



(11)

EP 3 527 781 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.08.2019 Patentblatt 2019/34

(51) Int Cl.:
F01C 1/12 (2006.01) **F01C 19/02 (2006.01)**
F01C 19/06 (2006.01) **F01C 21/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **18156764.5**

(22) Anmeldetag: **14.02.2018**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD TN

(72) Erfinder: **HOFFMANN, Dirk**
21244 Buchholz i.d.N. (DE)

(74) Vertreter: **Ridderbusch, Oliver**
Prisma IP
Patentanwaltskanzlei
Landshuter Allee 10
80637 München (DE)

(71) Anmelder: **Fuelsave GmbH**
69190 Walldorf (DE)

(54) **DREHKOLBENMOTOR UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES DREHKOLBENMOTORS**

(57) Ein Drehkolbenmotor umfasst ein Gehäuse (10), welches einen Innenraum (11) bildet, und mindestens zwei Drehkolben (20, 30), welche im Innenraum (11) angeordnet sind. Am Innenraum (11) sind ein Einlass (13) und ein Auslass (15) zum Durchleiten eines Fluids durch den Innenraum (11) gebildet. Dabei werden die Drehkolben (20, 30) von durchströmendem Fluid angetrieben. Jeder Drehkolben (20, 30) hat an seinem Außenumfang mindestens zwei Dichtleisten (21, 31), welche über eine Federung nach außen gedrückt werden. Erfindungsgemäß umfasst jeder Drehkolben (20, 30) mindestens zwei Hohlräume (27, 37), in denen jeweils ein elastischer zylinderförmiger Deformationskörper (28, 38) angeordnet ist. Die Dichtleisten (21, 31) ragen in die Hohlräume hinein und gegen den darin aufgenommenen Deformationskörper (28, 38). Durch diesen werden die Dichtleisten radial nach außen gedrückt.

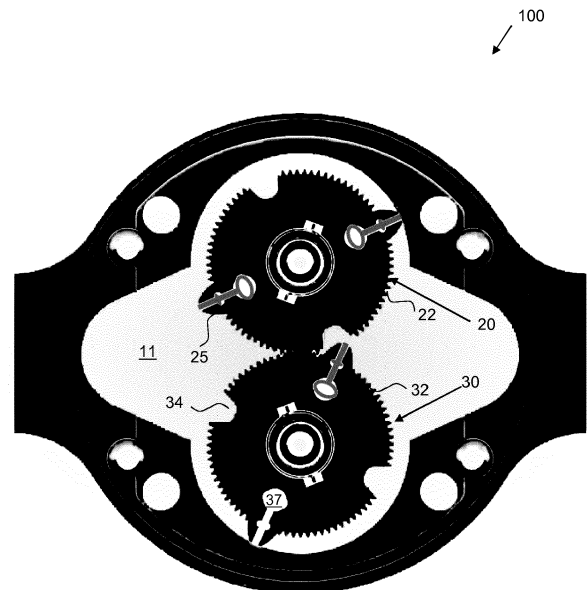


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich in einem ersten Aspekt auf einen Drehkolbenmotor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] In einem zweiten Gesichtspunkt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Drehkolbenmotors nach dem Oberbegriff des Anspruchs 13.

[0003] Drehkolbenmotoren werden vielfältig zur Energiewandlung eingesetzt, insbesondere um Druck- oder Bewegungsenergie eines strömenden Fluids umzuwandeln in Rotationsenergie von einem oder mehreren Drehkolben.

[0004] Ein gattungsgemäßer Drehkolbenmotor umfasst ein Gehäuse, welches einen Innenraum bildet, und mindestens zwei Drehkolben, die im Innenraum angeordnet sind. Am Innenraum sind ein Einlass und ein Auslass zum Durchleiten eines Fluids durch den Innenraum gebildet. Hierbei strömt das Fluid an den Drehkolben entlang, so dass insbesondere die Drehkolben von durchströmendem Fluid angetrieben werden können.

[0005] Das Fluid kann prinzipiell beliebig sein, beispielsweise eine beliebige Flüssigkeit, ein beliebiges Gas oder ein Gemisch hieraus, welches auch Festpartikel enthalten kann. Genutzte Fluide unterscheiden sich insbesondere je nach Einsatzgebiet des Drehkolbenmotors. Beispielsweise kann es sich beim Fluid um Abgas eines Verbrennungsmotors oder einer anderen Verbrennungskraftmaschine handeln. Auch kann es sich um ein Fluid in einem Kreisprozess handeln, mit dem Abwärme genutzt wird. Dies kann bei Kraftwerken, Fertigungsanlagen, Heizanlagen und einer Vielzahl anderer Anlagen gewünscht sein.

[0006] Für einen möglichst hohen Wirkungsgrad eines Drehkolbenmotors sind dessen Dichtungseigenschaften bedeutsam. Bei dem gattungsgemäßen Drehkolbenmotor umfasst jeder Drehkolben an seinem Außenumfang mindestens zwei Dichtleisten, welche über eine Federung nach außen gedrückt werden. Hierdurch können die Dichtleisten dichtend die Gehäuseinnenwand, welche den Innenraum begrenzt, kontaktieren.

[0007] Solche Drehkolbenmotoren sind beispielsweise bekannt aus DE 102007019958 A1, GB 576603 A, GB 2486787 A und WO 2010081469 A2. Weitere Drehkolbenmotoren mit einer vorteilhaft geringen Reibung sind von der Anmelderin beschrieben in EP 3144494 A1, EP 3184758 A1 und EP 3144471 A1.

[0008] Bei einem entsprechenden gattungsgemäßen Verfahren zum Betreiben eines Drehkolbenmotors wird ein Fluid durch einen Einlass an einem Gehäuse eingeleitet. Das Gehäuse bildet einen Innenraum, in dem mindestens zwei Drehkolben angeordnet sind. Beim Durchströmen des Innenraums zu einem Auslass hin treibt das Fluid die Drehkolben an. Jeder Drehkolben umfasst an seinem Außenumfang mindestens zwei Dichtleisten, welche über eine jeweilige Federung nach außen gedrückt werden.

[0009] Als eine **Aufgabe** der Erfindung kann angese-

hen werden, einen Drehkolbenmotor und ein Verfahren zum Betreiben eines Drehkolbenmotors anzugeben, welcher eine besonders hohe Effizienz bei möglichst hoher Lebensdauer des Motors ermöglicht.

[0010] Diese Aufgabe wird durch den Drehkolbenmotor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst.

[0011] Vorteilhafte Varianten des erfindungsgemäßen Drehkolbenmotors und des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche und werden außerdem in der folgenden Beschreibung erläutert.

[0012] Bei dem Drehkolbenmotor der oben genannten Art sowie dem Verfahren der oben genannten Art umfasst erfindungsgemäß jeder Drehkolben mindestens zwei Hohlräume, in denen jeweils ein elastischer länglicher oder zylinderförmiger Deformationskörper angeordnet ist. Die Dichtleisten ragen in die Hohlräume hinein und gegen den im jeweiligen Hohlraum aufgenommenen elastischen Deformationskörper, wodurch die Dichtleisten radial nach außen gedrückt werden.

[0013] Ein elastischer länglicher Deformationskörper kann insbesondere ein Schlauch sein, insbesondere aus Silikon oder einem anderen elastischen, metallfreien Material.

[0014] Als ein Vorteil bewirkt ein elastischer länglicher oder zylinderförmiger Deformationskörper einen weitgehend gleichmäßigen Druck auf die Dichtleiste über deren gesamte Länge. Die Länge ist hierbei die Abmessung in Axialrichtung der Drehkolben. Zudem werden durch die Form und Gestaltung eines zylinderförmigen Deformationskörpers eine stabile und langlebige Ausführung bereitgestellt, welche ihre Funktion, auf die Dichtleisten hinreichend Druck auszuüben, selbst bei Rissen im Deformationskörper noch weitgehend ausführt. Dabei bestehen keine wesentlichen Gefahren der Beschädigung des Motors bei Schäden am Deformationskörper, was insbesondere gegenüber metallischen Federungen ein wichtiger Vorteil ist.

