(19) LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

(11) N° de publication : **LU103051**

(12) **BREVET D'INVENTION** **B1**

(21) N° de dépôt: LU103051

(22) Date de dépôt: 16/12/2022

(51) Int. Cl.:
F04B 27/04

(30) Priorité:

(43) Date de mise à disposition du public: 17/06/2024

(47) Date de délivrance: 17/06/2024

(73) Titulaire(s):
THYSSENKRUPP AG – 45143 Essen (Allemagne),
THYSSENKRUPP DYNAMIC COMPONENTS GMBH – 38871 Ilsenburg (Harz) (Allemagne)

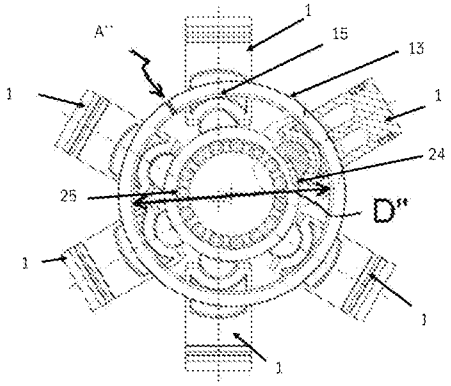
(72) Inventeur(s):
FRANKE, Sören – Allemagne, KOWALSCHEK, Thilo – Allemagne, NEUKIRCHNER, DR. Heiko – Allemagne, NITZ, Norbert – Allemagne, MÜLLER, Ulf – Allemagne

(74) Mandataire(s):
THYSSENKRUPP INTELLECTUAL PROPERTY GMBH – 45143 Essen (Allemagne)

(54) **Radialkolbenverdichter, sowie Verfahren zur Montage eines Radialkolbenverdichters.**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Radialkolbenverdichter, umfassend – eine Verdichtereinheit V und eine Antriebseinrichtung M zum Antrieb der Verdichtereinheit V , wobei – die Verdichtereinheit V mindestens zwei Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen 1, 2 , vorzugsweise eine Mehrzahl von Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen 1, 2 , umfasst, die radial um eine Exzenterwelle 4 angeordnet sind, wobei – die Exzenterwelle 4 von der Antriebseinrichtung M angetrieben wird, wobei – jede Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppe einen Kolben 1 umfasst, wobei – der Radialkolbenverdichter, insbesondere die Verdichtereinheit V , einen Kolbenführungsring 13 umfasst, wobei – die Kolben 1 in Kontakt, insbesondere in formschlüssigem Eingriff, mit dem Kolbenführungsring 13 sind, wobei – der Kolbenführungsring 13 zumindest abschnittsweise, vorzugsweise vollständig, elastisch, insbesondere in radialer Richtung elastisch, ausgestaltet ist. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein vorteilhaftes Verfahren zur Montage eines erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichters.

Fig. 9



Radialkolbenverdichter, sowie Verfahren zur Montage eines Radialkolbenverdichters

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Radialkolbenverdichter gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren zur Montage eines Radialkolbenverdichters gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 18 bzw. 19.

Ein Radialkolbenverdichter umfasst im Wesentlichen eine Verdichtereinheit und eine Antriebseinrichtung, vorzugsweise Elektromotor, zum Antrieb der Verdichtereinheit. Die Verdichtereinheit umfasst im Wesentlichen eine Mehrzahl von Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen die radial um eine Exzenterwelle angeordnet sind. Die Exzenterwelle wird entsprechend von der Antriebseinrichtung angetrieben.

Ferner kann ein Radialkolbenverdichter einen Kolbenführungsring umfassen, der mit den Kolben der Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen in einer Wirkverbindung steht, dergestalt, dass eine Rückstellbewegung auf die Kolben ausgeübt werden kann, d.h. die Bewegung, mit der der Kolben aus seinem oberen Totpunkt in seinen unteren Totpunkt der Kolbenbewegung bewegt wird.

Ein Radialkolbenverdichter mit einem Kolbenführungsring ist beispielsweise aus der DE 102020211680 A1 bekannt geworden. Der Kolbenführungsring steht auf diese Weise in der Regel an einem Punkt in Kontakt (ohne Kontaktverlust) zum jeweiligen Kolben und der Kolben wird zur Anlage am Exzenter gebracht. Damit sollen zusätzliche Kontaktwechsel zwischen Kolbenführungsring und Kolben sowie zwischen Kolben und Exzenter vermieden werden, was dynamische Vorteile hinsichtlich der Kinematik des Bewegungsablaufs und verschleißtechnische Vorteile hat. Auch akustische Vorteile werden dadurch erreicht, weil keine Klappergeräusche oder sonstigen störenden Geräusche entstehen. Der Kolbenführungsring hält die Kolben und die Übertragungselemente im Gleitkontakt zum Exzenter bzw. zu einem Lageraußenring eines an dem Exzenter angeordneten Wälzlagers.

Auch ist aus der DE 103 56 373 A1 eine Hubkolbenmaschine mit ringförmig nebeneinander angeordneten, radial gerichteten Kolben-Zylindereinheiten und mit einer zentral durch einen Gehäusekörper eines Maschinengehäuses sich erstreckenden Exzenterwelle bekannt geworden, deren Exzenter den Auswärtshub der Kolben steuert, wobei der Einwärtshub der Kolben durch einen die Exzenterwelle und deren Exzenter mit freiem Abstand umschließenden, in die Kolben

eingreifenden Steuerring gesteuert wird, so dass der Auswärtshub der Kolben den Einwärtshub von diametral gegenüberliegend angeordneten Kolben steuert.

Der im Stand der Technik offenbarte und als Kreisring ausgebildete Kolbenführungsring weist eine geringe Flexibilität auf. Die Flexibilität ist gering bis gar nicht vorhanden. Wenn der radiale Abstand der Kontaktpunkte am Kolben, bedingt aus Fertigungstoleranzen der Bauteile, nicht gleich ist, ergeben sich Kontaktlücken zwischen Kolbenführungsring und Kolben. Aufgrund der geringen Flexibilität kann der Führungsring diese Toleranzen bzw. Schwankungen im Radius bzw. Durchmesser nicht ausgleichen, um ein ständiges Anliegen der Kolben am Exzenter sicher zu stellen. So werden die Kontaktlücken beispielsweise im Umkehrpunkt des Kolbens von der oberen Totpunktlage in Richtung untere Lagen geschlossen. Bei diesem Kontaktschluss kommt es beispielsweise zum Aufprallen des Kolbenführungsringes, was wiederum negative akustische Effekte, also Geräusche, zur Folge hat. Größere radiale Abstände der Kontaktpunkte am Kolben können aufgrund des weitestgehend unflexiblen Kreisringes beispielsweise auch zu strafferem Anliegen von Kolben bzw. Schwenksegmenten am Exzenter führen. Die Folge ist hier bspw. eine erhöhte Reibung bzw. Abnutzung.

Hier setzt die vorliegende Erfindung an und macht es sich zur Aufgabe einen verbesserten Radialkolbenverdichter vorzuschlagen, insbesondere einen Radialkolbenverdichter vorzuschlagen, mit dem die oben skizzierten Nachteile überwunden, zumindest aber reduziert werden können. Insbesondere ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen Radialkolbenverdichter mit einem Kolbenführungsring vorzuschlagen, dessen Kolbenführungsring dazu eingerichtet ist, stets den Kontakt zwischen Kolben und Kolbenführungsring auszubilden/zu halten, also Kontaktlücken zu vermeiden, um Toleranzen und/oder Schwankungen im Durchmesser durch 3 Kontaktpunkte der Kolben auszugleichen, insbesondere um ein ständiges Anliegen der Kolben am Exzenter sicherzustellen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch einen Radialkolbenverdichter mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dadurch, dass der Kolbenführungsring zumindest abschnittsweise, vorzugsweise vollständig, elastisch, insbesondere in radialer Richtung elastisch, ausgestaltet ist, können die oben skizzierten Nachteile überwunden, zumindest aber gemindert werden.

Ein radial elastisch wirkender Führungsring lässt insbesondere Unrundheiten bzw. eine gewünschte Deformierbarkeit in seinem Durchmesser bzw. in seinem wirksamen Durchmesser

zu, damit er zu allen Kontaktpunktender Kolben, die Toleranzbedingt nicht auf einer Kreisbahn liegen, in Kontakt kommt und hält. Alle Kolben haben so stets Kontakt zum Exzenter. Im Bereich der Kolben-Führungsringanbindung ergibt sich eine Elastizität des Führungsringes in insbesondere radialer Richtung. Es ergibt sich ein stetiger Kontakt der Kolben bzw. der am Exzenter. Dies führt zu wenig bis keinen Geräuschen, die beispielsweise durch einen Wechsel zwischen Kontakt und Verlust des Kontaktes zwischen Kolben und Exzenter entstehen könnten. Toleranzen bzw. Abweichungen des für den Kolbenführungsring wirksamen Durchmessers, können ausgeglichen werden, wobei nun auch „größere“ Sprünge, also Unrundheiten bzw. Abweichungen von der Kreisform, zwischen benachbarten Kolben möglich sind.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorgeschlagenen Erfindung ergeben sich insbesondere aus den Merkmalen der Unteransprüche. Die Gegenstände bzw. Merkmale der verschiedenen Ansprüche können grundsätzlich beliebig miteinander kombiniert werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Elastizität des Kolbenführungsrings über dessen Geometrie und/oder dessen E-Modul eingestellt wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Kolbenführungsring eine radiale Steifigkeit zwischen 100 N/mm und 1000 N/mm aufweist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass als Material für den Kolbenführungsring hochfeste- und höherfeste Stähle in Frage kommen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Kolbenführungsring eine Innenmantelfläche umfasst. Die Innenmantelfläche dient im Wesentlichen zur Kontaktierung mit den Kolben, insbesondere einer Wirkfläche des jeweiligen Kolbens. Die Innenmantelfläche ist vorzugsweise dem Exzenter zugewandt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Kolben jeweils eine Wirkfläche zum Eingriff des Kolbenführungsringes umfassen. Die Wirkfläche dient im Wesentlichen als Kontaktfläche zu dem Kolbenführungsring.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Kolbenführungsring einen Führungsring und federelastische Elemente umfasst. Hier kann

