

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 86109611.3

51 Int. Cl.4: F01C 1/10 , F01C 21/08

22 Anmeldetag: 14.07.86

30 Priorität: 20.09.85 CH 4091/85

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
15.04.87 Patentblatt 87/16

84 Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE DE FR GB IT NL SE

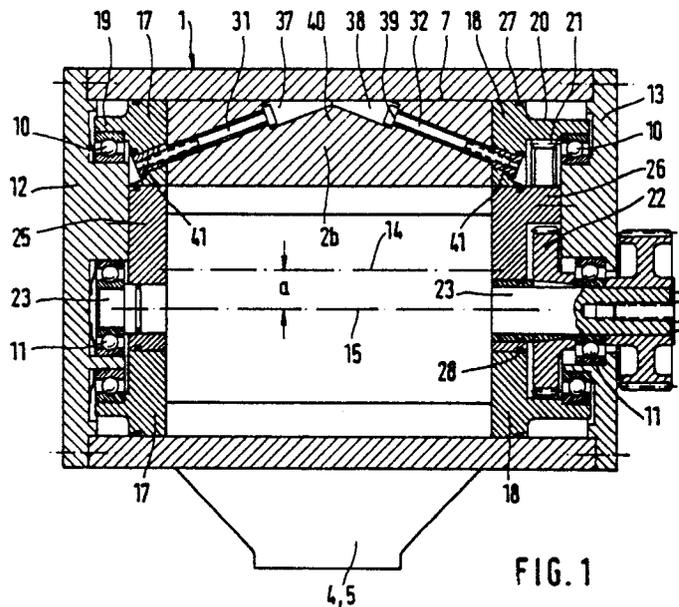
71 Anmelder: **Wankel, Felix, Dr. h.c.**  
**Fraunhoferstrasse 10**  
**D-8990 Lindau(DE)**

72 Erfinder: **Wankel, Felix, Dr. h.c.**  
**Fraunhoferstrasse 10**  
**D-8990 Lindau(DE)**

7A Vertreter: **Quehl, Horst M., Dipl.-Ing.**  
**Glattalstrasse 37**  
**CH-8052 Zürich(CH)**

54 **Innenachsige Drehkolbenmaschine.**

57 Die Eingriffsteile (2b) des Aussenläufers einer Drehkolbenmaschine sind durch Spannschrauben - (31,32) verstärkt, die sich im spitzen Winkel parallel zur Längsachse dieser Eingriffsteile (2b) seitlich nach aussen zu den Seitenteilen (17,18) des Aussenläufers hin erstrecken. Die damit verhinderte Ausbiegung der Eingriffsteile (2b) aufgrund von Zentrifugalkräften ermöglicht hohe Drehgeschwindigkeiten bei engen Dichtspalten zwischen dem Aussen- und Innenläufer und gegenüber dem Maschinengehäuse (1).



EP 0 218 016 A1

## Innenachsige Drehkolbenmaschine

Die Erfindung betrifft eine innenachsige Drehkolbenmaschine gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Innenachsige Drehkolbenmaschinen haben neben dem Vorteil der Rotation ihrer Läufer um feststehende Achsen den weiteren Vorteil, dass der Aussenläufer die Ein- und Auslasskanäle der Maschine ventilartig absteuern kann, indem seine Umfangsflächen sich in dichtspaltbildendem geringem Abstand an der Gehäuseinnenfläche entlang bewegen. Dabei sind verhältnismässig grosse Durchströmungsquerschnitte möglich. Entsprechend sind solche Maschinen an sich für sehr hohe Drehgeschwindigkeiten von z.B. 40 000 bis 50 000 U/min geeignet, jedoch lassen bekannte Konstruktionen aufgrund der dabei auftretenden Durchbiegung der Eingriffsteile des Aussenläufers nur eine axial kurze Bauweise der Maschine und Formveränderungen berücksichtigende grosse Dichtspalte zu, um ein Anlaufen des Aussenläufers an der Gehäuseinnenfläche zu verhindern. Die Durchsatzmenge der bekannten Maschinen ist entsprechend gering, und grosse bzw. breite Dichtspalte führen zu einem schlechten Wirkungsgrad. Zusätzlich wirken sich auch Formveränderungen aufgrund von Wärmedehnungen nachteilig aus, da auch diese durch ausreichend breite Dichtspalte berücksichtigt werden müssen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die genannten Nachteile zu vermeiden und eine Drehkolbenmaschine zu finden, die bei hohem Durchsatzvolumen und kompakter Bauweise hohe Drehgeschwindigkeiten bei engen Dichtspalten und damit einen verbesserten Wirkungsgrad ermöglicht. Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt aufgrund der Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der folgenden Beschreibung von zeichnerisch dargestellten Ausführungsbeispielen zu entnehmen und bilden Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Es zeigen:

Fig.1 und 2 einen Axial- und Radialschnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen innenachsigen Drehkolbenmaschine,

Fig.3 einen axialen Teilquerschnitt durch eine zweite Ausführungsform eines Aussenläufers einer erfindungsgemässen Drehkolbenmaschine,

Fig.4 einen Radialschnitt durch ein Eingriffsteil des Aussenläufers nach Fig.3 entlang der Linie IV-IV der Fig.3,

Fig.5 einen axialen Teilquerschnitt durch den Aussenläufer einer dritten Ausführungsform einer erfindungsgemässen Drehkolbenmaschine,

Fig.6 einen Radialquerschnitt durch ein Eingriffsteil des Aussenläufers nach Fig.5 und

Fig.7 einen axialen Teilquerschnitt durch den Aussenläufer einer vierten Ausführungsform einer erfindungsgemässen Drehkolbenmaschine.

In Fig.1 und 2 ist ein Typ einer innenachsigen Drehkolbenmaschine dargestellt, der in der nicht vorherveröffentlichten DE-A-3 432 915 des gleichen Anmelders näher beschrieben ist. Andere Ausführungsformen sind in der Literatur vielfach beschrieben. Der prinzipielle Aufbau und andere Ausführungsformen lassen sich beispielsweise dem Buch "Einteilung der Rotationskolbenmaschinen" - (1963, Deutsche Verlags-Anstalt GmbH Stuttgart) bzw. "Rotary Piston Machines" (London, Illiffe, 1965) entnehmen.

Die dargestellte Maschine hat ein Drehzahlverhältnis zwischen dem Aussenläufer 2 und dem Innenläufer 3 von 2:3, so dass am Aussenläufer drei Eingriffsteile 2a,2b,2c und am Innenläufer zwei Eingriffsteile 3a,3b vorgesehen sind. Das Maschinengehäuse 1 hat an seinem Umfang einen Einlasskanal 4 und einen Auslasskanal 5, die durch den dichtspaltnahen Vorbeilauf der äusseren Umfangsfläche 7 der Eingriffsteile 2a,2b,2c entlang eines Teiles 8 der Gehäuseinnenfläche gegeneinander abgedichtet sind. Dabei ist es erforderlich, dass der sich entlang dieses Flächenteiles 8 des Gehäuses 1 erstreckende Dichtspalt in Umfangsrichtung länger ist als ein Eingriffsraum bzw. Arbeitsraum 9 zwischen den Eingriffsteilen 2a,2b,2c. Der Wirkungsgrad der Maschine ist stark beeinflusst von der Qualität der Abdichtung entlang dieses Flächenteiles 8 des Gehäuses, so dass ein möglichst enger Dichtspalt dort und selbstverständlich auch zwischen beiden Läufern 2,3 anzustreben ist. Wie sich aus der folgenden Beschreibung ergibt, lässt sich aufgrund der Erfindung dieser Dichtspalt ohne Vergrösserung der Reibungsverluste an diesem Flächenteil 8 und zwischen den Läufern 2,3 wesentlich enger ausführen.

Die Lagerung der Läufer 2,3 erfolgt durch Wälzlager 10,11, die sich an Seitenplatten 12,13 des Gehäuses 1 abstützen. Aufgrund des Abstandes a zwischen den geometrischen Achsen 14,15 hat das innere Wälzlager 11 des Innenläufers 3 eine radial versetzte Position innerhalb des umschliessenden äusseren Wälzlagers 10 des Aussenläufers 2. Für die Lagerung des Aussenläufers 2 sind an dessen Seitenteilen 17,18 Naben 19,20 angeformt, die die Wälzlager 10 einschliessen. Ausserdem bildet ein Teil einer dieser Naben 20 ein Hohlzahnrad 21, mit dem ein Stirnzahnrad 22 kämmt, das auf die Welle 23 des Innenläufers 3 aufgesetzt ist.

