

(19)



(11)

EP 1 318 906 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.09.2009 Patentblatt 2009/40

(51) Int Cl.:
B30B 15/16 ^(2006.01) **B30B 15/22** ^(2006.01)
F15B 3/00 ^(2006.01) **F15B 1/02** ^(2006.01)
F15B 21/14 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **01956735.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/IB2001/001527

(22) Anmeldetag: **24.08.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/024441 (28.03.2002 Gazette 2002/12)

(54) **STEUERVORRICHTUNG FÜR EINE HYDRAULISCHE PRESSE SOWIE VERFAHREN ZU DEREN BETRIEB**

CONTROLLER FOR A HYDRAULIC PRESS AND METHOD FOR THE OPERATION THEREOF
DISPOSITIF DE COMMANDE POUR UNE PRESSE HYDRAULIQUE ET PROCEDE POUR SON FONCTIONNEMENT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR

(74) Vertreter: **Leinweber & Zimmermann**
European Patent Attorneys
Patentanwälte
Rosental 7
80331 München (DE)

(30) Priorität: **20.09.2000 CH 182600**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.06.2003 Patentblatt 2003/25

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 692 327 **DE-A- 4 308 344**
DE-A- 4 320 213 **DE-B- 1 147 847**
US-A- 2 926 412 **US-A- 4 142 368**
US-A- 5 852 933

(73) Patentinhaber: **LAEIS GmbH**
6868 Wecker (LU)

(72) Erfinder:
• **HAHN, Matthias**
54439 Saarburg (DE)
• **MÖHN, Arno**
54294 Trier (DE)

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 013, no. 048 (M-793), 3. Februar 1989 (1989-02-03) & JP 63 256300 A (NIKKEI:KK), 24. Oktober 1988 (1988-10-24) in der Anmeldung erwähnt

EP 1 318 906 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine hydraulische Presse der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art, auf ein Verfahren zu deren Betrieb gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 8 und auf eine Verwendung gemäß dem Anspruch 11.

[0002] Solche hydraulischen Pressen werden verwendet, wenn es gilt Werkstücke zu formen bzw. umzuformen. Auch für Schneidvorgänge werden hydraulische Pressen angewendet. Die erforderliche Kraft der hydraulischen Presse hängt vom Werkstück ab. In der keramischen Industrie werden Pressen eingesetzt, deren Preßkraft 20'000 kN oder mehr beträgt. Im Hinblick auf eine wirtschaftliche Fertigung soll dabei die Taktzeit für einen Preßvorgang möglichst kurz sein. Taktfolgen von 20 Hüben pro Minute gelten als Richtwert. Durch Preßkraft und Taktzeit wird die aufzuwendende Energie bestimmt, bei hydraulischen Pressen also die Leistung von Pumpen und diese Pumpen antreibenden elektrischen Motoren. Bei hydraulischen Pressen nach dem Stand der Technik werden auch Speicher angewendet, so Druckmittelspeicher oder Schwungräder.

[0003] Eine hydraulische Presse dieser Art ist aus der DE-A1-43 20 213 bekannt. Hier ist im Vorschubkreis des hydraulischen Preßzylinders ein Druckmittelspeicher vorhanden, der beim Rückhub der Presse geladen wird und beim Vorschub des Preßwerkzeuges zum Antrieb mit herangezogen wird. Beim Hauptantrieb kann somit Energie eingespart werden.

[0004] Aus JP-A-63 256 300 ist eine Presse bekannt, die mit einem mehrstufigen Druckumsetzer betrieben wird. Nach einem ersten Pressvorgang mit niedrigem Druck wird das Hydrauliköl in den Tank abgelassen. Dann erfolgt ein zweiter Pressvorgang mit hohem Druck. Eine Energierückgewinnung ist folglich hierbei nicht möglich.

[0005] Aus US-A-5,852,933 und DE-A1-44 36 666 ist ein hydraulisches Antriebssystem für eine Presse bekannt. Es enthält einen Niederdruck- und einen Hochdruck-Kreis. In diesem sind drei hydrostatische Maschinen vorhanden, von denen zwei mechanisch gekoppelt sind. Um einen befriedigenden Betrieb zu ermöglichen, müssen diese Maschinen in ihrem Schluck- bzw. Förder volumen verstellbar sein, was mit erheblichen Kosten verbunden ist. Das hier beschriebene System kann nur angewendet werden, wenn die Presse Differentialzylinder oder Gleichgangzylinder aufweist.

[0006] Es ist auch bekannt (DE-A1-43 08 344), bei der Regelung des Antriebs einer hydraulischen Presse das Prinzip der Sekundärregelung anzuwenden. Die verschiedenen Bewegungen des Pressenstößels werden derart miteinander kombiniert, daß das Drucknetz in einem geschlossenen Kreislauf arbeitet, wobei der maximale Systemdruck durch den Druckmittelspeicher bestimmt wird.

[0007] Bei der Regelung einer hydraulischen Presse spielt gemäß DE-A1-43 08 344 auch die Tatsache eine

Rolle, daß das Hydrauliköl durchaus kompressibel ist. Dies wirkt sich in einem Pressentakt sowohl bei der Kompression als auch bei der Dekompression aus und stellt eine Quelle für Verluste dar. Weitgehend unberücksichtigt bleibt beim Stand der Technik die Tatsache, daß auch die mechanischen Teile der Presse durch elastische Verformung ihrer Bauteile Energie aufnehmen. Beim Schließvorgang der Presse muß diese Energie aufgewendet werden. Beim Öffnungsvorgang wird diese Energie nicht zurückgewonnen.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine hydraulische Presse zu schaffen, deren hydraulische Steuerung so aufgebaut ist, daß in der Summe der Energiebedarf reduziert ist, ohne daß dabei ein erhöhter apparativer Aufwand nötig ist. Die Steuerung soll dabei auch bei einer Presse mit Plungerzylindern anwendbar sein.

[0009] Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 8 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0010] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

[0011] Es zeigen:

Fig. 1 ein hydraulisches Schema einer Pressensteuerung,

Fig. 2 bis 6 dieses Schema mit der Darstellung einzelner Schritte innerhalb eines Taktzyklus und

Fig. 7 ein Schema einer Ausführungsvariante der Pressensteuerung.

[0012] In der Fig. 1 bedeutet 1 einen Pressenzylinder, dem ein Vorratsbehälter 2 für das Hydraulikmedium zugeordnet ist. Mit der Bezugszahl 3 ist eine Ventilgruppe bezeichnet, die eine Reihe von Ventilen enthält, die anschließend erwähnt werden. Über eine Zylinderleitung 4 wird das Hydraulikmedium zwischen dem Pressenzylinder 1 und der Ventilgruppe 3 gefördert.

[0013] An die Ventilgruppe 3 ist eine Speicherleitung 5 angeschlossen. In diese Speicherleitung 5 hinein fördert eine Hydraulikpumpe 6, die von einem Elektromotor angetrieben ist, der hier aber nicht dargestellt ist, Hydraulikmedium. Mit der auch innerhalb der Ventilgruppe 3 verlaufenden Speicherleitung 5 steht ein Druckmittelspeicher 7 in Verbindung. Das heißt auch, daß die Hydraulikpumpe 6 das Hydraulikmedium in den Druckmittelspeicher 7 zu fördern in der Lage ist. Im Leitungsabschnitt zwischen der Hydraulikpumpe 6 und der Speicherleitung 5 kann ein nicht dargestelltes Rückschlagventil angeordnet sein, um die Hydraulikpumpe 6 vom im Druckmittelspeicher 7 herrschenden Druck zu entlasten, wenn die Hydraulikpumpe 6 nicht läuft.

[0014] Von der Ventilgruppe 3 führt eine Tankleitung 8 zum Vorratsbehälter 2. Erfindungsgemäß ist an die Ventilgruppe 3 zudem ein Druckumsetzer 9 angeschlossen.

sen, der nach dem allgemeinen Erfindungsgedanken einerseits als Druckübersetzer, andererseits als Druckumsetzer wirken kann. Dazu weist der Druckumsetzer 9 einen Kolben 9K auf, der innerhalb eines Zylinders 9Z verschiebbar ist und der einen Niederdruckraum 9.1 mit großem wirksamen Querschnitt von einem Hochdruckraum 9.2 mit kleinem wirksamen Querschnitt voneinander trennt. Um den kleineren wirksamen Querschnitt zu erreichen, befindet sich im Hochdruckraum 9.2 eine mit dem Kolben 9K verbundene Kolbenstange 9S. Das Wirkverhältnis hinsichtlich Druck und Volumenstrom wird bestimmt durch die Querschnitte der beiden Druckräume 9.1 und 9.2. Für den Niederdruckraum 9.1 wird der Querschnitt bestimmt vom Innendurchmesser des Zylinders 9Z gemäß

$$A_{9,1} = \frac{1}{4} * d_{9Z}^2 * \pi$$

und für den Hochdruckraum 9.2 durch die Differenz von Innendurchmesser des Zylinders 9Z und Kolbenstange 9S gemäß

$$A_{9,2} = \frac{1}{4} * (d_{9Z} - d_{9S})^2 * \pi.$$

$A_{9,1}$ ist dabei der hydraulisch wirksame Querschnitt des Niederdruckraums 9.1, $A_{9,2}$ jener des Hochdruckraums 9.2, d_{9Z} der Innendurchmesser des Zylinders 9Z und d_{9S} der Durchmesser der Kolbenstange 9S.

[0015] Das Druckverhältnis des Druckumsetzers 9 und entsprechend auch das Verhältnis der Volumenströme ist also bestimmt durch $A_{9,1}:A_{9,2}$. Das Verhältnis $A_{9,1}:A_{9,2}$ ist beispielsweise 2:1. Die Stellung des Kolbens 9K wird mittels eines Wegaufnehmers 9W erfaßt.

