

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 501 596 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92250033.5**

(51) Int. Cl.⁵: **B30B 15/16**

(22) Anmeldetag: **18.02.92**

(30) Priorität: **28.02.91 DE 4106639**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.09.92 Patentblatt 92/36

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

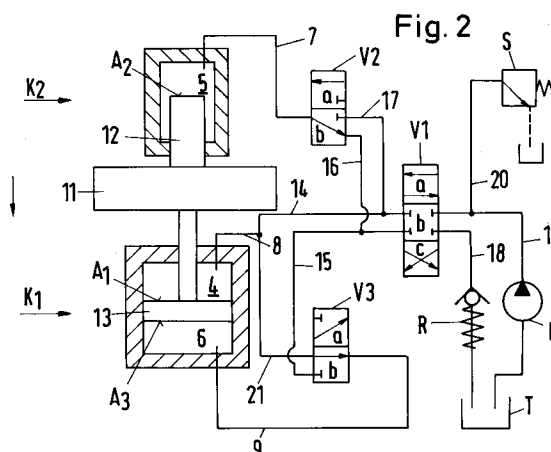
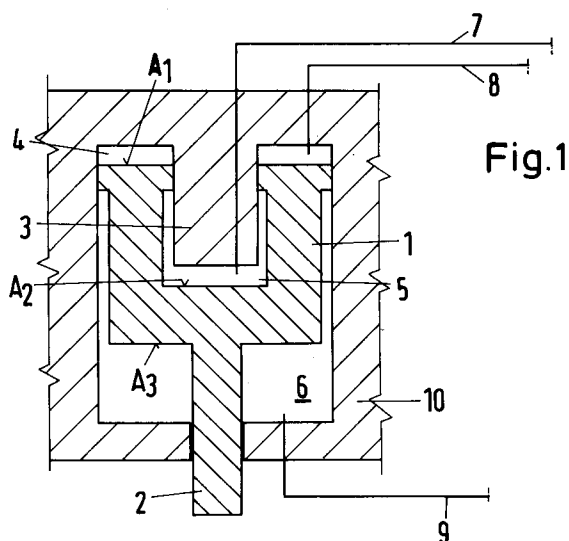
(71) Anmelder: **MANNESMANN Aktiengesellschaft**
Mannesmannufer 2
W-4000 Düsseldorf 1(DE)

(72) Erfinder: **Holthausen, Matthias**
Limburgstrasse 4
W-5143 Wassenberg(DE)
Erfinder: **Hinzmann, Gerd, Dr.-Ing.**
In der Haag 55
W-4057 Brüggen(DE)

(74) Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**
Patentanwaltsbüro Meissner & Meissner,
Herbertstrasse 22
W-1000 Berlin 33(DE)

(54) **Hydraulische Presse für pulverförmige Massen.**

(57) Die Erfindung betrifft eine hydraulische Presse zum Herstellen von Preßkörpern aus pulverförmigen Massen, insbesondere Metallpulver, mit einem durch Ventile gesteuerten doppelt wirkenden hydraulischen Zylinder/Kolben-System. Erfindungsgemäß sind die den in Preßrichtung wirkenden Kolbenteilflächen (A_1 und A_2 bzw. A_{2a} und A_{2b}) zugeordneten Zylinderräume (4 und 5 bzw. 5a und 5b) beide außerhalb der Kolben (12, 12a, 12b, 13) des Zylinder/Kolben-Systems angeordnet und sämtliche Kolben sind in Bewegungsrichtung des Pressenbären (11) starr mit diesem gekoppelt.



Die Erfindung betrifft eine hydraulische Presse zum Herstellen von Preßkörpern aus pulverförmigen Massen, insbesondere aus Metallpulver, mit einem durch Ventile gesteuerten, doppelt wirkenden Zylinder/Kolben-System zur Bewegung mindestens eines Pressenbären gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Pressen der genannten Art sind heute vielfach im Einsatz z. B. zur Herstellung von Preßkörpern aus Metallpulver, die anschließend noch gesintert werden. Sie können aber auch verwendet werden zur Kalibrierung von Formteilen. Gemeinsam ist diesen Pressen, daß sie ein formgebendes Werkzeug mit einer Matrize, mindestens einen Unterstempel und mindestens einem Oberstempel aufweisen. Die während des Preßzyklus erforderlichen Stempelbewegungen können z. B. auf rein mechanischem (Kurbelantrieb) und/oder hydraulischem Wege erzeugt werden. Insbesondere sind positions- und kraftgeregelte Pressen gebräuchlich, bei denen der Oberstempel und die Matrize über hydraulisch angetriebene Pressenbären bewegt werden.

Zur Senkung der Stückkosten in der Produktion ist man stets bestrebt, die Zykluszeiten zur Herstellung eines Teils möglichst kurz zu halten. Für Pressen bedeutet dies die Forderung nach relativ hohen Eilanggeschwindigkeiten beim Verfahren des oder der Pressenbären der Stempel. Im Hinblick auf die Druckmittelversorgung bei einem diesbezüglichen hydraulischen Antrieb ergibt sich daraus, daß das Hydraulikpumpensystem in der Lage sein muß, sowohl große Mengen des Druckmittels zum schnellen, lastfreien Verfahren zur Verfügung zu stellen, als auch kleinere Mengen zum langsamen Verfahren unter hoher Last (Preßkraft) zu liefern. Um diesen zeitlich sich verändernden Anforderungen gerecht zu werden, hat man zur Druckmittelversorgung bisher in der Regel fördermengenverstellbare Hydraulikpumpen eingesetzt. Die Umsteuerung einer derartigen variablen Pumpe erfordert jedoch einen Mindestzeitbedarf, der bei kurzen Zykluszeiten bestimmend wird. Das heißt, daß bei schneller laufenden Pressen eine weitere Verkürzung der Zykluszeit vielfach an der nicht mehr verkürzbaren Reaktionszeit der variablen Hydraulikpumpe scheitert.

Dieses Hindernis kann man zwar dadurch umgehen, daß man das Hydraulikpumpensystem überdimensioniert, also von vornherein vorsieht, daß die Pumpe auch bei höheren Lasten (Drücken) noch relativ große Fördermengen (hohe Geschwindigkeit) liefern kann. Beispielsweise kann man eine verstellbare Axialkolbenpumpe hoher Leistung in Verbindung mit einem Geschwindigkeitsregler für den Preßkolben einsetzen. Im praktischen Betrieb wird dann vom zur Verfügung stehenden Regelbereich der Pumpe nur ein relativ kleiner Teil ausgenutzt, weil die Anpassung an den tatsächlichen Druckmittelbedarf (Druck und Fördermenge) aufgrund zu kurzer Zykluszeiten nicht schnell genug erfolgen kann.

