

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 637 677 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.10.1997 Patentblatt 1997/41

(51) Int Cl.⁶: **F01B 3/00, F01B 3/08**

(21) Anmeldenummer: **94111859.8**

(22) Anmeldetag: **29.07.1994**

(54) **Viertakt-Verbrennungsmotor**

Four stroke internal combustion engine

Moteur à combustion interne à quatre temps

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(30) Priorität: **06.08.1993 DE 4326463**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.02.1995 Patentblatt 1995/06

(73) Patentinhaber: **Födisch, Manfred**
D-83727 Schliersee (DE)

(72) Erfinder: **Födisch, Manfred**
D-83727 Schliersee (DE)

(74) Vertreter: **Wehnert, Werner, Dipl.-Ing.**
Patentanwälte Hauck, Graalfs, Wehnert, Döring,
Siemons et al
Mozartstrasse 23
80336 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 320 363 **DE-A- 4 027 533**
FR-A- 372 580

EP 0 637 677 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Viertakt-Verbrennungsmotor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Viertakt-Verbrennungsmotoren der Hubkolbenbauart haben bekanntlich einen hohen Entwicklungsstand erreicht. Dennoch sind sie mit dem grundsätzlichen Nachteil behaftet, daß die hin- und hergehende Hubbewegung des Kolbens über einen Kurbeltrieb auf die Antriebswelle übertragen werden muß. Der Kurbeltrieb macht den Hubkolbenmotor aufwendig, schwer und platzraubend, was sich letztlich auch im Materialeinsatz und im Kraftstoffverbrauch niederschlägt.

Viertakt-Verbrennungsmotoren der Rotations- bzw. Kreiskolbenbauart benötigen keinen Kurbeltrieb, da die Drehbewegung des Kreiskolbens unmittelbar in Wellenleistung umgewandelt werden kann. Der Erfolg des Kreiskolbenmotors in der Praxis ist jedoch wegen anderer Nachteile wie z.B. Dichtungsprobleme, dreifachen Ladungswechsels mit hohem Treibstoffverbrauch während einer Kolbenumdrehung u.a. vergleichsweise gering.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen nach einem neuartigen Prinzip arbeitenden Viertakt-Verbrennungsmotor zu schaffen, der sich durch konstruktive Einfachheit, niedriges Gewicht und geringen Kraftstoffverbrauch auszeichnet.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein Viertakt-Verbrennungsmotor der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben im Zylinder axial und drehbeweglich gelagert ist und zwischen Kolben und Zylinder eine wellenförmig gewundene Zwangsführung vorgesehen ist, die dem Kolben bei einer Umdrehung von 360° vier axiale Hubbewegungen für die vier Arbeitstakte aufprägt, daß der Zylinder und der Kolben in ihren Umfangswänden angrenzend an ihren einander benachbarten Stirnflächen je eine Brennkammerhälfte aufweisen, die sich zum Zeitpunkt der Zündung des Brenngases zu einer Brennkammer ergänzen, so daß in der Brennkammer expandierendes Brenngas ein Drehmoment auf den Kolben ausübt, und daß am Kolben ein koaxial angeordneter Wellenschaft zum Ableiten der vom Kolben ausgeführten Drehbewegung vorgesehen ist.

Aus der DE-PS 121 720 und der DE-PS 725 885 sind bereits Kraftmaschinen in Form von Dampfmaschinen bekannt, bei denen der Kolben aufgrund einer Zwangsführung gleichzeitig eine Dreh- und Hubbewegung ausführt. Bei diesen Kraftmaschinen ist die Zwangsführung jedoch so ausgebildet, daß der Kolben bei einer Umdrehung von 360° lediglich zwei Hubbewegungen ausführt. Aus diesem Grund wie auch aus weiteren Gründen sind daher die dort gezeigten Maschinen nicht als Viertakt-Verbrennungsmotor geeignet.

Bei dem gemäß der DE-A-4027533 ausgebildeten Viertakt-Verbrennungsmotor führt der Kolben während

einer Umdrehung von 360° vier Hubbewegungen für die vier Arbeitstakte Ansaugen - Verdichten - Expandieren (Arbeiten) - Ausstoßen aus. Von dem sich drehenden Kolben kann unmittelbar die vom Motor erzeugte Wellenleistung abgenommen werden. Bei dem erfindungsgemäß ausgebildeten Motor stellen die in den Umfangswänden von Zylinder und Kolben gebildeten, sich zu einer Brennkammer ergänzenden Brennkammerhälften sicher, daß das expandierende Brenngas während des Arbeitstaktes Expandieren unmittelbar ein Drehmoment auf den Umfang des Kolbens ausübt. Die auf den Kolben ausgeübten Drehkräfte sind daher wesentlich größer als die auf den Kolben ausgeübten axialen Kräfte.

Der erfindungsgemäß ausgebildete Viertakt-Verbrennungsmotor vereinigt gewissermaßen die Vorzüge von Hubkolbenmotor und Kreiskolbenmotor. Da ein Kurbeltrieb nicht erforderlich ist, ist er von einfacher Bauart und vergleichsweise geringem Gewicht. Da die von dem expandierenden Brenngas ausgeübten Kräfte in erster Linie in Umfangsrichtung wirken und am äußeren Umfang des Kolbens angreifen, arbeitet der Motor mit hohem Wirkungsgrad, was sich in einem entsprechend geringen Kraftstoffverbrauch niederschlägt. Dies wird begünstigt durch eine gute Verwirbelung des Brenngases im Hubraum, die in erster Linie durch die Drehbewegung des Kolbens herbeigeführt wird. Wegen des einfachen konstruktiven Aufbaues ist die Störanfälligkeit gering, so daß der Motor eine hohe Lebensdauer besitzt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der am Kolben vorgesehene Wellenschaft zum Ausgleich der Hubbewegung und zum Übertragen der Drehbewegung des Kolbens axial beweglich und drehfest in einer Antriebswelle gelagert ist, die im Zylinder drehbar und axial feststehend gelagert ist. Die Antriebswelle empfängt somit unmittelbar das vom Motor erzeugte Drehmoment.

Vorzugsweise besteht die Ventileinrichtung aus einem Ventilflansch mit einem den Ventilflansch durchdringenden Ventilschlitz, der in der Stirnwand des Zylinders drehbar gelagert ist und mit dem Kolben umläuft, so daß der Ventilflansch mit dem Ventilschlitz die Einlaß- und Auslaßöffnung taktgerecht öffnet und schließt. Dies sorgt für eine weitere Vereinfachung des Verbrennungsmotors, da keine getrennten Ein- und Auslaßventile mit Ventilsteuerung erforderlich sind.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß auf der der Arbeitsseite abgewandten Rückseite zwischen Kolben und Zylinder ein weiterer Hubraum gebildet ist, der über je eine Rückführleitung mit dem Einlaßkanal und dem Auslaßkanal so verbunden ist, daß ein Teil des Abgases (z.B. ein Drittel bis ein Viertel der Abgasmenge) aus dem Auslaßkanal in den rückseitigen Hubraum und von da über den Einlaßkanal zusammen mit frischem Brenngas in den arbeitsseitigen Hubraum rückgeführt wird. Das heiße Abgas sorgt hierbei für eine rasche Erwärmung des Brenngases und des gesamten Motors auf die Betriebstemperatur, was ins-

besondere bei Betriebszuständen mit Wärmedefizit wie z.B. beim Kaltstart besonders vorteilhaft ist, da hierdurch eine einwandfreie Katalysatorfunktion unmittelbar nach dem Start sichergestellt wird. Durch die Abgasrückführung im eigenen Zylinder wird somit die Schadstoffmenge im Abgas erheblich reduziert. Außerdem sorgt das rückgeführte heiße Abgas für eine gute Verwirbelung von Kraftstoff und Verbrennungsluft.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Der erfindungsgemäß ausgebildete Viertakt-Verbrennungsmotor kann sowohl als Otto- wie auch als Dieselmotor betrieben werden. Das bevorzugte Anwendungsgebiet der Erfindung ist der Kraftfahrzeugmotor, ohne jedoch hierauf beschränkt zu sein.