[0016] Der Niederdruckraum 9.1 steht mit einer Druckumsetzer-Niederdruckleitung 10.1 der Ventilgruppe 3 in Verbindung. An dieser Druckumsetzer-Niederdruckleitung 10.1 liegen drei Schaltventile, nämlich ein Vorpreßventil 11, dessen zweiter Anschluß mit der Zylinderleitung 4 verbunden ist, ein Niederdruckkammer-Auslaßventil 12, dessen zweiter Anschluß über die Tankleitung 8 mit dem Vorratsbehälter 2 verbunden ist, und ein Niederdruckkammer-Einlaßventil 13, dessen zweiter Anschluß mit der Speicherleitung 5 und damit auch mit dem Druckmittelspeicher 7 verbunden ist.

[0017] Der Hochdruckraum 9.2 steht mit einer Druckumsetzer-Hochdruckleitung 10.2 der Ventilgruppe 3 in Verbindung. An dieser Druckumsetzer-Hochdruckleitung 10.2 liegen ebenfalls Ventile, nämlich ein Hauptpreß-Ventil 14, dessen zweiter Anschluß mit der Zylinderleitung 4 verbunden ist, und ein Sperrventil 15, dessen zweiter Anschluß mit der Speicherleitung 5 und damit auch mit dem Druckmittelspeicher 7 verbunden ist. Ein Druckentlastungsventil 16 liegt zwischen der Zylinderleitung 4 und der Tankleitung 8. An der Druckumsetzer-

Hochdruckleitung 10.2 ist außerdem ein drittes Ventil, nämlich ein 3-Wege-Ventil 17 mit einem vorgeschalteten Rückschlagventil 18 angeschlossen, wobei das 3-Wege-Ventil 17 andererseits mit der Speicherleitung 5 und damit auch mit dem Druckmittelspeicher 7 und mit seinem weiteren Anschluß mit der Tankleitung 8 und somit mit dem Vorratsbehälter 2 verbunden ist. Der Leitungsabschnitt zwischen dem Rückschlagventil 18 und dem 3-Wege-Ventil 17 wird als Preßleitung bezeichnet und ist mit der Bezugszahl 19 versehen. Das Rückschlagventil 18 ist funktionell ein Rücklaufsperrventil. Über die Funktionsweise der verschiedenen Ventile 11, 12, 13, 14, 15, 16 und 17 wird anschließend anhand der Figuren 2 bis 6 im Detail berichtet. Die Ventile sind elektrisch steuerbar und werden von einem Steuergerät 20 beherrscht. Die selbstverständlich vorhandenen Verbindungsleitungen vom Steuergerät 20 zu den Ventilen 11, 12, 13, 14, 15, 16 und 17 sind aus Gründen der Übersichtlichkeit in den Figuren nicht eingezeichnet.

[0018] Dargestellt sind im hydraulischen Schema nur die erfindungswesentlichen Elemente, daneben noch eine Pressensicherheits-Senk- und Rückzugssteuerung 21, die für den sicheren Betrieb des Pressenzylinders 1 notwendig, im Hinblick auf die Erfindung aber ohne Relevanz ist. Ebenso notwendig ist ein Druckaufnehmer 22, der den Druck in der Zylinderleitung 4 erfaßt.

[0019] Nicht dargestellt sind aus Gründen der Übersichtlichkeit auch die elektrischen Verbindungen zwischen Steuergerät 20, Wegaufnehmer 9W, Druckaufnehmer 22, Pressensicherheits-Senk- und Rückzugssteuerung 21 und weitere sicherheitsrelevante Elemente an der Presse.

[0020] Anhand der Fig. 2 wird nachfolgend eine erste Phase des Pressenbetriebs beschrieben, nämlich der Aufbau des Vordrucks. Der Pressenzylinder 1 wird in üblicher Weise aus dem Vorratsbehälter 2 mit Hydraulikmedium befüllt, was mit einem Pfeil gekennzeichnet ist. Dadurch wird das obere Preßwerkzeug abgesenkt und damit die Form geschlossen. Gleichzeitig befindet sich der Kolben 9K in einer oberen Position in der Nähe seiner oberen Endlage A.

[0021] Nun wird das 3-Wege-Ventil 17 so angesteuert, daß es den Durchfluß vom Anschluß der Speicherleitung 5 zum Anschluß der Preßleitung 19 freigibt. Die Ansteuerung des 3-Wege-Ventils 17 ist in der Fig. 2 dadurch markiert, daß dessen elektrisch betriebener Antrieb schwarz ausgefüllt ist. Durch dieses Öffnen des 3-Wege-Ventils 17 kann nun Hydraulikmedium vom Druckmittelspeicher 7 über besagtes 3-Wege-Ventil 17 durch die Preßleitung 19, durch das sich wegen des Druckes des Hydraulikmediums zwangsweise öffnende Rückschlagventil 18 und durch die Druckumsetzer-Hochdruckleitung 10.2 in den Hochdruckraum 9.2 des Druckumsetzers 9 strömen, was in der Fig. 2 durch Pfeile angedeutet ist. Gleichzeitig wird auch das Vorpreßventil 11 angesteuert, was wiederum dadurch markiert ist, daß dessen elektrisch betriebener Antrieb schwarz ausgefüllt ist. Damit kann nun Hydraulikmedium aus dem Niederdruckraum 9.1 über

die Druckumsetzer-Niederdruckleitung 10.1, durch das Vorpreßventil 11 und die Zylinderleitung 4 in den Pressenzylinder 1 strömen. Wegen des Flächenverhältnisses $A_{9,2}$ zu $A_{9,1}$ wirkt der Druckumsetzer 9 jetzt als Druckumsetzer, wobei die Menge des Hydraulikmediums entsprechend dem Flächenverhältnis $A_{9,2}$ zu $A_{9,1}$ erhöht wird. Beträgt das Flächenverhältnis $A_{9,2}$ zu $A_{9,1}$ zum Beispiel 1:2, so wird durch den Druckumsetzer 9 der Druck im Verhältnis 1:2 untersetzt, die Menge des Hydraulikmediums aber im Verhältnis 1:2 erhöht. Durch das Strömen des Hydraulikmediums wird der Kolben 9K in Richtung B bewegt.

[0022] Zu bemerken ist noch, daß das 3-Wege-Ventil 17 ein proportional steuerbares Ventil ist, daß also der Antrieb des 3-Wege-Ventils 17 beispielsweise ein Proportionalmagnet ist, so daß der Druck in der Preßleitung 9 und in der Druckumsetzer-Hochdruckleitung 10.2 und somit auch der Druck in der Druckumsetzer-Niederdruckleitung 10.1. in der Zylinderleitung 4 und im Pressenzylinder 1 steuerbar bzw. regelbar ist.

[0023] Ist der gewünschte Vordruck erreicht, was durch den Druckaufnehmer 22 detektiert, von diesem dem Steuergerät 20 übermittelt und vom Steuergerät 20 also festgestellt wird, so veranlaßt das Steuergerät 20, daß das 3-Wege-Ventil 17 und das Vorpreßventil 11 geschlossen werden.

[0024] Anschließend wird nun das Druckentlastungsventil 16 angesteuert und somit geöffnet. Dadurch erfolgt ein Druckabbau im Pressenzylinder 1 und in der Zylinderleitung 4, der vom Druckaufnehmer 22 detektiert wird. Hydraulikmedium fließt damit vom Pressenzylinder 1 und der Zylinderleitung 4 über das Druckentlastungsventil 16 und durch die Tankleitung 8 zum Vorratsbehälter 2. Ermittelt der Druckaufnehmer 22, daß der Pressenzylinder 1 und die Zylinderleitung 4 drucklos sind, so wird das Druckentlastungsventil 16 wieder geschlossen.

[0025] Es kann vorteilhaft sein, eine weitere Phase des Aufbaus eines Vordrucks anzuschließen. Dies geschieht in der zuvor beschriebenen Weise, nun aber mit einem höheren Vordruck, der durch entsprechend modifizierte Ansteuerung des 3-Wege-Ventils 17 erreicht wird. Diese Phase kann ablaufen, während das nicht dargestellte obere Werkzeug auf dem ebenfalls nicht dargestellten Preßgut liegt. Es kann aber auch vorteilhaft sein, das obere Werkzeug geringfügig anzuheben.

[0026] Nach der Phase zum Aufbau des Vordruckes bzw. der Vordrucke befindet sich der Kolben 9K innerhalb des Zylinders 9Z in einer Position nahe der unteren Endlage B, was durch den Wegaufnehmer 9W ermittelt wird. Diese Position ist erforderlich, um anschließend den erforderlichen Hauptpreßdruck erzeugen zu können.

[0027] Nun folgt die nächste Phase des Pressenbetriebs, der Aufbau des Hauptpreßdrucks. Dies wird anhand der Fig. 3 und 4 nachfolgend beschrieben. In der Fig. 3 ist der erste Schritt dieser Phase gezeigt. In dieser Figur sind nun wiederum die angesteuerten Ventile durch schwarze Markierung der elektrischen Antriebe dargestellt und der Fluß des Hydraulikmediums ist mit Pfeilen

neben den Leitungen angezeigt. Wie also aus der Fig. 3 zu ersehen ist, sind jetzt das Sperrventil 15 und das Hauptpreß-Ventil 14 angesteuert. Sperrventil 15 und Hauptpreß-Ventil 14 sind dann geöffnet. Diese beiden Ventile 14, 15 sind vorteilhaft elektrisch ansteuerbare AUF-ZU-Ventile. Auch Vorpreßventil 11, Niederdruckkammer-Einlaßventil 13, Niederdruckkammer-Auslaßventil 12 und Druckentlastungsventil 16 sind vorteilhafterweise von dieser Bauart.

