(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 046 819 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.10.2000 Patentblatt 2000/43

(51) Int. Cl.[7]: **F04C 2/10**, F04C 15/04

(21) Anmeldenummer: **00108204.9**

(22) Anmeldetag: **14.04.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **19.04.1999 DE 19917593**

(71) Anmelder: **Hydraulik-Ring GmbH**
09212 Limbach-Oberfrohna (DE)

(72) Erfinder: **Unsöld, Manfred**
97848 Rechtenbach (DE)

(74) Vertreter:
Jackisch-Kohl, Anna-Katharina
Patentanwälte
Jackisch-Kohl & Kohl
Stuttgarter Strasse 115
70469 Stuttgart (DE)

(54) Hydraulische Verdrängermaschine

(57) Bei der hydraulischen Verdrängermaschine erfolgt die stirnseitige Abdichtung rotierender Verdränger über eine Druckplatte (42). Sie wird über ein Regelventil (62) mit einem Druck beaufschlagt, über den die Größe des Dichtspaltes beeinflußbar ist. Erfindungsgemäß hat das Regelventil (62) einen eine Meßblende ausbildenden Hohlkolben, über den ein Rücklaufanschluß, ein zum Verbraucher führender Anschluß und ein hydraulisch mit der Druckplatte (42) verbundener Steueranschluß ansteuerbar sind. Die Verdrängermaschine wird vorzugsweise als Zahnradmaschine ausgebildet. Das Regelventil zeichnet sich durch einen äußerst kompakten Aufbau aus, so daß das Gehäuse (1) der Verdrängermaschine sehr einfach ausgebildet werden kann.

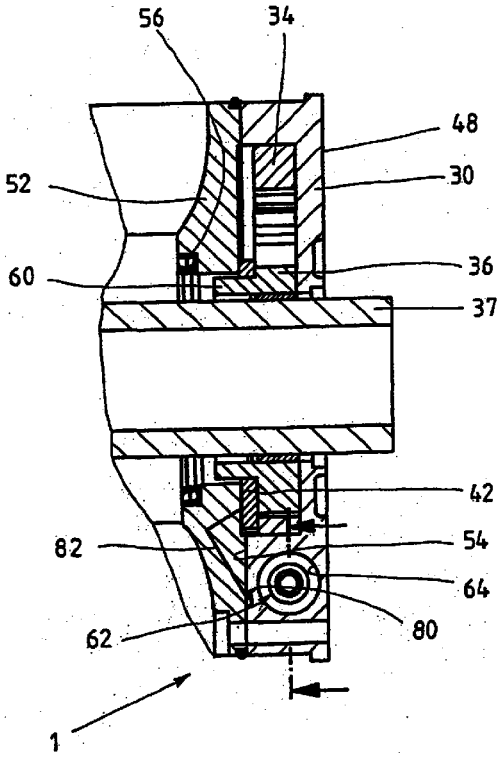

FIG.3

EP 1 046 819 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine hydraulische Verdrängermaschine, insbesondere eine Zahnradmaschine, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein für die Ansteuerung einer derartigen Zahnradmaschine vorgesehenes Regelventil.

[0002] Zahnradmaschinen, beispielsweise Zahnradpumpen, werden vor allem in der Mobilhydraulik eingesetzt, da sie einen vergleichsweise einfachen Aufbau aufweisen und bei geringem Gewicht relativ hohe Drücke erlauben. Ein weiterer Vorteil der Zahnradmaschinen liegt darin, daß diese in einem vergleichsweise großen Drehzahl-, Temperatur- und Viskositätsbereich einsetzbar sind.

[0003] In der EP 0 445 529 B1 ist eine Zahnradpumpe beschrieben, bei der zwei Zahnräder in einem Gehäuse drehbar gelagert sind. Die Verdrängerkammern werden durch die miteinander kämmenden Zahnflanken, die Gehäuseinnenwandung und eine Axial- oder Druckplatte begrenzt. Letztere wird rückseitig von Druckmittel beaufschlagt, so daß diese dichtend in Anlage an den Zahnradstirnflächen gehalten wird. Der auf die Rückseite der Druckplatte wirkende Druck kann über eine Regeleinrichtung eingestellt werden, bei der eine durch ein Wegeventil gebildete Meßblende und eine 3-Wege-Druckwaage zusammenwirken. Dieses wird im Sinne einer Erhöhung des rückseitigen Drucks von dem Druck stromabwärts der Meßblende und einer Druckfeder und im Sinne einer Verringerung des rückseitigen Drucks von dem Druck stromaufwärts der Meßblende beaufschlagt. Die Druckwaage verbindet dazu einen mit einem Druckraum auf der Rückseite der Druckplatte verbundenen Steueranschluß mit dem Druckausgang der Pumpe oder mit dem Tank, wodurch der Dichtspalt zwischen Druckplatte und den Zahnradstirnflächen verkleinert bzw. vergrößert wird. Bei vergrößertem Dichtspalt kann das Druckmittel direkt von der Hochdruckseite zur Niederdruckseite abströmen, so daß der volumetrische Wirkungsgrad der Zahnradmaschine verringerbar und somit beispielsweise die Fördermenge einer Zahnradpumpe in Abhängigkeit von der Spaltweite einstellbar ist. D. h., durch Beeinflussung des auf die Druckplatte wirkenden Druckmitteldruckes kann eine exakte Förderstromregelung erfolgen.

[0004] Problematisch bei diesem Ausführungsbeispiel ist, daß das Pumpengehäuse vergleichsweise komplex ausgeführt werden muß, da Raum für das verbraucherseitige Wegeventil und die Druckwaage vorgesehen werden muß. Des weiteren muß ein eigenes Druckbegrenzungsventil vorgesehen werden, um den Maximaldruck zu begrenzen.

[0005] In der US 4 014 630 ist eine Pumpenanordnung dargestellt, bei der eine Dichtplatte über eine Feder in eine Anlageposition an die Förderelemente gedrückt ist. Der Federraum ist über eine Drosselbohrung mit dem Verdrängerraum der Pumpenanordnung verbunden, so daß die Druckplatte auch hydraulisch in ihre Dichtposition vorgespannt ist. Der auf die Druckplatte wirkende Druck kann wiederum über eine Regeleinrichtung beeinflußt werden, über die das Druckmittel in einen Tank ableitbar ist. Nachteilig bei dieser Konstruktion ist, daß stets Druckmittel durch die Drosselbohrung aus den Verdrängerkammern abgezogen wird, so daß der volumetrische Wirkungsgrad verringert ist. Des weiteren kann sich die Durchgangsbohrung der Druckplatte leicht zusetzen, so daß eine entsprechende Wartung der Pumpenanordnung erforderlich ist.

[0006] Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine hydraulische Verdrängermaschine, insbesondere eine hydraulische Zahnradmaschine, zu schaffen, bei der mit minimalem vorrichtungstechnischen Aufwand eine hinreichend genaue Förderstromregelung durchführbar ist. Eine weitere Aufgabe besteht darin, ein für eine derartige Verdrängermaschine geeignetes Regelventil zu schaffen.

[0007] Diese Aufgabe wird hinsichtlich der Verdrängermaschine durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und hinsichtlich des Regelventils durch die Merkmale des Patentanspruchs 14 gelöst.

[0008] Die erfindungsgemäße Verdrängermaschine wird vorzugsweise als Zahnradmaschine ausgeführt, wobei die stirnseitige Abdichtung des Verdrängerraumes durch eine Druckplatte erfolgt, deren Rückseite über ein Regelventil mit einem Steuerdruck beaufschlagt ist. Das Regelventil hat einen Kolben, über den der Volumenstrom zum Verbraucher abregelbar und ein mit der Druckplatte hydraulisch verbundener Steueranschluß mit einem Druckanschluß oder einem Rücklaufanschluß verbindbar ist, so daß der Druck auf die Rückseite der Druckplatte erhöhbar bzw. absenkbar ist. Der Kolben ist als Hohlkolben ausgebildet, wobei die Durchgangsbohrung als Meßblende wirkt, so daß die eine Stirnseite des Kolbens durch den Druck stromabwärts der Meßblende und die andere Stirnseite des Kolbens durch den Druck stromaufwärts der Meßblende beaufschlagt ist.

[0009] Dieses Regelventil zeichnet sich durch einen äußerst kompakten Aufbau aus, so daß das Gehäuse der Verdrängermaschine sehr einfach ausgebildet werden kann.

