

(19)



(11)

EP 3 144 471 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.02.2018 Patentblatt 2018/09

(51) Int Cl.:
F01C 1/12^(2006.01)

F01C 19/06^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15186100.2**

(22) Anmeldetag: **21.09.2015**

(54) **DREHKOLBENMOTOR UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES DREHKOLBENMOTORS**
ROTARY PISTON ENGINE AND METHOD FOR OPERATING A CRANK- UP PISTON MOTOR
MOTEUR A PISTON ROTATIF ET PROCEDE D'ENTRAINEMENT D'UN MOTEUR A PISTON
ROTATIF

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.03.2017 Patentblatt 2017/12

(73) Patentinhaber: **Fuelsave GmbH**
69190 Walldorf (DE)

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

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

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 2 635 972 DE-A1- 4 439 063
DE-A1-102007 019 958 FR-A- 698 019
GB-A- 576 603

EP 3 144 471 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[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 14.

[0003] Ein Drehkolbenmotor dient der Umwandlung von Energie in Rotationsenergie. Bei Drehkolbenmotoren, die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegen, wird über den Druck eines Fluids der Drehkolbenmotor in Bewegung versetzt. Das Fluid kann grundsätzlich beliebig sein und der Druck kann in grundsätzlich ebenfalls beliebiger Weise entstehen.

[0004] Ein gattungsgemäßer Drehkolbenmotor weist zu diesem Zweck ein Gehäuse auf, welches einen Innenraum bildet. In dem Innenraum sind zumindest zwei Drehkolben angeordnet. Zudem ist eine Eintrittsöffnung zum Einleiten eines Fluids in den Innenraum vorgesehen und es ist eine Austrittsöffnung für das Fluid vorgesehen, welche sich am Innenraum an einer der Eintrittsöffnung gegenüberliegenden Seite befindet. Das Fluid durchströmt somit den Innenraum und versetzt dabei die Drehkolben in Rotation.

[0005] In entsprechender Weise ist bei einem gattungsgemäßen Verfahren zum Betreiben eines Drehkolbenmotors vorgesehen, dass durch eine Eintrittsöffnung ein Fluid in einen Innenraum eines Gehäuses des Drehkolbenmotors geleitet wird. In dem Innenraum sind zumindest zwei Drehkolben angeordnet, welche durch das Fluid in Rotation versetzt werden.

[0006] Es sind zahlreiche Drehkolbenmotoren bekannt, die nach diesem Prinzip arbeiten. Die meisten dieser Motoren sind für ein bestimmtes Arbeitsfluid und oft auch auf ein verhältnismäßig enges Intervall des Arbeitsdrucks dieses Fluids ausgelegt. Insbesondere auch hinsichtlich der Viskosität des Arbeitsfluids setzen bekannte Drehkolbenmotoren meist enge Schranken. Zudem weisen bekannte Drehkolbenmotoren in der Regel bei niedrigem Arbeitsdruck einen verbesserungswürdigen Wirkungsgrad auf.

[0007] DE 10 2007 019 958 A1 beschreibt einen Drehkolbenmotor mit zwei Drehkolben. Die beiden Drehkolben umfassen an ihrer Außenseite jeweils einen Zahnkranz, welcher jeweils von zwei Vertiefungen und zwei Arbeitszähnen durchbrochen ist. Die Vertiefungen und Arbeitszähne haben die gleiche, halbkreisförmige Gestalt und kontaktieren sich dadurch dichtend. Zusätzlich zu den Arbeitszähnen sind Dichtleisten vorgesehen, welche über eine Feder nach außen gedrückt werden und so dichtend gegen die Gehäuseinnenwand drücken. GB 576 603 A betrifft einen Drehkolbenmotor mit ebenfalls zwei Drehkolben, welche jeweils zwei hervorstehende Auswölbungen und passend hierzu geformte Vertiefungen umfassen. Die Auswölbungen kontaktieren dichtend die Vertiefungen und die Gehäuseinnenwand. Zusätzlich können Dichtleisten in den Auswölbungen angeordnet

sein, welche über Federn dichtend gegen die Gehäuseinnenwand gedrückt werden. Weitere Drehkolbenmotoren mit zwei Drehkolben, welche jeweils drei Auswölbungen und entsprechend geformte Vertiefungen aufweisen, so dass die Auswölbungen von einem der Drehkolben dichtend in die Vertiefungen des anderen Drehkolbens eingreifen, sind beschrieben in: DE 44 39 063 A1, DE 26 35 972 A1 und FR 698 019 A.

[0008] Als eine **Aufgabe** der Erfindung kann angesehen werden, einen Drehkolbenmotor und ein Verfahren zum Betreiben eines Drehkolbenmotors anzugeben, wobei der Drehkolbenmotor bei einem möglichst großen Anwendungsbereich einen möglichst hohen Wirkungsgrad bietet.

[0009] Diese Aufgabe wird durch den Drehkolbenmotor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch das das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst.

[0010] Vorteilhafte Varianten des erfindungsgemäßen Drehkolbenmotors und des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche und werden außerdem in der folgenden Beschreibung erläutert.

[0011] Bei dem Drehkolbenmotor der oben genannten Art ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass jeder Drehkolben an seinem Außenumfang mindestens zwei Dichtleisten und mindestens zwei Vertiefungen aufweist. Die Formen der Vertiefungen und der Dichtleisten sind gewählt zum, insbesondere dichtenden, Eingreifen der Dichtleisten von jeweils einem der Drehkolben in die Vertiefungen des jeweils anderen Drehkolbens. Zudem sind die Dichtleisten in Radialrichtung zum dichtenden Kontaktieren einer Gehäuseinnenwand bemessen.

[0012] In entsprechender Weise ist bei dem Verfahren der oben genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass jeder Drehkolben an seinem Außenumfang mindestens zwei Dichtleisten und mindestens zwei Vertiefungen aufweist, wobei die Formen der Vertiefungen und der Dichtleisten gewählt sind zum, insbesondere dichtenden, Eingreifen der Dichtleisten von jeweils einem der Drehkolben in die Vertiefungen des jeweils anderen Drehkolbens. Weiterhin sind die Dichtleisten in Radialrichtung zum dichtenden Kontaktieren einer Gehäuseinnenwand bemessen. Die Radialrichtung bezieht sich dabei auf den Radius des zugehörigen Drehkolbens, womit die Radialrichtung quer oder senkrecht zur Rotationsrichtung des jeweiligen Drehkolbens steht. Das von der Eintrittsöffnung kommende Fluid drückt gegen (zumindest) einige der Dichtleisten, wodurch diese Dichtleisten gegen die Gehäuseinnenwand gedrückt werden. Insbesondere kann je nach Drehstellung mindestens eine (oder genau eine) der Dichtleisten von jedem Drehkolben dem einströmenden Fluid ausgesetzt sein und somit durch dieses gegen die Gehäuseinnenwand gedrückt werden.

[0013] Als eine wesentliche Idee der Erfindung kann erachtet werden, eine Dichtung eines Drehkolbenmotors über Dichtleisten zu bewirken, welche an die Drehkolben

ein- oder angesetzt werden. Ein Fluiddruck kann auf die Dichtleisten wirken und diese gegen die Gehäuseinnenwand drücken, womit eine besonders gute Dichtung erzeugt wird. Somit führt der Fluiddruck zu einer gewissen Verformung der Dichtleisten, welche für eine effiziente Dichtung bedeutsam ist.

[0014] Eine solche Verformung wäre nicht oder kaum möglich, wenn der gesamte Außenumfang eines Drehkolbens starr, insbesondere aus demselben Material, gebildet wäre.

[0015] Der dichtende Fluiddruck kann bereits bei einem verhältnismäßig geringen Druck erreicht werden. Auch spielt die Viskosität des Arbeitsfluids nur eine geringe Rolle. Daher kann der Drehkolbenmotor der Erfindung für zahlreiche verschiedene Arbeitsfluide und unter sehr unterschiedlichen Drücken eingesetzt werden. Als weiterer Vorteil sind Schmiermittel oder -öle bei dem erfindungsgemäßen Drehkolbenmotor abhängig vom verwendeten Fluid nicht erforderlich.

[0016] Eine besonders gute Dichtung wird erreicht, indem die Dichtleisten ein verformbares oder elastisches Material umfassen, so dass sie durch das Fluid dichtend gegen die Gehäuseinnenwand drückbar / verformbar sind. Das Material der Dichtleisten ist leichter verformbar oder elastischer als ein die Dichtleisten umgebendes Material des Drehkolbens, insbesondere als das Material, aus dem die später näher beschriebenen Nuten zum Aufnehmen der Dichtleisten gebildet sind.

