

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hubkolbenmaschine mit ringförmig nebeneinander angeordneten, radial gerichteten Kolben-Zylindereinheiten und mit einer Exzenterwelle, die sich durch einen die Zylinder einschließenden Gehäusekörper eines Maschinengehäuses erstreckt und deren Exzenter den Auswärtshub der Kolben steuert, wobei der Einwärtshub der Kolben durch einen gemeinsamen, in die Kolben eingreifenden Steuerring gesteuert wird.

[0002] Eine Hubkolbenmaschinen deren Kolben durch einen Exzenter radial auswärts bewegt werden, ist durch die EP 0088677 bekannt. Bei dieser wird nur der Auswärtshub der Kolben durch einen Exzenter und über ein diesen umschließendes Wälzlager mechanisch gesteuert, während der Einwärtshub durch die Kraft einer durch die Hubbewegung verformten Feder erfolgt, so dass sie den Kolben in Kontakt mit dem Außenring des Wälzlagers hält. Eine solche Feder hat u. a. den Nachteil, dass ihre Anordnung die Baugröße der Maschine nachteilig beeinflusst. Für Ihre Anordnung im Zylinderraum wird außerdem ein Raum benötigt, der als Totraum wirkt, indem beim Auswärtshub ein nahezu vollständiger Ausschub des Mediums verhindert wird.

[0003] Durch die GB 2225614 (JP2188678) ist es auch bekannt, die Rückholbewegung von jeweils zwei sich gegenüberliegenden, durch einen Exzenter nach aussen bewegten Kolben durch ein Paar von seitlichen Fortsätzen eines Kuppelringes auszuführen, die gabelförmig in eine Eindrehung eines inneren, sich in den Gehäuseraum hinein erstreckenden Kolbenendes mit Federvorspannung eingreifen. Folglich werden die Kolben nicht auf ihrer gesamten Länge in den zugehörigen Zylindern geführt und der für die Aufnahme des Kuppelringes und der aus den Zylindern herausragenden Kolbenenden benötigte Raum verhindert eine kompakte Bauweise der Maschine. Auch ist die Maschine aufgrund der federnd ausgeführten seitlichen Fortsätze des Kuppelringes nur als Pumpe mit verhältnismäßig niedriger Arbeitsgeschwindigkeit geeignet.

[0004] Durch die AT 394892 ist es weiterhin bekannt, die Hubbewegung von ringförmig zueinander angeordneten Kolben allein durch einen Exzenter zu steuern, indem die Kolben über einen an ihrem radial inneren Ende vorgesehenen Kugelkopf in einen den Exzenter umschließenden, ringförmigen Steuerungskörper gelenkig eingreifen. Eine solche Kolbensteuerung hat für die Anordnung der mechanischen Kopplung zwischen dem den Exzenter umschließenden, z.B. ringförmigen Steuerungskörper und dem jeweiligen Kolben einen eine kompakte Bauweise verhindernden Raumbedarf, verbunden mit einer entsprechend aufwändigen Bauweise für die mechanische Kopplung mit dem Steuerungskörper.

[0005] Schließlich ist es durch die US 3259074 (DE 1453663) bekannt, für die Rückholbewegung von paarweise einander gegenüberliegenden Kolben einen ge-

meinsamen Kuppelring vorzusehen, der seitlich in eine umlaufende Nut der Kolben eingreift. Diese gemeinsame Kupplung von jeweils zwei gleichachsigen, einander gegenüberliegenden Kolbenpaaren durch nur einen Kuppelring wird durch einen seine Querverschiebung in dem zweiten Kolbenpaar zulassenden Eingriff über vier im Winkel von 90° zueinander angeordnete ebene Gleitflächen des Kuppelringes ermöglicht. Für ihren Kontakt mit dem Exzenter und den seitlichen Eingriff des Kuppelringes im mittleren Bereich der Kolbenlänge haben diese Kolben eine verhältnismäßig große Länge und die Maschine eine entsprechend große radiale Ausdehnung. Die die Maschinengröße mitbestimmende Größe des Kuppelringes ergibt sich dabei durch dessen Aufnahme in einem sich über den gesamten Umfang des Zylinderblocks erstreckenden, auch für seine Montage benötigten großen Ringkanal. Dieser Ringkanal dient auch der Aufnahme eines Anschlages, der ein seitliches Herausschleudern des Kuppelringes aus der Ringnut der Kolben verhindern soll. Auch durch die verhältnismäßig erhebliche Größe des Kuppelringes, für den auch eine Ausführung aus Draht vorgesehen ist, ist eine solche Maschine für hohe Arbeitsgeschwindigkeiten ungeeignet.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Radialkolbenmaschine der genannten Art zu finden, die bei besonders kompakter Bauweise nur verhältnismäßig wenige, einfach herstellbare und einfach montierbare Bauteile benötigt und die darüber hinaus, z.B. bei der Ausführung als Kompressor einer CO₂-Klimaanlage, bei hohen Drücken und durch hohe mögliche Drehgeschwindigkeiten hohe Leistungen ermöglicht. Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß aufgrund der kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche und der folgenden Beschreibung anhand der Zeichnungen zu entnehmen. Es zeigt:

