



(11) **EP 1 597 456 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.12.2012 Patentblatt 2012/51

(51) Int Cl.:
F01C 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04714747.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2004/001921

(22) Anmeldetag: **26.02.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/076819 (10.09.2004 Gazette 2004/37)

(54) **ROTATIONSKOLBENMASCHINE MIT EINEM IN EINER OVALEN KAMMER GEFÜHRTEN OVALEN ROTATIONSKOLBEN**

ROTARY PISTON MACHINE WITH AN OVAL ROTARY PISTON GUIDED IN AN OVAL CHAMBER
MACHINE A PISTON ROTATIF COMPRENANT UN PISTON ROTATIF OVAL GUIDE DANS UNE CHAMBRE OVALE

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

- **LEVITIBN, Lev**
Brookline, MA 02446 (US)
- **KRUK, Naum**
12307 Berlin (DE)

(30) Priorität: **27.02.2003 DE 10308831**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.11.2005 Patentblatt 2005/47

(74) Vertreter: **Weisse, Renate et al**
Patentanwälte Weisse & Wolgast
Bleibtreustrasse 38
10623 Berlin (DE)

(73) Patentinhaber: **Excursion Ltd.**
Victoria, Mahe, Seychelles (SC)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 853 930 FR-A- 1 327 607
JP-A- 53 028 810 LU-A- 45 663
US-A- 3 117 563

(72) Erfinder:
• **SCHAPIRO, Boris**
12163 Berlin (DE)

EP 1 597 456 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 Erfindung betrifft eine Rotationskolbenmaschine, mit einer in einem Gehäuse gebildeten prismatischen Kammer, deren Querschnitt ein Oval aus Kreisbögen von abwechselnd kleinerem und größerem Radius bildet, und einem in der Kammer beweglichen Rotationskolben, dessen Querschnitt ebenfalls ein Oval mit den gleichen abwechselnd kleinerem und größeren Radien bildet, dessen Ordnung von der Ordnung des den Querschnitt der Kammer bildenden Ovals abweicht, wobei der Rotationskolben sich abwechselnd in aufeinanderfolgenden Bewegungsabschnitten um unterschiedliche Drehachsen jeweils von einer Anschlagstellung zur nächsten dreht und bei seiner Drehbewegung in jeder Position an der Innenwandung der Kammer unter Bildung von zwei Arbeitsräumen anliegt, und mit einem mit einer Innenverzahnung versehenen Durchbruch des Rotationskolbens, dessen Innenverzahnung mit einer Außenverzahnung mindestens einer gehäusefest gelagerten Welle für den An- oder Abtrieb der Drehbewegung in Eingriff ist, wobei

(a) die Ordnung des Ovals der Kammer um eins geringer ist als die Ordnung des Ovals des Rotationskolbens,

(b) der Durchbruch dem Rotationskolben im wesentlichen mathematisch ähnlich ist, wobei die Symmetrieebenen des Durchbruchs mit denen des Rotationskolbens zusammenfallen, und

(c) ein Paar mit Außenverzahnung versehene, gehäusefest gelagerte Wellen vorgesehen sind, deren Außenverzahnungen mit der Innenverzahnung des Durchbruchs in Eingriff sind, wobei in jedem Bewegungsabschnitt des Rotationskolbens jeweils ein Bereich eines Abschnitts der Innenverzahnung des Durchbruchs mit kleinerem Krümmungsradius mit der Außenverzahnung einer der Wellen in Eingriff ist, während ein Abschnitt der Innenverzahnung des Durchbruchs mit größerem Krümmungsradius mit der Außenverzahnung der anderen Welle in Eingriff ist und im jeweils folgenden Bewegungsabschnitt jeweils ein Bereich eines Abschnitts der Innenverzahnung mit größerem Krümmungsradius mit der Außenverzahnung der ersteren Welle in Eingriff ist, die im vorangegangenen Bewegungsabschnitt mit einem Bereich eines Abschnitts von kleinerem Krümmungsradius in Eingriff war, während die Außenverzahnung der Welle, die im vorangegangenen Bewegungsabschnitt mit einem Bereich eines Abschnitts der Innenverzahnung des Durchbruchs von größerem Krümmungsradius in Eingriff war, nun mit einem Bereich eines Abschnitts von kleinerem Krümmungsradius in Eingriff ist.

[0002] Ein "Oval" ist in der Mathematik eine nicht-ana-

lytische, geschlossene flache konvexe Figur, die aus Kreisbögen zusammengesetzt ist. Die Kreisbögen sind stetig und differenzierbar aneinandergesetzt. In den Punkten, in denen die Kreisbögen aneinander anschließen, ist die Kurve stetig. Es fallen dort auch die Tangenten des der beiden aneinander anschließenden Kreisbögen zusammen. Die Kurve ist differenzierbar. In den Punkten, wo die Kreisbögen mit verschiedenen Krümmungsradien aneinander anschließen, macht die zweite Ableitung -welche die Krümmung bestimmt- einen Sprung. Das Oval besteht alternierend aus Kreisabschnitten mit einem ersten, kleineren, und einem zweiten, größeren Krümmungsradius. Die Ordnung des Ovals ist bestimmt durch die Anzahl der Paare von Kreisabschnitten mit dem ersten und dem zweiten Krümmungsradius. Ein Oval zweiter Ordnung oder Bi-Oval ist "ellipsenähnlich" mit zwei diametral gegenüberliegenden Kreisbögen von kleinerem Durchmesser, die durch zwei Kreisbögen von größerem Durchmesser verbunden sind.

Stand der Technik

[0003] Rotationskolbenmaschinen der eingangs genannten Art sind bekannt.

[0004] Die US 3 967 594 A und die US 3 996 901 A zeigen eine Rotationskolbenmaschine mit einem ovalen Kolben in einer ovalen Kammer. Dabei ist der Kolben im Querschnitt bi-oval. Dieser bi-ovale Kolben ist in einer tri-ovalen Kammer beweglich. Bei diesen bekannten Rotationskolbenmaschinen sind aufwendige Getriebe vorgesehen, um die Drehbewegung des Rotationskolbens auf eine Welle zu übertragen.

[0005] Die DE 199 20 289 C1 beschreibt ebenfalls eine Rotationskolbenmaschine, bei welchem der Querschnitt einer in einem Gehäuse gebildeten prismatischen Kammer tri-oval mit aneinander stetig und differenzierbar anschließenden ersten und zweiten Kreisbögen von abwechselnd einem kleineren Krümmungsradius und einem größeren Krümmungsradius ist. In der Kammer ist ein Rotationskolben mit bi-ovalem Querschnitt geführt. Der bi-ovale Querschnitt des Rotationskolbens ist von abwechselnd ersten und zweiten Kreisbögen mit den kleineren bzw. größeren Krümmungsradien des tri-ovalen Querschnitts der Kammer gebildet, die wieder stetig und differenzierbar aneinander anschließen. Der bi-ovale Rotationskolben führt in der tri-ovalen Kammer die oben beschriebenen Bewegungszyklen mit springenden momentanen Drehachsen aus. Die Bewegung des Rotationskolbens wird dort auf sehr einfache Weise abgegriffen: Eine Welle erstreckt sich zentral durch die tri-ovale Kammer, also entlang der Schnittlinie der Symmetrieebenen der Kammer. Die Welle trägt ein Ritzel. Der Rotationskolben weist einen ovalen Durchbruch mit einer Innenverzahnung auf. Die lange Achse im Querschnitt des Durchbruchs erstreckt sich längs der kurzen Achse des bi-ovalen Querschnitts des Rotationskolbens. Das Ritzel kämmt ständig mit der Innenverzahnung.

[0006] Bei den bekannten Rotationskolbenmaschinen bildet ein Gehäuse eine prismatische Kammer, deren Querschnitt ein solches Oval ungerader Ordnung, also beispielsweise ein Oval dritter Ordnung bildet. Die Kammer bildet zylindrische Innenwandabschnitte abwechselnd mit dem ersten, kleinem und dem zweiten, größeren Krümmungsradius. In einem solchen Oval dritter (fünfter oder siebenter und höherer) Ordnung ist ein Rotationskolben beweglich, der im Querschnitt ein Oval bildet, dessen Ordnung um eins geringer ist als die Ordnung des Ovals der Kammer. Das für den Rotationskolben verwendete Oval hat - auch wenn es eine höhere Ordnung besitzt - eine zweifache Symmetrie, d.h. es ist spiegelsymmetrisch in bezug auf zwei zueinander senkrechte Achsen. Dieser Rotationskolben weist zwei diametral gegenüberliegende zylindrische Mantelabschnitte auf, deren Krümmungsradius dem kleineren (ersten) Krümmungsradius des Ovals der Kammer entspricht. Wenn der Rotationskolben im Querschnitt ein Oval bildet, ist der zweite, größere Krümmungsradius dieses Ovals gleich dem zweiten Krümmungsradius des die Kammer bildenden Ovals. In einem bestimmten Bewegungsabschnitt liegt der Rotationskolben mit einem ersten dieser zylindrischen Mantelabschnitte in einem dazu komplementären zylindrischen Innenwandabschnitt der Kammer, der den gleichen kleineren Krümmungsradius aufweist. Mit dem zweiten, diametral gegenüberliegenden zylindrischen Mantelabschnitt gleitet der Rotationskolben an dem gegenüberliegenden zylindrischen Innenwandabschnitt der Kammer, der den größeren Krümmungsradius besitzt. In der Kammer werden auf diese Weise von dem Rotationskolben zwei Arbeitsräume gebildet, von denen bei der Drehung des Rotationskolbens der eine sich vergrößert und der andere kleiner wird. Der Rotationskolben dreht sich dabei um eine momentane Drehachse. Diese momentane Drehachse fällt mit der Zylinderachse des ersten zylindrischen Mantelabschnitts zusammen. Diese momentane Drehachse hat daher eine definierte Position relativ zu dem Rotationskolben. Die momentane Drehachse entspricht in diesem Bewegungsabschnitt natürlich auch der gehäusefesten Zylinderachse des zylindrischen Innenwandabschnitts von kleinerem Krümmungsradius, in dem sich der Rotationskolben dreht. Diese Drehung setzt sich fort, bis der zweite zylindrische Mantelabschnitt des Rotationskolbens in eine Anschlagposition gelangt. In dieser Anschlagposition liegt der zweite zylindrische Mantelabschnitt in dem an den gegenüberliegenden Innenwandabschnitt von größerem Krümmungsradius anschließenden Innenwandabschnitt von kleinerem Durchmesser.

[0007] Eine weitere Drehung des Rotationskolbens um den bisherigen momentanen Drehpunkt ist nicht möglich. Die momentane Drehachse springt daher für den nächsten Bewegungsabschnitt in eine andere Position, nämlich die Zylinderachse des zweiten zylindrischen Mantelabschnitts. Auch diese neue momentane Drehachse ist in einer definierten Position relativ zu dem Rotationskolben. Sie entspricht in dem nächsten Bewegungsab-

schnitt der Zylinderachse des zylindrischen Innenwandabschnitts, in dem sich jetzt der zweite zylindrische Mantelabschnitt des Rotationskolbens dreht. Der "erste" zylindrische Mantelabschnitt gleitet in diesem Bewegungsabschnitt wieder an dem gegenüberliegenden Innenwandabschnitt mit größerem Krümmungsradius.

[0008] Bei einer solchen Rotationskolbenmaschine dreht sich der Rotationskolben immer in dem gleichen Drehsinn aber abwechselnd um verschiedene momentane Drehachsen, wobei die Drehachsen nach jedem Bewegungsabschnitt "springen". Bezogen auf den Rotationskolben sind zwei solche momentanen Drehachsen definiert, nämlich durch die Zylinderachsen der diametral einander gegenüberliegenden zylindrischen Mantelabschnitte. Bezogen auf das Gehäuse und die darin gebildete Kammer springt die momentane Drehachse zwischen den "Ecken" des Ovals, also den Zylinderachsen der Innenwandabschnitte mit kleinerem Krümmungsradius.

[0009] Bei jedem Bewegungsabschnitt wächst das Volumen eines Arbeitsraumes bis zu einem Maximalwert an, während das Volumen des jeweils anderen Arbeitsraumes sich bis zu einem Minimalwert vermindert. Im Idealfall, wenn der Rotationskolben ebenfalls im Querschnitt ein Oval bildet, wächst das Volumen des Arbeitsraumes von praktisch null auf den Maximalwert bzw. vermindert sich auf praktisch null. Eine solche Rotationskolbenmaschine kann als Zweitakt- oder Viertakt-Verbrennungskraftmaschine (mit innerer Verbrennung) oder als Kraftmaschine mit äußerer Verbrennung, z.B. Dampfmaschine, ausgebildet sein. Sie kann aber auch als Luftdruckmotor, als Hydraulikmotor oder als Pumpe arbeiten.

