



(11)

EP 2 612 985 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
27.04.2016 Patentblatt 2016/17

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

F01C 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12000061.7**

(22) Anmeldetag: **05.01.2012**

(54) **Rotationskolben-Brennkraftmaschine**

Rotary piston combustion engine

Moteur à combustion interne à pistons rotatifs

(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:
10.07.2013 Patentblatt 2013/28

(73) Patentinhaber: **Noble Products International
GmbH
06862 Dessau-Roßlau (DE)**

(72) Erfinder: **Bezeliuk, Oleksandr
49055 Dnepropertovsk (UA)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A1- 1 904 202 DE-A1- 3 825 372
DE-C1- 10 104 642**

EP 2 612 985 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 bezieht sich auf eine Rotationskolben-Brennkraftmaschine.

[0002] Auf dem Gebiet der Rotationskolben-Brennkraftmaschinen gibt es bereits eine Vielzahl an Veröffentlichungen.

[0003] Aus dem DE 38 25 372 A1 ist eine Drehkolbenmaschine bekannt, die aus einem Gehäuse und zwei in diesem angeordneten identischen Dreheinheiten besteht. Beide Dreheinheiten sind über ein Getriebe miteinander verbunden und können sowohl gegenläufig als auch gleichsinnig drehen. Jede Dreheinheit besteht aus einer Rotorwelle, mit jeweils einer festangeordneten Kompressions- und einer Arbeitsscheibe. Auf jeder Scheibe ist jeweils ein Umlaufkolben, vorzugsweise mit rundem Querschnitt, peripher angeordnet die in einen jeweiligen Ringzylinder greifen. Beide Kompressions-scheiben mit ihren Anko-Kolben und beide Arbeitsscheiben mit ihren Expaus-Kolben sind so auf den Wellen angeordnet, dass beiden Scheiben jeweils auf einer Ebene liegen und die beiden Anko-Kolben und die beiden Expaus-Kolben jeweils ineinander kämmen.

[0004] Während ein Anko-Kolben den Überschnidungsbereich absperrt und angesaugtes Gemisch in seinem Ringzylinder verdichtet, saugt der andere Anko-Kolben auf der Ebene mit seiner Rückseite Gemisch an und verdichtet es gegen den ersten Anko-Kolben und in den überströmkanal, dessen Ausgang durch den zugehörigen Expaus-Kolben, der zum selben Zeitpunkt verbrannte Abgase durch eine Ausgangsöffnung ausstößt, verschlissen wird. Zur gleichen Zeit findet in dem Ringzylinder des anderen Expaus-Kolben die Verbrennung des Gemisches statt, was der auf derselben Welle befindliche Anko-Kolben vorher angesaugt und gegen den Anko-Kolben der anderen Welle in den Überströmkanal verdichtet hat. Die Verbrennung findet immer dann in dem Ringzylinder und in dem Überströmkanal statt, wenn der jeweilige Anko-Kolben den Eingang des überströmkanals verschließt und der dazugehörige Expaus-Kolben den Ausgang des Überströmkanals öffnet. Gleichzeitig schiebt der Expaus-Kolben mit seiner Vorderseite verbrannte Abgase aus dem vorherigen Verbrennungstakt durch eine Ausgangsöffnung aus.

[0005] Die ineinanderkämmenden Drehkolben jeder Ebene übernehmen periodisch abwechselnd sowohl die Aufgabe des Kolbens als auch des Abspernteils. Infolge dessen wird das erzeugte Drehmoment auf ihre jeweiligen Wellen abwechselnd übertragen, was es zu einer wechselnden Beanspruchung der zugehörigen Zahnräder, die für die Synchronisierung zuständig sind, führt. Alle Wellen sind mit geschmierten Lagerungen ausgerüstet und die Scheiben mit den Kolben aus thermobeständigen Materialien, wie z.B. Keramik, gefertigt. Aus der US 4 236 496 A ist ein Rotationskolben-Motor bekannt, der aus einem Gehäuse und zwei in diesem angeordneten identischen Dreheinheiten besteht. Beide Dreheinheiten sind über Zahnräder miteinander verbun-

den. Jede Dreheinheit besteht aus einer Rotorwelle, zwei äußeren Kompressionsscheiben und einer mittig dazwischen liegenden Arbeitsscheibe. Auf jeder Scheibe befindet sich jeweils ein Kolben mit 180° Bogenmaßlänge. Beide Dreheinheiten drehen sich in entgegengesetzter Richtung und im Verhältnis 1:1 mit gleicher Geschwindigkeit. Die äußeren Kompressionsscheiben saugen ein Kraftstoff-Luft-Gemisch an und verdichten es in den Kompressionskanälen gegen die Rückschlagventile, die sich ober- und unterhalb der Arbeitsscheiben befinden und die Brennkammer verschließen. Der zunehmende Druck durch die Kompressionsscheiben überwindet die Federkraft der Rückschlagventile und öffnet sie. Das verdichtete Gemisch strömt in die Brennkammer, mit nachlassendem Druck schließen die Ventile wieder und somit auch die Brennkammer. Wenn der Kolben der Arbeitsscheibe die Brennkammer freigibt, erfolgt die Zündung mittels Zündkerzen. Dadurch wird Arbeit an der Arbeitsscheibe verrichtet. Das Drehmoment wird danach von einer der beiden Dreheinheiten auf die Antriebswelle übertragen. Nach Beendigung der Verbrennung werden die Abgase durch Auslassöffnungen mit Hilfe der Kolben ausgestoßen. Währenddessen wird die Brennkammer von der anderen Dreheinheit wieder mit frischem Gemisch befüllt und der nächste Arbeitszyklus beginnt.

[0006] Eine in ihrer Bauart ähnliche Brennkraftmaschine ist in der DE 10 2009 033 672 B4 beschrieben. Der Motor ist dichtungslös und ohne Ventile ausgelegt. Die Kolben gleiten ineinander und schließen mit ihrer Mantelfläche die Kompressions- und Expansionsräume. Die Mantelflächen der Kolbenbereiche und die Mantelflächen der Scheibenbereiche der beiden Rotoren haben einen ständigen mechanischen Gleitkontakt.

[0007] Der Brennraum ist als Verbindungskanal ausgebildet, der die Kompressions- und Expansionsräume/Arbeitsraum verbindet und außerhalb des Arbeitsbereiches angeordnet ist. Aufgrund der hohen Temperaturbelastungen müssen alle Scheiben aus Keramik ausgeführt werden.

[0008] Wesentlicher Nachteil vorgenannter Lösungen besteht darin, dass während der Rotation der Rotorwellen starke einseitige axiale und radiale Belastungen infolge der Expansion des Arbeitsmediums auf die Wellen bzw. Lagerungen wirken, die auch auf die Zahnräder übertragen werden. Die Belastungen der Rotorwelle entlang der Drehachse wirken sich nachteilig auf die Lebensdauer der Motoren aus und begrenzen deren Einsatzmöglichkeiten. Zur Lagerung der Rotorwelle sind spezielle Lager erforderlich, die großen Belastungen standhalten müssen. Außerdem unterliegen diese Motoren einem hohen Verschleiß.

[0009] Der außerhalb des Arbeitsraumes liegende Brennraum gemäß DE 10 2009 033 672 B4 verursacht hohe Wärmeverluste.

[0010] Bei dem genannten Patent DE 38 25 372 A1 erfolgt der Verbrennungsprozess abwechselnd in beiden Ringzylindern, die einen speziellen thermobeständigen

[0011] Materialeinsatz wie z.B. Keramik und gegeben-

nenfalls ein Kühlsystem erfordern um Temperaturschwankungen aufzunehmen. Ein weiterer großer Nachteil ist die Verwendung von Dichtringen an den dünnen Außenseiten der Rotorscheiben, die zu einem ständigen Verschleiß und Undichtigkeiten führen können. Der Einsatz von Labyrinthdichtungen zwischen Kolben und Zylinderwand erzeugt Reibung und verhindert die Erzeugung einer höheren Leistung.

[0012] Weiterhin werden Axialkräfte durch aerostatische Axiallager aufgenommen, um eine axiale Verschiebung der Wellen zu verhindern. Die dazu notwendige Druckluftversorgung, die auch für die Radiallager notwendig ist, muss zum Nachteil der Motorleistung hergestellt/erzeugt oder extern bereitgestellt werden.

[0013] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine schmierfrei arbeitende Rotationskolben-Brennkraftmaschine zu schaffen, bei der die auf die Abtriebswelle wirkenden Belastungen erheblich verringert werden und die sich durch eine verbesserte Wirkungsweise auszeichnet. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 11. Die Rotationskolben-Brennkraftmaschine ist mit mindestens zwei zentrisch gelagerten, gegenläufigen, drehbaren, synchronisierten, achsparallel angeordneten Rotoreinheiten, einer Arbeitsrotoreinheit und einer Steuerrotoreinheit, ausgerüstet, die in Modulbauweise erweiterbar sind.

[0014] Jede dieser Einheiten besteht aus einer rotierbaren Welle, auf der mindestens eine kreisrunde Scheibe befestigt ist, die mindestens mit einem Kolben ausgerüstet ist. Ein Kolben besteht aus zwei identischen Kolbenabschnitten in Form von Ringausschnitten bzw. ringförmigen Segmenten, die spiegelsymmetrisch zueinander, jeweils einer auf jeder Stirnseite der Scheibe, angeordnet sind. Identisch bedeutet hier, dass die beiden Kolbenabschnitte eines Kolbens in ihrer Geometrie, der Querschnittsform und in der Masse immer gleich sind. Die spiegelsymmetrisch angeordneten Kolbenabschnitte überragen die äußere Kante der zugehörigen Scheibe, bezogen auf ihre Bogenmaßlänge, mit gleichem Maß. Die beiden Kolbenabschnitte bilden in ihrer Funktion einen Kolben. Es besteht auch die Möglichkeit, dass Scheiben mehr als einen Kolben besitzen. Die Kolben benachbarter Scheiben liegen in einer gemeinsamen Ebene.

[0015] Die Scheibe und die zugehörigen Kolbenabschnitte können aus einem Teil bestehen, dass z.B. durch Gießen hergestellt wird, oder aus mehreren Teilen, die zu einer Funktionseinheit zusammengebaut werden.

[0016] Der Abstand zwischen den Drehachsen zweier benachbarter Rotoreinheiten ergibt sich aus der Summe aus dem Außenradius des einen Kolbens und dem Innenradius des anderen Kolbens zweier benachbarter Kolben einer Ebene. Während der Rotation zweier benachbarten Kolben entsteht ein Überschneidungsbereich, in dem die beiden benachbarten Kolben berührungslos ineinanderkämmen.

[0017] Der Überschneidungsbereich befindet sich an

den Stellen wo sich die Kreisbahn des einen Kolbens der einen Rotoreinheit mit der Kreisbahn des Kolbens der benachbarten Rotoreinheit schneiden. Durch das berührungslose Ineinanderkämmen der benachbarten Kolben treten im Betriebszustand so gut wie keine Reibungsverluste auf, was von großem Vorteil ist.

[0018] Mindestens ein Kolben der einen Scheibe wirkt als Arbeitskolben und mindestens ein Kolben der anderen Scheibe als Verschlusskolben. Der Verschlusskolben hat mindestens die gleiche Höhe wie der Arbeitskolben. Die Summe der Bogenmaßlänge zweier ineinanderkämmender Kolben entspricht dem Umfang eines Kreises mit dem Außenradius des Kolbens, der als Verschlusskolben wirkt, oder dem einer Bogenmaßlänge von 360° .

[0019] Bei einer Ausführung mit zwei Rotoreinheiten sind mindestens zwei Gehäusebauteile vorgesehen, in denen die beiden Rotoreinheiten drehbar angeordnet sind, derart dass die jeweiligen Scheiben in einer Ebene liegen und zueinander beabstandet sind.

[0020] Zwischen zwei benachbarten Gehäusebauteilen ist ein Zwischenring angeordnet, der bis in den Freiraum zwischen zwei spiegelsymmetrisch angeordneten Kolbenabschnitten einer Scheibe ragt.

[0021] Die Scheiben mit den ringförmigen Kolbenabschnitten sind in den Gehäusebauteilen so angeordnet, dass jeweils die Kolbenabschnitte zweier benachbarter Scheiben in einer ringförmigen Zylinderkammer rotieren und im Betriebszustand im Überschneidungsbereich zweier benachbarter ringförmiger Zylinderkammern berührungslos ineinanderkämmen. Die Gehäusebauteile besitzen einen Einlasskanal zum Ansaugen des Kraftstoff-Luft-Gemisches und einen Auslasskanal für die Abgase sowie eine Brennkammer, die mit der Zylinderkammer in Verbindung stehen. Die Brennkammer ist außerhalb des Kämbereiches der Kolbenabschnitte angeordnet und besteht aus zwei symmetrischen Kammerabschnitten, die deckungsgleich in benachbarten Gehäusebauteilen angeordnet sind.

[0022] In bekannten Rotationskolben-Brennkraftmaschinen führt in der Regel eine unausgeglichene Drehmomentaufnahme Lagerung zu Problemen, aufgrund einer einseitigen Belastung der Rotorwelle des Rotors.

