(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 690 261 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.09.2016 Patentblatt 2016/36

(51) Int Cl.:
F01L 1/344 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **13177506.6**

(22) Anmeldetag: **22.07.2013**

(54) **Nockenwellen-Phasensteller mit Dichtungshülse**

Camshaft phase adjuster with sealing sleeve

Régulateur de phase d'arbre à cames avec douille d'étanchéité

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **24.07.2012 DE 102012213002**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.01.2014 Patentblatt 2014/05

(73) Patentinhaber: **Schwäbische Hüttenwerke Automotive GmbH**
73433 Aalen-Wasseralfingen (DE)

(72) Erfinder:
- **Welte, Claus**
  88326 Aulendorf (DE)
- **Meinig, Dr. Uwe**
  88348 Bad Saulgau (DE)

(74) Vertreter: **Schwabe - Sandmair - Marx Patentanwälte Rechtsanwalt Partnerschaft mbB**
Joseph-Wild-Straße 20
81829 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2011/098361
DE-A1-102005 034 275
DE-A1-102008 006 179
DE-A1-102008 030 057
US-A1- 2006 021 933
US-A1- 2008 149 056
US-A1- 2012 097 122

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 690 261 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Abdichtung eines fluidischen Phasenstellers zur Verstellung der Drehwinkelposition einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine.

[0002] Zur Erhöhung von Leistung und Drehmoment, aber auch zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und der Abgasschadstoffemissionen von Verbrennungsmotoren für Straßenfahrzeuge haben Nockenwellen-Phasensteller zur Variation der Einlass- und auch Auslasssteuerzeiten Verbreitung gefunden. Aufgrund der hohen Zuverlässigkeit, aber auch im Hinblick auf eine günstige Kosten-Nutzen-Relation haben sich hydraulische, durch das Schmieröl für die Brennkraftmaschine betätigte Phasensteller nach dem Prinzip des hydraulischen Schwenkmotors bewährt. Die Phasensteller weisen einen Stator und einen Rotor auf, die durch Druckbeaufschlagung von Stellkammern relativ zueinander verdrehbar sind. Der Rotor ist typischerweise mittels einer zentral durch den Rotor erstreckten Befestigungsstruktur, beispielsweise eine Befestigungsschraube, drehfest mit der Nockenwelle verbunden. Die Stellkammern sind über einen zwischen der zentralen Befestigungsstruktur und dem Rotor verbleibenden Ringspalt mit dem Druckfluid beaufschlagbar. Im Hinblick auf die Kosten dürfen die Anforderungen an die Fertigungsgenauigkeiten der einzelnen Bauteile des Phasenstellers nicht hoch angesetzt werden. Andererseits besteht die Forderung, dass Leckagen zwischen den Bauteilen auf ein Minimum reduziert werden. Leckagen erfordern eine größere Dimensionierung des Aggregats, typischerweise die Motorschmierölpumpe, das den Phasensteller mit dem Druckfluid versorgt. Damit verbunden sind eine Vergrößerung des Bauraums, des Gewicht und der Leistungsaufnahme des Versorgungsaggregats und eine Erhöhung der Kosten.

[0003] In Bezug auf die Leckage sind die Übertrittstellen problematisch, an denen das Druckfluid zur Druckbeaufschlagung der Stellkammern in den Ringspalt eintritt und zur Druckentlastung austritt. Um den Rotor des Phasenstellers mittels der zentralen Befestigungsstruktur stirnseitig mit der Nockenwelle drehfest verbinden zu können, muss allerdings zwischen dem Außenumfang der Befestigungsstruktur und dem umgebenden Innenumfang des Rotors ein definiertes Spiel herrschen, um undefinierte Reibmomente zwischen den Bauteilen bei der Montage zu vermeiden. Entsprechend dem durch die Fertigungstoleranzen von Befestigungsstruktur und Rotor bestimmten Spiel ergibt sich in Abhängigkeit von der Viskosität des Druckfluids und somit insbesondere der Temperatur eine mehr oder weniger große Leckage. Eine besondere Problematik besteht beim Einsatz von Rotoren aus Aluminium, die beispielsweise im Strangguss oder durch Sintern hergestellt und zur Reduzierung des Gewichts und des Trägheitsmoments des Phasenstellers verwendet werden. Ist die Befestigungsstruktur aus Stahl gefertigt, vergrößert sich die Spaltweite zwischen Rotor und zentraler Befestigungsstruktur aufgrund der größeren Wärmedehnung von Aluminium im Vergleich zu Stahl mit zunehmender Temperatur, so dass mit einer Verringerung der Viskosität des Druckfluids auch noch eine Spaltweitenvergrößerung einhergeht, die insbesondere in Heißleerlaufphasen der Verbrennungskraftmaschine zum Druckabfall in den beaufschlagten Stellkammern beiträgt.

[0004] Eine Möglichkeit, die Problematik der Leckage zu entschärfen, ist die Anordnung von O-Ringen. Eine Abdichtung mit O-Ringen beschreibt beispielsweise die DE 10 2008 030 057 A1. O-Ringe erfordern die Anordnung in entsprechend geformten Nuten und somit axialen Bauraum, der nur begrenzt zur Verfügung steht. Eine brauchbare Dimensionierung der O-Ringe ist daher nicht immer möglich. Ferner ist die automatisierte Montage von O-Ringen aufwändig. Auch besteht die Gefahr, dass sich die aus einem Elastomerwerkstoff bestehenden O-Ringe bei einer während der Montage auftretenden Relativdrehung zwischen Befestigungsstruktur und Rotor aufgrund hoher Reibkoeffizienten aufwerfen, was zu undefinierten Reibmomenten im Fügeverbund von Nockenwelle, Phasenstellerrotor und Befestigungsstruktur bis hin zur Zerstörung der O-Ringe führen kann. Die DE 10 2008 030 057 A1 offenbart auch die Abdichtung mittels einer Dichtmanschette, die einen der in den Ringspalt mündenden Anschlüsse links und rechts abdichtet. Die Dichtmanschette wird in Kombination mit einem oder mehreren O-Ringen verwendet, der oder die zur Abdichtung der weiteren Anschlüsse im Ringspalt dienen. Der für die Montage erforderliche Aufwand und die zu reinen O-Ring Lösungen genannten Probleme werden daher nicht verringert.

[0005] Die US 2012 / 0 097 122 A1 betrifft einen kompakt gebauten Phasenversteller für eine Nockenwelle. Zum Verbinden und axialen Ausrichten des Phasenversteller und der Nockenwelle dient eine Lagerbuchse, die an ihrem Umfang Öffnungen aufweist, durch die ein Druckfluid zum Verstellen einer Phase einem Kolben des Phasenverstellers zugeführt werden kann. Die WO 2011 / 098361 A1 betrifft ein Cartridgeventil mit einer Metallbuchse, die zumindest zwei axial zueinander beabstandete Ports aufweist. Koaxial zur Metallbuchse ist einer Siebkartusche aufgesetzt. Diese Siebkartusche weist Kunststoffringe und ein in diese eingebettetes Sieb auf. Die hydraulische Trennung der beiden Ports voneinander erfolgt mittels der Kunststoffträgerringe der Siebkartusche. Die DE 10 2008 006 179 A1 betrifft ein Steuerventil für eine Vorrichtung zur variablen Einstellung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen in Brennkraftmaschinen. Das Steuerventil umfasst ein hohles Ventilgehäuse mit wenigstens vier Anschlüssen und eine innerhalb des Ventilgehäuses angeordnete Führungshülse. Die Führungshülse weist eine Kunststoffumspritzung auf, in der wenigstens zwei der Anschlüsse angeordnet sind. Weitere Nockenwellenversteller zeigen die US 2008/149056 A1, die DE 10 2005 034275 A1 und die US 2006/021933 A1.

[0006] Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der Erfindung, bei einem Nockenwellen-Phasensteller, in den für eine drehfeste Verbindung mit einer Nockenwelle unter Ausbildung eines Ringspalts eine zentrale Befestigungsstruktur ragt, in den Ringspalt mündende Anschlüsse für ein Druckfluid auf platzsparende und einfache, dennoch zuverlässige Weise gegeneinander abzudichten, also fluidisch voneinander zu trennen, und auch die automatisierte Montage des Phasenstellers zu erleichtern.

[0007] Die Erfindung geht von einem Phasensteller zur Verstellung der Drehwinkelposition einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine aus, der einen von der Kurbelwelle drehantreibbaren Stator, einen vom Stator um eine Drehachse drehantreibbaren und zum Drehantreiben der Nockenwelle mit dieser verbindbaren oder verbundenen Rotor und eine zur drehmomentfesten Verbindung von Rotor und Nockenwelle axial in und zweckmäßigerweise durch den Rotor erstreckte Befestigungsstruktur umfasst. Zwischen der Befestigungsstruktur und dem Rotor, optional auch zwischen der Befestigungsstruktur und der Nockenwelle, verbleibt ein Ringspalt. Der Rotor bildet mit dem Stator wenigstens eine erste Stellkammer und wenigstens eine zweite Stellkammer, die jeweils mit einem Druckfluid beaufschlagbar sind, so dass der Rotor durch entsprechende Druckbeaufschlagung der ersten oder der zweiten Stellkammer relativ zum Stator um die Drehachse und dadurch die Drehwinkelposition des Rotors relativ zum Stator verstellt werden kann. Der Phasensteller ist vorzugsweise vom Schwenkflügeltyp. Bei Phasenstellern vom Schwenkflügeltyp wirkt das Druckfluid in der ersten Stellkammer in die eine Umfangsrichtung und in der zweiten Stellkammer in die andere Umfangsrichtung auf den Rotor, jeweils bezogen auf dessen Drehachse. Bevorzugt bilden der Stator und der Rotor um die Drehachse verteilt mehrere erste Stellkammer und mehrere zweite Stellkammern, indem Flügel des Rotors radial zwischen Backen des Stators ragen, so dass in einer axialen Sicht auf den Rotor jeweils zur einen Seite der Flügel die ersten Stellkammern und zur anderen Seite die zweiten Stellkammern gebildet sind.

[0008] Der Phasensteller umfasst ferner eine Dichtungseinrichtung mit wenigstens drei Dichtstegen, die im Folgenden auch als erster Dichtsteg, zweiter Dichtsteg und dritter Dichtsteg bezeichnet werden. Die Dichtstege erstrecken sich jeweils um die Drehachse und sind elastisch nachgiebig. Sämtliche Dichtstege können sich im Ringspalt erstrecken. Es kann aber auch einer der Dichtstege oder ein optional weiterer Dichtsteg der Dichtungseinrichtung außerhalb des Ringspalts angeordnet sein, um den Ringspalt an einem axialen Ende abzudichten, insbesondere an dem axialen Ende des Ringspalts an einer Stirnfläche des Rotors oder der Befestigungsstruktur dichtend anliegen. Es kann auch noch ein weiterer der wenigstens drei Dichtstege oder stattdessen ein optionaler vierter oder auch fünfter Dichtsteg der Dichtungseinrichtung außerhalb des Ringspalts angeordnet sein, um den Ringspalt auch am anderen Ende abzudichten, insbesondere an einer am anderen axialen Ende des Ringspalts gelegenen Stirnfläche des Rotors oder der Befestigungsstruktur dichtend anliegen. Das Wort "oder" wird hier wie auch überall sonst von der Erfindung im Sinne eines "inklusiv oder" verstanden, umfasst also sowohl die Bedeutung von "entweder... oder" als auch die Bedeutung von "und", soweit sich aus dem jeweils konkreten Zusammenhang nicht ausschließlich nur eine dieser beiden Bedeutungen ergeben kann. In Bezug auf das Anliegen an einer Stirnfläche des Rotors oder der Befestigungsstruktur beispielsweise bedeutet dies, dass der betreffende Dichtsteg in einer ersten Variante nur an einer Stirnfläche des Rotors und nicht an einer Stirnfläche der Befestigungsstruktur dichtend anliegt, in einer zweiten Variante, dass der betreffende Dichtsteg nur an einer Stirnfläche der Befestigungsstruktur und nicht an einer Stirnfläche des Rotors und in einer dritten Variante, dass der betreffende Dichtsteg sowohl radial außen an einer Stirnfläche des Rotors als auch radial innen an einer Stirnfläche der Befestigungsstruktur dichtend anliegt.

[0009] Axial zwischen dem ersten Dichtsteg und dem zweiten Dichtsteg mündet ein erster Fluidanschluss in den Ringspalt. Durch den ersten Fluidanschluss ist das Druckfluid der wenigstens einen oder den bevorzugt mehreren ersten Stellkammern zuführbar. Axial zwischen dem zweiten Dichtsteg und dem dritten Dichtsteg mündet ein zweiter Fluidanschluss in den Ringspalt. Durch den zweiten Fluidanschluss ist das Druckfluid von der wenigstens einen oder den bevorzugt mehreren zweiten Stellkammern abführbar. Zweckmäßig ist, wenn das Druckfluid durch den ersten Fluidanschluss von der einen oder den mehreren ersten Stellkammern auch abführbar und der erste Fluidanschluss in diesem Sinne der oder den ersten Stellkammern zugeordnet ist. Solch ein zugeordneter erster Fluidanschluss wird im Folgenden wie üblich auch als A-Anschluss bezeichnet. Bei dem ersten Fluidanschluss kann es sich stattdessen aber auch um einen im Zustrom des Druckfluids an einem stromaufwärtigen Ende eines Steuerventils oder stromauf von einem Steuerventil für den Phasensteller gelegenen Druckanschluss, den sogenannten P-Anschluss handeln, über den das Druckfluid dem Steuerventil und über dieses gesteuert oder geregelt beiden Arten von Stellkammern zugeführt werden kann. Zweckmäßig ist, wenn das Druckfluid durch den zweiten Fluidanschluss der einen oder den mehreren zweiten Stellkammern auch zuführbar und der zweite Fluidanschluss in diesem Sinne der oder den zweiten Stellkammer zugeordnet ist. Solch ein zugeordneter zweiter Fluidanschluss wird im Folgenden wie üblich auch als B-Anschluss bezeichnet. Bei dem zweiten Fluidanschluss kann es sich stattdessen aber auch um einen Tankanschluss handeln, der auf dem Weg des vom Phasensteller abströmenden Druckfluids an einem stromabwärtigen Ende eines Steuerventils oder stromab von einem Steuerventil für den Phasensteller liegt. Dieser Tankanschluss kann nur dem einen oder den mehreren zweiten Stellkammern zugeordnet

sein, das Druckfluid also nur aus diesen Kammern abführen, oder aber auch als Tankanschluss für die eine oder die mehreren ersten Stellkammern dienen.

[0010] Nach der Erfindung bildet eine Dichtungshülse in einem Stück die Dichtstege und ferner Verbindungsstege, die axial zwischen den Dichtstegen gelegen sind und die Dichtstege miteinander verbinden. Die Dichtungshülse ist an dem Rotor oder an der Befestigungsstruktur befestigt, was auch Einbausituationen umfasst, in denen die Dichtungshülse erst durch den Fügeverbund von Rotor und Befestigungsstruktur fixiert wird. Die Dichtungshülse ist in einem Stück in einem Verfahren der Urformung oder Umformung geformt. Sie kann insbesondere aus einem Elastomerwerkstoff und bevorzugt im Spritzguss geformt sein. Als Elastomerwerkstoff versteht die Erfindung elastomere Kunststoffe und auch Werkstoffe auf der Basis von Naturkautschuk. Sie kann ein oder mehrere eingeformte Teile enthalten, beispielsweise ein oder mehrere Filterelemente zum Reinigen des Druckfluids, ein oder mehrere Versteifungsteile oder ein oder mehrere Verbindungsteile, das oder die einen oder mehrere der Verbindungsstege bilden können. Wenigstens einer der Verbindungsstege kann beispielsweise die Dichtungshülse versteifen oder zu einem Filterelement weitergebildet sein, Verbindungs- und Versteifungs- oder Filterfunktion also miteinander kombinieren. Die Dichtungshülse kann alternativ zu Kunststoff auch zumindest im Wesentlichen aus einem Metallwerksloff und in derartigen Ausführungen bevorzugt durch Umformung gefertigt sein, beispielsweise indem die in solchen Ausführungen metallenen Dichtstege federnd nachgiebig gewellt sind. Eine Trägerstruktur aus Metall oder Kunststoff kann ferner mit einem Elastomerwerkstoff umspritzt sein, um die Dichtungshülse zu bilden. Die Trägerstruktur kann in den Bereichen der Dichtstege bereits radial elastisch nachgiebige Stege aufweisen, die bei dem Umspritzen mit Elastomerwerkstoff beschichtet werden. Die Elastizität der Dichtstege kann aber auch allein nur durch den Elastomerwerkstoff gegeben sein. Weist die Dichtungseinrichtung einen oder mehrere weitere Dichtstege auf, bildet die Dichtungshülse bevorzugterweise auch diese in einem Stück mit den wenigstens drei Dichtstegen. Die Dichtungshülse kann auch unmittelbar auf der Befestigungshülse oder einem inneren Umfang des Rotors durch Urformung, insbesondere Spritzgießen, erzeugt werden.

[0011] Im Bereich von wenigstens einem der Verbindungsstege ist einer der Fluidanschlüsse gebildet. Dies bedeutet, dass der betreffende Verbindungssteg vom Druckfluid durchströmbar ist. Bevorzugt ist im Bereich von jedem der wenigstens zwei Verbindungsstege, von denen der eine den ersten Dichtsteg mit dem zweiten Dichtsteg und der andere den zweiten Dichtsteg mit dem dritten Dichtsteg verbindet, jeweils einer der genannten Fluidanschlüsse gebildet.

[0012] Die Schaffung der Dichtstege als Einheit, nämlich in Form der Dichtungshülse, erleichtert und beschleunigt die Montage erheblich. Es müssen pro Phasensteller nicht mehrere Dichtungselemente, wie etwa einzelne Dichtungsringe, separat montiert werden. Um zwei Fluidanschlüsse des Phasenstellers gegeneinander und zusätzlich links und rechts außen abzudichten, genügen die wenigstens drei Dichtstege der Dichtungshülse, die als Einheit montiert werden kann. Die Gefahr einer fehlerhaften Montage wird verringert. Durch die Montage der Dichtungshülse als Einheit sind gleichzeitig auch die axialen Positionen der wenigstens drei Dichtstege ausreichend genau festgelegt. Eine positionsgenaue Montage der Dichtungshülse gewährleistet in einem Schritt eine positionsgenaue Montage der Dichtstege, es muss lediglich die Dichtungshülse im Ganzen bei ihrer Formung ausreichend genau gefertigt werden. Die Formung der Dichtungshülse derart, dass bei der Formung unmittelbar die wenigstens drei Dichtstege und die sie miteinander verbindenden Verbindungsstege erzeugt werden, vereinfacht auch die Herstellung der Dichtungseinrichtung im Vergleich zu Dichtungseinrichtungen mit drei separaten Dichtungsringen oder einer Kombination eines oder mehrerer Dichtungsringe und einer Dichtmanschette mit zwei Stegen. Die Qualitätskontrolle wird ebenfalls vereinfacht, da in einem einzigen Schritt die Qualität, insbesondere die Maßhaltigkeit, der Dichtungshülse im Ganzen und somit gleichzeitig von wenigstens drei Dichtstegen nur durchgeführt werden muss

[0013] Zum beanspruchten Phasensteller kann ein dem Steuern des Druckfluids dienendes Steuerventil gehören, das in bevorzugten Ausführungen die Befestigungsstruktur bildet. Insbesondere kann ein Ventilgehäuse des Steuerventils die Befestigungsstruktur bilden. Das Steuerventil umfasst in derartigen Ausführungen solch ein Ventilgehäuse und einen im Ventilgehäuse axial beweglichen Ventilkolben. Das Ventilgehäuse weist einen Druckanschluss für die Zuführung des Druckfluids in das Ventilgehäuse, einen mit der ersten oder den mehreren ersten Stellkammer verbundenen ersten Steueranschluss, einen mit der zweiten oder den mehreren zweiten Stellkammern verbundenen zweiten Steueranschluss und wenigstens einem Tankanschluss für die Abführung des Druckfluids aus dem Ventilgehäuse auf. Von diesen Anschlüssen des Ventilgehäuses kann insbesondere entweder der Druckanschluss oder der erste Steueranschluss den in den Ringspalt mündenden ersten Fluidanschluss, und einer der genannten weiteren Anschlüsse des Ventilgehäuses, nämlich entweder der zweite Steueranschluss oder der wenigstens eine Tankanschluss, den in den Ringspalt mündenden zweiten Fluidanschluss bilden. Das Steuerventil kann als Schaltventil oder als Proportionalventil aufgerührt sein. Die Funktion des Steuerventils kann ein reiner Steuervorgang ohne Rückkopplung oder ein Regelvorgang sein. Der Begriff des Steuerns wird als Oberbegriff verstanden und soll auch die Bedeutung von Regeln umfassen. Demgemäß kann das Steuerventil in einem Regelkreis eingebunden sein und die Bewegungen des Ventilkolbens in Abhängigkeit von einer oder mehreren unterschiedlichen, auf Messung beruhenden Regelgrößen geregelt

werden. Als Regelgröße kann beispielsweise die Drehzahl der Kurbelwelle oder der Nockenwelle dienen.

[0014] In alternativen Ausführungen ist ein Steuerventil für den Phasensteller nicht zentral angeordnet, ragt also nicht in oder durch den Rotor, sondern ist in Bezug auf die Anordnung aus Stator und Rotor extern angeordnet. Die zentrale Befestigungsstruktur kann in derartigen Ausführungen einzig dem Zweck der Befestigung des Rotors an der Nockenwelle dienen oder optional andere Zusatzfunktionen erfüllen, die etwa der Führung des Druckfluids zu oder von den Stellkammern dienen. Die im Ringspalt mündenden Fluidanschlüsse sind in derartigen Ausführungen beispielsweise die in den Ringspalt mündenden Öffnungen von Fluidkanälen des Rotors, welche die Stellkammern des Phasenstellers mit dem Ringspalt verbinden.

[0015] Der zwischen der Befestigungsstruktur und dem Rotor gebildete Ringspalt kann axial durch einen zwischen der Befestigungsstruktur und der Nockenwelle gebildeten Ringspalt verlängert sein. Dies gilt sowohl für Ausführungen, in denen die Befestigungsstruktur von einem zentralen Steuerventil gebildet wird als auch für Ausführungen mit extern zur Stator-Rotor-Anordnung angeordnetem Steuerventil. Der erste Fluidanschluss oder der zweite Fluidanschluss kann oder können auch im Bereich solch eines Ringspalts zwischen Befestigungsstruktur und Nockenwelle angeordnet sein.

[0016] Die Dichtungshülse kann mit der Befestigungsstruktur oder dem Rotor entweder nur formschlüssig oder nur reibschlüssig, bevorzugter form- und reibschlüssig, verbunden sein, um die Dichtungshülse relativ zur Befestigungsstruktur und dem Rotor in ihrer Position zu fixieren. Die Dichtungshülse kann auch stoffschlüssig mit der Befestigungsstruktur oder dem Rotor verbunden sein, gegebenenfalls rein stoffschlüssig. So kann die Dichtungshülse mit der Befestigungsstruktur oder dem Rotor beispielsweise verklebt sein. Eine stoffschlüssige Verbindung ist vorteilhafterweise mit einem Formschluss oder einem Reibschluss kombiniert.

[0017] In bevorzugten Ausführungen weisen die Dichtungshülse ein Eingriffselement und die Befestigungsstruktur oder der Rotor ein Eingriffsgegenelement auf. Das Eingriffselement ist mit dem Eingriffsgegenelement in einem formschlüssigen oder reibschlüssigen Eingriff, vorzugsweise in einem sowohl form- als auch reibschlüssigen Eingriff, der die Dichtungshülse an der Befestigungsstruktur oder am Rotor axial oder in Umfangsrichtung, vorzugsweise axial und in Umfangsrichtung, fixiert. Eines aus Eingriffselement und Eingriffsgegenelement ist eine Vertiefung, und das andere ist eine in die Vertiefung ragende Abragung. Bevorzugt handelt es sich hierbei um eine radiale Vertiefung und entsprechend eine radiale Abragung. Ein form- und reibschlüssiger Eingriff kann insbesondere als Rastverbindung von Eingriffselement und Eingriffsgegenelement gebildet sein. Die Dichtungshülse kann mehrere Eingriffselemente und die Befestigungsstruktur oder der Rotor entsprechend mehrere Eingriffsgegenelemente aufweisen, so dass die Eingriffselemente jeweils mit einem der Eingriffsgegenelemente in einem form- oder reibschlüssigen Eingriff sind. Vorteilhaft ist, wenn um die Drehachse verteilt mehrere Eingriffselemente und hierauf abgestimmt mehrere Eingriffsgegenelemente vorhanden sind.

[0018] Ein form- oder reibschlüssiger Eingriff kann auf elegante Weise unter Nutzung des ersten Fluidanschlusses oder des zweiten Fluidanschlusses oder eines optional weiteren, in den Ringspalt mündenden Fluidanschlusses dadurch hergestellt werden, dass der betreffende Fluidanschluss das Eingriffsgegenelement entweder der Befestigungsstruktur oder des Rotors bildet und das Eingriffselement der Dichtungshülse vom Druckfluid durchströmbar ist. Da der für den Eingriff verwendete Fluidanschluss in den Ringspalt mündet, umfasst er wenigstens eine im Ringspalt gelegene Öffnung, die in derartigen Ausführungen gleichzeitig auch für den Eingriff mit dem Eingriffselement dient, indem das Eingriffselement vorzugsweise in die betreffende Öffnung ragt. Wird der für den Eingriff verwendete Fluidanschluss wie bevorzugt von mehreren um die Drehachse verteilt angeordneten Öffnungen gebildet, kann jede dieser Öffnungen ein Eingriffsgegenelement bilden und mit jeweils einem Eingriffselement der Dichtungshülse im form- oder reibschlüssigen Eingriff sein. Grundsätzlich genügt die Herstellung eines Eingriffs mit nur einer Öffnung. Die Herstellung des Eingriffs mit mehreren Öffnungen, beispielsweise sämtlichen Öffnungen des jeweiligen Fluidanschlusses, wird jedoch bevorzugt. Solch eine Lösung hat insbesondere den Vorteil, dass an der Befestigungsstruktur oder dem Rotor zur Bildung des einen oder der mehreren Eingriffsgegenelemente keine zusätzliche Struktur geformt sein muss. Ein Eingriff, wie etwa der vorstehend erläuterte, bei dem die Dichtungshülse wenigstens zwei Eingriffselemente und entweder die Befestigungsstruktur oder der Rotor entsprechend zwei Eingriffsgegenelemente umfasst, die in Umfangsrichtung zueinander versetzt sind, hat auch den Vorteil, dass die Dichtungshülse im Ringspalt nicht nur axial, sondern auch in Umfangsrichtung fixiert ist. Das eine oder die mehreren Eingriffselemente ist oder sind jeweils vorzugsweise als Stutzen oder Ring geformt. Der jeweilige Stutzen oder Ring ragt vorzugsweise in das jeweilige Eingriffsgegenelement, vorzugsweise wie gesagt jeweils eine Mündungsöffnung.