[0010] Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel erfolgt das Zu- bzw. Aufsteuern des Steueranschlusses und des Rücklaufanschlusses des Regelventils über zwei im Axialabstand zueinander angeordnete Steuerkanten des Kolbens, so daß der Kolben mit ansteigendem Volumenstrom in eine Regelposition bringbar ist, in der über die Steuerkanten der Steueranschluß mit dem Druckanschluß oder mit dem Rücklaufanschluß verbunden wird.

[0011] Der Kolben wird vorteilhafterweise mit einer weiteren Steuerkante ausgeführt, über die bei genügend großer Verschiebung aus der Regelposition ein Strömungsabschnitt stromaufwärts der Meßblendenbohrung mit dem Rücklaufanschluß verbindbar ist, so

daß die Druckplatte entlastet und eine schnelle Anpassung an Förderstromänderungen möglich ist.

[0012] Der fertigungstechnische Aufwand zur Herstellung des Kolbens ist besonders einfach, wenn die Meßblende durch einen Abschnitt einer Durchgangsbohrung des Kolbens ausgebildet wird.

[0013] Zur Dämpfung von Volumenstrom-/Druckschwankungen kann ein Endabschnitt des Kolbens mit einer Umfangswandung der den Kolben aufnehmenden Axialbohrung einen Dämpfungsspalt ausbilden, durch den Druckmittel bei einer Axialbewegung des Kolbens hindurchtreten muß.

[0014] Durch entsprechende Ausgestaltung des Kolbens kann die Rückseite der Druckplatte entweder mit dem Druck stromaufwärts oder stromabwärts der Meßblendenbohrung beaufschlagt werden. Im erstgenannten Fall wird das Druckmittel über eine stromaufwärts des Drosselquerschnittes der Meßblendenbohrung mündende Radialbohrung zum Steueranschluß geführt, während im letztgenannten Fall das Druckmittel erst nach dem Durchströmen der Meßblendenbohrung durch den Federraum zum Steueranschluß gelangt.

[0015] Die Erfindung läßt sich besonders vorteilhaft bei einer Innenzahnradmaschine einsetzen, bei der ein exzentrisch angeordnetes Hohlrad mit einem angetriebenen Ritzel kämmt und die Druckplatte das Hohlrad und das Ritzel zumindest abschnittsweise stirnseitig abdichtet. Bei dieser Konstruktion wird es besonders bevorzugt, wenn das Regelventil radial außerhalb des Hochdruckbereiches im Gehäuse angeordnet ist. Der Aufbau des Gehäuses ist besonders kompakt, wenn das Regelventil dann in einem tangential verlaufenden Druckkanal angeordnet ist, so daß der Druckanschluß in der Seitenfläche des Gehäuses mündet.

[0016] Da bei abgehobener Druckplatte das Druckmittel intern vom Hochdruckbereich in den Niederdruckbereich zurückgeführt wird, kann die Menge des angesaugten Druckmittels um den Anteil des intern zurückgeführten Druckmittels verringert werden. Diese Verringerung des angesaugten Druckmittels ermöglicht es, den Öffnungsquerschnitt der Saugöffnung auf etwa 1/3 des Öffnungsquerschnitts zu verringern, der rein rechnerisch für den maximalen Volumenstrom erforderlich wäre.

[0017] Die bei geöffnetem Rücklaufanschluß abströmende Teilmenge des Druckmittels kann intern oder in einen Tank zurückgeführt werden.

[0018] Aufgrund der inneren Rückführung des Fördermittelteilstromes bei abgehobener Druckplatte wird von einer erfindungsgemäßen Zahnradpumpe nur die benötigte Menge gefördert, so daß Energieverluste minimiert sind. Aufgrund des einfachen Aufbaus mit interner Rückführung werden gegenüber dem eingangs genannten Stand der Technik die mechanischen Verluste durch komplizierte Kanalführungen und Schaltelemente wesentlich herabgesetzt. Aufgrund der geringeren Anzahl mechanischer Bauteile ist der Verschleiß gegenüber herkömmlichen Pumpen wesentlich verringert, so daß die Standfestigkeit in der Pumpe höchsten Anforderungen entspricht.

[0019] Die Anmelderin behält sich vor, auf die besondere Anordnung des Regelventils im Gehäuse und/oder auf die Verringerung des Öffnungsquerschnittes der Saugöffnung eigene, unabhängige Ansprüche zu richten.

[0020] Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Unteransprüche.

[0021] Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand schematischer Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltschema einer erfindungsgemäßen Innenzahnradpumpe;

Fig. 2 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Innenzahnradpumpe ohne Gehäusedeckel;

Fig. 3 eine geschnittene Seitenansicht der Innenzahnradpumpe aus Fig. 2 (mit Gehäusedekkel);

Fig. 4 eine teilweise geschnittene Rückansicht der Innenzahnradpumpe aus Fig. 2;

Fig. 5 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Regelventil für die Innenzahnradpumpe gemäß den Fig. 2 bis 4; und

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Regelventils für eine erfindungsgemäße Verdrängermaschine.

[0022] Fig. 1 zeigt ein Schaltschema einer erfindungsgemäßen hydraulischen Verdrängermaschine, die beispielsweise als Innenzahnradpumpe 1 ausgeführt ist. Durch diese wird Druckmittel über eine Saugleitung 2 aus einem Tank T angesaugt, mit Druck beaufschlagt und über eine Druckleitung 4 an einen Verbraucher, beispielsweise einen Stellzylinder 6 eines CVT-Getriebes (Continuous Variable Transmission) abgegeben.

[0023] Die Innenzahnradpumpe ist in einer im folgenden noch näher beschriebenen Bauart ausgeführt, bei der die stirnseitige Abdichtung des Verdrängerraumes über eine Druckplatte (siehe Fig. 2 bis 4) erfolgt. Die Druckplatte wird durch eine Feder 26 sowie über ein Druckmittel in Richtung ihrer Dichtposition beaufschlagt, so daß der Dichtspalt durch Einstellung des Druckes an der Druckplattenrückseite einstellbar ist. Die Druckplatte hat praktisch die Funktion des in Fig. 1 mit Bezugszeichen 8 bezeichneten Wegeventils. In Fig. 1 ist auch die Feder 26 eingezeichnet, die in der Praxis

durch eine ein Druckfeld auf der Rückseite der Druckplatte umgebende Dichtung, die Federwirkung hat, realisiert ist. Bei hinreichendem Druck an der Druckplattenrückseite (Wegeventil 8 in Sperrstellung) ist der Verdrängerraum stirnseitig abgedichtet, so daß über die Innenzahnradpumpe 1 ein maximaler Volumenstrom gefördert ist. Bei Verringerung des Druckes auf die Druckplattenrückseite (Wegeventil 8 in Durchgangsstellung) kann Druckmittel direkt vom Hochdruckbereich in den Niederdruckbereich der Innenzahnradpumpe 1 zurückströmen, so daß eine Art Bypasskanal 10 aufgesteuert ist. Die Druckplatte (Wegeventil 8) wird in Abheberrichtung (Öffnungsrichtung) vom Hochdruck in den Verdrängerräumen der Innenzahnradpumpe 1 beaufschlagt und in Richtung seiner Anlageposition (Sperrstellung) durch einen von einer Regelventilanordnung 12 eingeregelten Steuerdruck, der in einem rückwärtigen Druckfeld, dessen Fläche größer ist als die Fläche, an der die Druckplatte vorderseitig vom Pumpendruck beaufschlagt ist, ansteht.

[0024] Die Regelventilanordnung 12 hat eine Meßblende 14, die wie bei einem Stromregelventil mit einer Druckwaage 16 zusammenwirkt. In ihrer federvorgespannten Grundposition verbindet die Druckwaage 16 die Rückseite der Druckplatte über einen Steuerkanal 18 mit einer stromaufwärts der Meßblende 14 in der Druckleitung 4 mündenden Leitung 20. Die entgegen der Druckfeder der Druckwaage 16 wirkende Stirnfläche ist mit dem Druck in der Leitung 20 beaufschlagt. Die andere Stirnfläche ist neben der Druckfeder noch über eine Steuerleitung 22 mit dem Druck stromabwärts der Meßblende 14 beaufschlagt

[0025] Mit ansteigendem Fördervolumenstrom vergrößert sich die Druckdifferenz über der Meßblende 14, so daß die Druckwaage 16 aus der dargestellten Grundposition herausbewegt und der Steuerkanal 18 mit einem Rücklaufkanal 24 verbunden wird, so daß Druckmittel aus dem Steuerkanal 18 zurück in einen Tank T oder intern in den Niederdruckbereich der Innenzahnradpumpe 1 zurückgeführt werden kann (letztere Variante ist nicht dargestellt).

