



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 873 855 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.01.2006 Patentblatt 2006/03

(51) Int Cl.:
B30B 11/00 (2006.01) B30B 15/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **98103085.1**

(22) Anmeldetag: **21.02.1998**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Presslingen aus Hartmetall, Keramik, Sintermetall oder dergleichen**

Method and apparatus for manufacturing moulded articles in hard metal, ceramic, sintered metal or similar

Procédé et dispositif pour la fabrication pièces moulées en métal dur, céramique, métal fritté ou similaire

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

(30) Priorität: **24.04.1997 DE 19717217**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.10.1998 Patentblatt 1998/44

(73) Patentinhaber: **Fette GmbH
21493 Schwarzenbek (DE)**

(72) Erfinder:

- **Hinzpeter, Jürgen
21493 Schwarzenbek (DE)**
- **Schmidt, Ingo
21493 Schwarzenbek (DE)**
- **Gathmann, Ulrich
22147 Hamburg (DE)**

- **Reitberger, Jörg
21077 Hamburg (DE)**
- **Preuss, Klaus-Peter
23879 Mölln (DE)**
- **Oldenburg, Alexander
21521 Dassendorf (DE)**
- **Greve, Joachim
23911 Pogez (DE)**

(74) Vertreter: **Hauck, Graalfs, Wehnert, Döring,
Siemens
Neuer Wall 41
20354 Hamburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 403 038 DE-C- 4 209 767
DE-U- 9 102 414 GB-A- 2 031 788
US-A- 5 288 440 US-A- 5 476 631

EP 0 873 855 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

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von Preßlingen aus Hartmetall, Keramik, Sintermetall oder dergleichen nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Es ist bekannt, Formteile aus Hartmetall, Keramik, Sintermetall oder dergleichen mit Hilfe von Pressen herzustellen. Das pulver- bzw. granulatformige Material ist so bereitzustellen, daß bei einem angewandten Preßdruck der Preßling eine homogene Struktur bekommt und sich sintern läßt. Eine übliche Formgebung ist das sogenannte Direktpressen in entsprechend ausgeführten Preßformen oder Matrizen, denen Preßstempel zugeordnet sind. Entsprechend dem jeweiligen Preßdruck ergibt sich beim Preßling eine unterschiedliche Dichte. Preßlinge mit geringerer Dichte schwinden jedoch beim Sintern stärker als Preßlinge mit höherer Dichte. Durch unterschiedlich einstellbare Preßwege für Ober- und Unterstempel wird versucht, Dichteabweichungen zu minimieren. Gleichwohl können unterschiedliche Dichten in der Praxis durch unterschiedliche Preßkräfte entstehen, die wiederum bei gleicher Höhe der Preßlinge, z. B. durch Füllschwankungen, bis zu einigen Prozenten hervorgerufen werden. Bei der Herstellung von Preßlingen für z. B. Hartmetallschneidplatten sind zusätzlich auch die Kriterien Eintauchtiefe des Oberstempels bis zum Beginn des Schneidenfreiwinkels in der Matrize einzuhalten, um eine scharfe Schneidkante zu erhalten. Ferner ist die Gesamthöhe des Preßlings präzise einzuhalten.

[0003] Um eine möglichst gleichmäßige Dichte z. B. innerhalb einer Charge zu erreichen, ist bekannt, die Preßkraft zu messen und anschließend eine Korrektur über die Füllung für die nachfolgenden Preßlinge vorzunehmen (DE 4209767 C1).

[0004] Aus EP-A-0403 038 A2 ist ein Verfahren zum Herstellen von Preßlingen aus pulverförmigen Massen, insbesondere aus Metallpulver, bekannt geworden, bei dem die Lage eines Unter- und eines Oberstempels sowie die Lage der die Stempel tragenden Bauteile und/oder der Matrize relativ zu einem Fixpunkt gemessen werden und die Stempel tragenden Bauteile jeweils in eine Sollposition zueinander gefahren werden, die unter Berücksichtigung der Stempellängen, die den Sollabmessungen des Preßlings in Preßrichtung entsprechend. In der Endstellung wird die Sollposition um einen Betrag korrigiert, der der elastischen Verformung des bzw. der Stempel infolge der Einwirkung der Preßkraft entspricht.