[0010] Bei der DE 199 20 289 C1 ist in einer Kammer, deren Querschnitt ein Oval dritter Ordnung bildet, ein Rotationskolben beweglich, dessen Querschnitt ein Oval zweiter Ordnung ist. Zum Abgreifen der Bewegung des Rotationskolbens dient eine einzige sich zentral durch die Kammer erstreckende Abtriebswelle. Die Abtriebswelle ragt durch einen ovalen Durchbruch des Rotationskolbens und trägt ein Ritzel. Das Ritzel ist in Eingriff mit einer Verzahnung auf der Innenseite des Durchbruchs.

[0011] Bei den bekannten Rotationskolbenmaschinen ist die Ordnung des die Kammer definierenden Ovals jeweils um eins größer als die Ordnung des Ovals, das den Querschnitt des Rotationskolbens bildet. Ein bi-ovaler Rotationskolben ist in einer tri-ovalen Kammer geführt. Dabei springen die momentanen Drehachsen des Rotationskolbens in den Anschlagstellungen relativ zu dem Rotationskolben nur zwischen zwei Positionen, relativ zu dem Gehäuse aber zwischen wenigstens drei Positionen. Der Rotationskolben bewegt sich mit dem Abschnitt von kleinem Radius translatorisch an dem Abschnitt von großem Radius der Innenwand der Kammer entlang. Das kann zu Dichtungsproblemen bei der Abdichtung zwischen den Arbeitsräumen der Kammer führen. Ein weiteres Problem ergibt sich daraus, daß in jedem Arbeitszyklus der Rotationskolbenmaschine nach-

einander mehr als zwei Arbeitsräume gebildet werden, die längs der Innenwandung des Gehäuses herumwandern.

[0012] Die luxemburgische Patentanmeldung LU 45663 offenbart eine Rotationskolbenmaschine mit einem Rotationskolben in Form eines Ovals dritter Ordnung (drei abgerundete "Ecken") in einer Kammer in Form eines Ovals zweiter Ordnung (zwei abgerundete "Ecken"). In dem Rotationskolben ist in einer der planen Oberflächen eine Ausnehmung mit einer durchgehenden, gleichmäßigen Verzahnung vorgesehen. Die Ausnehmung hat eine dem Oval des Rotationskolbens entsprechende Form. In die Verzahnung der Ausnehmung greifen Außenverzahnungen von zwei gehäusefest gelagerten Wellen ein. Die eine Welle dient zur Übertragung der Antriebskraft, während die andere Welle zum Regulieren der Kolbenbewegung und zum Antrieb einer Lichtmaschine und eines Kühlerlüfters vorgesehen ist.

Offenbarung der Erfindung

[0013] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Rotationskolbenmaschine der eingangs genannten Art die Abdichtung zwischen den Arbeitsräumen der Kammer zu verbessern.

[0014] Der Erfindung liegt weiter die Aufgabe zugrunde, in den Anschlagpositionen des Rotationskörpers auf einfache Weise eine abgeschlossene Kinematik mit eindeutiger Bewegung des Rotationskolbens zu gewährleisten.

[0015] Der Erfindung liegt hierzu speziell die Aufgabe zugrunde, die Anzahl der bezogen auf das Gehäuse auftretenden momentanen Drehachsen zu verringern.

[0016] Der Erfindung liegt schließlich die Aufgabe zugrunde, eine Rotationskolbenmaschine der eingangs genannten Art so auszubilden, daß nur zwei sich abwechselnd vergrößernde und verkleinernde Arbeitsräume auftreten, welche gegenüberliegenden in festen Winkellagen zu dem Gehäuse angeordnet sind.

[0017] Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben dadurch gelöst, daß bei einer Rotationskolbenmaschine der eingangs genannten Art Sensoren zum Signalisieren des Erreichens einer Anschlagposition durch den Rotationskolben und drehzahlregulierende Mittel mit einer von den Signalen der Sensoren beaufschlagten Steuerung und jeweils einer von der Steuerung gesteuerten Bremsvorrichtung für jede der Wellen vorgesehen sind, mit denen bei Erreichen einer Anschlagstellung jeweils diejenige Welle, deren Außenverzahnung im vorangegangenen Bewegungsabschnitt an der Innenverzahnung des Durchbruchs im Bereich eines größeren Krümmungsradius abrollte, vorübergehend abbremsbar ist, während die andere Welle um deren Achse sich der Rotationskolben im vorangegangenen Bewegungsabschnitt drehte, ungebremst bleibt.

[0018] Überraschenderweise erhält man eine eindeutige Führung eines im Querschnitt ovalen Rotationskolbens in einer ovalen Kammer unter Bildung von gegen-

einander abgedichteten Arbeitsräumen auch dann, wenn der Rotationskolben im Gegensatz zum Stand der Technik höhere Ordnung des Ovals aufweist als die Kammer, also z.B. ein triovaler Rotationskolben sich in einer bi-ovalen Kammer dreht. Dabei erfolgt die Drehung jeweils um eine von zwei momentanen Drehachsen, die aber hier von gehäusefesten Wellen gebildet sind. Die Drehachsen weisen Zahnräder oder Außenverzahnungen auf, die mit einer Innenverzahnung eines im wesentlichen ovalen Durchbruchs des Rotationskolbens in Eingriff sind. Eine der Wellen sitzt jeweils in einem Bereich des kleineren Krümmungsradius des ovalen Durchbruchs, also z.B. quasi in einer "Ecke" des den Durchbruch bildenden "Bogendreiecks". Die andere Welle ist in Eingriff mit dem gegenüberliegenden Bereich der Innenverzahnung mit dem größeren Krümmungsradius, also quasi der gegenüberliegenden Seite des Bogendreiecks.

[0019] In einer Anschlagstellung liegt bei einer Rotationskolbenmaschine mit bi-ovaler Kammer und tri-ovalem Rotationskolben der Rotationskolben mit zwei benachbarten Bereichen mit größerem Krümmungsradius und dem dazwischenliegenden Bereich von kleinerem Krümmungsradius an der Innenwandung der Kammer an. Wenn der Rotationskolben in eine solche Anschlagstellung gelangt, sitzt auch die andere Welle in einer Ecke des Bogendreiecks. Die weitere Drehung des Rotationskolbens im gleichen Drehsinn erfolgt dann um die erst erwähnte Welle. Auch hier springen somit die Drehachsen bei Erreichen einer Anschlagstellung. Dieses Springen erfolgt aber zwischen zwei gehäusefesten Achsen, nämlich zwischen den Drehachsen der beiden Wellen.

[0020] Generell gilt: Bei einer $2n$ -ovalen Kammer hat der darin geführte Rotationskolben die Ordnung $2n+1$. In den Anschlagpositionen liegt dann der Rotationskolben mit $n+1$ "Seiten" formschlüssig an der Innenwandung der Kammer an, während jeweils n "Seiten" diejenige Arbeitskammer begrenzen, die dann ihre maximale Ausdehnung besitzt. Es werden zwei Arbeitsräume auf gegenüberliegenden Seiten des Gehäuses gebildet.

[0021] In der den Anschlagstellungen ist die Kinematik des Rotationskolbens in der Kammer nicht abgeschlossen. Statt einer weiteren Drehbewegung könnte z.B. durch die Einleitung eines Druckmittels in den im Volumen minimierten Arbeitsraum oder durch Zünden eines Treibstoffgemisches eine Querkraft auftreten, welche zu einem Verklemmen des Rotationskolbens in der Kammer führt. Um dieses Problem zu lösen und eine abgeschlossene Kinematik zu erhalten, sind nach der Erfindung drehzahlregulierende Mittel vorgesehen, mit denen bei Erreichen einer Anschlagstellung für diejenige Welle, deren Außenverzahnung im vorangegangenen Bewegungsabschnitt mit der Innenverzahnung des Durchbruchs im Bereich eines größeren Krümmungsradius abrollte, eine geringere Drehzahl erzwingbar ist als für die andere Welle um deren Achse sich der Rotationskolben im vorangegangenen Bewegungsabschnitt drehte. Das stellt sicher, daß sich der Rotationskolben in der vorgesehenen Weise um die zwangsweise mit geringerer

Drehzahl umlaufende Welle weiterdreht. Diese erzwungene Drehzahlvorgabe braucht nur jeweils kurzzeitig zu erfolgen, bis der Rotationskolben sich aus der Anschlagstellung herausgedreht hat. Die erzwungene Drehzahlvorgabe kann dadurch erfolgen, daß durch Bremsmittel jeweils eine von zwei gehäusefesten Wellen abgebremst wird, was konstruktiv einfach zu bewerkstelligen ist.

[0022] Auf einer Seite dreht sich ein Umfangsabschnitt des Rotationskolbens relativ langsam an einem Umfangsabschnitt mit großem Krümmungsradius der Innenwand der Kammer ab. Die langsame Bewegung vermindert die Dichtprobleme. Auf der gegenüberliegenden Seite gleitet ein Umfangsabschnitt des Rotationskolbens mit großem Krümmungsradius, auf einem ebensolchen Umfangsabschnitt der Innenwand. Das ergibt eine große Dichtfläche.

[0023] Die beiden Wellen drehen sich alternierend mit geringerer und höherer Geschwindigkeit. Durch ein Differential oder einen Freilauf kann eine konstante Drehzahl einer mit den beiden Wellen gekuppelten An- oder Abtriebswelle vorgesehen werden. Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen näher erläutert.

- Fig.1 zeigt einen Querschnitt einer Rotationskolbenmaschine mit zwei Wellen, wobei ein Rotationskolben, dessen Querschnitt ein Oval dritter Ordnung bildet, in einer Kammer geführt ist, deren Querschnitt ein Oval zweiter Ordnung ist.
- Fig.2 ist eine Darstellung ähnlich Fig.2 und zeigt den Rotationskolben in einer Anschlagstellung.
- Fig.3 ist eine Darstellung ähnlich Fig.2 und zeigt den Rotationskolben während des nächsten Bewegungsabschnitts.
- Fig.4 zeigt einen Querschnitt einer Rotationskolbenmaschine mit zwei Wellen, wobei ein Rotationskolben, dessen Querschnitt ein Oval fünfter Ordnung bildet, in einer Kammer geführt ist, deren Querschnitt ein Oval vierter Ordnung ist.
- Fig.4A zeigt eine Abwandlung der Anordnung nach Fig.4.
- Fig.5 zeigt einen Querschnitt einer Rotationskolbenmaschine mit zwei Wellen, wobei ein Rotationskolben, dessen Querschnitt ein Oval siebter Ordnung bildet, in einer Kammer geführt ist, deren Querschnitt ein Oval sechster Ordnung ist.
- Fig.6 ist eine schematische Darstellung der drehzahlregulierenden Mittel.

Fig.7A ist eine schematische, vergrößerte Darstellung der Dichtung bei einer Rotationskolbenmaschine der in den Figuren 1 bis 5 dargestellten Art, wobei die Abdichtung zwischen einer Dichtleiste und einem Umfangsabschnitt des Rotationskolbens mit kleinerem Krümmungsradius erfolgt.

Fig.7B ist eine schematische, vergrößerte Darstellung der Dichtung bei einer Rotationskolbenmaschine der in den Figuren 1 bis 5 dargestellten Art, wobei die Abdichtung zwischen einer Dichtleiste und einem Umfangsabschnitt des Rotationskolbens mit größerem Krümmungsradius erfolgt.

Fig.8 zeigt in vergrößertem Maßstab eine Einzelheit der Rotationskolbenmaschine von Fig.4A.

Fig.8A zeigt die Einzelheit von Fig.8 in weiter vergrößertem Maßstab.

[0024] In Fig.1 ist mit 10 ein Gehäuse bezeichnet. In dem Gehäuse 10 ist eine Kammer 12 gebildet. Der Querschnitt der Kammer 12 bildet ein Oval zweiter Ordnung oder ist "bi-oval". Der Querschnitt der Kammer 12 ist demnach von zwei Kreisbögen 14 und 16 von relativ kleinem Krümmungsradius und alternierend dazwischen zwei Kreisbögen 18 und 20 von relativ großem Krümmungsradius gebildet. Die Kreisbögen schließen sich stetig und differenzierbar aneinander an.

