

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 369 991 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **01.12.93**

(51) Int. Cl.⁵: **F01B 3/08, F02B 75/26**

(21) Anmeldenummer: **90100553.8**

(22) Anmeldetag: **03.04.87**

(60) Veröffentlichungsnummer der früheren
Anmeldung nach Art. 76 EPÜ: **0 240 467**

(54) **Dreh-Hubkolben-Maschine.**

(30) Priorität: **04.04.86 CH 1316/86**
01.10.86 CH 1316/86

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.05.90 Patentblatt 90/21

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
01.12.93 Patentblatt 93/48

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR IT LI LU NL SE

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 070 780
GB-A- 1 110 084
US-A- 2 532 106

(73) Patentinhaber: **Wyrsh, Iso**
Lindenweg 11
CH-6403 Küsnacht am Rigi(CH)

(72) Erfinder: **Wyrsh, Iso**
Lindenweg 11
CH-6403 Küsnacht am Rigi(CH)

EP 0 369 991 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

Technisches Gebiet

Technisches Gebiet der Erfindung sind Kolbenmaschinen mit hin- und hergehenden und gleichzeitig drehenden Kolben im Zylinder. Die "klassische", wohlbekannte Hubkolbenmaschine hat Kolben, die nur eine hin- und hergehende Bewegung machen. Die Kolbenbewegung wird dort meist durch Pleuel erzeugt. Die Nachteile der klassischen Hubkolbenmaschine sind unter anderem die Reibung des nur hin- und hergehenden Kolbens am Zylinder, der Platzbedarf des Pleueltriebs und normalerweise die Notwendigkeit von separaten Organen zur Steuerung der Ein- und Auslässe.

Es wurden daher universell einsetzbare Kolbenmaschinen vorgeschlagen, welche diese Nachteile vermeiden, indem der Kolben zusammen mit der Hin- und Herbewegung zugleich auch eine Drehbewegung ausführt. Wegen der typischen Dreh- und Hubbewegung des Kolbens wird diese Maschinenart nachfolgend "Dreh-Hubkolben-Maschine" genannt. Mit "Dreh-Hubkolben-Maschine" ist hier nachfolgend eine Arbeitsmaschine oder auch eine Kraftmaschine gemeint.

Stand der Technik

Es sind folgende Ausführungen von Dreh-Hubkolben-Maschinen bekannt:

Kenneth R. Maltby beschreibt in seinem Patent (US 2,352,396) eine Kolbenmaschine, in welcher der Kolben eine Hubbewegung bei gleichzeitiger Drehbewegung ausführt. Diese Bewegung wird durch die folgende Vorrichtung erzeugt: Eine Kurvenbahn dreht sich relativ zu Führungselementen und macht dadurch relativ zu den Führungselementen eine Dreh-Hubbewegung. Entweder ist diese Kurvenbahn am Kolben befestigt und die Führungselemente, in Form von Rollen etc., sind am Zylinder befestigt, oder umgekehrt.

Ein Problem dieser Vorrichtung ist die extrem hohe mechanische Beanspruchung in diesen Teilen.

Theodore Y. Korsgren stellte in Patent US-A2 532 106 eine Maschine vor, welche die Dreh-Hubbewegung des Kolbens mittels eines relativ zur Kolbenachse schräggestellten Lagers erzeugt. Dieses Lager besteht aus zwei Teilen, welche relativ zueinander rotieren. Der eine Teil des Lagers ist am Kolben befestigt, der andere Teil ist exzentrisch an den Zylinder angelenkt. Ein Nachteil dieser Erfindung ist, dass das erwähnte Lager eine Hin- und Herbewegung und eine Taumbewegung ausführt. Es ist daher die Aufgabenstellung der vorliegenden Erfindung, die Dreh-Hubbewegung des Kolbens in der Kolbenmaschine durch eine Vorrichtung zu erzeugen, die mit ihren verschiedenen Ausführungen

die erwähnten Probleme und Nachteile eliminiert.