[0028] Durch das Ansteuern von Sperrventil 15 und Hauptpreß-Ventil 14 wird der Fluß des Hydraulikmediums vom Druckmittelspeicher 7 über die Speicherleitung 5, durch das Sperrventil 15, das Hauptpreß-Ventil 14 und durch die Zylinderleitung 4 zum Pressenzylinder 1 ermöglicht. Im Pressenzylinder 1 wird somit ein Druck aufgebaut, der vorwählbar ist, maximal aber dem Druck im Druckmittelspeicher 7 entspricht.

[0029] In der Fig. 4 ist der zweite Schritt der Phase des Aufbaus des Hauptpreßdrucks gezeigt. Nun sind das Niederdruckkammer-Einlaßventil 13 und das Hauptpreß-Ventil 14 angesteuert, das heißt geöffnet, was wie bei den vorherigen Figuren dadurch markiert ist, daß die elektrischen Antriebe der Ventile 13, 14 schwarz dargestellt sind. Der sich dadurch einstellende Fluß des Hydraulikmediums ist wiederum mit Pfeilen neben den Leitungen gekennzeichnet. Nun strömt also Hydraulikmedium vom Druckmittelspeicher 7 durch die Speicherleitung 5, das geöffnete Niederdruckkammer-Einlaßventil 13 und durch die Druckumsetzer-Niederdruckleitung 10.1 in den Niederdruckraum 9.1 des Druckumsetzers 9. Der im Druckmittelspeicher 7 herrschende Druck entsteht dadurch auch im Niederdruckraum 9.1. Infolge des Flächenverhältnisses $A_{9,2}$ zu $A_{9,1}$ entsteht gleichzeitig im Hochdruckraum 9.2 ein höherer Druck, der also bei einem schon erwähnten Flächenverhältnis $A_{9,2}$ zu $A_{9,1}$ von 1:2 doppelt so groß ist wie der Druck im Druckmittelspeicher 7. Weil nun aber auch das Hauptpreß-Ventil 14 geöffnet ist, baut sich im Pressenzylinder 1 ein ebenso hoher Druck auf. Beim Abschluß dieser Phase des Pressenbetriebs ist also der Druck im Pressenzylinder 1 unter den gegebenen Bedingungen doppelt so hoch wie der Druck im Druckmittelspeicher 7.

[0030] Der Aufbau dieses Drucks im Pressenzylinder 1 wird vom Druckaufnehmer 22 verfolgt. Sobald der gewünschte Druck erreicht ist, werden das Niederdruckkammer-Einlaßventil 13 und das Hauptpreß-Ventil 14 wieder geschlossen. Es versteht sich, daß dieser Druckaufbau mit einem Fluß von Hydraulikmedium vom Druckmittelspeicher 7 in den Niederdruckraum 9.1 und vom Hochdruckraum 9.2 über die Zylinderleitung 4 zum Pressenzylinder 1 verbunden ist, wodurch auch der Kolben 9K in Richtung A verschoben wird. Wegen des Flächenverhältnisses $A_{9,2}$ zu $A_{9,1}$ ist dabei die Menge an Hydraulikmedium, die vom Hochdruckraum 9.2 abfließt, unter den gegebenen Bedingungen eines Flächenverhältnisses $A_{9,2}$ zu $A_{9,1}$ von 1:2 nur halb so groß wie die Menge des Hydraulikmediums, das vom Druckmittelspeicher 7 her in den Niederdruckraum 9.1 einströmt.

[0031] Die Presse erreicht nun ihren maximalen Druck und führt die Pressung aus. Unter der Wirkung dieses Drucks sind auch die Spannungen in den Bauteilen der Presse auf den Maximalwerten. Da sich die Bauteile elastisch verformen, ist also in diesen Bauteilen Energie gespeichert. Ein weiteres Energiepotential stellt das kompressible Hydraulikmediumvolumen im Pressenzylinder 1, der Pressenleitung 4, der Druckumsetzer-Hochdruckleitung 10.2 und im Hochdruckraum 9.2 des Druckumsetzers 9 dar.

[0032] Danach erfolgt nun eine Phase der Entlastung mit Spannungsabbau und Dekompression. Diese Phase erfolgt in drei Schritten, von denen die ersten beiden in den Fig. 5 und 6 dargestellt sind. Der erste Schritt ist in der Fig. 5 gezeigt. Jetzt sind das Hauptpreß-Ventil 14 und das Sperrventil 15 geöffnet, was analog zu den vorherigen Figuren mit schwarzer Markierung der Antriebe der Ventile 14, 15 dargestellt ist. Nun kann das Hydraulikmedium vom Pressenzylinder 1 zum Druckmittelspeicher 7 strömen, wobei es den Weg durch die Zylinderleitung 4, das Hauptpreß-Ventil 14, das Sperrventil 15 und die Speicherleitung 5 nimmt. Der Fluß kommt dadurch zustande, daß, wie zuvor erwähnt, der Druck im Pressenzylinder 1 größer ist als im Druckmittelspeicher 7. Der erste Schritt dauert so lange, bis die Drücke im Pressenzylinder 1 und im Druckmittelspeicher 7 gleich groß sind. Das heißt nun aber auch, daß ein ganz erheblicher Teil der in den Bauteilen der Presse gespeicherte Energie zurückgewonnen wird, indem der Druck im Druckmittelspeicher 7 erhöht wird. Dies ist ein entscheidender Vorteil der erfindungsgemäßen Steuervorrichtung und des Verfahrens zu deren Betrieb.

[0033] Der zweite Schritt der Phase der Entlastung wird anhand der Fig. 6 beschrieben, wobei wiederum die Antriebe der angesteuerten Ventile schwarz ausgefüllt dargestellt sind und der Fluß von Hydraulikmedium mit Pfeilen an den Leitungen gekennzeichnet ist. Dieser zweite Schritt dient der Vorbereitung des nächsten Pressentaktes. Für diesen muß der Druckumsetzer 9 eine bestimmte Position Richtung der Endlage B einnehmen. Das noch verbleibende Volumen im Niederdruckraum 9.1 des Druckumsetzers ist dann so groß, daß die Vordrücke für den nächsten Arbeitstakt mit diesem Volumen realisiert werden können. Mit dem Wegaufnehmer 9W kann geprüft werden, ob dies der Fall ist. Ist dies nicht der Fall, so wird der im Pressenzylinder 1, in der Zylinderleitung 4 und in der Druckumsetzer-Hochdruckleitung 10.2 herrschende Restdruck durch Öffnen des Hauptpreß-Ventils 14 und des Niederdruckkammer-Auslaßventils 12 dazu benutzt, den Kolben 9K des Druckumsetzers 9 in die gewünschte Position zu bringen. Diese gewünschte Position ist in der Fig. 6 dargestellt. Dabei wird auch der Hochdruckraum 9.2 schon wieder mit unter Druck stehendem Hydraulikmedium befüllt, so daß für die Befüllung gar kein Hydraulikmedium aus dem Druckspeicher 7 entnommen werden muß. Das bedeutet eine weitere Energieeinsparung. Das bei der Bewegung des Kolbens 9K aus dem Niederdruckraum 9.1 verdräng-

te Hydraulikmedium gelangt über das Niederdruckkammer-Auslaßventil 12 durch die Tankleitung 8 in den Vorratsbehälter 2. Hat der Kolben 9K die gewünschte Position erreicht, was wie gesagt durch den Wegaufnehmer 9W ermittelt wird, so werden Niederdruckkammer-Auslaßventil 12 und Hauptpreß-Ventil 14 wieder geschlossen.

[0034] Anschließend wird im dritten Schritt der Restdruck im Pressenzylinder 1 und in der Zylinderleitung 4 noch völlig abgebaut, was dadurch erfolgt, daß nun das Druckentlastungsventil 16 geöffnet wird. Dabei fließt unter der Wirkung des Restdrucks Hydraulikmedium vom Pressenzylinder 1 durch die Zylinderleitung 4, das Druckentlastungsventil 16 und die Tankleitung 8 in den Vorratsbehälter 2. Der Fluß hört auf, sobald der Restdruck im Pressenzylinder 1 völlig abgebaut ist. Dann wird das Druckentlastungsventil 16 wieder geschlossen.

[0035] Gleichzeitig bleibt aber der Druck im Hochdruckraum 9.2 und in der Druckumsetzer-Hochdruckleitung 10.2 erhalten. Dieser Druck kann beim nächsten Pressentakt genutzt werden, was wiederum eine Energieeinsparung ergibt, da der Druck nicht neu aufgebaut werden muß.

