



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 816 675 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.01.1998 Patentblatt 1998/02

(51) Int. Cl.⁶: **F04B 1/053**

(21) Anmeldenummer: 97110504.4

(22) Anmeldetag: 26.06.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV RO SI

(30) Priorität: 01.07.1996 DE 19626399
16.10.1996 DE 19642735

(71) Anmelder:
Mannesmann Rexroth GmbH
97816 Lohr/Main (DE)

(72) Erfinder:
• **Arnold, Bernhard**
97849 Roden-Ansbach (DE)
• **Eisenbacher, Egon**
97753 Karlstadt/Main (DE)
• **Pawellek, Franz**
97840 Hafenlohr (DE)

(74) Vertreter:
KUHNEN, WACKER & PARTNER
Alois-Steinecker-Strasse 22
85354 Freising (DE)

(54) Vorrichtung zur Stabilisierung des Exzentrings einer Radialkolbenpumpe

(57) Beschrieben wird eine Vorrichtung zur Stabilisierung des Exzentrings einer Radialkolbenpumpe mit mehreren, von einer gemeinsamen Exzenterwelle angetriebenen Kolben, die jeweils in einem im Pumpengehäuse fixierten Zylindereinsatz gleitbeweglich geführt sind und sich an abgeflachten Stützflächen des Exzentrings abstützen, der drehbar auf einem Exzenter der Exzenterwelle gelagert ist. Um in allen Betriebszuständen der Pumpe und damit insbesondere in den Zuständen, in denen für die Pumpenkammern eine Unterversorgung vorliegt, zu verhindern, daß Dreh-/Kippschwingungen des Exzentrings auftreten, ist eine hydraulische Verdrängerelementanordnung vorgesehen, mit der der Exzentering in jeder Bewegungsphase der Pumpe durch aktive Druckbeaufschlagung der Verdrängerelementanordnung stabilisierbar ist. Mit dieser Verdrängerelementanordnung ist durch das Hinzufügen einer Schlitzsteuerungseinrichtung, eines Rückschlagventils, sowie eines Druckkanals und eines Saugkanals die Ausführung der Funktion einer Vorförderpumpe möglich.

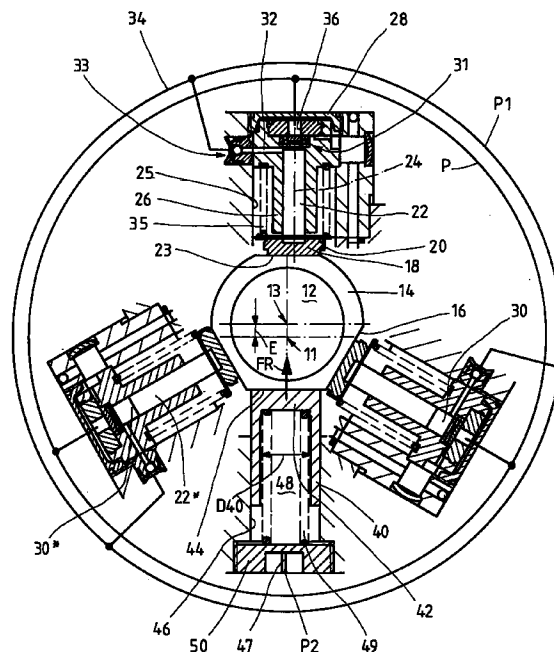


FIG.1

EP 0 816 675 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Stabilisierung des Exzenterings einer Radialkolbenpumpe mit mehreren von einer gemeinsamen Exzenterwelle angetriebenen Kolben, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Solche Radialkolbenpumpen werden häufig zur Speisung der gemeinsamen Hochdruckleitung (Common-Rail) eines Kraftstoff-Einspritzsystems für Fahrzeuge eingesetzt, weil derartige Pumpen mit verhältnismäßig kleinem Bauvolumen hohe Drücke bereitstellen und ein gutes Ansprechverhalten der Regelung haben. Um den Druck in der Common-Rail in Abhängigkeit von den Betriebsparametern des Kraftstoff-Versorgungssystems entsprechend der momentanen Druckfluidanforderung zu regeln, wird der Radialkolbenpumpe beispielsweise eine verstellbare Saugdrossel vorgeschaltet, die somit als eine Fluidfördermengen-Begrenzungseinrichtung fungiert, so daß die einzelnen Kolben der Radialkolbenpumpe nur soviel Druckfluid, d.h. Kraftstoff fördern, wie in der Common-Rail tatsächlich benötigt wird. Es kann sich somit in den einzelnen Pumpenkammern unter bestimmten Bedingungen eine extreme Unterversorgung einstellen, und zwar selbst dann, wenn die Kolben Druckfluid, d.h. Kraftstoff aus einem Niederdruckbereich ansaugen, der bereits mittels einer Vorförderpumpe unter Druck gesetzt ist. Radialkolbenpumpen halten derartigen Betriebsbedingungen, in denen insbesondere am Einlaß der Pumpenkammer Kavitation auftreten kann, verhältnismäßig gut stand. Denn die den Kolben gegen die Stützfläche am Exzentering vorspannende Feder kann in der Regel ausreichend groß dimensioniert werden, um sicherzustellen, daß der Kolben bzw. der damit in einer Kraftkette stehende Gleitschuh der Stützfläche des Exzenterings ständig folgt.

Solange die Pumpenkammer im Saughub des Pumpenkolbens vollständig mit Druckfluid gefüllt wird, übt bei einer Mehrzahl von in gleichmäßigem Umfangsabstand zueinander stehenden Radialkolben zumindest ein Gleitschuh eine ausreichend hohe Radialkraft auf die zugehörige Stützfläche des Exzenterings aus, um diesen durch den Flächenkontakt zwischen Gleitschuh und Stützfläche in Umfangsrichtung zu stabilisieren. Damit ein Verdrehen des Exzenterings auch dann verhindert werden kann, wenn die Druckfluidzufuhr zur Pumpenkammer der Hochdruckpumpe versagt, wird in der DE 35 22 479 A1 bei einer gattungsbildenden Radialkolbenpumpe ein zusätzliches, sich am Pumpengehäuse abstützendes Stabilisierungsteil vorgesehen, das flächig gegen eine weitere Stabilisierungsfläche des Exzenterings vorgespannt ist. Dieses Stabilisierungsteil ist von einem federbeaufschlagten Kolben gebildet, der radial nach innen vorgespannt ist und mit seinem radial innen liegenden Stirnende flächig gegen eine zugehörige Abflachung des Exzenterings drückt. Somit wird der Exzentering auch dann, wenn die Kol-

ben in den Fällen eines Versagens der Druckfluidzufuhr nicht länger gegen die Stützflächen gedrückt werden, gegen Verdrehen gesichert. Nach erneutem Start der Pumpe nach einem Ausfall des Versorgungsmediums kann die Pumpe somit ohne vorheriges, erneutes Ausrichten des Exzenterings wieder gestartet werden, so daß Pumpenausfallzeiten vermieden werden.

Nach einer besonderen Ausführungsform gemäß Figur 3 ist der Stabilisierungskolben radial innerhalb des Pumpenkolbens geführt und stützt sich mit seinem stirnseitigen Tellerabschnitt am Ringkragen des Pumpenkolbens ab. Das Innere des Stabilisierungskolbens ist über einen Radialkanal, einen Axialkanal und ein Drossелеlement mit Druckfluid füllbar, wodurch ein Dämpfungseffekt für den sich radial nach innen bewegendenden Pumpenkolben erzielbar ist.

Radialkolbenpumpen mit einem vorstehend beschriebenen Aufbau werden nicht nur für immer höher werdende Systemdrücke, sondern auch für immer höhere Drehzahlen eingesetzt. Da sich bei derartigen Radialkolbenpumpen der Exzentering auf einer Kreisbahn bewegt, wobei er parallel zu sich selbst verschoben wird, findet zwischen dem Pumpenkolben bzw. einen zugehörigen Gleitschuh und der abgeflachten Stützfläche des Exzenterings eine Relativ-Gleitbewegung statt. Die Reibkraft hat die Tendenz, den Exzentering zu verdrehen. Weil die Reibkraft sich zyklisch mit dem Drehwinkel der Exzenterwelle verändert, ist sie letztlich insbesondere bei höheren Drehzahlen dafür verantwortlich, daß nicht mehr kontrollierbare Dreh-/Kippschwingungen des Exzenterings auftreten, die die Funktionsfähigkeit der Radialkolbenpumpe beeinträchtigen und zu einem erhöhten Verschleiß der einzelnen Komponenten der Radialkolbenpumpe führen können. Diese unerwünschten Dreh-/Kippschwingungen treten insbesondere dann auf, wenn die Radialkolbenpumpe mit einer sogenannten Saugdrosselregelung ausgestattet ist bzw. wenn in der Druckfluidversorgung einzelner Verdrängerkolben Drossel- oder Ventilorgane vorgesehen sind, mit denen zumindest einzelne Verdränger bzw. Pumpenkolben quasi abgeschaltet werden.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Stabilisierung des Exzenterings einer Radialkolbenpumpe gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 zu schaffen, mit der in allen Betriebszuständen und insbesondere bei hohen Drehzahlen und im Saugdrosselbetrieb mit Druckfluid-Unterversorgung einzelner Verdränger Dreh-/Kippschwingungen des Exzenterings wirksam ausgeschlossen werden.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird der Exzentering durch eine Verdrängerelementanordnung stabilisiert, die in jeder Bewegungsphase der Radialkolbenpumpe eine den Exzentering stabilisierende aktive Druckbeaufschlagung erhält. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, die Stabilisierungskraft an den Betriebszustand der Pumpe

anzupassen und beispielsweise in den für Dreh-/Kipp-schwingungen kritischen Betriebsphasen, d.h. bei hohen Drehzahlen und/oder bei einer Unterversorgung der Pumpenkammern einzelner oder aller Pumpenkolben die Stabilisierungskraft ausreichend hoch zu halten, um den Exzenterring vor Dreh-/Kippschwingungen zu schützen. Die zur Stabilisierung des Exzenterrings erforderliche Kraft kann damit energetisch optimiert werden, indem sie beispielsweise nur in einem ganz bestimmten Drehzahlband und/oder in Abhängigkeit von Parametern der Saugdrosselregelung bzw. der Druckfluidversorgung einzelner oder aller Pumpenkolben mit besonderer Wirksamkeit bereitgestellt wird. In anderen Betriebszuständen, in denen der Exzenterring derartigen Dreh-/Kippschwingungen nicht im besonderen Umfang unterliegt, kann erfindungsgemäß die Stabilisierungskraft geringer gehalten werden, wodurch der Wirkungsgrad der Radialkolbenpumpe auf ein Optimum einstellbar ist.

Die Verdrängerelementanordnung selbst kann in verschiedensten Ausführungsformen vorgesehen werden. Eine erste Variante ist Gegenstand der Ansprüche 2 bis 5. Diese Variante hat den besonderen Vorteil, daß die Stabilisierungsvorrichtung unabhängig von den übrigen Komponenten der Radialkolbenpumpe gestaltet werden kann, was sich positiv im Hinblick auf eine Nachrüstbarkeit von herkömmlichen Radialkolbenpumpen mit einer erfindungsgemäßen Stabilisierungsvorrichtung auswirkt. Bei ausreichend großer Dimensionierung der Druckkammer des Verdrängerelements und vorzugsweise bei weitgehend großer Gestaltung der Kontaktfläche zwischen dem tassenförmigen Kolben und der Stabilisierungsfläche am Exzenterring, genügt bereits ein einziger tassenförmiger Kolben, um den Exzenterring in den kritischen Betriebszuständen vor Dreh-/Kippschwingungen zu schützen. Zur energetischen Optimierung der Radialkolbenpumpe kann der Innendruck des tassenförmigen Kolbens vorzugsweise nach einem bestimmten Steuerprofil veränderbar sein, das an betriebspunktbestimmte Parameter der Radialkolbenpumpe angepaßt ist. Es hat sich gezeigt, daß eine solche Ausgestaltung der Verdrängerelementanordnung dann besonders sinnvoll einsetzbar ist, wenn nicht mehr als drei Pumpenkolben vorhanden sind, da auf diese Weise am Exzenterring eine ausreichend große Stabilisierungsfläche zwischen zwei benachbarten Stützflächen am Exzenterring ausgebildet werden kann.