Überschüssiges unter hohem Druck stehendes Druckmittel muß dann über ein Überdruckventil in den Hydrauliktank abgeleitet werden. Infolge der Überdimensionierung entsteht daher nicht nur ein höherer Anlagenaufwand, sondern es muß beim Pressenbetrieb auch der Nachteil eines an sich unnötig hohen Energieaufwandes in Kauf genommen werden. Insbesondere letzteres gilt auch für den Fall, daß anstelle einer regelbaren Hydraulikpumpe eine Konstantpumpe eingesetzt wird, die sowohl auf die maximale Förderleistung als auch auf den maximal erforderlichen Druck ausgelegt ist. In diesem Fall bringt die notwendige Ableitung überschüssiger Fördermengen in den Hydrauliktank einen noch höheren Energieverbrauch mit sich.

Eine andere bekannte Lösung zur Vereinbarung der an sich gegenläufigen Forderungen nach hohen Eilanggeschwindigkeiten aber dennoch für die gleiche Bewegungsrichtung auch hohen Preßkräften bei gleicher Hydraulikpumpe sieht den Einsatz von Differentialkolbensystemen für den Antrieb von Pressenbären vor. Ein Differentialkolbensystem ist ein hydraulischer Kolbenantrieb, dessen Kolben jeweils wirksame Kolbenflächen für die Hin- und Herbewegung aufweist, wobei die beiden Kolbenflächen unterschiedlich groß sind. In der sogenannten Differentialschaltung sind beide wirksamen Kolbenflächen durch eine entsprechende Ventilsteuerung mit Druckmittel beaufschlagt und die zugehörigen Zylinderräume hydraulisch miteinander verbunden. Das bedeutet, daß sich der Kolben mit hoher Fahrgeschwindigkeit (Eilang vorwärts) aber geringer Preßkraft in Wirkrichtung der größeren Kolbenfläche bewegt, weil die hydraulische Kraft in dieser Richtung größer als in Gegenrichtung ist und gleichzeitig nur ein relativ kleines Zylindervolumen direkt von der Hydraulikpumpe gefüllt werden muß, nämlich das der Flächendifferenz der beiden Kolbenflächen, also dem Kolbenstangenquerschnitt entsprechende Zylindervolumen.

Zur Erzielung hoher Preßkräfte wird allein der der größeren Kolbenfläche zugeordnete Zylinderraum an die Druckmittelversorgung angeschlossen. Um in Gegenrichtung bei geringer Preßkraft eine hohe Fahrgeschwindigkeit (Eilang rückwärts) zu erreichen, wird allein die kleinere Kolbenfläche mit Druck beaufschlagt. Häufig liegt ein Kolbenflächenverhältnis von 1 : 2 vor. Das bedeutet, daß der Eilang in und gegen Preßrichtung doppelt so schnell wie der Arbeitsgang ist, aber nur mit der Hälfte der Preßkraft erfolgt.

Es sind auch Lösungen bekannt, bei denen das Flächenverhältnis etwa 1 : 10 beträgt. In solchen Fällen besteht bei gleichem Druckmittelstrom ein krasses Mißverhältnis zwischen den möglichen Fahrgeschwindig-

keiten in Preßrichtung (Arbeitsgang und Eilgang vorwärts) und in Gegenrichtung (Eilgang rückwärts), nämlich ein Verhältnis von 1 : 1,1 : 10. Um in dieser Hinsicht eine Verbesserung zu erreichen, ist es auch bekannt, die Zylinderseite an der großen Kolbenfläche des Differentialkolbensystems zur Erzielung hoher Fahrgeschwindigkeiten zeitweilig an ein sogenanntes Vorrüllsystem anzuschließen. Das bedeutet, daß z.B. aus einem unter einem gewissen Überdruck stehenden Vorratsbehälter in kurzer Zeit relativ große Mengen Hydraulikflüssigkeit in den Zylinderraum hineingedrückt werden können. Bei Erreichen der eigentlichen Arbeitsposition wird dann wieder umgeschaltet auf die alleinige Druckmittelversorgung durch die Hydraulikpumpe. Allein schon wegen der benötigten Druckbehälter für den Druckmittelvorrat ist eine solche Lösung sehr aufwendig.

Ferner ist es bekannt, neben einem Zylinder/Kolben-System (Arbeitszylinder), das z.B. mit einem nur in Preßrichtung wirkenden Tauchkolben ausgeführt sein kann und zumindest den weitaus überwiegenden Teil der gewünschten maximalen Preßkraft erzeugt, weitere kleinere hydraulische Zylinder/Kolben-Einheiten vorzusehen, die lediglich die Eilganggeschwindigkeit für den Vor- und Rücklauf des Pressenbären sicherstellen sollen. Diese kleinen Zylinder/Kolben-Einheiten sind in der Regel als Differentialkolbensysteme mit einem Flächenverhältnis von 1 : 2 ausgestattet. Da ihr mengenmäßiger Druckmittelbedarf im Vergleich zum Arbeitszylinder relativ gering ist, können hohe Eilgeschwindigkeiten erreicht werden, die bei Anwendung der Differentialschaltung in beiden Fahrtrichtungen sogar gleich hoch sind. Die Pumpenkapazität wird während einer Eilgangsfahrt in Preßrichtung nur zur Betätigung der kleinen Zylinder/Kolben-Einheiten und nicht auch dazu benutzt, um das Volumen des eigentlichen Arbeitszylinders aufzufüllen. Für letzteres wird der Arbeitszylinder während einer Eilgangsfahrt in Preßrichtung an einen Vorratsbehälter angeschlossen, aus dem er entsprechende Mengen an Hydraulikflüssigkeit ansaugen kann. Man spricht daher auch von "Nachsaugesystemen". Während einer Eilgangsfahrt "rückwärts" wird das Volumen des Arbeitszylinders wieder in den Vorratsbehälter zurückgedrückt. Auch bei dieser Lösung ist der beträchtliche Anlagenaufwand als nachteilig anzusehen.

Schließlich ist es bekannt, zur Realisierung großer Fahrgeschwindigkeiten in Preß- und in Gegenrichtung bei gleichzeitiger Wahrung der Möglichkeit zur Erzeugung hoher Preßkräfte im Arbeitsgang sogenannte Differential-Tauchkolben-Systeme einzusetzen. Ein solches Differential-Tauchkolben-System ist in Figur 1 dargestellt. Der Differential-Tauchkolben 1 ist im Pressengestell 10 angeordnet und weist eine nach außen geführte Kolbenstange 2 auf, an die ein nicht dargestellter Pressenbär angekoppelt werden kann.