[0005] Aus US-A-5 288 440 ist ein Verfahren zum Verpressen von Pulver bekannt geworden, bei dem der Unterstempel aus einer Vielzahl von Stempeln besteht, die konzentrisch zueinander angeordnet sind zwecks Herstellung eines gestuften Preßlings. Bei dem bekannten Verfahren wird das Geschwindigkeitsverhältnis von Ober- und Unterstempeln während des Preßvorgangs ermittelt. Außerdem wird die Position von Ober- und Un-

terstempel gemessen. Schließlich wird auch das Druckverhältnis der einzelnen Stufen ermittelt und sichergestellt, daß die Geschwindigkeitsverhältnisse in Übereinstimmung sind mit den Druckverhältnissen der einzelnen zu pressenden Stufen des Preßlings.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Preßlingen aus Hartmetall, Keramik, Sintermetall oder dergleichen anzugeben, bei dem eine Korrektur an dem Preßling bereits während des Preßvorgangs vorgenommen werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0008] Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Anspruch 2 angegeben.

[0009] Bei der Erfindung sind mindestens zwei Positionssensoren vorgesehen, nämlich für den mindestens einen Preßstempel und den mindestens einen weiteren Preßstempel 1 bzw. einem Abschnitt des Preßstempels, welche ihre Meßwerte jeweils auf einen Steuerrechner geben. Darüber hinaus ist dem Preßstempel bzw. einem Abschnitt des Preßstempels ein Kraftsensor zugeordnet. Auch seine Werte werden in den Steuerrechner gegeben.

[0010] Die Positionssensoren sollen sicherstellen, daß z.B. bei einem Ober- und einem Unterstempel diese eine vorgegebene Position in der Matrize anfahren, um die vorgegebene Geometrie des Preßlings zu erzeugen und seine Abmessungen einzuhalten. Aufgrund unterschiedlicher Befüllung können sich jedoch Dichteschwankungen ergeben, die vermieden werden müssen. Daher sieht die Erfindung einen weiteren Preßstempel bzw. einen Preßstempelabschnitt vor, der vom Steuerrechner betätigt wird, wenn während des jeweiligen Preßvorgangs eine Abweichung vom gewünschten Dichtewert ermittelt wird.

[0011] Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird daher für jede Preßlingsform bzw. das Ausgangsmaterial ein spezifisches Kraft-Weg-Diagramm durch Preßversuche ermittelt. Während der Kompressionsphase messen die Sensoren Werte für die jeweilige Kraft und den jeweiligen Weg, die in den Steuerrechner gegeben werden, der daraus eine Kraft-Weg-Kurve ermittelt und zwischenspeichert. Durch eine Reihe von Versuchen läßt sich der optimale Kraft-Weg-Verlauf ermitteln, der dann als Sollkurve im Steuerrechner endgültig abgelegt wird. Es versteht sich, daß nachträgliche Veränderungen am Kurvenverlauf jederzeit im Rechner möglich sind.

[0012] Während der Produktion führt nun der Steuerrechner in der Kompressionsphase für jeden Preßling einen Soll-Istwertvergleich der gemessenen Kraft- und Wegwerte mit der Sollkurve durch. Bei Abweichungen setzt die Regelung ein und durch Betätigen des weiteren Stempels oder eines Stempelabschnitts wird der durch den zugeordneten Antrieb aufgebrachte Kraftanteil vergrößert oder verringert, d.h. der entsprechende Stempelabschnitt wird relativ zum anderen Stempel bzw. zur

Gegenfläche vor- oder zurückgestellt. Auf diese Weise wird die Dichte des Preßlings optimiert, während die Maßhaltigkeit des Preßlings durch die Einhaltung der Stempelwege erreicht wird.