Wenn die Anzahl der tassenartigen Kolben vergrößert wird, läßt sich der Stabilisierungseffekt zusätzlich verbessern. Wenn beispielsweise drei in gleichmäßigem Winkelabstand zueinander stehende Stabilisierungskolben gemäß Patentanspruch 5 vorgesehen sind, befindet sich mindestens ein tassenförmiger Kolben in einer radial nach außen gerichteten Verdrängungsphase, so daß die Möglichkeit gegeben ist, die Stützkraft dieses Stabilisierungskolbens in dieser Bewegungsphase zusätzlich anzuheben. Der Grad der

Steigerung der Stabilisierungskraft in dieser Bewegungsphase des Stabilisierungskolbens läßt sich auf besonders einfache Weise über die Druckfluid-Versorgungsöffnung für die Innenseite des tassenartigen Kolbens steuern.

Eine weitere Variante der Stabilisierungsvorrichtung für den Exzenterring, die sich insbesondere für Ausführungsformen von Radialkolbenpumpen eignet, die mehr als drei, beispielsweise fünf und mehr Radialkolben besitzt, ist Gegenstand der Patentansprüche 6 ff. Diese Variante hat den besonderen Vorteil, daß die Stabilisierungsvorrichtung in die einzelnen Zylindereinsatz-Module der Radialkolben integriert werden kann, wodurch sich eine sehr raumsparende Anordnung ergibt. Weil mehrere, vorzugsweise in gleichmäßigem Winkelabstand zueinander liegende tellerförmige Elemente und zugehörige bewegbare Stützhülsen vorgesehen sind, mit denen eine entsprechende Anzahl von Druckfluidkammern begrenzt werden, wird bei der Bewegung der Pumpenwelle stets zumindest eine Druckfluidkammer in der radial nach außen gerichteten Bewegungsphase des zugeordneten Pumpenkolbens kurzzeitig unter Druck gesetzt, wodurch der Exzenterring über die zugehörige Stützfläche stabilisierbar ist, und zwar auch dann, wenn die Druckfluidversorgung aller bzw. einzelner Pumpenkammern so stark gedrosselt ist, daß die Pumpenkammer nicht mehr vollständig gefüllt werden kann. Über die gedrosselte Verdrängung des in der Druckfluidkammer gefangenen Druckfluids läßt sich der Druckaufbau und damit die Stabilisierungskraft gut dosieren, und zwar beispielsweise derart, daß sich in einem spezifischen Drehzahlbereich der Stabilisierungseffekt besonders wirksam einstellt. Dieser Drehzahlbereich wird so gelegt, daß er mit dem kritischen Drehzahlbereich zusammenfällt, in dem die eingangs beschriebenen Dreh-/Kippschwingungen des Exzenterrings vorrangig auftreten.

Weil zur Begrenzung der Druckfluidkammer tellerförmige Elemente verwendet werden, wird der Bauraum in radialer Richtung durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen nur geringfügig angehoben. Auch die Stützhülse läßt sich sehr platzsparend in die einzelnen Einheiten bzw. Module im Bereich der Zylindereinsätze integrieren. Für die Druckfluidkammer wird erfindungsgemäß kein zusätzlicher Bauraum in Anspruch genommen. Es wird hierfür der Zylinderraum zwischen der radial innen liegenden Stirnfläche des Zylindereinsatzes und einem Gleitschuh herangezogen, auf dem sich deren Pumpenkolben abstützt. Dabei können der Stützhülse weitere Aufgaben übertragen werden, wie z.B. die Aufgabe, eine Stützfläche für die Rückholfeder des Pumpenkolbens bereitzustellen.

Die Stützhülse erfüllt mit der Weiterbildung des Patentanspruchs 7 die Funktion eines Ventils zur zeitlich gesteuerten Füllung der zur Stabilisierung des Exzenterrings herangezogenen Druckfluidkammer. Für die Führung der Stützhülse verbleiben verschiedene Möglichkeiten. Gemäß einer ersten Variante nach

Patentanspruch 8 ist die Stützhülse auf der Außenoberfläche des Zylindereinsatzes geführt, während sie nach der Variante gemäß Patentanspruch 16 über eine zum Kolben koaxiale Bohrung im Pumpengehäuse geführt ist.

Zusätzlicher Bauraum wird durch die Weiterbildung des Patentanspruchs 10 eingespart, indem für die Drosselkanalanordnung der Kontaktbereich zwischen Stützhülse und tellerförmigem Element genutzt wird. Eine besonders einfache Gestaltung des tellerförmigen Elements ergibt sich mit der Weiterbildung des Patentanspruchs 14. Das tellerförmige Element kann gemäß dieser Weiterbildung als Lochscheibe ausgebildet werden, die über einen Radialkragen axial fest mit dem Pumpenkolben verbunden ist.

Diese Ausgestaltung läßt sich in vorteilhafter Weise gemäß Patentanspruch 15 so axial verspannen, daß Relativbewegungen zwischen Stützhülse, tellerförmigem Element und Gleitschuh vermieden werden, wodurch übermäßigem Verschleiß entgegengewirkt wird.

Bei herkömmlichen Radialkolbenpumpen wird regelmäßig ein Fluidvorfördersystem eingesetzt, über das die Hauptstufe gespeist wird. Dabei werden zum Beispiel integrierte Flügelzellenpumpen verwendet. Mit der Weiterbildung der Ansprüche 24 bis 32 gelingt es, die Versorgung der Hauptstufe bei Verringerung des Teilaufwands zu verbessern und die Vorrichtung energetisch weiter zu optimieren.

Entsprechend dieser Weiterbildung wird die zyklische Bewegung der Verdrängerelementanordnung zu Vorförderzwecken herangezogen, wobei sich als besonderer zusätzlicher Vorteil ergibt, daß die Phasenverschiebung zwischen Vorförderpumpe und Hochdruckpumpe automatisch eliminiert wird.

Dabei kann die Montage der Radialkolbenpumpe einfach gehalten werden. Durch eine verminderte Anzahl von Bauteilen können die Herstellungskosten verringert werden.

In der Radialkolbenpumpe nach Anspruch 24 bis 31 arbeitet die Stabilisierungsvorrichtung gleichzeitig als Vorförderpumpe, wobei nur geringe konstruktive Änderungen nötig sind, um von der Radialkolbenpumpe mit Stabilisierungsvorrichtung zur Radialkolbenpumpe mit Stabilisierungsvorrichtung und Vorförderpumpe zu gelangen. Durch diese Maßnahmen werden sowohl die Montage der Pumpe vereinfacht als auch die Herstellungskosten verringert. Ferner ist bei diesen Ausführungsbeispielen das Anlaufverhalten bei der Startdrehzahl verbessert, da auch die Vorförderpumpe nach dem Kolben-Verdrängerprinzip arbeitet. Darüber hinaus ist eine bessere Synchronisation zwischen Vorförderpumpe und Hochdruckpumpe möglich, da die Pumpfrequenzen in Phase liegen. Das antriebsseitige Wellenende kann mit höherer Variabilität ausgebildet werden, weil der Lagerdurchmesser keinen Einschränkungen mehr unterworfen ist. Ferner kann die Pumpe um die Länge der Flügelzellenpumpe kürzer gestaltet

werden.

Mit den Merkmalen der Ansprüche 25 und 30 erhält die Stabilisierungsvorrichtung in der konkreten Ausgestaltung der vorhergehenden Ansprüche durch das einfache Hinzufügen einer Schlitzsteuerungseinrichtung und eines Rückschlagventils sowie eines Druckkanals und eines Saugkanals auf einfache Weise die integrierte Vorförderfunktion. Durch die Schlitzsteuerung wird dabei die Druckaufbauphase optimiert.

Gemäß den Ansprüchen 25 bzw. 30 ist die Stützhülse auf der Außenoberfläche der Zylindereinsatzes bzw. in einer zum Kolben koaxialen Bohrung im Pumpengehäuse vorgesehen. Dadurch wird ein stabiler Pumpenbetrieb gewährleistet.

Die Weiterbildung nach den Ansprüchen 26 und 27 betreffen zwei Varianten für die Schlitzsteuerungseinrichtung. Dabei können die Schlitzte entweder in der Stützhülse oder in der Dichthülse vorgesehen sein. Mit diesen Schlitzten wird eine gedrosselte Fluidströmung abgesichert. Wenn die Stützhülse mit ihrem Außendurchmesser im Gehäuse geführt wird, können die auftretenden Teilvolumenströme direkt im Gehäuse über Rückschlagventile zusammengeführt werden (Figur 9), was den Aufbau zusätzlich vereinfacht. Andernfalls wird ein Zusatzelement in Form einer Dichthülse verwendet, um den Volumenstrom aus der ringförmigen Verdrängerkammer in das Gehäuse zu überführen.

Mit der Variante nach Anspruch 27 ergibt sich als besonderer Vorteil, daß die Dichtlänge größer gehalten werden kann.

Um das Rückschlagventil platzsparend anzuordnen wird nach Anspruch 28 eine Blechzunge einer Flachdichtung aus Blech als Rückschlagventil verwendet. Eine weitere raumsparende Anordnung des Rückschlagventils besteht in der Integration in eine Andrückschraube des Stützrings eines Druckkammereinsatzes. Der Stützring ist dabei besonders vorteilhaft, da dieser unabhängig vom Zylindereinsatz positionierbar ist. Somit können statische Überbestimmungen der Pumpenmechanik im Bereich des Zylindereinsatzes wirkungsvoll vermieden werden.

Die Weiterbildungen der Vorrichtung nach den Ansprüchen 31 und 32 haben den Vorteil, daß eine Feder für einen ausreichenden Anpreßdruck des Kolbens an den Exzenterring sorgt. Die dort verwendete Ausgestaltung der Schlitzsteuerungsvorrichtung kann durch besonders geringfügige konstruktive Änderungen einer bestehenden Pumpenkonstruktion realisiert werden kann.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der übrigen Unteransprüche.

Nachstehend werden anhand schematischer Zeichnungen mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematisierten Schnitt einer Radialkolbenpumpe mit drei Radialkolben und einer ersten Ausführungsform der Vorrichtung zur Stabili-

sierung des Exzenterrings;

Fig. 2 eine der Figur 1 ähnliche Ansicht einer Radialkolbenpumpe gemäß einer Variante der Ausgestaltung nach Figur 1;

Fig. 3 eine schematisierte Schnittansicht (Längsschnitt) einer dritten Ausführungsform der Radialkolbenpumpe mit einer weiteren Variante der Vorrichtung zur Stabilisierung des Exzenterrings;

Fig. 4 in vergrößerter Darstellung eine Einzelheit der Ausgestaltung nach Fig. 3;

Fig. 5 in einer der Figur 1 ähnlichen Darstellung eine weitere Variante der Radialkolbenpumpe mit einer modifizierten Vorrichtung der Stabilisierungsvorrichtung für den Exzenterring;

Fig. 6 in einer der Figur 4 ähnlichen Darstellung eine weitere Variante der Radialkolbenpumpe mit einer modifizierten Version der Vorrichtung zur Stabilisierung des Exzenterrings;

Fig. 7 einen vergrößerten Teilschnitt - ähnlich der Darstellung gemäß Figur 6 - zur Erläuterung einer weiteren Variante der Vorrichtung zur Stabilisierung des Exzenterrings einer Radialkolbenpumpe;

Fig. 8 eine Schnittdarstellung einer Variante der Vorrichtung zur Stabilisierung des Exzenterrings einer Radialkolbenpumpe, mit der zusätzlich die Funktion einer Vorförderpumpe erfüllt wird;

Fig. 9 einen vergrößerten Teilschnitt zur Erläuterung einer weiteren Variante der Vorrichtung zur Stabilisierung des Exzenterrings einer Radialkolbenpumpe, bei der zusätzlich die Funktion einer Vorförderpumpe ausgeführt wird; und

die Fig. 10 und 11 Schnittdarstellungen von Abwandlungen von der in Fig. 8 dargestellten Vorrichtung.

In Figur 1 ist mit den Bezugszeichen 10 ein Pumpengehäuse bezeichnet, in dem drei in gleichmäßigem Umfangsabstand zueinander stehende Radialkolben-/Zylinderanordnungen aufgenommen sind, die mit einer zentralen Pumpenwelle, d.h. genauer gesagt mit einem Exzenterabschnitt 12 der Pumpenwelle zusammenwirken. Mit 11 ist die Achse der Pumpenwelle bezeichnet, während mit 13 das Zentrum des Exzenterabschnitts 12 bezeichnet ist, die um das Maß E zur Achse 11 versetzt ist. Auf dem Exzenterabschnitt 12 ist drehbar ein Exzenterring 14 gelagert, der auf seiner Außenseite eine der Anzahl der Kolben-/Zylinderanordnungen entsprechende Anzahl von abgeflachten Stützflächen 16 hat.