Fig.1 einen Axialschnitt durch eine erfindungsgemäße Radialkolbenmaschine,

Fig.2 einen die Kolbenachsen einschließenden Radialschnitt entlang der Linie II-II der Fig.1,

Fig.3 eine perspektivische Darstellung zweier benachbarter Kolben der Kolbenanordnung entsprechend Fig.2, mit einem in diese Kolben eingreifenden Umfangsbereich des Steuerringes,

Fig.4 eine Aufsicht auf eine Ventilmembran von an den Kolben und an den Zylinderköpfen vorgesehenen Rückschlagventilen,

Fig.5 eine vergrößerte Darstellung aus dem Bereich V der Fig.1,

Fig.6 eine Seitenansicht des Steuerringes der Hub-

kolbenmaschine nach Fig.1 und 2 und

Fig.7 einen vergrößerten Axialschnitt eines der fünf Kolben der Hubkolbenmaschine nach Fig.1 und 2 mit schematischer Darstellung einer rotierenden Zuströmung.

[0007] Die Radialkolbenmaschine 1 hat eine vorzugsweise ungerade Anzahl von beispielsweise fünf Kolben-Zylindereinheiten 2,3, die ringförmig nebeneinander, in einem gemeinsamen, relativ flachen Gehäusekörper 4 eines Maschinengehäuses 5 angeordnet sind, indem in dessen massives Material fünf radial gerichtete, die Kolben 2 führende Zylinderbohrungen 3 eingearbeitet sind.

[0008] Zur Materialeinsparung ist der Gehäusekörper 4 entsprechend der Darstellung in Fig.2 vorzugsweise sternförmig ausgebildet und hat außen fünf Flanschflächen 6 für die dichte Montage von Auslassventilen 7 und von einer Abströmleitung 8 einschließenden Zylinderköpfen 9.

[0009] Zum Zentrum des Gehäusekörpers 4 hin enden die Zylinderbohrungen 3 in einem zentrisch zur Exzenterwelle 12 angeordneten, möglichst kleinen, kreisförmigen Getrieberaum 10, in dem der Exzenter 11 der Exzenterwelle 12 mit einem ihn umschließenden Wälzlager 13 eine Umlaufbewegung ausführt.

[0010] Der Außenring 14 des z.B. als Nadellager ausgeführten Wälzlagers 13 befindet sich in ständigem Kontakt mit der ihm zugekehrten, inneren Stirnfläche 15 der Kolben 2, so dass die Umlaufbewegung des Exzenter 11 die Kolben 2 aufeinander folgend, radial nach außen schiebt, um ihren Auswärtshub auszuführen.

[0011] Für den Antrieb des Einwärtshubs sind die fünf Kolben 2 durch einen polygonförmigen Steuerring 16 miteinander gekoppelt, indem dieser jeweils in eine seitliche Aussparung 17 der Kolben 2 eingreift. Diese Koppelung bewirkt, dass der Steuerring 16 durch den Auswärtshub jedes Kolbens 2 in Reihenfolge entsprechend der Umlaufbewegung des Exzenter 11 nach außen gezogen wird und folglich die diametral gegenüberliegend angeordneten Kolben 2 mitnehmend, diese nach innen zieht, so dass sie ihren Einwärtshub ausführen.

[0012] Die Aussparung 17 der Kolben hat die Form eines in Richtung einer Sekante geführten und der Querschnittsform des Steuerringes 16 angepassten Einschnittes, mit somit zueinander parallelen Flächen. Dabei hat die Aussparung 17 von der inneren Stirnfläche 15 der Kolben 2 einen möglichst geringen Abstand, der der Dicke einer Bodenwand 18 des vorzugsweise als Hohlkörper ausgeführten Kolbens 2 entspricht und sie ist auf einem begrenzten Umfangsbereich des Kolbens (2) als seitliche Unterbrechung seiner im Zylinder 3 gleitenden, zylindrischen Gleitfläche ausgeführt. Dies hat den Vorteil, dass die Kolben zumindest auf ihrer nicht durch die Aussparung 17 unterbrochenen, in Umfangsrichtung einen Bogen von wesentlich mehr als 180° aufweisenden größeren Seite, über ihre gesamte Länge lückenlos im Zylinder 3 geführt sind.