Die Seitenteile 17,18 des Aussenläufers 2 verbinden dessen drei Eingriffsteile 2a,2b,2c miteinander und dichten dabei zusammen mit je einem mit den Gehäuseseitenplatten 12,13 fest verbundenen Dichtkörper 25,26 die Arbeitsräume 9 der Maschine in axialer Richtung ab. Entsprechend haben diese Seitenteile 17,18 des Aussenläufers 2 die Form von Kreisringen, die radial aussen und radial innen je eine Radialdichtung 27,28 aufweisen. Die Seitenteile 17,18 des Aussenläufers können mit den Eingriffsteilen 2a,2b,2c in einem Stück gegossen sein oder auch nachträglich mit diesen z.B. durch Schrauben oder andere Verbindungsmittel verbunden sein.

Wie der Querschnittsdarstellung der Maschine in Fig.1 und den Axialschnitten eines Teiles des Aussenläufers 2 gemäss den Fig. 3,5 und 7 am besten zu entnehmen ist, erstrecken sich gemäss der Erfindung strang- oder stabartige langgestreckte Verstärkungsteile 31,32; 33 bis 36; 37,38; 39 vom axial mittleren Bereich 40 jedes Eingriffsteils 2a,2b,2c des Aussenläufers schräg nach aussen in Richtung zu den axialen Enden des Aussenläufers 2 bzw. zu dessen Seitenteilen 17,18 hin, so dass sie die Ausbiegung der Eingriffsteile 2a,2b,2c aufgrund von Zentrifugalkräften stark verringern.

Entsprechend den Ausführungsbeispielen der Fig.1 bis 4 bestehen die Verstärkungsteile 31,32 bzw. 33 bis 36 aus Spannschrauben, die sich durch schräg gerichtete Bohrungen 37,38 erstrecken, die bis in die Seitenteile 17,18 hinein verlaufen. Dabei ist der Schraubenkopf 39 am Eingriffsteil 2a,2b,2c verankert und die zur Schraube gehörende Mutter 41 am Seitenteil 17,18 oder umgekehrt. Die Spannschrauben 31,32 bzw. 33 bis 36 bestehen aus hochfestem Stahl und stehen unter wesentlicher Vorspannung, indem die Schraubenmuttern 40 mit entsprechendem Drehmoment angezogen sind. Der Elastizitätsmodul der Spannschrauben ist hierfür wesentlich höher als derjenige des Materials der Eingriffsteile 2a,2b,2c. Die Zentrifugalkraft ist bestrebt, die Eingriffsteile in ihrem mittleren Bereich 40 radial nach aussen zu biegen, während die Spannschrauben durch ihren Verlauf von diesem Bereich aus schräg radial nach innen zu den Seitenteilen hin, dieser Ausbiegung entgegen wirken. Wie das Ausführungsbeispiel nach Fig.3 und 4 zeigt, können auch jeweils zwei radial übereinander angeordnete Spannschrauben 33,34;35,36 vorgesehen sein anstatt nur jeweils einer in symmetrischer Anordnung entsprechend Fig.1. Diese Spannschraubenpaare 33,34;35,36 sind dabei in einem Mittelsteg 43 der zur Gewichtsverringerng als Hohlkörper ausgeführten Eingriffsteile 2a,2b,2c vorgesehen.

Als zusätzliche Ausführungsvariante zeigt Fig.3 die Anordnung von auf den mittleren Bereich der Spannschrauben 33,34;35,36 aufgeschraubten oder andersartig dort befestigten Gewichten 44, die unter dem Einfluss der Zentrifugalkraft die Spannschrauben ausbiegen und somit deren Zugspannung in Abhängigkeit von der Drehgeschwindigkeit erhöhen.