[0026] D. h., durch eine vergleichsweise geringe Druckdifferenz über der Meßblende 14 wird die Druckwaage 16 derart angesteuert, daß vom Regelventil am Steueranschluß 26 ein volumenstromabhängig geregelter Druck abgegeben wird, der beispielsweise den Anpreßdruck der Druckplatte 8 bestimmt. Prinzipiell könnte dieser Steuerdruck auch für andere Aufgaben verwendet werden, so daß der Einsatz der erfindungsgemäßen Regelventilanordnung 12 nicht auf das im nachstehend noch näher beschriebenen Anpressen einer Druckplatte 8 beschränkt ist.

[0027] Bei ansteigendem Volumenstrom kann der Kolben der Druckwaage in eine Position gebracht werden, in der ein Strömungsabschnitt stromaufwärts der Meßblende 14 und die Rückseite der Druckplatte 8 mit dem Tank verbunden sind, so daß eine schnelle Förderstromabsenkung durchführbar ist.

[0028] In den Fig. 2 bis 4 ist ein Ausführungsbeispiel einer Innenzahnradpumpe 1 dargestellt, bei dem die vorgenannten Bauelemente, d.h. die Innenzahnradpumpe 1 mit Dichtplatte 8 und die Regelventilanordnung 12 in einem gemeinsamen Gehäuse integriert sind.

[0029] Dabei zeigt Fig. 2 eine Vorderansicht, Fig. 3 eine geschnittene Seitenansicht und Fig. 4 eine teilweise geschnittene Rückansicht der Pumpe. Der Grundaufbau der Innenzahnradpumpe 1 ist bereits aus dem Stand der Technik, beispielsweise aus der DE 43 22 240 C2 der Anmelderin bekannt, so daß im folgenden lediglich auf die wesentlichen Bauelemente eingegangen wird.

[0030] Die Innenzahnradpumpe 1 hat ein topfförmiges Gehäuse 30 mit einer exzentrisch angeordneten Aufnahme 32 für ein Hohlrad 34. Dieses kämmt mit einem mittig gelagerten Ritzel 36, das von einer das Gehäuse 30 durchsetzenden Antriebswelle 37 angetrieben ist. Aufgrund der exzentrischen Anordnung des Hohlrades 34 mit Bezug zum Ritzel 36 läßt sich der durch die Aufnahme 32 begrenzte Raum in einen Niederdruckbereich 38 und einen Hochdruckbereich 40 unterteilen.

[0031] Den stirnseitigen Abschluß des Hochdruckbereichs 40 bildet eine Druckplatte 42. In diesem Hochdruckbereich 40 tauchen die Zähne des Hohlrades 34 und des Ritzels 36 ineinander ein, so daß zwischen jeweils zwei Zähnen ein Verdrängerraum gebildet ist, der stirnseitig von der Druckplatte 42 und dem Boden der Aufnahme 38 begrenzt ist.

[0032] Im Übergangsbereich zwischen Niederdruckbereich 38 und Hochdruckbereich 40 ist ein nicht dargestelltes Füllstück angeordnet, das über einen Füllstückstift 44 im Gehäuse abgestützt ist. Das Füllstück liegt mit seinen Seitenflächen an den Zähnen des Ritzels 36 und des Hohlrads 34 an, so daß in den Zahnlükken befindliches Druckmittel entlang des Füllstückes in den Zahneingriffsbereich (Hochdruckbereich 40) geführt wird. Die Zuführung des Druckmittels in den Niederdruckbereich 38 erfolgt durch eine Saugöffnung 46 in der Stirnfläche 48 des Gehäuses 30. Das druckbeaufschlagte Druckmittel wird durch eine Drucköffnung 50 in der Stirnfläche 48 abgeführt. Wie insbesondere aus Fig. 4 entnehmbar ist, haben die Saugöffnung 46 und die Drucköffnung 50 einen in etwa nierenförmigen Querschnitt, wobei die Saugöffnung radial weiter außen liegend angeordnet ist als die Drucköffnung 50 und zudem eine größere Querschnittsfläche aufweist.

[0033] Fig. 3 zeigt einen Schnitt entlang der Linie A-A in Fig. 2. Demgemäß erfolgt der stirnseitige Abschluß der Innenzahnradpumpe 1 mittels eines Gehäusedekkels 52, der auf die in Figur 2 sichtbare Flanschfläche 55 des Gehäuses aufgeschraubt ist. Der Gehäusedekkel 52 liegt mit einer in Fig. 2 zweifach gepunktet angedeuteten Dichtung 54 auf der Druckplatte 42 auf. Die

Dichtung 54 umgreift ein Druckfeld, das in der im folgenden noch näher beschriebenen Weise mit Hochdruck beaufschlagt ist. Über dieses Druckfeld wird die in Axialrichtung mit Spiel zwischen dem Gehäusedekkel 52 und den Stirnflächen des Hohlrads 34 und des Ritzels 36 aufgenommene Druckplatte 42 in ihre Anlageposition gegen die Stirnflächen (s. Fig. 3) vorgespannt.

[0034] Im Durchgangsbereich der Antriebswelle 37 durch den Gehäusedeckel 52 ist des weiteren noch eine Wellendichtung 56 angeordnet. Das Ritzel 36 ist drehfest mit der Antriebswelle 37 oder einstückig mit dieser ausgebildet.

[0035] Wie insbesondere aus Fig. 2 entnehmbar ist, umgreift die Dichtplatte 42 mit einem Lagerauge einen sich hin zum Gehäusedeckel 54 erstreckenden Bund 60 des Ritzels 36.

[0036] Der Füllstückstift 44 durchsetzt die Druckplatte 42. Wie bereits erwähnt, kann die Druckplatte 42 in Axialrichtung bewegt werden, so daß der Dichtspalt zwischen den Stirnflächen der Zahnräder 34, 36 und der Anlagefläche der Dichtplatte 42 einstellbar ist. D.h., bei Vergrößerung dieses Dichtspaltes kann Druckmittel direkt vom Hochdruckbereich 40 in den Niederdruckbereich 38 einströmen, so daß der volumetrische Wirkungsgrad der Innenzahnradpumpe 1 verringert wird und somit der abgegebene Volumenstrom durch Variation des Dichtspaltes einstellbar ist.

[0037] Der Anpreßdruck der Dichtplatte 42 wird über ein Regelventil 62 eingestellt. Dieses als Stromregler wirkende Regelventil 62 ist in Patronenbauweise ausgeführt und in einen tangential verlaufenden Druckkanal 64 des Gehäuses 30 eingesetzt. Der Druckkanal 64 mündet in einer abgestuften Tasche 66 in der Stirnfläche 48 des Gehäuses 30. Die Tasche 66 erstreckt sich von der Saugöffnung 50 zu einem vertieften, nierenförmigen Abschnitt 68, in dem der Druck-kanal 64 mündet. D.h., das Druckmittel kann durch die Drucköffnung 50 hindurch entlang der Tasche 66 in den nierenförmigen Abschnitt 68 und von dort in den tangential verlaufenden Druckkanal 64 gelangen, der praktisch den Druckanschluß der Innenzahnradpumpe 1 bildet.

[0038] Der Druckkanal 64 hat eine Anlageschulter 70, an der das Regelventil 62 in seiner Einbauposition anliegt. In der Darstellung gemäß Fig. 4 befindet sich das Regelventil 62 noch im Abstand von der Anlageschulter 70, so daß ein Rücklaufkanal 72 sichtbar ist, der praktisch dem Rücklaufkanal 24 gemäß Fig. 1 entspricht

[0039] Gemäß Fig. 2 endet dieser Rücklaufkanal 72 in einem etwa radial verlaufenden Einstich 74 in der Flanschfläche 55, der in der Umfangswandung der Aufnahme 32 mündet.