[0017] Das verwendete Fluid kann grundsätzlich eine beliebige Flüssigkeit oder ein beliebiges Gas sein. Dieses wird über die Eintrittsöffnung in den Innenraum des Drehkolbenmotors geleitet. Beim Durchströmen des Innenraums in Richtung der Austrittsöffnung dreht es die beiden Drehkolben. Die Drehkolben sind so dimensioniert und im Innenraum angeordnet, dass das Fluid von der Eintrittsöffnung zur Austrittsöffnung nur gelangen kann, wenn dabei die Drehkolben rotiert werden. Mit anderen Worten bewirken die beiden Drehkolben bei Stillstand eine Dichtung, so dass ohne Rotation kein Fluid den Innenraum durchströmen kann. Für diese Dichtung ist einerseits ein Kontakt der beiden Drehkolben nötig. Durch diesen Kontakt kann wenig oder kein Fluid zwischen den beiden Drehkolben hindurch gelangen. Andererseits wird für die Dichtung auch ein Kontakt der beiden Drehkolben zu der Gehäuseinnenwand benötigt. Dieser Kontakt besteht zumindest an einer nach außen gewandten Seite des jeweiligen Drehkolbens, welche dem Kontaktbereich zwischen den Drehkolben abgewandt ist. Beispielsweise kann jeder Drehkolben mittels seiner Dichtleisten einen dichtenden Kontakt zur benachbarten Gehäuseinnenwand über einen Winkelbereich von mindestens 150° , bevorzugt mindestens 180° und besonders bevorzugt mehr als 180° bereitstellen.

[0018] Die Dichtleisten können sich in eine Longitudinalrichtung erstrecken, welche im Wesentlichen parallel zu den Rotationsachsen der beiden Drehkolben steht. Insbesondere kann ein Winkel zwischen der Longitudinalrichtung und den Rotationsachsen kleiner als 20° , vor-

zugsweise kleiner als 10° , sein.

[0019] Die beiden Rotationsachsen der zwei Drehkolben können ebenfalls parallel zueinander stehen oder zumindest in einem Winkel, der höchstens 40° oder vorzugsweise höchstens 20° beträgt. Zudem können die beiden Drehkolben identisch gebildet sein. Werden asymmetrische Dichtleisten verwendet, wie später beschrieben, so können die Drehkolben bis auf eine gespiegelte Anordnung oder Formung der Dichtleisten identisch sein.

[0020] Unter einem Drehkolben kann ein Gegenstand verstanden werden, welcher drehbar gelagert ist und bei Drehung eine Welle mitdreht. Die Drehung dieser Welle kann sodann verwendet werden, um beispielsweise andere Objekte in Rotation zu versetzen oder über insbesondere einen Generator elektrische Energie zu erzeugen.

[0021] Zur Befestigung der Dichtleisten an den Drehkolben können die Dichtleisten in Nuten, also Rillen oder ähnlichen Vertiefungen, aufgenommen sein, welche am jeweiligen Außenumfang der Drehkolben geformt sind. Insbesondere können die Nuten in später näher beschriebenen Zahnkränzen der Drehkolben gebildet sein. In den Nuten können die Dichtleisten in prinzipiell beliebiger Weise befestigt sein. Die Dichtleisten können somit austauschbar sein, womit bei einem Abrieb aufgrund des dichtenden Kontakts ein leichter Wechsel der Dichtleisten möglich ist, ohne dass weitere Komponenten des Drehkolbenmotors ausgetauscht werden müssten.

[0022] Bei einer bevorzugten Gestaltung sind die Dichtleisten als Nutensteine gebildet zum haltenden Eingreifen in die Nuten in den Drehkolben. Darunter ist zu verstehen, dass die Dichtleisten an ihrem jeweiligen inneren Ende, welches in den zugehörigen Drehkolben aufgenommen ist, eine Verdickung oder einen Kragen aufweisen. Die Nuten, in welchen die Dichtleisten aufgenommen sind, sind so geformt, dass die genannte Verdickung oder der Kragen haltend eingreift.

[0023] Insbesondere können die Nuten als T-Nuten geformt sein und jeder der Nutensteine kann einen seitlich hervorstehenden Kragen zum Eingreifen in eine der T-Nuten umfassen. Die Nuten haben demnach in einem Schnitt quer oder senkrecht zur Rotationsachse des zugehörigen Drehkolbens eine T-Form. Ein dem Inneren des Drehkolbens zugewandtes Ende der Nuteinsteine hat dabei ebenfalls eine T-Form, so dass der Nutenstein in der T-Nut gehalten wird. Grundsätzlich können alternativ oder ergänzend auch Schraubbefestigungen oder Klebeverbindungen zum Befestigen der Dichtleisten in den Nuten vorgesehen werden.

[0024] Allgemeiner aber insbesondere bei den vorgenannten Beispielen können die Dichtleisten und die zugehörigen Nuten so geformt sein, dass die Dichtleisten in radialer Richtung des zugehörigen Drehkolbens gehalten werden, also unbeweglich sind. Hingegen kann etwa senkrecht hierzu, insbesondere in Richtung der Rotationsachse des Drehkolbens, ein Bewegen (und damit ein Einsetzen und Entnehmen) der Dichtleisten möglich

sein. Somit können abgenutzte oder abgeriebene Dichtleisten leicht ausgetauscht werden.

[0025] Die dichtende Wirkung der Dichtleisten zu der Gehäuseinnenwand hängt von der Verformung der Dichtleisten ab. Dabei ist es vorteilhaft, wenn der Fluid-
druck eine Verformung der Dichtleisten zur Gehäuseinnenwand hin bewirkt, und nicht etwa eine Verformung weg von der Gehäuseinnenwand. Jeder der Dichtleisten hat eine Seite, welche bei einer Drehwinkelstellung des zugehörigen Drehkolbens, bei welcher die Dichtleiste die Gehäuseinnenwand kontaktiert, einströmendem Fluid zugewandt ist. Diese Seite wird nachstehend als Fluidkontaktseite bezeichnet. Um eine Verformung zum dichtenden Kontaktieren der Gehäuseinnenwand herzustellen, hat die Fluidkontaktseite keine konvexe Form oder zumindest an ihrem der Gehäuseinnenwand zugewandten Ende keine konvexe Form. Vielmehr hat die Fluidkontaktseite eine konkave Form oder zumindest an ihrem der Gehäuseinnenwand zugewandten Ende eine konkave Form..

[0026] Jede der Dichtleisten hat zudem eine Rückseite, welche der Fluidkontaktseite gegenüberliegt. Diese Rückseite ist nicht einströmendem Fluid zugewandt, wenn eine Drehwinkelstellung des zugehörigen Drehkolbens vorliegt, bei welcher die Dichtleiste die Gehäuseinnenwand kontaktiert beziehungsweise zu dieser benachbart ist. Die Form der Rückseite hat ebenfalls Auswirkungen auf die Verformung und damit die dichtende Wirkung. Die Rückseite ist vorzugsweise nicht konkav oder zumindest an einem der Gehäuseinnenwand zugewandten Ende nicht konkav. Bevorzugt ist die Rückseite konvex geformt oder zumindest an einem der Gehäuseinnenwand zugewandten Ende konvex geformt. Eine hinreichende Dichtungswirkung kann wiederum auch bei einer linearen oder ebenen Form der Rückseite möglich sein.

[0027] Die Dichtleisten können eine Kante aufweisen, an welcher ein dichtender Kontakt zur Gehäuseinnenwand bewirkt wird. Eine Kante kann sich aus einem nicht runden Querschnitt ergeben, insbesondere durch die konkave Fluidkontaktseite oder wenn die Rückseite konvex ist.

[0028] Vorzugsweise verfügt jeder Drehkolben über (insbesondere genau) zwei Dichtleisten an gegenüberliegenden Winkelpositionen an seinem Außenumfang. Insbesondere können die beiden Winkelpositionen um einen Drehwinkel von 180° um die Rotationsachse des zugehörigen Drehkolbens zueinander versetzt sein. Zudem kann jeder Drehkolben zwei Vertiefungen umfassen, welche sich am Außenumfang an Winkelpositionen befinden, die ebenfalls um 180° zueinander versetzt und vorzugsweise jeweils um 90° zu den Winkelpositionen der beiden Dichtleisten versetzt sind. Dadurch wird erreicht, dass einströmendes Fluid stets gegen eine der Dichtleisten an jedem Drehkolben drückt und dadurch eine Rotation des Drehkolbens bewirkt. Zudem wird durch diese Anordnung erreicht, dass unabhängig von einer momentanen Drehstellung der Drehkolben stets ei-

ne Dichtung beider Drehkolben zur Gehäuseinnenwand bereitgestellt wird.

