



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 784 147 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
16.07.1997 Patentblatt 1997/29

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F01C 1/28

(21) Anmeldenummer: 97100099.7

(22) Anmeldetag: 07.01.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
CH DE FR GB IT LI NL

• Schüll, Bernd  
51065 Köln (DE)

(30) Priorität: 15.01.1996 DE 19601148  
29.01.1996 DE 19603669

(72) Erfinder: Densch, Dietrich  
53819 Neunkirchen-Seelscheid (DE)

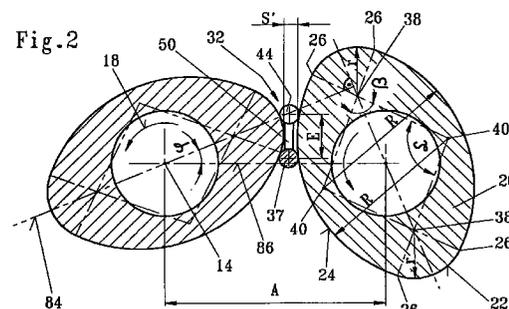
(71) Anmelder:  
• Densch, Dietrich, Dipl.-Ing.  
D-53819 Neunkirchen-Seelscheid (DE)

(74) Vertreter: Kossobutzki, Walter, Dipl.-Ing.(FH)  
Hochstrasse 7  
56244 Helferskirchen (DE)

(54) **Drehkolbenmaschine**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Rotationskolbenmaschine mit mindestens vier sich gleichsinnig um ihre geometrische Mittelachsen drehenden Drehkolben mit ellipsenähnlichen Querschnitten und miteinander fluchtenden Stirnflächen, wobei der zwischen zwei benachbarten Drehkolben befindliche Spalt durch Dichtleisten abgedichtet wird.

Um die hohen verschleißenden Reibungskräfte und die ungenügende Anlage der Dichtelemente am Drehkolbenumfang zu vermeiden, liegen die Mittelpunkte der den Querschnitt (20) eines Drehkolbens (10) begrenzenden Kreisbögen (22,24) mit den Radien  $r$  und  $R$  auf den Eckpunkten (38,40) einer Raute und die Mittelpunkte der größeren Kreisbögen (24) sind den Eckpunkten (40) mit den größeren Rautenwinkeln zugeordnet, wobei die größeren Rautenwinkel  $\alpha$  um  $5^\circ$  bis  $50^\circ$  größer sind als die kleineren Rautenwinkel  $\beta$  und die Dichtstangen (36) in jedem ihrer senkrecht zu ihren Längsachsen (42) angeordneten Querschnitte (37) Querschnittflächen aufweisen, die nach außen durch einen Kreis begrenzt sind und wobei die Dichtstangen (36) um ihre Längsachse (42) frei drehbar sind.



EP 0 784 147 A1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Rotationskolbenmaschine mit Dichtstangen nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1. Bei der aus der US-A-3 809 026 vorbekannten Rotationskolbenmaschine mit Dichtungssätzen sind die Rotoren im Querschnitt elliptisch und die Dichtungssätze aus im Querschnitt teilweise runden Dichtstangen aufgebaut, die über ein Verbindungsteil starr miteinander verbunden sind. Aufgrund dieser Konstruktion liegt im allgemeinen nur eine der zwei Dichtstangen eines Dichtungssatzes an den Mantelflächen der Rotoren an, die andere Dichtstange steht frei und ohne Anlage vor, in Figur 8 der genannten Patentschrift ist dies dargestellt. Die Dichtleisten sind somit nicht geführt, schlagen bei Betrieb hin und her und müssen durch zusätzliche Hilfsmittel, wie beispielsweise den Innendruck, in die Dichtposition gebracht werden. Ein weiterer Nachteil besteht in der außerordentlich hohen Reibung zwischen den starren Dichtstangen und den Drehkolbenumfangsflächen, wobei jeder Drehkolben von den Dichtstangen mindestens zweifach berührt ist. Ähnliche Nachteile hinsichtlich der Dichtungsreibung weisen auch die aus der französischen Patentschrift Nr. 657 191 und der EP 0 339 034 B1 vorbekannten Rotationskolbenmaschine auf. Bei der Ausführung nach der französischen Patentschrift Nr. 657 191 sorgen Innendruck, Fliehkraft und in Reibrichtung starre Dichtstangen für erhöhte Reibung ebenso wie bei der Ausführung nach EP 0 339 034 B1, bei der durch das keilförmige Profil der starren Dichtstangen in Verbindung mit dem Innendruck erhöhte Reibung entsteht.

Hier setzt die Erfindung ein. Sie hat es sich zum Ziel gemacht, das Dichtungssystem einer speziellen Rotationskolbenmaschine, die einen inneren, radial nur durch mindestens vier Drehkolben begrenzenden Arbeitsraum aufweist, zu verbessern.

Hiervon ausgehend schlägt die Erfindung zur Lösung dieser Aufgabe vor, daß die Mittelpunkte der Querschnitt eines Drehkolbens begrenzenden Kreisbögen mit den Radien  $r$  und  $R$  auf den Eckpunkten einer Raute liegen und daß die Mittelpunkte der größeren Kreisbögen den Eckpunkten mit den größeren Rautenwinkel zugeordnet sind, wobei die größeren Rautenwinkel  $\alpha$  um  $5^\circ$  bis  $50^\circ$  größer sind als die kleineren Winkel  $\beta$  und daß die Dichtstangen in jedem ihrer senkrecht zu ihren Längsachsen angeordneten Querschnitten Querschnittsflächen aufweisen, die nach außen durch einen Kreis begrenzt sind und daß die Dichtstangen um ihre Längsachse frei drehbar sind.

Derartige Dichtstangen sind einfach ausgebildete und sehr einfach herzustellende Teile, sie lassen sich axial im Spaltbereich zwischen zwei benachbarten Drehkolben einschieben und somit einfach montieren. Sie können dadurch auch einfach ausgetauscht werden, indem eine Stirnwand des Gehäuses entfernt wird. Die Dichtstangen sind mit den Drehkolben, die sie

gegeneinander abdichten, nicht fest verbunden, vielmehr werden sie durch in die Spalten benachbarter Drehkolben eingeschobene Positionierteile an ihrem Platz gehalten, die sich ihrerseits über ihre Führungswalzen an den Drehkolbenumfangsflächen abstützen. Dabei befindet sich die eine der beiden Führungswalzen eines Positionierteils auf der einen Seite eines Spaltes und die andere Führungswalze auf der anderen Seite des gleichen Spaltes. Beide Führungswalzen haben so große Querschnittsabmessungen, daß sie nicht durch den Spalt hindurch bewegt werden können und sind durch mindestens ein Verbindungsteil miteinander verbunden. Aufgrund des sie verbindenden durch den Spalt hindurchgreifenden Verbindungsteils können sich die beiden Führungswalzen eines Positionierteils nicht voneinander entfernen. Sie werden daher im allgemeinen axial zwischen zwei benachbarten Drehkolben eingeschoben oder entfernt. Die Führungswalzen können Bohrungen oder Zapfen oder Nasen aufweisen, mit denen sie die Dichtstangen in ihrer Lage zum Spalt halten ohne sie an einer Drehbewegung um die Dichtstangenlängsachse zu hindern.

Der Spalt zwischen zwei benachbarten Drehkolben wird durch die Kreisbögen mit zwei unterschiedlichen Radien begrenzt, die auch die Drehkolbenquerschnitte begrenzen. Je nach Relativposition zweier benachbarter Drehkolben zueinander, wobei die Hauptachsgeraden von deren in einer Ebene befindlichen Querschnitten immer senkrecht zueinander stehen, wird der Spalt begrenzt durch einen Kreisbogen mit großem Radius  $R$  auf der einen Seite und einem Kreisbogen mit kleinerem Radius  $r$  auf der anderen Seite, einer Mischform beider Kreisbögen im Bereich der Verbindungspunkte, oder einem Kreisbogen mit kleinerem Radius  $r$  auf der einen Seite und einem Kreisbogen mit dem großen Radius  $R$  auf der anderen Seite. Beim praktischen Betrieb verändert sich also die Form des Spaltes ständig. Um zu gewährleisten, daß die Führungswalzen eines Positionierteils in allen Drehpositionen der Drehkolben von deren Umfangsflächen mit genügender Enge geführt werden, muß sich die eigentliche Spaltbreite des Spaltes periodisch ändern, da ja die beiden Führungswalzen eines Positionierteils durch das Verbindungsteil immer gleichen Abstand voneinander haben. Die eigentliche Spaltbreite muß dann am größten sein, wenn die Drehkolbenhauptachsgerade mit der Achsverbindungsline zweier benachbarter Drehkolbenwellen in einer Querschnittsebene einen Winkel  $\Phi$  von  $45^\circ$  einschließt, die Drehkolben befinden sich dann in V-Stellung. Ist der Winkel  $\Phi = 0^\circ$ , muß die eigentliche Spaltbreite des Spaltes am kleinsten sein, die Drehkolben befinden sich dann in T-Stellung. Bei Betrieb ist die in V-Stellung an den Dichtstangen angreifende Beschleunigung am größten und in T-Stellung am kleinsten bei größter Geschwindigkeit. In diesen beiden Extremstellungen der Drehkolben, also der V-Stellung und der T-Stellung, sollen die Führungswalzen eines Positionierteils möglichst eng an den Drehkolbenumfangsflächen anliegen, d. h., der kleinstmögliche gegen-

seitige Abstand beider Führungswalzen eines Positionierteils soll in der T-Stellung der Drehkolben genau so groß sein, wie in der V-Stellung.

