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

(11) **EP 2 935 892 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.06.2019 Patentblatt 2019/24

(21) Anmeldenummer: **13798644.4**

(22) Anmeldetag: **28.11.2013**

(51) Int Cl.:
F04C 18/34 *(2006.01)* ***F04C 18/356*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/074968

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/095294 (26.06.2014 Gazette 2014/26)

(54) ROLLKOLBENVERDICHTER MIT VERÄNDERBARER FÖRDERLEISTUNG

ROLLING PISTON COMPRESSOR WITH MODIFIABLE DELIVERY VOLUME

COMPRESSEUR À PISTON ROTATIF PRÉSENTANT UN DÉBIT MODIFIABLE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **18.12.2012 DE 102012024704**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.10.2015 Patentblatt 2015/44

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

(72) Erfinder: **KLINK, Simon**
35415 Pohlheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 430 789
EP-A1- 2 295 720
US-A1- 2004 009 083

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).

EP 2 935 892 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Rollkolbenverdichter nach dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 2 und ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Rollkolbenverdichters nach Anspruch 9.

[0002] Rollkolbenverdichter dienen der Verdichtung von Fluiden, insbesondere in Kältemittelkreisläufen. Hierfür ist ein Rollkolben mit einem um eine Achse kreisförmigen Querschnitt mit einem ersten Radius vorgesehen. Dieser ist in einem Verdichtergehäuse angeordnet, das hierfür einen Hohlraum mit einem um eine Mittelachse kreisförmigen Querschnitt mit einem zweiten Radius aufweist. Der zweite Radius ist größer als der erste Radius. Weiterhin verläuft die Achse des Rollkolbens parallel und um einen Abstand exzentrisch zur Mittelachse des Hohlraums. Der Exzenterabstand entspricht im Wesentlichen dem zweiten Radius abzüglich des ersten Radius, sodass der Rollkolben, welcher um die Mittelachse drehbar und/oder orbitierbar gelagert ist, in jeder Drehstellung an der Wandung des Hohlraums anliegt.

[0003] Außerdem zeichnet sich ein Rollkolbenverdichter durch einen Schieber aus. Dieser ist längs, bzw. in Längsrichtung zur Mittelachse ausgerichtet und in einer Schieberöffnung des Verdichtergehäuses angeordnet, aus der er in radialer Richtung in den Hohlraum verschiebbar ist. Eine federnde Lagerung des Schiebers bewirkt eine Anlage einer Stirnseite des Schiebers an dem Rollkolben. Hierdurch wird der Hohlraum des Gehäuses mit dem Schieber und dem Rollkolben in zwei Teilräume unterteilt. Durch Rotation und/oder Orbitation des Rollkolbens ist das Volumen der beiden Teilräume relativ zueinander veränderbar, weswegen in einem der Teilräume ein Unterdruck und im anderen ein Überdruck erzeugbar ist.

[0004] Eine in einen Teilraum des Hohlraums mündende Ansaugöffnung im Verdichtergehäuse mündet benachbart zur Schieberöffnung auf der rückseitigen Saugseite des Schiebers. Auf der druckseitig benachbart zur Schieberöffnung angeordneten Seite mündet zudem eine Auslassöffnung in den anderen Teilraum des Hohlraums. Oftmals ist in dieser Auslassöffnung ein Rückschlagventil angeordnet.

[0005] Problematisch ist bei Rollkolbenverdichtern die Veränderung von deren Leistung. Aus dem Stand der Technik ist bekannt, eine drehzahlvariable Leistungsmodulation durchzuführen. Hierfür sind jedoch teure Inverter/Umrichter notwendig.

[0006] Außerdem existieren Doppelrollkolbenverdichter, bei denen zwei Kolben antizyklisch auf einer Welle angeordnet sind. Doppelrollkolbenverdichter sind jedoch teuer und die bekannte Leistungsmodulation ist nur in zwei Stufen möglich. Durch permanentes Abheben des Schiebers von einem der Kolben lässt sich die Leistung um einen festen Anteil reduzieren.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen, und einen Rollkolbenverdichter zu schaffen, dessen Förderleistung auf einfache, kostengünstige, effiziente und zuverlässige Weise modulierbar ist.

[0008] Erfindungsgemäß wird dies mit den Merkmalen der Patentansprüche 1,2 und 9 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0009] Die Erfindung betrifft einen Rollkolbenverdichter umfassend einen Rollkolben mit einem um eine Achse kreisförmigen Querschnitt mit einem ersten Radius, und ein Verdichtergehäuse mit einem Hohlraum, der einen um eine Mittelachse kreisförmigen Querschnitt mit einem zweiten Radius aufweist, wobei der zweite Radius größer ist als der erste Radius, wobei die Achse des Rollkolbens parallel und um einen Abstand exzentrisch zur Mittelachse des Hohlraums verläuft, wobei der Rollkolben um die Mittelachse des Hohlraums rotierbar oder orbitierbar gelagert ist, und umfassend einen längs zur Mittelachse ausgerichteten Schieber mit einer Vorderseite, einer Rückseite und einer Stirnseite, der in radialer Richtung in den Hohlraum verschiebbar in einer Schieberöffnung des Verdichtergehäuses angeordnet ist, wobei der Hohlraum mit dem Schieber und dem Rollkolben in einen ersten Teilraum und einen zweiten Teilraum unterteilbar ist, und wobei ein Betätigungsmittel vorgesehen ist, mit dem eine Querschnittsfläche einer im Hubbereich des Schiebers angeordneten Verbindung zwischen dem ersten Teilraum und dem zweiten Teilraum veränderbar ist.

[0010] Durch Freigeben der Verbindung im Hubbereich des Schiebers ist es nunmehr möglich, dass die Förderleistung bzw. Fördermenge des Rollkolbenverdichters verändert, insbesondere reduziert wird. Wahlweise kann eine Verbindung mit einer definierten Querschnittsfläche eingesetzt werden, um einen kontinuierlichen, begrenzten Überstrom zu schaffen. Alternativ oder ergänzend kann die Verbindung in einem definierten Drehwinkel des Rollkolbens freigegeben werden, sodass in diesem Drehwinkel eine verringerte Verdichtung erfolgt. Somit wird auf einfache Weise eine Modulation der Förderleistung des Verdichters möglich.

[0011] Der Abstand zwischen der Achse des Rollkolbens und der Mittelachse des Hohlraums entspricht bevorzugt im Wesentlichen dem zweiten Radius abzüglich des ersten Radius. Hierdurch hat der Rollkolben in jeder Drehstellung dichtenden Kontakt zum Verdichtergehäuse. Unterstützt wird die Dichtung bevorzugt durch Öl im Hohlraum, das zudem die Reibung zwischen Rollkolben, Schieber und Verdichtergehäuse reduziert.