[0023] Die vorgeschlagene Lösung hinsichtlich der Anordnung spiegelsymmetrischer Kolbenabschnitte, die die Scheibe der Rotorwelle in radialer Richtung überragen, führt zur Kompensierung einer einseitigen radialen Belastung auf die Rotorwelle, entlang der radialen Achse, bzw. der Achse, die senkrecht zur Drehachse der Welle des Rotors ausgerichtet ist. Die radial wirkende Kraft F_r wird in zwei gleichgroße axiale Kräfte F_1 und F_2 transformiert bzw. zerlegt, die in gegenläufiger Richtung zueinander wirken, wobei $F_1 = F_2$. Beide Kräfte kompensieren sich auf den Stirnseiten der jeweiligen Rotorscheibe. Die Belastung auf der Rotorwelle wird somit durch zwei gegeneinander wirkende Kräfte aufgenommen. Dadurch ist es möglich, Rotationskolbenverbrennungsmo-

toren herzustellen, bei denen auf die Lagerstellen der Rotorwelle keine einseitige radiale und axiale Belastung wirkt. Dies führt zu weiteren anwendungstechnischen Vorteilen.

[0024] Die Kolben einzelner Arbeits- und Steuer- und Verschluss-scheiben können sich in der Differenz zwischen Außen- und Innenradius und/oder der Bogenmaßlänge und/oder in der Querschnittsform unterscheiden. Dies ist abhängig vom jeweiligen Motorkonzept.

[0025] In einer Ebene angeordnete, benachbarte Scheiben können sich in ihrer Höhe und/oder Form der Mantelfläche unterscheiden.

[0026] Zur synchronisierten Bewegung der Rotorwellen sind diese über ein Getriebe miteinander verbunden.

[0027] In der Brennkammer ist eine Zündvorrichtung angeordnet, die über an der Arbeitsrotorwelle angeordnete Steuernocken betätigbar ist.

[0028] Gemäß einer bevorzugten Ausführung ist eine weitere, zweite Steuerrotoreinheit mit einer zweiten Steuerrotorwelle, auf der eine erste Steuerscheibe und eine zweite Steuerscheibe identischer Ausführung befestigt sind, vorgesehen. Jede Steuerscheibe ist mit einem Kolben ausgerüstet.

[0029] Die andere, erste Steuerrotoreinheit besitzt zusätzlich noch zwei identische Steuerscheiben, eine erste Steuerscheibe und eine zweite Steuerscheibe, jeweils mit zugehörigen Steuerkolben. Die Steuerscheiben der zweiten Steuerrotoreinheit haben im Vergleich zu den Steuerscheiben der ersten Steuerrotoreinheit einen kleineren Außendurchmesser. Die Anordnung der Scheiben ist so, dass in der Arbeitsebene Arbeitskolben und Verschlusskolben, in der ersten Steuerebene die Kolbenabschnitte der benachbarten ersten Steuerscheiben und in der zweiten Steuerebene die Kolbenabschnitte der benachbarten zweiten Steuerscheiben berührungslos ineinanderkämmen. Die spiegelsymmetrisch zueinander angeordneten Kolbenabschnitte sind ebenfalls als Ringausschnitt bzw. ringförmiges Segment ausgeführt.

[0030] In den Steuer- und Arbeitsebenen besitzen zwei benachbarte Gehäusebauteile jeweils zwei sich überschneidende kreisförmige Öffnungen, in denen die Kolbenabschnitte zwei benachbarter Arbeits- und Verschluss-scheiben oder zwei benachbarter Steuerscheiben rotieren. Aufgrund der Überschneidung der im Durchmesser unterschiedlichen kreisförmigen Öffnungen entsteht eine Querschnittsfläche, deren äußere Kontur die Form einer Acht hat.

[0031] In benachbarten Gehäusebauteilen ist in der die Öffnungen begrenzenden Wandung jeweils eine ringförmige Nut angeordnet, wobei in Einbaulage die ringförmigen Nuten zweier benachbarter Gehäusebauteile spiegelverkehrt angeordnet sind und die jeweilige ringförmige Zylinderkammer in den Steuer- und Arbeitsebenen bilden.

[0032] An einer oder mehreren Stirnseiten der Kolben der zweiten Steuerrotoreinheit sind vorzugsweise schmale Kanäle eingearbeitet, um eine Druckentlastung

im Gehäuse zu bewirken.

[0033] Für eine zusätzliche Verdichtung des Kraftstoff-Luft-Gemisches können an der Mantelfläche der nach Innen zeigenden Kolbenabschnitte der zweiten Steuerrotoreinheit Nuten angeordnet werden. Zum Ausgleich von Gewichts- bzw. Masseunterschieden können an den nach außen zeigenden Kolbenabschnitten Bohrungen eingebracht werden. Erforderlichenfalls können die Steuerscheiben noch mittels Ausgleichsgewichten ausgewuchtet werden.

[0034] Aufgrund gegenläufiger Rotation der ringförmigen Kolbenabschnitte zweier benachbarter Scheiben einer Ebene verändert sich das Raumvolumen in der zugehörigen ringförmigen Zylinderkammer bzw. den ringförmigen Nuten zwischen zwei benachbarten gegenläufigen Kolbenabschnitten. Dies ist vor allem für den Arbeitstakt "Verdichten" erforderlich.

[0035] Die Brennkammer steht über Zuführungskanäle mit den ringförmigen Nuten in den Steuerebenen in Verbindung.

[0036] Die Arbeitstakte - Ansaugen - Verdichten - Arbeiten - Ausstoßen - erfolgen gleichzeitig, während einer Drehbewegung der Steuerrotoren um mindestens 360°. Dadurch kann im Vergleich zu konventionellen Verbrennungsmotoren die Literleistung des Motors deutlich erhöht werden.

[0037] Mit dem vorgeschlagenen Drehkolbenmotor lassen sich bei wirtschaftlicher Bauweise sehr hohe Drehzahlen von bis zu 14.000 U/min und hohe Drehmomente erzielen.

[0038] Im Vergleich zu konventionellen Motoren kann das Verdichtungsverhältnis um das bis zu 30-fache erhöht werden. Bei Benzin-Motoren kann der Kraftstoffverbrauch um bis zu 35% gesenkt werden.

[0039] Zwischen den rotierenden Kolben bzw. Kolbenabschnitten und der Wandung (Zylinderwand) der ringförmigen Zylinderkammer sind keine besonderen Maßnahmen, wie die Anordnung von Dichtungen, Abstreifringen oder Schmierung, erforderliche. Dadurch treten so gut wie keine Reibungsverluste auf. Der erfindungsgemäße Motor kann als Benzin- oder Dieselmotor oder als Gasmotor gefertigt werden.

[0040] Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen:

- | | |
|--------|--|
| Fig. 1 | einen erfindungsgemäßen Verbrennungsmotor als Explosionsdarstellung, |
| Fig. 2 | eine Draufsicht auf den Motor gemäß Fig. 1, |
| Fig. 3 | einen Schnitt gemäß der Linie A-A in Fig. 2, |
| Fig. 4 | einen Schnitt gemäß der Linie B-B in Fig. 2, |
| Fig. 5 | einen Schnitt gemäß der Linie C-C (Steuerebene) in Fig. 3, |
| Fig. 6 | einen Schnitt gemäß der Linie D-D |

(Arbeitsebene) in Fig. 3,
 Fig. 7 die Arbeitsrotoreinheit als Einzelteil,
 Fig. 8 die erste Steuerrotoreinheit als Einzelteil,
 Fig. 9 die zweite Steuerrotoreinheit als Einzelteil,
 Fig. 10a bis 10c eine vereinfachte schematische Querschnittsdarstellungen von Steuerebene und Arbeitsebene bei unterschiedlichen Betriebszuständen,
 Fig. 11 eine weitere Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors mit zwei Rotoreinheiten in perspektivischer Darstellung,
 Fig. 12 eine vereinfachte schematische Darstellung einer modularen Bauweise durch Steuerrotorerweiterung und
 Fig. 13 eine vereinfachte schematische Darstellung einer modularen Bauweise durch Erweiterung von Arbeitsebenen und Steuerebenen.

[0041] Der in Figur 1 gezeigte Verbrennungsmotor besitzt drei verschiedene Ebenen, die in einem definierten parallelen Abstand zueinander angeordnet sind, nämlich eine erste Steuerebene S1, eine Arbeitsebene A und eine zweite Steuerebene S2. Die Arbeitsebene A liegt zwischen den beiden Steuerebenen S1 und S2.

[0042] Der Verbrennungsmotor besteht aus drei parallel zu einander ausgerichteten Rotoreinheiten, einer ersten Steuerrotoreinheit 20 (Fig. 4 und Fig. 8) und einer zweiten Steuerrotoreinheit 30 (Fig. 3 und Fig. 9) sowie einer Arbeitsrotoreinheit 40 (Fig. 3 und Fig. 7), die durch alle drei Ebenen S1, A, S2 geführt sind. Jede Rotoreinheit 20, 30, 40 besteht jeweils aus einer Rotorwelle 21, 31, 41 mit jeweils mindestens einer kreisrunden Scheibe mit Kolbenabschnitten in Form von Ringausschnitten bzw. ringförmigen Segmenten, wie nachfolgend noch unter Bezugnahme auf die Figuren 7 bis 9 näher erläutert wird. Die einzelnen Scheiben sind drehfest mit der zugehörigen Rotorwelle verbunden.

[0043] Die einzelnen Rotoreinheiten unterscheiden sich in ihrem Aufbau. Auf der Steuerrotorwelle 21 der ersten Steuerrotoreinheit 20 (Fig. 8) sind drei Scheiben angeordnet, eine erste Steuerscheibe 22 und eine zweite Steuerscheibe 23, die den gleichen Außendurchmesser besitzen, sowie eine Verschlusscheibe 24 mit kleinerem Außendurchmesser als vorgenannte Steuerscheiben. Die Anordnung der Steuerscheiben ist so festgelegt, dass die erste Steuerscheibe 22 in der ersten Steuerebene S1, die Verschlusscheibe 24 in der Arbeitsebene A und die zweite Steuerscheibe 23 in der zweiten Steuerebene S2 liegen. An jeder Stirnseite der drei Scheiben 22, 23, 24 ist jeweils ein ringförmiger Kolbenabschnitt 22b, 23b, 24b angeordnet. Die Kolbenabschnitte 22b, 23b, 24b überragen den äußeren Rand bzw. die äußere Kante der zugehörigen Scheibe 22, 23, 24 in radialer Richtung bis nahe zur Innenwandung der zugehörigen

ringförmigen Zylinderkammer 7, 8, 9 im Gehäuse. Der radiale Überstand der Kolbenabschnitte ist abhängig vom jeweiligen Arbeitsvolumen des Motors.

[0044] Die an den Stirnseiten einer Scheibe spiegelsymmetrisch angeordneten identischen ringförmigen Kolbenabschnitte bilden in ihrer Funktion jeweils einen Kolben und werden deshalb auch als ringförmige Steuerkolben 22a und 23a sowie 32a und 33a und als ringförmiger Verschlusskolben 24a bezeichnet, wie insbesondere in Fig. 8 zu sehen. Der ringförmige Arbeitskolben 42a ist in Fig. 7 gezeigt. Die jeweiligen Kolben sind in den Figuren 7 bis 9 mittels eines aus Punkten bestehenden Kreises gekennzeichnet.

[0045] In den Gehäusebauteilen sind ringförmige Nuten 7a, 7b, 8a, 8b, 9a, 9b angeordnet, in denen die an den Scheiben fest angeordneten ringförmigen Kolbenabschnitte rotieren. Die kreisförmigen Nuten zweier benachbarter Gehäusebauteile bilden eine umlaufende ringförmige Zylinderkammer 7, 8, 9 (Fig. 4).

[0046] Die in den Gehäusebauteilen vorgesehenen ringförmigen Nuten 7a, 7b, 8a, 8b, 9a, 9b (Fig. 4), in denen die Kolbenabschnitte rotieren, verlaufen entlang einer achtförmigen Kurve und sind an den Steilen bzw. Bereichen, wo sich die ringförmigen Kolbenabschnitte benachbarter Scheiben in einer Ebene kämmen, unterbrochen. Der Kurvenverlauf ergibt sich durch die Anordnung und Durchmesser der in einer Ebene rotierenden Scheiben und ist insbesondere in den Figuren 10a bis 10c zu sehen.

[0047] Die ringförmigen Kolben der einzelnen Scheiben, Arbeitsscheibe, Verschlusscheibe und Steuerscheiben, können sich in der Breite (Differenz zwischen Außen- und Innenradius), der Bogenmaßlänge, der Höhe und der Querschnittsform unterscheiden. Der radiale Überstand eines Kolbens ist, bezogen auf seine Bogenmaßlänge konstant.

[0048] In einer Ebene liegende, benachbarte Kolben können sich in ihrer Breite (der Differenz zwischen Innen- und Außendurchmesser) und/oder in ihrer Bogenmaßlänge unterscheiden.