[0040] Gemäß den Fig. 2 und 4 mündet in den tangential verlaufenden Druckkanal 64 noch ein Steuerkanal 76 (gestrichelt angedeutet in Fig. 4), der dem Steuerkanal 18 in Fig. 1 entspricht. Der Steuerkanal 76 führt zu einer gekrümmten Nut 80 in der Flanschfläche 55 des Gehäuses 30. Diese Nut 80 wirkt mit einem in Fig. 2 strichpunktiert angedeuteten Verbindungskanal 82 im Gehäusedeckel 52 zusammen, so daß Druckmittel über den Steuerkanal 76, die Nut 80 und den Verbindungskanal 82 in das von der Dichtung 54 begrenzte Druckfeld einspeisbar ist, um die Dichtplatte 42 in Richtung ihrer Anlageposition an den Rädern 34, 36 zu beaufschlagen. Der Verbindungskanal 82 ist als Winkelbohrung im Gehäusedeckel 52 ausgebildet, wobei beide Bohrungsabschnitte von der dem Gehäuse 30 zugewandten Stirnseite her gebohrt werden und stumpfwinklig zueinander angeordnet sind. Dieser Verlauf des Verbindungskanals 82 ist in Fig. 3 strichpunktiert angedeutet.

[0041] Der Aufbau einer ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels des Regelventils 62 wird nunmehr anhand von Fig. 5 erläutert.

[0042] Das in den Druckkanal 64 eingesetzte Regelventil 62 ist in Patronenbauweise ausgeführt und hat eine Hülse 84, in deren Axialbohrung 86 ein Kolben 88 verschiebbar geführt ist. Der in Fig. 5 rechte Endabschnitt der Axialbohrung 86 ist radial zu einer Dämpfungsbohrung 90 zurückgestuft.

[0043] Der im erweiterten Teil der Axialbohrung 86 angeordnete Kolben 88 hat drei axial beabstandete Ringbünde 92, 94, 96, wobei der Ringbund 92 die in Fig. 5 linke Stirnfläche des Kolbens 88 ausbildet. Im Anschluß an den rechten (Fig. 5) Ringbund 96 ist der Kolben 88 radial zurückgesetzt. Dieser radial zurückgesetzte Endabschnitt 98 taucht abschnittsweise in die Dämpfungsbohrung 90 ein und bildet gemeinsam mit dieser einen Dämpfungsspalt.

[0044] Der Kolben 88 ist über eine Druckfeder 100 in seine in Fig. 5 dargestellte Grundposition vorgespannt, wobei die Druckfeder 100 an der Ringstirnfläche des radial abgestuften Teils der Axialbohrung 86 abgestützt ist und an der 30 Ringstirnfläche des Ringbunds 96 angreift.

[0045] Demzufolge ist der Federraum 102 über den Dämpfungsspalt zwischen der Dämpfungsbohrung 90 und dem Endabschnitt 98 mit dem Bereich stromabwärts des Kolbens 88 verbunden.

[0046] Der Kolben 88 ist als Hohlkolben ausgeführt und hat eine Stufenbohrung, deren rechter Teil als Meßblendenbohrung 104 ausgebildet ist. Der Eingangs- und der Ausgangsanschluß 106 bzw. 108 sind durch die Mündungsbereiche der Axialbohrung 86 der Hülse 84 ausgebildet. Die Hülse hat zwei axial beabstandete Ringnuten 110, 112, wobei in der Ringnut 112 eine oder mehrere einen Steueranschluß 114 bildende Radialbohrungen und in der Ringnut 110 einen Rücklaufanschluß 116 bildende Radialbohrungen münden.

[0047] In der Umfangswandung des Kolbens 88 ist eine Mantelbohrung 118 ausgebildet, die zwischen den beiden Ringbünden 94, 96 mündet. Am Ringbund 92 ist eine Steuerkante 120 ausgebildet, über die die Verbindung vom Anschluß 106 zum Anschluß 116 aufsteuerbar ist. In der Regelstellung des Kolbens 88 überdeckt der Ringbund 94 mit Nullüberdeckung den Anschluß

114. Am Ringbund 94 sind zwei Steuerkanten 122 und 124 ausgebildet, wobei der Anschluß 114 über die Steuerkante 122 mit dem Anschluß 106 und über die Steuerkante 124 mit dem Anschluß 116 verbindbar ist. Die Verbindung zwischen dem Steueranschluß 114 und dem Federraum 102 ist stets durch den Ringbund 96 abgesperrt.

[0048] Durch das in Fig. 5 dargestellte Regelventil 62 werden praktisch die Meßblende 14 und die Druckwaage 16 gemäß Fig. 1 in einem einzigen, einfach aufgebauten Bauelement zusammengefaßt. Dabei ist die Meßblende (14) durch die Meßblendenbohrung 104 des Kolbens 88 gebildet, während die Druckwaage (16) durch den in der Hülse 84 axial verschiebbaren Kolben 88 gebildet ist, dessen Stirnseiten mit der Druckdifferenz über der Meßblendenbohrung 104 und der Kraft der Feder 100 beaufschlagt sind.

[0049] Wie vorstehend erwähnt, liegt das Regelventil 62 in der Einbauposition mit seiner in Fig. 5 linken Stirnfläche an der Anlageschulter 70 des Druckkanals 64 an. Das Regelventil 62 befindet sich im drucklosen Zustand in der in Fig. 5 dargestellten Grundposition. D.h., der Rücklaufanschluß 116 ist durch die beiden Ringbünde 92, 94 abgesperrt, während der Steueranschluß 114 zum Anschluß 106 hin geöffnet ist. Beim Durchströmen des Regelventils 62 mit druckbeaufschlagtem Druckmittel entsteht entlang der Meßblendenbohrung 104 ein Druckabfall, so daß sich an den Stirnseiten des Kolbens 88 eine Druckdifferenz Δp einstellt. D.h., auf die linke Stirnfläche des Kolbens 88 wirkt der Druck an der Drucköffnung 50 der Innenzahnradpumpe, während in Gegenrichtung der Druck stromabwärts der Meßblende und die Kraft der Druckfeder 105 wirken - der Kolben 88 wird in eine von der Druckdifferenz abhängige Regelposition gebracht

[0050] Ein Teilstrom des den Kolben 88 durchströmenden Druckmittels kann über die Mantelbohrung 118 in den Steueranschluß 114 einströmen und somit über den Steuerkanal 76, die Nut 80 und den Verbindungskanal 82 in das von der Dichtung 54 begrenzte Druckfeld geführt werden. Die Druckplatte 42 wird dann praktisch durch den Druck stromaufwärts des Kolbens 88 gegen die Stirnflächen der Räder 34, 36 gepreßt.

[0051] Bei ansteigendem Volumenstrom wird der Kolben 88 aufgrund der Druckdifferenz Δp zwischen den Stirnflächen gegen die Kraft der Druckfeder 100 verschoben. Nach einer vorbestimmten Axialverschiebung, die einem Grenzvolumenstrom entspricht, nimmt der Kolben 88 eine Regelstellung ein, von der aus durch geringfügige Verschiebungen in die eine oder andere Richtung der Druck im rückseitigen Druckfeld abgesenkt wird, so daß sich der Spalt zwischen der Druckplatte 42 und den Stirnflächen der Räder 34, 36 vergrößert oder erhöht wird, so daß sich der Spalt verkleinert .Ein Teil des Druckmittels wird dann in der vorbeschriebenen Weise vom Hochdruckbereich zum Niederdruckbereich 38 intern zurückgeführt, so daß der volumetrische Wirkungsgrad der Pumpe verringert wird.

[0052] Beim weiteren Ansteigen des Volumenstroms wird der Steueranschluß 114 weit zum Anschluß 116 geöffnet und durch die Steuerkante 120 der Anschluß 106 zum Rücklaufanschluß 116 aufgesteuert, so daß der Bereich stromaufwärts der Meßblendenbohrung 104 direkt mit dem Rücklaufkanal 72 verbunden wird. Dieser Rücklaufkanal 72 kann im Niederdruckbereich 38 enden oder aber mit dem Tank T verbunden sein. Im erstgenannten Fall wird das Druckmittel intern zurückgeführt, so daß weniger Druckmittel aus dem Tank T entnommen werden muß.

[0053] Durch die interne Rückführung des Druckmittels bei abgehobener Druckplatte 42 und ggf. bei zum Rücklaufkanal 116 aufgesteuertem Anschluß 106 ist es möglich, die Saugöffnung 46 mit einem geringeren Öffnungsquerschnitt auszuführen, als es rein rechnerisch erforderlich wäre, da lediglich ein Teilvolumenstrom des Druckmittels über die Saugöffnung angesaugt werden muß und der andere Teilstrom direkt vom Hochdruckbereich 40 in den Niederdruckbereich 38 zurückgeführt wird. Vorversuche zeigten, daß die Saugöffnung mit etwa einem Drittel der Fläche ausgeführt werden kann, als es rein rechnerisch zum Durchsetzen des maximalen Fördervolumenstromes erforderlich wäre. Durch die erfindungsgemäße Verringerung des Saugöffnungsquerschnittes kann das Gehäuse 30 der Innenzahnradpumpe 1 bei höherer Festigkeit kompakter ausgestaltet werden.