[0029] Zweckmäßigerweise können die Dichtleisten so bemessen sein und eine Gehäuseinnenwand so geformt sein, dass die Dichtleisten innerhalb eines Drehwinkelbereichs der Drehkolben die Gehäuseinnenwand dichtend kontaktieren. Dieser Drehwinkelbereich kann sich gegenüberliegend zu einem Kontaktbereich zwischen den beiden Drehkolben befinden. Je nach Drehwinkel des Drehkolbens kontaktiert also zumindest eine der Dichtleisten die Gehäuseinnenwand dichtend. Vorzugsweise ist die Formung der Gehäuseinnenwand derart, dass über einen Drehwinkelbereich, der beispielsweise zwischen 5° und 20° betragen kann, zwei Dichtleisten die Gehäuseinnenwand kontaktieren und ansonsten bloß eine Dichtleiste die Gehäuseinnenwand kontaktiert. Durch einen solchen Überlapp wird für jede Drehstellung sichergestellt, dass kein Fluid an den Drehkolben vorbei strömen kann, ohne diese in Drehung zu versetzen.

[0030] Jeder der Drehkolben kann an seinem Außenumfang einen Zahnkranz aufweisen. Die Drehkolben können sodann so angeordnet sein, dass ihre Zahnkränze ineinandergreifen. Hierdurch wird weitgehend verhindert, dass Fluid zwischen den beiden Drehkolben hindurchströmt. Vielmehr wird das Fluid am Rand zwischen den Drehkolben und der Gehäuseinnenwand befördert. Die Zahnkränze können durch die Vertiefungen und Dichtleisten unterbrochen sein und im Übrigen über den gesamten Umfang der beiden Drehkolben verlaufen. Unter einem Zahnkranz kann verstanden werden, dass eine Außenumfangsfläche des zugehörigen Drehkolbens radial hervorstehende Zähne aufweist. Vorzugsweise erstreckt sich jeder Zahn über die gesamte Höhe der Drehkolben entlang deren Rotationsachsen.

[0031] Insbesondere durch Temperaturschwankungen kann sich die Relativposition der beiden Drehkolben zueinander geringfügig ändern. Durch das Ineinandergreifen der Zahnkränze kann aber auch bei solchen Positionsschwankungen weiterhin eine dichtende Wirkung erreicht werden. Hingegen wären die Zahnkränze ungeeignet, eine Dichtung zur Gehäuseinnenwand bereitzustellen. Denn hier würden Positionsschwankungen mangels ineinandergreifender Zähne zu Leckströmen führen. Um dies zu vermeiden, wird eine Dichtung zur Gehäuseinnenwand nicht durch die Zahnkränze, sondern durch die Dichtleisten bewirkt.

[0032] Je nach Drehstellung der beiden Drehkolben wird ein weitgehend dichtender Kontakt zwischen diesen entweder durch die ineinandergreifenden Zahnkränze bereitgestellt, oder durch eine der Dichtleiste von einem der Drehkolben, welche in eine der Vertiefungen am anderen Drehkolben hineinragt.

[0033] Die Dichtleisten können in radialer Richtung von ihrem jeweiligen Drehkolben weiter nach außen ragen als der jeweilige Zahnkranz. Dadurch ist der Zahnkranz stets beabstandet von der Gehäuseinnenwand. Hierzwischen wird ein Freiraum gebildet, über welchen

Fluid in Richtung der Austrittsöffnung gelangt. Der Freiraum wird in Umfangsrichtung der Drehkolben durch die Dichtleisten begrenzt.

[0034] Die Dichtleisten stehen über den jeweiligen Zahnkranz vorzugsweise um eine Radialstrecke hervor, welche zwischen 5% und 30%, insbesondere zwischen 10% und 25%, eines Radius des Zahnkranzes beträgt. Dieser Radius kann ab dem Mittelpunkt des Drehkolbens bis zum Außenumfang des zugehörigen Zahnkranzes gemessen sein. Die hervorstehende Radialstrecke beeinflusst die Größe einer Verformung der Dichtleistung und beeinflusst somit die Dichtungseigenschaften. Zudem ist die hervorstehende Radialstrecke maßgeblich für die Menge an Fluid, die an dem zugehörigen Drehkolben vorbei befördert wird. Es hat sich gezeigt, dass mit den vorgenannten Werten eine gute Dichtung erreicht werden kann und über eine verhältnismäßig große Spanne an Durchflussmengen ein hoher Wirkungsgrad erreicht werden kann.

[0035] Eine radiale Größe von Zähnen der Zahnkränze beträgt vorzugsweise höchstens 15%, vorzugsweise höchstens 10%, eines Radius des Zahnkranzes. Hiermit wird ein Fluidfluss zwischen den beiden Zahnkränzen hindurch genügend weit reduziert. Größere Zähne könnten je nach Fluid zudem nachteilige Wirkungen auf die Fluidströmung haben. Der Radius des Zahnkranzes kann durch die Strecke von dessen Mittelpunkt bis zu seinem äußeren Umfang, also dem äußeren Ende der Zähne, definiert sein.

[0036] Grundsätzlich kann der Drehkolbenmotor beliebigen Einsatzzwecken dienen, bei denen Energie aus einem Fluidruck genutzt werden soll. Auch kann Wärmeenergie genutzt werden, indem diese auf das Fluid übertragen wird und schlussendlich zu dem Fluidruck beiträgt, welcher durch den Drehkolbenmotor zur Erzeugung von Rotationsenergie genutzt wird. Insbesondere kommen Anwendungen in Betracht, bei denen eher moderate Energiemengen zu nutzen sind. Ein Beispiel ist die Nutzung von Wärmeenergie von Abgasen eines Verbrennungsmotors, beispielsweise von Fahrzeugen.

[0037] So betrifft die Erfindung auch ein Abwärmenutzungssystem mit einem Arbeitsfluidkreislauf, in welchem das Fluid zirkuliert wird. Dabei ist durch einen Wärmetauscher Wärme von einem Medium auf das Fluid im Arbeitsfluidkreislauf übertragbar. Das genannte Medium kann grundsätzlich beliebig sein. Beispielsweise kann es sich um Abgase einer Verbrennungsmaschine handeln, insbesondere eines Verbrennungsmotors eines Fahrzeugs. Der Arbeitsfluidkreislauf ist als Kreisprozess gestaltet und umfasst Mittel zum Umwandeln von Wärmeenergie des Fluids in Bewegungsenergie. Solche Kreisprozesse sind grundsätzlich bekannt. Beispielsweise kann der Arbeitsfluidkreislauf als organischer Rankine-Kreisprozess (ORC, Organic Rankine Cycle) gestaltet sein und die hierfür erforderlichen Komponenten umfassen. Als wesentliches Merkmal ist als Motor des Kreisprozesses (oder anstelle der in solchen Kreisprozessen verwendeten Turbine) ein erfindungsgemäßer Drehkol-

benmotor vorgesehen. In diesem wird das durchströmende Fluid entspannt und es wird so eine Rotation der Drehkolben bewirkt. Anstelle eines ORC-Prozesses können auch andere Kreisprozesse genutzt werden, bei welchen mit Wärmeenergie ein Motor angetrieben wird. Der Kreisprozess kann beispielsweise eine Speisepumpe, einen Erhitzer beziehungsweise den Wärmetauscher, den erfindungsgemäßen Drehkolbenmotor sowie einen Kondensator und fakultativ einen Rekuperator umfassen.

[0038] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Fahrzeug, beispielsweise einen PKW oder LKW mit Verbrennungsmotor, wobei das Fahrzeug das erfindungsgemäße Abwärmenutzungssystem aufweist. Hierbei kann der Wärmetauscher so angeordnet sein, dass Abgaswärme auf das Fluid übertragbar ist. Beispielsweise kann eine Abgasleitung an den Wärmetauscher grenzen, um so Wärme von der Abgasleitung zu übertragen. Grundsätzlich reicht als Wärmetauscher bereits, wenn beispielsweise eine Abgasleitung in thermischem Kontakt zu einer Leitung des Fluids steht.

[0039] Der Drehkolbenmotor wird mit zwei Drehkolben beschrieben. Grundsätzlich können aber auch weitere Drehkolben im selben Innenraum oder einem weiteren Innenraum vorhanden sein. Zudem kann die Anzahl an Dichtleisten und zugehörigen Vertiefungen von der zu den verschiedenen Ausführungsformen beschriebenen Anzahl abweichen.

