

(19)



(11)

EP 3 034 889 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
12.09.2018 Patentblatt 2018/37

(51) Int Cl.:
F15B 3/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14198888.1**

(22) Anmeldetag: **18.12.2014**

(54) **Druckübersetzer mit Spannhülse**

Pressure transducer with clamping sleeve

Multiplicateur de pression doté de douille de serrage

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.06.2016 Patentblatt 2016/25

(73) Patentinhaber: **Scanwill Fluid Power ApS**
2620 Albertslund (DK)

(72) Erfinder: **Iversen, Jesper Will**
2620 Albertslund (DK)

(74) Vertreter: **Misselhorn, Hein-Martin**
Patent- und Rechtsanwalt
Donaustrasse 6
85049 Ingolstadt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-95/13478 DE-A1-102006 038 862
DE-C1- 19 633 258 US-A- 2 931 218
US-A- 3 676 022 US-A- 3 848 414

EP 3 034 889 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 betrifft einen vorzugsweise hydraulischen Druckverstärker nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Solche Druckverstärker bestehen in der Regel aus zwei oder mehr massiven Zylinderblockelementen, die zu einem Zylinderblock zusammengefügt sind. Aufgrund der oft mehrere hundert oder z. T. über tausend Bar betragenden Innendrucke müssen die Zylinderblockelemente mithilfe von mehreren Schrauben gegeneinander verspannt werden, die die Zylinderblockelemente in Richtung parallel zu deren Längsachse durchdringen. Diese Schrauben, die meist als Dehnschrauben ausgeführt sind, beanspruchen wertvollen Bauraum im Inneren der Zylinderblockelemente, der nicht mehr zur Ausführung von Arbeitsräumen für den oder die Druckverstärkerkolben und den oder die Steuerkolben zur Verfügung steht und auch die Realisierung der Verbindungsleitungen behindert. Dies steht dem Bemühen im Wege, bei gleicher Leistungsfähigkeit einen möglichst klein bauenden Druckverstärker zu schaffen und optional auch das Gewicht des überwiegend aus massiven Metallteilen bestehenden Druckverstärkers zu verringern.

[0003] Andere, eher für vergleichsweise niedrigen Druck konzipierte Druckverstärker sind röhrenartig aufgebaut. Sie bestehen aus einem den Zylinder bildenden Rohr, in das weitere Bauteile eingeschraubt sind, z. B. ein Zylinderkopf. Insoweit wird auf das US-Patent 2 931 218 verwiesen sowie auf die internationale Patentanmeldung WO 95/13478.

[0004] Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der Erfindung, einen aus mehreren Zylinderblockelementen zusammengesetzten Druckverstärker zu schaffen, der kleinere Abmessungen aufweist, insbesondere dessen Durchmesser gegenüber den bislang bekannten Druckverstärkern weiter verringert werden kann.

[0005] Diese Aufgabe wird mithilfe eines Druckverstärkers für Fluide gelöst, der nach Maßgabe des Hauptanspruchs gestaltet ist.

[0006] Mit dem Begriff "Druckverstärker" wird im Sinne der Erfindung ein Gerät bezeichnet, das selbsttätig ein unter höherem Druck auszugebendes Fluid mithilfe eines unter niedrigerem Druck eingespeisten Fluides erzeugt, ohne dass zur Druckerhöhung auf anderem Wege als über das unter niedrigerem Druck eingespeiste Fluid Energie von außen aufgebracht wird. Ein solcher Druckübersetzer eignet sich insbesondere für Hydraulikflüssigkeiten. Das unter höherem Druck ausgegebene Fluid kann das gleiche Fluid sein wie das unter niedrigerem Druck ausgegebene Fluid oder diese beiden Fluide können sich unterscheiden, etwa wenn ein Hochdruckwasserstahl zur Kanalreinigung mit Hilfe mit einer fahrzeugeigenen Niederdruckhydraulik erzeugt werden soll.

[0007] Der erfindungsgemäße Druckübersetzer umfasst einen Zylinderblock, der aus mehreren scheiben- oder klotzartigen, und meist bis auf die Bohrungen, die die hydraulischen Verbindungsleitungen und die Zylinder-

derräume bzw. sonstige Funktionsräume bereitstellen, vollständig massiven Zylinderblockelementen zusammengefügt ist. In dem Zylinderblock bewegen sich ein Druckverstärkerkolben und ein Steuerkolben zyklisch hin und her. Dabei bildet der Druckverstärkerkolben, der in der Regel als Differentialkolben bzw. Stufenkolben ausgeführt ist, in dem Zylinderblock mindestens einen Hochdruckarbeitsraum und mindestens einen Niederdruckarbeitsraum. Der Steuerkolben steuert in unmittelbarer Abhängigkeit von der Position des Druckverstärkerkolbens die Bewegung des Druckverstärkerkolbens.

[0008] Der Steuerkolben wird dabei im Regelfall allein durch das im Zylinderblock befindliche Fluid betätigt.

[0009] Bei alledem weist der Zylinderblock zumindest einen externen Niederdruckanschluss und zumindest einen externen Hochdruckanschluss sowie im Regelfall mindestens einen externen Tankanschluss bzw. drucklosen Anschluss auf, die jeweils eine (im Regelfall die einzige) Schnittstelle des Druckverstärkers zur Umgebung außerhalb seines Zylinderblocks bilden. Der erfindungsgemäße Druckübersetzer zeichnet sich dadurch aus, dass die Zylinderblockelemente als ganze und überwiegend oder sogar vollständig innerhalb einer Spannhülse angeordnet sind und die Spannhülse die Zylinderblockelemente in einer definierten Position in Kontakt miteinander hält und sie gegeneinander vorspannt, idealerweise so, dass die Belastung in der Wand der Spannhülse keine schwellende Belastung ist, die bei jedem Arbeitstakt zwischen einer Zugspannung $\sigma \sim "0"$ und $\sigma = "Maximalwert"$ an- und abschwilt, sondern dauerhaft mindestens 30 % von $\sigma = "Maximalwert"$ beträgt.

[0010] Auf diese Art und Weise brauchen in der überwiegenden Zahl der Fälle im Inneren des Druckübersetzers keine Schrauben und insbesondere keine Dehnschrauben mehr vorgesehen werden, die dort Bauraum beanspruchen, der zur Gestaltung eines kompakten Druckübersetzers an und für sich vom Druckverstärkerkolben, vom Steuerkolben und den zugehörigen Verbindungsleitungen benötigt wird.

[0011] In nur der patentrechtlichen Vollständigkeit halber genannten und beanspruchten Ausnahmefällen ist der erfindungsgemäße Druckverstärker so gestaltet, dass zumindest der überwiegende Teil der Vorspannung, mit der die Zylinderblockelemente gegeneinander vorgespannt werden, durch die Spannhülse aufgebracht wird, so dass im Innenbereich des Zylinderblocks nur schlankere bzw. kürzere und/oder weniger die Zylinderblockelemente gegeneinanderpressende Schrauben vorgesehen werden müssen. Das ergibt bereits einen gewissen Bauraumgewinn und ermöglicht daher eine etwas kompaktere Gestaltung. Im Regelfall ist der Druckverstärker allerdings so gestaltet, dass parallel zu der Spannhülse keine zusätzlichen Schrauben eingebaut sind, die an der Erzeugung der Spannung, mit der die Zylinderblockelemente gegeneinander gehalten werden, beteiligt sind. Anzumerken ist noch, dass eventuell vorhandene kurze und/oder kleine Schrauben, die nicht

daran beteiligt sind, die Zylinderblockelemente gegeneinander zu pressen, sondern lediglich irgendwelche lokalen Anbauteile halten, irrelevant sind, die Erfindung also nicht stören.

[0012] Vorzugsweise ist der erfindungsgemäße Druckverstärker so gestaltet, dass die Spannhülse keine separaten Schrauben, sondern selbst ein Gewinde aufweist, mit dessen Hilfe die Spannung erzeugt wird, mit der die Zylinderblockelemente gegeneinander gepresst werden. Dabei ist das Gewinde vorzugsweise ein Innengewinde. Dieses erstreckt sich idealerweise nicht über die gesamte Länge der Spannhülse, die diese in Richtung ihrer Längsachse besitzt, aber zumindest über 25 % dieser Länge, besser mindestens 50 %. So kann man als Faustformel sagen, dass die nutzbare Länge eines als M60-Gewinde ausgeführten Gewindes bevorzugt mindestens 15 mm betragen sollte.

[0013] Vorzugsweise besitzt die Spannhülse einen radial einwärts in Richtung ihrer Mittellängsachse ragenden, vorzugsweise als in Umfangsrichtung in sich geschlossene Ringschulter ausgebildeten Haltevorsprung. An diesen Haltevorsprung kann ein erstes, an seinem Außenumfang vorzugsweise gewindefreies Zylinderblockelement formschlüssig angelegt werden. Der Haltevorsprung der Spannhülse bildet dadurch ein Widerlager, gegen das ein zweites Zylinderblockelement mithilfe der Spannhülse vorgespannt wird. Das gestattet es, nur eines der Zylinderblockelemente mit einem teuren Außengewinde versehen zu müssen.

[0014] Der Haltevorsprung weist vorzugsweise eine Zentrierschräge auf, d. h. eine Schräge, die eine Fläche bildet, welche so geneigt ist, dass das gegen sie anliegende Zylinderblockelement in eine zur Mittellängsachse konzentrische Position gezwungen wird. Dadurch kommt es automatisch zur korrekten Positionierung des gegen das Halteelement der Spannhülse anliegenden Zylinderblockelements.

[0015] Vorzugsweise besitzt der erfindungsgemäße Druckverstärker einen Zylinderblock aus mindestens drei Zylinderblockelementen, die in der Spannhülse entlang von deren Längsachse hintereinander angeordnet und gegeneinander vorgespannt sind. Das oder die jeweils zwischen zwei anderen Zylinderblockelementen gehaltene(n) Zylinderblockelement(e) sind selbst nicht unmittelbar mit der Spannhülse verbunden, sondern besitzen dieser gegenüber Spiel bzw. Freigang und sind nur von den benachbarten Zylinderblockelementen gehalten. Das erspart eine Präzisionsbearbeitung der Umfangsmantelfläche des oder der in Sandwich-Position eingebauten Zylinderblockelemente.

[0016] Dabei ist der Druckverstärker vorzugsweise so ausgebildet, dass sich die maximalen Außendurchmesser dreier Zylinderblockelemente unterscheiden, idealerweise so, dass die maximalen Außendurchmesser der entlang der Druckverstärkerlängsachse unmittelbar koaxial hintereinander angeordneten Zylinderblockelemente schrittweise immer eine Stufe größer werden. Das erleichtert das Einschieben und formschlüssige Arretie-

ren des Zylinderblocks in die Spannhülse.

[0017] Idealerweise ist der Hochdruckarbeitsraum vorzugsweise vollständig in einem Zylinderblockelement ausgebildet, während der Niederdruckarbeitsraum ebenfalls vorzugsweise vollständig in einem anderen Zylinderblockelement ausgebildet ist. Dabei ist es besonders günstig, wenn der Niederdruckarbeitsraum und/oder der Hochdruckarbeitsraum jeweils durch eine Bohrung ausgebildet wird, die das betreffende Zylinderblockelement vollständig durchdringt. Auf diese Art und Weise lassen sich die Innenumfangsflächen, die als Gleitflächen für den jeweiligen Kolben dienen, besonders gut mit der nötigen Präzision bearbeiten.

[0018] Im Rahmen einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die den Steuerkolben aufnehmende Bohrung von allen Zylinderblockelementen gemeinsam ausgebildet wird. Jedenfalls ist zweckmäßigerweise ein Zylinderblockelement vollständig von einer Bohrung durchdrungen, die an der Bildung der den Steuerkolben aufnehmenden Bohrung beteiligt ist.

[0019] Besonders bevorzugt ist es, den Druckverstärker für Fluide so auszugestalten, dass in den von der Spannhülse aufgenommenen Zylinderblockelementen alle für den Betrieb des Druckverstärkers erforderlichen Fluidleitungen zwischen dem Druckverstärkerkolben und dem Steuerkolben ausgebildet sind und/oder der Druckverstärker so gestaltet ist, dass der externe Hochdruckanschluss an der einen Stirnseite der von der Spannhülse aufgenommenen Zylinderblockelemente angeordnet ist, während der externe Niederdruckanschluss an der anderen Stirnseite der von der Spannhülse aufgenommenen Zylinderblockelemente angeordnet ist. Dies bietet eine besonders gute Bauraumausnutzung und erleichtert auch die Ausführung der externen Anschlüsse, die sich nicht gegenseitig behindern.

[0020] Aus Kostengründen sollte ein und idealerweise nur ein Zylinderblockelement ein mit dem Gewinde der Spannhülse korrespondierendes Gewinde tragen, vorzugsweise in Gestalt eines Außengewindes.

[0021] Besonders günstig ist es, wenn das besagte Zylinderblockelement nur entlang eines Teils seiner axialen Länge, der vorzugsweise maximal 60 % seiner gesamten axialen Länge entspricht, ein mit dem Gewinde der Spannhülse korrespondierendes Gewinde trägt.

[0022] Idealerweise wird die korrekte räumliche Positionierung der Zylinderblockelemente relativ zueinander durch Passmittel hergestellt, die unmittelbar zwischen den Zylinderblockelementen wirken. Die Passmittel sind vorzugsweise in Gestalt von Stiften und korrespondierenden Stiftaufnahmebohrungen an und in den Zylinderblockelementen ausgebildet.

[0023] Bevorzugt ist die Spannhülse mit einem Haltevorsprung zum drehmomentfesten, formschlüssigen Ankuppeln eines Schraubwerkzeugs ausgerüstet. Unter Herstellungsgesichtspunkten besonders günstig ist die Ausführung des Haltevorsprungs in Gestalt mindestens zweier sich diametral am Umfang der Spannhülse gegenüberliegender Flachflächen oder Nuten. Dies ermög-

licht es, die Spannhülse sicher zu greifen und festzuziehen, zumeist mit genau dem Drehmoment oder dem Anzugswinkel, das oder der benötigt wird, um die erforderliche Vorspannung der Zylinderblockelemente relativ zu einander zu erzeugen.

[0024] Idealerweise ist der zum Anziehen der Spannhülse dienende Haltevorsprung ausschließlich in einem Abschnitt der Spannhülse ausgebildet, der während des Betriebs des Druckverstärkers außerhalb des Kraftflusses liegt, der durch die Vorspannung der Zylinderblockelemente mittels der Spannhülse in dieser erzeugt wird.