[0013] Es versteht sich, dass die Aussparungen 17 der Kolben (2) und entsprechend der Steuerring 16, in Abweichung vom dargestellten Ausführungsbeispiel, auch auf der dem Gehäuseraum 45 zugekehrten, anderen Seite des Gehäusekörpers 4 vorgesehen sein können. Auch können für den Steuerring 16, abhängig vom Herstellungsaufwand und der an ihm auftretenden Kräfte, andere Querschnittsformen vorgesehen sein, als entsprechend der scheibenförmigen Ausführung des Steuerringes 16 des dargestellten Ausführungsbeispieles, wie z.B. quadratisch, so dass sich eine breitere innere Steuerfläche 20 ergibt.

[0014] Die im dargestellten Ausführungsbeispiel fünf inneren Steuerflächen 20 des Steuerringes 16 verlaufen zumindest angenähert und gehen über eine kleine, zur besseren Verteilung von am Steuerring 16 wirkenden Kräften vorgesehene Ausrundung 22 in die in Umfangsrichtung folgende innere Steuerfläche 20 über, so dass der Steuerring 16 eine polygonförmige innere Kontur hat. Eine geringfügige konvexe Krümmung dieser Steuerflächen 20 in Umfangsrichtung kann von Vorteil sein, um einer Belastung der quer zur Kolbenachse endseitigen Begrenzungskanten 61,62 der Kontaktflächen 18 entgegen zu wirken.

[0015] Da die Aussparung 17 der Kolben 2 somit seitlich offen ist, kann sich der Steuerringes 16 quer durch die Kolben 2 erstrecken und in dieser Richtung relativ zum Kolben ungehindert eine Querbewegung ausführen, die sich durch die phasengleich mit der Umlaufbewegung des Exzenter 11 erfolgende Steuerbewegung ergibt. Dabei gleiten seine inneren Steuerflächen 20 auf der jeweiligen inneren Bodenwand 18 der fünf Kolben 2. Außerdem ermöglichen die seitlich offenen Aussparungen 17 der Kolben 2 bei der Montage der Maschine ein einfaches Zusammenfügen der beweglichen Komponenten.

[0016] Um den Steuerring 16 auch in Richtung seitlich nach außen in den Aussparungen 17 der Kolben (2) zu sichern, gleitet er bei seiner Umlaufbewegung in einer umlaufend ausgeführten Ausnehmung 65 des Gehäusekörpers 4, die beispielsweise als radialer Einschnitt ausgeführt ist. Der möglichst klein ausgeführte Getrieberaum 10 des massiven Gehäusekörpers 4 hat seitlich angrenzend an den Steuerring 16 eine kreisförmig umlaufende Erweiterung 66 entsprechend der Größe des Steuerringes 16, die sein Einsetzen in den einteilig ausgeführten Gehäusekörper 4 ermöglicht.

[0017] Außen hat der Steuerring 16 fünf kreisbogenförmige Teile 21 einer Zylinderfläche, die jeweils durch eine Ausnehmung 23 des Steuerringes 16 begrenzt sind. Diese fünf Ausnehmungen 23 bilden jeweils eine Zuströmöffnung zu dem durch die Aussparung 17 seitlich geöffneten, zylindrischen Innenraum 24 der Kolben 2. Dabei sind die Ausnehmungen 23 derart angeordnet, dass sie sich entsprechend der Darstellung in Fig.3 über einen seitlichen Teil des jeweiligen Eingriffsbereichs des Steuerringes 16 erstrecken, und die Einstromung in die Kolbenaussparung 17 entsprechend seitlich und da-

durch tangential in den zylindrischen Innenraum 24 der Kolben 2 erfolgt.

[0018] Die tangentiale Einstromung in Richtung der doppelten Pfeile 25,26 führt im zylindrischen Innenraum 24 zu einer Spiralströmung 27 mit einer Zentrifugalwirkung, so dass ein in gasförmigem Betriebsmedium enthaltenes Schmiermittel in der Maschine 1 zurückgehalten wird, wie die gegen die zylindrische Innenwand 19 des Kolbens 2 gerichteten Pfeile 26 andeuten. Diese Zentrifugalwirkung wird durch die Abströmung des gasförmigen Mediums durch einen zentralen Innenstutzen 28 des Kolbens 2 unterstützt, dessen zentraler Kanal an der radial äußeren Stirnfläche des Kolbens (2) in einer Ventilöffnung 30 mündet.