[0012] Weiterhin sollte eine in den Hohlraum mündende Ansaugöffnung im Verdichtergehäuse ausgebildet sein, die benachbart zur Schieberöffnung auf der rückseitigen Saugseite des Schiebers angeordnet ist. Damit ist die Ansaugöffnung in einem sehr großen Drehbereich des Rollkolbens mit dem ersten Teilraum verbunden. Hier kann sie dann Fluid in den sich vergrößernden ersten Teilraum einströmen lassen. Gleichzeitig sollte eine in den Hohlraum mündende Auslassöffnung im Verdichtergehäuse ausgebildet sein, die benachbart zur Schieberöffnung auf der vorderseitigen Druckseite des Schiebers angeordnet ist. Diese Auslassöffnung ist dann in

einem sehr großen Drehbereich des Rollkolbens mit dem zweiten Teilraum verbunden und kann Druck aus diesem entweichen lassen.

[0013] In der Auslassöffnung ist vorzugsweise ein Rückschlagventil anzuordnen, sodass komprimiertes Fluid nicht zurück in den zweiten Teilraum strömen kann. Die Effizienz der Verdichtung wird so erheblich verbessert.

[0014] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Betätigungsmittel kinematisch mit dem Schieber gekoppelt ist, wobei die Querschnittsfläche durch Veränderung eines Abstands zwischen der Stirnseite des Schiebers und dem Rollkolben vorgebbar ist. Die Stirnseite kann hierbei so ausgebildet sein, dass sie bei Kontakt mit dem Rollkolben eine tangierende Berührungslinie ausbildet, z.B. durch spitze, abgerundete oder runde Ausgestaltung der Stirnseite. Mit Hilfe des Abhebens des Schiebers vom Rollkolben wird auf einfache Weise eine Verbindung zwischen dem ersten Teilraum und dem zweiten Teilraum geschaffen. Gleichzeitig wird Reibung und Verschleiß reduziert. Eine Abhebung des Schiebers ist zudem wesentlich einfacher und zuverlässiger realisierbar als ein Abheben des Kolbens von dem Verdichtergehäuse.

[0015] Bevorzugterweise beträgt der Abstand zwischen der Stirnseite des Schiebers und dem Rollkolben zwischen null und einem Maximalabstand, wobei der Maximalabstand dem zweiten Radius abzüglich des ersten Radius entspricht. Damit kann bei Vorliegen eines Abstandes mit dem Betrag null eine volle Verdichtungsleistung erzielt werden. Liegt hingegen der Maximalabstand vor, sind der erste und zweite Teilraum durch eine maximal große Verbindung miteinander verbunden, da der Schieber vollständig in dem Verdichtergehäuse versenkt ist. Energieverluste werden hierdurch in Phasen des Maximalabstands vermieden. Energieverluste werden hierdurch in Phasen des Maximalabstands vermieden und die Effizienz der Verdichtung ist hoch. Die Leistungsregulierung erfolgt somit im Wesentlichen über den Drehwinkel, bei welchem der Schieber geschlossen wird. Erfindungsgemäß wird daher bei jeder Umdrehung ab dem oberen Totpunkt bis zu einem bestimmten Drehwinkel der Schieber abgehoben. Solange der Schieber noch geöffnet ist, erfolgt somit keine Verdichtung. Auch ein teilweise geöffneter Schieber ist erfindungsgemäß möglich, führt aber höheren Verlusten als das vorstehend beschriebene komplette Öffnen oder Schließen.

[0016] Gemäß einer näheren Ausgestaltung der Erfindung ist der Abstand zwischen der Stirnseite des Schiebers und dem Rollkolben mittels des Betätigungsmittels elektronisch geregelt. Durch eine elektronische Regelung kann die Verdichtungsleistung automatisiert und exakt geregelt werden. Insbesondere wenn die Verdichtung mittels eines Drucksensors bestimmt wird, können auch Einflüsse, wie zum Beispiel hervorgerufen durch die Beschaffenheit eines Öls im Hohlraum und Passungsveränderungen durch Verschleiß, korrigiert werden. Mittels einer elektronischen Regelung sind zudem sehr schnelle Veränderungen der Querschnittsfläche der Verbindung vornehmbar. Die Leistungsmodulation ist hierdurch sehr flexibel.

[0017] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung nach ist das Betätigungsmittel mit einem verstellbaren Distanzmittel kinematisch gekoppelt, welches zwischen dem Schieber und dem Rollkolben positionierbar ist, und mit dem ein Abstand zwischen der Stirnseite des Schiebers und dem Rollkolben veränderbar ist. Das Distanzmittel erlaubt, die eigentliche Hubbewegung des Schiebers durch die Drehbewegung des Rollkolbens durchzuführen. Hierfür ist das Distanzmittel vorzugsweise am Schieber festgelegt und hat eine Laufseite zur Kontaktierung des Rollkolbens. Der Schieber selbst ist dann bevorzugt in Richtung des Rollkolbens kraftbelastet, insbesondere mittels einer Feder. Durch Ausfahren des Distanzmittels ist dann der Abstand zwischen der Stirnseite des Schiebers und dem Rollkolben sehr gut und sicher definierbar. Eine solche Ausbildung ist auch besonders einfach realisierbar, günstig und zuverlässig. Das Betätigungsmittel kann dabei außerhalb des Hohlraums positioniert sein, und das Distanzmittel bspw. mittels einer durch den Schieber verlaufenden Schubstange zu betätigen.

[0018] Gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel der Erfindung ist das Betätigungsmittel mit einem im Schieber angeordneten Ventil kinematisch gekoppelt, wobei die Querschnittsfläche mit dem Ventil veränderbar ist. Bei solch einer Ausbildung wird auf einfache Weise ein Überlauf zwischen dem ersten Teilraum und dem zweiten Teilraum geschaffen. Denkbar ist bspw. ein Schieberventil im Schieber. Die Schnittstelle zwischen Schieber und Rollkolben kann durch eine solche Ventillösung vor Schäden durch Kontaktierungsbewegungen geschützt werden. Außerdem ist hierdurch ein Überlauf auch mit sehr geringer Querschnittsfläche realisierbar, was aufgrund eines Abrisses eines Ölfilms zwischen dem Rollkolben und einem sich abhebenden Schieber nicht immer sicherstellbar ist. Daher eignet sich solch ein erfindungsgemäßes Ventil nicht nur als alternative Lösung, sondern auch hervorragend in Kombination mit einem sich abhebenden Schieber, wobei die Verbindung dann vom Ventil und dem Spalt zwischen Schieber und Rollkolben ausgebildet wird.