[0054] Bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel werden schnelle Axialbewegungen des Kolbens 88 - beispielsweise verursacht durch Volumenstrom- oder Druckschwankungen - durch den Dämpfungsspalt verhindert, da das im Federraum 102 befindliche Druckmittel durch diesen Spalt hindurch aus dem Federraum 102 verdrängt oder vom Ausgangsanschluß 108 her einströmen muß.

[0055] Fig. 6 zeigt ein gegenüber der Darstellung in Fig. 5 vereinfacht dargestelltes, weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Regelventils 62. Dieses Regelventil 62 hat im wesentlichen den gleichen Aufbau wie das in Fig. 5 dargestellte Ausführungsbeispiel, so daß im folgenden nur auf die Unterschiede eingegangen wird. In Fig. 6 ist der Kolben 88 in Regelstellung gezeigt, in der der Steueranschluß 114 durch die Steuerkanten 122 und 124 zugesteuert ist (Nullüberdeckung). Bei einer weiteren Axialverschiebung des Kolbens 88 nach rechts wird zuerst der Steueranschluß 114 über die Steuerkante 124 und zuletzt der Anschluß 106 über die Steuerkante 120 zum Rücklaufanschluß 116 aufgesteuert. Insofern entspricht das vorbeschriebene Ausführungsbeispiel demjenigen aus Fig. 5. Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, daß der Steueranschluß 114 über die Steuerkante 122 mit dem Ausgangsanschluß 108, und nicht, wie bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel, mit dem Eingangsanschluß 106 verbunden wird. Dies wird bei dem in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch

bewirkt, daß die Mantelbohrung 18 nicht ausgebildet ist und über die Steuerkante 122 eine hydraulische Verbindung zwischen dem Federraum 102 und dem Steueranschluß 114 herstellbar ist.

[0056] Wie in Fig. 6 gestrichelt angedeutet, kann auch der Kolben 88 des in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiels mit einem radial zurückgesetzten Endabschnitt 98 ausgeführt werden, der mit der Dämpfungsbohrung 90 zusammenwirkt. Dabei müßten jedoch Vorkehrungen getroffen werden, um das Druckmittel ungehindert von der Meßblendenbohrung 104 zum Ausgangsanschluß 108 zu führen.

[0057] Bei dem in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Rücklaufanschluß 116 mit dem Tank T verbunden. Wenn der Kolben 88 die in Fig. 6 dargestellte Regelposition erreicht hat, ist der Steueranschluß 114 nullüberdeckt, so daß der Druck im rückseitigen Druckfeld gerade die richtige Höhe hat. Beim weiteren Ansteigen des Fördervolumenstroms wird der rückwärtige Druck durch Abfluß von Öl vom Steueranschluß 114 zum Rücklaufanschluß 116 verringert. Schließlich wird der Anschluß 106 über die Steuerkante 120 mit dem Rücklaufanschluß 116 verbunden und das Druckmittel direkt in den Tank T zurückgeführt.

[0058] Durch das Abheben der Druckplatte 42 wird der Förderstrom abgesenkt, so daß der Kolben 88 wieder zurück in die dargestellte Regelposition verschoben wird. Bei einem weiteren Absinken des Förderstroms steuert die Steuerkante 122 die Verbindung zum Anschluß 108 auf, so daß die Druckplatte in ihre Anlageposition vorgespannt und der Dichtspalt verringert wird - der Förderstrom steigt wieder an.

[0059] Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung liegt darin, daß das Regelventil 62 in demjenigen Bereich des Gehäuses 30 aufgenommen ist, der aufgrund der Exzentrizität des Aufnahmeraums 32 mit einer größeren Wandungsstärke ausgeführt ist, als der in Fig. 2 oben liegende Bereich der Gehäusewandung. Durch die tangentiale Anordnung des Druckkanals 64 kann dieser auf einfache Weise von außen her gebohrt werden, so daß auch der fertigungstechnische Aufwand minimal ist.

[0060] Das erfindungsgemäße Regelventil 62 läßt sich prinzipiell bei einer Vielzahl von Verdrängermaschinenbauarten einsetzen, beispielsweise bei Flügelzellenpumpen, Zahnradpumpen und den entsprechenden Motorenbauarten.

[0061] Offenbart ist eine hydraulische Verdrängermaschine, bei der die stirnseitige Abdichtung rotierender Verdränger über eine Druckplatte erfolgt. Diese Druckplatte wird über ein Regelventil mit einem Druck beaufschlagt, über den die Größe des Dichtspaltes beeinflußbar ist. Erfindungsgemäß hat das Regelventil einen eine Meßblende ausbildenden Hohlkolben, über den ein Rücklaufanschluß, ein zum Verbraucher führender Anschluß und ein hydraulisch mit der Druckplatte verbundener Steueranschluß ansteuerbar sind.

Patentansprüche

1. Hydraulische Verdrängermaschine, insbesondere Zahnradmaschine, mit einem Gehäuse (30, 52), in dem Förderelemente, insbesondere Zahnräder (34, 36) gelagert sind, über die Druckmittel durch eine Saugöffnung (46) ansaugbar und druckbeaufschlagt über eine Drucköffnung (50) abgebbar ist und die stirnseitig von zumindest einer Druckplatte (42) abgedichtet sind, und mit einer Regeleinrichtung (14, 16; 62), über die ein die Druckplatte (42) beaufschlagender Druck veränderbar ist,
dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinrichtung ein Regelventil (62) hat mit einer in einem Kolben (88) ausgebildeten, einen Eingangsanschluß (106) mit einem Ausgangsanschluß (108) verbundenen Meßblendenbohrung (104), wobei der Kolben (88) einerseits vom Druck des Druckmittels stromaufwärts der Meßblendenbohrung (104) und andererseits vom Druck stromabwärts der Meßblendenbohrung (104) und der Kraft einer Druckfeder (100) beaufschlagt ist, und daß über den Kolben (88) in Abhängigkeit von der Druckdifferenz (Δp) ein mit der Druckplatte (42) hydraulisch verbundener Steueranschluß (114) zur Erhöhung des Druckes mit einem Druckanschluß (106, 108) und zur Erniedrigung des Druckes mit einem Rücklaufanschluß (116) verbindbar ist.

2. Hydraulische Verdrängermaschine nach Patentanspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (88) eine die Verbindung des Steueranschlusses (114) mit dem Druckanschluß (106, 108) steuernde erste Steuerkante (122) und die Verbindung des Steueranschlusses (114) mit dem Rücklaufanschluß (116) steuernde zweite Steuerkante (124) hat, die an einem Ringbund (94) des Kolbens (88) ausgebildet sind.

3. Hydraulische Verdrängermaschine nach Patentanspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß durch den Kolben (88) bei Überschreiten eines Grenzdrucks ein Querschnitt (110) aufsteuerbar ist, über den ein Strömungsabschnitt (4, 20) stromaufwärts der Meßblendenbohrung (108) mit dem Rücklaufanschluß (116) verbunden ist.

4. Hydraulische Verdrängermaschine nach Patentanspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (88) zum Steuern des Querschnitts eine dritte Steuerkante (120) hat, die an einem zweiten, vom ersten Ringbund (94) beabstandeten Ringbund (92) ausgebildet ist.

5. Hydraulische Verdrängermaschine nach einem der

vorhergehenden Patentansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Meßblendenbohrung (104) ein zurückgestufter Abschnitt einer Durchgangsbohrung des Kolbens (88) ist.

6. Hydraulische Verdrängermaschine nach einem der vorhergehenden Patentansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß der federseitige Endabschnitt (98) des Kolbens (88) zurückgestuft ist und mit einer Dämpfungsbohrung (90) des Gehäuses (30) einen Dämpfungsspalt bildet, und daß die Druckfeder (100) im Bereich zwischen dem Dämpfungsspalt und dem benachbarten Ringbund (94, 96) angeordnet ist.

7. Hydraulische Verdrängermaschine nach Patentanspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (88) eine stromaufwärts von der Meßblendenbohrung (104) in der Durchgangsbohrung mündende Radialbohrung (118) hat, über die Druckmittel zum Steueranschluß (114) führbar ist.