[0019] Ein form- oder reibschlüssiger Eingriff kann auch dadurch hergestellt sein, dass wenigstens einer der Dichtstege in eine um die Drehachse umlaufende Vertiefung, wie etwa eine Umfangsnut, der Befestigungsstruktur oder des Rotors ragt oder eine um die Drehachse erstreckte, radial vorstehende Rippe, die vorzugsweise um die Drehachse umläuft, umgreift. Um einen form- und reibschlüssigen Eingriff zu erhalten, kann die Befestigungsstruktur zusätzlich oder stattdessen an einer äußeren Umfangsfläche oder der Rotor an einer der Befestigungsstruktur zugewandten inneren Umfangsfläche geriffelt, gerändelt oder auf andere Weise geraut, insbesondere reliefartig geraut, sein und die Dichtungshülse

an der gerauten Umfangsfläche anliegen. In noch einer Ausführung ist die Dichtungshülse mit radialer Pressung auf dem äußeren Umfang der Befestigungsstruktur oder dem inneren Umfang des Rotors befestigt, wobei dieser Umfang grundsätzlich glatt sein kann, so dass der Eingriff der Dichtungshülse mit der Befestigungsstruktur oder dem Rotor nur auf Reibschluss beruht, indem die Dichtungshülse mit elastischer Spannung, die durch eine Materialelastizität oder eine Formelastizität der Dichtungshülse erzeugt werden kann, an der betreffenden Umfangsfläche anliegt. Eine radiale Pressung der Dichtungshülse gegen den äußeren Umfang der Befestigungsstruktur oder den inneren Umfang des Rotors kann auch mit jeder der anderen Maßnahmen wie beispielsweise den einen Formschluss beinhaltenden Eingriff von Eingriffselement und Eingriffsgegenelement oder der gerauten Umfangsfläche kombiniert sein. Ebenso können zwei oder mehrere der genannten anderen Maßnahmen für einen form-, reib- oder stoffschlüssigen Eingriff in Kombination verwirklicht sein.

[0020] Die Dichtungshülse kann separat gefertigt und mit der Befestigungsstruktur oder dem Rotor gefügt sein oder auch durch Umspritzen eines äußeren Umfangs der Befestigungsstruktur oder eines inneren Umfangs des Rotors mit einem Elastomerwerkstoff erhalten werden. Hierbei genügt es beispielsweise, dass nur einer der Dichtstege durch das Umspritzen geformt wird und die anderen Dichtstege sowie die Verbindungsstege bei diesem Spritzgießvorgang fest mit dem durch das Umspritzen hergestellten Dichtsteg verbunden werden. Bevorzugter werden jedoch mehrere und besonders bevorzugt sämtliche Dichtstege der Dichtungshülse unmittelbar durch das Umspritzen erzeugt. Vorzugsweise werden auch die Verbindungsstege bei dem Spritzvorgang erzeugt, so dass die Dichtungshülse im Ganzen bei dem Umspritzen geformt wird. Die Verbindungsstege oder eine die Verbindungsstege als Einheit bildende Trägerstruktur kann oder können jedoch auch als Einlegeteil(e) im Spritzgießzwerkzeug positioniert und bei dem Umspritzen mit dem die Dichtstege bildenden Kunststoff umspritzt und dadurch fest eingebettet werden.

[0021] In noch einer weiteren Ausführungsform weist die Befestigungsstruktur in einem aus dem Ringspalt ragenden Abschnitt eine um die Drehachse umlaufende Schulter auf, die zur drehmomentfesten Verbindung von Rotor und Nockenwelle axial in Richtung auf den Rotor spannbar ist. Einer der wenigstens drei Dichtstege oder ein optional weiterer Dichtsteg der Dichtungshülse ragt radial in einen um die Drehachse umlaufenden Spalt, der zwischen dem Rotor und der Schulter der Befestigungsstruktur gebildet ist. Im verbundenen Zustand von Rotor und Nockenwelle drückt die Befestigungsstruktur daher mit dieser Schulter über den Dichtsteg axial gegen den Rotor, und der Dichtsteg dichtet infolgedessen den Ringspalt ab. Eine derartige Ausgestaltung kann mit jeder anderen der genannten Arten der Befestigung, insbesondere axialen Fixierung, der Dichtungshülse kombiniert oder auch alleine nur verwirklicht sein.

[0022] Von den wenigstens drei Dichtstegen kann einer oder können zwei oder alle drei Dichtstege zumindest in einem entlasteten Zustand, in dem sie sich vor dem Zusammenbau von Rotor und Befestigungsstruktur befinden, in Richtung auf eine äußere Umfangsfläche der Befestigungsstruktur, d. h. radial auf die Drehachse zu nach innen, oder in Richtung auf eine innere Umfangsfläche des Rotors, d. h. radial von der Drehachse weg nach außen, verjüngen, beispielsweise konisch. Auf diese Weise kann der radiale Federweg des jeweiligen Dichtstegs, im Vergleich zu einem Dichtsteg konstanter axialen Breite vergrößert werden. Eine derartige Ausgestaltung kann insbesondere vorteilhaft sein, wenn aufgrund eines Unterschieds in der Wärmedehnung des Rotors und der Wärmedehnung der Befestigungsstruktur die Spaltweite des Ringspalts in Abhängigkeit von der Temperatur variiert, wie dies beispielsweise dann der Fall ist, wenn die Befestigungsstruktur und der Rotor aus unterschiedlichen Werkstoffen gefertigt sind, die Befestigungsstruktur beispielsweise aus Stahl und der Rotor aus einem Aluminiumwerkstoff.

[0023] In Weiterbildungen umfasst die Dichtungshülse zur Reinigung des Druckfluids eine Filtereinrichtung als integrierten Bestandteil. Die Filtereinrichtung kann insbesondere im Bereich wenigstens eines der Verbindungsstege gebildet sein. Wird die Filtereinrichtung durch oder mit einem oder mehreren Einlegeteilen gebildet, kann das elastisch nachgiebige Material der Dichtungshülse eine Trägerstruktur für solch ein oder mehrere Einlegeteile bilden. So können die Dichtstege insbesondere aus Kunststoff im Spritzguss geformte Spritzgussstrukturen und die Filtereinrichtung durch Umspritzung mit dem Kunststoff mit wenigstens einer der Spritzgussstrukturen, vorzugsweise mit zwei der Spritzgussstrukturen fest verbunden sein. Eine von einem Einlegeteil gebildete Filtereinrichtung ist vorzugsweise nur am Rand umlaufend mit Kunststoff umspritzt und dementsprechend nur an ihren axial seitlichen Rändern in das Kunststoffmaterial eingebettet. Eine derartige, als Verbundteil gefertigte Dichtungshülse kann beispielsweise die wenigstens drei Dichtstege als Spritzgussstrukturen aus elastomerem Kunststoff und eine an wenigstens einem axialen Rand in eine dieser Spritzgussstrukturen eingebettete Filtereinrichtung aus Metall oder Kunststoff umfassen. Solch eine Filtereinrichtung kann einen der Verbindungsstege axial zwischen zwei benachbarten Dichtstegen bilden, oder an einem axialen Ende von nur einem der Dichtstege abragen. Die Filtereinrichtung kann auch von einer Trägerstruktur der Dichtungshülse gebildet werden. Eine Trägerstruktur kann insbesondere die wenigstens zwei Verbindungsstege der Dichtungshülse in einem Stück bilden. Sie kann sich über die gesamte oder nahezu gesamte axiale Länge der Dichtungshülse erstrecken. Die Dichtstege werden durch Umspritzen solch einer als Einheit gebildeten Trägerstruktur mit Elastomerwerkstoff erzeugt. Im Bereich der Dichtstege weist die Trägerstruktur zweckmäßigerweise Durchbrechungen auf, durch die der Elastomerwerkstoff beim Um-

spritzen dringen kann, um die elastomeren Dichtstege an der Trägerstruktur zu verankern.

[0024] Die Dichtungshülse kann wenigstens einen axial erstreckten, an einer Umfangsfläche der Dichtungshülse vorzugsweise offenen Kanal, beispielsweise eine Nut, für die Führung des Druckfluids aufweisen. In derartigen Ausführungen kann das Druckfluid entweder in der Dichtungshülse oder vorzugsweise in einem Kanal, den die Dichtungshülse mit der Befestigungsstruktur oder mit dem Rotor bildet, in axialer Richtung, optional zusätzlich in Umfangsrichtung, geleitet, optional auch verteilt werden. In solch einem von oder mittels der Dichtungshülse gebildeten Kanal kann das Druckfluid axial, optional zusätzlich in Umfangsrichtung, beispielsweise zu einem Druckanschluss eines die Befestigungsstruktur bildenden Steuerventils oder auch zum Druckanschluss eines zentral angeordneten, in den Rotor ragenden Steuerventils, das keine Befestigungsfunktion erfüllt, geführt werden.

[0025] Die Erfindung ist zwar speziell für den hier beanspruchten Phasensteller von Vorteil, nämlich zur Abdichtung von Fluidanschlüssen im Ringspalt zwischen zentraler Befestigungsstruktur und Rotor sowie optional der Nockenwelle, grundsätzlich ist die in einem Stück geformte Dichtungshülse mit wenigstens drei Dichtstegen und diese verbindenden Verbindungsstegen auch für beispielsweise Schmierölpumpen von Verbrennungsmotoren wie etwa Kraftfahrzeugmotoren von Vorteil, aber auch für Pumpen generell, falls diese in Bezug auf ihr Fördervolumen mittels eines Steuerventils gesteuert oder geregelt werden. Eine erfindungsgemäße Dichtungshülse kann auch dazu dienen, den Ringspalt zwischen einem Ventilgehäuse des Steuerventils der Pumpe und einem das Ventilgehäuse umgebenden anderen Maschinenteil abzudichten, insbesondere in solch einen Ringspalt mündende Fluidanschlüsse des Steuerventils oder Fluidanschlüsse für das Steuerventil voneinander fluidisch zu trennen.

[0026] Von Vorteil ist auch eine Dichtungshülse mit wenigstens einem Dichtsteg und wenigstens einem axial daran anschließenden Verbindungssteg, in dessen Bereich wenigstens ein Eingriffselement der hier erläuterten Art angeordnet ist, insbesondere wenigstens ein Eingriffselement für den Eingriff in einen Mündungsbereich eines Fluidkanals, der an einer äußeren Umfangsfläche eines Steuerventils oder einer inneren Umfangsfläche einer das Steuerventil umgebenden Komponente, wie beispielsweise der Rotor des hier beanspruchten Phasenstellers, eingreift oder für solch einen Eingriff vorgesehen ist. Der Dichtsteg kann insbesondere wie hier erläutert gebildet sein und um eine zentrale Achse des Steuerventils umlaufen. Eine derartige Dichtungshülse weist bevorzugt wenigstens einen weiteren Dichtsteg auf, der axial neben dem genannten Dichtsteg umläuft. Die Dichtungshülse kann ferner einen axialen Fortsatz aufweisen, in dem das wenigstens eine oder die bevorzugt mehreren Eingriffselemente anstatt im Bereich des verbindenden Verbindungsstegs angeordnet ist oder sind. Anstelle des wenigstens einen oder der mehreren Eingriffselemente kann eine Dichtungshülse mit einem oder bevorzugt zwei oder noch mehr Dichtstegen auch durch Umspritzen eines Steuerventils oder gegebenenfalls eines inneren Umfangs einer das Steuerventil umgebenden Komponente erzeugt werden. Beispiele derartiger Dichtungshülsen und deren Anordnung zeigen die Figuren 19 bis 23, die allerdings nicht Gegenstand der hier beanspruchten Erfindung sind. Die Anmelderin behält es sich vor, auf eine derartige Dichtungshülse als solche und auch auf eine Anordnung mit einem Steuerventil, das mit einer umgebenden Maschinenkomponente, beispielsweise einem Gehäuse oder dem Rotor eines Phasenstellers ragt und mit dieser Komponente einen Ringspalt bildet, in dem die Dichtungshülse angeordnet ist, eigene Ansprüche zu richten.

[0027] Vorteilhafte Merkmalen werden auch in den Unteransprüchen und deren Kombinationen beschrieben.

[0028] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Figuren erläutert. An den Ausführungsbeispielen offenbar werdende Merkmale bilden jeweils einzeln und in jeder Merkmalskombination die Gegenstände der Ansprüche und auch die vorstehend beschriebenen Ausgestaltungen vorteilhaft weiter. Es zeigen:

- Figur 1 einen montierten Nockenwellen-Phasensteller mit einem Stator, einem Rotor, einer zentralen Befestigungsstruktur und einer Dichtungshülse in einem ersten Ausführungsbeispiel,
- Figur 2 den Phasensteller des ersten Ausführungsbeispiels in einem Querschnitt,
- Figur 3 den Rotor, die Befestigungsstruktur und die Dichtungshülse des ersten Ausführungsbeispiels,
- Figur 4 die Befestigungsstruktur mit der fixierten Dichtungshülse in einer isometrischen Sicht,
- Figur 5 eine Befestigungsstruktur mit einer Dichtungshülse eines zweiten Ausführungsbeispiels in einem Längsschnitt,
- Figur 6 einen an einer Nockenwelle mittels einer zentralen Befestigungsstruktur montierten Rotor und eine Dichtungshülse in einem dritten Ausführungsbeispiel,
- Figur 7 einen Rotor, eine zentrale Befestigungsstruktur und eine Dichtungshülse eines vierten Ausführungsbeispiels,
- Figur 8 einen an einer Nockenwelle mittels einer zentralen Befestigungsstruktur montierten Rotor und eine Dichtungshülse eines fünften Ausführungsbeispiels in einem ersten Längsschnitt,
- Figur 9 die Anordnung des fünften Ausführungsbeispiels in einem zweiten Längsschnitt,
- Figur 10 die Anordnung des fünften Ausführungsbeispiels in einem Querschnitt,
- Figur 11 einen an einer Nockenwelle mittels einer

zentralen Befestigungsstruktur montierten Rotor und eine Dichtungshülse in einem sechsten Ausführungsbeispiel,

Figur 12 eine zentrale Befestigungsstruktur mit einer Dichtungshülse eines siebten Ausführungsbeispiels,

Figur 13 die Befestigungsstruktur und Dichtungshülse des siebten Ausführungsbeispiels in einer isometrischen Sicht,

Figur 14 eine zentrale Befestigungsstruktur mit einer Dichtungshülse eines achten Ausführungsbeispiels,

Figur 15 eine zentrale Befestigungsstruktur mit einer Dichtungshülse eines neunten Ausführungsbeispiels,

Figur 16 einen Rotor, eine zentrale Befestigungsstruktur und eine Dichtungshülse eines zehnten Ausführungsbeispiels,

Figur 17 einen Rotor, eine zentrale Befestigungsstruktur und eine Dichtungshülse eines elften Ausführungsbeispiels,

Figur 18 einen Rotor, eine zentrale Befestigungsstruktur und eine Dichtungshülse eines zwölften Ausführungsbeispiels,

Figur 19 eine zentrale Befestigungsstruktur mit einer modifizierten Dichtungshülse in einem dreizehnten Ausführungsbeispiel,

Figur 20 eine zentrale Befestigungsstruktur mit einer modifizierten Dichtungshülse eines vierzehnten Ausführungsbeispiels,

Figur 21 eine zentrale Befestigungsstruktur mit einer modifizierten Dichtungshülse eines fünfzehnten Ausführungsbeispiels,

Figur 22 eine zentrale Befestigungsstruktur mit einer modifizierten Dichtungshülse eines sechzehnten Ausführungsbeispiels,

Figur 23 eine zentrale Befestigungsstruktur mit einer modifizierten Dichtungshülse eines siebzehnten Ausführungsbeispiels und

Figur 24 einen modifizierten Phasensteller mit der zentralen Befestigungsstruktur und der Dichtungshülse des ersten Ausführungsbeispiels.

[0029] Figur 1 zeigt einen Nockenwellen-Phasensteller in einem Längsschnitt. Der Nockenwellen-Phasensteller ist an einem stirnseitigen Ende einer Nockenwelle 1 angeordnet und dient der Verstellung der Phasenlage, also der Drehwinkelposition der Nockenwelle 1 relativ zu einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine, beispielsweise eines Antriebsmotors eines Kraftfahrzeugs. Die Nockenwelle 1 ist um eine Drehachse R drehbar an einem Maschinengehäuse der Brennkraftmaschine gelagert, beispielsweise an einem Zylinderkopf und kann mit einem Zylinderkopfdeckel abgedeckelt sein.

[0030] Der Nockenwellen-Phasensteller umfasst einen Stator 3, der von der Kurbelwelle drehangetrieben werden kann, und einen Rotor 7, der drehfest mit der Nockenwelle 1 verbunden ist. Der Stator 3 setzt sich aus einem Antriebsrad 4, beispielsweise ein Kettenrad, einem Deckel 6 und einem axial zwischen dem Antriebsrad 4 und dem Deckel 6 angeordneten Flügelrad 5 zusammen. Das Antriebsrad 4, das Flügelrad 5 und der Deckel 6 sind drehfest miteinander verbunden. Der Zusammenbau des Stators 3 ist nur beispielhaft. Der Stator 3 kann alternativ auch aus mehr oder anstatt aus den drei Teilen 4, 5 und 6 auch aus nur zwei Teilen gefügt sein, etwa aus einem einstückigen Teil 4, 5 und dem Teil 6 oder aber dem Teil 4 und einem einstückigen Teil 5, 6. Grundsätzlich kann er auch in einem einzigen Stück urgeformt werden. Das Antriebsrad 4 kann beispielsweise auch am Flügelrad 5 außen umlaufend geformt und der Deckelbereich des Antriebsrads 4, der die Stator-Rotor-Anordnung seitlich abdichtet, Bestandteil des Rotors 7 sein. Zusätzlich zu dem oder statt des vom Antriebsrad 4 gebildeten Deckelbereichs kann der Deckel 6 Bestandteil des Rotors 7 sein. Der Stator 3 und der Rotor 7 bilden einen hydraulischen Schwenkmotor nach dem Flügelzellenprinzip.

[0031] Der Nockenwellen-Phasensteller weist eine in Bezug auf die Stator-Rotor-Anordnung 3, 7 zentral angeordnete Befestigungsstruktur 10 auf, die zentral in und im Ausführungsbeispiel wie bevorzugt auch durch den Rotor 7 ragt und den Rotor 7 drehmomentfest mit der Nockenwelle 1 verbindet. Der Stator 3 ist über den Rotor 7 gelagert. Die Befestigungsstruktur 10 weist einen Verbindungsabschnitt 12 auf, in dem sie mit der Nockenwelle 1 fest verbunden ist. Wie bevorzugt, aber nur beispielhaft, ragt die Befestigungsstruktur 10 in eine am stirnseitigen Ende der Nockenwelle 1 geformte Aufnahme und ist in der Aufnahme mit der Nockenwelle verschraubt, d.h. der Verbindungsabschnitt 12 ist ein Außengewinde.

[0032] Der Phasensteller umfasst ein Steuerventil, das der fluidischen, vorzugsweise hydraulischen Verstellung der Drehwinkelposition dient, die der Rotor 7 relativ zum Stator 3 einnimmt. Das Steuerventil umfasst ein Ventilgehäuse, das von der Befestigungsstruktur 10 gebildet und dementsprechend im Folgenden auch als Ventilgehäuse 10 bezeichnet wird, und einen im Ventilgehäuse 10 axial hin und her verstellbar angeordneten Ventilkolben 20. Das Ventilgehäuse 10 dient somit in Doppelfunktion auch als zentrales Befestigungsmittel für die drehmomentfeste Verbindung von Nockenwelle 1 und Rotor 7, indem es im montierten Zustand nach Herstellung der Fügeverbindung, im Beispiel eine Schraubverbindung, den Rotor 7 gegen eine Stirnfläche der Nockenwelle 1 presst.

[0033] Figur 2 zeigt den Phasensteller des ersten Ausführungsbeispiels im Querschnitt 11-11 der Figur 1. Das Flügelrad 5 bildet eine Außenkomponente und der Rotor 7 eine Innenkomponente des Schwenkmotors. Das hohle Flügelrad 5 weist an seinem inneren Umfang nach radial innen abragende Backen 5a auf. Der Rotor 7 weist nach radial außen abragende Flügel 8 auf, die mit den Backen 5a des Stators 3 erste Stellkammern K_1 und zweite Stellkammern K_2 bilden. Die Stellkammern K_1

sind in Umfangsrichtung jeweils zur einen Seite und die Stellkammern K_2 jeweils zur anderen Seite der Flügel 8 des Rotors 7 angeordnet. Werden die Stellkammer K_1 unter Druck gesetzt und die Stellkammern K_2 entlastet, dreht der Rotor 7 relativ zum Stator 3 bzw. Flügelrad 5 in Figur 2 im Uhrzeigersinn bis maximal in die in Figur 2 eingenommene Endposition. Werden die Stellkammern K_2 unter Druck gesetzt und die Stellkammer K_1 im Druck entlastet, dreht der Rotor 7 relativ zum Stator 3 gegen den Uhrzeigersinn. Die relativ zum Stator 3 stattfindende Drehbewegung in die eine Drehrichtung entspricht einer Voreilung und die relative Drehbewegung in die andere Richtung einer Nacheilung der Nockenwelle 1 relativ zur Kurbelwelle.

[0034] Im Ausführungsbeispiel wird angenommen, dass der Stator 3 in Drehrichtung D, im Uhrzeigersinn, angetrieben wird. Die Stellkammer K_1 sind daher Frühstellkammern und die Stellkammern K_2 Spätstellkammern. In Figur 2 nimmt der Rotor 7 relativ zum Stator 3 die Frühstellung ein, in der die Nockenwelle 1 relativ zu der Kurbelwelle voreilt. Werden die Spätstellkammern K_2 mit dem Druckfluid beaufschlagt und die Frühstellkammern K_1 entlastet, dreht der Rotor 7 in Richtung Nacheilung bis maximal in eine Spätstellung. In der Frühstellung wird der Rotor 7 mittels eines Vernegelungspins 80 verriegelt. Der Pin 80 kann durch Druckbeaufschlagung eines Druckraums 81 gegen die Kraft einer Verriegelungsfeder 82 aus der eingeriegelten Position in eine Freigabeposition bewegt werden, um den Rotor 7 in Richtung auf die Spätstellung bewegen zu können. Zu diesem Zweck ist er fluidisch mit der nächstgelegenen Spätstellkammer K_2 verbunden. Die Frühstellung und die Spätstellung werden jeweils durch einen Anschlagkontakt vorgegeben. In den beiden End- oder Extremstellungen ist jeweils wenigstens einer der Rotorflügel 8 in einem Anschlagkontakt mit einem der Statorbacken 5a. In bevorzugten Ausführungen kann der Rotor 7 nicht nur zwischen diesen beiden Drehwinkelendpositionen relativ zum Stator 3 hin und her drehverstellt, sondern durch entsprechende Druckbeaufschlagung sowohl der Frühstellkammern K_1 als auch der Spätstellkammern K_2 in einer beliebigen Zwischenposition hydraulisch fixiert werden.

[0035] Eine Torsionsfeder 17, die mit einem Federende am Stator 3 und mit einem anderen Federende am Rotor 7 abgestützt ist, spannt den Rotor 7 in Richtung auf eine seiner beiden Drehwinkelendpositionen, zweckmäßigerweise in Richtung auf diejenige Drehwinkelposition, in welcher der Rotor 7 mittels des Verriegelungsmechanismus verriegelt werden kann, in den Ausführungsbeispielen die Frühstellung.

[0036] Figur 3 zeigt den Rotor 7 und die Befestigungsstruktur 10, d. h. das Steuerventil mit dem Ventilgehäuse 10 mit dem Ventilkolben 20, und weitere Komponenten des Phasenstellers herausgelöst aus dem Fügeverbund mit der Nockenwelle 1. Bei den Komponenten handelt es sich um eine Filtereinrichtung 30 und ein Sperrorgan 40, die mit dem Ventilgehäuse 10 und dem Ventilkolben 20 eine eigene Baueinheit bilden, die vormontiert durch einen zentralen Durchgang des Rotors 7 geschoben werden kann, und eine Dichtungshülse 50.

[0037] Der Ventilkolben 20 ist hohl mit einem axial erstreckten Hohlraum 22, der an einem axialen Ende des Ventilkolbens 20 offen ist und dort einen axialen Kolbeneinlass 21 bildet. Der Ventilkolben 20 weist ferner einen Kolbenauslass 23 auf, der radial durch einen den Hohlraum 22 umgebenden Mantel des Ventilkolbens 20 führt. Der Ventilkolben 20 weist an seinem vom Kolbeneinlass 21 abgewandten anderen axialen Ende ein Kopplungsorgan 25 auf für eine Kopplung mit einem Stellglied, das die axiale Verstellung des Ventilkolbens 20 bewirkt. Das Kopplungsorgan 25 wirkt als Betätigungsstößel des Ventilkolbens 20. Das Kopplungsorgan 25 ragt an dem Stirnende des Ventilkolbens 20 ab, das dem Stellglied axial zugewandt ist. Das Kopplungsorgan 25 durchragt eine Stirnverschlusswand 11 des Ventilgehäuses 10. Die Stirnverschlusswand 11 umgibt das Kopplungsorgan 25 in enger Passung und sorgt so trotz des hin und her beweglichen Kopplungsorgans 25 für einen fluiddichten Abschluss des Ventilgehäuses 10.

