

(19)



(11)

EP 2 092 192 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
19.10.2011 Patentblatt 2011/42

(51) Int Cl.:
F04B 1/32 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07857026.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/011303

(22) Anmeldetag: **20.12.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/077596 (03.07.2008 Gazette 2008/27)

(54) **HYDROSTATISCHE AXIALKOLBENMASCHINE**

HYDROSTATIC AXIAL PISTON ENGINE

MACHINE À PISTON AXIAL HYDROSTATIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

(30) Priorität: **22.12.2006 DE 102006061145**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.08.2009 Patentblatt 2009/35

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **BECK, Josef
78050 Villingen-Schwenningen (DE)**

• **ZUG, Martin
72145 Hirrlingen (DE)**

(74) Vertreter: **Beder, Jens
Mitscherlich & Partner
Patent-und Rechtsanwälte
Sonnenstraße 33
80331 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 1 628 028 DE-A1- 19 949 169
FR-A- 2 793 850 GB-A- 1 073 216
JP-A- 59 090 781 US-A- 3 753 627
US-A- 4 379 389**

EP 2 092 192 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 eine hydrostatische Axialkolbenmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] In Axialkolbenmaschinen ist eine Zylindertrommel drehbar angeordnet. Die Zylindertrommel ist drehfest mit einer Triebwelle verbunden. In der Zylindertrommel sind auf einem Umfangskreis verteilt angeordnet mehrere Zylinderbohrungen. In den Zylinderbohrungen ist jeweils ein Arbeitskolben längs verschieblich angeordnet. Um bei einer Drehung der Zylindertrommel einen Hub der in den Zylinderbohrungen angeordneten Arbeitskolben zu erreichen, stützen sich die Arbeitskolben auf einer Lauffläche einer Schrägscheibe ab. Die Lauffläche ist bezüglich der Rotationsachse der Zylindertrommel schräg angeordnet.

[0003] Bei verstellbaren Axialkolbenmaschinen ist die Neigung dieser Lauffläche einstellbar. Hierzu ist die Lauffläche an einer Schrägscheibe angeordnet, die häufig als Schwenkwiege ausgebildet ist. Eine solche Axialkolbenmaschine ist aus der DE 199 49 169 A1 bekannt. Um den Neigungswinkel der Lauffläche bezüglich der Rotationsachse der Axialkolbenmaschine verstellen zu können, ist dort in einer Gehäuseöffnung eine Verstellvorrichtung angeordnet. Die Verstellvorrichtung umfasst einen Stellkolben, der zur Neigungsverstellung der Schrägscheibe mit der Schrägscheibe zusammenwirkt. Hierzu wird an dem Stellkolben ein Kugelkopf ausgebildet, der in eine sphärische Ausnehmung an der Schrägscheibe eingreift. Durch die so ausgebildete Gelenkverbindung zwischen dem Stellkolben und der Schrägscheibe wird eine Neigung der beiden Elemente zueinander, wie sie bei einer Verstellung des Winkels der Schrägscheibe automatisch auftritt, möglich. Die Aufnahmeöffnung, die zur Aufnahme der Verstellvorrichtung in dem Gehäuse der Axialkolbenmaschine vorgesehen ist, ist schräg bezüglich der Rotationsachse der Zylindertrommel angeordnet.

[0004] Bei der aus der DE 199 49 169 A1 bekannten Axialkolbenmaschine ist es nachteilig, dass eine spezielle Gelenkverbindung der Schrägscheibe mit dem Stellkolben der Verstellvorrichtung ausgebildet ist. Der feste Abstand des Angriffspunkt des Stellkolbens an der Schrägscheibe erfordert zudem einen lateralen Bewegungsausgleich, bei einer Neigungsänderung der Schrägscheibe. Dies erhöht die Komplexität der Herstellung der Axialkolbenmaschine beträchtlich. Zudem ist die schräge Anordnung der Verstellvorrichtung in einer Ausnehmung des Gehäuses nachteilig, da die auftretenden Kräfte, die zur Verstellung der Schrägscheibe erforderlich sind, beträchtlich sind. Damit muss die Lastabtragung über das Gehäuse erfolgen, weswegen qualitativ hochwertiges Gehäusematerial eingesetzt werden muss. Dies erhöht die Kosten der gesamten Axialkolbenmaschine.

[0005] Dokument FR2793850A offenbart eine hydrostatische Axialkolbenmaschine nach dem Oberbegriff

des Anspruchs 1.

[0006] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Axialkolbenmaschine zu schaffen, die eine verbesserte Verstellung des Neigungswinkels der Schrägscheibe ermöglicht und die einfach und kostengünstig zu fertigen ist.

[0007] Die Aufgabe wird durch die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine weist ein Gehäuse auf, in dem drehbar eine Zylindertrommel gelagert ist. In der Zylindertrommel sind mehrere Zylinderausnehmungen angeordnet, in denen jeweils ein Arbeitskolben längs verschieblich angeordnet ist. Die Arbeitskolben stützen sich mittels jeweils eines Gleitschuhs an einer Lauffläche einer Schrägscheibe ab. Die Verbindung zwischen dem Arbeitskolben und den Gleitschuhen ist beweglich ausgeführt. Ferner ist ein Stellkolben vorgesehen, welcher mit der Schrägscheibe zur Einstellung eines Neigungswinkels der Lauffläche bezüglich der Drehachse der Zylindertrommel zusammenwirkt. Der Stellkolben ist erfindungsgemäß mit einem Stellkolbengleitschuh verbunden, der sich auf der Lauffläche der Schrägscheibe abstützt, um so eine Stellkraft auf die Schrägscheibe zu erzeugen. Die erfindungsgemäße Konstruktion hat den Vorteil, dass seitens der Schrägscheibe lediglich eine Lauffläche auszubilden ist. Diese Lauffläche ist in der Regel als einfache ebene Fläche ausgeführt. Mittels des Gleitschuhs kann daher in einfacher Weise eine Schubkraft von dem Stellkolben auf die Lauffläche der Schrägscheibe ausgeübt werden. Gleichzeitig kann sich bei einer Stellbewegung der Abstützpunkt des Stellkolbengleitschuhs in radialer Richtung auf der Lauffläche automatisch anpassen. Eine spezielle Ausbildung einer Gelenkverbindung zwischen der Schrägscheibe und dem Stellkolben ist nicht erforderlich. Weiterhin weisen der Stellkolben und die Arbeitskolben eine identische Geometrie auf. Damit entfällt eine gesonderte Fertigung des Stellkolbens. Durch die erhöhte Anzahl von Gleichteilen innerhalb der Axialkolbenmaschine kann damit eine erhebliche Kosteneinsparung erreicht werden.

[0009] In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine ausgeführt.

[0010] Vorzugsweise ist zwischen dem Stellkolben und dem Stellkolbengleitschuh ein Kugelgelenk angeordnet. Durch die Verbindung des Stellkolbens mit dem Stellkolbengleitschuh über ein Kugelgelenk wird es erreicht, dass die Montagelage des Stellkolbens bzw. des Stellkolbengleitschuhs bezüglich einer Verdrehung des Stellkolbens oder des Stellkolbengleitschuhs unerheblich ist. Es ist insbesondere auch vorteilhaft, den Stellkolbengleitschuh identisch mit den Gleitschuhen der Arbeitskolben auszubilden. Besonders bevorzugt ist es, wenn sowohl der Stellkolben mit den Arbeitskolben identisch ist als auch der Stellkolbengleitschuh mit den Gleitschuhen der Arbeitskolben eine identische Geometrie

aufweist.