[0040] Die als zusätzliche gegenständlichen Merkmale beschriebenen Eigenschaften der Erfindung sind auch als Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens aufzufassen, und umgekehrt.

[0041] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden nachstehend mit Bezug auf die beigefügten schematischen Figuren beschrieben. Hierin zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Drehkolbenmotors und

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 1.

[0042] Gleiche und gleich wirkende Bestandteile sind in den Figuren in der Regel mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0043] In Fig. 1 ist schematisch ein Querschnitt eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Drehkolbenmotors 100 gezeigt. Ein vergrößerter Ausschnitt hiervon ist in Fig. 2 dargestellt.

[0044] Der Drehkolbenmotor 100 wird durch ein durchströmendes Fluid angetrieben und dient der Umwandlung von Energie des Fluids in Rotationsenergie. Hierzu umfasst der Drehkolbenmotor 100 als wesentliche Komponenten zwei Drehkolben 20 und 30, welche in einem Innenraum 11 angeordnet sind. Dieser wird durch eine Gehäuseinnenwand 12 eines Gehäuses 10 begrenzt.

[0045] Eine nicht näher dargestellte Eintrittsöffnung 13 ermöglicht, dass ein Fluid in den Innenraum 11 einströmt.

Bei dem Fluid kann es sich prinzipiell um eine beliebige Flüssigkeit oder auch ein beliebiges Gas oder ein Flüssigkeits-Gasgemisch handeln.

[0046] Am Innenraum 11 ist zudem eine Austrittsöffnung 15 für das Fluid vorhanden. Strömt das Fluid von der Eintrittsöffnung 13 durch den Innenraum 11 zur Austrittsöffnung 15, so muss es hierzu die beiden Drehkolben 20, 30 passieren und versetzt diese dabei in Rotation. Mit den Bezugszeichen 21 und 31 sind die Rotationsachsen der beiden Drehkolben 20 und 30 gekennzeichnet. Die Rotationsachsen 21, 31 erstrecken sich in die Zeichnungsebene hinein.

[0047] Für eine effiziente Funktionsweise ist die Gestaltung der Drehkolben 20, 30 entscheidend. Diese sollen eine Dichtung zueinander und eine Dichtung zur umgebenden Gehäuseinnenwand 12 bereitstellen, so dass das Fluid bei Stillstand der Drehkolben 20, 30 nicht zur Austrittsöffnung 15 gelangen kann.

[0048] Gleichzeitig sollen die Drehkolben 20, 30 leicht durch das Fluid antreibbar sein, also bereits bei geringem Druck rotieren.

[0049] Zu diesen Zwecken verfügen die beiden Drehkolben 20 und 30 an ihren jeweiligen Außenseiten über Dichtleisten 25, 26, 35, 36. Die Außenseiten können als Mantelflächen von in etwa zylinderförmigen Drehkolben 20, 30 angesehen werden. Die Dichtleisten 25, 26, 35, 36 erstrecken sich vorzugsweise über die gesamte Höhe des Innenraums 11, wobei die Höhe in Richtung der Rotationsachsen 21, 31 verlaufen kann.

[0050] Der Drehkolben 20 verfügt über mindestens zwei, vorzugsweise genau zwei, Dichtleisten 25, 26. Ebenso sind am Drehkolben 30 mindestens zwei, vorzugsweise genau zwei, Dichtleisten 35, 36 angeordnet. Die Dichtleisten 25, 26, 35, 36 ragen radial über den übrigen Außenumfang des zugehörigen Drehkolbens 20, 30 hinaus. Die Dichtleisten 25, 26, 35, 36 sind bevorzugt in Nuten am jeweiligen Drehkolben 20, 30 aufgenommen und können vorzugsweise aus einem anderen Material bestehen als der Teil der Drehkolben 20, 30, in dem die Nuten gebildet sind. Die Dichtleisten 25, 26, 35, 36 bestehen aus einem verformbaren Material. Bei diesem kann es sich beispielsweise um Gummi, Harz oder einen Kunststoff handeln. Dadurch können die Dichtleisten 25, 26, 35, 36 durch gegenströmendes Fluid geringfügig verformt und gegen die Gehäuseinnenwand 12 gedrückt werden. Hiermit wird eine besonders gute Dichtung zur Gehäuseinnenwand 12 erreicht. Prinzipiell können die Dichtleisten 25, 26, 35, 36 aber auch aus einem starren Material bestehen, etwa aus Metall. Alternativ oder ergänzend können die Dichtleisten 25, 26, 35, 36 mit etwas Spielraum in ihren zugehörigen Nuten aufgenommen sein, womit der Fluidruck die Dichtleisten 25, 26, 35, 36 leicht verkippen kann. Dadurch können prinzipiell die Dichtleisten 25, 26, 35, 36 ebenfalls dichtend gegen die Gehäuseinnenwand 12 gedrückt werden.

[0051] Die beiden Drehkolben 20, 30 sind so im Innenraum 11 angeordnet, dass sie einander berühren. Dadurch wird ein Fluidfluss zwischen den Drehkolben hin-

durch weitgehend ausgeschlossen. Die Rotationsachsen 21 und 31 können parallel zueinander stehen. Es ist aber auch eine Neigung zwischen den Rotationsachsen 21, 31 möglich, solange ein weitgehend dichtender Kontakt zwischen den Drehkolben 20, 30 gewährleistet ist.

[0052] Hierzu umfassen die Drehkolben 20, 30 an ihrem jeweiligen Außenumfang auch je einen Zahnkranz 23, 33, welcher mit dem übrigen Teil des zugehörigen Drehkolbens 20, 30 starr verbunden ist. Die beiden Zahnkränze 23, 33 sind so bemessen und angeordnet, dass sie ineinandergreifen. Dadurch drehen sich beide Zahnkränze 23, 33 zusammen und bilden kaum Hohlräume zwischen einander. Fluid kann daher zwischen den beiden Zahnkränzen 23, 33 kaum durchtreten.

[0053] Außerdem umfassen die Drehkolben 20 und 30 an ihrem jeweiligen Außenumfang Vertiefungen 27, 28 und 37, 38. Die Anzahl der Vertiefungen 27, 28 des ersten Drehkolbens 20 ist gleich der Anzahl an Dichtleisten 35, 36 des zweiten Drehkolbens 30 gewählt. Analog ist die Anzahl der Vertiefungen 37, 38 des zweiten Drehkolbens 30 gleich der Anzahl an Dichtleisten 25, 26 des ersten Drehkolbens 20 gewählt. Zudem sind die Vertiefungen 27, 28, 37, 38 und die Dichtleisten 25, 26, 35, 36 an den beiden Drehkolben 20, 30 so angeordnet, dass bei Rotation der beiden Drehkolben 20 und 30 die Dichtleisten 25, 26 des ersten Drehkolbens 20 gerade auf die Vertiefungen 37, 38 des zweiten Drehkolbens 30 treffen. Ebenso treffen die Dichtleisten 35, 36 des zweiten Drehkolbens 30 gerade auf die Vertiefungen 27, 28 des ersten Drehkolbens 20. Hierzu können beispielsweise am Außenumfang jedes Drehkolbens 20, 30 in jeweils 90°-Abständen eine Vertiefung und eine Dichtleiste abwechseln. In anderen Worten sind die beiden Dichtleisten 25, 26 in einem Azimutwinkel von 180° (das heißt einem 180°-Winkel um die Rotationsachse 21 herum) zueinander beabstandet. Die beiden Vertiefungen 27, 28 sind ebenfalls um einen Azimutwinkel von 180° zueinander versetzt und zusätzlich jeweils um einen Azimutwinkel von 90° zu den Dichtleisten 25, 26 versetzt. Entsprechendes gilt für die Dichtleisten 35, 36 und Vertiefungen 37, 38 des anderen Drehkolbens 30. Grundsätzlich sind auch andere Winkel möglich. Insbesondere wenn mehr als zwei Dichtleisten und zwei Vertiefungen pro Drehkolben 20, 30 vorgesehen werden, ergeben sich auch andere Azimutwinkel. Eine Größe und Form der Vertiefungen ist so gewählt, dass die Dichtleisten in diesen, insbesondere dichtend, aufgenommen werden können.

[0054] Wie auch die Zahnkränze 23, 33 bewirken die Dichtleisten 25, 26, 35, 36 zusammen mit den Vertiefungen 27, 28, 37, 38, dass das Fluid kaum zwischen den beiden Drehkolben hindurch treten kann.