vorgesehen sein, dass der Führungsring als solches nicht elastisch ist und lediglich die federelastischen Elemente elastisch sind.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass sich die federelastischen Elemente radial von der Innenseite des Führungsringes erstrecken. Dies entspricht der bevorzugten Wirkrichtung, so dass die federelastischen Elemente zielgerichtet eingesetzt werden können.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Kolbenführungsring breiter als hoch ausgestaltet ist. Eine derartige Ausgestaltung ermöglicht einen Kolbenführungsring, der bereits auf Grund seiner Geometrie elastisch ist. Ein derartiger Kolbenführungsring ist entsprechend kostengünstig herstellbar.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Ausdehnung des Kolbenführungsrings im montierten Zustand in axialer Richtung größer als in radialer Richtung ausgestaltet ist. Mit einer derartigen Ausgestaltung kann sich ein geometriebedingt federelastischer Führungsring ergeben. Ein derartiger Kolbenführungsring ist entsprechend kostengünstig herstellbar.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Kolbenführungsring nahezu zwei Windungen aufweist, wobei die Enden der Windungen sich mit einem Abstand zueinander auf unterschiedlichen Ebenen gegenüberstehen, wobei der Kolbenführungsring als solches einen Innendurchmesser aufweist. Ein derartiger Führungsring ist federelastisch. Es kann eine Aufweitung des Profils für die Elastizität stattfinden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Kolbenführungsring mit einem Mittel zur Fixierung an einem der Kolben ausgestattet ist. Hierdurch kann einem Umlauf-Wandern entgegengewirkt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Kolbenführungsring aus einem gewundenen Material besteht bzw. ein gewundenes Material umfasst.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Kolbenführungsring mit einem Material, insbesondere einem Kunststoff, umgeben oder

zumindest teilweise umgeben ist. Hierdurch können beispielsweise weitere gewünschte Eigenschaften des Kolbenführungsringes eingestellt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Kolbenführungsring einen V-förmigen Querschnitt aufweist. Es können entsprechend spezielle Geometrien verwendet werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Kolbenführungsring als nicht geschlossener Ring ausgestaltet ist, wobei der Kolbenführungsring einen Spalt aufweist in dem sich Stoßenden des nicht geschlossenen Ringes gegenüberstehen, wobei der Kolbenführungsring einen Innendurchmesser und die Stoßenden einen Abstand aufweisen. Ein derart ausgestalteter Kolbenführungsring lässt sich vorteilhaft montieren. Während der Montage kann sich der Spalt aufweiten und der Innendurchmesser kann sich vergrößern. Nach der Montage kann der Kolbenführungsring einen Zustand mit einer entsprechenden Vorspannung einnehmen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Kolbenführungsring als geschlossener Ring ausgestaltet ist. Im Gegensatz hierzu kann ebenfalls vorgesehen sein, dass der Kolbenführungsring als nicht geschlossener Ring ausgestaltet ist.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, ein vorteilhaftes Verfahren zur Montage eines Kolbenführungsrings in einem erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter vorzuschlagen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die nachfolgenden Verfahrensschritte für einen nicht geschlossenen Kolbenführungsring gelöst:

- der Kolbenführungsring befindet sich in einem entspannten Zustand, der Kolbenführungsring weist einen ersten Innendurchmesser und einen ersten Abstand der Stoßenden auf;
- der Kolbenführungsring wird in einen Montagezustand überführt, der Innendurchmesser wird auf einen zweiten Innendurchmesser vergrößert, der Abstand der Stoßenden wird auf einen zweiten Abstand vergrößert;
- der Kolbenführungsring wird, insbesondere mit seiner Innenmantelfläche, auf die Kolben, insbesondere die zweiten Wirkfläche der Kolben, aufgebracht;

- der Kolbenführungsring wird in einen montierten Zustand überführt, der Innendurchmesser wird auf einen dritten Innendurchmesser verkleinert, der Abstand der Stoßenden wird auf einen dritten Abstand verkleinert
- der Kolbenführungsring, insbesondere die Innenmantelfläche, ist mit den Kolben, insbesondere mit den Kontaktflächen der Kolben, in Eingriff, insbesondere formschlüssigen Eingriff, gebracht.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe ferner durch die nachfolgenden Verfahrensschritte für einen geschlossenen Kolbenführungsring gelöst:

- der Kolbenführungsring befindet sich in einem entspannten Zustand, der Kolbenführungsring weist einen ersten Innendurchmesser auf;
- der Kolbenführungsring wird in einen Montagezustand überführt, der Innendurchmesser wird auf einen zweiten Innendurchmesser vergrößert;
- der Kolbenführungsring wird, insbesondere mit seiner Innenmantelfläche, auf die Kolben, insbesondere die Kolbenkontaktflächen, aufgebracht;
- der Kolbenführungsring wird in einen montierten Zustand überführt, der Innendurchmesser wird auf einen dritten Innendurchmesser verkleinert;
- der Kolbenführungsring, insbesondere die Innenmantelfläche, ist mit den Kolben, insbesondere mit den Kontaktflächen der Kolben, in Eingriff, insbesondere formschlüssigen Eingriff, gebracht.

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Abbildungen. Darin zeigen

Fig. 1 bis 4	Details von Kolben für Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen, Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen für einen Radialkolbenverdichter sowie Radialkolbenverdichter in verschiedenen Darstellungen gemäß dem Stand der Technik;
Fig. 5	eine Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppe für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter mit einem elastischen Kolbenführungsring in einer ersten Ausführungsform und einer zweiten Ausführungsform;
Fig. 5a	ein elastischer Kolbenführungsring für eine Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppe in einer perspektivischen Darstellung;
Fig.5b,c	ein Abschnitt eines elastischen Kolbenführungsrings für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter in einer Querschnittsdarstellung;
Fig. 5d,e	ein elastischer Kolbenführungsring für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter in einer Querschnittsdarstellung;
Fig. 6	eine Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppe für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter mit einem elastischen Kolbenführungsring in einer dritten Ausführungsform und einer vierten Ausführungsform;
Fig. 6a	ein elastischer Kolbenführungsring für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter in einer Querschnittsdarstellung;
Fig. 6b	ein elastischer Kolbenführungsring für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter in einer Querschnittsdarstellung;
Fig.6c-f	ein elastischer Kolbenführungsring für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter in einer Querschnittsdarstellung;
Fig. 7a	ein elastischer Kolbenführungsring für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter in einer perspektivischen Darstellung;
Fig. 7b	ein elastischer Kolbenführungsring für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter in einer seitlichen Darstellung;
Fig. 7c	ein elastischer Kolbenführungsring für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter in einer seitlichen Darstellung;
Fig. 7d	ein elastischer Kolbenführungsring für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter in einer seitlichen Darstellung;

Fig. 8 ein elastischer Kolbenführungsring für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter in einer Draufsicht;

Fig. 9 mehrere Kolben einer erfindungsgemäßen Verdichtereinheit mit einem elastischen Kolbenführungsring in einer weiteren Ausführungsform;

Fig. 9a ein elastischer Kolbenführungsring für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter in einer Draufsicht;

Fig. 9b ein elastischer Kolbenführungsring für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter in einer Draufsicht;

Fig. 9c ein elastischer Kolbenführungsring für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter in einer Draufsicht;

Fig. 10 ein elastischer Kolbenführungsring für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter in einer perspektivischen Ansicht;

Fig. 11 eine Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppe für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter mit elastischen Kolbenführungsringen in einer weiteren Ausführungsformen;

Fig. 11a-d Abschnitte von elastischen Kolbenführungsringen in weiteren Ausführungsformen.

Folgende Bezugszeichen werden in den Abbildungen verwendet:

1 Kolben
2 Zylinderbohrung
3 Mittellinie der Zylinderbohrung
4 Antriebswelle / Exzenterwelle
5 Rotationsachse der Antriebswelle
6 Exzenter
7 Mittelpunkt des Exzenters
8 Übertragungselement
9 erste Stützfläche des Übertragungselements
10 Zylinderfläche
11 Wirkfläche des Kolbens
12 zweite Stützfläche des Übertragungselements
13 Kolbenführungsring
14 Innenmantelfläche des Kolbenführungsrings
15 Kontaktfläche des Kolbens
16 erster Stützflächenradius

17 Radius der Zylinderfläche
19 zweiter Stützflächenradius
20 zweiter Wirkflächenradius
21 Mittelpunkt
22 erster Wirkflächenradius
23 Radius der Innenmantelfläche des Kolbenführungsrings
24 Außenmantelfläche
25 Außenring
26 Wälzlager
27 Zylindergehäuse

131 Führungsring
132 federelastisches Element
133 Mittel zur Fixierung an einem der Kolben

V Verdichtereinheit
M Antriebseinrichtung

A (´, ´´) Spalt bzw. Abstand der Stoßenden
D (´, ´´) Innendurchmesser
B Breite
H Höhe
K Kunststoffhülle

Die hierin verwendete Terminologie dient nur zum Zweck des Beschreibens bestimmter Ausführungsformen und soll die Offenbarung nicht beschränken. Wie hierin verwendet, sollen die Singularformen „ein/eine" und „der/die/das" auch die Pluralformen enthalten, sofern der Kontext dies nicht anderweitig klar erkennen lässt. Es wird zudem klar sein, dass die Ausdrücke „weist auf" und/oder „aufweisend", wenn in dieser Beschreibung verwendet, das Vorhandensein der genannten Merkmale, ganzen Zahlen, Schritte, Operationen, Elemente und/oder Bauteile spezifizieren, aber nicht das Vorhandensein oder den Zusatz von einem/einer oder mehreren anderen Merkmalen, ganzen Zahlen, Schritten, Operationen, Elementen, Bauteilen und/oder Gruppen derselben ausschließen. Wie hierin verwendet, enthält der Ausdruck „und/oder" jedes beliebige und alle Kombinationen von einem oder mehreren der assoziierten, aufgelisteten Elemente.

Zunächst wird auf die Fig. 1 bis 4 Bezug genommen.

Hier werden Details von Kolben für Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen, Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen für einen Radialkolbenverdichter sowie gemäß dem Stand der Technik in verschiedenen Darstellungen beschrieben, um das Grundprinzip zu erläutern.

Ein Radialkolbenverdichter umfasst im Wesentlichen eine Verdichtereinheit V und eine Antriebseinrichtung M zum Antrieb der Verdichtereinheit V. Die Verdichtereinheit V umfasst im Wesentlichen eine Mehrzahl von Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen 1, 2 die radial um eine Exzenterwelle 4 angeordnet sind. Die Exzenterwelle 4 wird entsprechend von der Antriebseinrichtung M angetrieben.

Eine Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppe umfasst im Wesentlichen einen Zylinder bzw. Zylinderbohrung 2 und einen in der Zylinderbohrung 2 verschiebbar aufgenommenen Kolben 1.

Der Radialkolbenverdichter umfasst ferner vorzugsweise ein Zylindergehäuse 27 mit darin aufgenommenen Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen. Ferner umfasst der Radialkolbenverdichter die Antriebswelle 4 mit einem Exzenter 6. Die Antriebswelle 4 wird von einem Antriebsmittel 31, vorzugsweise einem Elektromotor, in Drehung versetzt.

Im Gegensatz zu einem Axialkolbenverdichter, erstrecken sich die Kolben 1 bzw. Zylinder 2 bzw. Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen 1,2 radial von der Antriebswelle 4 bzw. Exzenter 6. Die Kolben 1 bzw. Zylinder bzw. Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen sind vorzugsweise sternförmig um die Antriebswelle 4 bzw. Exzenter 6 angeordnet. Der Radialkolbenverdichter kann auch als Verdichter nach dem Radialkolbenprinzip angesprochen werden.