Darstellung der Erfindung

5 Entsprechend der vorliegenden Erfindung ist daher eine Kolbenmaschine mit einem oder mehreren Arbeitsräumen und mit mindestens einem Kolben vorgesehen, welcher eine Drehbewegung um die Zylinderachse und gleichzeitig eine oszillierende Hubbewegung koaxial zur Zylinderachse ausführt. Diese Kolbenbewegung wird erzeugt durch ein Lager, bestehend aus zwei Teilen, welche relativ zueinander rotieren. Diese Kolbenmaschine ist dadurch gekennzeichnet, dass die theoretische Achse dieses Lagers nicht parallel zur Zylinderachse ist und dadurch, dass der eine Teil des Lagers am Zylinder befestigt ist oder ein Teil des Zylinders bildet und der andere Teil, nachfolgend Hohlwelle genannt, exzentrisch mit dem Kolben gelenkig verbunden ist.

10 Im Unterschied zur Erfindung von Korsgren (US-A-2 532 106) ist die Achse des Lagers also nicht schräg zur Kolbenachse sondern schräg in bezug zur Zylinderachse angeordnet. Die theoretische Drehachse des Lagers bleibt also bei der erfindungsgemässen Maschine ruhend, d.h. das Lager macht keine Taumbewegungen.

15 Dies hat zudem den Vorteil, dass ein Teil des Lagers, die Hohlwelle, zur mechanischen Leistungsübertragung nach aussen gebraucht werden kann. Dadurch kann bei dieser Version auf die zentrale Welle verzichtet werden, welche sonst dazu dient, die Drehbewegung der Kolben nach aussen zu übertragen. Diese zentrale Welle hat nämlich einige Nachteile: Z.B. geht sie mitten durch den Arbeitsraum, und zwischen Kolben und zentraler Welle müssen Dichtungen vorgesehen werden.

20 Bei anderen Versionen ist das Lager zusätzlich mit einem Elektromotor oder Generator kombiniert, oder die Hublänge oder das Verdichtungsverhältnis ist verstellbar, oder die Stirnflächen (Arbeitsflächen) der Kolben werden benutzt, um die Bewegung der Kolben zu synchronisieren, oder es besteht eine spezielle Schmierung der Kolben.

Beschreibung der Zeichnungen

25 Für ein besseres Verständnis der Erfindung wird nun bezug genommen auf die zugehörigen Zeichnungen, welche schematisch folgende Ausführungsbeispiele illustrieren:

30 Figur 1 ist ein Längsschnitt entlang der Zylinderachse einer Ausführung einer Maschine mit Kolben, die eine Dreh- und Hubbewegung ausführen. Die Erzeugung dieser Bewegung entspricht dem Stand der Technik.

Figur 2 ist ein schematischer Querschnitt eines ersten Vorrichtungstyps für die Erzeugung der Kolbenbewegung gemäss der Erfindung von Theodore Korsgren (Stand der Technik).

Figur 3 ist eine konstruktive Variante der in Figur 2 gezeigten Vorrichtung.

Figuren 4 und 5 sind schematische Querschnitte des erfindungsgemässen neuen Vorrichtungstyps für die Erzeugung der Kolbenbewegung.

Bildlegende zu den Figuren:

- 1 Zylinder / 1a, 1b, 1c Zylinderteile
- 2 Kolben, der eine Dreh-Hub-Bewegung macht
- 5 = 5a = 5b kolbenähnliches Glied, das nur rotiert
- 7 Arbeitsraum;
- 7a dito, Maximalvolumen
- 7b dito, Kompressionsvolumen = Totraum
- 8 Einlasskanal
- 9 Auslasskanal
- 10 Einlassströmung
- 11 Auslassströmung
- 12 Zündkerzen
- 14 zentrale Welle
- 35 derjenige Teil des Lagers, welcher am Kolben befestigt ist oder ein Teil des Kolbens bildet, scheibenförmig ausgeführt
- 36 derjenige Teil des Lagers, welcher am Kolben befestigt ist oder ein Teil des Kolbens bildet, in den Kolben eingesenkt
- 37 geometrische Achse des Teils 35 oder 36
- 38 derjenige Teil des Lagers, welcher mit dem Zylinder gelenkig verbunden ist
- 39 Gelenkpunkt der Verbindung des Teils 38 mit dem Zylinder
- 40 Hohlwelle. Sie ist derjenige Teil des Lagers, welcher exzentrisch mit dem Kolben gelenkig verbunden ist.
- 41 geometrische Achse der Hohlwelle (40)
- 42 Gelenkpunkt zwischen dem Kolben und der Hohlwelle