[0011] Weiterhin wird es bevorzugt, wenn der Stellkolben in einem Stellvorrichtungsgehäuse angeordnet und dort entlang einer Längsachse des Stellvorrichtungsgehäuses längs verschieblich ist. Die Längsachse des Stellvorrichtungsgehäuses erstreckt sich zumindest näherungsweise parallel zu einer Drehachse der Zylindertrommel. Durch eine solche etwa parallele Anordnung wird der erforderliche Bauraum in lateraler Richtung bezüglich der Rotationsachse der Zylindertrommel verringert. In dem Stellvorrichtungsgehäuse ist vorzugsweise eine Stufenausnehmung angeordnet. In der Stufenausnehmung sind axial aufeinander folgend der Stellkolben sowie ein Ventilkolben eines Ventils zur Ansteuerung eines auf den Stellkolben wirkenden Stelldrucks angeordnet. In dem Stellvorrichtungsgehäuse kann somit eine einzige mehrstufige Bohrung vorgesehen werden, in der sämtliche Komponenten, die zur Erzeugung einer Stellbewegung der Schrägscheibe und damit eines Hubvolumens der Axialkolbenmaschine benötigt werden, angeordnet sind. Insbesondere kann innerhalb des Stellvorrichtungsgehäuses auch eine Rückführungsfeder vorgesehen sein, mit deren Hilfe die Position des Stellkolbens auf den Ventilkolben rückgeführt wird. Durch eine solche Rückführung ist eine einem Steuersignal entsprechende, beispielsweise proportionale, Verstellung des Verdrängungsvolumens der hydrostatischen Kolbenmaschine möglich.

[0012] Dabei wird es besonders bevorzugt, wenn die Rückführfeder identisch mit in dem Zylinderbohrungen der Zylindertrommel eingesetzten Andrückfedern ist. Durch die Verwendung der ohnehin erforderlichen Andrückfedern auch in der Verstellvorrichtung wird wiederum der Gleichteileanteil innerhalb der Axialkolbenmaschine erhöht und somit eine Kostenreduzierung erreicht.

[0013] Weiterhin ist es bevorzugt, wenn das Stellvorrichtungsgehäuse in einer Anschlussplatte der Axialkolbenmaschine befestigt ist. In der Anschlussplatte sind die Druckleitungen zum Zuführen und Abnehmen des beispielsweise durch eine Hydropumpe geförderten Druckmittels angeordnet. Wird daher das Stellvorrichtungsgehäuse in der Anschlussplatte angeordnet, so ist eine Beaufschlagung des in dem Stellvorrichtungsgehäuse angeordneten Ventilkolbens mit den zur Verstellung erforderlichen Drücken über kürzere Leitungen bzw. Kanäle möglich. Externe Leitungen können entfallen, da sämtliche Kanäle innerhalb der Anschlussplatte bzw. innerhalb des Stellvorrichtungsgehäuses vorgesehen werden können. Insbesondere wird auch die Montage erleichtert, da die Anschlussplatte gemeinsam mit der Verstellvorrichtung als Baugruppe vormontiert und anschließend nach dem Einsetzen des Triebwerks in das Gehäuse der Axialkolbenmaschine eingesetzt werden kann.

[0014] Ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Axialkolbenmaschine ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Eine schematische Darstellung einer hydrostatischen Axialkolbenmaschine mit einer bekannten Verstellvorrichtung;

5 Fig. 2 ein hydraulischer Schaltplan zur Erläuterung der Funktionsweise der Verstellvorrichtung; und

10 Fig. 3 eine vergrößerte Darstellung einer erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine.

[0015] Bevor anhand der Fig. 3 eine erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine im Detail erläutert wird, soll zunächst anhand von Fig. 1 der grundsätzliche Aufbau und die Funktion einer hydrostatischen Axialkolbenmaschine erläutert werden.

15 **[0016]** In der Fig. 1 ist eine hydrostatische Axialkolbenmaschine 1 dargestellt. Die bekannte hydrostatische Axialkolbenmaschine 1 weist ein Triebwerk 2 auf, welches in einem Gehäuse 3 angeordnet ist. Zum Einsetzen des Triebwerks 2 in das Gehäuse 3 ist das Gehäuse 3 an einem Ende offen. Das offene Ende wird nach der Montage des Triebwerks 2 in dem Gehäuse 3 durch eine Anschlussplatte 4 verschlossen. An der Anschlussplatte 4 sind in nicht dargestellter Weise die Leitungsanschlüsse vorgesehen.

25 **[0017]** Das Triebwerk 2 umfasst eine Triebwelle 5 und eine damit drehfest verbundene Zylindertrommel 6. Die Triebwelle 5 ist mit der Zylindertrommel 6 gemeinsam drehbar in dem Gehäuse 3 angeordnet.

30 **[0018]** Die Triebwelle 5 ist hierzu an einem Ende des Gehäuses 3 in einem ersten Lager 7 drehbar gelagert. An dem entgegengesetzten Ende der Triebwelle 5 ist ein zweites Lager 8 vorgesehen, welches in dem dargestellten Ausführungsbeispiel in der Anschlussplatte 4 angeordnet ist. Die Triebwelle 5 durchdringt mit einem Ende 9 das erste Lager 7 sowie die Stirnseite des Gehäuses 3 der hydrostatischen Axialkolbenmaschine 1.

35 **[0019]** Für die nachfolgende Beschreibung wird davon ausgegangen, dass die hydrostatische Axialkolbenmaschine 1 eine verstellbare Hydropumpe 1 ist. Das Ende 9 der Triebwelle 5 wird daher zum Antreiben der Hydropumpe mit einem Antriebsmotor verbunden.

40 **[0020]** In der Zylindertrommel 6 sind auf einem Umfangskreis verteilt angeordnet mehrere Zylinderbohrungen 10 in die Zylindertrommel 6 eingebracht. In jeder Zylinderbohrung 6 ist jeweils ein Arbeitskolben 11 angeordnet. Der Arbeitskolben 11 kann entlang der Mittelachse der Zylinderbohrung 10 in Längsrichtung verschoben werden. Der Arbeitskolben 11 ist mit einem Gleitschuh 12 über eine Kugelgelenkverbindung 13 beweglich verbunden. Die Gleitschuhe 12 der Arbeitskolben 11 stützen sich mit einer Gleitfläche auf einer Schrägscheibe 15 ab. Die Schrägscheibe 15 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als Schwenkwiege ausgeführt, die in einem sphärischen Lager drehbar angeordnet ist. An der Schrägscheibe 15 ist auf ihrer der Zylindertrommel 6 zugewandten Seite eine Lauffläche 16 als ebene Fläche

ausgebildet.