Für die Aufwärtsfahrt des Kolbens 1 kann über eine Hydraulikzuleitung 9 ein Druckmedium in einen unteren Zylinderraum 6 eingeführt werden. Die Hydraulikflüssigkeit wirkt auf die ringförmige, in Aufwärtsrichtung wirksame Kolbenfläche A_3 und verschiebt den Kolben 1 gegen die Preßrichtung. Für die Abwärtsfahrt des Kolben 1 kann die der Kolbenfläche A_3 gegenüberliegende Kolbenfläche mit Druck beaufschlagt werden. Diese gegenüberliegende Kolbenfläche ist in die Teilflächen A_1 und A_2 aufgeteilt. Die Teilfläche A_1 ist ringförmig ausgebildet und liegt am ringförmigen Zylinderraum 4, der über die Hydraulikleitung 8 mit Druckmittel versorgt werden kann. Die Teilfläche A_2 liegt im Inneren des Kolbens 1 am Boden eines Zylinderraums 5. Der in diesen Zylinderraum 5 hineinragende Kolben ist als Tauchkolben 3 ausgeführt und starr mit dem Pressengestell 10 verbunden. Die in Abwärtsrichtung wirksame Teilfläche A_2 entspricht der Größe der Stirnfläche des Tauchkolbens 3. Das Zylinder/Kolben-System 5, 3 stellt eine kinematische Umkehr eines normalen Hydraulikzylindersystems dar, da der Tauchkolben 3 festgehalten wird, während sich das den Zylinderraum 5 einschließende Maschinenteil (Kolben 1) bewegt.

Zur Druckmittelversorgung des Zylinderraums 5 ist eine Hydraulikleitung 7 durch den feststehenden Tauchkolben 3 hindurchgeführt. Das dargestellte Differential-Tauchkolben-System läßt sich hydraulisch so schalten, daß die im Eilgang aus einem Zylinderraum verdrängte Hydraulikflüssigkeit zur Auffüllung eines anderen sich vergrößernden Zylinderraums herangezogen wird. Dies ist ohne weiteres aufgrund der Dimensionierung der wirksamen Kolbenflächen A_1 , A_2 , A_3 möglich. In jedem Fall gilt, daß die Kolbenfläche A_3 größer ist als jede der beiden einzelnen Teilflächen A_1 und A_2 . Darüber hinaus ist A_3 jedoch kleiner als die Summe der beiden Teilflächen A_1 und A_2 . Ein praktisches Flächenverhältnis ist beispielsweise $A_1 : A_2 : A_3 = 2 : 4 : 5$ (d.h. die Querschnittsfläche der Kolbenstange 2 beträgt 1).

Zur Realisierung des Eilgangs für die Abwärtsfahrt können alle drei Zylinderräume 4, 5, 6 mit ihren Hydraulikleitungen 7, 8, 9 an eine gemeinsame Druckmittelzuleitung einer Hydraulikpumpe angeschlossen werden. Da die Kolbenflächen A_1 und A_2 , die in Preßrichtung wirken, zusammen größer sind als die in Gegenrichtung wirksame Kolbenfläche A_3 , bewegt sich der Kolben 3 wegen der überall nahezu gleichen Drucks nach unten, wobei die aus dem unteren Zylinderraum 6 verdrängte Hydraulikflüssigkeit durch die bestehenden Leitungsverbindungen in die oberen Zylinderräume 4 und 5 gelangt. Das bedeutet, daß die Hydraulikpumpe lediglich das der Flächengröße 1 entsprechende Zylindervolumen füllen muß, so daß eine hohe Geschwindigkeit erreichbar ist. Bei langsamer Abwärtsfahrt wird die aus dem unteren Zylinderraum 6 verdrängte Hydraulikflüssigkeit in den Hydrauliktank gefördert und die Füllung der oberen Zylinderräume 4

und 5 allein durch die Hydraulikpumpe vorgenommen. In diesem Fall steht auch die volle Preßkraft in Preßrichtung zur Verfügung (entsprechend der wirksamen Kolbenfläche $A_1 + A_2$).

Eine andere Schaltung für den Eilgang abwärts wäre die, daß die Zylinderräume 5 und 6 durch entsprechende Ventilschaltungen miteinander und zusätzlich zur Ableitung des Überschusses an Hydraulikflüssigkeit mit dem Hydrauliktank verbunden werden, während die Hydraulikpumpe lediglich an den Zylinderraum 4 angeschlossen ist. In diesem Fall würde sich bei gleicher Förderleistung der Hydraulikpumpe lediglich die Hälfte der im ersten Fall erzielten Eilganggeschwindigkeit ergeben, da die Hydraulikpumpe dann das einer Flächengröße 2 entsprechende Zylindervolumen füllen müßte.

Für eine gleich schnelle Aufwärtsfahrt (gegen die Preßrichtung) wie im ersten Fall und bei gleicher Förderleistung lassen sich durch eine geeignete Ventilschaltung die Zylinderräume 5 und 6 untereinander und mit der Hydraulikpumpe verbinden, während der Zylinderraum 4 an den Hydrauliktank angeschlossen ist. Dadurch muß von der Hydraulikpumpe lediglich das der Flächengröße 1 entsprechende Zylindervolumen im Zylinderraum 6 gefüllt werden; der überwiegende Teil wird durch die Verdrängung der Hydraulikflüssigkeit aus dem Zylinderraum 5 in den Zylinderraum 6 gefördert. Sofern in Aufwärtsrichtung größere "Preßkräfte" erwünscht sind, können die oberen Zylinderräume 4 und 5 an den Hydrauliktank und der untere Zylinderraum 6 an die Hydraulikpumpe angeschlossen werden. In einem solchen Fall steht dann aber nur die einer wirksamen Kolbenfläche der Größe 5 entsprechende Preßkraft (anstelle von 6 in Abwärtsrichtung) zur Verfügung. Gleichzeitig ergibt sich selbstverständlich eine entsprechende Reduktion der möglichen Geschwindigkeit.