[0013] Bei der Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zweckmäßigerweise entweder der Ober- oder der Unterstempel einer Presse in koaxiale Abschnitte unterteilt, wobei der Innen- oder der Außenstempel für die Optimierung der Dichte verwendet wird, je nachdem für welche Fläche des Preßlings es unkritisch ist, welchen Abstand sie z.B. zur gegenüberliegenden Fläche aufweist. Soll beispielsweise eine Schneidplatte nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt werden, wird zweckmäßigerweise der innere Unterstempel zur Dichteoptimierung eingesetzt, da die äußere Bodenfläche der Schneidplatte gegenüber der Oberseite der Schneidplatte bzw. der Schneidkante einen präzisen Abstand einnehmen muß. Diese äußere, z.B. ringförmige Bodenfläche bildet dann die Sitzfläche beim Einspannen der Schneidplatte. Die innere Fläche, die demgegenüber den Boden einer entsprechenden Ausnehmung bildet, kann in Grenzen einen beliebigen Abstand zu den Schneidkanten aufweisen.

[0014] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch das Werkzeuge einer Presse zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung.

Fig. 2 zeigt die Bewegung des Werkzeugs nach Fig. 1 während einzelner Phasen.

Fig. 3 zeigt ein Kraft-Weg-Diagramm für den oberen oder unteren Preßstempel.

Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild zur Steuerung bzw. Regelung der Presse nach Fig. 1.

[0015] In Fig. 1 ist ein Werkzeug 10 einer Presse dargestellt mit einer Matrize 12, einem Oberstempel 14, einem Unterstempel 16, der sich aus einem äußeren Stempel 18 und einem koaxial dazu angeordneten inneren Stempel 20 zusammensetzt. Die Stempel 14, 18 und 20 sind von einem separaten Antrieb, beispielsweise einem Hydraulikzylinder, angetrieben (siehe hierzu später Fig. 4). Im inneren Stempel 20 ist teleskopisch ein Dorn 22 geführt, der in eine entsprechende z.B. mittige Bohrung 24 des Oberstempels 14 eintaucht.

[0016] In Fig. 1 ist der Endzustand gezeigt, in dem ein Preßling 26 in Form einer Schneidplatte aus einem pulverförmigen Ausgangsmaterial, beispielsweise Hartmetall, geformt ist. Die Schneidkante ist bei 28 zu erkennen. Sie wird dadurch gebildet, daß der Oberstempel 14 über eine vorgegebene Strecke (Eintauchtiefe) in die Bohrung der Matrize 12 eintaucht. Darunter weist die Matrizenbohrung einen konischen Abschnitt auf zur Bildung des Freiwinkels. Die Gesamthöhe des Preßlings 26 ist mit h

bezeichnet. Sie wird bestimmt durch die Eintauchtiefe des Oberstempels 14 und die Eintauchtiefe des äußeren Stempels 18. Um eine scharfe Schneidkante 28 zu erhalten, ist erforderlich, die Eintauchtiefe des Oberstempels 14 genau einzuhalten, d.h. der Oberstempel 14 muß exakt bis zum Beginn des Freiwinkels (Punkt 28) in die Matrize 12 eintauchen.

[0017] In den Figuren 2a bis 2d sind Bewegungsphasen bei der Herstellung des Preßlings 26 dargestellt. In Fig. 2a schließen die Unterstempel 18, 20 die Formhohlung 30 der Matrize 12 an der Unterseite, wobei der Dorn 22 sich bis zur Oberseite der Matrize 12 erstreckt. Der Oberstempel 14 befindet sich oberhalb der Matrize 12, um das pulverförmige Ausgangsmaterial in den Formhohlraum 30 einfüllen zu können. Ist dies geschehen, werden Unter- und Oberstempel aufeinander zu bewegt, wie in Fig. 2b dargestellt. Wie erkennbar, werden zwei Innen- und Außenstempel 20, 18 gemeinsam bewegt, jedoch nicht synchron, vielmehr wird der Innenstempel 20 um einen gewissen Betrag weiterbewegt als der Außenstempel 18. Dies ist im Vergleich zu Fig. 2c noch verstärkt, welche in etwa den Zustand wiedergibt, wie er auch in Fig. 1 gezeigt ist. Der Preßling 26 ist fertiggestellt. In Fig. 2d ist der Oberstempel 14 wieder in die Ausgangslage zurückgekehrt, und die Unterstempel 18, 20 stoßen den Preßling 26 aus der Matrize 12 aus.