[0025] In der Kammer 12 ist ein Rotationskolben 22 geführt. Der Querschnitt des Rotationskolbens 22 bildet ein Oval dritter Ordnung oder ist tri-oval. Demnach besteht der Umfang des Querschnitts aus drei Paaren von jeweils einem Kreisbogen von relativ kleinem Krümmungsradius 24, 26 bzw. 28 und einem Kreisbogen von relativ großem Krümmungsradius 30, 32 bzw. 34 gebildet. Die Kreisbögen von kleinem und großem Krümmungsradius schließen sich alternierend und ebenfalls stetig und differenzierbar aneinander an. Die kleinen Krümmungsradien des Rotationskolbens 22 sind gleich den kleinen Krümmungsradien der Kammer 12, und ebenso sind die großen Krümmungsradien des Rotationskolbens 22 gleich den großen Krümmungsradien der Kammer 12. Der Querschnitt der Kammer 12 ähnelt einer Ellipse, obwohl er gerade keine Ellipse ist. Der Querschnitt des Rotationskolbens 22 ähnelt einem Bogen-dreieck mit abgerundeten Ecken.

[0026] Der Rotationskolben 22 weist einen zentralen Durchbruch 36 auf. Der Querschnitt des Durchbruchs 36 bildet ebenfalls ein Oval dritter Ordnung. Dieses Oval dritter Ordnung ist von drei Kreisbögen von relativ kleinem Krümmungsradius 38, 40 und 42 und von drei Kreisbögen 44, 46 und 48 von relativ großem Krümmungsradius gebildet. Die Kreisbögen 38, 40 und 42 mit kleinem Krümmungsradius und die Kreisbögen 44, 46 und 48 von großem Krümmungsradius schließen sich alternierend

und stetig und differenzierbar aneinander an, so daß ein Oval ähnlich einem Bogendreieck mit abgerundeten Enden gebildet wird. Die Symmetrieebenen 50, 52 und 54 des Durchbruchs 36 fallen mit den Symmetrieebenen des Rotationskolbens 22 zusammen.

[0027] Der Durchbruch 36 weist eine Innenverzahnung 56 auf. Diese Innenverzahnung 56 weist drei konkav-bogenförmige Zahnleisten 58, 60 und 62 im wesentlichen entlang der Kreisbögen 44, 46 bzw. 48 von großem Krümmungsradius auf. Zwischen diesen konkav-bogenförmigen Zahnleisten 58, 60 und 62 sind im Bereich der Kreisbögen von kleinem Krümmungsradius konvex bogenförmige (oder ggf. gerade) Zahnleisten 64, 66 und 68 vorgesehen.

[0028] Durch den Durchbruch 36 erstrecken sich zwei parallele Wellen 70 und 72 mit Zahnrädern 74 bzw. 76. Die Achsen der Wellen 70 und 72 liegen in der durch die Kreisbögen 18 und 20 verlaufende Symmetrieebene 77 der Kammer 12. Das Zahnrad 74 der Welle, in Fig. 1 das Zahnrad 74 der Welle 70, sitzt in der "Ecke des Bogendreiecks", d.h. in dem Bereich des Kreisbogens 38 von kleinem Krümmungsradius und ist mit der Innenverzahnung 56 in noch zu beschreibender Weise in Eingriff. Das Zahnrad der anderen Welle, in Fig. 1 das Zahnrad 76 der Welle 72, ist mit der gegenüberliegenden konkav-bogenförmigen Zahnleiste, in Fig. 1 der Zahnleiste 60, in Eingriff.

[0029] Der Rotationskolben 22 unterteilt die bi-ovale Kammer 12 in zwei Arbeitsräume 80 und 82. In Fig. 1 ist die Rotationskolbenmaschine schematisch als Verbrennungskraftmaschine mit innerer Verbrennung dargestellt. Dementsprechend sind für jeden Arbeitsraum 80 und 82 ein Einlaßventil 84 bzw. 86 und ein Auslaßventil 88 bzw. 90 dargestellt. Weiterhin schließt an jeden Arbeitsraum 80 bzw. 82 eine Brennkammer 92 bzw. 94 mit einer Zündkerze oder einer Einspritzdüse 96 bzw. 98 an. Die Arbeitsräume 80 und 82 mit den Ventilen und Zündkerzen oder Einspritzdüsen liegen symmetrisch zu der durch die Kreisbögen 14 und 14 des Querschnitts mit kleinem Krümmungsradius verlaufenden Symmetrieebene. Das ist nur eine schematische Darstellung.

[0030] In den Bereichen 18 und 20 der großen Krümmungsradien sind an dem Gehäuse Paare von aneinander angrenzenden Dichtleisten 100A, und 100B bzw. 102A und 102B vorgesehen. Die Dichtleisten 100A und 100B bzw. 102A und 102B sind dabei symmetrisch zu der durch die Kreisbögen 18 und 20 des Querschnitts mit großem Krümmungsradius verlaufenden Symmetrieebene.

[0031] Fig. 7A zeigt die Dichtleisten 100A und 100B bei einer Stellung im Bereich des Übergangs von dem kleineren Krümmungsradius r_1 der Außenfläche des Rotationskolbens 22 rechts in Fig. 7A zu dem Bereich des größeren Krümmungsradius r_2 dieser Außenfläche links in Fig. 7A. Die Dichtleiste 100A weist eine konkav-zylindrische Innenfläche auf, deren Krümmungsradius dem größeren Krümmungsradius r_2 entspricht. Die Dichtleiste 100B weist eine konkav-zylindrische Innenfläche auf, de-

ren Krümmungsradius dem kleineren Krümmungsradius r_1 entspricht. Man erkennt, daß die Innenfläche der Dichtleiste 100A sich im Bereich des Krümmungsradius r_2 des Rotationskolbens 22 dicht an die dazu komplementäre Oberfläche des Rotationskolbens 22 anlegt. In dem Bereich, in welchem der Krümmungsradius der Oberfläche des Rotationskolbens 22 kleiner ist, nämlich r_1 beträgt, bildet sich zwischen der Dichtleiste 100A und dem Rotationskolben 22 und der Innenfläche der Dichtleiste 100A ein keilförmiger Spalt 100C. Die Dichtleiste 100B weist eine konkav-zylindrische Innenfläche auf, deren Krümmungsradius dem kleineren Krümmungsradius r_1 entspricht. Man erkennt, daß die Innenfläche der Dichtleiste 100B sich im Bereich des Krümmungsradius r_1 des Rotationskolbens 22 dicht an die dazu komplementäre Oberfläche des Rotationskolbens 22 anlegt. In dem Bereich, in welchem der Krümmungsradius der Oberfläche des Rotationskolbens 22 größer ist, nämlich wieder r_2 beträgt, bildet sich rechts in Fig. 7A zwischen der Dichtleiste 100B und dem Rotationskolben 22 und der Innenfläche der Dichtleiste 100A ein keilförmiger Spalt 100D. In dem dargestellten Übergangsbereich sind beide Dichtleisten jeweils auf einem Teil der Innenfläche in flächiger Anlage an der Außenfläche des Rotationskolbens, so daß eine Flächendichtung gewährleistet ist.

[0032] Fig. 7B zeigt in ähnlicher Weise die Abdichtung im Bereich des Überganges von dem großen Krümmungsradius r_2 zum kleineren Krümmungsradius r_1 . Wenn das Paar von Dichtleisten 100A und 100B nur an einem Bereich des Rotationskolbens 22 mit großem Krümmungsradius r_2 oder nur an einem Bereich mit kleinem Krümmungsradius anliegt, gewährleistet entweder die Dichtleiste 100A oder die Dichtleiste 100B mit jeweils der gesamten Innenfläche eine flächige Anlage und Abdichtung.

[0033] Die beschriebene Anordnung arbeitet wie folgt:

Der Rotationskolben 22 dreht sich entgegen dem Uhrzeigersinn in Fig. 1. Dabei dreht sich der Rotationskolben 22 um die Welle 70 und gleitet mit geringer Geschwindigkeit an der Innenwand der Kammer 12 im Bereich des großen Krümmungsradius. Die Achse der Welle 70 geht durch den Krümmungsmittelpunkt des Kreisbogens 24 von kleinem Krümmungsradius. Der Kreisbogen 24 tangiert den Kreisbogen 18 des Querschnitts der Kammer 12. Der gegenüberliegende, dem Kreisbogen 32 entsprechende Bereich der Mantelfläche des Rotationskolbens 22 mit dem großen Krümmungsradius liegt an dem dem Kreisbogen 20 entsprechenden Bereich der Innenwandung der Kammer 12 an. Dieser Bereich der Innenwandung hat den gleichen Krümmungsradius wie der anliegende Bereich der Mantelfläche des Rotationskolbens. Es erfolgt also eine formangepaßte, flächige Anlage. Bei der Drehbewegung gleitet dieser Bereich der Mantelfläche des Rotationskolbens an dem entsprechenden Bereich der Innenwandung.

[0034] Dabei vergrößert sich der Arbeitsraum 80, während sich der Arbeitsraum 82 verkleinert. Die Welle 70 wird dabei relativ langsam gedreht, während sich eine relativ schnelle Drehung der Welle 72 ergibt.

[0035] Diese Bewegung wird fortgesetzt, bis die in Fig. 2 rechte Anschlagstellung erreicht wird. Dann liegt der dem Kreisbogen 28 entsprechende Bereich der Mantelfläche des Rotationskolbens in dem Bereich der Innenwandung der Kammer 12, der dem Kreisbogen 16 entspricht. Beide Bereiche haben den gleichen, nämlich den kleinen Krümmungsradius. Die den Kreisbögen 32 und 34 mit dem großen Krümmungsradius entsprechenden Bereiche der Mantelfläche des Rotationskolbens liegen an den Bereichen der Innenwandung der Kammer 12 an, die den Kreisbögen 18 bzw. 20 des Querschnitts entsprechen. Die Krümmungsradien sind wieder gleich. Das Volumen der Arbeitskammer 82 ist damit abgesehen von der Brennkammer 94 auf null vermindert, während die Arbeitskammer 82 ihr maximales Volumen hat. Die Welle 72 mit dem Zahnrad 76 liegt dann in dem Durchbruch 36 in dem Bereich, der dem Kreisbogen 40 entspricht, also gewissermaßen in der linken unteren "Ecke" des Bogen dreiecks. Der Rotationskolben 22 kann sich jetzt nicht weiter um die Achse der Welle 70 als momentane Drehachse drehen.

[0036] Diese Position ist in Fig.2 dargestellt.

[0037] Bei einer weiteren Drehung, die z.B. durch Zünden von Treibstoff in der Brennkammer 94 bei einer Verbrennungskraftmaschine oder durch Einleiten eines Arbeitsmediums in die Arbeitskammer 82 bewirkt wird, springt die momentane Drehachse in die Achse der Welle 72. Der Rotationskolben dreht sich weiter entgegen dem Uhrzeigersinn, jetzt aber um die Welle 72.

[0038] Der weitere Bewegungsablauf ist dann bezogen auf die neue momentane Drehachse so, wie es vorstehend unter Bezugnahme auf die Achse der Welle 70 als momentane Drehachse beschrieben wurde.

[0039] Bei der Drehbewegung des Rotationskolbens 22 treten aufeinanderfolgende Bewegungsabschnitte auf. Jeder Bewegungsabschnitt verläuft von einer der beschriebenen Anschlagstellungen bis zur nächsten. In jedem Bewegungsabschnitt vergrößert sich ein Arbeitsraum, z.B. 80, von null bis zu einem Maximum, während sich der andere Arbeitsraum von dem Maximum bis auf null verkleinert. Im nächsten Bewegungsabschnitt ist es umgekehrt: Der Arbeitsraum 82 vergrößert sich von null (Fig.2) bis zu einem Maximum, während der Arbeitsraum 80 sich wieder verkleinert (Fig.3).

[0040] In der Position von Fig.2 ist die Kinematik nicht eindeutig. Jede der beiden Wellen könnte mit ihrer Achse eine momentane Drehachse festlegen. Wenn dann z.B. durch ein in den Arbeitsraum 82 eingeleitetes Arbeitsmedium eine Kraft nach links auf den Rotationskolben 22 ausgeübt wird, könnte diese Kraft u.U statt zu einer Drehung des Rotationskolbens 22 um eine momentane Drehachse zu einer translatorischen Bewegung in horizontaler Richtung in Fig.2 führen. Dadurch würde der Rotationskolben 22 in der Kammer 12 verkeilt.