[0015] So werden beim Stand der Technik in der Regel metallische Federn eingesetzt, um die Dichtleisten nach außen vorzuspannen. Bei Schäden oder Brüchen metallischer Federn besteht die Gefahr, dass Metallsplinter in andere Motorbereiche eindringen und dort erhebliche Schäden verursachen können. Zudem üben Metallfedern einen Druck nur in einem verhältnismäßig kleinen Bereich aus, so dass eine Dichtleiste nicht gleichmäßig über ihre Länge nach außen gedrückt wird. Ein ungleichmäßiger Druck führt aber unweigerlich dazu, dass in manchen Bereichen ein unnötig hoher Druck vorliegt, womit Reibungsverluste unnötig steigen, während in anderen Bereichen ein zu niedriger Druck bestehen könnte, welcher keine hinreichende Dichtung erreicht und somit den Wirkungsgrad des Motors verschlechtert.

[0016] Beispielsweise wird in DE 102007019958 A1 eine metallische Blattfeder 17 verwendet, welche keinen gleichmäßigen Druck über die Länge der Dichtleiste 4 erreicht. Zudem kann ein Bruch der metallischen Blatt-

feder schwerwiegende Beschädigungen des Motors herbeiführen. Bei GB 576603 A werden Spiralfedern 19 eingesetzt, welche ebenfalls keinen gleichmäßigen Druck ausüben und wohl aus Metall gefertigt sind. In vergleichbarer Weise werden in GB 2486787 A eine Feder 52 und in WO 2010081469 A2 spiralförmig dargestellte Federn verwendet. Gerade durch Vibrationen besteht hier eine ernste Gefahr von Beschädigungen der Federn mit Folgeschäden am Motor.

[0017] Demgegenüber bietet die Erfindung eine gleichmäßigere und dabei reibungsärmere Dichtung über die Dichtleisten, wobei Risiken durch Materialermüdung verringert sind. Vorzugsweise umfasst oder besteht der Deformationskörper aus einem nicht metallischen Material, insbesondere Gummi oder Silikonelastomere wie Silikon oder andere siliziumorganische Verbindungen, Karbon, Nylon oder Kunststoff. In dieser Weise kann die gesamte Federung der Dichtleisten ohne Metalle gestaltet sein.

[0018] Als ein weiterer Vorteil können zylindrische Deformationskörper besonders einfach nach einem bestimmten Wartungsintervall ausgetauscht werden. Eine feinmotorische Positionierung wie bei Spiralfedern ist nicht erforderlich.

[0019] Die Hohlräume, in denen die zylindrischen Deformationskörper aufgenommen sind, können ebenfalls zylinderförmig sein und in Längsrichtung der Drehkolben, insbesondere parallel zur Längsachse / Rotationsachse der Drehkolben, verlaufen. Die Hohlräume sowie die aufgenommenen Deformationskörper befinden sich jeweils radial inwärts von einer zugehörigen Dichtleiste.

[0020] Der Schlauch / zylindrische Deformationskörper kann sich über die gesamte Länge des Hohlraums erstrecken, wobei der Schlauch über die gesamte Länge in Kontakt mit der zugehörigen Dichtleiste steht und diese nach außen drückt. Insbesondere kann der Kontakt über die gesamte Länge des Hohlraums durchgängig, also lückenlos, sein, was im Gegensatz zu herkömmlicherweise verwendeten Spiralfedern oder Blattfedern steht.

[0021] Der Deformationskörper in einem Hohlraum kann einstückig gebildet sein oder prinzipiell auch durch mehrere separate zylinderförmige Deformationskörpereinheiten gebildet sein, welche in Längsrichtung hintereinander im Hohlraum angeordnet sind, beispielsweise mehrere aneinandergereihte Schläuche. Zur sprachlichen Vereinfachung wird in dieser Beschreibung in der Regel von einem Deformationskörper oder einem Schlauch geredet, der in einem Hohlraum angeordnet ist; dies muss nicht heißen, dass nicht weitere, gleich oder anders gestaltete Deformationskörper/Schläuche zusätzlich im selben Hohlraum angeordnet sind. Dies kann vorteilhaft sein, um eine gewisse Entkoppelung hinsichtlich möglicher Rissbildungen an einem von mehreren Deformationskörpern im selben Hohlraum zu erzielen. Allerdings kann ein einziger Deformationskörper pro Hohlraum sinnvoll sein, um einfache Wartungs- oder Austauschvorgänge zu ermöglichen. Die Beschreibung als "länglicher" Deformationskörper kann so definiert

sein, dass dessen Länge (oder Ausdehnung in Richtung der Drehachse des zugehörigen Drehkolbens) mindestens 5mal so groß ist wie dessen Durchmesser (oder Abmessung in einer Richtung senkrecht zur Drehachse des Drehkolbens).

[0022] Eine Gestaltung des elastischen zylinderförmigen Deformationskörpers als Schlauch bietet eine besonders gute Elastizität mit großem Federweg, bei gleichzeitig hoher Stabilität und Lebensdauer. Unter einem Schlauch wird ein länglicher, hohler Körper verstanden, wobei der Deformationskörper prinzipiell aber auch eine massive Stangenform haben kann, wodurch die Langlebigkeit unter Umständen weiter verbessert sein kann. Vorzugsweise ist der Deformationskörper selbst aus einem elastischen Material, wobei es aber auch denkbar ist, dass eine elastische Lagerung einen nichtelastischen Zylinderkörper/Deformationskörper gegen die Dichtleisten drückt.

[0023] Die Deformationskörper können im Querschnitt jeweils kreisförmig oder oval geformt sein, wobei wie beschrieben eine hohle Ringform eingesetzt werden kann. Aber auch andere Querschnittsformen, beispielsweise eckige, rechteckige oder sternförmige Formen, können eingesetzt werden. Der Querschnitt soll in der gesamten vorliegenden Beschreibung als ein Schnitt senkrecht zu einer Längs- oder Rotationachse der Drehkolben angesehen werden.

[0024] Unter der Zylinderform kann verstanden werden, dass der Deformationskörper eine längliche Form hat, deren Ausdehnung in Axialrichtung des Drehkolbens mindestens fünfmal so groß ist wie seine Querschnittsausdehnung. Die Zylinderform kann über ihre Länge eine gleiche Querschnittsform oder -größe haben.

[0025] Der Schlauch oder Deformationskörper kann einen Außenradius haben, welcher im Wesentlichen gleich einem Radius des Hohlraums ist, in welchem der Deformationskörper aufgenommen ist. Hat der Hohlraum im Querschnitt keine Kreisform, so kann unter seinem Radius der kleinste Abstand vom Hohlraummittelpunkt zu einer Wand des Hohlraums angesehen werden.

[0026] Anstelle eines kreisförmigen Querschnitts kann der Hohlraum auch im Querschnitt einen oder mehrere Kreisformabschnitte sowie einen oder mehrere weitere andersgeformte Bereiche umfassen, wodurch ein Einführen des schlauchartigen Deformationskörpers in den Hohlraum erleichtert sein kann.

[0027] Im Querschnitt hat jeder Hohlraum eine Ausdehnung in Radialrichtung des zugehörigen Drehkolbens sowie eine Ausdehnung senkrecht hierzu, das heißt in Umfangsrichtung des zugehörigen Drehkolbens. Die Ausdehnung in Radialrichtung kann nun kleiner sein als die Ausdehnung in Umfangsrichtung. Hierdurch kann erreicht werden, dass bei eingesetztem Schlauch oder Deformationskörper noch ein Teil des Hohlraums in Umfangsrichtung frei ist, während der Schlauch oder Deformationskörper in radialer Richtung den Hohlraum ausfüllt oder weitestgehend ausfüllt. Bei einer Kompression des Schlauchs in Radialrichtung des Drehkolbens kann sich

der Schlauch in den noch freien Teil des Hohlraums ausdehnen. In dieser Weise wird die mögliche radiale Kompressionsstrecke des Schlauchs erhöht.

[0028] Jede Dichtleiste kann im Querschnitt einen verbreiteten Mittelbereich haben. Dieser greift in eine entsprechende Haltenut im jeweiligen Drehkolben ein. Hierdurch wird ein Bewegungsfreiraum der Dichtleiste in Radialrichtung des Drehkolbens beziehungsweise nach außen begrenzt. Unter einem verbreiteten Mittelbereich soll eine Verbreiterung verstanden werden, die in einem entlang der Radialrichtung mittigen Bereich der Dichtleiste gebildet ist. Die Begrenzung des Bewegungsfreiraums nach außen führt auch dazu, dass bei hohen Drehzahlen die Dichtleisten nicht zu stark durch Fliehkräfte nach außen gedrückt werden.