8. Hydraulische Verdrängermaschine nach Patentanspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, daß die Druckfeder (100) an einem im Abstand zum ersten Ringbund (94) ausgebildeten Ringbund (96) des Kolbens (88) angreift, der dichtend in einer Axialbohrung (86) des Gehäuses geführt ist.

9. Hydraulische Verdrängermaschine nach einem der Patentansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß das Druckmittel stromabwärts der Meßblendenbohrung (104) durch einen Federraum (102) der Druckfeder (100) hindurch zum Steueranschluß (114) geführt ist.

10. Hydraulische Verdrängermaschine nach einem der vorhergehenden Patentansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Verdrängermaschine eine Innenzahnradmaschine (1) mit einem Hohlrad (34) und einem Ritzel (36) ist, und daß das Regelventil (62) radial außerhalb des Hochdruckbereichs (40) im Gehäuse (30) angeordnet ist.

11. Hydraulische Verdrängermaschine nach Patentanspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, daß das Regelventil (62) in einem tangential verlaufenden Druckkanal (64) des Gehäuses (30) angeordnet ist, der einerseits mit der Drucköffnung (50) und andererseits an einem Druckanschluß der Innenzahnradmaschine (1) mündet.

12. Hydraulische Verdrängermaschine nach einem der vorhergehenden Patentansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche der Saugöffnung (46) im Gehäuse (30) etwa 20 bis 40 %, vorzugsweise etwa 30 % derjenigen Fläche ist, die rechnerisch für die maximale Fördermenge erforderlich ist.

13. Hydraulische Verdrängermaschine nach einem der vorhergehenden Patentansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß der Rücklaufanschluß (116) über einen Rücklaufkanal (72, 74) in einen Niederdruckbereich (38) der Verdrängermaschine mündet.

14. Regelventil für eine hydraulische Verdrängermaschine gemäß einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit einer Hülse (84), die eine Axialbohrung (86) zur Aufnahme eines Kolbens (88) hat, in der ein Radialanschluß (116) und ein Steueranschluß (114) als Radialbohrung münden und die einerseits in einem Eingangsanschluß (106) und andererseits in einem Ausgangsanschluß (108) mündet, wobei der Kolben (88) von einer die beiden Anschlüsse (106, 108) verbindenden Meßblendenbohrung (104) durchsetzt ist und Steuerkanten (122, 124) hat, über die die Verbindung des Steueranschlusses mit einem Druckanschluß (106, 108) und dem Radialanschluß (110) zu- bzw. aufsteuerbar ist.

15. Regelventil nach Patentanspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, daß die den Steueranschluß bildende Radialbohrung (114) hydraulisch mit dem Bereich stromaufwärts oder stromabwärts der Meßblendenbohrung (104) verbindbar ist.