[0041] Wenn diese Gefahr besteht, kann ihr dadurch begegnet werden, daß in der Position von Fig.2 durch drehzahlregulierende Mittel kurzzeitig eine geringere Drehzahl der Welle 72 erzwungen wird als die Drehzahl der Welle 70. Dann wird der Rotationskolben 22 gezwungen, sich um diese Welle 72 zu drehen, während die andere Welle 70 ein Abwälzen der konkav-bogenförmigen Zahnleiste 62 an dem Zahnrad 74 gestattet.

[0042] Das ist in Fig.6 schematisch dargestellt. Sensoren 140 erfassen die Position des Rotationskolbens in 22 in der Kammer 12. Die Sensoren signalisieren, wenn der Rotationskolben eine Anschlagposition erreicht hat. Eine von den Signalen der Sensoren beaufschlagte Steuerung 142 steuert dann Einrichtungen 144 und 146 an, durch welche alternierend, je nachdem welche Anschlagposition erreicht wurde, kurzzeitig Drehzahlen der Welle 70 bzw. der Welle 72 vorgegeben werden. Er wird dann z.B. der Welle 70 eine geringe Drehzahl vorgegeben und der Welle 72 eine höhere oder umgekehrt. Im einfachsten Fall können die Einrichtungen 144 und 146 Bremsvorrichtung sein, die in den Anschlagpositionen alternierend kurzzeitig auf die Welle 70 oder die Welle 72 wirken, während die jeweils andere Welle ungebremst bleibt.

[0043] Die Radien der Teilkreise der Zahnräder entsprechen im wesentlichen den kleinen Krümmungsradien des den Durchbruch 36 bildenden Ovals zweiter Ordnung. Wenn die Innenverzahnung 56 durchgehend dem Oval des Durchbruchs 36 folgen würden, dann würden die Zahnräder jeweils in den Endstellungen des Rotationskolbens 22 gefangen. Die "Ecken" des "Bogendreiecks" könnten nicht über die Zahnräder hinwegrollen. Aus diesem Grunde sind die konkav-bogenförmigen Zahnleisten im Bereich der Kreisbögen 38, 40, 42 mit kleinem Durchmesser durch kurze gerade oder konvex-bogenförmige Zahnleisten 64, 66 bzw. 68 verbunden. Die konvex-bogenförmigen Zahnleisten 64, 66 und 68 ermöglichen ein Weiterrollen der Innenverzahnung 56 und damit des Rotationskolbens 22 über diese Bereiche. Sie sind so bemessen, daß in den Anschlagstellungen jeweils eine der konkav-bogenförmigen Zahnleisten 58, 60 oder 62 mit dem Zahnrad 74 oder 76 in Eingriff kommt unmittelbar nachdem der Eingriff des Zahnrades 74 oder 76 mit der vorangegangene Zahnleiste 62, 58 bzw. 60 gelöst wurde. Auf diese Weise ist jedes Zahnrad ständig mit einem der konkav-bogenförmigen Zahnleisten 64, 66 oder 68 in Eingriff. Die kurzen konvex-bogenförmigen oder geraden Zahnleisten gewährleisten einen Übergang ohne Unterbrechung des Formschlusses aber auch ohne Blockierung.

[0044] Fig.4 zeigt eine Rotationskolbenmaschine mit einer Kammer 104, deren Querschnitt ein Oval 106 vierter Ordnung bildet. In der Kammer 104 ist ein Rotationskolben 108 gerührt, dessen Querschnitt ein Oval fünfter Ordnung 110 bildet. Auch hier weist der Rotationskolben 108 einen Durchbruch 112 dessen Form ein Oval fünfter Ordnung 114 bildet. Die Symmetrieachsen von Rotationskolben 108 und Durchbruch 112 fallen zusammen.

Der Durchbruch 112 weist eine Innenverzahnung 116 auf. Die Innenverzahnung 116 ist mit zwei Zahnrädern 118 und 120 in Eingriff. Die Zahnräder 118 und 120 sitzen auf zwei gehäusefesten Wellen 122 bzw. 124. Die Achsen 126 und 128 der Wellen 122 bzw. 124 liegen in einer Symmetrieebene der Kammer 104.

[0045] Der Rotationskolben 108 unterteilt die Kammer in zwei Arbeitsräume 130 und 132, von denen bei der Drehung des Rotationskolbens jeweils einer sich vergrößert und der andere verkleinert.

[0046] Der Arbeitsablauf ist ähnlich dem Arbeitsablauf der Ausführung von Fig. 1 bis 3. Der Rotationskolben 108 dreht sich z.B. um die Achse 126 einer Welle 122 bis zu einer Anschlagposition. Dann springt die momentane Drehachse in die Achse 128 der anderen Welle 124. Der Rotationskolben dreht sich um diese Achse weiter entgegen dem Uhrzeigersinn von Fig. 4 bis zu der nächsten Anschlagposition. Der Bewegungsablauf zwischen zwei aufeinanderfolgenden Anschlagpositionen ist ein "Bewegungsabschnitt". In jedem Bewegungsabschnitt vergrößert sich der Arbeitsraum 130 von null bis zu einem Maximum und verkleinert sich der Arbeitsraum 132 von einem Maximum auf null oder umgekehrt. Die Arbeitsräume liegen stets zu beiden Seiten der die Achsen 126 und 128 der Wellen 122 und 124 enthaltenden Symmetrieebene. Sie wandern nicht etwa um die Kammer herum.

[0047] In Fig. 4 sind für jeden Arbeitsraum (schematisch) Ventile und Zündkerzen oder Einspritzdüsen dargestellt.

[0048] Fig. 4A zeigt eine Rotationskolbenmaschine ähnlich der von Fig. 4. Entsprechende Teile tragen die gleichen Bezugszeichen wie dort. Einzelheiten der Rotationskolbenmaschine von Fig. 4A sind in vergrößertem Maßstab in Fig. 8 und 8A dargestellt.

[0049] Bei der Rotationskolbenmaschine von Fig. 4A ist mit 150 eine Einspritzdüse bezeichnet. Die Einspritzdüse 150 ragt in eine Brennkammer 152. Diese Brennkammer ist so bemessen und ausgebildet, daß die Verbrennung des eingespritzten Treibstoffs im wesentlichen nur in der Brennkammer erfolgt. In den sich erweiternden Arbeitsraum treten dann nur die expandierenden Verbrennungsgase ein. Dabei kann die Einspritzung zeitabhängig oder in Abhängigkeit von der Rotation des Rotationskolbens so dosiert sein, daß sie an die Volumenänderung des Arbeitsraumes 130 oder 132 angepaßt ist. In dem Arbeitsraum tritt dann keine Flammenfront auf. Die Ausbreitung von Flammenfronten in einem sich ausdehnenden Arbeitsraum bringt bei bekannten Rotationskolbenmaschinen Probleme mit sich.

[0050] Bei der Ausführung von Fig. 8 und 8A weist die Brennkammer 152 eine kugelkalottenförmigen Ausnehmung des Gehäuses auf, an welche sich ein kegelförmiger, sich zu dem Arbeitsraum hin verjüngender Raum 156 anschließt. Der Raum 156 ist in einem Einsatz 158 gebildet, der in eine mit Gewinde versehene Ausnehmung der Wandung des Arbeitsraumes 130 oder 132 eingeschraubt ist. Die Brennkammer 152 ist durch ein Gitter oder Netz 160 abgeschlossen. Die Einspritz-

düse 150 läuft in einen an der Spitze abgerundeten Kegel aus, wobei die Einspritzung über Düsenöffnungen im Mantel dieses Kegels erfolgt.

[0051] Die beschriebene Anordnung der Einspritzdüse in einer Brennkammer, derart daß die Verbrennung im wesentlichen nur in der Brennkammer erfolgt und Flammenfronten in den Arbeitsräumen vermieden werden, ist auch bei anderen Maschinen, z.B. bei Hubkolbenmaschinen, anwendbar.

[0052] Fig. 5 zeigt eine Rotationskolbenmaschine, bei welcher ein Rotationskolben, dessen Querschnitt ein Oval siebter Ordnung bildet, in einer Kammer geführt ist, deren Querschnitt ein Oval sechster Ordnung ist. Aufbau und Funktion sind abgesehen von den Ordnungen der Ovale ähnlich wie die der Ausführung von Fig. 4. Entsprechende Teile sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie in Fig. 4 jedoch mit dem Zusatz "A".

20 Patentansprüche

1. Rotationskolbenmaschine, mit einer in einem Gehäuse (10) gebildeten prismatischen Kammer (12), deren Querschnitt ein Oval aus Kreisbögen (14, 16; 18, 20) von abwechselnd kleinerem und größerem Radius bildet, und einem in der Kammer (12) beweglichen Rotationskolben (22), dessen Querschnitt ebenfalls ein Oval mit den gleichen abwechselnd kleinerem und größeren Radien bildet, dessen Ordnung von der Ordnung des den Querschnitt der Kammer (12) bildenden Ovals abweicht, wobei der Rotationskolben (22) sich abwechselnd in aufeinanderfolgenden Bewegungsabschnitten um unterschiedliche Drehachsen jeweils von einer Anschlagstellung zur nächsten dreht und bei seiner Drehbewegung in jeder Position an der Innenwandung der Kammer (12) unter Bildung von zwei Arbeitsräumen (80, 82) anliegt, und mit einem mit einer Innenverzahnung (56) versehenen Durchbruch (36) des Rotationskolbens (22), dessen Innenverzahnung (56) mit einer Außenverzahnung (74, 76) mindestens einer gehäusefest gelagerten Welle (70, 72) für den An- oder Abtrieb der Drehbewegung in Eingriff ist, wobei

(a) die Ordnung des Ovals der Kammer (12) um eins geringer ist als die Ordnung des Ovals des Rotationskolbens (22),

(b) der Durchbruch (36) dem Rotationskolben (22) im wesentlichen mathematisch ähnlich ist, wobei die Symmetrieebenen (50, 52, 54) des Durchbruchs (36) mit denen des Rotationskolbens (22) zusammenfallen, und

(c) ein Paar mit Außenverzahnung (74, 76) versehene, gehäusefest gelagerte Wellen (70, 72) vorgesehen sind, deren Außenverzahnungen (74, 76) mit der Innenverzahnung (56) des Durchbruchs (36) in Eingriff sind, wobei in jedem Bewegungsabschnitt des Rotationskolbens

(22) jeweils ein Bereich eines Abschnitts (38) der Innenverzahnung (56) des Durchbruchs (36) mit kleinerem Krümmungsradius (r_1) mit der Außenverzahnung (74,76) einer der Wellen (70, 72) in Eingriff ist, während ein Abschnitt (46) der Innenverzahnung (56) des Durchbruchs (36) mit größerem Krümmungsradius (r_2) mit der Außenverzahnung (74,76) der anderen Welle (70,72) in Eingriff ist und im jeweils folgenden Bewegungsabschnitt jeweils ein Bereich eines Abschnitts (44) der Innenverzahnung (56) mit größerem Krümmungsradius (r_2) mit der Außenverzahnung (74,76) der ersten Welle (70,72) in Eingriff ist, die im vorangegangenen Bewegungsabschnitt mit einem Bereich eines Abschnitts von kleinerem Krümmungsradius (r_1) in Eingriff war, während die Außenverzahnung (74,76) der Welle (70,72), die im vorangegangenen Bewegungsabschnitt mit einem Bereich eines Abschnitts (46) der Innenverzahnung (56) des Durchbruchs (36) von größerem Krümmungsradius (r_2) in Eingriff war, nun mit einem Bereich eines Abschnitts (42) von kleinerem Krümmungsradius (r_1) in Eingriff ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

(d) Sensoren (140) zum Signalisieren des Erreichens einer Anschlagposition durch den Rotationskolben und drehzahlregulierende Mittel (142,144,146) mit einer von den Signalen der Sensoren beaufschlagten Steuerung (142) und jeweils einer von der Steuerung (142) gesteuerten Bremsvorrichtung (144, 146) für jede der Wellen (70, 72) vorgesehen sind, mit denen bei Erreichen einer Anschlagstellung jeweils diejenige Welle (70 oder 72), deren Außenverzahnung (74 bzw. 76) im vorangegangenen Bewegungsabschnitt an der Innenverzahnung (56) des Durchbruchs (36) im Bereich eines größeren Krümmungsradius abrollte, vorübergehend abbremsbar ist, während die andere Welle (72 bzw. 70), um deren Achse sich der Rotationskolben (22) im vorangegangenen Bewegungsabschnitt drehte, ungebremst bleibt.

2. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Innenwandung der Kammer (12) zur Abdichtung zwischen den Arbeitsräumen Paare von nebeneinander angeordneten Dichtleisten (100A, 100B) mit konkavzylindrischen Innenflächen vorgesehen sind, wobei der Krümmungsradius der einen Innenfläche gleich dem kleineren Krümmungsradius (r_1) und der Krümmungsradius der anderen Innenfläche dem größeren Krümmungsradius (r_2) der Mantelfläche des Rotationskolbens (22) entspricht.

3. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwei Paare von Dichtleisten (100A, 100B) gegenüberliegend angeordnet sind.

4. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Rotationskolbenmaschine als Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung in wenigstens einem durch den Rotationskolben (22) begrenzten Arbeitsraum (130, 132) mit Treibstoffeinspritzung ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Einspritzvorrichtung (150) in einer gesonderten Brennkammer (152) angeordnet ist, die sich an den Arbeitsraum (130, 132) anschließt, wobei die Brennkammer (152) und die Treibstoffeinspritzung so abgestimmt sind, daß die Verbrennung im wesentlichen nur in der Brennkammer (152) erfolgt, so daß in den Arbeitsraum (130,132) nur verbranntes, expandierendes Abgas eintritt.

Claims

1. Rotary piston machine having a prismatic chamber (12) in a housing (10), the cross section of the chamber being an oval formed by circular arcs (14, 16; 18, 20) with alternating smaller and larger radius, and a rotary piston (22) movable in the chamber (12), the cross section of the rotary piston being also an oval with the same alternating smaller and larger radii and an order different from the order of the oval defining the cross section of the chamber (22), wherein the rotary piston (22) alternately rotates, in successive intervals of motion, around different axes of rotation from one blocking position to the next one respectively and, during the rotational movement, in any position engages the inner wall of the chamber (12) forming two working chambers (80, 82), and having an aperture (36) of the rotary piston (22) provided with an internal toothing (56), the internal toothing (56) engaging an external toothing (74, 76) of at least one housing-fixed mounted shaft (70, 72) for driving the rotary motion or for being driven thereby, wherein

(a) the order of the oval of the chamber (12) is one less than the order of the oval of the rotary piston (22),

(b) the aperture (36) is substantially mathematically similar to the rotary piston (22), wherein the planes of symmetry (50, 52, 54) of the aperture (36) coincide with those of the rotary piston (22), and

(c) a pair of shafts (70, 72) provided with external toothing (74,76) and mounted housing-fixed is provided, the external toothing (74, 76) engaging the internal toothing (56) of the aperture (36), wherein in any interval of motion of the rotary

piston (22) one area of a section (38) of the internal toothing (56) of the aperture (36) with smaller radius of curvature (r_1) engages the external toothing (74, 76) of one of the shafts (70, 72) respectively, while a section (46) of the internal toothing (56) of the aperture (36) with larger radius of curvature (r_2) engages the external toothing (74, 76) of the other shaft (70, 72), and in the respective following interval of motion an area of a section (44) of the internal toothing (56) with larger radius of curvature (r_2) engages the external toothing (74, 76) of the former shaft (70, 72), which was in engagement with an area of a section having a smaller radius of curvature (r_1) in the preceding interval of motion, while the external toothing (74, 76) of the shaft (70, 72), which was engaging an area of a section (46) of the internal toothing (56) of the aperture (36) with larger radius of curvature (r_2) in the preceding interval of motion, now is engaging with an area of a section (42) having a smaller radius of curvature (r_1),

characterised in that

(d) sensors (140) for signalling the reaching of a blocking position by the rotary piston, and rotary speed regulating means (142, 144, 146) having a control (142) to which the signals of the sensors are applied, and a brake device (144, 146) controlled by the control (142) for each of the shafts (70, 72) respectively are provided, by means of which, when a blocking position has been reached, the respective shaft (70 or 72), which external toothing (74 or 76) unrolled on the internal toothing (56) of the aperture (36) in an area with larger radius of curvature in the previous interval of motion, is temporarily braked, while the other shaft (72 or 70), around the axis of which the rotary piston (22) rotated in the previous interval of motion, remains unbraked.

2. Rotary piston machine according to claim 1, **characterised in that** pairs of adjacent arranged sealing ledges (100A, 100B) having concave-cylindrical inner surfaces are provided in the inner wall of the chamber (12) for sealing between the working chambers, wherein the radius of the curvature of one inner surface is equal to the smaller radius of curvature (r_1) and the radius of curvature of the other inner surface is equal to the larger radius of curvature (r_2) of the lateral surface of the rotary piston (22).
3. Rotary piston machine according to claim 2 **characterised in that**, two pairs of sealing ledges (100A, 100B) are arranged opposite to one another.

4. Rotary piston machine according to one of claims 1 to 3 wherein the rotary piston machine is designed as internal combustion engine with internal combustion in at least one working chamber (130, 132) limited by the rotary piston (22) and with fuel injection, **characterised in that** an injection device (150) is arranged in a separate combustion chamber (152) which is connected with the working chamber (130, 132), the combustion chamber (152) and fuel injection being adapted such that combustion takes place substantially in the combustion chamber (152) only, whereby only combusted, expanding exhaust gas enters the working chamber (130, 132).

Revendications

1. Machine à piston rotatif munie d'une chambre prismatique (12) formée dans un carter (10) dont la section transversale forme un ovale constitué d'arcs de cercle (14, 16 ; 18, 20) d'un rayon en alternance faible ou élevé, et munie d'un piston rotatif (22) se déplaçant dans la chambre (12) dont la section transversale forme également un ovale de rayons égaux, en alternance faibles ou élevés, dont l'ordre diffère de l'ordre de l'ovale formant la section transversale de la chambre (22), le piston rotatif (22) tournant en alternance en séquences de rotation successives autour de différents axes de rotation à chaque fois d'une position de butée vers une autre et se trouvant contre la paroi intérieure de la chambre (12) lors de sa rotation dans chaque position en formant deux chambres de travail (80, 82), et munie d'un percement (36) du piston rotatif (22) pourvu d'une denture interne (56) dont la denture interne (56) vient mordre dans une denture externe (74, 76) d'au moins un arbre (70, 72) logé fixement par rapport au carter pour l'entrée et la sortie de la rotation,

(a) l'ordre de l'ovale de la chambre (12) étant une fois plus petit que l'ordre de l'ovale du piston rotatif (22),

(b) d'un point de vue mathématique, le percement (36) étant sensiblement semblable au piston rotatif (22), les plans de symétrie (50, 52, 54) du percement (36) coïncidant avec ceux du piston rotatif (22), et

(c) une paire d'arbres (70, 72) pourvus d'une denture externe (74, 76) et logés fixement par rapport au carter, dont les dentures externes (74, 76) viennent mordre dans la denture interne (56) du percement (36), étant prévue, une zone de section (38) de la denture interne (56) du percement (36) de faible rayon de courbure (r_1) venant mordre à chaque fois à chaque séquence de rotation du piston rotatif (22) dans la denture externe (74, 76) de l'un des arbres (70, 72) pendant qu'une section (46) de la denture interne

(56) du percement (36) de rayon de courbure élevé (r_2) vient mordre dans la denture externe (74, 76) de l'autre arbre (70, 72), et au cours de la séquence de rotation suivante correspondante, une zone de section (44) de la denture interne (56) de rayon de courbure élevé (r_2) venant mordre dans la denture externe (74, 76) du premier arbre (70, 72) qui mordait au cours de la séquence de rotation précédente dans une zone de section de faible rayon de courbure (r_1) pendant que la denture externe (74, 76) de l'arbre (70, 72) qui mordait au cours de la séquence de rotation précédente dans une zone de section (46) de la denture interne (56) du percement (36) de rayon de courbure élevé (r_2) mord désormais dans une zone de section (42) de faible rayon de courbure (r_1),

caractérisée en ce que

(d) il est prévu des capteurs (140) destinés à signaler que le piston rotatif a atteint une position de butée et des moyens de réglage de la vitesse de rotation (142, 144, 146) munis d'une commande (142) à laquelle sont appliqués les signaux des capteurs et munis chacun d'un dispositif de freinage (144, 146) commandé par la commande (142) pour chacun des arbres (70, 72), moyens permettant de freiner momentanément à chaque fois l'arbre (70 ou 72) dont la denture externe (74 ou respectivement 76) se déplace au cours de la séquence de rotation précédente sur la denture interne (56) du percement (36) dans la zone de rayon de courbure élevé lorsqu'une position de butée est atteinte pendant que l'autre arbre (72 ou respectivement 70) autour de l'axe duquel tourne le piston rotatif (22) au cours de la séquence de rotation précédente n'est pas freiné.

2. Machine à piston rotatif selon la revendication 1, **caractérisée en ce que**, pour l'étanchéité entre les chambres de travail, il est prévu dans la paroi intérieure de la chambre (12) des paires de barres d'étanchéité (100A, 100B) disposées les unes à côté des autres et munies de surfaces intérieures cylindriques concaves, le rayon de courbure de l'une des surfaces intérieures étant égal au faible rayon de courbure (r_1) et le rayon de courbure de l'autre surface intérieure correspondant au rayon de courbure élevé (r_2) de l'enveloppe du piston rotatif (22).
3. Machine à piston rotatif selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** deux paires de barres d'étanchéité (100A, 100B) sont disposées l'une en face de l'autre.
4. Machine à piston rotatif selon l'une quelconque des

revendications 1 à 3, la machine à piston rotatif étant réalisée sous forme de machine à combustion interne se déroulant dans au moins une chambre de travail (130, 132) limitée par le piston rotatif (22) et à injection de carburant, **caractérisée en ce qu'un** dispositif d'injection (150) est disposé dans une chambre de combustion (152) séparée qui se raccorde à la chambre de travail (130, 132), la chambre de combustion (152) et l'injection de carburant s'accordant de sorte que la combustion s'effectue essentiellement uniquement dans la chambre de combustion (152) de manière à ce que seul du gaz d'échappement brûlé en expansion pénètre dans la chambre de travail (130, 132).