[0036] In der Fig. 7 ist eine Variante der erfindungsgemäßen Pressensteuerung gezeigt. Gegenüber dem Beispiel der Fig. 1 besteht die einzige Änderung darin, daß der Druckumsetzer 9' eine andere Bauart aufweist als der Druckumsetzer 9 nach den Fig. 1 bis 6. Der Druckumsetzer 9' besteht im wesentlichen aus einer ersten Pumpe 23, deren Welle 24 starr mit einer zweiten Pumpe 25 gekoppelt ist, so daß die Welle 24 beiden Pumpen 23, 25 gemeinsam ist. Die erste Pumpe 23 ist einerseits mit der Druckumsetzer-Niederdruckleitung 10.1 verbunden, wobei diese Seite der Pumpe 23 als Niederdruckraum 9.1 wirkt, andererseits mit einem Tank 26. Die zweite Pumpe 25 ist einerseits mit der Druckumsetzer-Hochdruckleitung 10.2 verbunden, wobei diese Seite der Pumpe 25 als Hochdruckraum 9.2 wirkt, und ebenfalls andererseits mit dem Tank 26. Die beiden Pumpen 23, 25 werden nicht von einem Motor angetrieben, sondern wirken durch die starre Verbindung jeweils als Einheit von Pumpe und Hydromotor. Als Druckumsetzer ist diese Kombination der beiden Pumpen 23, 25 dadurch wirksam, daß das spezifische Fördervolumen, also das Volumen pro Umdrehung, unterschiedlich ist, was in der Fig. 7 symbolisch durch die unterschiedliche Größe der Pumpen 23, 25 dargestellt ist. So beträgt beispielsweise dieses Verhältnis 2:1. Das kommt auch dadurch zustande, daß die der Förderung des Hydraulikmediums durch die beiden Pumpen 23, 25 in diesen wirksamen Flächen den Flächen $A_{9,1}$ bzw. $A_{9,2}$ gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel entsprechen. Entsprechend verhält sich der Druckumsetzer 9' ganz genau so wie der Druckumsetzer 9 während der in den Fig. 2 bis 6 dargestellten und anhand dieser Figuren beschriebenen unterschiedlichen Phasen des Pressenbetriebs. Während der zuvor erwähnten ersten Phase des Pressenbetriebs wirkt beispielsweise der Druckumsetzer 9' als Druckumsetzer,

wobei die zweite Pumpe 25 als Hydromotor arbeitet und die erste Pumpe 23 antreibt. Bei der Wirkung als Druckübersetzer wirkt die erste Pumpe 23 als Hydromotor, der die zweite Pumpe 25 antreibt. Die einzelnen Phasen und deren Schritte eines Pressentaktes entsprechen dem zuvor Beschriebenen.

[0037] Vorteilhaft ist dabei auch, daß ein Wegaufnehmer 9W nicht erforderlich ist und der Druckumsetzer 9' zur Vorbereitung des nächsten Pressentaktes keine bestimmte Stellung einnehmen muß, was das Steuerverfahren vereinfacht.

[0038] Trotz des sehr einfachen Aufbaus der erfindungsgemäßen Steuervorrichtung läßt sich mit dieser Energie einzelner Pressschritte zurückgewinnen. So wird, wie zuvor beschrieben, sogar die in der Presse, im Pressgut und im kompressiblen Hydrauliköl elastisch gespeicherte Energie zurückgewonnen. Dabei kommt die Steuervorrichtung ohne teure Bauelemente wie verstellbare Pumpen aus.

[0039] Durch Versuche wurde festgestellt, daß durch die erfindungsgemäße Steuervorrichtung eine beträchtliche Energieeinsparung gegenüber dem vorbekannten Stand der Technik erzielbar ist. Die Energieeinsparung kann durchaus gegen 40 % erreichen.

[0040] Die Erfindung kann grundsätzlich bei hydraulischen Pressen verschiedener Bauart für verschiedene Anwendungsgebiete mit großem Vorteil genutzt werden. Die Presse kann dabei mit Differentialzylindern, Gleichgangzylindern oder auch Plungerzylindern ausgestattet sein. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die erfindungsgemäße Steuervorrichtung bei Pressen für die Formgebung keramischer Teile wie Fliesen benutzt wird.

[0041] Anhand des zuvor beschriebenen Aufbaus und der gleichzeitig beschriebenen Wirkungsweise ergibt sich, daß sowohl der Aufbau der Vorrichtung als auch die Betriebsweise, also das Steuerungsverfahren, Gegenstand der Erfindung sind.

Bezugszeichenliste

[0042]

1	Pressenzylinder
2	Vorratsbehälter
3	Ventilgruppe
4	Zylinderleitung
5	Speicherleitung
6	Hydraulikpumpe
7	Druckmittelspeicher
8	Tankleitung
9	Druckumsetzer (erste Ausführungsvariante)
9'	Druckumsetzer (zweite Ausführungsvariante)
9.1	Niederdruckraum
9.2	Hochdruckraum
9Z	Zylinder
9K	Kolben
9S	Kolbenstange
9W	Wegaufnehmer

10.1	Druckumsetzer-Niederdruckleitung
10.2	Druckumsetzer-Hochdruckleitung
11	Vorpreßventil
12	Niederdruckkammer-Auslaßventil
5 13	Niederdruckkammer-Einlaßventil
14	Hauptpreß-Ventil
15	Sperrventil
16	Druckentlastungsventil
17	3-Wege-Ventil
10 18	Rückschlagventil
19	Preßleitung
20	Steuergerät
21	Pressensicherheits-Senk- und Rückzugssteuerung
15 22	Druckaufnehmer
23	erste Pumpe
24	Welle
25	zweite Pumpe
26	Tank

Patentansprüche

1. Hydraulische Presse mit einer Steuervorrichtung, mit einem Pressenzylinder (1), einem Vorratsbehälter (2), einer Ventilgruppe (3), einem Druckmittelspeicher (7) und einer Hydraulikpumpe (6), wobei Pressenzylinder (1), Vorratsbehälter (2), Ventilgruppe (3), Druckmittelspeicher (7) und Hydraulikpumpe (6) mittels einer Zylinderleitung (4), einer Speicherleitung (5) und einer Tankleitung (8) untereinander verbunden sind, wobei der Ventilgruppe (3) ein Druckumsetzer (9; 9') zugeordnet ist, der als Druckübersetzer und als Druckumsetzer betreibbar ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ventilgruppe (3) zum Aufbau eines Vordrucks im Pressenzylinder (1) derart ansteuerbar ist, daß das Druckmittel aus dem Druckmittelspeicher (7) zum Druckumsetzer (9; 9') strömt und zur Entlastung der Presse mit Spannungsabbau und Dekompression derart ansteuerbar ist, daß das Druckmittel vom Pressenzylinder (1) zum Druckmittelspeicher (7) strömt.
2. Hydraulische Presse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Druckumsetzer (9) aus einem in einem Zylinder (9Z) verschiebbaren Kolben (9K) und einer mit dem Kolben (9K) starr verbundenen Kolbenstange (9S) besteht, wobei der Druckumsetzer (9) einen Niederdruckraum (9.1) und einen Hochdruckraum (9.2) aufweist, die voneinander durch den Kolben (9K) getrennt sind, und daß der Niederdruckraum (9.1) einen größeren Querschnitt $A_{9,1}$ aufweist als der Hochdruckraum (9.2), der einen Querschnitt $A_{9,2}$ besitzt.
3. Hydraulische Presse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Druckumsetzer (9') aus einer ersten Pumpe (23) mit größerem spezifischen

- Fördervolumen und einer zweiten Pumpe (25) mit kleinerem spezifischen Fördervolumen besteht, die starr mittels einer Welle (24) verbunden sind, wobei die eine Seite der ersten Pumpe (23) als Niederdruckraum (9.1) wirkt und die eine Seite der zweiten Pumpe (25) als Hochdruckraum (9.2) wirkt.
4. Hydraulische Presse nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Niederdruckraum (9.1) über eine Druckumsetzer-Niederdruckleitung (10.1) an die Ventilgruppe (3) angeschlossen ist und daß diese Druckumsetzer-Niederdruckleitung (10.1) verbunden ist
- mit einem Vorpreßventil (11), dessen zweiter Anschluß an der Zylinderleitung (4) liegt,
 - mit einem Niederdruckkammer-Einlaßventil (13), dessen zweiter Anschluß an der Speicherleitung (5) liegt, und
 - mit einem Niederdruckkammer-Auslaßventil (12), dessen zweiter Anschluß an der Tankleitung (8) liegt, und daß der Hochdruckraum (9.2) über eine Druckumsetzer-Hochdruckleitung (10.2) an die Ventilgruppe (3) angeschlossen ist und daß diese Druckumsetzer-Hochdruckleitung (10.2) verbunden ist
 - mit einem Hauptpreß-Ventil (14), dessen zweiter Anschluß an der Zylinderleitung (4) liegt,
 - mit einem Sperrventil (15), dessen zweiter Anschluß an der Speicherleitung (5) liegt, und
 - über ein Rückschlagventil (18) und eine Preßleitung (19) mit einem 3-Wege-Ventil (17), dessen zweiter Anschluß an der Speicherleitung (5) liegt, und dessen dritter Anschluß an der Tankleitung (8) liegt.
5. Hydraulische Presse nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das 3-Wege-Ventil (17) proportional steuerbar ist.
6. Hydraulische Presse nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen der Zylinderleitung (4) und der Tankleitung (8) ein Druckentlastungsventil (16) angeordnet ist.
7. Hydraulische Presse nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** Vorpreßventil (11), Niederdruckkammer-Einlaßventil (13), Niederdruckkammer-Auslaßventil (12), Hauptpreß-Ventil (14), Sperrventil (15) und Druckentlastungsventil (16) elektrisch steuerbare AUF-ZU-Ventile sind.
8. Verfahren zur Steuerung einer hydraulischen Presse mit einem Pressenzylinder (1), einem Vorratsbehälter (2), einer Ventilgruppe (3), einem Druckmittelspeicher (7) und einer Hydraulikpumpe (6), wobei Pressenzylinder (1), Vorratsbehälter (2), Ventilgruppe (3), Druckmittelspeicher (7) und Hydraulikpumpe (6) mittels einer Zylinderleitung (4) einer Speicherleitung (5) und einer Tankleitung (8) untereinander verbunden sind, bei dem ein der Ventilgruppe (3) zugeordneter Druckumsetzer (9; 9') als Druckübersetzer und als Druckuntersetzer betreibbar ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ventilgruppe (3) zum Aufbau eines Vordrucks im Pressenzylinder (1) so angesteuert wird, daß das Druckmittel aus dem Druckmittelspeicher (7) zum Druckumsetzer (9; 9') strömt und zum Entlasten der Presse mit Spannungsabbau und Dekompression derart angesteuert wird, daß das Druckmittel vom Pressenzylinder (1) zum Druckmittelspeicher (7) strömt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Ventilgruppe (3) gemäß den Ansprüchen 3 und 5 angeordnete Ventile in der Weise betrieben werden,
- daß in einem ersten Verfahrensschritt durch Ansteuerung des 3-Wege-Ventils (17) und des Vorpreßventils (11) der Druckumsetzer (9; 9') als Druckuntersetzer wirkt und im Pressenzylinder (1) ein Vordruck aufgebaut wird,
 - daß in einem weiteren Verfahrensschritt durch Ansteuerung des Sperrventils (15) und des Hauptpreß-Ventils (14) im Pressenzylinder (1) ein Druck aufgebaut wird, der vorwählbar ist und maximal dem Druck im Druckmittelspeicher (7) entspricht,
 - daß in einem daran anschließenden weiteren Verfahrensschritt durch Ansteuerung des Hauptpreß-Ventils (14) und des Niederdruckkammer-Einlaßventils (13) der Druckumsetzer (9; 9') als Druckübersetzer wirkt und im Pressenzylinder (1) ein Druck aufgebaut wird, der höher ist als der Druck im Druckmittelspeicher (7),
 - daß in einem daran anschließenden weiteren Verfahrensschritt durch Ansteuerung des Hauptpreß-Ventils (14) und des Sperrventils (15) der im Pressenzylinder (1) herrschende Druck abgebaut wird, bis er so hoch ist wie der Druck im Druckmittelspeicher (7),
 - daß gegebenenfalls in einem daran anschließenden weiteren Verfahrensschritt durch Ansteuerung des Hauptpreß-Ventils (14) und des Niederdruckkammer-Auslaßventils (12) der Kolben (9K) des Druckumsetzers (9) in eine für einen nächsten Pressentakt gewünschte Position gebracht wird, und
 - daß zuletzt durch Ansteuerung des Druckentlastungsventils (16) der Restdruck im Pressenzylinder (1) abgebaut wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Abschluß an den ersten Verfahrensschritt dieser erste Verfahrensschritt wiederholt

