

(19)



(11)

EP 1 749 145 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.07.2013 Patentblatt 2013/29

(51) Int Cl.:
F01C 3/08 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2005/000934

(21) Anmeldenummer: **05756080.7**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/116403 (08.12.2005 Gazette 2005/49)

(22) Anmeldetag: **19.05.2005**

(54) **SPALTVERLUSTSTROMSTEUERUNG EINER DREHKOLBEN- ZAHNRADMASCHINE**

CONTROL OF GAP LOSS FLOW IN A GEAR MACHINE

COMMANDE DU COURANT DE FUITE D'INTERVALLE D'UNE MACHINE A ENGRENAGES

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

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

(30) Priorität: **25.05.2004 DE 102004026048**

(72) Erfinder: **ARNOLD, Felix**
70190 Stuttgart (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.02.2007 Patentblatt 2007/06

(56) Entgegenhaltungen:
EP-B1- 1 005 604 DE-A1- 4 241 320
DE-A1- 10 335 939 DE-A1-102004 044 297
GB-A- 2 023 740

EP 1 749 145 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

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Drehkolbenmaschine, die als Pumpe, Verdichter oder Motor arbeiten kann, nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs. Bei einer Solchen bekannten Drehkolbenmaschine (DE PS 42 41 320, EP PS 1 005 604) ist, auch durch die Gestaltung der Zähne, eine hohe Dichtheit zwischen den Arbeitsräumen angestrebt, um möglichst geringe Verlustströme von einem Arbeitsraum zum danebenliegenden Arbeitsraum über die Flanken mit Linienberührung zwischen den zusammenwirkenden Zähnen der Rotoren zu erhalten. Hierbei laufen die Zahnkämme des einen Rotors linienförmig an den Flanken des eine zyklodische Abwicklung der Lauffläche aufweisenden anderen Rotors ab.

[0002] Je nach Einsatz solcher Drehkolbenmaschinen ändert sich die geforderte Leistung während des Betriebs, wofür unterschiedliche Steuer- oder Regelungsverfahren bekannt sind. Die einfachste Methode ist Druckseite und Saugseite der Maschine zu verbinden, was jedoch bezüglich der von der Maschine aufgenommenen hohen Energie kaum einen Unterschied bedeutet. In vielen Fällen, insbesondere beim Einsatz als Schmierpumpe in der Kfz-Branche, aber auch als Vorförderpumpe für Dieseleinspritzanlagen, ist angestrebt, die Energieaufnahme der Maschine so gering wie möglich zu halten und der tatsächlichen Leistungsabgabe derselben anzupassen (siehe DE OS 100 25 723).

[0003] Bei einer bekannten Drehkolbenmaschine der gattungsgemäßen Art (DE 10 2004 044 297 A1) wird der Antriebsrotor durch einen Elektromotor angetrieben, wobei auch hier ein Hauptproblem die Vermeidung von Kurzschlüssen zwischen den Arbeitsräumen im Bereich der linienförmigen Berührung bestehen. So ist, wie unter 0012 bis 0014 der Druckschrift DE OS 10 2004 044 297, dargestellt, dass der Abtriebsrotor zur Reduzierung des Spaltes im Bereich der linienförmigen Berührung in Richtung des Antriebsrotors belastet ist. Auch bei der Beschreibung einer anderen bekannten Drehkolbenmaschine der gattungsgemäßen Art (DE 103 35 939 A1) wird auf Seite 2 darauf hingewiesen, dass die Vorteile der Erfindung darin bestehen, dass die Rotoren zueinander dichtend angeordnet sind, um Spaltverluste zu verringern. Eine sich ausbildende Spaltströmung wird unterbunden und eine zusätzliche Dichtwirkung erzielt, indem resultierende Druckkräfte allseitig auf die Rotoren drücken. Auch hier geht es in erster Linie um das Unterbinden von Spaltströmungen.

Die Erfindung und ihre Vorteile

[0004] Die erfindungsgemäße Drehkolbenmaschine mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass die Energieaufnahme der Drehkolbenmaschine unmittelbar der

tatsächlichen Leistungsabgabe derselben entspricht. Aus einem nie ganz vermeidbaren Spaltverlust einer solchen Maschine ist eine durch gezielte Änderung der Spaltbreite gegebene Mengensteuerung, bzw. Verlustmengensteuerung geworden. Ein zusätzlicher Vorteil besteht darin, dass, beispielsweise bei Förderung von Kraftstoffen oder Öl, ein Aufschäumen weitgehend unterbunden wird, was beispielsweise bei der Steuerung eines Rückstromkanals entstehen kann.