Diese geometrische Bedingung kann nur erreicht werden, wenn die Mittelpunkte der den Querschnitt eines Drehkolbens begrenzenden Kreisbögen mit den Radien  $r$  und  $R$  auf den Eckpunkten einer Baute liegen und die Mittelpunkte der größeren Kreisbögen den Eckpunkten mit den größeren Rautenwinkeln zugeordnet sind, wobei die größeren Rautenwinkel  $\alpha$  um  $5^\circ$  bis  $50^\circ$  größer sind als die kleineren Rautenwinkel  $\beta$ . Nur wenn diese geometrische Bedingung erfüllt ist und ein entsprechender Drehkolben mit seinen Abmessungen  $R$  und  $r$  und  $\alpha$  vorliegt, kann man bei gewähltem Dichtstangendurchmesser  $d$  einen notwendigen Achsabstand  $A$  zwischen zwei benachbarten Drehkolben ermitteln, bei dem die beiden Führungswalzen eines Positionierteils sowohl in V-Stellung als auch in T-Stellung der Drehkolben eng geführt werden. Das Ermitteln des notwendigen Achsabstandes  $A$  kann durch schrittweises vergrößern oder verkleinern desselben erfolgen. Würde man anstelle der Raute ein Quadrat wählen, dann wäre der kleinstmögliche Abstand der Führungswalzen in der T-Stellung immer kleiner als in der V-Stellung und eine gute Führung der Positionierteile wäre dann nicht möglich. Bei den in EP 0 339 034 B1 gezeigten Drehkolbenquerschnitten in Fig. 5 und Fig. 6 liegen die Mittelpunkte der die Drehkolbenquerschnitte begrenzenden Kreisbögen auf Quadraten.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch die veränderte Formgebung der herkömmlichen Drehkolben gut funktionierende, an den Drehkolbenumfangsflächen eng anliegende Dichtstangen aus Rundstangen möglich werde, die sich an den gleichsinnig rotierenden Drehkolben abrollen und deren Reibung an den Drehkolben durch Rollreibung herabgesetzt ist. Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den übrigen Ansprüchen sowie der nun folgenden Beschreibung von nicht einschränkend zu verstehenden Ausführungsbeispielen, die unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert werden in die zeigen:

Fig. 1	ein Schnittbild durch eine Rotationskolbenmaschine nach der Erfindung mit eingelegten Dichtungssätzen,	45	Fig. 14a - Fig. 14b	wie Fig. 13a - Fig. 13b, aber mit zwei Führungswellen und zwei Dichtstangen mit Längsbohrungen,
Fig. 2	ein Schnitt durch ein Drehkolbenpaar mit Dichtungssatz gemäß Fig. 1,	50	Fig. 15a - Fig. 15b	ein Drehkolbenpaar mit jeweils zwei rechteckigen Stufen, zwei Positionierteilen und zwei rollengelagerten Dichtstangen mit Dichtscheiben,
Fig. 3a - Fig. 3b	ein Drehkolbenpaar mit Schnittbild eines Dichtungssatzes gemäß Fig. 1 und Fig. 2 mit Zapfen,	55	Fig. 16a - Fig. 16b	ein Drehkolbenpaar mit einem Dichtungssatz, wobei der Dichtstangenaußendurchmesser größer ist als der Durchmesser des
Fig. 4a - Fig. 4b	ein Positionierteil in Vorder- und Seitenansicht gemäß Fig. 1 bis			
			Fig. 5a - Fig. 5b	ein Drehkolbenpaar mit Schnittbild eines Dichtungssatzes mit Nasen,
			Fig. 6a - Fig. 6b	ein Drehkolbenpaar mit Schnittbild eines Dichtungssatzes mit Führungswelle und einer Dichtstange,
			Fig. 7a - Fig. 7b	ein Drehkolbenpaar mit Schnittbild eines Dichtungssatzes mit nur einem Positionierteil, einer Führungswelle, Entlastungsrollen und zwei Dichtstangen,
			Fig. 8a - Fig. 8b	ein Positionierteil in Vorder- und Seitenansicht gemäß Fig. 7a - Fig. 7b,
			Fig. 9a - Fig. 9b	ein Drehkolbenpaar mit Schnittbild eines Dichtungssatzes mit Positionierteilen gemäß Fig. 8a - Fig. 8b und zwei Dichtstangen,
			Fig. 10a - Fig. 10b	ein Drehkolbenpaar mit jeweils einer umlaufenden Nut mit Rechteckprofil und Schnittbild eines Positionierteils mit einer Dichtstange,
			Fig. 11a - Fig. 11b	wie Fig. 10a - Fig. 10b, aber mit zusätzlichen Entlastungsrollen,
			Fig. 12a - Fig. 12b	wie Fig. 10a - Fig. 10b, aber mit Ausrundung im Nutgrund und zwei Dichtstangen,
			Fig. 13a - Fig. 13b	ein Drehkolbenpaar mit jeweils zwei ausgerundeten Stufen, zwei Positionierteilen und zwei Dichtstangen,
			Fig. 3b,	

Kreisumfangs, der den Profilquerschnitt einer Führungswalze begrenzt,

Fig. 17a - Fig. 17b ein Drehkolbenpaar mit einem Dichtungssatz, wobei die axiale Länge der Dichtstangen kleiner ist als deren Außendurchmesser.

In Fig. 1 ist schnittbildlich eine Kolbenanordnung 8 einer Rotationskolbenmaschine gezeigt, die sich in einem gasdichten Innenraum 4 eines Gehäuses 6 befindet. Sie ist aus vier untereinander gleich ausgebildete Drehkolben 10 aufgebaut, die als gerade Zylinder ausgeführt sind. In Figur 1 sieht man ihre Querschnitte 20, die Stirnflächen 12 sind identisch. Die Stirnflächen sind durch insgesamt vier Kreisbogenstücke 22,24 begrenzt, die unterschiedliche Radien, nämlich einen größeren Radius R und einen kleineren Radius r, haben. Dabei liegen die Kreisbogenmittelpunkte der Kreisbogenstücke 22,24 auf den Eckpunkten 38,40 einer Raute und die Mittelpunkte der größeren Kreisbögen 24 sind den Eckpunkten 40 mit den größeren Rautenwinkeln zugeordnet, wobei die größeren Rautenwinkel Alpha bzw.  $\alpha$  um  $5^\circ$  bis  $50^\circ$  größer sind als die kleineren Rautenwinkel Beta bzw.  $\beta$ . Die Kreisbogenstücke 22,24 sind abwechselnd an Verbindungspunkten 26 aneinandergesetzt, in diesen gehen sie tangential ineinander über. Jeder Drehkolben 10 hat eine ihm zugeordnete, mit ihm drehfest verbundene im Gehäuse 6 drehgelagerte Welle 16, die durch seine geometrische Mittelachse 14 verläuft. Die einzelnen Wellen sind durch ein Getriebe miteinander drehsynchronisiert, so daß die relative Winkelstellung der einzelnen Drehkolben 10 zueinander erhalten bleibt. Die Drehkolben 10 sind im Sinne eines Pfeils 18 in gleichem Drehsinn drehbar. Die Stirnflächen der Drehkolben 10 sind miteinander fluchtend angeordnet, befinden sich also in jeweils gleichen Ebenen. Die vier Drehkolben 10 begrenzen seitlich durch ihre gekrümmten Umfangsflächen 30 einen inneren Arbeitsraum 28, der an seinen Endbereichen durch Flächen des Gehäuses 6 begrenzt ist, wobei die begrenzenden Flächen durch eine Distanzierung 2 auf Abstand gehalten werden. Zwischen den benachbarten Drehkolben 10 befindet sich ein Spalt S, dessen eigentliche Spaltbreite S' sich periodisch mit der Verdrehung der Drehkolben 10 ändert. Die Spaltbreite S' ist am größten, wenn die Drehkolbenhauptachsgerade 84 mit der Achsverbindungsline 86 einen Winkel Phi bzw.  $\varphi$  von  $45^\circ$  bildet und sie ist am kleinsten, wenn der Winkel Phi bzw.  $\varphi$  gleich  $0^\circ$  ist.

Die Abdichtung zwischen benachbarten Drehkolben 10 wird durch Dichtungssätze 32 erreicht, wobei für jeden Spalt S ein Dichtungssatz 32 vorgesehen ist. Die Dichtungssätze 32 sind aus Positionierteilen 34 und Dichtstangen 36 aufgebaut, wobei jedes Positionierteil 34 zwei Führungswalzen 44 aufweist, mit denen es sich im Spaltbereich zwischen den Drehkolben 10 an den

benachbarten Drehkolbenumfangsflächen 30 abstützt und somit zentriert. Im übrigen sind die beiden Führungswalzen 44 eines Positionierteils 34 durch mindestens ein Verbindungsteil 50, das zwischen zwei benachbarten Drehkolben 10 hindurchgreift, miteinander verbunden und können sich somit nicht voneinander entfernen. Auch weisen die beiden Führungswalzen 44 eines Positionierteils 34 so große Querschnittsabmessungen auf, daß sie nicht durch den Spalt hindurch bewegt werden können. Die eigentliche Abdichtung des Spaltes zwischen zwei benachbarten Drehkolben 10 wird mit einer runden Dichtstange 36 erreicht, deren Querschnitt 37 nach außen durch einen Kreis begrenzt ist und die durch Nasen 52 oder Bohrungen 54 und/oder Zapfen 56 der Führungswalzen 44 in ihrer Lage zum Spalt gehalten wird.

Der Achsabstand A zweier benachbarter Drehkolben 10 in Figur 1 ergibt sich aus den gewählten Drehkolbenabmessungen R und r und Rautenwinkel Alpha und dem gewählten Dichtstangendurchmesser d und muß so groß sein, daß der kleinstmögliche gegenseitige Abstand E zweier Führungswalzen 44 eines Positionierteils 34 bei der Drehkolbenstellung mit  $\Phi = 45^\circ$  bzw. bei größter Spaltbreite S' genauso groß ist, wie der kleinstmögliche gegenseitige Abstand der Führungswalzen 44 bei der Drehkolbenstellung mit  $\Phi = 0^\circ$  bzw. bei kleinster Spaltbreite S'.