[0018] In Fig. 4 sind die Stempel 14, 18, 20 schematisch dargestellt unter Weglassung der Matrize 12. Es ist zu erkennen, daß sie verbunden sind mit den Kolben von Hydraulikzylindern 32, 34 bzw. 36 sind. Mit Hilfe eines Sensors 38 bzw. 40 werden die Preßkräfte der Zylinder 32 und 36 gemessen. Die Ausgangssignale der Sensoren 38, 40 gehen in einen Steuerrechner 42. Den Stempeln 14, 18 und 20 ist jeweils ein Positionssensor 44, 48 bzw. 46 zugeordnet, deren Ausgangssignale ebenfalls in den Steuerrechner 42 gelangen. Mit Hilfe der Sensoren 38, 40 werden die von den Stempeln 14, 18 aufgebrauchten Kräfte überwacht. Mit Hilfe der Sensoren 44, 46 und 48 werden die Wege der Stempel 14, 20 und 18 überwacht.

[0019] Aus der Darstellung nach Fig. 2 geht hervor, daß erforderlich ist, daß Oberstempel 14 und äußerer Unterstempel 18 jeweils eine vorgegebene Strecke zurücklegen müssen, um die Genauigkeit des Preßlings 26 zu gewährleisten. Für die Qualität des Preßlings 26 ist ferner entscheidend, daß er reproduzierbar die gleiche Dichte aufweist. Diese könnte schwanken mit z.B. nicht gleichmäßigem Schüttvolumen der Charge des Ausgangsmaterials 32. Mit Hilfe geeigneter Preßversuche läßt sich nun für eine vorgegebene Geometrie eines Preßlings und des gewählten Ausgangsmaterials ein bestimmter Verlauf der Kraft-Weg-Kurve ermitteln, die für einen bestimmten Preßling optimal ist. Eine derartige Sollkurve 50 ist in Fig. 3 in durchgehender Linie gezeigt. Sie entspricht zum Beispiel dem Kraft-Weg-Verlauf bezüglich des Oberstempels 14. Eine derartige, vorher durch Versuche ermittelte Sollkurve 50 ist im Steuerrechner 42 abgelegt. Mit Hilfe des Steuerrechners 42 werden

nun die Stempel 14 und 18 so gesteuert, daß sie die jeweilige Eintauchtiefe zurücklegen bis zum Erreichen einer präzisen Endlage. Durch Vergleich mit der Sollkurve 50 läßt sich feststellen, ob die Kraft bei der jeweiligen Eintauchtiefe dem entsprechenden Wert der Sollkurve entspricht. Die Preßkraft ist bekanntlich ein Anzeichen dafür, ob die gewünschte Dichte des zu pressenden Materials bei der jeweiligen Position des Stempels erreicht ist. Die Kräfte und damit auch die Abweichungen werden mit dem zugehörigen Kraftsensor 38 oder 40 gemessen. Sie sind in Fig. 3 gestrichelt bei 52 angedeutet. Tritt eine derartige Abweichung auf, wird der innere Stempel 20 über seinen entsprechenden Zylinder 34 bewegt, und zwar entweder in Richtung des Oberstempels 14 oder von diesem fort, je nachdem ob eine Krafterhöhung oder Kraftminderung erforderlich ist.

[0020] Es versteht sich, daß je nach Geometrie eines Preßlings auch ein zusätzlicher Preßstempel vorgesehen werden kann, der z.B. radial zur Bohrung der Matrize 12 geführt ist, um dort eine gewünschte Verdichtungserhöhung oder -reduzierung vorzunehmen.

[0021] Der Steuerrechner 42 wird über einen Bedienrechner 56 angesteuert, was jedoch für die beschriebene Funktion der Regelung einer Presse nicht von Bedeutung ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Preßlingen aus Hartmetall, Keramik, Sintermetall oder dergleichen, bei dem ein Teil einer Charge eines pulver- oder granulatförmigen Ausgangsmaterials in eine Preßform eingefüllt und mit mindestens einem Preßstempel gegen eine Gegenfläche gepreßt wird, wobei die Kraft und der Weg des Preßstempels gemessen werden, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:

- Abhängig von der Geometrie und dem Ausgangsmaterial wird für einen Preßling **durch** Preßversuche während der Kompressionsphase **durch** Messung des Weges des Stempels und seiner Preßkraft ein gewünschtes Kraft-Weg-Diagramm (Sollkurve) ermittelt und gespeichert;
- In einem Rechner (42) werden während der Produktion die gemessenen Werte für den Weg und die Kraft des Preßstempels (14, 18, 20) mit der Sollkurve verglichen;
- Mittels mindestens eines separat betätigten Abschnitts des Preßstempels oder eines getrennten Stempels (22) wird der Druck auf das Preßmaterial während der Kompressionsphase erhöht oder verringert, sobald eine Abweichung von der Sollkurve ermittelt wird, um am Ende der Kompressionsphase eine gleiche Dichte jedes Preßlings (26) zu erhalten.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem Preßwerkzeug (10), das eine Matrize (12) und mindestens einen Preßstempel (14) auf einer Seite der Matrize (12) aufweist und mindestens einen Stempel (18) oder eine Gegenfläche auf der gegenüberliegenden Seite der Matrize zum Verdichten des in die Matrize (12) eingefüllten Materials (32a), wobei die Preßstempel von einem Preßstempelantrieb (32, 34, 36) antreibbar sind und mindestens ein Preßstempel aus zwei zueinander angeordneten Stempelabschnitten (18,20), innerer und äußerer Stempel, besteht, von denen jeder einen Antrieb aufweist, einen Positionssensor (44, 46, 48) für jeden Stempel (14, 20, 18) und einem Kraftsensor (38, 40) für mindestens einen Preßstempel (14, 18) und einem Steuerrechner (42), **dadurch gekennzeichnet dass** in dem Steuerrechner ein vorgegebenes Kraft-Weg-Diagramm für die Kompression zu einem Preßling aus vorgegebenen Material und mit vorgegebener Geometrie für mindestens einen Stempel (14) gespeichert ist und in den die Meßwerte der Sensoren (38, 40, 44, 46, 48) eingegeben werden zur Regelung des Antriebs der Preßstempel nach Maßgabe des Kraft-Weg-Diagramms.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Ober- und Unterstempel und einer Unterteilung eines Stempels in einen äußeren und einen inneren Stempel dem inneren Stempel (20) nur ein Positionssensor (46) zugeordnet ist.

Claims

1. A method for manufacturing pressed parts from hard metal, ceramic, sintered metal or likewise, wherein a part of a charge of a powder-like or granular original material is filled into a pressing mould and is pressed with at least one pressing ram against a counter surface, and wherein the force and the travel of the pressing ram are measured, and wherein the following method steps are provided:

- depending on the geometry of the pressed part and on the original material during the compression for a pressing ram a desired force-travel diagram (nominal curve) is determined and stored;
- in a computer (42) during the compression the measured values for the travel and the force of the pressing ram (14, 18, 20) are compared to the nominal curve;
- by way of at least one separately actuated section of the pressing ram or of a separate ram (22) the pressure on the pressing material during the compression phase is increased or reduced as soon as a deviation from the nominal curve

is determined, in order at the end of the compression phase to obtain an equal density of each pressed part (26).

2. A device for carrying out the method according to claim 1, with a pressing tool (10) which comprises a die (12) and at least one pressing ram (14) on one side of the die (12) and at least one ram (18) or a counter surface on the opposite side of the die (12) for compressing the material (32a) filled into the die, wherein the pressing ram is drivable by a pressing ram drive (32, 34, 36) and at least one pressing ram consists of two ram sections (18, 20) arranged to one another of which each comprises a drive, with a position sensor (44, 46, 48) for each ram and a force sensor (38, 40) for at least one pressing ram and with a control computer (42) **characterized in that** in the control computer (42) a predetermined force-travel diagram is stored for at least one ram for a compression to a compact out of a predetermined material and with predetermined geometry and into which the measured values of the sensors (38, 40, 44, 46, 48) are inputted for control of the drive of the pressing rams in accordance with the force-travel diagram.
3. A device according to claim 2, wherein with one upper and a lower ram and a subdivision of one ram into an outer and an inner ram (20) only one position sensor (46) is allocated to the inner ram.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'objets moulés en métal dur, céramique, métal fritté ou en un matériau semblable, dans lequel une partie d'une charge d'un matériau initial en poudre ou en granulés est versée dans un moule et comprimée avec au moins un poinçon de pressage contre une surface, la force et la course du poinçon étant mesurés, **caractérisé par** les étapes suivantes :

