



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 01 949 T2** 2005.04.07

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 286 023 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 01 949.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 255 446.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **05.08.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.02.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **17.11.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **07.04.2005**

(51) Int Cl.7: **F01L 1/34**

F01L 1/344, F02D 13/00

(30) Unionspriorität:

312140 P 14.08.2001 US

(73) Patentinhaber:

BorgWarner Inc., Auburn Hills, Mich., US

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Hauck, Graalfs, Wehnert, Döring,
Siemons, 80336 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

**Gardner, Marty, Ithaca, New York 14850, US;
Duffield, Michael, Medina, New York 14103, US**

(54) Bezeichnung: **Nockenwellenverstellanordnung für eine Vierzylinderbrennkraftmaschine**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft das Gebiet der Systeme zur variablen Nockenwellensteuerung (VCT). Genauer gesagt bezieht sich die Erfindung auf eine unendlich variable Nockenwellenschaltvorrichtung mit einem Schieberventil und zwei Rückschlagventilen in der Mitte des Rotors.

[0002] Eine variable Nockenwellensteuerung ist mit vielen Vorteilen verbunden, wie beispielsweise einer Verbesserung der Emissionen, des Kraftstoffverbrauches und der Leistungsdichte. Ein Verfahren zur Phasenverstellung der Nockenwelle macht von einer Nockenwellenphaseneinstellvorrichtung vom Rippen/Flügeltyp oder von einer durch Öldruck betätigten Vorrichtung (OPA) Gebrauch. Das Verhalten dieser Vorrichtung hängt vom Öldruck ab, der typischerweise von der Motordrehzahl abhängig ist. Daher besitzt die durch Öldruck betätigte Vorrichtung bei niedrigen Drehzahlen (insbesondere bei Leerlaufbetrieb des Motors) ein nichtakzeptables Verhalten. Bei einem zweiten Verfahren zur Nockenwellenphasenverstellung, dem „nockendrehmomentbetätigten Phasenstellverfahren“ (CTA) wird die Nockentorsionsenergie mit Rückschlagventilen eingefangen und die Ölkammer mit der Kammer in Rezirkulation gebracht. Eine solche nockendrehmomentbetätigte Technik arbeitet gut bei I3-, V6- und V8-Motoren wegen der Amplitude der Nockendrehmomente über den Drehzahlbereich. Eine nockendrehmomentbetätigte Technik funktioniert jedoch nicht gut bei Vierzylindermotoren über den gesamten Drehzahlbereich. Es besteht daher ein Bedarf nach einer solchen Technik, die auch bei Vierzylindermotoren gut arbeitet.

[0003] In der Vergangenheit ist eine Reihe von VCT-Systemen patentiert worden.

[0004] Bei der US-PS 5 386 807 werden Drehmomenteffekte bei hoher Drehzahl und der Motordruck bei niedriger Drehzahl ausgenutzt. Das Steuerventil befindet sich im Kern der Phaseneinstellvorrichtung. Die Phaseneinstellvorrichtung besitzt eine eingebaute Ölpumpe, um für Öldruck bei niedrigen Drehzahlen zu sorgen. Die Ölpumpe wird vorzugsweise elektromagnetisch gesteuert.

[0005] Die US-PS 6 053 138 offenbart eine Vorrichtung zur hydraulischen Drehwinklereinstellung einer Welle in bezug auf ein Antriebsrad, insbesondere der Nockenwelle einer Brennkraftmaschine. Diese Vorrichtung besitzt Rippen oder Flügel, die auf nichtdrehbare Weise mit der Welle verbunden sind. Diese Rippen oder Flügel sind in den Abteilen eines mit Abteilen versehenen Rades angeordnet. Die Abteile des Rades und die Rippen und/oder Flügel erzeugen Druckkammern, über deren Hydraulikdrücke die beiden Elemente relativ zueinander gedreht werden können. Um eine unerwünschte Drehung zu verhin-

dern, wenn ein unzureichender Einstell- oder Halte- druck vorhanden ist, arbeitet eine gemeinsame Endfläche des mit Abteilen versehenen Rades und der Rippen und/oder Flügel mit einem Ringkolben zusammen, der eine wiederaufhebbare Klemmwirkung auf die Teile, die relativ zueinander drehbar sind, aufbringt.

[0006] Die hiermit verwandte US-PS 6 085 708 beschreibt eine Vorrichtung zum Verändern des relativen Drehwinkels der Nockenwelle einer Brennkraftmaschine und von deren Antriebsrad. Diese Vorrichtung besitzt einen Innenteil, der mit Rippen oder Flügeln verbunden und in einem mit Abteilen versehenen Rad drehbeweglich angeordnet ist. Dieses mit Abteilen versehene angetriebene Rad besitzt eine Vielzahl von Abteilen, die um den Umfang des Rades verteilt sind und durch Rippen oder Flügel jeweils in zwei Druckkammern unterteilt sind. Die Änderung des Drehwinkels wird durch deren Druckbeaufschlagung erzeugt. Um den Einfluss von sich überlappenden alternierenden Drehmomenten in bezug auf den Ventilantrieb der Brennkraftmaschine zu minimieren, ist in diese Vorrichtung eine Dämpfungskonstruktion integriert, um die Änderung der Drehlage hydraulisch zu dämpfen.

[0007] Eine Betrachtung der in den nachfolgenden amerikanischen Patentschriften, die hiermit alle durch Bezugnahme in die vorliegende Offenbarung eingearbeitet werden, enthaltenen Informationen ist zur Beschreibung des Hintergrundes der vorliegenden Erfindung von Nutzen.

[0008] Die US-PS 5 002 023 beschreibt ein VCT-System auf dem Gebiet der Erfindung, bei dem die Systemhydraulik ein Paar von entgegengesetzt wirkenden Hydraulikzylindern mit geeigneten hydraulischen Durchflusselementen aufweist, um wahlweise Hydraulikmittel von einem Zylinder zum anderen oder umgekehrt zu übertragen und auf diese Weise die Umfangsposition einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle vorzubewegen oder zu verzögern. Bei dem Steuersystem findet ein Steuerventil Verwendung, bei dem der Abfluss von Hydraulikmittel von dem einen oder anderen der entgegengesetzt wirkenden Zylinder durch die Bewegung eines Schiebers im Ventil in der einen Richtung oder der anderen Richtung von dessen zentrierter oder Nulllage aus ermöglicht wird. Die Bewegung des Schiebers findet in Abhängigkeit von einem Anstieg oder einem Abfall des hydraulischen Steuerdrucks P_c an einem Ende des Schiebers und der Beziehung zwischen der hydraulischen Kraft an diesem Ende und einer entgegengesetzt gerichteten mechanischen Kraft am anderen Ende, die von einer hierauf einwirkenden Druckfeder stammt, statt.

[0009] Die US-PS 5 107 804 beschreibt ein anderes VCT-System auf dem Gebiet der Erfindung, bei dem

die Systemhydraulik einen Flügel mit Ausbauchungen innerhalb eines umschlossenen Gehäuses umfasst, die die entgegengesetzt wirkenden Zylinder der vorstehend erwähnten US-PS 5 002 023 ersetzen. Der Flügel kann relativ zum Gehäuse hin- und herschwingen, wobei geeignete hydraulische Durchflusselemente das Hydraulikmittel im Gehäuse von einer Seite einer Ausbauchung zur anderen oder umgekehrt übertragen, um auf diese Weise den Flügel relativ zum Gehäuse in der einen oder der anderen Richtung hin- und herzuschwingen. Hierdurch wird die Position der Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle vorbewegt oder verzögert. Das Steuersystem dieses VCT-Systems ist mit dem in der US-PS 5 002 023 offenbarten System identisch, wobei die gleiche Art von Schieberventil in Abhängigkeit vom gleichen Typ der hierauf einwirkenden Kräfte Verwendung findet.

[0010] Die US-PS'en 5 172 659 und 5 184 578 beziehen sich beide auf die Probleme der vorstehend erwähnten Typen von VCT-Systemen, die durch den Versuch hervorgerufen werden, die gegen das eine Ende des Schiebers ausgeübte hydraulische Kraft und die gegen das andere Ende ausgeübte mechanische Kraft ins Gleichgewicht zu bringen. Das in den beiden US-PS'en 5 172 659 und 5 184 578 offenbarte verbesserte Steuersystem benutzt eine auf beide Enden des Schiebers einwirkende hydraulische Kraft. Die auf ein Ende einwirkende hydraulische Kraft resultiert aus dem direkt von der Motorölgalerie unter vollem hydraulischen Druck P_s einwirkenden Hydraulikmittel. Die auf das andere Ende des Schiebers einwirkende hydraulische Kraft geht auf einen Hydraulikzylinder oder einen anderen Kraftvervielfacher zurück, der in Abhängigkeit vom Systemhydraulikmittel unter reduziertem Druck P_c von einem PWM-Solenoid hierauf einwirkt. Da die auf jedes gegenüberliegende Ende des Schiebers einwirkende Kraft hydraulischen Ursprunges ist und auf dem gleichen Hydraulikmittel basiert, gleichen sich Änderungen im Druck oder der Viskosität des Hydraulikmittels selbst aus und beeinflussen nicht die zentrierte Lage oder Nulllage des Schiebers.

