CH 664 423 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 664 423 A5

(51) Int. Cl.[4]: F 01 C 1/10

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 2822/84

(22) Anmeldungsdatum: 12.06.1984

(24) Patent erteilt: 29.02.1988

(45) Patentschrift veröffentlicht: 29.02.1988

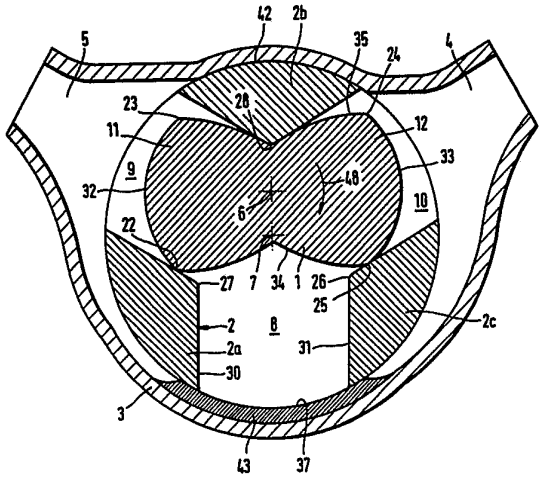
(73) Inhaber:
Dr. h.c. Felix Wankel, Lindau/Bodensee (DE)

(72) Erfinder:
Wankel, Felix, Dr. h.c., Lindau/Bodensee (DE)

(74) Vertreter:
Dipl.-Ing. Horst Quehl, Patentanwalt, Zürich

(54) Innenachsige Drehkolbenmaschine.

(57) Der Innenläufer (1) der Drehkolbenmaschine hat jeweils paarweise vorhandene äussere Eckbereiche (22, 23; 24, 25), die innere Seitenflächen (30, 31) von Aussparungen (8, 9, 10) des Aussenläufers erzeugen, während innere Eckbereiche (26, 27, 28) des Aussenläufers (2) Umfangsflächen (32, 33) des Innenläufers erzeugen. Ausserdem ist eine zahnflankenartige Berührung zwischen den inneren Seitenflächen (30, 31) des Aussenläufers und den Seitenflächen (34, 35) des Innenläufers vorhanden, so dass beide Läufer gegen einander abgedichtet sind. Die Aussparungen (8, 9, 10) des Aussenläufers sind mit unveränderter Breite in radialer Richtung offen, und ihre Öffnungen bewegen sich an den Zu- und Abströmkanälen (4, 5) des Maschinengehäuses (3) vorbei, so dass diese abgesteuert werden. Für die Veränderung der Zuströmmenge und/oder der inneren Kompression ist zwischen dem Aussenumfang des Aussenläufers und der Gehäuseinnenwand ein Wandstück (43) vorhanden, das in Umfangsrichtung von aussen verstellbar ist. Die Maschine hat auf Grund der Querschnittsform ihrer Läufer ein besonders grosses Durchsatzvolumen im Verhältnis zu ihrer Baugrösse sowie eine hohe Drehzahlbelastbarkeit ihrer Läufer.



PATENTANSPRÜCHE

1. Innenachsige Drehkolbenmaschine mit einem von einem Gehäuse umschlossenen äusseren und inneren Läufer, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils paarweise vorhandene äussere Eckbereiche (22, 23, 24, 25) des Innenläufers (1) innere Seitenflächen (30, 31) des Aussenläufers (2) erzeugen und innere Eckbereiche (26, 27, 28) des Aussenläufers (2) äussere Umfangsflächen (32, 33) des Innenläufers (1) erzeugen und dass eine zahnflankenartige Berührung zwischen den inneren Seitenflächen (30, 31) des Aussenläufers und den Seitenflächen (34, 35) des Innenläufers vorhanden ist.

2. Drehkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die inneren Seitenflächen (30, 31) eben sind.

3. Drehkolbenmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass einander gegenüberliegende innere Seitenflächen (30, 31) des Aussenläufers parallel zueinander verlaufen.

4. Drehkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass die erzeugenden Eckbereiche der Läufer mit konstanter oder veränderlicher Querschnittskrümmung abgerundet sind.

5. Drehkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung grosser Arbeitsräume die Teile (2a, 2b, 2c) des Aussenläufers mit ihren inneren Eckbereichen sich so weit radial nach innen erstrecken, dass sie bis in die Nähe der Welle des Innenläufers (1) verlaufen.

6. Drehkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenläufer (1) bis mindestens an den Umfang des Aussenläufers in dessen Aussparungen (8, 9, 10) eindringt, wobei die nach aussen offenen Aussparungen (8, 9, 10) des Aussenläufers sich an Zu- und Abströmöffnungen (4, 5) des Gehäuses vorbeibewegen.

7. Drehkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, dass das Drehzahlverhältnis zwischen Innen- und Aussenläufer 2:1, 3:2, 4:3, 5:4 usw. beträgt.

8. Drehkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, dass zur Veränderung der Durchsatzmenge und/oder der Druckhöhe eines Überschubes in eine Druckleitung (5) zwischen dem Umfang des Aussenläufers (2) und der Gehäuseinnenwand mindestens ein verstellbares Wandstück (43, 46, 47) vorhanden ist.

9. Drehkolbenmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Wandstück (43) in Umfangsrichtung entlang der Gehäusewand verschiebbar ist.

10. Drehkolbenmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnete und in radialer Richtung verstellbare Wandstücke (46, 47) vorhanden sind.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine innenachsige Drehkolbenmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruches 1.

Das Buch des Anmelders «Einteilung der Rotations-Kolben-Maschinen» (1963, Deutsche Verlags-Anstalt GmbH Stuttgart) bzw. «Rotary Piston Machines» (London, Iliffe, 1965) zeigt zahlreiche Ausführungsformen von innenachsigen Rotations-Kolben-Maschinen, deren Sonderausführung eine Drehkolbenmaschine ist. Der sich somit um eine feststehende Achse drehende Aussenläufer kann die Zu- und Abströmöffnungen im Maschinengehäuse selbst absteuern, so dass eine innere Kompression ohne zusätzliche Mittel möglich ist. Eine Maschine dieser Art ist beispielsweise bekannt durch die DE-OS 2 456 252. Die als wulstförmig bezeichneten Profilierungen des Innenläufers dieser Maschine werden durch die inneren Eckbereiche des Aussenläufers kinematisch erzeugt. Da diese Profilierungen bei ihrer Bewegung in die Aussparungen des Aussenläufers hinein nicht den gesamten Inhalt dieser Aussparungen verdrängen, indem sie sich nicht bis an den äusseren Umfang des Aussenläufers bewegen, hat diese Maschine schädliche Räume, über die bei Ausführung der Maschine als Kompressor bereits komprimiertes Gas zurück zur Saugseite der Maschine gefördert wird. Eine Verkleinerung dieser schädlichen Räume würde zu einer mechanischen Schwächung des Aussenläufers führen, so dass er nicht durch hohe Drehgeschwindigkeiten belastbar wäre.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Maschine der eingangs genannten Art zu finden, die durch die Form ihrer Läufer einen höheren Durchsatz, bezogen auf ihre Bauvolumen, sowie sehr kleine schädliche Räume aufweist und dabei hohe Drehgeschwindigkeiten ihrer Läufer ermöglicht. Diese Verbesserungen werden zusammen mit weiteren Vorteilen erfindungsgemäss durch eine Maschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 ermöglicht.

Aufgrund der Erfindung ergibt sich eine Querschnittsform der Läufer, die hohe Drehgeschwindigkeiten ermöglicht, obwohl für die Erzielung sehr kleiner schädlicher Räume der Innenläufer sich bis an den Aussenumfang des Aussenläufers oder sogar darüber hinaus bewegen kann. Ausserdem weist die erfindungsgemässe Maschine überraschend grosse Arbeitsräume im Verhältnis zu den Gesamtabmessungen der Maschine auf.

Die innere Arbeitsräume begrenzenden Seitenflächen des Aussenläufers sind vorzugsweise eben ausgebildet, wobei einander gegenüberliegende innere Seitenfächen vorteilhaft parallel zueinander verlaufen können, so dass sich grosse Querschnitte der Arbeitsräume und grosse Steueröffnungen am Aussenläufer ergeben.

Die äusseren Eckbereiche des Innenläufers und die inneren Eckbereiche des Aussenläufers sind vorteilhaft mit konstanter oder veränderlicher Querschnittskrümmung abgerundet.

Zur Erzeugung grosser Arbeitsräume sind die inneren Eckbereiche des Aussenläufers weit radial nach innen geführt, so dass sie bis in die Nähe von dessen Welle gelangen.

Das Übersetzungsverhältnis zwischen Innen- und Aussenläufer beträgt 2:1, 3:2, 4:3, usw.

Mindestens ein verstellbares Wandstück, das an der Innenseite des Gehäuses vorgesehen ist und an dem sich der Umfang des Aussenläufers entlang bewegt, ermöglicht in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung eine Steuerung der Fördermenge und/oder des Förderdruckes, indem es den Zeitpunkt des Zuströmens und damit die Grösse der Füllung und/oder den Zeitpunkt der Abströmung und damit die Druckhöhe des Überschubes in die Druckleitung verändert.