[0038] Das Stellglied kann insbesondere ein elektromagnetisches Stellglied, wie etwa ein Axialhub-Elektromagnet, mit einer bestrombaren Spule und einem Anker sein. Die Spule ist drehfest mit dem Maschinengehäuse der Brennkraftmaschine verbunden, beispielsweise mit einem Deckel, der am Maschinengehäuse montiert ist. Der Anker ist relativ zur Spule axial beweglich. Er ist mit dem Kopplungsorgan 25 unmittelbar in einem Kopplungseingriff, der als axialer Druckkontakt gebildet ist. Bei Bestromung der Spule wirkt auf den Anker eine axial in Richtung auf das Kopplungsorgan 25 gerichtete Stellkraft, die im Kopplungseingriff, beispielsweise einem reinen axialen Druckkontakt, auf das Kopplungsorgan 25 und somit auf den Ventilkolben 20 wirkt.

[0039] Das Steuerventil umfasst eine Ventilfeder 14, deren Federkraft der Stellkraft des Stellglieds entgegenwirkt. Die Ventilfeder 14 ist am Ventilgehäuse 10 und in Richtung auf das Stellglied am Ventilkolben 20 abgestützt. Das Stellglied wird von einer Steuerung der Brennkraftmaschine angesteuert, beispielsweise bestromt. Die Ansteuerung erfolgt vorzugsweise über ein in einem Speicher der Maschinensteuerung abgelegtes Kennfeld, beispielsweise in Abhängigkeit von der Drehzahl der Kurbelwelle, der Last oder anderer bzw. weiterer für den Betrieb der Brennkraftmaschine relevanter Parameter.

[0040] Der Ventilkolben 20 ist in einem zentralen axialen Hohlraum des Ventilgehäuses 10 in der erläuterten Weise hin und her bewegbar angeordnet. Das Ventilgehäuse 10 weist an seinem dem Stellglied abgewandten axialen Ende einen axial, zentral in den Gehäusehohlraum führenden Druckanschluss P auf, dem über die Nockenwelle 1 (Figur 1) unter Druck stehendes Fluid zuführbar ist. Bei dem Fluid kann es sich insbesondere um ein der Schmierung der Brennkraftmaschine dienendes Schmieröl handeln, das auch zur Schmierung beispielsweise des Spurlagers der Nockenwelle 1 dient, so dass

der Druckanschluss P an die Schmierölversorgung der Nockenwelle 1 angeschlossen ist. Dieses Druckfluid strömt durch den axialen Druckanschluss P in das Ventilgehäuse 10 und durch den zum Druckanschluss P in axialer Flucht liegenden Kolbeneinlass 21 in den Hohlraum 22. Vom Hohlraum 22 zweigt seitlich, beispielhaft wie bevorzugt in radialer Richtung, der Kolbenauslass 23 ab, durch den das Druckfluid in Abhängigkeit von der axialen Position des Ventilkolbens 20 entweder den Frühstellkammern K_1 oder Spätstellkammern K_2 zugeführt wird, um die Phasenlage des Rotors 7 relativ zum Stator 3 und somit die Phasenlage der Nockenwelle 1 relativ zur Kurbelwelle einzustellen. Der Kolbenauslass 23 wird von über den Umfang des Ventilkolbens 20 verteilt angeordneten radialen Durchgängen durch den Mantel des Ventilkolbens 20 gebildet.

[0041] Das Ventilgehäuse 10 weist durch seinen Mantel führende Anschlüsse für die Zu- und Abführung des Fluids zu und von den Stellkammern K_1 und K_2 auf, nämlich einen Steueranschluss A, einen Steueranschluss B und Ventilauslässe bzw. Tankanschlüsse T_A und T_B. Die Anschlüsse A und B und auch die Anschlüsse T_A und T_B sind gerade Durchgangskanäle durch den Mantel des Ventilgehäuses 10. Die Steueranschlüsse A und B erstrecken sich wie bevorzugt, aber nur beispielhaft auf kürzestem Wege radial durch den Mantel.

[0042] Die Figuren 1 und 3 zeigen den Ventilkolben 20 in einer ersten axialen Kolbenposition, in der ihn das Federglied 14 hält. In der ersten Kolbenposition ist der Kolbenauslass 23 mit dem Steueranschluss A verbunden. Das über den Druckanschluss P zugeführte Druckfluid strömt in axialer Richtung durch den axialen Kolbeneinlass 21 in den Hohlraum 22 und von dort durch den abzweigenden Kolbenauslass 23 zu den Stellkammern K_1, die dem Steueranschluss A zugeordnet sind. Die Stellkammern K_2 sind über den Steueranschluss B und den Auslass bzw. Tankanschluss T_B mit einem Reservoir verbunden und somit im Druck entlastet.

[0043] Am äußeren Umfang des Ventilkolbens 20 erstreckt sich über 360° umlaufend eine Vertiefung 26, die in der ersten Kolbenposition den Steueranschluss B mit dem Tankanschluss T_B verbindet. Von der Vertiefung 26 aus in axialer Richtung gesehen hinter dem Kolbenauslass 23 ist am äußeren Umfang des Ventilkolbens 20 eine weitere axial erstreckte Vertiefung 27 geformt, die sich ebenfalls über den äußeren Umfang des Ventilkolbens 20 umlaufend erstreckt. Die Vertiefung 27 ist in der ersten Kolbenposition mit dem Tankanschluss T_A verbunden. Der Tankanschluss T_A ist dem Steueranschluss A zugeordnet. Allerdings wird er in der ersten Kolbenposition durch einen zwischen dem Kolbenauslass 23 und der Vertiefung 27 geformten Dichtsteg des Ventilkolbens 20 von dem Steueranschluss A fluidisch getrennt.

[0044] Wird der Anker des Stellglieds mit einer die Federkraft des Federglieds 14 übersteigenden Stellkraft beaufschlagt, schiebt das Stellglied den Ventilkolben 20 aus der dargestellten ersten Kolbenposition axial in Richtung auf den Druckanschluss P und bei entsprechend großer Stellkraft bis in eine axial zweite Kolbenposition, in der nicht mehr der Steueranschluss A, sondern der andere Steueranschluss B mit dem Kolbenauslass 23 verbunden ist. In der zweiten Kolbenposition trennt ein zwischen dem Kolbenauslass 23 und der Vertiefung 26 geformter Dichtsteg des Ventilkolbens 20 den Steueranschluss B vom zugeordneten Tankanschluss T_B, so dass in der zweiten Kolbenposition die Stellkammern K_2 mit dem Druckfluid beaufschlagt werden. In der zweiten Kolbenposition verbindet ferner die Vertiefung 27 den Steueranschluss A mit dem Ventilauslass bzw. Tankanschluss T_A, so dass das Fluid aus den Stellkammern K_1 abströmen kann und diese im Druck entlastet werden. Der Rotor 7 bewegt sich dementsprechend in der Darstellung der Figur 2 gegen den Uhrzeigersinn relativ zum Flügelrad 5 und somit zum Stator 3 in Richtung auf die Spätstellung. Die drehfest mit dem Rotor 7 verbundene Nockenwelle 1 wird in ihrer Phasenlage relativ zur Kurbelwelle um den gleichen Drehwinkel verstellt.

[0045] Das durch den Druckanschluss P in das Steuerventil strömende Fluid der Hochdruckseite beaufschlagt den Ventilkolben 20 mit einer in Richtung auf das Stellglied wirkenden ersten Axialkraft. Zur Kompensation dieser ersten Axialkraft ist der Ventilkolben 20 in Richtung auf das Stellglied durchströmbar, so dass sich an seiner dem Stellglied zugewandten Rückseite zwischen dieser Rückseite und der Stirnverschlusswand 11 ein Fluiddruck aufbaut, der auf die Rückseite des Ventilkolbens 20 eine Gegenkraft, eine zweite Axialkraft ausübt. Da die mit dem Druckfluid beaufschlagbare Projektionsfläche um die Querschnittsfläche verringert ist, mit der das Kopplungsorgan 25 durch die Stirnverschlusswand 11 ragt, wäre die axiale Gegenkraft, die zweite Axialkraft, entsprechend der Querschnittsfläche des Kopplungsorgans 25 geringer als die erste Axialkraft. Es entstünde ein resultierender Axialschub, der sich entsprechend der Differenz der Projektionsflächen in Abhängigkeit vom Druck des Fluids ändern würde. Die Kennlinie des Steuerventils würde sich entsprechend ändern, was zu erheblichen Verzerrungen führen kann, da der Druck des Fluids im Betrieb der Brennkraftmaschine schwanken kann.

[0046] Um die zweite Axialkraft zu vergrößern, weisen der Ventilkolben 20 einen radial aufgeweiteten Kolbenabschnitt 28 und das Ventilgehäuse 10 einen angepasst aufgeweiteten Gehäuseabschnitt 18 auf, der die Aufweitung 28 in enger Passung umgibt. Soweit das Ventilgehäuse 10 und der Ventilkolben 20 dichtend zusammenwirken, weist der Ventilkolben 20 an seinem äußeren Umfang mit Ausnahme der Aufweitung 28 beispielhaft überall den gleichen zylindrischen Querschnitt auf. Um das Druckfluid an die Rückseite des Ventilkolbens 20 zu führen, weist der Ventilkolben 20 vom Kolbeneinlass 21 gesehen axial hinter dem Kolbenauslass 23 eine Zuführung 24 auf, die durch mehrere um die zentrale Achse R verteilte Durchgangskanäle in einem Ventilkolbenboden geformt sind. Die Aufweitung 28 und entsprechend der Gehäuseabschnitt 18 sind so bemessen, dass die durch

die Aufweitung 28 erhaltende Vergrößerung der dem Stellglied 15 zugewandten Projektionsfläche zumindest einen überwiegenden Teil der für die Kompensation "verlorenen" Querschnittsfläche des Kopplungsorgans 25 ausgleicht. Das Steuerventil kann hinsichtlich der Kompensation der Axialkraft dem Steuerventil der DE 10 2010 002 713 A1 entsprechen, insbesondere den dort beanspruchten Ausführungen.

[0047] In der Stirnfläche des Ventilkolbens 20, die der Stirnverschlusswand 11 zugewandt ist, ist eine Fluidverbindung 29 geformt, die stets mit der Zuführung 24 in Verbindung steht. Die Fluidverbindung 29 kann beispielsweise als Kerbe oder Rinne oder als eine mit der Zuführung 24 verbundene taschenförmige Vertiefung an der betreffenden Stirnfläche des Ventilkolbens 20 geformt sein: Durch die Bereitstellung der Fluidverbindung 29 wird sicher gestellt, dass Druckfluid aus dem Kolbenhohlraum 22 an die der Stirnverschlusswand 11 zugewandte Rückseite des Ventilkolbens 20 gelangt, insbesondere auch dann, wenn der Ventilkolben 20 mit seiner Rückseite auf Anschlag gegen die Stirnverschlusswand 11 liegt. Zusätzlich zu der am Kolben geformten Fluidverbindung 29 oder stattdessen kann solch eine Fluidverbindung 29 auch an der Stirnseite der Stirnverschlusswand 11 geformt sein, die dem Kolbenboden zugewandt ist, wobei solch eine Fluidverbindung 29 zum einen stets mit der Zuführung 24 verbunden und einem Stirnflächenbereich des Kolbens 20 axial gegenüber liegen muss. An der anderen, von der Stirnverschlusswand 11 axial abgewandten Stirnseite des Ventilkolbens 20 kann eine vergleichbare Fluidverbindung 29 vorgesehen sein, wie in den Figuren 1 und 3 dargestellt, um auch an dieser Stirnseite stets sicherzustellen, dass die betreffende Stirnseite des Ventilkolbens 20 auch dann mit dem Druckfluid beaufschlagt wird, wenn sich der Ventilkolben 20 in Richtung auf den Druckanschluss P in einer Anschlagposition befindet. Auch diese Fluidverbindung 29 ist stets mit dem Kolbenhohlraum 22 verbunden. Ferner gilt auch an dieser Kolbenseite, dass zusätzlich oder anstelle einer Fluidverbindung 29 am Ventilkolben 20 eine Fluidverbindung 29 analog an der gegenüber liegenden Stirnfläche des Ventilgehäuses 20 oder einer anderen Struktur gebildet sein kann, gegen die der Ventilkolben 20 auf axialen Anschlag bewegt werden kann.

[0048] Die Filtereinrichtung 30 erstreckt sich axial über einen Teil ihrer Länge im Ventilkolben 30. Sie ist zum Erhalt eines bei Durchströmung die Reinigung des Druckfluids bewirkenden Filterquerschnitts als Höhlstruktur, d. h. als Filterhüllstruktur oder Filtertasche bzw. -korb gebildet. Die Filterhüllstruktur besteht aus einem Mantel 31, der im Ausführungsbeispiel zylindrisch ist, und einem Boden 32, der ein im Hohlraum 22 des Ventilkolbens 20 gelegenes axiales Ende der Filterhüllstruktur bildet. Der Mantel 31 ist an seinem in Bezug auf das einströmende Druckfluid stromaufwärtigen Ende offen, so dass dort ein Filtereinlass 34 über zumindest im wesentlichen den gesamten Innenquerschnitt des Mantels 31 gebildet ist. Zwischen dem Boden 32 und dem Filtereinlass 34 umgibt der Mantel 31 einen Filterinnenraum. Ein vom Druckfluid durchströmbares, bei der Durchströmung Schmutzpartikel zurückhaltendes und dadurch das Druckfluid reinigendes Filtermaterial bildet nahezu den gesamten Umfang des Mantels 31.

[0049] Den Filterquerschnitt bildet die Fläche der Filterhüllstruktur 31, 32, die von dem durch den Filtereinlass 34 einströmenden Druckfluid durchströmt wird, bevor das Druckfluid zum Kolbenauslass 23 gelangt, und die mit einem für die Reinigung des Druckfluids geeigneten Filtermaterial belegt ist. Im Falle beispielsweise einer Filterhüllstruktur mit einem kreiszylindrischen Mantel 31 und einem planen Boden 32, die jeweils vollständig aus Filtermaterial bestehen, bilden die kreiszylindrische Umfangsfläche und die kreisförmige Bodenfläche in der Summe den Filterquerschnitt.

[0050] Die Filtereinrichtung 30 ist am Ventilgehäuse 10 abgestützt und dadurch insbesondere axial fixiert. Die Filtereinrichtung 30 weist im Ganzen die Form eines langgestreckten Zylinderhuts mit in Umfangsrichtung vorzugsweise gewelltem Mantel 31 auf.

[0051] Das Sperrorgan 40 ist stromauf von der Filtereinrichtung 30 ebenfalls noch im Ventilgehäuse 10 angeordnet. Es ist als Rückschlagventil mit einem Sperrkörper 31 und einer Sperrfeder 42, die den Sperrkörper 41 gegen einen Sperrkörpersitz drückt, gebildet.

[0052] Wird dem Steuerventil am Druckanschluss P Druckfluid mit einem Druck zugeführt, der eine Federkraft des Sperrorgans 40 und den Druck im Innenraum der Filtereinrichtung 30 übersteigt, hebt der Sperrkörper 41 von seinem Sperrkörpersitz ab und gibt den Druckanschluss P frei. Das Druckfluid strömt durch den Druckanschluss P unter Umströmung des Sperrkörpers 41 in das Ventilgehäuse 10 ein und durch einen axialen Durchgang des Sperrorgans 40 und den sich axial anschließenden Filtereinlass 34 in die Filterhüllstruktur 31, 32, d.h. in den Filterinnenraum. Das Druckfluid strömt von dort durch den Filterquerschnitt, wird beim Durchströmen gereinigt und tritt über den gesamten Filterquerschnitt in den stromabwärts der Filtereinrichtung 30 gelegenen Teil des Kolbenhohlraums 22 ein. Der Kolbenhohlraum 22 ist über den Kolbenauslass 23 entsprechend der axialen Position des Ventilkolbens 20 mit dem weiterführenden Steueranschluss A oder B und über diesen mit den Stellkammern K_1 oder K_2 verbunden, die dem betreffenden Steueranschluss A oder B zugeordnet sind. Die andere Gruppe der Stellkammern K_1 und K_2 ist über den dieser Gruppe zugeordneten Steueranschluss A oder B mit dem zugeordneten Tankanschluss T_A oder T_B verbunden und entsprechend im Druck entlastet.

[0053] Zur Verringerung von Strömungsverlusten trägt auch die axiale Führung des einströmenden Druckfluids bei. So sind unter diesem Aspekt der Ventileinlass P, der stromabwärtige Durchlass des Sperrorgans 40, der Filtereinlass 34 und der Kolbeneinlass 21 jeweils an einer axialen Stirnseite von Ventilgehäuse 10, Sperrorgan 40, Filtereinrichtung 30 und Ventilkolben 20 angeordnet. Die genannten Ein- und Durchlässe liegen auf einer gemein-

samen axialen Flucht, wie bevorzugt, aber nur beispielhaft auf der Achse R. Auf diese Weise erfährt das Druckfluid vom Druckanschluss P bis zum Kolbenauslass 23 geringstmögliche Umlenkungen und dadurch entsprechend geringe Strömungsverluste. Dies trägt zur Erhöhung der Stellgeschwindigkeit des Phasenstellers bei. Im Beispiel liegen die Ein- und Durchlässe axial hintereinander. Grundsätzlich können ein oder mehrere Einlässe oder ein Einlass und ein Durchlass axial auf gleicher Höhe liegen, wie dies bei dem Durchlass des Sperrorgans 40 und dem Filtereinlass 34 nahezu der Fall ist.

[0054] Im Sinne hoher Stellgeschwindigkeiten wirkt auch der durch die Nutzung des Kolbenhohlraums 22 ermöglichte große Filterquerschnitt. Noch ein Faktor, der große Filterquerschnitte ermöglicht, ist die Ausbildung der Filtereinrichtung 30 als Hohlstruktur bzw. Filterhüllstruktur 31, 32. Die Filterhüllstruktur 31 und 32 weist im Ausführungsbeispiel einen planen Boden 32 auf. In einer Abwandlung kann der Boden 32 sich beispielsweise auch nach außen ausbauchen oder selbst einen Filterquerschnitt bilden. Grundsätzlich kann der Mantel 31 beispielsweise auch konisch spitz auslaufend geformt sein, so dass ein Boden 32 im engeren Sinne nicht vorhanden ist. Darüberhinaus sind auch langgestreckte, andersartig auslaufende Mäntel 31 realisierbar. Die Bereitstellung als zylindrische Filterhüllstruktur 31, 32 hat jedoch fertigungstechnische Vorteile.

[0055] In Bezug auf eine im Steuerventil integrierte Filtereinrichtung und auch im Hinblick auf ein im Steuerventil angeordnetes Sperrorgan wird auf die deutsche Patentanmeldung DE 10 2011 084 059 verwiesen, insbesondere auch auf die Ansprüche dieser Anmeldung. Die Offenbarung dieser älteren Anmeldung wird in Bezug genommen.

[0056] Die Dichtungshülse 50 ist in einem Ringspalt 16 angeordnet, der zwischen der vom Ventilgehäuse 10 gebildeten Befestigungsstruktur 10 und dem Rotor 7 gebildet ist. Das Druckfluid ist über den Ringspalt 16 wie vorstehend bereits beschrieben den Stellkammern K_1 und K_2 zuführbar und über den Ringspalt 16 von den Stellkammern K_1 und K_2 auch abführbar. Die Steueranschlüsse A und B und der Tankanschluss T_B des Steuerventils münden am äußeren Umfang des Ventilgehäuses 10 in den Ringspalt 16. Die Verbindungskanäle des Rotors 7, d. h. die Verbindungskanäle 7a zu den Stellkammern K_1 (Figur 2) und weitere Verbindungskanäle zu den anderen Stellkammern K_2, münden an der inneren Umfangsfläche des Rotors 7 ebenfalls in den Ringspalt 16. Die den Steueranschluss A bildenden Kanäle des Ventilgehäuses 10 und die zugeordneten Verbindungskanäle 7a der Stellkammern K_1 münden zumindest im Wesentlichen auf der gleichen axialen Höhe in den Ringspalt 16. Die den Steueranschluss B bildenden Kanäle des Ventilgehäuses 10 und die zugeordneten Verbindungskanäle der Stellkammer K_2 münden auf zumindest im Wesentlichen der gleichen axialen Höhe, allerdings in einem axialen Abstand vom Steueranschluss A, in den Ringspalt 16. Die Steueranschlüsse A und B werden im Ringspalt 16 von der Dichtungshülse 50 fluidisch voneinander getrennt. Ferner trennt die Dichtungshülse 50 im Ringspalt 16 den Steueranschluss B vom Tankanschluss T_B. Sie dichtet schließlich auch noch den Steueranschluss A im Ringspalt 16 an der vom Steueranschluss B abgewandten Seite ab. Sie trennt die Anschlüsse A und B somit auch von der Umgebung.

[0057] Die Dichtungshülse 50 umfasst drei Dichtstege, nämlich einen ersten Dichtsteg 51, einen zweiten Dichtsteg 52 und einen dritten Dichtsteg 53, mit denen sie die vorstehend genannten Dichtfunktionen erfüllt. So dichtet der Dichtsteg 51 den Ringspalt 16 an einem axialen Ende und an diesem axialen Ende auch den Steueranschluss A ab. Der Dichtsteg 52 trennt die beiden Steueranschlüsse A und B voneinander, und der Dichtsteg 53 trennt den Steueranschluss B im Ringspalt 16 vom Tankanschluss T_B. Die Dichtungshülse 50 umfasst ferner einen Verbindungssteg 56, der sich axial zwischen den Dichtstegen 51 und 52 erstreckt und diese fest miteinander verbindet, und einen Verbindungssteg 57, der sich axial zwischen den Dichtstegen 52 und 53 erstreckt und diese beiden Dichtstege 52 und 53 fest miteinander verbindet. Die Dichtungshülse 50 erstreckt sich axial im Wesentlichen über die gesamte Länge des Rotors 7.

[0058] Die Dichtungshülse 50 erstreckt sich axial über die Anschlüsse A, B und T_B hinaus, um zum einen den Dichtsteg 51 und zum anderen einen form- und reibschlüssigen Eingriff mit dem Tankanschluss T_B zu bilden. Sie weist axial im Bereich des Tankanschlusses T_B mehrere Eingriffselemente 59 auf, die jeweils als eine radial innere Abragung der Dichtungshülse 50 geformt sind, im Beispiel als Stutzen, und jeweils in ein Eingriffsgegenelement 19 des Ventilgehäuses 10 ragen. Die Eingriffsgegenelemente 19 werden von mündungsnahen Bereichen des Tankanschlusses T_B gebildet, indem je eines der Eingriffselemente 59 in einen der den Tankanschluss T_B bildenden Kanäle des Ventilgehäuses 10 hineinragt und im Mündungsbereich des jeweiligen Kanals mit einer gewissen elastischen Spannung anliegt. Die Dichtungshülse 50 wird durch diesen Eingriff form- und reibschlüssig am äußeren Umfang des Ventilgehäuses 10 axial und in Umfangsrichtung in Position gehalten. Ferner liegen sämtliche Dichtstege 51 bis 53 jeweils mit elastischer Spannkraft am äußeren Umfang des Ventilgehäuses 10 an. Die Dichtstege 51 bis 53 drücken jeweils mit elastischer Spannkraft gegen den inneren Umfang des Rotors 7, um auf diese Weise ihre Dichtfunktion zu erfüllen.

[0059] Die Dichtstege 51, 52 und 53 verjüngen sich jeweils in radialer Richtung nach außen auf den Innenumfang des Rotors 7 zu, wie bevorzugt, aber nur beispielhaft, konisch. Aufgrund des sich radial verjüngenden Profils wird der radiale Federweg der Dichtstege 51 bis 53 gegenüber beispielsweise einem Rechteckprofil vergrößert und die für die einzelnen Dichtstege 51 bis 53 jeweils gewünschte Abdichtung bei einer Variation der in radialer Richtung gemessener Spaltweite des Ringspalts 8 mit höherer Sicherheit gewährleistet.

[0060] Die Dichtungshülse 50 ist in einem Stück aus

einem elastisch nachgiebigen Material geformt. Sie kann insbesondere aus einem Elastomerwerkstoff, bevorzugt aus einem elastomeren Kunststoffmaterial, geformt sein, zweckmäßigerweise im Spritzguss. Auf diese Weise können gleich bei der Urformung alle Funktionselemente der Dichtungshülse 50 wie insbesondere die Dichtstege 51 bis 53, die Verbindungsstege 56 und 57 und die für eine Art Rastverbindung mit dem Ventilgehäuse 10 dienenden Eingriffselemente 59 erzeugt werden.

[0061] In Figur 4 ist das Steuerventil mit der auf dem Ventilgehäuse 10, d. h. auf der Befestigungsstruktur 10, positionierten und form- und reibschlüssig fixierten Dichtungshülse 50 in einer isometrischen Sicht dargestellt. Zu erkennen ist, dass jeder der Anschlüsse A, B, T_A und T_B von mehreren an der äußeren Umfangsfläche des Ventilgehäuses 10 mündenden Kanälen gebildet wird. Die Dichtungshülse 50 weist im Bereich ihrer Verbindungsstege 56 und 57 sowie in einem axialen Fortsatz, der mit dem Tankanschluss T_B axial überlappt, radiale Durchgänge auf, die über den Umfang der Dichtungshülse 50 vorzugsweise so angeordnet sind, dass sie im positionierten und dadurch gleichzeitig auch fixierten Zustand der Dichtungshülse 50 mit den Mündungsöffnungen der den jeweils zugeordneten Anschluss A, B oder T_B bildenden Kanäle des Ventilgehäuses 10 in Überdeckung sind. Die Dichtungshülse 50 verlängert die Kanäle des Ventilgehäuses 10 hierdurch ganz einfach in radialer Richtung, wodurch der Strömungswiderstand für das Druckfluid gering gehalten werden kann. Der Eingriff der Eingriffselemente 59 mit den Eingriffsgegenelementen 19 (Figur 3), d. h. den Mündungsöffnungen des Tankanschlusses T_B, sorgt für die exakte Positionierung, wobei grundsätzlich ein Eingriffselement 59 genügen würde. Durch die Formung mehrerer Eingriffselemente 59, die vorzugsweise um die Drehachse R gleichmäßig verteilt angeordnet sind, d. h. von wenigstens zwei Eingriffselementen 59, die in derartigen Ausführungen zweckmäßigerweise um etwa 180° zueinander versetzt sind, wird der Sitz der Dichtungshülse 50 jedoch verbessert. Wird das Ventilgehäuse 10 wie bevorzugt mit der Nockenwelle 1 verschraubt, werden durch den Eingriff mehrerer Eingriffselemente 59 beim Herstellen der Schraubverbindung im Bereich der Dichtstege 51 bis 53 möglicherweise auftretende Reibkräfte über den Umfang der Dichtungshülse 50 verteilt aufgenommen.