[0011] Gemäß der US-PS 5 361 735, auf der der Oberbegriff von Patentanspruch 1 basiert, besitzt eine Nockenwelle einen Flügel, der an einem Ende befestigt ist, um eine nichtschwingende Drehung durchzuführen. Die Nockenwelle trägt ferner eine von einem Steuerriemen angetriebene Riemenscheibe, die sich zusammen mit der Nockenwelle drehen kann, jedoch auch zu dieser hin- und herschwingen kann. Der Flügel besitzt gegenüberliegende Ausbauchungen, die in gegenüberliegenden Ausnehmungen der Riemenscheibe enthalten sind. Die Nockenwelle neigt zu Veränderungen in Reaktion zu Drehmomentimpulsen, mit denen sie während ihres Normalbetriebes beaufschlagt wird, und kann durch wahlweises Blockieren oder Zulassen des Zuflusses von Motoröl von den Ausnehmungen beschleunigt oder ver-

zögert werden, indem die Position eines Schiebers in einem Ventilkörper eines Steuerventils in Abhängigkeit von einem Signal von einer Motorsteuereinheit gesteuert wird. Der Schieber wird über eine Einrichtung, die eine Drehbewegung in eine Linearbewegung umwandelt und von einem Elektromotor, vorzugsweise vom Schrittmotortyp, gedreht wird, in einer vorgegebenen Richtung gedrückt.

[0012] Die US-PS 5 497 738 zeigt ein Steuersystem, das die hydraulische Kraft an einem Ende eines Schiebers eliminiert, welche aus direkt einwirkendem Hydraulikmittel von der Motorölgalerie bei vollem Hydraulikdruck P_s resultiert und bei vorhergehenden Ausführungsformen des VCT-Systems Anwendung findet. Die auf das andere Ende des belüfteten Schiebers einwirkende Kraft resultiert aus einer elektromechanischen Betätigungseinheit, vorzugsweise eines Solenoidtyps mit veränderlicher Kraft, die in Abhängigkeit von einem elektronischen Signal, das von einer Motorsteuereinheit (ECU), die verschiedenartige Motorparameter überwacht, abgegeben wird, direkt auf den belüfteten Schieber einwirkt. Die Motorsteuereinheit empfängt Signale von Sensoren, die Nockenwellen- und Kurbelwellenpositionen entsprechen, und benutzt diese Informationen, um einen relativen Phasenwinkel zu berechnen. Ein Feedback-System in der Form einer geschlossenen Schleife, das jeden Phasenwinkelfehler korrigiert, findet vorzugsweise Verwendung. Die Verwendung eines Solenoids mit veränderlicher Kraft löst das Problem eines trägen dynamischen Ansprechverhaltens. Eine derartige Vorrichtung kann so ausgebildet sein, dass sie so schnell wie das mechanische Ansprechverhalten des Schieberventils und mit Sicherheit viel schneller als das herkömmliche (vollständig hydraulische) Differenzdrucksteuersystem wirkt. Das schnellere Ansprechverhalten ermöglicht eine vergrößerte Regelverstärkung, so dass das System gegenüber Toleranzen der Komponenten und der Einsatzumgebung weniger empfindlich wird.

[0013] Bei allen vorstehend beschriebenen Systemen ist die Steuerung für das Nockenwellentiming in der Nockenwelle selbst oder abstromseitig der Nockenwelle angeordnet, wodurch die Leckagewahrscheinlichkeit ansteigt, da sich das Hydraulikmittel vom Schieberventil in die Flügel des Rotors bewegt. Daher besteht ein Bedarf nach einer unendlich variablen VCT-Mehrpositions-Nockenschaltvorrichtung, die eine geringere Leckage während des Betriebes aufweist.

[0014] Erfindungsgemäß wird eine Phaseneinstellvorrichtung zum Einstellen des Timings zwischen einer Nockenwelle und einer Kurbelwelle eines Motors zur Verfügung gestellt, die umfasst: einen Rotor mit einer Vielzahl von mit Umfangsabstand angeordneten Flügeln und einer zentralen zylindrischen Ausnehmung, die entlang einer Drehachse angeordnet

ist, wobei der Rotor mit der Nockenwelle zur Durchführung einer Drehung damit verbindbar ist; ein Gehäuse, das mit der Kurbelwelle zur Durchführung einer Drehung damit verbindbar ist und einen Korpus besitzt, der den Rotor koaxial umgibt sowie eine Vielzahl von Ausnehmungen aufweist, die mit Umfangsabstand angeordnet sind, um die Flügel des Rotors aufzunehmen und eine Drehbewegung der Flügel darin zu ermöglichen, wobei jeder Flügel eine der Ausnehmungen in einen ersten Abschnitt und einen zweiten Abschnitt unterteilt und die ersten Abschnitte und zweiten Abschnitte in der Lage sind, einen Strömungsmitteldruck aufrechtzuerhalten, so dass die Einführung eines unter Druck stehenden Strömungsmittels in den ersten Abschnitt bewirkt, dass sich der Rotor in einer ersten Drehrichtung relativ zum Gehäuse bewegt, und die Einführung eines unter Druck stehenden Strömungsmittels in den zweiten Abschnitt bewirkt, dass sich der Rotor in einer entgegengesetzten Drehrichtung relativ zum Gehäuse bewegt; und einen Schieber, der in der zylindrischen Ausnehmung des Rotors angeordnet und entlang der Drehachse des Rotors gleitend bewegbar ist, wobei der Schieber eine Vielzahl von Stegen aufweist, die eine Vielzahl von Kanälen im Rotor blockieren und anschließen, so dass durch gleitendes Bewegen des Schiebers in der zylindrischen Ausnehmung des Rotors der Zufluss von Strömungsmittel vom Ausgang einer Quelle eines unter Druck stehenden Strömungsmittels zu den ersten Abschnitten und den zweiten Abschnitten gesteuert wird, wodurch die Drehbewegung des Gehäuses relativ zum Rotor verändert wird, und wobei der Schieber des weiteren eine Länge und einen ersten Steg sowie einen zweiten Steg aufweist, die im Abstand voneinander entlang der Länge angeordnet sind, so dass der erste Steg und der zweite Steg einen Umfang besitzen, der in strömungsmittelblockierender Weise in die zylindrische Ausnehmung eingepasst ist, und die Länge einen geringeren Umfang als der erste Steg und der zweite Steg aufweist, um einen Strömungsmitteldurchfluss zu ermöglichen, wobei die zentrale zylindrische Ausnehmung des Rotors in beabstandeter Beziehung über die Länge der zylindrischen Ausnehmung von einem ersten Ende der zylindrischen Ausnehmung, das am entferntesten von der Nockenwelle liegt, bis zu einem zweiten Ende der zylindrischen Ausnehmung, das zur Nockenwelle am nächsten liegt, umfasst: eine erste Bewegungsleitung, die die zylindrische Ausnehmung mit dem ersten Abschnitt verbindet; und eine zweite Bewegungsleitung, die die zylindrische Ausnehmung mit dem zweiten Abschnitt verbindet; gekennzeichnet durch ein erstes Rückschlagventil, das so in der ersten Bewegungsleitung angeordnet ist, dass es einen Strömungsmittelfluss in den ersten Abschnitt ermöglicht und einen rückwärts gerichteten Strömungsmittelfluss aus dem ersten Abschnitt heraus blockiert; und ein zweites Rückschlagventil, das so in der zweiten Bewegungsleitung angeordnet ist, dass es einen Strömungsmittelfluss

in den zweiten Abschnitt ermöglicht; mindestens eine Entlüftung, die die zylindrische Ausnehmung mit einem Eingang der Quelle des unter Druck stehenden Strömungsmittels verbindet; eine erste Rückführleitung, die den ersten Abschnitt mit der zylindrischen Ausnehmung verbindet; eine Einlassleitung, die die zylindrische Ausnehmung mit der Strömungsmittelquelle verbindet; und eine zweite Rückführleitung, die den zweiten Abschnitt mit der zylindrischen Ausnehmung verbindet, wobei die Entlüftung, die erste Rückführleitung, die zweite Rückführleitung, die erste Bewegungsleitung, die zweite Bewegungsleitung und die Einlassleitung über die Länge der zylindrischen Ausnehmung beabstandet sind und der erste Steg und der zweite Steg eine ausreichende Länge und einen ausreichenden Abstand besitzen, so dass: wenn sich der Schieber in einer zentralen Position zwischen dem ersten Ende der zentralen Ausnehmung und dem zweiten Ende der zentralen Ausnehmung befindet, der erste Steg die erste Rückführleitung und die erste Bewegungsleitung und der zweite Steg die zweite Bewegungsleitung und die zweite Rückführleitung blockiert; und wenn sich der Schieber in der Position näher zum ersten Ende der zentralen Ausnehmung befindet, die erste Bewegungsleitung und zweite Rückführleitung nicht blockiert sind, so dass Strömungsmittel von der Quelle des unter Druck stehenden Strömungsmittels in die erste Bewegungsleitung und die ersten Abschnitte strömt und Strömungsmittel von den zweiten Abschnitten in die zweite Rückführleitung zur Entlüftung strömt; und wenn sich der Schieber in einer Position näher zum zweiten Ende der zentralen Ausnehmung befindet, die zweite Bewegungsleitung und die erste Rückführleitung nicht blockiert sind, so dass Strömungsmittel von der Quelle des unter Druck stehenden Strömungsmittels in die zweite Bewegungsleitung und den zweiten Abschnitt strömt und Strömungsmittel vom ersten Abschnitt in die erste Rückführleitung zur Entlüftung strömt.