[0005] Es ist zwar bei Förderpumpen bekannt, durch unmittelbares Verbinden von Saug- und Druckseite eine entsprechende Verringerung der Energieaufnahme zu erzielen (DE 100 25 723), nur handelt es sich hierbei nicht um auf den Stirnseiten der Rotoren gelegene Arbeitsräume, sondern um Zahnradpumpen mit radial angeordneten Zähnen oder Zahnringen mit einer von vornherein völlig anderen Arbeitsweise (Verdrängung in Axialrichtung), so dass derartige vielfältig bekannte Lösungen nicht bei der Erfindung Anwendung finden können. So ist es bei einer ebenfalls mit Zahnrad und Zahnring arbeitenden Ölpumpe bekannt (US PS 5,085,187), die Pumpenarbeitsräume seitlich durch einen Deckel zu verschließen, der bei ausreichendem Förderdruck verschoben und eine Verbindung zwischen dem Saugraum und Druckraum der Ölpumpe herstellt.

[0006] Zur Anpassung der Energieaufnahme an die tatsächliche Leistungsabgabe ist es bekannt, bei Drehkolbenmaschinen mit stirnseitiger Verzahnung (US PS 2,049,775) den Abtriebsrotor innerhalb seiner kugeligen Lagerung zu verschwenken, um dadurch den axialen Winkel zwischen den Drehachsen zu verändern, was entsprechend zu einer Fördermengenänderung bis hin zu Null-Förderung führen kann. Der Nachteil einer solchen Konstruktion besteht nicht nur in dem erheblichen höheren konstruktiven Aufwand und der stärker begrenzten Leistungsfähigkeit, sondern vor allem in der Abdichtung der Arbeitsräume zu der Verstelleinrichtung hin.

[0007] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens der axial verschiebbare Rotor in einem entsprechend zylindrischen Stellerraum des Maschinengehäuses axial und radial geführt. Der verschiebbare Rotor ist dabei achsgleich mit dem zylindrischen Stellerraum angeordnet.

[0008] Nach der Erfindung ist die Stellkraft willkürlich steuerbar und arbeitet mit hydraulischen, gasförmigen und/oder elektrischen Mitteln. Maßgebend ist, dass den Drücken in den Arbeitsräumen Kräfte auf der Rückseite des Rotors entgegenwirken, um die gewünschte axiale Verstellung des Rotors und damit den Verluststrom zwischen den Arbeitsräumen zu steuern.

[0009] Nach einer zusätzlichen Ausgestaltung der Erfindung ist der von der Rückseite des Rotors begrenzte Raum druckdicht geschlossen, um mittels eines flüssigen oder gasförmigen Mediums die Stellkraft zu erzeugen.

[0010] Nach einer diesbezüglichen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung dient zur Erzeugung der Stellkraft das zu fördernde Medium. Hierdurch kann der För-

derdruck der Maschine unmittelbar zur Regelung der Stellkraft verwendet werden. Entsprechend besteht nach einer Ausgestaltung der Erfindung eine Verbindung für das zu fördernde Medium zwischen den Arbeitsräumen und dem Steuerraum.

[0011] Nach einer zusätzlichen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist einen der Rotoren (Wellenrotor) auf seiner den Arbeitsräumen abgewandten Seite kugelsphärisch ausgebildet und in einer entsprechend kugelförmigen Ausnehmung im Gehäuse gelagert. In diese Kugelsphäre kann die radiale Lagerung des Rotors einschneiden um dessen axiale Drehachse festzulegen.

[0012] Nach einer zusätzlichen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist an den Rotoren im mittleren Stirnseitenbereich zentral eine Kugelfläche an einem Rotor vorhanden, die auf einer entsprechenden sphärischen Ausnehmung am anderen Rotor gelagert ist und die Arbeitsräume radial nach innen begrenzt. Bei der axialen Verschiebung des einen Rotors wird über diesen Bereich zusätzlich eine Verbindung für den Verluststrom zwischen den Arbeitsräumen hergestellt.