[0019] An der Stirnfläche der Kolben 2 ist die Membran 33 eines Rückschlagventils 31 mittels ihres Randes 35 z.B. durch Schweißen befestigt. Die Membran 33 hat einen zentralen Schließteil 32 und drei sich von diesem bogenförmig zum Membranrand 35 erstreckende Stegteile 34, so dass die Stegteile 34 Federelemente für die Hubbewegung des Schließteiles 32 bilden.

[0020] Radial nach außen sind die Zylinderbohrungen 3 durch einen plattenförmigen Teil 36 des Zylinderkopfes 9 begrenzt, der einen zentralen Ausströmkanal 37 umschließt, an dem außen die Membran 38 eines Rückschlagventils anliegt, die entsprechend der Darstellung in Fig.4 gleich ausgeführt ist, wie die Membran 33 des am Kolben 2 vorgesehenen Rückschlagventils.

[0021] Aus den zylindrischen Arbeitsräumen 3 strömt das Arbeitsmedium in Anschlussblöcke 39, die über Verbindungskanäle 40 die Verbindung zu einer das Maschinengehäuse 5 umschließenden Sammelleitung 41 herstellen. Durch diese außen am Gehäusekörper 4 befestigten Anschlussblöcke sind die plattenförmigen Teile der Zylinderköpfe 9 unter Vorspannung dicht am Gehäusekörper 4 gehalten.

[0022] Die Exzenterwelle 12 ist im Maschinengehäuse 5 bzw. dessen glockenförmigem Gehäusekörper 50 durch zwei Wälzlager 42,43 gelagert. Eine antriebsseitige Dichtanordnung 44 dichtet den Gehäuseinnenraum 45 axial nach außen ab, während das freie, den Exzenter 11 und ein Ausgleichsgewicht 46 tragende Wellenende 47 in einem Gehäuseraum 48 endet, der durch einen angeflanschten Gehäusedeckel 49 verschlossen ist. Für einen Druckausgleich zwischen den Gehäuseräumen 45 und 48 kann sich auf nicht dargestellte Weise ein Ausgleichskanal durch die Exzenterwelle hindurch erstrecken.

[0023] Die Zuströmung des Arbeitsmediums in die Hubkolbenmaschine 1 erfolgt über mindestens einen am glockenförmigen zweiten Gehäuseblock 50 radial angeschlossenen Anschlussstutzen 51. Anschließend durchströmt es entsprechend der Darstellung in Fig.5 in der Gehäuseinnenwand 52 vorgesehene Axialkanäle 53,54 und trifft auf eine sich mit der Exzenterwelle 11 drehende Prallplatte 55, an der ein Schmiermittelanteil im gasförmigen Betriebsmedium abgeschieden wird. Die Weiterströmung erfolgt durch Umströmung der

Prallplatte 55 und über einen Spalt 56 zwischen der Prallplatte und dem Gehäusekörper 50 zu dem zentrisch zur Gehäuse- und Wellenachse 57 angeordneten und kreisförmigen Getrieberaum 10 des Gehäusekörpers 4, in dem der Exzenter 11 umläuft, so dass das Betriebsmedium vom endseitigen Gehäuseraum 48 in der zuvor beschriebenen Weise in die Kolben 2 einströmen kann.

[0024] Die Ausbildung der genannten Rückschlagventile für die Zuströmung in die Arbeitszylinder 3 und die Abströmung aus diesen als Membranventil und die Anordnung eines derselben unmittelbar am Kolben 2 ermöglicht besonders geringe radiale Dimensionen bzw. eine besonders kompakte Bauweise der Hubkolbenmaschine 1 und sie kann dennoch mit hohen Drehgeschwindigkeiten ihres Exzenter 11 betrieben werden, so dass hohe Leistungen möglich sind. Entsprechend ist die erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine 1 besonders als Kompressor einer CO₂-Klimaanlage für den Einbau in den Motorraum eines Kraftfahrzeuges geeignet. Weiterhin sind die erfindungswesentlichen Komponenten der Maschine so gestaltet, dass sie auf einfache Weise herstellbar und zueinander montierbar sind.

[0025] Für ihre einfache Herstellbarkeit bestehen die Kolben 2 aus zwei teleskopartig ineinander geschobenen Teilen und vor ihrer Vereinigung wird an einem dieser Teile, d.h. dem den Kolbenboden 29 aufweisenden Teil, die Ventilmembran 33 befestigt und am anderen Teil die Aussparung 17 durch eine seitliche Einfräsung hergestellt. Beim Zusammenfügen durch eine Presspassung nehmen sie zwischen sich einen Kolbenring 58 auf.