[0015] Bei der vorliegenden Erfindung handelt es sich um eine unendlich variable Nockenwellensteuervorrichtung (Phaseneinstellvorrichtung) mit einem im Rotor angeordneten Steuerventil. Da sich das Steuerventil im Rotor befindet, muss die Nockenwelle nur einen einzigen Kanal zum Zuführen von Motoröl oder Hydraulikmittel zur Verfügung stellen und benötigt keine mehreren Kanäle zum Steuern der Phaseneinstellvorrichtung, wie dies beim Stand der Technik der Fall ist. Zwei Rückschlagventile, nämlich ein Voreilkammer-Rückschlagventil und ein Nacheilkammer-Rückschlagventil, sind ebenfalls im Rotor angeordnet. Die Rückschlagventile befinden sich in den Steuerkanälen für jede Kammer. Der Hauptvorteil der Anordnung der Rückschlagventile in der Voreil- und Verzögerungskammer anstelle der Anordnung eines einzigen Rückschlagventils in der Versorgung besteht in einer Verringerung der Leckage. Mit dieser Konstruktion wird ferner der Fluss eines unter hohem

Druck stehenden Öls über das Schieberventil vermieden und die Ansprechzeit des Rückschlagventils auf Drehmomentumkehrvorgänge infolge einer kürzeren Ölbahn verbessert. Des Weiteren bildet die Phaseneinstellvorrichtung der vorliegenden Erfindung eine öldruckbetätigte Vorrichtung und verbraucht weniger Öl.

[0016] Der Rotor ist mit der Nockenwelle verbunden, und das Außengehäuse sowie Zahnrad bewegen sich relativ zum Rotor und zur Nockenwelle. Von der Quelle stammendes Öl wird durch die Mitte der Nockenwelle zugeführt. Die Position des Schieberventils legt fest, ob die Phaseneinstellvorrichtung eine Voreilung oder Nacheilung bewirkt.

[0017] Zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung wird diese anhand von einigen beispielhaften Ausführungsformen in Verbindung mit den beige-fügten Zeichnungen beschrieben. Hiervon zeigen:

[0018] Fig. 1 eine auseinandergezogene Seitenansicht der Nockenwelle bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0019] Fig. 2 eine Ansicht der Nockenwelle der Fig. 1 von oben nach unten;

[0020] Fig. 3 eine weniger detaillierte Ansicht der Nockenwelle der Fig. 1 von oben nach unten;

[0021] Fig. 4 eine Teilansicht der Nockenwelle entlang Linie 4-4 in Fig. 3;

[0022] Fig. 5 eine Teilansicht der Nockenwelle entlang Linie 5-5 in Fig. 3;

[0023] Fig. 6 eine auseinandergezogene Seitenansicht des Rotors bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0024] Fig. 7 eine Ansicht des Rotors der Fig. 6 von oben nach unten;

[0025] Fig. 8 eine Teilansicht des Rotors entlang Linie 8-8 in Fig. 7;

[0026] Fig. 9 eine Ansicht des Rotors der Fig. 6 von oben nach unten;

[0027] Fig. 10 eine Teilansicht des Rotors entlang Linie 10-10 in Fig. 7;

[0028] Fig. 11 eine Nockenwellenphaseneinstellvorrichtung mit Voreil- und Nacheilkammer-Rückschlagventilen in der Nullposition bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

[0029] Fig. 12 eine Nockenwellenphaseneinstellvorrichtung mit Voreil- und Nacheilkammer-Rück-

schlagventilen in der Voreilposition bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung; und

[0030] Fig. 13 eine Nockenwellenphaseneinstellvorrichtung mit Voreil- und Nacheilkammer-Rückschlagventilen in der Nacheilposition bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

[0031] Die meisten Motoren besitzen akzeptable Nockenwellendrehmomente im Leerlauf, um eine Nockenwelleneinstellvorrichtung zu betätigen. Die Drehmomente vierter Ordnung nehmen jedoch mit der Motordrehzahl ab, und bei hohen Drehzahlen wird eine Nockenwellenphaseneinstellvorrichtung nicht allein durch das Nockenwellendrehmoment betätigt und erfordert Hydraulikkraft. Dieses Problem ist besonders weit verbreitet bei Vierzylindermotoren. Die vorliegende Erfindung nutzt den Motoröldruck und wird durch Nockentorsionsenergie unterstützt, um die Nockenwellenphaseneinstellvorrichtung zu betätigen, was als „Torsionsunterstützung“ (TA) bezeichnet wird. Die Rückschlagventile bei dieser Konstruktion eliminieren eine Drehmomentumkehr, die durch Torsionsbeanspruchung der Nocken verursacht wird, und verbessern die Betätigungsrate.

[0032] Eine Brennkraftmaschine besitzt eine Pleuelwelle, die von den Pleuelstangen der Kolben angetrieben wird, und eine oder mehrere Nockenwellen, die die Einlass- und Auslassventile der Zylinder betätigen. Das Steuerzahnrad auf der Nockenwelle steht mit der Pleuelwelle über einen Steuerantrieb, beispielsweise einen Riemen, eine Kette oder Zahnräder, in Verbindung. Obwohl in den Figuren nur eine Nockenwelle dargestellt ist, versteht es sich, dass es sich bei der Nockenwelle um die einzige Nockenwelle eines Motors mit einer einzigen Nockenwelle, entweder vom Überkopf-Typ vom Im-Block-Typ, handeln kann, oder um eine von zwei Nockenwellen (der die Einlassventile betätigenden Nockenwelle oder die Auslassventile betätigenden Nockenwelle) eines Motors mit zwei Nockenwellen oder um eine von vier Nockenwellen eines V-Motors mit Überkopf-Nockenwellen, zwei für jede Reihe von Zylindern.

[0033] In einem variablen Nockenwellensteuersystem (VCT-System) ist das Steuerrad auf der Nockenwelle durch eine Kupplung mit veränderlichem Winkel ersetzt, die als „Phaseneinstellvorrichtung“ bekannt ist und einen Rotor, der mit der Nockenwelle verbunden ist, sowie ein Gehäuse aufweist, das mit dem Steuerrad verbunden ist (oder dieses bildet) und eine Drehung der Nockenwelle unabhängig vom Steuerrad innerhalb von Winkelgrenzen ermöglicht, um die relative zeitliche Abstimmung zwischen der Nockenwelle und der Pleuelwelle zu verändern. Der hier verwendete Begriff „Phaseneinstellvorrichtung“ umfasst das Gehäuse und den Rotor und sämtliche Teile zum Steuern der relativen Winkellage des Gehäuses und Rotors, um das Timing der Nockenwelle

gegenüber der Kurbelwelle zu versetzen. Bei Motoren mit mehreren Nockenwellen versteht es sich, dass jeder Nockenwelle eine Phaseneinstellvorrichtung zugeordnet ist, wie dies bekannt ist.

[0034] Wie man **Fig. 1** entnehmen kann, ist ein Rotor (1) mit Hilfe eines Montageflansches (8), an den er (und die Rotorvorderplatte (4)) durch Schrauben (14) befestigt ist, fest an der Nockenwelle (9) angebracht. Der Rotor (1) besitzt ein diametral gegenüberliegendes Paar von radial nach außen vorstehenden Flügeln (16), die in Ausnehmungen (17) im Gehäusekörper (2) eingepasst sind. Die Innenplatte (5), der Gehäusekörper (2) und die Außenplatte (3) sind mit Schrauben zusammen um den Montageflansch (8), den Rotor (1) und die Rotorvorderplatte (4) befestigt, so dass die Ausnehmungen (17), die die Flügel (16) halten und von der Außenplatte (3) und der Innenplatte (5) umschlossen sind, strömungsmitteldichte Kammern bilden. Das Steuerrad (11) ist über Schrauben (12) mit der Innenplatte (5) verbunden. Zusammen werden die Innenplatte (5), der Gehäusekörper (2), die Außenplatte (3) und das Steuerrad (11) hier als das „Gehäuse“ bezeichnet.

[0035] Wie man den **Fig. 2 bis 5** entnehmen kann, sind die Flügel (16) des Rotors (1) in die radial nach außen vorstehenden Ausnehmungen (17) des Gehäusekörpers (2) eingepasst, wobei das Umfangsmaß einer jeden Ausnehmung (17) etwas größer ist als das Umfangsmaß des Flügels (16), der in einer derartigen Ausnehmung angeordnet ist, um eine begrenzte Schwingbewegung des Gehäuses relativ zum Rotor (1) zu ermöglichen. Die Flügel (16) sind mit ihren Flügelspitzen (6) in Aufnahmeschlitzen (19) angeordnet, die durch lineare Expansionsvorrichtungen (7) nach außen vorgespannt sind. Die Flügelspitzen (6) verhindern, dass Motoröl zwischen dem Inneren der Ausnehmung (17) und den Flügeln (16) leckt, so dass jede Ausnehmung in gegenüberliegende Kammern (17a) und (17b) aufgeteilt ist. Somit ist jede Kammer (17a) und (17b) des Gehäuses (2) in der Lage, Hydraulikdruck aufrechtzuerhalten. Durch die Aufbringung von Druck auf die Kammern (17a) wird daher der Rotor im Uhrzeigersinn relativ zum Rotor (1) bewegt, während durch Aufbringung von Druck auf die Kammern (17b) der Rotor gegen den Uhrzeigersinn relativ zum Rotor (1) bewegt wird.