Das Ermitteln des zugehörigen Achsabstandes A kann durch zeichnerische oder rechnerische Iteration erfolgen. In einem praktischen Beispiel beträgt der große Radius R gleich 60 Millimeter, der kleine Radius r gleich 20 Millimeter, der große Rautenwinkel Alpha gleich  $100^\circ$  und der Dichtstangendurchmesser d gleich 7,5 Millimeter. Der ermittelte Achsabstand beträgt 89,2 Millimeter. Eine Rautenseite ist dabei immer so groß, wie die Differenz  $R - r$ , im angeführten Beispiel gleich 40 Millimeter, was sich auch aus der geometrischen Bedingung für tangentielle Übergänge an den Verbindungspunkten 26 der Kreisbögen 22,24 ergibt. Im angeführten Beispiel als auch in Figur 1 sind die Profilquerschnitte 46 der Führungswalzen 44 durch Kreisumfänge 48 begrenzt, die jeweils den gleichen Radius aufweisen wie die Dichtstangen 36. Bei der Drehkolbenstellung mit  $\Phi = 45^\circ$  und bei der Drehkolbenstellung mit  $\Phi = 0^\circ$  liegen die Mittelpunkte der Kreise, deren Umfänge 48 die Profilquerschnitte 46 der Führungswalzen 44 im Berührungsbereich mit den Drehkolben 10 begrenzen, auf den Mittelachsgeraden 42 der zugehörigen, an den Drehkolbenumfangsflächen 30 anliegenden Dichtstangen 36. Dieser geometrische Zusammenhang gilt auch, wenn die Radien der Kreisumfänge 48 von den Führungswalzenprofilquerschnitten 46 größer sind, als die Radien der Dichtstangenquerschnitte 37. Soll also der Drehkolben 10 im angeführten Beispiel mit den Radien  $R = 60$  Millimeter und  $r = 20$  Millimeter eine 4 Millimeter tiefe Nut 64 zur Führung von größeren Führungswalzen 44 mit breiteren Verbindungsteilen 50 bekommen, so muß der Radius des den Führungswalzenprofilquerschnitt 46

begrenzenden Kreisumfangs 48 zumindest im Berührungsbereich mit den Drehkolben 10 um 4 Millimeter größer sein als der Krümmungsradius der an den Drehkolbenumfangsflächen 30 anliegenden Dichtstangenoberflächen 74. Der Radius des den Führungswalzenprofilquerschnitt 46 begrenzenden Kreisumfangs 48 würde dann zumindest im Berührungsbereich mit den Drehkolben 10 den Wert 7,75 Millimeter annehmen. Aus fertigungstechnischen Gründen wird es meist sinnvoll sein, den Führungswalzenprofilquerschnitt in seinem Gesamtbereich durch den Kreisumfang 48 zu begrenzen. Eine sehr praktische Methode, den optimalen Achsabstand zwischen zwei benachbarten Drehkolben zu ermitteln, besteht in folgendem:

Zu den vorher ausgesuchten Werten der Radien  $R$  und  $r$  und dem Rautenwinkel  $\alpha$  dergestalt, daß sich eine gut ausgeprägte Drehkolbenkontur ergibt, wählt man einen Dichtstangendurchmesser im passenden Größenverhältnis.

Dann zeichnet man ein Drehkolbenpaar in T-Stellung ( $\Phi=0^\circ$ ), wobei die Spaltbreite  $S'$  zunächst gleich Null ist. Um die Drehkolbenstirnflächen zeichnet man jeweils eine umlaufende Linie in einem Abstand, der dem Dichtstangenradius entspricht, als geometrischen Ort für die Dichtstangenquerschnittsmittelpunkte. Über die so gezeichnete T-Stellung wird anschließend eine V-Stellung ( $\Phi=45^\circ$ ) gezeichnet. In der T-Stellung als auch in der V-Stellung schneiden sich die im Dichtstangenradiusabstand umlaufenden Linien in jeweils zwei Punkten, wobei der Punkteabstand in der V-Stellung zunächst größer ist als in der T-Stellung. Nun zieht man einen Drehkolben mit seiner darüber gezeichneten Ansicht in Richtung der Achsverbindungsline 86 schrittweise von seinem Gegenüber weg (Achsabstandsvergrößerung), bis der Punkteabstand in T-Stellung und V-Stellung gleich ist. Der dann vorhandene Achsabstand ist der optimale Achsabstand  $A$ . Dieses beschriebene Verfahren eignet sich besonders gut bei Verwendung computerunterstützter Zeichenanlagen (CAD-Geräte).

Im Ausführungsbeispiel nach den Figuren 1 bis 3b besteht jeder Dichtungssatz 32 aus zwei Positionierteilen 34 und einer Dichtstange 36. Dabei wird die Dichtstange 36 durch Zapfen 56 gehalten, die sich an jeweils einer der beiden Führungswalzen 44 eines Positionierteils 34 befinden und die in die Bohrungen 60 der Dichtstange 36 eingreifen. Dabei haben die Kreisumfangslänge 48 der Führungswalzenprofilquerschnitte 46 den gleichen Außendurchmesser wie die Dichtstangen 36. In Figur 2 ist der Verdrehwinkel  $\varphi = 22,5^\circ$ , in Figur 3a und Figur 3b ist der Verdrehwinkel  $\varphi = 0^\circ$ .

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 4a und Figur 4b wird ein Positionierteil 34 mit Führungswalzen 44, Zapfen 56 und Verbindungsteil 50 gezeigt, wie es in den Figuren 1 bis 3b verwendet wird.

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 5a und Figur 5b wird ein Dichtungssatz 32 im Längsschnitt gezeigt, bei dessen Positionierteilen 34 Nasen 52 zum Halten der

Dichtstange 36 angebracht sind.

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 6a und Figur 6b wird eine Dichtstange 36 mit Längsbohrung 60 gezeigt, die auf einer Führungswelle 62 drehbar gelagert ist. Die seitlichen Enden der Führungswelle 62 werden in Bohrungen 54 der Führungswalzen 44 gehalten.

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 7a und Figur 7b wird ein Dichtungssatz 32 gezeigt, der aus einem Positionierteil 34, zwei Führungswellen 62, zwei Dichtstangen 36 und zwei drehbar gelagerten Entlastungsrollen 88 besteht. Dabei stützt sich das Positionierteil 34 zusätzlich über die Entlastungsrollen 88 an den Drehkolbenumfangsflächen 30 ab und vermindert so die Reibung.

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 8a und Figur 8b wird ein Positionierteil 34 gezeigt, wie es in Figur 7a - Figur 7b und Figur 9a - Figur 9b verwendet wird. Dabei haben die über ein Verbindungsteil 50 verbundenen Führungswalzen 44 Bohrungen 54 zwecks Aufnahme von Führungswellen 62 oder Zapfen.

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 9a und Figur 9b wird ein Dichtungssatz 32 mit zwei einander gegenüberliegend parallelen Dichtstangen 36 gezeigt, wobei die Dichtstangen 36 durch angearbeitete Zapfen in den Bohrungen 54 der Führungswalzen 44 drehbar gelagert sind.

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 10a und Figur 10b wird ein Dichtungssatz 32 mit einer drehbar gelagerten Dichtstange 36 und einem Positionierteil 34 gezeigt, dessen Führungswalzen 44 in Nuten 64 geführt werden, die in die Drehkolbenumfangsflächen 30 mit überall gleicher Tiefe eingearbeitet sind. Figur 10a und Figur 10b sind mit den Werten des praktischen Ausführungsbeispiels im Maßstab 1:1 gezeichnet.

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 11a und Figur 11b, das bis auf die drehbar gelagerten Entlastungsrollen 88 wie in Figur 10a und Figur 10b aufgebaut ist, ergeben sich die Vorteile verringerter Reibung wie im Ausführungsbeispiel nach Figur 7a und Figur 7b.

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 12a und 12b wird ein Dichtungssatz 32 gezeigt, der ähnlich aufgebaut ist wie in Figur 10a und Figur 10b, aber mit zwei Dichtstangen 36 und Ausrundungen 80 im Nutgrund 68. Auch die Führungswalzen 44 haben entsprechend passende Rundungen.

In den Figuren 10a bis 12b haben die jeweiligen Nuten 64 in ihrem Verlauf überall gleiches Querschnittsprofil 76.

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 13a und Figur 13b wird ein Dichtungssatz 32 mit zwei drehbar gelagerten Dichtstangen 36 und zwei Positionierteilen 34 gezeigt, deren Führungswalzen 44 in Stufen 66 geführt werden, die an den Drehkolbenstirnflächen 12 angebracht sind. Dabei weisen die Stufen 66 im Stufengrund 70 Ausrundungen 82 auf, was insbesondere die Herstellung im Fertigungsprozeß erleichtert. Entsprechend passende Rundungen haben auch die Führungswalzen 44.

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 14a und Figur

14b wird ein Dichtungssatz 32 gezeigt, der ähnlich wie in Figur 13a und Figur 13b aufgebaut ist, der aber drehbare Dichtstangen 36 mit Längsbohrungen 60 aufweist, in denen Führungswellen 62 gelagert sind, deren Enden in Bohrungen 54 der Führungswalzen 44 gehalten werden.

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 15a und Figur 15b wird ein Dichtungssatz 32 gezeigt, der ähnlich wie in Figur 13a und Figur 13b aufgebaut ist, dessen Dichtstangen 36 aber in den Führungswalzen 44 rollengelagert sind, wobei die Rollenlagerung durch Dichtscheiben 58 abgedichtet ist und die Stufen 66 keine Ausrundungen 88 aufweisen. In den Figuren 13a bis 15b haben die jeweiligen Stufen 66 in ihrem Verlauf überall gleiches Querschnittsprofil 78.

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 16a und Figur 16b wird ein Dichtungssatz 32 gezeigt, dessen Dichtstangen 36 auf den Führungswalzen 44 drehbar gelagert sind. Die Dichtstangen 36 haben somit einen größeren Außendurchmesser  $d$  als die Kreisumfänge 48, welche die Profilquerschnitte 46 der Führungswalzen 44 begrenzen. Im Betrieb rollen die Dichtstangen 36 auf dem Nutgrund 68 den in den Drehkolben 10 eingearbeiteten Nut 64 ab. Durch den vergrößerten Dichtstangenaußendurchmesser  $d$  wird die Betriebsdrehzahl der Dichtstangen 36 vorteilhaft vermindert und deren Verschleißfläche vergrößert.

Im Ausführungsbeispiel nach Figur 17a und Figur 17b wird ebenfalls ein Dichtungssatz 32 gezeigt, dessen auf den Führungswalzen 44 drehgelagerte Dichtstangen größere Außendurchmesser  $d$  aufweisen als die Kreisumfänge 48 der Führungswalzenprofilquerschnitte 46, wobei die jeweilige axiale Länge der Dichtstangen 36 kleiner ist als deren Außendurchmesser  $d$ . Gegenüber Fig. 16a und Fig. 16b wird hierdurch eine vorteilhafte Verringerung der beweglichen Massen erreicht.