Anhand der Zeichnungen wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch eine Zylinder-Kolben-Anordnung eines Viertakt-Verbrennungsmotors;
 Fig. 2 eine Draufsicht auf die Zylinder-Kolben-Anordnung der Fig. 1;
 Fig. 3 und 3a Schnittansichten in Blickrichtung der Pfeile III in Fig. 1 mit zwei um 180° gegeneinander versetzten Stellungen des gestrichelt angedeuteten Kolbens;
 Fig. 4 eine Ansicht in Blickrichtung der Pfeile IV in Fig. 1;
 Fig. 5 eine in Umfangsrichtung abgewinkelte Ansicht der Umfangsfläche des Kolbens in verkleinertem Maßstab;
 Fig. 6 eine perspektivische Explosionsdarstellung der Ventileinrichtung für die Zylinder-Kolben-Anordnung der vorhergehenden Figuren;
 Fig. 7 eine Draufsicht auf den Ventilflansch der Ventileinrichtung in Fig. 6.

In den Zeichnungen ist eine Zylinder-Kolben-Anordnung eines nach dem Otto-Prozeß arbeitenden Viertakt-Verbrennungsmotors dargestellt. Die in den Zeichnungen nicht dargestellten Bestandteile des Verbrennungsmotors wie z.B. Kraftstoff-Luft-Gemischaufbereitung (Vergaser oder Einspritzung), elektronische Steuerung, Schmierung, Zündung etc. können herkömmlicher Bauart sein. Sie werden daher, da sie für das Verständnis der Erfindung nicht erforderlich sind, nicht beschrieben.

Die in Fig. 1 gezeigte Zylinder-Kolben-Anordnung wird von einem Gehäuse in Form eines Zylinders 2 gebildet, der aus einer zylindrischen Umfangswand 4 und zwei Stirnwänden 6a und 6b besteht. Die Stirnwände 6a, 6b sind mit der Umfangswand fest und abgedichtet verbunden, um im Inneren des Zylinders einen zylindri-

schen Raum zu bilden.

In diesem zylindrischen Raum ist ein zylindrischer Kolben 10 mit Hilfe von Kolbenringen 12 abgedichtet gleitend gelagert, so daß der zylindrische Innenraum in einen Hubraum 8 auf der linken Seite in Fig. 1 (Arbeitsseite) und einen Hubraum 9 auf der rechten Seite (Rückführseite) unterteilt wird.

Die in Fig. 1 gezeigte Kolben-Zylinder-Anordnung ist bezüglich einer Mittelebene III-III in mancher Hinsicht symmetrisch ausgebildet. Die gegenüberliegend auf der Arbeits- und Rückführseite angeordneten Teile, die sich entsprechen, wurden daher mit den gleichen Bezugszeichen unter Hinzufügung des Buchstabens a bzw. b gekennzeichnet.

Der Kolben 10 ist an seinen gegenüberliegenden Stirnseiten mit je einem coaxial verlaufenden Wellenschafft 14a, 14b versehen, der jeweils mit einer Antriebswelle 16a bzw. 16b drehfest, jedoch axial verschiebbar verbunden ist. Zu diesem Zweck sind die Wellenschäfte 14a, 14b als Sechs- oder Achtkantwelle ausgebildet, die sich in entsprechend gestaltete innere Sechs- oder Achtkant-Führungen der Antriebswellen 16a, 16b erstrecken. Die Antriebswellen 16a, 16b sind ihrerseits mittels Lager 18a, 18b in der Stirnwand 6a bzw. 6b drehbar und axial unverschiebbar gelagert.

Aufgrund dieser Anordnung kann der Kolben 10 sowohl eine Drehbewegung wie auch eine axial hin- und hergehende Hubbewegung ausführen. Wie in Fig. 1 angedeutet, hat der Kolben 10 einen vergleichsweise großen Durchmesser. Die axiale Länge des zylindrischen Innenraums ist ungefähr um 50% größer als die axiale Länge des Kolbens.

Um dem Kolben 10 eine gleichzeitige Dreh- und Hubbewegung (Windebewegung) aufzuprägen, ist zwischen dem Kolben 10 und der Umfangswand 4 eine Zwangsführung 20 vorgesehen. Die Zwangsführung 20 besitzt eine im Kolbumfang gebildete, wellenförmig umlaufende Nut 22 von halbkreisförmigem Querschnitt mit vier ungefähr halbsinusförmigen Windungsabschnitten, vgl. die Abwicklung in Fig. 5. In der Umfangswand 4 des Zylinders 2 sind an diametral gegenüberliegenden Stellen mit Hilfe zweier Schrauben 26 zwei Kugeln 24 gelagert, die zur Hälfte in die Nut 22 des Kolbens 10 greifen. Die Windungsabschnitte der Nut 22 sind so geformt, daß der Kolben bei einer Umdrehung vier Hubbewegungen für die vier Arbeitstakte Ansaugen - Verdichten - Expandieren (Arbeiten) - Ausstoßen ausführt, wie noch erläutert wird.

Auf der Arbeitsseite (in Figur linken Seite) der Zylinder-Kolben-Anordnung ist in der Umfangswand 4 des Zylinders sowie in der Umfangswand des Kolbens 10, angrenzend an der Stirnfläche des Zylinders bzw. Kolbens je eine Brennkammerhälfte 32 und 34 gebildet, die sich in der in der Fig. 3a gestrichelt angedeuteten Stellung des Kolbens 10 zu einer Brennkammer 30 ergänzen. Wie in den Fig. 3, 3a zu sehen ist, hat jede der Brennkammerhälften 32, 34 in einer auf der Zylinderachse senkrechten Ebene einen ungefähr dreieckigen

Umriß, wobei die Brennkammerhälften 32, 34 an ihren innenliegenden langen Seiten und die Brennkammerhälfte 34 auch an ihrer einen axialen Stirnseite zu dem arbeitsseitigen Hubraum 8 hin offen sind. Der im Zylinder 2 gebildeten Brennkammerhälfte 32 ist eine Zünd-

einrichtung in Form einer Zündkerze 35 zugeordnet. Die Funktionsweise der Brennkammer 30 wird weiter unten noch genauer erläutert.