[0019] Vorzugsweise ist das Betätigungsmittel ein elektrischer Stellmotor. Ein solcher kann kostengünstig ausgebildet und geregelt werden. Zudem erlaubt er schnelle Stellzeiten: Weiterhin kann rückwärts durch Analyse einer am Stellmotor vorliegenden Spannung auf die Drehstellung und Drehgeschwindigkeit des Rollkolbens geschlossen werden, wenn der Schieber und der Rollkolben kinematisch gekoppelt sind. Eine Synchronisation zwischen der Drehbewegung des Rollkolbens und der Hubbewegung des Schiebers ist so durchführbar.

[0020] Eine nähere Ausgestaltung der Erfindung sieht einen Elektromagneten als Betätigungsmittel vor. Elektromagneten ermöglichen sehr schnelle Stellzeiten ohne mechanische Übersetzung. Außerdem kann die Schie-

beröffnung im Verdichtergehäuse gekapselt ausgebildet werden, so dass kein Fluid entweicht, keine teuren Dichtmittel zur Abdichtung des Schiebers zum Verdichtergehäuse notwendig sind, der Schieber mit geringer Reibung bewegbar ist und eine hohe Effizienz der Verdichtung erreicht wird.

[0021] Ferner ist der Schieber gemäß einer Fortbildung federnd gelagert. Durch eine federnde Lagerung ist eine Synchronisation zwischen Rollkolben und Schieber besonders einfach realisierbar, bzw. aufgrund einer kinematischen Kopplung überhaupt nicht notwendig. Schäden durch Fehlstellungen zwischen Schieber und Rollkolben werden vermieden. Außerdem ist eine aktive Betätigung mittels des Betätigungsmittels in nur einer Richtung ausreichend. Die Feder wirkt dem Betätigungsmittel als Rückstellfeder entgegen. Insbesondere sollte der Schieber hierbei in Richtung des Rollkolbens federnd kraftbeaufschlagt sein. Somit besteht ein definierter Anpressdruck in Richtung des Rollkolbens, wobei der Schieber mit seiner Stirnseite oder einem Distanzmittel auf dem Rollkolben aufliegen kann.

[0022] Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines Rollkolbenverdichters umfassend einen Rollkolben mit einem um eine Achse kreisförmigen Querschnitt mit einem ersten Radius, und ein Verdichtergehäuse mit einem Hohlraum, der einen um eine Mittelachse kreisförmigen Querschnitt mit einem zweiten Radius aufweist, wobei der zweite Radius größer ist als der erste Radius, wobei der Rollkolben um die Mittelachse des Hohlraums rotierbar oder orbitierbar gelagert ist, wobei die Achse des Rollkolbens parallel und um einen Abstand exzentrisch zur Mittelachse des Hohlraums verläuft, und umfassend einen längs zur Mittelachse ausgerichteten Schieber mit einer Vorderseite, einer Rückseite und einer Stirnseite, der in radialer Richtung in den Hohlraum verschiebbar in einer Schieberöffnung des Verdichtergehäuses angeordnet ist, wobei der Hohlraum mit dem Schieber und dem Rollkolben in einen ersten Teilraum und einen zweiten Teilraum unterteilbar ist, bei dem der Rollkolben um die Mittelachse des Hohlraums rotiert oder orbitiert wird, und bei dem eine Förderleistung bzw. Fördermenge des Rollkolbenverdichters durch Verändern der Querschnittsfläche der im Hubbereich des Schiebers angeordneten Verbindung zwischen dem ersten Teilraum und dem zweiten Teilraum mittels Betätigen des Betätigungsmittels verändert wird.

[0023] Durch Freigeben oder Verändern der Verbindung im Hubbereich des Schiebers, ist es nunmehr möglich, dass die Förderleistung bzw. Fördermenge des Rollkolbenverdichters verändert wird. Wahlweise kann eine Verbindung mit einer definierten Querschnittsfläche eingesetzt werden, um einen kontinuierlichen, begrenzten Überstrom zu schaffen. Alternativ oder ergänzend kann die Verbindung nur in einem definierten Drehwinkel des Rollkolbens freigegeben werden, sodass in diesem Drehwinkel keine Verdichtung erfolgt. Somit wird auf einfache Weise eine Modulation der Förderleistung des Verdichters möglich. Zusätzlich kann die Verbindung im Drehwinkel des Rollkolbens zwischen der Ansaug- und Austrittsöffnung freigegeben werden, um die Effizienz zu steigern. In diesem Drehwinkel stehen die Ansaug- und Austrittsöffnung ohnehin über den Hohlraum in unmittelbarer Verbindung. Eine Kompression und Expansion des Fluids innerhalb der in diesem Drehwinkel ausgebildeten Druck- und Saugbereiche verbraucht daher nur unnötig Energie, welche durch ein Freigeben der Verbindung eingespart werden kann.

[0024] In einer erfindungsgemäßen Erweiterung der Erfindung erfolgt ein Synchronisieren der Bewegung des Schiebers mit der Drehbewegung des Rollkolbens durch Bestimmen einer maximalen Auslenkung des Schiebers bei Vorliegen eines Kontakts zwischen dem Schieber und dem Rollkolben. Die Drehstellung bei der maximalen Auslenkung ist ausreichend, um die exakte Drehposition hinreichend genau zu bestimmen. Durch die Synchronisation kann das Maß an Überlauf zwischen dem ersten und zweiten Teilraum genau eingestellt werden, auch wenn Rollkolben und Schieber unterschiedliche Betätigungsmittel aufweisen, insbesondere wenn die Bewegungen des Schiebers und des Rollkolbens nicht kinematisch/mechanisch gekoppelt sind.

[0025] Alternativ oder ergänzend sieht eine Fortbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ein Synchronisieren der Bewegung des Schiebers mit der Drehbewegung des Rollkolbens durch Analysieren einer am Betätigungsmittel anliegenden elektrischen Spannung bei Vorliegen eines Kontakts zwischen dem Schieber und dem Rollkolben vor. Sofern ein Kontakt zwischen Schieber und Rollkolben vorliegt, kann durch die kinematisch hervorgerufene Verschiebung des Schiebers und hierdurch induzierte Spannung am Betätigungsmittel auf die Drehstellung des Rollkolbens geschlossen werden. Wird das Betätigungsmittel anschließend derart betätigt, dass der Kontakt zwischen Schieber und Rollkolben nicht mehr besteht, liegt der Elektronik ein möglichst aktueller Wert der Drehstellung des Rollkolbens vor, der bei der nächsten Kontaktierung erneut aktualisierbar ist.