Es werden nun die Zeichnungen beschrieben. Figur 1 ist ein Längsschnitt durch eine Maschine mit vier Arbeitsräumen (7a and 7b), entlang der Achse eines Zylinders mit den Zylinderteilen 1a, 1b, 1c. Der Zylinder weist in seiner Wand Öffnungen (Schlitze) auf, welche vorgesehen sind für den Einlass (8, 10) und für den Auslass (9, 11) des Arbeitsmediums. Die Schlitze werden durch die Kolben (2) und durch die kolbenähnlichen Glieder (5) geöffnet und geschlossen. Die Form und diese Anordnung der Kolben der schlitzzesteuerten Dreh-Hubkolben-Maschine beziehen sich auf einen Gegenstand einer separaten Patentanmeldung. Die Bewegung des Dreh-Hubkolbens (2) wird auf

folgende Weise erzeugt: Ein Lager, bestehend aus zwei Teilen (35) und (38), ist bezüglich des Kolbens schräg angeordnet, das heisst, die Achse (37) dieses Lagers ist nicht parallel zur Achse des Kolbens. Der innere Teil (35) des Lagers ist fest am Kolben (2) befestigt. Der äussere Teil (38) des Lagers ist am Gelenkpunkt (39) mit dem Zylinder verbunden. Die zwei Teile (35 und 38) des Lagers sind relativ zueinander drehbar um ihre Achse (37). Die Kolben (2) machen einen Hubzyklus, das heisst eine Hin- und Herbewegung, pro Umdrehung.

Die Leistungsübertragung vom Kolben nach aussen erfolgt mittels einer zentralen Welle (14). Die Kolben (2) sind mit der zentralen Welle (14) so verbunden, dass sie entlang der zentralen Welle längs verschiebbar sind, aber dass sie das Drehmoment auf die zentrale Welle (14) übertragen.

Figur 2 und 3a, 3b zeigen zwei Beispiele von Ausführungen des selben Mechanismus-Typs, welcher den Kolben (2) zu einer Dreh-Hubbewegung führt. In Figur 2 und 2a sind Details des Schnitts längs der Zylinderachse einer Dreh-Hubkolben-Maschine gezeichnet. Dieser Mechanismus entspricht dem in Figur 1 illustrierten Mechanismus, aber der innere Teil (36) des Lagers ist in den Kolben (2) eingesenkt. Der äussere Teil (38) des Lagers rotiert relativ zur Achse (37) des Lagers und ist mit dem Zylinder durch ein Gelenk (39) verbunden. Der Gelenkpunkt (39) muss relativ zum Zylinder beweglich sein; oder die Verbindung zwischen dem Lager und dem Zylinder muss eine Längenänderung zulassen.

Diese in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Mechanismen zur Erzeugung der Kolbenbewegung entsprechen vom Grundprinzip her dem Stand der Technik gemäss Th. Korsgren (US-A-2 532 106).

Figur 4 und 5 zeigen zwei Beispiele von Ausführungen des neuen, erfindungsgemässen Mechanismus, welcher den Kolben (2) zur Dreh-Hubbewegung führt. Es sind Details des Schnitts längs der Zylinderachse gezeichnet. Die Hohlwelle (40) rotiert um ihre eigene Achse (41). Der Kolben (2) ist an einem exzentrisch gelegenen Punkt (42) mit der Hohlwelle verbunden. Wenn die Hohlwelle (40) rotiert, rotiert auch der Kolben (2) und führt zusätzlich eine oscillierende Hubbewegung aus.