- en fonction de la géométrie et du matériau initial, on recherche et on enregistre un diagramme force-course (courbe de consigne) pour un objet moulé par des essais de pressage durant la phase de compression en mesurant la course du poinçon et sa force de compression,
- dans un calculateur (42), les valeurs mesurées de la course et de la force du poinçon de pressage (14,18,20) sont comparées avec la courbe de consigne au cours de la production,
- au moyen d'au moins une partie actionnée séparément du poinçon de pressage ou d'un poinçon séparé (22), on augmente ou on diminue la pression sur le matériau comprimé durant la phase de compression dès qu'on détecte un

écart vis à vis de la courbe de consigne, afin d'obtenir à la fin de la phase de compression une densité identique de chaque objet moulé (26).

2. Dispositif d'exécution du procédé selon la revendication 1, pourvu d'un outil de pressage (10) comportant une matrice (12) et au moins un poinçon de pressage (14) sur un côté de la matrice (12) et au moins un poinçon (18) ou une surface antagoniste sur le côté opposé de la matrice pour comprimer le matériau (32a) versé dans la matrice (12), dans lequel les poinçons de pressage sont actionnables par un mécanisme d'actionnement de poinçon (32,34,36) et au moins un poinçon de pressage est constitué de deux parties disposées l'une à côté de l'autre (18,20), le poinçon intérieur et le poinçon extérieur, chacun des deux ayant un mécanisme d'actionnement, et doté d'un capteur de position (44, 46, 48) pour chaque poinçon (14,20,18), d'un capteur de force (38,40) pour au moins un poinçon de pressage (14,18), et d'un calculateur de commande (42), **caractérisé en ce que** dans le calculateur de commande, un diagramme course-pression alloué pour la compression d'un objet moulé constitué d'un matériau prédéfini et ayant une géométrie prédéfinie est enregistré pour au moins un poinçon (14) et dans lequel les valeurs mesurées par les capteurs (38, 40, 44, 46, 48) sont entrées pour régler l'actionnement du poinçon de pressage en fonction du diagramme force-course.

3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que**, lors de la mise en oeuvre d'un poinçon supérieur et inférieur, et d'une subdivision d'un poinçon en un poinçon extérieur et un poinçon intérieur, on alloue uniquement un capteur de position (46) au poinçon intérieur (20).