Fig. 1 zeigt Kolben 1 von Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen im radialen Halbschnitt. In Fig. 1 ist lediglich die Rotationsachse 5 der Antriebswelle 4 kenntlich gemacht. In Umfangsrichtung um die Antriebswelle 4 verteilt sind Kolben 1 angeordnet. Die Mittellinien 3 der in Fig.1 aus Gründen einer besseren Übersichtlichkeit nicht dargestellten Zylinderbohrungen 2 schneiden sich in der Rotationsachse 5 der Antriebswelle 4. Der zylindrische Exzenter 6 ist als integraler Bestandteil der Antriebswelle 4 oder als drehfest mit der Antriebswelle 4 verbundenes Bauteil ausgebildet. Der Mittelpunkt 7 des Exzenters 6 ist zur Erzeugung der Exzentrizität um einen Abstand versetzt

zu der Rotationsachse 5 der Antriebswelle 4 angeordnet. Der Exzenter 6 weist als Mantelfläche eine Zylinderfläche 10 mit einem Radius 17 auf.

Die erfindungsgemäße Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppe umfasst weiter vorzugsweise einen zylindrischen Kolbenführungsring 13, der vorzugsweise eine Innenmantelfläche 14 aufweist.

Zwischen dem Exzenter 6 und dem Kolben 1 einer Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppe ist bevorzugt ein Übertragungselement 8 angeordnet. Mit dem Übertragungselement 8 wird der Hub des Exzenters 6 auf den Kolben 1 übertragen, damit dieser die Verdichtungsbewegung in Richtung oberer Totpunkt OT ausführt. Die Übertragungselemente 8 stützen sich in dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel über eine erste Stützfläche 9 unmittelbar auf der Zylinderfläche 10 des Exzenters 6 ab. In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die erste Stützfläche 9 als konkav gewölbte Zylindermantelabschnittsfläche mit einem ersten Stützflächenradius 16 ausgebildet. Der erste Stützflächenradius 16 entspricht dabei dem Radius 17 der Zylinderfläche 10. Die erste Stützfläche 9 und die Zylinderfläche 10 sind somit komplementär zueinander ausgebildet. Grundsätzlich könnte die erste Stützfläche 9 auch eine von der Kreisringform abweichende konkave Form haben.

Das Übertragungselement 8 weist eine konvex geformte zweite Stützfläche 12 auf. In dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die zweite Stützfläche 12 als Zylindermantelabschnittsfläche mit einem zweiten Stützflächenradius 19 ausgebildet. Grundsätzlich könnte die zweite Stützfläche 12 anstelle einer Zylindermantelabschnittsform auch eine von der Zylinderform abweichende konvexe Form aufweisen. Auf der zweiten Stützfläche 12 des Übertragungselements 8 stützt sich der Kolben 1 über eine an dem Kolben 1 ausgebildete Wirkfläche 11 ab. Die Wirkfläche 11 des Kolbens 1 ist konkav geformt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Wirkfläche 11 des Kolbens 1 als konkave Zylindermantelabschnittsfläche mit einem Wirkflächenradius 22 ausgebildet, der dem zweiten Stützflächenradius 19 entspricht. Die Wirkfläche 11 des Kolbens 1 und die zweite Stützfläche 12 des Übertragungselements 8 sind somit zueinander komplementär ausgebildet. Grundsätzlich könnte die Wirkfläche 11 des Kolbens 1 auch eine von der Zylinderform abweichende konkave Form aufweisen.

An dem Kolben 1 bzw. den Kolben 1 ist eine konvex geformte Kontaktfläche 15 ausgebildet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Kontaktfläche 15 des Kolbens 1 eine Zylindermantelabschnittsfläche mit einem Kontaktflächenradius 20. Die Kolben 1 stehen in Eingriff mit dem Kolbenführungsring 13, insbesondere in einem formschlüssigen Eingriff mit den Kolben 13. Insbesondere über die Kontaktfläche 15 steht der Kolben in formschlüssigem Eingriff

mit dem Kolbenführungsring 13, insbesondere mit der Innenmantelfläche 14 des Kolbenführungsrings 13. Der Eingriff, insbesondere der formschlüssige Eingriff, ist wirksam in Richtung der Mittellinie 3 der Zylinderbohrung 2. Durch den Kolbenführungsring 13 wird die Rückstellbewegung auf die Kolben 1, insbesondere auf die Kontaktfläche 15 der Kolben 1 übertragen, d.h. die Bewegung, mit der der Kolben 1 aus dem oberen Totpunkt OT in den unteren Totpunkt UT der Kolbenbewegung bewegt wird.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel weisen der zweite Stützflächenradius 19 des Übertragungselements 8 und der zweite Wirkflächenradius 22 des Kolbens 1 denselben Mittelpunkt 21 auf. Der Mittelpunkt 21 entspricht dabei demjenigen Punkt, in dem die Mittellinie 3 der Zylinderbohrung 2 die Zylinderfläche 10 des Exzenters 6 durchstößt. Durch diese konstruktive Maßnahme wird vorzugsweise erreicht, dass die Summe aus dem Radius 17 der Zylinderfläche 10 und dem zweiten Wirkflächenradius 22 des Kolbens 1 dem Radius 23 der Innenmantelfläche 14 des Kolbenführungsrings 13 entspricht. Dadurch wird erreicht, dass der Kolbenführungsring 13 mit seiner Innenmantelfläche 14 in der Regel nicht, d.h. in keiner Winkelstellung des Exzenters 6 bzw. der Antriebswelle 4, den Kontakt zur Kontaktfläche 15 des Kolbens 1 verliert. Der Kolbenführungsring 13 steht beispielsweise auf diese Weise immer in Kontakt (ohne Kontaktverlust) zum jeweiligen Kolben 1. Damit werden zusätzliche Kontaktwechsel und zwischen Kolbenführungsring 13 und Kolben 1 bzw. zwischen Kolben 1 und Exzenter 6 bzw. Exzenterlager 25 vermieden, was dynamische Vorteile hinsichtlich der Kinematik des Bewegungsablaufs und verschleißtechnische Vorteile hat. Auch akustische Vorteile werden dadurch erreicht, weil keine Klappergeräusche oder sonstigen störenden Geräusche entstehen.

Wie in Fig. 3 erkennbar, kann der Exzenter 6 auch mit einem Wälzlager 26 ausgestattet sein. Das Wälzlager 26 umfasst in der Regel einen Lageraußenring 25, der statt der Exzenterscheibe die den Kolben 1 gewandte Oberfläche des Exzenters 6 bildet.

Der Kolbenführungsring 13 führt die Kolben 1 an dem Exzenter 6 (bzw. am Lageraußenring 25 und verhindert ein „Abheben“ der Kolben 1 von der Zylinderfläche 10 (bzw. der Außenmantelfläche 24 des Außenrings 25 des Wälzlagers) bei einer Abwärtsbewegung/Rückstellbewegung der Kolben 1. Der Kolbenführungsring 13 gleitet auf der an dem Kolben 1 ausgebildeten zweiten Wirkfläche 15. Der Kolbenführungsring 13 hält die Kolben 1 und die Übertragungselemente 8 im Gleitkontakt zum Exzenter 6 (bzw. zu einem Lageraußenring 25 eines an dem Exzenter angeordneten Wälzlagers 26).

Fig. 2 zeigt Kolben 1 von Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen in einer Explosionsdarstellung. Es stützen sich die Übertragungselemente 8 auf dem Außenring 25 des Wälzlagers 26 ab. Der

Exzenter 6 ist in Fig. 2 nicht dargestellt. Auch Kontaktfläche 15 des Kolbens 1 ist so ausgebildet, dass sie mit der Innenmantelfläche 14 des Kolbenführungsrings 13 zusammenwirkt.

Fig. 3 zeigt schematisch einen Radialkolbenverdichter mit erfindungsgemäßen Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen. Die Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen sind in dem dargestellten Ausführungsbeispiel derart ausgebildet, dass die Übertragungselemente 8 zylinderabschnittsförmige konkave erste Stützflächen 9 aufweisen und die zweiten Stützflächen 12 der Übertragungselemente 8 zylinderabschnittsförmig ausgebildet sind und mit zylinderabschnittsförmigen ersten Wirkflächen 11 der Kolben 1 zusammenwirken.

Die Zylinderbohrungen 2 sind in einem Zylindergehäuse 27 angeordnet. Die einzelnen Kolben 1 werden über eine einzige Antriebswelle 4 mit einem Exzenter 6 angetrieben. Um eine bessere Übersichtlichkeit zu erreichen wurden sämtliche Details, die ein vollständiger Radialkolbenverdichter aufweist, in Fig. 3 nicht dargestellt. So fehlen z.B. sämtliche Ventilanordnungen und Zuström- und Abströmkanäle für das Kältemittel. Aufgrund der Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen baut der Radialkolbenverdichter gemäß Fig. 3 in radialer Richtung und auch in axialer Richtung klein, d.h. er beansprucht in beiden genannten Richtungen einen geringen Bauraum.

Die weiteren Zusammenhänge und Wirkungsweise sind dem Fachmann hinreichend bekannt. Für weitere Detail kann insbesondere auf die DE 10 2020 211 680 A1 verwiesen werden.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Kolbenführungsring zumindest abschnittsweise, vorzugsweise vollständig, elastisch, insbesondere in radialer Richtung elastisch, ausgestaltet ist.

Die Elastizität des Kolbenführungsrings kann über dessen Geometrie und/oder dessen E-Modul eingestellt werden. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Kolbenführungsring eine radiale Steifigkeit zwischen 100 N/mm und 1000 N/mm aufweist. Als Material für den Kolbenführungsring kommen beispielsweise hochfeste- und höherfeste Stähle in Frage.

Der Kolbenführungsring 13 weist in radialer Richtung eine Elastizität auf, vorzugsweise damit er zu allen Kontaktpunkten, die toleranzbedingt nicht auf einer Kreisbahn liegen, in Kontakt kommt – d.h. es ist eine gewünschte Deformierbarkeit des Kolbenführungsringes 13 angestrebt, mit dem Ziel: keine Kontaktlücke zu haben.

Zur Realisierung bzw. Bereitstellung eines elastischen Kolbenführungsrings 13 sind verschiedene Ausführungsformen denkbar, die nachfolgend beschrieben werden sollen. Die hier vorgestellten Ausführungsformen eines elastischen Kolbenführungsringes sind nicht abschließend. Es sind weitere, hier nicht dargestellte, Ausführungsformen denkbar.

Nachfolgend wird auf die Fig. 5 bis 11d Bezug genommen.