Die gelenkige Verbindung zwischen der Hohlwelle (40) und dem Kolben (2) erfüllt die folgenden Bedingungen: Sie muss Schwenkbewegungen zwischen dem Kolben und der Hohlwelle um alle drei Koordinatenachsen oder um mindestens zwei Koordinatenachsen zulassen. In den Beispielen von Figur 4 und 5 erlaubt ein Kugelgelenk Schwenkbewegungen um alle drei Koordinatenachsen. Im Fall der Version mit zwei Schwenkachsen müssen diese zwei Koordinatenachsen relativ zur Hohlwelle (40) in derjenigen Ebene liegen, welche senkrecht zur Rotationsachse (41) der Hohlwelle liegt. Zusätz-

lich muss in jedem Fall berücksichtigt werden, dass die Distanz zwischen einem exzentrisch liegendem Punkt der Hohlwelle und der Kolbenachse während der Rotation nicht konstant bleibt. Daher ist der Gelenkpunkt in ungefähr radialer Richtung zur Rotationsachse des Kolbens (2) oder in ungefähr radialer Richtung zur Rotationsachse (41) der Hohlwelle beweglich.

Einfachheitshalber werden alle Zylinderteile oder mit dem Zylinder verbundenen, nicht beweglichen Teile, welche man auch als "Gehäuse" oder "Motorblock" e.t.c bezeichnen könnte, "Zylinder" genannt.

Beschreibung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kolbenmaschine mit mindestens einem Kolben (2), welcher eine Drehbewegung um die Zylinderachse und gleichzeitig eine Hubbewegung coaxial zur Zylinderachse ausführt, wobei diese Kolbenbewegung herbeigeführt wird durch ein Lager, bestehend aus zwei Teilen, welche relativ zueinander rotieren. Diese Kolbenmaschine ist dadurch gekennzeichnet, dass der eine Teil des Lagers am Zylinder (1) befestigt ist oder ein Bestandteil des Zylinders bildet und den andern Teil des Lagers, hier "Hohlwelle" (40) genannt, deren theoretische Rotationsachse nicht parallel zur Achse des Zylinders ist, führt und dass die Hohlwelle (40) exzentrisch mit dem Kolben verbunden ist.

So führt der Kolben eine Hubbewegung pro Umdrehung aus. Die Kinematik dieser Bewegung ist abhängig von den geometrischen Details der Ausführung und kann von der Sinusform abweichen. Die Kinematik wird beispielsweise beeinflusst durch das Mass des Winkels der Achse des Lagers, durch die Distanz zwischen der Mittelachse des Lagers und dem Gelenkpunkt (42), welcher ein Teil des Lagers mit dem Kolben verbindet, durch die Ausgestaltung dieser gelenkigen Verbindung, besonders der Ausführung der Längsverschiebbarkeit dieser Verbindung, und durch Verschiebung des Gelenks (42) in der Richtung parallel zur Achse des Lagers.

Die konstruktive Ausgestaltung der beiden Teile des Lagers erfolgt nach den bekannten Regeln der Technik beispielsweise mit Axial- und Radialgleitlagerungen oder mit Wälzlager.

Andere Versionen sind dadurch gekennzeichnet, dass die zwei Teile des Lagers, welche relativ zueinander rotieren, so gemacht sind, dass diese zusammen einen Elektromotor oder Elektrogenerator verkörpern. Auf diese Weise ist ein Teil des Lagers beispielsweise als Anker oder Rotor gemacht und der andere Teil des Lagers funktioniert als Stator. Oder in andern Worten: Der Rotor und der Stator sind relativ zueinander drehbar gelagert

und wie die erwähnten beiden Lagerteile erfindungsgemäss angeordnet.

Eine andere Version ist dadurch gekennzeichnet, dass die Leistung mittels der erwähnten Hohlwelle (40) mechanisch zur Aussenseite der Maschine übertragen wird.

Eine andere Version ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hublänge oder das Kompressionsverhältnis oder beides verstellbar ist, indem der Winkel, welche die Achse (41) des Lagers zur Achse des Zylinders aufweist, variierbar ist. Dies ist dadurch verwirklicht, dass das Lager schwenkbar am Zylinder befestigt ist.