[0049] Gegenüberliegend zu den Kolbenabschnitten 22b, 23b, 24b der beiden Steuerscheiben 22, 23 und der Verschlusscheibe 24 der ersten Steuerrotoreinheit 20 (Fig. 8) sind auf jeder Stirnseite der Scheiben 22, 23, 24 Ausgleichsgewichte 22c, 23c, 24c angeordnet. Jedem Kolbenabschnitt ist erforderlichenfalls ein Ausgleichsgewicht zugeordnet, um im Betriebszustand den erforderlichen Rundlauf zu gewährleisten.

[0050] Die zweite Steuerrotoreinheit 30 (Fig. 9) unterscheidet sich von der ersten Steuerrotoreinheit 20 dadurch, dass nur zwei Steuerscheiben 32, 33 angeordnet sind, jeweils eine in der ersten Steuerebenen S1 und die andere in der zweiten Steuerebene S2.

[0051] Die Außendurchmesser dieser Steuerscheiben 32 und 33 sind gleich, aber kleiner als der Außendurchmesser der beiden Steuerscheiben 22 und 23 der ersten Steuerrotoreinheit 20, um das erforderliche Kompressionsvolumen zu realisieren und die Ansaugzeiten zu re-

geln. Auf jeder Stirnseite der Steuerscheiben 32 und 33 ist ebenfalls ein ringförmiger, radial überstehender Kolbenabschnitt 32b und 33b angeordnet. Aufgrund seiner Bogenmaßlänge wird dieser nicht als Ringausschnitt sondern als ringförmiges Segment bezeichnet.

[0052] Im gezeigten Beispiel besitzt das jeweilige ringförmige Segment eine Bogenmaßlänge, die um den Betrag größer ist als die Bogenmaßlänge des benachbarten Kolbenabschnittes 22b, 23b der ersten Steuerrotoreinheit 20. Demzufolge beträgt die Summe der Bogenmaßlängen der Kolbenabschnitte 22b und 32b bzw. 23b und 33b jeweils 360° (Figuren 8 und 9).

[0053] Die beiden deckungsgleichen Kolbenabschnitte einer Steuerscheibe 32 bzw. 33 bilden in ihrer Funktion einen ringförmigen Steuerkolben 32a bzw. 33a.

[0054] Die Kolbenabschnitte 32b, 33b der beiden Steuerkolben 32a, 33a der zweiten Steuerrotoreinheit 30 (Fig. 9) sind ebenfalls deckungsgleich angeordnet, wobei die Scheiben so auf der Steuerrotorwelle 31 drehfest montiert sind, dass beide Kolben 32a, 33a synchron laufen, wie in Fig. 9 gezeigt. An den nach außen und innen zeigenden Stirnseiten dieser Kolbenabschnitte 32a, 33a sind schmale Kanäle 34 eingearbeitet, die dafür sorgen sollen, dass beim Abströmen des verdichteten Kraftstoff-Luft-Gemisches von der ersten Steuerrotoreinheit 20 zur zweiten Steuerrotoreinheit 30 eine Druckentlastung im Gehäuse erreicht wird und Vibrationen verringert werden.

[0055] An den nach innen zeigenden Kolbenabschnitten 32b, 33b sind im Bereich der Mantelfläche Nuten 35 eingearbeitet, um die Verdichtung zu erhöhen. Außerdem sind an der Mantelfläche der nach außen zeigenden Kolbenabschnitte 32b, 33b Bohrungen 36 vorgesehen, um gegebenenfalls Gewichtsunterschiede der Kolbenabschnitte ausgleichen zu können.

[0056] Die beiden Steuerscheiben 32, 33 sind an sich identisch ausgeführt und unterscheiden sich lediglich durch die Lage der Nuten 35 und Bohrungen 36.

[0057] Um einen möglichst genauen Rundlauf der Steuerscheiben 32, 33 zu gewährleisten und unerwünschte Schwingungen zu vermeiden, werden diese mittels Ausgleichsgewichten 32c, 33c ausgewuchtet.

[0058] Die Arbeitsrotoreinheit 40 ist als Einzelteil in Fig. 7 dargestellt. Auf der Arbeitsrotorwelle 41 ist nur eine Arbeitsscheibe 42 befestigt, die in der Arbeitsebene A liegt. Diese ist im Durchmesser größer als die Scheiben der beiden Steuerrotoreinheiten 20 und 30.

[0059] Der Durchmesser der Arbeitsscheibe 42 ist abhängig von der Leistung und dem Einsatzzweck des Motors. Auf der Scheibe 42 sind an beiden Stirnseiten, jeweils um 180° versetzt, zwei ringförmige Kolbenabschnitte 42b gleicher Bogenmaßlänge angeordnet, wobei die vier Kolbenabschnitte 42b zwei Arbeitskolben 42a bilden. Die Seitenflächen 42c der Kolbenabschnitte bilden im Betriebszustand, wenn diese in der ringförmigen Zylinderkammer 8 rotieren, die Wirkungsfläche. In Analogie zu einer herkömmlichen Kolben-Zylinder-Einheit handelt es sich dabei um den Kolbenboden.

[0060] Durch die gegenüberliegende Anordnung identischer Kolbenabschnitte auf jeder Stirnseite ist die Symmetrie der Arbeitsscheibe 42 ohne zusätzliche Ausgleichsmaßnahmen gewährleistet.

[0061] Die Steuerrotoreinheiten 20 und 30 sowie die Arbeitsrotoreinheit 40 sind in entsprechenden Gehäusebauteilen 1, 2, 3, 4 angeordnet (Fig. 1).

[0062] Zwischen den einzelnen Gehäusebauteilen sind jeweils mehrteilige Zwischenringe 5, 6 angeordnet, wobei in der Fig. 1 nur ein Teilstück der Zwischenringe 5, 6 zu sehen ist. Die Zwischenringe sind so ausgeführt, dass diese bis unmittelbar an die gegenläufig rotierenden Scheiben einer Ebene heranreichen und den kreisförmigen Zwischenraum zwischen zwei deckungsgleichen Kolbenabschnitten ausfüllen, unter Berücksichtigung eines ausreichenden Spiels, um die erforderliche Rotation der jeweiligen Scheiben zu gewährleisten. Durch den in den kreisförmigen Zwischenraum berührungslos ragenden Abschnitt der Zwischenringe erfolgt eine Trennung zwischen zwei benachbarten kreisförmigen Nuten, die eine ringförmige Zylinderkammer bilden. Dies ist erforderlich, um die gewünschte Verdichtung des Kraftstoff-Luft-Gemisches zu erzielen.

[0063] Die Gehäusebauteile 1, 2, 3, 4 sind konstruktiv so ausgelegt, dass die auf den Steuerscheiben 22, 23 der ersten Steuerrotoreinheit 20 angeordneten Ausgleichsgewichte 22c, 23c und die auf den Steuerscheiben 32, 33 der zweiten Steuerrotoreinheit 30 angeordneten Ausgleichsgewichte 32c, 33c sowie die auf der Verschlusscheibe 24 angeordneten Ausgleichsgewichte 24c durch eine umlaufende Gehäuseinnenwand von den Kolbenabschnitten getrennt sind, wie in den Figuren 3 und 4 zu sehen. Wie bereits vorstehend erwähnt, sind die die ringförmige Zylinderkammer bildenden kreisförmigen Nuten, in denen die Kolbenabschnitte eines Kolbens rotieren, durch diese Gehäuseinnenwand und eine entsprechende Gehäuseaußenwand seitlich begrenzt.

[0064] Wie in Fig. 1 zu sehen, ist ein erstes Gehäusebauteil 1 auf ein zweites, größeres Gehäusebauteil 2 montiert. Das zweite Gehäusebauteil 2 ist mit einem gleichgroßen dritten Gehäusebauteil 3 verbunden. An dem dritten Gehäusebauteil 3 ist ein viertes Gehäusebauteil 4 befestigt, das in seiner Größe dem ersten Gehäusebauteil 1 entspricht.

[0065] In den Gehäusebauteilen sind in den beiden Steuerebenen S1 und S2 sowie in der Arbeitsebene A jeweils zwei sich überschneidende kreisförmige Öffnungen vorgesehen, in denen die auf den Scheiben der Rotorwellen angeordneten Kolbenabschnitte ineinanderkämmernd rotieren. In jeder der drei Ebenen S1, A und S2 befinden sich zwei sich überschneidende kreisförmige Öffnungen, die in etwa eine achtförmige Querschnittsfläche bilden. Die Mittelpunkte der zwei kreisförmigen Öffnungen liegen in den drei Ebenen jeweils auf einer gemeinsamen Mittelachse, die zugleich die Drehachse für die jeweilige Rotorwelle 21, 31, 42 ist (Fig. 1).

[0066] In der die Zylinderräume begrenzenden Wandung der Gehäusebauteile sind ringförmige Ausnehmungen

gen bzw. Nuten eingearbeitet, wobei jeweils die aneinander grenzenden Nuten 7a und 7b, 8a und 8b sowie 9a und 9b zweier benachbarter Gehäusebauteile ringförmige Zylinderkammern 7, 8, 9 bilden, wie insbesondere in Fig. 4 zu sehen. Die in Form einer Acht kurvenförmig verlaufenden Zylinderkammern 7, 8, 9 sind im Überschneidungsbereich unterbrochen, wobei die maximale Breite dieses Überschneidungsbereiches durch den Kolbenabschnitt bestimmt wird, der gegenüber dem benachbarten Kolbenabschnitt die größere Breite (Differenz zwischen Außen- und Innendurchmesser) aufweist.

[0067] In den ringförmigen Zylinderkammern 7, 8, 9 rotieren die auf den zugehörigen Scheiben angeordneten ringförmigen Kolbenabschnitte bzw. Kolben, wobei diese im Überschneidungsbereich ineinanderkämmen. In der Zylinderkammer 7 (Fig. 5) kämmen die Kolbenabschnitte 22b, 32b und in der ringförmigen Zylinderkammer 8 (Fig. 6) die Kolbenabschnitte 24b und 42b. Die in der Arbeitsebene A liegende Zylinderkammer 8 bildet den eigentlichen Arbeitsraum des Motors.

[0068] In der Arbeitsebene A sind in den benachbarten Gehäusebauteilen 2 und 3 jeweils deckungsgleich identische Hohlräume vorgesehen, die die Brennkammer 18 (Fig. 6) bilden. In dem zwischen den beiden Gehäusebauteilen 2 und 3 angeordneten Zwischenring 6 befindet sich eine nicht näher zu sehende Öffnung, über die die beiden Brennkammerhälften miteinander verbunden sind. Zwischen den Gehäusebauteilen 1 und 2 sowie 3 und 4 befindet sich ebenfalls ein Zwischenring 5, der eine nicht näher zu sehende Öffnung aufweist, über die Kraftstoff-Luft-Gemisch von der einen ringförmigen Nut in die andere ringförmige Nut einer Zylinderkammer 7 bzw. 9 gelangen kann.

[0069] Die ringförmigen Zylinderkammern 7 und 9 in den beiden Steuerebenen S1 und S2 stehen über Zuführungskanäle 18a mit der Brennkammer 18 in Verbindung (Figuren 10a bis 10c). Über diese Kanäle 18a gelangt in den beiden Steuerebenen S1, S2 vorverdichtetes Kraftstoff-Luft-Gemisch in den Brennraum bzw. die Brennkammer 18 der Arbeitsebene A.

[0070] Zur Auslösung des Zündvorganges ist in der Brennkammer eine Zündvorrichtung 19 (Fig. 6) angeordnet, wobei die Steuerung der Zündzeitpunkte über einen Steuernocken 44 erfolgt.

[0071] In der ersten Steuerebene S1 steht im Zylinderraum 7 der Steuerkolben 22a der ersten Steuerscheibe 22 mit dem Steuerkolben 32a der ersten Steuerscheibe 32 der zweiten Steuerrotereinheit 30 in einem Wirkungszusammenhang.

[0072] In der Arbeitsebene A steht im Zylinderraum 8 der Arbeitskolben 42a der Arbeitsscheibe 42 mit dem Verschlusskolben 24a der Verschlusscheibe 24 der ersten Steuerrotereinheit 20 in Wirkungszusammenhang.

[0073] In der zweiten Steuerebene S2 steht im Zylinderraum 9 der Steuerkolben 23a der zweiten Steuerscheibe 23 der ersten Steuerrotereinheit 20 mit dem Steuerkolben 33a der zweiten Steuerscheibe 33 der zweiten Steuerrotereinheit 30 in einem Wirkungszusammenhang.