[0036] Der Schieber (27) des Schieberventils (20) ist im Rotor (1) in einer zylindrischen Ausnehmung (25) entlang seiner Mittelachse (26) angeordnet. Kanäle führen Öl vom Schieberventil zu den Kammern (17a), (17b), wie nachfolgend schematisch dargestellt ist. Das Motoröl oder ein anderes Betätigungsmittel dringt durch den Kanal (21) in die Seite des Montageflansches (8) und in den Rotor (1) ein. Da sich das Schieberventil (20) im Rotor (1) und nicht in der Nockenwelle (9) befindet, kann die Nockenwelle (9) viel einfacher hergestellt werden, da sie Strö-

mungsmittel nur durch die Phaseneinstellvorrichtung in das Schieberventil (20) im Rotor (1) bewegen muss und keine Kanäle in die Nockenwelle (9) eingearbeitet werden müssen und keine extern montierten Ventile erforderlich sind. Durch die Anordnung des Schieberventils (20) im Rotor (1) werden Leckagen verringert und das Ansprechverhalten der Phaseneinstellvorrichtung verbessert. Diese Konstruktion ermöglicht kürzere Strömungsmittelkanäle im Vergleich zu einem Steuersystem, das am Nockenlager montiert ist.

[0037] Gemäß den **Fig. 6 bis 10** zeigt eine auseinandergezogene Ansicht des Rotors (1), dass der Rotor (1) das Schieberventil (109) aufnimmt. Das Schieberventil (109) besitzt einen Schieber (104) und ein zylindrisches Element (115). Ein Haltering (150) ist an einem Ende des Schiebers (104) angebracht. Ein Stopfen (202) ist bündig mit der Oberfläche des zylindrischen Elementes (115) gepresst. Die Feder (116) stößt gegen den Stopfen (202). Ein Voreilkammer-Rückschlagventil (200) und ein Nacheilkammer-Rückschlagventil (201) im Rotor (1) besitzen Halteringe (205) und (206). Stellschrauben (203) sind vorzugsweise unter der Oberfläche des Rotors (1) angeordnet. Ein Passstift (207) ist ebenfalls in den Rotor (1) eingepasst.

[0038] Wie die **Fig. 11 bis 13** zeigen, strömt das Phaseneinstellvorrichtungsbetätigungsmittel (122), beispielsweise in der Form von Motorschmieröl, in die Ausnehmungen (17a) (mit „A“ für „Voreilung“ bezeichnet) und (17b) (mit „R“ für „Nacheilung“ bezeichnet) mit Hilfe einer gemeinsamen Einlassleitung (110). Das Voreilkammer-Rückschlagventil (200) ist in der Voreilkammereinlassleitung (111) angeordnet, während das Nacheilkammer-Rückschlagventil (201) in der Nacheilkammereinlassleitung (113) angeordnet ist. Der Hauptvorteil in bezug auf die Anordnung der Rückschlagventile in der Voreil- und Nacheilkammer anstelle der Anordnung eines einzigen Rückschlagventils in der Versorgung ist in einer Leckageverringerng zu sehen. Durch die Anordnung der Rückschlagventile (200) und (201) zwischen den Kammern und dem Schieberventil (109) wird ein Fließen von unter hohem Druck stehenden Öl über das Schieberventil (109) vermieden. Darüber hinaus wird die Ansprechzeit der Rückschlagventile (200) und (201) in bezug auf eine Drehmomentumkehr infolge eines kürzeren Ölweges verbessert. Ein zweiter Vorteil einer torsionsunterstützten Phaseneinstellvorrichtung im Vergleich zu einer öldruckbetätigten Vorrichtung ist im Ölverbrauch zu sehen. Die torsionsunterstützte Phaseneinstellvorrichtung ist einer öldruckbetätigten Vorrichtung überlegen und verbraucht weniger Öl.

[0039] Die Einlassleitung (110) endet, wenn sie in das Schieberventil (109) eindringt. Wie vorstehend erwähnt, besteht das Schieberventil (109) aus einem

Schieber (104) und einem zylindrischen Element (115). Der Schieber (104), bei dem es sich vorzugsweise um einen entlüfteten Schieber handelt, kann vor und zurück gleiten. Er besitzt Schieberstege (104a) und (104b) auf gegenüberliegenden Enden, die eng in das zylindrische Element (115) eingepasst sind. Die Schieberstege (104a) und (104b) sind vorzugsweise zylindrisch ausgebildet und besitzen vorzugsweise drei Positionen, wie nachfolgend in größeren Einzelheiten beschrieben.

[0040] Die Steuerung der Position des Schiebers (104) im Element (115) erfolgt in direkter Ansprache auf ein Solenoid (103) mit veränderlicher Kraft. Dieses Solenoid (103) mit veränderlicher Kraft ist vorzugsweise eine elektromechanische Betätigungseinheit (103). Die Offenbarung der US-PS 5 497 738 mit dem Titel „VCT Control with a Direct Electromechanical Actuator“, die die Verwendung eines Solenoids mit veränderlicher Kraft beschreibt, vom 12. März 1996 wird hiermit durch Bezugnahme eingearbeitet. Kurz gesagt, bei der bevorzugten Ausführungsform wird ein elektrischer Strom über ein Kabel durch das Solenoidgehäuse in eine Solenoidspule eingeführt, die einen Anker (117) in der elektromechanischen Betätigungseinheit (103) abstößt oder „wegdrückt“. Der Anker (117) ist gegen eine Verlängerung (104c) des Schiebers (104) gelagert und bewegt somit den Schieber (104) nach rechts. Wenn die Kraft der Feder (116) mit der vom Anker (117) in der entgegengesetzten Richtung ausgeübten Kraft ausgeglichen ist, verbleibt der Schieber (104) in seiner Nullposition oder zentrierten Position. Somit wird der Schieber (104) durch Erhöhung oder Erniedrigung des Stromes der Solenoidspule in jeder Richtung bewegt, wie gewünscht. Bei einer anderen Ausführungsform kann die Konfiguration der elektromagnetischen Betätigungseinheit (103) umgekehrt ausgebildet sein, so dass die auf die Schieberverlängerung (104c) ausgeübte Kraft von einer Druckkraft in eine Zugkraft umgewandelt wird. Diese Alternative erfordert, dass die Wirkungsweise der Feder (116) geändert werden muss, um der Kraft in der neuen Richtung der Bewegung des Ankers (117) entgegenzuwirken.

[0041] Die elektromagnetische Betätigungseinheit (103) mit veränderlicher Kraft ermöglicht, dass das Schieberventil schrittweise bewegt wird und nicht nur eine einzige volle Bewegung bis zum einen Bewegungsende oder dem anderen Bewegungsende durchführen kann, wie dies bei herkömmlichen Nockenwellenstuvorrichtungen üblich ist. Durch die Verwendung eines Solenoids mit veränderlicher Kraft wird ein langsames dynamisches Ansprechverhalten vermieden. Das raschere Ansprechverhalten ermöglicht die Erzielung einer vergrößerten Regelverstärkung, so dass das System weniger empfindlich ist gegenüber Toleranzen der Komponenten und der Betriebsumgebung. Auch bewegt sich ein von einem Solenoid mit veränderlicher Kraft angetriebener An-

ker nur über eine kurze Distanz gemäß der Steuerung des Stromes von der Motorsteuereinheit (ECU) (102). Bei einer bevorzugten Ausführungsform bildet ein elektronischer Schnittstellenmodul (EIM) die Elektronik für das VCT-System. Dieser elektronische Schnittstellenmodul bildet die Schnittstelle zwischen der Betätigungseinheit (103) und der Motorsteuereinheit (102).

[0042] Da die Bewegung kaum extreme Ergebnisse benötigt, wird ein Vibrieren vermieden, so dass das System im wesentlichen geräuschfrei arbeitet. Vielleicht der wichtigste Vorteil gegenüber dem herkömmlichen Differenzdrucksteuersystem ist in der verbesserten Steuerung des Basissystems zu sehen. Ein Solenoid mit veränderlicher Kraft besitzt die stark verbesserte Fähigkeit, einem Befehlseingang der VCT-Phase rasch und genau zu folgen.