Auf den Stützflächen 16 stützt sich jeweils ein Gleit-

schuh 18 ab, der mittels eines Klammerelements 20 axial fest und verliersicher mit dem zugehörigen Pumpenkolben 22 verbunden ist. Der Pumpenkolben 22 sitzt außerdem radial zentriert im Gleitschuh 18, der somit mit seiner Kontaktfläche 23 senkrecht zur Kolbenachse 24 ausgerichtet bleibt.

Die Kolbenachse 24 verläuft im wesentlichen radial zur Pumpenwelle, wobei die Ausrichtung durch einen Zylindereinsatz 26 vorgegeben ist, der in einer entsprechenden Ausnehmung 25 des Pumpengehäuses 10 aufgenommen und mittels eines Schraubdeckels 28 darin fixiert ist. Mit der Innenbohrung des zugeordneten Zylindereinsatzes definiert der Pumpenkolben 22 eine Pumpenkammer 30, welche über ein als Rückschlagventil ausgebildetes Saugventil 31 mit Druckfluid speisbar ist, das unter einem Versorgungsdruck P steht. Andererseits geht von der Pumpenkammer 30 ein Stichkanal 32 aus, der zu einem ebenfalls als Rückschlagventil gestalteten Druckventil 33 geführt ist, welches im Pumpengehäuse 10 aufgenommen und mit einer gemeinsamen Hochdruckleitung 34 in Verbindung steht in der der Hochdruck P_1 herrscht. Die gemeinsame Hochdruckleitung 34 bildet beispielsweise die sogenannte "Common-Rail" eines Kraftstoff-Einspritzsystems einer Brennkraftmaschine.

Mit dem Bezugszeichen 35 ist eine Rückholfeder bezeichnet, die als Druckfeder ausgebildet ist und sich einerseits an einem Kopfabschnitt des Zylindereinsatzes 26 und andererseits am Klammerelement 20 abstützt, so daß der zugehörige Pumpenkolben 22 bei Bewegung des Exzenterabschnitts 12 seinen Saughub ausführen kann.

Figur 1 zeigt den oberen Kolben in der oberen Totpunktlage, d.h. in dem Zustand, in dem die Pumpenkammer 30 das minimale Volumen einnimmt. Bei einer Weiterbewegung des Exzenterabschnitts 12 folgt der Pumpenkolben 22 unter Einwirkung der Druckfeder 35 der Bewegung des Exzenterrings 14, der parallel zu sich selbst auf einer Kreisbahn mit dem Radius E verschoben wird, wodurch sich die Pumpenkammer 22 vergrößert und Druckfluid durch eine Axialbohrung 36 angesaugt wird.

Solange die Druckfluidversorgung unter dem Versorgungsdruck P ausreichend groß ist, um die Pumpenkammer 30 vollständig zu füllen, reichen die Kräfte der Federn 35 und die Druckkraft desjenigen Pumpenkolbens 22*, der sich in der Verdichtungsphase befindet, aus, um den Exzenterring 14 in der gezeigten Position zu stabilisieren. Radialkolbenpumpen der gezeigten Art sind jedoch häufig saugdrosselgeregelt, d.h., der Druck P_1 wird durch eine veränderbare Saugdrossel derart eingeregelt, daß die einzelnen Kolben jeweils nur soviel Druckfluid in den Hochdruckbereich verdrängen, wie zur Aufrechterhaltung des erforderlichen Druckniveaus benötigt wird. Dies bedeutet, daß in solchen Betriebszuständen eine Unterversorgung der betreffenden Druckkammern 30 auftritt, so daß die Kraft der Druckfeder 35 nicht mehr ausreicht, um den Pumpenkolben 22

gegen den in der Pumpenkammer sich aufbauenden Unterdruck radial nach innen zu verschieben. Auch die Pumpenkammer 30* baut in einem solchen Betriebszustand den Hochdruck entweder gar nicht oder mit einer solchen zeitlichen Verzögerung auf, daß die radial nach innen gerichtete Kolbenkraft zur Stabilisierung des Exzenterings 14 nicht wirksam genutzt werden kann. Diese Betriebszustände sind insbesondere bei hohen Drehzahlen nachteilig, weil sie zu Dreh-/Kippschwingungen des Exzenterings 14 führen können.

Um derartige Schwingungen auszuschließen, besitzt die Radialkolbenpumpe gemäß Figur 1 eine Vorrichtung zur Stabilisierung des Exzenterings in Form einer hydraulischen Verdrängerelementanordnung, mit der der Exzentering 14 in jeder Bewegungsphase der Pumpe durch aktive Druckbeaufschlagung der Verdrängerelementanordnung stabilisiert wird. Im einzelnen ist ein tassenförmiger Kolben 40 vorgesehen, der sich mit seinem Boden 42 an einer zugeordneten ebenen Stabilisierungsfläche 44 des Exzenterings 14 flächig abstützt. Der tassenförmige Kolben 40 ist in einer Radialbohrung 46 des Pumpengehäuses 10 gleitbeweglich geführt und definiert in seinem Inneren und im Zusammenwirken mit der Radialbohrung 46 einen Druckraum 48, der über zumindest einen Axialkanal 47 in einer Verschlußschraube 50 mit einem Druckfluidsystem unter dem Druck P2 in Verbindung steht. Der Innendurchmesser D40 und der Druck im Druckraum 48 bestimmen die radiale Druckkraft F_R , mit der der tassenförmige Kolben 40 ständig gegen die Stabilisierungsfläche 44 des Exzenterings 14 gedrückt wird, wodurch letzterer unabhängig von den Druckverhältnissen und von der Fluidversorgung der Pumpenkammern 30, 30* in der gezeigten Position gehalten wird.

Das Druckniveau P2 kann auf einem konstanten Wert gehalten werden. Es ist jedoch gleichermaßen möglich, diesen Druck P2 in Abhängigkeit von den Betriebszuständen der Radialkolbenpumpe so zu optimieren, daß der Stabilisierungseffekt für den Exzentering 14 in erster Linie dann bereitgestellt wird, wenn dies beispielsweise in einem bestimmten Drehzahlbereich oder aber beim Abschalten eines oder aller Pumpenkolben vordringlich ist. Durch geeignete Dimensionierung des zumindest einen Axialkanals 47 kann der Druck im Druckraum 48 sogar zyklisch angehoben werden, in dem der Drosseleffekt des Axialkanals 47 genutzt wird.

Bei der Ausführungsform gemäß Figur 1 ist der tassenförmige Kolben 40 zusätzlich durch eine Druckfeder 49 radial nach innen vorgespannt. Die Druckfeder 49 ist im inneren des tassenförmigen Kolbens 40 aufgenommen und stützt sich auf der Unterseite der Verschlußschraube 50 ab. Die Druckfeder 49 hat nicht nur eine die Radialkraft erhöhende Wirkung, sondern sie sorgt bei einem kompletten Druckausfall im Drucksystem mit dem Druck P2 dafür, daß der Exzentering 14 stabilisiert bleibt.

Die Ausführungsform gemäß Figur 2 unterscheidet

sich von derjenigen gemäß Figur 1 lediglich dadurch, daß anstelle eines einzigen tassenförmigen Kolbens mehrere derartige Kolben 140-1 bis 140-3 vorgesehen sind, die mit separaten Stabilisierungsflächen 144 am Exzentering 114 in flächigem Anlagekontakt stehen. Mit dieser Variante ist sichergestellt, daß in jeder Bewegungsphase des Exzenterabschnitts 112 wenigstens ein tassenförmiger Kolben 140 radial nach außen bewegt wird, so daß die damit einhergehende Verkleinerung des Druckraums 148 im Zusammenwirken mit der Drosselfunktion des Axialkanals 147 zur Anhebung der Stabilisierungskraft F_R nutzbar ist. Bei der Ausführungsform gemäß Figur 2 befindet sich der Kolben 140-3 in dieser Phase, so daß sich im Druckraum 148-3 ein erhöhter Stabilisierungsdruck aufbauen kann, der zusätzlich zur Stabilisierung des Exzenterings 114 nutzbar ist.

Bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen wurde die Vorrichtung zur Stabilisierung des Exzenterings von einer zusätzlichen Einrichtung bereitgestellt. Im folgenden werden Varianten beschrieben, bei denen die Vorrichtung zur Stabilisierung des Exzenterings in die Kolben-/Zylinderanordnung der Radialkolbenpumpe integriert ist. Zur Vereinfachung der Beschreibung werden im folgenden für diejenigen Komponenten, die den Bauteilen der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele entsprechen bzw. vergleichbar sind, mit ähnlichen Bezugszeichen versehen, denen jedoch eine "2" (Figur 3 und 4), eine "3" (Figur 5), eine "4" (Figur 6) bzw. eine "5" (Figur 7) vorangestellt ist.

Figur 3 zeigt eine Radialkolbenpumpe mit mehreren - beispielsweise 3 bis 5 - Zylindereinsätzen 226, die in gestuften Radialbohrungen 225 mit im wesentlichen radialer Ausrichtung im Pumpengehäuse 210 aufgenommen sind. Auf den Exzenterabschnitt 212 ist über eine Gleitbeschichtung 252 der Exzentering 214 drehbar gelagert, auf dem sich die Radialkolben 222 über jeweils einen Gleitschuh 218 abstützen. Im Bereich der Pumpenkammer 230, des Saugventils und des Druckventils ergeben sich keine Unterschiede zu dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel, so daß auf eine nähere Beschreibung dieser Details verzichtet werden kann. Unterschiedlich ist die Art und Weise, wie der Exzentering 214 in jeder Bewegungsphase der Radialkolbenpumpe gegen Dreh-/Kippschwingungen stabilisiert wird. Zur Erläuterung der Stabilisierungsvorrichtung wird auf die Figur 4 Bezug genommen, die sich von der Ausgestaltung nach Figur 3 lediglich dadurch unterscheidet, daß das Druckventil nicht im Pumpengehäuse 210, sondern im Zylindereinsatz 226 aufgenommen ist.

Jeder Pumpenkolben 222 ist im Bereich seines radial inneren Endabschnitts axial fest mit einem tellerförmigen Element 254 verbunden, so daß es sich zusammen mit dem Kolben 222 und dem Gleitschuh 218 bewegt. Das tellerförmige Element 254 liegt an einer Innenschulter 256 einer Stützhülse 258 an, die mit einem ersten Abschnitt mit Gleitpassung an einer zylind-

drischen Außenfläche 259 des Zylindereinsatzes 226 axial beweglich geführt ist und mit einem weiteren Abschnitt den Gleitschuh 218 radial einfaßt und sich an der Stützfläche 216 des Exzenterings 214 abstützt. Der axial beweglich am Zylindereinsatz 226 geführte Abschnitt der Stützhülse 258 weist zumindest einen Radialdurchbruch 260 auf, der in der in den Figuren 3 und 4 gezeigten Stellung vom Zylindereinsatz 226 verschlossen ist. Die in den Figuren 3 und 4 gezeigte Stellung des Kolbens 222 und damit der Stützhülse 258 ist die obere Totpunktlage, d.h. die Stellung, in der die Pumpenkammer 230 das kleinste Volumen einnimmt. In einer um den Phasenwinkel von 180° verschobenen Stellung des Exzenterabschnitts 212, in der die Pumpenkammer 230 das maximale Volumen hat, ist der Kolben 222 und damit die Stützhülse 258 radial soweit nach innen verschoben, daß der zumindest eine Radialdurchbruch 260 die radial innen liegenden Stirnseite 262 des Zylindereinsatzes 226 erreicht, so daß eine Druckfluidkammer 264 zwischen der Stirnseite 262 des Zylindereinsatzes 226 und dem tellerförmigen Element 254 mit Druckfluid aus einem Raum 266 füllbar ist. Das Druckfluid in diesem Raum steht regelmäßig unter einem sehr geringen Überdruck.