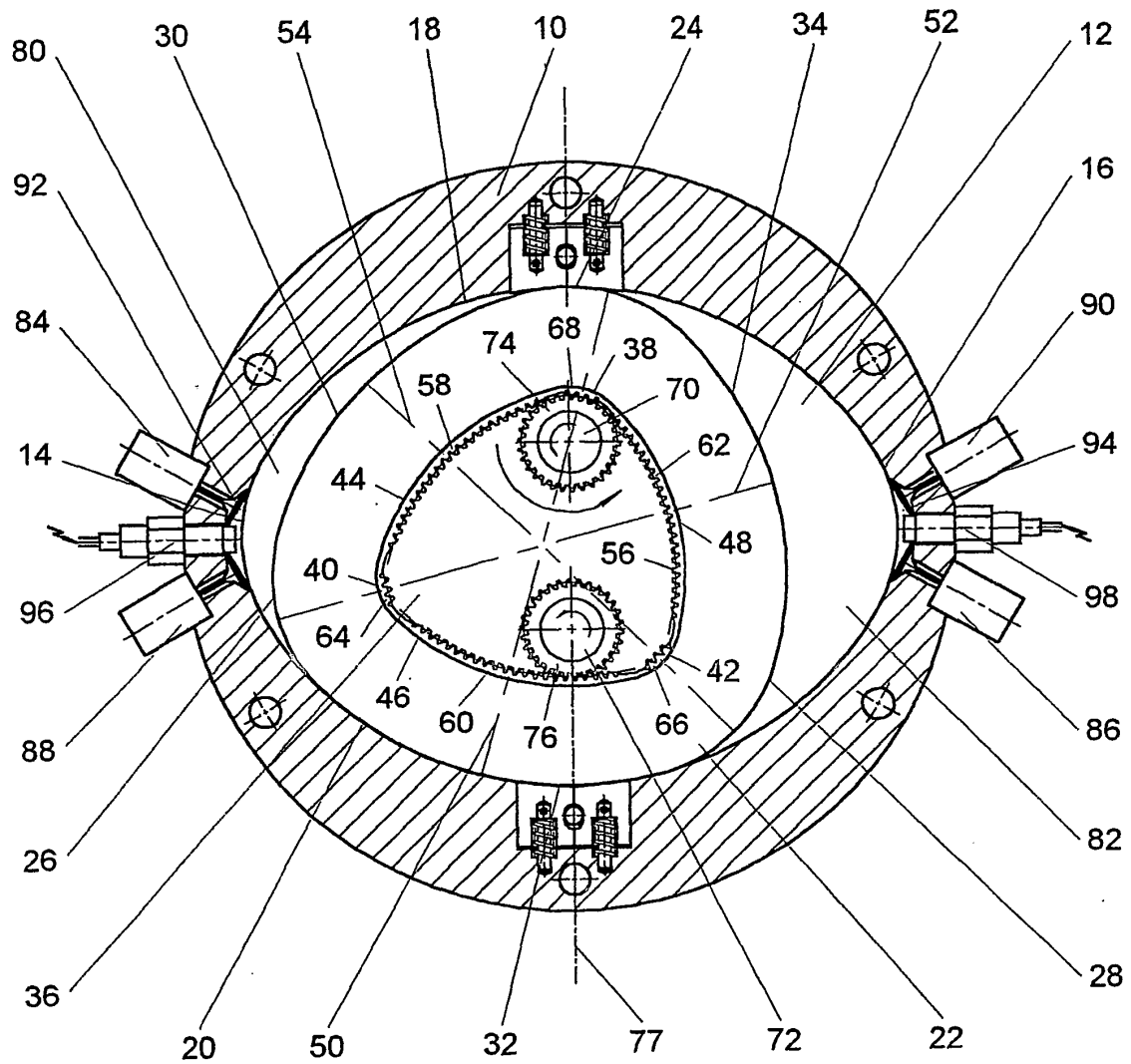


Fig. 1

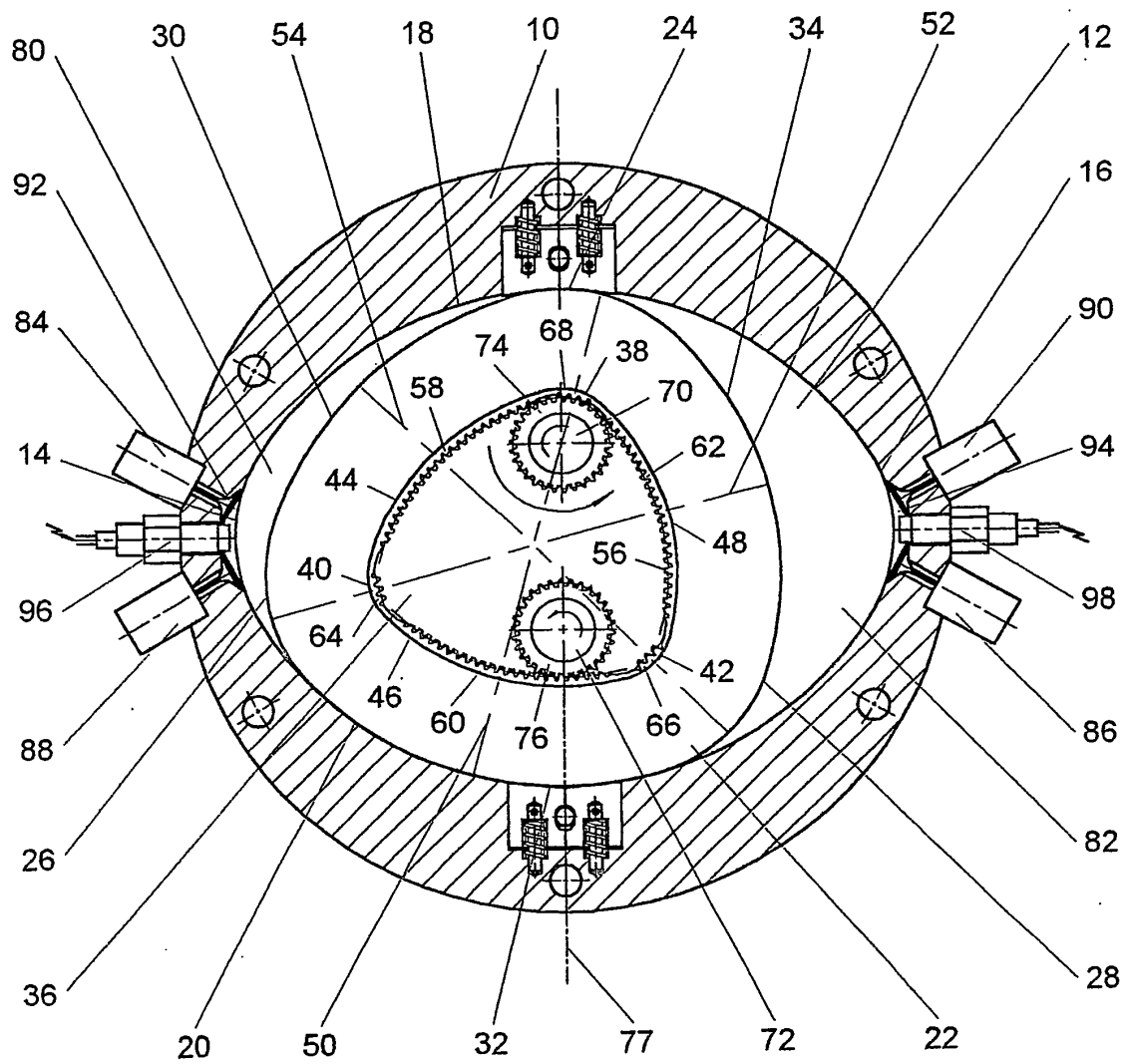


Fig. 1

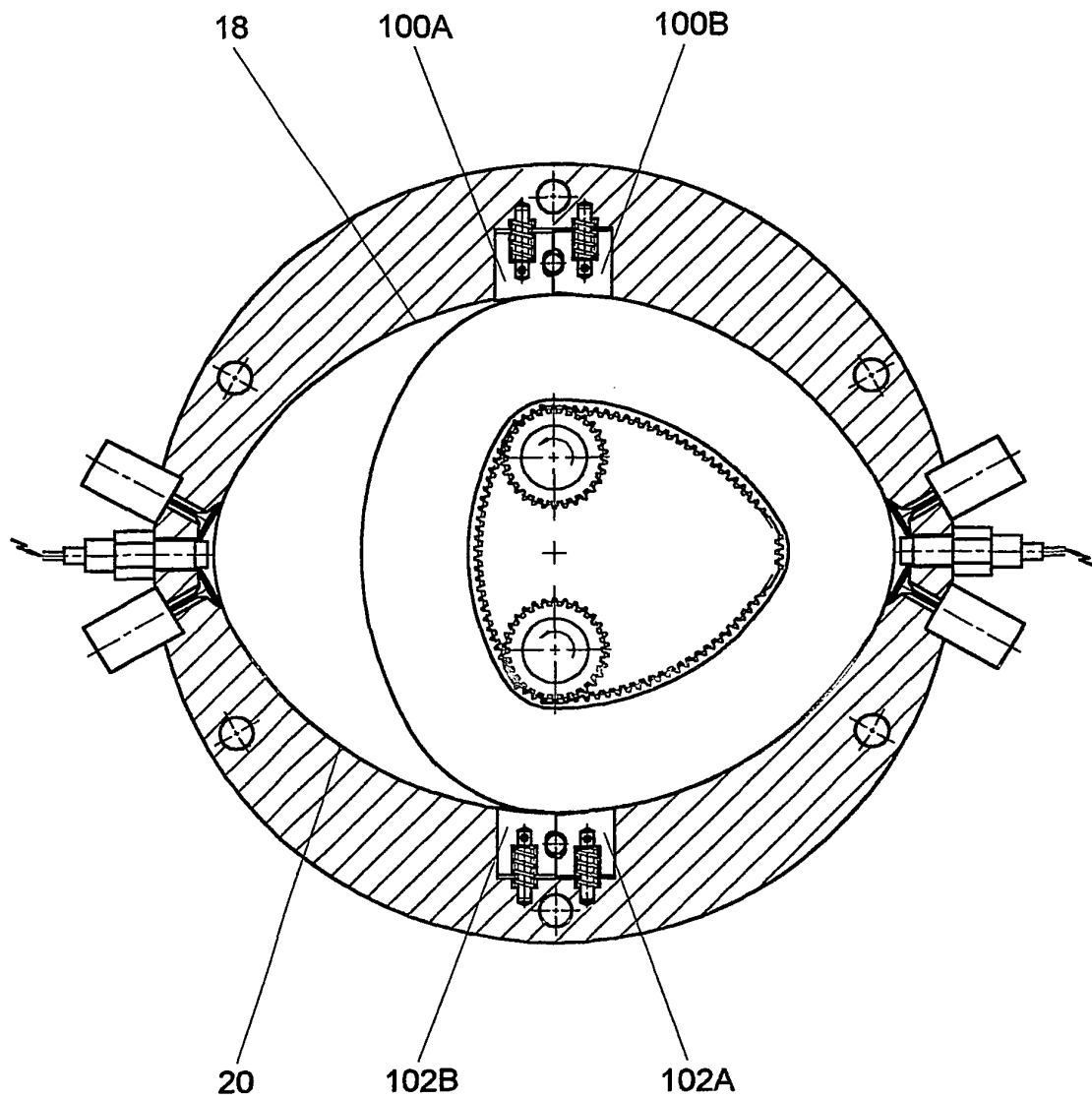


Fig. 2

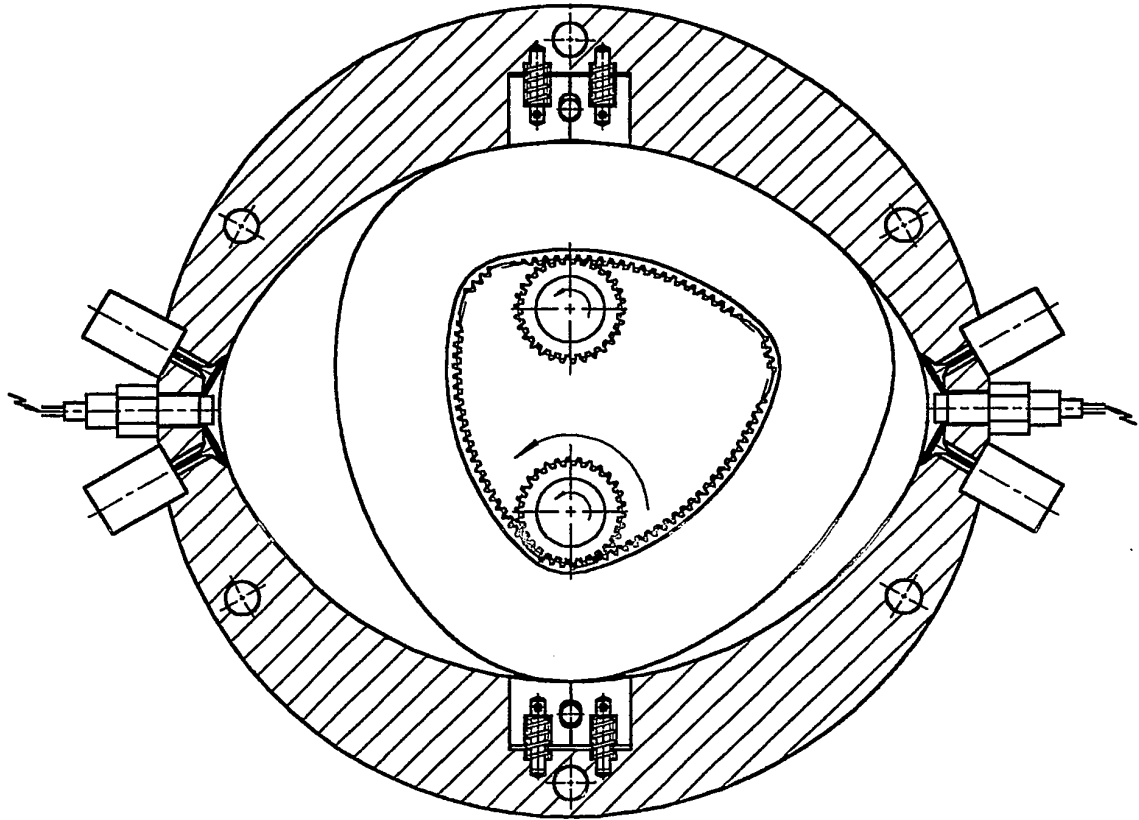


Fig. 3

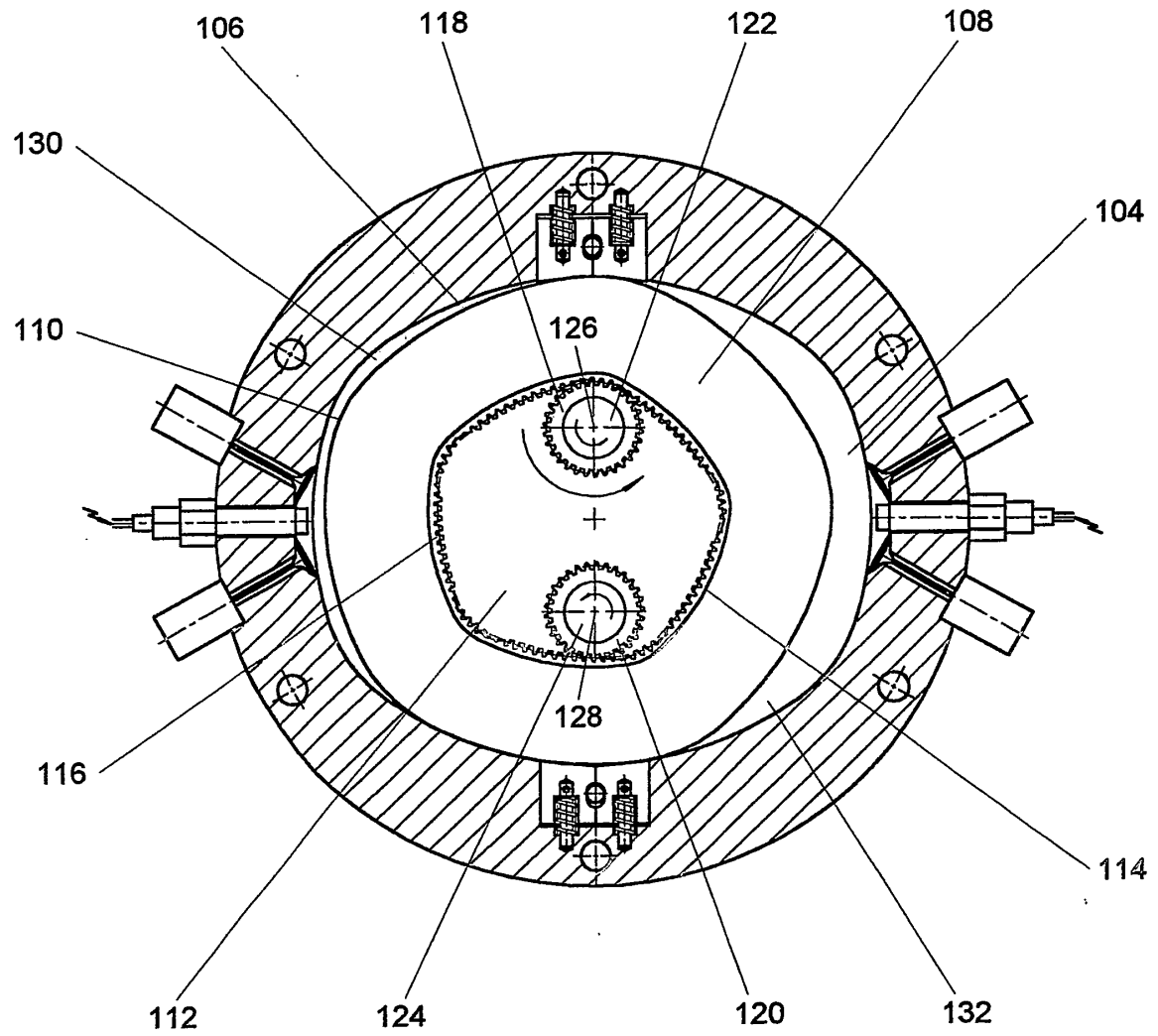