wird, wobei durch eine modifizierte Ansteuerung des 3-Wege-Ventils ein höherer Vordruck aufgebaut wird.

11. Verwendung einer hydraulischen Presse nach den Ansprüchen 1 bis 7 und gemäß dem Verfahren nach den Ansprüchen 8 bis 10 für die Formgebung keramischer Teile wie Fliesen.

Claims

1. A hydraulic press with a controller, having a pressing cylinder (1), a reservoir (2), a valve group (3), a pressure medium reservoir (7) and a hydraulic pump (6), the pressing cylinder (1), the reservoir (2), the valve group (3), the pressure medium reservoir (7) and the hydraulic pump (6) being connected together by means of a cylinder line (4), a reservoir line (5) and a tank line (8), a pressure converter (9; 9') being assigned to the valve group (3) and which can be operated as a pressure amplifier and as a pressure reducer, **characterised in that** the valve group (3) can be controlled to establish a primary pressure in the pressing cylinder (1) such that the pressure medium flows out of the pressure medium reservoir (7) to the pressure converter (9; 9') and can be controlled to discharge the press by reducing the stress and by decompression such that the pressure medium flows from the pressing cylinder (1) to the pressure medium reservoir (7).
2. The hydraulic press according to Claim 1, **characterised in that** the pressure converter (9) comprises a piston (9K) that can be moved within a cylinder (9Z) and a piston rod (9S) connected rigidly to the piston (9K), the pressure converter (9) having a low-pressure chamber (9.1) and a high-pressure chamber (9.2) which are separated from one another by the piston (9K), and that the low-pressure chamber (9.1) has a larger cross-section $A_{9.1}$ than the high-pressure chamber (9.2) which has a cross-section $A_{9.2}$.
3. The hydraulic press according to Claim 1, **characterised in that** the pressure converter (9') comprises a first pump (23) with a greater specific delivery volume and a second pump (25) with a smaller specific delivery volume which are connected rigidly by means of a shaft (24), the one side of the first pump (23) acting as a low-pressure chamber (9.1) and the one side of the second pump (25) acting as a high-pressure chamber (9.2).
4. The hydraulic press according to Claim 2 or 3, **characterised in that** the low-pressure chamber (9.1) is connected to the valve group (3) by means of a pressure converter low-pressure line (10.1), and that this

pressure converter low-pressure line (10.1) is connected

- 5
- to a pre-press valve (11) the second connection of which lies on the cylinder line (4),
 - to a low-pressure chamber inlet valve (13) the second connection of which lies on the reservoir line (5), and
 - to a low-pressure chamber outlet valve (12) the second connection of which lies on the tank line (8),
- 10
- and that the high pressure chamber (9.2) is connected by means of a pressure converter high-pressure line (10.2) to the valve group (3), and that this pressure converter high-pressure line (10.2) is connected
- to a main press valve (14) the second connection of which lies on the cylinder line (4),
 - to a closing valve (15) the second connection of which lies on the reservoir line (5), and
 - by means of a check valve (18) and a press line (19) to a 3-way valve (17) the second connection of which lies on the reservoir line (5), and the third connection of which lies on the tank line (8).
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
5. The hydraulic press according to Claim 4, **characterised in that** the 3-way valve (17) is proportionally controllable.
6. The hydraulic press according to Claim 4 or 5, **characterised in that** a pressure release valve (16) is disposed between the cylinder line (4) and the tank line (8).
7. The hydraulic press according to Claim 6, **characterised in that** the pre-press valve, the low-pressure chamber inlet valve (13), the low-pressure chamber outlet valve (12), the main press valve (14), the closing valve (15) and the pressure release valve (16) are electrically controllable OPEN-CLOSED valves.
8. A method of controlling a hydraulic press having a pressing cylinder (1), a reservoir (2), a valve group (3), a pressure medium reservoir (7) and a hydraulic pump (6), the pressing cylinder (1), the reservoir (2), the valve group (3), the pressure medium reservoir (7) and the hydraulic pump (6) being connected together by means of a cylinder line (4), a reservoir line (5) and a tank line (8) with which a pressure converter (9; 9') assigned to the valve group (3) can be operated as a pressure amplifier and as a pressure reducer, **characterised in that** the valve group (3) is controlled to establish a preliminary pressure in the pressing cylinder (1) such that the pressure medium flows out of the pressure medium reservoir (7) to the pressure converter (9; 9') and is controlled to discharge the press by reducing the stress and by

decompression such that the pressure medium flows from the pressing cylinder (1) to the pressure medium reservoir (7).

9. The method according to Claim 8, **characterised in that** valves disposed in the valve group (3) according to Claims 3 and 5 are operated such that

- in a first procedural step, by controlling the 3-way valve (17) and the pre-press valve (11) the pressure converter (9; 9') acts as a pressure reducer and a preliminary pressure is established in the pressing cylinder (1),

- in a further procedural step, by controlling the closing valve (15) and the main press valve (14) a pressure is established in the pressing cylinder (1) which can be pre-selected and corresponds as a maximum to the pressure in the pressure medium reservoir (7),

- in a subsequent further procedural step, by controlling the main press valve (14) and the low-pressure chamber inlet valve (13) the pressure converter (9; 9') acts as a pressure amplifier and a pressure is established in the pressing cylinder (1) which is higher than the pressure in the pressure medium reservoir (7),

- in a subsequent further procedural step, by controlling the main press valve (14) and the closing valve (15) the pressure prevailing in the pressing cylinder (1) is reduced until it is at the same level as the pressure in the pressure medium reservoir (7),

- if appropriate, in a subsequent further procedural step, by controlling the main press valve (14) and the low-pressure chamber outlet valve (12) the piston (9K) of the pressure converter (9) is brought into a position desired for a next pressing cycle, and

- finally, by controlling the pressure release valve (16) the residual pressure in the pressing cylinder (1) is reduced.

10. The method according to Claim 9, **characterised in that** after completion of the first procedural step, this first procedural step is repeated, by means of modified control of the 3-way valve a higher preliminary pressure being established.

11. The use of a hydraulic press according to Claims 1 to 7 and according to the method according to Claims 8 to 10 for the forming of ceramic parts as tiles.

Revendications

1. Presse hydraulique pourvue d'un dispositif de commande comportant un cylindre (1) de presse, un réservoir de stockage (2), un ensemble soupape (3),

un accumulateur de fluide sous pression (7) et une pompe hydraulique (6), dans laquelle le cylindre (1) de presse, le réservoir de stockage (2), l'ensemble soupape (3), l'accumulateur de fluide sous pression (7) et la pompe hydraulique (6) sont en relation réciproque par le biais d'une conduite (4) de cylindre, d'une conduite (5) d'accumulateur et d'une conduite (8) de réservoir, un convertisseur de pression (9 ; 9'), susceptible de fonctionner comme multiplicateur de pression et comme réducteur de pression, étant affecté à l'ensemble soupape (3), **caractérisée en ce que** l'ensemble soupape (3) est susceptible d'être commandé pour générer une pression amont dans le cylindre (1) de presse telle que le fluide sous pression s'écoule de l'accumulateur de fluide sous pression (7) vers le convertisseur de pression (9 ; 9'), et est susceptible d'être commandé pour décharger la presse avec relaxation des contraintes et décompression de sorte que le fluide sous pression s'écoule du cylindre (1) de presse vers l'accumulateur de fluide sous pression (7).

2. Presse hydraulique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le convertisseur de pression (9) se compose d'un piston (9K) mobile dans un cylindre (9Z) et d'une tige de piston (9S) solidaire du piston (9K), le convertisseur de pression (9) présentant une chambre basse pression (9.1) et une chambre haute pression (9.2) séparées l'une de l'autre par le piston (9K), et **en ce que** la chambre basse pression (9.1) présente une section transversale $A_{9,1}$ supérieure à la section transversale $A_{9,2}$ de la chambre haute pression (9.2).

