dieses Verfahren jedoch nicht immer aus und kann wegen der unvermeidlichen Totzeit des angewandten Regelungsverfahrens zu beträchtlichem Ausschuß führen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu dessen Durchführung anzugeben, das hinsichtlich der Formgenauigkeit der Preßlinge noch engere Toleranzen zuläßt und gleichzeitig die Gefahr der Ausschußproduktion weiter vermindert.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1; vorteilhafte Weiterbildungen dieses Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 bis 4 angegeben. Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens weist erfindungsgemäß die Merkmale des Patentanspruchs 5 auf.

Grundlage der Erfindung ist die Erkenntnis, daß

die Formteilgenauigkeit eines aus einem Pulvermaterial hergestellten Preßlings nicht allein davon abhängt, daß die die Form prägenden Ober- und Unterstempel in eine Position gebracht werden, in der ihre Preßflächen relative Abstände voneinander aufweisen, die denen des zu erzeugenden Preßlings entsprechen.

Jeder Preßling ist nämlich in einem gewissen Umfang elastisch, federt also nach dem Ausformen aus der Preßform auf. Die Größe dieser Auffederung ist abhängig von der Dichte des Preßlings und damit mittelbar von der angewandten Preßkraft. Prinzipiell gilt, daß die Auffederung um so stärker ist, je größer die Preßkraft ist. Der Zusammenhang zwischen Dichte und Preßkraft ist jedoch nicht linear und ist vom eingesetzten Pulvermaterial abhängig. Wenn bei der Herstellung an sich formgleicher Preßlinge die Preßstempel in der Preßendstellung in exakt die gleiche Position zueinander gebracht werden, ist daher noch keineswegs sichergestellt, daß sich auch zwei exakt gleich große Preßlinge ergeben. Wird nämlich bei dem einen infolge größerer Schüttdichte der Pulverfüllung eine größere Preßkraft als bei dem anderen angewandt, so ergeben sich auf jeden Fall unterschiedliche Teile, weil die Auffederung nach dem Ausformen der Preßlinge unterschiedlich ausfallen muß.

Diese Erkenntnis hat sich die Erfindung zunutze gemacht, indem sie vorsieht, daß die Auffederung des Formteils bei der endgültigen Festlegung der Endposition der Preßstempel in der Preßendstellung berücksichtigt wird. Hierzu muß die angewandte Preßkraft an dem betreffenden Stempel gemessen werden und entsprechend der Federcharakteristik des Preßlings an dieser Stelle (z.B. bei einem gestuften Preßling an jedem Höhenabsatz) ein Federweg ermittelt werden. Je größer die zu erwartende Auffederung ausfällt, um so näher müssen die Preßflächen gegenüberliegender Stempel zueinander gefahren werden. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß der Verlauf der Preßkraft in Abhängigkeit vom Verfahrensweg mindestens eines, im Extremfall eines jeden Stempels, der einen maßgenauen Teil des Preßlings erzeugen soll, erfaßt und mit einem wegabhängigen Toleranzband verglichen wird.

Sobald die Preßkraft das Toleranzband verläßt, wird eine entsprechende Korrektur der ursprünglich vorgesehenen Sollposition des betreffenden Stempels bestimmt. Vorteilhafterweise wird diese Korrektur noch während der Verdichtung des Preßlings ausgeführt, bei dem die Abweichung festgestellt wurde.

Da die Ursachen für das geänderte Preßverhalten der in der Preßform befindlichen Pulverschüttung im allgemeinen nicht sprunghaft wechseln, kann es vielfach auch ausreichen, wenn die ermittelte Korrekturgröße erst beim nächsten zu pressenden Formteil berücksichtigt wird.

In Weiterbildung der Erfindung kann ein zweites

wegabhängiges Toleranzband der Preßkraft für die in Frage kommenden Preßstempel vorgesehen sein, bei dessen Verlassen von der Steuerung eine entsprechende ausgleichende Änderung des Füllvolumens der Preßform im nächsten Arbeitszyklus veranlaßt wird. Dieses zweite Toleranzband ist in jedem Fall breiter als das erste und überdeckt dieses vollständig. Auf diese Weise lassen sich noch größere Veränderungen der Schüttdichte der Pulverfüllung in ihren Auswirkungen auf die Preßlingsgeometrie ausgleichen.

