



⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**08.05.91 Patentblatt 91/19**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **F04B 1/12, F04B 5/00**

②① Anmeldenummer : **88111135.5**

②② Anmeldetag : **12.07.88**

⑤④ **Axialkolbenmaschine mit Stufenkolben.**

③⑩ Priorität : **29.07.87 DE 3725156**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**01.02.89 Patentblatt 89/05**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**08.05.91 Patentblatt 91/19**

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

⑤⑥ Entgegenhaltungen :  
**DE-B- 1 099 357**  
**DE-B- 1 213 245**  
**DE-C- 707 462**

⑦③ Patentinhaber : **BRUENINGHAUS HYDRAULIK  
GmbH**  
**An den Kelterwiesen 14**  
**W-7240 Horb 1 (DE)**

⑦② Erfinder : **Berthold, Heinz**  
**Griesweg**  
**W-7240 Horb 1 (DE)**

⑦④ Vertreter : **Körber, Wolfhart, Dr.rer.nat.**  
**Patentanwälte Dipl.-Ing. H. Mitscherlich**  
**Dipl.-Ing. K. Gunschmann Dr.rer.nat. W.**  
**Körber Dipl.-Ing. J. Schmidt-Evers Dipl.-Ing. W.**  
**Melzer Steinsdorfstrasse 10**  
**W-8000 München 22 (DE)**

**EP 0 301 309 B1**

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).

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Axialkolbenmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine Axialkolbenmaschine dieser Bauart ist in der DE-C-707 462 beschrieben und dargestellt. Bei dieser bekannten Ausgestaltung sind die durch die Stufenflächen der Kolben begrenzten zweiten Zylinderräume miteinander und mit einem dritten mittleren Zylinderraum verbunden, dessen Kolben durch eine Feder einwärts beaufschlagt ist, so daß in den zweiten Zylinderräumen ein die Kolben gegen die Schiefscheibe beaufschlagender Druck herrscht. Die Funktion dieser bekannten Ausgestaltung ist zweifelhaft, da die Aufrechterhaltung des angestrebten Druckes in den zweiten Zylinderräumen aufgrund Leckverlusten kaum zu gewährleisten ist. Dabei ist zu berücksichtigen, daß allein durch die Kompression der zweiten Zylinderräume eine Druckerhöhung nicht erfolgt, weil die Bewegung einander gegenüberliegender Kolben gegensätzlich ist.

Aus der DE-B-12 13 245 sind Taumelscheiben-Axialkolbenpumpen, also solche mit feststehendem Zylinder, bekanntgeworden mit einstückigen Hoch- und Niederdruckkolben und hydraulischer Rückbewegung der Kolben unter Anlage an die Taumelscheibe. Dazu sind die Rückseiten der Niederdruckkolbenteile mit einem gemeinsamen Überströmraum verbunden, wobei dieser Überströmraum über Druckventile mit dem Niederdruckzylinder und über Saugventile mit den Hochdruckzylindern in Verbindung steht. Der Überströmraum steht mit den Hochdruckzylindern nur dann in Verbindung, wenn die Hochdruckkolben sich im Saughub befinden. Die Einspeisung von Druckmittel in den Überströmraum erfolgt von der Niederdruckseite durch die Niederdruckzylinder und über deren Druckventile.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Axialkolbenmaschine der eingangs bezeichneten Art so auszugestalten, daß die Aufrechterhaltung eines an den jeweiligen Betriebszustand angepaßten Überdruckes in den zweiten Zylinderräumen für den Andruck der Kolben an die Schiefscheibe und/oder der Zylindertrommel an den Steuerspiegel gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale im Anspruch 1 gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung besteht eine gedrosselte Verbindung zwischen den ersten und den zweiten Zylinderräumen. Hierdurch wird nicht nur der Überdruck in den zweiten Zylinderräumen durch den Arbeitsdruck gewährleistet, sondern es stellt sich auch ein Überdruck in Abhängigkeit vom jeweiligen Arbeitsdruck ein, woraus sich die angestrebte Anpassung an den Betriebszustand ergibt. Der oder die diese Verbindung schaffende Kanal bzw. Kanäle kann dabei unmittelbar oder mittelbar zwischen den ersten und zweiten Zylinderräu-