In der Fig. 5 ist eine Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppe für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter mit zwei verschiedenen Ausführungsformen von elastischen Kolbenführungsring dargestellt. Der auf der rechten Seite dargestellte Kolbenführungsring 13 ist perspektivisch in der Fig. 5a dargestellt. Der Kolbenführungsring 13 umfasst im Wesentlichen einen Führungsring 131 und federelastische Elemente 132. Der Führungsring 131 als solches weist wenig Elastizität in radialer Richtung auf. Es ist in der Fig. 5 darüber hinaus erkennbar, dass sich die federelastischen Elemente 132 radial von der Innenseite des Führungsringes 131 erstrecken.

In den Fig. 5b bis 5e sind weitere Beispiele zur Ausgestaltung des Kolbenführungsringes 13, insbesondere der federelastischen Elemente 132, dargestellt. Die Ausrichtungen der federelastischen Elemente 132 kann radial, axial oder auch als Mischform von radialen und axialen Ausrichtungen, insbesondere schrägen Ausrichtungen sein. Beispielsweise ist in der Fig. 5c eine schräge Ausrichtung des federelastischen Elementes 132 dargestellt. In der Fig. 5b ist eine eher axiale Ausrichtung des federelastischen Elementes 132 dargestellt.

In den Fig. 5a, 5d und 5e ist ein Durchmesser D eingezeichnet. Es ist vorzugsweise vorgesehen, dass die federelastischen Elemente 132 den Durchmesser D des Kolbenführungsringes 13 ausbilden, der für die Kolben 1 wirksam ist.

In Fig. 5b und Fig. 5c sind die Führungsringe gemäß Fig. 5 im Querschnitt in einem Ausschnitt dargestellt. Bezugszeichen B für Breite, H für Höhe, D für den an den Kolbenkontaktstellen wirksamen Durchmesser. Die relative Lage in montiertem Zustand verdeutlicht die eingezeichnete Rotationsachse 5 der Antriebswelle. Prinzipiell ist es jedoch auch möglich, dass sich der Führungsring 131 und die federelastischen Elemente 132 über den gesamten Umfang des Kolbenführungsringes 13 erstecken, wie in Fig. 5d, 5e angedeutet. Ein solcher Kolbenführungsring 13 ist leichter montierbar, da keine genaue Zuordnung der einzelnen federelastischen Elemente 132 zu den Kolbenkontaktpunkten erforderlich ist.

In der Fig. 6 ist eine Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppe für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter mit zwei verschiedenen Ausführungsformen von elastischen Kolbenführungsring 13 dargestellt. Der auf der rechten Seite dargestellte Kolbenführungsring 13 ist Auszugsweise im Querschnitt in der Fig. 6a dargestellt. Der auf der linken Seite dargestellte Kolbenführungsring 13 ist Auszugsweise im Querschnitt in der Fig. 6b dargestellt. Die hier dargestellten Kolbenführungsringe 13 sind geometriebedingt federelastisch, insbesondere durch eine Querschnittform, die breiter als hoch ausgestaltet ist. Mit anderen Worten, die Ausdehnung des Kolbenführungsrings 13 im montierten Zustand ist in axialer Richtung größer als in radialer Richtung. Die Breite des Kolbenführungsringes 13 ist mit dem Bezugszeichen B und die Höhe mit dem Bezugszeichen H gekennzeichnet.

In der Fig. 6c und d sind die Kolbenführungsring 13 gemäß Figur 6 in einem entspannten Zustand dargestellt. Die Kolbenführungsringe 13 weisen einen Innendurchmesser D auf. Fig. 6 c und Fig. 6d zeigen die Führungsringe 13 im Querschnitt, wobei hier auch die Rotationsachse 5 der Antriebswelle 4 die Position in Montage verdeutlichen soll.

In der Fig. 6e ist beispielhaft der Kolbenführungsring 13 gemäß Fig. 6c in einem Zustand während der Montage dargestellt. Der Kolbenführungsring 13 weist einen zweiten Innendurchmesser D´ auf. Es ist erkennbar, dass der zweite Innendurchmesser D´ in einem Zustand während der Montage größer ist, als in einem entspannten Zustand (D, Fig. 6c). In dem vorgenannten Zustand wird der Kolbenführungsring 13 insbesondere über Kolbenkontaktflächen 15 aufgefädelt. Es handelt sich hier insbesondere um einen Zustand bei dem der Kolbenführungsring 13 maximal elastisch vorgespannt sein soll.

In der Fig. 6f ist der Kolbenführungsring 13 in einem montierten Zustand auf die Kolben dargestellt. Der Kolbenführungsring 13 weist einen dritten Innendurchmesser D´´ auf. Es ist erkennbar, dass der dritte Innendurchmesser D´´ in einem montierten Zustand kleiner als in einem Zustand während der Montage ist (D´, Fig. 9b). Andererseits ist der dritte Durchmesser D´´ in einem montierten Zustand größer als in einem entspannten Zustand (D, Fig. 9a).
Im montierten Zustand ist der Kolbenführungsring 13 somit elastisch vorgespannt. damit er zu allen Kontaktpunkten (die toleranzbedingt nicht auf einer Kreisbahn liegen) in Kontakt kommt, so dass sich keine Kontaktlücke an Kontaktpunkten der Kolben 1 ausbilden kann. Vorzugsweise wird der Durchmesser D des Kolbenführungsrings 13 immer kleiner sein, als der kleinste Durchmesser, gelegt durch 3 Kontaktpunkte der Kolben.

Die Vorspannung sollte jedoch möglichst klein sein, da eine große Vorspannung die Reibung erhöht, was nicht erwünscht ist. Die Auslegung der Vorspannung darf auch die Materialgrenzen (bzgl. Hertzscher Pressung und Biegewechselfestigkeit) sowohl für den Kolbenführungsring 13 als auch für den Kolbenkontakt 15 bei dauerhafter Beanspruchung nicht überschreiten.

Die Montage und die dabei eingestellten Durchmesser D, D‘, D‘‘ sind hier beispielhaft an dem Kolbenführungsring 13 mit rechteckigem Querschnitt (Fig.6a,6c) beschrieben und gezeigt. Diese Ausführungen gelten ebenfalls für die in den Figuren 6b, d und den Figuren 5, 5a, 5b-5e gezeigten Ausgestaltungen des Kolbenführungsringes 13.

In den Fig. 7a bis 7d sind lediglich elastische Kolbenführungsringe 13 in verschiedenen Zuständen und Ansichten dargestellt. Der hier dargestellte Kolbenführungsring 13 weist zwei Windungen bzw. nahezu zwei Windungen auf. Die Windungen sind übereinander angeordnet. Die Stoßenden der Windungen stehen sich mit einem Abstand A zueinander auf unterschiedlichen Ebenen gegenüber. Der Kolbenführungsring 13 als solches weist einen Innendurchmesser D auf. Mit dem Bezugszeichen B ist die Materialbreite des Kolbenführungsrings 13 gekennzeichnet. In den Fig. 7a und 7b ist der Kolbenführungsring 13 in einem entspannten Zustand dargestellt. Entsprechend betreffen die vorgenannten Bezugszeichen D, A, B die jeweiligen Größen im entspannten Zustand. Zur besseren Unterscheidung soll hier von einem ersten Innendurchmesser D und einem ersten Abstand A gesprochen werden.

In der Fig. 7c ist der Kolbenführungsring 13 in einem maximal elastisch vorgespannten Zustand dargestellt. Die hierzu verwendeten Bezugszeichen lauten entsprechend D´und A´. Zur besseren Unterscheidung soll hier von einem zweiten Innendurchmesser D´ und einem zweiten Abstand A´ gesprochen werden. Es ist erkennbar, dass der zweite Abstand A´ zwischen den Stoßenden und der zweite Innendurchmesser D´ in einem Zustand während der Montage größer ist, als in einem entspannten Zustand (A, D, Fig. 7a, 7b).

In der Fig. 7d ist der Kolbenführungsring 13 in einem im Betrieb elastisch vorgespannten Zustand dargestellt. Die hierzu verwendeten Bezugszeichen lauten entsprechend D´´ und A´´. Zur besseren Unterscheidung soll hier von einem dritten Innendurchmesser D´´ und einem dritten Abstand A´´ gesprochen werden. Es ist erkennbar, dass der dritte Abstand A´´ zwischen den Stoßenden und der dritte Innendurchmesser D´´ in einem montierten Zustand kleiner als in einem Zustand während der Montage ist (A´, D´, Fig. 7c). Andererseits ist der dritte Abstand A´´

und der dritte Durchmesser D´´ in einem montierten Zustand größer als in einem entspannten Zustand (A, D, Fig. 7a, 7b).

In der Fig. 8 ist eine Ausführungsform eines elastischen Kolbenführungsringes 13 in einer Draufsicht dargestellt. Hier ist vorgesehen bzw. erkennbar, dass der Kolbenführungsring 13 als geschlossener Ring ausgestaltet ist. Im Gegensatz hierzu sind einige der nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen von Kolbenführungsringen 13 als nicht geschlossene Ringe ausgestaltet, weisen also eine Unterbrechung bez. Spalt auf.

Der Kolbenführungsring 13 ist mit einem Mittel 133 zur Fixierung an einem der Kolben ausgestattet. Entsprechend ist kein Umlauf-Wandern möglich, da der Kolbenführungsring an einem Kolben fixiert wird.

In der Fig. 9 sind mehrere Kolben 1 eines erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichters mit einem elastischen Kolbenführungsring 13 in einer weiteren Ausführungsform dargestellt. In den Fig. 9a bis 9c ist der Kolbenführungsring 13 aus der Fig. 9 in verschiedenen Zuständen dargestellt, auf die nachfolgend eingegangen werden soll.

Es handelt sich bei dem Kolbenführungsring 13 um einen nicht geschlossenen Kolbenführungsring. Mit anderen Worten, der Kolbenführungsring 13 ist nicht geschlossen, sondern es existiert ein Spalt bei dem sich zwei Stoßenden des Kolbenführungsrings gegenüberstehen. Die Stoßenden weisen einen Abstand A und der Kolbenführungsring einen Innendurchmesser D bzw. wie später noch erläutert einen Innendurchmesser D´ und D´´ bzw. Abstand A´ und A´´ auf. Zur besseren Unterscheidung soll hier von einem ersten Innendurchmesser D, einem zweiten Innendurchmesser D´ und einem dritten Innendurchmesser D´´, sowie einem ersten Abstand A, einem zweiten Abstand A´ und einem dritten Abstand A´´ gesprochen werden.

In der Fig. 9a ist der Kolbenführungsring 13 in einem entspannten Zustand dargestellt. Der Abstand zwischen den Stoßenden ist mit dem Bezugszeichen A gekennzeichnet. Der Kolbenführungsring weist einen Innendurchmesser D auf.