Schließlich kann auch ein nochmals breiteres wegabhängiges Toleranzband der Preßkraft vorgesehen sein, bei dessen Verlassen die Presse abgeschaltet wird. Bei einem Überschreiten der maximal zulässigen Preßkraft kann z.B. eine Kaltverschweißung von Stempeln ursächlich gewesen sein, so daß durch das Stillsetzen der Presse ein größerer Werkzeugschaden vermieden wird. Umgekehrt könnte beim Unterschreiten der minimalen Preßkraft die Preßform z.B. aufgrund einer Störung in der Pulverversorgung unzureichend oder überhaupt nicht gefüllt worden sein, so daß auch in einem solchen Fall die Presse abgeschaltet werden muß, um Beschädigungen des Formwerkzeugs zu vermeiden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in Figur 1 bis 3 hinsichtlich der grundsätzlichen Verfahrensweise noch einmal näher erläutert.

Das in eine Matrice 1 eingefüllte Eisenpulver 2 wird mit einem Oberstempel 3 und einem Unterstempel 4 so weit verdichtet, bis der Abstand zwischen Oberstempel 3 und Unterstempel 4 der zu erzeugenden Höhe des Preßteils 2 entspricht. Dieser Zustand ist in Figur 1 dargestellt. In Abhängigkeit von der erreichten Dichte des Eisenpulvers ergibt sich eine Preßkraft, der eine bestimmte Auffederung des Preßteils 2 zugeordnet werden kann, die eintritt, wenn das Preßteil 2 aus der Form freigelegt wird. Der Kurvenverlauf der Preßkraft in Abhängigkeit von der Auffederung ist in vorangegangenen Versuchen für das verwendete Eisenpulver ermittelt worden. In der Regel kann diese Kurve in dem für das Toleranzband relevanten Abschnitt mit ausreichender Näherung linearisiert werden. Wie in Figur 2 dargestellt ist, werden die Stempel 3 und 4 um den Betrag dieser Auffederung weiter aufeinander zu bewegt. Bei dieser Vorgehensweise ergibt sich nach dem Freilegen des Preßteils 2 durch die eintretende Auffederung genau die Höhe des Preßteils 2, die gefordert wurde (Figur 3).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung maßhaltiger Preßlinge (2) aus pulverförmigen Massen, insbesondere aus Metallpulver, auf einer Presse in einer Preß-

form mit mindestens einem Ober- und mindestens einem Unterstempel (3,4), bei dem die Preßstempel in der Preßendstellung auf vorgegebene Sollpositionen gefahren werden und wobei während des Pressens der Verlauf der Preßkraft mindestens eines der Stempel (3,4) in Abhängigkeit vom Verfahrensweg erfaßt und jeweils mit einem vorgegebenen wegabhängigen Toleranzband der Preßkraft verglichen wird, dadurch gekennzeichnet, daß die einem Überschreiten des Toleranzbandes die Sollposition des betreffenden Stempels (3,4) in der Preßendstellung so verändert wird, daß die Höhe des Preßlings (2) in der Preßendstellung um einen Betrag verringert wird, der der mit der größeren Preßendkraft einhergehenden erhöhten Auffederung des Preßlings (2) nach seinem Ausformen entspricht, und bei einem Unterschreiten des Toleranzbandes umgekehrt verfahren wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollwertveränderung der Endposition des Preßstempels (3,4) während desselben Arbeitszyklus vorgenommen wird, in der die Sollwertabweichung der Preßkraft festgestellt wurde.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites wegabhängiges Toleranzband der Preßkraft vorgegeben wird, das das erste Toleranzband vollständig überdeckt, daß beim Überschreiten dieses zweiten Toleranzbandes eine Verringerung des Füllvolumens der Preßform (1) im nächsten Arbeitszyklus vorgenommen wird und daß bei einem Unterschreiten umgekehrt verfahren wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein drittes wegabhängiges Toleranzband der Preßkraft vorgegeben wird, das das erste Toleranzband und gegebenenfalls das zweite Toleranzband vollständig überdeckt, und daß die Presse selbsttätig abgeschaltet wird, sobald die tatsächliche Preßkraft außerhalb des dritten Toleranzbandes liegt.
5. Presse zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit mindestens je einem Ober- und Unterstempel (3,4), von denen mindestens einer durch Kraftmittel relativ zu dem anderen verfahrbar ist, mit mindestens einer Meßeinrichtung zur Feststellung der Position der Stempel (3,4), mit mindestens einer Meßeinrichtung zur wegabhängigen Feststellung der Preßkraft mindestens ei-