[0029] In anderen Worten weist ein Drehkolben also einen Hohlraum auf, der über einen Schlitz radial nach außen offen ist. In dem Schlitz ist die Dichtleiste angeordnet. Der Schlitz kann seitlich durch die Dichtleiste dichtend ausgefüllt sein. Der Schlitz ist schmaler als der Deformationskörper im Hohlraum, so dass der Deformationskörper nicht durch den Schlitz austreten kann. Am Schlitz ist in einem mittigen Bereich, das heißt weder direkt an den Hohlraum angrenzend, noch am radial äußeren Ende des Schlitzes, eine breitere Öffnung vorhanden, welche als Haltenut bezeichnet wird. Die Dichtleiste ragt in diese breitere Öffnung hinein, so dass ihr Bewegungsfreiraum in radialer Richtung beschränkt wird.

[0030] Anstelle oder zusätzlich zur Haltenut können auch andere Mechanismen vorgesehen sein, um eine Bewegung der Dichtleiste nach außen zu begrenzen. Beispielsweise können der Schlitz und die Dichtleiste nach außen (in radialer Richtung) schmaler werden. Der dickere Innenbereich der Dichtleiste verhindert so, dass die Dichtleiste durch den Schlitz nach außen rutscht.

[0031] Die Dichtleisten können anfänglich eine Radialabmessung haben, welche etwas größer ist als für eine Abdichtung erforderlich; überschüssiges Material wird sodann im Betrieb abgerieben, bis eine Radiallänge erreicht wird, bei welcher kaum Reibung an den Dichtleisten und demnach wenig Abrieb entsteht.

[0032] Jede Dichtleiste hat im Querschnitt eine Länge oder Radiallänge, die in Radialrichtung des zugehörigen Drehkolbens definiert ist, sowie eine Breite senkrecht hierzu. Es kann vorgesehen sein, dass die Radiallänge mindestens dreimal so groß ist wie die Breite. Die Seitenverhältnisse der Dichtleiste sind relevant für die Verformung der Dichtleiste unter Druck. Insbesondere wenn die Dichtleiste mit einem sie umgebenden Zahn des Drehkolbens in eine Mulde des jeweils anderen Drehkolbens eingreift, ist ein Druck auf die Dichtleiste wichtig, um diese geringfügig nach innen zu verformen. Hierdurch wird die Reibung zwischen Dichtleiste und Mulde reduziert. Insbesondere kann sich ein Luftfilm oder eine Luftschmierung ausbilden, durch welche kein oder kaum Kontakt zwischen einer Dichtleiste und dem anderen Drehkolben entsteht und somit Materialabrieb minimiert ist. Diese gewünschte Wirkung kann aber nur eintreten,

wenn die Radialverformung der Dichtleiste bei einem Druck genügend groß ist. Dazu sollte die Radiallänge der Dichtleiste wenigstens die dreifache Breite der Dichtleiste betragen. Dies steht im Gegensatz zu beispielsweise GB 2486787 A, wo eine breite und kurze Dichtleiste 54 nicht die gewünschte Verformung erzielen kann.

[0033] Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann bei dem gattungsgemäßen Drehkolbenmotor vorgesehen sein, dass jeder Drehkolben an seinem Außenumfang einen Zahnkranz aufweist. Die Zahnkränze beider Drehkolben greifen ineinander und stellen so eine dichtende Verbindung zwischeneinander her. Zudem werden hierdurch eine definierte Rotationsstellung beider Kolben zueinander sowie eine gemeinsame Rotationsgeschwindigkeit beider Drehkolben sichergestellt. Jeder Zahnkranz ist unterbrochen durch:

- mindestens zwei Auswölbungen, welche über den jeweiligen Zahnkranz radial hervorstehen und jeweils einen Schlitz zum Aufnehmen einer der Dichtleisten umfassen, und
- mindestens zwei Mulden, in welche die Auswölbungen des jeweils anderen Drehkolbens bei einem gemeinsamen Rotieren beider Drehkolben eingreifen.

[0034] Bei dieser Ausführungsform sind die Auswölbungen und die Mulden so geformt, dass bei einem Eingreifen einer der Auswölbungen in eine der Mulden ein dichtender Kontakt zwischen den Zahnkränzen unmittelbar vor der Mulde hergestellt ist und ein erster Kontakt zwischen dieser Auswölbung und dieser Mulde an einer hinteren Seite der Auswölbung zu einem hinteren Teil der Mulde erfolgt, so dass ein Gaseinschluss und eine Gaskompression in der Mulde erfolgen. Durch eine weitere Gaskompression bei Weiterdrehung der Drehkolben steigt der Druck soweit, dass das Gas allmählich entweicht, indem sich ein Gasfilm zwischen den Drehkolben bildet. Der Gasfilm wirkt reibungsreduzierend und kann auch als Luftschmierung bezeichnet werden. Dadurch steigt der Wirkungsgrad des Motors und ein Verschleiß, insbesondere der Dichtleisten, tritt nur sehr langsam ein. Diese Ausführung ist besonders wirkungsvoll, wenn ein Gas als Fluid verwendet wird, da hier die Kompressionswirkung stärker ist als bei Flüssigkeiten. Aber auch bei Flüssigkeiten kann diese Ausführung vorteilhaft eingesetzt werden.

[0035] Mit dem ersten Kontakt wird vorstehend bezeichnet, an welcher Stelle eine Auswölbung von einem Drehkolben und eine Mulde des anderen Drehkolbens sich bei gemeinsamer Rotation als erstes berühren oder am nächsten kommen. Der hintere Teil einer Mulde und die hintere Seite der Auswölbung sind hierbei als hintere Seite im Sinne einer Drehrichtung der zugehörigen Drehkolben zu verstehen. Eine Auswölbung hat demnach drei Bereiche:

- eine vordere Seite, welche gewölbt / gekrümmt ist

und in Drehrichtung des Drehkolbens nach vorne zeigt;

- einen mittigen Bereich, welcher am weitesten hervorsteht und in welchem der Schlitz für die Dichtleiste gebildet ist, und
- eine hintere Seite welche gewölbt / gekrümmt ist und in Drehrichtung des Drehkolbens nach hinten zeigt.

[0036] Die Form jeder Auswölbung kann beidseitig des Schlitzes je einen Plateaubereich bilden. In dem Plateaubereich (dem mittigen Bereich) fällt ein Drehkolbenradius, der bis zum Mittelpunkt des Drehkolbens definiert ist, nicht ab. Der Radius fällt demnach erst außerhalb des Plateaubereichs ab, also an der vorderen und hinteren Seite der Auswölbung. Dadurch erfolgt bei einem Eingreifen einer der Auswölbungen in eine der Mulden der erste Kontakt zwischen der Mulde und dem hinteren der Plateaubereiche, oder zwischen der Mulde und der hinteren Seite der Auswölbung, das heißt dem Krümmungsabschnitt der Auswölbung, welcher hinter dem Plateaubereich folgt.

[0037] Die Abmessungen der zwei flachen Bereiche des Plateaubereichs neben der Dichtleiste sollten zusammen so breit wie oder breiter als die Dichtleiste sein, damit der gewünschte Kontakt der gewölbten Hinterseite mit der Muldenwand des anderen Drehkolbens eintritt. Insbesondere sollten die beiden flachen Bereiche summiert eine Breite haben, die mindestens 80%, der Breite der Dichtleiste beträgt. Der Plateaubereich muss nicht vollkommen eben sein, sondern kann eine geringfügige Krümmung haben, insbesondere so, dass der Plateaubereich einen konstanten Außenradius gemessen ab dem Drehkolbenmittelpunkt hat. Als ein wichtiger Vorteil wird durch die Formung der Auswölbungen und der Mulden erreicht, dass sich ein Gasfilm / Luftfilm an den äußeren Enden der Auswölbungen und der Dichtleisten, die in den Auswölbungen gehalten sind, bildet, wodurch Reibung verringert wird. Es kann besonders bevorzugt sein, diese Gestaltung zusammen mit der vorbeschriebenen Federung der Dichtleisten durch zylindrische Deformationskörper einzusetzen.