[0013] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

[0014] Ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und im Folgenden näher beschrieben. Beim Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine im Längsschnitt dargestellte Kraftstoffförderpumpe.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0015] In einem Gehäuse 1 ist ein Inlay 2 verdrehgesichert angeordnet, in welchem verdrehbar und radial geführt und axial verschiebbar ein Gegenrotor 3 angeordnet ist, der mit einem von außerhalb der Pumpe angetriebenen Wellenrotor 4 zusammenwirkt. Wellenrotor 4 und Gegenrotor 3 weisen auf der einander zugewandten Stirnseite eine ineinandergreifende Verzahnung auf, durch die in bekannter Weise Arbeitsräume voneinander getrennt werden und über die der Gegenrotor 3 durch den Wellenrotor 4 angetrieben wird. Eine von den beiden Stirnverzahnungen weist einen zyklischen Querschnitt auf, um dadurch eine linienförmige Verbindung zwischen den Zahnkämmen des anderen Teils und dieser zyklischen Oberfläche zu bilden. Die hier im Einzelnen nicht dargestellten Arbeitsräume, die sich auf Grund des zwischen den Drehachsen der Rotoren 3 und 4 eingeschlossenen Winkels während des Betriebs in ihrem Volumen laufend ändern, sind entsprechend der Förderaufgabe mit einem Saugkanal (Saugniere) und einem Druckkanal (Druckniere) verbunden.

[0016] Der Gegenrotor 3 ist in einer Gleitlagerbuchse 5 verdrehbar angeordnet, wobei zwischen der Gleitlagerbuchse 5 und dem Gegenrotor 3 eine Gleitlagerwelle

6 angeordnet ist, die in der Gleitlagerbuchse 5 radial und axial gelagert ist und einschließlich dem Gegenrotor 3 innerhalb der Gleitlagerbuchse 5 axial verschiebbar ist.

[0017] Auch der Wellenrotor 4 ist in einem Gleitlager 7 radial und axial gelagert, wobei zwischen dem Wellenrotor 4 und der Gleitlagerbuchse 7 das hutförmig ausgebildete Ende einer Antriebswelle 8 ragt, wobei der Wellenrotor 4 mit einem entsprechenden zylindrischen Abschnitt in diese hutförmige Ausbildung eintaucht. Zwischen dem Boden des hutförmigen Abschnitts der Antriebswelle 8 und dem eintauchenden Abschnitt des Wellenrotors 4 ist eine Feder 10 angeordnet, die einerseits zur Mitnahme des Wellenrotors 4 bei der Drehbewegung der Welle 8 dient und andererseits den Wellenrotor 4 in Richtung Gegenrotor 3 belastet.

[0018] Das Gehäuse 1 ist auf der der Welle 8 abgewandten Seite durch Deckel 11 und 12 verschlossen, wobei der innengelegene Deckel 11 sich einerseits an der Gleitlagerbuchse 5 und andererseits am außenliegenden Deckel 12 abstützt, der als eigentliches Verschlussstück des Gehäuses 1 der Pumpe dient und nach außen durch einen Sicherungsring 9 in seiner axialen Lage gesichert ist.

[0019] Erfindungsgemäß ist der Gegenrotor 3 axial in Richtung seiner Drehachse verschiebbar. Diese Verschiebung kann erfindungsgemäß durch entsprechende Mittel erfolgen, wobei der sich in den Arbeitsräumen entwickelnde Druck eine entsprechende am Gegenrotor 3 angreifende Verstellkraft bildet. Dieser Verstellkraft wirkt dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine durch Flüssigkeit gebildete Rückstellkraft entgegen, die den in die Gleitlagerbuchse 5 tauchenden, den Arbeitsräumen abgewandten Abschnitt des Gegenrotors beaufschlagt. Zur Steuerung dieser Gegenkraft ist eine nicht dargestellte Verbindung zwischen diesen Räumen vorhanden, wobei die Kräfte, insbesondere auf Grund der beaufschlagten Flächen, aufeinander abgestimmt sein müssen.