Ein solches Differential-Tauchkolben-System hat neben der aufwendigen Bauweise noch weitere Nachteile. Zum einen ergeben sich relativ enge Grenzen für die Wahl der Größe der wirksamen Kolbenflächen (A_1, A_2, A_3) und somit auch der Querschnittsfläche der Kolbenstange 2. Eine solche Grenze liegt praktisch bei einem Verhältnis der Kolbenfläche A_3 zum Kolbenstangenquerschnitt 2 von 6 : 1, das bedeutet, daß auch eine entsprechende Einschränkung für das Verhältnis von maximaler Eilganggeschwindigkeit und Arbeitsganggeschwindigkeit gegeben ist. Zum anderen muß die gesamte Preßkraft über die Kolbenstange 2 auf den Pressenbär übertragen werden, so daß die Kolbenstange mechanisch stark beansprucht wird und die Krafteinleitung in den Pressenbär sich schwierig gestaltet.

Hinzu kommt, daß ein solches Hydraulikkolbensystem sich wenig eignet zur Übernahme von Führungsfunktionen für den Pressenbär, d.h. zur Aufnahme von seitlich wirkenden Kräften. Der Abstand der Berührungszonen der Kolbenstange 2 und des Kolbens 1 mit dem Pressengestell 10 wird nämlich bei nach unten ausfahrendem Pressenbär immer kleiner, so daß in Preßrichtung, also mit steigender Preßkraft eine zunehmend schwächere Seitenführung gegeben ist. Außerdem bietet diese Konstruktion keine Sicherung gegen Verdrehung des Pressenbären um die in Preßrichtung liegende Längsachse. Schließlich läßt eine solche Konstruktion es nicht zu, in die Kolbenstange 2 noch einen hydraulischen Hilfskolben, wie er bei Metallpulverpressen häufig benötigt wird, zu integrieren.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Presse gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 im Hinblick auf die Erzielung kurzer Zykluszeiten so weiterzuentwickeln, daß im Vergleich zur Arbeitsganggeschwindigkeit sehr hohe und in beiden Richtungen etwa gleich große Eilganggeschwindigkeiten möglich sind, wobei die Krafteinleitung vom Hydraulikzylinder/Kolben-System in den Pressenbär im Hinblick auf eine geringere Beanspruchung der Kolbenstange bzw. Kolbenstangen verbessert werden soll. Der Bauaufwand und der Energieeinsatz beim Betrieb der Presse sollen möglichst gering bleiben.

Gelöst wird diese Aufgabe bei einer gattungsgemäßen Presse mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1. Die erfindungsgemäße Presse ist durch die Merkmale der Unteransprüche 2 bis 9 in vorteilhafter Weise ausgestaltbar.

Die Erfindung sieht für eine hydraulische Presse zum Herstellen von Preßkörpern aus pulverförmigen Massen, insbesondere Metallpulver, vorzugsweise folgende Merkmale vor:

- Die Presse hat mindestens einen Pressenbären, der durch einen durch Ventile gesteuerten doppelt wirkenden Hydraulikantrieb bewegbar ist.
- Der Hydraulikantrieb wird gebildet aus einem Differentialkolbensystem (bestehend aus einem oder mehreren Differentialkolbeneinheiten) und einem Tauchkolbensystem (bestehend aus einem oder mehreren Tauchkolben).
- Die Krafteinleitung vom Tauchkolbensystem und vom Differentialkolbensystem in den Pressenbären erfolgt jeweils durch körperlich voneinander getrennte Bauelemente (z.B. Kolbenstangen).
- Die Summe der Kolbenflächen mit in Preßrichtung gerichteter Wirkrichtung ist größer als die Kolbenfläche mit Wirkrichtung gegen die Preßrichtung.
- Die Wirkrichtung der kleineren Kolbenfläche des Differentialkolbensystems liegt in Preßrichtung. Dabei ist die gegen Preßrichtung wirksame Kolbenfläche jeweils größer als die in Preßrichtung wirksame Kolbenfläche des Differentialkolbensystems und die Kolbenfläche des Tauchkolbensystems.

- Während der Eilgangsfahrten in bzw. gegen Preßrichtung sind die Zylinderräume des Differentialkolbensystems durch eine entsprechende Ventilschaltung stets hydraulisch miteinander verbunden.

Die erfindungsgemäße Bauweise liefert eine hydraulische Presse, die, ohne einen "Nachsaugetrieb" zu erfordern, Eilganggeschwindigkeiten über 0,5 m/sec ermöglicht. Dabei ist der große Vorteil gegeben, daß im Arbeitsgang, also beim langsamen Verfahren des Pressenbären bei hoher Preßkraft stets eine präzise Positionsregelbarkeit gewährleistet ist. Im Unterschied zu Stanz- oder Prägepressen ist dies für eine Pulverpresse von großer Bedeutung. Die gewünschte Endposition der Preßstempel muß nicht nur präzise sondern auch mit ausreichend langsamer Geschwindigkeit angesteuert werden, damit das zu verpressende Pulver genügend Zeit hat, im Formraum zu fließen, so daß Preßteile mit gleichmäßiger Dichte entstehen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren 1 bis 3 näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 ein Differential-Tauchkolben-System in einem Längsschnitt,
- Figur 2 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen hydraulischen Pressenantriebs und
- Figur 3 einen erfindungsgemäßen Pressenantrieb mit integriertem Hilfskolben.

Der in Fig. 1 dargestellte Ausschnitt aus einem bekannten hydraulischen Pressenantrieb wurde vorstehend bereits ausführlich erläutert. Der in Fig. 2 schematisch dargestellte Pressenantrieb gemäß der Erfindung weist neben zahlreichen Gemeinsamkeiten wesentliche Unterschiede hierzu auf. Der Pressenbär 11 ist fest gekoppelt mit den Kolbenstangen zweier Zylinder/Kolben-Einheiten K_1 und K_2 . Die untere Einheit K_1 ist mit einem doppelt wirkenden Kolben 13 ausgestattet.

Da die Kolbenstange des Kolbens 13 durch den Zylinderraum 4 geführt ist, ist die diesem zugeordnete wirksame Kolbenfläche A_1 (Abwärtsrichtung) kleiner als die dem Zylinderraum 6 zugeordnete Kolbenfläche A_3 des Kolbens 13 (Aufwärtsrichtung). Auf der gegenüberliegenden Seite des Pressenbären 11 liegt die Zylinder/Kolben-Einheit K_2 , die einen Tauchkolben 12 mit der wirksamen Kolbenfläche A_2 - (Abwärtsrichtung) aufweist. Wesentlich ist es, daß die (hier abwärts gerichteten) wirksamen Kolbenflächen A_1 und A_2 auf zwei Zylinder/Kolben-Einheiten K_1 , K_2 verteilt sind, die nicht ineinander geschachtelt sind wie bei Fig. 1. Die Flächen A_1 und A_2 sind einzeln kleiner als A_3 , zusammen jedoch größer als A_3 . Aus diesem Grunde wird normalerweise die Abwärtsrichtung als die Preßrichtung anzusehen sein. Es kann jedoch in einzelnen Fällen auch zweckmäßig sein, die Richtung mit der kleineren wirksamen Kolbenfläche, also der geringeren erreichbaren maximalen Preßkraft als Preßrichtung zu wählen.