[0025] Es kann besonders günstig sein, die Spannhülse und/oder das betreffende Zylinderblockelement so auszubilden, dass die Spannhülse an ihrem Innenumfang im Bereich radial unter ihrem Haltevorsprung Freigang gegenüber dem dort befindlichen Zylinderblockelement besitzt, so dass die beim (festen) Anziehen der Spannhülse im Bereich des Halteabschnitts unweigerlich auftretenden elastischen Verformungen der Spannhülse nicht auf das darunterliegende Zylinderblockelement auswirken.

[0026] Vorzugsweise ist es so, dass die Spannhülse zumindest in dem Bereich, über den der besagte, zum Verspannen der Zylinderblockelemente erforderliche Kraftfluss läuft, in radialer Richtung dünnwandig ausgeführt ist. Von "dünnwandig" ist jedenfalls dann zu sprechen, wenn für die Wandstärke DW und den lichten Innendurchmesser D der Spannhülse folgende Beziehung gilt: $W \leq 0,2 D$, besser noch $W \leq 0,1 D$.

[0027] Vorzugsweise ist es so, dass mindestens eines, besser zwei der von der Spannhülse aufgenommenen Zylinderblockelemente in axialer Richtung aus der Spannhülse herausragen. Auf diese Art und Weise kann der Zylinderblock während des Anziehens der Spannhülse optimal gegengehalten bzw. in einer Gegenhaltevorrichtung festgesetzt werden.

[0028] Mindestens eines der Zylinderblockelemente kann in einem innerhalb der Spannhülse angeordneten Bereich eine Bohrung aufweisen, die auf einem Teil ihrer Länge eine Fluidleitung bildet, wobei die Bohrung in die vorzugsweise ein Gewinde tragende Umfangsoberfläche des Zylinderblockelements mündet und die Mündung durch ein Verschlusselement abgedichtet wird.

[0029] Anzumerken ist noch, dass die erfindungsgemäße Spannhülse nicht nur für einfach wirkende Druckübersetzer zum Einsatz kommen kann, die nacheinander im Wechsel immer einen Arbeitstakt und einen Ladetakt ausführen, sondern auch für doppelt wirkende Druckübersetzer, die in jedem Takt gleichzeitig laden und arbeiten.

[0030] Generell ist zu sagen, dass unabhängig von dem bisher aufgestellten Hauptanspruch für sich allein, aber auch in Kombination mit den Unteransprüchen oder Merkmalen aus der Beschreibung, Schutz für einen Druckverstärker für Fluide beansprucht wird mit einem Zylinderblock aus mindestens zwei Zylinderblockelementen, der sich dadurch auszeichnet, dass die Zylinderblockelemente in einer Spannhülse angeordnet sind

und die Spannhülse die Zylinderblockelemente aneinander hält und gegeneinander verspannt.

[0031] In diesem Sinne wird auch selbstständiger Schutz beansprucht für die Verwendung einer mit einem Innengewinde versehenen Hülse zum Zusammenhalten und insbesondere zum Miteinanderverschrauben mehrerer Zylinderblockelemente.

[0032] Weitere Wirkungsweisen, Ausgestaltungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels anhand der Figuren.

[0033] Die Figur 1 zeigt das in eine einzige Ebene abgewinkelte hydraulische Schaltbild und die Verhältnisse während eines Arbeitstakts des Druckverstärkerkolbens.

[0034] Die Figur 2 zeigt das gleiche in eine einzige Ebene abgewinkelte hydraulische Schaltbild und die Verhältnisse zu einem Zeitpunkt, an dem der Druckverstärkerkolben nach einem Arbeitstakt seinen oberen Totpunkt erreicht hat.

[0035] Die Figur 3 zeigt das gleiche in eine Ebene abgewinkelte hydraulische Schaltbild und die Verhältnisse während eines Ladetakts des Druckverstärkerkolbens.

[0036] Die Figur 4 zeigt aufbauend auf die Figur 1 die Verhältnisse im normalen Betrieb, in dem unter Einsatz eines entsprechend beschalteten, externen Umschaltventils Fluid erzeugt wird, das unter Hochdruck ausgegeben wird.

[0037] Die Figur 5 zeigt aufbauend auf die Figur 1 die Verhältnisse im Umschalt-Betrieb, in dem der Hochdruckverbraucher unter Einsatz eines entsprechend beschalteten, externen Umschaltventils zurück über den Druckverstärker drucklos geschaltet bzw. sogar entleert wird.

[0038] Die Figur 6 zeigt einen Mittellängsschnitt durch eine tatsächliche Ausführungsform des erfindungsgemäßen Druckverstärkers.

[0039] Die Figur 7 zeigt eine perspektivische Schrägansicht einer tatsächlichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Druckverstärkers.

[0040] Die Figur 8 zeigt einen anderen Mittellängsschnitt in einer anderen Ebene durch die bereits der Figur 6 zugrunde liegende tatsächliche Ausführungsform des erfindungsgemäßen Druckverstärkers.

[0041] Die Figur 9 zeigt eine Detailansicht einer Variante des Steuerkolbens 3, im Ausschnitt.

Grundsätzliches Arbeitsprinzip des als Ausführungsbeispiel beschriebenen Druckverstärkers

[0042] Zunächst ist das grundsätzliche Prinzip des erfindungsgemäßen Druckverstärkers zu erläutern, das sich durch seinen besonders einfachen Aufbau auszeichnet und daher zur Schaffung eines besonders kompakt bauenden Druckverstärkers prädestiniert ist, so dass gerade die nach diesem Prinzip arbeitenden Druckverstärker dazu prädestiniert sind, um mit der erfindungsgemäßen Spannhülse kombiniert zu werden und dadurch den erstrebten, besonders kompakten Druckver-

stärker zu verwirklichen.

[0043] Hierzu wird auf die Fig. 1 verwiesen.

[0044] Die Fig. 1 zeigt den Druckverstärker 1, der vollständig in einem metallenen, vorzugsweise stählernen Zylinderblock 13 ausgebildet ist, der hier geschnitten und daher zunächst lediglich schematisch als kastenartiger Umriss dargestellt ist. Der Zylinderblock hat insgesamt vorzugsweise die Außenkontur eines Zylinders, der um die Längsachse L herum rotationssymmetrisch ist. Der Zylinderblock 13 besteht aus mindestens zwei und idealerweise drei separaten, d. h. voneinander trennbaren, materialmäßig nicht miteinander verbundenen Zylinderblockelementen. Bei dem konkret von Fig. 1 gezeigten, bevorzugten Ausführungsbeispiel besteht der Zylinderblock aus den drei Zylinderblockelementen 13.1, 13.2 und 13.3, so, wie das durch die gestrichelten Trennlinien angedeutet wird. Die mehreren Zylinderblockelemente sind untereinander in definierter Lage relativ zueinander formschlüssig festgelegt, beispielsweise mithilfe hier zeichnerisch nicht dargestellter Passstifte.

[0045] In diesem Zylinderblock arbeitet ein Druckverstärkerkolben 2. Dieser Druckverstärkerkolben 2 ist typischerweise als Differentialkolben mit zwei unterschiedlich großen, in entgegengesetzter Richtung kraftwirksamen hydraulischen Wirkflächen ausgebildet und besteht dann aus einem Niederdruckkolben N mit einem großen Durchmesser und einem Hochdruckkolben H mit einem kleinen Durchmesser, die miteinander fest durch einen Kolbenschaft S verbunden sind. Der Niederdruckkolben N bildet in dem Zylinderblock einen Niederdruckarbeitsraum 10, während der Hochdruckkolben H in dem Zylinderblock einen Hochdruckarbeitsraum 11 bildet. Zwischen den beiden Kolben im Bereich ihrer Verbindung durch den Kolbenschaft S ist ein Zwischenraum 12 ausgebildet, dessen Funktion später noch erläutert wird.

[0046] Es ist leicht nachvollziehbar, dass das Übersetzungsverhältnis, d. h. der Faktor, um den der eingespeiste Niederdruck erhöht werden kann, vom Durchmesser Verhältnis DN/DH des Niederdruckkolbens N und des Hochdruckkolbens H abhängt.

[0047] Zusätzlich arbeitet in dem Zylinderblock 13 ein Steuerkolben 3.

[0048] Wie man darüber hinaus sieht, sind in dem Zylinderblock 13 alle Verbindungsleitungen ausgeführt, die benötigt werden, um den Druckverstärker funktionsfähig zu machen. Darauf hinzuweisen ist, dass die Fig. 1 den Druckverstärkerkolben 2, den Steuerkolben 3 und alle zum Betrieb erforderlichen Verbindungsleitungen der besseren Übersicht halber in eine Ebene projiziert zeigt. Vorzugsweise, d. h. in der Realität, liegen die genannten Komponenten nicht alle in einer Ebene, weil eine solche Anordnung den Querschnitt des Zylinderblocks nur extrem schlecht ausnützen würde: In der von Fig. 1 zeichnerisch dargestellten Ebene würden sich die Kolben und die Verbindungsleitungen drängen, während in einer die Längsachse ebenfalls beinhaltenden Schnittebene senkrecht dazu kein Kolben und fast keine Verbindungsleitungen zu finden wären.

[0049] Nach außen kommuniziert der Druckverstärker über einen externen Anschluss 5 mit einer externen Niederdruckquelle und über einen externen Anschluss 6 mit einem externen Tank bzw. Hydraulikflüssigkeitsreservoir. Darüber hinaus kommuniziert der Druckverstärker über einen weiteren externen Anschluss 7 mit einem externen Hochdruckverbraucher, wie etwa einem hydraulisch betätigten Spannmittel oder einer Rettungsschere, nur um einige Beispiele zu nennen.

[0050] Die externen Anschlüsse 5 bis 7 können an einer oder verteilt auf beide Stirnseiten des Druckverstärkers ausgebildet sein. Vorzugsweise sind sie gemeinsam an einer einzigen Stirnseite des Druckverstärkers ausgebildet, so dass der Druckverstärker so in eine Gesamtanlage eingebaut werden kann, dass er nach dem Einbau nur noch von einer Stirnseite her zugänglich ist. Diese "Anspruchslosigkeit" im Hinblick auf die Einbausituation macht ihn universeller verwendbar.

[0051] Der Druckverstärker sollte indes so gestaltet sein, dass keiner der externen Anschlüsse, über die der Druckverstärker mit der Umgebung kommuniziert, in den Bereich seines Umfangsmantels ausmündet. Warum das ein wichtiger Aspekt ist, wird im weiteren Verlauf dieser Beschreibung verständlich werden.

[0052] Wie man relativ gut sieht, schließt sich an den externen Anschluss 5 zur Niederdruckquelle eine Niederdruckleitung 8 an. Die Niederdruckleitung 8 verzweigt sich alsbald. Sie verzweigt sich in einen Niederdruckleitungsabschnitt 8.1, der primär dazu dient, den Hochdruckarbeitsraum mit frischem Niederdruckfluid zu speisen, und darüber hinaus auch dazu dient, um über den Niederdruckleitungsabschnitt 8.4 den Steuerkolben 3 mit Niederdruck zu versorgen. Der Niederdruckleitungsabschnitt 8.2 führt an dem Hochdruckarbeitsraum vorbei direkt in die Leitung, die zum Hochdruckverbraucher führt. Der Niederdruckleitungsabschnitt 8.2 dient dazu, einen neu angeschlossenen, noch leeren Hochdruckverbraucher zunächst mit Niederdruckfluid zu füllen und die Luft aus den u. U. zunächst noch leeren Leitungen des Hochdruckverbrauchers zu verdrängen, so dass dann anschließend mit der Hochdruckerzeugung begonnen werden kann.

[0053] An den Anschluss 6 zum externen Tank schließt sich eine Tank- oder Rückflussleitung 9 an. Die Tank- oder Rückflussleitung 9 verzweigt sich alsbald und zwar in einen Rückflussleitungsabschnitt 9.1, der vom Steuerkolben her kommt, und einen Leitungsabschnitt 9.2, der, wie später noch zu erörtern ist, zu gegebener Zeit und bei entsprechender, i. d. R. extern bewerkstelligter hydraulischer Beschaltung des Druckverstärkers als Steuerleitung für das steuerbare Rückschlagventil 4.3 dient.

[0054] Darüber hinaus ist eine Verbindungsleitung 14 vom Steuerkolben zum Druckverstärkerkolben vorgesehen, deren Funktion später noch näher erläutert wird.

[0055] Zum Steuerkolben 3 ist zu sagen, dass dieser Steuerkolben 3 ebenfalls als Differentialkolben ausgeführt ist.

[0056] Anhand der Fig. 1 lässt sich die grundsätzliche Funktionsweise des Druckverstärkers recht anschaulich erklären:

In der Phase, die die Fig. 1 zeigt, findet aktuell ein Arbeitstakt statt, d. h. der Druckverstärkerkolben 2 bewegt sich in Richtung des schwarzen Pfeils in den Hochdruckarbeitsraum 11 hinein. Zu Beginn des Arbeitstaktes ist der Hochdruckarbeitsraum 11 dabei zunächst mit Niederdruckfluid gefüllt, d. h. mit Fluid, das unter dem Niederdruck der Speisepumpe steht. Durch das Hineinbewegen des Druckverstärkerkolbens in den Hochdruckarbeitsraum 11 wird das dort befindliche Fluid unter erhöhten Druck gesetzt und über das Rückschlagventil 4.2 und den externen Anschluss 7 an den Hochdruckverbraucher abgegeben.

[0057] Der sich im Laufe des Arbeitstaktes kontinuierlich vergrößernde Niederdruckarbeitsraum 10 wird fortwährend mit Niederdruckfluid, d. h. mit unter dem Niederdruck der Speisepumpe stehendem Fluid nachgefüllt. Dieses Nachfüllen geschieht über die Verbindungsleitung 14. Diese wird mithilfe des Steuerkolbens 3, - nämlich über dessen verschlankten Bereich V1, der zwischen den Anschlüssen C und P steht - mit dem Niederdruckleitungsabschnitt 8.4 verbunden, der unter Niederdruck stehendes Fluid führt. Der Steuerkolben 3 verharrt dabei in der von Fig. 1 gezeigten Position. Zwar ist er an seiner einen (hier der unteren) Stirnseite über den Niederdruckleitungsabschnitt 8.3 dauernd mit Niederdruck beaufschlagt. Gleichzeitig ist er allerdings seit dem Beginn des Arbeitstaktes an seiner gegenüberliegenden (hier der oberen) Stirnseite über die Steuerleitung 8.5 ebenfalls mit Niederdruck beaufschlagt. Das hat seinen Grund darin, dass der Hochdruckarbeitsraum zu Beginn des Arbeitstaktes mithilfe des Niederdruckleitungsabschnitts 8.1 mit unter Niederdruck stehendem Fluid gefüllt worden ist. Der Niederdruck in der Steuerleitung 8.5 bleibt auch dann erhalten, wenn der Hochdruckkolben die Mündung der Steuerleitung 8.5 in dem Hochdruckarbeitsraum überfahren und dadurch abgedichtet hat. Aufgrund der Tatsache, dass der Niederdruck an der oberen Stirnseite des Steuerkolbens 3 auf eine größere Fläche einwirkt als an der unteren Stirnseite des Steuerkolbens 3, wirkt auf den Steuerkolben permanent eine resultierende Kraft nach unten.