[0020] Im Bereich der Welle 8 ist im Inlay 2 ein Einsatz 13 dichtend angeordnet, der zur axialen Halterung der Gleitlager 7 dient und außerdem zur Aufnahme einer Gleitringdichtung 17, in welcher die Welle 8 drehbar angeordnet ist. Die Welle 8 ist außerdem in diesem Inlayeinsatz 13 über ein Kugellager 18 gelagert, wobei zwischen Inlayeinsatz 13 und Inlay 2 sowie zwischen Inlay 2 und Gehäuse 1 Rundschnurringe 16 für die erforderliche Abdichtung sorgen.

Patentansprüche

1. Drehkolbenmaschine, die als Pumpe, Verdichter und/oder Motor arbeitet,

- mit mindestens zwei aus Antriebsrotor (4) und Abtriebsrotor (3) zusammenwirkenden beweglichen Drehkolben, deren Drehachsen einen bestimmten axialen Winkel zueinander aufweisen,
- mit ineinander kämmenden Zähnen auf den

- einander zugewandten Stirnseiten der Rotoren (3,4),
 - mit einem Maschinengehäuse (1, 2) und einer radialen und axialen Lagerung der Rotoren (3, 4) in dem Maschinengehäuse (1, 2), welches mit axialen Stirnseiten der Rotoren Arbeitsräume begrenzt,
 - mit einem Saugkanal und einem Druckkanal im Maschinengehäuse (1, 2), welche beim Laufen der Rotoren (3, 4) intermittierend mit den Arbeitsräumen verbindbar sind, wobei
 - die Lagerung mindestens eines der Rotoren (3,4) im Maschinengehäuse (1, 2) eine axiale Verstellbarkeit in Richtung der Drehachse des Rotors (3) aufweist,
 - wobei an diesem Rotor (3) eine axiale Stellkraft angreift, die der im Arbeitsraum durch den Arbeitsdruck bewirkten und am Rotor (3) angreifenden Kraft entgegenwirkt,
dadurch gekennzeichnet, dass die Drehkolbenmaschine hydraulische, gasförmige und/oder elektrische Mittel aufweist, die auf dem den Arbeitsräumen abgewandten Abschnitts des Rotors (3) wirken und
 - die Größe dieser Stellkraft derart ändern, dass durch axiales Verschieben des Rotors (3) in Achsrichtung ein vorbestimmter Kurzschlusspalt zwischen den durch die Zähne der Rotoren voneinander getrennten Arbeitsräumen eingestellt und dadurch eine Mengen- bzw. Verlustmengensteuerung erreicht wird.
2. Drehkolbenmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens der axial verschiebbare Rotor (3) in einem entsprechend zylindrischen Stellraum des Maschinengehäuses (2) axial und radial geführt ist.
3. Drehkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zylindrische Stellraum druckdicht schließbar ist.
4. Drehkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung der Stellkraft das zu fördernde Medium dient.
5. Drehkolbenmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Verbindung für das zu fördernde Medium zwischen den Arbeitsräumen und dem Stellraum besteht.
6. Drehkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** einer der Rotoren (4) auf seiner den Arbeitsräumen abgewandten Seite kugelsphärisch ausgebildet in einer

entsprechend kugeligen Ausnehmung im Gehäuse (2) gelagert ist.

7. Drehkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Rotoren (3,4) im mittleren Stirnseitenbereich eine Kugelfläche an einem Rotor vorhanden ist, die auf einer entsprechenden sphärischen Ausnehmung am anderen Rotor gelagert ist und die Arbeitsräume radial zum Zentrum hin begrenzt.

Claims

1. Rotary piston machine which operates as a pump, compressor and/or motor,
- having at least two movable rotary pistons which interact with a drive rotor (4) and an output drive rotor (3) and the rotational axes of which are at a defined axial angle with respect to one another,
 - having teeth which mesh into one another on the mutually facing end sides of the rotors (3, 4),
 - having a machine housing (1, 2) and a radial and axial mounting of the rotors (3, 4) in the machine housing (1, 2) which delimits working spaces with axial end sides of the rotors,
 - having a suction channel and a pressure channel in the machine housing (1, 2), which channels can be connected intermittently to the working spaces during running of the rotors (3, 4),
 - the mounting of at least one of the rotors (3, 4) in the machine housing (1, 2) having an axial adjustability in the direction of the rotational axis of the rotor (3),
 - an axial actuating force acting on the said rotor (3), which axial actuating force counteracts the force which is brought about by the working pressure in the working space and acts on the rotor (3),

characterized in that

the rotary piston machine has hydraulic, gaseous and/or electric means which act on that section of the rotor (3) which faces away from the working spaces and change the magnitude of the said actuating force in such a way that, by way of axial displacement of the rotor (3) in the axial direction, a predefined short-circuit gap is set between the working spaces which are separated from one another by the teeth of the rotors and, as a result, quantity control or lost-quantity control is achieved.