[0021] Während in der Fig. 1 die Lauffläche 16 bzw. die Schrägscheibe 15 in ihrer neutralen Position dargestellt ist, welche einem Nullfördervolumen der Hydropumpe entspricht, sind die Arbeitskolben 11 in einer Position gezeigt, die einem Schwenkwinkel α der Schrägscheibe 15 entsprechen würde.

[0022] Bei einer Drehung der Triebwelle 5 dreht sich aufgrund der drehfesten Verbindung auch die Zylindertrommel 6. Die Gleitschuhe 12 stützen sich dabei an der Lauffläche 16 der Schrägscheibe 15 ab und zwingen die Arbeitskolben 11 in eine Hubbewegung. Um während eines Saughubs zu verhindern, dass die Gleitschuhe 12 von der Lauffläche 16 der Schrägscheibe 15 abheben, ist eine Rückzugplatte 14 vorgesehen. Die Rückzugplatte 14 folgt dem Neigungswinkel der Schrägscheibe 15 und ist an einem sphärischen Lager 17 gelagert.

[0023] Zur zeitweiligen Verbindung der Zylinderbohrungen 10 mit den Leitungen eines hydrostatischen Kreises ist eine Steuerplatte 18 vorgesehen. In der Steuerplatte 18 sind Steueröffnungen 19, 20 ausgebildet, mit denen die Zylinderbohrungen 10 während eines Umlaufs der Zylindertrommel 6 wechselweise kommunizieren. Um die Zylindertrommel 6 an der Mündungsseite der Zylinderbohrungen 10 an der Steuerplatte 18 in dichtender Anlage zu halten, ist im Inneren der Zylindertrommel 6 eine Feder 21 vorgesehen. Die Feder 21 stützt sich einerseits an der Zylindertrommel 6 ab, in der hierzu beispielsweise ein Seegerring als erstes Federlager angeordnet ist. Ein zweites Federlager ist an der gegenüberliegende Seite der Feder 21 an der Triebwelle 5 ausgebildet.

[0024] Zum Einstellen der Hubvolumens der Axialkolbenmaschine 1 ist eine Verstellvorrichtung 22 vorgesehen. Die Verstellvorrichtung 22 wird mittels eines Proportionalmagneten 23 betätigt. Der Proportionalmagnet 23 beaufschlagt in nicht dargestellter Weise einen Ventilkolben der Verstellvorrichtung 22, welcher einen auf einen Stellkolben 26 wirkenden Stelldruck einstellt.

[0025] An dem Stellkolben 26 ist ein kugelförmiges Verbindungselement 24 ausgebildet. Dieses kugelförmige Verbindungselement 24 greift in eine sphärische Ausnehmung 25 ein, die an der Schrägscheibe 15 angeordnet ist. Die Längsachse der Verstellvorrichtung 22 schließt einen von 0 verschiedenen Winkel mit der Rotationsachse der Zylindertrommel 6 ein.

[0026] In der Fig. 2 ist eine hydraulische Schaltung gezeigt, die zum Verstellen einer Axialkolbenmaschine 1 vorgesehen ist. Die hydrostatische Axialkolbenmaschine 1, die im Falle einer Hydropumpe über die Triebwelle 5 angetrieben wird, saugt Druckmittel über eine Saugleitung 27 aus einem Tankvolumen 28 an. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine Anordnung in einem offenen Kreislauf gezeigt. Die Axialkolbenmaschine kann jedoch auch in einem geschlossenen Kreislauf angeordnet sein. Das von der hydrostatischen Axialkolbenmaschine 1 angesaugte Druckmittel wird entsprechend dem eingestellten Fördervolumen in eine Arbeitsleitung

29 gefördert. Zur Verstellung des Fördervolumens der Hydropumpe ist die Verstellvorrichtung 22 vorgesehen. Die Verstellvorrichtung 22 umfasst neben dem Stellkolben 26 ein Stelldruckregelventil 32. Das Stelldruckregelventil 32 stellt einen auf den Stellkolben 26 wirkenden Stelldruck ein. Der auf den Stellkolben 26 wirkende Stelldruck wird aus der Arbeitsleitung 29 über eine Entnahmeleitung 31 entnommen. Der Stellkolben 26 ist in einer Richtung durch eine Rückstellfeder 33 mit einer Federkraft beaufschlagt. In einer Stelldruckkammer 35 ist eine Rückführfeder 34 angeordnet, die auf einen Ventilkolben des Stelldruckregelventils 32 eine von der Position des Stellkolbens 26 abhängige Kraft überträgt. Das Stelldruckregelventil 32 befindet sich in der Ruheposition der Stellvorrichtung 22 in seiner in der Fig. 2 dargestellten Position. In dieser Position ist die Entnahmeleitung 31 mit einer Stelldruckleitung 36 verbunden. In Folge dessen stellt sich in der Stelldruckkammer 35 der in der Arbeitsleitung 29 herrschende Druck ein. Dieser Druck beaufschlagt den Stellkolben 26 mit seiner zu der Stelldruckkammer Druckraum 35 hin orientierten Kolbenfläche. In Folge dessen wird der Stellkolben 26 in der Fig. 2 nach links ausgelenkt. Der Stellkolben 26 komprimiert wegen der Stellbewegung die Rückstellfeder 33. Bei einer Stellbewegung des Stellkolbens 26 entgegen der Kraft der Rückstellfeder 33 wird die hydrostatische Axialkolbenmaschine 1 in Richtung ihres minimalen Fördervolumens verstellt.

[0027] Ausgehend von der angegebenen Ruheposition des Stelldruckregelventils 32 kann das Stelldruckregelventil 32 in Richtung einer zweiten Endposition mit einer Kraft beaufschlagt werden. Diese Kraft wird z.B. durch einen Proportionalmagneten 23 erzeugt. Die Kraft des Proportionalmagneten 23 wirkt entgegen der Kraft der Rückführfeder 34. Wird nun der Proportionalmagnet 33 mit einem Steuersignal beaufschlagt, so erfährt der Ventilkolben des Steuerdruckregelventils 33 eine Kraft in Richtung seiner zweiten Endposition. In dieser zweiten Endposition ist die Stelldruckleitung 36 mit einer Verbindungsleitung 37 verbunden. Das Stelldruckregelventil 32 ist zwischen diesen beiden Endpositionen stufenlos verstellbar. Während eines normalen Betriebs ist die Verbindungsleitung 37 über ein Sicherheitsventil 39 mit der Tankleitung 30 verbunden. In der zweiten Endposition des Stelldruckregelventils 32 wird daher die Stelldruckkammer 35 über die Verbindungsleitung 37 mit der Tankleitung 30 verbunden und die Stelldruckkammer 35 in das Tankvolumen 28 entspannt. In Folge dessen reduziert sich die Kraft auf die Kolbenfläche des Stellkolbens 26 und die Rückstellfeder 33 bewegt den Stellkolben 26 so, dass die hydrostatische Axialkolbenmaschine 1 in Richtung größer werdenden Fördervolumens verstellt wird.

[0028] Um eine proportionale Stellbewegung beziehungsweise ein proportionales Fördervolumen der hydrostatischen Axialkolbenmaschine 1 einstellen zu können, wirkt die Kraft der Rückführfeder 34 entgegengesetzt zu der Kraft des Proportionalmagneten 23 auf den

Ventilkolben des Stelldruckregelventils 32. Damit wird auf den Ventilkolben des Stelldruckregelventils 32 eine von der jeweiligen Position des Stellkolbens 26 abhängige Kraft ausgeübt.