[0026] Die Zeichnungen stellen Ausführungsbeispiele der Erfindung dar und zeigen in

Fig. 1 einen Rollkolbenverdichter mit einem von einem Betätigungsmittel verschiebbaren Schieber sowie einem Ventil im Schieber; und

Fig. 2 einen Rollkolbenverdichter mit einem Betätigungsmittel und einem Distanzmittel.

[0027] Die Fig. 1 und 2 zeigen jeweils einen Rollkolbenverdichter 1 mit einem Verdichtergehäuse 20, einem Rollkolben 10 und einem Schieber 30. Das Verdichtergehäuse 20 weist einen Hohlraum 21 auf, der einen um eine Mittelachse M kreisförmigen Querschnitt mit einem zweiten Radius R2 hat. Der Rollkolben 10 ist in dem Hohlraum 21 angeordnet und hat einen um eine Achse A kreisförmigen Querschnitt mit einem ersten Radius R1, wobei der erste Radius R1 kleiner ist als der zweite Ra-

dius R2. Die Achse A des Rollkolbens 10 ist zudem parallel und um einen Abstand a1 exzentrisch zur Mittelachse M des Hohlraums 21 positioniert. Wie man erkennt, beträgt der Abstand a1, d.h. die Exzentrizität, zwischen der Achse A des Rollkolbens 10 und der Mittelachse M des Hohlraums 21 im Wesentlichen dem zweiten Radius R2 abzüglich des ersten Radius R1.

[0028] Der Rollkolben 10 ist um die Mittelachse M des Hohlraums 21 rotierbar und/oder orbitierbar gelagert. Bei einer orbitierenden Lagerung ist die Rotation des Rollkolbens 10 um die Mittelachse M des Hohlraums 21 von der Eigenrotation des Rollkolbens 10 um seine eigene Achse A entkoppelt. Die Lagerung verkompliziert sich hierdurch geringfügig, dafür kann jedoch die Reibung zwischen dem Rollkolben 10, dem Verdichtergehäuse 20 und dem Schieber 30 reduziert werden.

[0029] Genannter Schieber 30 hat eine Vorderseite 31, eine Rückseite 32 und eine Stirnseite 33. Außerdem ist er längs, bzw. in Längsrichtung zur Mittelachse M ausgerichtet, sowie in radialer Richtung in den Hohlraum 21 verschiebbar in einer Schieberöffnung 22 des Verdichtergehäuses 10 angeordnet. Hierdurch kann der Hohlraum 21 mit dem Schieber 30 und dem Rollkolben 10 in einen ersten Teilraum V1 und einen zweiten Teilraum V2 unterteilt werden. Durch Rotation des Rollkolbens 10 in der gezeigten Drehrichtung bildet der erste Teilraum V1 nunmehr eine Saugseite 35 und der zweite Teilraum V2 eine Druckseite 34.

[0030] Benachbart zur Schieberöffnung 22 führen eine Ansaugöffnung 23 und eine Auslassöffnung 24 durch das Verdichtergehäuse 20 und münden in den Hohlraum 21. Die Ansaugöffnung 23 liegt benachbart neben der Schieberöffnung 22 auf der rückseitigen 32 Saugseite 35 des Schiebers 30. Dahingegen mündet die Auslassöffnung 24 benachbart zur Schieberöffnung 22 auf der vorderseitigen 31 Druckseite 34 des Schiebers 30. In dieser Auslassöffnung 24 ist ein Rückschlagventil 25 vorgesehen.

[0031] Gemein ist den Fig. 1 und 2 zudem, dass jeweils ein Betätigungsmittel 40 vorgesehen ist, mit dem eine Querschnittsfläche F einer im Hubbereich des Schiebers 30 angeordneten Verbindung 50 zwischen dem ersten Teilraum V1 und dem zweiten Teilraum V2 veränderbar ist.

[0032] Gemäß Fig. 1 ist das Betätigungsmittel 40 kinematisch mit dem Schieber 30 gekoppelt, wobei die Querschnittsfläche F durch Veränderung eines Abstands a2 zwischen der Stirnseite 33 des Schiebers 30 und dem Rollkolben 10 vorgebbar ist. Bei dem Betätigungsmittel 40 handelt es sich insbesondere um einen elektrischen Stellmotor 41, der als Elektromagnet 42 ausgebildet ist. Der Abstand a2 wird insbesondere durch Abheben des Schiebers 30 von dem Rollkolben 10 bewirkt. Folglich wird der Schieber 30 hier nicht mehr über seine Stirnseite 33 mit dem Rollkolben 10 mitbewegt. Vielmehr erfolgt die Bewegung des Schiebers 30 ausschließlich durch das Betätigungsmittel 40, insbesondere ohne mechanische Kopplung zwischen Schieber 30 und Rollkolben 10.

[0033] Zusätzlich ist das Betätigungsmittel 40 über eine Schubstange 71 mit einem im Schieber 30 angeordneten Ventil 70 kinematisch gekoppelt, wodurch die Querschnittsfläche F auch mit dem Ventil 70 veränderbar ist. Während der Spalt zwischen Schieber 30 und Rollkolben 10 über die gesamte axiale Länge vorliegt, kann das Ventil 70 kürzer sowie mit einer sehr viel kleineren und feiner dosierbaren Querschnittsfläche ausgelegt sein. Der Abstand a2 zwischen der Stirnseite 33 des Schiebers 30 und dem Rollkolben 10 liegt zwischen null und einem Maximalabstand, wobei der Maximalabstand wenigstens dem zweiten Radius R2 abzüglich des ersten Radius R1 entspricht.

[0034] In Fig. 2 ist abweichend hierzu zunächst eine federnde Lagerung des Schiebers 30 mittels einer Feder 80 vorgesehen. Diese beaufschlagt den Schieber 30 in Richtung des Rollkolbens 10 mit einer Kraft. Bei Rotation/Orbitation des Rollkolbens 10 wird der Schieber 30 stets bis auf Anschlag in den Hohlraum 21 hineinbewegt. Zur Herstellung und Veränderung eines Abstandes a2 zwischen der Stirnseite 33 des Schiebers 30 und dem Rollkolben 10 ist das Betätigungsmittel 40 über eine Schubstange 61 mit einem verstellbaren Distanzmittel 60 kinematisch gekoppelt. Das Distanzmittel 60 ist zwischen dem Schieber 30 und dem Rollkolben 10 positionierbar. Insbesondere ist es im Schieber 30 gelagert und kann aus diesem herausgeschoben werden. Die axiale Erstreckung des Distanzmittels 60 ist dabei kleiner als die des Schiebers 30.

[0035] Die Erfindung ist nicht auf eine dieser Ausführungsformen beschränkt, sondern in vielfältiger Weise abwandelbar.