An den freien Enden der Wellen 21, 31 und 41, die aus dem ersten Gehäusebauteil 1 hervorstehen, ist jeweils ein Zahnrad befestigt, an der ersten Steuerrotorwelle 21 das Zahnrad 25, an der zweiten Steuerrotorwelle 31 das Zahnrad 37 und an der Arbeitsrotorwelle 41 das Zahnrad 43. Die drei Zahnräder 25, 37 und 43 greifen ineinander und bilden ein Getriebe, über das die Drehbewegungen der drei Wellen 21, 31, 41 synchronisiert werden. Über die Arbeitsrotorwelle 41 wird das durch den Arbeitstakt erzeugte Drehmoment über das Zahnradgetriebe 25, 37, 43 auf die beiden Steuerrotorwellen 21 und 31 übertragen. Das Zahnradgetriebe ist so ausgelegt, dass sich die Arbeitsrotorwelle 41 zu den beiden Steuerrotorwellen 21 und 31 im Verhältnis 1:2 dreht. Die beiden Steuerrotorwellen drehen sich zueinander im Verhältnis 1:1. Am Wellenende der Arbeitswelle 41 ist an der Zahnradseite ein Steuernocken 44 angeordnet, der die Steuerung der Zündzeitpunkte übernimmt.

[0074] Die drei rotierbaren Wellen 21, 31 und 41 sind in entsprechenden Zylinderrollenlagern 10 gelagert, wobei für jede Welle zwei Lagerstellen vorgesehen sind. Die Lagerstellen für die Steuerrotorwellen 21 und 31 sind jeweils im ersten und vierten Gehäusebauteil 1, 4 vorgesehen. Die beiden Lagerstellen für die Arbeitsrotorwelle 41 befinden sich im zweiten und dritten Gehäusebauteil 2, 3.

[0075] In den Gehäusebauteilen 1 und 2 befinden sich jeweils eine Einlassöffnung 11, die in einen Einlasskanal 12 münden. In analoger Weise befinden sich auch in den Gehäusebauteilen 3 und 4 je eine Einlassöffnung 13, die in einen Einlasskanal 14 übergehen. Über die Einlassöffnungen wird das Kraftstoff-Luft-Gemisch angesaugt.

[0076] Radial versetzt zu den Einlassöffnungen sind in den Gehäusebauteilen 2 und 3 Auslassöffnungen 15, 16, die mit einem Auslasskanal 17 für das gebildete Abgas in Verbindung stehen.

[0077] Die Steuer- und Arbeitsscheiben sowie Zahnräder werden beispielsweise mittels Keilwellenverbindungen auf der jeweiligen Welle befestigt und mittels an sich bekannter Mittel gegen Verdrehen gesichert.

[0078] In den Gehäusebauteilen befinden sich in der Arbeitsebene A noch in der Zeichnung nicht zu sehende Druckausgleichskanäle, um den Druck, der während der Verbrennung auf die Mantelfläche des Brennraumverschlusskolbens 24a wirkt, auch gleichmäßig auf die Innenseite dieses Kolbens wirken zu lassen. Dadurch kann die radiale Belastung auf die erste Steuerrotorwelle 21 verringert werden.

[0079] Die ringförmigen Nuten und die in diesen rotierenden Kolbenabschnitte besitzen die gleiche Querschnittsform. Als Querschnittsform wird aus fertigungstechnischen Gründen die Rechteckform bevorzugt. Geeignet sind jedoch auch andere Querschnittsformen, wie z.B. rund oder oval.

[0080] Die Arbeitsweise des Motors wird nachfolgend, insbesondere unter Bezugnahme auf die Figuren 10a bis 10c, erläutert, wobei in der linken Spalte die Funktionsweise in den beiden Steuerebenen S1, S2 und in der

rechten Spalte die Funktionsweise in der Arbeitsebene gezeigt sind. Da die Arbeitsweise in beiden Steuerebenen S1 und S2 identisch ist, ist nur die erste Steuerebene S1 dargestellt. Der Motor ist konstruktiv so ausgelegt, dass alle vier Arbeitstakte, - Ansaugen - Verdichten - Arbeiten (Expansion)- Ausstoßen-, nicht nacheinander, sondern gleichzeitig erfolgen.

[0081] Die sich aufgrund der gegenläufigen Rotation der Kolben in ihrem Volumen veränderbaren Abschnitte bzw. Arbeitsräume der Zylinderkammern 7 und 8 im Bereich der Steuerebene S1 und der Arbeitsebene S1 sind in den Figuren 10a bis 10c mit den Bezugszeichen 7c und 7d sowie 8c und 8d gekennzeichnet.

[0082] Über das Startsystem des Motors werden die drei Rotorwellen 21, 31 und 41 in Rotation versetzt, wobei über das mit den Rotorwellen verbundene Zahnradgetriebe 25, 37, 43 die Rotorwellen 21 und 31 in entgegengesetzter Richtung und die Arbeitsrotorwelle 41 in gleicher Drehrichtung wie die Rotorwelle 31 der zweiten Steuerrotoreinheit 30 rotieren, wobei die Drehrichtungen durch Pfeile gekennzeichnet sind (Fig. 10a).

[0083] Die Arbeitsrotorwelle 41 rotiert zu den beiden Steuerrotorwellen 21 und 31 im Verhältnis 1:2 und die beiden Steuerrotorwellen 21 und 31 im Verhältnis 1:1.

[0084] In der in Fig. 10a vereinfacht dargestellten Steuerebene saugen die rotierenden Steuerkolben 22a der ersten Steuerrotoreinheit 20 und die Steuerkolben 32a der zweiten Steuerrotoreinheit 30 Kraftstoff-Luft-Gemisch durch den Einlasskanal 12 an. Gleichzeitig verdichtet der Steuerkolben 22a über seine in Drehrichtung zeigende Seitenfläche bereits angesaugtes Kraftstoff-Luft-Gemisch (des vorhergehenden Ansaugvorganges) im Abschnitt 7c (Verdichtungsraum) der Zylinderkammer 7 gegen die Mantelfläche des gegenläufigen Steuerkolbens 32a, der die Zylinderkammer 7 im Überschneidungsbereich verschließt.

[0085] Zu gleicher Zeit befindet sich in der Brennkammer 18 (Arbeitsebene A) bereits verdichtetes Kraftstoff-Luft-Gemisch aus dem vorvorhergehenden Ansaugvorgang. Während die Arbeitsschritte Ansaugen und Vorverdichten in den Steuerebenen S1, S2 erfolgen, gibt der Arbeitskolben 42a die Öffnung zur Brennkammer 18 auf der Arbeitsebene A frei. Das bereits verdichtete Kraftstoff-Luft-Gemisch beginnt aus der Brennkammer 18 in die ringförmige Zylinderkammer 8 der Arbeitsebene zu strömen. Gleichzeitig wird die Zündung über den Steuernocken 44 und die Zündvorrichtung 19 ausgelöst. Das expandierende Gasgemisch wirkt auf die in unmittelbarer Nähe zur Brennkammer befindliche Seitenfläche 42c des Arbeitskolbens 42a, und versetzt somit die Arbeitsrotorwelle 41, die zugleich Abtriebswelle ist, in Rotation. Über das Zahnradgetriebe werden die beiden anderen Rotorwellen 21, 31 synchronisiert und in Rotation versetzt. Das Drehmoment wird über die Arbeitsrotorwelle 41 an der Kupplung zur Verfügung gestellt. Über die ausgelöste Drehbewegung der Rotorwellen verschließt der Verschlusskolben 24a die ringförmige Zylinderkammer 8 im Überschneidungsbereich. Aufgrund der Drehbewegung

des Steuerkolbens 32a der zweiten Steuerrotoreinheit 30 (Fig. 10b) gelangt angesaugtes Kraftstoff-Luft-Gemisch in die ringförmige Zylinderkammer 7 der ersten Steuerebene S1. Eine Verdichtung des Kraftstoff-Luft-Gemisches findet noch nicht statt. Der Steuerkolben 32a verschließt den Einlass- 12 und den Zufuhrkanal 18a zur Brennkammer 18. Der Steuerkolben 22a der ersten Steuerrotoreinheit 20 verdichtet weiterhin das Gemisch über seine in Drehrichtung zeigende Seitenfläche gegen die Mantelfläche des gegenläufigen Steuerkolbens 32a und saugt dabei gleichzeitig Kraftstoff-Luft-Gemisch auf seiner Rückseite über den Einlasskanal 12 an. Der Arbeitskolben 42a gibt den Auslasskanal 17 frei und verbranntes Gasgemisch (Abgas) entweicht. Durch die Drehbewegung des Verschlusskolbens 24a entgegen der Uhrzeigerichtung ist die ringförmige Zylinderkammer 8 frei für die weitere Drehbewegung des Arbeitskolbens 42a. Im weiteren Zyklusverlauf (Fig. 10c) gelangt durch die Drehbewegung des Steuerkolbens 22a der ersten Steuerrotoreinheit 20 das in der ringförmigen Zylinderkammer 7 verdichtete Kraftstoff-Luft-Gemisch in den Wirkungsbereich des Steuerkolbens 32a der zweiten Steuerrotoreinheit 30. Dabei gelangt der Steuerkolben 22a in eine Position, die den Übergang bzw. Kämmbereich zum Steuerkolben 32a verschließt. Durch die Drehbewegung des Steuerkolbens 22a in diese Position wird weiterhin Kraftstoff-Luft-Gemisch durch den Einlasskanal 12 angesaugt. Durch die synchron ablaufende Drehbewegung des Arbeitskolbens 42a in Uhrzeigerichtung wird die Brennkammer 18 verschlossen. Unmittelbar danach wird durch die Drehbewegung des Steuerkolbens 32a der zweiten Steuerrotoreinheit 30 das vorverdichtete Kraftstoff-Luft-Gemisch in den Zufuhrkanal 18a und in die Brennkammer 18 gedrückt und dabei weiter komprimiert und danach die nächste Zündung ausgelöst.

[0086] In der Figur 11 ist die einfachste Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Motors gezeigt. Diese besteht aus einer Arbeitsrotoreinheit 40 mit einer Arbeitsrotorwelle 41, die auch zugleich Abtriebswelle ist, und einer Arbeitsscheibe 42 mit Arbeitskolben, wobei in Fig. 11 nur der obere ringförmige Kolbenabschnitt 42b zu sehen ist.

[0087] Außerdem gehört zu dieser Ausführungsvariante eine Steuerrotoreinheit 20 mit einer Steuerrotorwelle 21 und einer Verschlusscheibe 24 mit Verschlusskolben, wobei nur der obere ringförmige Kolbenabschnitt 24b zu sehen ist. Die Arbeitsscheibe 42 und die Verschlusscheibe 24 liegen in einer Ebene, wobei die zugehörigen ringförmigen Kolbenabschnitte 42b und 24b ineinanderkämmen.

[0088] Die zugehörige ringförmige Zylinderkammer 8, in der die beiden Kolbenabschnitte 42b und 24b gegenläufig rotieren, ist analog wie in der vorhergehenden Variante gemäß Figur 1 beschrieben, ausgeführt. In Fig. 11 ist lediglich ein Gehäusebauteil 3 gezeigt. Die in dieser Figur mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichneten Teile entsprechen denen wie bereits vorstehend zu den anderen Figuren erläutert. Während einer Drehbewe-

gung der Steuer- bzw. Verschluss-scheibe 24 um 360° finden alle vier Arbeitstakte statt.

[0089] Bei dieser Ausführungsvariante gibt es nur eine ringförmige Zylinderkammer 8, in der alle vier Arbeitstakte erfolgen. Der rotierende Verschlusskolben 24a, bestehend aus den beiden auf der Steuer- bzw. Verschluss-scheibe 24 angeordneten ringförmigen Kolbenabschnitten 24b, führt während einer Drehbewegung um 360° drei Funktionen aus, er saugt Kraftstoff-Luft-Gemisch durch den Einlasskanal 12 an, komprimiert es mit seiner in Drehrichtung zeigenden Seitenfläche, und gelangt aufgrund der Drehbewegung mit seiner Mantelfläche in den Überschneidungsbereich und verschließt dabei die ringförmige Zylinderkammer 8. Durch den nachfolgend ausgelösten Zündvorgang des in der Brennkammer 18 komprimierten Kraftstoff-Luft-Gemisches wird über den Kolben 42a die Rotation der Abtriebswelle 41 bewirkt. Über das Übersetzungsverhältnis der Zahnräder 43 und 25 erfolgt die Drehbewegung der Steuerrotorwelle 21 für den nächsten Arbeitszyklus. Der erfindungsgemäße Motor kann in verschiedenen Ausführungsformen und Baugrößen, ähnlich den bekannten Motoren mit Hubbewegung wie z.B. Reihenmotor, V-Motor, Boxer-Motor, VR Motor, W-Motor, etc., hergestellt werden.

[0090] In seiner Arbeitsweise kann der Motor auch als Explosionsmotor betrieben werden. Ausgehend von gewünschten Motorkonzepten hinsichtlich Leistung und Einsatzzweck ist dieser modular aufgebaut und kann durch Anbindung mehrerer Arbeits- und Steuerroten oder durch Vergrößerung der Anzahl an Arbeits- und Steuerroten, auch als Kombination, beliebig erweitert werden.

[0091] Ein Arbeitsrotor besitzt eine Arbeitsscheibe mit bis zu zehn Arbeitskolben, wobei jeder Kolben aus zwei identischen deckungsgleich angeordneten Kolbenabschnitten besteht. Die Arbeitskolben verteilen sich gleichmäßig auf eine Bogenmaßlänge von 360°. Bevorzugt sind Ausführungen mit bis zu sieben Arbeitskolben, da hinsichtlich Literleistung die Obergrenze erreicht ist.