Beispielsweise könnten zum Bau einer Presse mit kleinerer Leistung dieselben Antriebsaggregate eingesetzt werden wie zum Bau einer größeren Presse. Selbstverständlich können die Hydraulik/Zylinder-Einheiten K_1 und K_2 , wie dies in Figur 3 der Fall ist, auf derselben Seite des Pressenbären 11 angeordnet werden. Man könnte auch statt der doppelt wirkenden Zylinder/Kolben-Einheit K_1 zwei getrennte Zylinder/Kolben-Einheiten wählen, die jeweils nur in einer, aber zueinander entgegengesetzten Fahrriichtung des Pressenbären wirken. Generell gilt, daß das erfindungsgemäße Antriebssystem für Ober- und Unterbären von Hydraulikpressen anwendbar ist. Die Druckmittelversorgung der Zylinderräume 4, 5, 6 über die Hydraulikleitungen 7, 8, 9 wird durch die Ventile V_1 , V_2 , V_3 gesteuert. Dabei ist die Funktion wie folgt:

Die Hydraulikpumpe P fördert Hydraulikflüssigkeit aus einem Hydrauliktank T unter Überdruck durch eine Hydraulikleitung 19. Diese Hydraulikleitung 19 führt zu einem 4/3-Wegeventil V_1 , das in Stellung b sämtliche Leitungsanschlüsse sperrt. In diesem Fall gelangt die geförderte Hydraulikflüssigkeit aus der Leitung 19 über eine Leitung 20, die durch ein Überdruckventil S (Umlaufventil) gesichert ist, zurück in den Hydrauliktank. Wird nun das Hydraulikventil V_1 in Stellung a gerückt, so gelangt die Hydraulikflüssigkeit über die Hydraulikleitungen 14 und 8 in den Zylinderraum 4 der Hydraulik/Kolben-Einheit K_1 . Da das 3/2-Wegeventil V_3 in Schaltstellung b steht, ist eine Leitungsverbindung zwischen den Zylinderräumen 4 und 6 über die Hydraulikleitungen 8, 21, 9 gegeben. Der Zylinderraum 5 der oberen Hydraulik/Kolben-Einheit K_2 wird wegen der Ventilstellung b am 3/2-Wegeventil V_2 nicht mit dem Druck der Hydraulikpumpe P beaufschlagt, sondern ist bei Stellung a des Ventils V_1 über die Leitungen 7, 16 und 18 mit dem Hydrauliktank T verbunden, so daß die aus dem Zylinderraum 5 verdrängte Hydraulikflüssigkeit in den Hydrauliktank T über das Rückschlagventil R abfließen kann.

Da die Kolbenfläche A_3 größer ist als die Kolbenfläche A_1 wird bei dieser Stellung der Ventile V_1 , V_2 , V_3 eine schnelle Aufwärtsbewegung des Pressenbären 11 eintreten. Neben dem durch die Hydraulikpumpe P geförderten Strom der Hydraulikflüssigkeit wird nämlich gleichzeitig über die Leitungen 8, 21, 9 der sehr viel größere Mengenstrom der aus dem Zylinderraum 4 verdrängten Hydraulikflüssigkeit in den Zylinderraum 6 gefördert. Dieser Fall entspricht der in der Tabelle unter der Nummer 4 angegebenen Schaltsituation.

Eine hohe Abwärtsgeschwindigkeit stellt sich ein, wenn das Ventil V_1 in Stellung a und Ventil V_3 in Stellung b bleibt, aber Ventil V_2 in Stellung a gerückt wird.

In diesem Fall sind nicht nur die Zylinderräume 4 und 5 sondern über die Hydraulikleitung 17 auch der Zylinderraum 6 mit dem Pumpendruck beaufschlagt. Gleichzeitig sind alle Zylinderräume 4, 5, 6 aber auch

untereinander verbunden. Wegen der in Abwärtsrichtung größeren wirksamen Kolbenfläche $A_1 + A_2$ kann sich der Pressenbär 11 nur nach unten bewegen. Die aus dem Zylinderraum 6 verdrängte Hydraulikflüssigkeit wird in die Zylinderräume 4 und 5 gefördert, während die Hydraulikpumpe P wie im Arbeitsgang pro Zeiteinheit nur vergleichsweise geringe Mengen Hydraulikflüssigkeit zuführt, so daß erheblich größere

5 Geschwindigkeiten des Pressenbären realisiert werden als im Arbeitsgang. Dieser Fall entspricht der in der Tabelle unter Nummer 2 angegebenen Schaltsituation.

Eine langsame Abwärtsgeschwindigkeit bei hoher Preßkraft stellt sich ein, wenn die Ventile V_1 und V_2 in Stellung a bleiben und Ventil V_3 in Stellung a gebracht wird. Das bedeutet, daß die Kolbenflächen A_1 und A_2 weiterhin mit dem Pumpendruck beaufschlagt werden, während die Hydraulikflüssigkeit aus dem

10 Zylinderraum 6 über die Hydraulikleitungen 9, 15, 18 in den Hydrauliktank T abfließen kann. Dieser Fall entspricht der Schaltsituation Nummer 1 gemäß Tabelle. Auf die weiteren Schaltmöglichkeiten, die in der Tabelle aufgeführt sind, braucht hier nicht im einzelnen eingegangen zu werden. Man erkennt jedoch, daß es für den Eilgang und den Schleichgang je nach Bewegungsrichtung mehrere Schaltmöglichkeiten gibt, die jeweils mit unterschiedlichen erreichbaren maximalen Preßgeschwindigkeiten bzw. maximal erreichbarer

15 Preßkraft verbunden sind und daher je nach den gegebenen Umständen mehr oder weniger zweckmäßig sein können. Dies gilt auch für die verschiedenen Stillstandspositionen, deren Wahl im Hinblick auf nachfolgende Schaltstellungen für eine Bewegung des Pressenbären in einer mehr oder weniger günstigen Form erfolgen kann.