[0036] Sowohl mit einem Rollkolbenverdichter 1 nach den Fig. 1 und 2 als auch mit Kombinationen und Abwandlungen hieraus kann ein Verfahren durchgeführt werden, bei dem der Rollkolben 10 um die Mittelachse M des Hohlraums 21 rotiert oder orbitiert wird, und bei dem die Förderleistung des Rollkolbenverdichters 1 durch Verändern der Querschnittsfläche F der im Hubbereich des Schiebers 30 angeordneten Verbindung 50 zwischen dem ersten Teilraum V1 und dem zweiten Teilraum V2 mittels Betätigen des Betätigungsmittels 40 verändert wird.

[0037] Insbesondere bei Ausführungsvarianten, bei denen der Schieber 30 in von dem Rollkolben 10 abgehobener Stellung keine mechanische bzw. kinematische Verbindung zum Rollkolben 10 besteht, ist eine Verfahrensergänzung sinnvoll, bei der die Bewegung des Schiebers 30 mit der Drehbewegung des Rollkolbens 10 durch Bestimmen einer maximalen Auslenkung des Schiebers 30 bei Vorliegen eines Kontakts zwischen dem Schieber 30 und dem Rollkolben 10 synchronisiert wird. Diese Synchronisation kann durch Analysieren einer am Betätigungsmittel 40 anliegenden elektrischen Spannung bei Vorliegen eines Kontakts zwischen dem Schieber 30 und dem Rollkolben 10 durchgeführt werden, da durch die Schieberbewegung eine Induktion im Betätigungsmittel 40 bewirkt wird.

Patentansprüche

1. Rollkolbenverdichter (1) umfassend

a) einen Rollkolben (10) mit einem um eine Achse (A) kreisförmigen Querschnitt mit einem ersten Radius (R1), und
b) ein Verdichtergehäuse (20) mit einem Hohlraum (21), der einen um eine Mittelachse (M) kreisförmigen Querschnitt mit einem zweiten Radius (R2) aufweist,

- wobei der zweite Radius (R2) größer ist als der erste Radius (R1),
- wobei die Achse (A) des Rollkolbens (10) parallel und um einen Abstand (a1) exzentrisch zur Mittelachse (M) des Hohlraums (21) verläuft,
- wobei der Rollkolben (10) um die Mittelachse (M) des Hohlraums (21) rotierbar und/oder orbitierbar gelagert ist,
- und umfassend

c) einen längs zur Mittelachse (M) ausgerichteten Schieber (30) mit einer Vorderseite (31), einer Rückseite (32) und einer Stirnseite (33), der in radialer Richtung in den Hohlraum (21) verschiebbar in einer Schieberöffnung (22) des Verdichtergehäuses (10) angeordnet ist, wobei der Hohlraum (21) mit dem Schieber (30) und dem Rollkolben (10) in einen ersten Teilraum (V1) und einen zweiten Teilraum (V2) unterteilbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass
ein Betätigungsmittel (40) vorgesehen ist, mit dem eine Querschnittsfläche (F) einer im Hubbereich des Schiebers (30) angeordneten Verbindung (50) zwischen dem ersten Teilraum (V1) und dem zweiten Teilraum (V2) veränderbar ist,
wobei das Betätigungsmittel (40) mit einem verstellbaren Distanzmittel (60) kinematisch gekoppelt ist und dessen Erstreckung in axialer Richtung kleiner ist als die des Schiebers (30), welches zwischen dem Schieber (30) und dem Rollkolben (10) positionierbar ist, und mit dem ein Abstand (a2) zwischen der Stirnseite (33) des Schiebers (30) und dem Rollkolben (10) veränderbar ist.

2. Rollkolbenverdichter (1) umfassend

a) einen Rollkolben (10) mit einem um eine Achse (A) kreisförmigen Querschnitt mit einem ersten Radius (R1), und
b) ein Verdichtergehäuse (20) mit einem Hohlraum (21), der einen um eine Mittelachse (M) kreisförmigen Querschnitt mit einem zweiten Radius (R2) aufweist,

- wobei der zweite Radius (R2) größer ist als der erste Radius (R1),
- wobei die Achse (A) des Rollkolbens (10) parallel und um einen Abstand (a1) exzentrisch zur Mittelachse (M) des Hohlraums (21) verläuft,
- wobei der Rollkolben (10) um die Mittelachse (M) des Hohlraums (21) rotierbar und/oder orbitierbar gelagert ist,
- und umfassend

c) einen längs zur Mittelachse (M) ausgerichteten Schieber (30) mit einer Vorderseite (31), einer Rückseite (32) und einer Stirnseite (33), der in radialer Richtung in den Hohlraum (21) verschiebbar in einer Schieberöffnung (22) des Verdichtergehäuses (10) angeordnet ist, wobei der Hohlraum (21) mit dem Schieber (30) und dem Rollkolben (10) in einen ersten Teilraum (V1) und einen zweiten Teilraum (V2) unterteilbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass ein Betätigungsmittel (40) vorgesehen ist, mit dem eine Querschnittsfläche (F) einer im Hubbereich des Schiebers (30) angeordneten Verbindung (50) zwischen dem ersten Teilraum (V1) und dem zweiten Teilraum (V2) veränderbar ist,
wobei das Betätigungsmittel (40) mit einem im Schieber (30) angeordneten Ventil (70) kinematisch gekoppelt ist, wobei die Querschnittsfläche (F) mit dem Ventil (70) veränderbar ist.

3. Rollkolbenverdichter (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungsmittel (40) kinematisch mit dem Schieber (30) gekoppelt ist, wobei die Querschnittsfläche (F) durch Veränderung eines Abstands (a2) zwischen der Stirnseite (33) des Schiebers (30) und dem Rollkolben (10) vorgebbar ist.

4. Rollkolbenverdichter (1) nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (a2) zwischen der Stirnseite (33) des Schiebers (30) und dem Rollkolben (10) zwischen null und einem Maximalabstand liegt, wobei der Maximalabstand dem zweiten Radius (R2) abzüglich des ersten Radius (R1) entspricht.

5. Rollkolbenverdichter (1) nach einem der Ansprüche 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (a2) zwischen der Stirnseite (33) des Schiebers (30) und dem Rollkolben (10) mittels des Betätigungsmittels (40) elektronisch geregelt ist.

6. Rollkolbenverdichter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungsmittel (40) ein elektrischer Stellmotor (41) ist.