[0026] Eine erfindungsgemäße Hubkolbenmaschine 1 ist für hohe Drehgeschwindigkeiten von mehr 10 000 U/min geeignet, so dass die Auswuchtung der Exzenterwelle 12 und der sich mit ihr drehenden Komponenten, u.a. durch das Ausgleichsgewicht 46 und z.B. eine Ausnehmung 60 an der mitumlaufenden Prallplatte 55 von besonderer Bedeutung ist.

Patentansprüche

1. Hubkolbenmaschine mit ringförmig nebeneinander angeordneten, radial gerichteten Kolben-Zylindereinheiten (2,3) und mit einer Exzenterwelle (12), die sich durch einen die Zylinder (3) einschließenden Gehäusekörper (4) eines Maschinengehäuses (5) erstreckt und deren Exzenter (11) den Auswärtshub der Kolben (2) steuert, wobei der Einwärtshub der Kolben (2) durch einen gemeinsamen, in die Kolben (2) eingreifenden Steuerring (16) gesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Eingriff des Steuerringes (16) in eine seitliche, in Richtung einer Sekante verlaufende, einer Querschnittsform des Steuerringes (16) angepasste Aussparung (17) jedes Kolbens (2) erfolgt, die eine Bodenwand des Kolbens (2) begrenzt, wobei der Steuerring (16)

über eine innere Steuerfläche (20) mit dieser Bodenwand (18) in steuerndem Gleitkontakt steht.

2. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der Kolben-Zylindereinheiten (2,3) ungerade ist, so dass im Wesentlichen geradlinig gerichtete innere Steuerflächen (20) des Steuerringes (16) gemeinsam ein Polygon mit nicht rechtwinkliger gegenseitiger Zuordnung bilden. 5
10

3. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die inneren Steuerflächen (20) des Steuerringes (16) eine geringfügige konvexe, einen Kantenkontakt mit der Bodenwand (18) vermeidende Krümmung aufweisen. 15

4. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Seitenfläche des Steuerringes (16) an die in Richtung einer Sekante verlaufende Begrenzungsfläche der Aussparung (17) mit Gleitkontakt angrenzt. 20

5. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aussparung (17) und damit der Steuerring (16) sich in den jeweiligen Kolben (2) bis zu mehr als der Hälfte des Kolbenradius hinein erstreckt. 25

6. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Gehäusekörper (4) eine mindestens eine seitliche Anlauffläche für den Steuerring (16) bildende Ausnehmung (65) vorgesehen ist. 30
35