men verlaufen. Wesentlich ist, daß der Arbeitsdruck sich in die zweiten Zylinderräume auszubreiten vermag und zwar in einem gedrosselten Maß, so daß die Funktion der Axialkolbenmaschine nicht beeinträchtigt wird. Hierdurch läßt sich der Andruck der Kolben an die Antriebsfläche und/oder der drehbaren Zylindertrommel an den Steuerspiegel in einfacher Weise schaffen bzw. bestimmen, und zwar in Abhängigkeit bzw. Anpassung an den Betriebszustand bzw. an den Arbeitsdruck. Ein zusätzlicher dritter Kolben, wie er bei der bekannten Ausgestaltung erforderlich ist, oder eine an sich bekannte Feder zur Beaufschlagung einer vorhandenen Zylindertrommel gegen den Steuerspiegel kann bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung entfallen.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung ermöglicht auch verhältnismäßig hohe Drehzahlen im Pumpenbetrieb. Die Sauggrenzdrehzahl von Axialkolbenpumpen ist nämlich in der Hauptsache abhängig von der Größe der Zylindereintrittsöffnungen und dem Verhältnis des Teilkreisdurchmessers der Kolben zum Teilkreisdurchmesser der Zylindereintrittsöffnungen. Die Größe der Zylindereintrittsöffnungen ist direkt proportional der Größe der Querschnitte der Kolben. Die erfindungsgemäße Ausgestaltung ermöglicht es, bei Axialkolbenmaschinen mit einer die Kolben aufnehmbaren drehbaren Zylindertrommel die Zylindereintrittsöffnungen im Verhältnis zum Querschnitt der Kolbendurchmesser größer auszulegen bzw. das vorgenannte Verhältnis zu verringern. Hierdurch wird die angestrebte hohe Drehzahl im Pumpenbetrieb ermöglicht. Bei üblichen Axialkolbenmaschinen mit einer drehbaren Zylindertrommel ist es nicht möglich, die Zylindereintrittsöffnungen so groß zu gestalten, wie bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung, weil aufgrund des im Betrieb der Axialkolbenmaschine sich einstellenden Druckfeldes mit einem unerwünschten Abheben der Zylindertrommel vom Steuerspiegel zu rechnen ist. Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist dagegen aufgrund des in den zweiten Zylinderräumen herrschenden Druckes nicht nur die Anlage der Kolben an der Schiefäche, sondern auch die Anlage der Zylindertrommel am Steuerspiegel gewährleistet, wobei durch eine entsprechende Bemessung des die Verbindung zwischen den ersten und zweiten Zylinderräumen schaffenden Kanals eine im wesentlichen momentenfreie Lagerung der Zylindertrommel möglich ist, wozu auch die Vermeidung einer Verkipfung der Zylindertrommel zählt.

Es ist sehr vorteilhaft, die Anordnung so auszulegen, daß in den zweiten Zylinderräumen ein Druck herrscht, der etwa dem halben Arbeitsdruck entspricht (Anspruch 2).

Die in den Ansprüchen 3 bis 5 enthaltenen Merkmale führen zu einfachen und praktischen Ausgestaltungen, die sich einfach und preiswert herstellen lassen und eine gute Funktion gewährleisten.

Die Ausbildung nach Anspruch 6 führt im Betrieb der Axialkolbenmaschine zu einer angestrebten Zentrifugalbeschleunigung des zufließenden Fluidstromes.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in einer Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt :

Fig. 1 eine erfindungsgemäß ausgestaltete Axialkolbenmaschine im axialen Schnitt ;

Fig. 2 ein Schaubild zur Erklärung der Funktion der Axialkolbenmaschine.