[0092] Der Steuerrotor mit Verschluss-scheibe und Steuerrotor mit Steuerscheiben bilden eine Paarung, die beliebig kreisförmig und abhängig von der Zahl der Arbeitskolben um den Arbeitsrotor angeordnet werden kann, in ähnlicher Bauweise wie in Fig. 1 gezeigt.

[0093] Je nach Anzahl der Arbeitskolben ist die Anzahl der Verschlusskolben begrenzt, da die Summe der Bogenmaßlänge beider Arbeits- und Verschlusskolben der Arbeitsebene innerhalb einer Umdrehung mit mindestens zwei Arbeitstakten 360° nicht übersteigen darf.

[0094] Die in Fig. 1 und Fig. 11 gezeigten Ausführungsvarianten können aufgrund der Modulbauweise durch weitere Steuerscheiben und/oder Arbeitsscheiben ebenenweise erweitert werden.

[0095] Beide Steuerrotoreinheiten der Variante gemäß Fig. 1 können analog auf weitere Arbeitsrotoreinheiten aufgestockt werden.

[0096] Dies ist möglich, da die Funktion der Steuerkolben in den Steuerebenen darin besteht, Kraftstoff-Luft-

Gemisch anzusaugen und zu verdichten. Der Verschlusskolben einer Steuerrotoreinheit hat lediglich die Funktion, die Zylinderkammer im Überschneidungsbereich der Kolben der Arbeitsebene zu verschließen, wodurch zwei Arbeitskammerabschnitte entstehen.

[0097] In den Figuren 12 und 13 sind beispielhaft einige Erweiterungsmöglichkeiten aufgezeigt. Die auf der linken Seitenhälfte gezeigten Basisvarianten entsprechen der in Figur 1 gezeigten Ausführung. Gemäß Fig. 12 kann diese um drei Steuerrotorpaare, bestehend aus einer ersten und einer zweiten Steuerrotoreinheit 20 und 30, erweitert werden, die um eine Arbeitsrotoreinheit 40 angeordnet sind und mit dieser in Wirkungszusammenhang stehen.

[0098] Gemäß Fig. 13 kann auch eine Erweiterung von drei Rotoreinheiten 20, 30 und 40 in mehreren Ebenen erfolgen, wobei im Vergleich zu Fig. 1 auf einer Rotorwelle eine mehrfache Anzahl an Scheiben montiert sind.

Patentansprüche

1. Rotationskolben-Brennkraftmaschine mit mindestens zwei synchronisierten, zentrisch gelagerten, achsparallel in einem Gehäuse angeordneten Rotoreinheiten (20, 30, 40), einer Arbeitsrotoreinheit (40) und einer ersten Steuerrotoreinheit (20), wobei jede dieser Einheiten (20, 30, 40) aus einer rotierbaren Welle (21, 31, 41) besteht auf der mindestens eine kreisrunde, drehfest angeordnete Scheibe (22, 23, 24, 32, 33, 42), die mit mindestens einem Kolben (22a, 23a, 24a, 32a, 33a, 42a) ausgerüstet ist, befestigt ist, und die Kolben benachbarter Scheiben (22 und 32; 23 und 33; 24 und 42) in einer Ebene (S1, A, S2) liegen, der Abstand zwischen den Drehachsen zweier benachbarter Rotoreinheiten (20, 30, 40) sich aus der Summe aus dem Außenradius des einen Kolbens und dem Innenradius des anderen Kolbens zweier benachbarter Kolben einer Ebene ergibt, wobei während der Rotation zweier benachbarten Kolben ein Überschneidungsbereich entsteht, in dem die beiden benachbarten Kolben berührungslos ineinanderkämmen, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Kolben aus zwei identischen Kolbenabschnitten (22b, 23b, 24b, 32b, 33b, 42b) in Form von Ringausschnitten oder ringförmigen Segmenten besteht, die spiegelsymmetrisch zueinander, jeweils einer auf jeder Stirnseite der Scheibe, angeordnet sind, derart, dass diese Kolbenabschnitte (22b, 23b, 24b, 32b, 33b, 42b) die äußere Kante der zugehörigen Scheibe, bezogen auf ihre Bogenmaßlänge, mit gleichem Maß überragen.
2. Rotationskolben-Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Arbeitsebene (A) mindestens ein Kolben Arbeitskolben (42a) und ein anderer Kolben Verschlusskolben

(24a) ist.

3. Rotationskolben-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse mindestens aus zwei Gehäusebauteilen (1, 2, 3, 4) besteht, in denen die Rotoreinheiten (20, 30, 40) drehbar angeordnet sind, derart dass die jeweiligen Scheiben (22, 23, 24, 32, 33, 42) in einer Ebene (S1, A, S2) liegen und die Kolben benachbarter Scheiben einer Ebene im Betriebszustand in ringförmigen Zylinderkammern (7, 8) rotieren und im Überschneidungsbereich berührungslos ineinanderkämmen, und die Zylinderkammern (7, 8) mit einem Einlasskanal (12) zum Ansaugen von Kraftstoff-Luft-Gemisch und einem Auslasskanal (17, 15) für Abgase sowie einer Brennkammer (18) in Verbindung steht, wobei die Brennkammer (18) außerhalb des Überschneidungsbereiches der Kolbenabschnitte liegt und zwischen zwei benachbarten Gehäusebauteilen (1 und 2; 2 und 3; 3 und 4) ein Zwischenring (5, 6) angeordnet ist, der sich bis in den kreisförmigen Zwischenraum zwischen den zwei Kolbenabschnitten eines Kolbens erstreckt.
4. Rotationskolben-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolben (22a, 23a, 24a, 32a, 33a, 42a) sich in der Differenz zwischen Außendurchmesser und Innendurchmesser sowie in der Querschnittsform unterscheiden.
5. Rotationskolben-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine weitere, zweite Steuerrotoreinheit (30) mit einer zweiten Steuerrotorwelle (31) vorgesehen ist, auf der eine erste Steuerscheibe (32) und eine zweite Steuerscheibe (33) identischer Ausführung befestigt sind, wobei jede Steuerscheibe (32, 33) mit einem Kolben (32a, 33a) ausgerüstet ist, die andere, erste Steuerrotoreinheit (20) zusätzlich noch mit zwei identischen Steuerscheiben, einer ersten Steuerscheibe (22) und einer zweiten Steuerscheibe (23), jeweils mit zugehörigen Steuerkolben (22a und 23a), wobei die Steuerscheiben (32, 33) der zweiten Steuerrotoreinheit (30) im Außendurchmesser kleiner sind als die Steuerscheiben (22, 23) der ersten Steuerrotoreinheit (20), und in der Arbeitsebene (A) Arbeitskolben (42a) und Verschlusskolben (24a), in der ersten Steuerebene (S1) die Kolbenabschnitte (22b und 32b) der benachbarten ersten Steuerscheiben (22, 32) und in der zweiten Steuerebene (S2) die Kolbenabschnitte (23b und 33b) der benachbarten zweiten Steuerscheiben (23, 33) berührungslos ineinander kämmen.
6. Rotationskolben-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei benachbarte Gehäusebauteile (1 und 2;

2 und 3; 3 und 4) jeweils in den Steuer- und Arbeitsebenen (S1, S2, A) zwei sich überschneidende kreisförmige Öffnungen aufweisen, in die die Kolbensegmente mit entsprechenden Querschnitt wie die Öffnungen vollständig eingreifen.

7. Rotationskolben-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in benachbarten Gehäusebauteilen (1 und 2; 2 und 3; 3 und 4) jeweils eine ringförmige Nut (7a und 7b; 8a und 8b; 9a und 9b) angeordnet ist, wobei in Einbaulage die Nuten zweier benachbarter Gehäusebauteile spiegelverkehrt angeordnet sind und die jeweilige ringförmige Zylinderkammer (7, 8, 9) bilden.
8. Rotationskolben-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einer oder mehreren Stirnseiten der Kolben (32a, 33a) der zweiten Steuerrotoreinheit (30) schmale Kanäle (34) eingearbeitet sind.
9. Rotationskolben-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Mantelfläche der nach innen zeigenden Kolbenabschnitte (32b, 33b) der zweiten Steuerrotoreinheit (30) Nuten (35) und an den nach außen zeigenden Kolbenabschnitten (32b, 33b) Bohrungen (36) angeordnet sind.
10. Rotationskolben-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** Arbeits- und/oder Steuerscheiben (22, 23, 24, 32, 33) mittels Ausgleichsgewichten (22c, 23c, 24c, 32c, 33c) ausgewuchtet sind.
11. Rotationskolben-Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkammer (18), die außerhalb der ringförmigen Zylinderkammer (8) der Arbeitsebene (A) liegt, über Zuführungskanäle (18a) mit den ringförmigen Zylinderkammern (7, 9) in den Steuerebenen (S1, S2) in Verbindung steht.

Claims

1. Rotary piston and internal combustion engine with a minimum of two synchronised, centrally mounted rotor units arranged axially parallel to one another in one housing (20, 30, 40), one working rotor unit (40) and a first control rotor unit (20), in which each of these units (20, 30, 40) consists of a rotatable shaft (21, 31, 41) on which at least one circular, torque-proof disc (22, 23, 24, 32, 33, 42) is fitted which is fitted with at least one piston (22a, 23a, 24a, 32a, 33a, 42a), and the pistons on adjacent discs (22 and 32; 23 and 33; 24 and 42) lie in one plane (S1, A

- S2), the distance between the rotation axis of two adjacent rotor units (20, 30, 40) amounts to the total of the outer radius of the one piston and the inner radius of the other in relation to two adjacent pistons in one plane, in which the rotation of two adjacent pistons results in an overlapping area in which the two adjacent pistons intermesh without making contact, **characterised in that** each piston consists of two identical piston sections (22b, 23b, 24b, 32b, 33b, 42b) in the form of ring-shaped cut-outs or ring-shaped piston sections which are arranged mirror-symmetrically to one another, one each on each face side of the disc, in such a manner that these piston sections (22b, 23b, 24b, 32b, 33b, 42b) protrude equally from the outer edge of the respective disc in relation to the length of their circular measure.
2. Rotary piston and internal combustion engine as in Claim 1, **characterised in that** in working plane (A) at least one piston is the work piston (42a) and another piston is the sealing piston (24a).
 3. Rotary piston and internal combustion engine as in Claim 1 or 2, **characterised in that** the housing consists of at least two housing components (1, 2, 3, 4) in which the rotor units (20, 30, 40) are arranged in such a manner that they can rotate in such a manner that the respective discs (22, 23, 24, 32, 33, 42) lie in one plane (S1, A, S2) and the pistons of adjacent pistons in one plane rotate in ring-shaped cylindrical chambers (7, 8) in operating mode and intermesh without making contact in the overlapping area, and the cylindrical chambers (7, 8) are connected to an inlet channel (12) for drawing in a fuel-air mixture and an outlet channel (17, 15) for exhaust emissions as well as a combustion chamber (18), whereby the combustion chamber (18) lies outside of the overlapping area of the piston sections and an intermediate ring (5, 6) is located between two adjacent housing components (1 and 2; 2 and 3; 3 and 4) which extends into the circular space between the two piston sections of a piston.
 4. Rotary piston and internal combustion engine as in one of the Claims 1 to 3, **characterised in that** the pistons (22a, 23a, 24a, 32a, 33a, 42a) differ by the difference between the outer diameter and the inner diameter and in their cross-sectional form.
 5. Rotary piston and internal combustion engine as in one of the Claims 1 to 4, **characterised in that** a further, second control rotor unit (30) with a second control rotor shaft (31) is fitted, to which a first control disc (32) and a second control disc (33) of identical design are affixed, whereby each control disc (32, 33) is equipped with a piston (32a, 33a), the other, first control rotor unit (20) additionally with two identical control discs, a first control disc (22) and a second control disc (23), each with a corresponding control piston (22a and 23a), in which the outer diameters of control discs (32, 33) of the second control rotor unit (30) are smaller than those of the control discs (22, 23) of the first control rotor unit (20), and in working plane (A) work piston (42a) and sealing piston (24a), in the first control plane (S1) the piston sections (22b and 32b) of the adjacent first control discs (22, 32) and in the second control plane (S2) the piston sections (23b and 33b) of the adjacent second control disc (23, 33) intermesh without making contact.
 6. Rotary piston and internal combustion engine as in one of the Claims 1 to 5, **characterised in that** two adjacent housing components (1 and 2; 2 and 3; 3 and 4) each exhibit two overlapping circular openings in the control and work planes (S1, S2, A) which the piston segments with the same cross-section as the openings completely mesh into.
 7. Rotary piston and internal combustion engine as in one of the Claims 1 to 6, **characterised in that** in adjacent housing components (1 and 2; 2 and 3; 3 and 4) respectively a ring-shaped groove (7a and 7b; 8a and 8b; 9a and 9b) is located, whereby when fitted the grooves of two adjacent housing components are arranged mirror-invented to one another and form the respective ring-shaped cylindrical chamber (7, 8, 9).
 8. Rotary piston and internal combustion engine as in one of the Claims 1 to 7, **characterised in that** narrow channels (34) are worked into one or several face sides of the pistons (32a, 33a) of the second control rotor unit (30).
 9. Rotary piston and internal combustion engine as in one of the Claims 1 to 8, **characterised in that** there are grooves (35) on the surface of the piston segments of the second control rotor unit (30) which face inwards (32b, 22b) and boreholes (36) on the surface of the piston segments which face outwards (32b, 33b).
 10. Rotary piston and internal combustion engine as in one of the Claims 1 to 9, **characterised in that** the work and/or control discs (22, 23, 24, 32, 33) are balanced by means of counterweights (22c, 23c, 24c, 32c, 33c).
 11. Rotary piston and internal combustion engine as in one of the Claims 1 to 10, **characterised in that** the combustion chamber (18), which lies outside of the ring-shaped cylindrical chamber (8) of work plane (A) is connected to the ring-shaped cylindrical chambers (7, 9) in control planes (S1, S2) via feed channels (18a).