Eine andere Version ist dadurch gekennzeichnet, dass die zwei benachbarten, coaxial angeordneten Stirnseiten der Kolben (2) bzw. des Kolbens (2) und des kolbenähnlichen Glieds (5), zwischen welchen ein Arbeitsraum vorgesehen ist und welche durch relative Hubbewegung zueinander das Verdichtungsverhältnis erzeugen, formschlüssig wie Klauen ineinandergreifen. - Dadurch wird die Drehbewegung synchronisiert.

Eine andere Version ist dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben auf einem Schmierfilm aufliegt, wobei das Schmiermittel, falls es nicht in den Arbeitsraum oder in die Schlitze gelangen darf, vom Arbeitsraum oder von den Schlitzen ferngehalten wird durch einen Abstreifring oder andere Dichtungselemente. Die rotierende Komponente der Kolbenbewegung ist vorteilhaft für eine hydrodynamische Schmierung. Das Dichtungselement ist beispielsweise am Zylinder montiert.

Beispiel zur Ausführung der Erfindung

Der Arbeitsraum (7) wird von zwei Kolben (2) begrenzt, welche beide eine Dreh-Hubbewegung ausführen. Die Bewegung des Kolbens wird geführt durch den Typ Mechanismus, der in Figur 4 oder 5 schematisch illustriert ist. Die Hohlwelle (40) dieses Mechanismus überträgt auch die Leistung zur Aussenseite der Maschine: Dazu ist die Hohlwelle an seiner Aussenseite verzahnt und überträgt die Leistung auf ein Zahnrad, welches sich ausserhalb des Zylinders befindet. Dieses durch die Hohlwelle (40) angetriebene Zahnrad ist mit dem entsprechenden Zahnrad der benachbarten Hohlwelle verbunden.

Patentansprüche

1. Kolbenmaschine mit mindestens einem Kolben, welcher eine Drehbewegung um die Zylinderachse und gleichzeitig eine oscillierende Hubbewegung coaxial zur Zylinderachse ausführt, wobei diese Kolbenbewegung herbeigeführt wird durch ein Lager, bestehend aus zwei Teilen, welche einander so führen, dass sie

relativ zueinander um eine Rotationsachse rotieren können, dadurch gekennzeichnet, dass der eine Teil des Lagers am Zylinder (1) befestigt ist oder ein Bestandteil des Zylinders bildet und den anderen Teil des Lagers, hier Hohlwelle (40) genannt, führt, deren theoretische Rotationsachse nicht parallel zur Zylinderachse ist, und dass die Hohlwelle (40) exzentrisch und gelenkig mit dem Kolben verbunden ist.

5

10

2. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei relativ zueinander rotierenden Teile des Lagers so ausgestaltet sind, dass sie zusammen einen Elektromotor oder Elektrogenerator bilden.

15

3. Kolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Leistungsübertragung nach aussen mechanisch mittels der rotierenden Hohlwelle (40) erfolgt.

20

4. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Hublänge oder das Kompressionsverhältnis oder beides verstellbar ist durch Verstellung des Winkels, welcher die Achse (41) des Lagers zur Achse des Zylinders aufweist, indem das Lager schwenkbar am Zylinder befestigt ist.

25

30

5. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwei benachbarte, coaxial angeordnete Kolbenstirnseiten, bzw. eine Kolbenstirnseite und eine Stirnseite eines kolbenähnlichen Glieds, zwischen welchen ein Arbeitsraum vorgesehen ist und welche durch relative Hubbewegung zueinander das Verdichtungsverhältnis erzeugen, wie Klauen ineinandergreifen.

35

40

6. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (2) auf einem Schmierfilm aufliegt, wobei das Schmiermittel, falls es nicht in den Arbeitsraum oder in die Schlitze gelangen darf, vom Arbeitsraum oder den Schlitzen ferngehalten wird durch einen Abstreifring oder andere Dichtelemente.

45

Claims

50

1. A piston engine or piston machine with at least one piston executing a rotating motion around the axis of the cylinder and a reciprocating motion coaxial to the axis of the cylinder at the same time, this motion of the piston being effected by a bearing consisting of two parts guiding each other in such a way that these

55

two parts can rotate in relation to each other around an axis of rotation, characterized, that one part of the bearing is fastened to the cylinder (1) or is a part of the cylinder and is leading the other part of the bearing, in this text called hollow shaft (40), of which the theoretical axis of rotation is not parallel to the axis of the cylinder, and that the hollow shaft (40) is jointed excentric to the piston.