2. Rotary piston machine according to Claim 1, **characterized in that** at least the axially displaceable rotor (3) is guided axially and radially in a correspond-

ingly cylindrical control space of the machine housing (2).

3. Rotary piston machine according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the cylindrical control space can be closed in a pressure-tight manner. 5
4. Rotary piston machine according to one of the preceding claims, **characterized in that** the medium to be delivered serves to generate the actuating force. 10
5. Rotary piston machine according to Claim 4, **characterized in that** there is a connection between the working spaces and the control space for the medium to be delivered. 15
6. Rotary piston machine according to one of the preceding claims, **characterized in that** one of the rotors (4), of spherical configuration on its side which faces away from the working spaces, is mounted in a correspondingly spherical recess in the housing (2). 20
7. Rotary piston machine according to one of the preceding claims, **characterized in that**, on the rotors (3, 4), there is a spherical face on a rotor in the central end-side region, which spherical face is mounted on a corresponding spherical recess on the other rotor and delimits the working spaces radially towards the centre. 25

Revendications

1. Machine à pistons rotatifs, fonctionnant en tant que pompe, compresseur et/ou moteur, 35
 - comprenant au moins deux pistons rotatifs déplaçables coopérants avec un rotor d'entraînement (4) et un rotor de prise de force (3), dont les axes de rotation présentent un angle axial déterminé l'un par rapport à l'autre, 40
 - comprenant des dents s'engrenant les unes dans les autres sur les côtés frontaux tournés l'un vers l'autre des rotors (3, 4), 45
 - un boîtier de machine (1, 2) et un support sur palier radial et axial des rotors (3, 4) dans le boîtier de machine (1, 2), qui délimite avec des côtés frontaux axiaux des rotors, des espaces de travail, 50
 - un canal d'aspiration et un canal de pression dans le boîtier de machine (1, 2), lesquels peuvent être connectés de manière intermittente aux espaces de travail lorsque les rotors (3, 4) tournent, 55
 - le support sur palier d'au moins l'un des rotors (3, 4) dans le boîtier de machine (1, 2) présentant une mobilité axiale dans la direction de l'axe