## Patentansprüche

### 1. Rotationskolbenmaschine

A. mit einer in einem gasdichten Innenraum (4) eines Gehäuses (6) untergebrachten Kolbenanordnung (8), die aus mindestens vier einzelnen Drehkolben (10) aufgebaut ist, welche untereinander im wesentlichen gleich gestaltet sind, die miteinander fluchtend angeordnete Stirnflächen (12) haben, die mit ihnen jeweils zugeordneten, im Gehäuse (6) drehgelagerten, durch ihre geometrische Mittelachsen (14) verlaufenden und über ein Getriebe miteinander dreh synchronisierten Wellen (16) drehfest verbunden sind, mit denen sie im gleichen Drehsinn (18) um ihre geometrische Mittelachse (14), die senkrecht zu ihren Stirnflächen und/oder Querschnitten (20) stehen, drehbar sind, die als gerade Zylinder ausgebildet sind, deren zu den Drehkolbenstirnflächen (12) par-

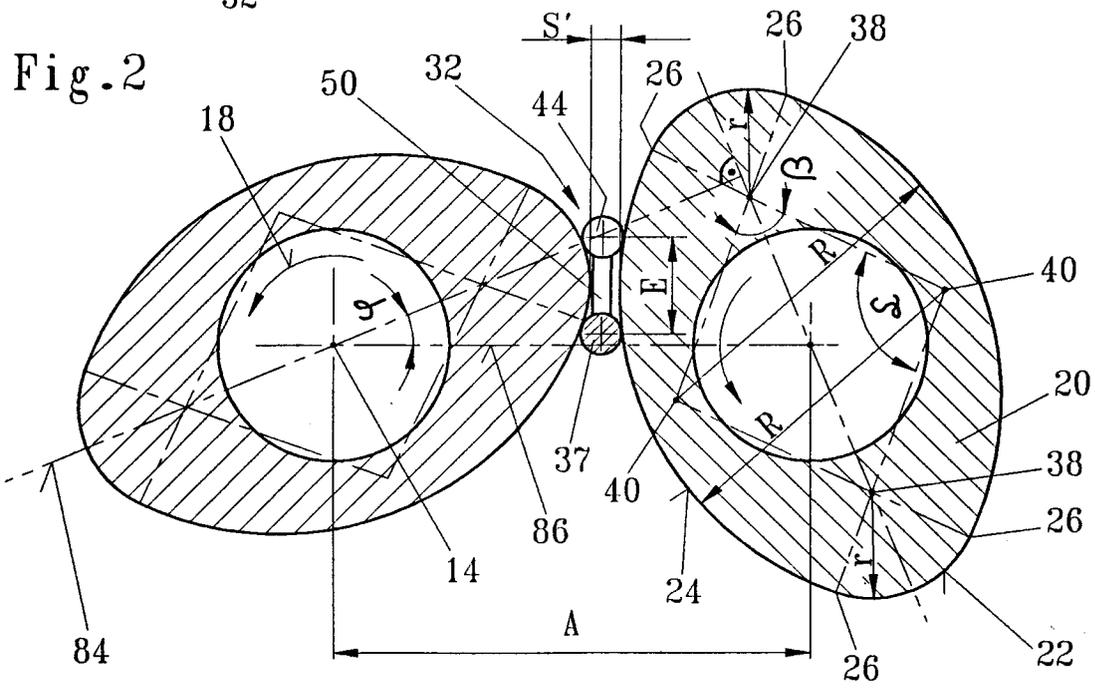
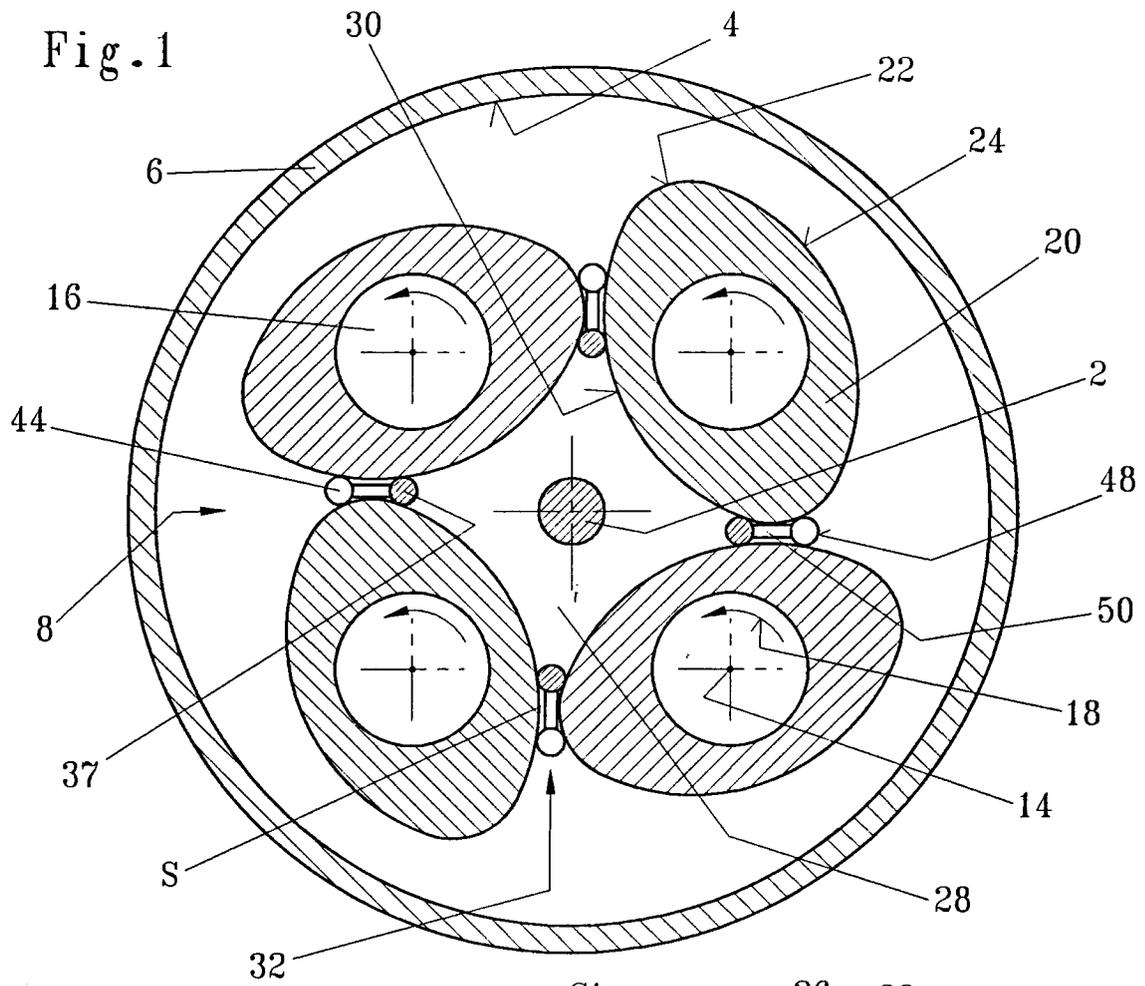
allele Querschnitte (20) jeweils von vier Kreisbögen (22,24) mit zwei unterschiedlichen Radien  $r$ ,  $R$  begrenzt sind, von denen die Kreisbogenstücke mit gleichem Radius  $r$  bzw.  $R$  untereinander jeweils gleiche Bogenlänge haben und abwechselnd an Verbindungspunkten (26) aneinandergesetzt sind, an denen sie tangential ineinander übergehen und die einen inneren Arbeitsraum (28) seitlich durch ihre gekrümmten Umfangsflächen (30) begrenzen, wobei zwischen benachbarten Drehkolben (10) in jeder Position ein Spalt  $S$  mit einer sich periodisch ändernden Breite  $S'$  vorliegt,

B. und mit Dichtungssätzen (32) aus Positionierteilen (34) und Dichtstangen (36), wobei jedem Spalt  $S$  ein Dichtungssatz (32) zugeordnet ist, der jeweils mindestens eine Dichtstange (36) aufweist, die eine Querschnittsbreite hat, die größer ist als die Breite  $S'$  des Spaltes  $S$  und die durch mindestens ein Positionierteil (34), daß zwischen zwei benachbarten Drehkolben (10) hindurchgreift, in ihrer Lage zum Spalt  $S$  gehalten wird und die eine Länge aufweist, die maximal der Länge der Drehkolben (10) entspricht, dadurch gekennzeichnet,

daß die Mittelpunkte der den Querschnitt (20) eines Drehkolbens (10) begrenzenden Kreisbögen (22,24) mit den Radien  $r$  und  $R$  auf den Eckpunkten (38,40) einer Raute liegen und daß die Mittelpunkte der größeren Kreisbögen (24) den Eckpunkten (40) mit den größeren Rautenwinkeln zugeordnet sind, wobei die größeren Rautenwinkel  $\alpha$  ( $\alpha$ ) um  $5^\circ$  bis  $50^\circ$  größer sind als die kleineren Rautenwinkel  $\beta$  ( $\beta$ ) und daß die Dichtstangen (36) in jedem ihrer senkrecht zu ihren Längsachsen (42) angeordneten Querschnitten (37) Querschnittflächen aufweisen, die nach außen durch einen Kreis begrenzt sind und daß die Dichtstangen (36) um ihre Längsachse (42) frei drehbar sind.

2. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Positionierteil (34) zwei einander gegenüberliegend parallele Führungswalzen (44) aufweist, mit denen es sich an zwei benachbarten Drehkolben (10) abstützt und die über mindestens ein Verbindungsteil (50) miteinander verbunden sind.
3. Rotationskolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der den Drehkolbenquerschnitten (20) und Dichtstangenquerschnitten parallele Profilquerschnitt (46) einer Führungswalze (44) zumindest im Berührungsbereich mit den Drehkolben (10) durch den Umfang (48) eines Kreises begrenzt ist, des-

- sen Durchmesser den eins- bis vierfachen Wert des Dichtstangenaußendurchmessers  $d$  aufweist.
4. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungswalzen (44) Nasen (52) oder Bohrungen (54) und/oder Zapfen (56) aufweisen, mit denen die Dicht-(36) in ihrer Lage zum Spalt  $S$  gehalten werden. 5 10
5. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Dichtungssatz (32) mindestens zwei zueinander parallele Dichtstangen (36) mit einander gleichen Außendurchmessern  $d$  aufweist. 15
6. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungswalzen (44) durch an den Drehkolben (10) befindlichen Nuten (64) und/oder drehkolbenstirnseitigen Stufen (66) geführt werden und sich auf dem Nutgrund (68) und/oder Stufengrund (70) abstützen. 20 25
7. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die an den Drehkolben (10) befindlichen Nuten (64) und/oder Stufen (66) in ihrem Verlauf überall gleiches Querschnittsprofil (76,78) haben. 30
8. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die an den Drehkolben befindlichen Nuten (64) und/oder Stufengrund (70) Ausrundungen (80,82) haben. 35 40
9. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite (72) des Verbindungsteils (50) das 0,2-fache bis 3-fache des Dichtstangenaußendurchmessers  $d$  beträgt. 45
10. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtstangen (36) in den Führungswalzen (44) der Positionierteile (34) rollengelagert sind. 50
11. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtstangen (36) Längsbohrungen (60) aufweisen, in denen Führungswellen (62) oder Zapfen (56) gelagert sind, die von den Führungswalzen (44) gehalten werden. 55
12. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine der beiden Führungswalzen (44) eines Positionierteiles (34) Entlastungsrollen (88) aufweist, mit denen sich das Positionierteil zusätzlich auf den Drehkolbenumfangsflächen (30) abstützt, wobei die Außendurchmesser der Entlastungsrollen gleich groß mit den Außendurchmessern  $d$  der Dichtstangen sind. 10
13. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 2, 5, 7 bis 9 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtstangenaußendurchmesser  $d$  größer sind als die Durchmesser der Kreisumfänge (48) am Profilquerschnitt (46) der Führungswalzen (44) im Berührungsbereich mit den Drehkolben (10). 15
14. Rotationskolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 2, 5, 7 bis 9, 11 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Länge einer Dichtstange den 0,2 bis 40-fachen Wert des Dichtstangenaußendurchmessers  $d$  aufweist. 20



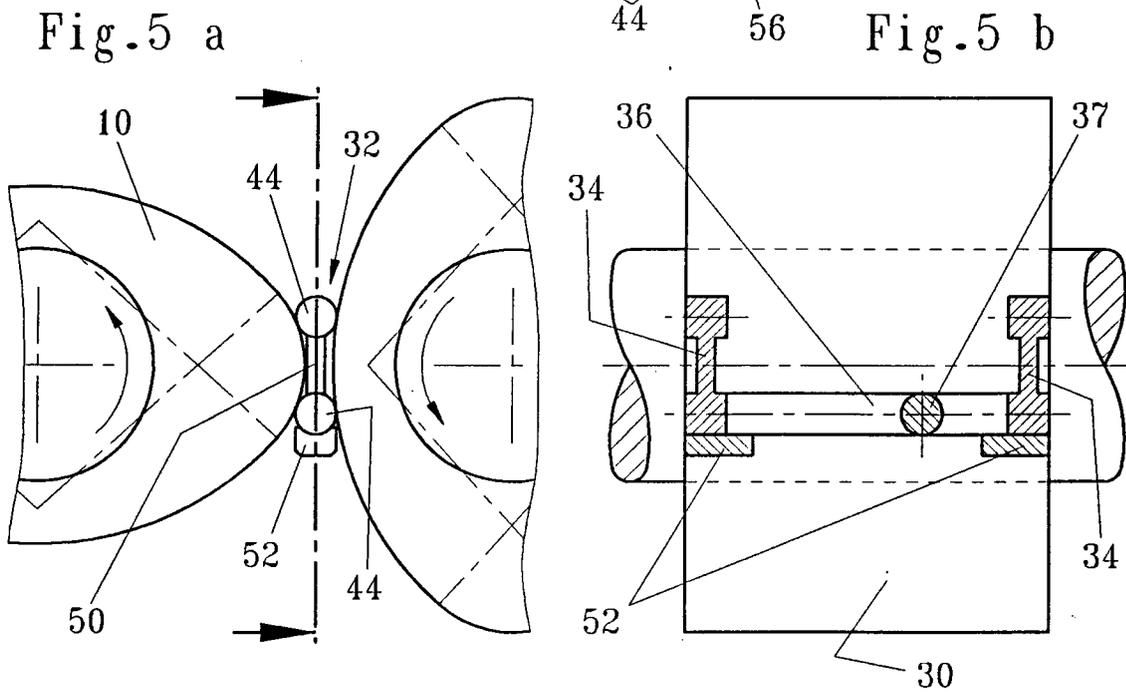
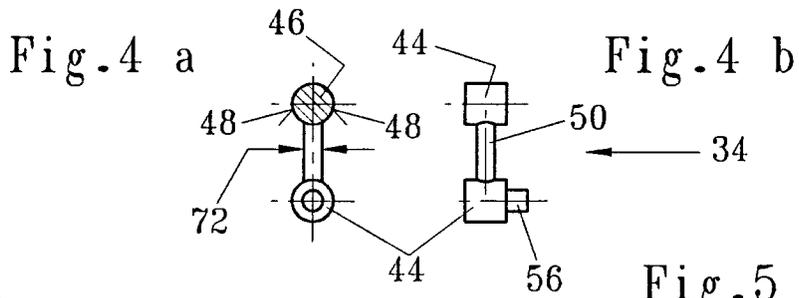
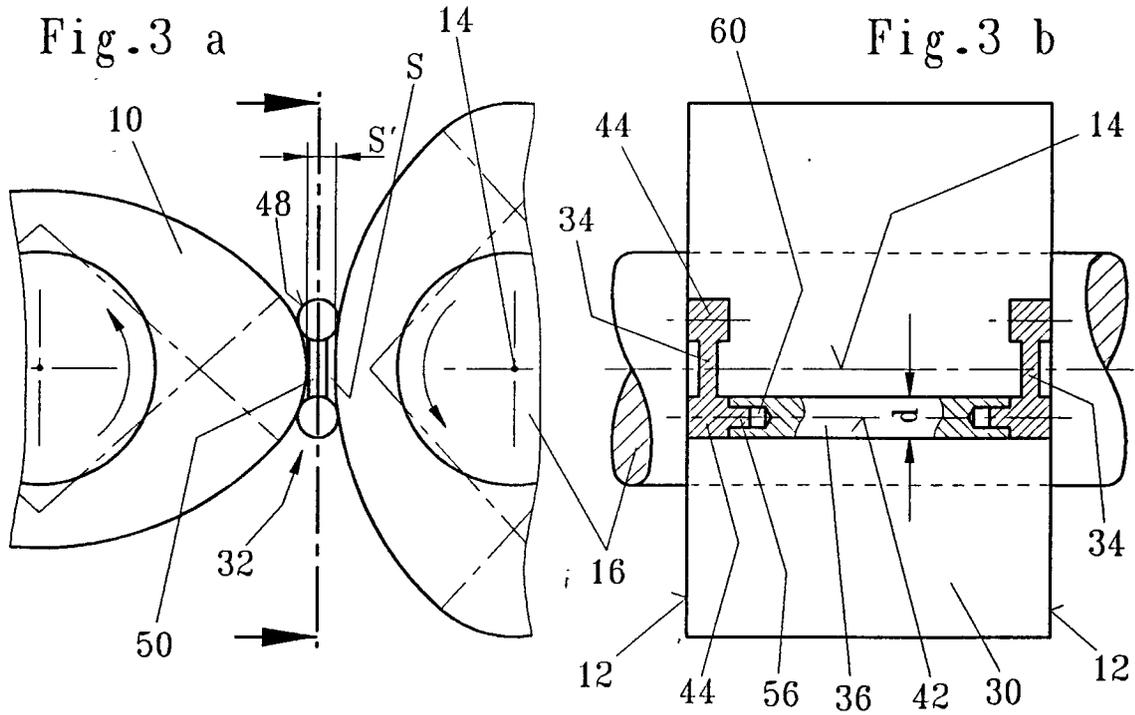