[0038] Der erfindungsgemäße Drehkolbenmotor kann für prinzipiell beliebige Einsatzzwecke genutzt werden, beispielsweise in Biogasanlagen, Heizkraftwerken, gekoppelt mit Generatoren zur Stromerzeugung, zum Antreiben von Fahrzeugen oder Schiffen, zur Abwärmenutzung, insbesondere bei Kraftwerken, Fahrzeugen oder Schiffen, oder auch in Gestaltung als Verbrennungsmotor. In diesem Fall kann es sein, dass der Deformationskörper / Silikonschlauch vor zu hohen Temperaturen der Verbrennung geschützt werden sollte, wozu beispielsweise eine Vorkammer zur Entzündung eingesetzt werden kann, und bei der Verbrennung entstehende Gase erst von der Vorkammer (über beispielsweise eine Schlitzwalze) in den hier beschriebenen Innenraum mit den Drehkolben eintreten muss. Auch kann der Drehkol-

benmotor die Turbine eines Turboladers ersetzen, als Pumpenantrieb dienen oder in Werkzeugen eingesetzt werden. Bei den beschriebenen Einsatzzwecken als Motor wird der Fluiddruck oder die Fluidströmung genutzt, um die Drehkolben in Rotation zu versetzen. Der Motor kann bei Varianten der Erfindung auch umgekehrt genutzt werden, indem die Drehkolben rotiert werden, um hierdurch ein Fluid zu transportieren, womit der Motor als Pumpe, Kompressor oder Verdichter wirkt. Die als zusätzliche Merkmale des Drehkolbenmotors beschriebenen Eigenschaften der Erfindung ergeben bei bestimmungsgemäßem Gebrauch auch Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0039] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden nachstehend mit Bezug auf die beigefügten schematischen Figuren beschrieben. Hierin zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt eines Drehkolbenmotors gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2 eine weitere Querschnittsdarstellung eines Drehkolbenmotors gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 3 einen vergrößerten Ausschnitt des Drehkolbenmotors aus Fig. 2;

Fig. 4A, 4B, 4C Querschnittsansichten des Drehkolbenmotors aus Fig. 2 in unterschiedlichen Rotationsstellungen.

[0040] Gleiche und gleich wirkende Bestandteile sind in den Figuren in der Regel mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0041] Erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele eines Drehkolbenmotors 100 werden zunächst unter Bezug auf die Figuren 1 und 2 beschrieben. Der Drehkolbenmotor 100 umfasst zwei Drehkolben 20, 30, die gemeinsam rotieren und von einem durchströmenden Fluid angetrieben werden können. Die Drehachsen beider Drehkolben 20, 30 verlaufen durch die jeweiligen Mittelpunkte der Drehkolben 20, 30. Die Querschnittsdarstellungen der Figuren 1 und 2 sind Schnittansichten senkrecht zu diesen Drehachsen.

[0042] Der Drehkolbenmotor 100 umfasst ein Gehäuse 10, beispielsweise ein Metallgehäuse, welches in seinem Inneren einen Innenraum 11 bildet. Der Innenraum 11 kann bis auf einen Einlass 13 und einen Auslass 15 fluiddicht gebildet sein. Im Innenraum 11 sind die beiden Drehkolben 20, 30 so angeordnet, dass sie jeweils einen dichtenden Kontakt zur Wand des Innenraums 11 bilden und auch einander dichtend berühren, unabhängig von ihrer momentanen Rotationsstellung. Wird ein Fluid durch den Einlass 13 in den Innenraum 11 geleitet, so kann es folglich nur zum Auslass 15 gelangen, wenn es an den Drehkolben 20, 30 entlang strömt und diese in

Rotation versetzt. Die Rotationsenergie der Drehkolben 20, 30 kann in prinzipiell bekannter Weise für an sich beliebige Einsatzzwecke genutzt werden, beispielsweise als mechanischer Antrieb oder zur Erzeugung elektrischer Energie mittels eines Generators.

[0043] Die beiden Drehkolben 20, 30 haben den gleichen Durchmesser und haben an ihrem Außenumfang jeweils einen Zahnkranz 22, 32. Die beiden Zahnkränze 22, 32 greifen ineinander ein. Hierdurch wird eine Dichtung zwischen den beiden Drehkolben 20, 30 erreicht und ein Fluiddurchtritt an dieser Stelle wird verhindert. Außerdem drehen sich die beiden Drehkolben 20, 30 durch die Zahnkränze 22, 32 synchron (einer im Uhrzeigersinn, der andere entgegengesetzt hierzu).

[0044] Zusätzlich hat jeder Drehkolben 20, 30 jeweils zwei Auswölbungen 25, 35, die über den jeweiligen Zahnkranz 22, 32 radial nach außen hervorstehen. Außer durch die Auswölbungen 25, 35 sind die beiden Zahnkränze 22, 32 auch von zwei Mulden 24, 34 unterbrochen. In den Bereichen der Mulden 24, 34 hat der jeweilige Drehkolben 20, 30 also einen kleineren Radius. Bei einer gemeinsamen Rotation der Drehkolben 20, 30 greift die Auswölbung 35 von einem der Drehkolben 30 in die Mulde 24 des anderen Drehkolben 20 ein, und umgekehrt.

[0045] Jede Auswölbung 25, 35 hat einen Schlitz, der sich in radialer Richtung erstrecken kann. In jedem Schlitz ist eine Dichtleiste 21, 31 angeordnet, welche aus dem Schlitz nach außen hervorragt. Die Dichtleisten 21, 31 können je nach Drehstellung der Drehkolben 20, 30 die Wand des Innenraums dichtend berühren.

[0046] Die Gestaltung der Dichtleiste sowie ihre Halterung und Federung sind von großer Bedeutung für Reibungs- und Dichtungseigenschaften des Motors, wodurch die Effizienz des Motors maßgeblich bestimmt wird. Häufig sind Dichtleisten sowie ihren Federungen außerdem diejenigen Komponenten, die dem größten Verschleiß unterliegen, sodass die Gestaltung der Dichtleisten und ihrer Federungen auch für Wartungsintervalle und die Lebensdauer des Motors von großer Bedeutung ist.

[0047] Jede Dichtleiste 21, 31 ist in einem Schlitz in einer der Auswölbungen 25, 35 an den Drehkolben aufgenommen. Die Schlitz münden jeweils in einen Hohlraum 27, 37. Bei herkömmlichen Drehkolbenmotoren befindet sich am Ende solcher Schlitz eine Feder, beispielsweise eine Spiralfeder oder Blattfeder. Diese verursachen jedoch einen ungleichmäßigen Druck: In Axialrichtung (aus der Zeichenebene heraus) hat eine Blattfeder nur in ihrer Mitte einen hohen Druck, der zum Rand stark abfällt. Spiralfedern wirken ebenfalls punktuell. Außerdem besteht die Gefahr, dass bei einem Bruch einer solchen Metallfeder kleine Metallpartikel in andere Motorenbereiche eindringen und schwerwiegende Schäden verursachen. Diese Nachteile werden überwunden, indem in jedem Hohlraum 27, 37 ein oder mehrere zylindrische Deformationskörper 28, 38 angeordnet sind, die aus einem elastischen Material wie Silikon oder Gummi

bestehen. Bei einer bevorzugten Gestaltung handelt es sich hierbei um einen Schlauch, insbesondere einen Silikonschlauch. Die Dichtleiste 21, 31 ragt bis an oder in den Hohlraum 27, 37 und gegen den Silikonschlauch. Dieser wird dadurch komprimiert und übt einen radial nach außen gerichteten Druck auf die Dichtleiste 21, 31 aus. In Axialrichtung kann dieser zylindrische Deformationskörper einen gleichen Querschnitt haben, so dass ein gleichmäßiger Druck über die Axiallänge hinweg ausgeübt wird. Zudem werden keine Metallteile verwendet, so dass bei einem Bruch des Schlauchs / Deformationskörpers keine Gefahr von Folgeschäden am Motor bestehen.

[0048] In Figur 2 ist zur Veranschaulichung am Drehkolben 30 nur eine einzige Dichtleiste mit zugehörigem Schlauch gezeigt, während der zweite Hohlraum 37 und der daran angrenzende Schlitz leer dargestellt sind. Im Gebrauch sind selbstverständlich auch hier ein Schlauch als Federung im Hohlraum 37 und eine Dichtleiste im Schlitz angeordnet.