[0043] Bevorzugte Typen von Solenoiden mit veränderlicher Kraft umfassen ein Solenoid mit einem zylindrischen Anker oder veränderlicher Fläche und ein Solenoid mit einem Anker mit ebener Fläche oder veränderlichem Spalt. Die verwendete elektromagnetische Betätigungseinheit kann auch von einer pulsbreitenmodulierten Stromversorgung betätigt werden. Alternativ dazu können auch andere Betätigungseinheiten, wie hydraulische Solenoide, Schrittmotoren, schneckenrad- oder schraubenradbetätigte Motoren oder rein mechanische Betätigungseinheiten, gemäß den Lehren der Erfindung zur Betätigung des Schieberventils eingesetzt werden.

[0044] Um einen Phasenwinkel aufrechtzuerhalten, wird der Schieber (104) in der in Fig. 11 gezeigten Nullposition angeordnet. Die Nockenwelle (9) wird in einer ausgewählten Zwischenposition relativ zur Kurbelwelle des zugehörigen Motors gehalten, die als „Nullposition“ des Schiebers (104) bezeichnet wird. Ergänzungslöl von der Versorgung füllt beide Kammern (17a) und (17b). Wenn sich der Schieber (104) in der Nullposition befindet, blockieren die Schieberstege (104a) und (104b) beide Rückführleitungen (112) und (114) sowie beide Einlassleitungen (111) und (113). Beide Rückschlagventile (200) und (201) sind offen, wenn sich die Vorrichtung in der Nullposition befindet.

[0045] Da das Hydraulikmittel (122) somit im wesentlichen im mittleren Hohlraum (119) des Schieberventils (103) eingefangen ist, wird der Druck aufrechterhalten, und kein Hydraulikmittel (122) dringt in die Kammern (17a) und (17b) ein oder verlässt diese. Es existiert jedoch eine unvermeidbare Leckage aus den Kammern (17a) und (17b). So führt das Schieberventil eine „Zitterbewegung“, d.h. eine geringfügige Bewegung, aus. Mit anderen Worten, der Schieber (104) bewegt sich in ausreichender Weise zurück und vorwärts, so dass durch ergänzendes Strömungsmittel (122) der Druck wiederhergestellt wird,

wenn die Voreilkammer (17a) und Nacheilkammer (17b) beginnen, Druck zu verlieren. Die Bewegung ist jedoch nicht ausreichend, da das Strömungsmittel aus den Auslassöffnungen (106) und (107) dringen kann. Der zentrale Hohlraum (119) ist vorzugsweise an den Rändern abgeschrägt, um einen einfacheren Transport des ergänzenden Strömungsmittels während der Zitterbewegung zu ermöglichen.

[0046] Da die Kraft des Ankers (117) dem an die Solenoidspule gelegten elektrischen Strom entspricht und die Kraft der Feder (116) ebenfalls vorhersagbar ist (in bezug auf die Federposition), kann die Position des Schiebers (104) allein auf Basis des Solenoidstromes sofort festgestellt werden. Da nur die Ungleichheiten zwischen einer elektrisch erzeugten Kraft an einem Ende (104b) des Schiebers (104) und einer Federkraft am anderen Ende (104a) für die Bewegung in der einen oder anderen Richtung ausgenutzt werden (im Gegensatz zur Ausnutzung von Ungleichheiten zwischen hydraulischen Beanspruchungen von einer gemeinsamen Quelle beider Enden), ist das Steuersystem vollständig unabhängig vom hydraulischen Systemdruck. Es ist somit nicht erforderlich, ein einen Kompromiss verkörperndes System zu konstruieren, das in einem potentiell großen Spektrum von Öldrücken arbeitet, die auf die individuellen Eigenschaften von speziellen Motoren zurückzuführen sind. Durch die Ausbildung eines Systems, das innerhalb eines engeren Bereiches von Parametern arbeitet, ist es diesbezüglich möglich, den Schieber (104) in seiner Nullposition rasch und genau anzuordnen, um eine verbesserte Funktionsweise eines VCT-Systems zu erreichen.

[0047] Wie in Fig. 12 gezeigt, wird zum Vorbewegen der Phaseneinstellvorrichtung Hydraulikmittel (122) von der Quelle zur Voreilkammer (17a) geführt, indem der Schieber (104) nach links verschoben wird. Gleichzeitig wird die Nacheilkammer (17b) zur Atmosphäre entlüftet, d.h. mit einer Stelle niedrigeren Drucks verbunden, so dass das Strömungsmittel zur Strömungsmittelquelle zurückgeführt werden kann. In den meisten Fällen bedeutet „Atmosphäre“ eine Stelle, an der das Motoröl in die Ölwanne am Boden des Motors zurückgeführt werden kann, beispielsweise in die Steuerkettenabdeckung oder eine an die Ölwanne angeschlossene Rückführleitung. Das Voreilkammerrückschlagventil (200) ist nunmehr offen, so dass Hydraulikmittel (122) von der Quelle in die Voreilkammer (17a) eindringen kann. Das Nacheilkammerrückschlagventil (201) ist geschlossen, so dass weiter verhindert wird, dass Hydraulikmittel (122) von der Quelle über die Nacheilkammereinlassleitung (113) in die Nacheilkammer (17b) eindringen kann. In dieser Konfiguration blockiert der Steg (104b) den Eintritt von Hydraulikmittel in die Nacheilkammereinlassleitung (113). Der Hohlraum (119) ist nunmehr mit der Voreilkammereinlassleitung (111) verbunden, so dass zusätzliches Hydraulikmittel (122) in die Nach-

eilkammer (17a) eindringen kann. Der Steg (104a) blockiert den Eintritt von Hydraulikmittel (122) von der Voreilkammerrückführleitung (112). Der Hohlraum (121) ermöglicht den Austritt von Hydraulikmittel (122) durch die Nacheilkammerrückführleitung (114) und aus dem Nacheilkammerauslass (107) heraus zur Atmosphäre.

[0048] Wie in Fig. 13 gezeigt, wird zum Verzögern der Phaseneinstellvorrichtung der Schieber (104) nach rechts bewegt, und Hydraulikmittel (122) von der Quelle wird zur Nacheilkammer (17b) geführt und das Hydraulikmittel (122) in der Voreilkammer (17a) zur Atmosphäre abgegeben. Das Nacheilkammerrückschlagventil (201) ist nunmehr offen, so dass Hydraulikmittel (122) von der Quelle in die Nacheilkammer (17b) eintreten kann. Das Voreilkammerrückschlagventil (200) ist geschlossen, so dass weiter verhindert wird, dass Hydraulikmittel (122) von der Quelle durch die Voreilkammereinlassleitung (111) in die Voreilkammer (17a) eintreten kann. In dieser Konfiguration blockiert der Steg (104b) den Austritt von Hydraulikmittel von der Nacheilkammerrückführleitung (114). Der Hohlraum (119) ist nunmehr mit der Nacheilkammereinlassleitung (113) verbunden, so dass Hydraulikmittel (122) in die Nacheilkammer (17b) eintreten kann. Der Steg (104a) blockiert den Eintritt von Hydraulikmittel (122) in die Voreilkammereinlassleitung (111). Der Hohlraum (120) ermöglicht den Austritt von Hydraulikmittel (122) durch die Voreilkammerrückführleitung (112) und aus dem Voreilkammerauslass (106) heraus zur Atmosphäre.

[0049] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Blockiermechanismus zum Starten vorgesehen, wenn ein unzureichender Öldruck vorhanden ist, um die Phaseneinstellvorrichtung in Position zu halten. Beispielsweise kann ein einziger Positionierungsstift in ein Loch eingesetzt werden, um den Rotor und das Gehäuse miteinander zu verriegeln, oder es kann eine andere Verschiebungs- und Blockierstrategie Verwendung finden, wie dies bekannt ist.

Patentansprüche

1. Phaseneinstellvorrichtung zum Einstellen des Timings zwischen einer Nockenwelle (9) und einer Kurbelwelle eines Motors mit einem Rotor (1) mit einer Vielzahl von mit Umfangsabstand angeordneten Flügeln (16) und einer zentralen zylindrischen Ausnehmung (25), die entlang einer Drehachse (26) angeordnet ist, wobei der Rotor (1) mit der Nockenwelle (9) verbindbar ist, um sich mit dieser zu drehen; einem Gehäuse, das mit der Nockenwelle verbindbar ist, um sich mit dieser zu drehen, und einen Korpus (2) aufweist, der den Rotor (1) coaxial umgibt und eine Vielzahl von Ausnehmungen (17) besitzt, die im Umfangsabstand angeordnet sind, um die Flügel (16) des Rotors (1) aufzunehmen, und die eine Drehbe-

wegung der Flügel (16) in den Ausnehmungen ermöglichen, wobei jeder Flügel (16) eine der Ausnehmungen (17) in einen ersten Abschnitt (17a) und einen zweiten Abschnitt (17b) unterteilt und die ersten Abschnitte (17a) und zweiten Abschnitte (17b) in der Lage sind, einen Strömungsmitteldruck aufrechtzuerhalten, so dass durch die Einführung eines unter Druck stehenden Strömungsmittels (22) in den ersten Abschnitt (17a) eine Bewegung des Rotors (1) in einer ersten Drehrichtung relativ zum Gehäuse und durch die Einführung eines unter Druck stehenden Strömungsmittels (122) in den zweiten Abschnitt (17b) eine Bewegung des Rotors (1) in einer entgegengesetzten Drehrichtung relativ zum Gehäuse verursacht wird; und