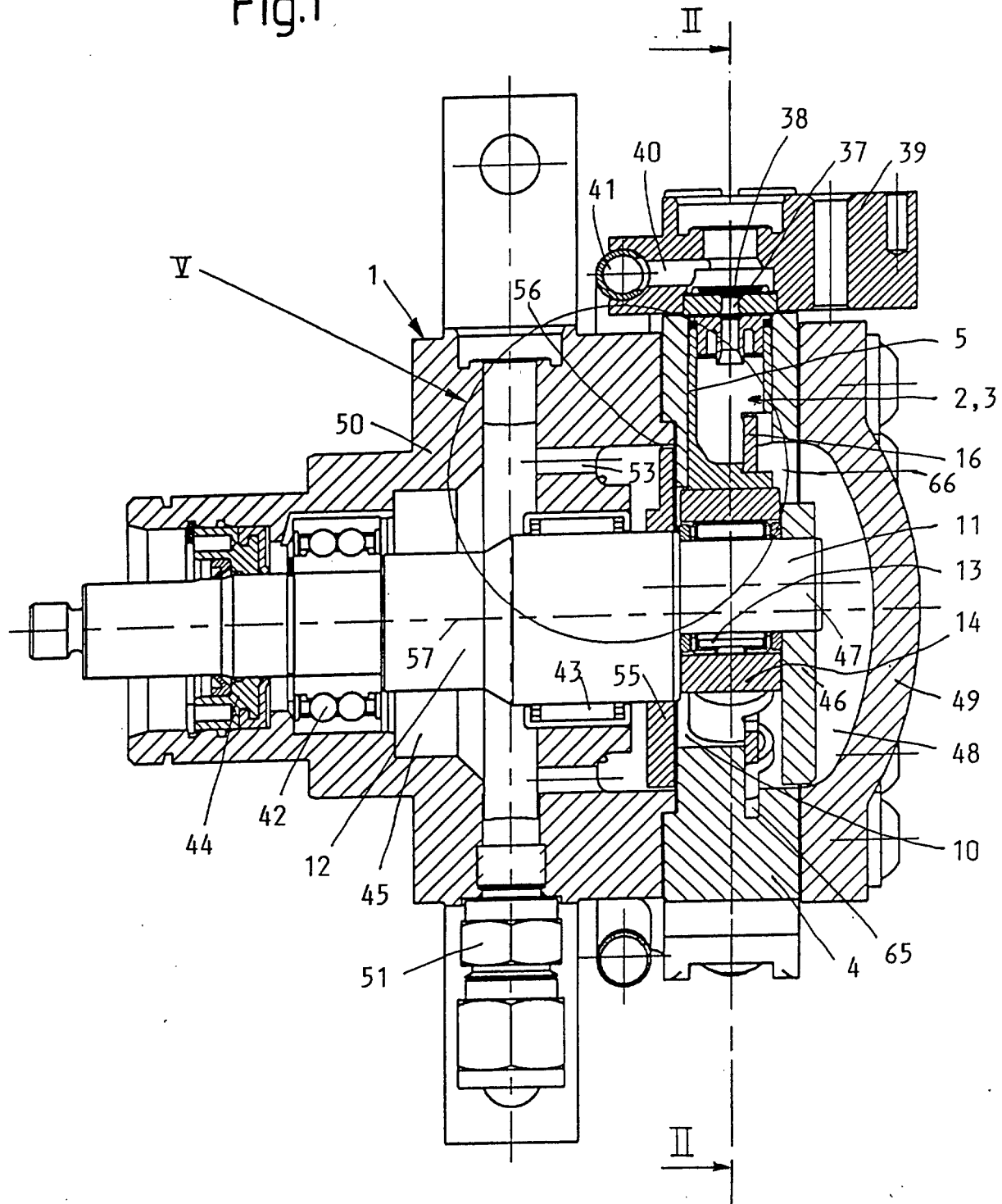
7. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolben (2) als Hohlkörper mit einer zylindrischen Innenwand (19) ausgebildet sind, so dass die für den Steuerring (16) vorgesehene Aussparung (17) eine seitliche Kolbenöffnung bildet. 40

8. Hubkolbenmaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerring (16) an seinen in eine Aussparung (17) der Kolben (2) eingreifenden Umfangsbereichen, jeweils eine Ausnehmung (23) aufweist, die eine zur zylindrischen Kolbeninnenwand (19) tangentiale Zuströmverbindung zum inneren Kolbenraum (24) bildet. 45
50

9. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** am äußeren Kolbenboden (29) ein Innenstutzen (28) vorgesehen ist, so dass dieser einen zentralen Kolbenkanal bildet, der an der Stirnfläche des Kolbens (2) mündet, wobei an dieser Stirnfläche die Membran (33) eines Membranventils (31) anliegt. 55

10. Hubkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolben (2) aus zwei teleskopartig ineinander geschobenen Teilen bestehen, die zwischen sich einen Kolbenring (58) einschließen, wobei an einem dieser Teile ein zentraler Innenstutzen (28) und eine Ventilmembran (33) vorgesehen ist und im anderen Teil die Aussparung (17) seitlich eingefräst ist.