[0029] Die Stelldruckleitung 36 ist ferner über eine Bypassleitung 36' mit der Verbindungsleitung 37 verbunden. In der Bypassleitung 36' ist eine Drosselstelle 38 angeordnet. Über die Drosselstelle 38 wird damit ein Abströmen von Druckmittel aus der Stelldruckkammer 35 ermöglicht, wenn beispielsweise ausgehend von seiner ersten Endposition durch ein Beaufschlagen des Proportionalmagneten 23 mit einem geringeren Steuersignal das Stelldruckregelventil 32 geringfügig in Richtung seiner zweiten Endposition verstellt wird.

[0030] Das Sicherheitsventil 39 verbindet in seiner Ruheposition die Verbindungsleitung 27 in bereits beschriebener Weise mit der Tankleitung 30. Diese Ruheposition wird durch eine Sicherheitsventilfeder 40 definiert. In der entgegengesetzten Position des Sicherheitsventils 39 ist dagegen eine weitere Verbindungsleitung 41 mit der Verbindungsleitung 37 verbunden. Die weitere Verbindungsleitung 41 zweigt von der Entnahmeleitung 31 ab. In der entgegengesetzten Position des Sicherheitsventils 39 wird damit der Verbindungsleitung 37 der Druck der Arbeitsleitung 29 zugeführt. Der in der weiteren Verbindungsleitung 41 herrschende Druck wird ferner über eine erste Messleitung 42 einer an dem Sicherheitsventil 39 ausgebildeten Messfläche zugeführt. Die an der Messfläche wirkende hydraulische Kraft wirkt entgegengesetzt zu der Kraft der Sicherheitsventilfeder 40. Umgekehrt wirkt gleichsinnig mit der Sicherheitsventilfeder 40 auf das Sicherheitsventil 39 über eine zweite Messleitung 43 der Druck in der Tankleitung 30.

[0031] Über die Sicherheitsventilfeder 40, die als einstellbare Feder ausgeführt ist, kann der Öffnungsdruck des Sicherheitsventils 39 eingestellt werden. Wird dieser Öffnungsdruck durch die Druckdifferenz zwischen dem über die erste Messleitung 42 und die zweite Messleitung 43 zugeführten Druck überschritten, so wird das Sicherheitsventil 39 in Richtung seiner zweiten Endposition verstellt. Mit zunehmender Verstellung in Richtung der zweiten Endposition erhöht sich der Druck in der Stelldruckkammer 35, auch wenn sich das Stelldruckregelventil 32 in seiner zweiten Endposition befindet. In Folge dessen wird der Stellkolben 26 in der Fig. 2 nach links verstellt, was eine Reduzierung des Förder Volumens zur Folge hat.

[0032] Die Fig. 3 zeigt eine vergrößerte Darstellung eines Ausschnitts einer erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine 101. Zu Gunsten einer deutlicheren Darstellung wurde auf die Darstellung der an sich bekannten Elemente der Axialkolbenmaschine 101 verzichtet. Dafür ist die Axialkolbenmaschine 101 im Bereich der Stellvorrichtung 122 vergrößert dargestellt. Mit der Fig. 1 übereinstimmende Elemente und Merkmale sind mit um 100 erhöhten Bezugszeichen versehen.

[0033] Wie es bereits unter Bezugnahme auf Fig. 1 erläutert wurde, sind in der Zylindertrommel 126 in dort

angebrachten Zylinderbohrungen 110 Arbeitskolben 111 längsverschieblich angeordnet. Die Arbeitskolben 111 sind mittels einer Kugelgelenkverbindung 113 mit Gleitschuhen 112 verbunden. Hierzu ist an einem Ende der Arbeitskolben 111, welches aus den Zylinderbohrungen 110 der Zylindertrommel 106 herausragt, ein kugelförmiger Kopf 147 ausgebildet. Dieser kugelförmige Kopf 147 greift in eine sphärische Ausnehmung 148 des Gleitschuhs 149 ein. Von der gegenüberliegenden Seite her ist in die Arbeitskolben 111 eine Ausnehmung 146 eingebracht. Die Ausnehmung 146 ist vorzugsweise als Bohrung aufgeführt, und so dimensioniert, dass eine Andrückfeder 145 darin angeordnet sein kann. Eine Schmierölbohrung 150 verbindet die Ausnehmung 146 mit dem kopfseitigen Ende des Arbeitskolbens 111. Die Andrückfeder 145 ist im ungespannten Zustand länger als der maximale Abstand zwischen dem kopfseitigen Ende der Bohrung 146 und dem entgegengesetzten Ende des Zylinderbohrung 110. Die Andrückfeder 145 übt somit eine Kraft sowohl auf die Zylindertrommel 106 als auch auf den Arbeitskolben 111 aus. Damit wird die Zylindertrommel 106 in Anlage mit der Steuerplatte 118 gehalten. Der Arbeitskolben 111 wird dagegen gemeinsam mit dem Gleitschuh 149 in Anlage an der Lauffläche 116 der Schrägscheibe 115 gehalten.

[0034] An dem Gleitschuh 149 ist eine Gleitfläche 152 ausgebildet. Die Gleitfläche 152 weist vorzugsweise zumindest eine Schmierölnut 151 auf. Die Schmierölnut ist über eine Verbindungsbohrung mit dem Bereich in der sphärischen Ausnehmung 148 verbunden. Das in der Zylinderbohrung 110 unter Druck stehende Druckmittel wird daher über die Schmierölbohrung 150 sowie die Verbindungsbohrung in dem Gleitschuh 149 bis zu der Schmierölnut 150 geleitet und sorgt dort für eine hydrostatische Entlastung des Gleitschuhs 149. Ferner wird die Kontaktfläche zwischen der sphärischen Ausnehmung 148 und dem kugelförmigen Kopf 147 mit Druckmittel zur Schmierung versorgt. Aufgrund der kugelgelenkartigen Verbindung zwischen dem Gleitschuh 149 und dem kugelförmigen Kopf 147 des Arbeitskolbens 111 kann die Neigung der Gleitfläche 147 gegenüber der Längsachse des Arbeitskolbens 111 verändert werden. Damit wird sichergestellt, dass die Gleitfläche 152 bei jeder möglichen Winkelposition der Lauffläche 147 relativ zu der Rotationsachse 144 der Zylindertrommel 106 angepasst werden kann. Die sphärische Ausnehmung 148 umfasst den kugelförmigen Kopf 147 so weit, dass zwischen dem Arbeitskolben 111 und dem Gleitschuh 149 auch Zugkräfte übertragen werden können.

[0035] Zur Einstellung des Winkels der Lauffläche 116 relativ zu der Drehachse 144 der Zylindertrommel 106 ist die Stellvorrichtung 122 vorgesehen.

