



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 220 990 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**16.11.2005 Patentblatt 2005/46**

(21) Anmeldenummer: **00971304.1**

(22) Anmeldetag: **29.09.2000**

(51) Int Cl.7: **F04B 1/32, F04B 49/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2000/009566**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2001/027472 (19.04.2001 Gazette 2001/16)**

### (54) **Verstellvorrichtung für eine Schrägscheibenkolbenmaschine**

Adjusting device for a swash-plate piston machine

Dispositif de réglage pour une machine à piston axial à plateau en biais

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT SE**

(30) Priorität: **12.10.1999 DE 19949169**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.07.2002 Patentblatt 2002/28**

(73) Patentinhaber: **Brueninghaus Hydromatik GmbH**  
**89275 Elchingen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **LEMMEN, Dr. Ralf**  
**68163 Mannheim (DE)**  
• **BELSER, Roland**  
**72401 Haigerloch (DE)**

• **MAIER, Hermann**  
**72178 Waldachtal (DE)**

(74) Vertreter: **Körfer, Thomas et al**  
**Mitscherlich & Partner**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Postfach 33 06 09**  
**80066 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**CH-A- 526 977** **CH-A- 660 637**  
**DE-A- 3 346 000** **DE-A- 3 404 534**  
**FR-A- 1 099 156** **US-A- 4 379 389**  
**US-A- 4 722 186** **US-A- 5 881 629**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 1 220 990 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Eine Verstellvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 geht aus der DE-AS 1 958 768 hervor. In Fig. 7 dieser Druckschrift ist eine Verstellvorrichtung, mit einem Stellkolben, der zugleich die Ventilhülse für ein Steuerventil bildet, dargestellt. In der axial bewegbaren Ventilhülse ist seinerseits ein Ventilkolben axial bewegbar, wobei die Ventilhülse an einem Ende durch einen Steuerdruck beaufschlagt wird. Bei Beaufschlagung mit dem Steuerdruck wird der Ventilkolben axial verschoben, so daß eine erste Steuerkante den Steuerdruck in einem Stellvolumen erhöht und dabei die als Stellkolben dienende Ventilhülse in der gleichen Richtung axial verschiebt, so daß die Steuerkante wieder geschlossen wird. Um den gleichen Weg, um welchen der Ventilkolben und die Ventilhülse axial verschoben wurden, wird auch das, das Verdrängungsvolumen der Kolbenmaschine einstellende Stellglied verstellt. Bei einer Reduzierung des Steuerdrucks verschiebt eine Rückstellfeder den Stellkolben in umgekehrter Richtung und eine zweite Steuerkante verbindet das Stellvolumen mit einem Tankanschluß. Dadurch wird das Stellvolumen entlastet und die als Stellkolben dienende Ventilhülse wird axial in der gleichen Richtung wie der Ventilkolben verschoben. Der Druckraum für den Steuerdruck ist über eine flexible Trennwand von einem Gasvolumen getrennt, so daß der Steuerdruck eine gewisse zeitige Pufferung erfährt.

**[0002]** Nachteilig bei der bekannten Verstellvorrichtung ist, daß sich die Ventilhülse und der Ventilkolben des Steuerventils nur mit begrenzter axialer Baulänge mit der erforderlichen Präzision herstellen lassen. Da die axiale Verschiebung des Stellkolbens und der Ventilhülse unmittelbar die Verstellung des Stellglieds der Kolbenmaschine vorgeben, ist der Stellweg für das Stellglied relativ klein. Entweder kann die Schrägscheibe der Axialkolbenmaschine deshalb nur in relativ geringen Grenzen verstellt werden, oder es ist eine entsprechende Übersetzung erforderlich.

**[0003]** Aus der Druckschrift DE 33 46 000 A1 ist eine hydraulische Stelleinrichtung bekannt, die für eine nach zwei Seiten aus einer Neutrallage heraus einstellbare, als Pumpe oder Motor arbeitende hydrostatische Maschine verwendet werden kann, wobei die hydraulische Stelleinrichtung einen in einem Stellzylinder gegen eine Feder verschiebbaren Stellkolben umfasst. Dabei steht der Stellkolben mit einem verschwenkbaren Teil der hydrostatischen Maschine in Wirkverbindung. Des weiteren umfasst die hydraulische Stelleinrichtung einen gegen die Kraft einer zweiten Feder verschiebbaren, mit Steuerdruck beaufschlagbaren Steuerkolben, wobei für jede Schwenkrichtung der hydrostatischen Maschine aus der Neutrallage heraus je ein Stellzylinder-Stellkolben-Aggregat vorgesehen ist und für jede Schwenkrichtung je ein Vorsteuerkolben vorgesehen ist, wobei dieser Vorsteuerkolben jeweils auf der anderen Seite von der Schwenkachse angeordnet ist, wie der von ihm be-

aufschlugte Stellzylinder.

**[0004]** Die Druckschrift CH 660 637 beschreibt eine Anordnung für eine hydraulische Folgeregulation zur Einstellung einer Verstellpumpe oder eines Verstellmotors, bei der ein die Einstellung bewirkender hydraulischer Verstellkolbenantrieb durch ein Wegeventil gesteuert ist, wobei durch ein axial verschiebliches mit dem Ventilkolben des Wegeventils verbundenes Schraubenge triebe vorgesehen ist mit einer Gewindespindel, auf die die Führungsgröße als Rotation und der Istwert als axiale Verschiebung übertragen ist.

**[0005]** Gegenstand der Druckschrift US 5 881 629 ist eine Kontrollvorrichtung für hydraulische Maschinen, die variabel betreibbar sind und insbesondere variabel betreibbare Axialkolbenmaschinen, die mit einer Regelung ausgestattet sind, die derartig mit einer Taumelscheibe verbunden ist, dass ein Einlass- bzw. ein Verdrängungsvolumen stufenlos einstellbar ist. Die hydraulische Maschine ist mit einem Messfühler ausgestattet, der die Kolbenverdrängung aufnimmt und mit einer elektronischen Steuereinheit verbunden, welche den Winkel der Taumelscheibe überwacht und den Druck in der Regelung mittels eines elektrohydraulischen Wandlers aufnimmt. Des weiteren ist in der Druckschrift US 5 881 629 eine Methode für eine umfassende Kontrolle des Volumenflusses von hydraulischen Maschinen beschrieben, mittels der die Regelung mit der Taumelscheibe der hydraulischen Maschine verbunden ist und mit der sowohl die Weiterleitung eines Signals von dem Meßfühler zur Steuereinheit, als auch die Überwachung des Drucks der Regelung mit dem elektrohydraulischen Konverter und die mit der elektronischen Steuereinheit erfolgenden Überwachung des Winkels der Taumelscheibe umgesetzt wird.