einem Schieber (104), der in der zylindrischen Ausnehmung (25) des Rotors (1) angeordnet ist, entlang der Drehachse (26) des Rotors (1) gleitend bewegbar ist und eine Vielzahl von Stegen (104a, 104b) aufweist, die eine Vielzahl von Kanälen im Rotor (1) blockieren und anschließen, so dass durch gleitendes Bewegen des Schiebers (104) in der zylindrischen Ausnehmung (25) des Rotors (1) der Strömungsmittelzufluss (122) von einem Auslass einer Quelle eines unter Druck stehenden Strömungsmittels zu den ersten Abschnitten (17a) und den zweiten Abschnitten (17b) gesteuert wird, indem die Drehbewegung des Gehäuses relativ zum Rotor (1) verändert wird, wobei der Schieber (104) des weiteren eine Länge besitzt und einen ersten Steg (104a) und einen zweiten Steg (104b) aufweist, die in einem Abstand voneinander über die Länge angeordnet sind, so dass der erste Steg (104a) und der zweite Steg (104b) einen Umfang besitzen, der für einen das Strömungsmittel blockierenden Sitz in der zylindrischen Ausnehmung sorgt, und die Länge einen geringeren Umfang als der erste Steg (104a) und der zweite Steg (104b) aufweist, um einen Strömungsmittelfluss zu ermöglichen;

wobei die zentrale zylindrische Ausnehmung (25) des Rotors (1) in beabstandeter Beziehung über eine Länge der zylindrischen Ausnehmung (25) von einem ersten Ende derselben, das am weitesten weg von der Nockenwelle (9) liegt, bis zu einem zweiten Ende der zylindrischen Ausnehmung (25), das zur Nockenwelle (9) am nächsten liegt, umfasst:

eine erste Bewegungsleitung (111), die die zylindrische Ausnehmung (25) mit dem ersten Abschnitt (17a) verbindet; und

eine zweite Bewegungsleitung (113), die die zylindrische Ausnehmung (25) mit dem zweiten Abschnitt (17b) verbindet;

gekennzeichnet durch ein erstes Rückschlagventil (200), das in der ersten Bewegungsleitung (111) so angeordnet ist, dass es einen Strömungsmittelfluss in den ersten Abschnitt (17a) ermöglicht und einen umgekehrten Strömungsmittelfluss aus dem ersten Abschnitt (17a) heraus blockiert; und

ein zweites Rückschlagventil (201), das so in der zweiten Bewegungsleitung (113) angeordnet ist,

dass es einen Strömungsmittelfluss (122) in den zweiten Abschnitt (17b) ermöglicht; mindestens einen Auslass (106, 107), der die zylindrische Ausnehmung (25) mit einem Einlass der Quelle des unter Druck stehenden Strömungsmittels verbindet;

eine erste Rückführleitung (112), die den ersten Abschnitt (17a) mit der zylindrischen Ausnehmung (25) verbindet;

eine Einlassleitung (110), die die zylindrische Ausnehmung (25) mit der Strömungsmittelquelle verbindet; und

eine zweite Rückführleitung (114), die den zweiten Abschnitt (17b) mit der zylindrischen Ausnehmung (25) verbindet,

wobei der Auslass (106, 107), die erste Rückführleitung (112), die zweite Rückführleitung (114), die erste Bewegungsleitung (111), die zweite Bewegungsleitung (113) und die Einlassleitung (110) über die Länge der zylindrischen Ausnehmung (25) beabstandet sind und der erste Steg (104a) und der zweite Steg (104b) eine ausreichende Länge und einen ausreichenden Abstand voneinander besitzen, so dass:

der erste Steg (104a) die erste Rückführleitung (112) und die erste Bewegungsleitung (111) sowie der zweite Steg (104b) die zweite Bewegungsleitung (113) und die zweite Rückführleitung (114) blockieren, wenn sich der Schieber (104) in einer zentralen Position zwischen dem ersten Ende der zentralen Ausnehmung und dem zweiten Ende der zentralen Ausnehmung befindet; und

die erste Bewegungsleitung (111) und die zweite Rückführleitung (114) nicht blockiert sind, Strömungsmittel von der Quelle des unter Druck stehenden Strömungsmittels in die erste Bewegungsleitung (111) und die ersten Abschnitte strömt und Strömungsmittel von den zweiten Abschnitten in die zweite Rückführleitung (114) zum Auslass strömt, wenn sich der Schieber (104) in der Position näher zum ersten Ende der zentralen Ausnehmung (25) befindet; und die zweite Bewegungsleitung (113) und die erste Rückführleitung (112) nicht blockiert sind, Strömungsmittel von der Quelle des unter Druck stehenden Strömungsmittels in die zweite Bewegungsleitung (113) und den zweiten Abschnitt strömt und Strömungsmittel vom ersten Abschnitt in die erste Rückführleitung (112) zum Auslass strömt, wenn sich der Schieber (104) in einer Position näher zum zweiten Ende der zentralen Ausnehmung (25) befindet.

2. Phaseinstellvorrichtung nach Anspruch 1, die des weiteren eine Betätigungseinheit (103) mit veränderlicher Kraft aufweist, so dass dieselbe die Position des Schiebers (104) in Abhängigkeit von einem Signal, das von einer Motorsteuereinheit (102) abgegeben wird, steuert.

3. Phaseinstellvorrichtung nach Anspruch 2, bei der die Betätigungseinheit (103) mit veränderlicher Kraft ein elektromechanisches Solenoid mit ver-

änderlicher Kraft ist.

4. Phaseneinstellvorrichtung nach Anspruch 3, die des weiteren eine Feder (**116**) zum Vorspannen des Schieberventils (**109**) in eine vollständig vorgerückte Position während Perioden, wenn das elektromechanische Solenoid mit veränderlicher Kraft aberregt ist, aufweist.

5. Phaseneinstellvorrichtung nach Anspruch 2, bei der das Signal von der ECU zur Betätigungseinheit (**103**) mit veränderlicher Kraft pulsbreitenmoduliert ist.

6. Phaseneinstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der das Strömungsmittel (**122**) Motorschmieröl umfasst.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