In der Stirnwand 6a des Zylinders 2 ist zum Zuführen von Brenngas ein Einlaßkanal 36 mit einer im Hubraum 8 mündenden Einlaßöffnung 38 gebildet, vgl. auch die Fig. 3, 3a und 4. Ferner ist in der Stirnwand 6a ein Auslaßkanal 40 mit einer am Hubraum 8 angeschlossenen Auslaßöffnung 42 zum Abführen von Abgas gebildet.

Zum Öffnen und Schließen der Einlaßöffnung 38 und Auslaßöffnung 42 ist eine Ventileinrichtung vorgesehen, die im dargestellten Ausführungsbeispiel als an der Antriebswelle 16a vorgesehener Ventilflansch 48a mit einem den Ventilflansch 48a durchdringenden Ventilschlitz 54a ausgebildet ist (vgl. insbesondere die Fig. 1, 3, 3a und 6, 7). Der Ventilflansch 48a, der in einer Ausnehmung der Stirnwand 6a drehbar gelagert ist, führt wegen der Antriebsverbindung zwischen der Antriebswelle 16a und dem Kolben 10 die gleiche Drehbewegung wie der Kolben 10 aus, so daß der Ventilschlitz 54a abwechselnd mit der Einlaßöffnung 38 und der Auslaßöffnung 42 zur Deckung kommt, um auf diese Weise die Einlaßöffnung 38 und die Auslaßöffnung 42 entsprechend den vier Arbeitstakten des Viertaktmotors zu öffnen und zu schließen.

Um Leckverluste zwischen dem Ventilflansch 48a und der Stirnwand 6a zu vermeiden, ist in einer Ausnehmung des Ventilflansches 48a eine Dichtungsscheibe 50a axial gleitend gelagert. Die Dichtungsscheibe 50a ist mit einem die Dichtungsscheibe durchdringenden Ventilschlitz 52a versehen, der in seiner Form dem Ventilschlitz 54a entspricht und auf einem den Ventilschlitz 54a des Ventilflansches 48a umgebenden axialen Ansatz gleitend geführt ist, vgl. Fig. 6 und 7. Die Dichtungsscheibe 50a wird von mehreren (beispielsweise drei) gekrümmten Blattfedern 56a, die an dem Ventilflansch 48a abgestützt sind, gegen die Stirnfläche der Stirnwand 6a angedrückt, so daß die Dichtungsscheibe 50a ihre Dichtungsfunktion zur Vermeidung von Leckverlusten ausüben kann.

Die Funktionsweise der bisher beschriebenen Zylinder-Kolben-Anordnung des nach dem Otto-Prozeß arbeitenden Viertakt-Verbrennungsmotors ist wie folgt:

Es sei angenommen, daß der Kolben 10 gerade seinen Saughub beginnt. Zu diesem Zeitpunkt nimmt der Kolben 10 die in Fig. 3 gezeigte Winkelstellung ein, in der die Ventilschlitze 52a, 54a gerade beginnen, die Einlaßöffnung 38 zu überdecken. Zu diesem Zeitpunkt nimmt der Kolben 10 seine in Fig. 1 linke Endstellung ein, so daß das Volumen des Hubraums 8 - abgesehen von dem Volumen der Brennkammerhälften 32 und 34 - gleich Null ist. Führt nun der Kolben eine Viertelum-

drehung im Uhrzeigersinn (in Fig. 3) aus, wird der Kolben 10 gleichzeitig durch die Zwangsführung 20 in seine rechte Endstellung (Fig. 1) verschoben. Hierdurch wird Brenngas aus dem Einlaßkanal 36 durch die nun geöffnete Einlaßöffnung 38 in den Hubraum 8 angesaugt.

Das Brenngas kann aus einem Kraftstoff-Luft-Gemisch bestehen, wenn die Gemischbildung in einem Vergaser (nicht gezeigt) erfolgt. Sie kann jedoch auch aus reiner Luft bestehen, wenn die Gemischbildung erst im Hubraum 8 mittels Kraftstoffeinspritzung (nicht gezeigt) erfolgt.

Bei seiner weiteren Drehung um 90° führt der Kolben eine Hubbewegung in seine (in Fig. 1) linke Endstellung aus, wodurch das im Hubraum 8 und in den Brennkammerhälften 32, 34 befindliche Brenngas verdichtet wird. Am Ende des Verdichtungshubes nimmt der Kolben 10 die in Fig. 3a gestrichelte angedeutete Winkelstellung ein, in der sich die Brennkammerhälften 32 und 34 zu der Brennkammer 30 ergänzen und in der die maximale Verdichtung erreicht ist. Zu diesem Zeitpunkt befindet sich im wesentlichen das gesamte Brenngas in der Brennkammer 30 und wird nun durch die Zündkerze 35 gezündet.

Wie in Fig. 3a gezeigt, hat die Brennkammer 30 eine ungefähr rechteckige Form, wobei die Brennkammerhälfte 34 des Kolbens 10 eine im wesentlichen zur Umfangsrichtung senkrechte Antriebsfläche 34' und die im Zylinder gebildete Brennkammerhälfte 32 eine dazu im wesentlichen parallele Reaktionsfläche 32' besitzt. Aufgrund dieser Brennkammergestaltung übt das expandierende Brenngas auf den Kolben 10 eine Drehkraft aus, die am äußeren Umfang des Kolbens 10 angreift und somit ein entsprechend großes Drehmoment erzeugt.

Der Kolben 10 wird somit von dem Brenngas in Drehrichtung angetrieben, während er gleichzeitig einen Expansionshub (nach rechts in Fig. 1) ausübt. Die Drehbewegung des Kolbens 10 wird über den Wellenschaft 14a unmittelbar auf die Antriebswelle 16a übertragen, was einen hohen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors sicherstellt.

Nach einer Viertelumdrehung hat der Kolben seinen Arbeitshub (Expansionshub) beendet, worauf der Arbeitstakt Ausstoßen des Abgases beginnt. Während des Ausstoßtaktes wird der Kolben 10 durch die Zwangsführung 20 wieder nach links (in Fig. 1) bewegt, während die Ventilschlitze 52a, 54a die Auslaßöffnung 42 überstreichen. Das Abgas wird somit vom Kolben 10 in den Abgaskanal 40 ausgestoßen. Am Ende des Ausstoßhubes nimmt der Kolben 10 wieder die in Fig. 3 gestrichelt angedeutete Winkelstellung ein, in der sich die Ventilschlitze 52a, 54a zwischen der Auslaßöffnung 42 und der Einlaßöffnung 38 befinden.

Der Kolben 10 hat somit die für einen Viertaktmotor charakteristischen vier Arbeitstakte Ansaugen - Verdichten - Arbeiten (Expandieren) - Ausstoßen ausgeführt, wobei jedem Arbeitstakt eine Kolbendrehung um 90° und eine axiale Hubbewegung entspricht. Während

eines Arbeitsspiels mit den vier Arbeitstakten führt der Kolben 10 somit eine Umdrehung um 360° und vier axiale Hubbewegungen aus.

Von dem Auslaßkanal 40 und dem Einlaßkanal 36 ist je eine Rückführleitung 60 bzw. 62 abzweigend, die über Öffnungen 64 und 66 mit dem rückseitigen Hubraum 9 in Verbindung stehen. Zur Steuerung des Öffnens und Schließens der Öffnungen 64 und 66 ist auf der Rückseite eine der Arbeitsseite entsprechende Anordnung aus Ventilflansch 48b, Dichtungsscheibe 50b, Ventilschlitze 52b, 54b und Federn 56b vorgesehen, die im Prinzip in der gleichen Weise wie die entsprechende Anordnung auf der Arbeitsseite funktioniert.