**[0006]** Weiter ist in der CH 526 977 eine Einrichtung für eine kontinuierliche Flüssig-Flüssig Extraktion in einem säulenförmigen Flüssigkeitsbehälter beschrieben mit Zu- und Abflussleitungen und einer Vorrichtung mit einem hin und her bewegbaren Pulsationskolben zur Pulsation der im Behälter enthaltenen Flüssigkeiten, wobei der Pulsationskolben in einem unmittelbar am Boden des Flüssigkeitsbehälters befestigten Zylinder angeordnet ist und mit einer hydraulischen Antriebsvorrichtung gekoppelt ist, die eine umsteuerbare Hydraulikpumpe mit variabler Weg/Zeit-Charakteristik aufweist.

**[0007]** In der US 4 379 389 ist eine Kontrollvorrichtung bezüglich einer Leistungsaufnahme bei verschiedenen Verdrängerpumpen beschrieben. In den Regelungen verschiedener Verdrängerpumpen sind Ventile angebracht, die den Fließdruck im Arbeitsbereich der Pumpen ausgleichen, um den Auslaß-Druck über einem Minimum und über der Auflagelast eines mit einem Fluid als Verdrängermittel betriebenen Stellantriebs zu halten. Zusätzlich sind in solchen Systemen Leistungs-drosselungsventile vorgesehen, um zu gewährleisten, dass der durch die Dimensionierung der Pumpe gegebene Bereich der Leistungsaufnahme nicht überschrit-

ten wird. Der Kreislauf des Verdrängermittels weist eine Vorrichtung zur Leistungsbegrenzung auf, wobei die Übertragung eines Druck-Signals vom Stellantrieb zum Arbeitsraum einer Regelung für verschiedene Verdrängerpumpen blockiert wird und der Stellantrieb in Folge eines Kontrollsignal bezüglich des Drucks belüftet wird, wobei das Kontrollsignal anzeigt, dass die Pumpe den vorgegebenen Bereich hinsichtlich ihrer Leistungsaufnahme überschreitet.

**[0008]** Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Verstellvorrichtung zum verstellen der Schrägscheibe einer Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise anzugeben, bei welcher der Verstellweg des Stellkolbens unabhängig von dem Verstellweg des Ventilkolbens des Steuerventils ist.

**[0009]** Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 in Verbindung mit den gattungsbildenden Merkmalen gelöst.

**[0010]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß durch eine bauliche Trennung von Stellkolben und Steuerventil sich ein relativ großer Verstellweg des Stellkolbens bei relativ kleinem Verstellweg des Ventilkolbens des Steuerkolbens erreichen läßt. Die notwendige Rückkopplung zwischen dem Stellkolben und dem Ventilkolben des Steuerventils erfolgt nicht wie beim Stand der Technik formschlüssig über die Ventilhülse des Steuerventils, sondern kraftschlüssig über eine den Stellkolben mit dem Ventilkolben des Steuerventils verbindende Rückstellfeder. Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht einen äußerst kompakten Aufbau, der sich problemlos in eine Aufnahmebohrung des Gehäuses der Axialkolbenmaschine integrieren läßt, wobei der Stellkolben und das Steuerventil axial versetzt zueinander einsetzbar sind.

**[0011]** Die Unteransprüche beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

**[0012]** Insbesondere, ist es vorteilhaft, den Stellkolben topfförmig auszubilden, so daß der Stellkolben die Rückstellfeder und einen mit dem Ventilkolben des Steuerventils verbundenen Federteller aufnimmt.

**[0013]** In der stationären Ventilhülse ist vorzugsweise ein Verbindungskanal zur Verbindung des Stellvolumens mit den Steuerkanten des Ventilkolbens vorgesehen. Die Ventilhülse kann ferner eine Drossel aufweisen, um den Verbindungskanal gedrosselt mit dem Tankanschluß zu verbinden und das Stellvolumen zu entlasten. Ferner weist der Ventilkolben vorzugsweise eine Durchgangsbohrung auf, um die Ventilhülse beidseitig mit dem Stelldruck zu beaufschlagen, so daß die Position der Ventilhülse von dem Stelldruck unabhängig ist.

**[0014]** Die Ventilhülse des Steuerventils wird vorzugsweise von einer Andrückfeder gegen einen justierbaren Anschlag gedrückt, so daß die axiale Position der Ventilhülse justierbar ist. Der Anschlag kann beispielsweise durch einen exzentrischen Bolzen gebildet werden.

**[0015]** Die auf den Stellkolben des Steuerventils ein-

wirkende Steuerkraft wird vorzugsweise von einem Elektromagneten, insbesondere einem Proportionalmagneten, oder einen Elektromotor, insbesondere einen Schrittmotor, erzeugt. Dabei kann der Elektromagnet oder Elektromotor über einen Stößel an dem der Rückstellfeder gegenüberliegenden Ende an dem Ventilkolben angreifen.

**[0016]** Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben.

**[0017]** In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch eine Axialkolbenmaschine, an welcher ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung vorgesehen ist;

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung des erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels der Verstellvorrichtung; und

Fig. 3 ein hydraulisches Prinzipschaltbild der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung.

**[0018]** Fig. 1 zeigt einen axialen Schnitt durch eine Axialkolbenmaschine 1 in Schrägscheibenbauweise, bei welcher eine erfindungsgemäße Verstellvorrichtung 2 vorgesehen ist. Der grundsätzliche Aufbau einer Axialkolbenmaschine 1 in Schrägscheibenbauweise ist bekannt, so daß sich die nachfolgende Beschreibung auf die wesentlichen Bauteile beschränken kann.

**[0019]** Eine Welle 3 ist an einem ersten Lager 4 und an einem zweiten Lager 5 in einem Gehäuse 6 der Axialkolbenmaschine 1 drehbar gelagert. Das Gehäuse 6 der Axialkolbenmaschine 1 gliedert sich in einen Grundkörper 6a und einen mit dem Grundkörper 6a verschraubten Deckelkörper 6b.