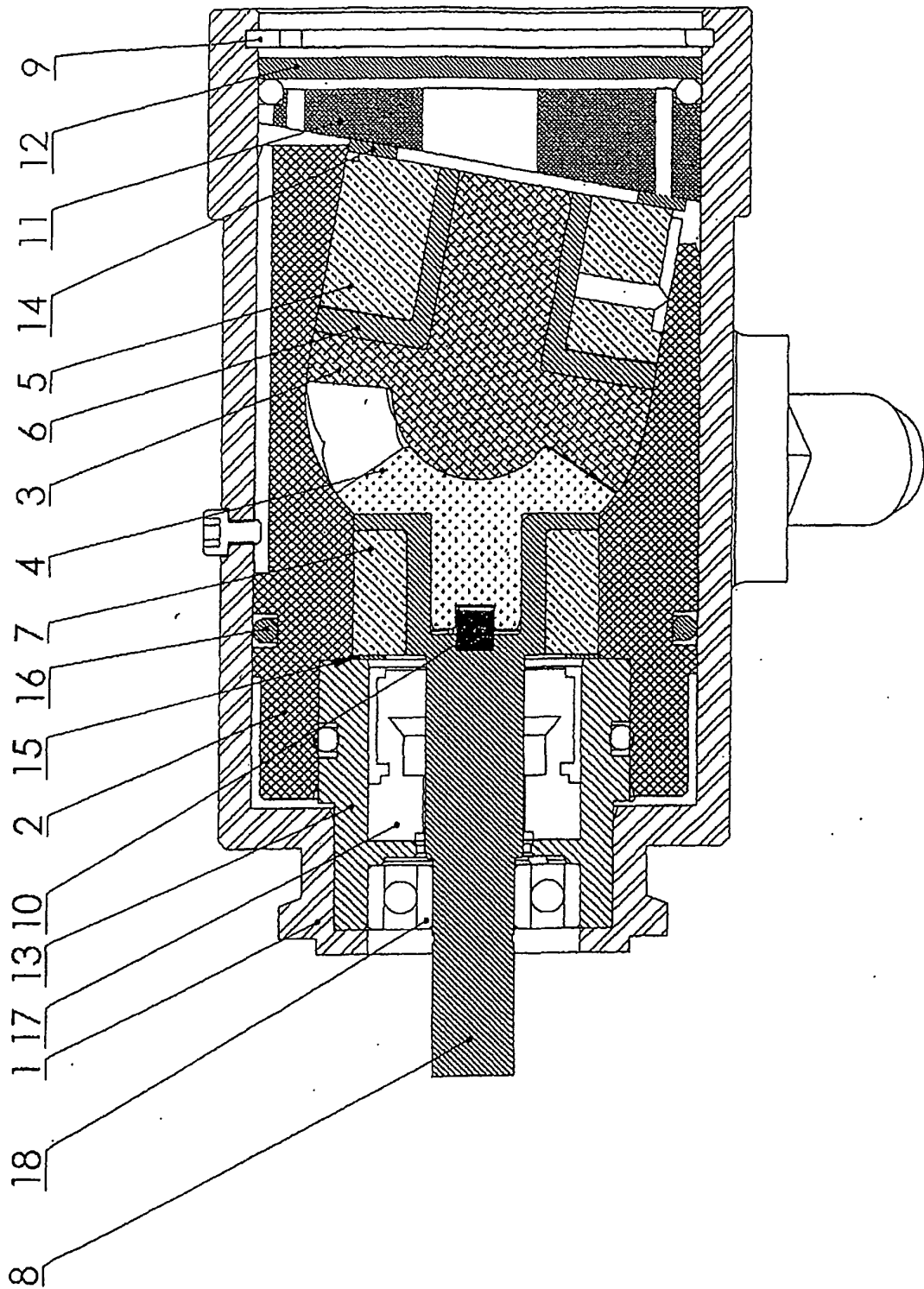
de rotation du rotor (3),

- une force de réglage axiale agissant sur ce rotor (3), laquelle agit à l'encontre de la force s'exerçant dans l'espace de travail sur le rotor (3) et provoquée par la pression de travail,

caractérisée en ce que la machine à pistons rotatifs présente des moyens hydrauliques, pneumatiques, et/ou électriques, qui agissent sur la portion du rotor (3) opposée aux espaces de travail et qui varient de telle sorte que par déplacement axial du rotor (3) dans la direction axiale, un interstice de court-circuit prédéterminé s'établit entre les espaces de travail séparés les uns des autres par les dents des rotors et de ce fait qu'une commande de la quantité ou de la quantité de perte soit obtenue.

2. Machine à pistons rotatifs selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**au moins le rotor déplaçable axialement (3) est guidé axialement et radialement dans un espace de commande cylindrique correspondant du boîtier de machine (2).
3. Machine à pistons rotatifs selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** l'espace de commande cylindrique peut être fermé de manière étanche à la pression.
4. Machine à pistons rotatifs selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** pour produire la force de réglage, on utilise le fluide refoulé.
5. Machine à pistons rotatifs selon la revendication 4, **caractérisée en ce qu'**il existe une liaison pour le fluide refoulé entre les espaces de travail et l'espace de commande.
6. Machine à pistons rotatifs selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'un des rotors (4) est réalisé sur son côté opposé aux espaces de travail sous forme sphérique et est monté dans un évidement sphérique correspondant dans le boîtier (2).
7. Machine à pistons rotatifs selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**une surface sphérique est prévue sur un rotor au niveau des rotors (3, 4) dans la région centrale des côtés frontaux, laquelle surface sphérique est supportée sur un évidement sphérique correspondant sur l'autre rotor et limite les espaces de travail radialement vers le centre.

Fig. 1



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 PS4241320 C [0001]
- EP PS1005604 A [0001]
- DE OS10025723 A [0002]
- DE 102004044297 A1 [0003]
- DE OS102004044297 A [0003]
- DE 10335939 A1 [0003]
- DE 10025723 [0005]
- US PS5085187 A [0005]
- US PS2049775 A [0006]