[0062] Figur 5 zeigt eine Befestigungsstruktur 10 mit einer Dichtungshülse 50 in einem zweiten Ausführungsbeispiel. Die Befestigungsstruktur 10 wird wie im ersten Ausführungsbeispiel von einem in Bezug auf die Stator-Rotor-Anordnung zentralen Steuerventil gebildet. Es handelt sich um das gleiche Steuerventil wie im ersten Ausführungsbeispiel. Vom ersten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich lediglich die Dichtungshülse 50, indem der axiale Fortsatz, in dessen Bereich die Eingriffselemente 59 des ersten Ausführungsbeispiels angeordnet sind, entfallen ist. Anstelle des Eingriffs mit den Öffnungen des Tankanschlusses T_B ist der form- und reibschlüssige Eingriff von Dichtungshülse 50 und Befestigungsstruktur 10 bzw. Ventilgehäuse 10 im Bereich des Steueranschlusses A gebildet. Dementsprechend weist die Dichtungshülse 50 im Bereich des Verbindungsstegs 56 über den Umfang verteilt mehrere Eingriffselemente 59 auf, die wie im ersten Ausführungsbeispiel als durchströmbare, radiale innere Abragungen, beispielhaft wieder als Stutzen, gebildet sind und jeweils in einen der den Steueranschluss A bildenden Kanäle des Ventilgehäuses 10 hinein ragen und in dessen mündungsnahen Bereich am Umfang des jeweiligen Kanals mit elastischer Spannung anliegen. Diese rastartige Verbindung entspricht derjenigen des ersten Ausführungsbeispiels, wie gesagt nur mit dem Unterschied, dass der Eingriff nicht mit dem Tankanschluss T_B, sondern mit dem Steueranschluss A gebildet ist. Im Übrigen entspricht die Dichtungshülse 50 derjenigen des ersten Ausführungsbeispiels. Sie kann die Dichtungshülse 50 des ersten Ausführungsbeispiels ersetzen.

[0063] In einer Modifikation könnte stattdessen der Eingriff auch mit dem Steueranschluss B gebildet werden, indem im Bereich des Verbindungsstegs 57 entsprechende Eingriffselemente 59 geformt werden. Im ersten Ausführungsbeispiel kann das wenigstens eine Eingriffselement 59 oder können die mehreren Eingriffselemente 59 statt am Fortsatz auch an einem der Verbindungsstege 56 und 57 vorgesehen sein. Die Eingriffselemente 59 müssen auch nicht auf jeweils nur einen der Verbindungsstege oder einen Fortsatz der Dichtungshülse 50 beschränkt sein, grundsätzlich können ein oder mehrere Eingriffselemente 59 auch an mehreren derartigen Stegen, beispielsweise an beiden Verbindungsstegen 56 und 57 vorgesehen sein. Ein oder mehrere Eingriffselemente 59 nur im Bereich eines der Verbindungsstege oder im Bereich des Fortsatzes genügt für die Positionierung jedoch vollauf und erleichtert die Befestigung der Dichtungshülse 50.

[0064] Figur 6 zeigt von einem Phasensteller eines dritten Ausführungsbeispiels den zentralen Bereich, insbesondere den Fügeverbund von Nockenwelle 1 und Rotor 7 und zentraler Befestigungsstruktur 10, die wie in den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen von einem Ventilgehäuse 10 eines zentralen Steuerventils gebildet wird. Das Steuerventil unterscheidet sich von dem Steuerventil des ersten und des zweiten Ausführungsbeispiels dadurch, dass die im Ventil integrierte Filtereinrichtung 30 entfallen, das Sperrorgan 40 konstruktiv abgewandelt, aber hinsichtlich seiner Funktion unverändert und auch wieder im Steuerventil integriert ist, und der Druckanschluss P sich im Ventilgehäuse 10 radial erstreckt. Von diesen aus der Figur 6 ohne weiteres ersichtlichen Unterschieden abgesehen entspricht das Steuerventil 10 demjenigen des ersten Ausführungsbeispiels.

[0065] Die Dichtungshülse 50 ist über die bereits beschriebenen Dichtfunktionen hinaus sowohl hinsichtlich der Dichtfunktion und ferner um eine Filterfunktion erweitert. Sie umfasst wieder die drei Dichtstege 51, 52 und 53 und die Verbindungsstege 56 und 57, mit denen sie

die gleichen Funktionen wie die Dichtungshülse 50 des ersten Ausführungsbeispiels erfüllt. Sie umfasst ferner weitere Dichtstege, nämlich einen vierten Dichtsteg 54 und einen fünften Dichtsteg 55. Mit den Dichtstegen 51 bis 55 werden der Druckanschluss P, die Steueranschlüsse A und B und der Tankanschluss T_B im Ringspalt 16 fluidisch voneinander getrennt und diese gesamte, im Ringspalt 16 befindliche Anschluss-Anordnung an den beiden axialen Enden durch die äußeren Dichtstege 51 und 55 abgedichtet. Der Ringspalt 16 umfasst einen ersten axialen Abschnitt, den der Rotor 7 und das Ventilgehäuse 10 miteinander bilden, und daran anschließend einen zweiten axialen Abschnitt, den das Ventilgehäuse 10 mit der Nockenwelle 1 bildet, indem die Nockenwelle 1 an ihrem axialen Ende einen Hohlraum aufweist, in den das Ventilgehäuse 10 hinein ragt und den es durchragt, um mittels des Verbindungsabschnitts 12 die drehmomentfeste Verbindung mit der Nockenwelle 1 zu bilden.

[0066] Die Dichtungshülse 50 des dritten Ausführungsbeispiels umfasst eine Filtereinrichtung 300, welche die Filtereinrichtung 30 des ersten Ausführungsbeispiels ersetzt. Die Filtereinrichtung 300 ist axial zwischen den Dichtstegen 54 und 55 angeordnet und verbindet die Dichtstege 54 und 55 miteinander, bildet also innerhalb der Dichtungshülse 50 einen Verbindungssteg. Die Filtereinrichtung 300 ist hülsenförmig und kann insbesondere aus einem Kunststoff oder Metall bestehen. Sie ist für das Druckfluid durchlässig entsprechend einem Filtersieb, so dass das Druckfluid bei der Durchströmung der Filtereinrichtung 300 von partikelförmigem Schmutz gereinigt wird. Die Filtereinrichtung 300 bildet einen Strömungsquerschnitt für das ins Ventil strömende Druckfluid. Wie bevorzugt umgibt sie den Druckanschluss P. Die Filtereinrichtung 300 kann beispielsweise ein Metallvlies oder -gewebe, Kunststoffvlies oder -gewebe oder als Metall-Kunststoffvlies oder -gewebe umfassen oder insbesondere aus solch einem Vlies oder Gewebe bestehen. Die Filtereinrichtung kann auch eine gelochte oder perforierte Metallfolie oder Kunststoffolie umfassen oder von solch einer Folie gebildet werden.

[0067] Das Druckfluid wird dem Phasensteller über die Nockenwelle 1 zugeführt, strömt dabei über einen Anschluss P der Nockenwelle 1 in den Ringspalt 16, durchströmt die Filtereinrichtung 300 und strömt über den in den Ringspalt 16 mündenden Druckanschluss P des Steuerventils und das Sperrorgan 40 in den Hohlraum 22 des Ventilkolbens 20 und wird von dort entsprechend der axialen Position des Ventilkolbens 20 wie bereits erläutert wahlweise über den Anschluss A oder den Anschluss B der jeweils zugeordneten Gruppe von Stellkammer K_1 und K_2 zugeführt und von der anderen Gruppe von Stellkammern K_1 und K_2 abgeführt. Diesbezüglich wird auf die Erläuterungen zum ersten Ausführungsbeispiel verwiesen. Der Anschluss P der Nockenwelle 1 ist im hohlen Endabschnitt der Nockenwelle 1 angeordnet. Er mündet in den Ringspalt 16, den die Nockenwelle 1 mit dem Ventilgehäuse 10 bildet. Der Anschluss P der Nockenwelle 1 mündet axial zum Anschluss P des Steuerventils versetzt in den Ringspalt 1, könnte grundsätzlich aber auch auf der gleichen axialen Höhe münden. Die Filtereinrichtung 300 überlappt axial mit beiden einander zugeordneten P-Anschlüssen.

[0068] Die Dichtungshülse 50 kann wie bereits zum ersten Ausführungsbeispiel erläutert insbesondere aus einem Elastomerwerkstoff im Spritzguss geformt werden. Die Filtereinrichtung 300 wird bei dem Spritzvorgang eingeformt, indem sie beim Spritzgießen unter Ausbildung der Dichtstege 54 und 55 an ihren axialen Enden umlaufend umspritzt und dadurch in die Elastomermatrix der Dichtungshülse 50 eingebettet wird.

[0069] Die Dichtstege 51 bis 55 sind im Vergleich zum ersten Ausführungsbeispiel dadurch modifiziert, dass sie sowohl nach radial innen zur Umfangsfläche des Ventilgehäuses 10 hin als auch nach radial außen zur Umfangsfläche des Rotors 7 und der Nockenwelle 1 hin radial verjüngt sind. Das Profil der Dichtstege 51 bis 55 ist zumindest im Wesentlichen rautenförmig, wobei zwei der verjüngten Rautenbereiche im Dichtkontakt mit der jeweils zugewandten Umfangsfläche des Ventilgehäuses 10 und des Rotors 7 stehen und im Bereich der beiden verbleibenden Rauteneckbereiche die Verbindungsstege 56, 57, 58 und die Filtereinrichtung 300 als weiterer Verbindungssteg anschließen.

[0070] Figur 7 zeigt einen Phasensteller eines vierten Ausführungsbeispiels, der sich von den bisher beschriebenen Ausführungsbeispielen dadurch unterscheidet, dass die Dichtungshülse 50 nicht an der zentralen Befestigungsstruktur 10, sondern am Rotor 7 befestigt ist. Die Befestigungsstruktur 10 wird wieder von einem zentralen Steuerventil des Phasenstellers, nämlich von dessen Ventilgehäuse 10 gebildet. Das Steuerventil entspricht dem Steuerventil des ersten Ausführungsbeispiels einschließlich der integrierten Filtereinrichtung 30 und dem integrierten Sperrorgan 40 in jeglicher Hinsicht.

[0071] Die Dichtungshülse 50 ist im vierten Ausführungsbeispiel formschlüssig und vorzugsweise auch reibschlüssig mit dem Rotor 7 verbunden. Sie liegt mit einem äußeren Umfang am inneren Umfang des Rotors 7 an. Sie umfasst einen ersten Dichtsteg 51, einen zweiten Dichtsteg 52 und einen dritten Dichtsteg 53 sowie einen weiteren Dichtsteg 54, der in erster Linie dazu dient, die Fixierung am Rotor 7 zu verbessern, optional aber auch im Fügeverbund mit der in Figur 7 nicht dargestellten Nockenwelle eine Dichtfunktion übernehmen kann, indem die Nockenwelle optional axial gegen den Dichtsteg 54 drückt, wenn der Phasensteller an der Nockenwelle montiert ist. Der Dichtsteg 52 trennt wie im ersten Ausführungsbeispiel den Steueranschluss A vom Steueranschluss B, und der Dichtsteg 53 trennt wie ebenfalls im ersten Ausführungsbeispiel den Steueranschluss B vom axial daneben liegenden Tankanschluss T_B. Der Dichtsteg 51 dichtet, grundsätzlich ebenfalls wie im ersten Ausführungsbeispiel, den Ringspalt A und dadurch auch den Steueranschluss A an der vom Steueranschluss B abgewandten Seite ab. In den Verbindungsstegen 56 und 57 sind wie ebenfalls im ersten Ausfüh-

rungsbeispiel Durchgänge gebildet, um die Fluidverbindung zwischen den Steueranschlüssen A und B und den zugeordneten Verbindungskanälen des Rotors 7 herzustellen. Dem Steueranschluss A sind die Verbindungskanäle 7a (Fig. 2) und dem Steueranschluss B sind weitere Verbindungskanäle 7b zugeordnet, die den Steueranschluss B mit den Stellkammern K_2 verbinden. Einer dieser Verbindungskanäle 7b ist im Schnitt der Figur 7 erkennbar. Die Dichtstege 52 und 53 verjüngen sich, beispielhaft konisch, nach radial innen, also in Richtung auf die zugewandte Umfangsfläche des Ventilgehäuses 10, gegen die sie mit einer gewissen elastischen Spannung drücken.

[0072] Die beiden äußeren Dichtstege 51 und 54 dienen der Fixierung der Dichtungshülse 50 in axialer Richtung. Sie ragen jeweils radial nach außen in eine entsprechende Vertiefung, im Ausführungsbeispiel jeweils eine umlaufende Schulter am jeweiligen axialen Ende des Rotors 7. Am axial von der Nockenwelle abgewandten Ende drückt das Ventilgehäuse 10 mit einer nach radial außen abragenden Schulter axial gegen den Rotor 7 und den Dichtsteg 51, wodurch der Rotor 7 im Fügeverbund zum einen axial gegen eine zugewandte Stirnfläche der Nockenwelle gepresst und dadurch die drehmomentfeste Verbindung von Nockenwelle und Rotor 7 gebildet wird und zum anderen mittels des Dichtstegs 51 der Ringspalt 16 dicht geschlossen wird. Am axial der Nockenwelle zugewandten Ende verlängert der Ringspalt 16 den Tankanschluss T_B und dient somit der Abführung des Druckfluids aus den dem Steueranschluss B zugeordneten Stellkammern 9 (Figur 2). In einer Modifikation der Dichtungshülse 50 kann der Dichtsteg 54 entfallen.

[0073] Der Dichtsteg 51 und vorzugsweise auch der Dichtsteg 54 kann oder können jeweils an einer ihrer Stirnseiten eine oder mehrere Vertiefungen, beispielsweise eine oder mehrere um die Drehachse R umlaufende Rillen aufweisen. Durch derartige Maßnahmen soll verhindert werden, dass der Dichtstege 51 und optional der Dichtsteg 54 im jeweiligen Spalt so stark verpresst wird, dass die axiale Presskraft, mit der die Befestigungsschulter der Befestigungsstruktur 10 den Rotor 7 gegen die Nockenwelle 1 presst, in einem praktisch relevanten Ausmaß vom Dichtsteg 51 oder dem Dichtsteg 54 beeinflusst wird. Der Grund ist, dass Kunststoffmaterial unter Last zum Kriechen neigt und daher das bei der Montage eingestellte Anzugsmoment und dementsprechend die axiale Presskraft sich im Verlaufe des Betriebs des Phasenstellers verringern kann, wenn sich der Dichtsteg 51 oder 52 plastisch deformiert. Idealerweise ist der Dichtsteg 51 und vorzugsweise auch der Dichtsteg 54 axial nur so dick, dass er bei der Montage nicht zusammengepresst wird. Bei Ausbildung von einer oder mehreren Vertiefungen hat das Kunststoffmaterial der Dichtungshülse 50 jedoch die Möglichkeit auszuweichen, so dass das Problem der sich verringernden axialen Presskraft vermieden wird.

[0074] Die Dichtungshülse 50 ist wie im ersten Ausführungsbeispiel aus einem Elastomerwerkstoff im Spritzguss in einem Stück geformt. Von den beschriebenen Unterschieden abgesehen entspricht der Phasensteller des vierten Ausführungsbeispiels dem Phasensteller des ersten Ausführungsbeispiels.

[0075] Die Figuren 8 bis 10 zeigen den zentralen Bereich eines Phasenstellers in einem fünften Ausführungsbeispiel. Die Längsschnitte der Figuren 8 und 9 sind zueinander in Umfangsrichtung versetzt, und Figur 10 zeigt den in Figur 9 eingetragenen Querschnitt X-X.

[0076] Auch im fünften Ausführungsbeispiel wird die Befestigungsstruktur 10 vom Ventilgehäuse 10 eines zentralen Steuerventils des Phasenstellers gebildet. Im Ventilgehäuse 10 ist ein Ventilkolben 20 axial hin und her beweglich angeordnet. Er wird wie in den anderen Ausführungsbeispielen von einer Ventilfeder 14 in die eine Richtung seiner Beweglichkeit und mittels eines elektromagnetischen Stellglieds der Ventilfeder 14 entgegen mit einer Stellkraft beaufschlagt. Insoweit wird auf die Ausführungen zum ersten Ausführungsbeispiel verwiesen. Wie im ersten Ausführungsbeispiel wird der Rotor 7 vom Ventilgehäuse 10 axial gegen die Nockenwelle 1 gepresst und dadurch mit dieser drehmomentfest verbunden.

[0077] Das Ventilgehäuse 10 weist wie ebenfalls im ersten Ausführungsbeispiel einen mit den Stellkammern K_1 verbundenen Steueranschluss A und einen mit den Stellkammern K_2 verbundenen Steueranschluss B auf, die jeweils in den Ringspalt 16 zwischen Rotor 7 und Ventilgehäuse 10 münden und über den Ringspalt 16 mit den jeweils zugeordneten Verbindungskanälen des Rotors 7 und über diese mit den jeweils zugeordneten Steltkammern K_1 oder K_2 verbunden sind. In den Ringspalt 16 mündet ferner, wie insbesondere in Figur 9 erkennbar, ein im Ventilgehäuse 10 gebildeter Druckanschluss P, über den der Phasensteller mit dem Druckfluid versorgt wird. Die Stellkammern K_1 und K_2 der Stator-Rotor-Anordnung (Fig. 2) werden über einen ebenfalls mit P bezeichneten Anschluss der Nockenwelle 1, den Ringspalt 16 und das Steuerventil mit dem Druckfluid versorgt und entsprechend der Stellung des Ventilkolbens 20 über den Steueranschluss A oder den Steueranschluss B mit Druck beaufschlagt. In den Figuren 8 und 9 nimmt der Ventilkolben 20 eine Axialposition ein, in der der Druckanschluss P des Steuerventils mit dem Steueranschluss A zur Druckbeaufschlagung der Stellkammern K_1 verbunden ist, während die Stellkammern K_2 über den Steueranschluss B und durch das Innere des Ventilkolbens 20 und einen vom Ventilkolben 20 gebildeten Tankanschluss T_B im Druck entlastet werden. Wird der Ventilkolben 20 gegen die Kraft der Ventilfeder 14 mit einer ausreichend großen Stellkraft beaufschlagt, schließt der Ventilkolben 20 den Steueranschluss A mit dem Tankanschluss T_A kurz, der mit dem Tankanschluss T_B identisch ist, und verbindet den Druckanschluss P des Steuerventils mit dem anderen Steueranschluss B.

[0078] Im Ringspalt 16 zwischen Rotor 7 und Ventilgehäuse 10 ist eine Dichtungshülse 50 angeordnet, die

im Wesentlichen dem ersten Ausführungsbeispiel entsprechend um die Drehachse R umlaufende Dichtstege, nämlich einen ersten Dichtsteg 51, einen zweiten Dichtsteg 52 und einen dritten Dichtsteg 53 aufweist. Der zwischen den Anschlüssen A und B gelegene Dichtsteg 52 trennt die Anschlüsse A und B fluidisch voneinander. Genauer gesagt weist die Dichtungshülse 50 zwei Dichtstege 52 auf, die axial voneinander beabstandet sind und jeweils für eine Abdichtung sorgen. Die beiden Dichtstege 52 könnten jedoch zu einem einzigen vereint werden oder es könnte einer entfallen. Der Dichtsteg 53 trennt den Steueranschluss B vom Druckanschluss P, zu dem auch der von der Nockenwelle 1 gebildete Anschluss P gerechnet wird, durch den das Druckfluid in den Ringspalt 16 strömt. Der Ringspalt 16 umfasst entsprechend einen zwischen dem Ventilgehäuse 10 und dem Rotor 7 gebildeten Spaltabschnitt und einen sich daran anschließenden, zwischen der Nockenwelle 1 und ebenfalls dem Ventilgehäuse 10 gebildeten weiteren Spaltabschnitt, wie etwa im dritten Ausführungsbeispiel (Fig. 6). Die Dichtungshülse 50 erstreckt sich in diesen weiteren Spaltabschnitt des Ringspalts 16.

[0079] Die Dichtungshülse 50 des fünften Ausführungsbeispiels umfasst wie im dritten Ausführungsbeispiel eine Filtereinrichtung 300, die auf dem Strömungsweg des Druckfluids im Ringspalt 16 zwischen dem Anschluss P der Nockenwelle 1 und dem Druckanschluss P des Ventilgehäuses 10 angeordnet ist. Die Filtereinrichtung 300 wird im Ringspalt 16 axial durchströmt und weist dementsprechend einen Filterquerschnitt mit einer axialen Projektionsfläche auf. Wie bevorzugt, aber nur beispielhaft ist die Filtereinrichtung 300 zur Drehachse R geneigt, um den Filterquerschnitt, d.h. die durchströmbare Filterquerschnittsfläche, im Vergleich zu einem nur radial erstreckten Filterquerschnitt zu vergrößern und den Strömungswiderstand klein zu halten.

[0080] Im fünften Ausführungsbeispiel weist die Dichtungshülse 50 ferner an ihrer dem Ventilgehäuse 10 zugewandten inneren Umfangsfläche um die Drehachse R verteilt mehrere axial erstreckte Kanäle 60 auf (Fig. 9), die wie bevorzugt, aber nur beispielhaft an der inneren Umfangsfläche der Dichtungshülse 50 offen sind. Die Kanäle 60 können insbesondere nutförmig sein. Die Kanäle 60 erstrecken sich von der Stirnseite der Dichtungshülse 50, die der Nockenwelle 1 zugewandt ist, jeweils bis zum Druckanschluss P des Ventilgehäuses 10, verbinden den Anschluss P des Ventilgehäuses 10 also mit dem Anschluss P der Nockenwelle 1.

[0081] Indem die Dichtungshülse 50 mit einem oder mehreren zusätzlichen Kanälen 60 versehen ist, in dem oder denen das Druckfluid im Ringspalt 16 geführt und optional verteilt, beispielsweise dem P-Anschluss des Ventilgehäuses 10 zugeführt wird, eröffnen sich zusätzliche Möglichkeiten für die Gestaltung der Fluidführung für den Phasensteller. Ein oder mehrere derartige zusätzliche Kanäle 60 kann oder können bei jedem anderen der Ausführungsbeispiele ebenfalls vorgesehen sein, beispielsweise wie im fünften Ausführungsbeispiel in der Zuführung des Druckfluids zu einem zentralen Steuerventil oder beispielsweise auch in der Anführung zu einem Tankanschluss wie etwa einem der Tankanschlüsse T_A und T_B, um nur Beispiele zu nennen. Die jeweilige Dichtungshülse 50 muss im Bereich des einen oder der mehreren Kanäle 60 nur ausreichend dick sein, um den einen oder die mehreren Kanäle 60 mittels der jeweiligen Dichtungshülse 50 bilden zu können.

[0082] Figur 11 zeigt einen an der Nockenwelle 1 angeordneten Phasensteller eines sechsten Ausführungsbeispiels in einem zentralen Bereich, in dem wie in den anderen Ausführungsbeispielen der drehfeste Fügeverbund von Nockenwelle 1 und Rotor 7 gebildet ist. Vom Stator sind die beiden Deckel 4 und 6 erkennbar. Der Rotor 7 ist wie in den anderen Ausführungsbeispielen mittels einer zentralen Befestigungsstruktur 100 drehfest mit der Nockenwelle verbunden. Die Befestigungsstruktur 100 ragt axial in und durch den Rotor 7 und in einen hohlen Endabschnitt der Nockenwelle 1 und ist im Bereich ihres Verbindungsabschnitts 12 mit der Nockenwelle 1 verbunden, vorzugsweise verschraubt. Die Befestigungsstruktur 100 presst den Rotor 7 axial in Richtung auf die Nockenwelle 1, wie in den anderen Ausführungsbeispielen direkt gegen die Nockenwelle 1, und stellt dadurch die drehfeste Verbindung her. Der Stator ist im Bereich seines Deckels 4 relativ zur Nockenwelle 1 und im Bereich seines Deckels 6 relativ zur Befestigungsstruktur 100 im Rahmen seiner Drehwinkelverstellbarkeit beweglich, vorzugsweise jeweils drehgleitgelagert. Der Stator und der Rotor 7 sind wie in den anderen Ausführungsbeispielen ausgeführt, so dass diesbezüglich auf die Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels verwiesen werden kann.