Fig.6 a

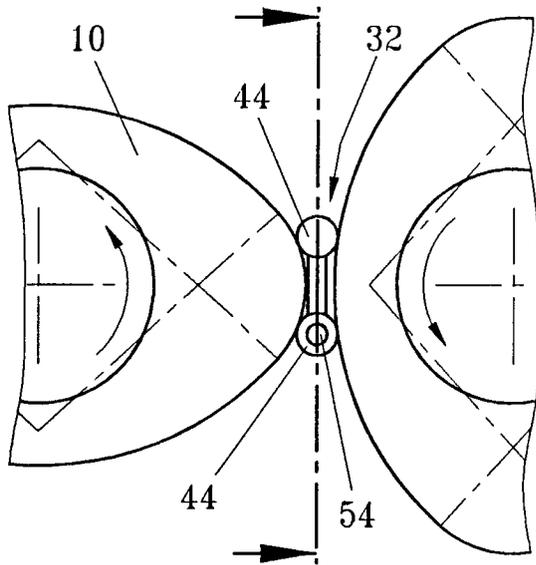


Fig.6 b

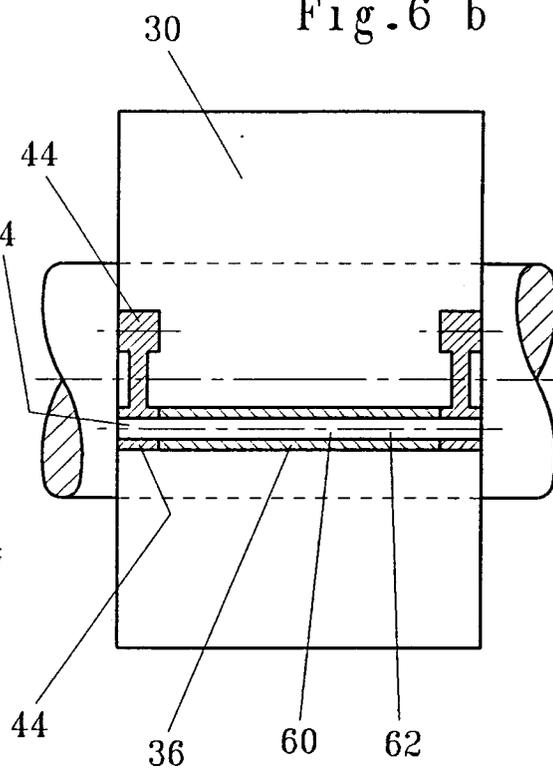


Fig.7 a

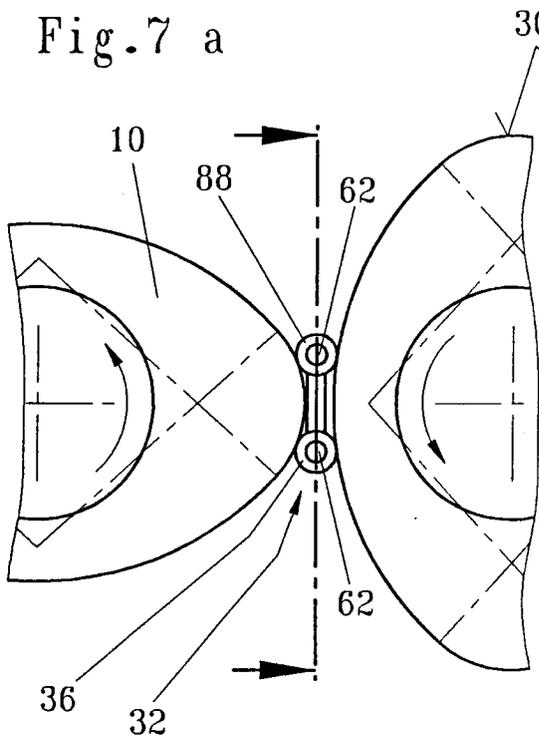


Fig.7 b

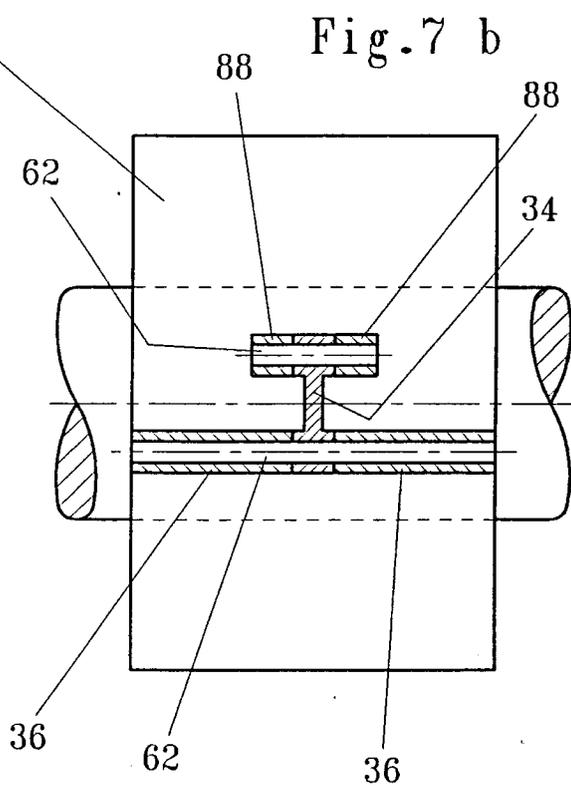


Fig. 8 a

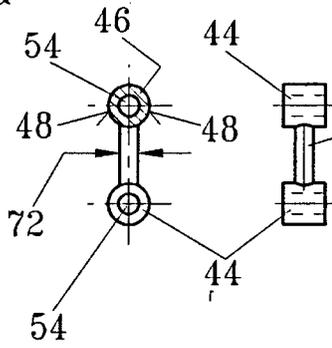


Fig. 8 b



Fig. 9 a

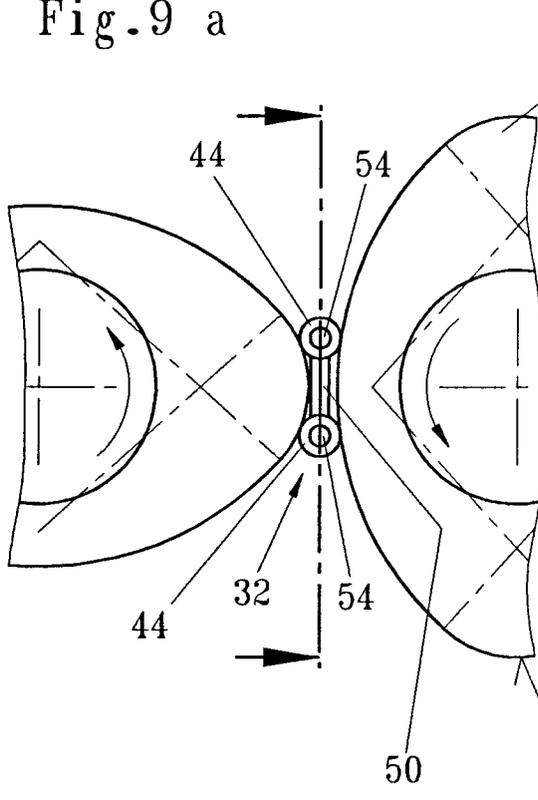


Fig. 9 b

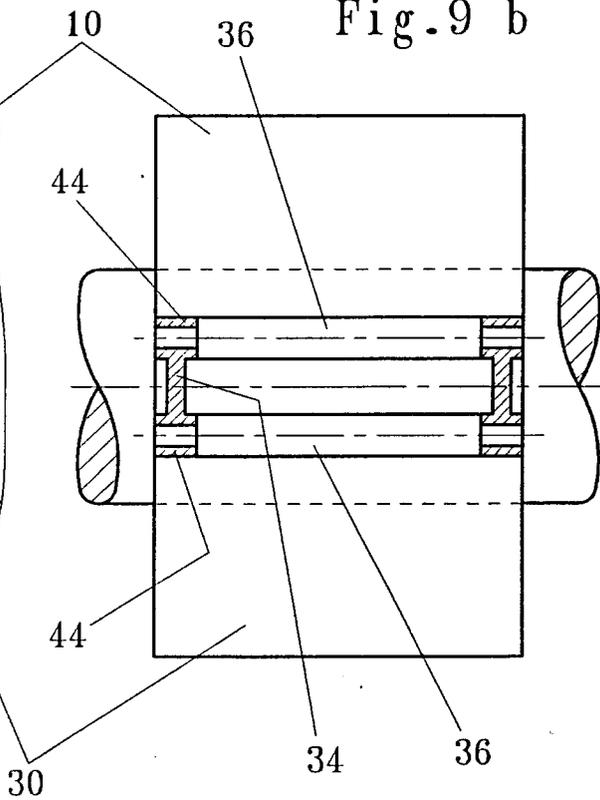


Fig. 10 a

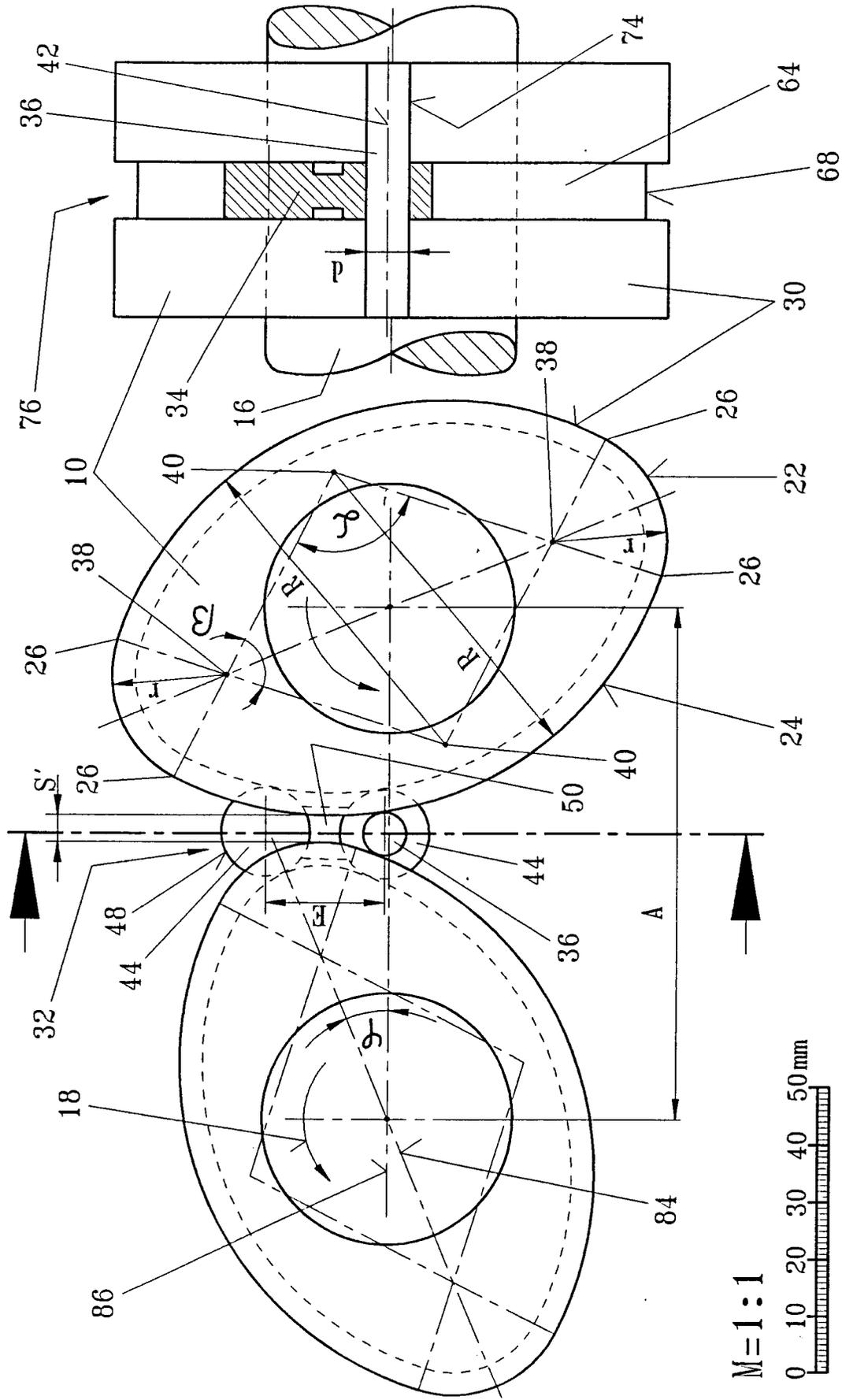


Fig.11 a

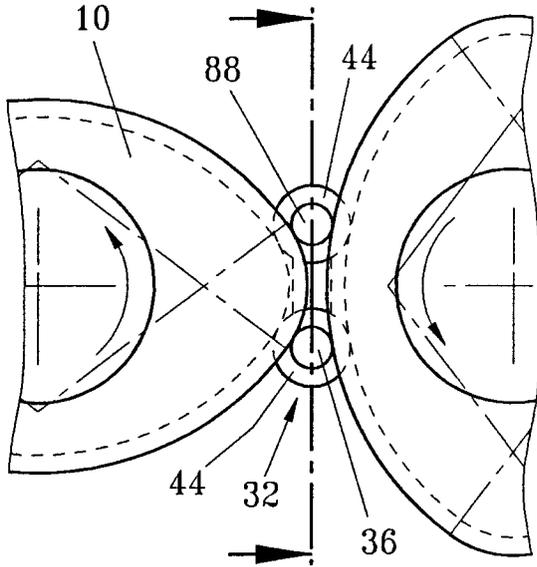


Fig.11 b