[0036] Zur Erzeugung einer Stellbewegung umfasst die Stellvorrichtung 122 einen Stellkolben 126. Der Stellkolben 126 ist identisch zu dem Arbeitskolben 111 ausgebildet. Auf eine erneute Beschreibung der einzelnen Komponenten in Bezug auf den Stellkolben 126 wird daher verzichtet. Der Stellkolben 126 ist über eine Gelenk-

verbindung 113' mit einem Stellkolbengleitschuh 149' verbunden. Der Stellkolbengleitschuh 149' entspricht in seinem Aufbau dem Gleitschuh 149, wie er bereits im Zusammenhang mit dem Arbeitskolben 111 beschrieben wurde.

[0037] Daher weist auch der Stellkolbengleitschuh 149' eine Gleitfläche 152' auf, welche sich in Anlage mit der Lauffläche 116 befindet. Eine Stellkraft, die durch den Stellkolben 126 in der Fig. 3 nach links ausgeübt wird, kann somit auf die Lauffläche 116 der Schrägscheibe 115 übertragen werden. In der Ausnehmung 146 des Stellkolbens 126 ist ebenfalls eine Feder angeordnet. Diese Feder ist als Rückführfeder 145' ausgebildet. Die Rückführfeder 145' stützt sich einerseits an dem kopfseitigen Ende der Ausnehmung 146' in dem Stellkolben 126 ab. Das entgegengesetzte Ende der Rückkoppelfeder 145' stützt sich an einem Federlager 147 ab. Das Federlager 147 seinerseits ist an einem ersten Ende eines Ventilkolbens 158 angelegt.

[0038] Damit wird auf den Ventilkolben 158 eine Kraft ausgeübt, die sowohl von der Position des Ventilkolbens 158 als auch von der Position des Stellkolbens 126 abhängt. Somit wird eine rücktreibende Kraft als Positionsinformation auf den Stellkolben 158 ausgeübt, wie es unter Bezugnahme auf den hydraulischen Schaltplan der Fig. 2 bereits erläutert wurde. Diese Kraft hängt ab von der Position der Schrägscheibe 115 und somit von dem eingestellten Fördervolumen.

[0039] Die Stellvorrichtung 122 umfasst ein Stellvorrichtungsgehäuse 153. Das Stellvorrichtungsgehäuse 153 ist in eine Ausnehmung in die Anschlussplatte 104 eingesetzt, vorzugsweise eingeschraubt. Die Anschlussplatte 104 verschließt das Gehäuse 103 der hydrostatischen Axialkolbenmaschine 101.

[0040] Das Stellvorrichtungsgehäuse 153 weist eine Stufenausnehmung 154 auf. Die Stufenausnehmung 154 ist als Bohrung ausgeführt und durchdringt das Stellvorrichtungsgehäuse 153 entlang einer Längsachse 162 des Stellvorrichtungsgehäuses 153. Die Längsachse 162 des Stellvorrichtungsgehäuses 163 ist vorzugsweise parallel zu der Drehachse 144 der Zylindertrommel 106 orientiert. In Abhängigkeit von der genauen konstruktiven Ausbildung der Anschlussplatte 104 kann jedoch auch eine geringfügige Abweichung von der Parallelität um einige Winkelgrade auftreten.

[0041] In dem der Schrägscheibe 115 zugewandten Ende des Stellvorrichtungsgehäuses 153 ist eine Laufbuchse 155 eingesetzt. Die Laufbuchse 155 ist im wesentlichen topfförmig ausgebildet, wobei im dem Boden der Laufbuchse 155 eine Durchgangsöffnung vorgesehen ist. Die Durchgangsöffnung der Laufbuchse 155 ist etwa im Bereich des ersten Endes des Ventilkolbens 158 angeordnet und so dimensioniert, dass das Federlager 157 hindurchtreten kann.

[0042] Die Laufbuchse 145 wird in dem schrägscheibenseitigen Ende des Stellvorrichtungsgehäuses 122 mittels eines Seegerrings 160 gehalten. Der Stellkolben 126 und der Ventilkolben 158 sind axial versetzt zuein-

ander in dem Stellvorrichtungsgehäuse 153 angeordnet. Der Stellkolben 126 steht über die Rückführfeder 145' in Wirkverbindung mit dem Ventilkolben 158. An dem Ventilkolben 158 sind Ringnuten 159, 160 ausgebildet. Mittels der Ringnuten 159, 160 ist in Abhängigkeit von der Position des Ventilkolbens 158 relativ zu dem Stellvorrichtungsgehäuse 153 eine Verbindung zwischen einem Entnahmekanal 131 und dem Stelldruckraum 135 herstellbar. In Abhängigkeit von der Position des Ventilkolbens 158 verbindet die Ringnut 160 den Entnahmekanal 131 mit dem in der Fig. 3 durch den Ventilkolben 158 verdeckten Anschluss 161. Der Anschluss 161 ist über einen ebenfalls nicht dargestellten Kanal mit der Stelldruckkammer 135 verbunden. Bei einer Beaufschlagung des Ventilkolbens 158 mit einer axialen Kraft durch den Proportionalmagneten 123 wird dagegen die zweite Ringnut 159 in eine Position gebracht, in der der Anschluss 161 mit dem Verbindungskanal 137 durchströmbar verbunden ist. Der Verbindungskanal 137 ist in der Anschlussplatte 104 ausgebildet.

[0043] Die axiale Kraft, die durch einen Proportionalmagneten 123 erzeugt wird, wird mittels eines Stößels 159 auf das von dem Federlager 157 abgewandten Ende des Ventilkolbens 158 übertragen. Im Bereich des von dem Federlager 157 abgewandten Endes des Ventilkolbens 158 ist eine Ruhepositionsfeder 161 angeordnet. Die Ruhepositionsfeder 161 stützt sich einerseits an dem Stellvorrichtungsgehäuse 163 und andererseits an einem Bund 165 ab.

[0044] Durch das Ausbilden der Stellvorrichtung 122 unter Verwendung von Teilen, die auch als Arbeitskolben 111 und als Gleitschuh 149 eingesetzt werden, wird eine erhebliche Vereinfachung der hydrostatischen Axialkolbenmaschine 101 erreicht. Insbesondere wird die Fertigung kostengünstiger, da eine separate Teilefertigung für den Stellkolben vermieden werden kann. Weiterhin ist auch die Fertigung der Schrägscheibe 115 einfach. Wie in der aus dem Stand der Technik bekannten Axialkolbenmaschine muss lediglich eine gleichmäßig ebene Lauffläche 116 erzeugt werden, die sich über den gesamten Umfang der Schrägscheibe 115 erstreckt. Auf dieser Lauffläche 116 stützt sich nicht nur die Mehrzahl von Arbeitskolben 111 über ihre Gleitschuhe 149 ab, sondern es kann auch eine Stellkraft von dem Stellkolben 126 mittels des Stellkolbengleitschuhs 149' auf die Lauffläche 116 übertragen werden. Um eine Rückstellung der Schrägscheibe 115 zu ermöglichen, ist auf der von der Lauffläche 116 abgewandten Seite der Schrägscheibe 115 eine Rückstellfeder 133 angeordnet. Die Rückstellfeder 133 beaufschlagt die Schrägscheibe 115 entgegen der Stellkraft des Stellkolbens 126 mit einer Rückstellkraft.