2. Piston engine or piston machine as claimed in claim 1, characterized, that the two parts of the bearing rotating relatively to each other are made in such a way, that they together constitute an electro motor or electric generator.

3. Piston engine or piston machine as claimed in claim 1 or 2, characterized, that the transmission of the power to the outside is effected mechanically by the hollow shaft (40).

4. Piston engine or piston machine as claimed in claim 1, 2 or 3, characterized, that the length of stroke or the compression ratio or both of them is adjustable by adjustment of the angle, which the axis (41) of the bearing shows with the axis of the cylinder, due to the bearing being hinged to the cylinder.

5. A piston engine or piston machine as claimed in claim 1, 2, 3 or 4, characterized, that two adjacent, coaxially arranged front faces of pistons, or a front face of a piston and a front face of a piston-like member respectively, between which a working chamber is arranged and which generate the compression ratio by the reciprocating motion relative to each other, are meshing with each other like claws.

6. A piston engine or piston machine as claimed in claim 1, 2, 3, 4 or 5, characterized, that the piston (2) bears upon a lubrication film, the lubrication fluid being kept away from the working chamber or from the ports by a scraper ring or other sealing elements, if it must not get into the working chamber or into the ports.

Revendications

1. Machine à piston avec au moins un piston, qui effectue un mouvement rotatif autour de l'axe du cylindre et en même temps un mouvement alternatif oscillant coaxial à l'axe du cylindre, ce mouvement du piston étant effectué par un palier ou roulement, qui est composé de deux pièces l'une guidant l'autre de manière, qu'elles peuvent effectuer un mouvement rotatif sur

un axe de rotation l'une relativement à l'autre, caractérisée en ce que l'une pièce du palier ou roulement est attachée au cylindre (1) ou est un élément intégral du cylindre et guide l'autre pièce du palier ou roulement, ici nommée arbre creux (40), duquel l'axe théorique de rotation n'est pas parallèle à l'axe du cylindre, et que l'arbre creux (40) est articulé excentriquement sur le piston.

5

10

2. Machine à piston selon la revendication 1, caractérisée en ce que les deux pièces effectuant un mouvement rotatif l'une relativement à l'autre sont façonnées de manière qu'elles constituent un moteur électrique ou générateur électrique.

15

3. Machine à piston selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la transmission de la puissance à l'extérieur de la machine est effectuée mécaniquement par l'arbre creux (40) tournant.

20

4. Machine à piston selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisée en ce que la longueur de la course ou le taux de compression ou tous les deux sont réglables par l'ajustement de l'angle, que l'axe (41) du palier ou roulement a par rapport à l'axe du cylindre, grâce au palier ou roulement étant attaché pivotant au cylindre.

25

30

5. Machine à piston selon la revendication 1, 2, 3 ou 4, caractérisée en ce que deux faces frontales avoisinantes des pistons situées coaxialement, ou une face frontale d'un piston et une face frontale d'un élément analogue à un piston respectivement, entre lesquelles une chambre de travail est positionnée et qui effectuent le taux de compression par leur mouvement alternatif l'une relativement à l'autre, s'engrennent de manière d'une endenture.

35

40

6. Machine à piston selon la revendication 1, 2, 3, 4 ou 5, caractérisée en ce que le piston (2) est couché sur un film lubrifiant, le lubrifiant étant tenu à l'écart de la chambre de travail ou des lumières par un segment racleur ou par des autres systèmes d'étanchéité, s'il ne doit pas parvenir dans la chambre de travail ou dans les lumières.