Mit dem Bezugszeichen 268 ist zumindest eine Axialbohrung bzw. ein Axialdurchbruch im tellerförmigen Element 254 und mit dem Bezugszeichen 270 ist ein Radialkanal bezeichnet, der die Rückseite des tellerförmigen Elements 254 mit einem Raum 267 verbindet, in dem im wesentlichen derselbe Druck wie im Raum 266 herrscht. Die Kanäle 268 und 270 sind somit Bestandteil einer Drosselanordnung, über die das in der Druckfluidkammer 264 gefangene Druckfluid verdrängt werden kann, wenn die Stützhülse 258 im Verdichtungshub des Kolbens 222 gegen die Kraft der Rückholfeder 235, welche sich an einer Schulter 272 der Stützhülse 258 abstützt, radial nach außen bewegt wird. Dabei ergibt sich folgende Funktionsweise:

Zu Beginn der radial nach außen gerichteten Bewegung der Stützhülse 258 bleibt die Verbindung zwischen dem Raum 266 und der Druckfluidkammer 264 noch geöffnet. Der Radialdurchbruch 260 wird jedoch mit zunehmender Radialverschiebung nach außen immer weiter und schließlich ganz geschlossen, so daß das in der Druckfluidkammer 264 eingefangene Druckfluid durch die fortgesetzte Bewegung des tellerförmigen Elements 254 unter Druck gesetzt wird. Der Druckanstieg in der Druckfluidkammer 264 und damit die vom Gleitschuh 218 auf dem Exzentering 214 ausgeübte Stabilisierungskraft ist abhängig von der Geschwindigkeit, mit der die Stützhülse 258 radial nach außen bewegt wird, d.h. geschwindigkeitsabhängig. Durch geeignete Gestaltung bzw. Anpassung der Kanäle 268 und 270 kann die Stabilisierungsfunktion energetisch optimiert werden, so daß die stabilisierende Funktion in einem bestimmten Drehzahlband, in der es auf die Stabilisierung besonders ankommt, am höchsten gehalten wird. In jedem Fall sollte die Anord-

nung so getroffen sein, daß der Staudruck in der Druckfluidkammer 264 abgebaut ist, wenn der Hauptkompressionsdruck vom Kolben 222 in der Pumpenkammer 230 aufgebaut wird.

Da sich bei mehreren Radialkolben 222 und damit bei mehreren über den Umfang gleichmäßig verteilten tellerförmigen Elementen 254 immer eine Druckfluidkammer 264 in einem Zustand befindet, in dem diese Kammer verkleinert wird, so daß sich über die Drosseln 268, 270 ein Stabilisierungsdruck aufbaut, kann der Exzentering 218 unabhängig von den Druckverhältnissen in der Pumpenkammer 230 positiv stabilisiert werden und Dreh-/Kippschwingungen des Exzenterings werden dadurch wirksam vermieden.

Die Ausführungsform gemäß Figur 5 unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß Figur 3 und 4 durch die Gestaltung des tellerförmigen Elements 354 und der Stützhülse 358. Entsprechend dieser Ausführungsform stützt sich die Stützhülse 358 mit ihrer Stirnseite 374 am tellerförmigen Element 354 derart ab, daß zwischen den Kontaktflächen zumindest ein Drosselkanal verbleibt. Das tellerförmige Element 354 ist im Zentrum mit dem Pumpenkolben 322 verbunden und hält mit Abschnitten 355 den Gleitschuh 318 klammerartig fest. Erneut ist die Stützhülse 358 mit zumindest einem radialen Durchbruch 360 im Führungskragen ausgestattet, so daß die Druckfluidkammer 364 im Bereich des unteren Totpunkts der Stützhülse 358 und damit des Kolbens 322 mit Druckfluid füllbar ist, welches dann über eine Drosselkanalanordnung zwischen der Stirnfläche 374 der Stützhülse 358 und dem tellerförmigen Element 354 in die Umgebung verdrängbar ist, wodurch eine radial nach innen gerichtete Stabilisierungskraft auf den Exzentering 314 aufgebaut werden kann.

Im folgenden wird die Ausführungsform gemäß Figur 6 beschrieben, wobei wiederum für diejenigen Elemente, die den Komponenten der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele entsprechen, ähnliche Bezugszeichen verwendet werden, denen eine "4" vorangestellt ist.

Abgesehen davon, daß bei dieser Ausführungsform das Saugventil 431 mit radialer Ausrichtung in dem Zylindereinsatz 426 integriert ist, der sich in weiterer Abweichung über einen Stützring 476 an einer Schulter des Pumpengehäuses 410 abstützt, ist auch das tellerförmige Element 454 anders gestaltet. Im einzelnen wird das tellerförmige Element von einer Ringscheibe gebildet, an die ein Axialkragen 456 angeformt ist, über den eine axial feste Verbindung zum Kolben 422 hergestellt ist. Zwischen der Stirnseite 474 des Zylindereinsatzes 426 und dem tellerförmigen Element 454 ist zumindest ein Radialkanal 478 ausgebildet, der in einen Radialkanal 480 in der Stützhülse 458 mündet. Der Radialkanal 480 steht unter dem gleichen Druck wie der Raum 466, aus dem über den zumindest einen Radialdurchbruch 460 Druckfluid in den Druckfluidraum zwischen der Stirnseite 474 und dem tellerförmigen Element 454 strömen kann, wenn die Stützhülse 458

ihre innere Totpunktlage eingenommen hat, und zwar spätestens zu diesem Zeitpunkt. Auch bei dieser Ausführungsform folgt die Stützhülse 458 der Bewegung des Exzenterrings 414 unter Einwirkung der Druckfeder 435, die sich an einer Radialschulter 472 der Stützhülse 458 abstützt, d.h. oberhalb eines Kragenabschnitts 482, mit dem der Gleitschuh 418 eingefaßt ist.

Mit dem Bezugszeichen 484 sind elastische Spannstifte bezeichnet, mit denen der Gleitschuh 418 mit der Stützhülse 458 einerseits und mit dem tellerförmigen Element 454 und dem Kolben 422 andererseits elastisch und spiel frei zusammengespant werden kann, so daß Relativbewegungen dieser Komponenten zueinander und damit frühzeitiger Verschleiß in diesen Bereichen ausgeschlossen werden können.

In der inneren Totpunktlage wird auch bei dieser Ausführungsform zwischen der Stirnseite 474 des Zylindereinsatzes 426 und der Oberseite des tellerförmigen Elements 454 eine Druckfluidkammer 464 begrenzt, auf der nach Verschließen des Radialdurchbruchs 460 Druckfluid durch den Radialdurchbruch 480 und später durch den zumindest einen Radialkanal 478 verdrängbar ist, wodurch sich in der Druckfluidkammer 464 geschwindigkeitsabhängig ein den Exzenterring 414 stabilisierender Druck aufbaut. Durch geeignete Gestaltung der Drosselkanäle und insbesondere des Radialkanals 480 läßt sich die Stabilisierungskraft zur energetischen Optimierung der den Exzenterring stabilisierenden Einrichtung so steuern, daß sie in ausgewählten Betriebszuständen, beispielsweise in einem bestimmten Zentralspektrum mit größter Wirkung arbeitet.

Schließlich wird anhand der Figur 7 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Stabilisierung des Exzenterrings beschrieben. Dem Bezugszeichen dieser Figur sind - soweit sie vergleichbare Elemente wie in den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen kennzeichnen - eine "5" vorangestellt.

Die Besonderheit dieses Ausführungsbeispiels besteht darin, daß die Stützhülse 558 hier nicht am Kolbeneinsatz 526, sondern in einer Führungsbohrung 515 des Pumpengehäuses 510 geführt ist. Die Druckfluidkammer ist mit 564 bezeichnet und sie befindet sich oberhalb des Gleitschuhs 518 in dem Raum, in dem die Rückholfeder 535 untergebracht ist, welche sich am Kopfabschnitt des Zylindereinsatzes 526 einerseits und an einem Mitnehmerteller bzw. einer Stützscheibe 554 andererseits abstützt, welche axial fest mit dem Kolben 522 verbunden ist. Das tellerförmige Element der hydraulischen Verdrängerelementanordnung wird hier vom Gleitschuh 518 gebildet.

Zwischen der Stützscheibe 554 und der Innenwandung 584 verbleibt ein kreisringförmiger Spalt 586, der in der gezeigten oberen Totpunktlage des Kolbens 522 und damit der Stützhülse 558 im Bereich eines Radialdurchbruchs 588 der Stützhülse 558 zu liegen kommt. Der Radialdurchbruch 588 steht in Strömungsmittelverbindung mit einer Kammer 567, in der wiederum ein

geringer Überdruck bzw. Umgebungsdruck herrscht.

Die Stützhülse 558 hat - wie die Stützhülsen der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele - zumindest einen weiteren Radialdurchbruch 560, über den bei Erreichen der Steuerkante 590 die Druckfluidkammer 264 schnell mit Druckfluid aus dem Raum 567 füllbar ist. Ferner hat die Stützhülse 558 einen Ringkragen 592, mit dem der Gleitschuh 518 hintergriffen wird. Auf diese Weise kann der Gleitschuh 518, wenn er durch den Kolben 522 radial nach innen bewegt wird, die Stützhülse 558 mitnehmen. Die Wirkungsweise der Stabilisierungsvorrichtung für den Exzenterring 514 ist wie folgt:

Figur 7 zeigt den Kolben 522 in der oberen Totpunktstellung. Unter Einwirkung der Feder 535 folgt der Gleitschuh 518 der Stützfläche 516 des Exzenterrings 514, wenn sich der Exzenterabschnitt bewegt. Die Druckfluidkammer 567 vergrößert sich, während Druckfluid aus dem Raum 567 über den Radialdurchbruch 588 und den Ringspalt 586 einströmt. Schließlich wird im Bereich der unteren Totpunktlage der zumindest eine Radialdurchbruch 560 aufgesteuert, so daß die Druckfluidkammer 567 vollständig mit Druckfluid gefüllt wird. Wenn sich die Stützfläche 516 radial nach außen verschiebt, wird die Stützhülse 558 mitbewegt und die Steuerkante 590 wird allmählich geschlossen. Das in der Druckfluidkammer 564 oberhalb des Gleitschuhs 518 gefangene Druckfluid wird nun bei Weiterbewegung der Stützhülse 558 radial nach außen unter Druck gesetzt, weil dieses Druckfluid nur über den radialen Durchbruch 588, d.h. gedrosselt abströmen kann. Der Staudruck in der Druckfluidkammer 564 wirkt auf den Gleitschuh 518, der somit mit einer geschwindigkeitsabhängigen radialen Vorspannkraft gegen die abgeflachte Stützfläche 516 des Exzenterrings 514 gedrückt wird, wodurch letzterer stabilisiert werden kann. Denn bei mehreren, über den Umfang gleichmäßig verteilten Radialkolben und damit mit mehreren über den Umfang gleichmäßig verteilten Stabilisierungsvorrichtungen für den Exzenterring, befindet sich stets eine Druckfluidkammer 564 in einer Phase, in das Volumen verkleinert wird, so daß die Stabilisierungskraft auf den Exzenterring ausgeübt werden kann.

In den Ausführungsformen der Fig. 8 bis 11 kann die Kombination aus Stützhülse und Zylindereinsatz zusammen mit einer Schlitzsteuerungseinrichtung und einem Rückschlagventil die Funktion einer Vorförderpumpe für die Radialkolbenpumpe ausführen. Bei der nachfolgenden Beschreibung dieser Ausführungsbeispiele werden die Komponenten, die den Bauteilen der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele entsprechen bzw. mit diesen vergleichbar sind, wiederum mit ähnlichen Bezugszeichen versehen, denen jedoch eine "6" (Fig. 8), eine "7" (Fig. 9), eine "8" (Fig. 10) und eine "9" (Fig. 11) vorangestellt ist.

Die in Fig. 8 gezeigte Ausführungsform mit Stabilisierungsvorrichtung und Vorförderpumpe hat einen ähnlichen Aufbau wie die in Fig. 6 gezeigte Vorrichtung.

Jedoch ist in der Ausführungsform von Fig. 8 keine Drosselbohrung analog der Bohrung 480 von Fig. 6 vorgesehen. Das Fluid wird in dieser Ausführungsform über einen Saugkanal 632 zugeführt und über einen Druckkanal 637 aus dem Raum 666 und der Druckfluid-

kammer 664 abgegeben. Ein nicht näher dargestelltes Rückschlagventil im Druckkanal 637 oder ein anderes Sperrventil stellt sicher, daß ein bestimmter Druck in der Druckfluidkammer herrscht und somit der Exzenterring 614 stabilisiert wird.

An der Unterseite des Stützrings 676 ist eine Dicht-
hülse 638 angeordnet, die in Axialrichtung verlaufende
Schlitze 639 hat, die im Zusammenwirken mit dem
Stützhülsenende 659 in Abhängigkeit von der Kolben-
position die Fluidströmung vom Saugkanal 636 zum
Druckkanal 637 gestatten oder unterbrechen.