In der Fig. 9b ist der Kolbenführungsring 13 in einem Zustand während der Montage dargestellt. Der Abstand zwischen den Stoßenden ist mit dem Bezugszeichen A´ gekennzeichnet. Der Kolbenführungsring weist einen zweiten Innendurchmesser D´ auf. Es ist erkennbar, dass der

zweite Abstand A´ zwischen den Stoßenden und der zweite Innendurchmesser D´ in einem Zustand während der Montage größer ist, als in einem entspannten Zustand (A, D, Fig. 9a). In dem vorgenannten Zustand wird der Kolbenführungsring 13 insbesondere über Kolbenkontaktflächen 15 aufgefädelt. Es handelt sich hier insbesondere um einen Zustand bei dem der Kolbenführungsring 13 maximal elastisch vorgespannt sein soll.

In der Fig. 9c ist der Kolbenführungsring 13 in einem montierten Zustand auf den Kolben dargestellt. Der Abstand zwischen den Stoßenden ist mit dem Bezugszeichen A´´ gekennzeichnet. Der Kolbenführungsring 13 weist einen Innendurchmesser dritten D´´ auf. Es ist erkennbar, dass der dritte Abstand A´´ zwischen den Stoßenden und der dritte Innendurchmesser D´´ in einem montierten Zustand kleiner als in einem Zustand während der Montage ist (A´, D´, Fig. 9b). Andererseits ist der dritte Abstand A´´ und der dritte Durchmesser D´´ in einem montierten Zustand größer als in einem entspannten Zustand (A, D, Fig. 9a). In dem montierten Zustand ist der Kolbenführungsring elastisch vorgespannt.

Zusammengefasst lassen sich hier zwei Verfahren zur Montage eines Kolbenführungsrings in einem Radialkolbenverdichter beschreiben, für einen nicht geschlossenen Kolbenführungsring 13 gekennzeichnet durch nachfolgende Verfahrensschritte:

- der Kolbenführungsring 13 befindet sich in einem entspannten Zustand, der Kolbenführungsring 13 weist einen ersten Innendurchmesser D und einen ersten Abstand A der Stoßenden auf;
- der Kolbenführungsring 13 wird in einen Montagezustand überführt, der Innendurchmesser wird auf einen zweiten Innendurchmesser D´ vergrößert, der Abstand der Stoßenden wird auf einen zweiten Abstand A´ vergrößert;
- der Kolbenführungsring 13 wird, insbesondere mit seiner Innenmantelfläche 14, auf die Kolben 1, insbesondere die Kolbenkontaktflächen 15, aufgebracht;
- der Kolbenführungsring 13 wird in einen montierten Zustand überführt, der Innendurchmesser wird auf einen dritten Innendurchmesser D´´ verkleinert, der Abstand der Stoßenden wird auf einen dritten Abstand A`` verkleinert;
- der Kolbenführungsring 13, insbesondere die Innenmantelfläche 14, ist mit den Kolben 1, insbesondere mit den Kontaktflächen 15 der Kolben 1, in Eingriff, insbesondere formschlüssigen Eingriff, gebracht.

Ferner für einen geschlossenen Kolbenführungsring 13:

- der Kolbenführungsring 13 befindet sich in einem entspannten Zustand, der Kolbenführungsring 13 weist einen ersten Innendurchmesser D auf;
- der Kolbenführungsring 13 wird in einen Montagezustand überführt, der Innendurchmesser wird auf einen zweiten Innendurchmesser D´ vergrößert;
- der Kolbenführungsring 13 wird, insbesondere mit seiner Innenmantelfläche 14, auf die Kolben 1, insbesondere die Kolbenkontaktflächen 15, aufgebracht;
- der Kolbenführungsring 13 wird in einen montierten Zustand überführt, der Innendurchmesser wird auf einen dritten Innendurchmesser D´´ verkleinert;
- der Kolbenführungsring 13, insbesondere die Innenmantelfläche 14, ist mit den Kolben 1, insbesondere mit den Kontaktflächen 15 der Kolben 1, in Eingriff, insbesondere formschlüssigen Eingriff, gebracht.

In der Fig. 10 ist eine weitere Ausführungsform eines elastischen Kolbenführungsrings 13 für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter in einer perspektivischen Ansicht dargestellt. Es handelt sich hierbei um einen geschlossenen Kolbenführungsring. Der hier dargestellte Kolbenführungsring 13 besteht aus bzw. umfasst ein gewundenes Material, wie beispielsweise eine endlose Feder.

In der Fig. 11 ist eine Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppe für einen erfindungsgemäßen Radialkolbenverdichter mit elastischen Kolbenführungsringen 13 in einer weiteren Ausführungsformen dargestellt. Bei den hier schematisch dargestellten Kolbenführungsringen 13 handelt es sich insbesondere um Kolbenführungsringe, die mit einem Material, insbesondere einem Kunststoff umgeben oder zumindest teilweise umgeben sind. Der Kolbenführungsring als solches kann als geschlossener oder nicht geschlossener Ring ausgestaltet sein.

In den Fig. 11a bis 11d sind entsprechend Detaildarstellungen von Kolbenführungsringen 13 dargestellt. Die Kolbenführungsringe 13 der Fig. 11a und 11b stellen einen elastischen Kolbenführungsring aus einem gewundenem Material dar, welches zumindest teilweise von einem Material, insbesondere Kunststoff K, umgeben ist.

Die Kolbenführungsringe 13 der Fig. 11c und 11d stellen einen elastischen Kolbenführungsring 13 aus einem Material mit einem V-förmigem Querschnitt dar, welches zumindest teilweise von einem Material, insbesondere Kunststoff K, umgeben ist.

Es ist aus den oben skizzierten Ausführungsbeispielen ersichtlich, dass der Durchmesser D, sprich der wirksame Durchmesser des Kolbenführungsrings, immer kleiner sein sollte als der kleinste Außendurchmesser, gelegt durch beispielsweise drei Kontaktpunkte der Kolben, d.h. der Ring ist dann mit einer Vorspannung verbaut. Die Größe der Vorspannung soll aber möglichst klein sein, da eine hohe Vorspannung die Reibung erhöht, was nicht erwünscht ist. Die Auslegung der Vorspannung für den Kolbenführungsring sollte auch die Materialgrenzen (insbesondere bzgl. Hertzscher Pressung und Biegewechselfestigkeit) sowohl für den Kolbenführungsring als auch für den Kolbenkontakt bei dauerhafter Beanspruchung nicht überschreiten.

Zusammengefasst sollten folgende Vorgaben vorzugsweise berücksichtigt werden. Eine erforderliche Steifigkeit des Kolbenführungsrings sollte gegeben sein, damit jeder Kolben mit seinem Kolbenfuß im Kontakt zum Exzenter ist und somit die Hubkurve des Kolbens der Hubkurve aus dem Exzenter folgt. Hieraus erfolgt insbesondere ein thermodynamischer Vorteil. Eine erforderliche Nachgiebigkeit, insbesondere Deformationsvermögen des Kolbenführungsrings sollte gegeben sein, um den Toleranzausgleich der Kontaktpunkte in radialer Richtung benachbarter Kolben gewährleisten zu können. Ein erforderliches Übermaß des Durchmessers des Kolbenführungsrings zum Durchmesser der Kontaktpunkte sollte gegeben sein. Ferner sollte eine erforderliche Bauteilfestigkeit bzgl. Pressung im Kontakt und Biegewechselfestigkeit gegeben sein.

Ansprüche

1. Radialkolbenverdichter, umfassend
   - eine Verdichtereinheit (V) und eine Antriebseinrichtung (M) zum Antrieb der Verdichtereinheit (V), wobei
   - die Verdichtereinheit (V) mindestens zwei Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen (1, 2), vorzugsweise eine Mehrzahl von Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppen (1, 2), umfasst, die radial um eine Exzenterwelle (4) angeordnet sind, wobei
   - die Exzenterwelle (4) von der Antriebseinrichtung (M) angetrieben wird, wobei
   - jede Kolben-Zylinderbohrung-Baugruppe einen Kolben (1) umfasst, wobei
   - der Radialkolbenverdichter, insbesondere die Verdichtereinheit (V), einen Kolbenführungsring (13) umfasst, wobei
   - die Kolben (1) in Kontakt, insbesondere in formschlüssigem Eingriff, mit dem Kolbenführungsring (13) sind,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Kolbenführungsring (13) zumindest abschnittsweise, vorzugsweise vollständig, elastisch, insbesondere in radialer Richtung elastisch, ausgestaltet ist.

2. Radialkolbenverdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Elastizität des Kolbenführungsrings über dessen Geometrie und/oder dessen E-Modul eingestellt wird.

3. Radialkolbenverdichter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenführungsring eine radiale Steifigkeit zwischen 100 N/mm und 1000 N/mm aufweist.

4. Radialkolbenverdichter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Material für den Kolbenführungsring hochfeste- und höherfeste Stähle verwendet werden.

5. Radialkolbenverdichter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenführungsring (13) eine Innenmantelfläche (14) umfasst.

6. Radialkolbenverdichter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kolben (1) jeweils eine Kolbenkontaktfläche (15) zum Eingriff des Kolbenführungsringes (13) umfassen.

7. Radialkolbenverdichter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenführungsring (13) einen Führungsring (131) und federelastische Elemente (132) umfasst.

8. Radialkolbenverdichter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die federelastischen Elemente (132) radial, axial und/oder schräg von der Innenseite des Führungsringes (131) erstrecken.

9. Radialkolbenverdichter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenführungsring (13) breiter (B) als hoch (H) ausgestaltet ist.

10. Radialkolbenverdichter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausdehung des Kolbenführungsrings (13) im montierten Zustand in axialer Richtung größer als in radialer Richtung ausgestaltet ist.

11. Radialkolbenverdichter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenführungsring (13) zwei Windungen oder nahezu zwei Windungen aufweist, wobei die Enden der Windungen sich mit einem Abstand (A, A´, A´´) zueinander auf unterschiedlichen Ebenen gegenüberstehen, wobei der Kolbenführungsring als solches einen Innendurchmesser (D, D´, D´´) aufweist.

12. Radialkolbenverdichter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenführungsring (13) mit einem Mittel (133) zur Fixierung an einem der Kolben (1) ausgestattet ist.

13. Radialkolbenverdichter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenführungsring (13) aus einem gewundenen Material besteht bzw. ein gewundenes Material umfasst.

14. Radialkolbenverdichter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenführungsring (13) mit einem Material, insbesondere einem Kunststoff (K), umgeben oder zumindest teilweise umgeben ist.

15. Radialkolbenverdichter nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenführungsring (13) einen V-förmigen Querschnitt aufweist.

16. Radialkolbenverdichter nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenführungsring (13) als nicht geschlossener Ring ausgestaltet ist, wobei der Kolbenführungsring einen Spalt aufweist in dem sich Stoßenden des nicht

geschlossenen Ringes gegenüberstehen, wobei der Kolbenführungsring einen Innendurchmesser (D, D´, D´´) und die Stoßenden einen Abstand (A, A´, A´´) aufweisen.