Zu bemerken ist ferner noch, daß das Positionieren des Pressenbären 11 durch geeignetes Umschalten

20 zwischen Schleichgang aufwärts und abwärts, also insbesondere zwischen den Schaltsituationen mit Nummern 1 und 9 erfolgt, indem das Ventil V_1 entsprechend umgeschaltet wird.

Nr.	Ventilschaltstellung			Bewegung Pressenbär	Preßkraft
	V_1	V_2	V_3		
1	a	a	a	Schleichgang abwärts	hoch
2	a	a	b	Eilgang abwärts	niedrig
3	a	b	a	Schleichgang abwärts	hoch (niedriger als bei 1)
4	a	b	b	Eilgang aufwärts	niedrig
5	b	a	a	Stillstand	-
6	b	a	b	Stillstand	-
7	b	b	a	Stillstand	-
8	b	b	b	Stillstand	-
9	c	a	a	Schleichgang aufwärts	hoch
10	c	a	b	Stillstand	-
11	c	b	a	Schleichgang aufwärts	niedrig
12	c	b	b	Eilgang abwärts (langsamer als bei 2)	niedrig (höher als bei 2)

Eine für die praktische Anwendung besser geeignete Ausführungsform der Erfindung ist in Figur 3 dargestellt. Die grundsätzliche Funktion des Pressenantriebs, insbesondere die ventiltechnische Schaltung, für die es selbstverständlich auch andere Lösungen gibt, stimmt mit dem Prinzipbild gemäß Figur 2 überein, so daß hierauf nicht erneut eingegangen werden muß. Es werden daher im wesentlichen nur die Unterschiede erläutert.

Die hydraulischen Antriebe des dargestellten Oberbären 11 der Hydraulikpresse sind alle an der Oberseite des Pressenbären 11 angeschlossen. Die doppelt wirkende Zylinder/Kolben-Einheit 13 ist mit zwei Kolbenstangen ausgerüstet. Die untere Kolbenstange ist mit dem Pressenbären 11 verbunden, während die obere ohne eine Kraftübertragungsfunktion aus dem Pressengestell 10 herausgeführt ist. Die obere Kolbenstange ist lediglich dazu erforderlich, die Kolbenfläche A_1 kleiner zu halten als die Kolbenfläche A_3 am Kolben 13, um K_1 als Differentialkolbensystem betreiben zu können. Es wäre grundsätzlich auch möglich, auf die untere Kolbenstange gänzlich zu verzichten. Dazu müßte aber von der oberen Kolbenstange aus eine antriebstechnische Verbindung (z.B. über ein äußeres Joch) zum Pressenbären 11 geschaffen werden.

Anstelle des in Figur 2 gezeigten einzelnen Tauchkolbensystems K_2 sind in Figur 3 zwei parallel zum Zylinder/Kolben-System K_1 angeordnete Tauchkolbensysteme K_{2a} und K_{2b} vorgesehen, d.h. die wirksame Kolbenfläche A_2 ist nunmehr aufgeteilt auf die wirksamen Kolbenflächen A_{2a} und A_{2b} der Tauchkolben 12a und 12b. Dementsprechend verzweigt sich die Hydraulikleitung 7 in die Hydraulikleitungen 7a und 7b für die Druckmittelversorgung der zugeordneten Zylinderräume 5a und 5b der Tauchkolbeneinheiten K_{2a} und

K_{2b} . Selbstverständlich könnte die Kolbenfläche A_2 auch auf mehr Kolbeneinheiten aufgeteilt werden (z.B. auf vier Kolben). Anzustreben ist jedoch in jedem Fall eine bezüglich des Pressenbären symmetrische Anordnung.

In Figur 3 ist außerdem dargestellt, daß in die Kolbenstange des Kolbens 13 ein doppelt wirkendes hydraulisches Hilfskolbensystem 22 eingebaut werden kann, dessen Druckmittelversorgung über die Hydraulikleitungen 23, 24 durch die obere Kolbenstange des Kolbens 13 hindurch erfolgt. Eine solche Möglichkeit besteht bei dem bekannten System gemäß Figur 1 nicht.

Je nachdem wie die größenmäßige Aufteilung der wirksamen Kolbenflächen A_1 , A_2 bzw. $A_{2a} + A_{2b}$ und A_3 erfolgt, d.h. in welchem Verhältnisse diese Flächen zueinander stehen, lassen sich bestimmte Verhältnisse zwischen den in den unterschiedlichen Ventilschaltstellungen erzielbaren Geschwindigkeiten und Preßkräften erreichen. Eine günstige Aufteilung stellt beispielsweise das Verhältnis $A_1 : (A_{2a} + A_{2b})$ zu $A_3 = 8 : (1 + 1) : 9$ dar. Dabei lassen sich in beiden Fahrtrichtungen Eilganggeschwindigkeiten erreichen, die 10mal so groß sind wie die Fahrgeschwindigkeit im Arbeitsgang mit maximaler Preßkraft. Dies ist möglich, ohne aufwendige Vorfüll- oder Nachsaugesysteme vorsehen zu müssen, weil die beim Verfahren in einem Eilgang aus einem Zylinderraum verdrängten Mengenströme der Hydraulikflüssigkeit weitgehend unmittelbar, also unter Umgehung der Hydraulikpumpe in den bzw. die zu füllenden Zylinderräume gelenkt werden. Wegen des zu berücksichtigenden hydraulischen Widerstandes der Hydraulikleitungen ist das Verhältnis der Geschwindigkeiten im Eilgang und Arbeitsgang (Schleichgang) nicht beliebig steigerbar. Werte von 20 : 1 können jedoch erreicht werden. Für die Aufteilung der in gleicher Richtung wirksamen Kolbenflächen $A_1 : (A_{2a} + A_{2b})$ (bzw. A_2) empfiehlt sich eine Festlegung im Bereich 3 : 1 bis 10 : 1, wobei die in Gegenrichtung wirksame Preßfläche A_3 5-15 % größer gewählt werden sollte als die größere der Teilflächen A_1 und $A_{2a} + A_{2b}$ (bzw. A_2). Beispielsweise würde ein Flächenverhältnis $A_1 : A_2 : A_3 = 18 : 2 : 19$ die 20-fache Geschwindigkeit in den Eilgängen im Vergleich zur Schleichganggeschwindigkeit beim Preßarbeitsgang erlauben. Als zweckmäßige Richtschnur bei der Dimensionierung der Kolbenflächen ist das Verhältnis der Kolbenfläche A_2 bzw. $A_{2a} + A_{2b}$ des Tauchkolbensystems K_2 bzw. K_{2a} , K_{2b} zur Differenz der Kolbenflächen $A_3 - A_1$ des Differentialkolbensystems K_1 anzusehen; dieses Verhältnis sollte im Bereich 1,8 : 1 bis 2,5 : 1, vorzugsweise bei 2 : 1 liegen.