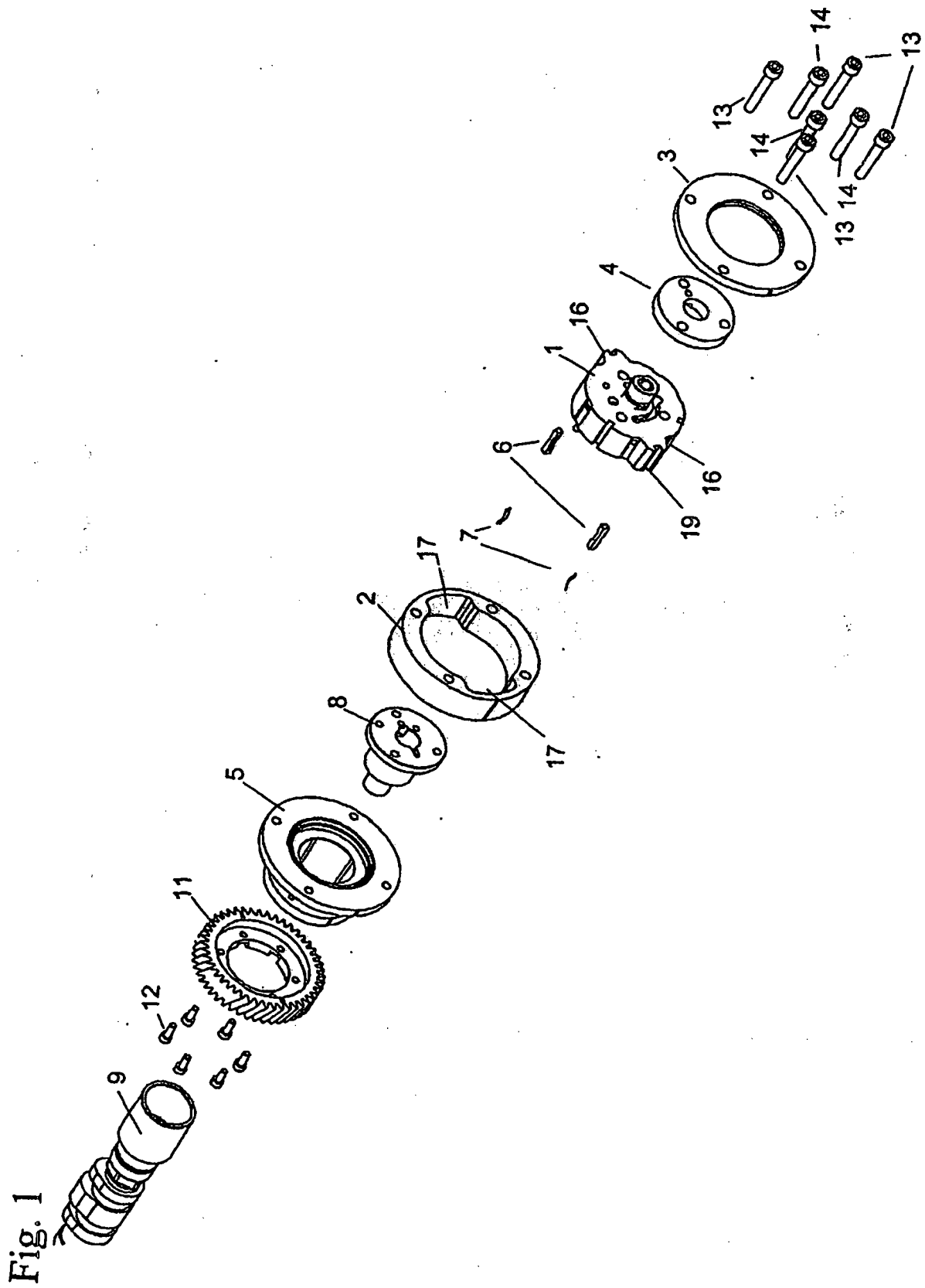


Fig. 2

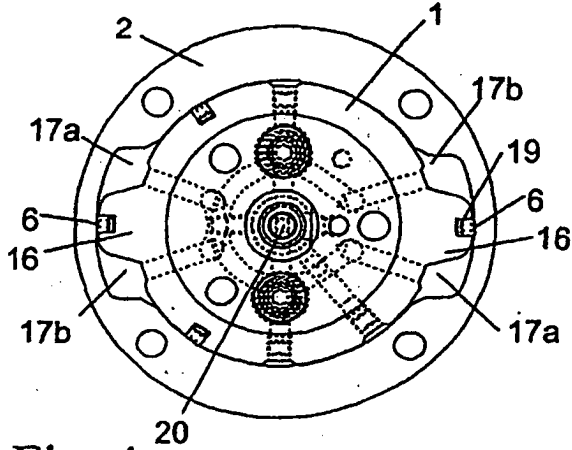


Fig. 3

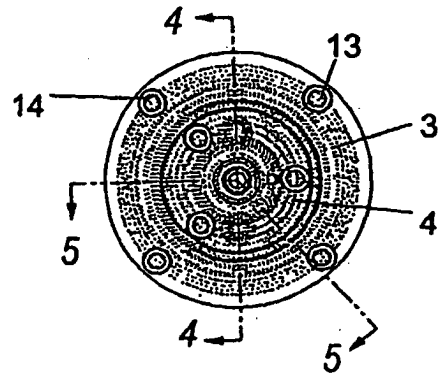


Fig. 4

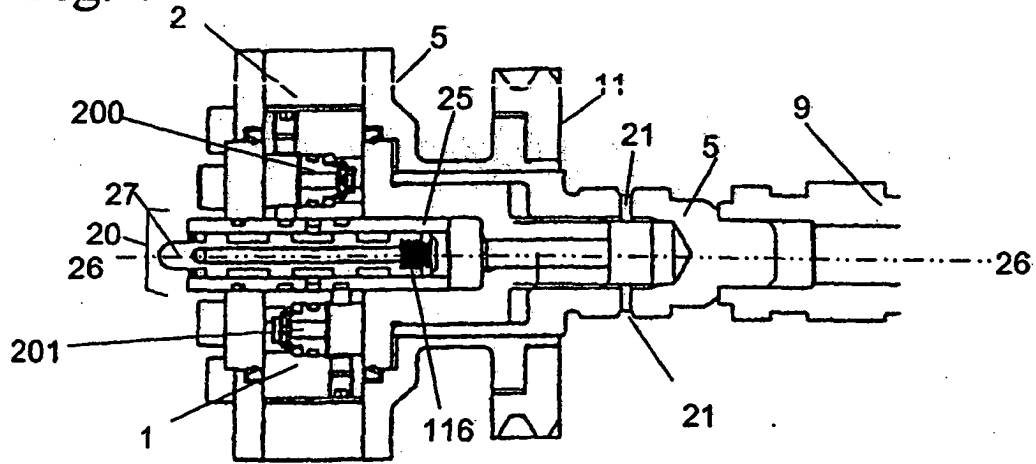


Fig. 5

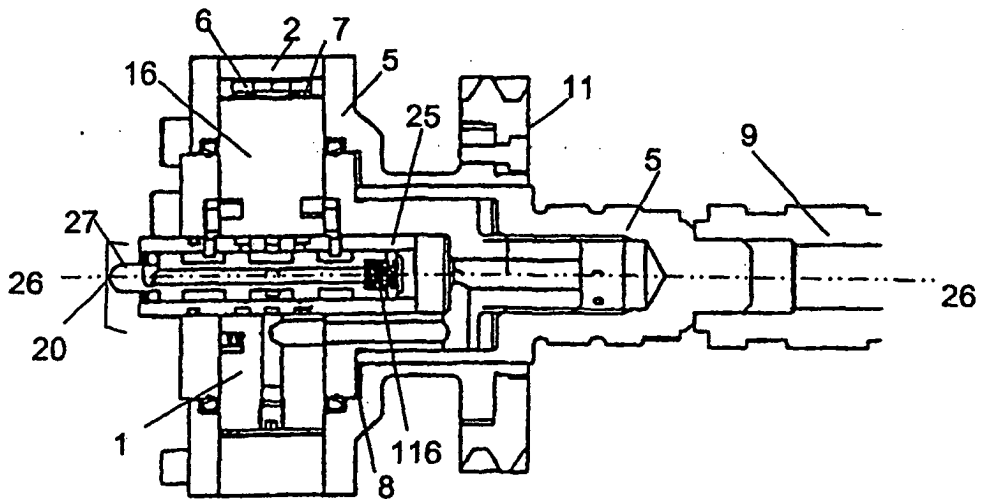


Fig. 6

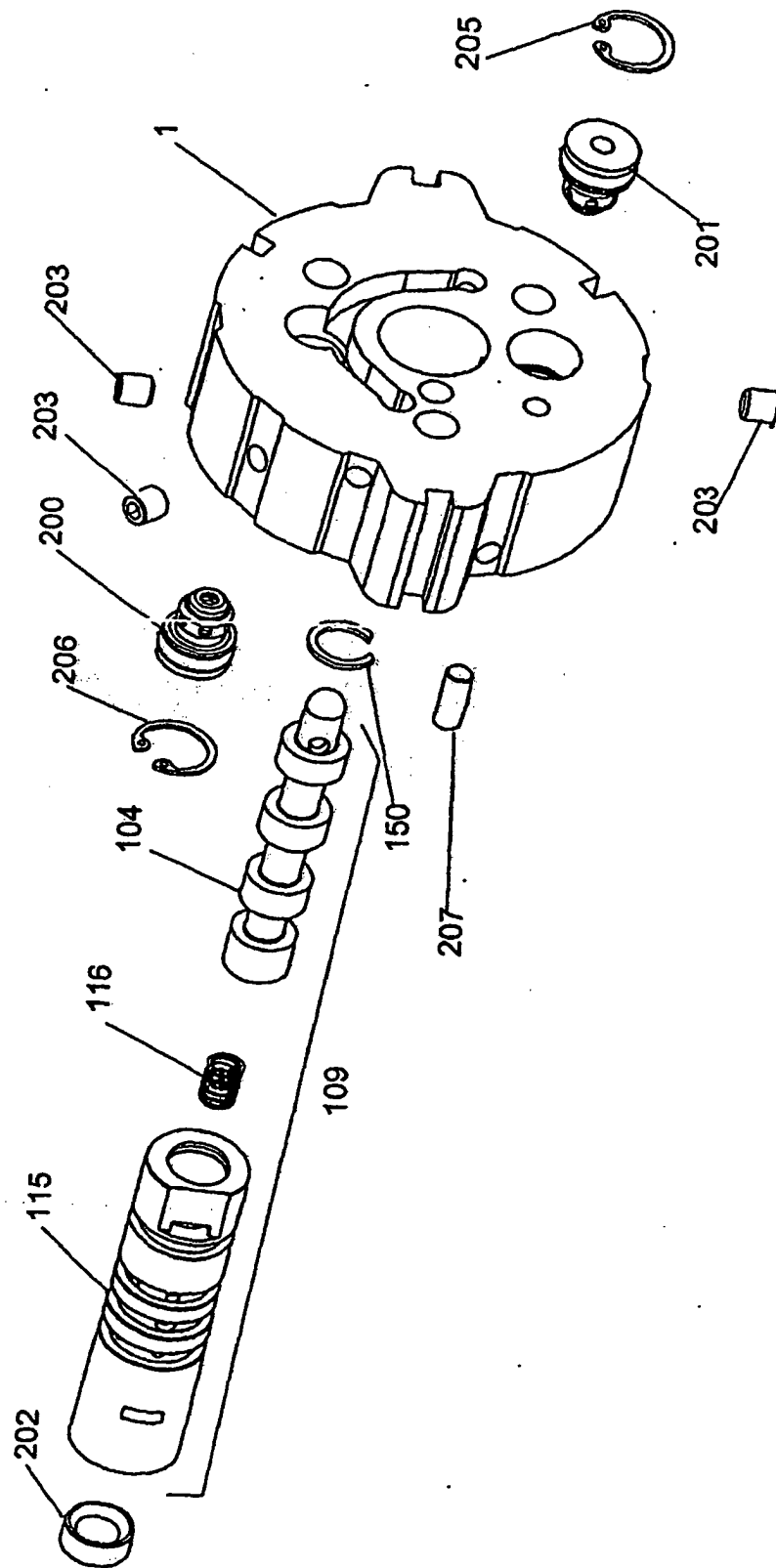


Fig. 7