[0055] Unabhängig von einer momentanen Drehstellung soll zudem stets eine der Dichtleisten 25, 26, 35, 36 von jedem Drehkolben 20, 30 eine Dichtung zur Gehäuseinnenwand 12 bereitstellen. Hierfür ist ein Drehwinkel relevant, über den dieselbe Dichtleiste 25, 26, 35, 36 eine Dichtung zur Gehäuseinnenwand 12 bewirkt. Dieser Drehwinkel kann, wie in Fig. 1 dargestellt, größer als 180°

sein und beispielsweise zwischen 185° und 240° betragen. Hierzu hat die Gehäusewand 12 an jedem der Drehkolben eine Kreisabschnittsform, wobei diese Form einen Kreisabschnitt von größer 180° bildet, also mehr als einen Halbkreis bildet.

[0056] Die Aufnahme der Dichtleisten 25, 26 35, 36 in ihren zugehörigen Nuten ist näher in Fig. 2 erkennbar. Beispielsweise für alle Dichtleisten 25, 26 35, 36 ist dort die Dichtleiste 35 in ihrem Querschnitt gezeigt. Die Dichtleiste 35 kann profilartig geformt sein, also über ihre Länge (insbesondere in Richtung der Rotationsachse 31) hinweg die gleiche Querschnittsform aufweisen. Wie dargestellt, bildet die Querschnittsform einen Nutenstein. Bei diesem ist zum inneren Ende der Dichtleiste 35 hin ein Kragen 35C gebildet. Dieser greift in eine T-förmige Vertiefung/Nut ein. Dadurch wird verhindert, dass sich der Nutenstein in radialer Richtung aus der Nut des Drehkolbens unbeabsichtigt lösen kann. Ein Einsetzen und Entfernen des Nutensteins 35 ist in Längsrichtung, also in Richtung der Rotationsachse 31, möglich. Durch die Bildung als Nutensteine sind die Dichtleisten einerseits leicht zu befestigen. Andererseits wird auch ein Austauschen vereinfacht. Dies ist bedeutsam, da es aufgrund des dichtenden Kontakts zur Gehäuseinnenwand 12 zu einem allmählichen Abrieb der Dichtleisten 25, 26, 35, 36 kommen kann und so ein Austausch erforderlich werden kann.

[0057] Wie in Fig. 1 gezeigt, drückt das Fluid im Innenraum 11 gegen die Drehkolben 20, 30 und diejenigen Dichtleisten 25, 35, die in der momentanen Drehstellung der Drehkolben 20, 30 der Eintrittsöffnung 13 zugewandt sind. Durch diesen Druck drehen sich die Drehkolben 20, 30 in Richtung der in Fig. 1 eingezeichneten Pfeile.

[0058] Für die Drehung und insbesondere die dichtende Wirkung der Dichtleisten 25, 35 ist ihre Form wichtig. Dies wird näher mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben. Dort ist eine Dichtleiste 35 gezeigt, welche radial vom Zahnkranz 33 hervorsteht. Die Dichtleiste 35 hat einen Punkt maximaler radialer Ausdehnung, beziehungsweise eine Kante, die sich in die Zeichenebene hinein erstreckt (oder in Richtung der Rotationsachse 31 erstreckt). Von dieser Kante aus hat die Dichtleiste 35 eine Fläche 35A oder Fluidkontaktseite 35A, welche dem einströmenden Fluid zugewandt ist (dies gilt für Drehstellungen, in denen die Dichtleiste 35 die Gehäuseinnenwand 12 kontaktiert). Auf der anderen Seite der genannten Kante hat die Dichtleiste 35 eine weitere Fläche 35B, welche auch als Rückseite 35B bezeichnet wird. Die Rückseite 35B ist nicht dem einströmenden Fluid zugewandt, wenn die Dichtleiste 35 die Gehäuseinnenwand 12 kontaktiert.

[0059] Die Fluidkontaktseite 35A weist eine Vertiefung oder eine konkave Form auf, während die Rückseite 35B eine nach außen gewölbte oder konvexe Form hat. Hierdurch wird das äußere Ende der Dichtleiste 35, also der radial am weitesten hervorstehende Teil, durch das gegenströmende Fluid quer oder in etwa senkrecht zur radialen Richtung verformt. Somit wird die Dichtleiste 35 gegen die Gehäuseinnenwand 12 gedrückt. In Fig. 2 wird

das untere Ende der Dichtleiste 35 in etwa nach links und somit gegen die Gehäuseinnenwand 12 verformt.

[0060] Vorteilhafterweise kann dadurch eine besonders gute Dichtung erzeugt werden, ohne aber eine ungebührend hohe Reibung zwischen den Dichtleisten und der Gehäuseinnenwand zu erzeugen. Bereits bei verhältnismäßig niedrigem Fluidruck können die Drehkolben daher vorteilhafterweise in Rotation versetzt werden. Somit können auch Fluide mit niedrigem Druck zur Energienutzung herangezogen werden.

[0061] Ein möglicher Einsatz ist die Nutzung von Wärme des Abgases einer Verbrennungsmaschine. Beispielsweise stößt ein Verbrennungsmotor von einem Fahrzeug Abgase aus, deren Wärme prinzipiell genutzt werden kann. Die Wärme kann mit einem Wärmetauscher auf ein Fluid in einem Arbeitskreislauf übertragen werden. Beispielsweise kann im Arbeitskreislauf nach dem Prinzip des grundsätzlich bekannten Rankine-Kreisprozesses oder organischen Rankine-Kreislaufes (ORC, englisch: Organic Rankine Cycle) das Arbeitsfluid komprimiert und wieder entspannt werden. Dabei durchläuft es einen Motor, welcher aus der Energie des Fluids eine Rotationsbewegung erzeugt. Als ein solcher Motor wird der erfindungsgemäße Drehkolbenmotor verwendet. Gerade bei der Abwärmenutzung von Abgasen werden Drücke erzeugt, bei denen bisher eingesetzte Motoren einen eher schlechten Wirkungsgrad haben. Hingegen ermöglicht der erfindungsgemäße Drehkolbenmotor, dass effizient Wärmeenergie von Abgasen genutzt werden kann. Die erzeugte Rotationsenergie kann in prinzipiell beliebiger Weise genutzt werden. Insbesondere kann sie in elektrische Energie umgewandelt werden, etwa mit einem Generator. Die elektrische Energie kann in ein Bordnetz des Kraftfahrzeugs eingespeist und/oder in einer elektrochemischen Batterie oder anderen Speichermitteln gespeichert werden.

[0062] Zwar wird bei der vorstehenden Ausführungsform eine spezielle Form der Dichtleisten verwendet. Es ist aber zu betonen, dass auch mit anderen Formen grundsätzlich geeignete Dichtungseigenschaften bewirkt werden können und die Erfindung nicht auf die in den Zeichnungen dargestellte (bevorzugte) Form der Dichtleisten beschränkt ist. So kann es genügen, wenn die Fluidkontaktseite wie beschrieben gebildet ist. Die andere Seite kann beispielsweise eben sein oder wie die übrige Seite geformt sein. Auch ist möglich, dass die Formen der Fluidkontaktseite und der Rückseite allein an einem Endbereich der Dichtleiste wie beschrieben geformt sind und nicht etwa im gesamten Bereich, der radial über den zugehörigen Zahnkranz hervorsteht. Grundsätzlich kann für hinreichende Dichteigenschaften genügen, dass die Dichtleisten und relativ zum Zahnkranz verformbar oder bewegbar sind und insbesondere nicht einstückig mit dem Zahnkranz gebildet sind.

55

Patentansprüche

1. Drehkolbenmotor

- mit einem Gehäuse (10), welches einen Innenraum (11) bildet, 5
 - mit zwei Drehkolben (20, 30), welche im Innenraum (11) angeordnet sind, 10
 - mit einer Eintrittsöffnung (13) zum Einleiten eines Fluids in den Innenraum (11) und
 - mit einer Austrittsöffnung (15) für das Fluid, welche sich am Innenraum (11) an einer der Eintrittsöffnung (13) gegenüberliegenden Seite befindet, 15
 - wobei jeder Drehkolben (20, 30) an seinem Außenumfang mindestens zwei Dichtleisten (25, 26, 35, 36) und mindestens zwei Vertiefungen (27, 28, 37, 38) aufweist, 20
 - wobei die Dichtleisten (25, 26, 35, 36) in Radialrichtung zum dichtenden Kontaktieren einer Gehäuseinnenwand (12) bemessen sind, 25
 - wobei die Dichtleisten (25, 26, 35, 36) aus einem verformbaren Material bestehen, 30
 - wobei jede der Dichtleisten (25, 26, 35, 36) bei einer Drehwinkelstellung des zugehörigen Drehkolbens (20, 30), bei welcher diese Dichtleiste (25, 26, 35, 36) die Gehäuseinnenwand (12) kontaktiert, eine Fluidkontaktseite (35A) aufweist, welche einströmendem Fluid zugewandt ist, 35
dadurch gekennzeichnet,
 - **dass** die Formen der Vertiefungen (27, 28, 37, 38) und der Dichtleisten (25, 26, 35, 36) gewählt sind zum dichtenden Eingreifen der Dichtleisten (25, 26, 35, 36) von jeweils einem der Drehkolben (20, 30) in die Vertiefungen (27, 28, 37, 38) des jeweils anderen Drehkolbens (20, 30), und 40
 - **dass** die Fluidkontaktseite (35A) von jeder Dichtleiste (25, 26, 35, 36) eine konkave Form hat.

2. Drehkolbenmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** ein Endbereich von jeder Fluidkontaktseite (35A) eine konkave Form hat. 45

3. Drehkolbenmotor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** jede der Dichtleisten (25, 26, 35, 36) eine Rückseite (35B) aufweist, welche der Fluidkontaktseite (35A) gegenüberliegt und bei einer Drehwinkelstellung des zugehörigen Drehkolbens (20, 30), bei welcher diese Dichtleiste (25, 26, 35, 36) die Gehäuseinnenwand (12) kontaktiert, nicht einströmendem Fluid zugewandt ist, und 50
dass die Rückseite (35B) konvex geformt ist. 55

4. Drehkolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Drehkolben (20, 30) an ihrem jeweiligen Außenumfang Nuten zum Aufnehmen und Halten der Dichtleisten (25, 26, 35, 36) aufweisen und **dass** die Dichtleisten (25, 26, 35, 36) als Nutensteine gebildet sind zum haltenden Eingreifen in die Nuten des jeweiligen Drehkolbens (20, 30).

5. Drehkolbenmotor nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Nuten als T-Nuten geformt sind und jeder der Nutensteine einen seitlich hervorstehenden Kragen (35C) zum Eingreifen in eine der T-Nuten umfasst.

6. Drehkolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** jeder Drehkolben (20, 30) genau zwei Dichtleisten (25, 26, 35, 36) an gegenüberliegenden Winkelpositionen an seinem Außenumfang umfasst und **dass** jeder Drehkolben (20, 30) genau zwei Vertiefungen (27, 28, 37, 38) umfasst, welche sich am Außenumfang an Winkelpositionen befinden, die jeweils um 90° zu den Winkelpositionen der beiden Dichtleisten (25, 26, 35, 36) versetzt sind.

7. Drehkolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Dichtleisten (25, 26, 35, 36) so bemessen sind und eine Gehäuseinnenwand (12) so geformt ist, **dass** die Dichtleisten (25, 26, 35, 36) innerhalb eines Drehwinkelbereichs der Drehkolben (20, 30) die Gehäuseinnenwand (12) dichtend kontaktieren.

8. Drehkolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** jeder der Drehkolben (20, 30) an seinem Außenumfang einen Zahnkranz (23, 33) aufweist und **dass** die Drehkolben (20, 30) so angeordnet sind, **dass** ihre Zahnkränze (23, 33) ineinandergreifen. 40

9. Drehkolbenmotor nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Dichtleisten (25, 26, 35, 36) in radialer Richtung von ihrem jeweiligen Drehkolben (20, 30) weiter nach außen ragen als der jeweilige Zahnkranz (23, 33).

10. Drehkolbenmotor nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Dichtleisten (25, 26, 35, 36) über den jeweiligen Zahnkranz (23, 33) um eine Radialstrecke hervorstehen, welche zwischen 5% und 30%, insbesondere zwischen 10% und 25%, eines Radius des Zahnkranzes (23, 33) beträgt.

11. Abwärmenutzungssystem mit einem Arbeitsfluidkreislauf, in welchem ein Fluid

zirkuliert wird,
mit einem Wärmetauscher, durch welchen Wärme von einem Medium auf das Fluid im Arbeitsfluidkreislauf übertragbar ist,
wobei der Arbeitsfluidkreislauf als Kreisprozess gestaltet ist, insbesondere als organischer Rankine-Kreisprozess, und Mittel aufweist zum Umwandeln von Wärmeenergie des Fluids in Bewegungsenergie,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Arbeitsfluidkreislauf einen Drehkolbenmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 10 umfasst, in welchem durchströmendes Fluid entspannt und somit eine Rotation der Drehkolben (20, 30) bewirkt wird.

12. Abwärmenutzungssystem nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein Generator vorhanden und dazu eingerichtet ist, Rotationsenergie des Drehkolbenmotors in elektrische Energie umzuwandeln.

13. Fahrzeug mit einem Abwärmenutzungssystem nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Wärmetauscher so angeordnet ist, dass Abgaswärme auf das Fluid übertragbar ist.

14. Verfahren zum Betreiben eines Drehkolbenmotors,

- bei dem durch eine Eintrittsöffnung (13) ein Fluid in einen Innenraum (11) eines Gehäuses (10) des Drehkolbenmotors geleitet wird,

- bei dem in dem Innenraum (11) zwei Drehkolben (20, 30) angeordnet sind, welche durch das Fluid in Rotation versetzt werden,

- wobei jeder Drehkolben (20, 30) an seinem Außenumfang mindestens zwei Dichtleisten (25, 26, 35, 36) und mindestens zwei Vertiefungen (27, 28, 37, 38) aufweist,

- wobei die Dichtleisten (25, 26, 35, 36) in Radialrichtung zum dichtenden Kontaktieren einer Gehäuseinnenwand (12) bemessen sind,

- wobei die Dichtleisten (25, 26, 35, 36) aus einem verformbaren Material bestehen,

- wobei jede der Dichtleisten (25, 26, 35, 36) bei einer Drehwinkelstellung des zugehörigen Drehkolbens (20, 30), bei welcher diese Dichtleiste (25, 26, 35, 36) die Gehäuseinnenwand (12) kontaktiert, eine Fluidkontaktseite (35A) aufweist, welche einströmendem Fluid zugewandt ist,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Formen der Vertiefungen (27, 28, 37, 38) und der Dichtleisten (25, 26, 35, 36) gewählt sind zum dichtenden Eingreifen der Dichtleisten (25, 26, 35, 36) von jeweils einem der Drehkolben (20, 30) in die Vertiefungen (27, 28, 37, 38) des jeweils anderen Drehkolbens (20, 30),

- **dass** das von der Eintrittsöffnung (13) kommende Fluid gegen einige der Dichtleisten (25, 26, 35, 36) drückt, wodurch diese Dichtleisten (25, 26, 35, 36) gegen die Gehäuseinnenwand (12) gedrückt werden, und

- **dass** die Fluidkontaktseite (35A) von jeder Dichtleiste (25, 26, 35, 36) eine konkave Form hat.

Claims

1. Rotary engine comprising

- a housing (10) defining an inner room (11),
- two rotary pistons (20, 30) arranged in the inner room (11),

- an inlet opening (13) for letting a fluid into the inner room (11), and

- an outlet opening (15) for the fluid defined at the inner room (11) at a side opposite to the inlet opening (13),

- wherein each rotary piston (20, 30) comprises at least two sealing strips (25, 26, 35, 36) and at least two recesses (27, 28, 37, 38) at its outer circumference,

- wherein the sealing strips (25, 26, 35, 36) are sized to sealingly contact a housing inner surface (12) in a radial direction,

- wherein the sealing strips (25, 26, 35, 36) are comprised of a deformable material,

- wherein each of the sealing strips (25, 26, 35, 36) comprises a fluid contact surface (35A) facing inflowing fluid when the respective rotary piston (20, 30) is at a rotation angle position at which said sealing strip (25, 26, 35, 36) contacts the housing inner surface (12),

characterized in that

- the shapes of the recesses (27, 28, 37, 38) and the sealing strips (25, 26, 35, 36) are chosen for sealing engagement of the sealing strips (25, 26, 35, 36) of each one of the rotary pistons (20, 30) with the recesses (27, 28, 37, 38) of the respective other rotary piston (20, 30), and

- the fluid contact surface (35A) of each sealing strip (25, 26, 35, 36) has a concave shape.

2. Rotary engine as defined in claim 1,

characterized in that

an end portion of each fluid contact surface (35A) has a concave shape.