45

50

55

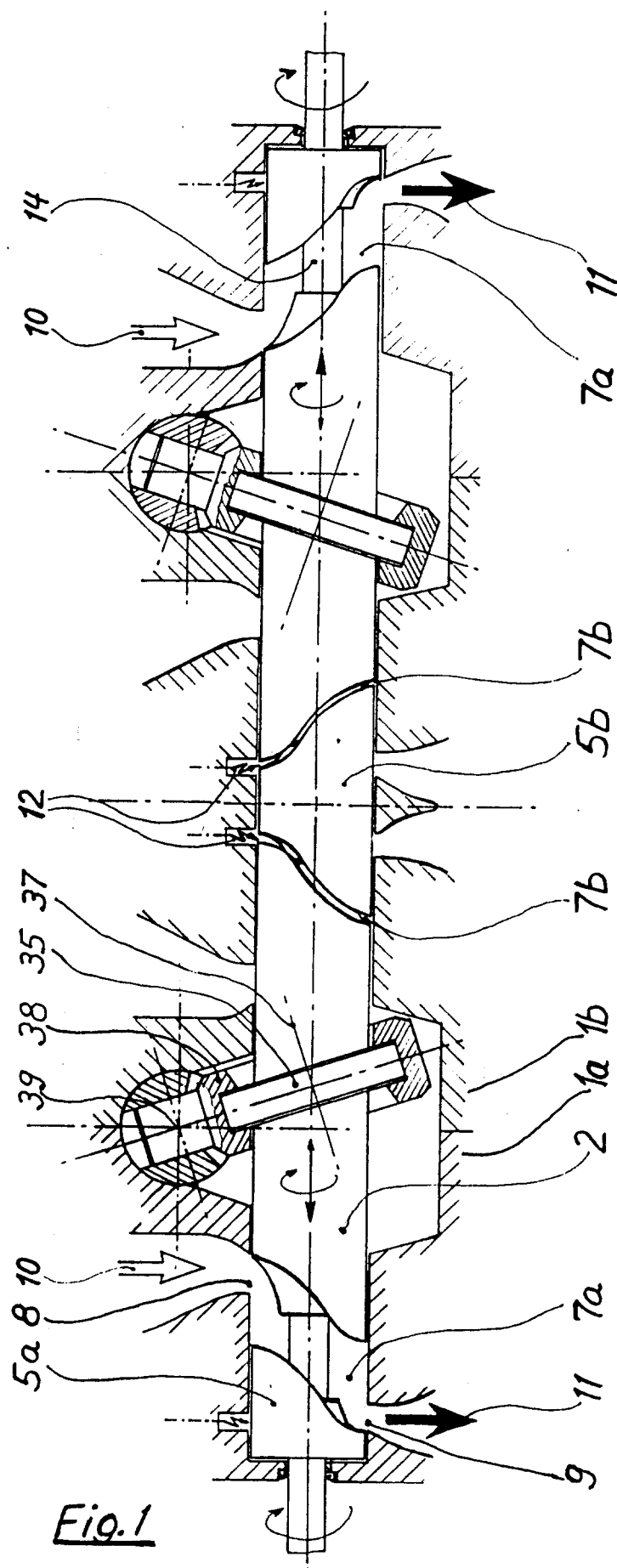


Fig. 1

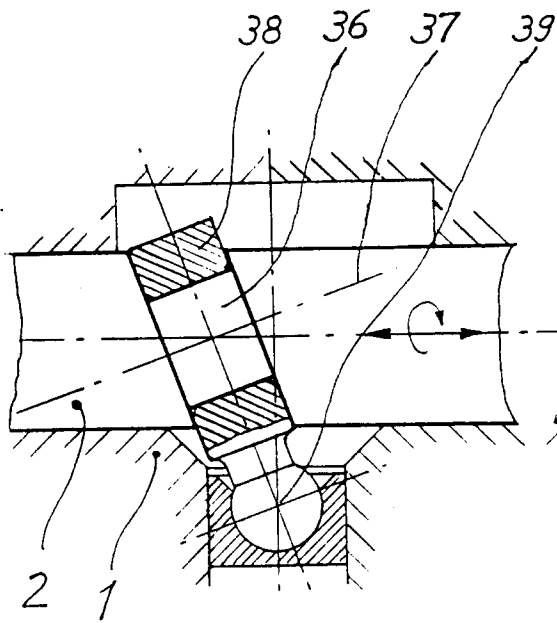


Fig. 2

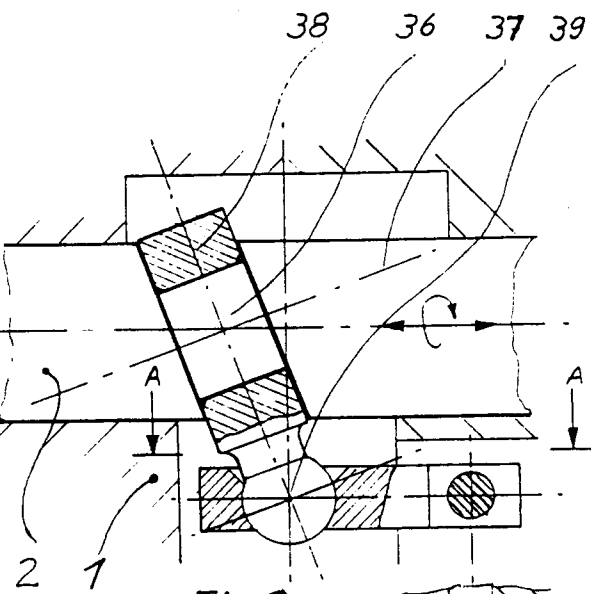