[0058] Wichtig ist noch zu erwähnen, dass der Zwischenraum 12 ebenfalls mit dem Tank verbunden ist, also drucklos gehalten wird. Dies ist erforderlich, um eine eventuelle Leckage, die möglicherweise aus dem Hochdruckarbeitsraum und/oder aus dem Niederdruckarbeitsraum in den Zwischenraum 12 fließt, abführen zu können, so dass sich hier in diesem Zwischenraum kein störender Gegendruck aufbauen kann, weil womöglich Hydraulikfluid eingesperrt ist.

[0059] Darüber hinaus ist zu erwähnen, dass mit der Steuerleitung 8.5 verbunden eine Vorsteuerleitung 24* abgeht, die mit der Kammer bzw. Verschlanung V1 des Steuerkolbens in fluidischer Verbindung steht, die wechselweise drucklos geschaltet wird oder mit Niederdruck

beaufschlagt wird. Diese Vorsteuerleitung 24* zeichnet sich dadurch aus, dass sie nur einen sehr kleinen Druckfluss zulässt. Der Zweck und die Funktionsweise der Vorsteuerleitung entspricht dem der Vorsteuerbohrung 24, der bzw. die später im Zusammenhang mit der Fig. 9 erörtert werden. Das gilt auch für die Tatsache, dass die Vorsteuerleitung zumindest örtlich eine Düse oder Blende ausbildet, die einen Durchmesser zwischen 0,1 mm und 1 mm, besser zwischen 0,1 mm und 0,75 mm ausbildet, abhängig von der Höhe des Drucks, für den der Druckübersetzer ausgelegt ist. Auf das Vorhandensein der Düse oder Blende deutet in Fig. 1 das Symbol für die Engstelle zeichnerisch hin. Soweit dadurch die im Zusammenhang mit Fig. 9 beschriebene Funktion noch erreicht wird, kann die Vorsteuerleitung auch auf ganzer Länge den besagten, geringen Durchmesser aufweisen.

[0060] Der Arbeitstakt setzt sich solange fort, bis der Druckverstärkerkolben 2 die von Fig. 2 gezeigte Position, d. h. also seinen oberen Totpunkt erreicht hat. Wie man anhand der Fig. 2 sieht, ist der Hochdruckkolben des Druckverstärkerkolbens jetzt so tief in den Hochdruckarbeitsraum 11 eingedrungen, dass seine dem Zwischenraum 12 zugewandte Kante inzwischen die Mündung der Steuerleitung 8.5 wieder freigegeben hat, also nicht länger überfährt und dadurch abdichtet. Hierdurch wird die Mündung der Steuerleitung 8.5 mit dem drucklosen Zwischenraum 12 verbunden, d. h. der Druck, der zuvor während des Arbeitstaktes in der Steuerleitung 8.5 geherrscht hat, bricht zusammen. Aufgrund dessen ist nun nur noch eine Stirnfläche des Steuerkolbens mit Niederdruck beaufschlagt, nämlich hier im Bild die untere Stirnfläche des Steuerkolbens 3. Daher wird der Steuerkolben 3 in seine andere Position geschoben, d. h. aus der von Fig. 1 gezeigten Position in die von Fig. 2 gezeigte Position befördert.

[0061] Infolge des besagten Verschiebens des Steuerkolbens 3 in seine zweite Position ist dessen verschlankter Bereich V1 nicht länger hydraulisch mit der Verbindungsleitung 14 verbunden. Stattdessen wird die Verbindungsleitung 14 über den zweiten verschlankten Bereich V2 des Steuerkolbens 3 mit dem Rückflussleitungsabschnitt 9.1 hydraulisch verbunden. Das führt dazu, dass der Niederdruck im Niederdruckarbeitsraum 10 zusammenbricht, weil der Niederdruckarbeitsraum 10 nunmehr drucklos geschaltet wird. Infolgedessen überwiegen nun die Kräfte, die auf die obere Stirnseite des Hochdruckkolbens wirken, weshalb der Druckverstärkerkolben 2 nunmehr beginnt, sich nach unten zu bewegen und das noch im Niederdruckarbeitsraum 10 befindliche Hydraulikfluid über die Verbindungsleitung 14 und den Rückflussleitungsabschnitt 9.1 in den Tank zu verdrängen.

[0062] Während die Fig. 2 den oberen Totpunkt zeigt, also den Augenblick, in dem der Druckverstärkerkolben 2 in seiner Bewegung innegehalten hatte und die Bewegungsrichtung wechselt, zeigt die Fig. 3 den Ladetakt, währenddessen der Druckverstärkerkolben 2 wieder tiefer in den Niederdruckarbeitsraum eindringt. Die Mo-

mentaufnahme, die die Fig. 3 zeigt, zeigt den Druckverstärkerkolben kurz vor seinem unteren Totpunkt, momentan bewegt er sich aber noch nach unten.

[0063] Anhand der Fig. 3 lässt sich schon erahnen, was in Kürze passieren wird: Man sieht, dass die dem Hochdruckarbeitsraum 11 zugewandte Kante des Hochdruckkolbens im Begriff ist, die Mündung der momentan noch drucklosen Steuerleitung 8.5 mit dem derzeit unter Niederdruck stehenden Hochdruckarbeitsraum 11 zu verbinden. Sobald dies geschehen ist, breitet sich der momentan in dem Hochdruckarbeitsraum 11 herrschende Niederdruck über die Steuerleitung 8.5 aus und erreicht die bisher drucklose (obere) Stirnseite des Steuerkolbens 3. Sobald hier Druck ansteht, wird der Steuerkolben 3 nach unten getrieben, da die bisher drucklose Stirnseite eine größere Fläche aufweist als die permanent unter Niederdruck stehende andere, kleinere Stirnfläche des Druckverstärkerkolbens.

[0064] Sobald der Steuerkolben 3 dann wieder in seine andere Position getrieben worden ist, wird sein verschlankter Bereich V1 ersichtlich erneut die Verbindungsleitung 14 mit dem Niederdruck führenden Niederdruckleitungsabschnitt 8.4 verbinden, so dass sich der Druck im Niederdruckarbeitsraum 10 wieder ändert. Der derzeit nicht unter externem Druck stehende Niederdruckarbeitsraum 10 wird dann wieder mit dem Niederdruck der Niederdruckquelle beaufschlagt. In diesem Moment erreicht der Druckverstärkerkolben 2 seinen unteren Totpunkt, hält kurz inne. Der Ladetakt findet sein Ende und ein neuer Arbeitstakt, wie von Fig. 1 gezeigt, beginnt.

[0065] Anzumerken ist noch, dass ein auch für die heutige Erfindung wesentlicher Vorteil der ist, dass der Steuerkolben federlos arbeitet. Die ansonsten notwendige Beaufschlagung mit der Schließkraft einer Feder wird durch die konstante Beaufschlagung einer Stirnseite mit dem Niederdruck ersetzt. Das trägt zur Verwirklichung des Ziels bei, den Druckverstärker kleiner zu bauen, da der für die Unterbringung einer tunlichst nachträglich austauschbar einzubauenden Feder erforderliche Bau-
raum entfällt.

[0066] Anhand der Fig. 4 ist gut zu erkennen, welche Bewandnis es mit dem Rückflussleitungsabschnitt 9.2 auf sich hat, der von der Tank- oder Rückflussleitung 9 aus bis zu dem steuerbaren Rückschlagventil 4.3 führt.

[0067] Diese Leitung dient dazu, um zu gegebener Zeit den Hochdruckverbraucher zu entspannen.

[0068] Um dies zu tun, wird mithilfe eines vorzugsweise extern angeordneten Umschaltventils sozusagen umgepolt, d. h. der bisher mit dem externen Niederdruck verbundene Anschluss 5 wird nun drucklos geschaltet bzw. mit dem Tank verbunden und der bisher mit dem externen Tank verbundene Anschluss 6 wird nunmehr mit der Niederdruckquelle verbunden. Aufgrund dessen kann über den Rückflussleitungsabschnitt 9.2 zum Steuerkolben Niederdruck an den Steuerkolben herangeführt werden, der das steuerbare Rückschlagventil 4.3 öffnet, so dass die bisher durch die Rückschlagventile 4.1 und

4.2 gegenüber der Umgebung abgespernte Leitung zum Hochdruckverbraucher über den nunmehr drucklosen Niederdruckleitungsabschnitt 8.2 Hydraulikflüssigkeit über die bisherige Niederdruckleitung 8 und den nunmehr drucklosen, bisherigen Niederdruckanschluss 5 abführen kann.

[0069] Nun ist noch näher zu erläutern, wie das steuerbare Rückschlagventil 4.3 funktioniert.

[0070] Der erfindungsgemäße Druckverstärker wird mit einem vorzugsweise extern angebrachten Umschaltventil 25 betrieben. Im Normalbetrieb ist das Umschaltventil 25 so geschaltet, dass der bereits anhand der Figuren 1 bis 3 erörterte Betrieb stattfindet, in dem Hochdruckfluid erzeugt wird, vgl. Fig. 4.

[0071] Um den Hochdruckverbraucher zu entspannen, was beispielsweise regelmäßig erforderlich ist, wenn es sich dabei um ein Spannmittel handelt, das das von ihm gespannte Werkstück am Ende der Bearbeitung auch wieder freigeben soll, wird das Umschaltventil 25 in die Position umgeschaltet, wie das die Figur 5 zeigt. Es passiert im Grunde genommen nichts anderes, als dass die externen Anschlüsse 5 und 6 "umgepolt" werden. Der Anschluss 5, über den bisher der extern erzeugte Niederdruck eingespeist wurde, wird nunmehr drucklos geschaltet und entspricht damit dem Tank-bzw. Rücklaufanschluss. Der bisher als Tank- bzw. Rücklaufanschluss betriebene externe Anschluss 6 wird nunmehr, z. B. über die externe Niederdruckspeisepumpe 26, mit Niederdruck beaufschlagt und damit selbst zum Niederdruckanschluss. Dies hat zur Folge, dass der Leitungsabschnitt 9.2 nicht länger drucklos ist, sondern nun Niederdruck führt. Dieser Niederdruck hebt den Ventilkörper des steuerbaren Rückschlagventils 4.3 von seinem Sitz ab, entsperrt also das Rückschlagventil 4.3. Daraufhin fließt das bislang in dem Hochdruckverbraucher noch gespeicherte Hydraulikfluid über das Rückschlagventil 4.3 und die Leitung 8.2 in den Tank ab. Das hat natürlich zur Folge, dass sofort der Druck im Hochdruckverbraucher zusammenbricht und sich anschließend das Hydrauliksystem des Hochdruckverbrauchers in den Tank entleert, woraufhin der Hochdruckverbraucher abgekoppelt werden kann, was zum Beispiel sehr praktisch ist, wenn es sich dabei um eine Rettungsschere handelt und der Einsatz beendet ist.

[0072] Erwähnenswert ist noch, dass auch die Konstruktionen gemäß Fig. 4 und 5 vorzugsweise mit der von den Fig. 1 bis 3 gezeigten Vorsteuerleitung 24* ausgestattet sind, auch wenn diese dort nicht zeichnerisch dargestellt ist.

Die Spannhülse als zentraler Aspekt der Erfindung

[0073] Die Figur 6 zeigt einen Mittellängsschnitt entlang der Längsachse L durch einen Druckverstärker in realer Ausführung, nicht länger schematisch dargestellt.

[0074] Auch in dieser Figur ist gut zu erkennen, dass der Druckverstärker aus einem Zylinderblock 13 besteht, der bei diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel aus

drei, vorzugsweise jeweils als Kreiszylinderabschnitt gestalteten Zylinderblockelementen 13.1, 13.2 und 13.3 zusammengesetzt ist. Jedes der Zylinderblockelemente ist vorzugsweise als massiver Metallklotz ausgeführt, in den nachträglich eine Anzahl von Bohrungen eingebracht sind, die die den Arbeitskolben und den Steuerkolben aufnehmenden Zylinderräume bilden, und die diese arbeitsbereit verbindenden Leitungen einschließlich der Räume, in die die Rückschlagventile eingebaut werden.

[0075] Die Zylinderblockelemente sind in Richtung entlang der Längsachse L hintereinander in einer Flucht angeordnet. Sie liegen mit ihren idealerweise plan ausgeführten Stirnflächen gegeneinander an. Wie man anhand der Fig. 6 sieht, sind die einzelnen Zylinderblockelemente an ihren i. d. R. geschliffenen Stirnflächen, mit denen sie aufeinanderstoßen, durch zusätzliche Dichtungselemente 20 abgedichtet. Bei diesen Dichtungselementen 20 handelt es sich vorzugsweise um Schnurdichtungen oder sogenannte O-Ringe, die bevorzugt in einer Nut in der Stirnfläche eines Zylinderblockelements aufgenommen sind und mit ihrem ursprünglich aus der Nut herausragenden Teil gegen die Stirnfläche eines benachbarten Zylinderblockelements anliegen.

[0076] Der so zusammengesetzte Zylinderblock 13 wird von einer Spannhülse 15 aufgenommen. Diese Spannhülse 15 ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel als in seinem Inneren von einer Stirnseite zur anderen durchgängig hohles Rohr ausgebildet. Dieses Rohr ist zweckmäßigerweise zumindest entlang eines Drittels seiner Länge in Richtung der Längsachse L, vorzugsweise aber auf überwiegender Länge mit einem Innengewinde versehen.

[0077] Wie man gut in der Fig. 6 erkennen kann, verringert sich der lichte Innendurchmesser des als Spannhülse 15 fungierenden Rohres an seinem einen Ende und bildet dort einen vorzugsweise in Umfangsrichtung in sich geschlossenen Haltevorsprung 17 aus.

[0078] Wie man am besten anhand der Fig. 7 erkennt, trägt von den mehreren Zylinderblockelementen 13.1, 13.2 und 13.3 vorzugsweise nur eines, nämlich das Zylinderblockelement 13.3 ein Außengewinde, das mit dem Innengewinde der Spannhülse 15 korrespondiert.

[0079] Ebenfalls anhand der Fig. 7, aber auch anhand der Fig. 8 erkennt man, dass das mittlere Zylinderblockelement 13.2 vorzugsweise einen maximalen Außendurchmesser besitzt, der kleiner ist als der kleinste Durchmesser des Innengewindes in der Spannhülse 15. Auf diese Art und Weise kann das zweite Zylinderblockelement 13.2 bei der Montage leicht durch den inneren, lichten Querschnitt der Spannhülse gleiten, ohne sich dort zu verklemmen.