Fig. 4

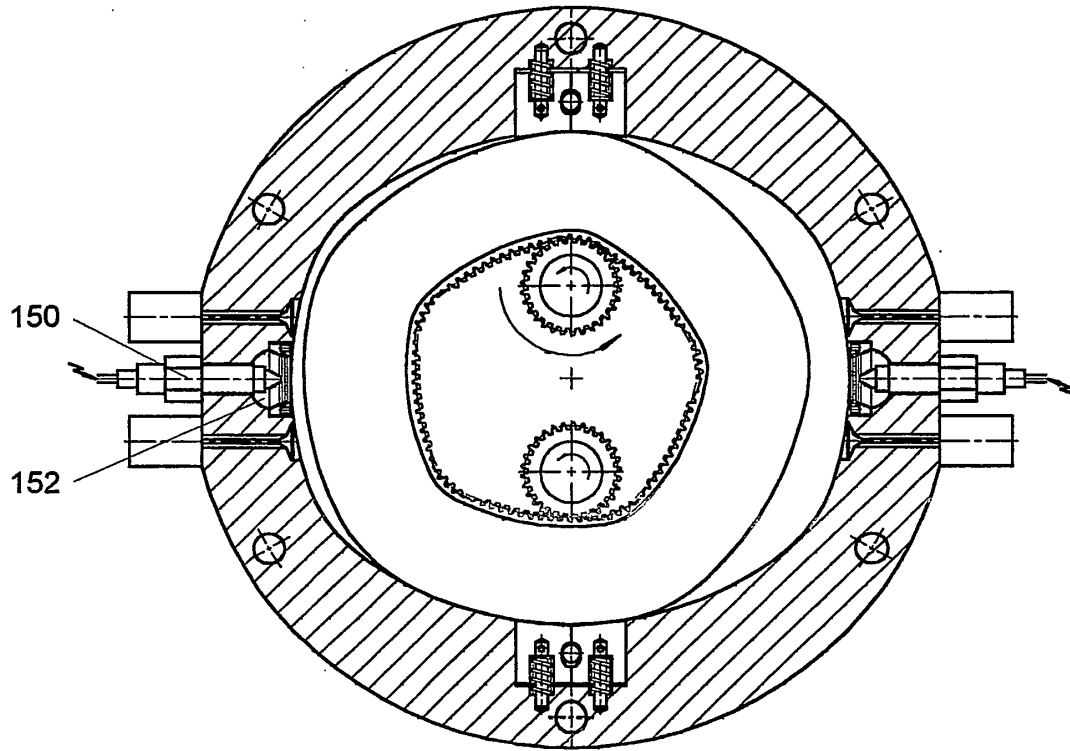


Fig. 4A

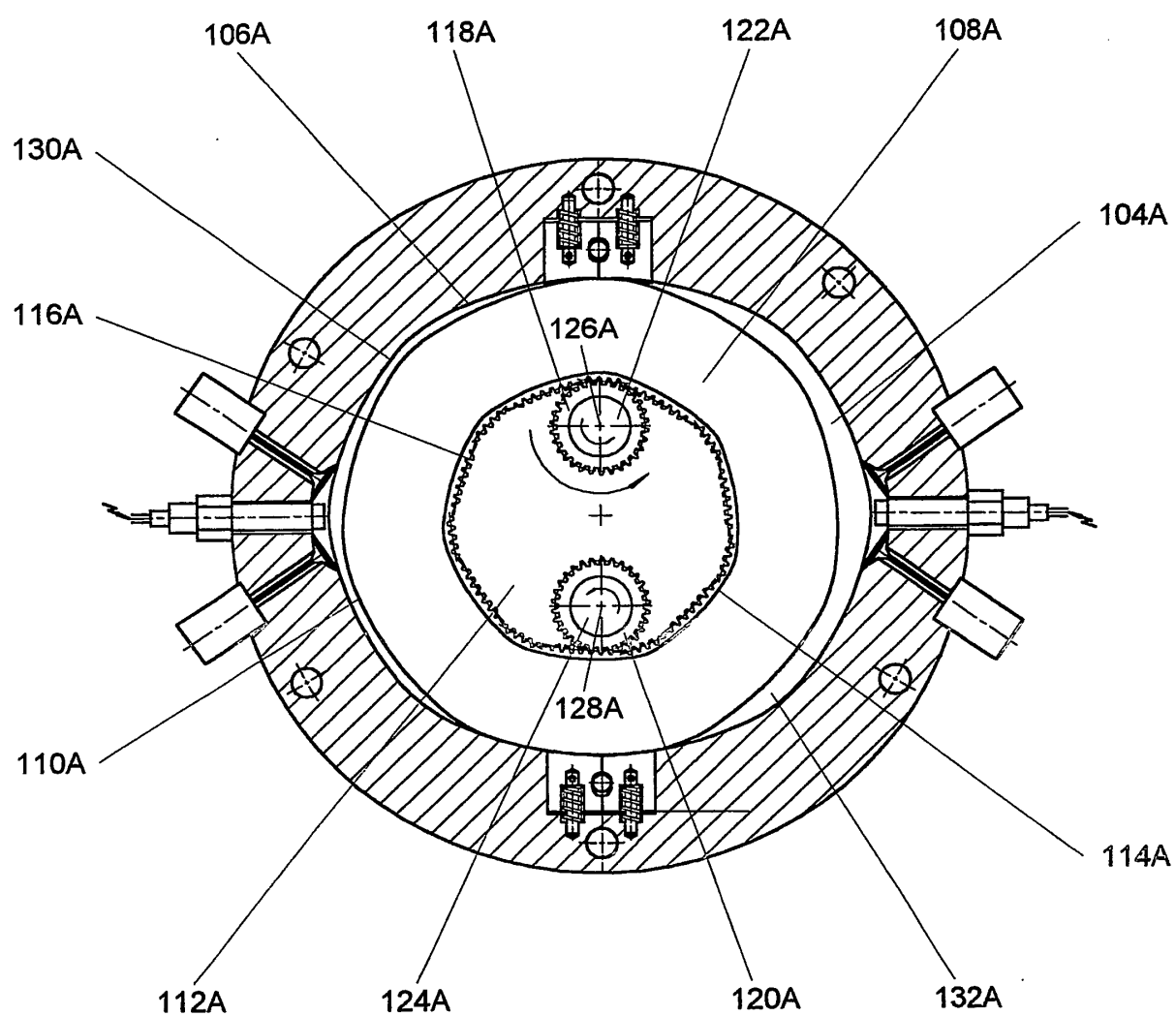


Fig. 5

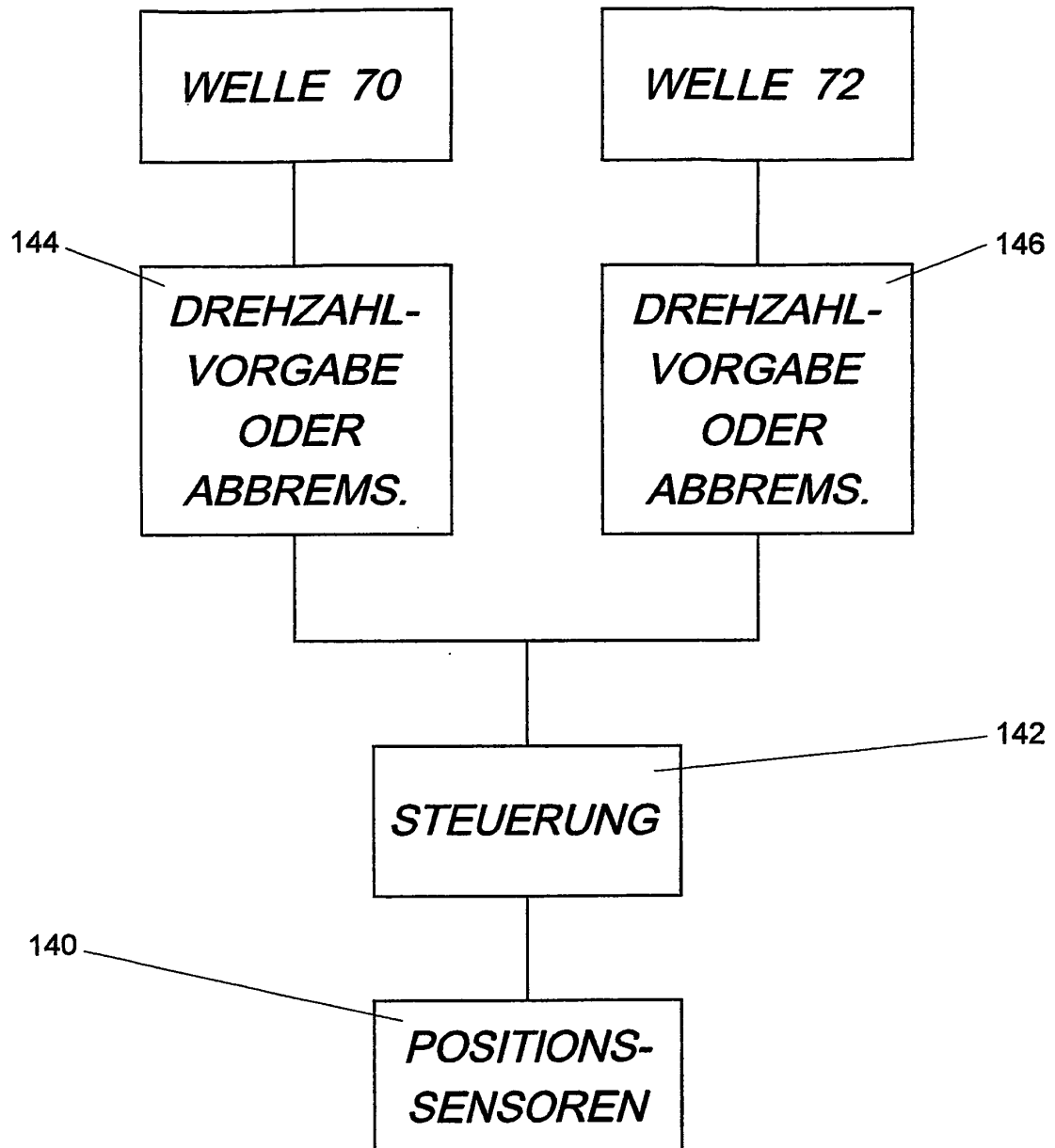


Fig. 6

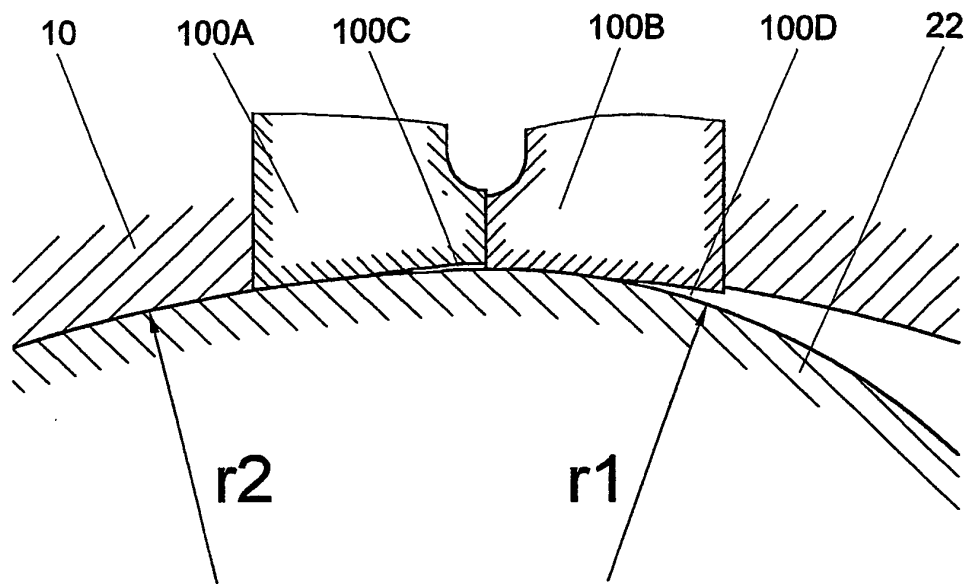


Fig. 7A

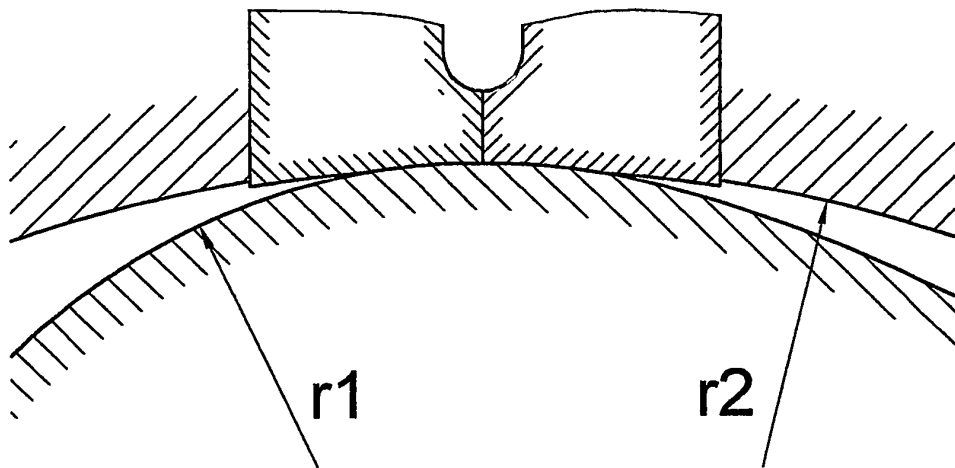