Revendications

1. Moteur à combustion interne à piston rotatif avec au moins deux unités de rotor synchronisées, centrées, avec axes parallèles logés dans un carter (20, 30, 40), une unité de rotor de travail (40) et une première unité de rotor de commande (20), chacune de ces unités (20, 30, 40) étant constituée d'un arbre rotatif (21, 31, 41) monté sur au moins un disque circulaire fixe en rotation (22, 23, 24, 32, 33, 42), équipé d'au moins un piston (22a, 23a, 24a, 32a, 33a, 42a), et que les pistons des disques adjacents (22 et 32; 23 et 33; 24 et 42) soient alignés dans le même plan (S1, A, S2), que la distance entre les axes rotatifs de deux unités de rotor contigües (20, 30, 40) résulte de la somme du rayon extérieur de l'un des pistons et du rayon intérieur de l'autre, s'agissant de deux pistons adjacents situés dans le même plan, sachant que la rotation de deux pistons adjacents génère une zone de chevauchement du fait que les deux pistons adjacents s'engrènent l'un dans l'autre sans contact, **caractérisé par le fait que** chaque piston est constitué de deux segments de piston identiques (22b, 23b, 24b, 32b, 33b, 42b) ayant la forme de segments de bagues ou de segments annulaires agencés en miroir de manière symétrique, respectivement sur chacune des faces frontales, de manière à ce que ces segments de piston (22b, 23b, 24b, 32b, 33b, 42b) dépassent de manière identique en termes de longueur de radian le bord extérieur du disque correspondant.
2. Moteur à combustion interne selon revendication 1, **caractérisé par le fait que**, dans le plan de travail (A), au moins un piston est un piston de travail (42a) et un autre piston est un piston de fermeture (24a).
3. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé par le fait que** le carter est constitué d'au moins deux éléments (1, 2, 3, 4) dans lesquels les unités de rotor (20, 30, 40) sont agencées de manière rotative, de sorte que les disques respectifs (22, 23, 24, 32, 33, 42) soient situés dans un même plan (S1, A, S2) et que les pistons de disques adjacents d'un même plan tournent pendant leur fonctionnement dans des chambres de cylindre (7, 8) de forme annulaire et s'engrènent sans contact dans la zone de chevauchement, et que les chambres de cylindre (7, 8) soient reliées à un canal d'admission (12) pour l'aspiration d'un mélange d'air et de carburant, et à un canal d'évacuation (17, 15) pour les gaz 2 d'échappement ainsi qu'à une chambre de combustion (18), la chambre de combustion (18) étant située à l'extérieur de la zone de chevauchement des segments du piston et une bague intercalaire (5, 6) étant agencée entre deux éléments adjacents du carter (1 et 2; 2 et 3; 3 et 4), bague qui se prolonge jusqu'à l'espace circulaire situé entre les deux segments adjacents d'un piston.
4. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé par le fait que** les pistons (22a, 23a, 24a, 32a, 33a, 42a) se distinguent par l'écart entre le diamètre extérieur et le diamètre intérieur ainsi que par la forme de la section.
5. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé par le fait qu'une** seconde unité de rotor (30) est prévue avec un deuxième arbre de rotor de commande (31) sur lequel sont fixés un premier disque de commande (32) et un second disque de commande (33) de même facture, chaque disque de commande (32, 33) étant équipé d'un piston (32a, 33a), l'autre unité de rotor, à savoir la première (20) étant équipée additionnellement de deux disques de commande identiques, d'un premier disque de commande (22) et d'un second disque de commande (23), respectivement avec les pistons de commande correspondants (22a et 23a), sachant que les disques de commande (32, 33) de la seconde unité de rotor (30) ont un plus petit diamètre que les disques de commande (22, 23) de la première unité de rotor (20) et que dans le plan de travail (A), le piston de travail (42a) et le piston de fermeture (24a), dans le premier plan de commande (S1) les segments de piston (22b et 32b) des premiers disques de commande adjacents (22, 32) et dans le second plan de commande (S2) les segments de piston (23b et 33b) des seconds disques de commande adjacents (23, 33) s'engrènent sans contact.
6. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé par le fait que** deux composants de carter adjacents (1 et 2; 2 et 3; 3 et 4) possèdent respectivement dans les plans de commande et de travail (S1, S2, A) deux ouvertures circulaires qui se chevauchent dans lesquelles les segments de piston de section correspondant à celles des ouvertures s'engrènent entièrement.
7. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé par le fait que** dans les éléments de carter adjacents (1 et 2; 2 et 3; 3 et 4) est agencée respectivement une rainure circulaire (7a et 7b; 8a et 8b; 9a et 9b), les rainures de deux éléments de carter adjacents étant agencés en symétrie inverse en position de montage et constituant la chambre de cylindre circulaire respective (7, 8, 9).
8. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé par le fait que** des canaux étroits (34) sont intégrés sur l'une ou plusieurs des faces frontales des pistons (32a, 33a) de la seconde unité de rotor de commande (30).
9. Moteur à combustion interne selon l'une des reven-

dications 1 à 8, **caractérisé par le fait que** des rainures (35) sont agencées sur la surface extérieure des segments de piston de la seconde unité de rotor de commande (30) tournés vers l'intérieur (32b, 33b) et des perçages (36) sur les segments de piston tournés vers l'extérieur (32b, 33b). 5

10. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé par le fait que** les disques de travail et/ou de commande (22, 23, 24, 32, 33) sont équilibrés par des contrepoids (22c, 23c, 24c, 32c, 33c). 10

11. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications de 1 à 10, **caractérisé par le fait que** la chambre de combustion (18) située à l'extérieur de la chambre de cylindre de forme annulaire (8) du plan de travail (A) est reliée via des canaux d'alimentation (18a) aux chambres de cylindre de forme annulaire (7, 9) situées dans les plans de commande (S1, S2). 15 20