17. Radialkolbenverdichter nach mindestens einem der Ansprüche 1bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenführungsring (13) als geschlossener Ring ausgestaltet ist.

18. Verfahren zur Montage eines Kolbenführungsrings in einem Radialkolbenverdichter gemäß Anspruch 16, gekennzeichnet durch nachfolgende Verfahrensschritte:

- der Kolbenführungsring (13) befindet sich in einem entspannten Zustand, der Kolbenführungsring (13) weist einen ersten Innendurchmesser (D) und einen ersten Abstand (A) der Stoßenden auf;
- der Kolbenführungsring (13) wird in einen Montagezustand überführt, der Innendurchmesser wird auf einen zweiten Innendurchmesser (D´) vergrößert, der Abstand der Stoßenden wird auf einen zweiten Abstand (A´) vergrößert;
- der Kolbenführungsring (13) wird, insbesondere mit seiner Innenmantelfläche (14), auf die Kolben (1), insbesondere die Kolbenkontaktflächen (15), aufgebracht;
- der Kolbenführungsring (13) wird in einen montierten Zustand überführt, der Innendurchmesser wird auf einen dritten Innendurchmesser (D´´) verkleinert, der Abstand der Stoßenden wird auf einen dritten Abstand (A``) verkleinert;
- der Kolbenführungsring (13), insbesondere die Innenmantelfläche (14), ist mit den Kolben (1), insbesondere mit den Kontaktflächen (15) der Kolben (1), in Eingriff, insbesondere formschlüssigen Eingriff, gebracht.

19. Verfahren zur Montage eines Kolbenführungsrings in einem Radialkolbenverdichter gemäß Anspruch 17, gekennzeichnet durch nachfolgende Verfahrensschritte:

- der Kolbenführungsring (13) befindet sich in einem entspannten Zustand, der Kolbenführungsring (13) weist einen ersten Innendurchmesser (D) auf;
- der Kolbenführungsring (13) wird in einen Montagezustand überführt, der Innendurchmesser wird auf einen zweiten Innendurchmesser (D´) vergrößert;
- der Kolbenführungsring (13) wird, insbesondere mit seiner Innenmantelfläche (14), auf die Kolben (1), insbesondere die Kolbenkontaktflächen (15), aufgebracht;
- der Kolbenführungsring (13) wird in einen montierten Zustand überführt, der Innendurchmesser wird auf einen dritten Innendurchmesser (D´´) verkleinert;

– der Kolbenführungsring (13), insbesondere die Innenmantelfläche (14), ist mit den Kolben (1), insbesondere mit den Kontaktflächen (15) der Kolben (1), in Eingriff, insbesondere formschlüssigen Eingriff, gebracht.