Die wesentlichen Teile der in Fig. 1 allgemein mit 1 bezeichneten Axialkolbenmaschine sind ein aus einem topfförmigen Gehäuseteil 2 und einem Gehäusedeckel 3 bestehendes Gehäuse 4, eine Antriebswelle 5, die das topfförmige Gehäuseteil 2 in der Mittelachse 6 der Axialkolbenmaschine 1 durchsetzt und mittels vorzugsweise Wälzlager 7, 8 in der radialen Wand des Gehäuseteils 2 und im Gehäusedeckel 3 gelagert ist, eine im Gehäuseraum 9 angeordnete Zylindertrommel 11, die durch die Antriebswelle 5 um die Mittelachse 6 drehbar und auf der Antriebswelle 5 sowie am Steuerspiegel 13 einer an der Innenseite des Gehäusedeckels 3 angeordneten Steuerplatte 14 gelagert ist, eine Mehrzahl Kolben 15, die auf einem Teilkreis 16 angeordnet und aufgrund einer Schieffläche 17 in axialen Kolbenbohrungen 18 der Zylindertrommel 11 verschiebbar sind, und Steuerkanälen 19, 21, die die Zylinderräume der Zylindertrommel 11 mit einer Zuführungs- und einer Abführungsleitung 23, 24 verbinden.

Die Kolbenbohrungen 18 sind Stufenbohrungen, und die Kolben 15 sind Stufenkolben mit Stufenflächen 25, so daß sich erste Zylinderräume 22 und zweite Zylinderräume 26 ergeben. Die zweiten Zylinderräume 26 sind durch ein Kanalsystem, vorzugsweise bestehend aus einem Ringkanal 27 in der Zylindertrommel 11 und jeweils diesen mit einem zweiten Zylinderraum 26 verbindenden radialen Kanalschnitten 26 miteinander verbunden, so daß sich im Betrieb der Axialkolbenmaschine 1 ein Druckausgleich für alle zweiten Zylinderräume 26 einstellt. Jeder erste Zylinderraum 22 ist mit dem zugehörigen zweiten Zylinderraum 26 durch einen Kanal 29 verbunden, der durch einen axialen Bohrungsabschnitt 31 und durch einen radialen Bohrungsabschnitt 32 in jedem Kolben 15 gebildet ist. Die Anordnung ist so getroffen, daß in der untersten Position jedes Kolbens 15 die radialen Kanalschnitte 28 unterhalb der Stufenfläche 25 der Kolben 15 und die radialen Bohrungsabschnitte 32 oberhalb der Stufenfläche 33 der zweiten Zylinderräume 26 münden.

Die Steuerkanäle 19, 21 werden durch Zylindereintrittsöffnungen 34 in Form von axialen Bohrungen in der Zylindertrommel 11 und einander diametral gegenüberliegende, nierenförmigen Steueröffnungen 35 in der Steuerplatte 14 gebildet. Die Zylindereintrittsöffnungen 34 befinden sich auf einem Teilkreis 36,

der im Durchmesser geringer ist als der Teilkreis 16, auf dem die Kolben 15 angeordnet sind. Infolge dessen sind die ersten Zylinderräume 22 von den Zylindereintrittsöffnungen 34 radial innen angeschnitten. Das Durchmesserverhältnis des vorhandenen wirk-samen Kolbendurchmessers 37 und des Durchmessers 38 der zugehörigen Zylindereintrittsöffnung 34 beträgt beim vorliegenden Ausführungsbeispiel etwa 1,5 : 1. Dabei ist die Anordnung auch so getroffen, daß die Mittelachsen 39 der Zylindereintrittsöffnungen 34 den inneren Wandungsbereich der ersten Zylinderräume 22 in etwa schneiden. Hierdurch ergibt sich ein Größenverhältnis des Teilkreisdurchmessers 16 der Zylinderräume 22, 26 zum Teilkreisdurchmesser 36 der Zylindereintrittsöffnungen von etwa 1,3 : 1.