25

30

35

40

45

50

55

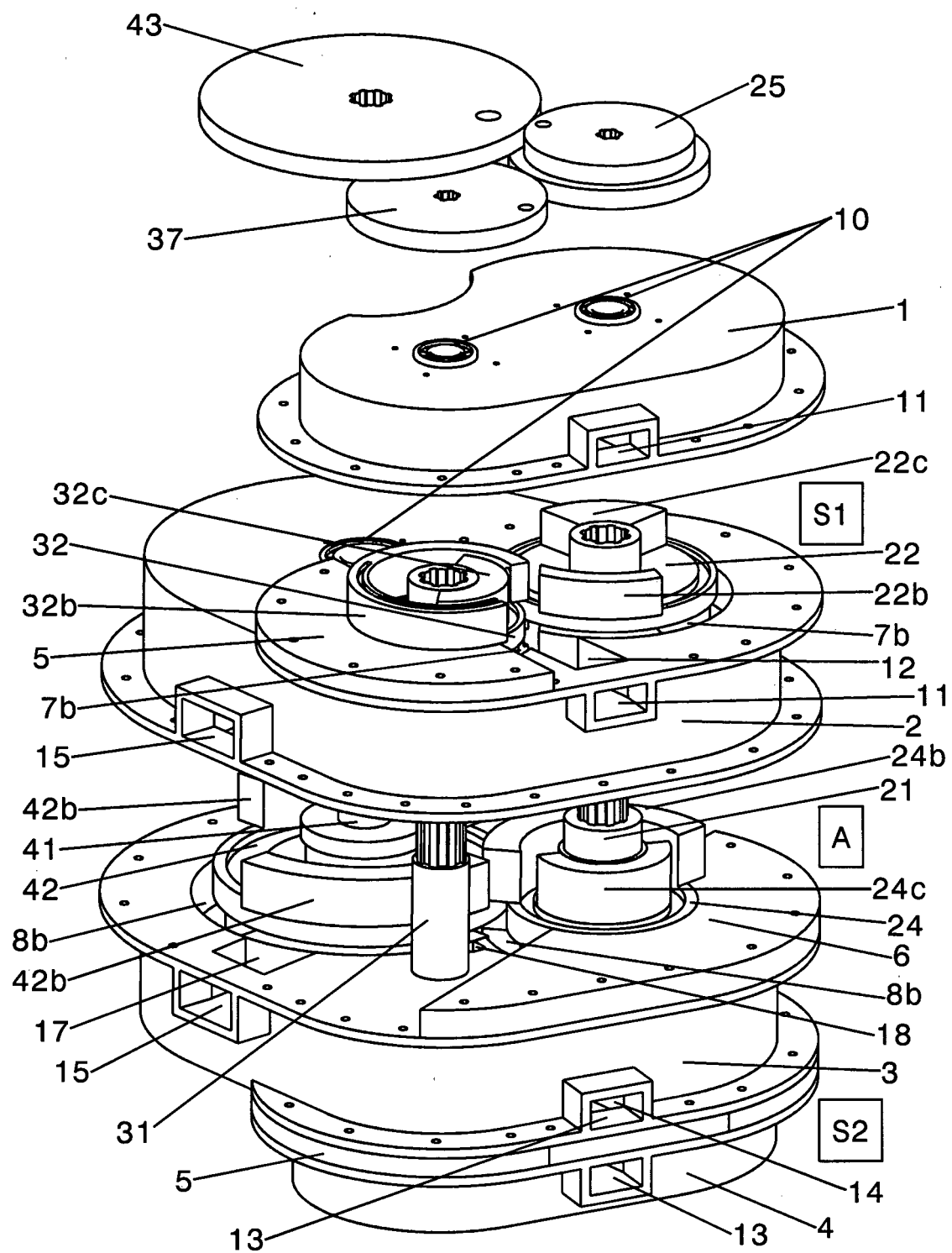


Fig. 1

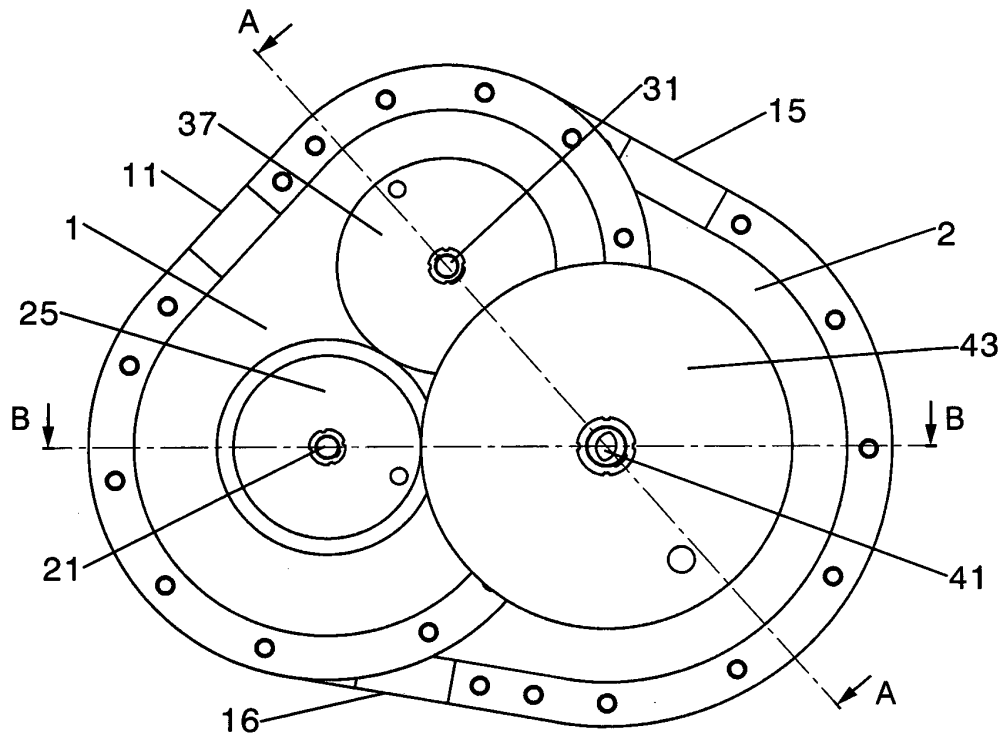


Fig. 2

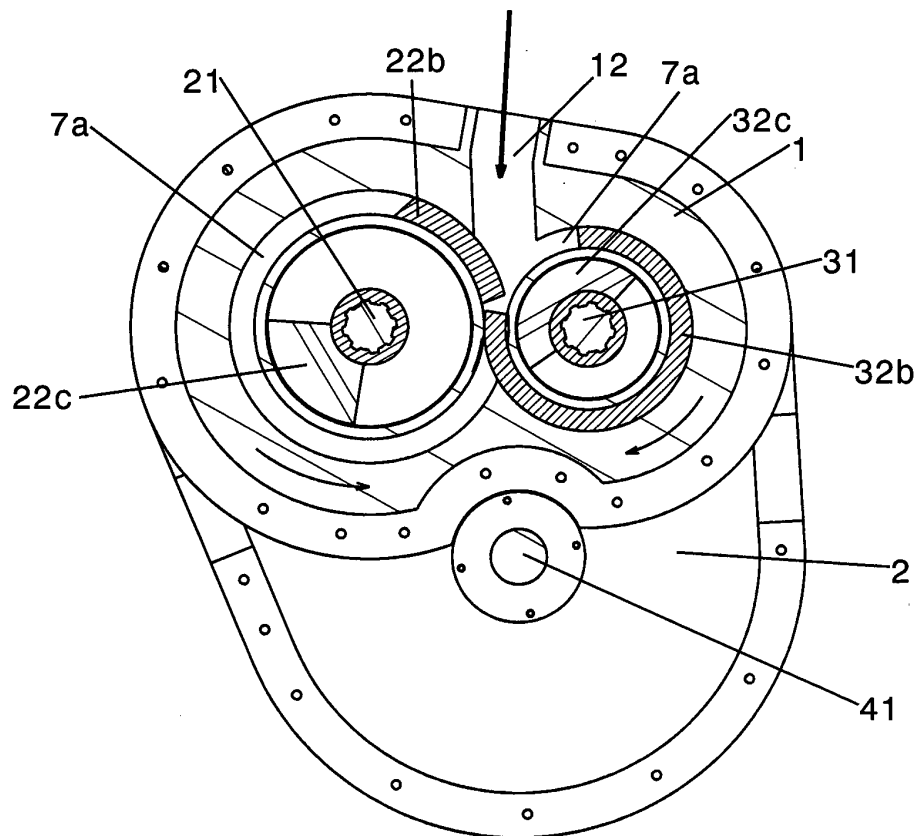


Fig. 5

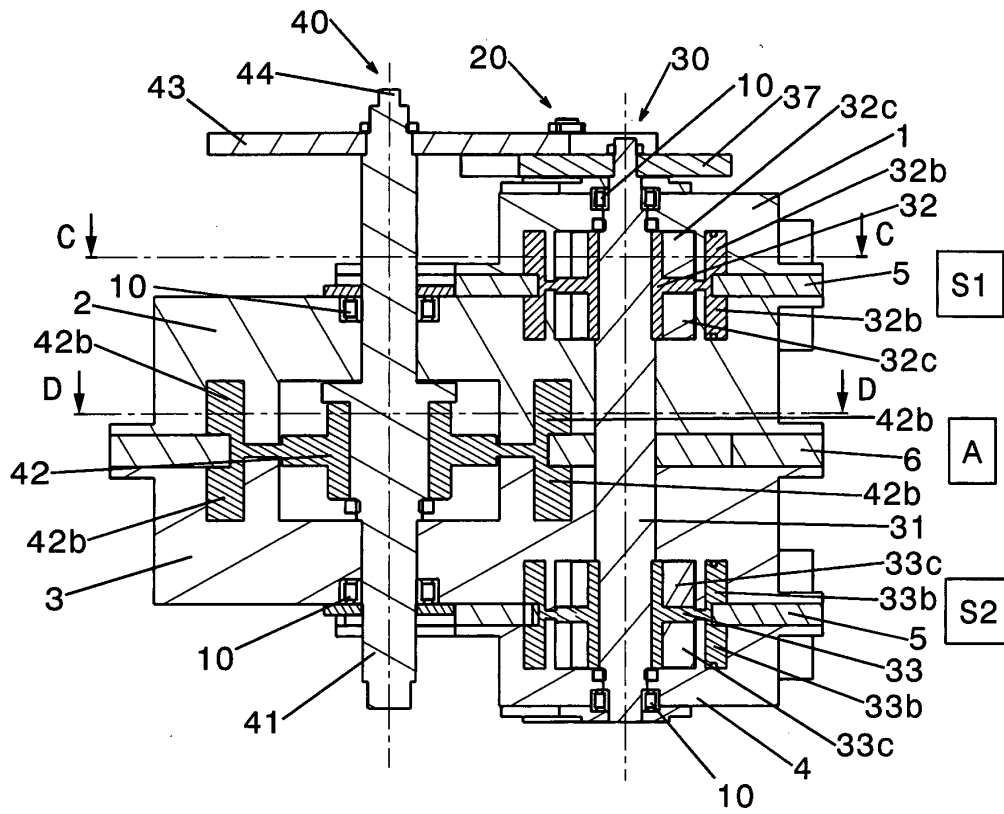


Fig. 3

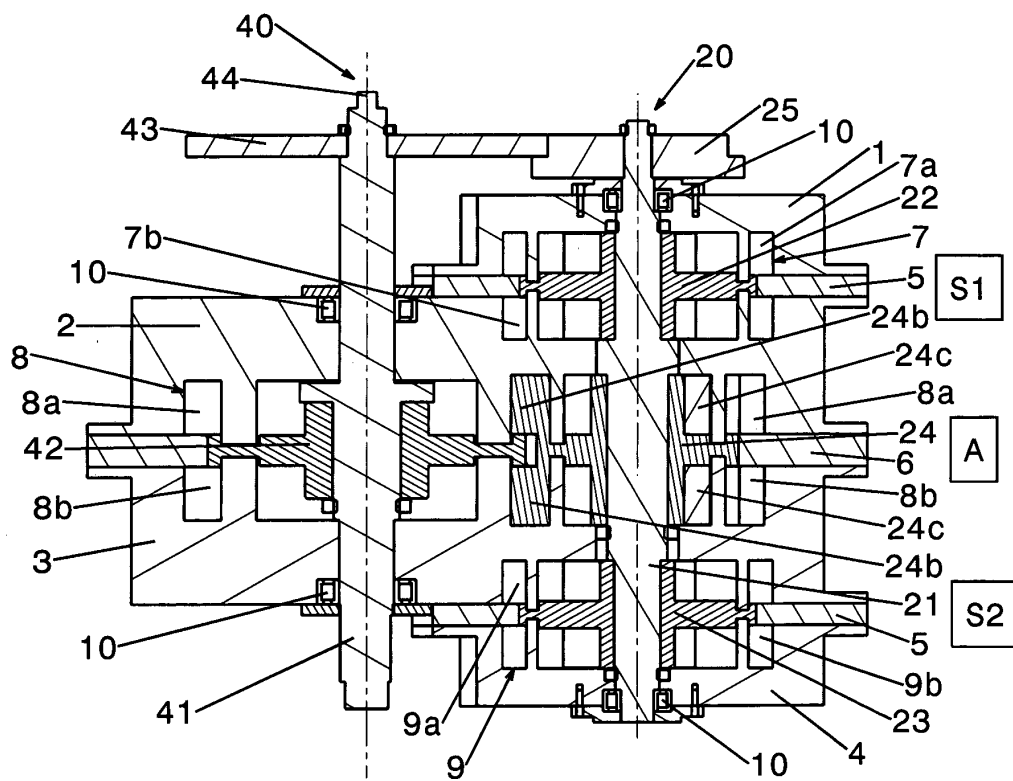


Fig. 4

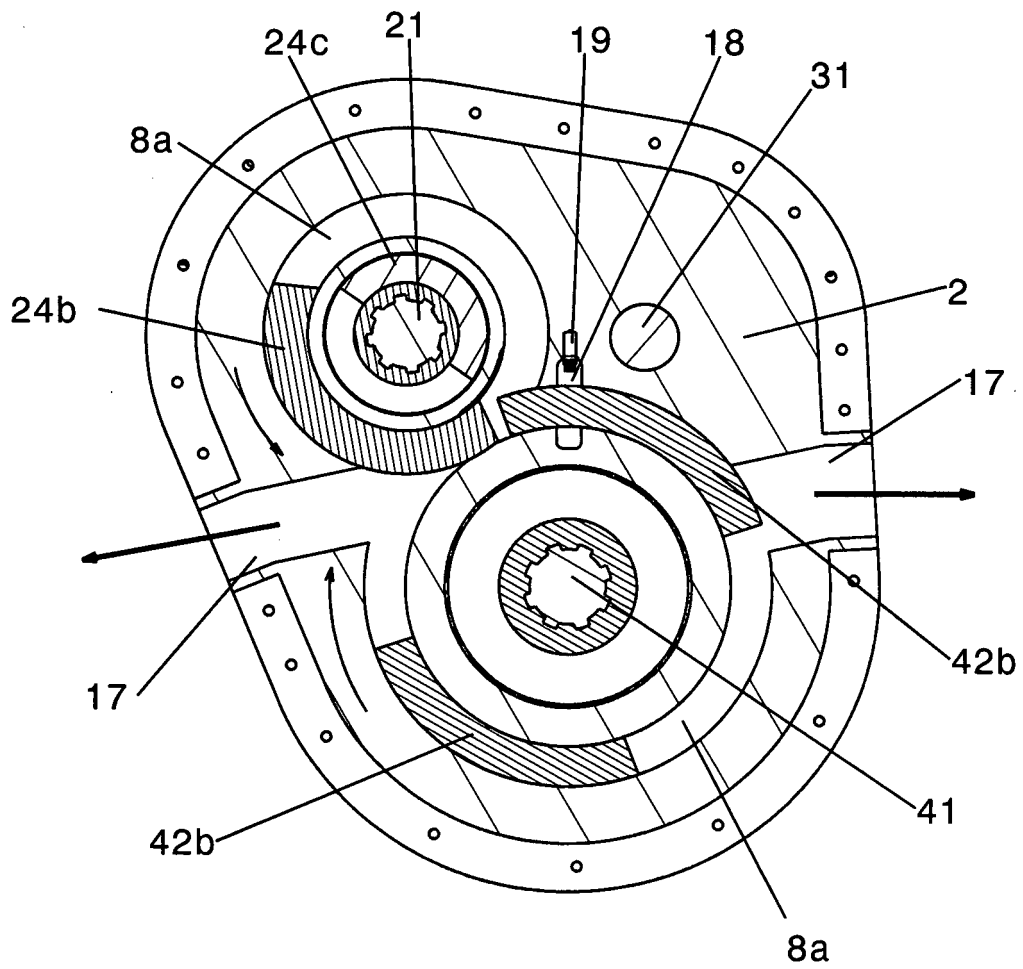


Fig. 6

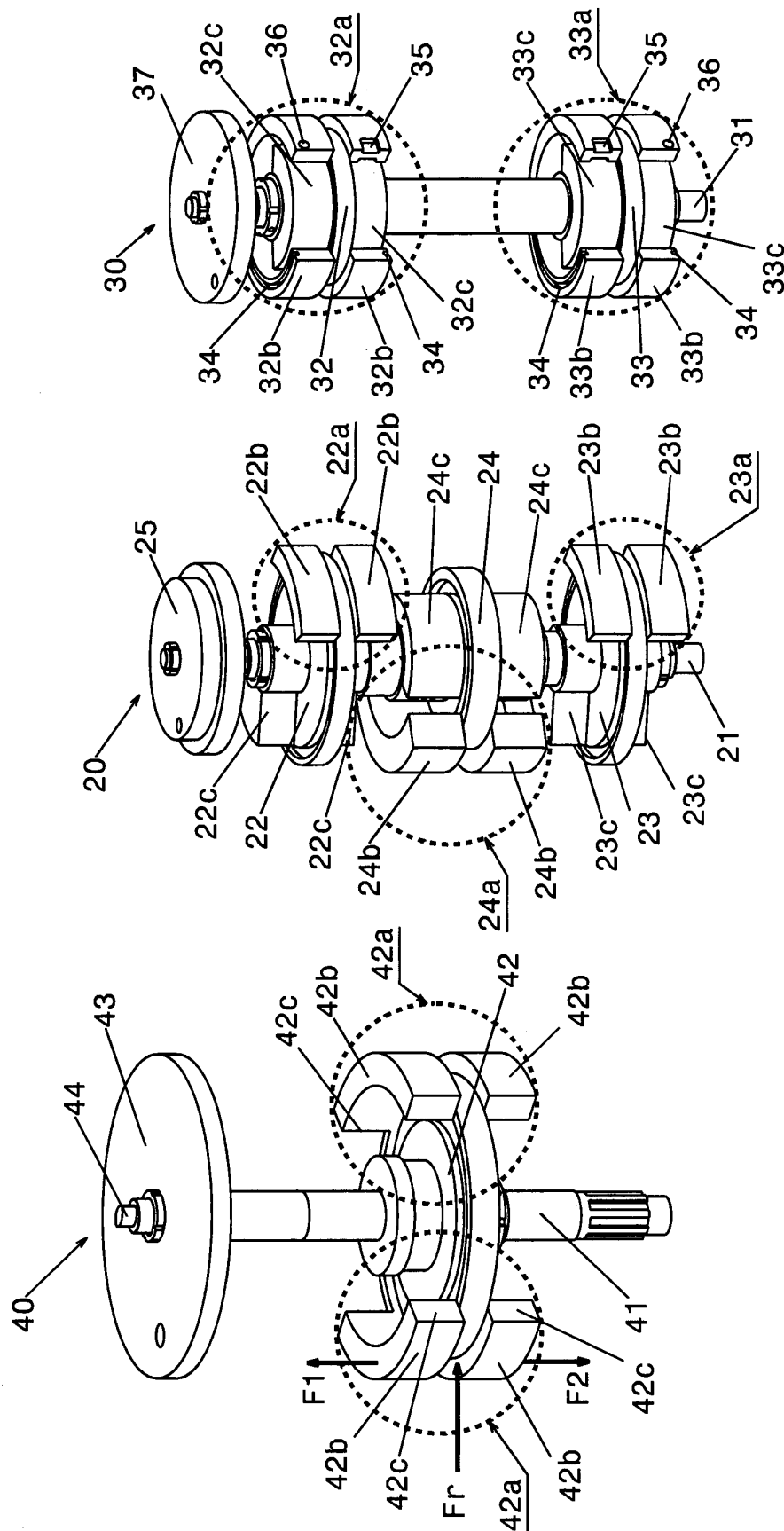


Fig. 9

Fig. 8

Fig. 7

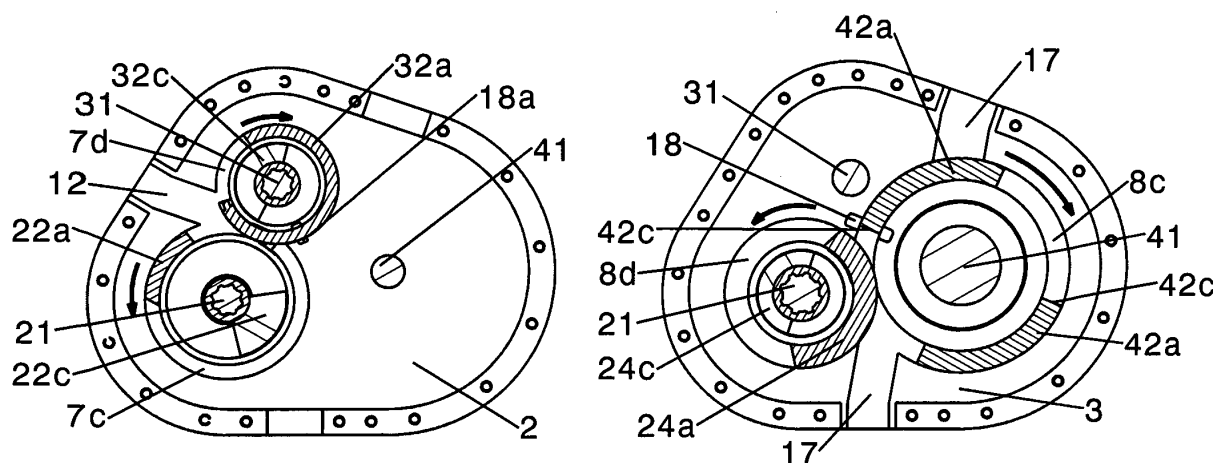