Aufgrund dieser Anordnung wird bei dem Arbeitstakt Ausstoßen ein Teil des durch den Auslaßkanal 40 strömenden Abgases (z.B. ein Drittel bis ein Viertel der Abgasmenge) durch die Rückführleitung 60 in den rückseitigen Hubraum 9 gesaugt. Bei dem darauffolgenden Arbeitstakt Ansaugen wird das im Hubraum 9 befindliche Abgas über die Rückführleitung 62 in die Einlaßleitung 36 bewegt, und diese Abgasmenge strömt zusammen mit frischem Brenngas durch die Einlaßöffnung 38 in den arbeitsseitigen Hubraum 8.

Hierdurch ergibt sich eine Vorwärmung des Brenngases und somit eine rasche Erwärmung des Motors auf seine Betriebstemperatur, was eine optimale Zündung und Verbrennung und eine entsprechende Verringerung von Schadstoffemissionen zur Folge hat.

Der Anteil des zur Rückführseite abzweigenden Gases kann durch eine entsprechende Dimensionierung der Rückführleitungen 60, 62 bemessen werden. Es versteht sich, daß die Dosierung auch durch eine entsprechend gesteuerte Ventileinrichtung (nicht gezeigt) erfolgen kann. Die letztgenannte Möglichkeit hat den Vorteil, daß die Rückführung des Abgases auf Betriebszustände mit Wärmedefizit wie z.B. den Kaltstart beschränkt werden kann.

Um zu vermeiden, daß während des Verdichtungs- hubes im rückseitigen Hubraum 9 ein zu großer Unterdruck entsteht, kann im Kolben 10 eine Ausnehmung (nicht gezeigt) vorgesehen werden, die das Volumen des rückseitigen Hubraumes 9 vergrößert. Zusätzlich oder statt dessen ist es auch möglich, durch eine entsprechende Ventilsteuerung Luft aus dem Einlaßkanal 36 oder direkt aus der Atmosphäre einströmen zu lassen.

Es versteht sich, daß an den Antriebswellen 16a, 16b die Antriebswellen weiterer Zylinder - entweder direkt oder über Getriebe - angekoppelt werden können.

In den Fig. 3, 3a und 4 sind Kühlmittelkanäle 68 zum Kühlen des Zylinders angedeutet. Weitere zum Verständnis der Erfindung nicht erforderliche Einzelheiten des Verbrennungsmotors wie z.B. die Schmiermittelzuführung wurden der Einfachheit halber weggelassen.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß durch längs verlaufende Schmiermittelbohrungen in den Schrauben 26 eine exakte Schmierung der Zwangsführung 20, d. h. der Kugeln 24 und der Nut 22 sowie des Kolbens 10

erfolgen kann.

Patentansprüche

1. Viertakt-Verbrennungsmotor der Kolbenbauart mit mindestens einem Zylinder, in dem ein zylindrischer Kolben abgedichtet gleitend gelagert ist, wobei auf einer Arbeitsseite zwischen einer Stirnwand des Zylinders und der benachbarten Stirnwand des Kolbens ein Hubraum gebildet ist, einer an einem Einlaßkanal angeschlossenen Einlaßöffnung zum Zuführen von Brenngas in den Hubraum, einer an einem Auslaßkanal angeschlossenen Auslaßöffnung zum Abführen von Abgas aus dem Hubraum und einer Ventileinrichtung zum taktgerechten Öffnen und Schließen der Einlaß- und Auslaßöffnung, wobei der Kolben (10) im Zylinder (2) axial und drehbeweglich gelagert ist und zwischen Kolben (10) und Zylinder (2) eine wellenförmig gewundene Zwangsführung (20) vorgesehen ist, die dem Kolben (10) bei einer Umdrehung von 360° vier axiale Hubbewegungen für die vier Arbeitstakte aufprägt, und am Kolben (10) ein coaxial angeordneter Wellenschaft (14a) zum Ableiten der vom Kolben (10) ausgeführten Drehbewegung vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinder (2) und der Kolben (10) in ihren Umfangswänden angrenzend an ihren einander benachbarten Stirnflächen je eine Brennkammerhälfte (32, 34) aufweisen, die sich zum Zeitpunkt der Zündung des Brenngases zu einer Brennkammer (30) ergänzen, so daß in der Brennkammer (30) expandierendes Brenngas ein Drehmoment auf den Kolben (10) ausübt.
2. Viertakt-Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwangsführung (20) aus einer wellenförmig gewundenen Nut (22) halbkreisförmigen Querschnitts in der Umfangswand des Kolbens (10) und zwei diametral gegenüberliegenden, in der Umfangswand (4) des Zylinders (2) gelagerten Kugeln (24) besteht, die in die Nut (22) des Kolbens (10) greifen.
3. Viertakt-Verbrennungsmotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Brennkammerhälften (32, 34) jeweils einen ungefähr dreieckigen Umriß in einer auf der Zylinderachse senkrechten Ebene haben und sich zu einer viereckigen Brennkammer (30) mit einer quer zur Umfangsrichtung verlaufenden Antriebsfläche (34') im Kolben (10) und einer dazu im wesentlichen parallelen Reaktionsfläche (32') im Zylinder (2) ergänzen.
4. Viertakt-Verbrennungsmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

net, daß der Wellenschaft (14a) zum Ausgleich der Hubbewegung und zum Übertragen der Drehbewegung des Kolbens (10) axial beweglich und drehfest in einer Antriebswelle (16a) gelagert ist, die im Zylinder (2) drehbar und axial feststehend gelagert ist.

5. Viertakt-Verbrennungsmotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenschaft (14a) und die Antriebswelle (16a) einen mehreckigen, vorzugsweise sechs- oder achteckigen Querschnitt haben.

6. Viertakt-Verbrennungsmotor nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß auf jeder Seite des Kolbens (10) ein Wellenschaft (14a, 14b) und eine Antriebswelle (16a, 16b) angeordnet sind.

7. Viertakt-Verbrennungsmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventileinrichtung aus einem Ventilflansch (48a) mit einem den Ventilflansch durchdringenden Ventilschlitz (54a) besteht, der in der Stirnwand (6a) des Zylinders (2) drehbar gelagert ist und mit dem Kolben (10) umläuft, so daß der Ventilflansch (48a) mit dem Ventilschlitz (54a) die Einlaß- und Auslaßöffnung (38, 42) taktgerecht öffnet und schließt.

8. Viertakt-Verbrennungsmotor nach den Ansprüchen 4 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Abdichtung gegen Leckverluste eine Dichtungsscheibe (50a) mit einem die Dichtungsscheibe durchdringenden Ventilschlitz (52a) in einer Ausnehmung des Ventilflansches (48a) axial beweglich gelagert und durch am Ventilflansch (48a) abgestützte Federn (56a) gegen die angrenzende Stirnwand (6a) des Zylinders (2) angedrückt wird, wobei ein den Ventilschlitz (54a) des Ventilflansches (48a) umgebender axialer Ansatz gleitend in dem Ventilschlitz (52a) der Dichtungsscheibe (50a) verläuft.