Im Betrieb der Axialkolbenmaschine, die beim vorliegenden Ausführungsbeispiel für den Pumpenbetrieb eingerichtet ist (vgl. Strömungspfeile in der Zuführungs- bzw. Abführungsleitung 23, 24), und deren Funktion allgemein bekannt ist, und deshalb nicht beschrieben zu werden braucht, pflanzt sich der in den ersten Zylinderräumen 22 auf der Druckseite vorhandene Arbeitsdruck durch die Kanäle 29 in die zweiten Zylinderräume 26 fort, die aufgrund der allgemein mit 41 bezeichneten Leitungsverbindung gleichmäßig beaufschlagt werden, wodurch sowohl die Kolben 15 gegen die Schieffläche 17 als auch die Zylindertrommel 11 gegen den Steuerspiegel 13 beaufschlagt werden. Beim vorliegenden bevorzugten Ausführungsbeispiel ist in jedem Kanal 29, vorzugsweise im radialen Bohrungsabschnitt 32, eine Drossel bzw. Düse 42 angeordnet, die so bemessen ist, daß sich in den zweiten Zylinderräumen 26 ein Druck einstellt, der in etwa dem halben Arbeitsdruck entspricht. Die Anordnung ist hier so getroffen, daß unter Berücksichtigung der die Zylindertrommel 11 gegen den Steuerspiegel 13 und von diesem weg beaufschlagende Kräfte derart aufeinander abgestimmt sind, daß die Zylindertrommel 11 vorzugsweise mit einem geringen Druck am Steuerspiegel 13 anliegt, so daß sich ein eine lange Lebensdauer gewährleistender Ölfilm zwischen den einander zugewandten Flächen der Zylindertrommel 11 und der Steuerplatte 14 ausbilden kann. Aufgrund der mittigen, durch die Beaufschlagung der zweiten Zylinderräume 26 erzeugten Andruckkraft 43 für die Zylindertrommel 11 ist es möglich, die Zylindereintrittsöffnungen 34 (Durchmesser 38) verhältnismäßig groß auszubilden, wobei insbesondere im Pumpenbetrieb der Axialkolbenmaschine 1 hohe Drehzahlen ermöglicht werden.

Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel sind neun Kolben 15 vorhanden. Aus Fig. 2 ist sowohl die Zuordnung der betreffenden Kolben 15 zur Niederdruck- und Hochdruckseite ND, HD als auch die Leitungsverbindung 41 zwischen den zweiten Zylinderräumen 26 zu entnehmen.

Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, die Ver-

bindung der Zylinderräume 22, 26 untereinander anstatt an einer Axialkolbenmaschine konstanten Durchsatzvolumens an einer solchen mit veränderlichem Durchsatzvolumen, nämlich einer Pumpe oder einem Motor, durchzuführen.

Nachfolgend werden einige besondere Vorteile der erfindungsgemäßen Ausgestaltung angegeben :

- Durch zusätzliche Zylindertrommel-Anpressung ist eine Vergrößerung der Zylindereintrittsöffnungen 34 möglich.
- Permanente Beaufschlagung der Ringflächen aller Kolben 15 aus dem Hochdruck heraus. Durch Wirkung einer Drosselkette Reduzierung des Hochdrucks auf 50%.
- Durch die zylindermittige zusätzliche Anpreßkraft wird eine Reduzierung des Durchmessers der Steuerfläche (vgl. 36) und damit eine Zentrifugalwirkung auf den Saugstrom erreicht.
- Die druckbeaufschlagten Ringflächen der Kolben 15 sorgen bereits bei geringstem Betriebsdruck für ein einwandfreies Anliegen der vorhandenen Gleitschuhe 44 an der Schieffläche 17 bzw. Hubscheibe. Die Kolbenköpfe sind schwenkbar jedoch axial ortsfest in Kugelgelenken der Gleitschuhe gelagert. Hierdurch wird eine positive Wirkung, d.h. eine geringere Geräuschbildung, erreicht, da quasi der Effekt der Vorfüllung eintritt. Zusätzlich sind in üblicher Weise die Gleitschuhe 44 mittels einer über eine Kalotte 45 an der Zylindertrommel 11 abgestützten Rückzugsscheibe 46 an der Schieffläche 17 gehalten.
- Die Zwangsführung der Kolben 15 im Saughub ist außerordentlich kräftig und erfordert lediglich eine Initialunterstützung in der Anlaufphase, d.h., auf eine aufwendige Kolbenrückzugseinrichtung kann auch verzichtet werden.