[0080] Wie man sodann anhand der Fig. 7 sieht, besitzt das erste Zylinderblockelement 13.1 vorzugsweise einen Abschnitt, der den gleichen maximalen Außendurchmesser aufweist wie das zweite Zylinderblockelement 13.2. Darüber hinaus bildet das erste Zylinderblockelement 13.1 vorzugsweise einen Absatz aus, der einen Haltevorsprung 18 dieses Zylinderblockelements bildet. Was

seine äußeren Maße angeht, ist dieser in Umfangsrichtung meist vollständig in sich geschlossene Haltevorsprung 18 des Zylinderblockelements auf den Haltevorsprung 17 der Spannhülse abgestimmt.

[0081] Der Zusammenbau des Zylinderblocks 13 mit der Spannhülse 15 geht ausweislich der Fig. 6 und 7 wie folgt vonstatten:

[0082] Der Zylinderblock wird von der Seite der Spannhülse 15 her, auf der die Spannhülse 15 ihren größeren lichten Innendurchmesser aufweist, mit dem Zylinderblockelement 13.1 voran in die Spannhülse eingeschoben. Der Zylinderblock wird solange mit einer einfachen Linearbewegung in die Spannhülse 15 eingeschoben, bis das Außengewinde des Zylinderblockelements 13.3 auf das Innengewinde der Spannhülse 15 trifft. Von nun an wird die Spannhülse gedreht und dadurch auf das Zylinderblockelement 13.3 aufgeschraubt. Einem solchen Aufschrauben ist zunächst noch kein Widerstand entgegengesetzt. Nach einiger Zeit ist der Zylinderblock so tief in die Spannhülse 15 eingeschraubt, dass der Haltevorsprung 18 des Zylinderblockelements 13.1 auf den Haltevorsprung 17 der Spannhülse 15 auftrifft. Der Haltevorsprung 17 der Spannhülse hindert den Zylinderblock durch Formschluss daran, noch weiter in die Spannhülse 15 hinein- bzw. durch diese hindurchgeschoben zu werden. Dreht man nun die Spannhülse 15 mit ihrem Innengewinde weiter auf das Außengewinde des ersten Zylinderblockelements 13.3 auf, dann presst die Spannhülse 15 die Zylinderblockelemente 13.1, 13.2 und 13.3 in Richtung der Längsachse L gegeneinander. Im Regelfall wird die Spannhülse bis zu einem definierten, vorgegebenen Maximaldrehmoment angezogen oder unter Kontrolle des Anzugswinkels.

[0083] Da die Spannhülse 15 dünnwandig ist, übernimmt sie vorzugsweise die Funktion einer sogenannten Dehnschraube - die Spannhülse 15 presst die Zylinderblockelemente mit erheblicher elastischer Vorspannung gegeneinander und wird dadurch selbst elastisch gedehnt. Durch die Druckpulsation im Betrieb wird der Zylinderblock als ganzer in Richtung der Längsachse L nach beiden Richtungen auseinandergedrückt. Hierdurch würde an und für sich eine schwellende Belastung für die Spannhülse 15 entstehen. Aufgrund der Tatsache, dass die Spannhülse 15 als Dehnhülse ausgeführt ist, wird diese schwellende Beanspruchung aber von der Spannhülse 15 ferngehalten bzw. reduziert. Denn es findet letztendlich nur eine Umverteilung der Last statt - der die Zylinderblockelemente in Richtung der Längsachse tendenziell auseinanderdrückende Innendruck vermag die Zylinderblockelemente ein Stück weit auseinander zu drücken, so dass nun nicht mehr diese die Spannung der Dehnhülse 15 bewirken, sondern der momentan wirkende hydraulische Innendruck. Aufgrund dessen wird die Spannhülse 15 im Ergebnis nicht mit einer zwischen Null und einem Maximalwert schwellenden Belastung beansprucht, sondern sieht eine im Wesentlichen gleichbleibende Spannung, die die Spannhülse auf Dauer besser erträgt. Die Sache liegt hier nicht anders als bei den

ansonsten verwendeten Zylinderblockschrauben, die irgendwo im Mittenbereich der Zylinderblockelemente angebracht waren und in ähnlicher Weise Dehnschrauben darstellten.

[0084] Was man gut anhand der Fig. 6 nachvollziehen kann, ist die Tatsache, dass sich durch die Verwendung einer den Zylinderblock 13 von außen umgebenden Spannhülse 15 anstelle von Schrauben, die irgendwo im Mittenbereich des Zylinderblocks angebracht sind, ein deutlich kompakterer Druckverstärker ergibt und vor allem auch die Positionierungsmöglichkeiten, an welcher Stelle die einzelnen Organe des Druckverstärkers in dem Zylinderblock angeordnet werden, erheblich flexibler werden. Denn anders als früher existieren im Mittenbereich des Zylinderblocks keine Dehnschrauben mehr, die sämtliche Zylinderblockelemente durchgreifen und dadurch Bereiche schaffen, an denen keine hydraulischen Organe oder Verbindungsleitungen liegen dürfen.

[0085] Im vorliegenden Fall hat es sich als besonders günstig erwiesen, wenn die Spannhülse 15 den Zylinderblock 13 zwar überwiegend aufnimmt, besser noch zu mindestens 75 %, aber dennoch der Zylinderblock 13 zumindest auf einer Seite, besser noch im Bereich beider Stirnseiten, über die Spannhülse 15 hinausragt. Dies ist für die Montage vorteilhaft, denn auf diese Art und Weise lässt sich in dem Bereich, in dem der Zylinderblock 13 über die Spannhülse 15 frei hinausragt, jeweils ein Haltewerkzeug ansetzen, um den Zylinderblock verdrehsicher zu halten, während die Spannhülse 15 auf den Zylinderblock aufgeschraubt wird, um die nötige Vorspannung zu erzeugen.

[0086] Bei dieser Gelegenheit ist noch darauf hinzuweisen, dass an der Spannhülse 15 ein Haltevorsprung ausgebildet ist, an dem ein Schraubwerkzeug unmittelbar an der Spannhülse angesetzt werden kann. Idealerweise besteht dieser Haltevorsprung aus mindestens zwei sich diametral gegenüberliegenden Flachflächen 21.

[0087] Bei der vergleichenden Betrachtung der Fig. 6 und 7 fällt auf, dass die externen Anschlüsse des Zylinderblocks an die Niederdruckpumpe, den Tank und den Hochdruckverbraucher lediglich an den Stirnseiten des Zylinderblocks ausmünden, aber nicht am Umfang des Zylinderblocks.

[0088] Dennoch ist es vorzugsweise so, dass in den Zylinderblock auch von seinem Umfangsmantel her radiale oder schräge Bohrungen eingebracht sind, um die nötigen Verbindungsleitungen herzustellen. Diese Bohrungen werden aber dort, wo sie in den Umfangsmantel des Zylinderblocks ausmünden, später verschlossen, bevor das betreffende Zylinderblockelement in die Spannhülse eingebaut wird. Der Umfangsmantel des Zylinderblocks wird also bloß zu Herstellungszwecken angebohrt, die dort befindlichen Öffnungen haben später keine Funktion mehr. Eine solche Gestaltung ermöglicht es, eine Spannhülse in Form eines Rohres zu verwenden, die den Zylinderblock überwiegend aufnimmt.

[0089] Was die Fig. 6 angeht, ist der besseren Über-

sicht halber noch kurz der Bezug zu Fig. 1 herzustellen. In der Schnittebene, die die Fig. 6 zeichnerisch darstellt, liegen der Druckverstärkerkolben 2 und der Niederdruckarbeitsraum 10 sowie der Hochdruckarbeitsraum 11 und der Zwischenraum 12. Gut zu sehen ist, wie der Hochdruckarbeitsraum 11 durch das Rückschlagventil 4.2 zum Hochdruckverbraucher hin abgeschlossen wird. Gut zu erkennen ist auch die Steuerleitung 8.5, die über ein Rückschlagventil 4.1 mit dem Niederdruckleitungsabschnitt 8.1 in Verbindung steht, über den der Hochdruckarbeitsraum beim Ladetakt mit unter Niederdruck stehendem Fluid gefüllt wird.

[0090] Bemerkenswert ist noch, dass der Niederdruckkolben N auf seiner dem Hochdruckarbeitsraum zugewandten Stirnseite mit mindestens einem Distanzorgan 22 versehen ist, das verhindert, dass der Niederdruckkolben N auf ganzer Fläche auf die Schulter zwischen dem Hochdruckarbeitsraum und dem Niederdruckarbeitsraum aufsetzt und auf diese Art und Weise die Leitung verlegt, die den Zwischenraum 12 drucklos macht, weil sie ihn mit dem Tankniveau verbindet.

[0091] Gut zu erkennen ist auch, auf welche Art und Weise die Steuerleitung 8.5 in das Zylinderblockelement 13.1 eingebracht worden ist. Zu diesem Zweck ist nämlich eine Bohrung senkrecht zur Längsachse L vom Außenmantel des ersten Zylinderblockelements 13.1 quer durch dieses hineingetrieben worden bis zum Schneiden der in Richtung parallel zur Längsachse L verlaufenden Gewindebohrung, die das Rückschlagventil 4.1 aufnimmt.

[0092] Ebenfalls gut zu erkennen ist, dass das zweite Zylinderblockelement 13.2 von der Bohrung, die den Niederdruckarbeitsraum 10 und den Zwischenraum 12 bildet, vollständig durchdrungen wird. Auf diese Art und Weise lässt sich die Innenoberfläche dieser Bohrung am einfachsten bearbeiten. Sinngemäß Gleiches gilt für das erste Zylinderblockelement 13.1. Bei genauem Hinsehen stellt man insoweit fest, dass auch die Bohrung, die den Hochdruckarbeitsraum bildet, das erste Zylinderblockelement 13.1 in Richtung parallel zur Längsachse komplett durchdringt. Somit lässt sich auch die Oberfläche des Hochdruckarbeitsraums sehr gut bearbeiten. Was ebenfalls zu erkennen ist, ist die Tatsache, dass diese Bohrung dort, wo sich in ihr kein Hochdruckkolben H bewegt, in einem nachfolgenden Fertigungsschritt noch vergrößert worden und mit einem Gewinde versehen worden ist, um das Rückschlagventil 4.2 einzusetzen und um die Verschneidung mit der Steuerleitung 8.5 zu bilden.

[0093] Ebenfalls gut zu erkennen ist, dass der Niederdruckleitungsabschnitt 8.1 das zweite Zylinderblockelement 13.2 ebenfalls in Richtung der Längsachse vollständig durchdringt. Gleiches gilt in Bezug auf diesen Niederdruckleitungsabschnitt 8.1 für das dritte Zylinderblockelement 13.3.

[0094] Die Figur 8 zeigt einen Schnitt durch den bereits von den Figuren 6 und 7 beschriebenen realen Druckübersetzer in einer anderen Ebene. Gut zu erkennen ist hier der Steuerkolben 3, der etwas anders aufgebaut ist

als der Steuerkolben 3, der im Rahmen der Figuren 1 bis 3 dargestellt worden ist, dazu sogleich Näheres. Darüber hinaus erkennt man den Niederdruckleitungsabschnitt 8.1 zum Hochdruckarbeitsraum und das ihm zugeordnete Rückschlagventil 4.1 sowie des steuerbare Rückschlagventil 4.3 und den dorthin führenden Rückflussleitungsabschnitt 9.2.

[0095] Um auf kleinstem Raum einen besonders effizienten Steuerkolben 3 zu verwirklichen, empfiehlt es sich, statt des von den Figuren 1 bis 3 eingesetzten, recht einfachen Steuerkolbens den noch weiter auskonstruierten Steuerkolben zu verwenden, den die Figur 9 noch näher erläutert.

[0096] Der von der Figur 9 gezeigte Steuerkolben 3 besteht aus einer Steuerhülse 3.1 und einem relativbeweglich in der Steuerhülse gehaltenen Dämpfungskolben 3.2. Dieser Steuerkolben wird von einer Bohrung aufgenommen, die, wie bereits in den Figuren 1 bis 3 gezeigt, gemeinsam von mehreren Zylinderblockelementen und zwar hier im konkreten Fall von den Zylinderblockelementen 13.1 bis 13.3 gebildet wird.

[0097] Die Figur 9 zeigt den Steuerkolben 3 in der Position und zu dem Arbeitszeitpunkt, zu dem auch die Figur 3 ihren Steuerkolben 3 zeigt. An der Steuerleitung 8.5 liegt zu diesem Zeitpunkt kein Druck an, so dass die in Figur 9 gezeigte obere Stirnseite des Steuerkolbens 3 nicht unter Druck steht. Allerdings liegt an der von Figur 9 gezeigten unteren ringartigen Stirnseite des Steuerkolbens 3 über die Leitung 8.3 der Niederdruck an, so dass der Steuerkolben 3 in seiner obersten Position gehalten wird. Wie man hier gut erkennen kann, weist die Steuerhülse 3.1 eine Verschlangung V1, d. h. einen abgedrehten und so in seinem Durchmesser reduzierten Abschnitt auf, der in dem von Figur 9 gezeigten Augenblick die Verbindungsleitung 14 und den Rückflussleitungsabschnitt 9.2 miteinander verbindet, sodass der Niederdruckarbeitsraum 10 drucklos geschaltet ist.

[0098] In dem Moment, in dem der Druckverstärkerkolben 2 aufgrund seiner von Figur 3 gezeigten Bewegung seinen untersten Totpunkt erreicht hat, wird die Steuerleitung 8.5 mit Niederdruck beaufschlagt, sodass der Steuerkolben 3 nach unten bewegt wird. Obwohl die Druckdifferenz relativ groß ist und daher eine starke Kraft auf den Steuerkolben 3 nach unten wirkt, wird der Steuerkolben 3 aber nicht schlagartig in seine untere bzw. dem Arbeitstakt zugeordnete Position geworfen. Dies verhindert die Dämpfungskammer, die durch den Hohlraum gebildet wird, der zwischen dem Dämpfungskolben 3.2 und der Steuerhülse 3.1 ausgebildet ist und der lediglich über die kleine Dämpfungsbohrung 23 befüllt und entleert werden kann. Es dauert nun also einige Zeit, bis das in die Dämpfungskammer eingeschlossene Hydraulikfluid über die Dämpfungsbohrung 23 verdrängt worden ist, dementsprechend stark verzögert erreicht der Steuerkolben 3 seine unterste Position. Dies gibt dem Druckverstärkerkolben die Gelegenheit, trotz der früheren Einleitung des Umschaltvorgangs auch wirklich den gewünschten unteren Totpunkt zu erreichen und nicht vor-

zeitig wieder nach oben getrieben zu werden.