3. Presse hydraulique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le convertisseur de pression (9') se compose d'une première pompe (23) ayant un volume de refoulement spécifique relativement important et d'une deuxième pompe (25) ayant un volume de refoulement spécifique relativement moins important et qui sont raccordées solidaires l'une de l'autre au moyen d'un arbre (24), un côté de la première pompe (23) ayant fonction de chambre basse pression (9.1) et un côté de la deuxième pompe (25) ayant fonction de chambre haute pression (9.2).

4. Presse hydraulique selon la revendication 2 ou 3, **caractérisée en ce que** la chambre basse pression (9.1) est raccordée à l'ensemble soupape (3) par le biais d'une conduite basse pression (10.1) du convertisseur de pression et **en ce que** cette conduite basse pression (10.1) du convertisseur de pression est raccordée

- à une soupape de précompression (11) dont le deuxième raccordement se situe au niveau de la conduite (4) de cylindre,
- à une soupape d'entrée (13) de chambre basse

- pression dont le deuxième raccordement se situe au niveau de la conduite (5) d'accumulateur, et
- à une soupape de sortie (12) de chambre basse pression, dont le deuxième raccordement se situe au niveau de la conduite (8) de réservoir, et **en ce que** la chambre haute pression (9.2) est raccordée à l'ensemble soupape (3) par le biais d'une conduite haute pression (10.2) du convertisseur de pression et **en ce que** cette conduite haute pression (10.2) du convertisseur de pression est raccordée
 - à une soupape de pression principale (14), dont le deuxième raccordement se situe au niveau de la conduite (4) de cylindre,
 - à une soupape de blocage (15), dont le deuxième raccordement se situe au niveau de la conduite (5) d'accumulateur, et
 - via un clapet de non-retour (18) et une conduite sous pression (19), à une soupape 3 voies (17), dont le deuxième raccordement se situe au niveau de la conduite (5) d'accumulateur, et dont le troisième raccordement se situe au niveau de la conduite (8) de réservoir.
5. Presse hydraulique selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la soupape 3 voies (17) peut être commandée proportionnellement.
6. Presse hydraulique selon la revendication 4 ou 5, **caractérisée en ce qu'**une soupape de décompression (16) est agencée entre la conduite (4) de cylindre et la conduite (8) de réservoir.
7. Presse hydraulique selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** la soupape de précompression (11), la soupape d'entrée (13) de chambre basse pression, la soupape de sortie (12) de chambre basse pression, la soupape de pression principale (14), la soupape de blocage (15) et la soupape de décompression (16) sont des soupapes ouvert-fermé pouvant être commandées par voie électrique.
8. Procédé de commande d'une presse hydraulique comportant un cylindre (1) de presse, un réservoir de stockage (2), un ensemble soupape (3), un accumulateur de fluide sous pression (7) et une pompe hydraulique (6), dans lequel le cylindre (1) de presse, le réservoir de stockage (2), l'ensemble soupape (3), l'accumulateur de fluide sous pression (7) et la pompe hydraulique (6) sont en relation réciproque par le biais d'une conduite (4) de cylindre, d'une conduite (5) d'accumulateur et d'une conduite (8) de réservoir, procédé suivant lequel un convertisseur de pression (9 ; 9') affecté à l'ensemble soupape (3) est susceptible de fonctionner comme multiplicateur de pression et comme réducteur de pression, **caractérisé en ce que** l'ensemble soupape (3) est susceptible

d'être commandé pour créer une pression amont dans le cylindre (1) de presse de sorte que le fluide sous pression s'écoule de l'accumulateur de fluide sous pression (7) vers le convertisseur de pression (9 ; 9'), et est susceptible d'être commandé pour décharger la presse avec relaxation des contraintes et décompression de sorte que le fluide sous pression s'écoule du cylindre (1) de presse vers l'accumulateur de fluide sous pression (7).

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les soupapes agencées dans l'ensemble soupape (3) selon les revendications 3 et 5 sont actionnées de telle sorte que

- dans une première étape de procédé, une commande de la soupape 3 voies (17) et de la soupape de précompression (11) entraîne le fonctionnement du convertisseur de pression (9 ; 9') comme réducteur de pression et la création, dans le cylindre (1) de presse, d'une pression amont,
- dans une étape de procédé suivante, une commande de la soupape de blocage (15) et de la soupape de pression principale (14) entraîne la formation d'une pression dans le cylindre (1) de presse, laquelle est susceptible d'être présélectionnée et correspond, au maximum, à la pression régnant dans l'accumulateur de fluide sous pression (7),
- dans une autre étape de procédé subséquente, une commande de la soupape de pression principale (14) et de la soupape d'entrée (13) de chambre basse pression entraîne le fonctionnement du convertisseur de pression (9 ; 9') comme multiplicateur de pression et la création, dans le cylindre (1) de presse, d'une pression qui est supérieure à la pression régnant dans l'accumulateur de fluide sous pression (7),
- dans une autre étape de procédé subséquente, une commande de la soupape de pression principale (14) et de la soupape de blocage (15) entraîne une baisse de la pression régnant dans le cylindre (1) de presse qui finit par atteindre la pression régnant dans l'accumulateur de fluide sous pression (7),
- éventuellement, dans une autre étape de procédé subséquente, une commande de la soupape de pression principale (14) et de la soupape de sortie (12) de chambre basse pression entraîne le passage du piston (9K) du convertisseur de pression (9) dans une position souhaitée pour le prochain cycle de presse, et
- enfin, une commande de la soupape de décompression (16) entraîne la baisse de la pression résiduelle dans le cylindre (1) de presse.

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisée en**

ce que la première étape de procédé est immédiatement répétée, une commande modifiée de la soupape 3 voies entraînant la création d'une plus forte pression amont.

5

11. Utilisation d'une presse hydraulique selon les revendications 1 à 7 et conformément au procédé selon les revendications 8 à 10 pour le formage de pièces céramiques telles que des carreaux.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