9. Viertakt-Verbrennungsmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der der Arbeitsseite abgewandten Rückseite zwischen Kolben (10) und Zylinder (2) ein weiterer Hubraum (9) gebildet ist.

10. Viertakt-Verbrennungsmotor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der rückseitige Hubraum (9) über je eine Rückführleitung (60, 62) mit dem Einlaßkanal (36) und dem Auslaßkanal (40) so verbunden ist, daß ein Teil des Abgases aus dem Auslaßkanal (40) in den rückseitigen Hubraum (9) und von da über den Einlaßkanal (36) zusammen mit frischem Brenngas in den arbeitsseitigen Hubraum (8) zurückgeführt wird.

11. Viertakt-Verbrennungsmotor nach einem der vor-

hergehenden Ansprüche in Verbindung mit Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswelle (16a) mit den Kolben weiterer Zylinder gekoppelt ist.

12. Viertakt-Verbrennungsmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er als Otto-Motor ausgebildet ist und in der Brennkammerhälfte (32) des Zylinders (2) eine Zündeinrichtung (36) angeordnet ist.

Claims

1. A four-stroke internal combustion engine of the piston type including at least one cylinder for slidably and sealingly receiving a cylindrical piston, a work space being provided on one workside between an end wall of the cylinder and the adjacent end wall of the piston, an inlet opening communicating with an inlet passage for feeding combustion gas into the work space, an outlet opening communicating with an outlet passage for discharging exhaust gas from the work space, and valve means for opening and closing said inlet and outlet openings in conformity with the work strokes, the piston (10) being mounted in the cylinder (2) for axial and rotary movements and a serpentine guide means (20) being provided between the piston (10) and the cylinder (2) for causing the piston (10) to perform four axial work strokes when rotating about 360°, and a shaft stub (14a) coaxial to the piston (10) being provided for outputting the rotary movement of the piston (10), characterized in that the cylinder (2) and the piston (10), at their peripheral walls in the area of their adjacent end faces, each comprise one combustion chamber portion (32, 34) which combine to form a combustion chamber (30) at the time when the combustion gas is being ignited such that the combustion gas expanding in the combustion chamber (30) exerts a torque upon the piston (10).

2. A four stroke internal combustion engine according to claim 1, characterized in that said guide means (20) comprises a serpentine groove (22) of semicircular cross-section in the peripheral wall of the piston (10) and a pair of diametrically opposite balls (24) mounted in the peripheral wall (4) of the cylinder (2) and engaging into the groove (22) of the piston (10).

3. A four stroke internal combustion engine according to claim 1 or claim 2, characterized in that the two combustion chamber portions (32, 34) each are of substantially triangular shape in a plane perpendicular to the axis of the cylinder so as to form a rectangular combustion chamber (30) having a drive surface (34') in the piston (10) transverse to the cir-

cumferential direction and a reaction surface (32') in the cylinder (2) substantially parallel thereto.

4. A four stroke internal combustion engine according to any of the preceding claims, characterized in that said shaft stub (14a) is mounted in a drive shaft (16a) so as to be axially movable and to be prevented from rotary movements for compensating for the axial movements of the piston (10) and for outputting the rotary movements of the piston (10), which drive shaft is mounted in the cylinder (2) so as to be rotatable and to be prevented from performing axial movements. 5
5. A four stroke internal combustion engine according to claim 4, characterized in that the shaft stub (14a) and the drive shaft (16a) are of angular, preferably hexagonal or octogonal cross-section. 10
6. A four stroke internal combustion engine according to claim 4 or claim 5, characterized in that each side of the piston (10) includes a shaft stub (14a, 14b) and a drive shaft (16a, 16b). 15
7. A four stroke internal combustion engine according to any of the preceding claims, characterized in that the valve means comprises a valve flange (48a) including a valve slot (54a) extending through the valve flange which is mounted in the end wall (6a) of the cylinder (2) so as to be rotatable along with the piston (10) such that the valve flange (48a) together with the valve slot (54a) is arranged to open and close the inlet and outlet openings (38, 42) in timed relationship to the work strokes. 20
8. A four stroke internal combustion engine according to claims 4 and 7, characterized in that, for sealing purposes, to prevent leakage losses, a sealing disk (50a) having a valve slot (52a) extending there-through is mounted in a recess of the valve flange (48a) so as to be axially movable and is arranged to be urged against the adjacent end wall (6a) of the cylinder (2) by springs (54a) supported against the valve flange (48a), an axial projection which extends about the valve slot (54a) of the valve flange (48a) being slidingly received in the valve slot (52a) of the sealing disk (50a). 25
9. A four stroke internal combustion engine according to any of the preceding claims, characterized in that a rear work space (9) is provided between the piston (10) and the cylinder (2) on its rearside remote from the work side. 30
10. A four stroke internal combustion engine according to claim 9, characterized in that the rear work space (9) communicates with the inlet passage (36) and the outlet passage (40) by respective return con- 35

duits (60, 62) such that a portion of the exhaust gas from the outlet passage (40) is refed into the rear work space (9) and from there, along with fresh combustion gas, via the inlet passage (36) into the work space (8) on the work side.

11. A four stroke internal combustion engine according to any of the preceding claims in connection with claim 4, characterized in that the drive shaft (16a) is coupled to the piston of a further cylinder. 40
12. A four stroke combustion engine according to any of the preceding claims, characterized in that it is of the Otto-type and that an ignition means (36) is disposed in the combustion chamber portion (32) of the cylinder (2). 45

Revendications

1. Moteur à combustion à quatre temps du type à piston, comprenant au moins un cylindre dans lequel un piston cylindrique est disposé d'une manière coulissante et de façon étanche, une chambre de balayage (par le piston) étant formée sur un côté de travail entre une paroi frontale du cylindre et la paroi frontale adjacente du piston, une lumière d'entrée raccordée à un conduit d'entrée et servant à l'acheminement d'un gaz de combustion dans la chambre de balayage, une lumière de sortie raccordée à un conduit de sortie et servant à évacuer de la chambre de balayage les gaz d'échappement, et un dispositif de valve servant à ouvrir et fermer la lumière d'entrée et la lumière de sortie d'une manière respectant le cycle, 50

tandis que le piston (10) est monté mobile axialement et en rotation dans le cylindre (2) et qu'entre le piston (10) et le cylindre (2), il est prévu un guidage forcé (20) sinueux, en forme d'onde, qui, pour une rotation de 360°, impose au piston (10) quatre déplacements axiaux de balayage correspondant aux quatre temps du cycle, 55

un tronçon d'arbre (14a) disposé d'une manière axiale étant prévu sur le piston (10) pour assurer la sortie du mouvement de rotation exécuté par le piston (10),

caractérisé en ce que, dans leurs parois périphériques et d'une manière adjacente à leurs surfaces frontales voisines l'une de l'autre, le cylindre (2) et le piston (10) comportent chacun une demi-chambre de combustion (32, 34), ces demi-chambres de combustion se complétant à l'instant de l'allumage du gaz de combustion pour former une chambre de combustion (30), de sorte que le gaz de combustion en expansion dans la chambre de

combustion (30) exerce un couple sur le piston (10).