3. Rotary engine as defined in claim 1 or 2,

characterized in that

each of the sealing strips (25, 26, 35, 36) has a rear side (35B) which is opposite the fluid contact surface (35A) and which does not face inflowing fluid when the respective rotary piston (20, 30) is at a rotation

angle position in which said sealing strip (25, 26, 35, 36) contacts the housing inner surface (12), and the rear side (35B) has a convex shape.

4. Rotary engine as defined in any one of the claims 1 to 3,

characterized in that

each rotary piston (20, 30) comprises at its respective outer circumference slots for receiving and securing the sealing strips (25, 26, 35, 36) and the sealing strips (25, 26, 35, 36) are formed as slot nuts for securely coupling with the slots of the respective rotary piston (20, 30).

5. Rotary engine as defined in claim 4,

characterized in that

the slots are formed as T-slots and each slot nut comprises a laterally protruding shroud (35C) for engaging with one of the T-slots.

6. Rotary engine as defined in any one of the claims 1 to 5,

characterized in that

each rotary piston (20, 30) comprises two sealing strips (25, 26, 35, 36) at opposite angle positions at its outer circumference, and each rotary piston (20, 30) comprises exactly two recesses (27, 28, 37, 38) arranged at the outer circumference at angle positions which are each offset by 90° relative to the angle positions of the two sealing strips (25, 26, 35, 36).

7. Rotary engine as defined in any one of the claims 1 to 6,

characterized in that

the sealing strips (25, 26, 35, 36) are sized such that, and a housing inner surface (12) is formed such that the sealing strips (25, 26, 35, 36) sealingly contact the housing inner surface (12) within a rotary angle range of the rotary piston (20, 30).

8. Rotary engine as defined in any one of the claims 1 to 7,

characterized in that

each rotary piston (20, 30) comprises a gear rim (23, 33) at its outer circumference, and the rotary pistons (20, 30) are arranged such that their gear rims (23, 33) mesh.

9. Rotary engine as defined in claim 8,

characterized in that

the sealing strips (25, 26, 35, 36) protrude from their respective rotary piston (20, 30) further outwards in a radial direction than the respective gear rim (23, 33).

10. Rotary engine as defined in claim 8 or 9,

characterized in that

the sealing strips (25, 26, 35, 36) protrude from the respective gear rim (23, 33) by a radial distance which is between 5% and 30%, in particular between 10% and 25%, of a radius of the gear rim (23, 33).

11. Waste heat recovery system comprising

a working fluid circuit in which a fluid circulates, a heat exchanger in which heat can be transferred from a medium to the fluid in the working fluid circuit, wherein the working fluid circuit is formed as a thermodynamic cycle, in particular as an organic Rankine cycle, and comprises means for converting heat energy of the fluid into motion energy,

characterized in that

the working fluid circuit comprises a rotary engine as defined in any one of the claims 1 to 10, in which fluid flowing through undergoes a pressure reduction and thus causes rotation of the rotary pistons (20, 30).

12. Waste heat recovery system as defined in claim 11,

characterized in that

a generator is provided and configured to convert rotational energy of the rotary engine into electrical energy.

13. Vehicle with a waste heat recovery system as defined in claim 11 or 12,

characterized in that

the heat exchanger is arranged to transfer heat from exhaust gas to the fluid.

14. Method for operating a rotary engine, the method comprising

- introducing a fluid through an inlet opening (13) into an inner room (11) of a housing (10) of the rotary engine,
 - providing in the inner room (11) two rotary pistons (20, 30) which are rotated by the fluid,
 - wherein each rotary piston (20, 30) comprises at its outer circumference at least two sealing strips (25, 26, 35, 36) and at least two recesses (27, 28, 37, 38),
 - wherein the sealing strips (25, 26, 35, 36) are sized in radial direction for sealingly contacting a housing inner surface (12),
 - wherein the sealing strips (25, 26, 35, 36) are comprised of a deformable material,
 - wherein each of the sealing strips (25, 26, 35, 36) comprises a fluid contact surface (35A) facing inflowing fluid when the respective rotary piston (20, 30) is at a rotation angle position at which said sealing strip (25, 26, 35, 36) contacts the housing inner surface (12),
- characterized in that**
- the shapes of the recesses (27, 28, 37, 38) and the sealing strips (25, 26, 35, 36) are chosen for

sealing engagement of the sealing strips (25, 26, 35, 36) of each one of the rotary pistons (20, 30) with the recesses (27, 28, 37, 38) of the respective other rotary piston (20, 30),
 - the fluid coming from the inlet opening (13) pushes against some of the sealing strips (25, 26, 35, 36), whereby said sealing strips (25, 26, 35, 36) are pushed against the housing inner surface (12), and
 - the fluid contact surface (35A) of each sealing strip (25, 26, 35, 36) has a concave shape.

Revendications

1. Moteur à pistons rotatifs

- avec un boîtier (10), lequel forme un espace interne (11),
 - avec deux pistons rotatifs (20, 30), lesquels sont agencés dans l'espace interne (11),
 - avec une ouverture d'entrée (13) pour conduire un fluide dans l'espace interne (11) et
 - avec une ouverture de sortie (15) pour le fluide, laquelle se situe dans l'espace interne (11), sur un côté situé en face de l'ouverture d'entrée (13),
 - tandis que chaque piston rotatif (20, 30) présente, sur son pourtour externe, au moins deux baguettes d'étanchéité (25, 26, 35, 36) et au moins deux creux (27, 28, 37, 38),
 - tandis que les baguettes d'étanchéité (25, 26, 35, 36) sont dimensionnées, dans une direction radiale, de sorte à être en contact étanche avec une paroi interne du boîtier (12),
 - tandis que les baguettes d'étanchéité (25, 26, 35, 36) sont formées dans un matériau déformable,
 - tandis que chacune des baguettes d'étanchéité (25, 26, 35, 36) présente, pour une position d'angle de rotation du piston rotatif correspondant (20, 30), pour laquelle cette baguette d'étanchéité (25, 26, 35, 36) est en contact avec la paroi interne du boîtier (12), un côté de contact de fluide (35A), lequel est orienté vers un fluide affluant,
caractérisé en ce que
 - les formes des creux (27, 28, 37, 38) et des baguettes d'étanchéité (25, 26, 35, 36) sont choisies pour que les baguettes d'étanchéité (25, 26, 35, 36) d'un des pistons rotatifs respectif (20, 30) s'engagent de manière étanche dans les creux (27, 28, 37, 38) de l'autre piston rotatif respectif (20, 30), et
 - le côté de contact de fluide (35A) de chaque baguette d'étanchéité (25, 26, 35, 36) a une forme concave.

2. Moteur à pistons rotatifs selon la revendication 1 **caractérisé en ce que**

une zone d'extrémité de chaque côté de contact de fluide (35A) a une forme concave.

3. Moteur à pistons rotatifs selon la revendication 1 ou 2 **caractérisé en ce que**

chacune des baguettes d'étanchéité (25, 26, 35, 36) présente une face arrière (35B), laquelle est située en face du côté de contact de fluide (35A), et, pour une position d'angle de rotation du piston rotatif correspondant (20, 30), pour laquelle cette baguette d'étanchéité (25, 26, 35, 36) est en contact avec la paroi interne du boîtier (12), n'est pas orientée vers du fluide affluant, et
 la face arrière (35B) a une forme convexe.

4. Moteur à pistons rotatifs selon les revendications 1 à 3 **caractérisé en ce que**

les pistons rotatifs (20, 30) présentent, sur leurs pourtours extérieurs respectifs, des rainures pour recevoir et maintenir les baguettes d'étanchéité (25, 26, 35, 36) et
 les baguettes d'étanchéité (25, 26, 35, 36) sont formées en tant qu'écrous pour rainures pour s'engager fixement dans les rainures du piston rotatif respectif (20, 30).

5. Moteur à pistons rotatifs selon la revendication 4 **caractérisé en ce que**

les rainures sont formées en tant que rainures en forme de T et chacun des écrous pour rainures présente un col (35C) latéralement saillant pour s'engager dans l'une des rainures en forme de T.

6. Moteur à pistons rotatifs selon une des revendications 1 à 5 **caractérisé en ce que**

chaque piston rotatif (20, 30) comprend, sur son pourtour externe, exactement deux joints d'étanchéité (25, 26, 35, 36) à des positions d'angle opposées et chaque piston rotatif (20, 30) comprend exactement deux creux (27, 28, 37, 38), lesquels sont situés sur le pourtour externe à des positions d'angles, qui sont respectivement décalées de 90° par rapport aux positions d'angle des deux joints d'étanchéité (25, 26, 35, 36).