**[0020]** Eine Zylindertrommel 7 ist mit der Welle 3 drehfest verbunden. In der Zylindertrommel 7 befinden sich auf einem Teilkreis versetzt angeordnete Zylinderbohrungen 8, in welchen Kolben 9 axial verschiebbar sind. Die Kolben 9 sind über Kugelgelenkverbindungen 10 mit Gleitschuhen 11 verbunden und stützen sich über die Gleitschuhe 11 an einer als Schwenkwiege ausgebildeten Schrägscheibe 12 ab. Die Verbindung der Zylinderbohrungen 8 mit einer nicht dargestellten Hochdruckleitung und einer ebenfalls nicht dargestellten Niederdruckleitung erfolgt über einen Steuerkörper 13, der eine nierenförmige Hochdrucköffnung 14 und eine ebenfalls nierenförmige Niederdrucköffnung 15 aufweist. Der Hub der Kolben 9 in den Zylinderbohrungen 8 ist durch den Schwenkwinkel  $\alpha$  der Schrägscheibe 12 vorgegeben. Die als Schwenkwiege ausgeführte Schrägscheibe ist in Fig. 1 in ihrer Neutralstellung und einer um den Schwenkwinkel  $\alpha$  verschwenkten Stellung zweifach dargestellt.

**[0021]** Die Zylindertrommel 7 wird mittels einer Feder 22 an dem Steuerkörper 13 in Anlage gehalten. Dazu

stützt sich die Feder 22 über einen ersten Ring 23 an der Zylindertrommel 7 und über einen zweiten Ring 24 an der Welle 3 ab. Die Zylindertrommel 7 ist gegenüber der ortsfesten Welle 3 über eine Keil-Nut-Verbindung axial bewegbar.

**[0022]** Zum Verschwenken der Schwenkscheibe 12 dient die erfindungsgemäße Verstellvorrichtung 2. Die Verstellvorrichtung 2 ist in einer Aufnahmebohrung 16 des Gehäuses 6 integriert und besteht aus einem über die Kugelgelenkverbindung 17 mit der Schrägscheibe 12 verbundenen Stellkolben 18, welcher in der Aufnahmebohrung 16 axial geführt ist, einem in die Aufnahmebohrung 16 eingesetzten Steuerventil 19 und einem eine Steuerkraft für einen Ventilkolben 20 des Steuerventils 19 vorgebenden Stellglied 21. Das Steuerventil 19 und der Stellkolben sind in der Aufnahmebohrung 16 axial versetzt zueinander angeordnet.

**[0023]** Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung 2 ist in Fig. 2 vergrößert dargestellt. Das Ausführungsbeispiel stimmt im wesentlichen mit dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel überein, mit dem Unterschied, daß bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel eine Justierschraube 30 vorgesehen ist, auf deren Funktion noch eingegangen wird. Im übrigen sind mit Fig. 1 übereinstimmende Elemente mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen, um die Zuordnung zu erleichtern.

**[0024]** An dem in der Aufnahmebohrung 16 des Gehäuses 6 axial geführten Stellkolben 18 liegt ein kugelförmiger Gleitstein 31 gleitend an, der zusammen mit einer in Fig. 1 dargestellten sphärischen Ausnehmung der Schrägscheibe 12 die Kugelgelenkverbindung 17 bildet. Selbstverständlich könnte auch umgekehrt der Gleitstein 31 an der Schrägscheibe 12 gleitend anliegen und die sphärische Ausnehmung in dem Stellkolben 18 ausgebildet sein. Der Stellkolben 18 ist topfförmig ausgebildet, so daß seine Wandung 32 einen Hohlraum 33 umgibt, welcher eine Rückstellfeder 34 für den Ventilkolben 20 des noch näher zu beschreibenden Steuerventils 19 aufnimmt. Die Rückstellfeder 34 ist zwischen dem Boden 35 des topfförmigen Stellkolbens 18 und einem Federteller 39 eingespannt, welcher mit einem ersten Ende 40 des Ventilkolbens 20 des Steuerventils 19 verbunden ist. Der Federteller 39 weist eine axiale Längsbohrung 41 auf, welche auf einen stiftförmigen Überstand 42 des Ventilkolbens 20 aufgesetzt ist. Die Rückstellfeder 35 stützt sich an einer außenseitigen Stufe 43 des Federtellers 39 ab. Zur Schmierung der Gleitfläche des Stellkolbens 32 ist eine außenseitige Ringnut 44 vorgesehen, welche über einen radialen Kanal 68 mit dem Hohlraum 33 verbunden ist. Die Ringnut 44 dient auch als hydraulischer Anschlag. Der Durchmesser des Hohlraums 33 ist größer als der Durchmesser des Federtellers 39 bemessen, so daß der Federteller 39 in der in Fig. 2 dargestellten maximalen Schwenkstellung von dem Hohlraum 33 des Stellkolbens 18 aufgenommen wird.

**[0025]** In dem Stellvolumen 45, welches den Hohl-

raum 33 des Stellkolbens 18 mit einschließt, stellt sich ein von dem Stellglied 21 über das Steuerventil 19 vorgegebener Stelldruck ein. Je höher der Stelldruck in dem Stellvolumen 44 ist, je weiter wird der Stellkolben 18 in Fig. 2 nach rechts verschoben und verschwenkt die Schrägscheibe 12 in Richtung auf abnehmendes Verdrängungsvolumens der Axialkolbenmaschine 1. Je kleiner der Stelldruck in dem Stellvolumen 45 ist, je weiter schwenkt der Stellkolben 18 in Fig. 2 nach links in Richtung auf zunehmendes Verdrängungsvolumen der Axialkolbenmaschine 1.

**[0026]** Das Steuerventil 19 besteht aus einem ortsfesten, hülsenförmigen Anschlußkörper 46, in welchem ein Tankanschluß 47 und ein Druckanschluß 48 ausgebildet sind. Der Anschlußkörper 46 ist über eine Dichtung 49, beispielsweise einen O-Ring, gegenüber dem Gehäuse 6 abgedichtet. Innerhalb des Anschlußkörpers 46 befinden sich eine Ventilhülse 50, in welcher der Ventilkolben 20 axial bewegbar ist. Der Ventilkolben 20, die Ventilhülse 50, der Anschlußkörper 46 und die Aufnahmebohrung 16 des Gehäuses 6, in welche das Steuerventil 19 eingesetzt ist, sind koaxial zueinander ausgerichtet.