Die Spannschrauben 31,32;33 bis 36 können weiterhin aus einem Material mit geringerer Wärmedehnung bestehen als das umgebende Material der Eingriffsteile 2a,2b,2c, so dass sie auch Wärmedehnungen der Eingriffsteile verbessert entgegen wirken.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig.5 und 6 sind anstelle von Spannschrauben als Verstärkungsteile Druckstäbe 37,38 vorgesehen, die in das Material der Eingriffsteile 2a,2b,2c im Giessverfahren eingeschlossen sind. Sie haben ebenfalls einen wesentlich höheren Elastizitätsmodul, werden jedoch aufgrund ihrer schräg von radial aussen nach innen zum mittleren Bereich 40 hin gerichteten Anordnung auf Druck und Biegung beansprucht, indem sie die Eingriffsteile gewölbeartig verstärken. Um einer stärkeren Ausbiegung der Eingriffsteile 2a,2b,2c unter dem Einfluss der Zentrifugalkraft bei Erwärmung entgegenzuwirken, haben diese Druckstäbe 37,38 eine höhere Wärmedehnung als das umgebende Material der Eingriffsteile 2a,2b,2c.

Auch beim Ausführungsbeispiel nach Fig.7 ist das Verstärkungsteil 39 in dem Material des jeweiligen Eingriffsteils 2a,2b,2c vollständig im Verbund eingeschlossen. Es besteht aus einem bogenförmig radial über den mittleren Bereich 40 des Eingriffsteiles 2a,2b,2c sich erstreckenden Strang, z.B. aus mehrfasrigem Stahldraht oder anderem mehrfasrigem Strangmaterial mit wesentlich höherem Elastizitätsmodul als derjenige des umgebenden Materials. Aufgrund der nach aussen gerichteten Bogenform wird das Verstärkungsteil 39 auf Zug beansprucht. Dabei werden die Zugkräfte auf seitlich im Eingriffsteil 2a,2b,2c eingeschlossene Ringe 46,47 übertragen, mit denen die Enden 48,49 des bogenförmigen Verstärkungsteils 39 verschweisst sind.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig.7 sind die Eingriffsteile 2a,2b,2c in einem Stück mit den Seitenteilen 17,18 des Aussenläufers 2 verbunden und schliessen in sich die Ringe 46,47 ein, an denen die Verstärkungsteile 39 jeweils befestigt sind. An diese Seitenteile werden nachträglich ringförmige Nabenteile befestigt, die auch in die Aussparungen 50,51 eingreifen. Dieser Aussenläufer kann beispielsweise anstatt aus Metall auch aus Kunststoff bzw. einer Kunststoffpressmasse hergestellt sein.

Auch für die Verstärkungsteile können entsprechend den Festigkeitsanforderungen oder aus fertigungstechnischen Gründen verschiedene Materialien gewählt werden.

Aufgrund der im vorangehenden beschriebenen erfindungsgemässen Massnahmen treten an den Eingriffsteilen 2a,2b,2c des Aussenläufers 2 auch bei hohen Drehgeschwindigkeiten keine wesentlichen Ausbiegungen auf, so dass engere Dichtspalte zwischen den äusseren Umfangsflächen 7 der Eingriffsteile und der Gehäuseinnenfläche 8 gewählt werden können und sich folglich ein verbesserter Wirkungsgrad der Maschine ergibt. Die Vermeidung einer Ausbiegung dieser Eingriffsteile gewährleistet auch zwischen ihnen und dem Innenläufer 3 eine bessere Abdichtung aufgrund unveränderlicher Dichtspaltweiten.

### Ansprüche

1. Innenachsige Drehkolbenmaschine mit einem Aussenläufer (2) und einem Innenläufer (3), die von einem gemeinsamen, an seinem Umfang einen Ein- und Auslasskanal (4,5) aufweisenden Gehäuse (1) umschlossen sind, wobei die Läufer (2,3) durch ihren gegenseitigen Eingriff Arbeitsräume (9) mit veränderlichen Volumen bilden, die durch spaltbildendes Abwälzen und/oder Gleiten von Flächenbereichen der Läufer (2,3) aneinander und an Gehäuseflächen (8) abgedichtet sind und wobei die Eingriffsteile (2a,2b,2c) des Aussenläufers (2) sich achsparallel zwischen Läuferseitenteilen - (17,18) erstrecken, über die der Aussenläufer (2) mittels der Welle (23) des Innenläufers (3) umschliessende Lager (10) gelagert ist, dadurch gekennzeichnet, dass in den Eingriffsteilen (2a,2b,2c) des Aussenläufers (2) mindestens ein langgestrecktes Verstärkungsteil (31,32;33-36;37,38;39) eingeschlossen ist, das sich vom axial mittleren Bereich (40) der Eingriffsteile (2a,2b,2c) im spitzen Winkel zur Längsachse der Eingriffsteile in Richtung zu den Läuferseitenteilen (17,18) erstreckt.