Fig. 1

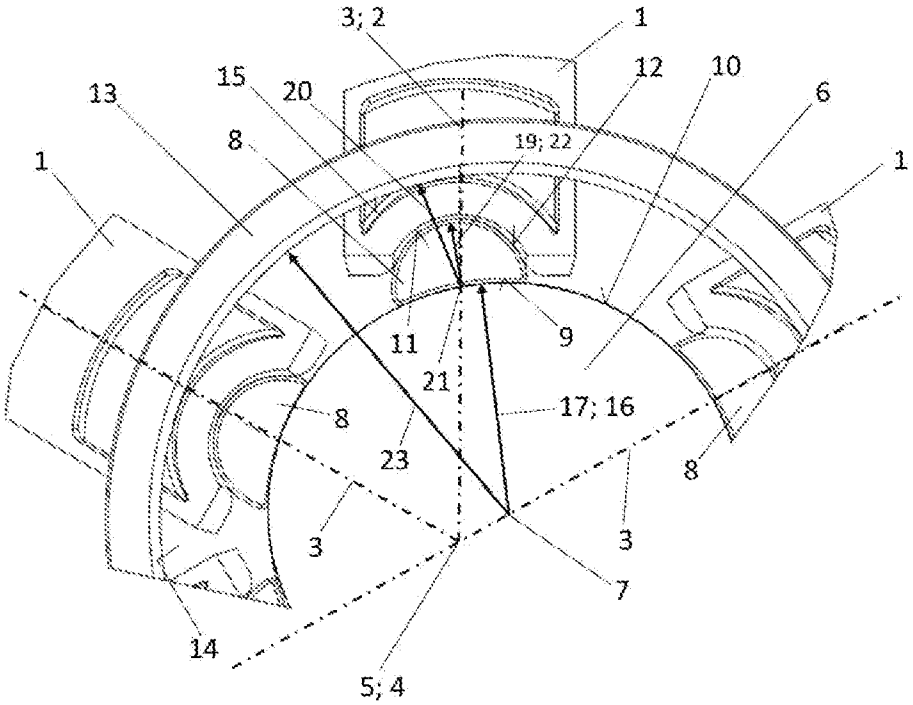

3; 2
1
15
20
12
10
6
13
8
19; 22
1
1
11
9
21
17; 16
8
23
8
3
3
7
14
5; 4

Fig. 2

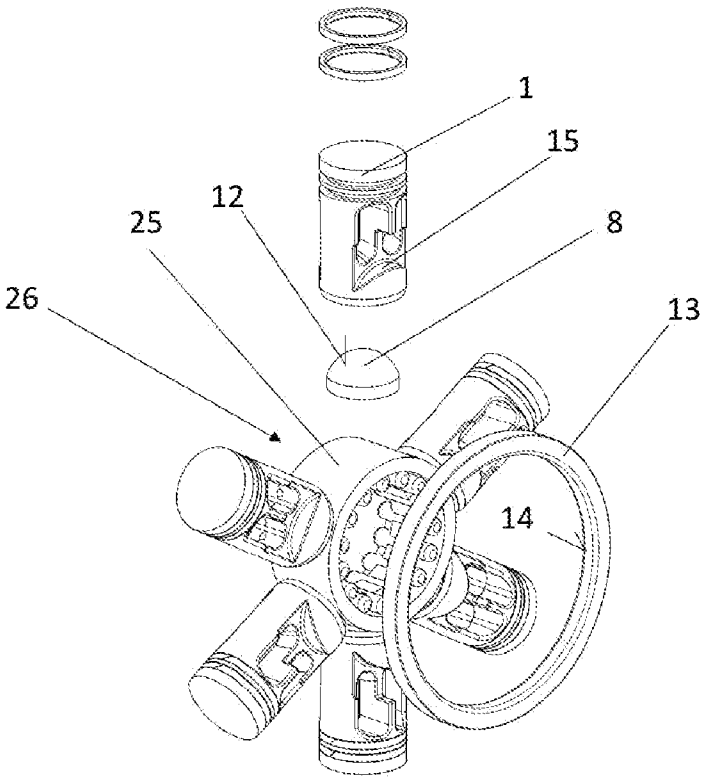

1
15
12
25
8
26
13
14

Fig. 3

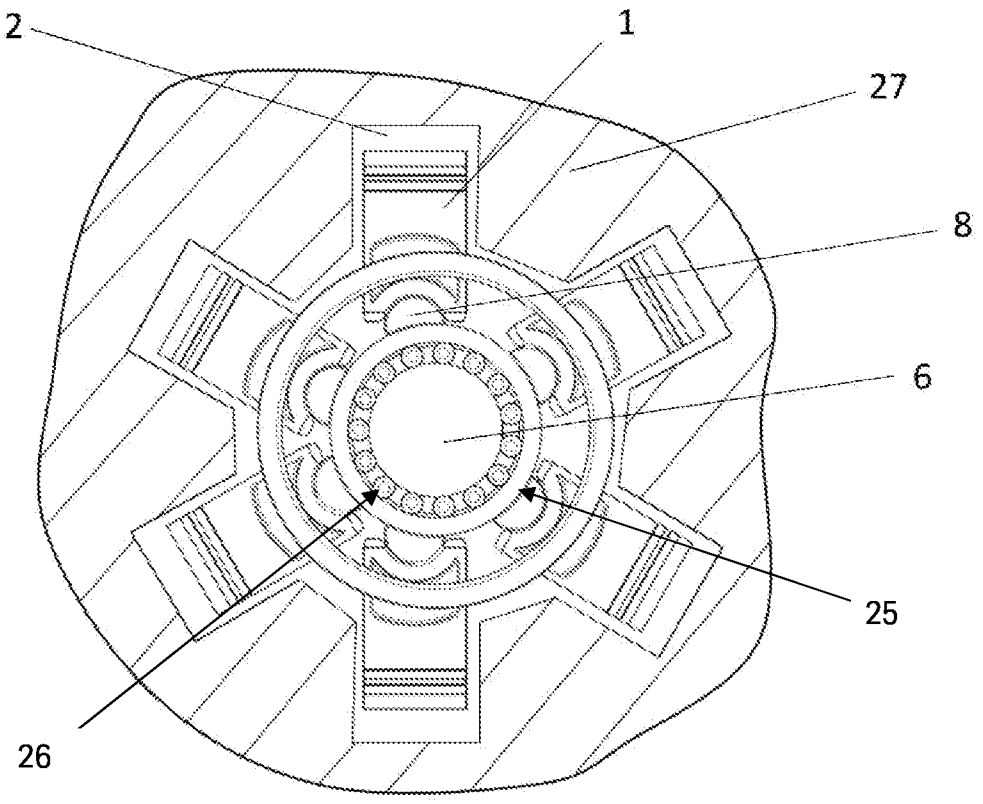


Fig. 4

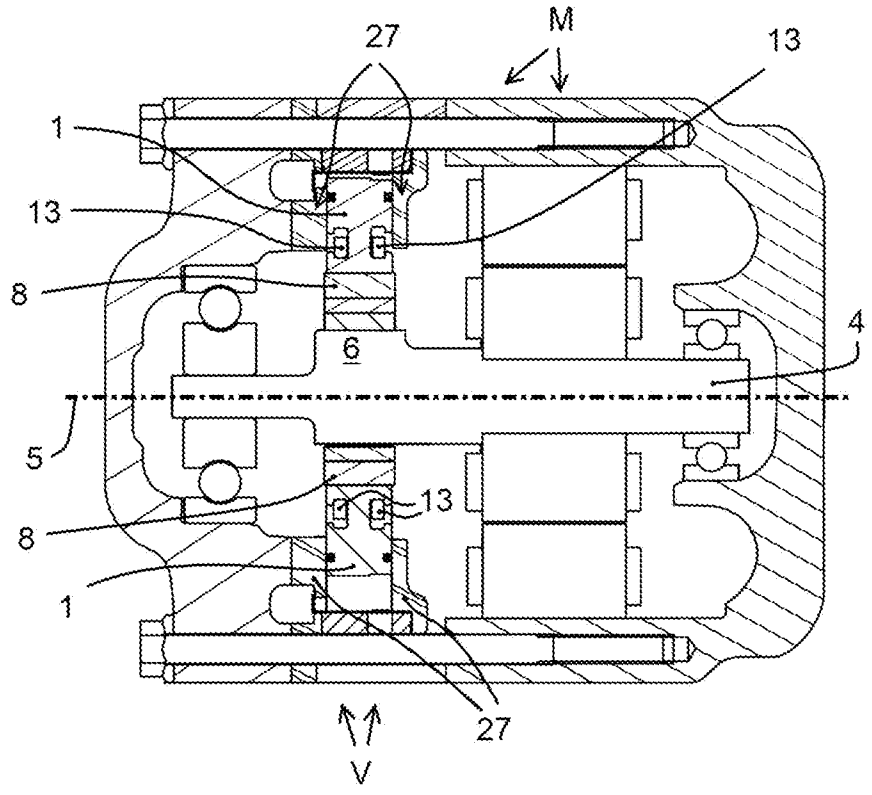
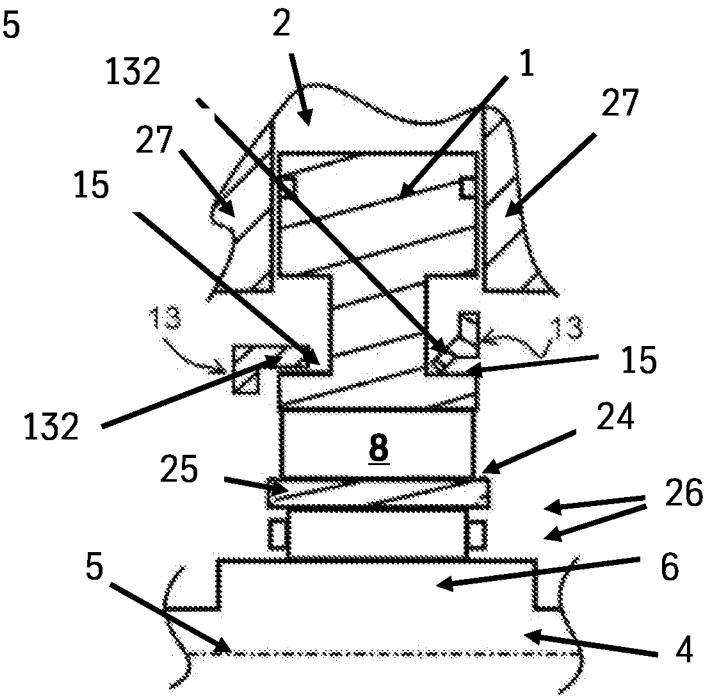


Fig. 5



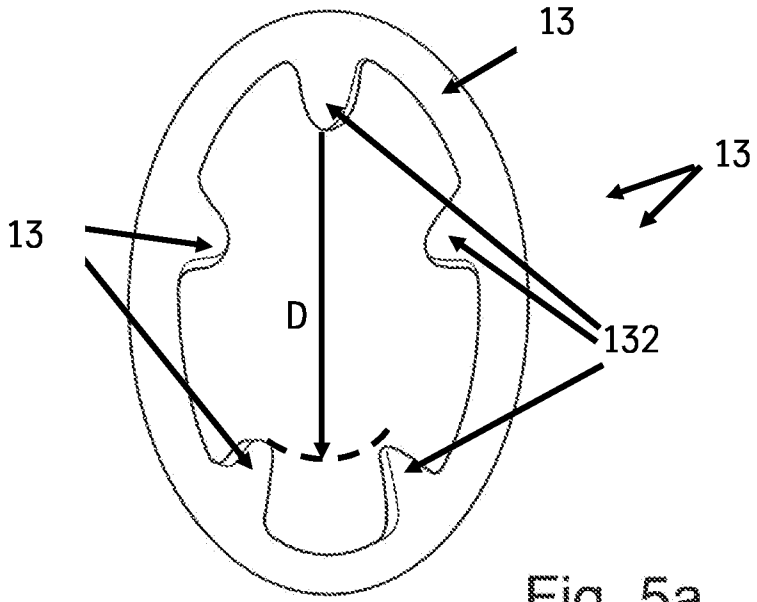


Fig. 5a

Fig. 5b

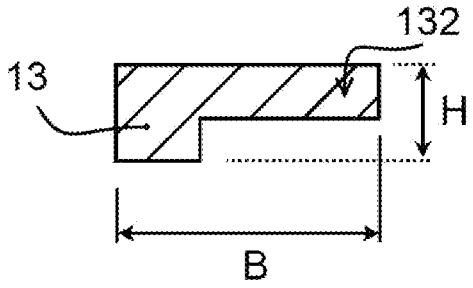
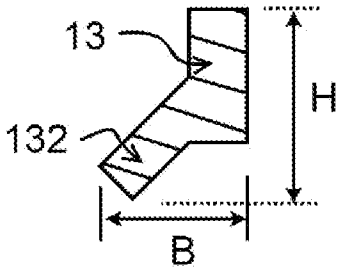