**[0027]** In der Ventilhülse 50 befindet sich ein Verbindungskanal 51, im Ausführungsbeispiel bestehend aus einer als Sackbohrung ausgebildeten Längsbohrung 52 und einer Querböhrung 53. Der Verbindungskanal 51 ist über eine Drossel 54 mit dem Tankanschluß 47 verbunden. Im Bereich des Tankanschlusses 47 weist die Ventilhülse 50 einen ersten Ringkanal 55 auf, während die Ventilhülse 50 im Bereich des Druckanschlusses 48 einen zweiten Ringkanal 56 aufweist.

**[0028]** Der Ventilkolben 20 weist einen ersten mit dem Druckanschluß 48 über eine erste Radialbohrung 56 verbundenen Ringraum 57 auf, welcher über einen Dichtabschnitt 58 und einen radialen Vorsprung 59 des Ventilkolbens 20 abgedichtet ist. Ferner weist der Ventilkolben 20 einen über eine zweite Radialbohrung 60 mit dem Tankanschluß 47 verbundenen Ringraum 61 auf, welcher über einen Dichtabschnitt 62 und einen radialen Vorsprung 63 des Ventilkolbens 20 abgedichtet ist. An dem Übergang von dem ersten Ringraum 57 zu dem Vorsprung 59 ist dabei eine erste Steuerkante 64 ausgebildet, während an dem Übergang von dem zweiten Ringraum 51 zu dem Vorsprung 63 eine zweite Steuerkante 65 ausgebildet ist. Das Stellglied 21 übt über einen Stößel 66 eine Steuerkraft auf das der Rückstellfeder 34 gegenüberliegende zweite Ende 67 des Stellkolbens 20 aus.

**[0029]** Die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung 2 ist folgendermaßen:

**[0030]** Wenn an dem Druckanschluß 48 ein hydraulischer Druck ansteht und das Stellglied 21 keine Steuerkraft auf den Ventilkolben 20 ausübt, so daß sich der Ventilkolben 20 in seiner in Fig. 2 dargestellten Grundstellung befindet, so öffnet die erste Steuerkante 64 die Verbindung zwischen dem Druckanschluß 48 und dem Verbindungskanal 51. In dem Stellvolumen 45 baut sich

deshalb ein Stelldruck auf, welcher den Stellkolben 18 in Fig. 2 nach rechts in Richtung auf minimales Verdrängungsvolumen bzw. Neutralstellung verschiebt.

**[0031]** Wenn das Stellglied 21 auf den Ventilkolben 20 eine Steuerkraft ausübt, die den Ventilkolben 20 in Fig. 2 nach rechts verschiebt, so wird die erste Steuerkante 64 geschlossen und die zweite Steuerkante 65 verbindet den Tankanschluß 47 über den Verbindungskanal 51 mit dem Stellvolumen 45. Das Stellvolumen wird deshalb über den Tankanschluß 47 entlastet und der Stelldruck nimmt ab. Folglich wird der Stellkolben 18 in Fig. 2 nach links verschoben und die Schrägscheibe 12 schwenkt in Richtung auf größeres Verdrängungsvolumen der Axialkolbenmaschine aus. Gleichzeitig wird die Rückstellfeder 34 durch die Bewegung des Stellkolbens 18 vorgespannt und es entsteht eine der Steuerkraft des Stellglieds 21 entgegengerichtete Gegenkraft, die mit zunehmender Verschiebung des Steuerkolbens 18 in Fig. 2 nach links zunimmt. Wenn eine Gleichgewichtslage derart erreicht ist, daß die von dem Stellglied 21 ausgeübte Steuerkraft der von der Rückstellfeder 34 ausgeübten Gegenkraft entspricht, so befindet sich der Ventilkolben 20 in seiner Gleichgewichtslage, so daß weder die Steuerkante 64 noch die Steuerkante 65 öffnet und sich in dem Stellvolumen 45 ein konstanter Stelldruck einstellt. Das Hydraulikfluid entweicht aus dem Stellvolumen 45 langsam über die Drossel 54. Das entweichende Hydraulikmedium wird durch geringfügige Verschiebung des Ventilkolbens 20 über die Steuerkante 64 kontinuierlich nachgeführt.

**[0032]** Wird durch das Stellglied 21 die auf den Ventilkolben 20 ausgeübte Steuerkraft erhöht oder erniedrigt, so stellt sich eine neue Gleichgewichtslage ein, wobei jeweils die von dem Stellglied 21 ausgeübte Steuerkraft der von der Rückstellfeder 34 ausgeübten Gegenkraft entspricht. Die Gegenkraft der Rückstellfeder 34 ist der Stellung des Stellkolbens 18 proportional. Daher entspricht jede von dem Stellglied 21 vorgegebene Steuerkraft einer definierten Stellung des Stellkolbens 18 und somit einem definierten Schwenkwinkel  $\alpha$  der Schwenkscheibe 12.

**[0033]** Als Stellglied 21 eignet sich besonders ein Elektromagnet, insbesondere ein Proportionalmagnet, dessen Kraft bzw. Auslenkung dem erregenden elektrischen Strom proportional ist. Als Stellglied 21 eignet sich jedoch auch ein Elektromotor, insbesondere ein Schrittmotor, welcher beispielsweise über eine Spindel und eine zwischen dem Stößel 66 und der Spindel angeordnete Feder auf den Stößel 66 eine der Drehstellung des Elektromotors proportionale Steuerkraft überträgt. Die auf das Ende 47 des Stellkolbens 20 ausgeübte Steuerkraft kann jedoch auch eine hydraulische Kraft sein, welche in einer an dem Ende 67 des Ventilkolbens 20 ausgebildete Druckkammer herrscht und auf die in Fig. 2 linke Stirnfläche des Ventilkolbens 20 einwirkt.

**[0034]** Um die Lage der Ventilhülse 50 und somit die Kennlinie des Steuerventils in gewissen Grenzen justie-

ren zu können, ist bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ein justierbarer Anschlag 70 vorgesehen, wobei eine Andrückfeder 71 die Ventilhülse 50 an dem justierbaren Anschlag 70 in Anlage hält. Durch den justierbaren Anschlag 70 kann die relative Position der Steuerkanten 64 und 65 in Bezug auf die Querbohrung 53 des Verbindungskanals 51 einjustiert werden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel besteht der justierbare Anschlag 70 aus einer in das Gehäuse 6 eingeschraubten Justierschraube 30 mit Schraubenkopf 72 und Kontermutter 73. An dem in die Aufnahmebohrung 16 ragenden Ende der Justierschraube 30 befindet sich eine exzentrisch angebrachte Scheibe 74. Durch Verdrehen der Justierschraube 30 wird die Anschlagposition, an welcher die Stirnfläche 75 der Ventilhülse 50 anschlägt, variiert, so daß die axiale Position der Ventilhülse 50 veränderbar ist.