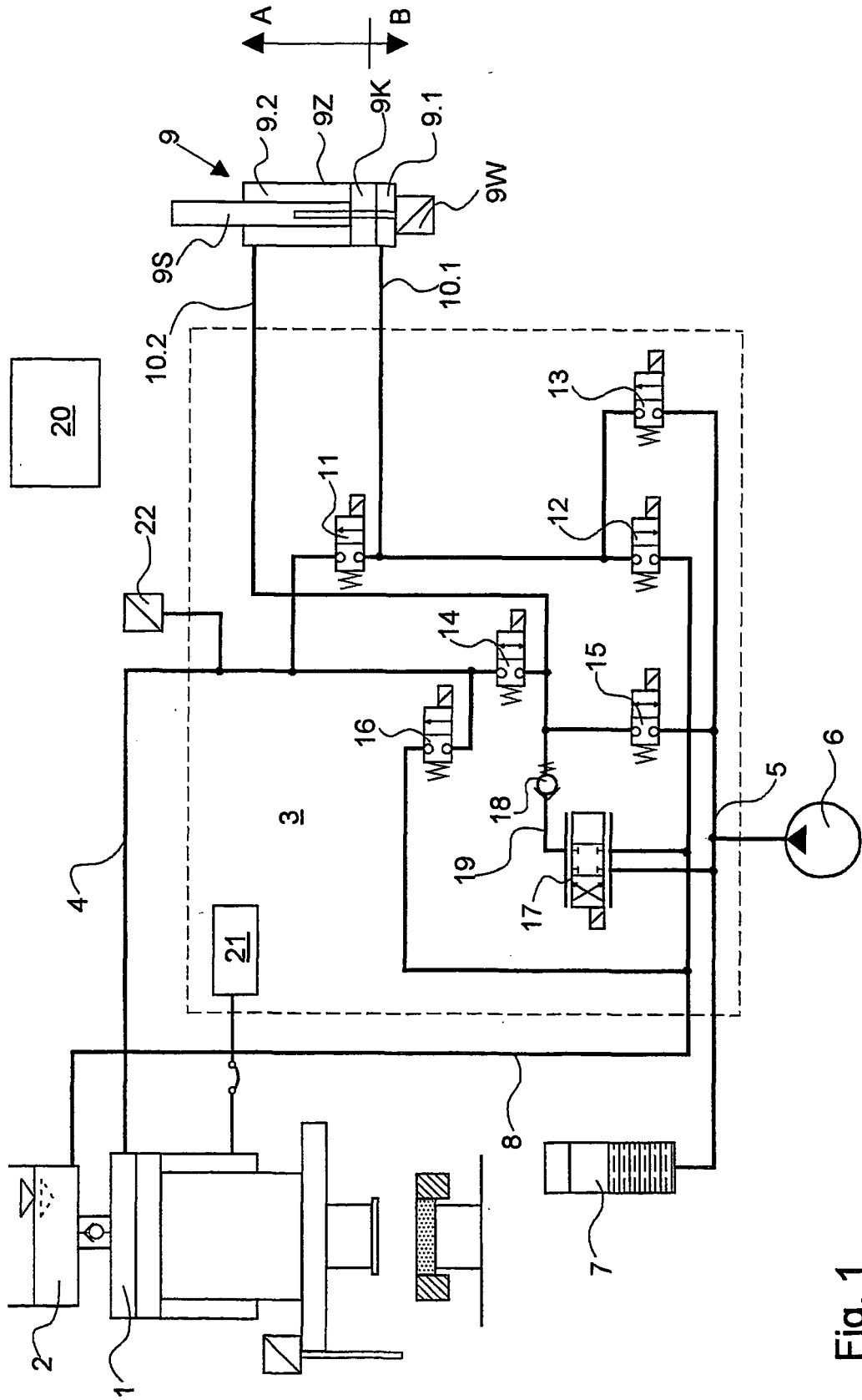


Fig. 1

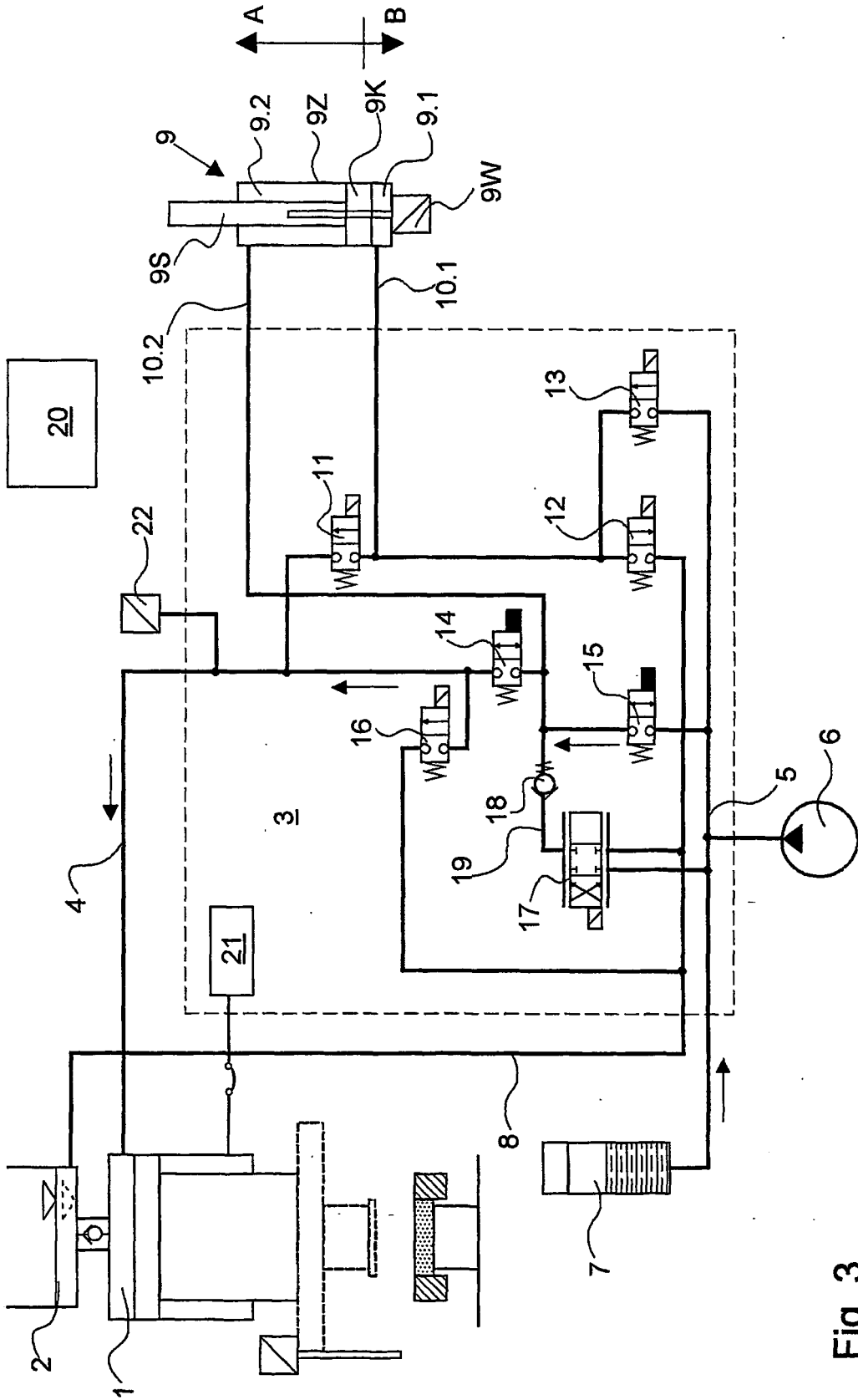


Fig. 3

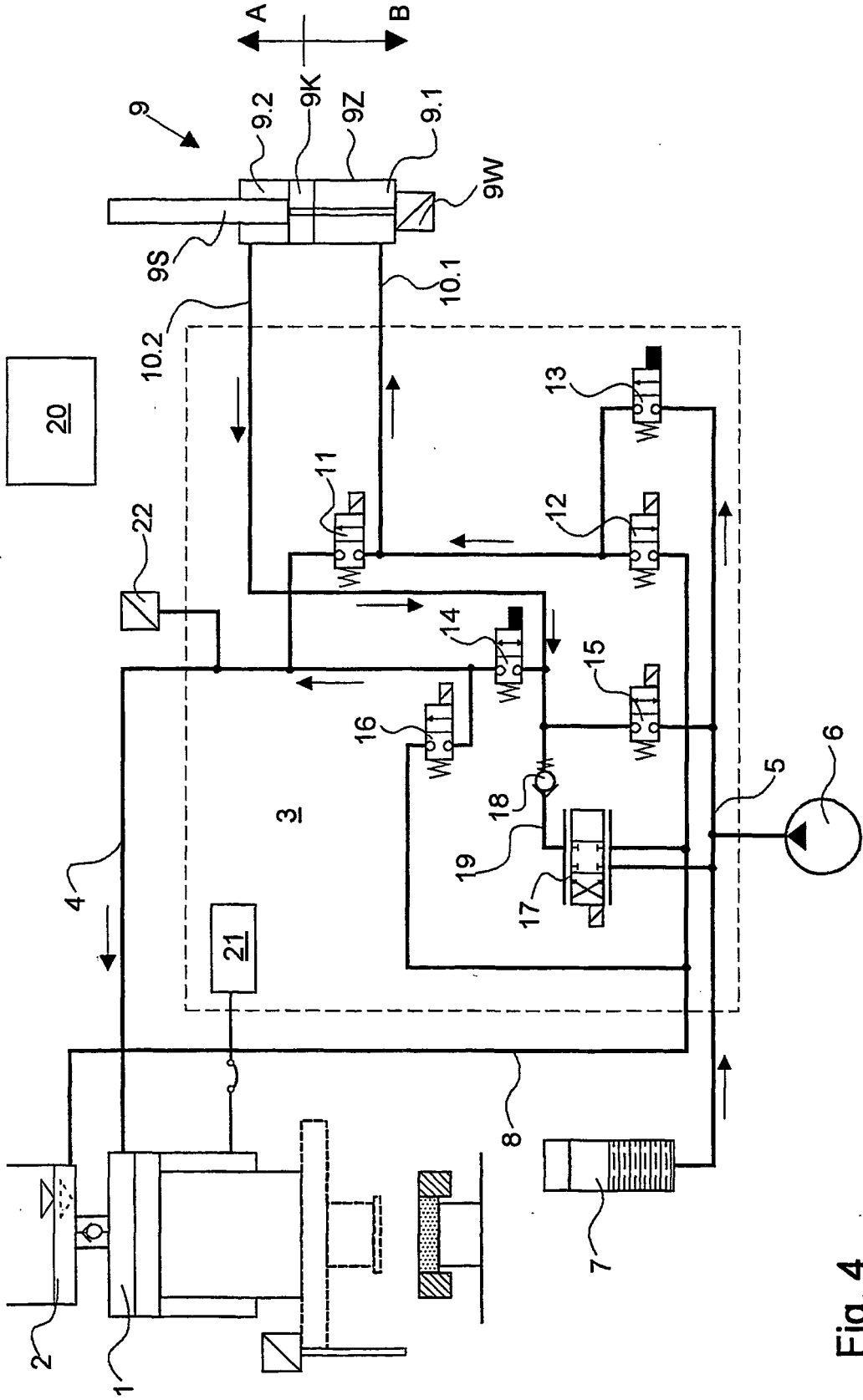


Fig. 4

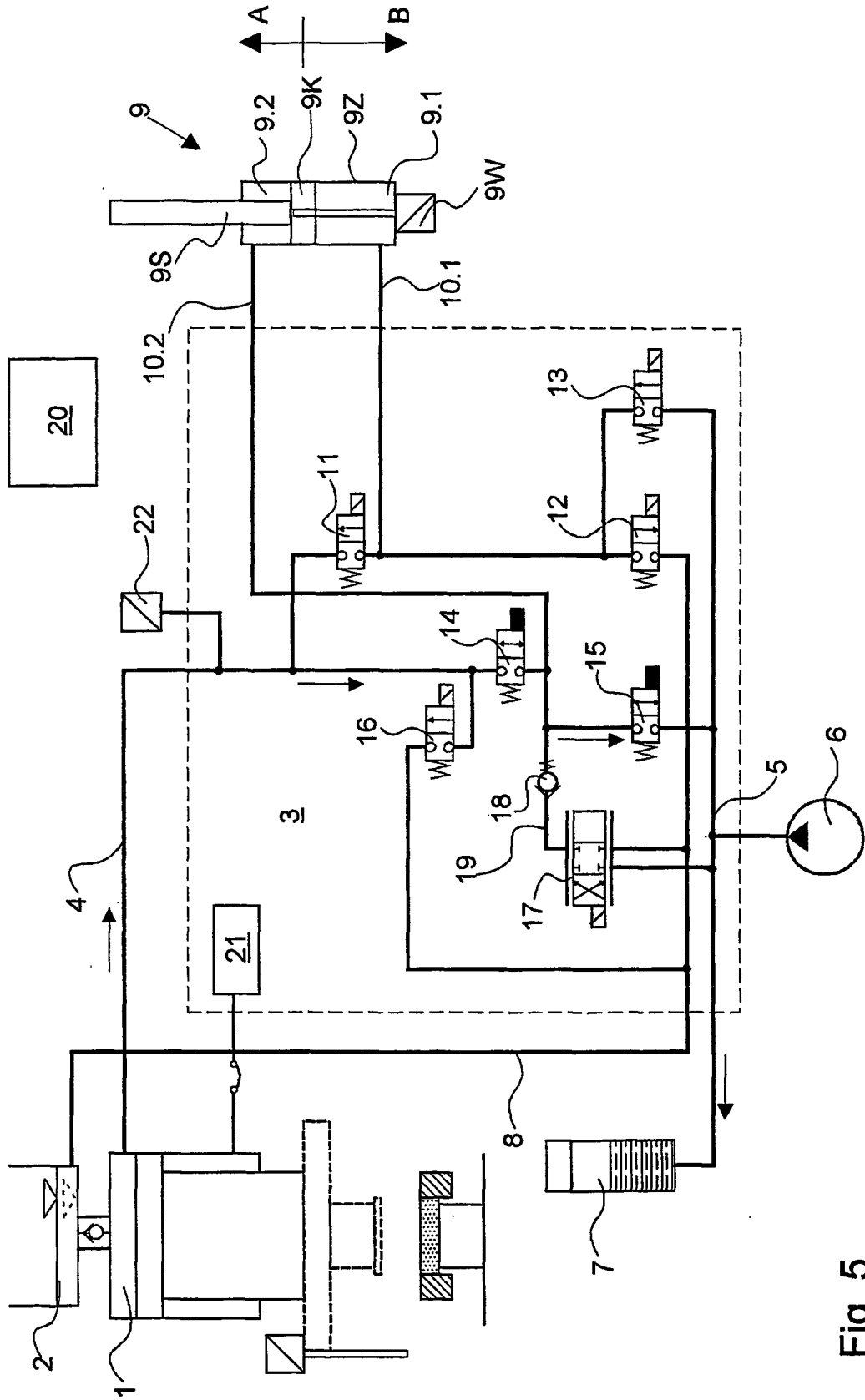


Fig. 5

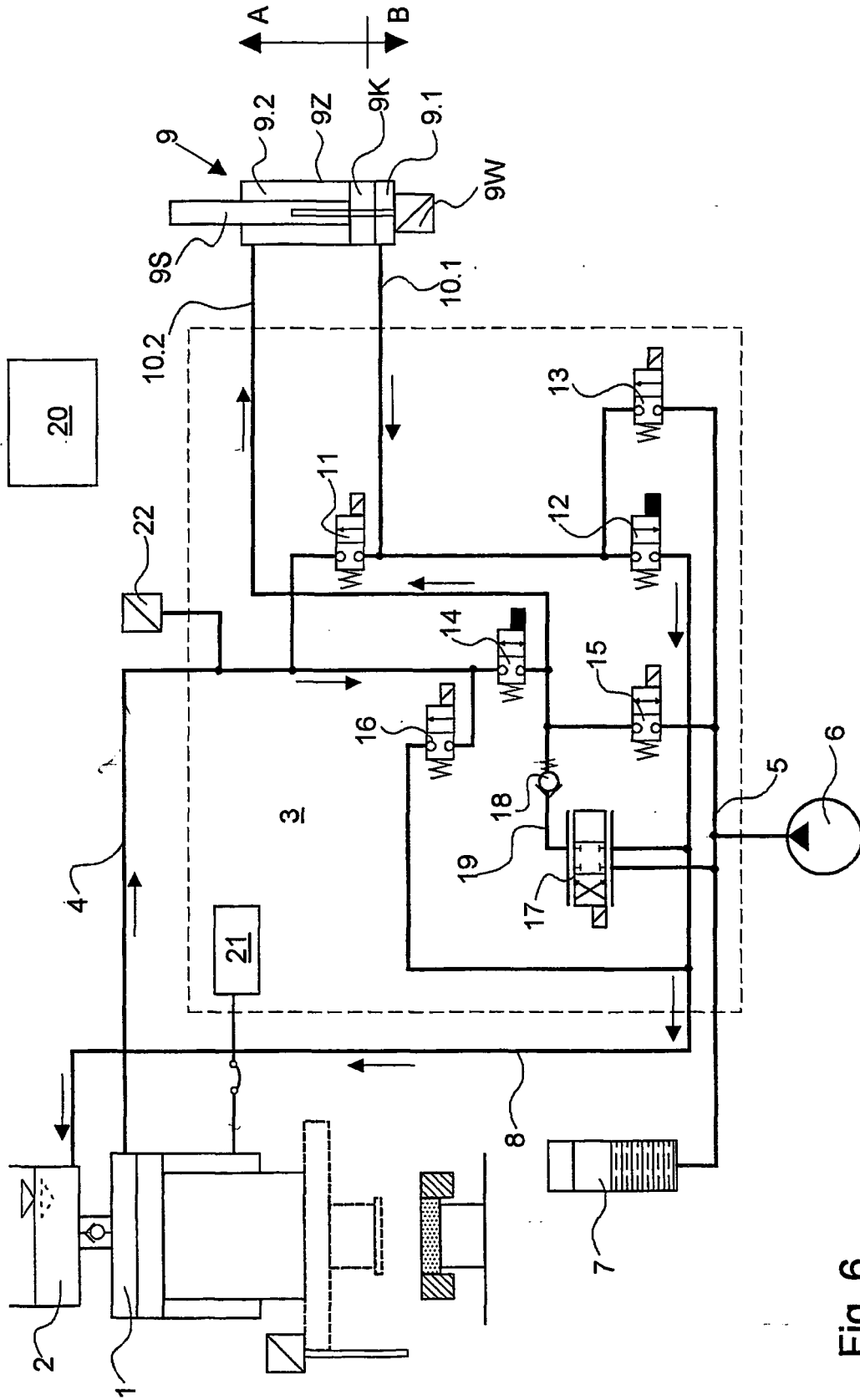