2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Verstärkungsteile (31,32;33,34;35,36;37,38) in paarweiser symmetrischer Anordnung sich im stumpfen Winkel voneinander weg vom mittleren Bereich - (40) der Eingriffsteile (2a,2b,2c) zu den Läuferseitenteilen (17,18) erstrecken.

3. Maschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsteile (31,32;33-36) unter Vorspannung stehen und mit einem Ende (39) im mittleren Bereich eines Eingriffsteils - (2a,2b,2c) und mit dem anderen Ende (41) an einem Läuferseitenteil (17,18) verankert sind, wobei

die Verankerung am Läuferseitenteil (17,18) näher zur Achse (14) des Aussenläufers (2) angeordnet ist als die Verankerung im mittleren Bereich (40).

4. Maschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsteile (31,32;33-36) Spannschrauben sind, die sich durch Bohrungen (37,38) der Eingriffsteile (2a,2b,2c) erstrecken.

5. Maschine nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass an den Verstärkungsteilen - (33-36) in deren mittleren Bereich jeweils ein Gewicht (44) befestigt ist, wobei eine das Verstärkungsteil und das Gewicht umschliessende Aufnahmebohrung (37,38) einen Durchmesser hat, der grösser ist als derjenige des Gewichts (44), so dass das Verstärkungsteil durch Zentrifugalkräfte ausbiegbar ist.

6. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verstärkungsteil (39) oder die Verstärkungsteile (37,38) in dem jeweiligen Eingriffsteil (2a,2b,2c) des Aussenläufers (2) eingegossen sind, so dass sie mit dem Material des Eingriffsteils einen Verbund bilden.

7. Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsteile (37,38) Druckstäbe sind, deren radial inneres Ende im axial mittleren Bereich (40) des Eingriffsteils (2a,2b,2c) angeordnet ist und die sich schräg radial nach aussen zu den Seitenteilen (17,18) des Aussenläufers (2) hin erstrecken.

8. Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Verstärkungsteil (39) bogenförmig radial nach aussen gekrümmt durch das Eingriffsteil (2a,2b,2c) von einem Seitenteil (17) zum anderen Seitenteil (18) des Aussenläufers (2) erstreckt.

9. Maschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass in den Seitenteilen (17,18) des Aussenläufers (2) je ein Ring (46,48) eingeschlossen ist, an dem jeweils ein Ende des bogenförmigen Verstärkungsteiles (39) befestigt ist.

10. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Verstärkungsteile (31,32;33-36;37,38;39) in radialer Richtung nebeneinander in den Eingriffsteilen - (2a,2b,2c) des Aussenläufers (2) vorgesehen sind.

11. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsteile (31,32;33-36;37,38;39) einen höheren Elastizitätsmodul aufweisen als das umgebende Material der Eingriffsteile (2a,2b,2c).

12. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungsteile (31,32;33-36;37,38;39) einen anderen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen als das Material der Eingriffsteile (2a,2b,2c), so dass sie bei Erwärmung bestrebt sind, das jeweilige Eingriffsteil radial nach innen zu biegen.

13. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Seitenteile (17,18) des Aussenläufers (2) durch die Verstärkungsteile (31,32;33-36) mit den Eingriffsteilen - (2a,2b,2c) verbunden sind.

14. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingriffsteile (2a,2b,2c) als Hohlkörper ausgeführt sind, wobei sich die Verstärkungsteile (33-36;37,38) durch einen Mittelsteg (43) der Eingriffsteile erstrecken.