**[0035]** In dem Ventilkolben 20 befindet sich im dargestellten Ausführungsbeispiel ein Durchgangskanal 76, der das Stellvolumen 45 mit dem Federraum 77, welcher die Andrückfeder 71 aufnimmt, verbindet. Somit herrscht in Fig. 2 links von der Ventilhülse 50 der gleiche Druck als rechts von der Ventilhülse 50 und der in dem Stellvolumen 45 herrschende Stelldruck hat keinen Einfluß auf die axiale Position der Ventilhülse 50.

**[0036]** Zum besseren Verständnis der Erfindung ist in Fig. 3 ein hydraulisches Prinzipschaltbild der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung 2 dargestellt. Bereits beschriebene Elemente sind auch hier mit übereinstimmenden Bezugszeichen versehen.

**[0037]** Die im Ausführungsbeispiel als Hydropumpe arbeitende Axialkolbenmaschine 1 wird über die Welle 3 angetrieben, saugt Hydraulikfluid aus einem Tank 80 an und fördert das Hydraulikfluid in einer Arbeitsleitung 81. Die Arbeitsleitung 81 ist mit dem Druckanschluß 48 der Verstellvorrichtung 2 verbunden. Dagegen ist der Tankanschluß 47 der Verstellvorrichtung 2 über ein Druckbegrenzungsventil 82 entweder mit dem Tank 80 oder mit der Arbeitsleitung 81 verbunden. In der in Fig. 3 dargestellten Grundstellung des Druckbegrenzungsventils 82 verbindet das Druckbegrenzungsventil 82 den Tankanschluß 47 mit dem Tank 80.

**[0038]** Erkennbar sind ferner der Stellkolben 18, das Steuerventil 19 mit dem Ventilkolben 20, die zwischen dem Stellkolben 18 und dem Ventilkolben 20 angeordnete Rückstellfeder 35 und das im Ausführungsbeispiel als Proportionalmagnet ausgebildete Stellglied 21. Dargestellt ist ferner, daß die Volumina links und rechts des Ventilkolbens 20 über den Durchgangskanal 76 miteinander verbunden sind.

**[0039]** Bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel dient das Druckbegrenzungsventil 82 der Begrenzung des in der Arbeitsleitung 81 herrschenden Drucks auf einen Maximaldruck. Überschreitet der in der Arbeitsleitung 81 herrschende Druck den mittels der Feder 83 einstellbaren Maximaldruck, so verbindet das Druckbegrenzungsventil 82 den Tankanschluß 47, anstatt mit dem Tank 80 mit der Arbeitsleitung 81, so daß

das Stellvolumen 45 nicht zum Tank 80 hin entlastet wird, sondern mit dem in der Arbeitsleitung 81 herrschenden Arbeitsdruck beaufschlagt wird. Die Axialkolbenmaschine 1 wird deshalb durch den Stellkolben 18 in Richtung auf minimales Verdrängungsvolumen  $V_{\min}$  bzw. in Richtung Neutralstellung zurückgeschwenkt. Mit  $V_{\max}$  ist in Fig. 3 das maximale Verdrängungsvolumen bezeichnet, daß sich einstellt, wenn der Stellkolben 18 in Fig. 2 an seinem linken Anschlag anschlägt.

**[0040]** Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern kann auch bei einer Verstellvorrichtung 2 in anderer Bauweise bzw. bei Axialkolbenmaschinen 1 in anderer Bauweise zum Einsatz kommen. Zu betonen ist, daß der Verstellweg des Stellkolbens 18 unabhängig von dem Verstellweg des Ventilkolbens 20 ist und sich trotz einer nur sehr geringen Verstellung des Ventilkolbens 20 ein sehr großer Verstellweg des Stellkolbens 18 erreichen läßt. Eine Übersetzung des Verstellwegs des Stellkolbens 18 ist deshalb nicht erforderlich.

#### Patentansprüche

1. Verstellvorrichtung (1) zum Verstellen der Schrägscheibe (12) einer Axialkolbenmaschine (1) in Schrägscheibenbauweise mit einem an der Schrägscheibe (21) der Axialkolbenmaschine (1) angreifenden Stellkolben (18) und einem Steuerventil (19) zum Einstellen des in einem Stellvolumen (45) herrschenden und auf den Stellkolben (18) einwirkenden Stelldrucks in Abhängigkeit von einer auf einen Ventilkolben (20) des Steuerventils (19) einwirkenden Steuerkraft, wobei der Stellkolben (18) von dem Steuerventil (19) baulich getrennt ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Stellkolben (18) mit dem Ventilkolben (20) des Steuerventils (19) über eine entgegen der Steuerkraft wirkende Rückstellfeder (34) verbunden ist, und **daß** der Stellkolben (18) und das Steuerventil (19) in eine Aufnahmebohrung (16) eines Gehäuses (6) der Axialkolbenmaschine (1) axial versetzt zueinander einsetzbar sind.
2. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Vorspannung der Rückstellfeder (34) von der Stellung des Stellkolbens (18) abhängig ist.
3. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Rückstellfeder (34) in einem Hohlraum (33) des topfförmig ausgebildeten Stellkolbens (18) integriert ist.
4. Verstellvorrichtung nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Hohlraum (33) des Stellkolbens (18) einen Federteller (39) aufnimmt, der mit dem Ventilkolben (20) verbunden ist, wobei die Rückstellfeder (34) zwischen dem Boden (35) des topfförmigen Stellkolbens (18) und dem Federteller (39) eingespannt ist.
5. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Ventilkolben (20) des Steuerventils (19) in einer Ventilhülse (50) bewegbar ist.
6. Verstellvorrichtung nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Ventilhülse (50) einen mit dem Stellvolumen (45) verbundenen Verbindungskanal (51) aufweist und der Ventilkolben (20) eine erste Steuerkante (64) zur Verbindung des Verbindungskanals (51) mit einem Druckanschluß (48) und eine zweite Steuerkante (65) zur Verbindung des Verbindungskanals (51) mit einem Tankanschluß (47) aufweist.
7. Verstellvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Ventilhülse (50) eine Drossel (54) aufweist, um den Verbindungskanal (51) gedrosselt mit dem Tankanschluß (47) zu verbinden.
8. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Ventilkolben (20) eine mit dem Stellvolumen (45) verbundenen Durchgangskanal (76) aufweist, um die Ventilhülse (50) beidseitig mit dem Stelldruck zu beaufschlagen, so daß die Position der Ventilhülse (50) von dem Stelldruck und der Stellung der Schrägscheibe (12) unabhängig ist.
9. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Ventilhülse (50) von einer Andrückfeder (71) gegen einen justierbaren Anschlag (70) gedrückt wird, wobei die axiale Position der Ventilhülse (50) mittels des justierbaren Anschlags (70) einstellbar ist.
10. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Steuerkraft von einem Elektromagneten (21), insbesondere einem Proportionalmagneten, erzeugt wird.
11. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**daß** die Steuerkraft von einem Elektromotor, insbesondere einem Schrittmotor, erzeugt wird.

12. Verstellvorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**,  
**daß** der Elektromagnet (21) oder Elektromotor mit dem Ventilkolben (20) über einen Stößel (66) verbunden ist, der an dem Ventilkolben (20) an einem der Rückstellfeder (34) gegenüberliegenden Ende (67) angreift.

## Claims

1. Adjusting device (1) for adjusting the swash plate (12) of an axial piston engine (1) in swash plate construction with an actuating piston (18) engaging the swash plate (21) of the axial piston engine (1) and a control valve (19) to regulate the actuating pressure present in an actuating volume (45) and acting on the actuating piston (18) in accordance with a control force acting on a valve piston (20) of the control valve (19), the actuating piston (18) being structurally separate from the control valve (19), **characterised in that** the actuating piston (18) is connected to the valve piston (20) of the control valve (19) by a readjusting spring (34) acting against the control force, and **in that** the actuating piston (18) and the control valve (19) can be inserted into a location hole (16) of a housing (6) of the axial piston engine (1) axially staggered to each other.
2. Adjusting device according to claim 1, **characterised in that** the pre-tension of the readjusting spring (34) is dependent on the position of the actuating piston (18).
3. Adjusting device according to claims 1 or 2, **characterised in that** the readjusting spring (34) is integrated in a cavity (33) of the pot-shaped actuating piston (18).
4. Adjusting device according to claim 3, **characterised in that** the cavity (33) of the actuating piston (18) holds a spring plate (39), which is connected to the valve piston (20), the readjusting spring (34) being clamped between the base (35) of the pot-shaped actuating piston (18) and the spring plate (39).
5. Adjusting device according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the valve piston (20) of the control valve (19) is movable inside a valve housing (50).
6. Adjusting device according to claim 5, **characterised in that** the valve housing (50) has a communicating channel (51) communicating with the actu-

ating volume (45) and the valve piston (20) has a first control edge (64) to connect the communicating channel (51) to a delivery connection (48) and has a second control edge (65) to connect the communicating channel (51) to a tank connection (47).

7. Adjusting device according to claims 5 or 6, **characterised in that** the valve housing (50) has a restrictor (54), in order to connect the communicating channel (51) restricted to the tank connection (47).
8. Adjusting device according to one of claims 5 to 7, **characterised in that** the valve piston (20) has a through channel (76) connected with the actuating volume (45), so that the actuating pressure is applied to both sides of the valve housing (50), meaning that the position of the valve housing (50) is independent of the actuating pressure and the position of the swash plate (12).
9. Adjusting device according to one of claims 5 to 8, **characterised in that** the valve housing (50) is pressed by a pressure spring (71) against an adjustable stop (70), whereby the axial position of the valve housing (50) can be adjusted by means of the adjustable stop (70).
10. Adjusting device according to one of claims 1 to 9, **characterised in that** the control force is produced by a solenoid (21), in particular a proportional magnet.
11. Adjusting device according to one of claims 1 to 10, **characterised in that** the control force is produced by an electric motor, in particular a stepping motor.
12. Adjusting device according to claims 10 or 11, **characterised in that** the solenoid (21) or electric motor is connected to the valve piston (20) by a tappet (66), which engages the valve piston (20) at an end (67) opposite to the readjusting spring (34).

## Revendications

1. Dispositif de déplacement pour déplacer le plateau oblique (12) d'un moteur à pistons axiaux (1) en mode de construction à plateau oblique, comportant un piston de positionnement (18) attaquant le plateau oblique (21) du moteur à pistons axiaux (1) ainsi qu'une valve de commande (19) pour régler la pression de réglage régnant dans un volume de réglage (45) et agissant sur le piston de positionnement (18), en fonction d'une force de commande agissant sur le piston de valve (20) de la valve de commande (19), le piston de positionnement (18) étant structurellement séparé de la valve de commande (19),

**caractérisé en ce que**

le piston de positionnement (18) est relié au piston de valve (20) de la valve de commande (19) par un ressort de rappel (34) agissant à l'encontre de la force de commande,

et **en ce que** le piston de positionnement (18) et la valve de commande (19) sont susceptibles d'être mis en place en décalage axial mutuel dans un perçage de logement (16) d'un carter (6) du moteur à pistons axiaux (1).

2. Dispositif de déplacement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la précontrainte du ressort de rappel (34) dépend de la position du piston de positionnement (18). 5
3. Dispositif de déplacement selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le ressort de rappel (34) est intégré dans une cavité (33) du piston de positionnement (18) réalisé en forme de pot. 10
4. Dispositif de déplacement selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la cavité (33) du piston de positionnement (18) reçoit un appui de ressort (39) qui est relié au piston de valve (20), le ressort de rappel (34) étant serré entre le fond (35) du piston de positionnement (18) en forme de pot et l'appui de ressort (39). 15
5. Dispositif de déplacement selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le piston de valve (20) de la valve de commande (19) est mobile dans une douille de valve (50). 20
6. Dispositif de déplacement selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la douille de valve (50) présente un canal de liaison (51) relié au volume de réglage (45) et le piston de valve (20) comprend une première arête de commande (64) pour relier le canal de liaison (51) à un raccord de pression (48) ainsi qu'une seconde arête de commande (65) pour relier le canal de liaison (51) à un raccord de réservoir (47). 25
7. Dispositif de déplacement selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** la douille de valve (50) comprend un étranglement (54) pour relier le canal de liaison (51) par étranglement au raccord de réservoir (47). 30
8. Dispositif de déplacement selon l'une des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** le piston de valve (20) comprend un canal de passage (76) relié au volume de réglage (45), afin d'alimenter en pression de réglage la douille de valve (50) des deux côtés, de sorte que la position de la douille de valve (50) est indépendante de la pression de réglage et de la position du plateau oblique (12). 35