Im folgenden wird die Arbeitsweise der in Fig. 8 dar-
gestellten Radialkolbenpumpe beschrieben:

Wenn der Kolben 622 zusammen mit der Stütz-
hülse 658 von dem in Fig. 8 gezeigten oberen Totpunkt
aus auf dem Exzenterring 614 über die Feder 635 zu
seinem unteren Totpunkt hin bewegt wird, wird über den
Saugkanal 632 Fluid angesaugt. Dieses gelangt in den
Raum 666. Öffnet sich nun zwischen dem Radialdurch-
bruch 660 und der Stirnfläche 674 ein schmaler Spalt,
so gelangt Fluid ebenfalls in die Druckfluidkammer 664.
Die Dichthülse 638 befindet sich zu diesem Zeitpunkt
dem Stützhülsenende 659, das dem Gleitschuh 614
abgewandt ist, gegenüber. Bei weiterer Bewegung des
Kolbens 622 zum unteren Totpunkt hin gelangt Fluid
über den Schlitz 639 in den Raum 690 radial außerhalb
des Stützhülsenendes 659, wobei das Rückschlagventil
im Druckkanal 637 geschlossen ist.

Im unteren Totpunkt haben Raum 666, der Raum
690 und die Druckfluidkammer 664 ihr maximales Volu-
men.

Wird nun der Kolben 622 der Radialkolbenpumpe
vom unteren zum oberen Totpunkt hin bewegt, so ver-
drängt der Stützkolben 658 das im Raum 690 vorhan-
dene Fluid in den Druckkanal 637, wobei die Gestaltung
der Schlitze diesen Effekt unterstützen kann, und öffnet
bei einem bestimmten Betrag, der von der Federkraft
des Rückschlagventils bestimmt wird, die Verbindung
zum Saugventil des Pumpenabschnitts mit Radialkol-
benfunktion. Das im Raum 666 vorhandene Fluid wird
durch die Verdrängerbewegung des hydraulischen Ver-
drängerelements 654 unter Druck gesetzt (Radialboh-
rung offen) und gelangt im Anschluß zusammen mit den
in der Druckfluidkammer 664 vorhandenen Fluid über
eine Drosselungseinrichtung, die von den Schlitzen 639
in der Dichthülse 638 und durch das Stützhülsenende
659 gebildet wird, in den Raum 690. Dieses Fluid wird
über den Druckkanal 637 dem Saugventil des Pumpen-
abschnitts mit Radialkolbenfunktion zugeführt. Die
Anordnung der Schlitze 639 bestimmt dabei die Befül-
lungs- und Fluidabgabezeitpunkte sowie den Stabilisie-
rungsdruck für den Exzenterring.

Schließlich wenn der Radialdurchbruch 660

geschlossen ist, wird das Fluid in der Druckfluidkammer
komprimiert und ein erhöhter Druck auf den Exzenter-
ring 614 ausgeübt, was den Exzenterring am Platz hält
und eine Verschiebung von diesem verhindert. Gelangt
der oberste Abschnitt in Fig. 8 vom Stützhülsenende an
den in Radialrichtung auswärts liegenden Abschnitt der
Schlitze 639 in der Dichthülse 638, so wird die Fluidver-
bindung zwischen dem Saugkanal 632 und dem Druck-
kanal 637 unterbrochen. Das Stützkolbenende schiebt
jedoch das im Raum 690 vorhandene Fluid aus diesem
Raum heraus, woraufhin die Vorförderung abgeschlos-
sen wird.

Durch das Rückschlagventil wird sichergestellt, daß
erst ein bestimmter Druck in Raum 666 vorliegen muß,
bevor eine Fluidabgabe erfolgt.

In ähnlicher Weise läßt sich aus der Vorrichtung
von Fig. 7 eine Ausführungsform mit integrierter Vorför-
derpumpe abwandeln. Dies ist in Fig. 9 gezeigt. Die
Vorrichtungen der letztgenannten zwei Figuren unter-
scheiden sich darin, daß bei der in Fig. 9 gezeigten Vor-
richtung der Radialdurchbruch 588 fehlt und daß
stattdessen ein Saugkanal sowie ein Druckkanal mit
Rückschlagventil vorgesehen sind.

Der Radialdurchbruch 760 und eine Steuerkante
590 bilden bei der Vorrichtung in Fig. 9 eine Schlitz-
steuerungsvorrichtung, mit der die Fluidverbindung zwi-
schen dem Saugkanal und dem Druckkanal
unterbrochen bzw. gestattet wird. Eine Drosselungsvor-
richtung analog dem Stützhülsenende 659 zusammen
mit der Dichthülse 638 ist in diesem Ausführungsbei-
spiel nicht vorgesehen. Doch sichert die Federkraft des
Rückschlagventils 791 ab, daß bei der Bewegung des
Kolben 722 von unteren zum oberen Totpunkt ein
bestimmter Druck in der Druckfluidkammer 764 vorliegt,
bevor die Fluidverbindung zwischen dem Druckkanal
der Vorförderpumpe und dem Sauganschluß des Pum-
penabschnitts mit Radialkolbenfunktion freigegeben
wird.

In den Fig. 10 und 11 sind weitere Ausführungsbei-
spiele für eine Radialkolbenpumpenvorrichtung mit Sta-
bilisierungsvorrichtung und Vorförderpumpe, die dem
Ausführungsbeispiel von Fig. 8 ähnlich sind, dargestellt.

Die Vorrichtung gemäß Fig. 10 unterscheidet sich
von der aus Fig. 8 darin, daß in Fig. 10 Schlitze 861 an
der Stützhülse ausgebildet sind und die Dichthülse 838
keine Schlitze aufweist. Der Aufbau und die Funktion
der Vorrichtung aus Fig. 10 entsprechen ansonsten
dem Aufbau und der Funktion von der aus Fig. 8. Ein
Vorteil dieser Ausführungsform liegt darin, daß im
Druckhub größere Dichtlängen realisiert werden kön-
nen.

Die Vorrichtung in Fig. 11 zeigt eine beispielhafte
Realisierung des Rückschlagventils. Wenn im Pumpen-
gehäuse eine Trennfuge an der Flanschseite vorgese-
hen ist, ist es vorteilhaft, die Flachdichtung am Flansch
auch als Rückschlagventil zu nutzen. Dabei können
Blechungen 993 an einer Flachdichtung 992 aus Blech
vorgesehen sein. Durch diese Anordnung wird die Bau-

teilanzahl verringert und somit eine kostengünstigere Pumpe erhalten.

Ferner ist es auch möglich, bei nicht vorhandener Gehäusestrennfuge das Rückschlagventil in die bereits vorgesehene Andrückschraube zu integrieren. Dieses ist beispielhaft in Fig. 8 gezeigt.

Selbstverständlich sind Abweichungen von den beschriebenen Ausführungsbeispielen möglich, ohne den Grundgedanken der Erfindung zu verlassen. So können beispielsweise zusätzliche Maßnahmen getroffen werden, um bereits während des sich Vergrößerns der Druckfluidkammer dafür zu sorgen, daß sich diese über die Drosselkanalanordnung mit Druckfluid füllt. Ferner kann es vorteilhaft sein, den Drosselquerschnitt für die gedrosselte Verdrängung des Druckfluids aus der Druckfluidkammer in einem Niederdruckbereich veränderbar zu gestalten, um auf diese Weise die energetische Optimierung der Erzeugung der Stabilisierungskraft für unterschiedliche Drehzahlspektren sicherzustellen.

Die Erfindung schafft somit eine Vorrichtung zur Stabilisierung des Exzenterings einer Radialkolbenpumpe mit mehreren, von einer gemeinsamen Exzenterwelle angetriebenen Kolben, die jeweils in einem im Pumpengehäuse fixierten Zylindereinsatz gleitbeweglich geführt sind und sich an abgeflachten Stützflächen des Exzenterings abstützen, der drehbar auf einem Exzenter der Exzenterwelle gelagert ist. Um in allen Betriebszuständen der Pumpe und damit insbesondere in den Zuständen, in denen für die Pumpenkammern eine Unterversorgung vorliegt, zu verhindern, daß Dreh-/Kippschwingungen des Exzenterings auftreten, ist eine hydraulische Verdrängerelementanordnung vorgesehen, mit der der Exzentering in jeder Bewegungsphase der Pumpe durch aktive Druckbeaufschlagung der Verdrängerelementanordnung stabilisierbar ist.

Mit den Ausführungsbeispielen der Fig. 8 bis 11 wird eine Radialkolbenpumpe vorgesehen, in die eine Vorförderpumpe integriert ist und bei der ein stabilisierter Kontakt zwischen dem Kolben und dem Exzentering möglich ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Stabilisierung des Exzenterings einer Radialkolbenpumpe mit mehreren von einer gemeinsamen Exzenterwelle angetriebenen Kolben, die jeweils in einem im Pumpengehäuse (10; 110; 210; 310; 410; 510) fixierten Zylindereinsatz (26; 226; 426; 526) gleitbeweglich geführt sind und sich an abgeflachten Stützflächen des Exzenterings abstützen, welcher drehbar auf einem Exzenter der Exzenterwelle gelagert ist, mit zumindest einer Stützelementanordnung, die unabhängig von den Druckverhältnissen in der Pumpenkammer (30; 230; 430) ein sich am Pumpengehäuse abstützendes Stabilisierungsteil flächig gegen eine Stabilisierungsfläche des Exzenterings vorspannt,

dadurch gekennzeichnet, daß zur Verhinderung von Dreh-/Kippschwingungen des Exzenterings (14; 114; 214; 314; 414; 514) im Saugdrosseltrieb der Radialkolbenpumpe eine hydraulische Verdrängerelementanordnung (40; 140-1 bis 140-3; 254; 354; 454; 514) vorgesehen ist, mit der der Exzentering in jeder Bewegungsphase der Pumpe durch aktive Druckbeaufschlagung der Verdrängerelementanordnung stabilisiert wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdrängerelementanordnung mindestens einen tassenartigen Kolben (40; 140-1 bis 140-3) hat, der sich mit seinem Boden (42) an einer zugeordneten Stabilisierungsfläche (44) des Exzenterings (14; 114) abstützt und der innenseitig ständig mit Druck beaufschlagt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckstabilisierung eine Feder-Druckkraft (49) parallelgeschaltet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Tassenkolben (40; 140-1 bis 140-3) eine Druckfeder (49; 149) aufgenommen ist, die sich an einer Verschlussschraube (50) abstützt, in der eine Öffnung (47) für die Zufuhr von unter Vorspanndruck (P2) stehendem Hydraulikmedium ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens drei hydraulische Verdrängerelemente (140-1 bis 140-3) vorgesehen sind, die mit gesonderten Stabilisierungsflächen (144-1 bis 144-3) zusammenwirken, welche im vorzugsweise gleichmäßigen Winkelabstand zueinander am Exzentering (114) ausgebildet sind (Fig. 2).
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulische Verdrängerelementanordnung mehrere, verschiedenen im Winkelabstand zueinander stehenden Kolben zugeordnete tellerförmige Elemente (254; 354; 454; 554) aufweist, die mit dem radial innenliegenden Abschnitt des zugeordneten Kolbens (222; 322; 422; 522) verschiebesicher verbunden sind, in einer Druckkraftkette zur zugehörigen Stützfläche (216; 316; 416; 516) des Exzenterings (214; 314; 414; 514) stehen und jeweils im Zusammenwirken mit dem betreffenden Zylindereinsatz (226; 326; 426; 526) und einer zusammen mit mit dem tellerförmigen Element bewegbaren Stützhülse (258; 358; 458; 558) eine Druckfluidkammer (264; 364; 464; 564) begrenzen, aus der das darin gefangene Druckfluid gedrosselt verdrängbar ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