## Ansprüche

1. Axialkolbenmaschine der Schiefscheiben- oder Schrägachsenbauart mit gegenüber einem Steuerspiegel drehbarer Zylindertrommel und Schlitzsteuerung sowie einer Mehrzahl Kolben, die durch eine Antriebsfläche in der drehbaren Zylindertrommel verschiebbar sind, wobei jeder Kolben durch einen ersten und einen zweiten Zylinderraum begrenzenden Stufenkolben gebildet ist und die zweiten Zylinderräume durch wenigstens eine Verbindungsleitung miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß der den Arbeitsraum bildende erste Zylinderraum (22) jedes Kolbens durch einen drosselnden Verbindungskanal (29) stets mit dem einen zweiten Zylinderraum (26) und durch die Verbindungsleitung mit allen zweiten Zylinderräumen (26) verbunden sind.

2. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Betrieb in den zwei-

ten Zylinderräumen (26) ein Druck besteht, der etwa dem halben Arbeitsdruck entspricht.

3. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbindungskanal (29) im Kolben (15) verläuft.

4. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbindungskanal (29) durch einen axialen und einen radialen Kanalabschnitt (31, 32) gebildet ist.

5. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem Verbindungskanal (29), vorzugsweise im radialen Kanalabschnitt (32) eine Drossel (42) angeordnet ist.

## Claims

1. An axial piston machine of the swashplate or bent axis type having a rotatable cylinder drum facing a control surface, slot control means and a plurality of pistons which are displaceable in the rotatable cylinder drum by a driving surface, wherein each piston comprises differential pistons bounding a first and a second cylinder chamber and the second cylinder chambers are connected by at least one connecting line, characterised in that the first cylinder chambers (22) of each piston, forming the first working chamber, are always connected by a throttling connecting passage (29) to the one second cylinder chamber (26) and by the connecting line to all the second cylinder chambers (26).

2. An axial piston machine according to claim 1, characterised in that when in operation there is a pressure in the second cylinder chambers (26) which corresponds to about half the working pressure.

3. An axial piston machine according to claim 1 or claim 2, characterised in that the connecting passage (29) extends in the piston (15).

4. An axial piston machine according to claim 3, characterised in that the connecting passage (29) comprises an axial and a radial passage section (31, 32).

5. An axial piston machine according to any one of claims 1 to 4, characterised in that there is a throttle (42) in each connecting passage (29), preferably in the radial passage section (32).

## Revendications

1. Machine à pistons axiaux du type à plateau oblique ou à axe oblique, comportant un barillet à cylindres tournant contre une surface de commande et une commande à fentes, ainsi qu'une pluralité de pistons pouvant coulisser dans le barillet à cylindres rotatif au moyen d'une surface d'entraînement, chaque piston étant sous la forme d'un piston différentiel avec un gradin délimitant une première et une

deuxième chambre du cylindre, et les deuxièmes chambres des cylindres étant reliées entre elles par au moins une conduite de jonction,

caractérisée en ce que la première chambre de cylindre (22) constituant la chambre de travail de chaque piston est en liaison permanente, par un canal de jonction (29) à effet d'étranglement, avec la deuxième chambre de cylindre (26) correspondante, ainsi qu'avec toutes les deuxièmes chambres de cylindres (26) par la conduite de jonction.

5

10

2. Machine à pistons axiaux selon la revendication 1, caractérisée en ce que, en fonctionnement, il existe dans les deuxièmes chambres des cylindres (26) une pression qui correspond à la moitié, environ, de la pression de travail.

15

3. Machine à pistons axiaux selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le canal de jonction (29) s'étend dans le piston (15).