Fig. 5c



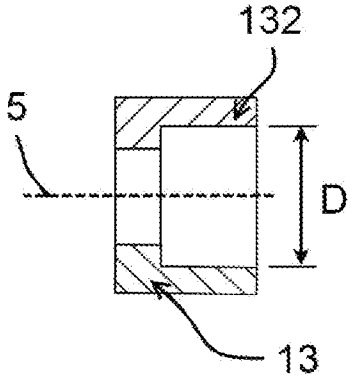


Fig. 5d

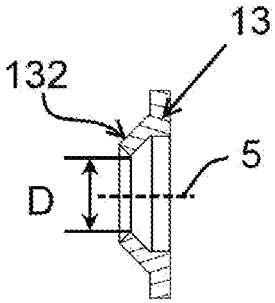


Fig. 5e

Fig. 6

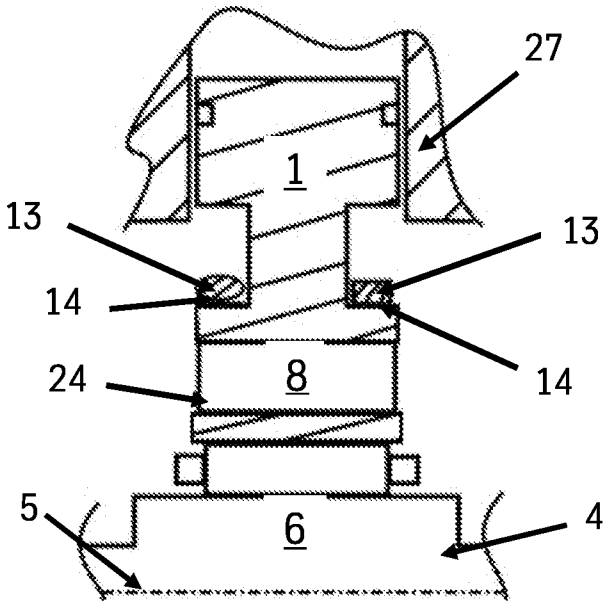


Fig. 6a

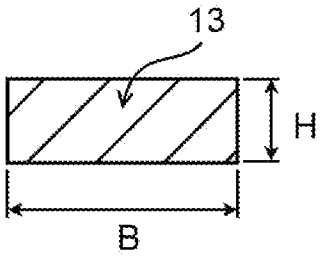


Fig. 6b

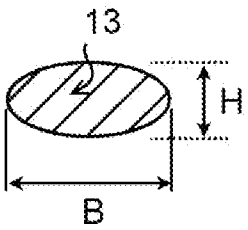


Fig. 6c

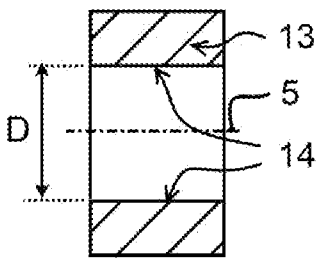


Fig. 6d

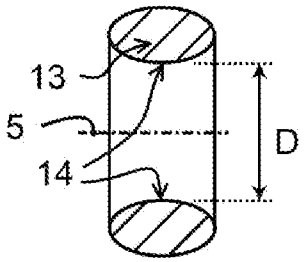


Fig. 6e

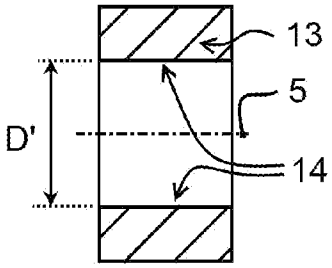


Fig. 6f

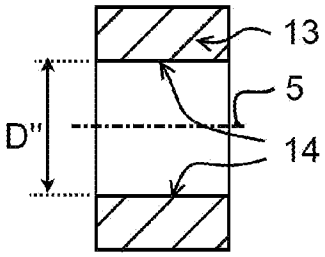


Fig. 7a

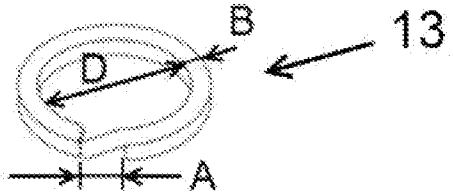


Fig. 7b

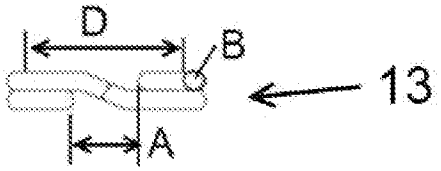


Fig. 7c

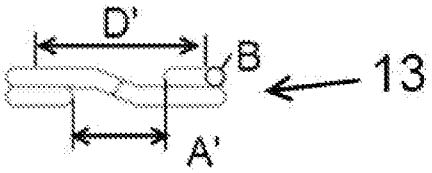


Fig. 7d

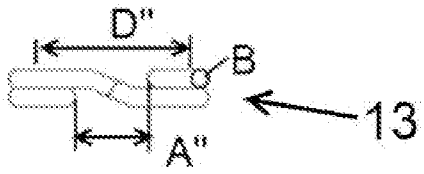


Fig. 8

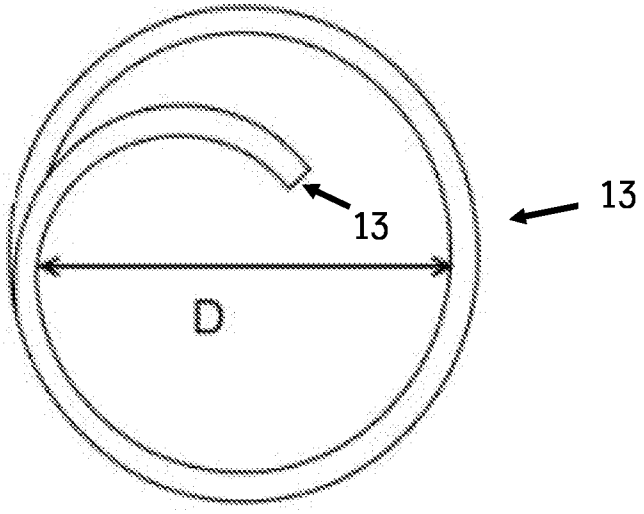


Fig. 9

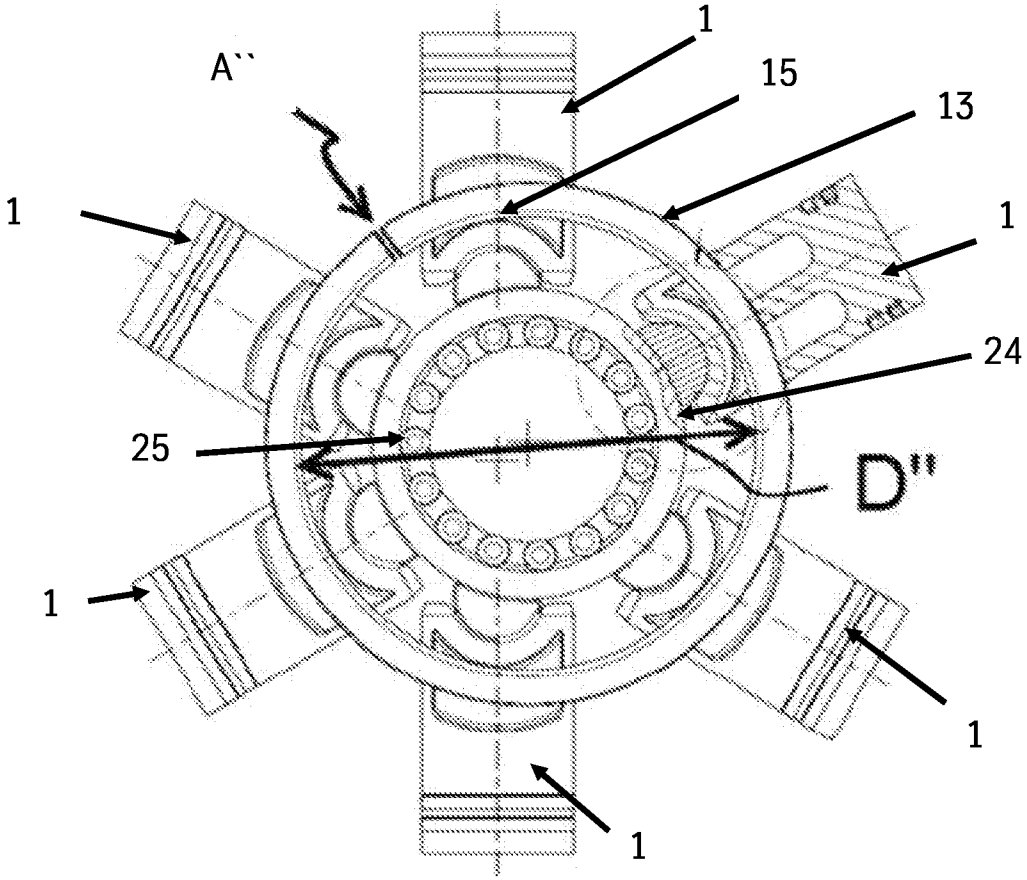


Fig. 9a

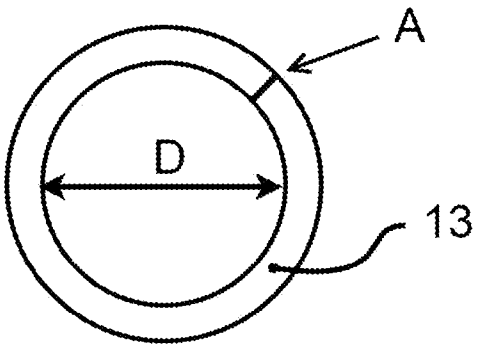


Fig. 9b

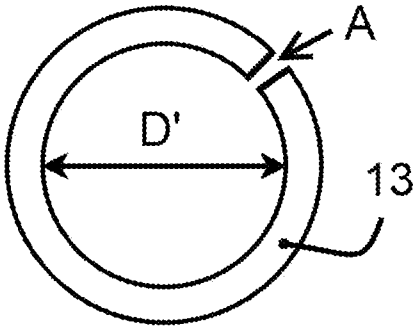
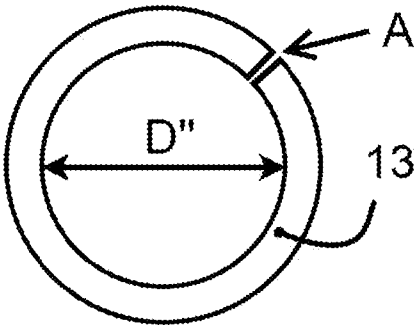


Fig. 9c



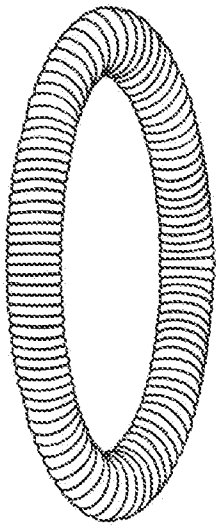
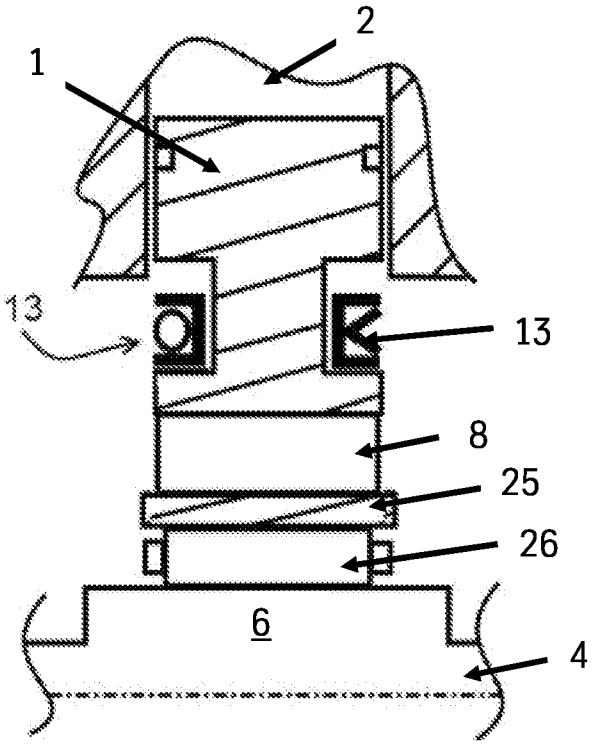


Fig. 10

Fig. 11



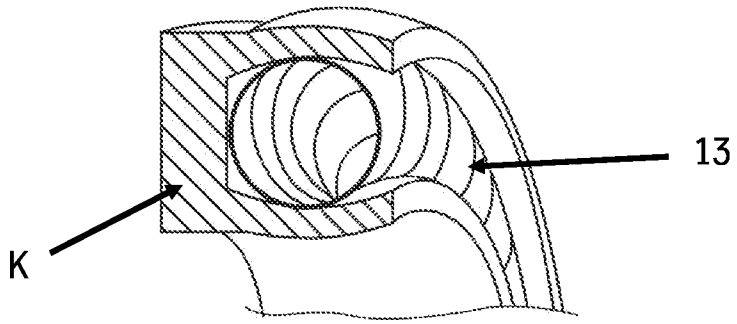


Fig. 11a

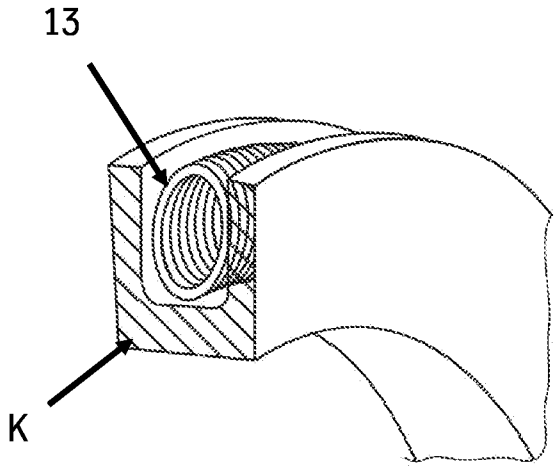


Fig. 11b

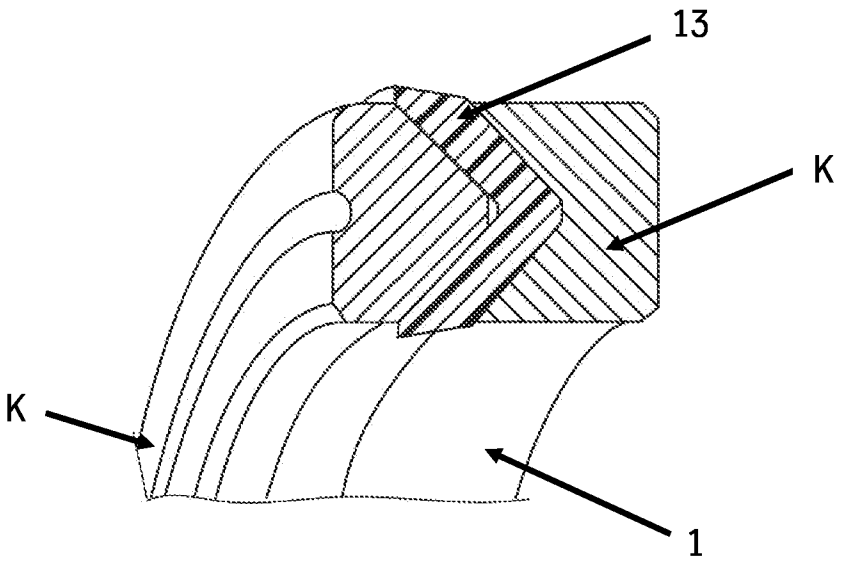


Fig. 11c

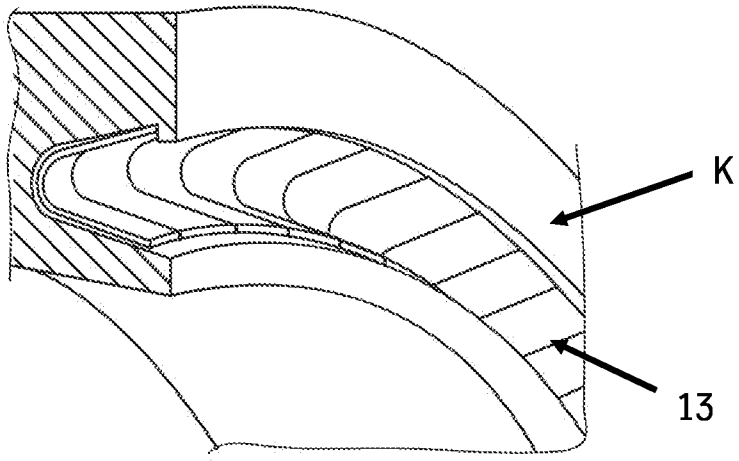


Fig. 11d