Aufgrund der Erfindung ergeben sich Querschnittsformen des Aussen- und Innenläufers, die durch ihre hohe Festigkeit sehr hohe Drehgeschwindigkeiten zulassen und die sich mit Kühlkanälen versehen lassen, so dass die Maschine durch heisse Abgase angetrieben werden kann. Es versteht sich, dass bei entsprechender Ausgestaltung eine erfindungsgemässe Maschine auch eine Verbrennungskraftmaschine sein kann.

Die für eine erfindungsgemässe Maschine möglichen sehr hohen Drehgeschwindigkeiten machen eine Ausgestaltung der Lagerung und der in axialer Richtung seitlichen Abdichtung empfehlenswert, wie es in der EP-A- 008747 des

gleichen Anmelders beschrieben ist. Das wesentliche dieser Lagerung des Lagerringes des Aussenläufers, der die Welle des Innenläufers umschliesst, auf wenigen Rollen statt der Verwendung üblicher Wälzlager.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen entnehmbar. Es zeigen:

Fig. 1 und 2 ein erstes Ausführungsbeispiel der Drehkolbenmaschine im Radialquerschnitt mit verschiedenen Drehpositionen ihrer Läufer und verschiedenen Stellpositionen eines Wandstückes zur Veränderung der inneren Kompression,

Fig. 3a-l eine Maschine entsprechend Fig. 1 und 2 ohne veränderliche innere Kompression mit mehreren aufeinanderfolgenden Drehpositionen ihrer Läufer,

Fig. 4 eine Ausführungsform der Maschine mit gleicher Ausbildung ihrer Läufer wie nach Fig. 1-3, jedoch mit einer anderen Ausführungsform von Mitteln zur Veränderung der Fördermenge und/oder der inneren Kompression,

Fig. 5 einen Radialquerschnitt durch das Läuferpaar einer Maschine mit einem Drehzahlverhältnis von 4:3 und

Fig. 6 und 7 eine Maschine ohne innere Kompression im Axialquerschnitt entlang der Linie VI-VI und einem Radialquerschnitt.

Das Grundsätzliche einer erfindungsgemässen Maschine, das für alle ihre Ausführungsformen zutrifft, wird im folgenden anhand der Fig. 1 beschrieben.

Die Querschnittsdarstellung lässt drei Hauptteile der Maschine erkennen, d.h. einen Innenläufer 1, einen Aussenläufer 2, mit drei starr miteinander verbundenen Läuferteilen 2a, 2b und 2c und das beide umschliessende Gehäuse 3. Wie auch der Querschnittsdarstellung eines Ausführungsbeispieles nach Fig. 6 entnehmbar ist, verlaufen die in der Darstellung nach Fig. 1 im Querschnitt sichtbaren Begrenzungsflächen dieser Teile parallel zu den Drehachsen der Läufer, während ihre nicht sichtbaren endseitigen Begrenzungsflächen senkrecht zu diesen Achsen verlaufen. Die Wand des Gehäuses 3 geht in einen Zuström- und Abströmkanal 4, 5 über, wobei es von der Verwendung der Maschine abhängt, ob der Zuströmkanal 4 ein Ansaugkanal ist oder ein Zuströmkanal für ein Treibmittel.

Beide Läufer 1, 2 drehen sich um feststehende Achsen 6, 7, die einen Abstand voneinander aufweisen. Das Drehzahlverhältnis ist 3:2 entsprechend dem Verhältnis zwischen der Anzahl der Arbeitsräume bildenden Aussparungen 8, 9, 10 des Aussenläufers zu der Anzahl von sich von der Achse 6 wegerstreckenden Teilen 11, 12 des Innenläufers.

Im Beispiel nach Fig. 5 beträgt dieses Verhältnis 4:3, entsprechend vier Aussparungen 14, 15, 16, 17 und drei sich in die Aussparungen hinein und aus ihnen wieder herausbewegenden Teilen 18, 19, 20 des Innenläufers.