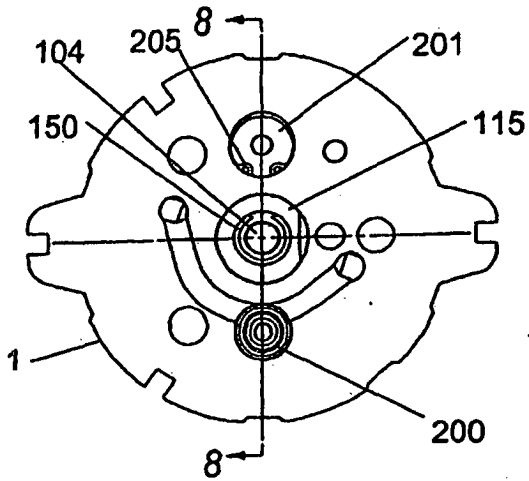


Fig. 8

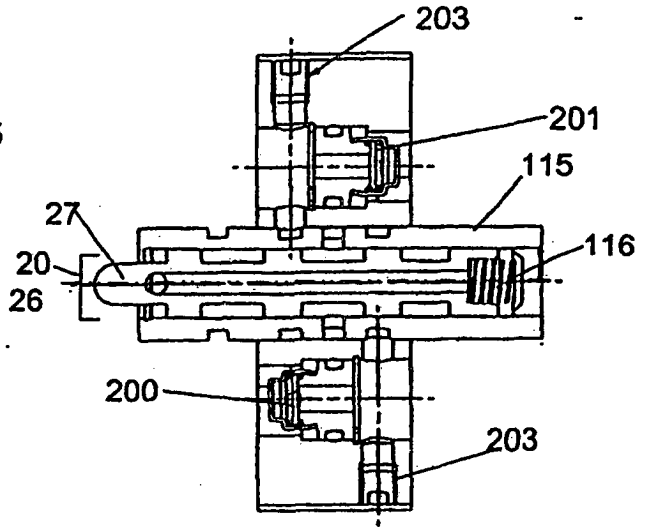


Fig. 9

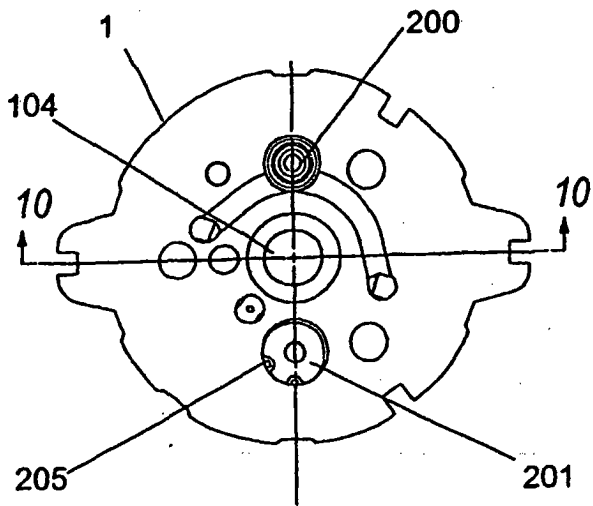


Fig. 10

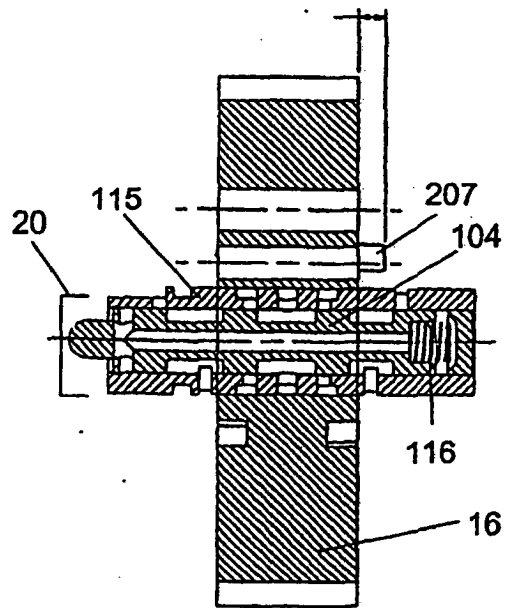


Fig. 11

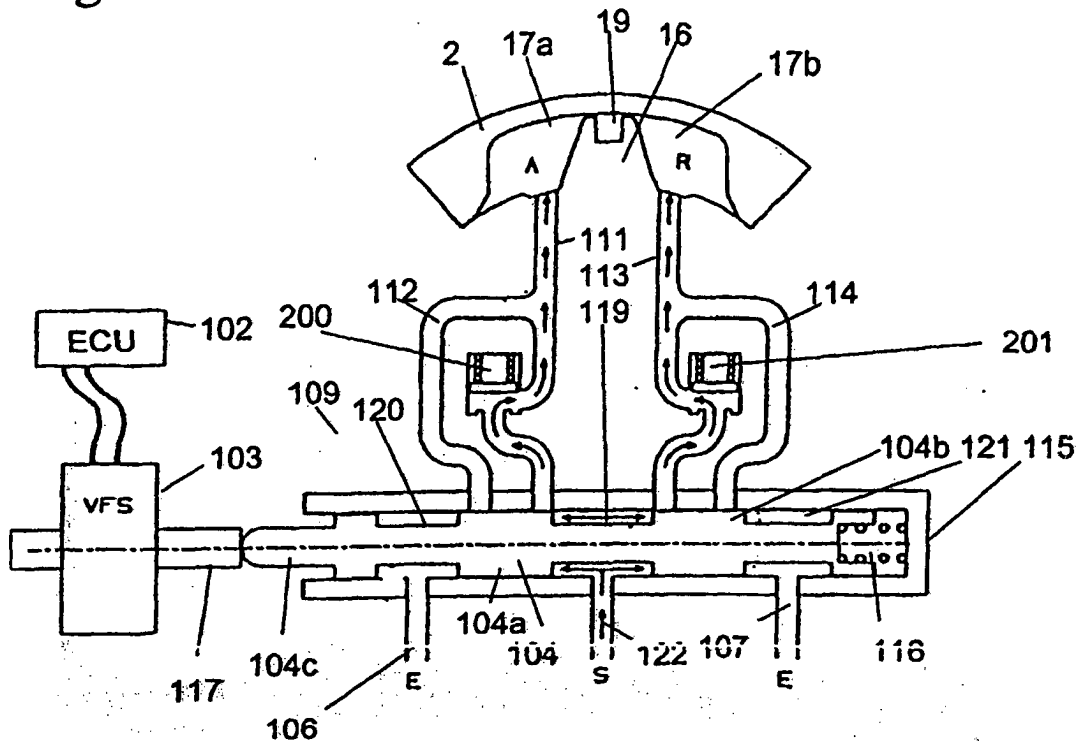


Fig. 12

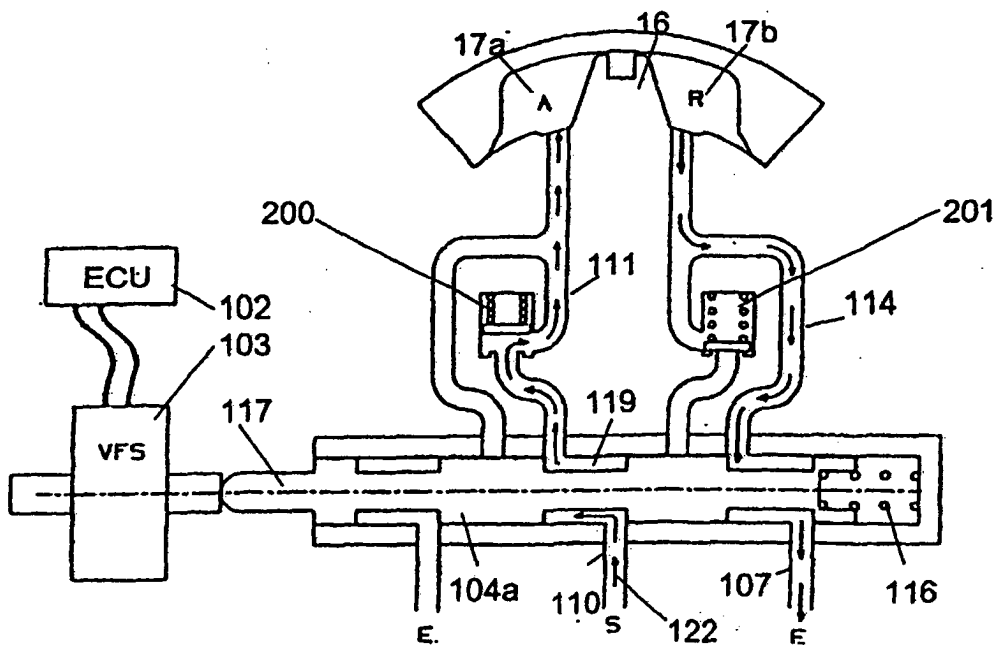


Fig. 13