[0083] Die Befestigungsstruktur 100 wird in Abweichung von den bislang beschriebenen Ausführungsbeispielen nicht von einem Steuerventil gebildet. Im sechsten Ausführungsbeispiel ist das Steuerventil, das die Drehwinkelverstellungen des Rotors 7 relativ zum Stator steuert, in Bezug auf die Stator-Rotor-Anordnung extern, vorzugsweise nahe bei der Stator-Rotor-Anordnung, angeordnet. Das Druckfluid wird den Stellkammern K_1 und K_2 (Figur 2) der Stator-Rotor-Anordnung zur Druckbeaufschlagung zugeführt und von den Stellkammern K_1 und K_2 ebenfalls über den Ringspalt 16 zur Druckentlastung abgeführt. Der Ringspalt 16 umfasst zwei aneinander grenzende axiale Abschnitte, von denen der eine zwischen der Befestigungsstruktur 100 und dem Rotor 7 und der andere zwischen der Befestigungsstruktur 100 und dem hohlen Endabschnitt der Nockenwelle 1 gebildet wird. In den Ringspalt 16 münden der Druckanschluss P, der den Stellkammern 8 zugeordnete Anschluss A, der den Stellkammern 9 zugeordnete Anschluss B und zwei Tankanschlüsse T_A und T_B. Die beiden Tankanschlüsse T_A und T_B bilden in Abhängigkeit vom Zustand, den das externe Steuerventil einnimmt, auch jeweils den Druckanschluss P des Phasenstellers. In einem ersten Zustand des Steuerventils strömt das Druckfluid vom Steuerventil aus durch den Druckanschluss P, der in ei-

nem anderen Zustand des Steuerventils den Tankanschluss T_A bildet, in den Ringspalt 16 und über den Ringspalt 16 und den im Ringspalt 16 mündenden Anschluss A, den die Verbindungskanäle 7a (Figur 2) des Rotors 7 bilden, in die Steuerkammern K_1. Im ersten Zustand des Steuerventils werden währenddessen gleichzeitig die Stellkammern K_2 über im Rotor 7 gebildete Verbindungskanäle, deren Mündungsbereiche gemeinsam den Steueranschluss B bilden, in den Ringspalt 16 und von dort aus über den Tankanschluss T_B zum Steuerventil hin im Druck entlastet. In einem zweiten Zustand des Steuerventils strömt das Druckfluid vom Steuerventil aus durch die den Tankanschluss T_B bildenden Öffnungen, die in diesem Ventilzustand den Druckanschluss P des Phasenstellers bilden, in den Ringspalt 16 und über den Ringspalt 16 und den von weiteren Verbindungskanälen des Rotors 7 gebildeten Anschluss B in die Stellkammern K_2. Gleichzeitig werden die Stellkammern K_1 im Druck entlastet, indem das Druckfluid aus den Stellkammern K_1 über den Anschluss A und den Ringspalt 16 sowie den Tankanschluss T_A in Richtung Steuerventil abströmt.

[0084] Im Ringspalt 16 ist eine Dichtungshülse 50 angeordnet, um die Anschlüsse A, B, P bzw. T_A und P bzw. T_B fluidisch voneinander trennen. Wie bereits erläutert, bildet in Abhängigkeit vom Zustand des externen Steuerventils entweder der Tankanschluss T_A den Druckanschluss P oder der Tankanschluss T_B den Druckanschluss P der Stator-Rotor-Anordnung. Das Steuerventil kann ferner so gebildet sein, dass es das Druckfluid gleichzeitig zu beiden Anschlüssen T_A und T_B leitet, so dass beide Tankanschlüsse den Druckanschluss P gemeinsam bilden, um beide Stellkammergruppen K_1 und K_2 gleichzeitig mit dem Druckfluid zu beaufschlagen und den Rotor 7 in einer Drehwinkelposition zwischen der Frühstellung und der Spätstellung zu halten.

[0085] Die Dichtungshülse 50 umfasst einen ersten Dichtsteg 51, einen zweiten Dichtsteg 52 und einen dritten Dichtsteg 53 sowie einen Verbindungssteg 56, der sich axial zwischen den Dichtstegen 51 und 52 erstreckt und diese miteinander verbindet, und einen Verbindungssteg 50, der sich axial zwischen den Dichtstegen 52 und 53 erstreckt und diese miteinander verbindet. Der Dichtsteg 52 dichtet die Anschlüsse A und B gegeneinander ab. Der Dichtsteg 53 dichtet die Anschlüsse B und T_B gegen den Tankanschluss T_A ab. Im Ergebnis trennt die Dichtungshülse somit die beiden Gruppen von Stellkammern K_1 und K_2 im Ringspalt 16 fluidisch voneinander. Die Anschlüsse B und T_B münden axial zwischen den Dichtstegen 52 und 53 im Bereich des Verbindungsstegs 57 in den Ringspalt 16. Die Anschlüsse A und T_A münden links und rechts außerhalb des durch die Dichtstege 52 und 53 abgedichteten Spaltabschnitts, in den die Anschlüsse B und T_B münden.

[0086] Der Dichtsteg 51 ragt in eine Vertiefung, die an der von der Nockenwelle 1 abgewandten Seite als umlaufende Schulter am Rotor 7 geformt ist. Im gefügten Zustand drückt die Befestigungsstruktur 100 mit einer Befestigungsschulter axial gegen den Rotor 7 und dabei gleichzeitig auch gegen den Dichtsteg 51. Im Ausführungsbeispiel drückt die Befestigungsschulter der Befestigungsstruktur 100 nicht unmittelbar gegen den Dichtsteg 51, sondern über einen Andrückkörper, an dessen äußeren Umfang der Stator, nämlich dessen Deckel 6, gelagert ist.

[0087] Die Dichtungshülse 50 liegt mit ihren Dichtstegen 51, 52 und 53 nur am Rotor 7 und an einem inneren Umfang der Nockenwelle 1 an. Zwischen dem äußeren Umfang der Befestigungsstruktur 100 und der Dichtungshülse 50 verbleibt ein Ringspalt 61, der den Anschluss A mit dem Tankanschluss T_A verbindet. In einer Modifikation kann die Dichtungshülse 50 am Umfang der Befestigungsstruktur 100 abgestützt und am Innenumfang der Dichtungshülse 50 wenigstens ein axialer Kanal geformt sein, der an der inneren Umfangsfläche der Dichtungshülse 50 offen ist. Bevorzugter können in einer derartigen Modifikation über den inneren Umfang der Dichtungshülse 50 verteilt mehrere solche Kanäle gebildet sein. Der eine oder die mehreren Kanäle würden den Ringspalt 61 ersetzen, indem der eine oder die mehreren Kanäle die Anschlüsse A und T_A miteinander verbindet oder verbinden. Vorteil der Modifikation wäre, dass die Dichtungshülse 50 nach radial innen an der Befestigungsstruktur 100 abgestützt ist. Im Ausführungsbeispiel ist die Dichtungshülse 50 über ihre axiale Länge gesehen ausreichend biegesteif, um den zur Abdichtung erforderlichen Kontaktdruck mit der inneren Umfangsfläche des Rotors 7 und der inneren Umfangsfläche der Nockenwelle 1 zu gewährleisten. Die Dichtungshülse 50 kann für diesen Zweck beispielsweise eine sich vom Dichtsteg 51 bis zum Dichtsteg 53 erstreckende biegesteife Trägerhülse umfassen, die mit einem Elastomerwerkstoff umspritzt ist, um die Dichtstege 51, 52 und 53 in der erforderlichen Elastizität zu erhalten. Die Trägerstruktur kann beispielsweise aus einem Metallwerkstoff oder einem ausreichend steifen Kunststoff geformt sein. In noch einer Modifikation kann solch eine Trägerhülse den Dichtsteg 52 oder den Dichtsteg 53 unmittelbar bilden, indem der Dichtsteg 52 oder 53 durch entsprechende Formgebung nicht wie im Ausführungsbeispiel materialelastisch, sondern formelastisch gegen die innere Umfangsfläche des Rotors 7 oder der Nockenwelle 1 drückt oder jeweils drücken.

[0088] Die Figuren 12 und 13 zeigen eine Befestigungsstruktur 10, die mit einer Dichtungshülse 50 aus einem Elastomerwerkstoff umspritzt ist. Die Dichtungshülse 50 umfasst die Dichtstege 51, 52 und 53 und die sich axial zwischen je zwei benachbarten Dichtstegen erstreckenden Verbindungsstege 56 und 57, welche die jeweils links und rechts angrenzenden Dichtstege miteinander verbinden.

[0089] Die Befestigungsstruktur 10 ist wie in anderen Ausführungsbeispielen auch ein Ventilgehäuse 10 eines Steuerventils des Phasenstellers. Das Steuerventil entspricht dem des ersten Ausführungsbeispiels. Die durch das Umspritzen angeformte Dichtungshülse 50 weist im

Bereich der Verbindungsstege 56 und 57 über den Umfang verteilt mehrere Durchgänge auf, die in Überdeckung mit Öffnungen der die Steueranschlüsse A und B bildenden Steuerkanäle des Ventilgehäuses 10 sind. Auf diese Weise wird im montierten Zustand für die Stator-Rotor-Anordnung eine kurze, widerstandsarme Fluidverbindung zwischen dem Steuerventil 10 und dem umgebenden Rotor erhalten.

[0090] Um einen besonders sicheren Halt der Dichtungshülse 50 auf der Befestigungsstruktur 10 zu gewährleisten, weist die Befestigungsstruktur 10 an ihrem äußeren Umfang in der axialen Überlappung mit der Dichtungshülse 50 eine reliefartige, beispielsweise gerändelte, Oberfläche, also einen gerauten Umfang 70 mit einer Vielzahl flacher Erhebungen und entsprechender Vertiefungen auf in die der Elastomerwerkstoff beim Spritzgießen dringt. Hierdurch wird die Kontaktfläche von Befestigungsstruktur 10 und Dichtungshülse 50 vergrößert und sowohl in axialer Richtung als auch in Umfangsrichtung ein fester Formschluss zwischen diesen beiden Strukturen 10 und 50 erhalten. Grundsätzlich kann die äußere Umfangsfläche der Befestigungsstruktur 10 im Bereich der Dichtungshülse 50 aber auch glatt sein. Zu den Dichtstegen 51-53 ist noch nachzutragen, dass sie sich wie im ersten Ausführungsbeispiel nach radial außen, in Richtung auf die innere Umfangsfläche des Rotors verjüngen.

[0091] Von den geschilderten Merkmalen abgesehen entspricht der Phasensteller des siebten Ausführungsbeispiels dem des ersten Ausführungsbeispiels. So kann die Befestigungsstruktur 10 mit der angeformten Dichtungshülse 50 beispielsweise die Befestigungsstruktur 10 und Dichtungshülse 50 des ersten Ausführungsbeispiels ersetzen.

[0092] Figur 14 zeigt von einem Phasensteller eines achten Ausführungsbeispiels die zentrale Befestigungsstruktur 10 und eine auf dem äußeren Umfang der Befestigungsstruktur 10 befestigte Dichtungshülse 50. Die Dichtungshülse 50 ist separat von der Befestigungsstruktur 10 gefertigt und auf den äußeren Umfang der Befestigungsstruktur 10 bei 71 gepresst oder geklebt. Press- und Klebeverbindung 71 können jeweils ausschließlich oder in Kombination verwirklicht sein. Von den erläuterten Merkmalen abgesehen entspricht die Anordnung aus Befestigungsstruktur 10 und Dichtungshülse 50 derjenigen des siebten Ausführungsbeispiels.

[0093] In Figur 15 sind eine zentrale Befestigungsstruktur 10 und eine darauf befestigte Dichtungshülse 50 in einem neunten Ausführungsbeispiel dargestellt. Die Befestigungsstruktur 10 wird wieder von einem Ventilgehäuse 10 eines Steuerventils dem ersten Ausführungsbeispiel entsprechend gebildet. Die Dichtungshülse 50 ist form- und reibschlüssig mit der Befestigungsstruktur 10 verbunden. Sie weist im Bereich ihrer Dichtstege 51, 52 und 53 Eingriffselemente 72 auf, die mit Eingriffsgegenelementen 73 der Befestigungsstruktur 10 im Eingriff sind. Die Eingriffselemente 72 sind in Bezug auf den Eingriff Abragungen und die Eingriffsgegenelemente 53 dementsprechend Vertiefungen. Im Ausführungsbeispiel sind die Eingriffsgegenelemente 73 um die Drehachse R umlaufende, nutförmige Kanäle. Die Eingriffselemente 72 sind als um die Drehachse R ringförmig umlaufende Abragungen gebildet. Im Ausführungsbeispiel sind die Dichtstege 51, 52 und 53 wie im dritten Ausführungsbeispiel (Figur 6) im Profil rautenförmig, wobei die radial einander gegenüberliegenden Rauteneckbereiche außen an der inneren Umfangsfläche des Rotors 7 dichtend anliegen, wenn die Befestigungsstruktur 10 in den zentralen Durchgang des Rotors 7 eingeführt oder insbesondere der Phasensteller an der Nockenwelle montiert ist, und die radial inneren Rauteneckbereiche bilden die Eingriffselemente 72, d. h. ein Eingriffselement pro Dichtsteg 51, 52 und 53. Die Eingriffselemente 72 und Eingriffsgegenelemente 53 bilden im Eingriff miteinander auch die Dichtung zur Befestigungsstruktur 10 hin. Die Dichtungshülse 50 kann in Umfangsrichtung zusätzlich fixiert sein, beispielsweise durch eine Klebeverbindung oder eine zusätzliche Fonnschlussverbindung, um ein Verdrehen der Dichtungshülse 50 relativ zur Befestigungsstruktur 10 sicherer zu verhindern.

[0094] Von den erläuterten Merkmalen abgesehen entspricht die Anordnung aus Befestigungsstruktur 10 und Dichtungshülse 50 denjenigen des siebten und achten Ausführungsbeispiels.

[0095] Figur 16 zeigt den Rotor 7 und die zentrale Befestigungsstruktur 10 eines Phasenstellers in einem zehnten Ausführungsbeispiel. Im Ringspalt zwischen Rotor 7 und Befestigungsstruktur 10 ist eine Dichtungshülse 50 positioniert und fixiert. Die Dichtungshülse 50 ist zwischen einer Stirnfläche 10a der Befestigungsstruktur 10 und einer Stimfläche 7c des Rotors 7 axial eingefasst. Die Stirnfläche 10a ist ein innerer Ringflächenbereich der Befestigungsschulter der Befestigungsstruktur 10. Die axial gegenüberliegende Stirnfläche 7c ist eine Schulterfläche des Rotors 7, über die sich der Durchmesser des zentralen Durchgangs des Rotors 7 verringert. Die beiden äußeren Dichtstege 51 und 53 liegen an der jeweils zugewandten Stirnfläche 10a und 7c axial an und dichten die Anschlüsse A und B zur Umgebung hin ab. Der mittlere Dichtsteg 52 dichtet die Anschlüsse A und B gegeneinander ab. Die Dichtstege 51, 52 und 53 sind im Wesentlichen rechteckförmig, also nicht verjüngt. Entsprechend ist von Vorteil, wenn bei Ausführung der Dichtungshülse 50 als Spritzgusshülse ein im Vergleich zu anderen Ausführungsbeispielen weicherer Elastomerwerkstoff verwendet wird. In einer Modifikation können die Dichtstege 51 bis 53 sich jedoch zum Rotor 7 oder der Befestigungsstruktur 10 hin verjüngen, wobei allerdings dafür Sorge getragen werden muss, dass die Dichtstege 51 und 53 dichtend an den Stirnflächen 10a und 7c anliegen, die Dichtungshülse 50 also nach wie vor zwischen den Stirnflächen 10a und 7c axial eingefasst ist, und nach außen abdichten. Von den erläuterten Merkmalen abgesehen entspricht der Phasensteller dem des ersten Ausführungsbeispiels.

[0096] In Figur 17, dem elften Ausführungsbeispiel,

verringert sich der Durchmesser des zentralen Durchgangs des Rotors 7 in mehreren Stufen, eine Stufe pro Dichtsteg der Dichtungshülse 50. Die Dichtungshülse 50 umfasst wieder den ersten Dichtsteg 51, den zweiten Dichtsteg 52 und den dritten Dichtsteg 53 sowie diese verbindende Verbindungsstege 56 und 57. Die Dichtungshülse 50 ist im Ganzen wie im vorherigen Ausführungsbeispiel zwischen einer Stirnfläche 10a der Befestigungsstruktur 10 und einer Stirnfläche 7c des Rotors 7 axial eingefasst und dichtet den Ringspalt 16 über die axiale Länge der Dichtungshülse 50 durch Kontakt mit der Schulterfläche 10a und Kontakt mit der Schulterfläche 7c nach außen, zur Umgebung ab. Im Unterschied zum vorherigen Ausführungsbeispiel liegen der Dichtsteg 51 an seiner von der Stirnfläche 10a abgewandten Seite an einer Stirnfläche 7d des Rotors 7 und der Dichtsteg 52 an einer weiteren Stirnfläche 7e des Rotors 7 an. Von den genannten Merkmalen abgesehen entspricht der Phasensteller demjenigen des vorherigen Ausführungsbeispiels (Figur 16).

[0097] Figur 18 zeigt einen Phasensteller eines zwölften Ausführungsbeispiels, der sich vom ersten Ausführungsbeispiel nur in der Dichtungshülse 50 unterscheidet. In den bislang erläuterten Ausführungsbeispielen beruhte die Dichtwirkung der jeweiligen Dichthülse 50 zumindest im Wesentlichen auf Materialelastizität, d. h. auf den elastischen Eigenschaften des verwendeten Elastomerwerkstoffs. Im zwölften Ausführungsbeispiel wird die Dichtwirkung zumindest im Wesentlichen durch eine entsprechende Formgebung und somit durch Formelastizität der Dichtungshülse 50 erhalten. Die Dichtungshülse 50 umfasst die Dichtstege 51, 52 und 53 und die Dichtstege miteinander verbindende Verbindungsstege 56 und 57. Die Dichthülse 50 kann insbesondere aus einem Metallwerkstoff geformt sein, beispielsweise aus Federstahl. Die Dichtstege 51, 52 und 53 sind im Profil jeweils gewellt. Jeder der Dichtstege 51, 52 und 53 ist um die Drehachse R in einem dichtenden Kontakt mit der äußeren Umfangsfläche der Befestigungsstruktur 10 und einem dichtenden Kontakt mit der inneren Umfangsfläche des Rotors 7, um die Anschlüsse A und B im Ringspalt 16 gegeneinander und zur Umgebung abzudichten. Von den erläuterten Unterschieden abgesehen entsprich der Phasensteller dem des ersten Ausführungsbeispiels.

[0098] Nachfolgend werden im Funktionsumfang reduzierte, in der vorliegenden Anmeldung nicht beanspruchte Dichtungshülsen 50 offenbart:

[0099] Figur 19 zeigt eine Befestigungsstruktur 10 mit einer daran befestigten Dichtungshülse 50, die sich von der Dichtungshülse 50 des ersten Ausführungsbeispiels dadurch unterscheidet, dass der Dichtsteg 51 und der Verbindungssteg 56 des ersten Ausführungsbeispiels weggefallen sind. Von diesem Unterschied abgesehen entspricht die Dichtungshülse 50 und auch die Befestigungsstruktur 10 dem ersten Ausführungsbeispiel. Die Dichtungshülse 50 kann diejenige des ersten Ausführungsbeispiels einfach ersetzen, wobei der fehlende Dichtsteg 51 durch eine anderweitige, separate Dichtung ersetzt wird.

[0100] Figur 20 zeigt die Befestigungsstruktur 10 des ersten Ausführungsbeispiels mit einer Dichtungshülse 50, die nur die beiden Dichtstege 52 und 53 und den sie verbindenden Verbindungssteg 57 aufweist. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Eingriffselemente 59 im Bereich des Verbindungsstegs 57 gebildet.

[0101] Figur 21 zeigt ein Ausführungsbeispiel, in dem die Dichtungshülse 50 nur zwei Dichtstege, nämlich den Dichtsteg 52 und den Dichtsteg 53, und einen diese Dichtstege 51 und 52 miteinander verbindenden Verbindungssteg 57 aufweist. Im Fügeverbund von Rotor und Nockenwelle übernehmen die Dichtstege 52 und 53 die zu den Ausführungsbeispielen der Figuren 1 bis 18 zu den dortigen Dichtstegen 52 und 53 erläuterten Funktionen. Die Dichtungshülse 50 ist dem Ausführungsbeispiel der Figuren 12 und 13 entsprechend auf dem äußeren Umfang der Befestigungsstruktur 10 angeordnet. Die Befestigungsstruktur 10 ist mit dem die Dichtungshülse 50 bildenden Elastomerwerkstoff umspritzt. Die Befestigungsstruktur 10 weist im umspritzten Axialabschnitt einen gerauten Umfang 70 auf, vorzugsweise eine reliefartige Oberfläche, um die feste Verbindung mit der Dichtungshülse 50 zu verbessern. Von den erläuterten Unterschieden abgesehen entsprechen die Befestigungsstruktur 10 und die Dichtungshülse 50 derjenigen des Ausführungsbeispiels der Figuren 12 und 13, so dass auf die dortige Beschreibung und im Übrigen auf das erste Ausführungsbeispiel verwiesen wird.

[0102] In Figur 22 ist eine Befestigungsstruktur 10 mit einer daran fest angeordneten Dichtungseinrichtung 50 dargestellt, die nicht als Dichtungshülse, sondern durch zwei separate Dichtstege 52 und 53 gebildet wird. Die Befestigungsstruktur 10 ist in jeweils einem Axialabschnitt zwischen den Anschlüssen A und B und den Anschlüssen B und T_B mit einem Elastomerwerkstoff umspritzt, der jeweils einen der Dichtstege 52 und 53 bildet. Die Befestigungsstruktur 10 weist radial unterhalb der Dichtstege 52 und 53 umlaufend jeweils eine schmale, radial nach außen abstehende Rippe auf, die mit dem Elastomerwerkstoff an jeweils der Umfangsfläche und an jeweils beiden axialen Seiten umspritzt ist. In einer Weiterentwicklung kann im gleichen Spritzprozess gemeinsam mit den Dichtstegen 52 und 53 ein diese beiden Stege miteinander verbindender Verbindungssteg entsprechend dem Verbindungssteg 57 der anderen Ausführungsbeispiele geformt und die separaten Dichtstege 52 und 53 dadurch zu einer Dichtungshülse weitergebildet werden. Die Ausbildung der flachen, umlaufenden Rippen an der Befestigungsstruktur 10 ist als ein weiteres Beispiel für eine formschlüssige Verbindung zu sehen, durch die beispielsweise der Eingriff des wenigstens einen Eingriffselements 59 und des wenigstens einen Eingriffsgegenelements 19 des ersten Ausführungsbeispiels oder die geraute Umfangsfläche in den Ausführungsbeispielen der Figuren 12, 13 und 21 ersetzt werden kann.

[0103] Figur 23 zeigt in einer isometrischen Sicht eine

Befestigungsstruktur 10 mit einer ebenfalls modifizierten Dichtungshülse 50, die wie in den Ausführungsbeispielen der Figuren 19 bis 21 nur die Dichtstege 52 und 53 und einen diese miteinander verbindenden Verbindungssteg 57 umfasst. Im Unterschied zu den anderen Ausführungsbeispielen wird die Dichtungshülse 50 nicht axial auf die Befestigungsstruktur 10 aufgeschoben oder aufgezogen, sondern von der Seite her angebracht. Sie ist zu diesem Zweck einmal axial geteilt, die Teilung ist mit 50a bezeichnet, so dass sie gegen ihre elastische Rückstellkraft ausreichend weit aufgebogen und im aufgebogenen Zustand von der Seite, radial, auf den äußeren Umfang der Befestigungsstruktur aufgelegt werden kann. Sie kann vorteilhafterweise wenigstens ein Eingriffselement, beispielsweise wenigstens ein Eingriffselement 59 wie im ersten Ausführungsbeispiel, aufweisen, das bei der Anbringung der Dichtungshülse 50 in eine der den Anschluss B bildenden Öffnungen der Befestigungsstruktur 10 gedrückt wird. Die Befestigungsstruktur 10 wird wie in den Ausführungsbeispielen der Figuren 21 und 22 vom Ventilgehäuse 10 eines zentral angeordneten Steuerventils dem ersten Ausführungsbeispiel entsprechend gebildet. Jede der in einem Fügeprozess mit der Befestigungsstruktur 10 verbundenen Dichtungshülsen 50 kann entsprechend dem Ausführungsbeispiel der Figur 23 eine Teilung 50a aufweisen, um von der Seite um die Befestigungsstruktur 23 gelegt werden zu können. Allerdings wird nicht geteilten Dichtungshülsen 50 der Vorzug gegeben.

[0104] Figur 24 zeigt einen Phasensteller mit einer gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel modifizierten Stator-Rotor-Anordnung. Die zentrale Befestigungsstruktur 10 mit integrierter Filtereinrichtung 30 und integriertem Sperrorgan 40 entspricht dem ersten Ausführungsbeispiel. Im Ringspalt 16 ist auch die Dichtungshülse 50 des ersten Ausführungsbeispiels angeordnet. Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel ist der Stator 3 nur zweiteilig. Das Mitttelteil 5 und der Deckel 6 sind in einem Stück geformt.

[0105] Vom ersten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich auch der Verriegelungsmechanismus. Der Verriegelungsmechanismus umfasst ein Verriegelungspin 83, der in einer gestuften Bohrung des Rotors 7 aufgenommen und axial geführt ist. Der Pin 83 kann bei Druckbeaufschlagung eines Druckraums 84 gegen die Kraft einer Verriegelungsfeder 85 aus der in Figur 24 eingenommenen eingeriegelten Position in eine Freigabeposition bewegt werden, um den Rotor 7 in Richtung auf die Spätstellung bewegen zu können. Zu diesem Zweck ist er fluidisch mit der nächstgelegenen Spätstellkammer K_2 verbunden. Abgesehen von der Beaufschlagung aus einer der Spätstellkammern K_2 entspricht der den Verriegelungspin 83 umfassende Verriegelungsmechanismus dem der DE 10 2011 004 539.