9. Dispositif de déplacement selon l'une des revendications 5 à 8, **caractérisé en ce que** la douille de valve (50) est pressée par un ressort de pressage (71) contre une butée ajustable (70), la position axiale de la douille de valve (50) étant réglable au moyen de la butée ajustable (70). 40

10. Dispositif de déplacement selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** la force de commande est générée par un électroaimant (21), en particulier par un aimant proportionnel. 45

11. Dispositif de déplacement selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** la force de commande est générée par un moteur électrique, en particulier par un moteur pas à pas. 50

12. Dispositif de déplacement selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce que** l'électroaimant (21) ou le moteur électrique est relié au piston de valve (20) par un poussoir (66) qui attaque le piston de valve (20) à une extrémité (67) opposée au ressort de rappel (34). 55



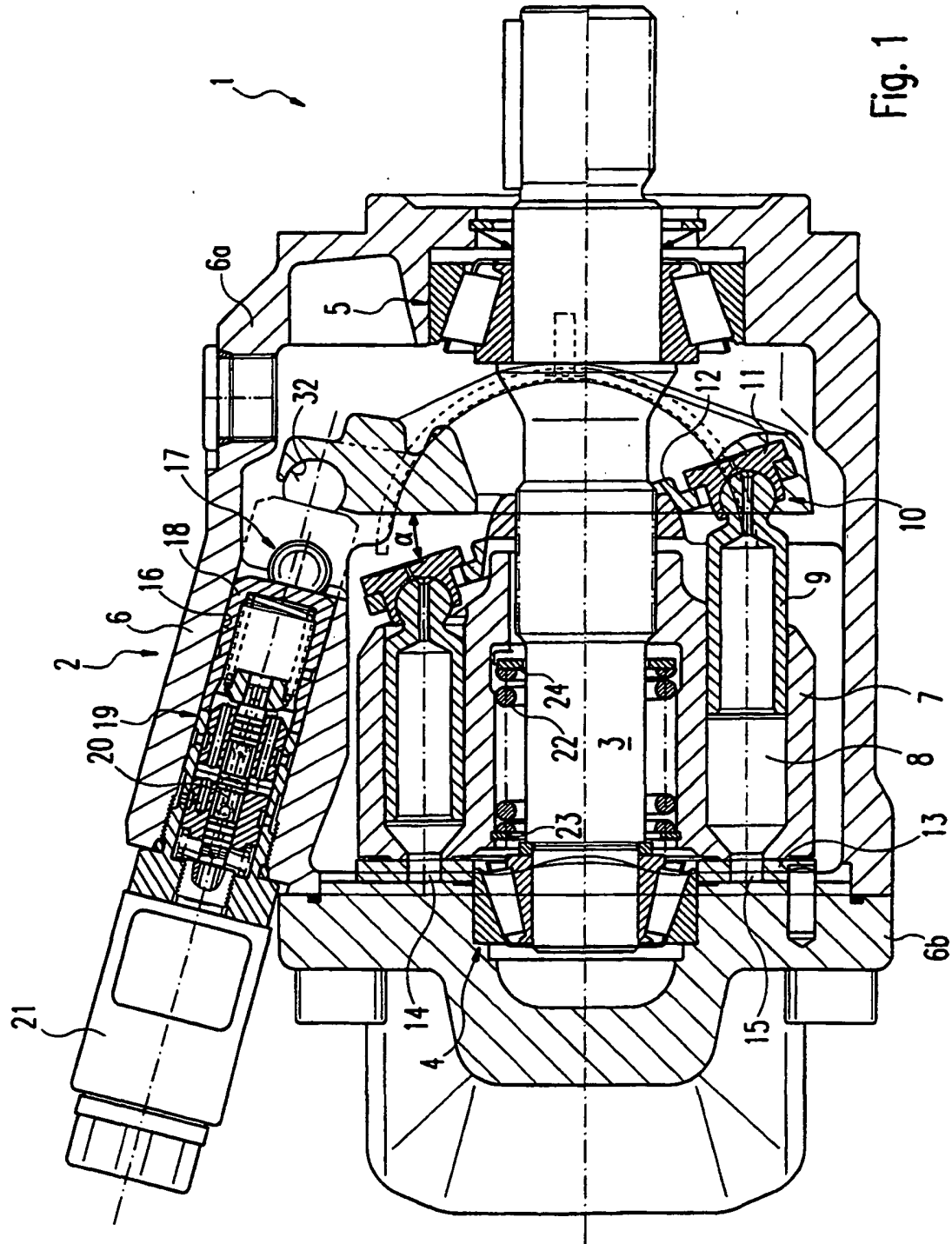


Fig. 1

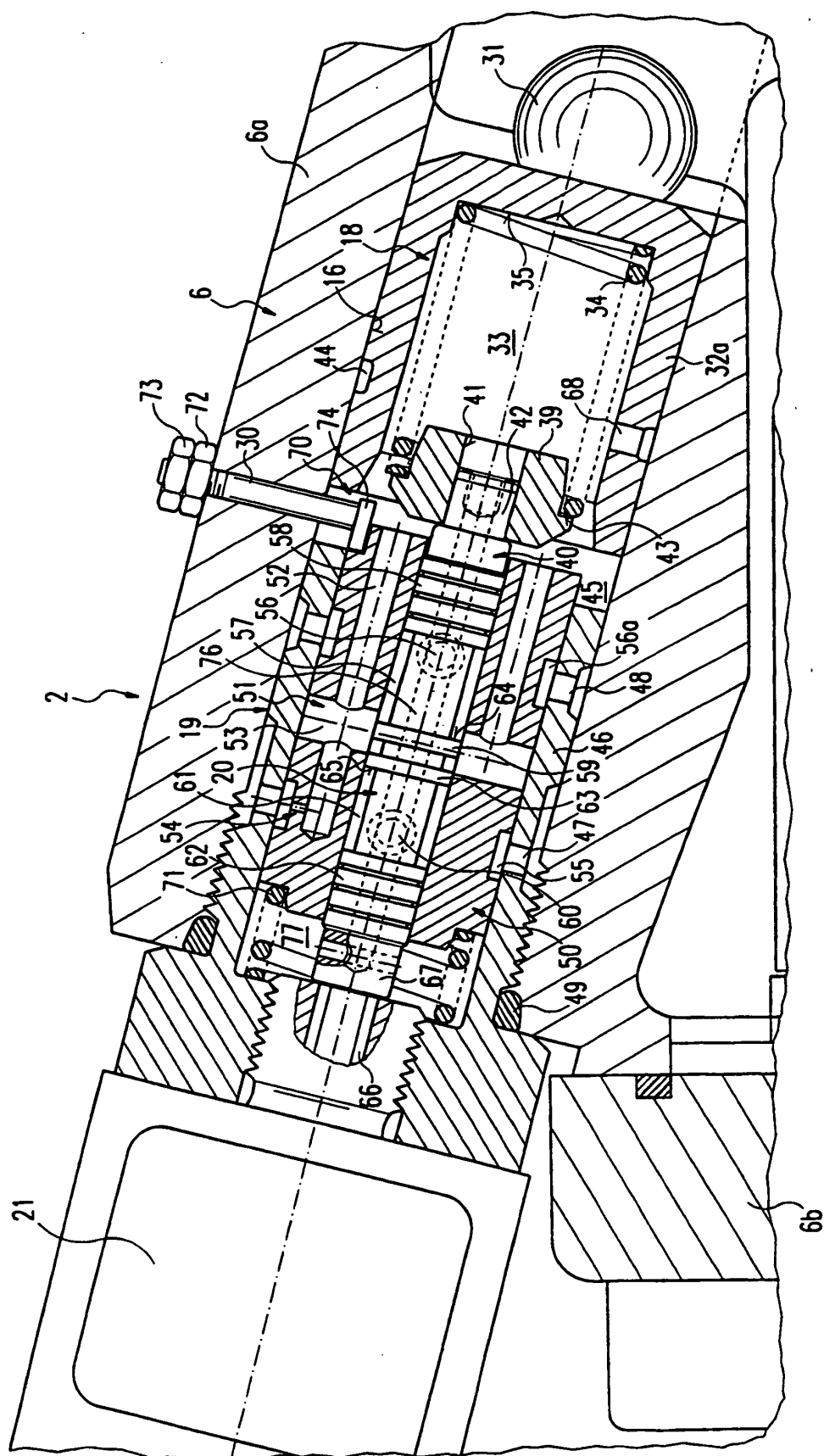


Fig. 2

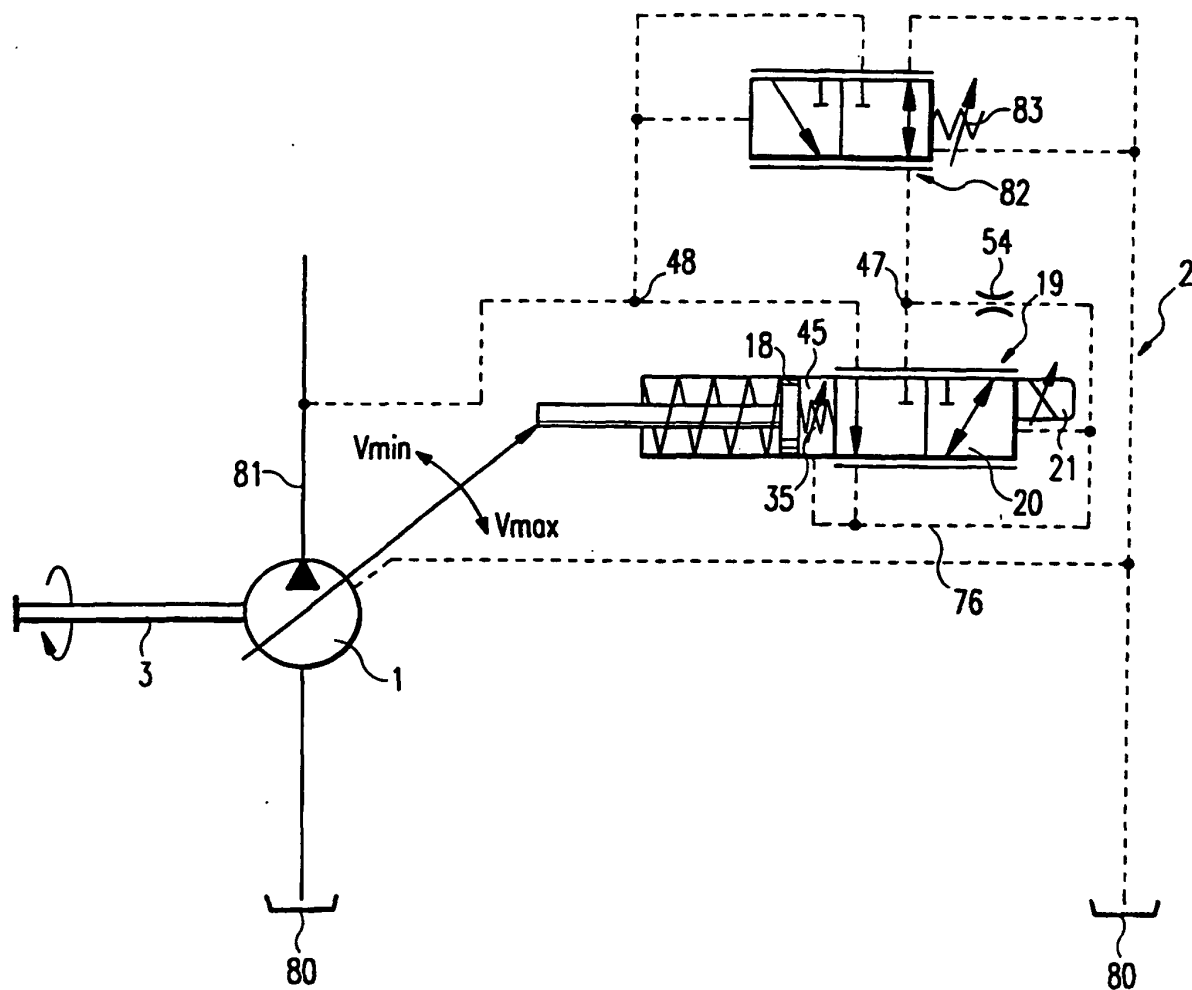


Fig. 3