Der Bewegungsablauf beider Läufer 1, 2 relativ zu einander und relativ zum Maschinengehäuse 3, ist den Darstellungen der Fig. 3 zu entnehmen. Die ununterbrochene Abdichtung zwischen dem Innen- und Aussenläufer ergibt sich dadurch, dass beide Läufer bei ihrer Bewegung relativ zueinander ihre Form gegenseitig erzeugen. Dabei werden die vier äusseren Eckbereiche 20-25 des Innenläufers nach Fig. 1 und die drei inneren Eckbereiche 26, 27, 29 des Aussenläufers zur Kurvenerzeugung verwendet. Beim vorgegebenen Drehzahlverhältnis zwischen beiden Läufern bewegen sich die Eckbereiche des Innenläufers entlang den inneren Seitenflächen 30, 31 des Aussenläufers bzw. erzeugen diese, und die inneren Eckbereiche 26, 27, 28 des Aussenläufers bewegen sich an den äusseren Umfangsflächen 32, 33 des Innenläufers entlang bzw. erzeugen diese. Dies ist durch die in Fig. 3 gezeigten Bewegungspositionen veranschaulicht.

Die Abdichtung zwischen den inneren Seitenflächen 30, 31 des Aussenläufers und den Seitenflächen 34, 35 des Innenläufers ergibt sich durch eine zahnflankenartige Berührung zwischen beiden. Die Eckbereiche 22-28 beider Läufer sind vorzugsweise abgerundet statt scharfkantig, so dass die Abrundung am anderen Läufer eine Äquidistante zum Krümmungsmittelpunkt der Abrundung erzeugt.

Wie der in Fig. 1 dargestellten Drehposition zu entnehmen ist, befindet sich der innere Eckbereich 28 des Aussenläufers 2 verhältnismässig nahe zur Achse des Innenläufers, wie ein Vergleich mit dem Stand der Technik gemäss der genannten DE-OS 2 456 252 zeigt. Daraus ergibt sich der in Fig. 1 sichtbare ausserordentlich grosse Querschnitt des Raumes zwischen den inneren Seitenflächen 30, 31 des Aussenläufers, der Seitenfläche 34 des Innenläufers und der inneren Gehäuseflächen 37, so dass das Durchsatzvolumen der Maschine im Verhältnis zu ihrer Baugrösse besonders gross ist. Bei einer Baugrösse von beispielsweise 1,35 dm^3 beträgt das Durchsatzvolumen beispielsweise 1 dm^3.

Die inneren Seitenflächen 30, 31 des Aussenläufers verlaufen im Beispiel nach Fig. 1 parallel zueinander, so dass die Öffnung der Aussparungen 8, 9, 10 des Aussenläufers, die sich jeweils mit sehr hoher Geschwindigkeit an den Gehäuseöffnungen vorbeibewegt, entsprechend vorteilhaft gross ist. Auch bei den übrigen Ausführungsbeispielen ist dieser Öffnungsquerschnitt der Aussparungen des Aussenläufers vorteilhaft gross. Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 7 zeigt innere Seitenflächen des Aussenläufers, die radial nach aussen leicht aufeinander zulaufen.

Trotz dieser besonders grossen äusseren Öffnungsquerschnitte der Aussparungen 8,9, 10 des Aussenläufers wird das genannte besonders grosse Arbeitsvolumen zwischen den inneren Seitenflächen des Aussenläufers bei der Bewegung des Innenläufers in diesen Aussparungen 8, 9, 10 hinein nahezu vollständig verdrängt, wie die Drehposition entsprechend Fig. 3a zeigt. Auf diese Weise ist nahezu kein schädliches Volumen vorhanden, das bei der Ausführungsform der Maschine als Kompressor von dem Druckkanal 5 zurück zu dem Saugkanal 4 gefördert wird. Dieses schädliche Volumen ist in Fig. 3a mit den Ziffern 40, 41 bezeichnet. Die negative Auswirkung dieses schädlichen Volumens ist jedoch vernachlässigbar, nicht nur, weil es besonders klein ist, sondern weil das darin komprimierte Medium Arbeitsleistung erbringt, da es auf die Läufer in Drehrichtung wirkt, wie Fig. 3a veranschaulicht. Im dargestellten Ausführungsbeispiel bewegen sich die äusseren Umfangsflächen 32, 33 des Innenläufers bis an den äusseren Umfang des Aussenläufers heran, so dass sich der schädliche Raum aufgrund der unterschiedlichen Krümmung der Umfangsfläche des Innenläufers und der Umfangsfläche des Aussenläufers ergibt. Da die äusseren Umfangsflächen 32, 33 des Innenläufers beim Passieren des dichtenden Bereiches 42 zwischen beiden Kanälen 4, 5 des Gehäuses auch allein die Abdichtung übernehmen können, ist es möglich, dass diese Umfangsflächen 32, 33 sich auch über den Umfang des Aussenläufers hinausbewegen.