[0049] Jeder Drehkolben kann symmetrisch aufgebaut sein, das heißt die Formen der Auswölbungen, Dichtleisten und Mulden sind zur Fluid-Anströmungsseite unabhängig vom Drehsinn des Drehkolbens. Dadurch kann der Drehkolbenmotor in beide Drehrichtungen gleichermaßen betrieben werden. Für einen Richtungswechsel wird allein die Einleitung des Fluids umgekehrt, also durch den Auslass 15 in den Innenraum 11 und durch den Einlass 13 hinaus.

[0050] Ein vergrößerter Ausschnitt des Drehkolbens 30 ist in Fig. 3 gezeigt. Die Dichtleiste 31 ragt radial nach außen über die Auswölbung 35 hinaus und ragt nach innen in den Hohlraum 37 hinein, in welchem hier ein hohler Schlauch 38B als Deformationskörper 38 verwendet wird. Die Dichtleiste 31 hat in einem mittleren Bereich eine Verdickung 31A. Der Spalt oder Schlitz für die Dichtleiste hat an entsprechender Stelle eine Ausnehmung (Haltenut), in welche die Verdickung 31A hineinragt. Die Dichtleiste 31 hat demnach einen kreuzförmigen Querschnitt. Hierdurch wird die Dichtleiste 31 im Schlitz gehalten und kann weder radial nach außen noch radial nach innen aus dem Schlitz austreten. Die Querschnittsabmessungen der Dichtleiste 31 sowie die Position der Ausnehmung am Schlitz sind so gewählt, dass die Dichtleiste 31 in den Hohlraum 37 hineinragt und (bei Stillstand des Motors) den Schlauch 30B komprimiert. Der Schlauch 30B ist demnach vorgespannt und bewirkt bei Stillstand oder beim Anlaufen des Motors einen dichten Kontakt der Dichtleiste 31 zur Innenwand des Gehäuses. Der Schlauch 38B hat einen runden Querschnitt, welcher ohne Vorspannung kreisförmig sein kann und durch die Vorspannung gegen die Dichtleiste 31 eine eingewölbte oder ovale Form haben kann. Bei höheren Drehzahlen des Motors bewirken auch die Fliehkräfte einen Druck der Dichtleiste nach außen und stellen somit eine dichtende Wirkung bereit. Damit der Druck der Dichtleisten nach außen nicht unnötig groß wird und unnötige Reibung erzeugt, wird durch die Verdickung 31A

ein Bewegungsraum der Dichtleiste 31 nach außen begrenzt. Wird bei höheren Fliehkräften die Dichtleiste 31 durch ihr Eigengewicht nach außen gedrückt, wird hierdurch der Silikonschlauch 38B entlastet, was sich positiv auf die Lebensdauer des Silikonschlauchs 38B auswirkt.

[0051] Die Verdickung 31A an der Dichtleiste 31 kann prinzipiell auch an ihrem inneren Ende gebildet sein, also direkt am Deformationskörper 38. Ein möglicher Kompressionsweg des Deformationskörpers 38 ist allerdings größer, wenn die Kontaktfläche zur Dichtleiste nicht zu groß ist, so dass es vorteilhaft sein kann, wenn die Verdickung 31A in einem mittigen Bereich geformt ist. Außerdem begrenzt die Verdickung 31A auch die Bewegungsmöglichkeit der Dichtleiste 31 nach innen, wodurch ein Austausch des Deformationskörpers 38 zu Wartungszwecken leichter möglich ist.

[0052] Die dichtende Wirkung der Dichtleisten 21, 31 ist für den Kontakt zur Gehäuseinnenwand gewünscht; hingegen wird eine Dichtung zwischen den beiden Drehkolben 20, 30 bereits durch die ineinandergreifenden Zahnkränze 22, 32 bewirkt und auch dadurch, dass die Auswölbungen 25, 35 in die Mulden 24, 34 eingreifen. Daher ist ein Kontakt der Dichtleisten 21, 31 zu den Mulden 34, 24 nicht erforderlich und kann im Gegenteil sogar unerwünscht sein, da hierdurch die Dichtleisten 21, 31 abgeschliffen werden und nach kürzerer Zeit ausgetauscht werden müssten.

[0053] Um diese Nachteile zu überwinden, wird eine spezielle Form der Drehkolben und der Dichtleisten genutzt, welche zu besonders geringer Reibung zwischen den Drehkolben führt. Dies wird näher mit Bezug auf die Figuren 4A bis 4C beschrieben. Diese Figuren zeigen den Kontaktbereich zwischen den zwei Drehkolben 20, 30, wobei die Figuren sich in den momentanen Drehstellungen der Drehkolben 20, 30 unterscheiden. Bei Figur 4A befindet sich die Auswölbung 25 noch außerhalb der Mulde 34, während bei Figur 4B die Auswölbung 25 gerade in die Mulde 34 eintaucht, und bei Figur 4C fast vollständig in der Mulde 34 aufgenommen ist.

[0054] Ein dichtender Kontakt zwischen den Drehkolben 20, 30 wird bei Fig. 4A bereits durch die ineinandergreifenden Zahnkränze 22, 32 erreicht, bevor die Auswölbung 25 eine Wand der Mulde 34 berührt. Die Mulde 34 ist somit vom Fluid im Innenraum 11 ausgefüllt, wobei die Zahnkränze 22, 32 ein Austreten des Fluids aus der Mulde 34 in Drehrichtung der beiden Drehkolben verhindern. Wird die Auswölbung 25 nun in die Mulde 34 eingedreht (Fig. 4B), so wird das Fluid in der Mulde 34 komprimiert. Der hohe Druck in der Mulde 34 drückt die Dichtleiste 21 in ihren Schlitz hinein. Hierdurch kommt die Dichtleiste 21 nicht oder kaum in Kontakt mit der Wand der Mulde 34, so dass kaum Verschleiß und Reibung an der Dichtleiste 21 eintreten. Beim Weiterdrehen der Drehkolben 20, 30 entweicht die komprimierte Luft / das komprimierte Fluid aus der Mulde 34, und zwar entgegen der Drehrichtung der Kolben 20, 30 (weil in Drehrichtung der Kolben durch die Zahnkränze, bei denen stets mindestens zwei Zähne von jedem Kolben in zwei Rillen des

anderen Kolbens eingreifen, kein Fluid entweichen kann). Durch dieses Entweichen der Luft entsteht ein Luftfilm oder eine Luftschmierung an der Dichtleiste 21 und der Auswölbung 25, womit der Kontakt reduziert wird und somit unnötige Reibung vermieden wird (Fig. 4C). Dieser vorteilhafte Effekt kann experimentell durch die Geräuschentwicklung der Luftkompression gut nachgewiesen und von herkömmlichen Aufbauten unterschieden werden, bei denen zwar Auswölbungen in Mulden eingreifen, aber keine hinreichende Dichtung entsteht, die zur Luftkompression und dem reibungsmindernden Luftfilm führt.

[0055] Beispielsweise fehlt bei GB2486787A eine Verzahnung, die eine genügende Dichtung in Drehrichtung erzeugt, wodurch erst eine stärkere Luftkompression möglich wird. Zudem ist die Form der Aufwölbung wichtig, welche nachstehend präziser beschrieben wird. Wie in Fig. 3 gezeigt, hat eine Auswölbung einen mittigen geraden Bereich 35B, welcher über gewölbte Seitenbereiche 35A und 35C zum Zahnkranz 32 übergeht. Um die aufgenommene Dichtleiste 31 vor Abrieb an der Wand der Mulde 24 zu schützen, ist es vorteilhaft, wenn eine Luftkompression in der Mulde 24 eintritt, bevor die Dichtleiste in Kontakt mit der Muldenwand kommt. Hierzu kann beim Eintauchen der Auswölbung 35 in die Mulde 24 ein erster Kontakt (oder alternativ ein kleinster Abstand) zwischen der Auswölbung 35 und der Mulde 24 an einer Stelle der Auswölbung 35 hinter (das heißt in Rotationsrichtung gesehen hinter) der Dichtleiste 31 erfolgen. Dies ist entweder der gewölbte Bereich 35C (Krümmungsabschnitt 35C) in Fig. 3 oder der mittige Plateaubereich 35B zwischen der Dichtleiste 31 und dem gewölbten Bereich 35C. Um dies zu erreichen, muss die Auswölbung 35 genügend breit sein. Dies kann insbesondere der Fall sein, wenn der Plateaubereich zwischen der Dichtleiste 31 und dem gewölbten Bereich 35C mindestens 40% der Dichtleistenbreite entspricht.