nes der Stempel (3,4) und mit einer mit den Meßeinrichtungen verbundenen elektronischen Steuerung für das Verfahren der Stempel, dadurch gekennzeichnet, daß in der elektronischen Steuerung Korrekturwerte für die Stempelposition in der Preßendstellung preßkraftabhängig abrufbar oder errechenbar sind, die dem gegenüber der Sollpreßkraft veränderten Auffederungsverhalten des Preßlings (2) entsprechen.

Claims

1. Method for producing on a press dimensionally accurate compacts (2) from powdery materials, in particular from metal powder, in a die with at least one upper and at least one lower punch (3, 4), in which the press punches are moved into predetermined desired positions in the end pressing position and the variation of the pressing force of at least one of the punches (3, 4) is detected during pressing as a function of the travel and in each case compared with a predetermined travel-dependent tolerance band of the pressing force, characterised in that the desired position of the relevant punch (3, 4) in the end pressing position is altered if the tolerance band is exceeded such that the height of the compact (2) in the end pressing position is reduced by an amount which corresponds to the increased rebound of the compact (2) occurring with the greater end pressing force after it has been formed, and the procedure is reversed if the pressing force falls below the tolerance band.
2. Method according to claim 1, characterised in that the desired value of the end position of the press punch (3, 4) is altered during the same operating cycle of the latter in which the deviation of the pressing force from the desired value was determined.
3. Method according to claim 1 or 2, characterised in that a second travel-dependent tolerance band of the pressing force is predetermined which completely covers the first tolerance band, that the filling volume of the die (1) is reduced in the next operating cycle if this second tolerance band is exceeded, and that the procedure is reversed if the pressing force falls below it.
4. Method according to one of claims 1 to 3, characterised in that a third travel-dependent tolerance band of the pressing force is predetermined which completely covers the first tolerance band and, if applicable, the second tolerance band, and that the press is automatically turned off as

soon as the actual pressing force lies outside of the third tolerance band.

5. Press for carrying out the method according to claim 1, with at least one respective upper and lower punch (3, 4), at least one of which can be moved relative to the other by power means, at least one measuring device for determining the position of the punches (3, 4), at least one measuring device for the travel-dependent determination of the pressing force of at least one of the punches (3, 4), and an electronic control unit, which is connected to the measuring devices, for moving the punches, characterised in that correction values for the punch position in the end pressing position can be retrieved from or calculated in the electronic control unit in accordance with the pressing force, which values correspond to the rebound behaviour, which has altered with respect to the desired pressing force, of the compact (2).