[0045] Wird die Druckkammer 135 der Stellvorrichtung 122 daher bei entsprechender Position des Ventilkolbens 128 in das Tankvolumen 28 entlastet, so wird aufgrund der Kraft der Rückstellfeder 133 die Schrägscheibe 115 zurück in ihre Neutralposition gebracht. In dieser Neutralposition ist die hydrostatische Axialkolbenma-

schine 101 auf ihr maximales Fördervolumen verstellt. Damit kann bei drucklosem System aufgrund der Neutralposition der hydrostatischen Axialkolbenmaschine 101 zunächst ein Druckaufbau in der Arbeitsleitung 29 erfolgen. Dieser Druckaufbau wird dann aufgrund der Ruheposition des Ventilkolbens 158 auch dem Druckraum 135 zugeführt. In Folge dessen stellt sich ein Kräftegleichgewicht an dem Ventilkolben 158 ein. Das Kräftegleichgewicht existiert zwischen der auf den Ventilkolben 158 wirkenden Kraft der Rückkoppelfeder 145 und der gleichsinnig gerichteten Kraft der Ruhepositionsfeder 163 sowie der entgegengerichteten Kraft des Proportionalmagneten 123, der über den Stößel 159 auf den Ventilkolben 158 wirkt.

[0046] Die Versorgung der Gleitfläche 152' des Stellkolbengleitschuhs 159' erfolgt ebenfalls vergleichbar zu der bereits beschriebenen Schmierung der Gleitfläche 152 des Gleitschuhs 149. Hierzu ist die Gleitfläche 152' über eine Verbindungsbohrung sowie eine Schmierölbohrung in dem Stellkolben 126 mit dem Stelldruckraum 135 verbunden. Somit wird aus dem in dem Stelldruckraum 135 wirkenden Druck ein Schmierfilm sowohl zwischen dem kugelförmigen Kopf des Stellkolbens 126 als auch an der Gleitfläche 152' erzeugt. Eine exakte Schwenkwinklereinstellung wird durch die Verringerung der Reibung erreicht.

[0047] Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. So kann die Axialkolbenmaschine auch als Hydromotor ausgeführt sein.

Patentansprüche

1. Hydrostatische Axialkolbenmaschine mit einer drehbar in einem Gehäuse (103) gelagerten Zylindertrommel (106), in der längsverschieblich Arbeitskolben (111) in Zylinderbohrungen (110) angeordnet sind, wobei die Arbeitskolben (111) mit Gleitschuhen (149) beweglich verbunden sind und die Arbeitskolben (111) sich über die Gleitschuhe (149') an einer Lauffläche (116) einer Schrägscheibe (115) abstützen, und mit einem Stellkolben (126), der mit der Schrägscheibe (115) zur Einstellung eines Neigungswinkels der Lauffläche (116) bezüglich einer Drehachse (144) der Zylindertrommel (106) zusammenwirkt, wobei der Stellkolben (126) mit einem Stellkolbengleitschuh (149') verbunden ist und über den Stellkolbengleitschuh (149') die Lauffläche (116) der Schrägscheibe (116) mit einer Stellkraft beaufschlagt,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stellkolben (126) und die Arbeitskolben (111) eine identische Geometrie aufweisen.
2. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stellkolben (126) und der Stellkolbengleit-

schuh (149') durch ein Kugelgelenk miteinander verbunden sind.

3. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stellkolbengleitschuh (149') und die Gleitschuhe (149) der Arbeitskolben (111) eine identische Geometrie aufweisen.
4. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stellkolben (126) in einem Stellvorrichtungsgehäuse (153) entlang einer Längsachse (162) des Stellvorrichtungsgehäuses (153) längsverschieblich angeordnet ist und die Längsachse (162) des Stellvorrichtungsgehäuses (153) sich zumindest näherungsweise parallel zu der Drehachse (144) der Zylindertrommel (106) erstreckt.
5. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stellkolben (126) in einer Stufenausnehmung (154) des Stellvorrichtungsgehäuses (153) angeordnet ist und in axialer Richtung versetzt zu dem Stellkolben (126) ein Ventilkolben (158) in der Stufenausnehmung (154) angeordnet ist.
6. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Rückführung einer Positionsinformation des Stellkolbens (126) eine Rückführfeder (145') vorgesehen ist, die sich einerseits an dem Stellkolben (126) und andererseits an einem Ventilkolben (158) abstützt.
7. Hydrostatische Kolbenmaschine nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Rückführfeder (145') identisch mit in den Zylinderausnehmungen (110) eingesetzten Andrückfedern (145) ist.
8. Hydrostatische Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Stellvorrichtungsgehäuse (153) in einer Anschlussplatte (104) der Axialkolbenmaschine (101) befestigt ist.

Claims

1. Hydrostatic axial piston engine with a cylinder drum (106) which is mounted rotatably in a housing (103), in which longitudinally displaceable working pistons

- (111) are disposed in cylinder boreholes (110), wherein the working pistons (111) are movably connected to sliding blocks (149) and the working pistons (111) are supported on a face (116) of an inclined disk (115) via the sliding blocks (149'), and are connected to a control piston (126) which interacts with the inclined disk (115) for adjusting an angle of inclination of the face (116) with respect to an axis of rotation (144) of the cylinder drum (106), and wherein the control piston (126) is connected to a control piston sliding block (149') and exerts a regulating force on the face (116) of the inclined disk (115) via the control piston sliding block (149'),
characterized in that
the control piston (126) and the working pistons (111) have an identical geometry.
2. Hydrostatic axial piston engine according to claim 1,
characterized in that
the control piston (126) and the control piston sliding block (149') are connected by a ball joint.
3. Hydrostatic axial piston engine according to claim 1 or 2,
characterized in that
the control piston sliding block (149') and the sliding blocks (149) of the working pistons (111) have an identical geometry.
4. Hydrostatic axial piston engine according to any of claims 1 to 3,
characterized in that
the control piston (126) is arranged in a control device housing (153) longitudinally displaceable along a longitudinal axis (162) of the control device housing (153), and the longitudinal axis (162) of the control device housing (153) extends at least approximately in parallel to the rotation axis (144) of the cylinder drum (106).
5. Hydrostatic axial piston engine according to claim 4,
characterized in that
the control piston (126) is disposed in a step recess (154) of the control device housing (153), and a valve piston (158) is disposed in the step recess (154) axially set off in respect to the control piston (126).
6. Hydrostatic axial piston engine according to claim 4 or 5,
characterized in that
a return spring (145') is provided for the return of position information of the control piston (126), the return spring (145') on the one hand being supported on the control piston (126) and on the other hand being supported on a valve piston (158).
7. Hydrostatic axial piston engine according to claim 6,
characterized in that

the return spring (145') is identical to the pressing springs (145) inserted into the cylinder recesses (111).

8. Hydrostatic axial piston engine according to any of claims 1 to 7,
characterized in that
the control device housing (135) is attached to a connecting plate (104) of the axial piston engine (101).