Fig. 10a

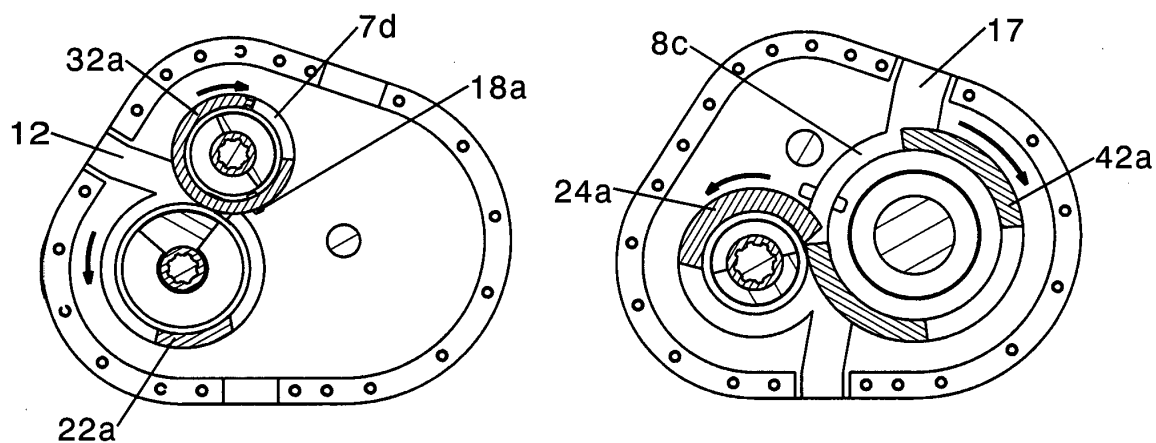


Fig. 10b

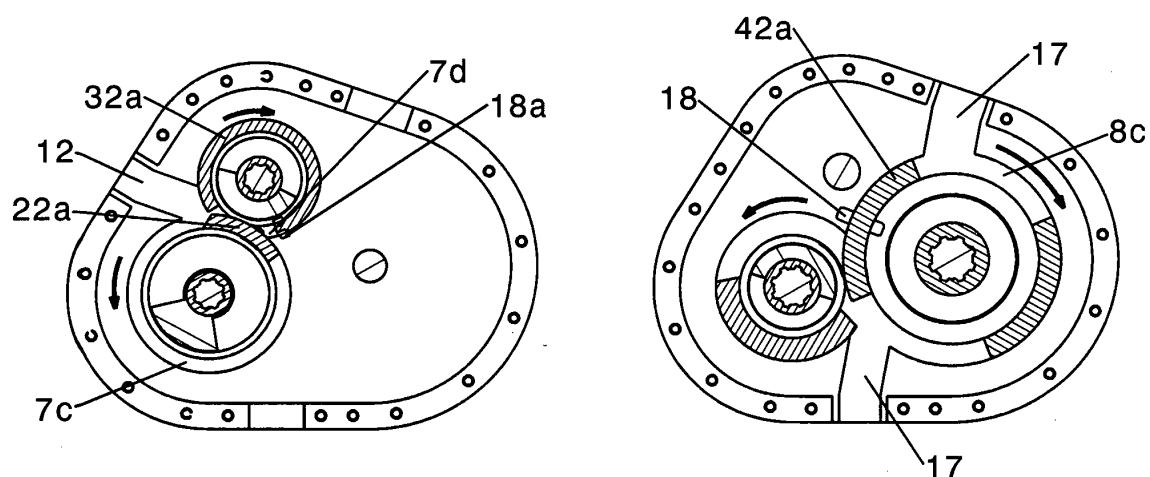


Fig. 10c

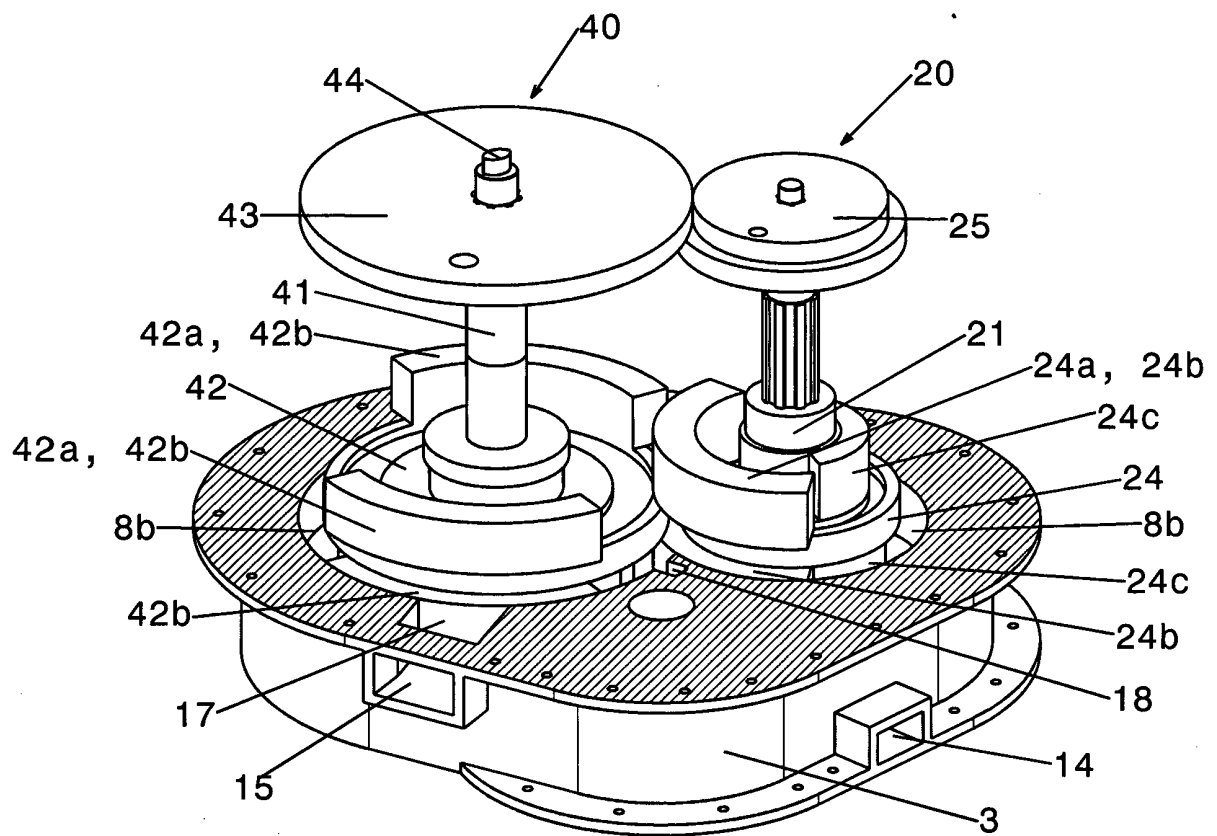


Fig. 11

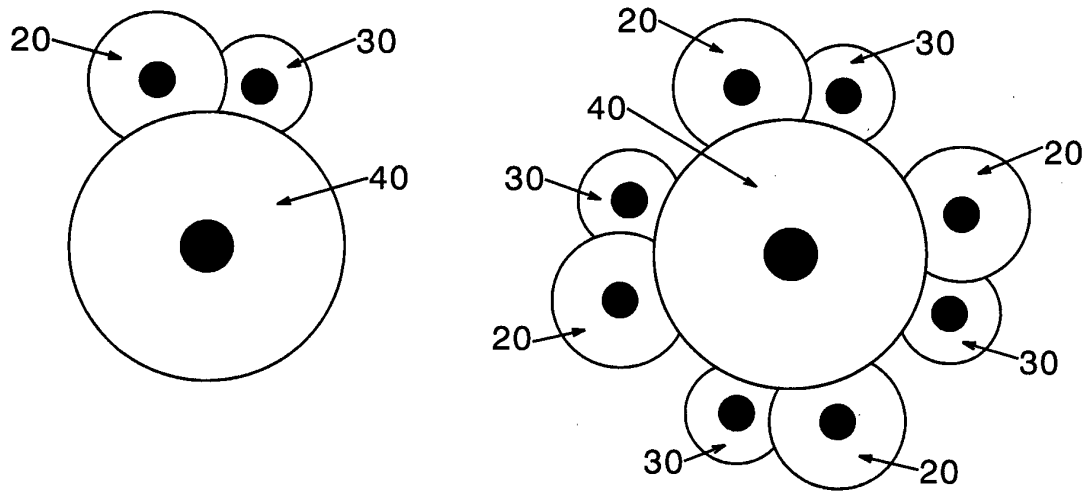


Fig. 12

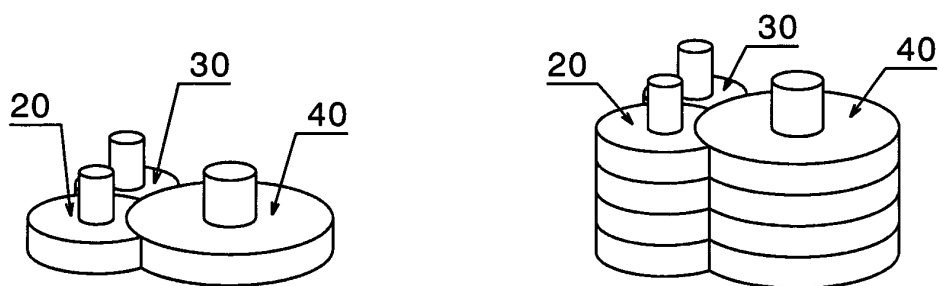


Fig. 13

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 3825372 A1 [0003] [0010]
- US 4236496 A [0005]
- DE 102009033672 B4 [0006] [0009]