[0106] Im Unterschied zu dem Verriegelungsmechanismus der Figur 24 weist der Verriegelungsmechanismus des ersten Ausführungsbeispiels (Figuren 1-4) Besonderheiten auf. So ist der Verriegelungspin 80 im Rotor 7 in einer einfachen, nicht gestuften Bohrung aufgenommen und axial geführt. Diese Bohrung ist im Rotor 7 des ersten Ausführungsbeispiels als Sackbohrung gebildet, so dass sich die Verriegelungsfeder 82 unmittelbar am Rotor 7 und nicht wie im Ausführungsbeispiel der Figur 24 an einem eingesetzten Abstützelement 86 abstützt. Wegen der Abstützung der Verriegelungsfeder 82 unmittelbar am Rotor, im ersten Ausführungsbeispiel unmittelbar an einer vom Rotor 7 gebildeten Rückwand der Sackbohrung, entfällt ein separat zu fertigendes und zu montierendes Abstützelement, wie das Abstützelement 86. Derartige Abstützelemente sind üblicherweise aus Kunststoff gefertigt, woraus die Gefahr erwächst, dass sich das Abstützelement 86 im Betrieb des Phasenstellers axial bewegen und dadurch axialen Reibungsdruck auf die gegenüberliegende Stirnfläche des Stators 3, in Figur 24 des Statordeckels 4, ausüben kann. Dies wird beim Verriegelungsmechanismus des ersten Ausführungsbeispiels durch die direkte Abstützung am Rotor 7 verhindert. Noch ein Unterschied besteht darin, dass im ersten Ausführungsbeispiel der Druckraum 81 unmittelbar an die Verriegelungsöffnung des Stators 3, hier des Statordeckels 4, grenzt, und die Stirnfläche des Verriegelungspins 80, die den Druckraum 81 begrenzt und daher mit dem darin herrschenden Druck beaufschlagt wird, unmittelbar der Statorstirnfläche, hier des Statordeckels 4, axial gegenüber liegt. Ferner ist bereits aufgrund der Toleranzen dafür gesorgt, dass der Druckraum 81 mit der Verriegelungsöffnung des Stators 3, in die der Verriegelungspin 80 im verriegelten Zustand eingetaucht ist, in Fluidverbindung steht, so dass auch die in die Verriegelungsöffnung eingetauchte Stirnfläche des Verriegelungspins 80 mit dem Druckfluid aus dem Druckraum 81 beaufschlagt wird. Im Ergebnis wird ein Verriegelungsmechanismus erhalten, der ebenso sicher wie im Ausführungsbeispiel der Figur 24 verriegelt und entriegelt, der aber andererseits konstruktiv vereinfacht, hinsichtlich der erläuterten Reibproblematik verbessert und nicht zuletzt aus diesen beiden Gründen auch robuster ist. Der Druckraum 81 kann mit einer benachbarten Stellkammer K_2 oder direkt mit dem B-Anschluss verbunden sein.

[0107] Zum Ausführungsbeispiel der Figur 24 ist noch nachzutragen, dass der Phasensteller einen Gegenhalter 75 aufweist, der an einem der Nockenwelle 1 zugewandten Ende mit einem Flansch in einen Axialspalt zwischen Rotor 7 und der Befestigungsschulter der Befestigungsstruktur 10 ragt. Dieser Flansch des Gegenhalters 84 wirkt in der Art einer Unterlegscheibe. Er fängt Reibkräfte bei der Montage ab und entlastet dadurch eine Absteckeinrichtung, mit welcher der Rotor 7 oder die Nockenwelle 1 bei der Montage des Phasenstellers gesichert wird oder werden. Der Gegenhalter 75 schließt ferner einen Raum rückwärtig ab, in dem die Torsionsfeder 17 angeordnet ist. Der Gegenhalter 75 dient auf diese Weise auch als Verliersicherung für den Fall, dass die Torsionsfeder 17 brechen sollte. Schließlich kann der Gegenhalter 75 auch noch als Drehwinkelgeber benutzt werden, dessen Drehwinkelposition und damit die Dreh-

winkelposition des Rotors 7, relativ zum Stator 3 mittels eines Sensors detektiert werden kann.

Bezugszeichenliste:

[0108]

1	Nockenwelle
2	Maschinengehäuse
3	Stator
4	Antriebsrad
5	Flügelrad
5a	Statorbacken
6	Deckel
7	Rotor
7a	Verbindungskanal
7b	Verbindungskanal
7c	Stirnfläche
7d	Stirnfläche
7e	Stirnfläche
8	Rotorflügel
9	-
10	Befestigungsstruktur, Ventilgehäuse
10a	Stirnfläche
11	Stirnverschlusswand
12	Verbindungsabschnitt
14	Ventilfeder
15	Stellglied
16	Ringspalt
17	Torsionsfeder
18	aufgeweiteter Gehäuseabschnitt
19	Eingriffsgegenelement
20	Ventilkolben
21	Kolbeneinlass
22	Hohlraum
23	Kolbenauslass
24	Kompensations-Zuführung
25	Kopplungsorgan
26	Vertiefung
27	Vertiefung
28	Aufweitung, aufgeweiteter Kolbenabschnitt
29	Fluidverbindung
30	Filtereinrichtung
31	Filterhüllstruktur, Mantel
32	Filterhüllstruktur, Boden
33	-
34	Filtereinlass
35	-
40	Sperrorgan
41	Sperrköper
42	Sperrfeder
50	Dichtungshülse
50a	Teilung
51	Dichtsteg
52	Dichtsteg
53	Dichtsteg
54	Dichtsteg
55	Dichtsteg
56	Verbindungssteg
57	Verbindungssteg
58	-
59	Eingriffselement
60	Kanal
70	gerauter Umfang
71	Klebeverbindung
72	Abragung
73	Vertiefung
74	-
75	Gegenhalter
80	Verriegelungspin
81	Druckraum
82	Verriegelungsfeder
83	Verriegelungspin
84	Druckraum
85	Verriegelungsfeder
86	Abstützelement
A	Steueranschluss
B	Steueranschluss
D	Drehrichtung des Stators
K_1	Frühstellkammer
K_2	Spätstellkammer
P	Druckanschluss
R	Drehachse, zentrale Achse
T_A	Tankanschluss
T_B	Tankanschluss

Patentansprüche

1. Phasensteller zur Verstellung der Drehwinkelposition einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine, der Phasensteller umfassend:

   (a) einen von der Kurbelwelle drehantreibbaren Stator (3),
   (b) einen vom Stator (3) um eine Drehachse (R) drehantreibbaren Rotor (7), der mit dem Stator (3) eine erste Stellkammer (K_1) und eine zweite Stellkammer (K_2) bildet, die mit einem Druckfluid beaufschlagbar sind, um den Rotor (7) relativ zum Stator (3) um die Drehachse (R) verstellen zu können,
   (c) eine zur drehmomentfesten Verbindung des Rotors (7) mit der Nockenwelle (1) axial durch den Rotor (7) erstreckte Befestigungsstruktur (10; 100), die mit dem Rotor (7), und im verbundenen Zustand optional auch mit der Nockenwelle (1), einen Ringspalt (16) bildet,
   (d) einen ersten Dichtsteg (51), einen zweiten Dichtsteg (52) und einen dritten Dichtsteg (53), die sich jeweils um die Drehachse (R) erstrecken und elastisch nachgiebig sind,
   (e) einen axial zwischen dem ersten Dichtsteg (51) und dem zweiten Dichtsteg (52) in den

Ringspalt (16) mündenden ersten Fluidanschluss (A, P, 7a), durch den das Druckfluid der ersten Stellkammer (K_1) zuführbar ist,
(f) einen axial zwischen dem zweiten Dichtsteg (52) und dem dritten Dichtsteg (53) in den Ringspalt (16) mündenden zweiten Fluidanschluss (B, T_B, 7b), durch den das Druckfluid von der zweiten Stellkammer (K_2) abführbar ist,
(g) und eine an dem Rotor (7) oder der Befestigungsstruktur (10; 100) befestigte Dichtungshülse (50), die in einem Stück die Dichtstege (51, 52, 53) und axial zwischen den Dichtstegen (51, 52, 53) diese miteinander verbindende Verbindungsstege (56, 58) bildet, wobei im Bereich wenigstens eines der Verbindungsstege (56, 57) einer der Fluidanschlüsse (A, P, 7a, B, T_B, 7b) gebildet ist.

2. Phasensteller nach dem vorhergehenden Anspruch, umfassend ein dem Steuern des Druckfluids dienendes Steuerventil mit einem axial im Rotor (7) erstreckten, die Befestigungsstruktur (10) bildenden Ventilgehäuse (10) und einem im Ventilgehäuse (10) axial beweglichen Ventilkolben (20), wobei das Ventilgehäuse (10) einen Druckanschluss (P) für die Zuführung des Druckfluids in das Ventilgehäuse (10), einen mit der ersten Stellkammer (K_1) verbundenen ersten Steueranschluss (A), einen mit der zweiten Stellkammer (K_2) verbundenen zweiten Steueranschluss (B) und einen Tankanschluss (T_A, T_B) für die Abführung des Druckfluids aus dem Ventilgehäuse (10) aufweist und einer der Anschlüsse des Ventilgehäuses (10), vorzugsweise der erste Steueranschluss (A), den ersten Fluidanschluss (A, P, 7a) bildet oder im Ringspalt (16) mit diesem verbunden ist und ein anderer der Anschlüsse des Ventilgehäuses (10), vorzugsweise der zweite Steueranschluss (B), den zweiten Fluidanschluss (B, T_B, 7b) bildet oder im Ringspalt (16) mit diesem verbunden ist.

3. Phasensteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungshülse (50) ein Eingriffselement (59) und die Befestigungsstruktur (10) oder der Rotor (7) ein Eingriffsgegenelement (19) aufweist und das Eingriffselement (59) mit dem Eingriffsgegenelement (19) in einem form- oder reibschlüssigen, vorzugsweise form- und reibschlüssigen Eingriff ist, der die Dichtungshülse (50) an der Befestigungsstruktur (10) oder dem Rotor (7) axial oder in Umfangsrichtung fixiert, wobei eines aus Eingriffselement (59) und Eingriffsgegenelement (19) eine Vertiefung und das andere eine in die Vertiefung ragende Abragung ist.

4. Phasensteller nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Fluidanschluss (A, P, 7a) oder der zweite Fluidanschluss (B, T_B, 7b) das Eingriffsgegenelement (19) bildet und das Eingriffselement (59) vom Druckfluid durchströmbar ist.

5. Phasensteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens einer der Dichtstege (51, 52, 53) in eine um die Drehachse (R) umlaufende Vertiefung (73) der Befestigungsstruktur (10) oder des Rotors (7) ragt oder wenigstens einer der Dichtstege (51, 52, 53) eine um die Drehachse (R) umlaufende Vertiefung aufweist, in die eine um die Drehachse (R) umlaufende Abragung der Befestigungsstruktur (10) oder des Rotors (7) ragt.

6. Phasensteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtstege (51, 52, 53), vorzugsweise auch die Verbindungsstege (56, 57), durch Umspritzen eines äußeren Umfangs (70) der Befestigungsstruktur (10) oder eines inneren Umfangs des Rotors (7) aus Kunststoff erhaltene Spritzgussstege sind.

7. Phasensteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungshülse (50) mit radialer Pressung auf dem äußeren Umfang (71) der Befestigungsstruktur (10) oder dem inneren Umfang des Rotors (7) befestigt ist.

8. Phasensteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befestigungsstruktur (10; 100) in einem aus dem Ringspalt (16) ragenden Abschnitt eine um die Drehachse (R) umlaufende Schulter aufweist, die zur drehmomentfesten Verbindung von Rotor (7) und Nockenwelle (1) axial in Richtung auf den Rotor (7) spannbar ist, und einer der Dichtstege (51, 52, 53) oder ein weiterer Dichtsteg der Dichtungshülse (50) radial in einen um die Drehachse (R) umlaufenden Spalt zwischen dem Rotor (7) und der Schulter der Befestigungsstruktur (10; 100) ragt, so dass die Schulter im verbundenen Zustand von Rotor (7) und Nockenwelle (1) über den Dichtsteg (51) axial gegen den Rotor (7) drückt und der Dichtsteg (51) den Ringspalt (16) abdichtet.

9. Phasensteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich wenigstens einer der Dichtstege (51, 52, 53) in Richtung auf eine äußere Umfangsfläche der Befestigungsstruktur (10; 100) oder eine innere Umfangsfläche des Rotors (7) verjüngt, vorzugsweise konisch.

10. Phasensteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest die Dichtstege (51, 52, 53) in einem Spritzgussverfahren gemeinsam geformte Spritzgussstege aus einem Elastomerwerkstoff sind, wobei die Dich-

tungshülse (50) optional eine Trägerhülse (300) aus einem Metall oder Kunststoff umfasst, die mit einem oder mehreren der Dichtstege, vorzugsweise mit jedem der Dichtstege, umspritzt ist.

11. Phasensteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungshülse (50) zur Reinigung des Druckfluids eine Filtereinrichtung (300) als integrierten Bestandteil umfasst.

12. Phasensteller nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Filtereinrichtung (300) wenigstens einen der Verbindungsstege bildet oder das elastisch nachgiebige Material der Dichtungshülse (50) eine Trägerstruktur für die unlösbar fest mit der Trägerstruktur verbundene Filtereinrichtung (300) bildet.

13. Phasensteller nach einem der zwei vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtstege (51, 52, 53), vorzugsweise auch die Verbindungsstege (56, 57), aus Kunststoff im Spritzguss geformte Spritzgussstege und die Filtereinrichtung (300) durch Umspritzen mit dem Kunststoff mit wenigstens einem der Spritzgussstege fest verbunden ist.

14. Phasensteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungshülse (50) wenigstens einen axial erstreckten, an einer Umfangsfläche der Dichtungshülse (50) vorzugsweise offenen Kanal (60) für die Führung des Druckfluids aufweist.

15. Phasensteller nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (7) in radialer Richtung eine größere Wärmedehnung als die Befestigungsstruktur (10; 100) aufweist, so dass sich die radiale Weite des Ringspalts (16) bei einer Erhöhung der Temperatur vergrößert, und dass die Dichtungshülse (50) eine hierdurch bedingte Variation der radialen Weite des Ringspalts (16) durch elastische Verformung zumindest teilweise kompensiert.

Claims

1. A phase setter for adjusting the rotational angular position of a cam shaft relative to a crankshaft of a combustion engine, said phase setter comprising:

(a) a stator (3) which can be rotary-driven by the crankshaft;
(b) a rotor (7) which can be rotary-driven about a rotational axis (R) by the stator (3) and which forms a first setting chamber (K_1) and a second setting chamber (K_2) with the stator (3), to each of which a pressure fluid can be applied in order to be able to adjust the rotor (7) relative to the stator (3) about the rotational axis (R);
(c) a fastening structure (10; 100) which extends axially through the rotor (7), in order to connect the rotor (7) and the cam shaft (1) fixedly in terms of torque, and which forms an annular gap (16) with the rotor (7) and, once connected, optionally also with the cam shaft (1);
(d) a first sealing stay (51), a second sealing stay (52) and a third sealing stay (53) which each extend around the rotational axis (R) and are elastically flexible;
(e) a first fluid port (A, P, 7a) which feeds into the annular gap (16), axially between the first sealing stay (51) and the second sealing stay (52), and through which the pressure fluid can be supplied to the first setting chamber (K_1);
(f) a second fluid port (B, T_B, 7b) which feeds into the annular gap (16), axially between the second sealing stay (52) and the third sealing stay (53), and through which the pressure fluid can be drained from the second setting chamber (K_2);
(g) and a sealing sleeve (50) which is fastened to the rotor (7) or to the fastening structure (10; 100) and which forms the sealing stays (51, 52, 53) and connecting stays (56, 57), which connect the sealing stays (51, 52, 53) to each other axially between the sealing stays (51, 52, 53), in one piece, wherein one of the fluid ports (A, P, 7a, B, T_B, 7b) is formed in the region of at least one of the connecting stays (56, 57).

2. The phase setter according to the preceding claim, comprising a control valve which is used to control the pressure fluid and which comprises: a valve housing (10) which extends axially in the rotor (7) and forms the fastening structure (10); and a valve piston (20) which can be axially moved in the valve housing (10); wherein the valve housing (10) comprises a pressure port (P) for supplying the pressure fluid into the valve housing (10), a first control port (A) which is connected to the first setting chamber (K_1), a second control port (B) which is connected to the second setting chamber (K_2), and a tank port (T_A, T_B) for draining the pressure fluid from the valve housing (10), and wherein one of the ports of the valve housing (10), preferably the first control port (A), forms the first fluid port (A, P, 7a) or is connected to it in the annular gap (16), and another of the ports of the valve housing (10), preferably the second control port (B), forms the second fluid port (B, T_B, 7b) or is connected to it in the annular gap (16).

3. The phase setter according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the sealing

sleeve (50) comprises an engaging element (59), and the fastening structure (10) or the rotor (7) comprises an engaging counter element (19), and the engaging element (59) is in a positive-fit or frictional-fit engagement with the engaging counter element (19), preferably in a both positive-fit and frictional-fit engagement, which fixes the sealing sleeve (50) axially or in the circumferential direction to the fastening structure (10) or to the rotor (7), wherein one of the engaging element (59) and the engaging counter element (19) is a recess, and the other is a projection which protrudes into the recess.

4. The phase setter according to the preceding claim, **characterised in that** the first fluid port (A, P, 7a) or the second fluid port (B, T_B, 7b) forms the engaging counter element (19), and the pressure fluid can flow through the engaging element (59).

5. The phase setter according to any one of the preceding claims, **characterised in that** at least one of the sealing stays (51, 52, 53) protrudes into a recess (73) of the fastening structure (10) or rotor (7) which encircles the rotational axis (R), or at least one of the sealing stays (51, 52, 53) comprises a recess which encircles the rotational axis (R) and into which a projection of the fastening structure (10) or rotor (7) protrudes.

6. The phase setter according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the sealing stays (51, 52, 53), and preferably the connecting stays (56, 57), are injection-moulded stays obtained by injecting plastic around an external circumference (70) of the fastening structure (10) or an internal circumference of the rotor (7).

7. The phase setter according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the sealing sleeve (50) is fastened on the external circumference (70) of the fastening structure (10) or on the internal circumference of the rotor (7) by being radially press-fitted.

8. The phase setter according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a portion of the fastening structure (10; 100) which protrudes out of the annular gap (16) comprises a collar which encircles the rotational axis (R) and can be tensed axially in the direction of the rotor (7) in order to connect the rotor (7) and the cam shaft (1) fixedly in terms of torque, and one of the sealing stays (51, 52, 53) or an additional sealing stay of the sealing sleeve (50) protrudes radially into a gap which encircles the rotational axis (R) and which is formed between the rotor (7) and the collar of the fastening structure (10; 100), such that once the rotor (7) and the cam shaft (1) are connected, the collar presses axially against the rotor (7) via the sealing stay (51), and the sealing stay (51) seals off the annular gap (16).

9. The phase setter according to any one of the preceding claims, **characterised in that** at least one of the sealing stays (51, 52, 53) tapers, preferably conically, towards an external circumferential area of the fastening structure (10; 100) or towards an internal circumferential area of the rotor (7).

10. The phase setter according to any one of the preceding claims, **characterised in that** at least the sealing stays (51, 52, 53) are injection-moulded stays made of an elastomer material which are formed jointly in an injection-moulding process, wherein the sealing sleeve (50) optionally comprises a support sleeve (300) which is made of a metal or plastic and is insert-moulded together with one or more of the sealing stays and preferably each of the sealing stays.

11. The phase setter according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the sealing sleeve (50) comprises a filter device (300) for cleaning the pressure fluid as an integrated component.

12. The phase setter according to the preceding claim, **characterised in that** the filter device (300) forms at least one of the connecting stays, or the elastically flexible material of the sealing sleeve (50) forms a support structure for the filter device (300) which is non-detachably fixedly connected to the support structure.

13. The phase setter according to any one of the preceding two claims, **characterised in that** the sealing stays (51, 52, 53), and preferably the connecting stays (56, 57), are injection-moulded stays which are formed from plastic by injection-moulding, and the filter device (300) is fixedly connected to at least one of the injection-moulded stays by injecting the plastic around it.

14. The phase setter according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the sealing sleeve (50) comprises at least one axially extending channel (60) which is preferably open on a circumferential area of the sealing sleeve (50), for guiding the pressure fluid.

15. The phase setter according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the rotor (7) exhibits a greater thermal expansion in the radial direction than the fastening structure (10; 100), such that the radial width of the annular gap (16) is enlarged as the temperature increases, and **in that** the sealing sleeve (50) at least partially compensates for a variation in the radial width of the annular gap

(16) caused by this, by elastically deforming.

Revendications

1. Déphaseur pour régler la position d'angle de rotation d'un arbre à cames par rapport à un vilebrequin d'un moteur à combustion interne, le déphaseur comportant:

   (a) un stator (3) pouvant être entraîné en rotation par le vilebrequin,
   (b) un rotor (7) pouvant être entraîné en rotation par le stator (3) autour d'un axe de rotation (R), lequel rotor forme avec le stator (3) une première chambre de réglage (K_1) et une seconde chambre de réglage (K_2) auxquelles peut être appliqué un fluide sous pression afin de pouvoir régler le rotor (7) par rapport au stator (3) autour de l'axe de rotation (R),
   (c) une structure de fixation (10 ; 100) s'étendant axialement à travers le rotor (7) pour relier le rotor (7) à l'arbre à cames (1) de manière fixe en termes de couple, laquelle structure de fixation forme un espace annulaire (16) avec le rotor (7) et facultativement également avec l'arbre à cames (1) lorsqu'il est relié au rotor,
   (d) une première nervure d'étanchéité (51), une deuxième nervure d'étanchéité (52) et une troisième nervure d'étanchéité (53) qui s'étendent respectivement autour de l'axe de rotation (R) et sont élastiquement souples,
   (e) un premier raccordement fluidique (A, P, 7a) débouchant axialement dans l'espace annulaire (16) entre la première nervure d'étanchéité (51) et la deuxième nervure d'étanchéité (52), premier raccordement fluidique à travers lequel le fluide sous pression peut être transféré vers la première chambre de réglage (K_1),
   (f) un second raccordement fluidique (B, T_B, 7b) débouchant axialement dans l'espace annulaire (16) entre la deuxième nervure d'étanchéité (52) et la troisième nervure d'étanchéité (53), second raccordement fluidique à travers lequel le fluide sous pression peut être évacué de la seconde chambre de réglage (K_2),
   (g) et une bague d'étanchéité (50) fixée sur le rotor (7) ou la structure de fixation (10 ; 100), laquelle bague d'étanchéité forme d'une seule pièce les nervures d'étanchéité (51, 52, 53) et des nervures de liaison (56, 57) axialement agencées entre les nervures d'étanchéité (51, 52, 53) et reliant celles-ci les unes aux autres, dans lequel l'un des raccordements fluidiques (A, P, 7a, B, T_B, 7b) est formé dans la zone d'au moins une des nervures de liaison (56, 57).

2. Déphaseur selon la revendication précédente, comportant une soupape de commande servant à commander le fluide sous pression, ayant un boîtier de soupape (10) formant la structure de fixation (10) et s'étendant axialement dans le rotor (7), et un piston de soupape (20) axialement mobile dans le boîtier de soupape (10), dans lequel le boîtier de soupape (10) comporte un raccordement de pression (P) pour transférer le fluide sous pression dans le boîtier de soupape (10), un premier raccordement de commande (A) relié à la première chambre de réglage (K_1), un second raccordement de commande (B) relié à la seconde chambre de réglage (K_2) et un raccordement de réservoir (T_A, T_B) pour l'évacuation du fluide sous pression à partir du boîtier de soupape (10), et l'un des raccordements du boîtier de soupape (10), de préférence le premier raccordement de commande (A), forme le premier raccordement fluidique(A, P, 7a) ou est relié à celui-ci dans l'espace annulaire (16), et un autre des raccordements du boîtier de soupape (10), de préférence le second raccordement de commande (B), forme le second raccordement fluidique (B, T_B, 7b) ou est relié à celui-ci dans l'espace annulaire (16).

3. Déphaseur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la bague d'étanchéité (50) comporte un élément de prise (59) et la structure de fixation (10) ou le rotor (7) comporte un élément de prise complémentaire (19), et l'élément de prise (59) est en prise avec l'élément de prise complémentaire (19) par complémentarité de formes ou par friction, de préférence par complémentarité de formes et par friction, laquelle prise fixe la bague d'étanchéité (50) sur la structure de fixation (10) ou le rotor (7) de manière axiale ou dans une direction circonférentielle, dans lequel un élément parmi l'élément de prise (59) et l'élément de prise complémentaire (19) est un évidement et l'autre est une saillie faisant saillie dans l'évidement.

4. Déphaseur selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le premier raccordement fluidique (A, P, 7a) ou le second raccordement fluidique (B, T_B, 7b) forme l'élément de prise complémentaire (19) et le fluide sous pression peut s'écouler à travers l'élément de prise (59).

5. Déphaseur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins une des nervures d'étanchéité (51, 52, 53) fait saillie dans un évidement circulaire (73) de la structure de fixation (10) ou du rotor (7) autour de l'axe de rotation (R), ou au moins une des nervures d'étanchéité (51, 52, 53) présente un évidement circulaire autour de l'axe de rotation (R), dans lequel une saillie circulaire autour de l'axe de rotation (R) fait saillie à partir de la structure de fixation (10) ou du rotor (7).

6. Déphaseur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les nervures d'étanchéité (51, 52, 53), de préférence également les nervures de liaison (56, 57), sont des nervures en matière plastique moulées par injection, obtenues en moulant par injection une circonférence extérieure (70) de la structure de fixation (10) ou une circonférence intérieure du rotor (7).

7. Déphaseur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la bague d'étanchéité (50) est fixée par pression radiale sur la circonférence extérieure (70) de la structure de fixation (10) ou sur la circonférence intérieure du rotor (7).

8. Déphaseur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la structure de fixation (10 ; 100) présente, dans une partie faisant saillie à partir de l'espace annulaire (16), un épaulement circulaire autour de l'axe de rotation (R), lequel épaulement peut être serré axialement en direction du rotor (7) pour relier le rotor (7) et l'arbre à cames (1) de manière fixe en termes de couple, et l'une des nervures d'étanchéité (51, 52, 53) ou une nervure d'étanchéité supplémentaire de la bague d'étanchéité (50) fait radialement saillie dans un espace circulaire autour de l'axe de rotation (R) entre le rotor (7) et l'épaulement de la structure de fixation (10 ; 100), de telle sorte que l'épaulement, lorsque le rotor (7) et l'arbre à cames (1) sont reliés, pousse axialement contre le rotor (7) par l'intermédiaire de la nervure d'étanchéité (51) et la nervure d'étanchéité (51) rend l'espace annulaire (16) étanche.

9. Déphaseur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins une des nervures d'étanchéité (51, 52, 53) s'amincit, de préférence de manière conique, en direction d'une surface circonférentielle extérieure de la structure de fixation (10 ; 100) ou d'une surface circonférentielle intérieure du rotor (7).

10. Déphaseur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins les nervures d'étanchéité (51, 52, 53) sont des nervures en matière élastomère moulées par injection formées conjointement dans un procédé de moulage par injection, dans lequel la bague d'étanchéité (50) comporte facultativement une douille de support (300) en métal ou en matière plastique, laquelle douille de support est moulée par injection avec une ou plusieurs des nervures d'étanchéité, de préférence avec chaque nervure d'étanchéité.