Revendications

1. Machine hydrostatique à pistons axiaux, comprenant un tambour à cylindres (106) qui est logé à rotation dans un boîtier (103) et dans lequel des pistons moteurs (111) sont disposés à translation longitudinale dans des alésages (110), lesdits pistons moteurs (111) étant reliés de manière mobile à des patins (149) et lesdits pistons moteurs (111) s'appuyant par le biais des patins (149) sur une surface de glissement (116) d'un disque incliné (115), ainsi qu'un piston de réglage (126) qui agit de concert avec ledit disque incliné (115) pour régler un angle d'inclinaison de la surface de glissement (116) par rapport à un axe de rotation (144) du tambour à cylindres (106), ledit piston de réglage (126) étant relié à un patin de piston de réglage (149') et appliquant via ledit patin de piston de réglage (149') une force de réglage à ladite surface de glissement (116) du disque incliné (115), **caractérisée par le fait que** ledit piston de réglage (126) et lesdits pistons moteurs (111) présentent une géométrie identique.
2. Machine hydrostatique à pistons axiaux selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** ledit piston de réglage (126) et ledit patin de piston de réglage (149') sont reliés entre eux par un joint à rotule.
3. Machine hydrostatique à pistons axiaux selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée par le fait que** ledit patin de piston de réglage (149') et lesdits patins (149) des pistons moteurs (111) présentent une géométrie identique.
4. Machine hydrostatique à pistons axiaux selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée par le fait que** ledit piston de réglage (126) est disposé dans un boîtier de dispositif de réglage (153) de manière à être déplaçable dans le sens longitudinal suivant un axe longitudinal (162) dudit boîtier de dispositif de réglage (153) et que ledit axe longitudinal (162) du boîtier de dispositif de réglage (153) s'étend, au moins approximativement, parallèlement à l'axe de rotation (144) du tambour à cylindres (106).
5. Machine hydrostatique à pistons axiaux selon la re-

vendication 4, **caractérisée par le fait que** ledit piston de réglage (126) est disposé dans un évidement à gradin (154) du boîtier de dispositif de réglage (153) et que, décalé dans la direction axiale par rapport au piston de réglage (126), un piston de soupape (158) est disposé dans ledit évidement à gradin (154). 5

6. Machine hydrostatique à pistons axiaux selon la revendication 4 ou 5, **caractérisée par le fait que**, 10
pour faire retourner une information de position du piston de réglage (126), un ressort de rappel (145') est prévu qui prend appui sur ledit piston de réglage (126) d'un côté et sur un piston de soupape (158) de l'autre côté. 15

7. Machine hydrostatique à pistons selon la revendication 6, **caractérisée par le fait que** ledit ressort de rappel (145') est identique à des ressorts de pression (145) insérés dans lesdits évidements cylindriques (110). 20

8. Machine hydrostatique à pistons selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisée par le fait que** ledit boîtier de dispositif de réglage (153) 25
est fixé dans une plaque de raccordement (104) de la machine à pistons axiaux (101). 30