7. Rollkolbenverdichter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungsmittel (40) ein Elektromagnet (42) ist.

8. Rollkolbenverdichter (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Schieber (30) federnd gelagert ist.

9. Verfahren zum Betrieb eines Rollkolbenverdichters (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:

• Rotieren und/oder Orbitieren des Rollkolbens (10) um die Mittelachse (M) des Hohlraums (21); und
• Verändern einer Förderleistung des Rollkolbenverdichters (1) durch Verändern der Querschnittsfläche (F) der im Hubbereich des Schiebers (30) angeordneten Verbindung (50) zwischen dem ersten Teilraum (V1) und dem zweiten Teilraum (V2) mittels Betätigen des Betätigungsmittels (40).

10. Verfahren nach Anspruch 9,
gekennzeichnet durch folgenden Schritt:

• Synchronisieren der Bewegung des Schiebers (30) mit der Drehbewegung des Rollkolbens (10) durch Bestimmen einer maximalen Auslenkung des Schiebers (30) bei Vorliegen eines Kontakts zwischen dem Schieber (30) und dem Rollkolben (10).

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10,
gekennzeichnet durch den folgenden Schritt:

• Synchronisieren der Bewegung des Schiebers (30) mit der Drehbewegung des Rollkolbens (10) durch Analysieren einer am Betätigungsmittel (40) anliegenden elektrischen Spannung bei Vorliegen eines Kontakts zwischen dem Schieber (30) und dem Rollkolben (10).

Claims

1. Rolling piston compressor (1) comprising

a) a rolling piston (10) having a cross section that is circular about an axis (A) and has a first radius (R1), and
b) a compressor housing (20) having a cavity (21), which has a cross section that is circular about a central axis (M) and has a second radius (R2),

• wherein the second radius (R2) is greater than the first radius (R1),
• wherein the axis (A) of the rolling piston (10) extends parallel to and eccentrically at a distance (a1) from the central axis (M) of the cavity (21),
• wherein the rolling piston (10) is mounted in such a way that it can be rotated and/or made to orbit about the central axis (M) of the cavity (21),
• and comprising

c) a slide (30) oriented along the central axis (M) and having a front side (31), a rear side (32) and an end face (33), which slide is arranged in a slide opening (22) of the compressor housing (10) so as to able to slide into the cavity (21) in a radial direction, wherein the cavity (21) can be subdivided by means of the slide (30) and the rolling piston (10) into a first subchamber (V1) and a second subchamber (V2),

characterized in that
an actuating means (40) is provided, with which a cross-sectional area (F) of a connection (50), arranged in the stroke range of the slide (30), between the first subchamber (V1) and the second subchamber (V2) can be modified
wherein the actuating means (40) the actuating means (40) is kinematically coupled to an adjustable spacing means (60) and the extent thereof in axial direction is smaller than that of the slide (30), which can be positioned between the slide (30) and the rolling piston (10) and by means of which a distance (a2) between the end face (33) of the slide (30) and the rolling piston (10) can be modified.

2. Rolling piston compressor (1) comprising

a) a rolling piston (10) having a cross section that is circular about an axis (A) and has a first radius (R1), and
b) a compressor housing (20) having a cavity (21), which has a cross section that is circular about a central axis (M) and has a second radius (R2),

• wherein the second radius (R2) is greater than the first radius (R1),
• wherein the axis (A) of the rolling piston (10) extends parallel to and eccentrically at a distance (a1) from the central axis (M) of the cavity (21),
• wherein the rolling piston (10) is mounted in such a way that it can be rotated and/or

made to orbit about the central axis (M) of the cavity (21),
• and comprising

c) a slide (30) oriented along the central axis (M) and having a front side (31), a rear side (32) and an end face (33), which slide is arranged in a slide opening (22) of the compressor housing (10) so as to able to slide into the cavity (21) in a radial direction, wherein the cavity (21) can be subdivided by means of the slide (30) and the rolling piston (10) into a first subchamber (V1) and a second subchamber (V2),

characterized in that
an actuating means (40) is provided, with which a cross-sectional area (F) of a connection (50), arranged in the stroke range of the slide (30), between the first subchamber (V1) and the second subchamber (V2) can be modified,
wherein the actuating means (40) is kinematically coupled to a valve (70) arranged in the slide (30),
wherein the cross-sectional area (F) can be modified by means of the valve (70).

3. Rolling piston compressor (1) according to Claim 1, **characterized in that** the actuating means (40) is kinematically coupled to the slide (30), wherein the cross-sectional area (F) can be specified by modifying a distance (a2) between the end face (33) of the slide (30) and the rolling piston (10).

4. Rolling piston compressor (1) according to Claim 3, **characterized in that** the distance (a2) between the end face (33) of the slide (30) and the rolling piston (10) is between zero and a maximum distance, wherein the maximum distance corresponds to the second radius (R2) minus the first radius (R1).

5. Rolling piston compressor (1) according to one of Claims 3 or 4,
characterized in that the distance (a2) between the end face (33) of the slide (30) and the rolling piston (10) is electronically controlled by means of the actuating means (40).

6. Rolling piston compressor (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that the actuating means (40) is an electric servomotor (41).

7. Rolling piston compressor (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that the actuating means (40) is an electromagnet (42).

8. Rolling piston compressor (1) according to one of the preceding claims,
characterized in that the slide (30) is resiliently mounted.

9. Method for operating a rolling piston compressor (1) according to one of the preceding claims,
characterized by the following steps:

• rotation and/or orbiting of the rolling piston (10) about the central axis (M) of the cavity (21); and
• modification of a delivery rate of the rolling piston compressor (1) by modifying the cross-sectional area (F) of the connection (50), arranged in the stroke range of the slide (30), between the first subchamber (V1) and the second subchamber (V2) by means of actuation of the actuating means (40).

10. Method according to Claim 9,
characterized by the following step:

• synchronizing the motion of the slide (30) with the rotary motion of the rolling piston (10) by determining a maximum deflection of the slide (30) when there is contact between the slide (30) and the rolling piston (10).

11. Method according to either of claims 9 or 10, **characterized by** the following steps:

▪ synchronizing the motion of the slide (30) with the rotary motion of the rolling piston (10) by analyzing an electric voltage across the actuating means (40) when there is contact between the slide (30) and the rolling piston (10) .