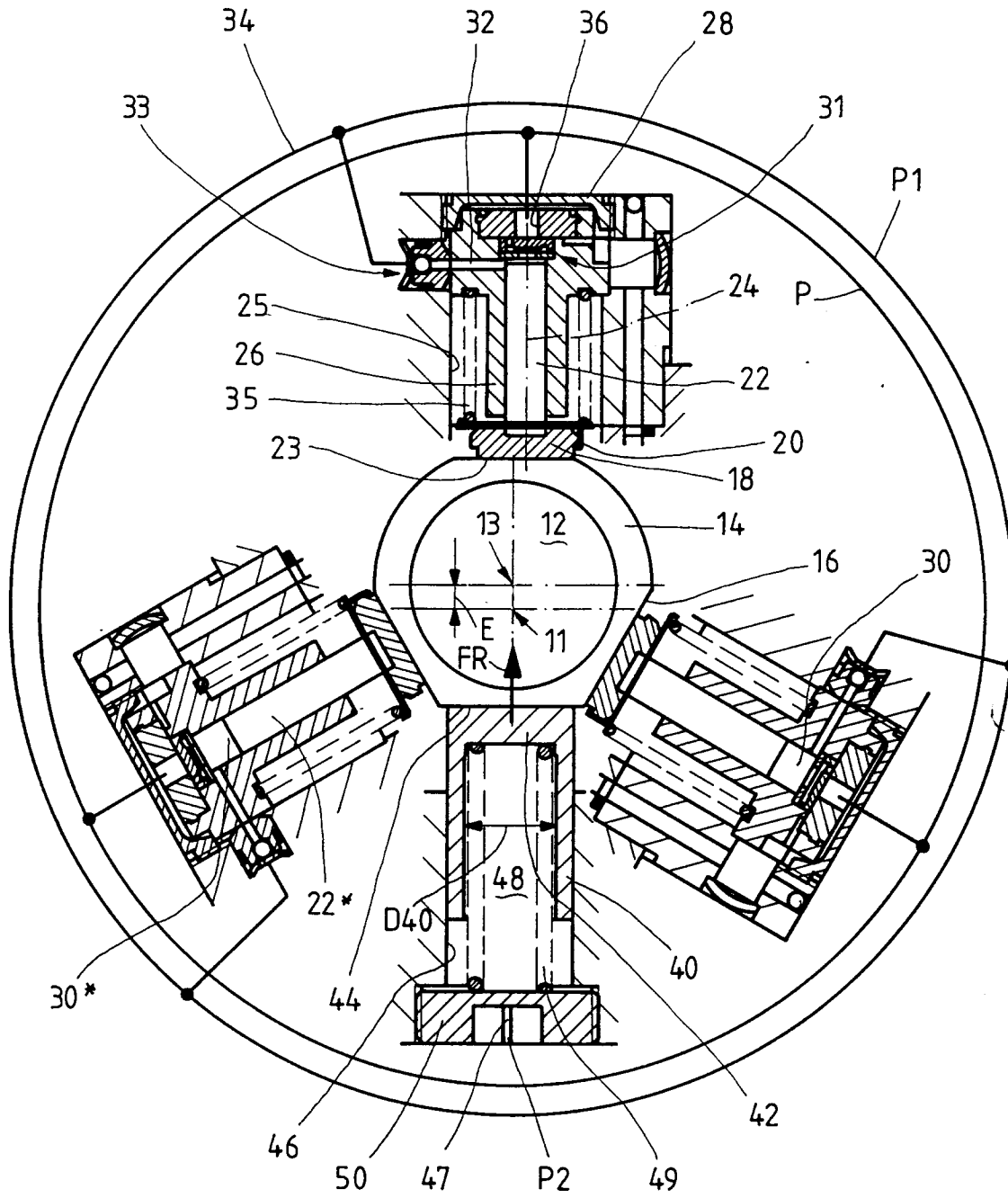
- zeichnet, daß die Stützhülse (258; 358; 458; 558) einen Radialdurchbruch (260; 360; 460; 560) hat, über den die Druckfluidkammer (264; 364; 464; 564) im Bereich des unteren Totpunktes der Kolbenbewegung mit Fluid aus der Umgebung füllbar ist. 5
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhülse (258; 358; 458) auf der Außenoberfläche des Zylindereinsatzes (226; 326; 426) mit Passung geführt ist. 10
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhülse (258; 358; 458) mittels einer Schrauben-Druckfeder (235; 335; 435) auf die Stützfläche (216; 316; 416) des Exzenterrings (214; 314; 414) zu vorgespannt ist. 15
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhülse (358) sich am tellerförmigen Element (354) axial abstützt, und daß im Kontaktbereich zwischen Stützhülse (358) und tellerförmigem Element (354) eine Drosselkanalanordnung ausgebildet ist (Figur 5). 20
11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhülse (258; 458) sich am tellerförmigen Element (254; 454) axial abstützt und es mittels eines Kragens einfaßt, in dem zumindest eine Drosselbohrung (270; 480) ausgebildet ist (Figur 4 und 6). 25
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhülse (258; 458) einen Gleitschuh (218; 418) einfaßt, auf dem sich der zugeordnete Kolben (222; 428) abstützt. 30
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das tellerförmige Element (254) zumindest einen axialen Durchbruch (268) hat, mit dem eine gedrosselte Fluidverbindung zu einem Raum vor der Drosselbohrung (270) bereitgestellt ist (Figur 4). 40
14. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das tellerförmige Element (454) im wesentlichen flach auf dem Gleitschuh (418) aufliegt und im Zusammenwirken mit der axial gegenüberliegenden Stirnfläche (474) des Zylindereinsatzes (426) eine Drosselkanalanordnung (478) definiert, die in der oberen Totpunktlage des Kolbens (422) in die Drosselbohrung (480) des Kragens der Stützhülse (458) mündet (Figur 6). 45
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhülse (458) mit dem Gleitschuh (418) elastisch verspannt ist (Stifte 484). 50
16. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhülse (558) über eine zum Kolben (522) koaxiale Bohrung (515) im Pumpengehäuse (510) mit Passung geführt ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die gedrosselte Verdrängung von Fluid aus der Druckfluidkammer (564) über einen weiteren in der Stützhülse (558) ausgebildeten Radialdurchbruch (588) erfolgt.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdrängung von Fluid aus der Druckfluidkammer im Bereich des oberen Totpunktes über einen radialen Spalt (586) zwischen einem Mitnehmerteller (554) für den Kolben (522) und der Stützhülse (558) erfolgt.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhülse (558) einen Gleitschuh (518) hintergreift, auf dem sich der zugeordnete Kolben (522) abstützt und der das tellerförmige Element bildet, wobei der Mitnehmerteller (554) die Gegenfläche für eine sich am Zylindereinsatz (526) abstützende Schrauben-Druckfeder (535) ausbildet. 25
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß sie von einer Niederdruckpumpe gespeist ist.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die aktive Druckbeaufschlagung in Abhängigkeit vom Drehzahlband der Pumpe im Hinblick auf eine geringe Verlustleistung energetisch optimiert ist.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochdruckpumpe von einer Radialjetpumpe gebildet ist.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22 zur Verwendung in einem Druckfluid-Versorgungssystem, wie z. B. für ein Kraftstoff-Einspritzsystem, mit dem der Druck (P_1) in der Common-Rail (34), an die einzelne Verbraucher wie z. B. Einspritzdüsen angeschlossen sind, entsprechend der momentanen Druckfluidanforderung in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Systems einregelbar ist, wobei der Hochdruckpumpe zur Anpassung des Drucks (P_1) in der gemeinsamen Hochdruckleitung an den Druckfluidbedarf der Verbraucher eine Fluidfördermengenbegrenzungseinrichtung zugeordnet ist, das zumindest ein Stellelement hat, welches mittels eines die momentane Druckfluidversorgungssituation in der gemeinsamen Hochdruckleitung wiedergebenden Stellsignals veränderbar ist. 55

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdrängerelementanordnung (654, 754, 854, 954) Bestandteil einer Vorförderpumpe zur Speisung der Pumpenkammer (630, 830, 930) ist. 5
25. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, die ferner aufweist:
- einen Druckkanal (637, 837), der im Zylindereinsatz (626, 826) und/oder am Pumpengehäuse (610, 810) an den Zylindereinsatz (626) angrenzend ausgebildet ist, 10
- einen Saugkanal (632, 832), der am Pumpengehäuse (610, 810) zwischen dem Exzenterring (614, 814) und dem Druckkanal (637, 837) vorgesehen ist, 15
- eine Schlitzsteuerungseinrichtung (638, 659; 838, 861) zum Gestatten des Fluidstroms zwischen dem Saugkanal (632, 832) und dem Druckkanal (637, 837) im Bereich des unteren Totpunktes der Kolbenbewegung und zum Unterbrechen des Fluidstroms im Bereich des oberen Totpunktes der Kolbenbewegung, und 20
- ein Rückschlagventil im Druckkanal (637, 837). 25
26. Vorrichtung nach Anspruch 25, bei der die Schlitzsteuerungseinrichtung eine auf einem Stützhülsenende (659) der Stützhülse (658) sitzende Dichthülse (638) aufweist, die sich am Pumpengehäuse (610) stromauf vom Druckkanal (637) befindet und zumindest einen Schlitz (639) hat. 30
27. Vorrichtung nach Anspruch 25, bei der die Schlitzsteuerungseinrichtung eine Dichthülse (838) aufweist, die sich am Pumpengehäuse (810) stromauf vom Druckkanal (837) befindet und die auf einem Stützhülsenende (859), das zumindest einen Schlitz (861) hat, der Stützhülse (858) sitzt. 35
28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 bis 27 mit flanschseitiger Gehäusetrennfuge, bei der das Rückschlagventil durch Blechzungen einer Flachdichtung aus Blech auf der Auslaßbohrung des Druckkanals (637, 837) gebildet ist. 40
29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 25 bis 27 ohne flanschseitige Gehäusetrennfuge, bei der das Rückschlagventil in eine Andrückschraube des Stützrings eines Druckkammereinsatzes integriert ist. 45
30. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhülse (258; 358; 458; 558) einen Radialdurchbruch (260; 360; 460; 560) hat, über den die Druckfluidkammer (264; 364; 464; 564) im Bereich des unteren Totpunktes der Kolbenbewegung mit Fluid aus der Umgebung füllbar 55

ist,
wobei die Vorrichtung die ferner aufweist:

einen Druckkanal (737), der im Zylindereinsatz (726) und/oder am Pumpengehäuse (610) an den Zylindereinsatz (726) angrenzend ausgebildet ist,
einen Saugabschnitt (737), der am Pumpengehäuse (710) zwischen dem Exzenterring (714) und dem Druckkanal (737) vorgesehen ist,
eine Schlitzsteuerungseinrichtung (760, 790) zum Gestatten des Fluidstroms zwischen dem Saugabschnitt (732) und dem Druckkanal (737) im Bereich des unteren Totpunktes der Kolbenbewegung und zum Unterbrechen des Fluidstroms im Bereich des oberen Totpunktes der Kolbenbewegung, und
ein Rückschlagventil im Druckkanal (737).

31. Vorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhülse (758) einen Gleitschuh (718) hintergreift, auf dem sich der zugeordnete Kolben (722) abstützt und der das tellerförmige Element bildet, wobei der Mitnehmerteller (754) die Gegenfläche für eine sich am Zylindereinsatz (726) abstützende Schrauben-Druckfeder (735) ausbildet.
32. Vorrichtung nach Anspruch 30 oder 31, bei der die Schlitzsteuerungseinrichtung den Radialdurchbruch (760) und die Steuerkante (790) aufweist.