Die Abdichtung zwischen dem Aussenläufer 2 und der Gehäuseinnenwand auf der dem Dichtbereich 42 zwischen den Kanälen 4, 5 diametral gegenüberliegenden Seite des Gehäuses erfolgt mittels eines in Umfangsrichtung verstellbaren Wandstückes 43, so dass die innere Kompression der Maschine, ausgehend von Null, veränderbar ist. Die Fig. 1 zeigt eine Position des Wandstückes 43, durch die sich keine innere Kompression ergibt, während in der Position nach Fig. 2 die innere Kompression bis zur dargestellten Drehposition erfolgt, bis sich der Arbeitsraum 8 öffnet, indem die nachlaufende Kante 44 des Aussenläufers sich von dem

Wandstück 43 entfernt. Für die Verstellung des Wandstückes 43 in Umfangsrichtung ist ein nicht dargestelltes Betätigungsorgan vorhanden, das sich durch einen Schlitz in der Gehäusewand nach aussen erstreckt. Durch Verstellen des Wandstückes 42, ausgehend von der Position nach Fig. 1 in Richtung zu dem Zuströmkanal 4, lässt sich ausserdem die Durchsatzmenge ändern, da auf diese Weise der Winkelbereich der Umdrehung des Aussenläufers verkleinert wird, innerhalb dessen Medium in den sich zunehmend vergrössernden Arbeitsraum 8 zwischen beiden Läufern einströmen kann.

Die Fig. 4 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel für die Ausgestaltung von Mitteln für die Veränderung des Durchsatzvolumens und/oder der inneren Kompression der Maschine. Diese Mittel bestehen aus mehreren in Umfangsrichtung nebeneinander angeordneten kreisbogenförmigen Radialschiebern 46, 47 auf der Zuström- und Abströmseite der Maschine bei Drehrichtung der Läufer in Richtung des Pfeiles 48. Die zuströmseitigen Radialschieber verändern die Grösse des sich an den Zuströmkanal 4' anschliessenden Bogenbereichs, über den eine Zuströmung in den von beiden Läufern eingeschlossenen Arbeitsraum 8' in Richtung des Pfeiles 49 erfolgt. Die Fig. 4 zeigt zuströmseitige Radialschieber 46 in radial äusserer Position, während die in Drehrichtung sich anschliessenden Radialschieber ihre radial innerste Position haben, so dass beim Betrieb der Maschine als Kompressor eine maximale innere Kompression erreicht wird. Die Stärke der inneren Kompression lässt sich bei diesem Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 stufenweise verändern, entsprechend der Anzahl der aus der dargestellten Position radial nach aussen zurückgezogenen Radialschieber 47.

Es versteht sich, dass dieses Mittel 43, 46, 47 zur Veränderung der Förderung und/oder der inneren Kompression an jeder Maschine anwendbar ist, bei der ein sich um eine feststehende Achse drehender Aussenläufer vorhanden ist, dessen radial nach aussen offenen Arbeitsräume bildenden Aussparungen sich an Gehäuseöffnungen vorbeibewegen. Die Fig. 6 zeigt, wie eine erfindungsgemässe Maschine gemäss Fig. 7 im Axialquerschnitt aussehen kann. Die bereits anhand der Fig. 1 beschriebenen Teile der Maschine nach Fig. 6 und 7 haben die gleichen Bezugsziffern.

Die Teile 2a, 2b, 2c des Aussenläufers sind an den beiden axialen Enden des Läufers durch Seitenplatten 50, 51 starr miteinander verbunden. Von diesen Seitenplatten steht axial nach aussen eine Nabe 52 bzw. 53 ab, über die der Aussenläufer mittels eines Kugellagers 54 bzw. 55 von grossem Durchmesser an den Gehäuseseitenplatten 56, 57 gelagert ist. Bei hohen Drehgeschwindigkeiten ergeben sich an diesen Lagern ausserordentlich hohe Laufgeschwindigkeiten der Wälzkörper, die zu vorzeitigem Verschleiss führen können, so dass sich die erwähnte Ausführung gemäss deren EP-A-0087747 des gleichen Anmelders empfiehlt.

Auf der An- bzw. Abtriebsseite der Maschine hat die Nabe 53 des Aussenläufers eine Innenverzahnung 58, die mit einem auf dem Wellenzapfen 59 des Innenläufers 1 befestigten Zahnrad 60 kämmt. Diese somit vorhandene Antriebsverbindung empfiehlt sich für einen exakten Lauf beider Läufer zueinander, so dass eine optimale Spaltdichtung zwischen beiden Läufern stets vorhanden ist, obwohl die zahnflankenartige Berührung zwischen den Seitenflächen beider Läufer die zusätzliche Zahnradverbindung 58, 60 überflüssig machen könnte.