Revendications

1. Compresseur à piston rotatif (1), comprenant

a) un piston rotatif (10) avec une section transversale circulaire autour d'un axe (A), avec un premier rayon (R1), et
b) un carter de compresseur (20) avec une cavité (21) qui comporte une section transversale circulaire autour d'un axe central (M), avec un deuxième rayon (R2),

• le deuxième rayon (R2) étant plus grand que le premier rayon (R1),
• l'axe (A) du piston rotatif (10) étant parallèle à l'axe central (M) de la cavité (21) et excentré d'une distance (a1) par rapport à celui-ci,
• le piston rotatif (10) étant supporté de façon à pouvoir tourner et/ou orbiter autour de l'axe central (M) de la cavité (21),
• et comprenant

c) un curseur (30) orienté le long de l'axe central (M), avec un côté avant (31), un côté arrière (32) et un côté frontal (33), qui est disposé dans une ouverture de curseur (22) carter de compresseur (10) de façon à pouvoir, dans la direction radiale, coulisser dans la cavité (21), la cavité (21) avec le curseur (30) et le piston rotatif (10) pouvant être divisée en un premier espace partiel (V1) et en un deuxième espace partiel (V2),

caractérisé en ce qu'il est prévu un moyen d'actionnement (40) avec lequel il est possible de faire varier une surface de section transversale (F) d'un raccordement (50) disposé dans la plage de course du curseur (30) entre le premier espace partiel (V1) et le deuxième espace partiel (V2),
le moyen d'actionnement (40) étant accouplé de façon cinématique à un moyen d'espacement (60) réglable et son étendue dans la direction axiale étant plus petite que celle du curseur (30), lequel moyen d'espacement peut être positionné entre le curseur (30) et le piston rotatif (10), et avec lequel une distance (a2) entre le côté frontal (33) du curseur (30) et le piston rotatif (10) peut être modifiée.

2. Compresseur à piston rotatif (1), comprenant

a) un piston rotatif (10) avec une section transversale circulaire autour d'un axe (A), avec un premier rayon (R1), et
b) un carter de compresseur (20) avec une cavité (21) qui comporte une section transversale circulaire autour d'un axe central (M), avec un deuxième rayon (R2),

- le deuxième rayon (R2) étant plus grand que le premier rayon (R1),
- l'axe (A) du piston rotatif (10) étant parallèle à l'axe central (M) de la cavité (21) et excentré d'une distance (a1) par rapport à celui-ci,
- le piston rotatif (10) étant supporté de façon à pouvoir tourner et/ou orbiter autour de l'axe central (M) de la cavité (21),
- et comprenant

c) un curseur (30) orienté le long de l'axe central (M), avec un côté avant (31), un côté arrière (32) et un côté frontal (33), qui est disposé dans une ouverture de curseur (22) du carter de compresseur (10) de façon à pouvoir, dans la direction radiale, coulisser dans la cavité (21), la cavité (21) avec le curseur (30) et le piston rotatif (10) pouvant être divisée en un premier espace partiel (V1) et en un deuxième espace partiel (V2),

caractérisé en ce qu'il est prévu un moyen d'actionnement (40) avec lequel il est possible de faire varier une surface de section transversale (F) d'un raccordement (50) disposé dans la plage de course du curseur (30) entre le premier espace partiel (V1) et le deuxième espace partiel (V2),
le moyen d'actionnement (40) étant accouplé de façon cinématique à une soupape (70) disposée dans le curseur (30), la surface de section transversale (F) pouvant être modifiée avec la soupape (70).

3. Compresseur à piston rotatif (1) selon la revendication 1,
caractérisé en ce que le moyen d'actionnement (40) est accouplé de façon cinématique au curseur (30), la surface de section transversale (F) pouvant être prédéfinie par une variation d'une distance (a2) entre le côté frontal (33) du curseur (30) et le piston rotatif (10).

4. Compresseur à piston rotatif (1) selon la revendication 3,
caractérisé en ce que la distance (a2) entre le côté frontal (33) du curseur (30) et le piston rotatif (10) est comprise entre zéro et une distance maximale, la distance maximale correspondant au deuxième rayon (R2) moins le premier rayon (R1).

5. Compresseur à piston rotatif (1) selon l'une des revendications 3 ou 4,
caractérisé en ce que la distance (a2) entre le côté frontal (33) du curseur (30) et le piston rotatif (10) est réglée électroniquement au moyen du moyen d'actionnement (40).

6. Compresseur à piston rotatif (1) selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le moyen d'actionnement (40) est un servomoteur (41) électrique.

7. Compresseur à piston rotatif (1) selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le moyen d'actionnement (40) est un électroaimant (42).

8. Compresseur à piston rotatif (1) selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le curseur (30) est supporté de façon élastique.

9. Procédé de fonctionnement d'un compresseur à piston rotatif (1) selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé par les étapes suivantes :

- rotation et/ou mouvement orbital du piston rotatif (10) autour de l'axe central (M) de la cavité (21) ; et
- variation d'un débit du compresseur à piston

rotatif (1) par la variation de la surface de section transversale (F) du raccordement (50) disposé dans la plage de course du curseur (30) entre le premier espace partiel (V1) et le deuxième espace partiel (V2) au moyen de l'actionnement du moyen d'actionnement (40).

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé par** l'étape suivante :

• synchronisation du mouvement du curseur (30) avec le mouvement de rotation du piston rotatif (10) par la définition d'une déviation maximale du curseur (30) en cas de contact entre le curseur (30) et le piston rotatif (10).

11. Procédé selon l'une des revendications 9 ou 10, **caractérisé par** l'étape suivante :

• synchronisation du mouvement du curseur (30) avec le mouvement de rotation du piston rotatif (10) par l'analyse d'une tension électrique présente sur le moyen d'actionnement (40) en cas de contact entre le curseur (30) et le piston rotatif (10).