Fig. 7B

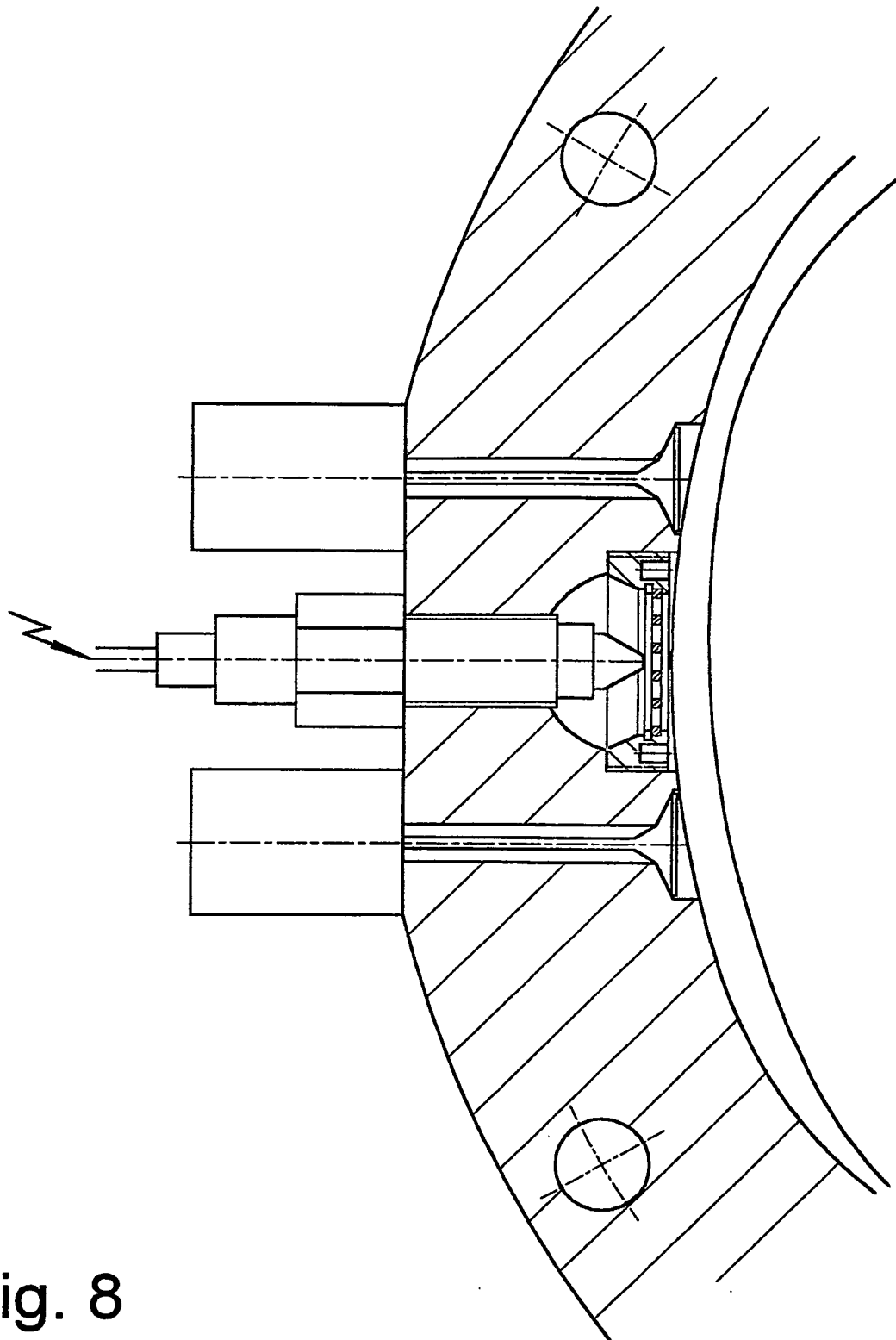


Fig. 8

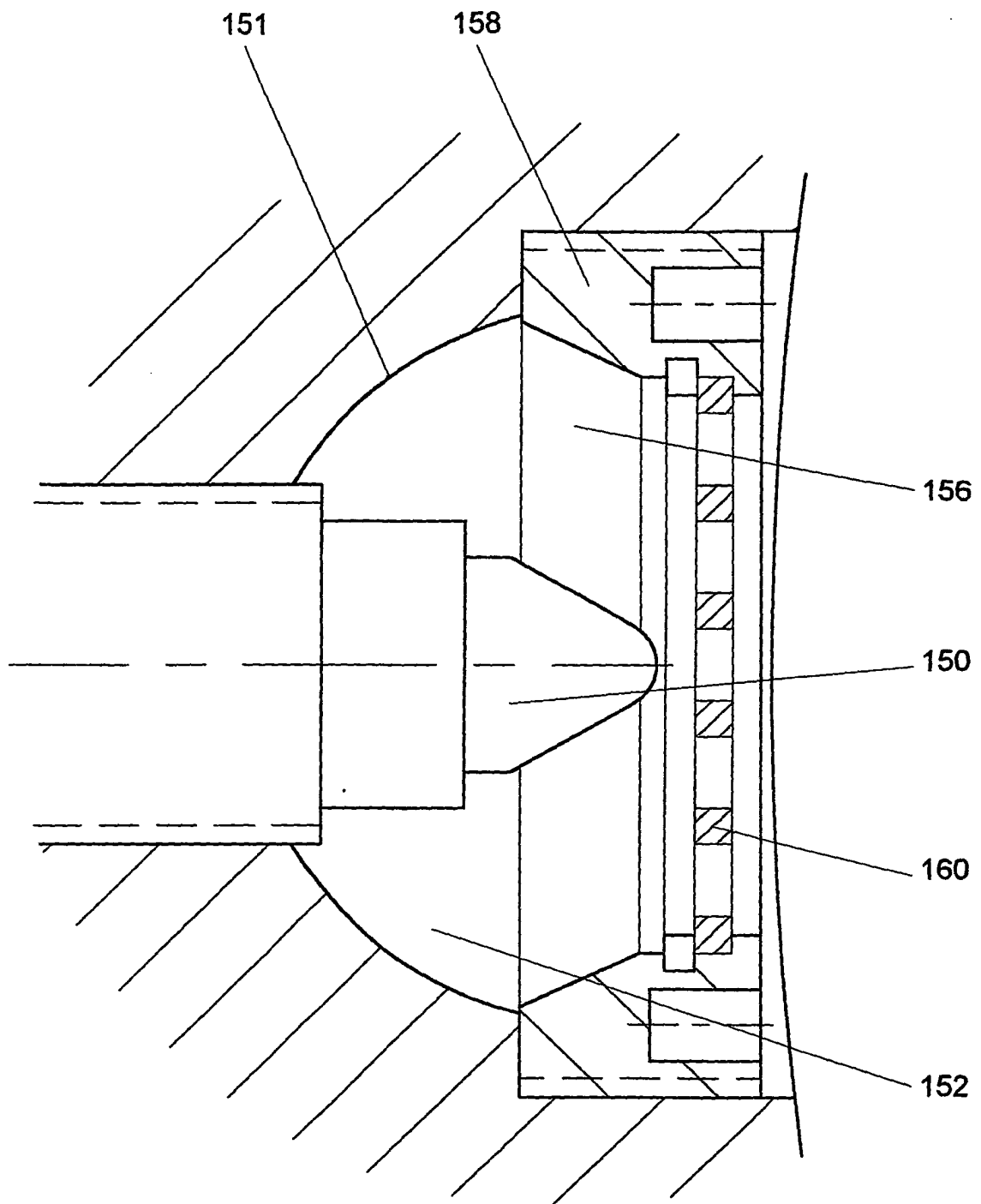


Fig. 8A

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

- US 3967594 A [0004]
- US 3996901 A [0004]
- DE 19920289 C1 [0005] [0010]