Ein großer Vorteil der Ausführungsform gemäß Figur 3 besteht darin, daß nicht nur die Integration eines Hilfskolbensystems 22 möglich ist, sondern daß das Zylinder/Kolben-System K_1 sehr gute Führungseigenschaften für die Aufnahme seitlicher Kräfte aufweist, weil die zur Stützung wirksamen Berührungszonen zwischen dem Pressengestell 10 und der oberen bzw. der unteren Kolbenstange des Kolbens 13 einen sehr großen und beim Verfahren des Kolbens 13 sich nicht verändernden Abstand voneinander haben. Damit ist dieses System der bekannten Lösung aus Figur 1 deutlich überlegen. Dies gilt auch für die Einleitung der Preßkräfte in den Pressenbären, die durch die Kraftverteilung auf mehrere hydraulische Kolbeneinheiten und den vergleichsweise sehr großen Durchmesser der Kolbenstange des Kolbens 13 völlig unproblematisch ist. Das erfindungsgemäße Antriebssystem ermöglicht während der verschiedenen Betriebsphasen in einem Preßzyklus bei einer gleichmäßigen Ausnutzung der Kapazität und der Leistung der eingesetzten Hydraulikpumpe nicht nur die Erzeugung hoher Preßkräfte bei langsamer Fahrt sondern auch extrem hohe Eilganggeschwindigkeiten, ohne daß der Aufwand des Hydrauliksystems dabei hoch ist. Hinzu kommt bei einer Ausführung gemäß Fig. 3, daß durch die Anordnung der Zylinder/Kolben-Systeme K_{2a} und K_{2b} von vornherein eine absolute Verdrehsicherung für den Pressenbären gegeben ist.

Die Leistungsfähigkeit einer erfindungsgemäßen Presse wird an folgendem Beispiel deutlich: Auf einer Presse gemäß Fig. 3 mit 150 t Preßkraft wurde ein Preßteil aus Eisenpulver mit einer Zykluszeit für das Füllen des Preßwerkzeugs mit Eisenpulver, das Pressen und das Ausformen des Preßteils von insgesamt 3 sec hergestellt. Der Verfahrensweg des Oberkolbens in die Preßendstellung setzte sich zusammen aus ca. 275 mm im Eilgang und 25 mm im Arbeitsgang. Der Rückhub von 300 mm wurde wiederum im Eilgang vorgenommen.

Von der Zykluszeit entfielen jeweils etwa 0,5 sec. auf die Fahrt im Arbeitsgang und die beiden Eilgangfahrten, d.h. etwa die halbe Zykluszeit war durch die Bewegung des Oberkolbens bestimmt. Bei einer herkömmlichen Presse mit Nachsaugesystem hätte man wegen der großen Mengen anzusaugenden Druckmittels mit einer Dauer der Eilgangsfahrten von mindestens 1 sec rechnen müssen. Das hätte zur Folge gehabt, daß die Zykluszeit anstatt 3 sec nunmehr 4 sec betragen hätte, also um 33 % höher gewesen wäre.

55 Patentansprüche

1. Hydraulische Presse zum Herstellen von Preßkörpern aus pulverförmigen Massen, insbesondere Metallpulver, mit einem durch Ventile (V_1 , V_2 , V_3) gesteuerten, doppelt wirkenden hydraulischen

Zylinder/Kolben-System (K_1 , K_2 , K_{2a} , K_{2b}) zur Bewegung mindestens eines Pressenbären (11), wobei die in Preßrichtung während des Arbeitsgangs wirksame Kolbenfläche des Zylinder/Kolben-Systems (K_1 , K_2 , K_{2a} , K_{2b}) auf zwei zeitweilig mit gleichem und zeitweilig mit voneinander verschiedenen Drücken beaufschlagbare unterschiedlich große Kolbenteilflächen (A_1 und A_2 bzw. $A_{2a} + A_{2b}$) aufgeteilt ist, wobei ferner die in Preßrichtung wirkenden Kolbenteilflächen (A_1 bzw. A_2 bzw. $A_{2a} + A_{2b}$) jeweils kleiner, in ihrer Summe jedoch größer sind als die in Gegenrichtung wirksame Kolbenfläche (A_3) und wobei der Zylinderraum (6), der der in Gegenrichtung wirksamen Kolbenfläche (A_3) zugeordnet ist, zeitweilig leitungsmäßig mit dem Zylinderraum (4), der der größeren der beiden in Preßrichtung wirksamen Kolbenteilflächen (A_1 bzw. A_2 bzw. $A_{2a} + A_{2b}$) zugeordnet ist, verbindbar ist,

dadurch gekennzeichnet,

daß die den in Preßrichtung wirksamen Kolbenteilflächen (A_1 und A_2 bzw. $A_{2a} + A_{2b}$) zugeordneten Zylinderräume (4 und 5 bzw. $5a + 5b$) beide außerhalb der Kolben (12, 12a, 12b, 13) des Zylinder/Kolben-Systems (K_1 , K_2 bzw. $K_{2a} + K_{2b}$) angeordnet sind und sämtliche Kolben (12, 12a, 12b, 13) in Bewegungsrichtung des Pressenbären (11) starr mit dem Pressenbären (11) gekoppelt sind.

2. Presse nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die größere der beiden in Preßrichtung wirksamen Kolbenteilflächen (A_1 oder A_2 bzw. $A_{2a} + A_{2b}$) und die in Gegenrichtung wirksame Kolbenfläche (A_3) an einem oder mehreren doppelt wirkenden Hydraulikkolben (Differentialkolben 13) angeordnet sind.

3. Presse nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß der bzw. die Differentialkolben (13) jeweils beidseitig mit Kolbenstangen ausgestattet sind, deren eine unmittelbar mit dem Pressenbären (11) verbunden ist.

4. Presse nach einen der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Kleinere der beiden in Preßrichtung wirksamen Kolbenteilflächen (A_2 bzw. $A_{2a} + A_{2b}$) an einem (12) oder mehreren Tauchkolben (12a, 12b) angeordnet ist.

5. Presse nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

daß zwei Tauchkolben (12a, 12b) vorgesehen sind.

6. Presse nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Flächenverhältnis der Kolbenteilflächen ($A_1 : A_2$ bzw. $A_1 : (A_{2a} + A_{2b})$) in Bereich 3 : 1 bis 10 : 1 liegt.