Fig. 3a

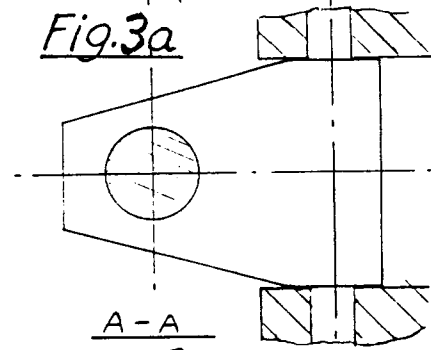


Fig. 3b

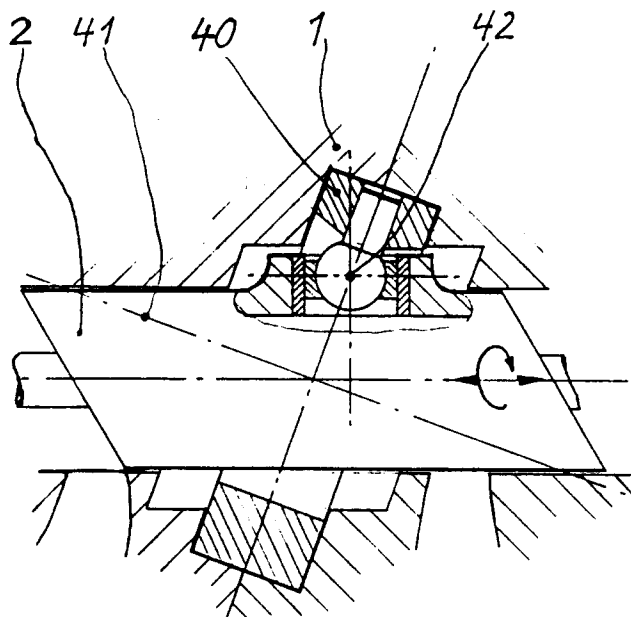


Fig. 4

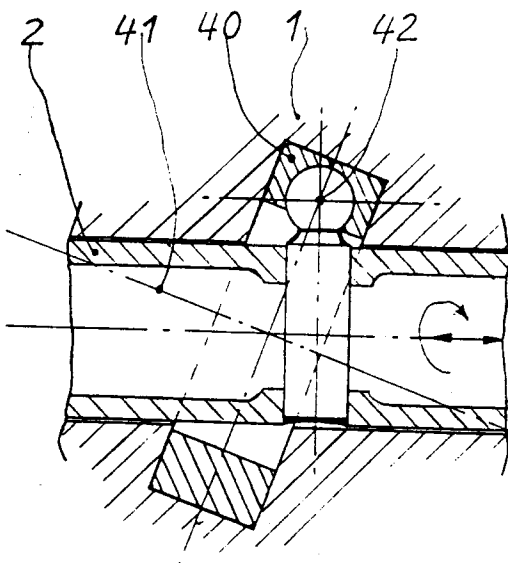


Fig. 5