2. Moteur à combustion à quatre temps selon la revendication 1, caractérisé en ce que le guidage forcé (20) est constitué d'une gorge (22) sinueuse, en forme d'onde, à section transversale semi-circulaire et ménagée dans la paroi périphérique du piston (10), et de deux billes (24) diamétralement opposées qui sont montées dans la paroi périphérique (4) du cylindre (2) et qui s'engagent dans la gorge (22) du piston (10).

3. Moteur à combustion à quatre temps selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les deux demi-chambres de combustion (32, 34) ont chacune un contour approximativement triangulaire dans un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre et se complètent pour donner une chambre de combustion (30) quadrangulaire comportant une surface d'entraînement (34'), située dans le piston (10) et s'étendant transversalement par rapport à la direction circonférentielle, et une surface de réaction (32') située dans le cylindre (2) et pratiquement parallèle à la surface d'entraînement.

4. Moteur à combustion à quatre temps selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, pour compenser le mouvement de balayage et pour transmettre le mouvement de rotation du piston (10), le tronçon d'arbre (14a) est monté mobile axialement et fixe en rotation dans un arbre d'entraînement (16a) qui est monté rotatif et fixe axialement dans le cylindre (2).

5. Moteur à combustion à quatre temps selon la revendication 4, caractérisé en ce que le tronçon d'arbre (14a) et l'arbre d'entraînement (16a) ont une section transversale polygonale, de préférence hexagonale ou octogonale.

6. Moteur à combustion à quatre temps selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce qu'il est prévu, sur chaque côté du piston (10), un tronçon d'arbre (14a, 14b) et un arbre d'entraînement (16a, 16b).

7. Moteur à combustion à quatre temps selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de valve est constitué d'un plateau de valve (48a) qui comporte une fente de valve (54a) traversant le plateau de valve et qui est monté rotatif dans la paroi frontale (6a) du cylindre (2) et tourne avec le piston (10), de sorte que, par sa fente de valve (54a), le plateau de valve (48a) ouvre et ferme les lumière d'entrée et lumière de sortie (38, 42) d'une manière respectant le cycle.

8. Moteur à combustion à quatre temps selon les revendications 4 et 7, caractérisé en ce que, pour as-

surer l'étanchéité vis-à-vis des pertes par fuite, un disque d'étanchéité (50a), comportant une fente de valve (52a) traversant le disque d'étanchéité, est monté mobile axialement dans un évidement du plateau de valve (48a) et est appliqué en appui sur la paroi frontale adjacente (6a) du cylindre (2) par des ressorts (56a) prenant appui sur le plateau de valve (48a), tandis qu'une partie en saillie axiale entourant la fente de valve (54a) du plateau de valve (48a) s'étend d'une manière coulissante dans la fente de valve (52a) du disque d'étanchéité (50a).

9. Moteur à combustion à quatre temps selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, sur le côté arrière situé à l'opposé du côté de travail, une autre chambre de balayage (9) est formée entre le piston (10) et le cylindre (2).

10. Moteur à combustion à quatre temps selon la revendication 9, caractérisé en ce que la chambre de balayage (9) située du côté arrière est reliée à chacun des conduit d'entrée (36) et conduit de sortie (40) par une conduite de retour respective (60, 62), de façon qu'à partir du conduit de sortie (40), une partie des gaz d'échappement soient renvoyés dans la chambre de balayage (9) située du côté arrière et, de là, par le conduit d'entrée (36) et en commun avec du gaz de combustion frais, dans la chambre de balayage (8) située du côté de travail.

11. Moteur à combustion à quatre temps selon l'une des revendications précédentes en liaison avec la revendication 4, caractérisé en ce que l'arbre d'entraînement (16a) est accouplé aux pistons d'autres cylindres.

12. Moteur à combustion à quatre temps selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est réalisé sous forme d'un moteur à allumage commandé et en ce qu'un dispositif d'allumage (35) est disposé dans la demi-chambre de combustion (32) du cylindre (2).