[0056] Vorzugsweise wird diese reibungsmindernde Nutzung eines Luftfilms zusammen mit der Dichtleistenfederung über einen Silikonschlauch oder einen ähnlichen zylindrischen Deformationskörper eingesetzt. So bietet die Erfindung einen Drehkolbenmotor mit überragendem Wirkungsgrad, wobei gleichzeitig Verschleiß gering ist.

Patentansprüche

1. Drehkolbenmotor umfassend:

- ein Gehäuse (10), welches einen Innenraum (11) bildet, und
- mindestens zwei Drehkolben (20, 30), welche im Innenraum (11) angeordnet sind,
- wobei am Innenraum (11) ein Einlass (13) und ein Auslass (15) gebildet sind zum Durchleiten eines Fluids durch den Innenraum (11) an den Drehkolben (20, 30) entlang,

- wobei jeder Drehkolben (20, 30) an seinem Außenumfang mindestens zwei Dichtleisten (21, 31) aufweist, welche über eine Federung nach außen gedrückt werden,

dadurch gekennzeichnet,

dass jeder Drehkolben (20, 30) mindestens zwei Hohlräume (27, 37) aufweist, in denen jeweils ein elastischer länglicher Deformationskörper (28, 38) angeordnet ist, wobei die Dichtleisten (21, 31) in die Hohlräume hinein und gegen den darin aufgenommenen elastischen länglichen Deformationskörper (28, 38) ragen und durch diesen radial nach außen gedrückt werden.

2. Drehkolbenmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** jeder elastische Deformationskörper (28, 38) durch jeweils einen Schlauch (38B) gebildet ist.

3. Drehkolbenmotor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** jeder elastische längliche Deformationskörper (28, 38) zylindrisch ist und eine Längsachse parallel zu einer Drehachse des zugehörigen Drehkolbens (20, 30) hat.

4. Drehkolbenmotor nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** jeder Hohlraum (27, 37) eine Zylinderform mit einer Längsachse hat, die sich parallel zu einer Längsachse der Drehkolben (20, 30) erstreckt, und dass sich jeder Schlauch (38B) über die gesamte Länge des zugehörigen Hohlraums (37) erstreckt, wobei der jeweilige Schlauch (38B) über die gesamte Länge in Kontakt mit der zugehörigen Dichtleiste (31) steht und diese nach außen drückt.

5. Drehkolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der elastische längliche Deformationskörper (28, 38) aus einem nicht metallischen Material besteht, insbesondere aus Silikon oder Gummi.

6. Drehkolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der Deformationskörper (28, 38) einen runden oder kreisförmigen Querschnitt hat.

7. Drehkolbenmotor nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** jeder Schlauch (38B) einen Außenradius hat, welcher im Wesentlichen gleich einem Radius des zugehörigen Hohlraums (37) ist, in welchem der jeweilige Schlauch (38B) aufgenommen ist.

8. Drehkolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet,**

dass jeder Hohlraum (27, 37) eine Ausdehnung in Umfangsrichtung des zugehörigen Drehkolbens (20, 30) hat, welche größer ist als eine Ausdehnung des Hohlraums (27, 37) in Radialrichtung des zugehörigen Drehkolbens (20, 30).

9. Drehkolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,**

dass jede Dichtleiste (21, 31) im Querschnitt einen verbreiteten Mittelbereich (31A) hat, welcher in eine entsprechende Haltenut im jeweiligen Drehkolben (20, 30) eingreift, wodurch ein Bewegungsfreiraum der Dichtleiste (21, 31) in Radialrichtung begrenzt ist.

10. Drehkolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** jeder Drehkolben (20, 30) an seinem Außenumfang einen Zahnkranz (22, 32) aufweist, welcher unterbrochen ist durch:

- mindestens zwei Auswölbungen (25, 35), welche über den Zahnkranz (22, 32) hervorstehen und jeweils einen Schlitz zum Aufnehmen einer der Dichtleisten (21, 31) umfassen, und
- mindestens zwei Mulden (24, 34), in welche die Auswölbungen (25, 35) des jeweils anderen Drehkolbens (20, 30) während einer Rotation der Drehkolben eingreifen,

wobei die Auswölbungen (25, 35) und die Mulden (24, 34) so geformt sind, dass bei einem Eingreifen einer der Auswölbungen (25, 35) in eine der Mulden (24, 34) ein dichtender Kontakt zwischen den Zahnkränzen (22, 32) unmittelbar vor der Mulde (24, 34) hergestellt ist und ein erster Kontakt zwischen dieser Auswölbung (25, 35) und dieser Mulde (24, 34) an einer hinteren Seite der Auswölbung (25, 35) zu einem hinteren Teil der Mulde (24, 34) erfolgt, so dass ein Gaseinschluss und eine Gaskompression in der Mulde (24, 34) erfolgen, wodurch sich durch eine weitere Gaskompression bei Weiterdrehung der Drehkolben ein reibungsreduzierender Gasfilm zwischen den Drehkolben bildet.

11. Drehkolbenmotor nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Form jeder Auswölbung (35) beidseitig des Schlitzes je einen Plateaubereich (35B) bildet, über welchen ein Drehkolbenradius, der bis zum Mittelpunkt des Drehkolbens (30) definiert ist, nicht abfällt, so dass bei einem Eingreifen einer der Auswölbungen (35) in eine der Mulden (24) der erste Kontakt zwischen der Mulde (24) und dem hinteren der Plateaubereiche (35B) erfolgt, oder zwischen der Mulde (24) und einem Krümmungsabschnitt (35C) der Auswölbung (35), welcher hinter dem Plateaubereich (35B) folgt.

12. Drehkolbenmotor nach einem der Ansprüche 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass jede Dichtleiste (21, 31) im Querschnitt eine Länge und eine Breite hat, wobei die Länge in Radialrichtung des zugehörigen Drehkolbens (20, 30) definiert ist, und wobei die Länge mindestens dreimal so groß ist wie die Breite. 5
13. Verfahren zum Betreiben eines Drehkolbenmotors, umfassend: 10
- Einleiten eines Fluids durch einen Einlass (13) an einem Gehäuse (10), welches einen Innenraum (11) bildet, wobei mindestens zwei Drehkolben (20, 30) im Innenraum (11) angeordnet sind, wobei das Fluid beim Durchströmen des Innenraums (11) zu einem Auslass (15) hin die Drehkolben (20, 30) antreibt, 15
 - wobei jeder Drehkolben (20, 30) an seinem Außenumfang mindestens zwei Dichtleisten (21, 31) aufweist, welche über eine Federung nach außen gedrückt werden, 20
- dadurch gekennzeichnet,** 25
dass jeder Drehkolben (20, 30) mindestens zwei Hohlräume (27, 37) aufweist, in denen jeweils ein elastischer länglicher Deformationskörper (28, 38) angeordnet ist, wobei die Dichtleisten (21, 31) in die Hohlräume hinein und gegen den darin aufgenommenen elastischen länglichen Deformationskörper (28, 38) ragen und durch diesen radial nach außen gedrückt werden. 30