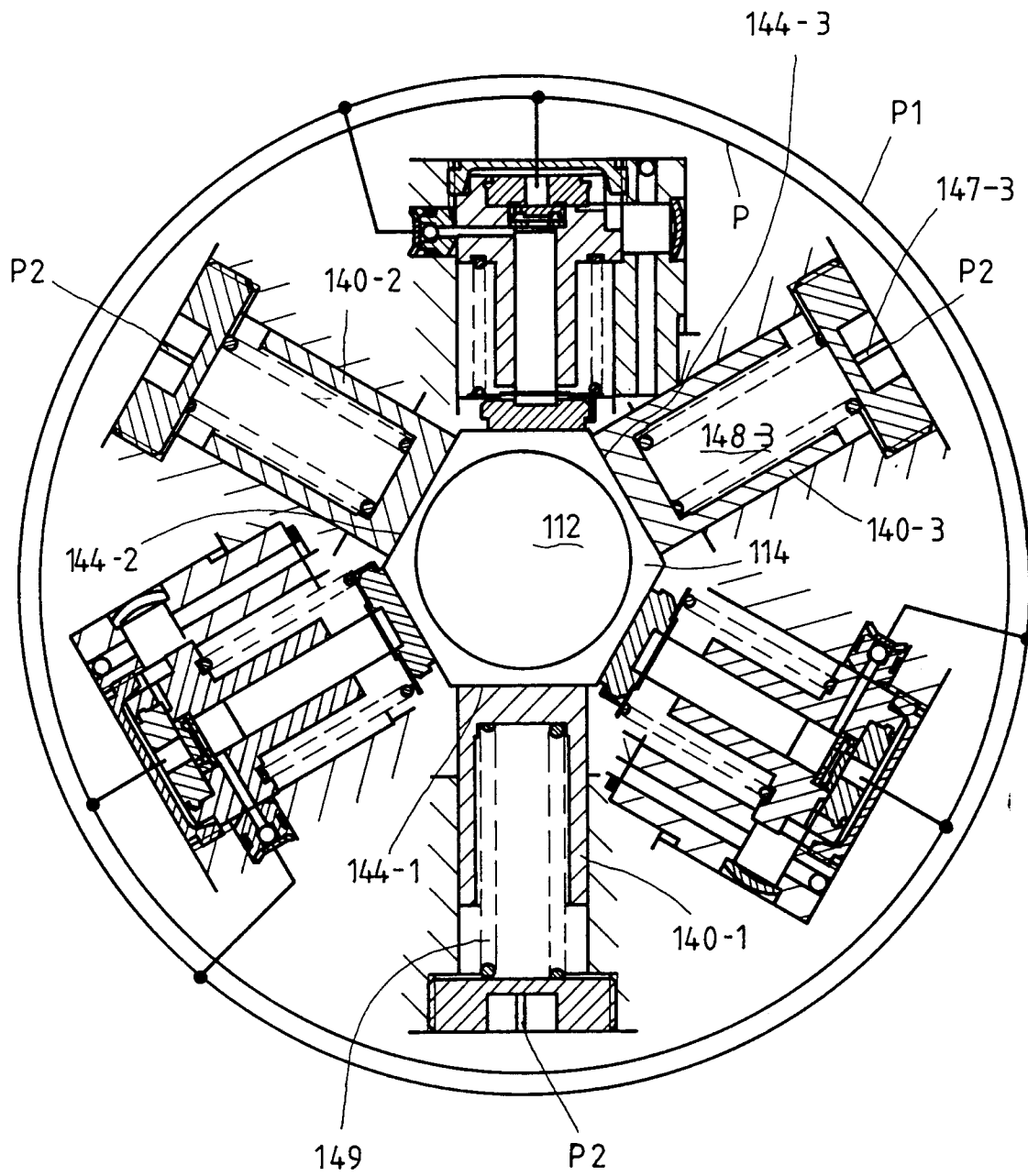


FIG. 2

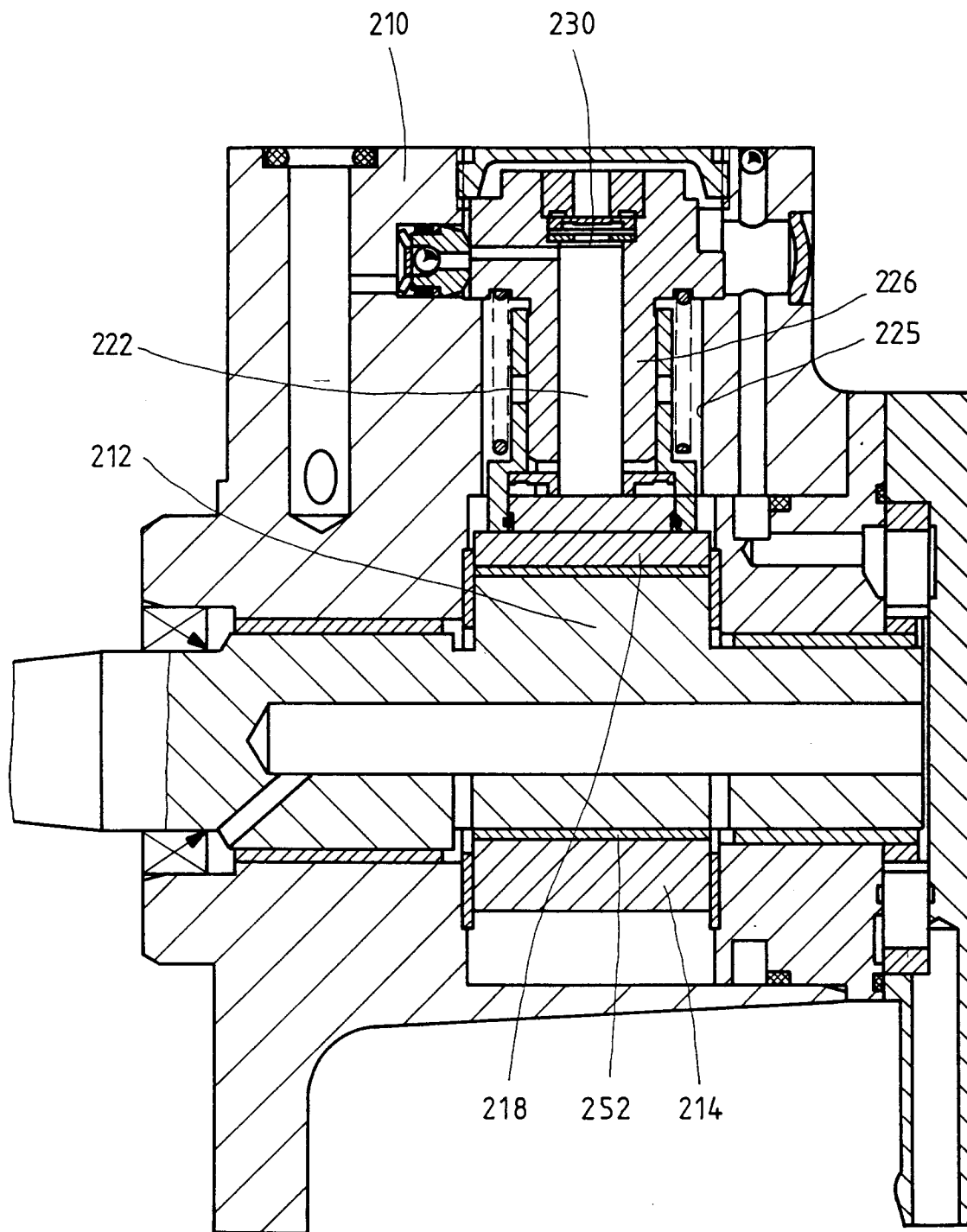


FIG.3

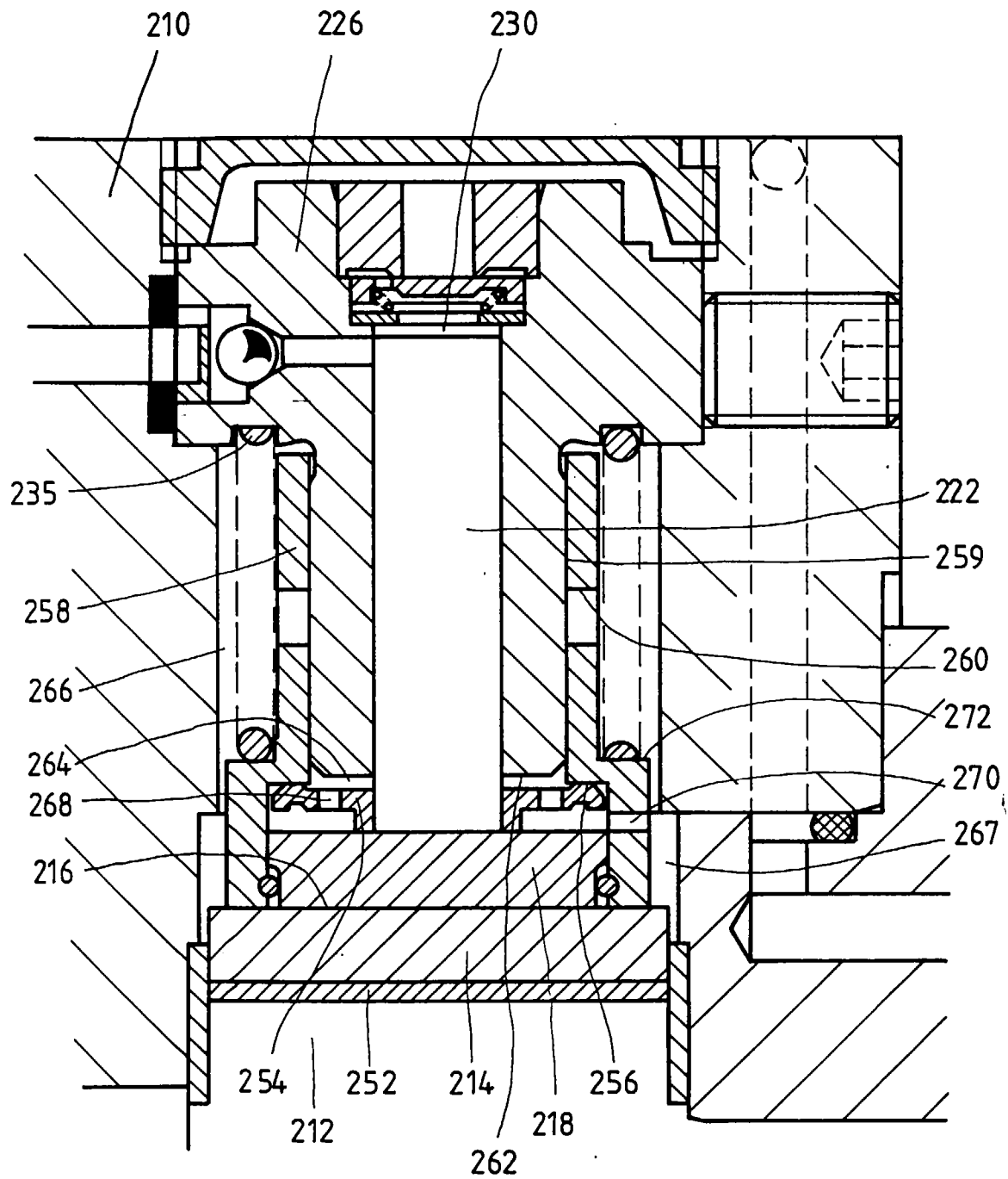


FIG. 4

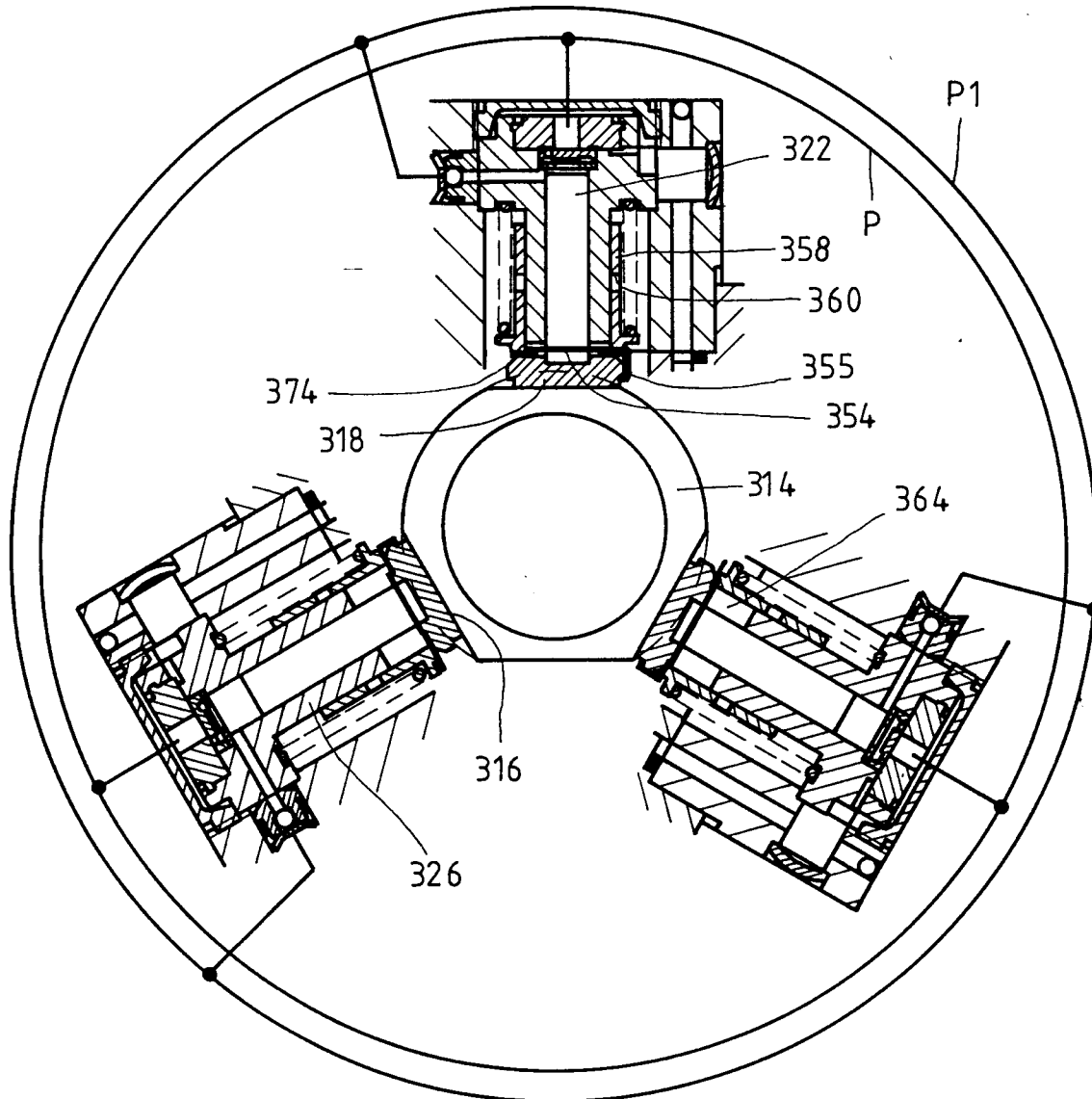