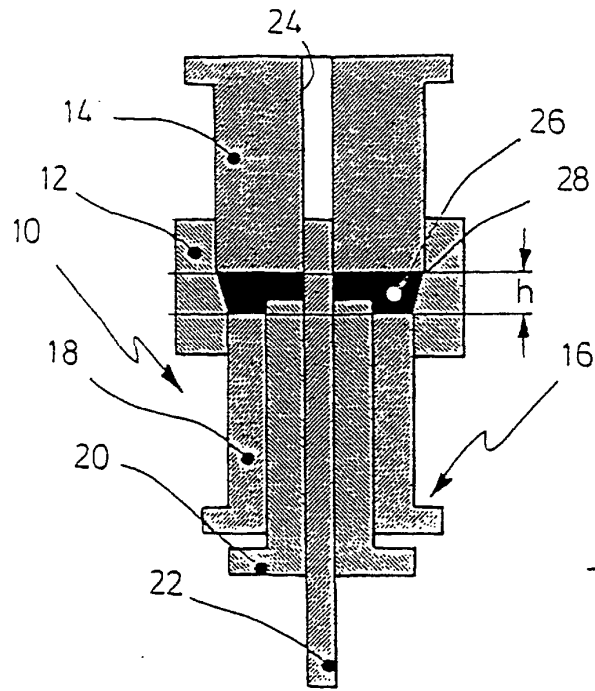


FIG. 1

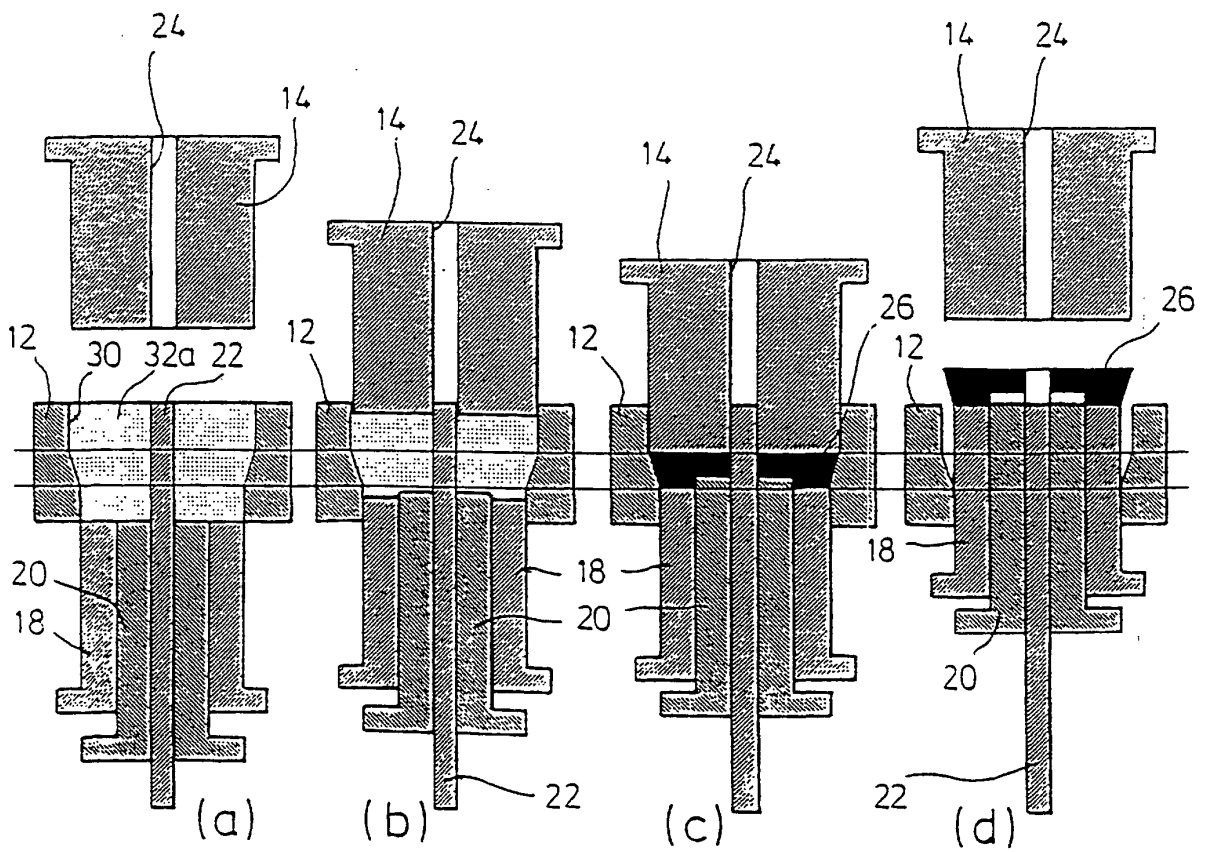


FIG. 2