7. Presse nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß die in Gegenrichtung wirksame Kolbenfläche (A_3) 5 - 15 % größer ist als die größere der Kolbenteilflächen (A_1 , A_2 , $A_{2a} + A_{2b}$).

8. Presse nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Flächenverhältnis der Kolbenfläche A_2 bzw. $A_{2a} + A_{2b}$ des Tauchkolbensystems (K_2 bzw. $K_{2a} + K_{2b}$) zur Differenz der Kolbenflächen ($A_3 - A_1$) des Differentialkolbensystems (K_1) im Bereich 1,8 : 1 bis 2,5 : 1, vorzugsweise bei 2 : 1 liegt.

9. Presse nach einem der Ansprüche 3 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß in die Kolbenstangen des Differentialkolbens (13) ein doppelt wirkender Hilfskolben (22) mit Hydraulikzuleitungen (23, 24) eingebaut ist, dessen Kolbenstange durch den Pressenbären (11) hindurchgeführt ist.

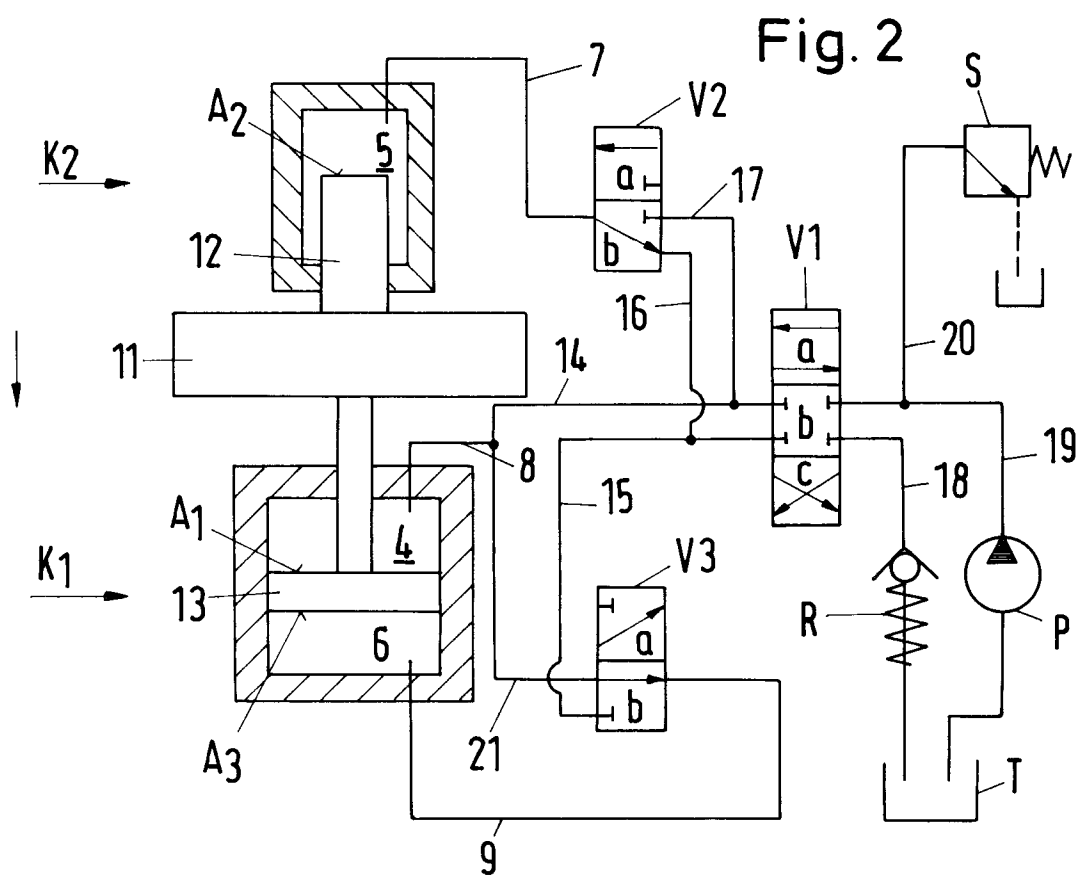
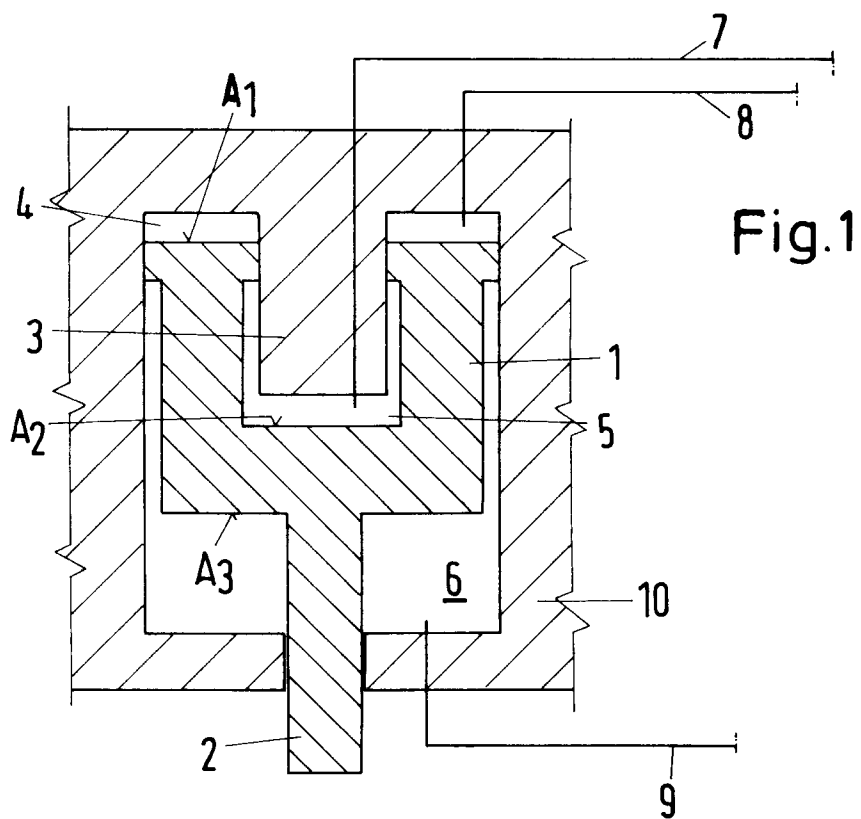


Fig. 3