30

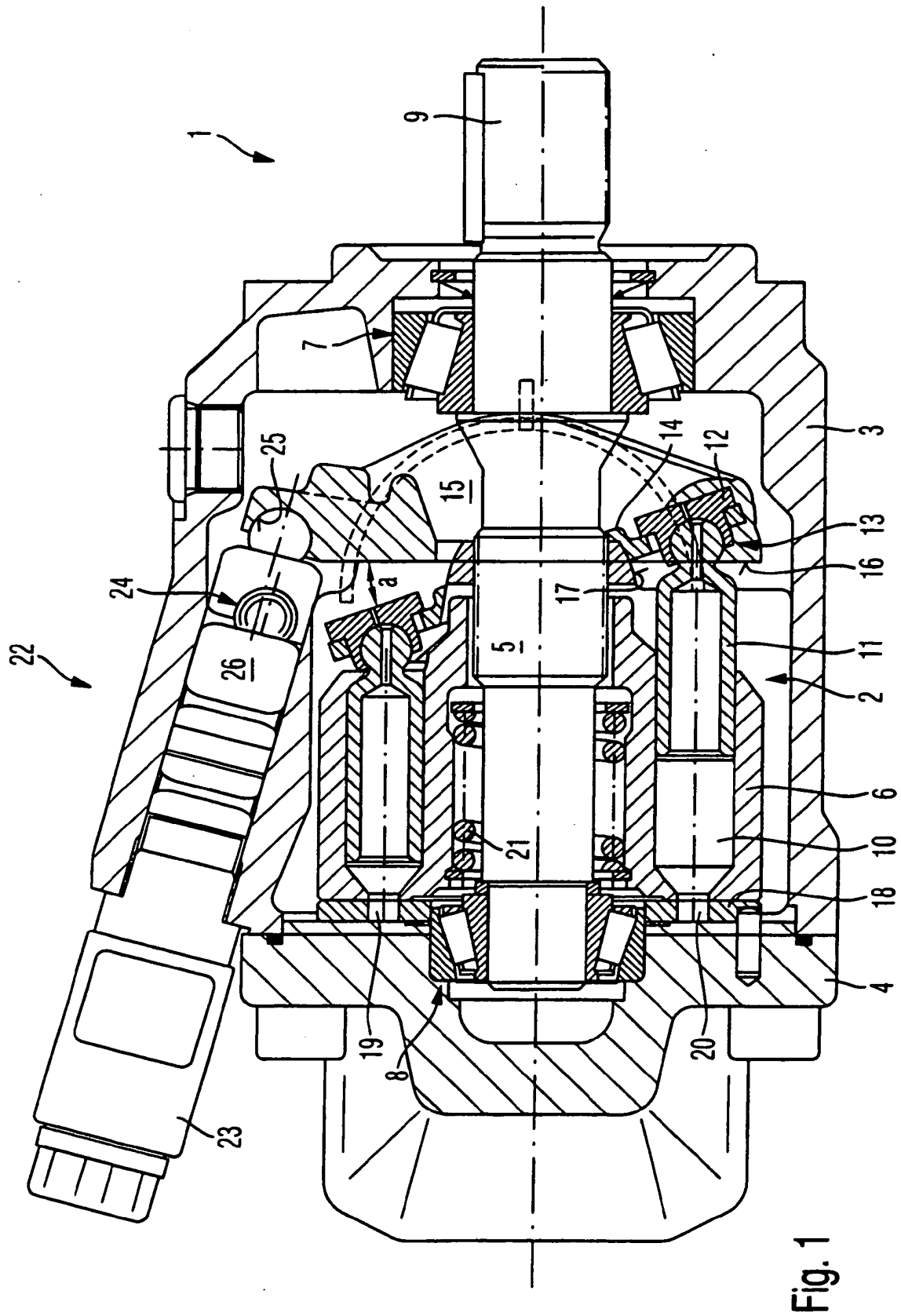
35

40

45

50

55



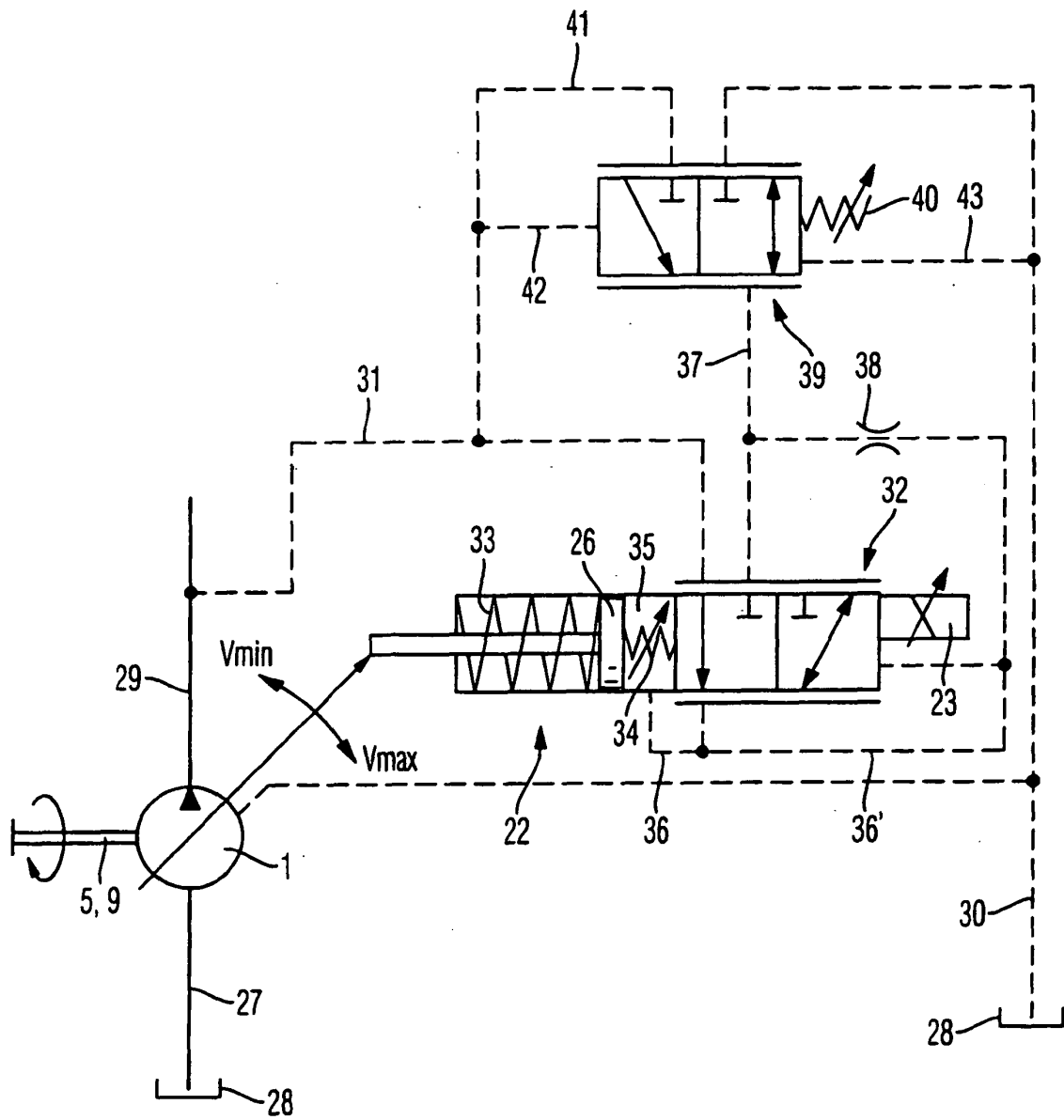


Fig. 2

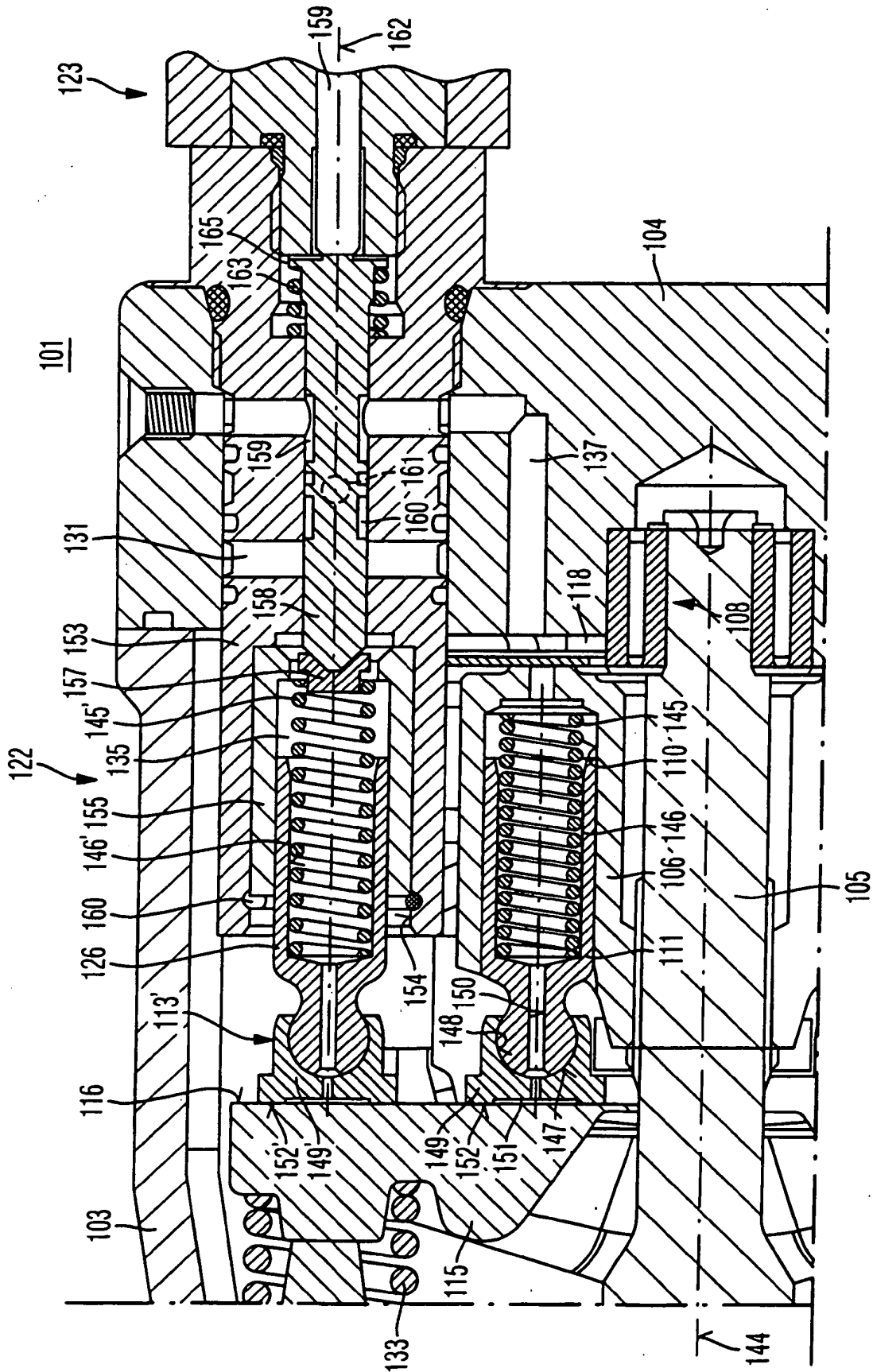


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19949169 A1 [0003] [0004]
- FR 2793850 A [0005]