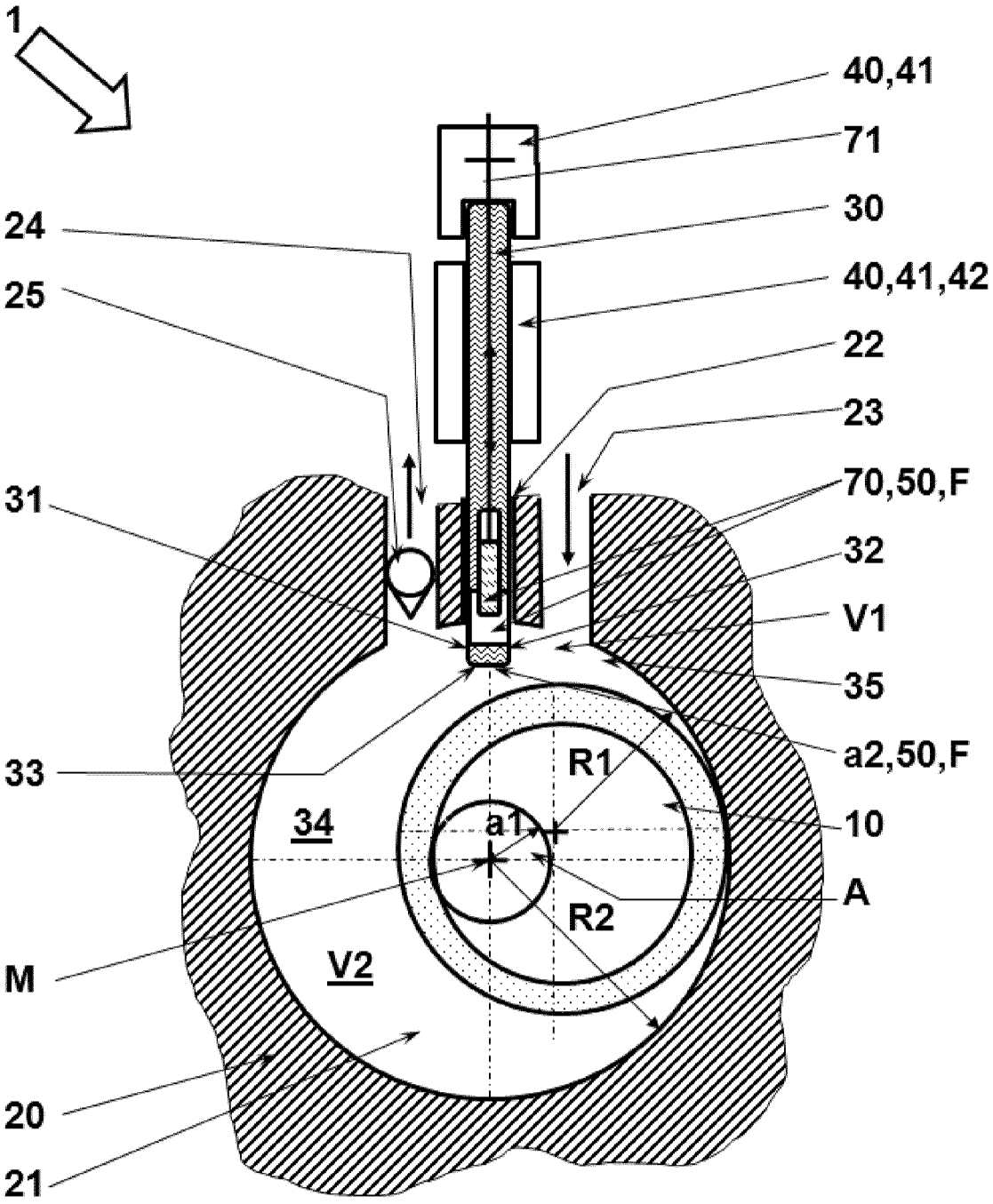

1
40,41
71
30
24
40,41,42
25
22
23
70,50,F
31
32
V1
35
a2,50,F
33
R1
34
a1
10
A
R2
M
V2
20
21

Fig. 1

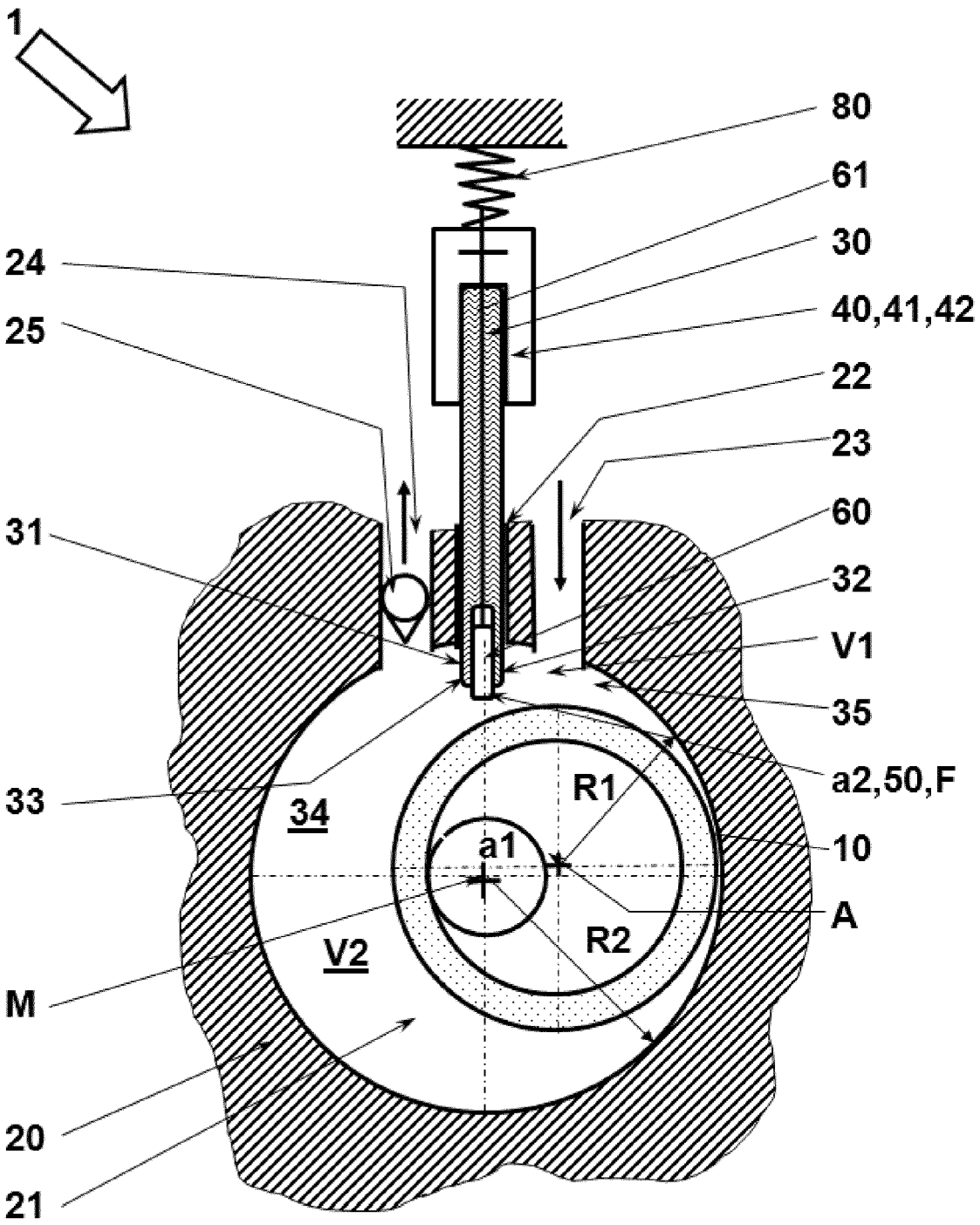

1
80
61
30
40,41,42
24
25
22
23
31
60
32
V1
35
a2,50,F
33
34
R1
a1
10
A
R2
V2
M
20
21

Fig. 2