10

15

20

25

30

35

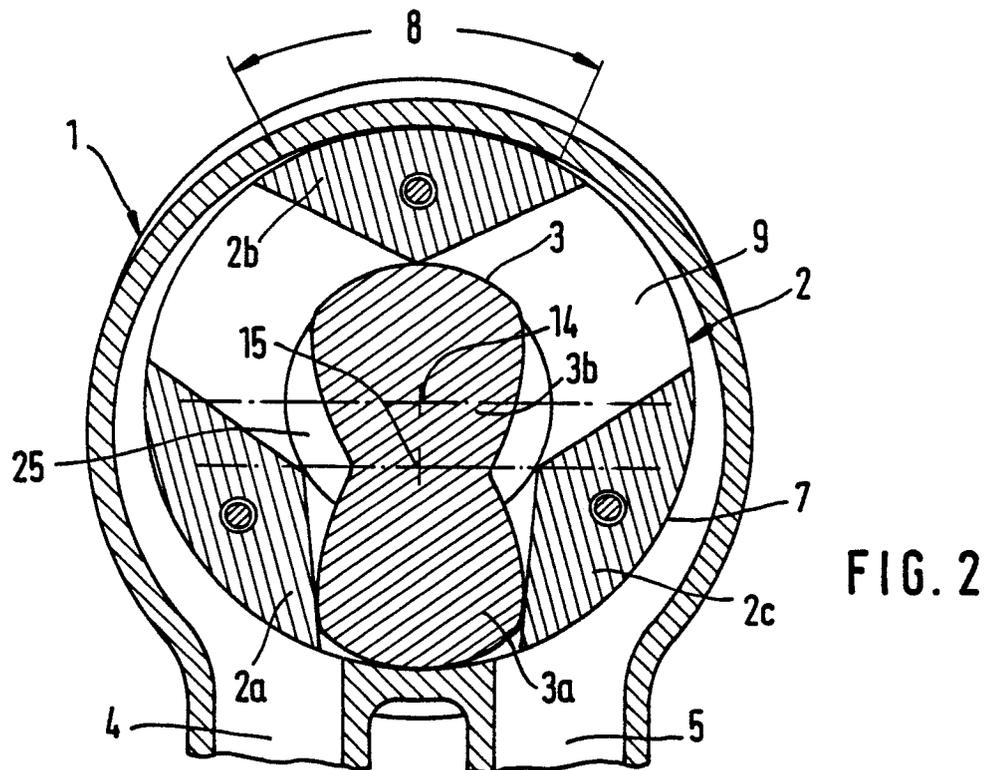
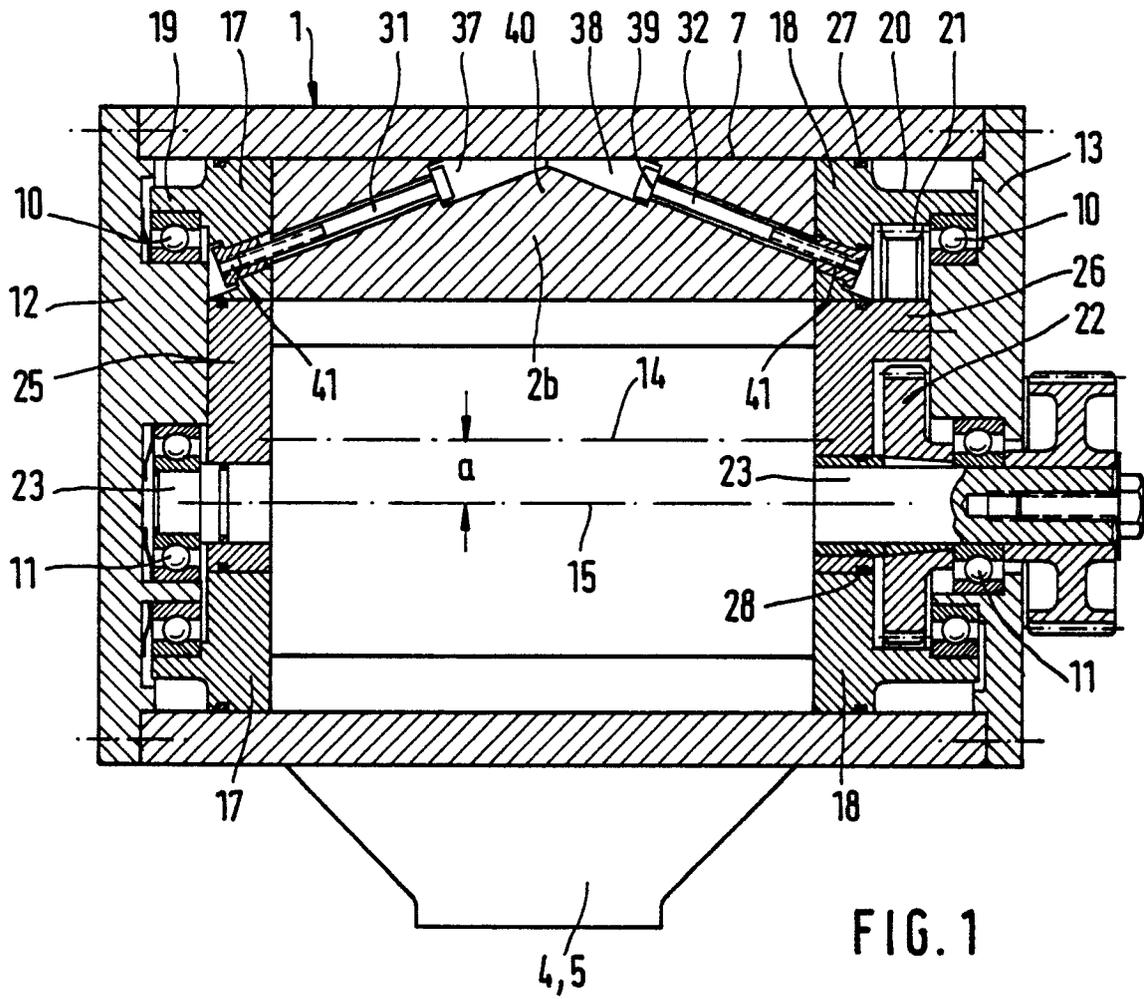
40