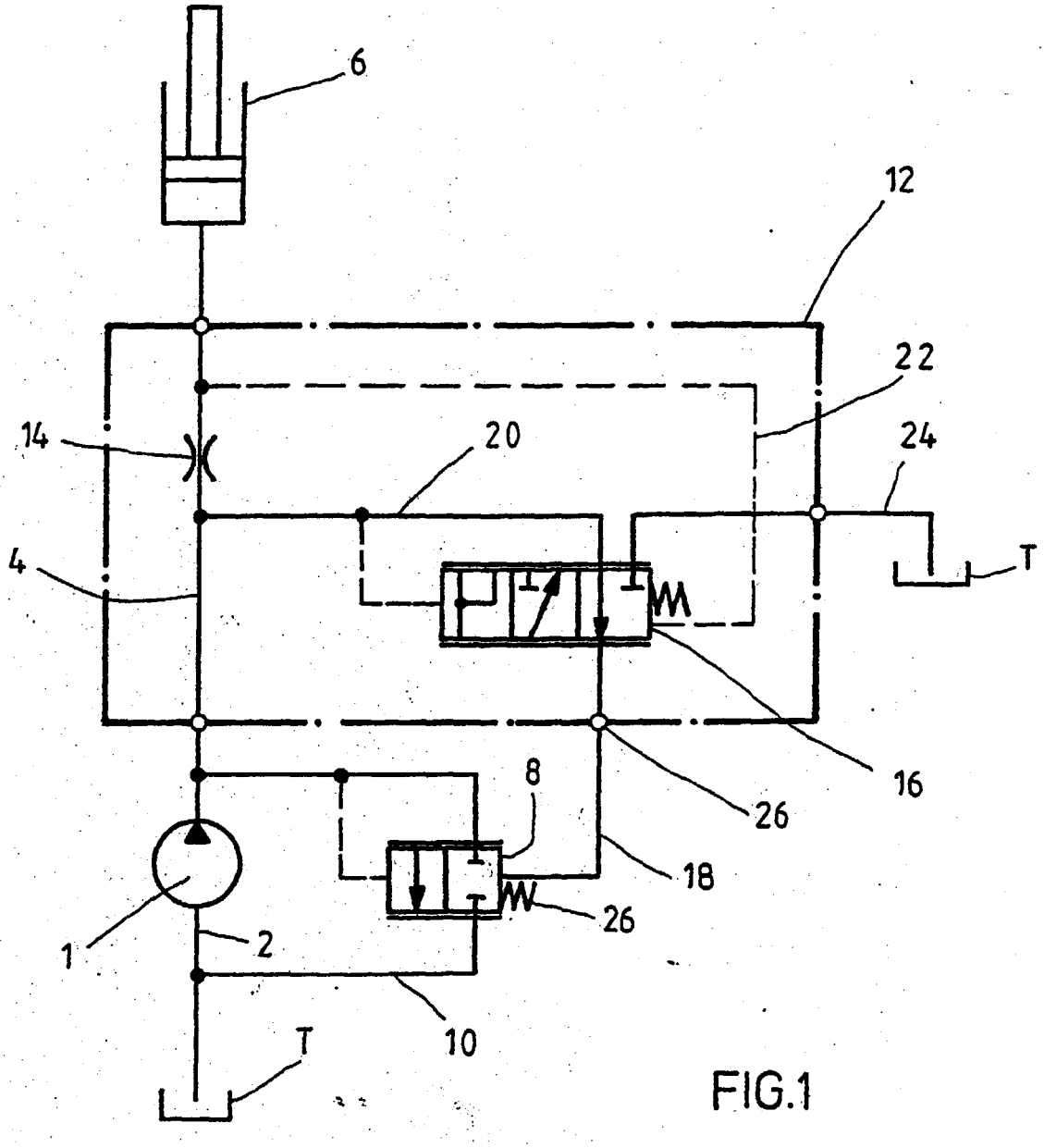

FIG.1

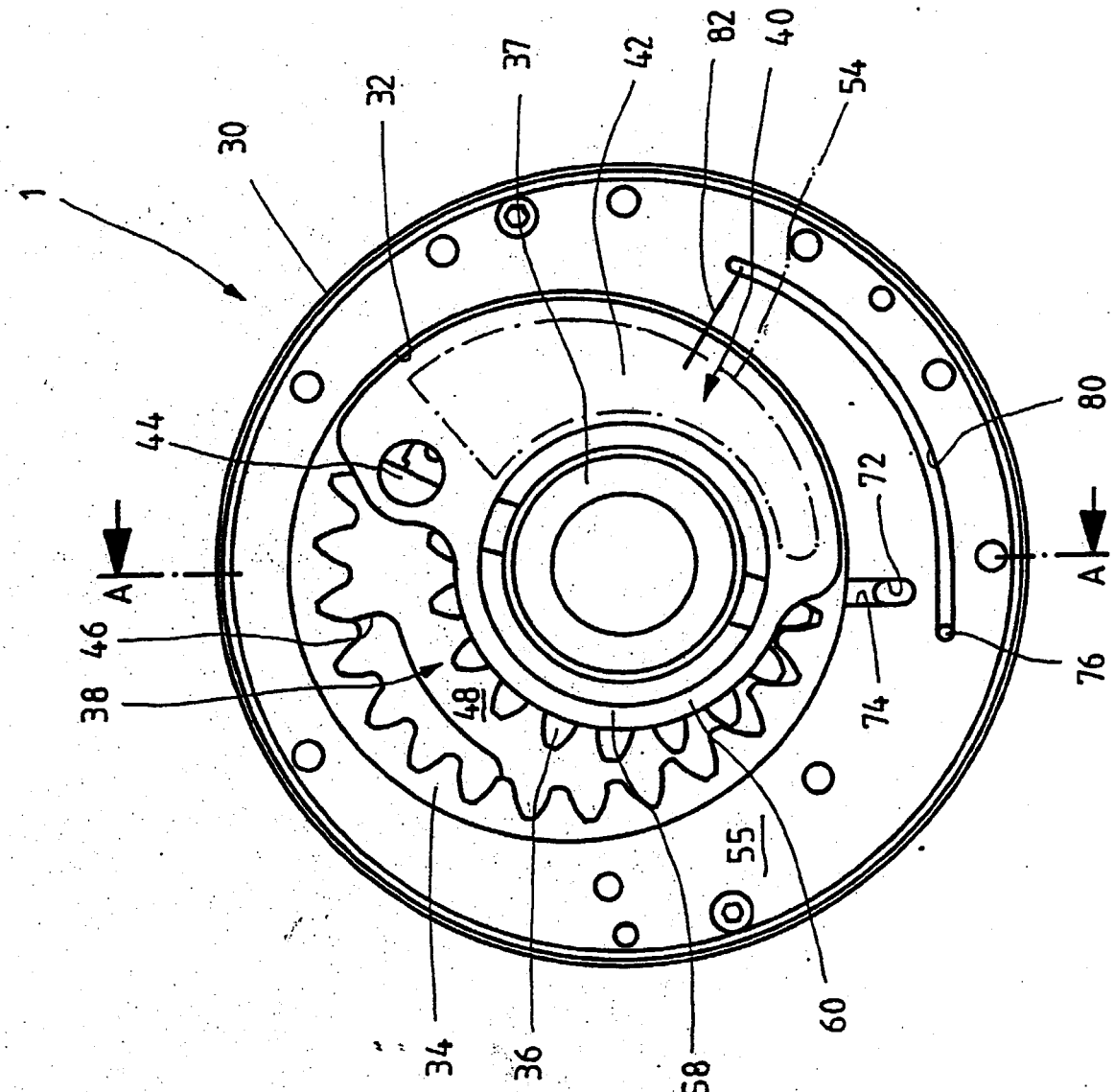

FIG. 2

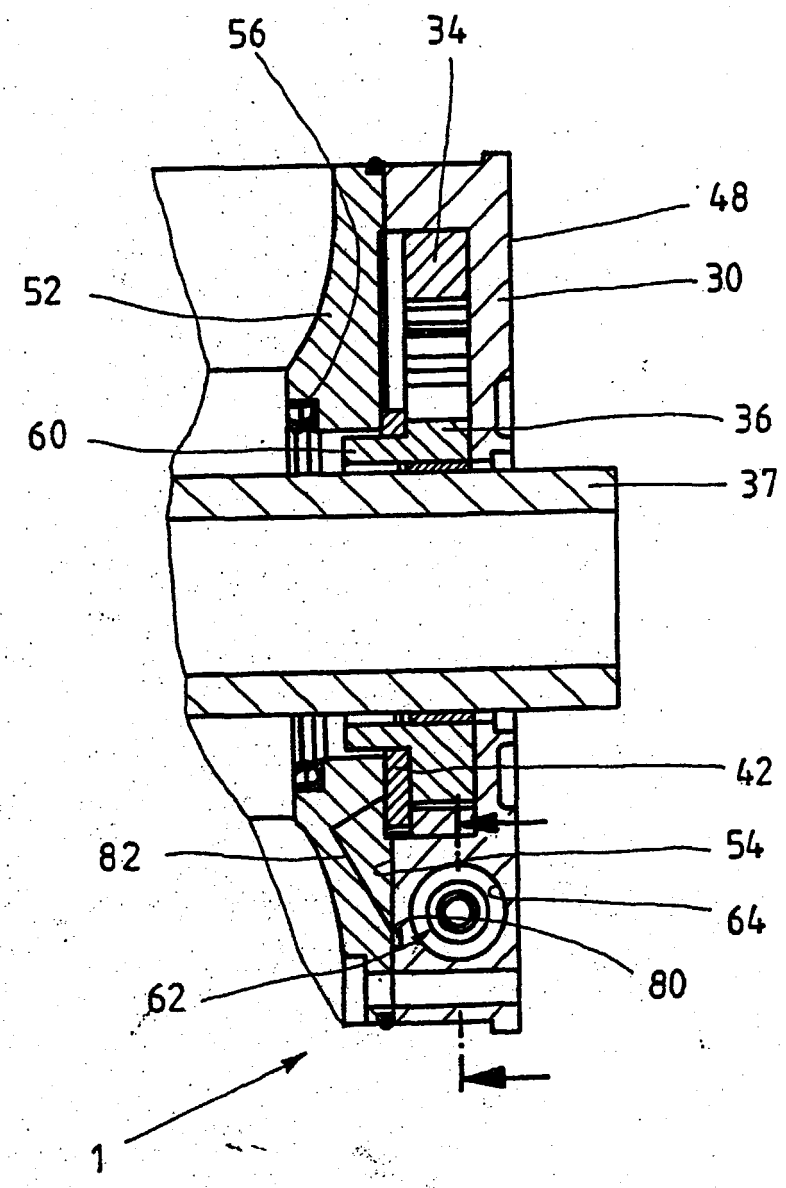

FIG.3

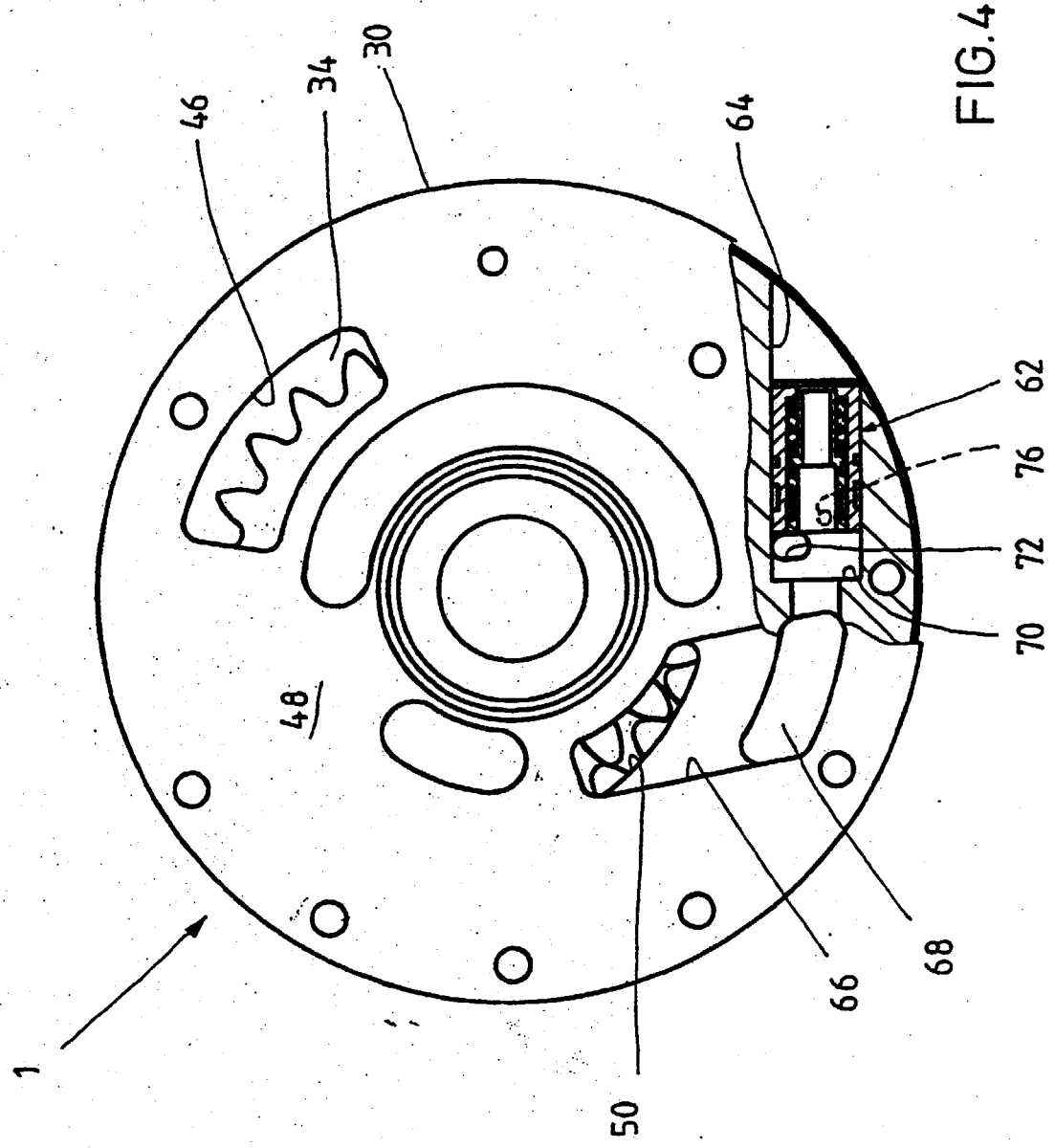