[0099] Sobald die Steuerhülse 3.1 ihre unterste Position erreicht hat, verbindet ihr verschlankter Abschnitt V1 nunmehr die Verbindungsleitung 14 mit der Niederdruckführenden Leitung 8.4, sodass der Niederdruckarbeitsraum 10 von nun an mit Niederdruck beaufschlagt wird, was den Druckverstärkerkolben umkehren und erneut einen Arbeitstakt ausführen lässt.

[0100] Bemerkenswert ist noch die Vorsteuerbohrung 24, die durch die Wand der Steuerhülse 3.1 nach innen hin zu deren Zentralbohrung geht und die die Steuerleitung 8.5 permanent mit der Verschlangung V1 verbindet. Diese Vorsteuerbohrung 24 hat den Zweck, auch dann eine definierte Position des Druckverstärkerkolbens 2 zu gewährleisten, wenn der Druckverstärker lange stillgestanden hat. Solange die Vorsteuerbohrung 24 fehlt, kann es passieren, dass nach längerem Stillstand des Druckverstärkerkolbens die Steuerleitung 8.5 den in ihr zunächst eingeschlossenen Druck durch Mikroleckagen verloren hat und der Steuerkolben 3 daraufhin eine undefinierte Position einnimmt, was das erneute Anlaufen erschwert. Die Vorsteuerbohrung 24 hat den Zweck, immer sicherzustellen, dass die Steuerleitung 8.5 auch nach längerer Zeit noch korrekt mit Druck beaufschlagt ist und daher den Steuerkolben 3 in eine definierte Position zwingt, die ein erneutes Anlaufen des Druckübersetzers problemlos ermöglicht. Die Bohrung bildet zumindest örtlich eine Düse oder Blende aus, die einen Durchmesser zwischen 0,1 mm und 1 mm, vorzugsweise zwischen 0,1 mm und 0,75 mm aufweist - abhängig von der Höhe des Drucks, für den der Druckübersetzer ausgelegt ist.

Bezugszeichenliste

[0101]

- | | |
|-----|--|
| 1 | Druckverstärker |
| 2 | Druckverstärkerkolben |
| 3 | Steuerkolben |
| 3.1 | Steuerhülse des Steuerkolbens |
| 3.2 | Dämpfungskolben |
| 4.1 | Rückschlagventil |
| 4.2 | Rückschlagventil |
| 4.3 | steuerbares Rückschlagventil |
| 5 | Anschluss externer Niederdruck (Niederdruckanschluss) |
| 6 | Anschluss externer Tank (Tankanschluss) |
| 7 | Anschluss externer Hochdruckverbraucher (Hochdruckanschluss) |
| 8 | Niederdruckleitung |
| 8.1 | Niederdruckleitungsabschnitt zum Hochdruckarbeitsraum |
| 8.2 | Niederdruckleitungsabschnitt zum Hochdruckverbraucher |
| 8.3 | Niederdruckleitungsabschnitt zur dauernden Vorspannung des Steuerkolbens |
| 8.4 | Niederdruckleitungsabschnitt, um dem Steuer- |

	kolben die Weiterleitung von Niederdruckarbeitsfluid zu ermöglichen	
8.5	Steuerleitung	
9	Tank- oder Rückflussleitung	
9.1	Rückflussleitungsabschnitt zum Hochdruckverbraucher	5
9.2	Rückflussleitungsabschnitt zum Steuerkolben	
10	Niederdruckarbeitsraum	
11	Hochdruckarbeitsraum	
12	Zwischenraum	10
13	Zylinderblock	
13.1	erstes Zylinderblockelement	
13.2	zweites Zylinderblockelement	
13.3	drittes Zylinderblockelement	
14	Verbindungsleitung vom Steuerkolben zum Druckverstärkerkolben	15
15	Spannhülse	
16	Spanngewinde der Spannhülse	
17	Haltevorsprung der Spannhülse	
18	Haltevorsprung eines Zylinderblockelements	20
19	Spanngewinde eines Zylinderblockelements	
20	Dichtungselement zwischen zwei Zylinderblockelementen	
21	Flachfläche, die einen Haltevorsprung an der Spannhülse bildet	25
22	Distanzorgan am Niederdruckkolben	
23	Dämpfungsbohrung	
24	Vorsteuerbohrung	
24*	Vorsteuerleitung	
25	Umschaltventil	30
26	externe Niederdruckspeisepumpe	
L	Längsachse des Zylinderblocks bzw. der Spannhülse	
H	Hochdruckkolben	35
N	Niederdruckkolben	
S	Kolbenschaft	
DH	Durchmesser Hochdruckkolben	
DN	Durchmesser Niederdruckkolben	
V1	erster verschlankter Bereich des Steuerkolbens	40
V2	zweiter verschlankter Bereich des Steuerkolbens	
DW	Wandstärke der Spannhülse in radialer Richtung	
D	lichter Innendurchmesser der Spannhülse	45

Patentansprüche

1. Druckverstärker (1) für Fluide, insbesondere für Flüssigkeiten, mit einem Zylinderblock (13) aus mehreren Zylinderblockelementen (13.1, 13.2, 13.3), in dem sich ein Druckverstärkerkolben (2) und ein Steuerkolben (3) zyklisch bewegen, wobei der Druckverstärkerkolben (2) in dem Zylinderblock (13) einen Hochdruckarbeitsraum (11) und einen Niederdruckarbeitsraum (10) bildet und der Steuerkolben (3) die Bewegung des Druckverstärkerkolbens (2) steuert, wobei der Zylinderblock (13) einen externen Niederdruckanschluss (5) und einen externen Hoch-

druckanschluss (7) aufweist, der jeweils eine Schnittstelle zur Umgebung außerhalb des Zylinderblocks (13) bildet, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zylinderblockelemente (13.1, 13.2, 13.3) einen zusammengesetzten Zylinderblock bilden, der von einer Spannhülse aufgenommen wird, und die Spannhülse (15) die Zylinderblockelemente (13.1, 13.2, 13.3) so aneinander hält, dass sie mit ihren Stirnflächen gegeneinander anliegen, und gegeneinander vorspannt.

2. Druckverstärker (1) für Fluide nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest der überwiegende Teil der Vorspannung, mit der die Zylinderblockelemente (13.1, 13.2, 13.3) gegeneinander vorgespannt werden, durch die Spannhülse (15) aufgebracht wird, wobei die Spannhülse (15) im Idealfall ein Spanngewinde (16) aufweist, mit dessen Hilfe die Spannung erzeugt wird, mit der die Zylinderblockelemente (13.1, 13.2, 13.3) gegeneinander gepresst werden, wobei das Spanngewinde (16) vorzugsweise ein Innengewinde ist, das sich idealerweise über mehr als die Hälfte und noch besser über mindestens 75 % der Länge erstreckt, die die Spannhülse (15) in Richtung der Längsachse L aufweist.

3. Druckverstärker (1) für Fluide nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannhülse (15) einen in Richtung ihrer Mittellängsachse ragenden, vorzugsweise als in Umfangsrichtung in sich geschlossene Ringschulter ausgebildeten Haltevorsprung (17) besitzt, an den ein erstes Zylinderblockelement (13.1) formschlüssig angelegt werden kann, so dass es ein Widerlager bildet, gegen das ein zweites Zylinderblockelement (13.2) mithilfe der Spannhülse (15) vorgespannt werden kann, wobei der Haltevorsprung (17) vorzugsweise eine Zentrierschräge aufweist.

4. Druckverstärker (1) für Fluide nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zylinderblock (13) aus mindestens drei Zylinderblockelementen (13.1, 13.2, 13.3) besteht, die in der Spannhülse (15) hintereinander angeordnet und gegeneinander vorgespannt sind, wobei der Druckverstärker (1) vorzugsweise so ausgebildet ist, dass sich die maximalen Außendurchmesser dreier Zylinderblockelemente (13.1, 13.2, 13.3) unterscheiden, idealerweise so, dass die maximalen Außendurchmesser der entlang der Längsachse (L) der Spannhülse (15) unmittelbar coaxial hintereinander angeordneten Zylinderblockelemente (13.1, 13.2, 13.3) schrittweise immer größer werden.

5. Druckverstärker (1) für Fluide nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hochdruckarbeitsraum (11) in einem Zylinderblockelement ausgebildet ist und der Nie-

- derdruckarbeitsraum (10) in einem anderen Zylinderblockelement, wobei der Niederdruckarbeitsraum (10) vorzugsweise durch eine Bohrung ausgebildet wird, die das betreffende Zylinderblockelement vollständig durchdringt und/oder dass die den Steuerkolben (3) aufnehmende Bohrung von allen Zylinderblockelementen (13.1, 13.2, 13.3) gemeinsam ausgebildet wird, wobei vorzugsweise ein Zylinderblockelement vollständig von einer Bohrung durchdrungen ist, die an der Bildung der den Steuerkolben (3) aufnehmenden Bohrung beteiligt ist.
6. Druckverstärker (1) für Fluide nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den von der Spannhülse (15) aufgenommenen Zylinderblockelementen (13.1, 13.2, 13.3) alle für den Betrieb des Druckverstärkers (1) erforderlichen Fluidleitungen zwischen dem Druckverstärkerkolben (2) und dem Steuerkolben (3) ausgebildet sind und/oder der Druckverstärker (1) so gestaltet ist, dass der externe Hochdruckanschluss (7) und der externe Niederdruckanschluss (5) an einer oder beiden Stirnseiten der von der Spannhülse (15) aufgenommenen Zylinderblockelemente (13.1, 13.2, 13.3) angeordnet sind.
 7. Druckverstärker (1) für Fluide nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein und idealerweise nur ein Zylinderblockelement ein mit dem Spanngewinde (16) der Spannhülse (15) korrespondierendes Spanngewinde (19) trägt, vorzugsweise in Gestalt eines Außengewindes.
 8. Druckverstärker (1) für Fluide nach dem unmittelbar vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** das besagte Zylinderblockelement nur auf entlang eines Teils seiner axialen Länge ein mit dem Spanngewinde (16) der Spannhülse (15) korrespondierendes Spanngewinde (19) trägt, vorzugsweise trägt die Spannhülse (15) aber auf mindestens 25 % ihrer Länge ein Gewinde, besser auf mindestens 50 % ihrer Länge.
 9. Druckverstärker (1) für Fluide nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die korrekte Positionierung der Zylinderblockelemente (13.1, 13.2, 13.3) relativ zueinander durch Passmittel hergestellt wird, die unmittelbar zwischen den Zylinderblockelementen (13.1, 13.2, 13.3) wirken, wobei die Passmittel vorzugsweise in Gestalt von Stiften und korrespondierenden Stiftaufnahmebohrungen ausgebildet sind.
 10. Druckverstärker (1) für Fluide nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannhülse (15) mit einem Haltevorsprung (17) zum drehmomentfesten, formschlüssigen Ankuppeln eines Schraubwerkzeugs ausgerüstet ist, vorzugsweise in Gestalt mindestens zweier sich diametral am Umfang der Spannhülse (15) gegenüberliegender Flachflächen oder Nuten, wobei der Haltevorsprung (17) idealerweise ausschließlich in einem Abschnitt der Spannhülse (15) ausgebildet ist, der während des Betriebs des Druckverstärkers (1) außerhalb des Kraftflusses liegt, der durch die Vorspannung der Zylinderblockelemente (13.1, 13.2, 13.3) mittels der Spannhülse (15) in dieser erzeugt wird.
 11. Druckverstärker (1) nach dem unmittelbar vorhergehenden Anspruch oder dem Anspruch davor, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannhülse (15) im Bereich ihres Haltevorsprungs (17) an ihrem Innenumfang in radialer Richtung Freigang gegenüber dem dort befindlichen Zylinderblockelement besitzt.
 12. Druckverstärker (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannhülse (15) zumindest in dem Bereich, über den der besagte Kraftfluss läuft, in radialer Richtung dünnwandig ausgeführt ist und/oder mindestens eines, besser zwei der von der Spannhülse (15) aufgenommenen Zylinderblockelemente (13.1, 13.2, 13.3) in axialer Richtung aus der Spannhülse (15) herausragen.
 13. Druckverstärker (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eines der Zylinderblockelemente (13.1, 13.2, 13.3) in einem innerhalb der Spannhülse (15) angeordneten Bereich eine Bohrung aufweist, die auf einem Teil ihrer Länge eine Fluidleitung bildet, wobei die Bohrung in die vorzugsweise ein Spanngewinde (19) tragende Umfangsoberfläche des Zylinderblockelements mündet und die Mündung durch ein Verschlusselement abgedichtet wird.
 14. System aus einem Druckverstärker nach einem der vorhergehenden Ansprüche und einem dem Druckverstärker extern vorgeschalteten Umschaltventil (25), das so gestaltet ist, dass die in den Druckverstärker Niederdruck einspeisende Zuleitung und die Leitung für den drucklosen Rückfluss (bzw. die Tankleitung) durch Schalten des Ventils vertauscht werden können.
 15. Verwendung einer mit einem Innengewinde versehenen Hülse (15), die vorzugsweise einen kreiszylindrischen Mantel besitzt, zum Zusammenhalten und zum Gegeneinander-Verspannen von drei materialmäßig nicht miteinander verbundenen innerhalb der Hülse (15) untergebrachten Zylinderblockelementen (13.1, 13.2, 13.3), **dadurch gekennzeichnet, dass** diese Zylinderblockelemente (13.1, 13.2, 13.3) mit ihren Stirnflächen gegeneinander an-

liegen und gemeinsam einen Zylinderblock bilden, in dem ein Druckverstärkerkolben (2) arbeitet.

Claims

1. A pressure intensifier (1) for fluids, in particular for liquids, with a cylinder block (13) consisting of several cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3) in which a pressure intensifier piston (2) and a control piston (3) move cyclically, wherein the pressure intensifier piston (2) forms a high-pressure working chamber (11) and a low-pressure working chamber (10) in the cylinder block (13) and the control piston (3) controls the movement of the pressure intensifier piston (2), wherein the cylinder block (13) has an external low-pressure connection (5) and an external high-pressure connection (7) that respectively form an interface with the environment outside the cylinder block (13), **characterized in that** the cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3) form a compound cylinder block accommodated by a clamping sleeve, and the clamping sleeve (15) holds the cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3) next to one another in such a way that they abut one another with their end faces, and biases them against one another.
2. The pressure intensifier (1) for fluids according to claim 1, **characterized in that** at least the major part of the bias with which the cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3) are biased against one another is exerted by the clamping sleeve (15), wherein the clamping sleeve (15) ideally has a clamping thread (16) by means of which the tension is generated with which the cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3) are pressed against one another, wherein the clamping thread (16) preferably is a female thread ideally extending over more than half, and better yet over at least 75%, of the length that the clamping sleeve (15) has in the direction of the longitudinal axis L.
3. The pressure intensifier (1) for fluids according to claim 1, **characterized in that** the clamping sleeve (15) has a retaining projection (17), which protrudes in the direction of its center longitudinal axis and is preferably formed as a circumferentially closed annular collar, against which a first cylinder block member (13.1) can be placed positively so that it forms an abutment against which a second cylinder block member (13.2) can be biased by means of the clamping sleeve (15), wherein the retaining projection (17) preferably has a centering bevel.
4. The pressure intensifier (1) for fluids according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the cylinder block (13) consists of at least three cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3) disposed one behind the other and biased against one another

in the clamping sleeve (15), wherein the pressure intensifier (1) is preferably configured in such a manner that the maximum outer diameters of three cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3) are different, ideally in such a manner that the maximum outer diameters of the cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3) disposed directly coaxially one behind the other along the longitudinal axis (L) of the clamping sleeve (15) become gradually larger.