11. Déphaseur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la bague d'étanchéité (50) comporte un dispositif de filtrage (300) en tant que composant intégré afin de nettoyer le fluide sous pression.

12. Déphaseur selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le dispositif de filtrage (300) forme au moins l'une des nervures de liaison, ou le matériau élastiquement souple de la bague d'étanchéité (50) forme une structure de support pour le dispositif de filtrage (300) fixement relié à la structure de support de manière non amovible.

13. Déphaseur selon l'une des deux revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les nervures d'étanchéité (51, 52, 53), de préférence également les nervures de liaison (56, 57), sont des nervures en matière plastique moulées par injection formées par un moulage par injection, et le dispositif de filtrage (300) est fixement relié par un moulage par injection à la matière plastique avec au moins une des nervures moulées par injection.

14. Déphaseur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la bague d'étanchéité (50) présente au moins un canal (60) de préférence ouvert sur une surface circonférentielle de la bague d'étanchéité (50) et s'étendant axialement pour le guidage du fluide sous pression.

15. Déphaseur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le rotor (7) présente, dans une direction radiale, une dilatation thermique supérieure à la structure de fixation (10 ; 100), de telle sorte que la largeur radiale de l'espace annulaire (16) augmente lorsque la température augmente, et **en ce que** la bague d'étanchéité (50) compense au moins partiellement, par déformation élastique, une variation résultante de la largeur radiale de l'espace annulaire (16).