FIG.4

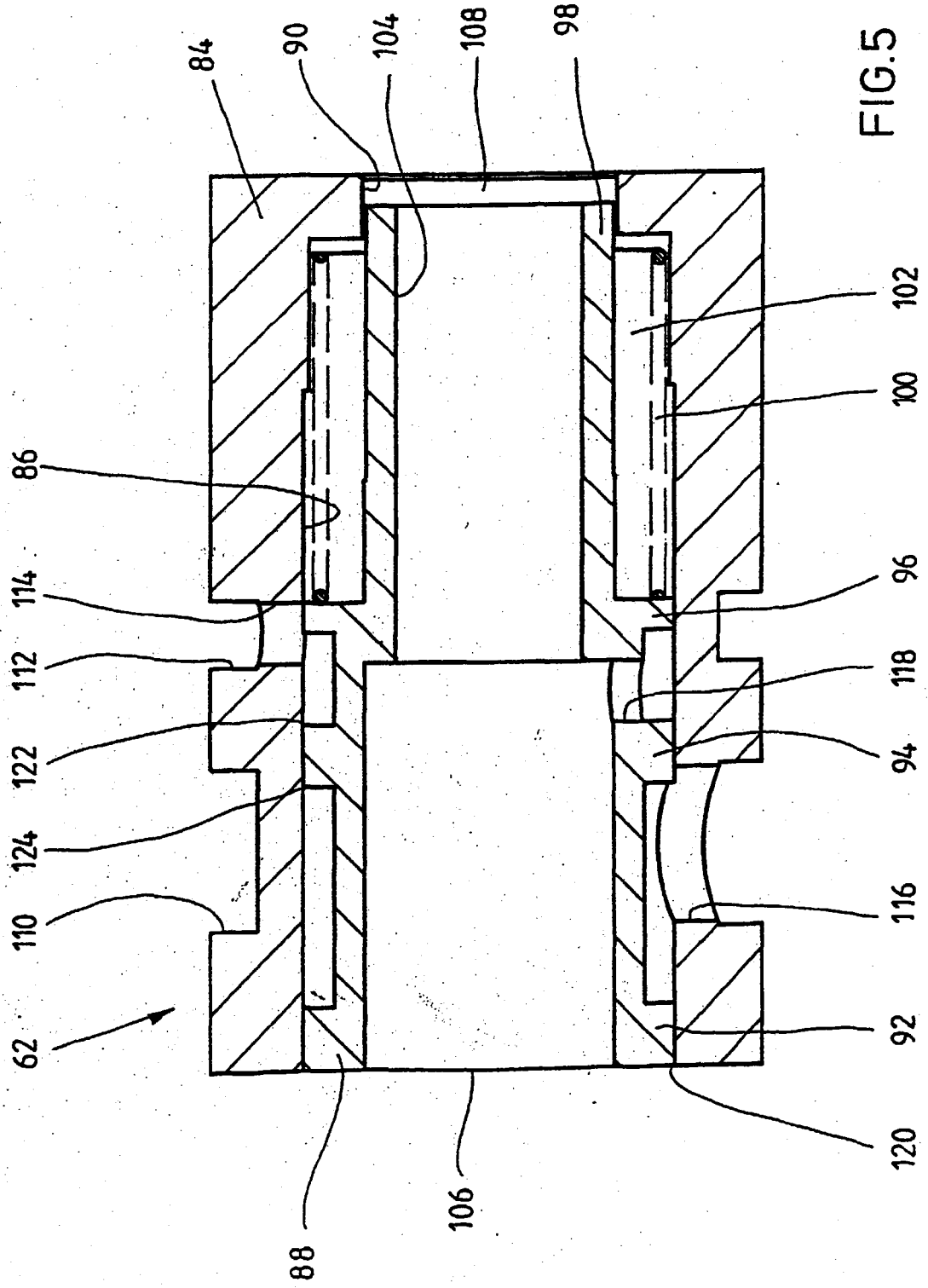
84
90
104
108
98
102
100
86
114
112
122
124
110
62
96
118
94
116
92
120
88
106

FIG.5

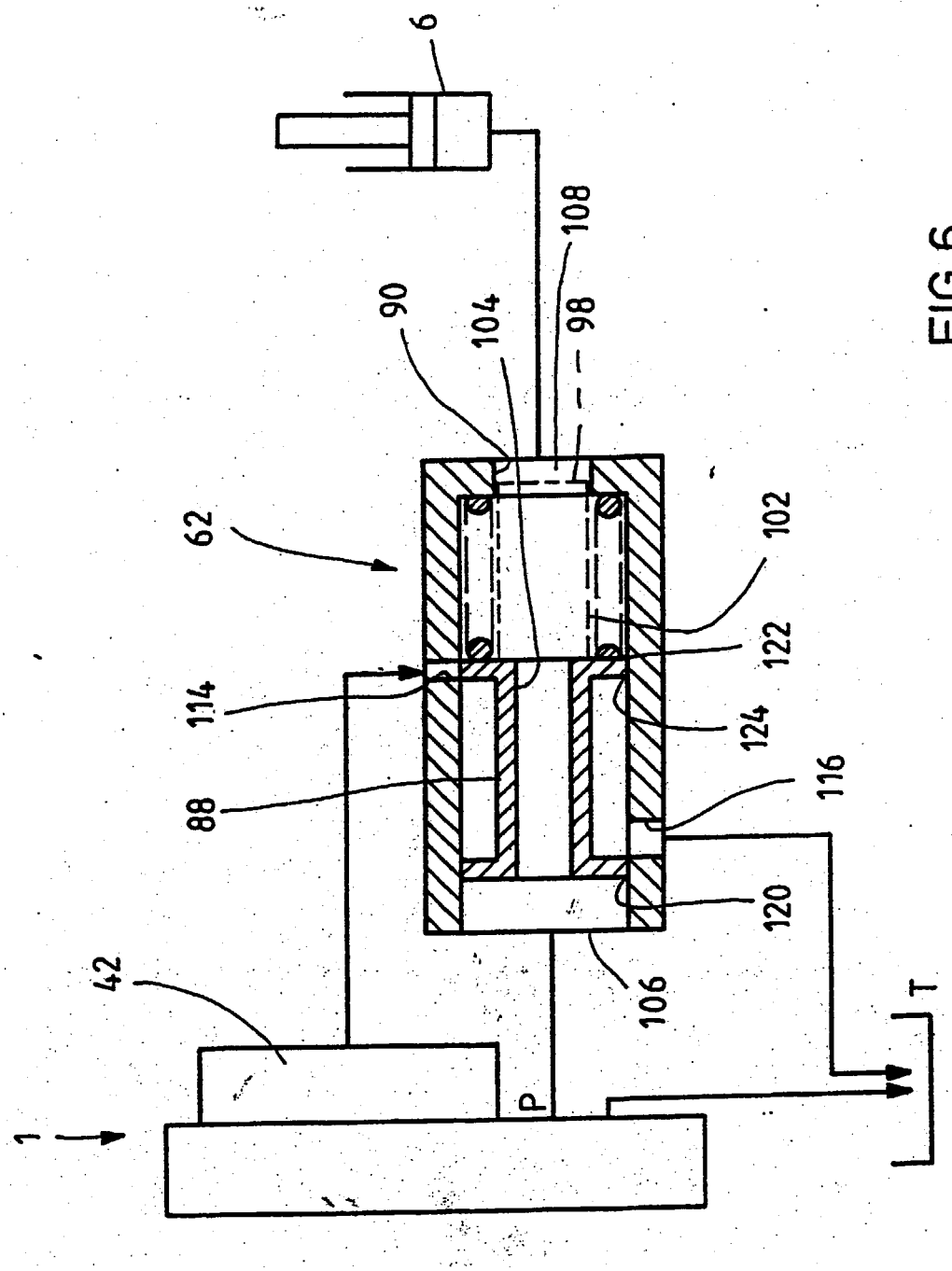

FIG.6