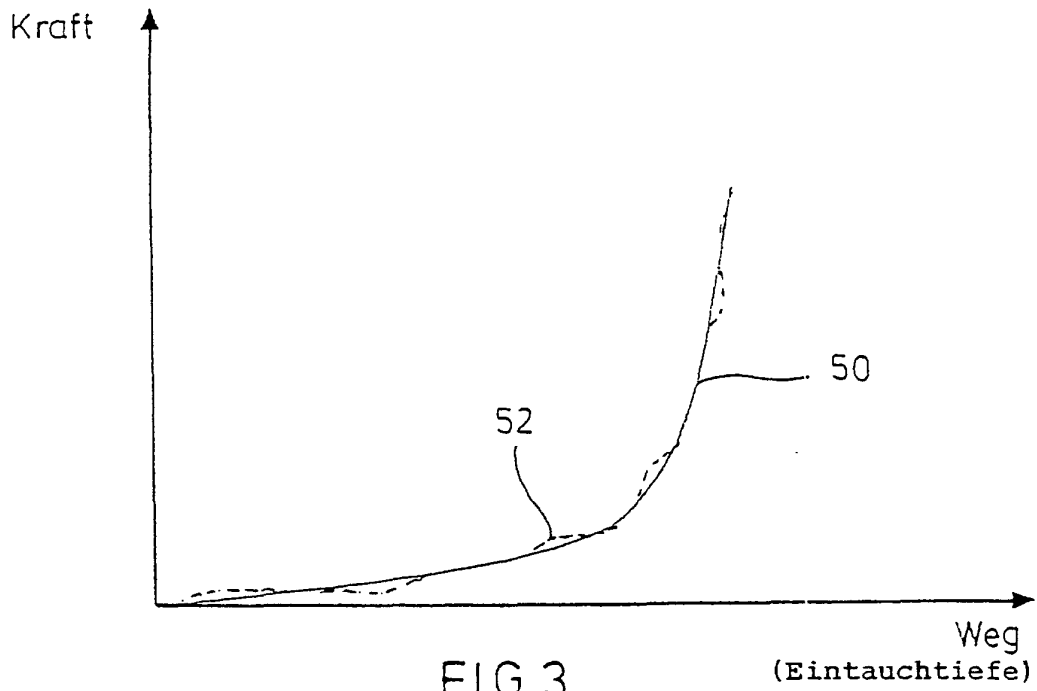


FIG. 3

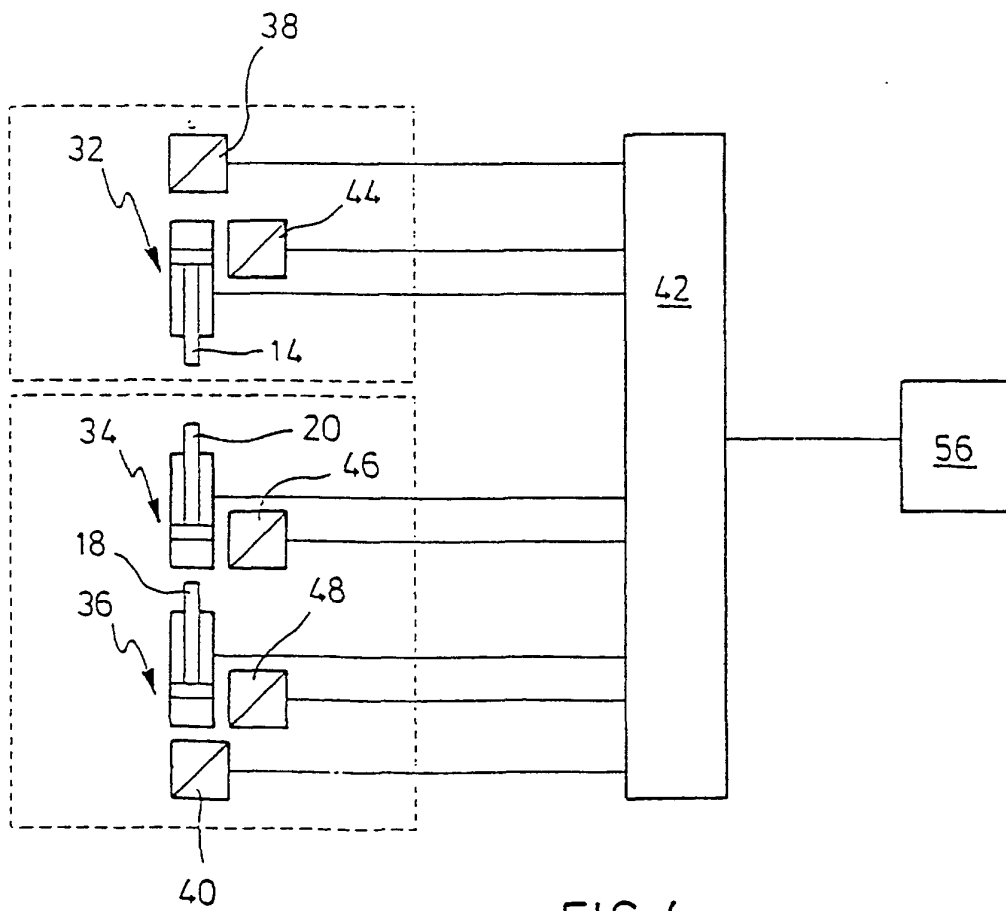


FIG. 4