7. Moteur à pistons rotatifs selon une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que**

les joints d'étanchéité (25, 26, 35, 36) sont dimensionnés et une paroi interne du boîtier (12) est formée de telle sorte que les joints d'étanchéité (25, 26, 35, 36), au sein d'une zone d'angle de rotation des pistons rotatifs (20, 30), sont en contact étanche avec la paroi interne du boîtier (12).

8. Moteur à pistons rotatifs selon une des revendications 1 à 7
caractérisé en ce que
 chacun des pistons rotatifs (20, 30) présente, sur son pourtour externe, une couronne dentée (23, 33) et les pistons rotatifs (20, 30) sont agencés de telle sorte que leurs couronnes dentées (23, 33) s'imbriquent les unes dans les autres. 5 10
9. Moteur à pistons rotatifs selon la revendication 8
caractérisé en ce que
 les joints d'étanchéité (25, 26, 35, 36), dans une direction radiale par rapport à leur piston rotatif respectif (20, 30), font saillie plus loin vers l'extérieur que la couronne dentée respective (23, 33). 15
10. Moteur à pistons rotatifs selon la revendication 8 ou 9
caractérisé en ce que
 les joints d'étanchéité (25, 26, 35, 36) font saillie au-dessus de la couronne dentée respective (23, 33) d'une distance radiale comprise entre 5 % et 30 %, et plus particulièrement entre 10 % et 25 %, d'un radius de la couronne dentée (23, 33). 20 25
11. Système de récupération de chaleur résiduelle avec un circuit de fluide de travail, dans lequel un fluide est mis en circulation, avec un échangeur thermique grâce auquel de la chaleur d'un milieu peut être transférée au fluide dans le circuit de fluide de travail, tandis que le circuit de fluide de travail est configuré en tant que cycle, en particulier en tant que cycle de Rankine organique, et présente des moyens pour la transformation d'énergie thermique du fluide en énergie de mouvement, **caractérisé en ce que**
 le cycle de fluide de travail comprend un moteur à pistons rotatifs selon une des revendications 1 à 10, dans lequel du fluide affluant se détend et, ainsi, une rotation des pistons rotatifs (20, 30) est déclenchée. 30 35 40
12. Système de récupération de chaleur résiduelle selon la revendication 11
caractérisé en ce que
 un générateur est disponible et agencé de sorte à ce qu'il transforme de l'énergie de rotation du moteur à pistons rotatifs en énergie électrique. 45
13. Véhicule avec un système de récupération de la chaleur résiduelle selon la revendication 11 ou 12
caractérisé en ce que
 l'échangeur thermique est agencé de telle sorte que la chaleur de gaz d'échappement peut être transférée au fluide. 50 55
14. Procédé pour le fonctionnement d'un moteur à pistons rotatifs

- pour lequel un fluide est conduit, par une ouverture d'entrée (13), dans un espace interne (11) d'un boîtier (10) du moteur à pistons rotatifs,
 - pour lequel, dans l'espace interne (11), sont agencés deux pistons rotatifs (20, 30), lesquels sont mis en rotation par le fluide,
 - tandis que chaque piston rotatif (20, 30) présente, sur son pourtour extérieur, au moins deux joints d'étanchéité (25, 26, 35, 36) et au moins deux creux (27, 28, 37, 38),
 - tandis que les joints d'étanchéité (25, 26, 35, 36) sont dimensionnés, dans une direction radiale, de sorte à être en contact étanche avec une paroi interne du boîtier (12),
 - tandis que les joints d'étanchéité (25, 26, 35, 36) sont composés d'un matériau déformable,
 - tandis que chacun des joints d'étanchéité (25, 26, 35, 36) présente, pour une position d'angle de rotation du piston rotatif correspondant (20, 30), pour laquelle cette baguette d'étanchéité (25, 26, 35, 36) est en contact avec la paroi interne du boîtier (12), un côté de contact de fluide (35A), lequel est orienté vers un fluide affluant,
caractérisé en ce que
 - les formes des creux (27, 28, 37, 38) et des baguettes d'étanchéité (25, 26, 35, 36) sont choisies pour que les baguettes d'étanchéité (25, 26, 35, 36) d'un des pistons rotatifs respectif (20, 30) s'engagent de manière étanche dans les creux (27, 28, 37, 38) de l'autre piston rotatif respectif (20, 30),
 - le fluide venant de l'ouverture d'entrée (13) fait pression contre certains des joints d'étanchéité (25, 26, 35, 36), ce qui presse ces joints d'étanchéité (25, 26, 35, 36) contre la paroi interne du boîtier (12), et
 - le côté de contact de fluide (35A) de chaque baguette d'étanchéité (25, 26, 35, 36) a une forme concave.

Fig. 1

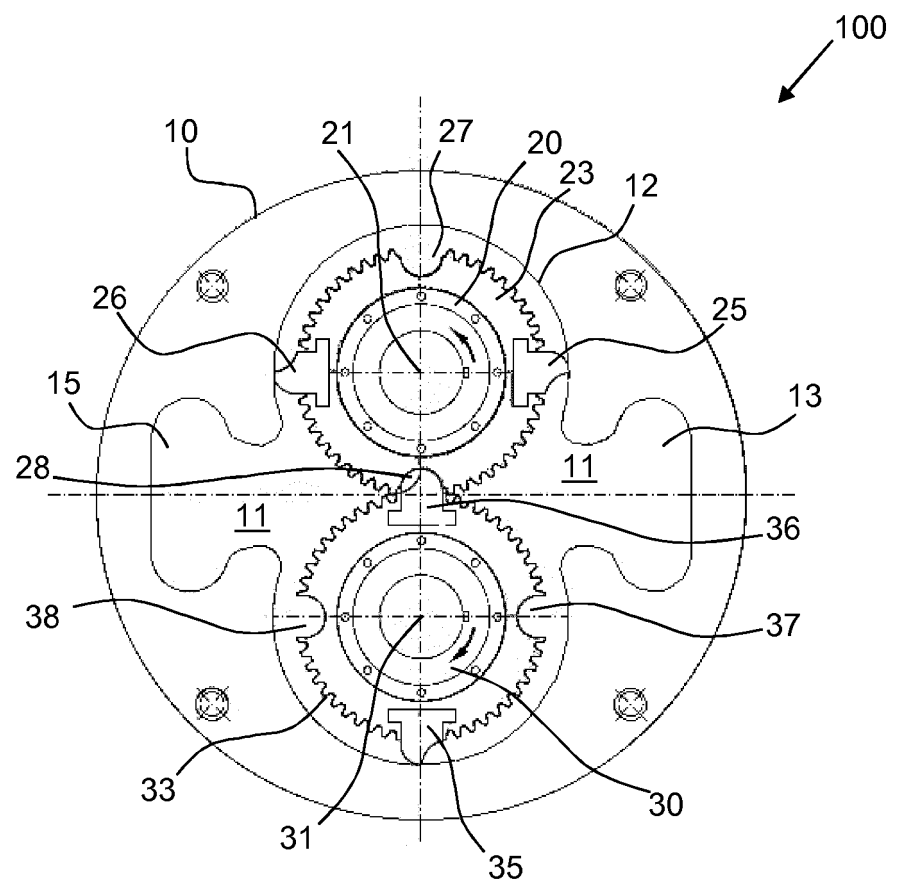
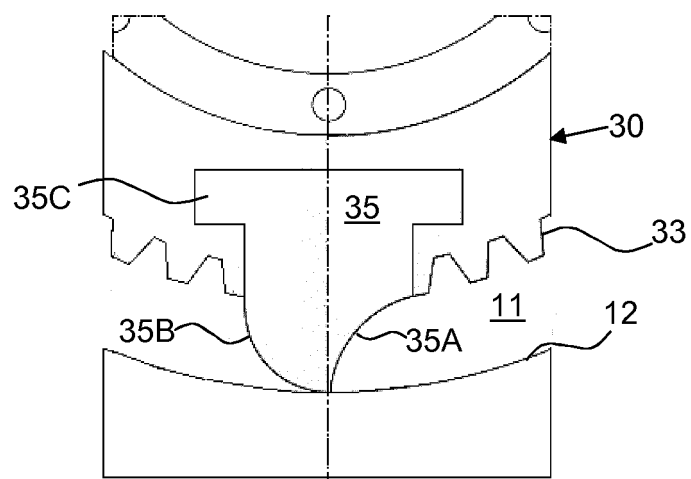


Fig. 2



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]
- GB 576603 A [0007]
- DE 4439063 A1 [0007]
- DE 2635972 A1 [0007]
- FR 698019 A [0007]