5. The pressure intensifier (1) for fluids according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the high-pressure working chamber (11) is formed in one cylinder block member and the low-pressure working chamber (10) in another cylinder block member, wherein the low-pressure working chamber (10) is preferably formed by a bore that completely penetrates the cylinder block member concerned and/or that the bore accommodating the control piston (3) is formed jointly by all cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3), wherein, preferably, one cylinder block member is completely penetrated by a bore that participates in the formation of the bore accommodating the control piston (3).
6. The pressure intensifier (1) for fluids according to any one of the preceding claims, **characterized in that**, in the cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3) accommodated by the clamping sleeve (15), all fluid conduits required for the operation of the pressure intensifier (1) are formed between the pressure intensifier piston (2) and the control piston (3), and/or the pressure intensifier (1) is configured in such a way that the external high-pressure connection (7) and the external low-pressure connection (5) are disposed at one of both of the end faces of the cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3) accommodated by the clamping sleeve (15).
7. The pressure intensifier (1) for fluids according to any one of the preceding claims, **characterized in that** one, and ideally only one, cylinder block member carries a clamping thread (19) corresponding to the clamping thread (16) of the clamping sleeve (15), preferably in the form of a male thread.
8. The pressure intensifier (1) for fluids according to the directly preceding claim, **characterized in that** said cylinder block member carries, only along a part of its axial length, a clamping thread (19) corresponding to the clamping thread (16) of the clamping sleeve (15), preferably, however, the clamping sleeve (15) carries a thread over at least 25% of its length, better over at least 50% of its length.
9. The pressure intensifier (1) for fluids according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the correct positioning of the cylinder block

members (13.1, 13.2, 13.3) relative to one another is obtained by fitting means that act directly between the cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3), wherein the fitting means are preferably configured in the form of pins and corresponding pin-accommodating bores.

10. The pressure intensifier (1) for fluids according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the clamping sleeve (15) is equipped with a retaining projection (17) for the torque-resistant, positive coupling of a screwing tool, preferably in the form of at least two flat surfaces or grooves situated diametrically opposite from each other on the circumference of the clamping sleeve (15), wherein the retaining projection (17) is ideally formed exclusively in a portion of the clamping sleeve (15) which, during the operation of the pressure intensifier (1), is situated outside the flow of force generated by the bias of the cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3) by means of the clamping sleeve (15) inside the latter.
11. The pressure intensifier (1) according to the directly preceding claim or the claim before that, **characterized in that** the clamping sleeve (15), in the region of its retaining projection (17), has a clearance on its inner circumference in the radial direction from the cylinder block member located there.
12. The pressure intensifier (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the clamping sleeve (15), at least in the region via which said flow of forces runs, is configured to be thin-walled in the radial direction and/or at least one, better two, of the cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3) accommodated by the clamping sleeve (15) protrude in the axial direction from the clamping sleeve (15).
13. The pressure intensifier (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** at least one of the cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3), in a region disposed within the clamping sleeve (15), has a bore forming a fluid conduit over a part of its length, wherein the bore leads into the peripheral surface of the cylinder block member, which preferably carries a clamping thread (19), and the mouth is sealed by a closure member.
14. A system consisting of a pressure intensifier according to any one of the preceding claims and an external switching valve (25) upstream from the pressure intensifier, which is configured in such a way that the feed conduit feeding low pressure into the pressure intensifier and the conduit for the pressureless back-flow (or the tank conduit) can be interchanged by switching the valve.

15. A use of a sleeve (15) provided with a female thread and preferably having a circular-cylindrical jacket, for holding together and clamping together three cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3), which are not connected to each other by any material and are accommodated within the sleeve (15), **characterized in that** these cylinder block members (13.1, 13.2, 13.3) abut against one another with their end faces and together form a cylinder block in which a pressure intensifier piston (2) operates.

Revendications

1. Amplificateur de pression (1) pour fluides, en particulier pour liquides, comportant un bloc-cylindre (13) constitué de plusieurs éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3), dans lequel se déplacent cycliquement un piston amplificateur de pression (2) et un piston de commande (3), dans lequel le piston amplificateur de pression (2) forme dans le bloc-cylindre (13) une chambre de travail haute pression (11) et une chambre de travail basse pression (10), et le piston de commande (3) commande le mouvement du piston amplificateur de pression (2), le bloc-cylindre (13) comprend un raccord basse pression (5) externe et un raccord haute pression (7) externe qui constituent chacun une interface avec l'environnement à l'extérieur du bloc-cylindre (13), **caractérisé en ce que** les éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) constituent un bloc-cylindre composé qui est reçu par une douille de serrage, et la douille de serrage (15) maintient les éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) les uns contre les autres de telle sorte que leurs surfaces frontales sont en appui les unes contre les autres, et elle les met sous précontrainte mutuelle.
2. Amplificateur de pression (1) pour fluides selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** au moins la majeure partie de la précontrainte par laquelle les éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) sont précontraints les uns contre les autres est fournie par la douille de serrage (15), la douille de serrage (15) présentant dans le cas idéal un pas de vis de serrage (16) à l'aide duquel la contrainte est générée par laquelle les éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) sont pressés les uns contre les autres, le pas de vis de serrage (16) étant de préférence un taraudage qui s'étend dans le cas idéal sur plus de la moitié et encore mieux sur au moins 75 % de la longueur que présente la douille de serrage (15) en direction de l'axe longitudinal L.
3. Amplificateur de pression (1) pour fluides selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la douille de serrage (15) possède une saillie de re-

tenue (17) qui s'étend en direction de son axe médian longitudinal et qui est réalisée de préférence sous forme d'épaulement annulaire fermé sur lui-même en direction périphérique, saillie contre laquelle peut être posé un premier élément de bloc-cylindre (13.1) par coopération de formes, de sorte qu'il constitue une contrebutée contre laquelle peut être précontraint un second élément de bloc-cylindre (13.2) à l'aide de la douille de serrage (15), la saillie de retenue (17) présentant de préférence une pente de centrage.

4. Amplificateur de pression (1) pour fluides selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
le bloc-cylindre (13) est constitué par au moins trois éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) qui sont agencés les uns derrière les autres dans la douille de serrage (15) et qui sont précontraints les uns contre les autres, l'amplificateur de pression (1) étant réalisé de préférence de telle sorte que les diamètres extérieurs maximum de trois éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) diffèrent les uns des autres idéalement de telle sorte que les diamètres extérieurs maximum des éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) agencés coaxialement directement les uns derrière les autres le long de l'axe longitudinal (L) de la douille de serrage (15) deviennent graduellement de plus en plus grands.
5. Amplificateur de pression (1) pour fluides selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
la chambre de travail haute pression (11) est réalisée dans un élément de bloc-cylindre et la chambre de travail basse pression (10) est réalisée dans un autre élément de bloc-cylindre, et de préférence la chambre de travail basse pression (10) est formée par un perçage qui traverse complètement l'élément de bloc-cylindre correspondant, et/ou
en ce que le perçage recevant le piston de commande (3) est formé par tous les éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) conjointement, et de préférence un élément de bloc-cylindre est traversé complètement par un perçage qui participe à la formation du perçage recevant le piston de commande (3).
6. Amplificateur de pression (1) pour fluides selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
dans les éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) reçus par la douille de serrage (15), toutes les conduites à fluide nécessaires pour le fonctionnement de l'amplificateur de pression (1) sont réalisées entre le piston amplificateur de pression (2) et le piston de commande (3), et/ou l'amplificateur de pression (1) est conçu de telle sorte que le raccord haute pression (7) externe et le raccord basse pression (5) externe

sont agencés sur une ou sur les deux faces frontales des éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) reçus par la douille de serrage (15).

7. Amplificateur de pression (1) pour fluides selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
un, et idéalement un seul élément de bloc-cylindre porte un pas de vis de serrage (19) qui correspond au pas de vis de serrage (16) de la douille de serrage (15) et qui est de préférence en forme de filetage.
8. Amplificateur de pression (1) pour fluides selon la revendication directement précédente,
caractérisé en ce que
ledit élément de bloc-cylindre ne porte que sur une partie de sa longueur axiale un pas de vis de serrage (19) correspondant au pas de vis de serrage (16) de la douille de serrage (15), et de préférence la douille de serrage (15) porte un pas de vis sur au moins 25 % de sa longueur, encore mieux sur au moins 50 % de sa longueur.
9. Amplificateur de pression (1) pour fluides selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
le positionnement correct des éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) les uns par rapport aux autres est établi par des moyens d'ajustement qui agissent directement entre les éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3), les moyens d'ajustement étant réalisés de préférence sous forme de tiges et de perçages de logement de tige correspondants.
10. Amplificateur de pression (1) pour fluides selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
la douille de serrage (15) est équipée d'une saillie de retenue (17) pour le couplage solidaire en couple de rotation et en coopération de formes d'un outil de vissage, de préférence sous la forme d'au moins deux surfaces planes ou gorges diamétralement opposées à la périphérie de la douille de serrage (15), la saillie de retenue (17) étant réalisée idéalement exclusivement dans une portion de la douille de serrage (15) qui se trouve à l'extérieur du flux de forces pendant le fonctionnement de l'amplificateur de pression (1), flux qui est engendré par la précontrainte des éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) au moyen de la douille de serrage (15) dans celle-ci.
11. Amplificateur de pression (1) pour fluides selon la revendication directement précédente ou selon la revendication précédant cette dernière,
caractérisé en ce que
la douille de serrage (15) possède au niveau de sa saillie de retenue (17), à sa périphérie intérieure en direction radiale, un jeu par rapport à l'élément de

bloc-cylindre qui se trouve à cet endroit.

12. Amplificateur de pression (1) pour fluides selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que 5
 au moins dans la zone par laquelle passe ledit flux de forces, la douille de serrage (15) est réalisée à paroi mince en direction radiale et/ou au moins un, encore mieux deux des éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) reçus par la douille de serrage (15) dépassent en direction axiale hors de la douille de serrage (15). 10
13. Amplificateur de pression (1) pour fluides selon l'une des revendications précédentes, 15
caractérisé en ce que
 dans une zone agencée à l'intérieur de la douille de serrage (15), au moins l'un des éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) présente un perçage qui constitue une conduite à fluide sur une partie de sa longueur, et le perçage débouche dans la surface périphérique de l'élément de bloc-cylindre portant de préférence un pas de vis de serrage (19), et l'embouchure est étanchée par un élément obturateur. 20
 25
14. Système constitué par un amplificateur de pression selon l'une des revendications précédentes et par une valve de commutation (25) agencée de façon externe en amont de l'amplificateur de pression, valve qui est conçue de telle sorte que la conduite d'amenée alimentant une basse pression dans l'amplificateur de pression et la conduite pour le retour sans pression (par exemple la conduite de réservoir) peuvent être échangés l'une contre l'autre par commutation de la valve. 30
 35
15. Utilisation d'une douille (15) pourvue d'un taraudage, qui possède de préférence une enveloppe cylindrique circulaire pour maintenir ensemble et précontraindre mutuellement trois éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) qui ne sont pas reliés les uns aux autres en termes de matière et qui sont logés à l'intérieur de la douille (15), 40
caractérisée en ce que
 ces éléments de bloc-cylindre (13.1, 13.2, 13.3) viennent en appui les uns contre les autres par leurs surfaces frontales et constituent conjointement un bloc-cylindre dans lequel travaille un piston amplificateur de pression (2). 45
 50