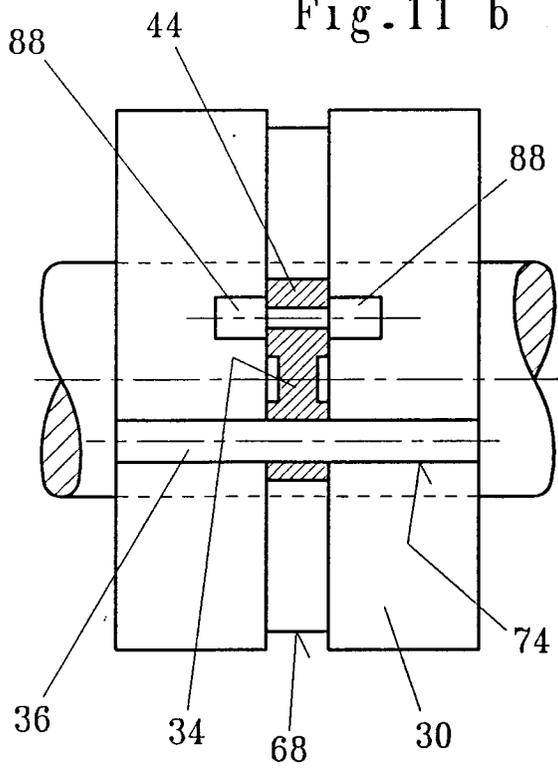


Fig.12 a

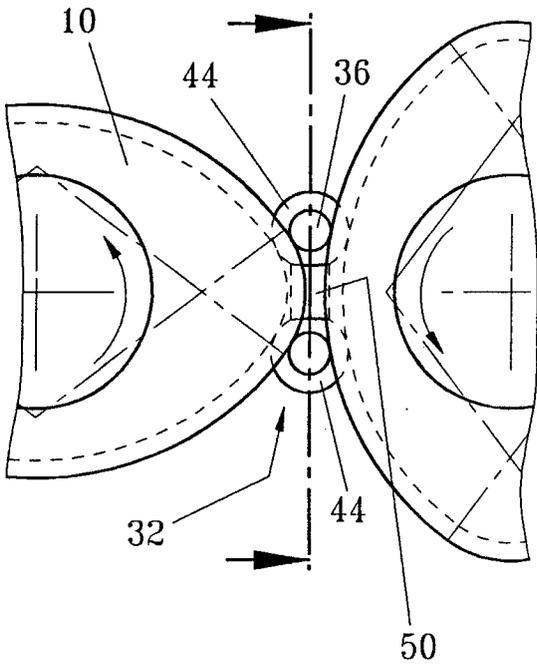


Fig.12 b

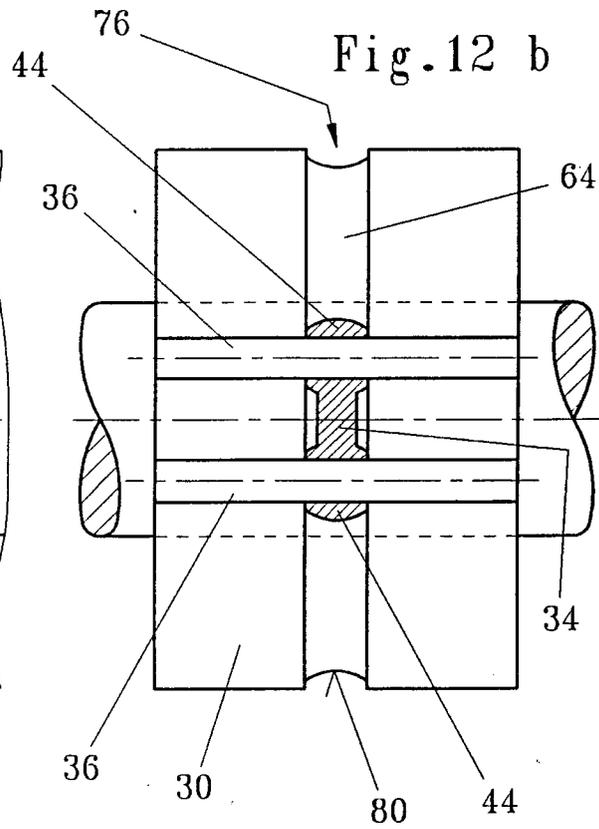


Fig.13 a

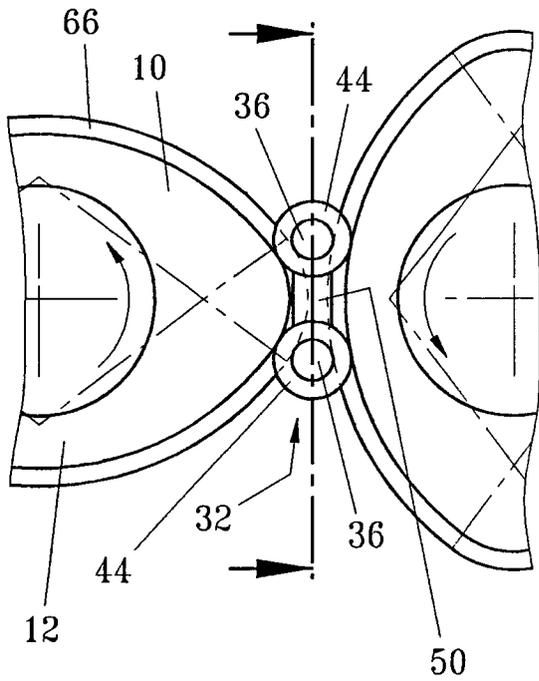


Fig.13 b

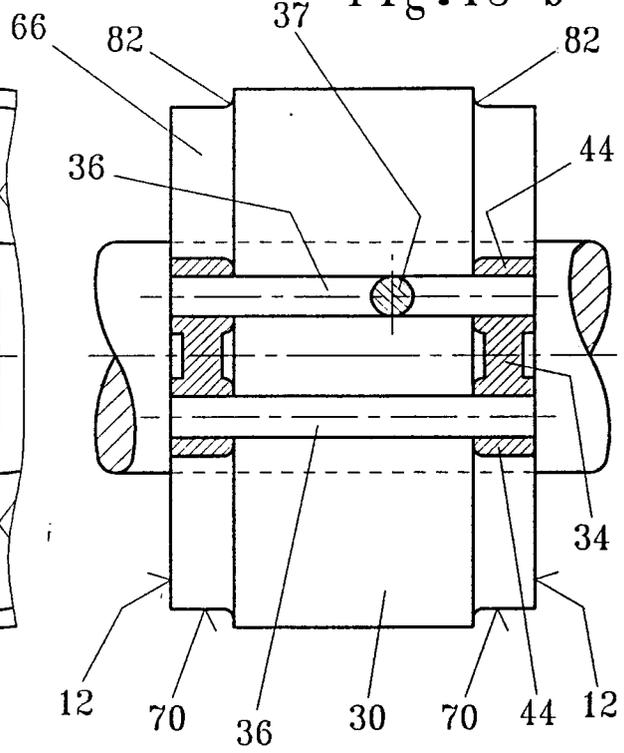


Fig.14 a

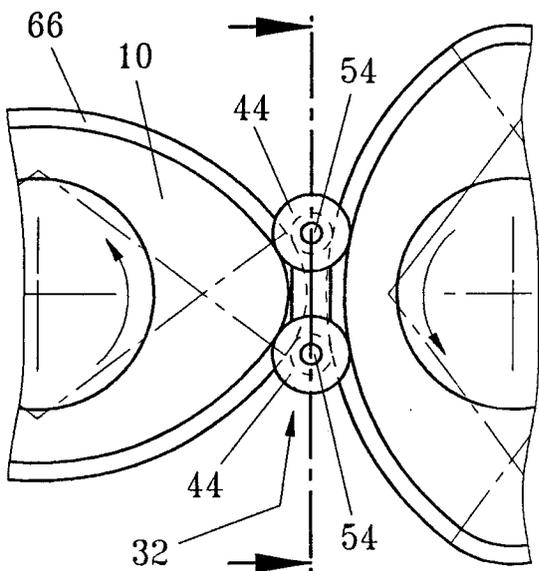
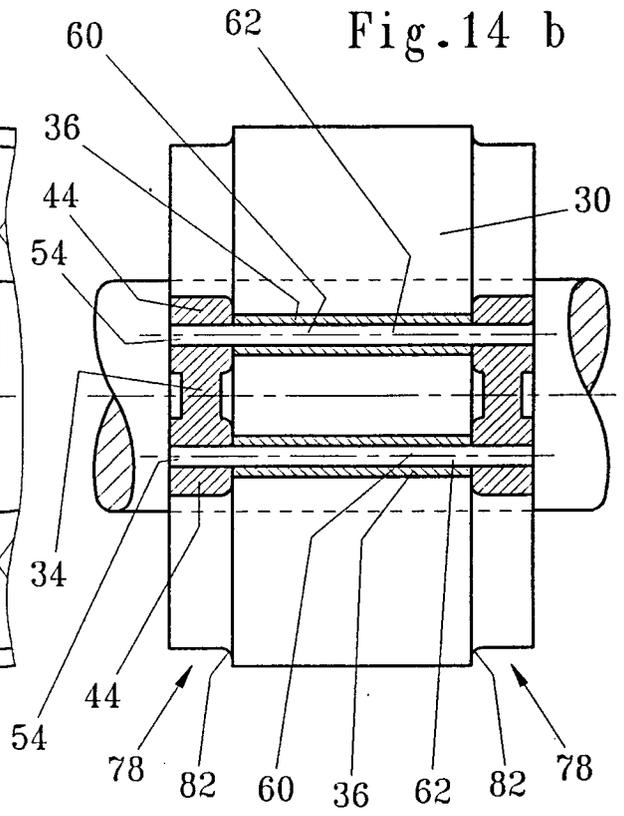
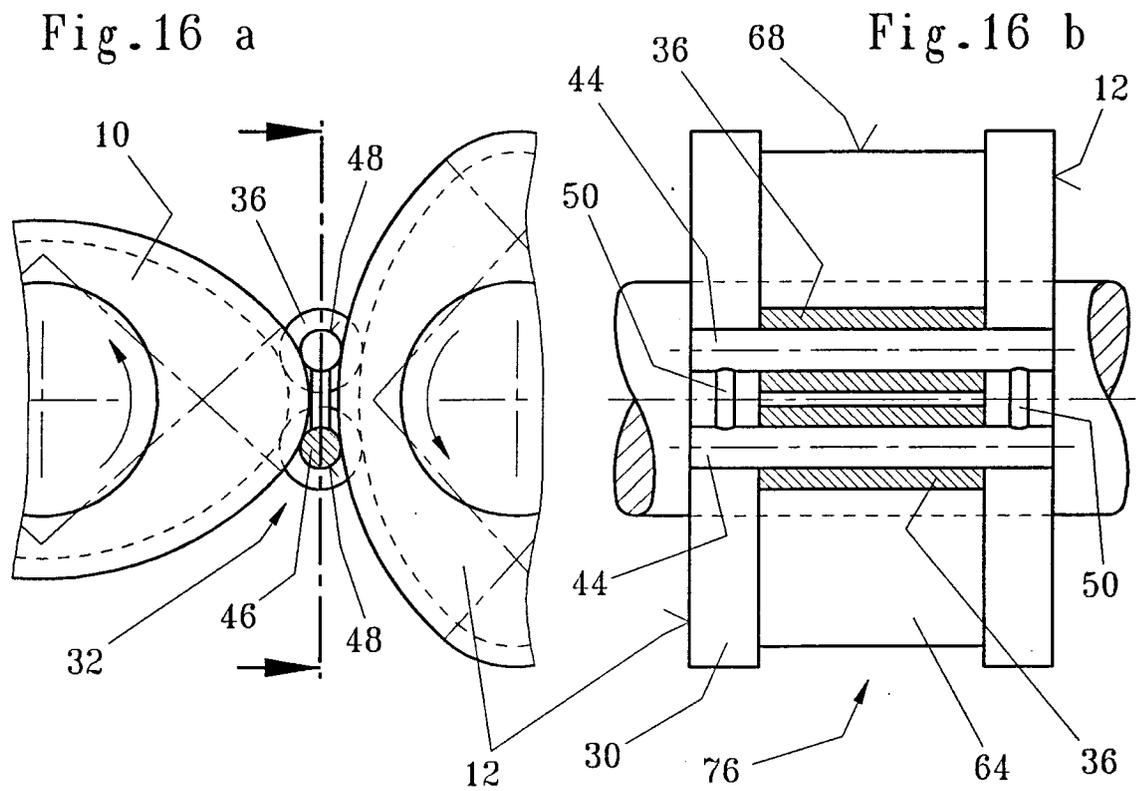
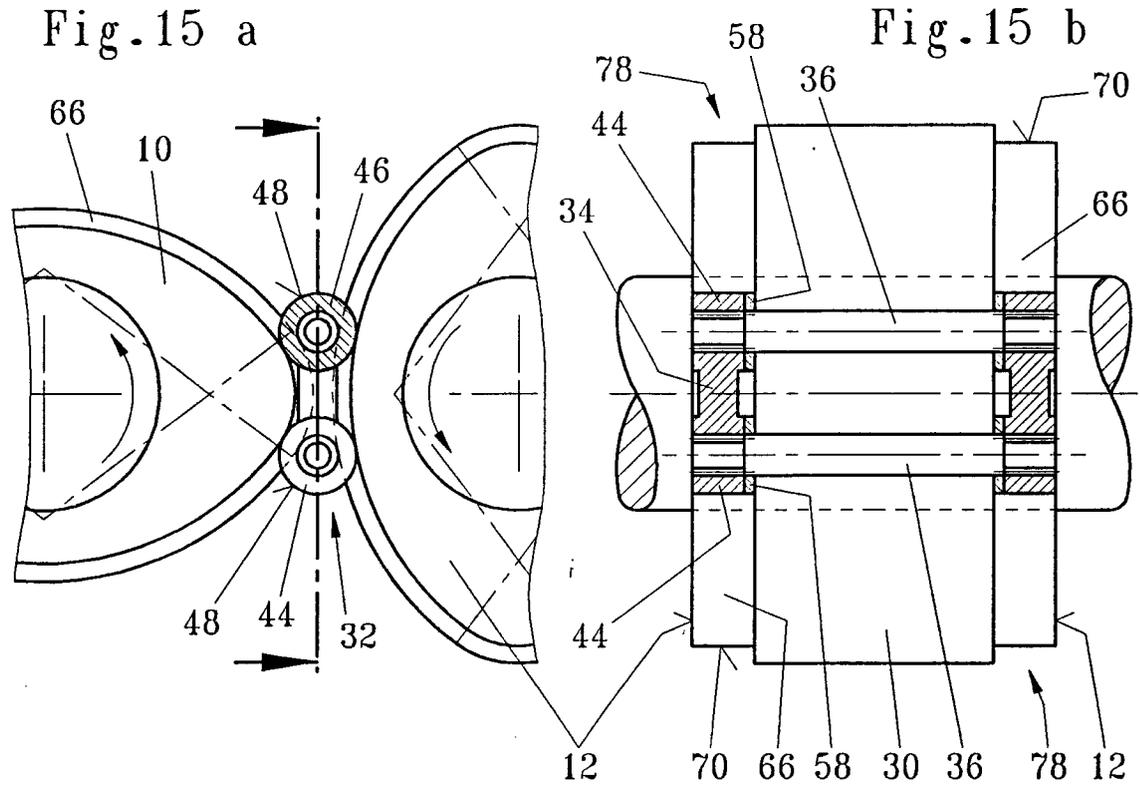
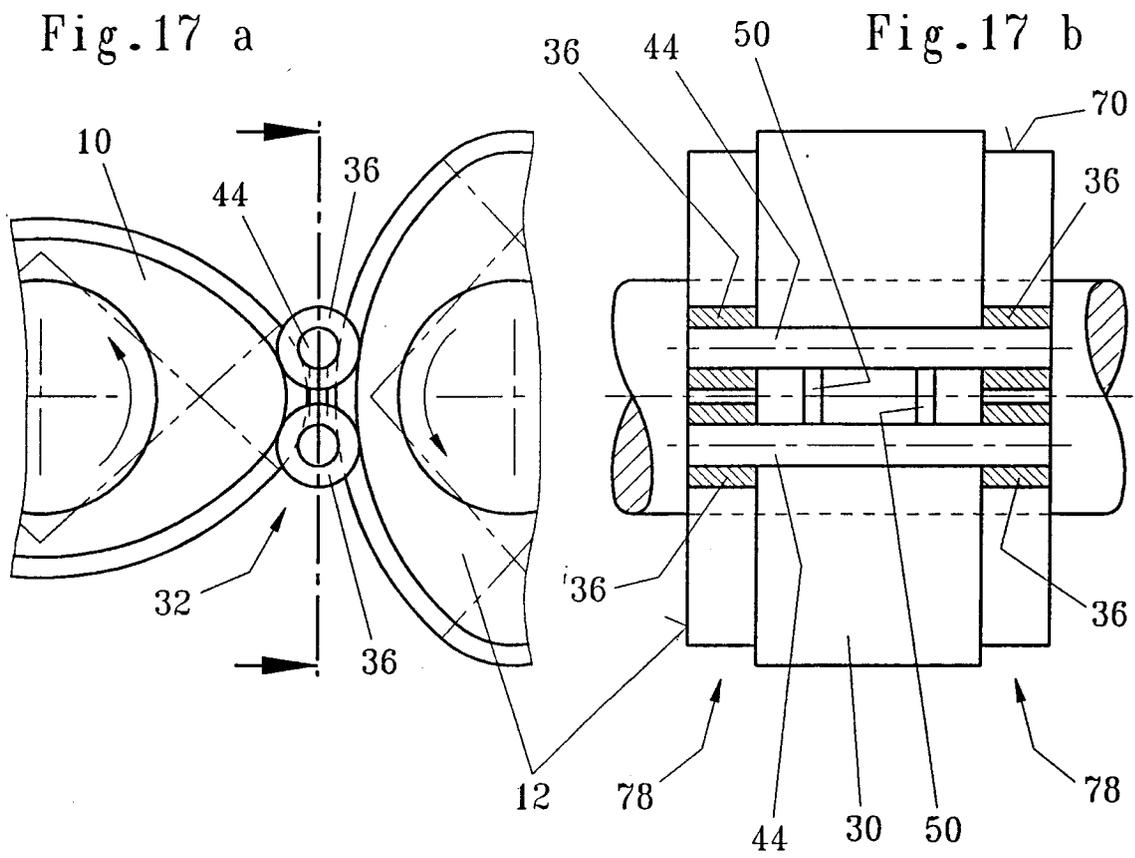


Fig.14 b









Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 10 0099

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US 1 349 882 A (HOMAN) * das ganze Dokument *	1	F01C1/28
A	US 4 934 325 A (SNYDER) * das ganze Dokument *	1	
D,A	US 3 809 026 A (SNYDER) * das ganze Dokument *	1	
D,A	WO 88 05119 A (DENSCH) * das ganze Dokument *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F01C
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	4. April 1997	Dimitroulas, P	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)