Fig. 6

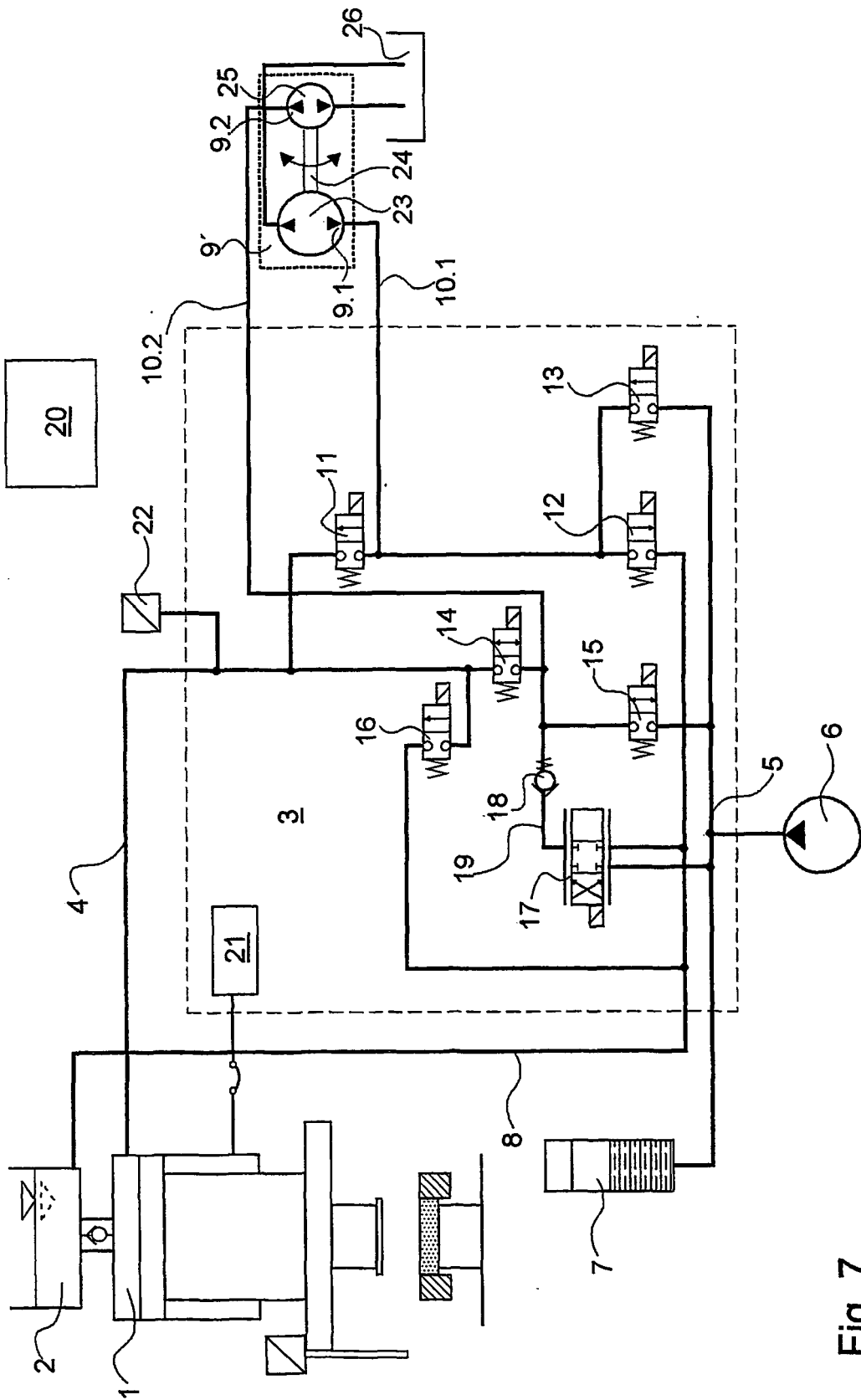


Fig. 7

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4320213 A1 [0003]
- JP 63256300 A [0004]
- US 5852933 A [0005]
- DE 4436666 A1 [0005]
- DE 4308344 A1 [0006] [0007]