35

40

45

50

55

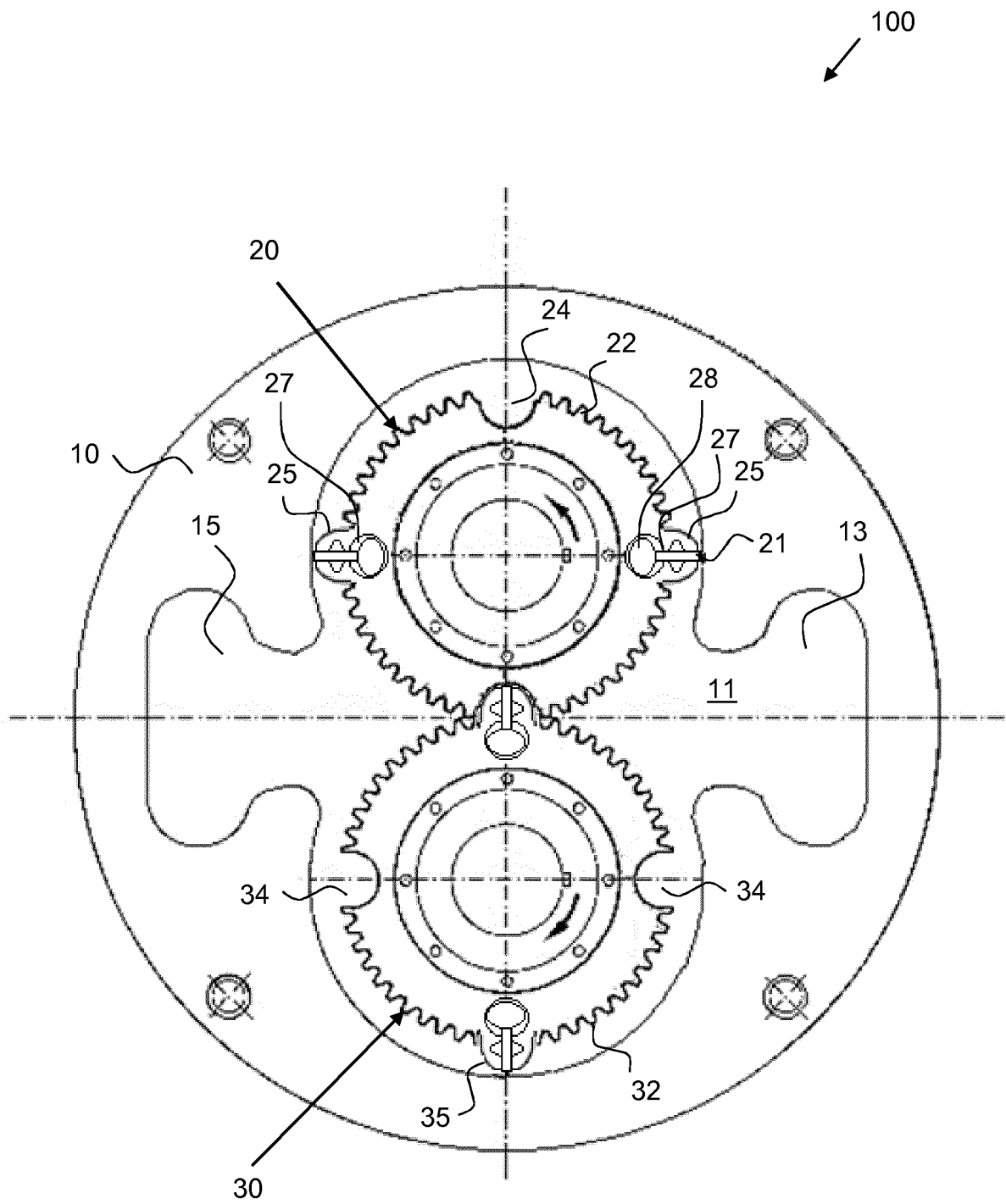


Fig. 1

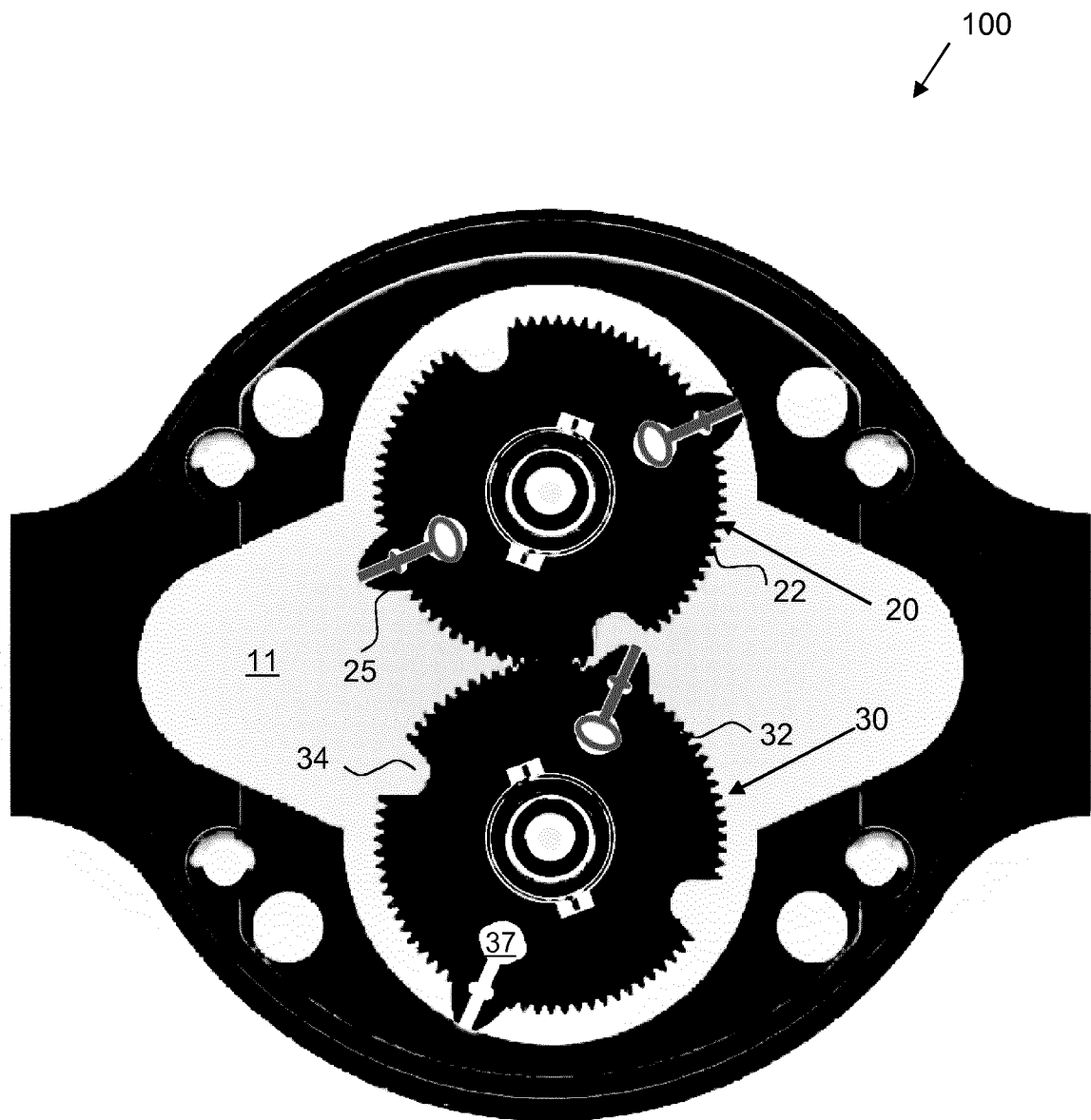


Fig. 2

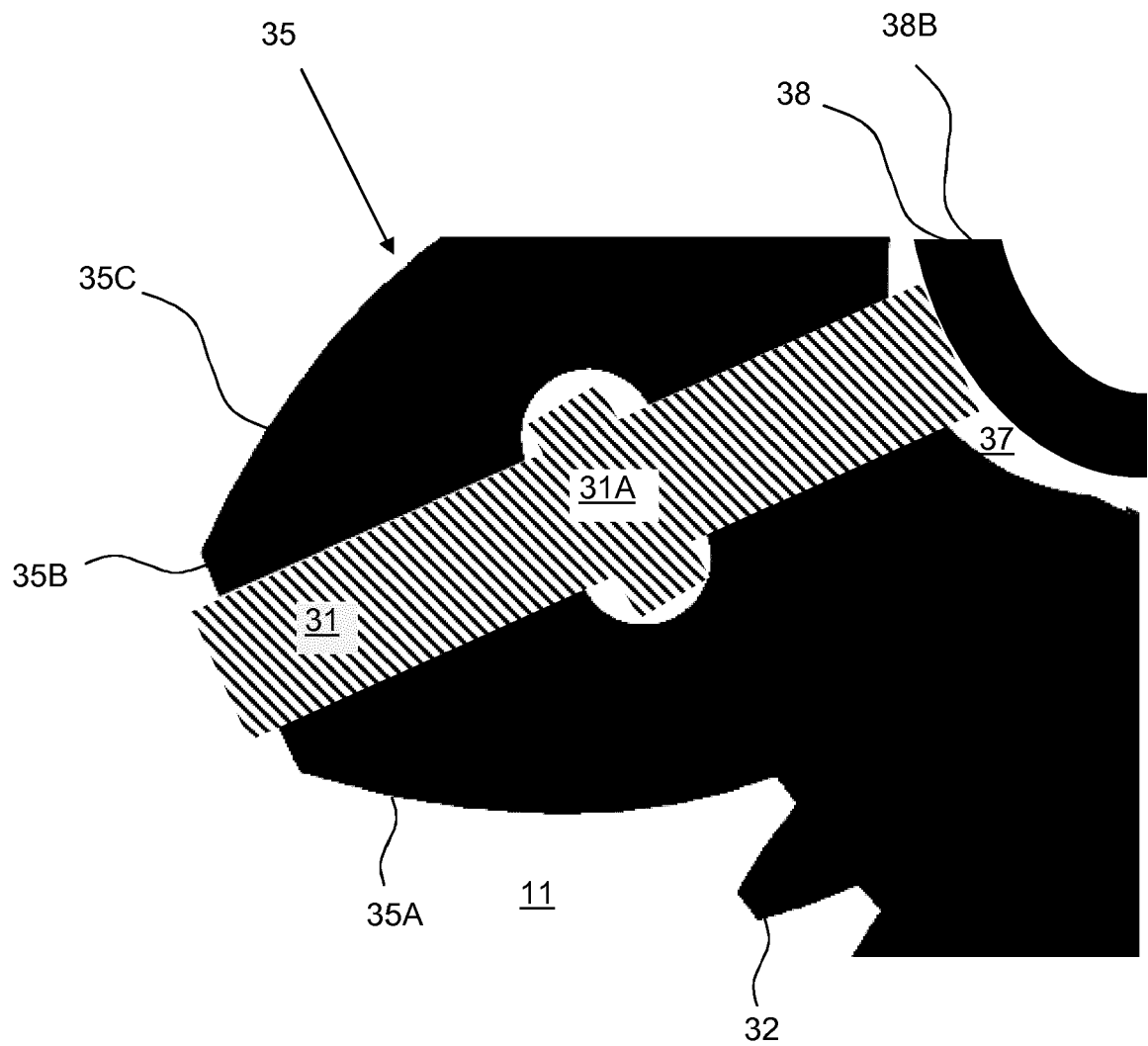


Fig. 3

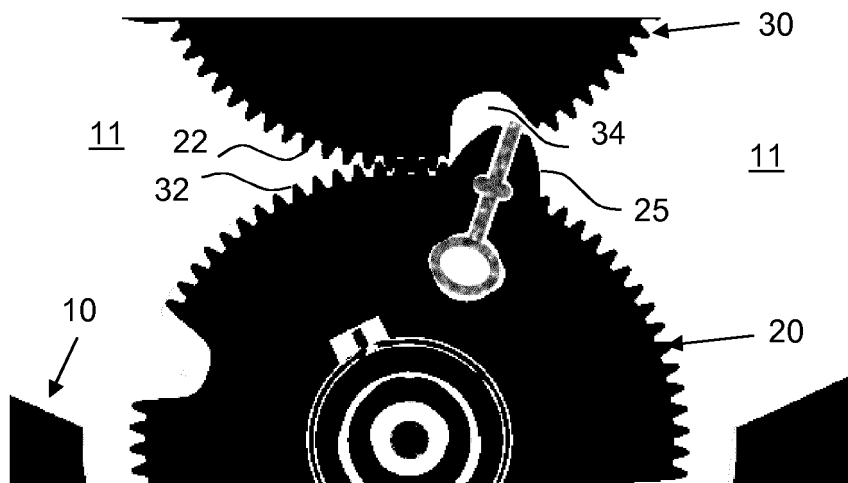


Fig. 4A

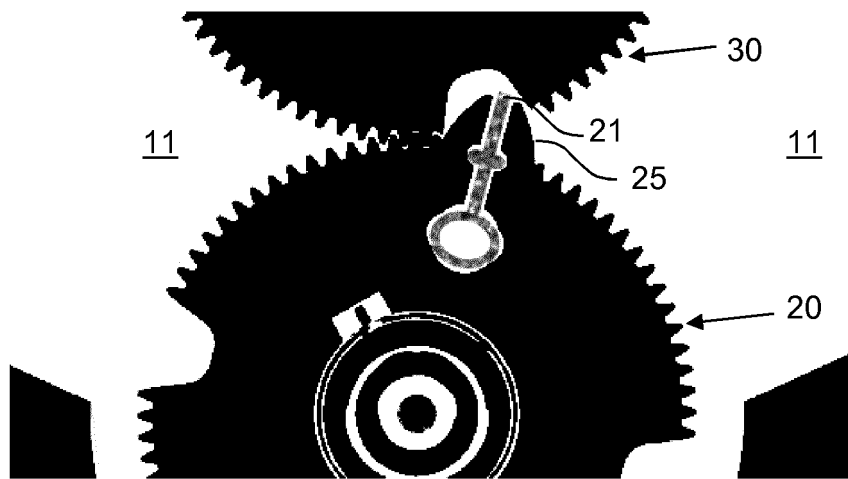


Fig. 4B

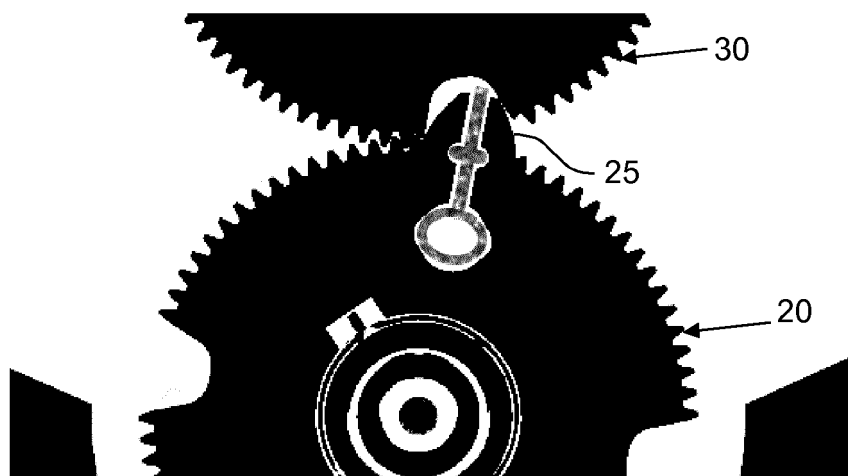


Fig. 4C



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 15 6764

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2007 019958 A1 (HETTRICH RALF [DE]) 21. Februar 2008 (2008-02-21)	1,4-6, 8-13	INV. F01C1/12 F01C19/02 F01C19/06 F01C21/08
A	* Absatz [0001] * * Abbildungen 1, 4-6 *	2,3,7	
A	GB 2 486 787 A (HARDING STEPHEN MORANT [GB]) 27. Juni 2012 (2012-06-27) * Abbildungen 3-5 * * Seite 7, Absatz 2 *	1-13	
A	GB 576 603 A (RICHARD RUTHERFORD) 11. April 1946 (1946-04-11) * Abbildung 3 * * Seite 5, Zeile 119 - Zeile 129 *	1-13	
A	US 4 506 637 A (REINHOLD WILLIAM R [US]) 26. März 1985 (1985-03-26) * Abbildung 1 *	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 31. Mai 2018	Prüfer Durante, Andrea
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 15 6764

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

31-05-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102007019958 A1	21-02-2008	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
15	GB 2486787 A	27-06-2012	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
	GB 576603 A	11-04-1946	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
	US 4506637 A	26-03-1985	KEINE	
20	-----	-----	-----	-----
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102007019958 A1 [0007] [0016]
- GB 576603 A [0007] [0016]
- GB 2486787 A [0007] [0016] [0032] [0055]
- WO 2010081469 A2 [0007] [0016]
- EP 3144494 A1 [0007]
- EP 3184758 A1 [0007]
- EP 3144471 A1 [0007]