4. Machine à pistons axiaux selon la revendication 3, caractérisée en ce que le canal de jonction (29) est constitué d'une section de canal axiale et d'une section de canal radiale (31, 32).

20

5. Machine à pistons axiaux selon une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'un étranglement (42) est ménagé dans chaque canal de jonction (29), de préférence dans la section radiale (32) dudit canal.

25

30

35

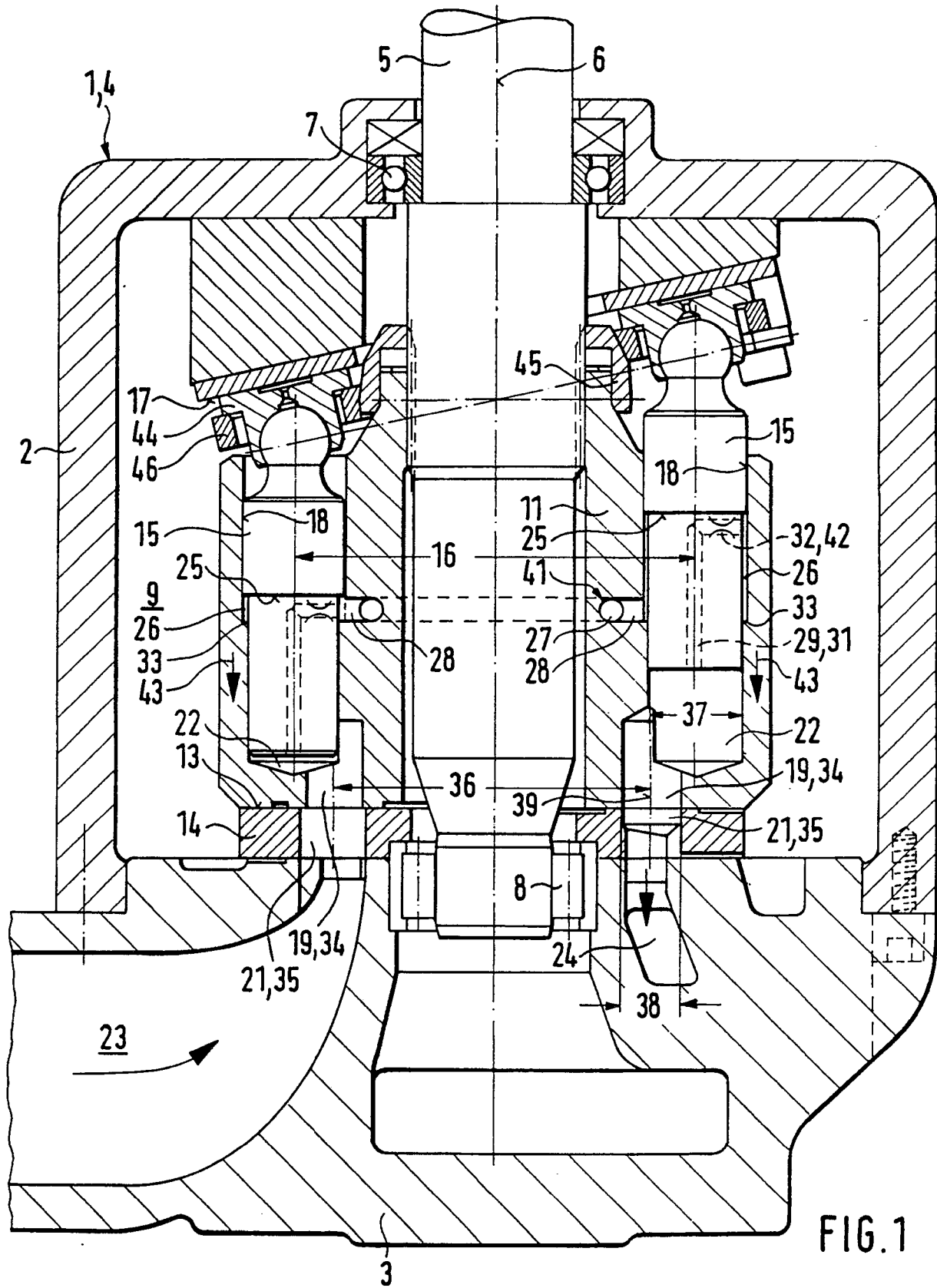
40

45

50

55

5



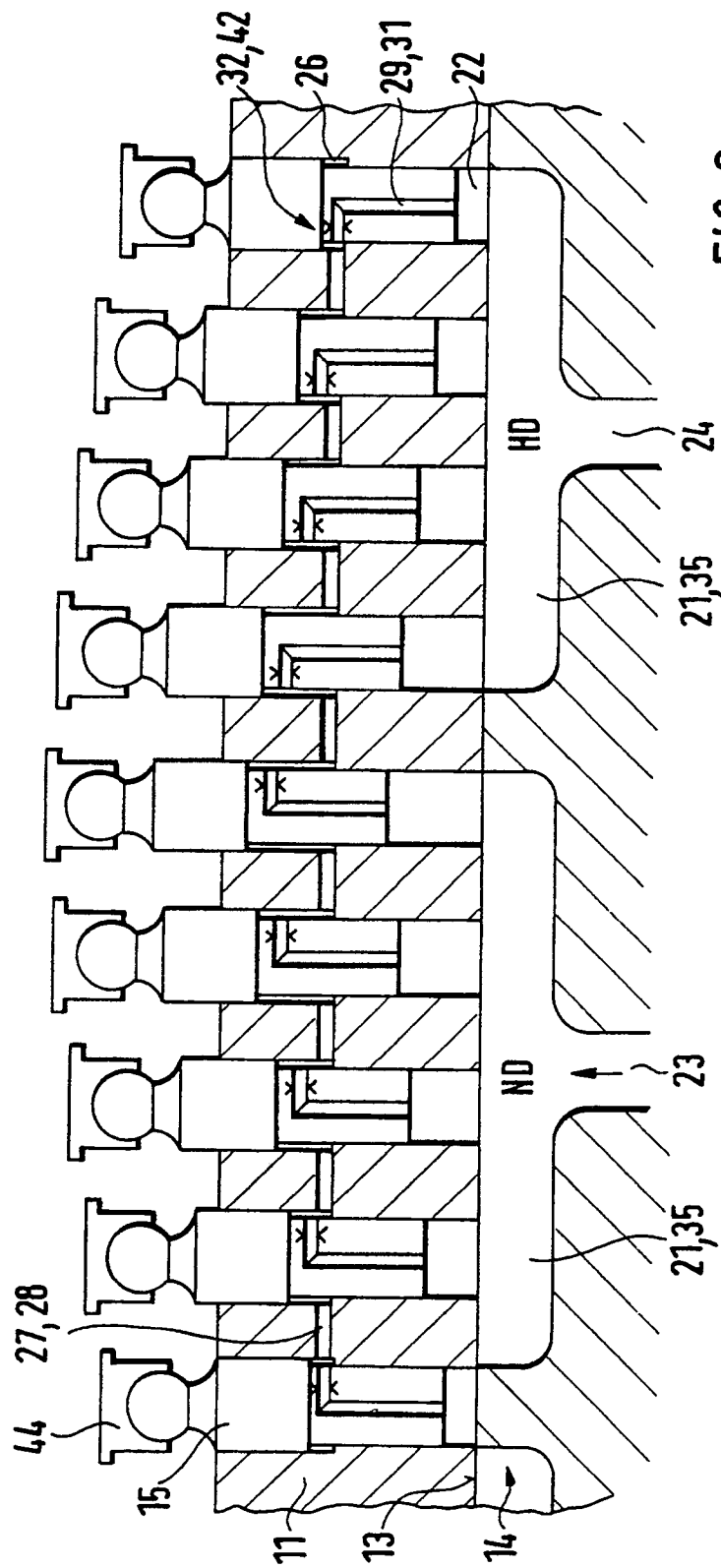


FIG. 2