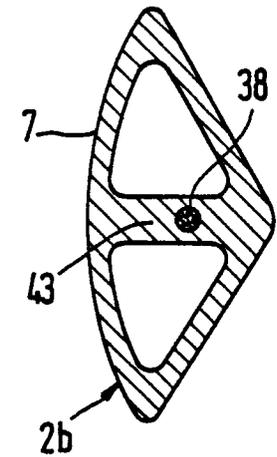
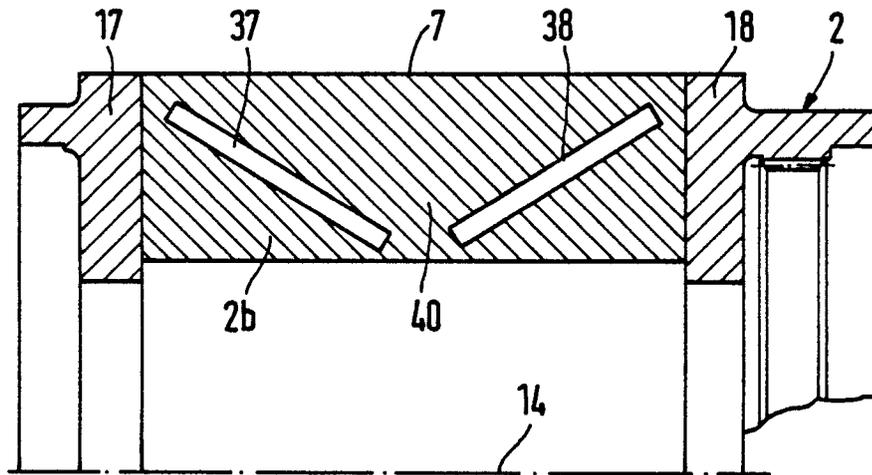
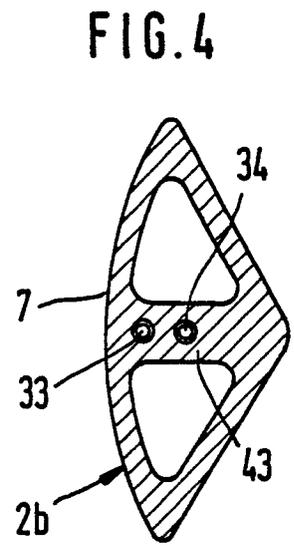
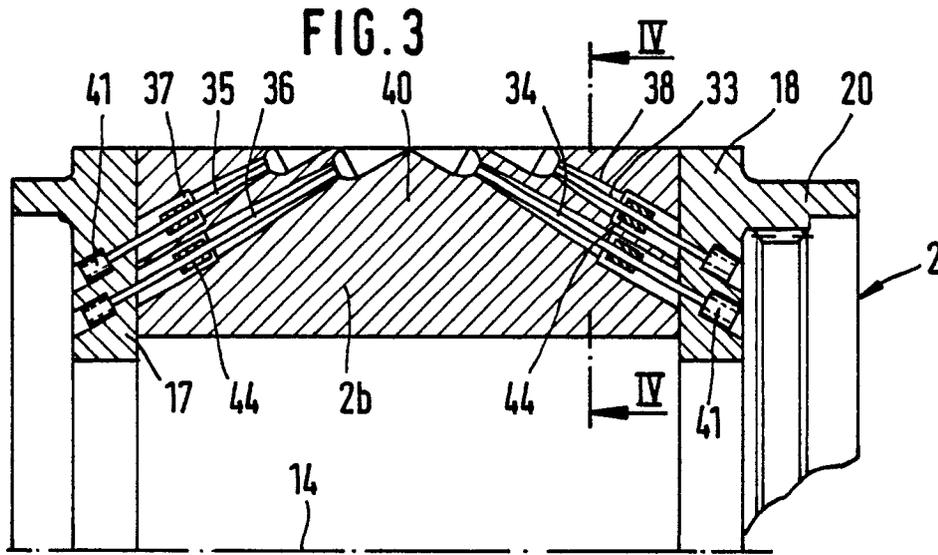
45