Fig.1



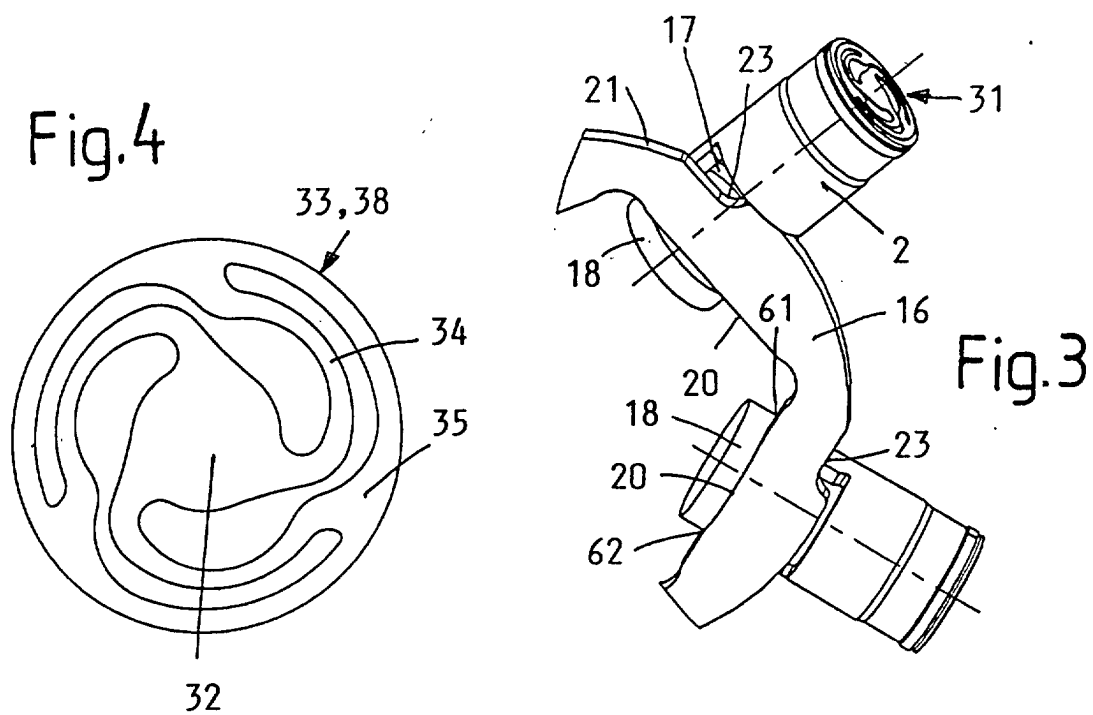
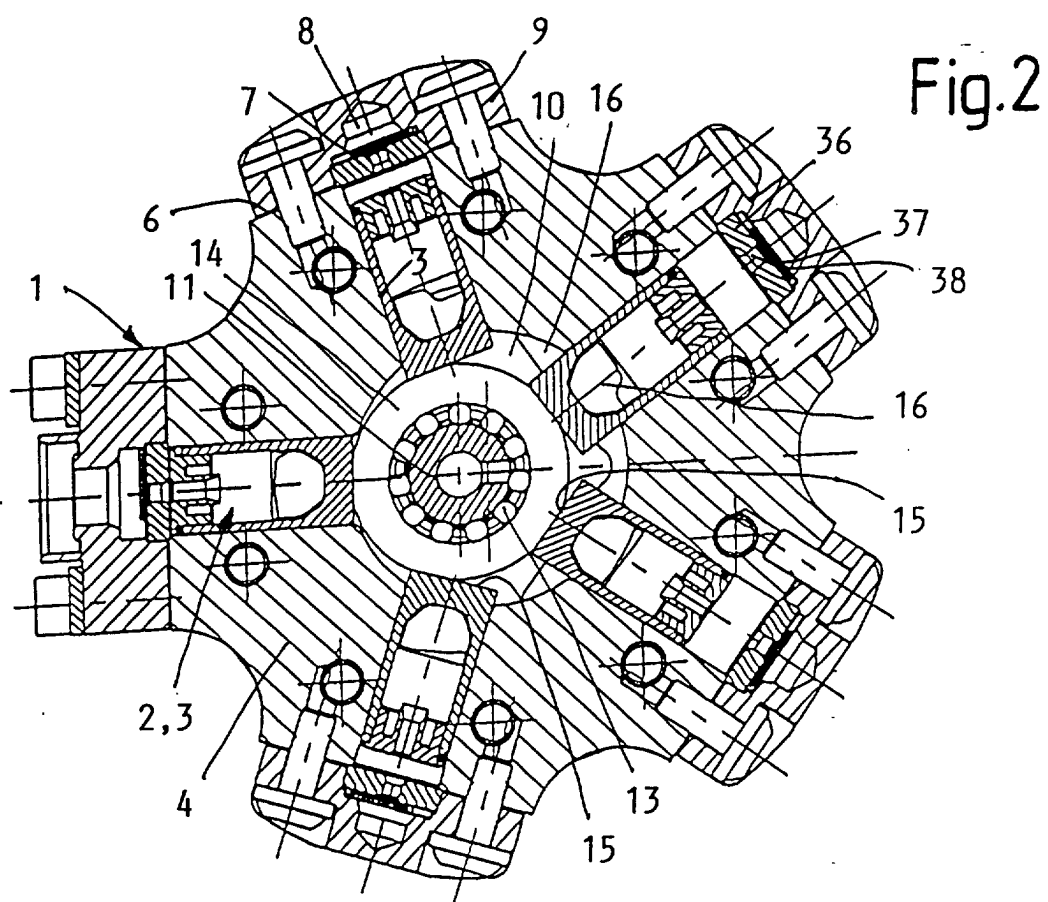