FIG. 5

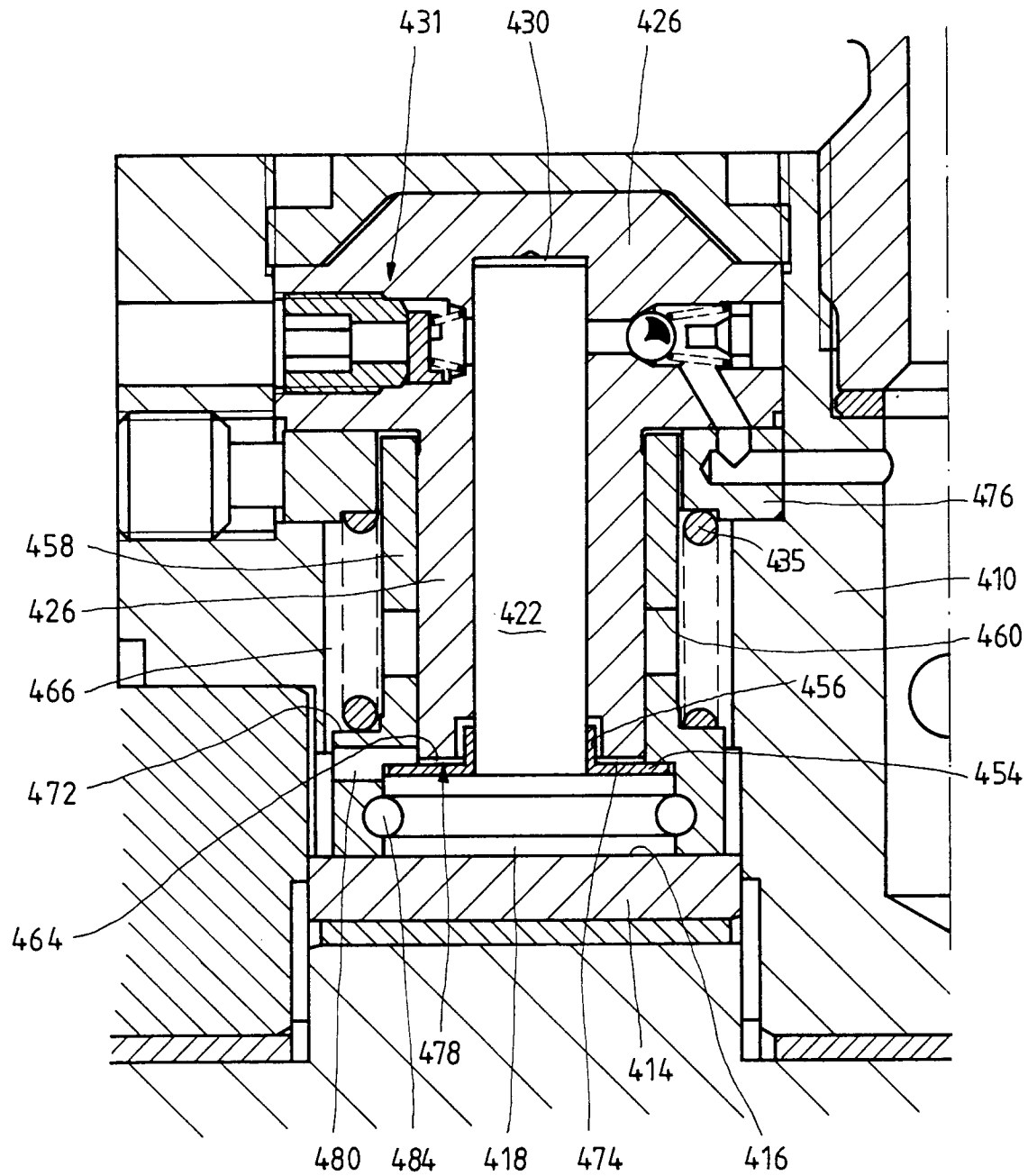
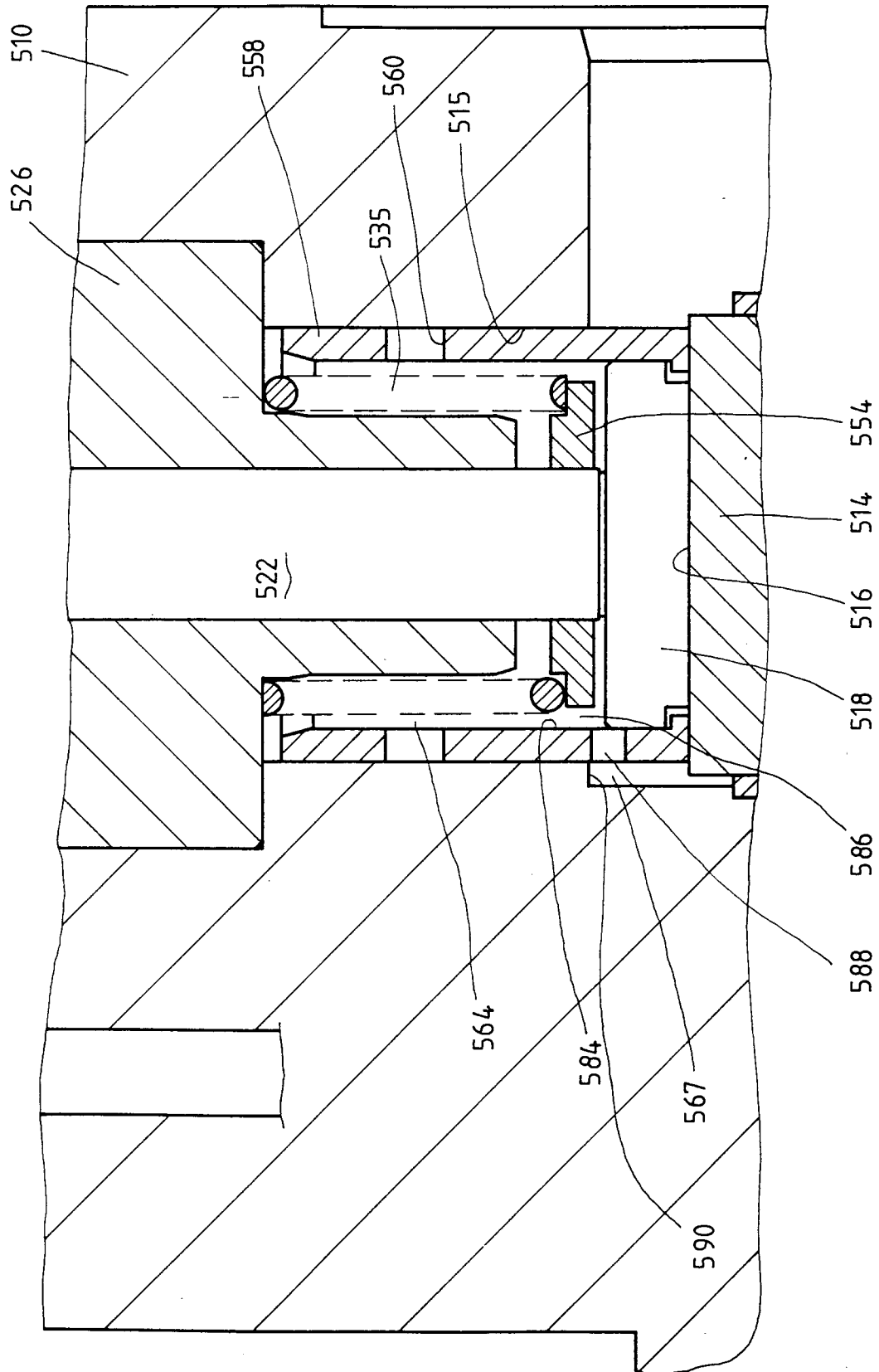


FIG. 6

FIG. 7



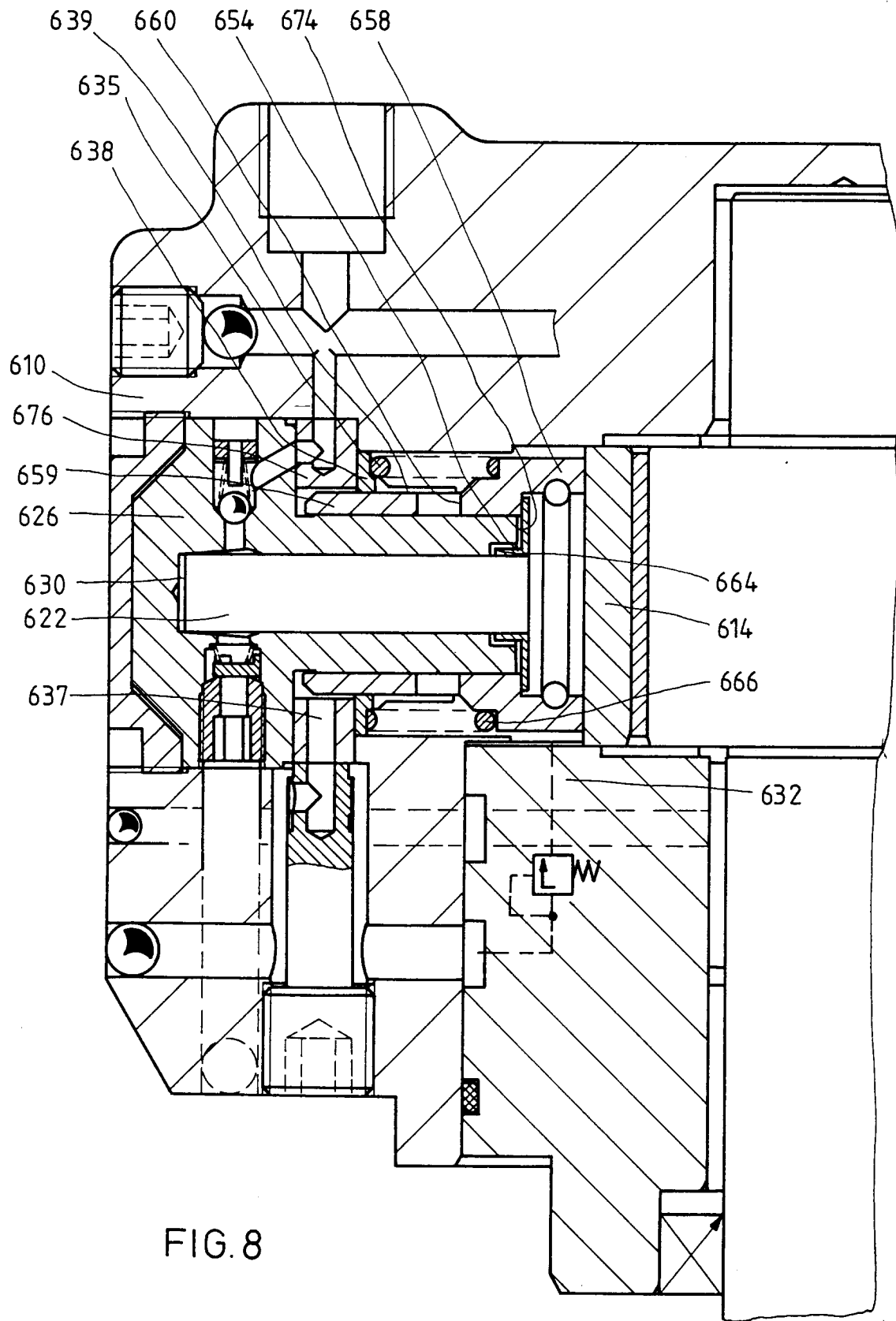


FIG. 8

FIG. 9