Die Seitenplatten 50, 51 des Aussenläufers umschliessen kreisförmige seitliche Dichtplatten 62, 63, die an den Gehäuseseiten 56, 57 angeschraubt sind und mit dichtendem Spaltabstand an die Endflächen 64, 65 des Innenläufers angrenzen. Diese Dichtplatten umschliessen ausserdem die beiden Wellenzapfen 59, 66 des Innenläufers. Entsprechend umschliesst auch das äussere Lager 44 des Aussenläufers jeweils das die Wellenzapfen 59, 66 lagernde Wälzlager 67, 68.

Das auf dem Wellenzapfen 59 des Innenläufers befestigte seitlich über die Gehäuseplatte 70 herausragende Zahnrad 69 dient entweder dem Antrieb der Maschine, wenn diese als Gebläse oder Kompressor verwendet wird, oder als Antriebszahnrad, wenn die Maschine als Motor bzw. Treiber durch ein zuströmendes Medium, wie z.B. das Abgas einer Verbrennungskraftmaschine, angetrieben wird.

FIG.1

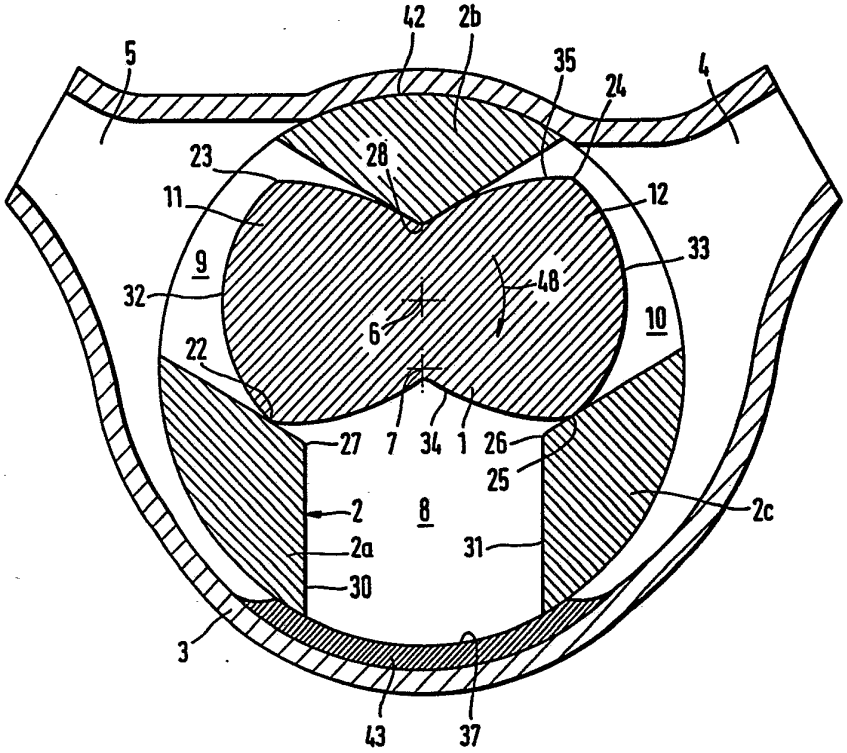
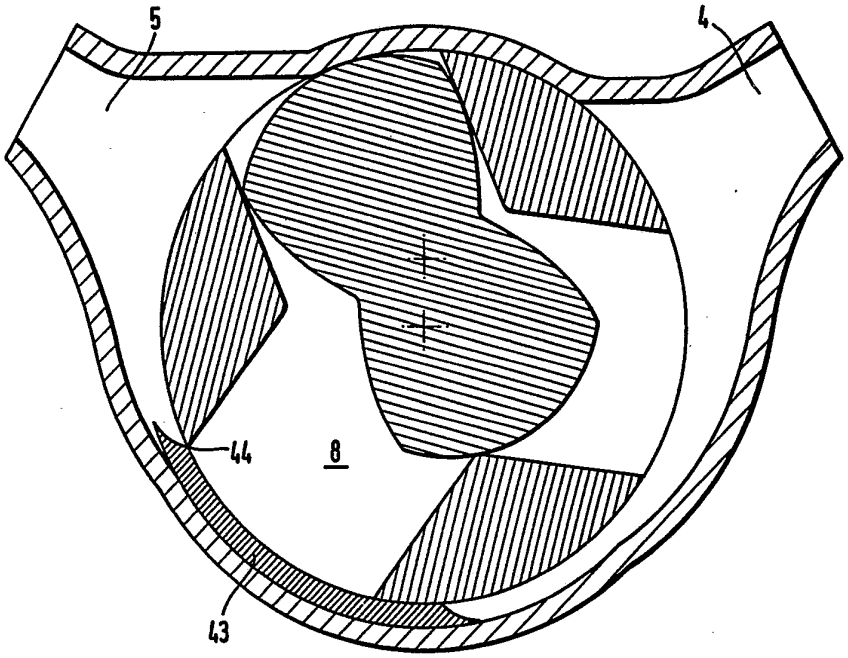
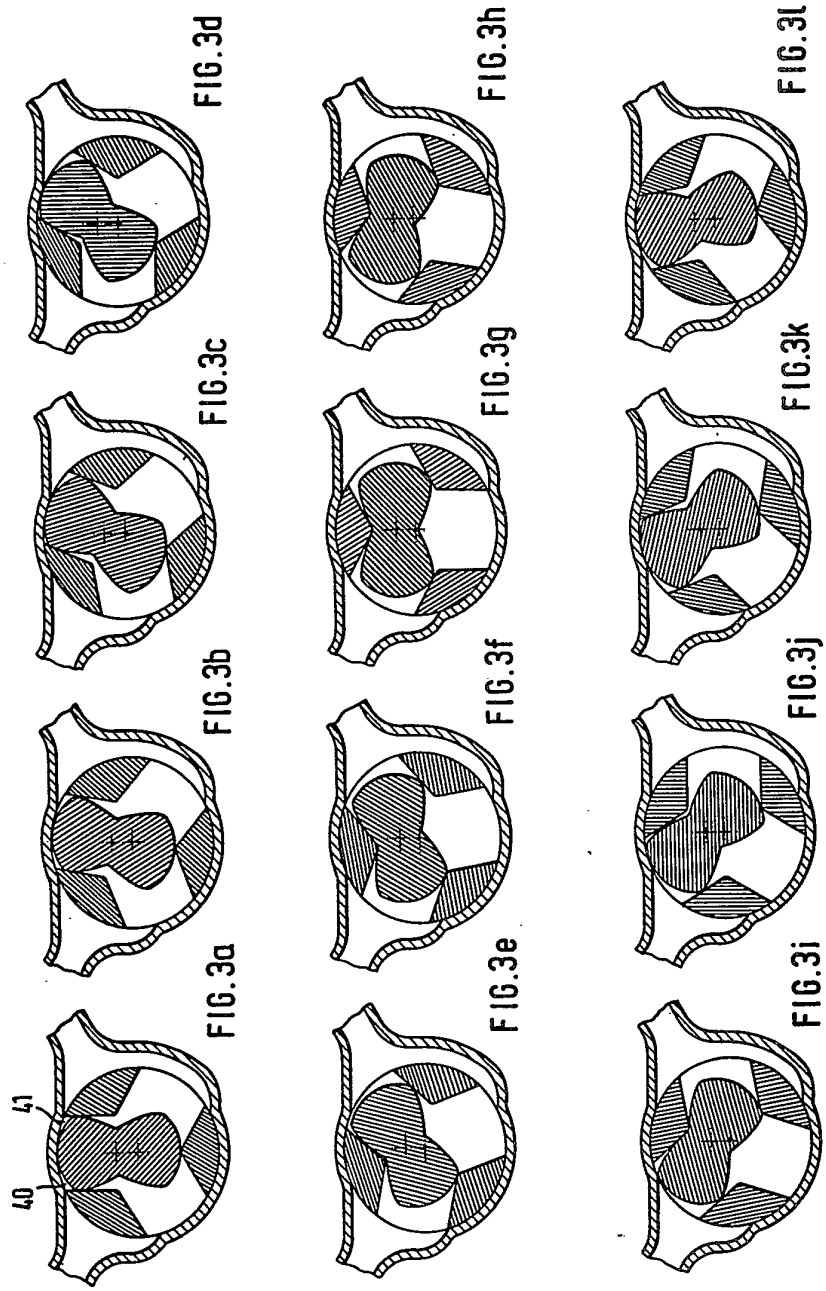

42
2b
5
35
24
4
23
28
11
12
9
33
32
48
6
10
22
27
7
34
1
26
25
2
8
2c
2a
31
30
3
43
37

FIG.2


5
4
44
8
43


40
41
FIG.3a
FIG.3b
FIG.3c
FIG.3d
FIG.3e
FIG.3f
FIG.3g
FIG.3h
FIG.3i
FIG.3j
FIG.3k
FIG.3l