Fig.5

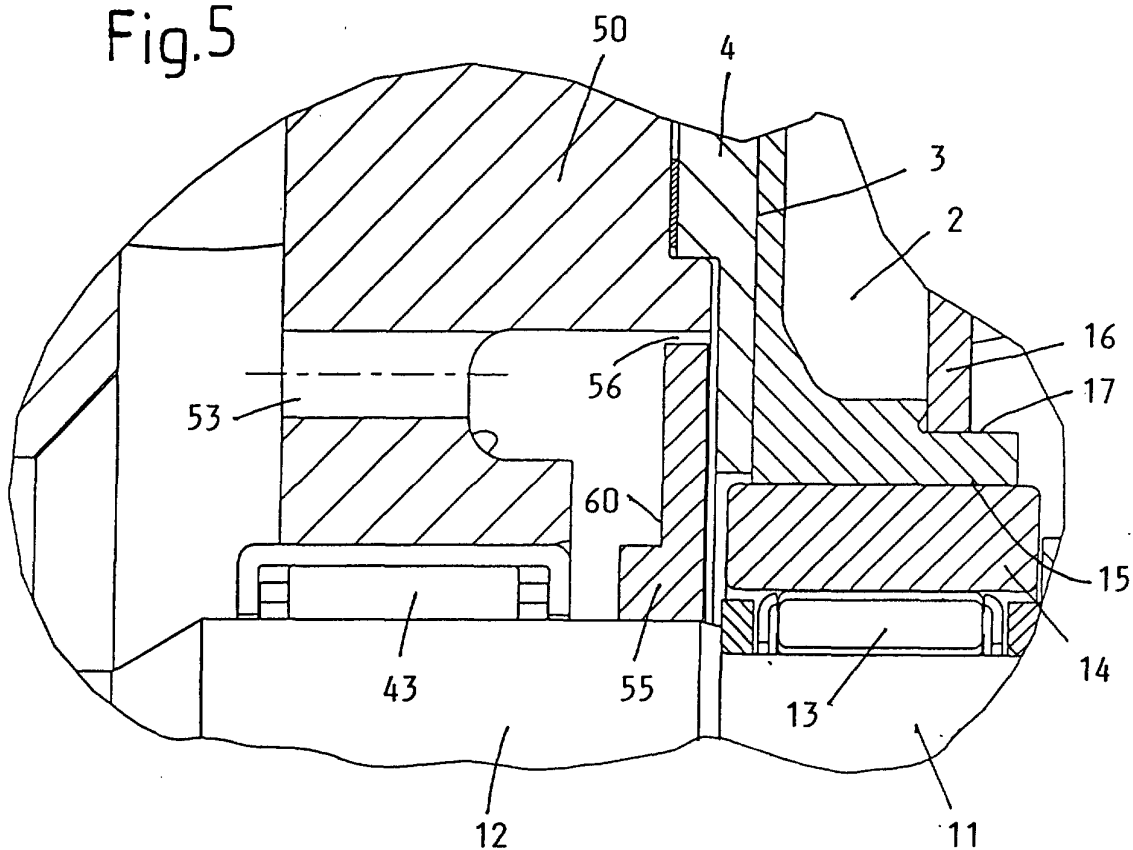


Fig.7

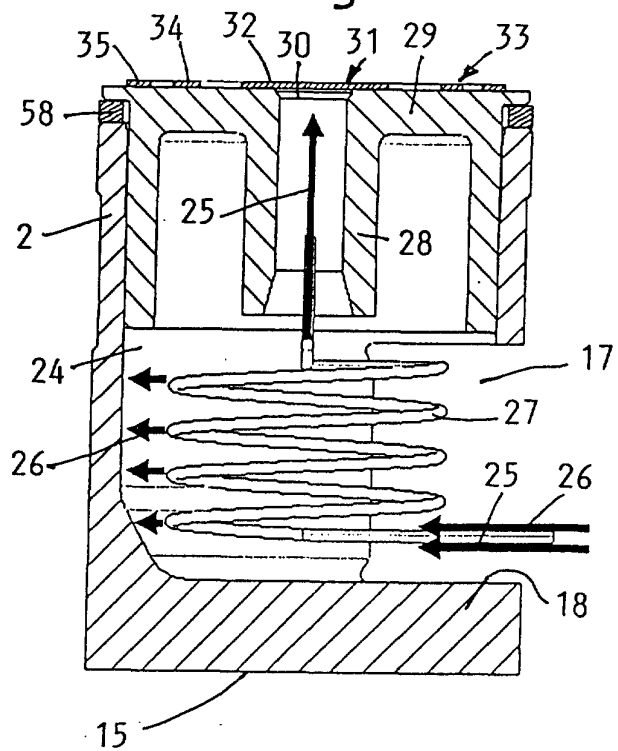


Fig.6