55

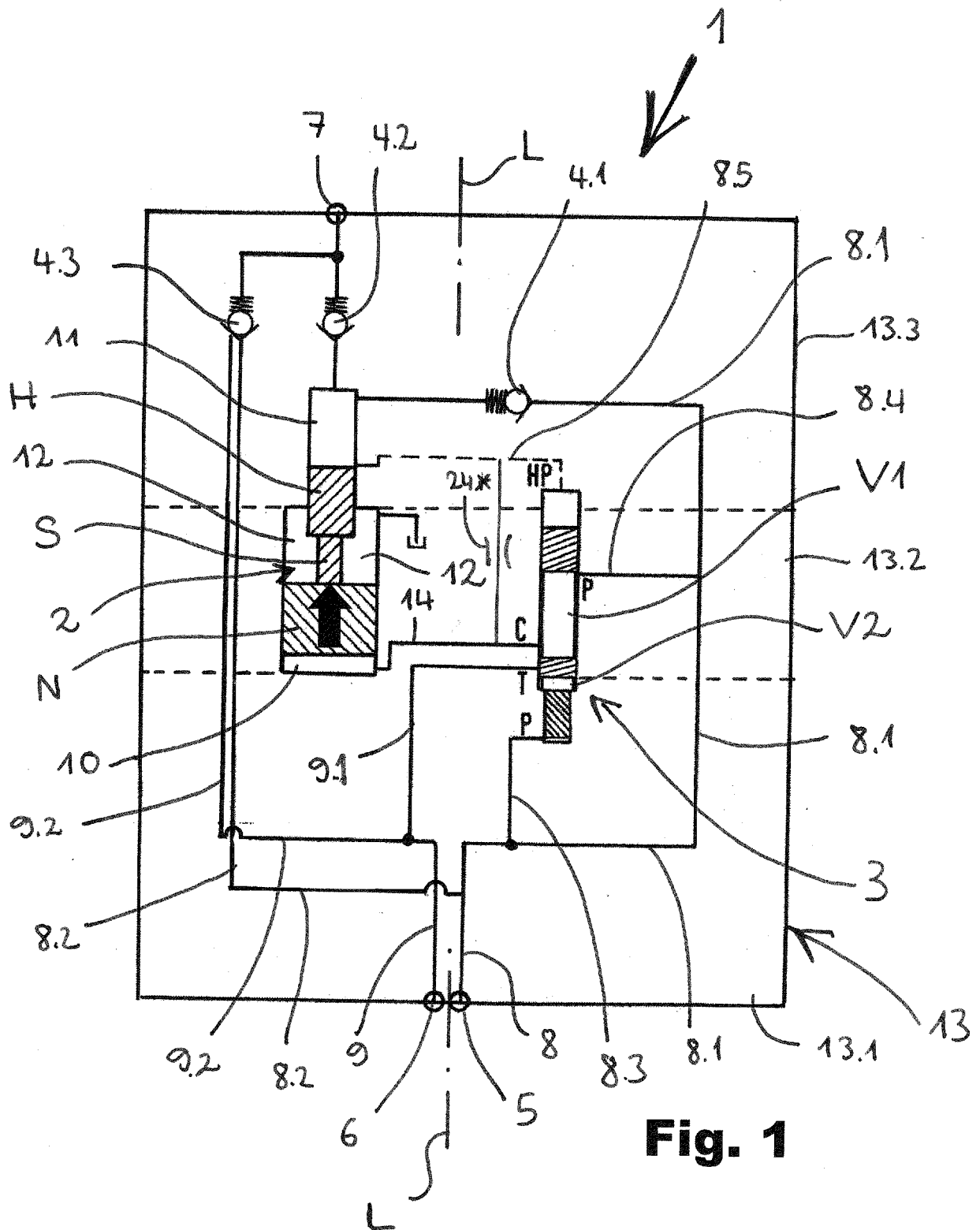
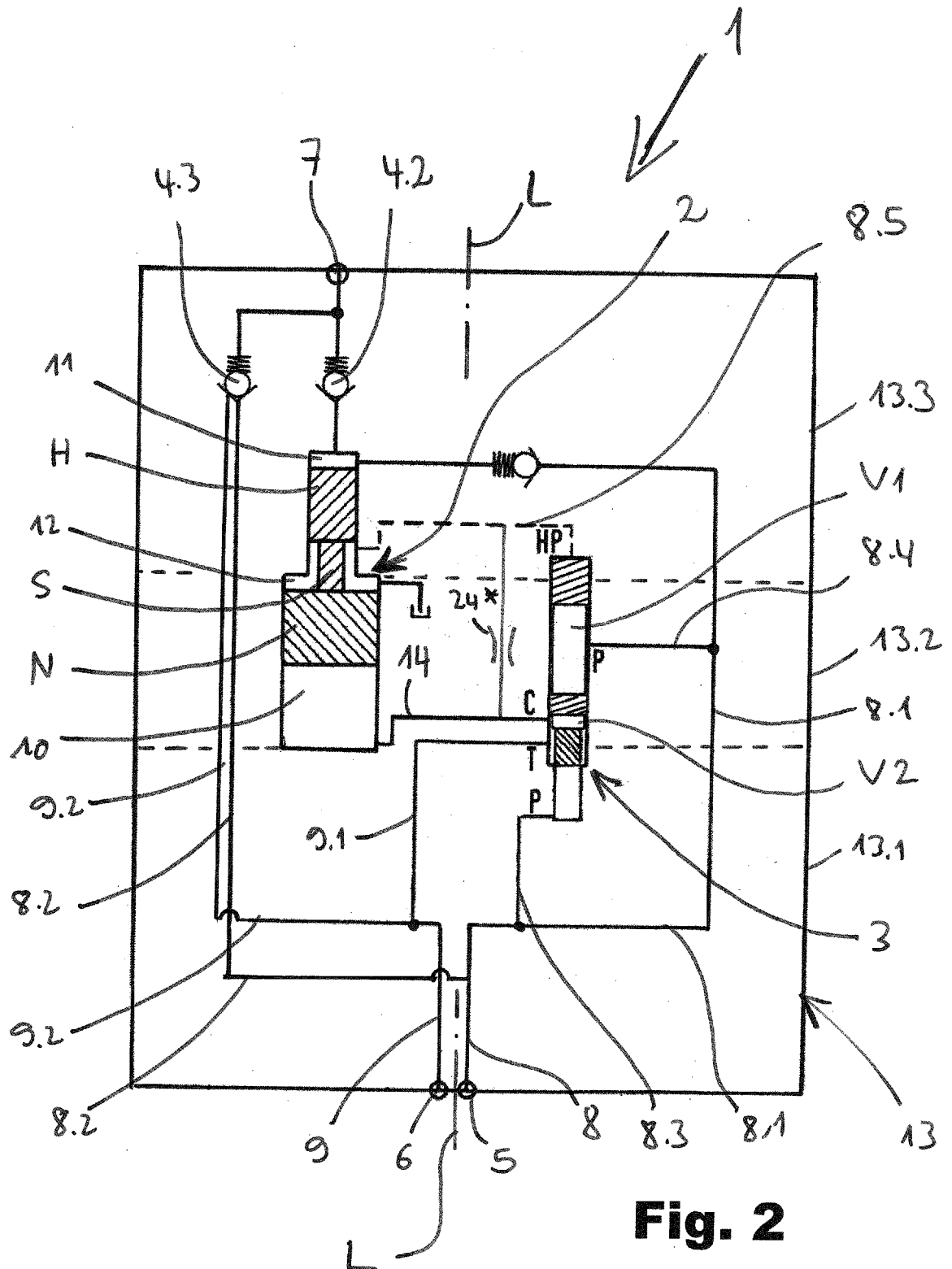