50

55

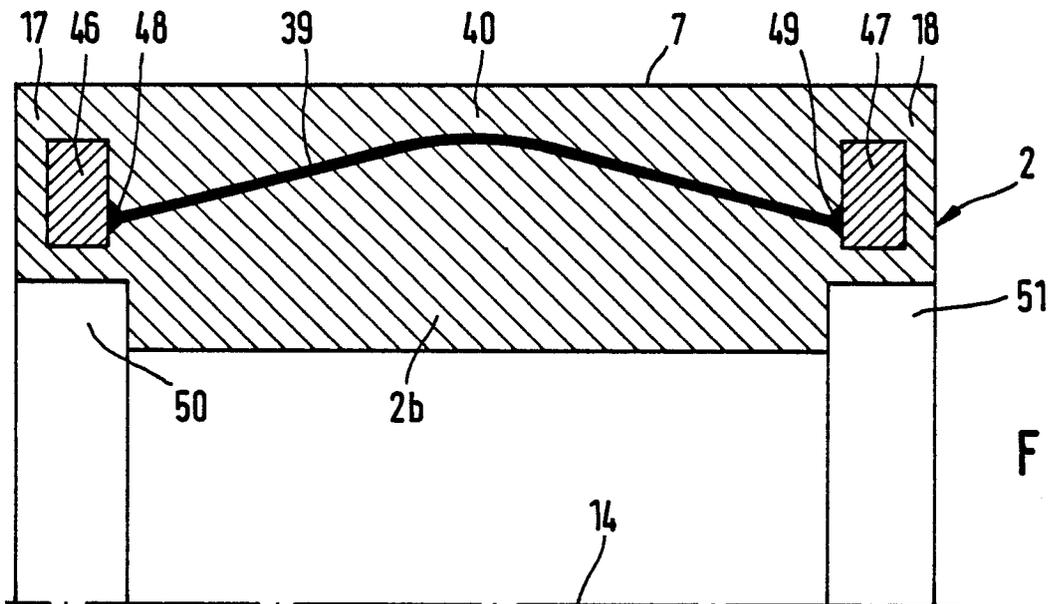
5





### FIG. 5

### FIG. 6



### FIG. 7



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	GB-A- 979 070 (HILL) * Seite 1, Zeilen 10-21; Seite 2, Zeilen 6-25; Abbildungen 1-4 *	1	F 01 C 1/10 F 01 C 21/08
	---		
A	FR-A-1 263 024 (BORSIG) * Seite 1, linke Spalte, Zeilen 1-9; Seite 1, rechte Spalte, Zeile 14 - Seite 2, linke Spalte, Zeile 1; Abbildungen 1,2 *	1	
	-----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			F 01 C F 04 C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 15-12-1986	Prüfer WALVOORT B.W.
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</p> <p>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</p> <p>A : technologischer Hintergrund</p> <p>O : nichtschriftliche Offenbarung</p> <p>P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</p> <p>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			