Fig. 1

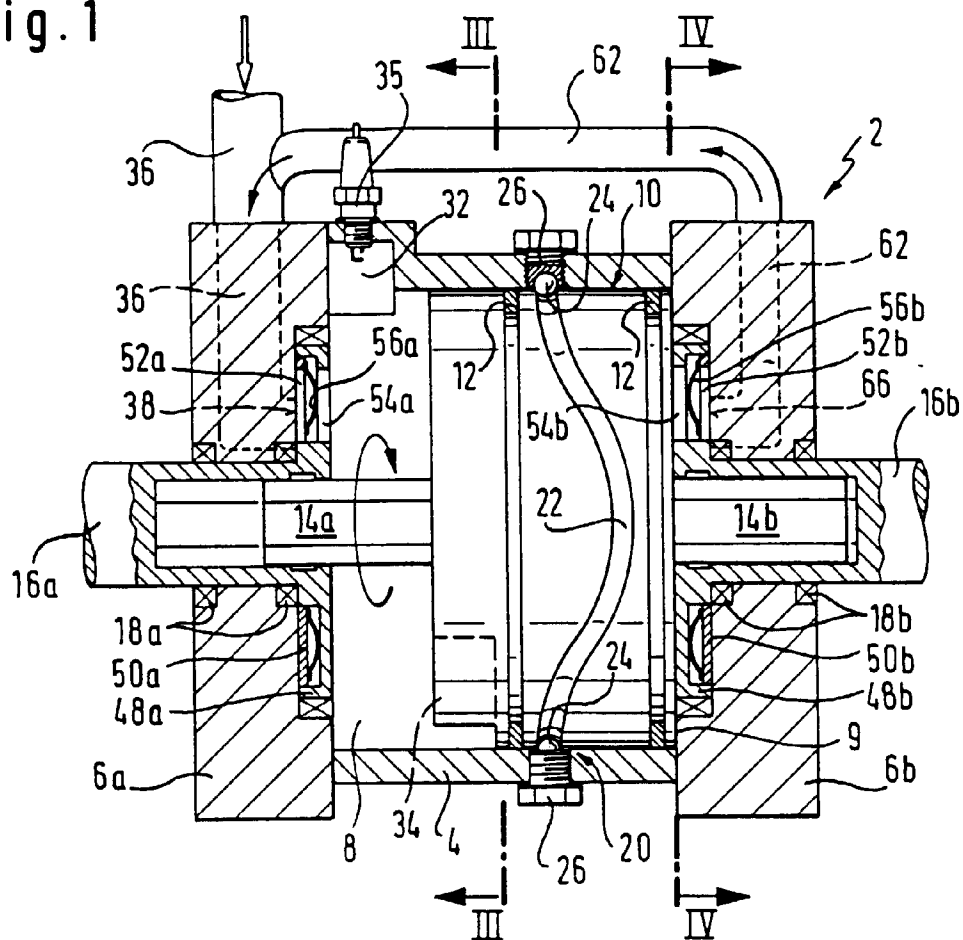


Fig. 2

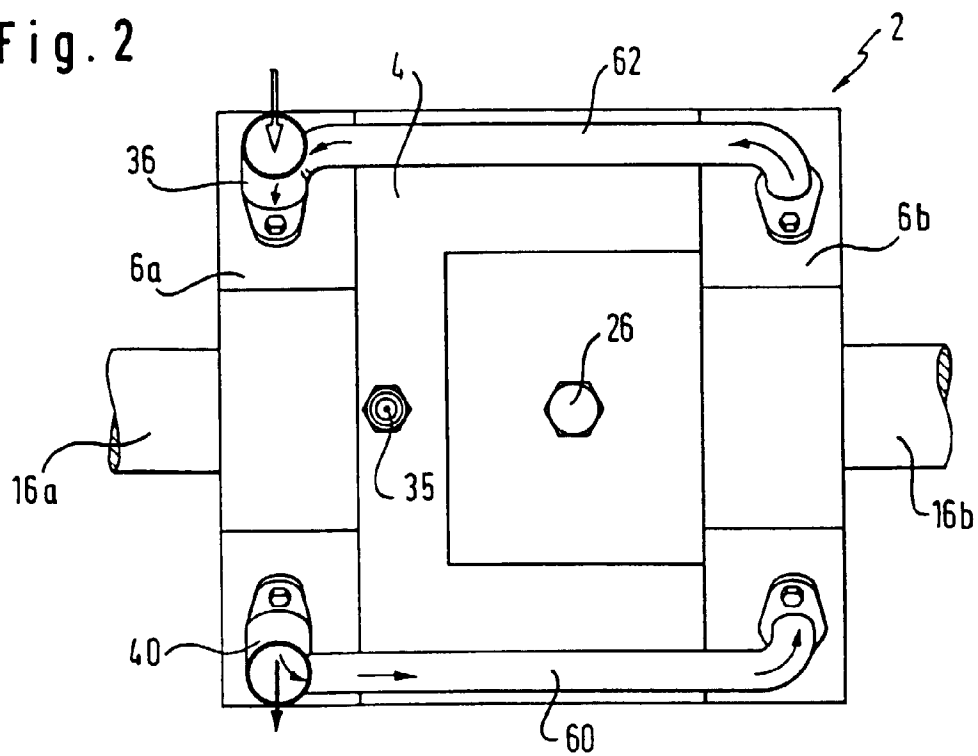


Fig. 3

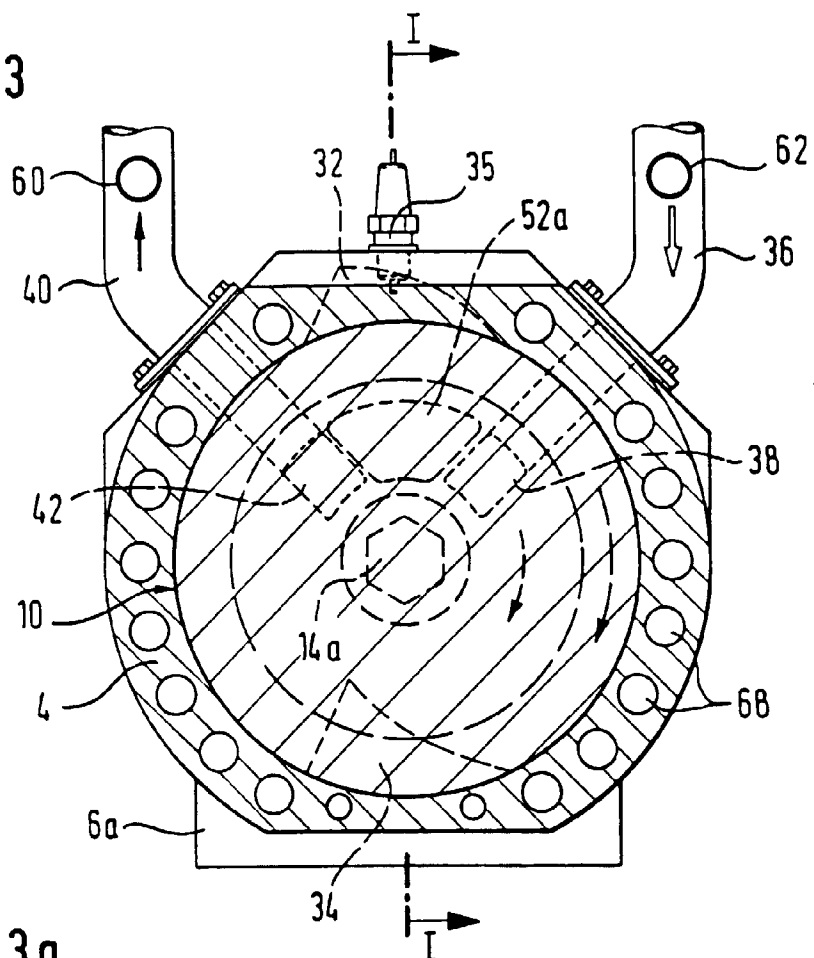


Fig. 3a