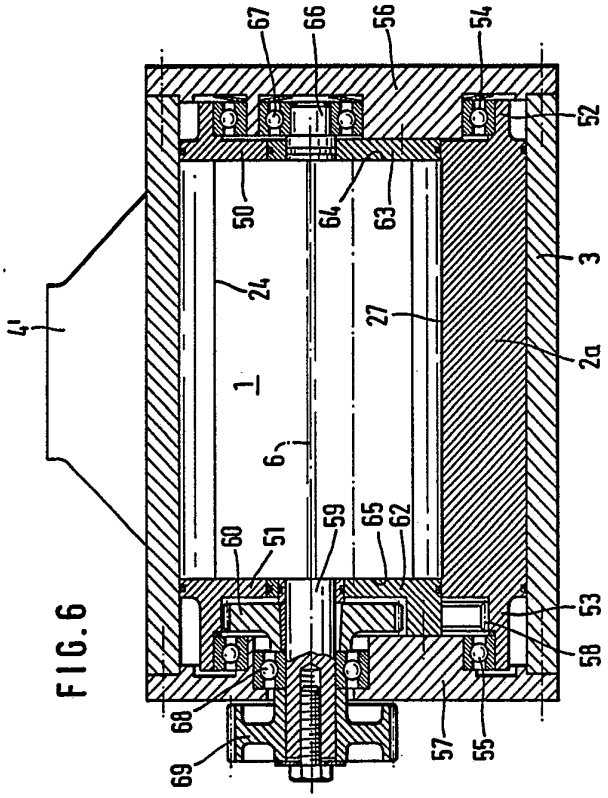


FIG.6

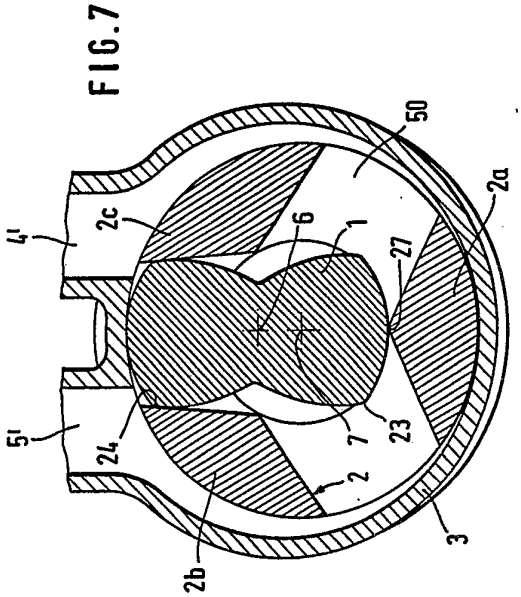


FIG.7

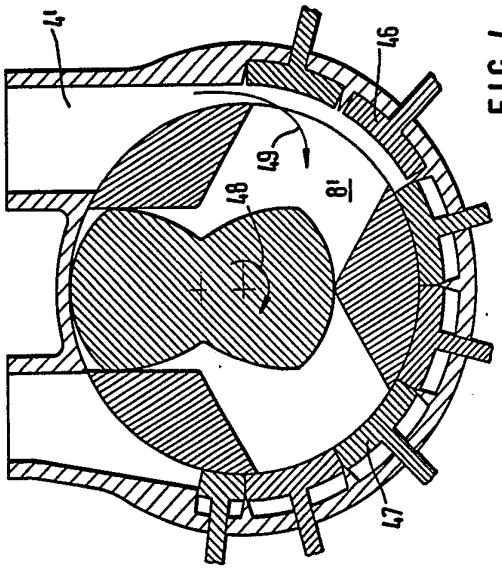


FIG.4

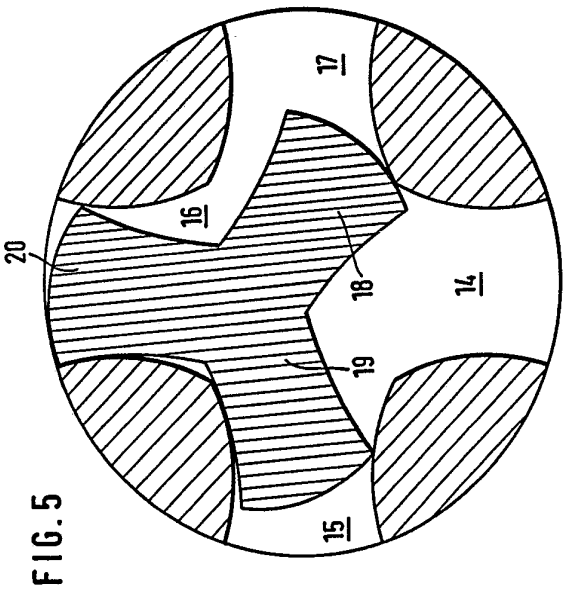


FIG.5