Revendications

1. Procédé pour la réalisation de pièces pressées (2) à partir de matière poudreuse, en particulier de la poudre métallique, sur une presse, dans un moule comportant au moins un poinçon supérieur (3) et au moins un poinçon inférieur (4), dans lequel les poinçons de presse peuvent être amenés, en position extrême de pressage, dans des positions prescrites prédéfinies et, lors du pressage, l'allure de la force de pressage d'au moins l'un des poinçons (3,4) étant détectée de façon dépendant du déplacement et étant à chaque fois comparée à une bande de tolérance de la force de pressage, prédéfinie et dépendant du déplacement, caractérisé en ce que, lorsque la bande de tolérance est dépassée, la position prescrite du poinçon concerné (3,4) est modifiée, en position extrême de pressage, de sorte que la hauteur de la pièce pressée (2), en position extrême de pressage, est réduite d'une valeur qui correspond à la détente augmentée, liée à la force extrême de pressage plus élevée, de la pièce pressée (2), après son démoulage, et, lorsque la bande de tolérance n'est pas atteinte, on procède inversement.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la modification de la valeur prescrite de la position extrême du poinçon de presse (3,4) est effectuée pendant le cycle de travail, dans lequel l'écartement de la force de pressage de sa valeur prescrite a été détecté.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'une deuxième bande de tolérance de la force de pressage, dépendant du déplacement, est définie, bande de tolérance qui recouvre entièrement la première bande de tolérance, en ce que, lorsque cette deuxième bande de tolérance est dépassée, une diminution du volume de remplissage du moule (1), dans le cycle de travail suivant, est effectuée, et en ce que, lorsque cette deuxième bande de tolérance n'est pas atteinte, on procède inversement. 5 10
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'une troisième bande de tolérance de la force de pressage, dépendant du déplacement, est définie, bande de tolérance qui recouvre entièrement la première bande de tolérance et le cas échéant la seconde bande de tolérance, et en ce que la presse est mise automatiquement à l'arrêt, dès que la force de pressage effective se trouve hors de la troisième bande de tolérance. 15 20
5. Presse pour la mise en oeuvre du procédé spécifié sous la revendication 1 comportant au moins un poinçon supérieur (3) et un poinçon inférieur (4), desquels au moins un peut être déplacé relativement par rapport à l'autre par un moyen mécanique, au moins un dispositif de mesure pour déterminer la position des poinçons (3,4), au moins un dispositif de mesure pour déterminer, en dépendance du déplacement, la force de pressage d'au moins un des poinçons (3,4), et une commande électronique reliée aux dispositifs de mesure pour le déplacement des poinçons, caractérisée en ce que, dans la commande électronique, des valeurs de correction pour la position des poinçons, dans la position extrême de pressage, peuvent être déterminées ou être calculées à partir de la force de pressage, valeurs de correction qui correspondent au comportement de détente de la pièce pressée, modifié par rapport à la force de pressage prescrite. 25 30 35 40 45

50

55

Fig.1

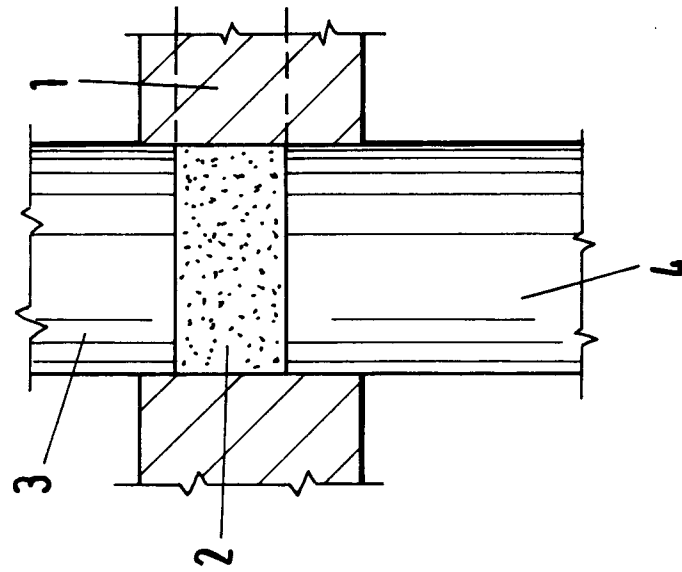


Fig.2

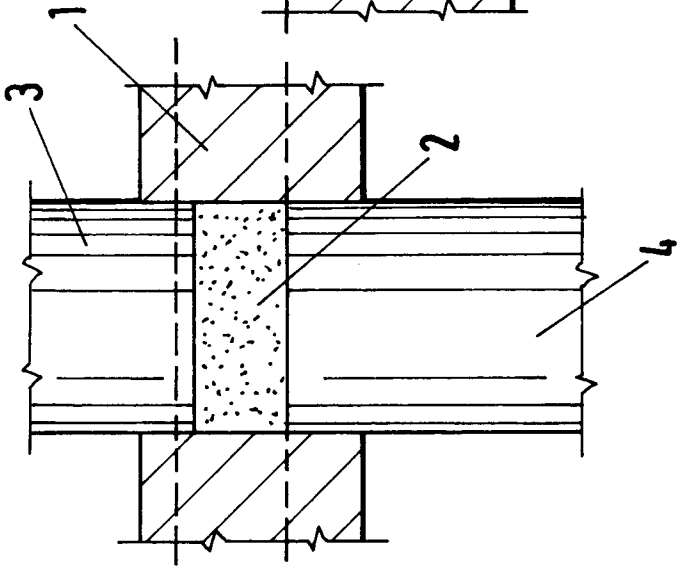


Fig.3