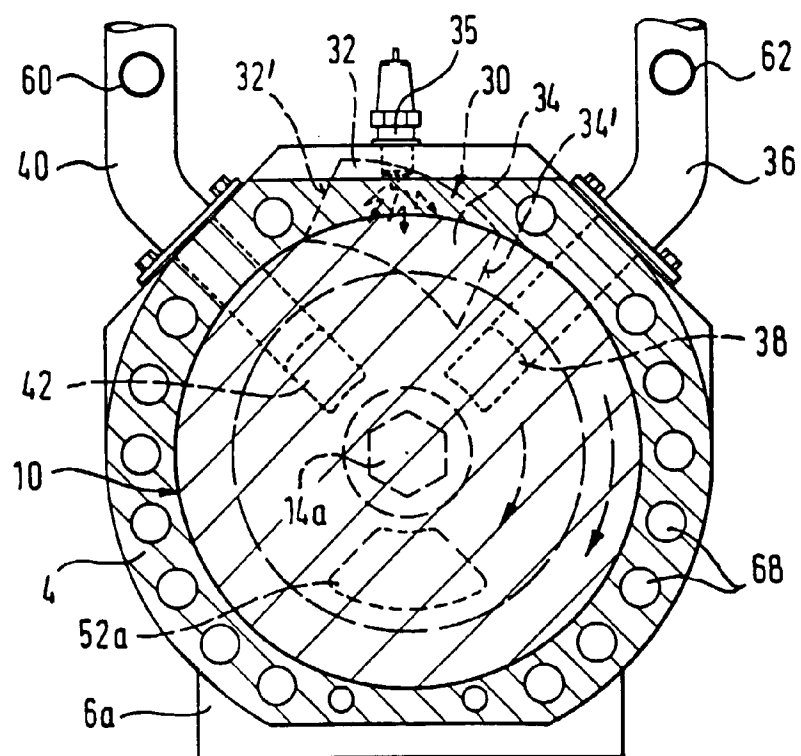


Fig. 4

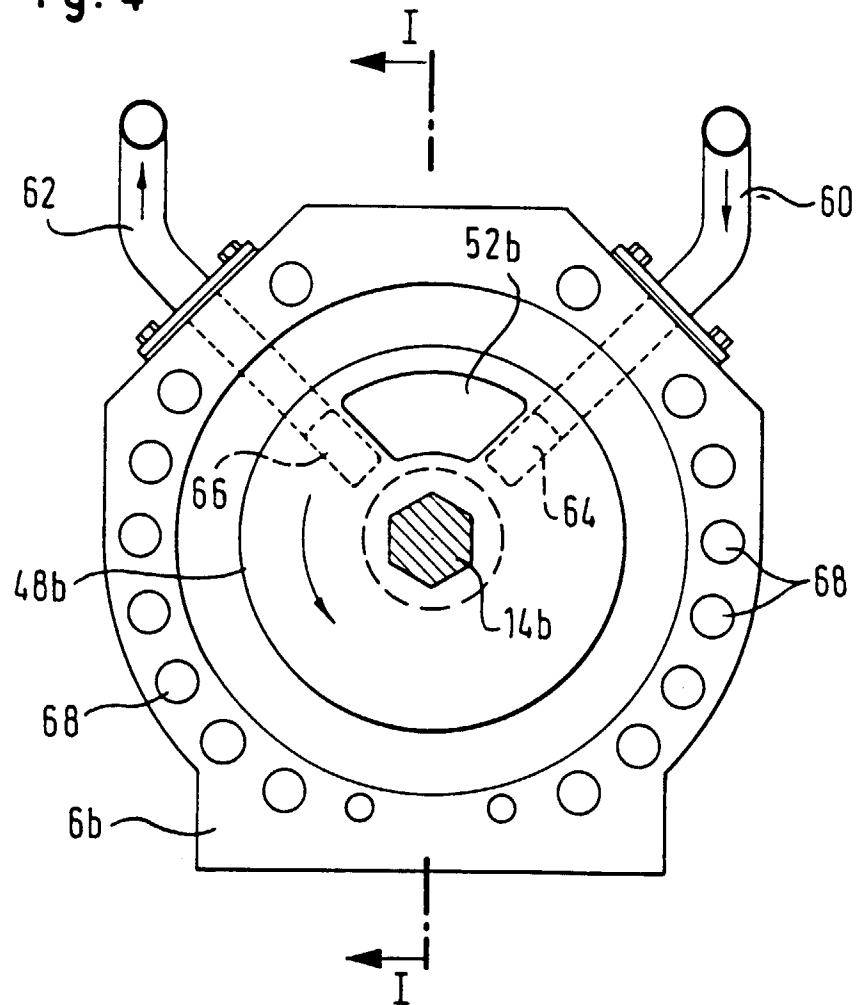


Fig. 5

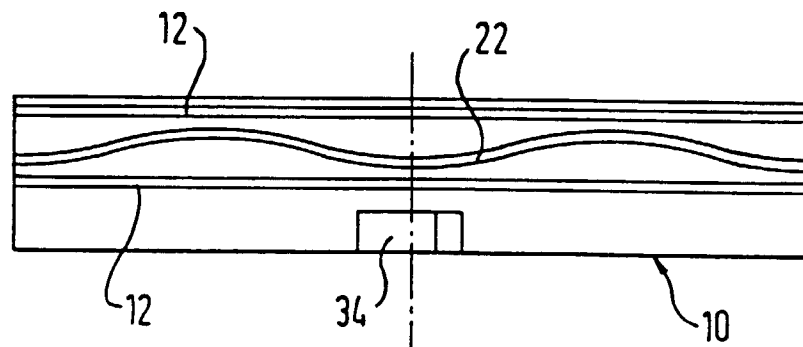


Fig. 6

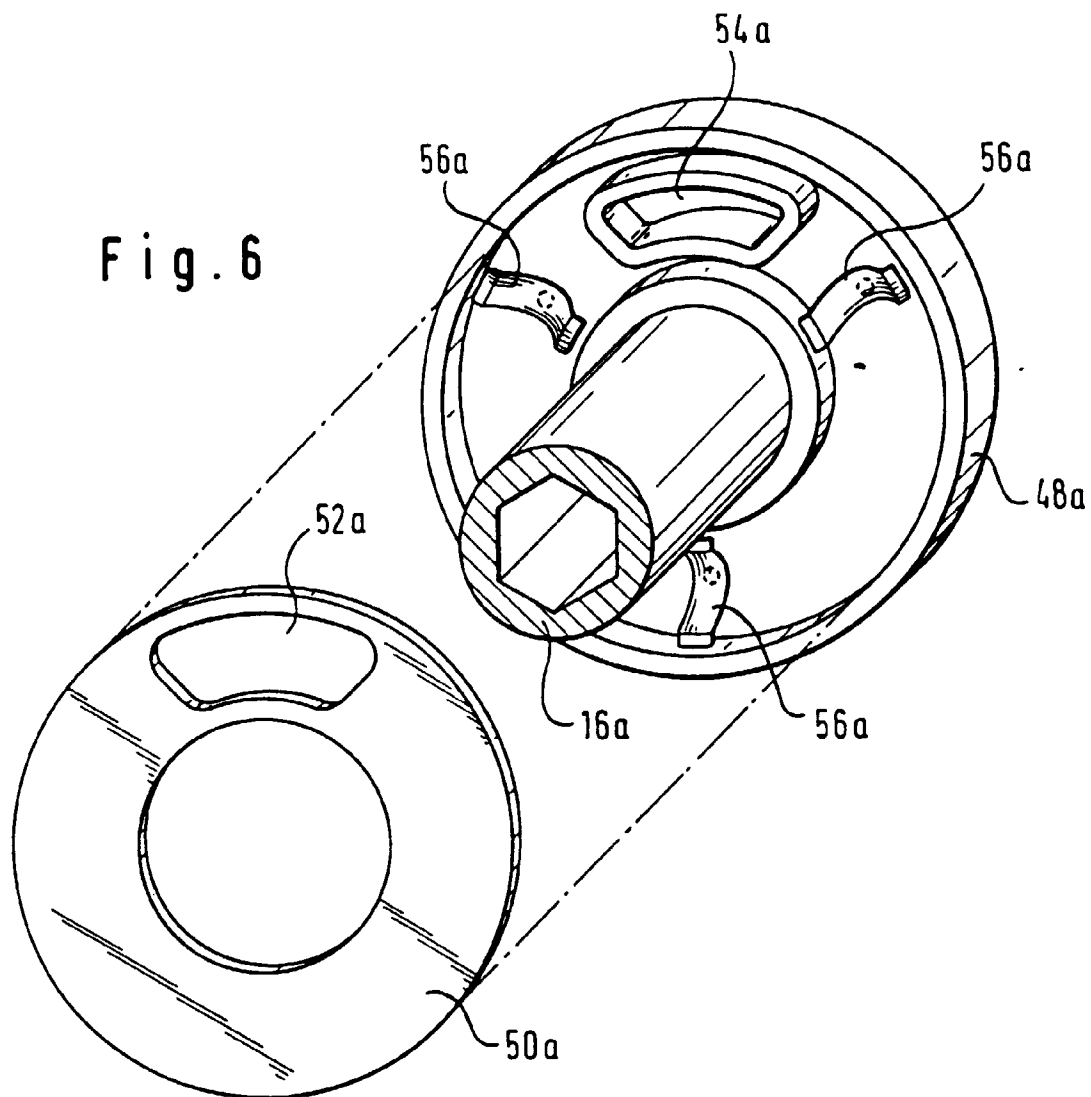


Fig. 7