Fig. 1



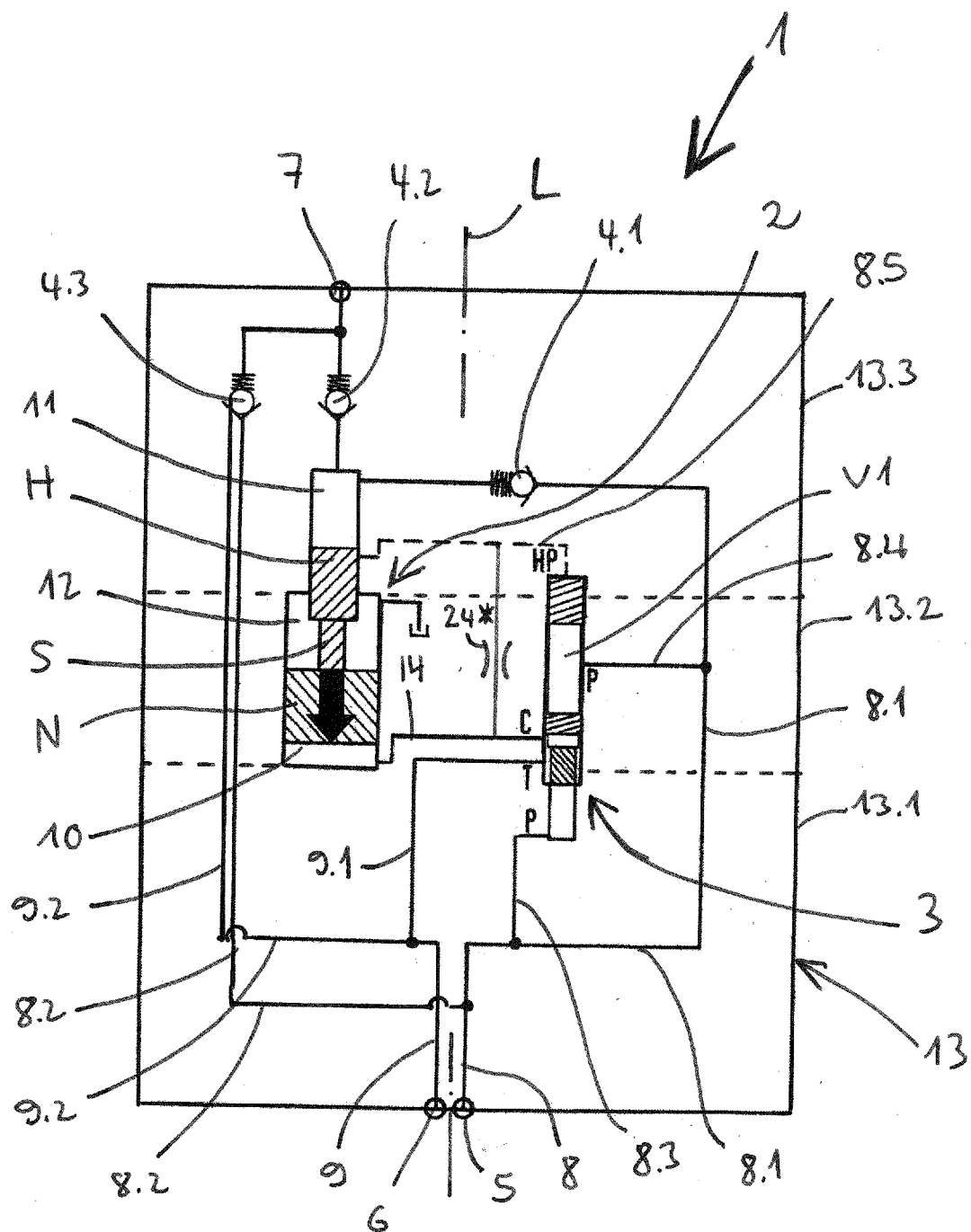


Fig. 3

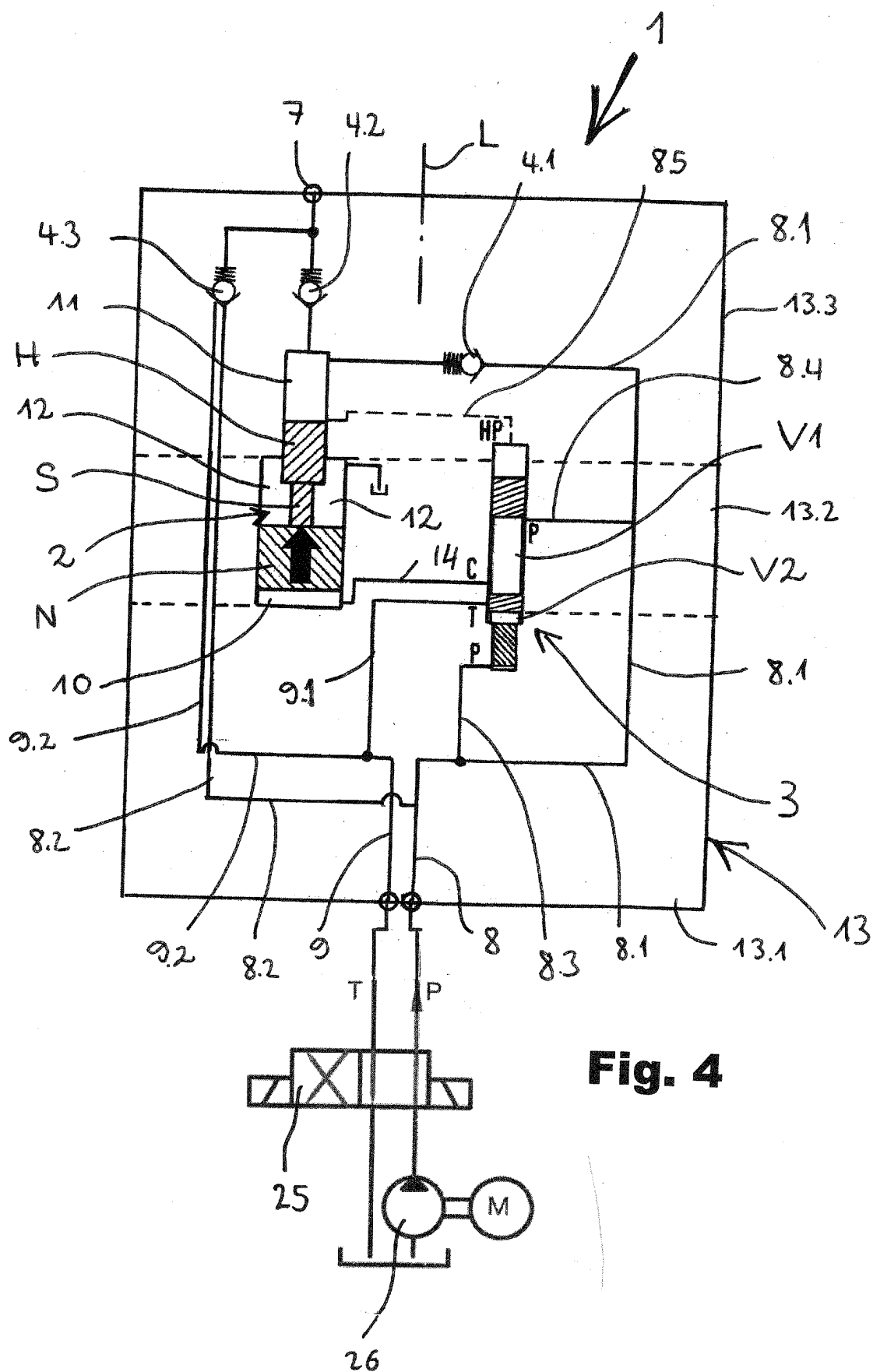


Fig. 4

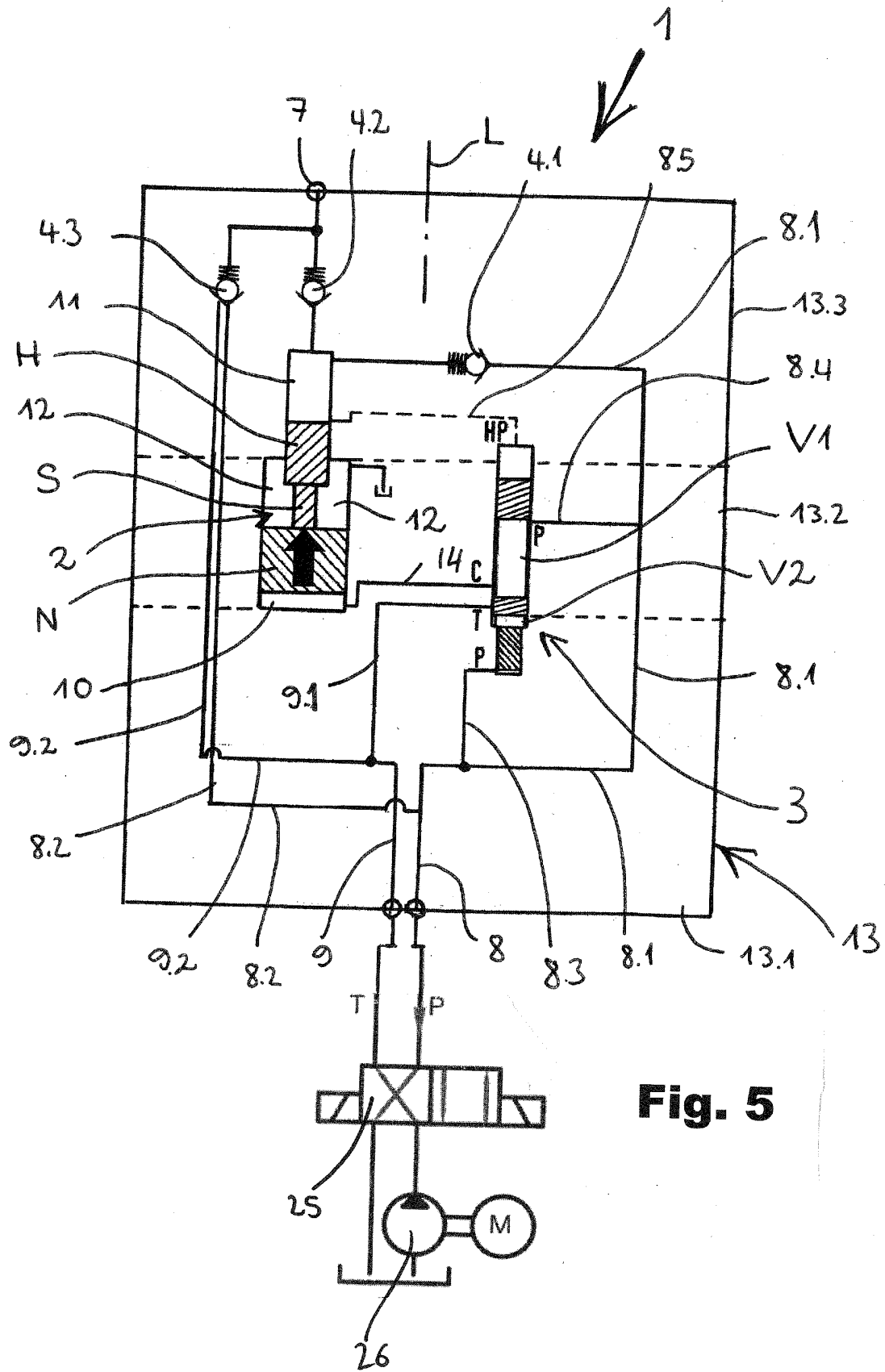


Fig. 5

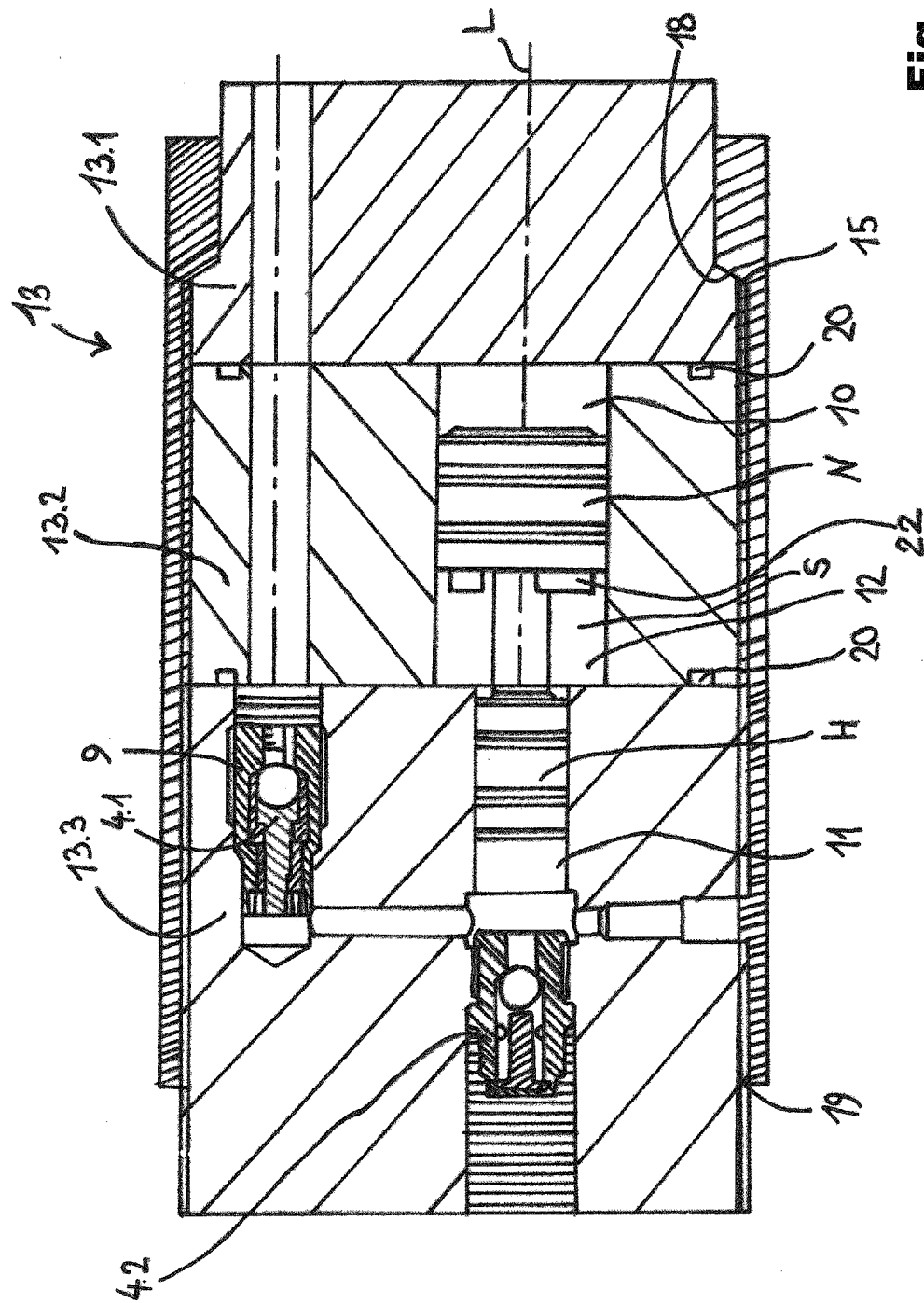


Fig. 6

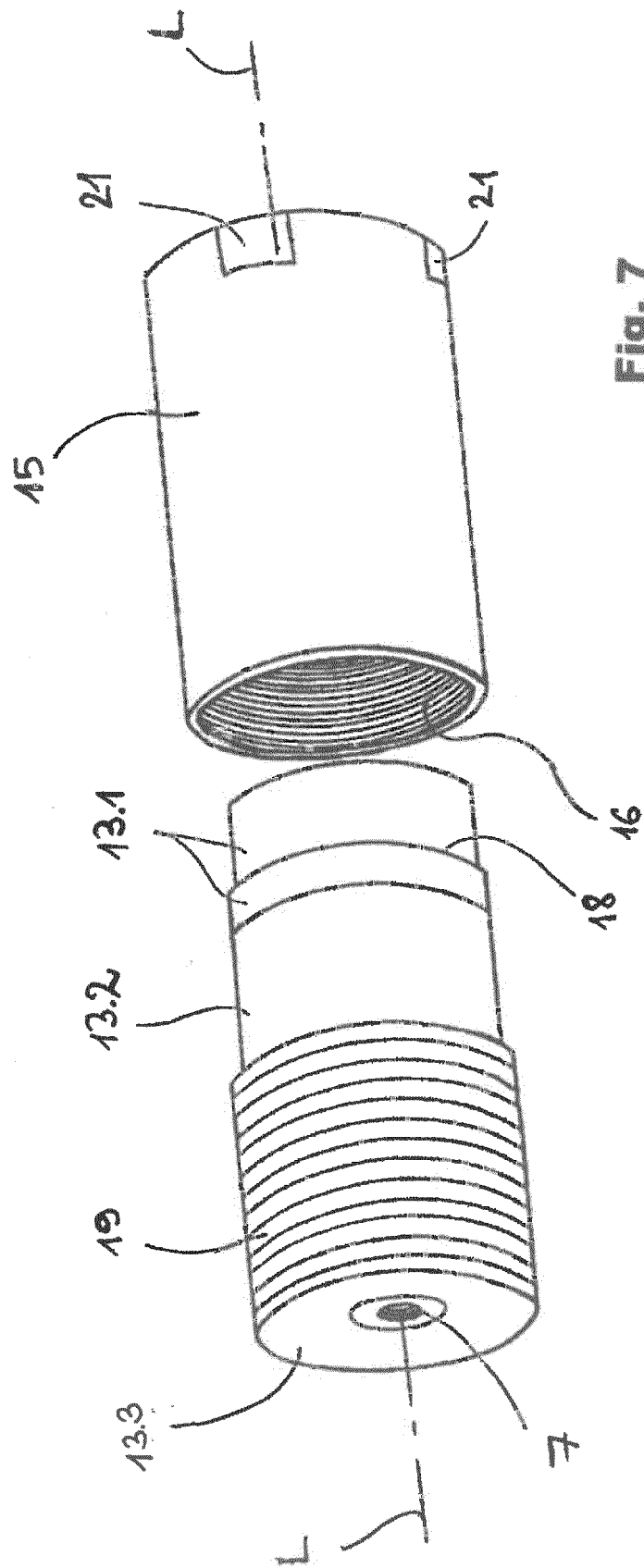
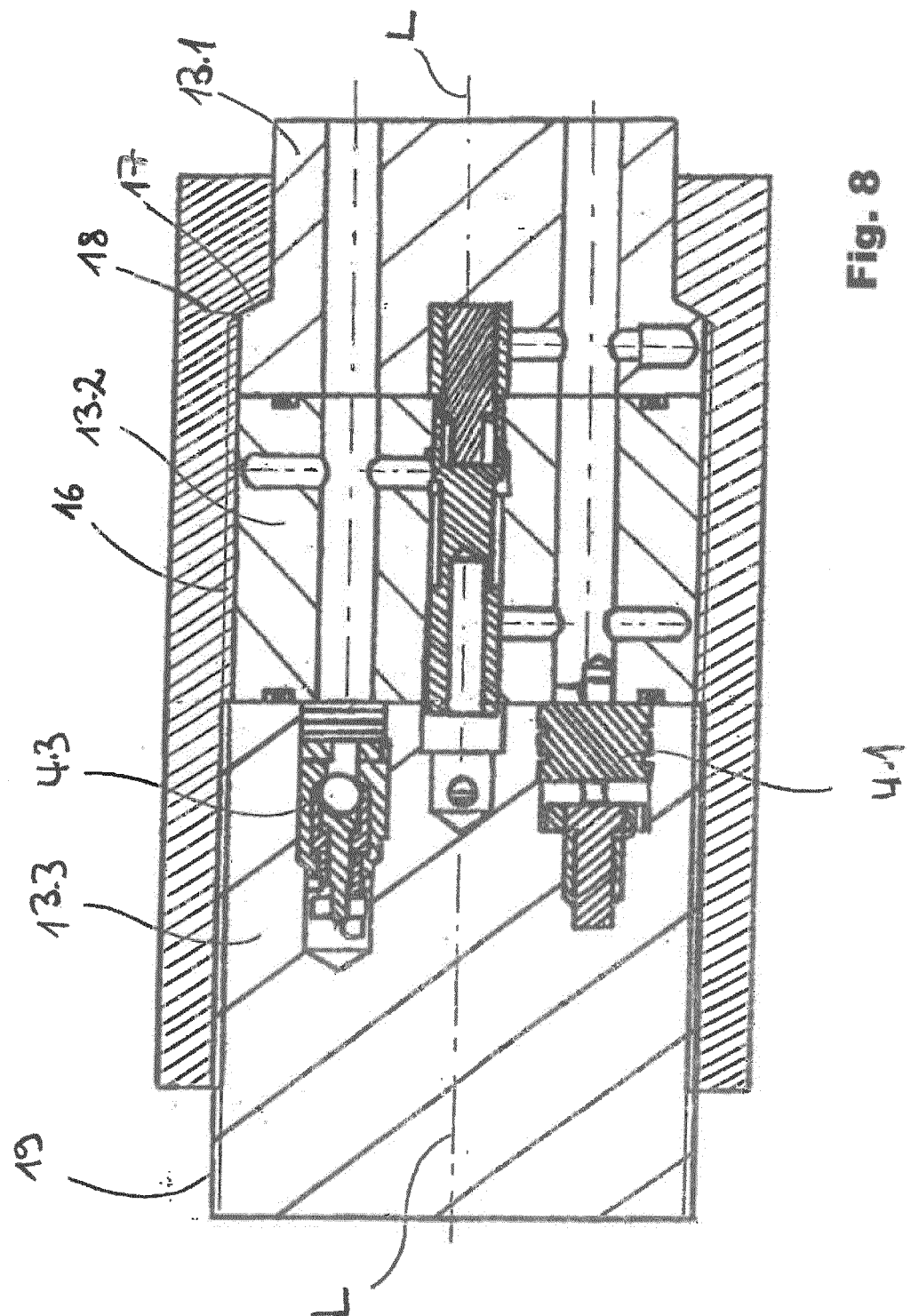


Fig. 7



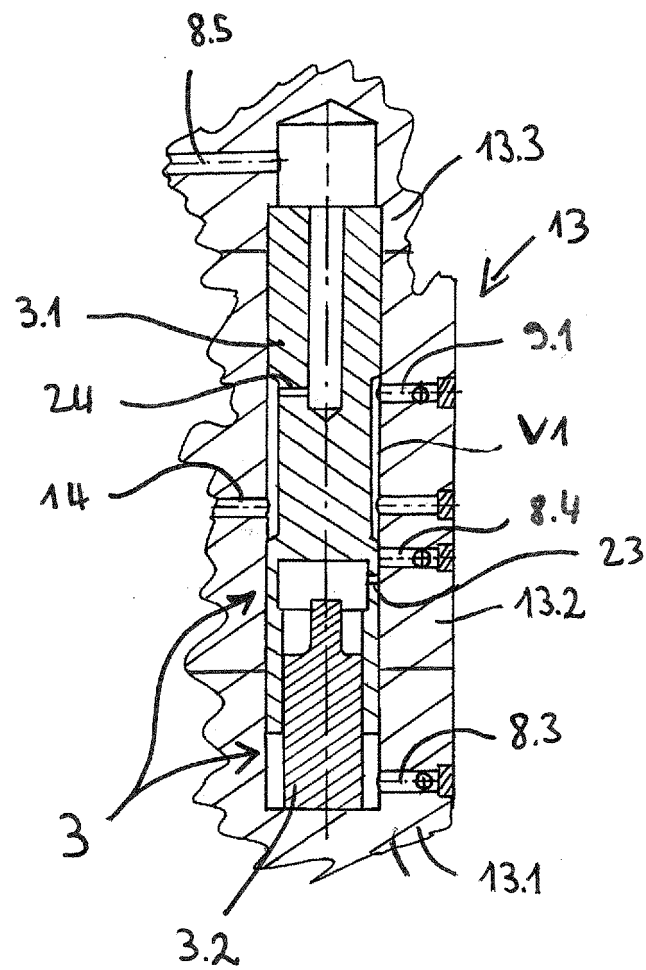


Fig. 9

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

- US 2931218 A [0003]
- WO 9513478 A [0003]