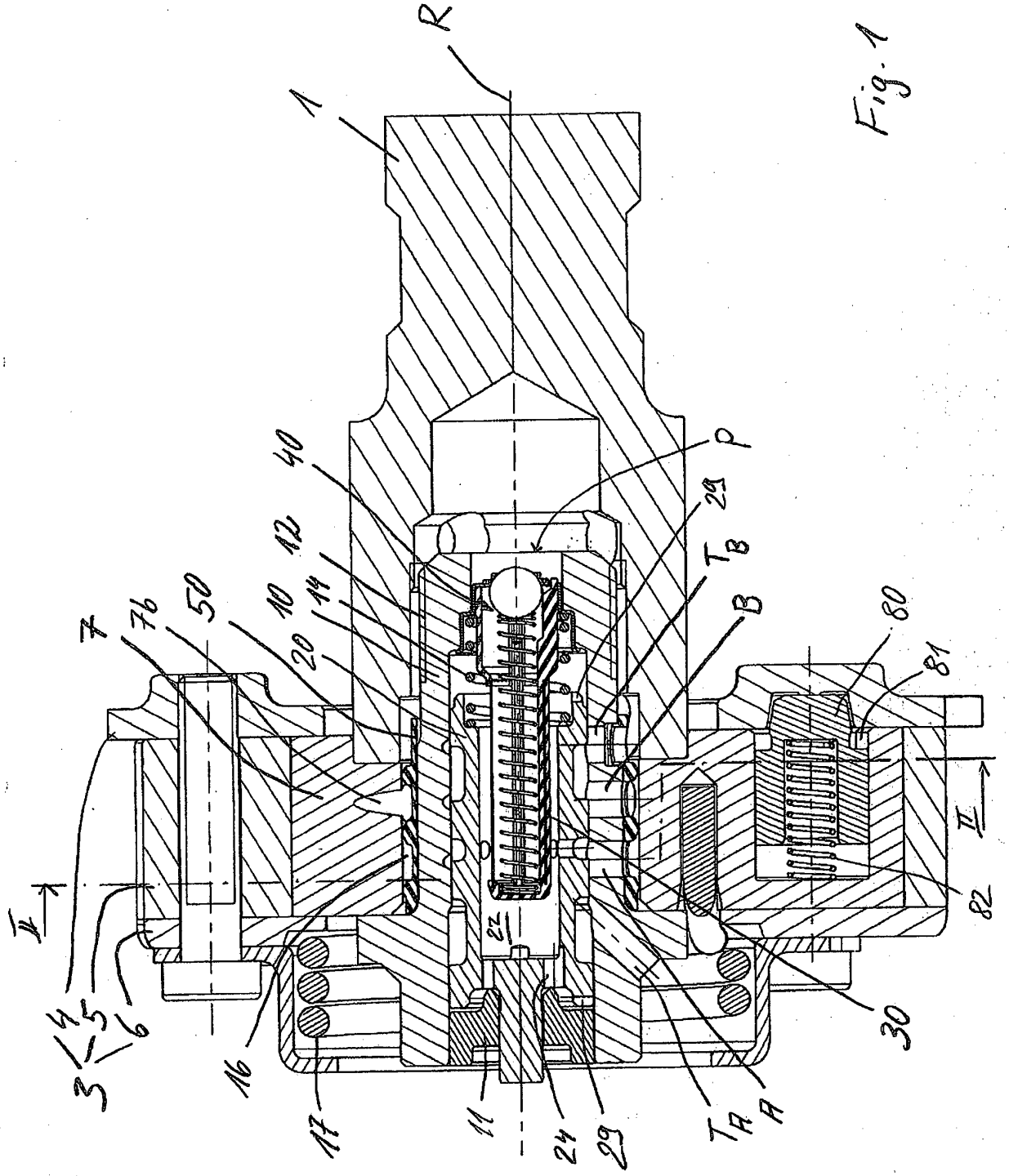

R
1
40
P
29
12
T_B
B
14
10
50
76
7
20
80
81
II
IV
82
22
30
4
5
6
3
16
17
11
24
29
T_A
A

Fig. 1

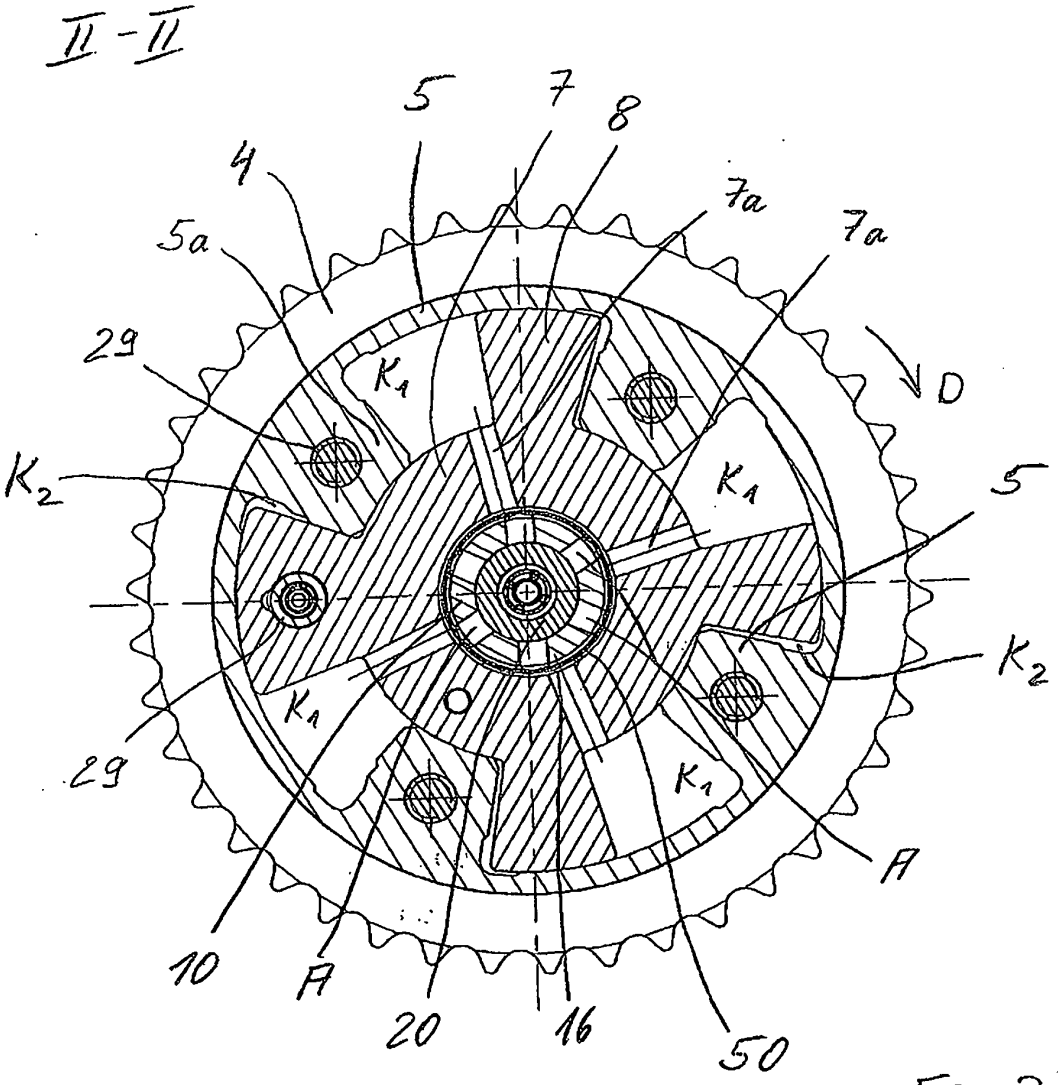

II - II
5
7
8
4
7a
7a
5a
29
K1
D
K2
K1
5
K2
K1
29
K1
A
10
A
20
16
50

Fig. 2

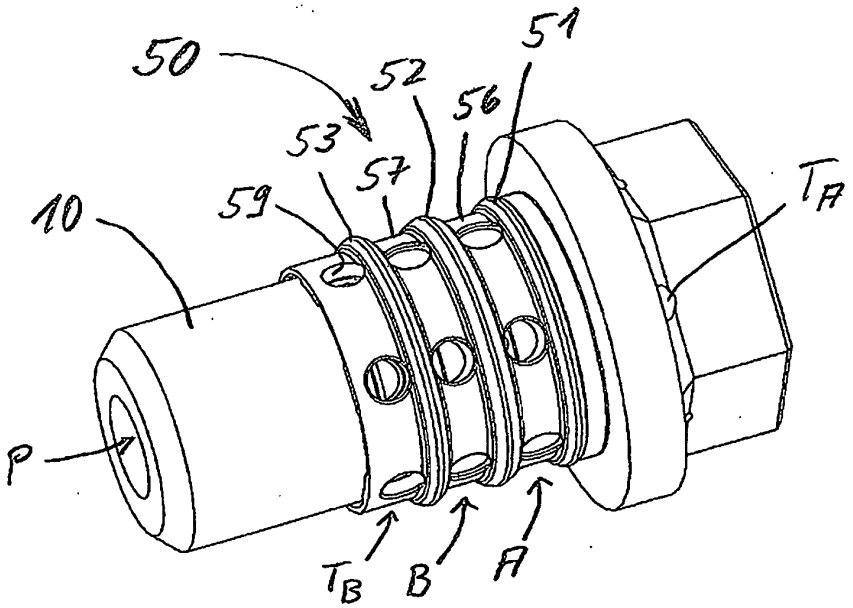

50
52
51
53
56
57
59
10
TA
P
TB
B
A

Fig. 4

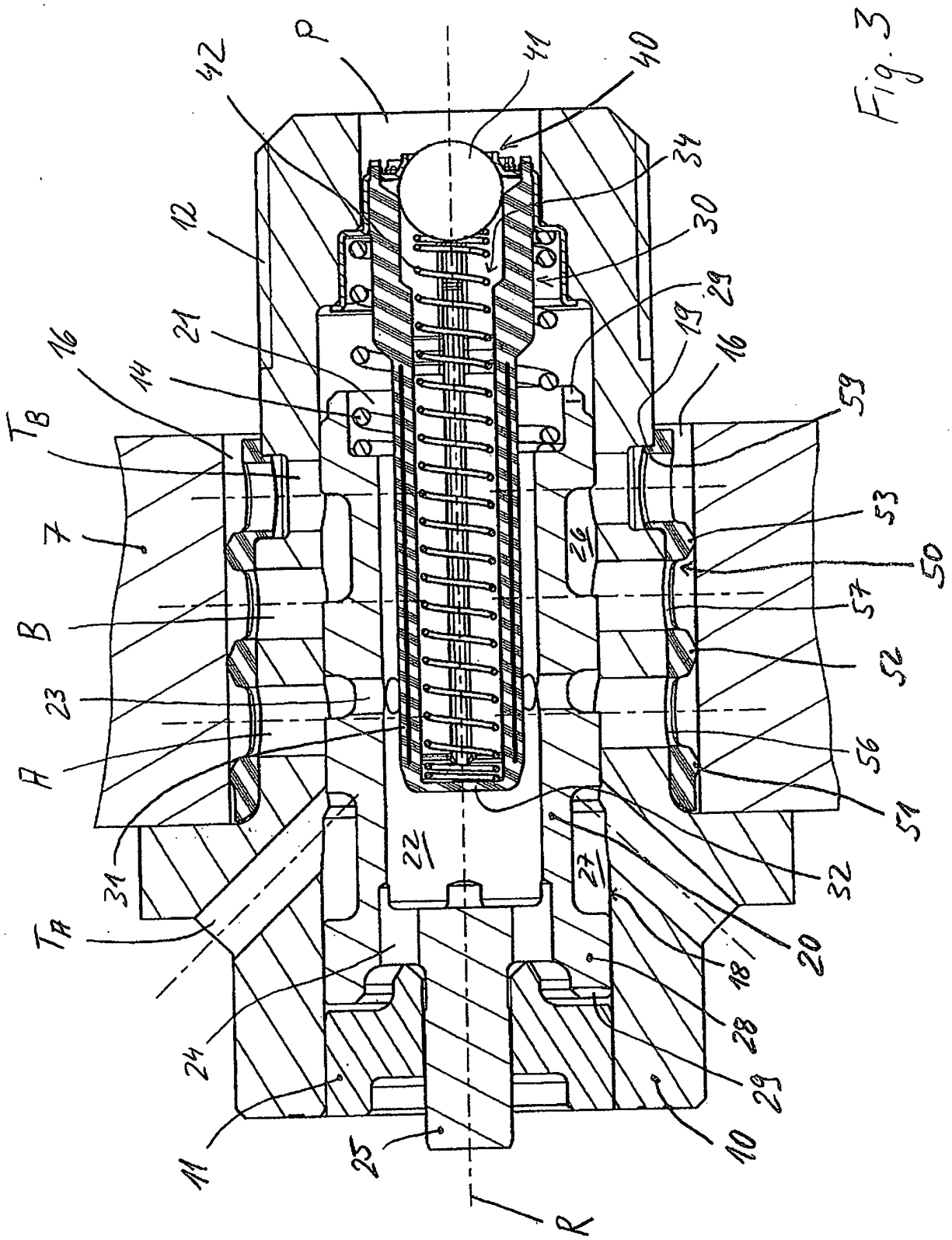

P
42
41
40
34
30
29
19
16
12
24
14
16
T_B
7
B
23
A
T_A
31
22
27
26
59
53
50
57
52
56
51
32
20
18
28
29
10
24
11
25
T
R

Fig. 3

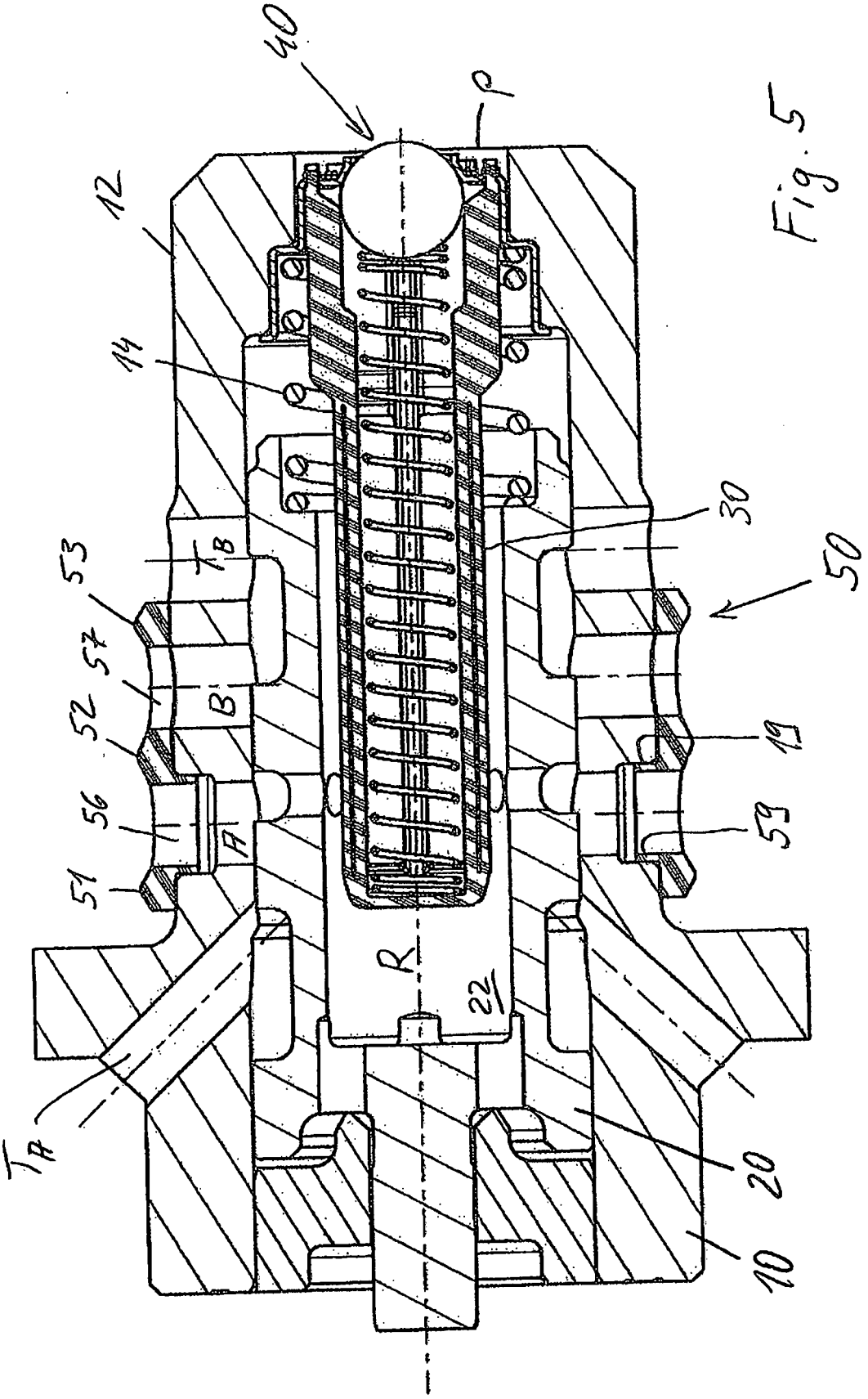


Fig. 5

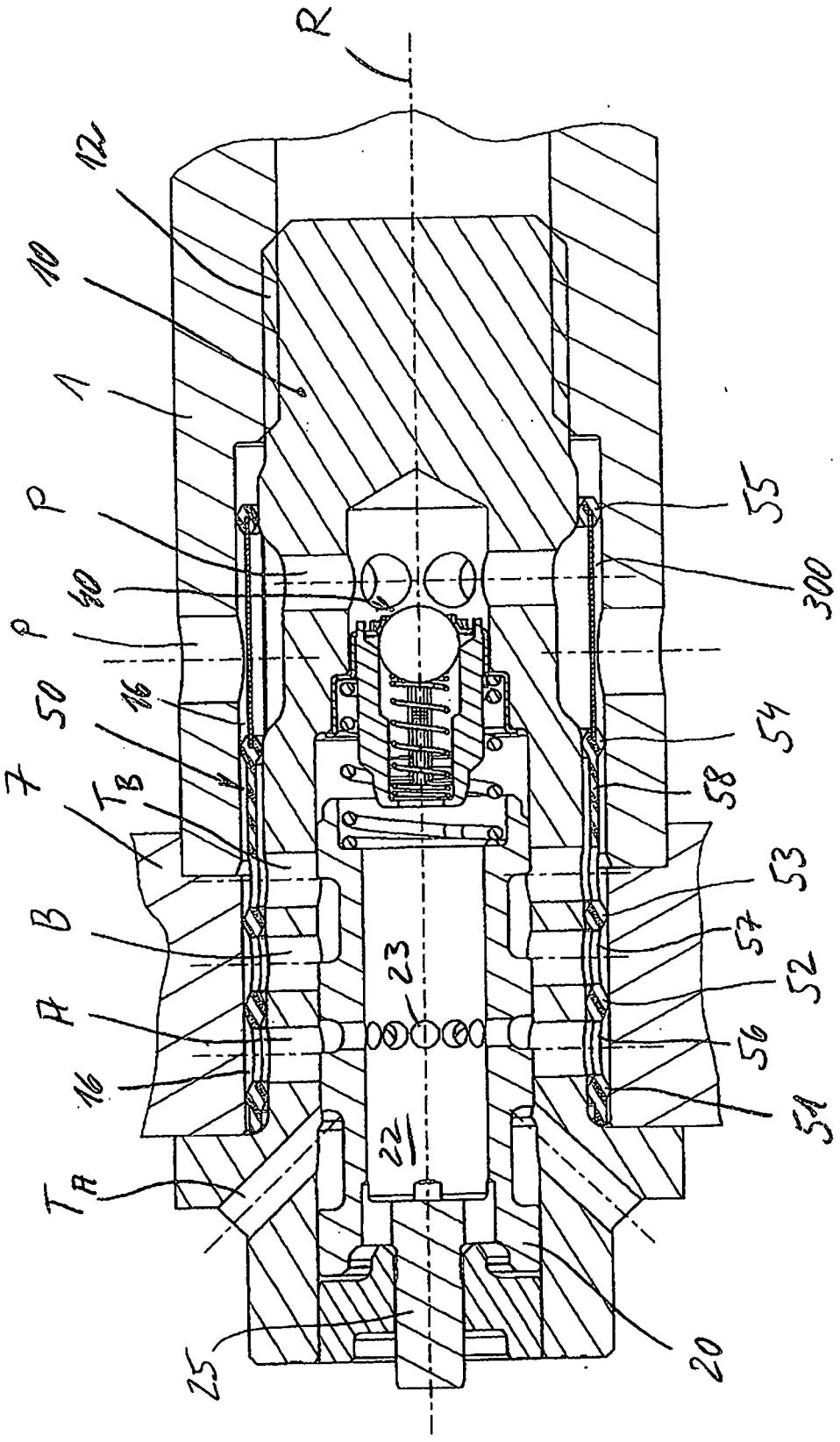

R
12
10
1
P
40
P
50
16
7
TB
B
A
16
TA
25
20
22
23
55
300
54
58
53
57
52
56
5A

Fig. 6

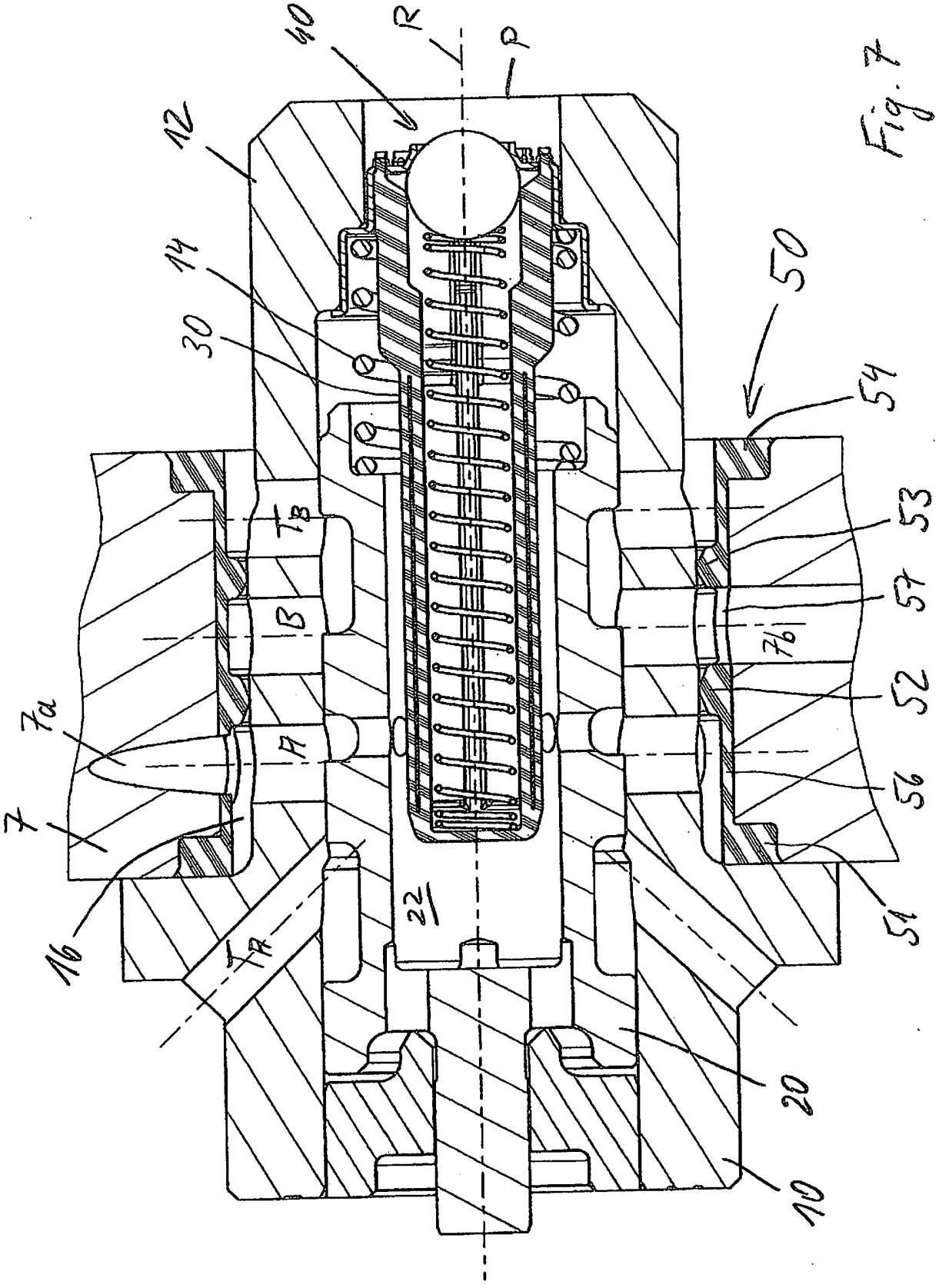


Fig. 7

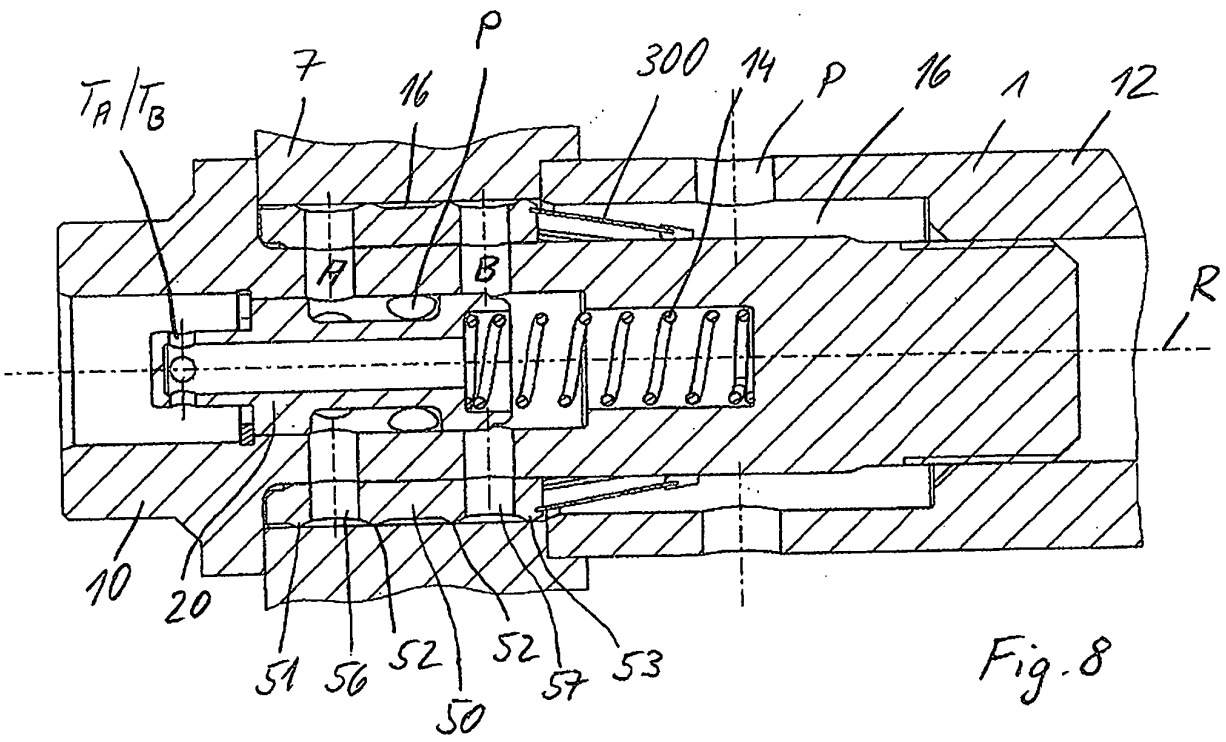

T_A/T_B
7
16
P
300
14
P
16
1
12
A
B
R
10
20
51
56
52
50
52
57
53

Fig. 8

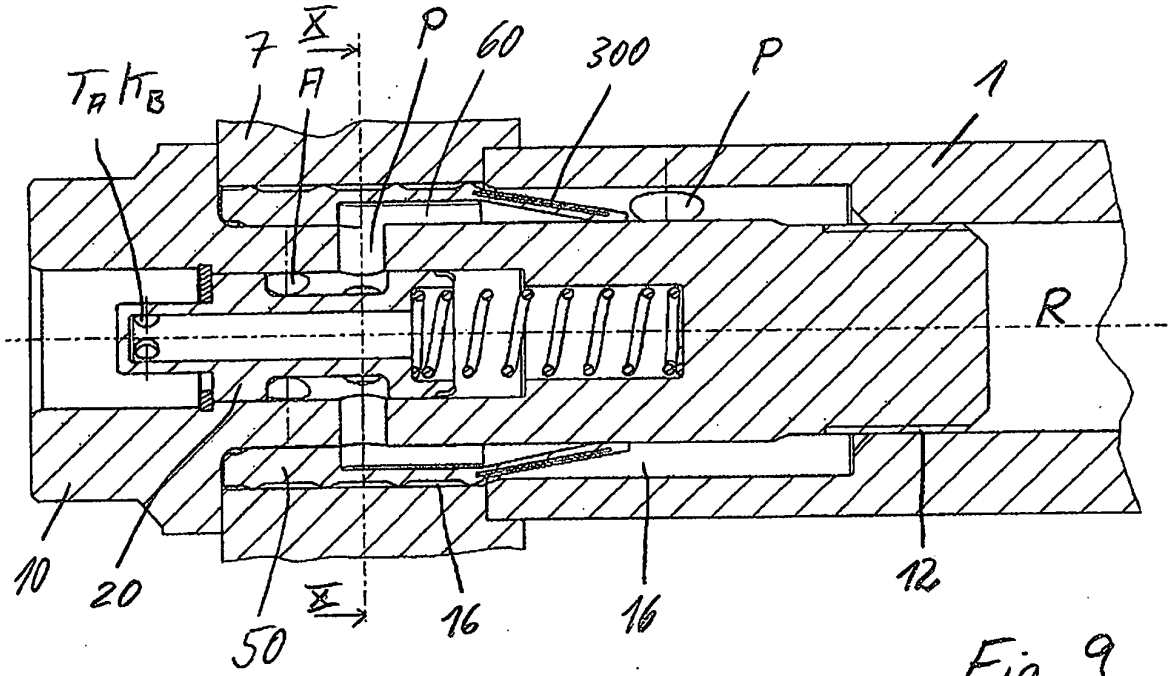

T_A/T_B
7
X
A
P
60
300
P
1
R
10
20
50
X
16
16
12

Fig. 9

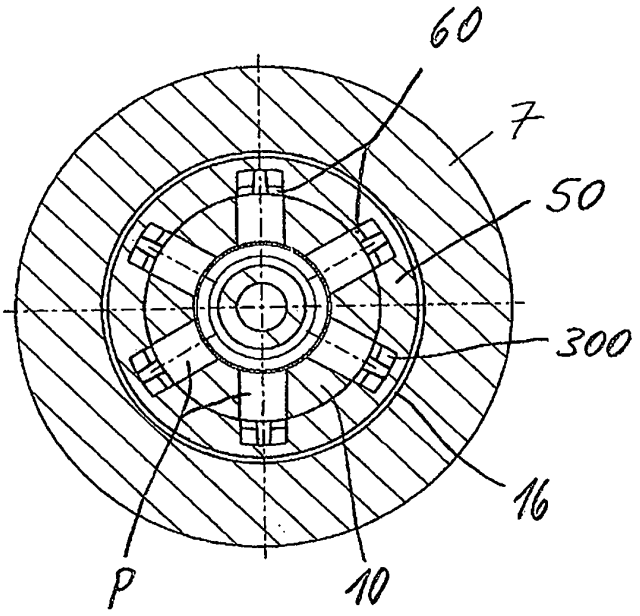


Fig. 10

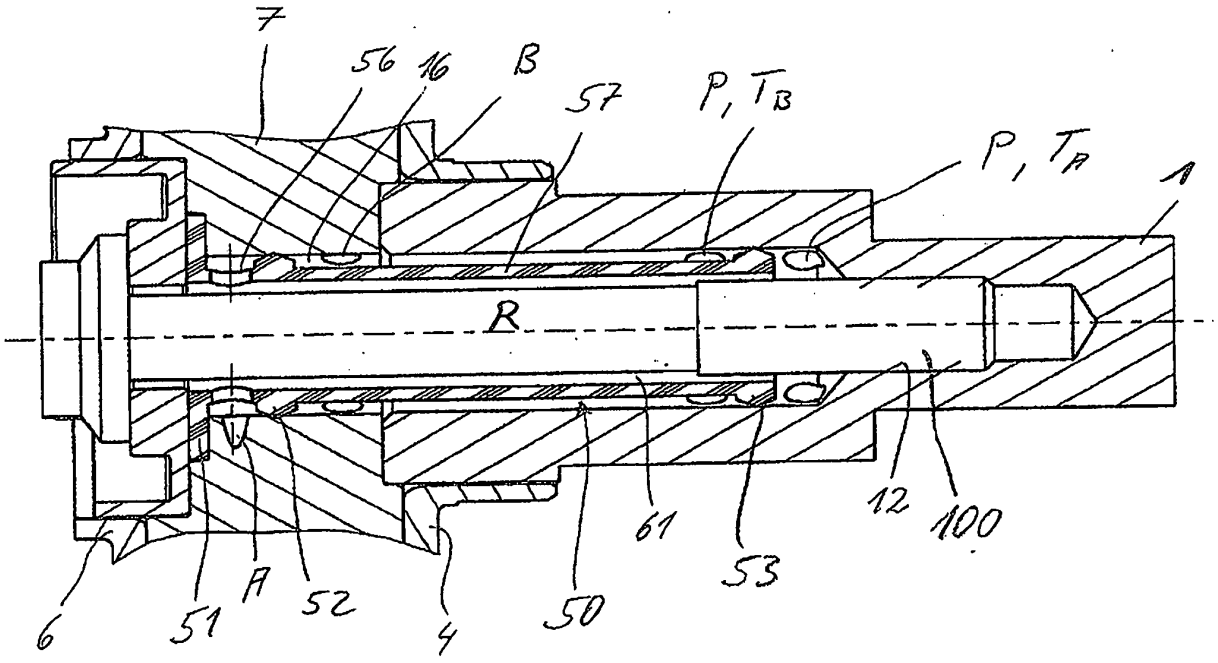


Fig. 11

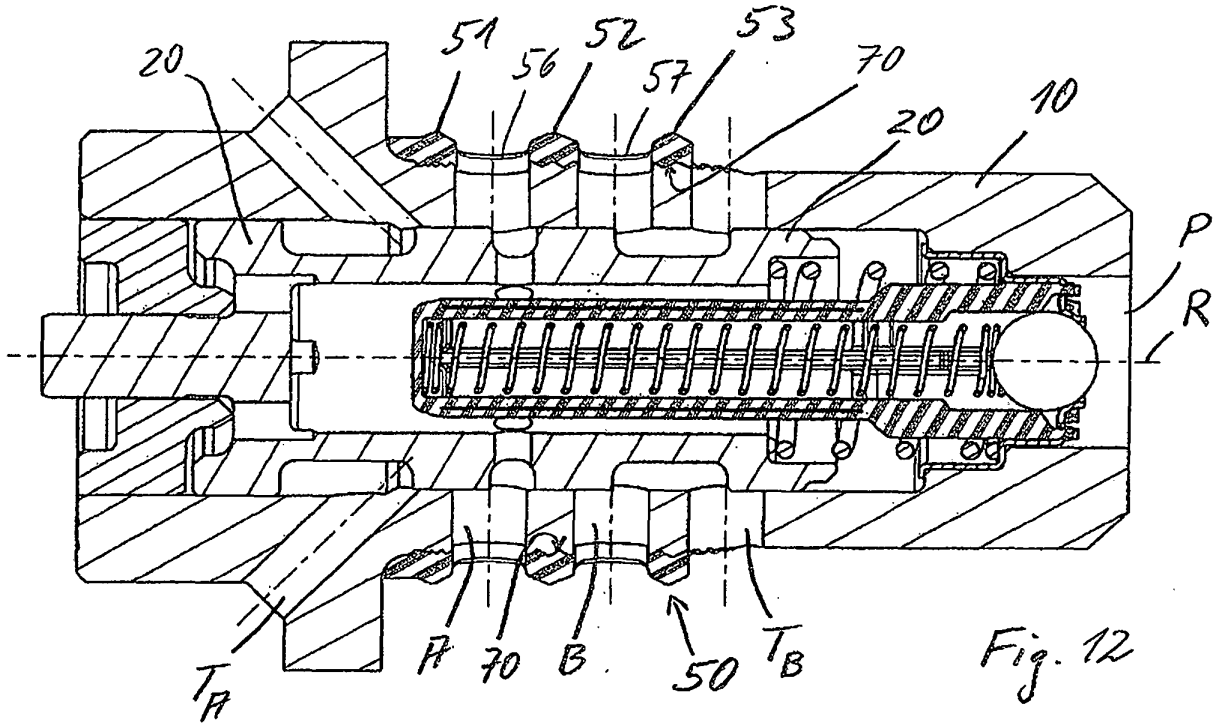


Fig. 12

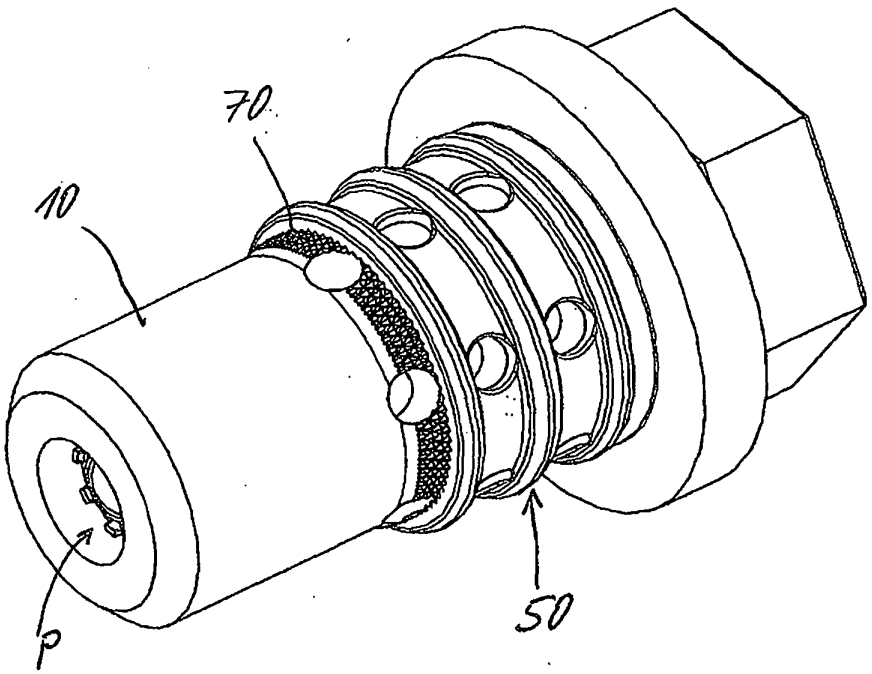


Fig. 13

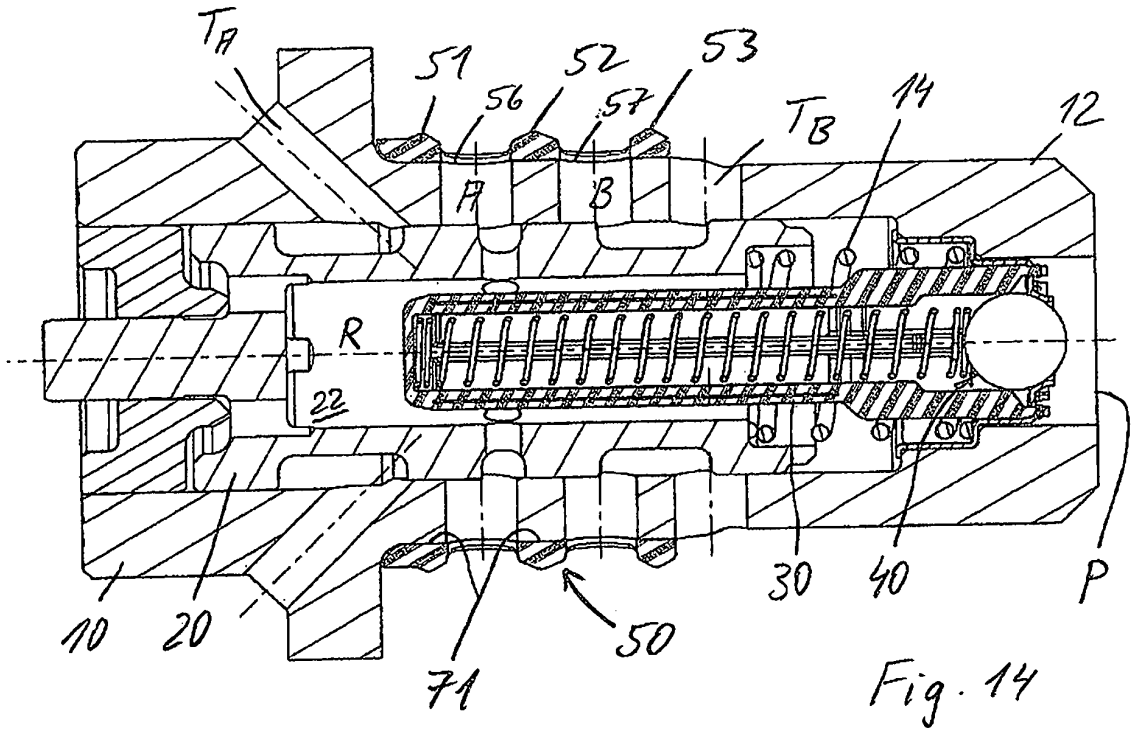

T_A
51
52
53
56
57
T_B
14
12
A
B
R
22
10
20
71
50
30
40
P

Fig. 14

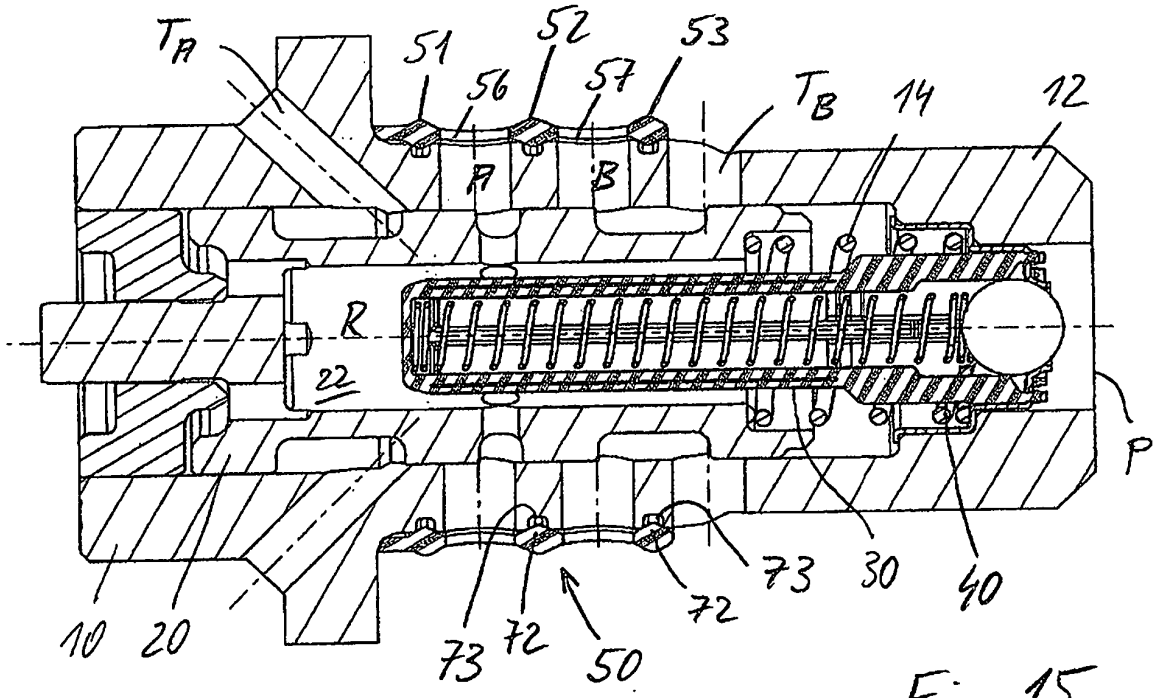

T_A
51
52
53
56
57
T_B
14
12
A
B
R
22
P
10
20
73
72
50
72
73
30
40

Fig. 15

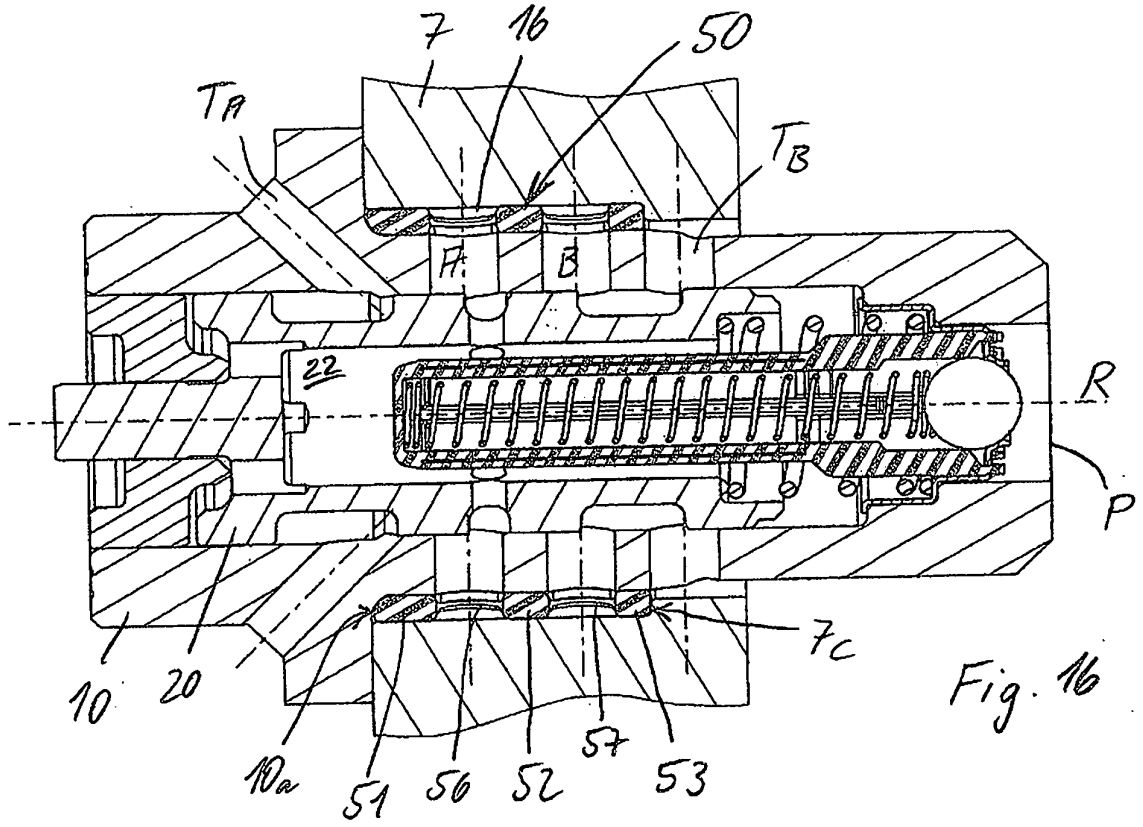

7
16
50
T_A
T_B
A
B
22
R
P
7c
10
20
10a
51
56
52
57
53

Fig. 16

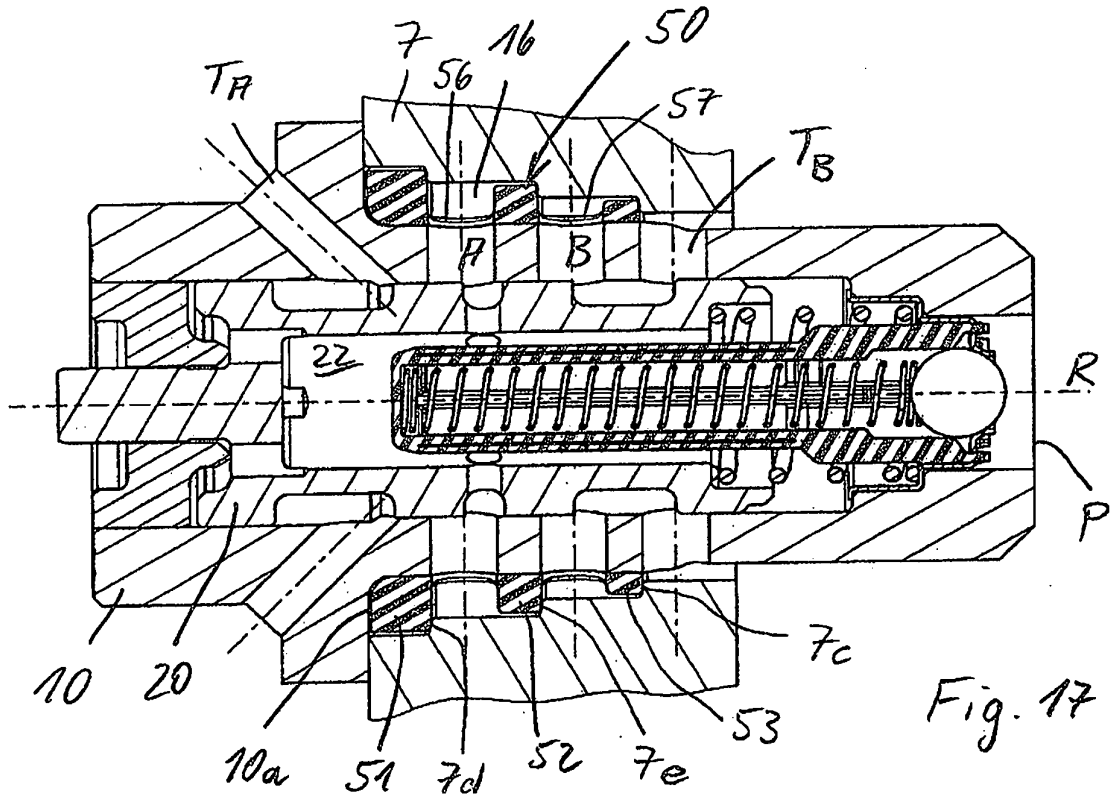

7
56
16
50
57
T_A
T_B
A
B
22
R
P
7c
10
20
10a
51
7d
52
7e
53

Fig. 17

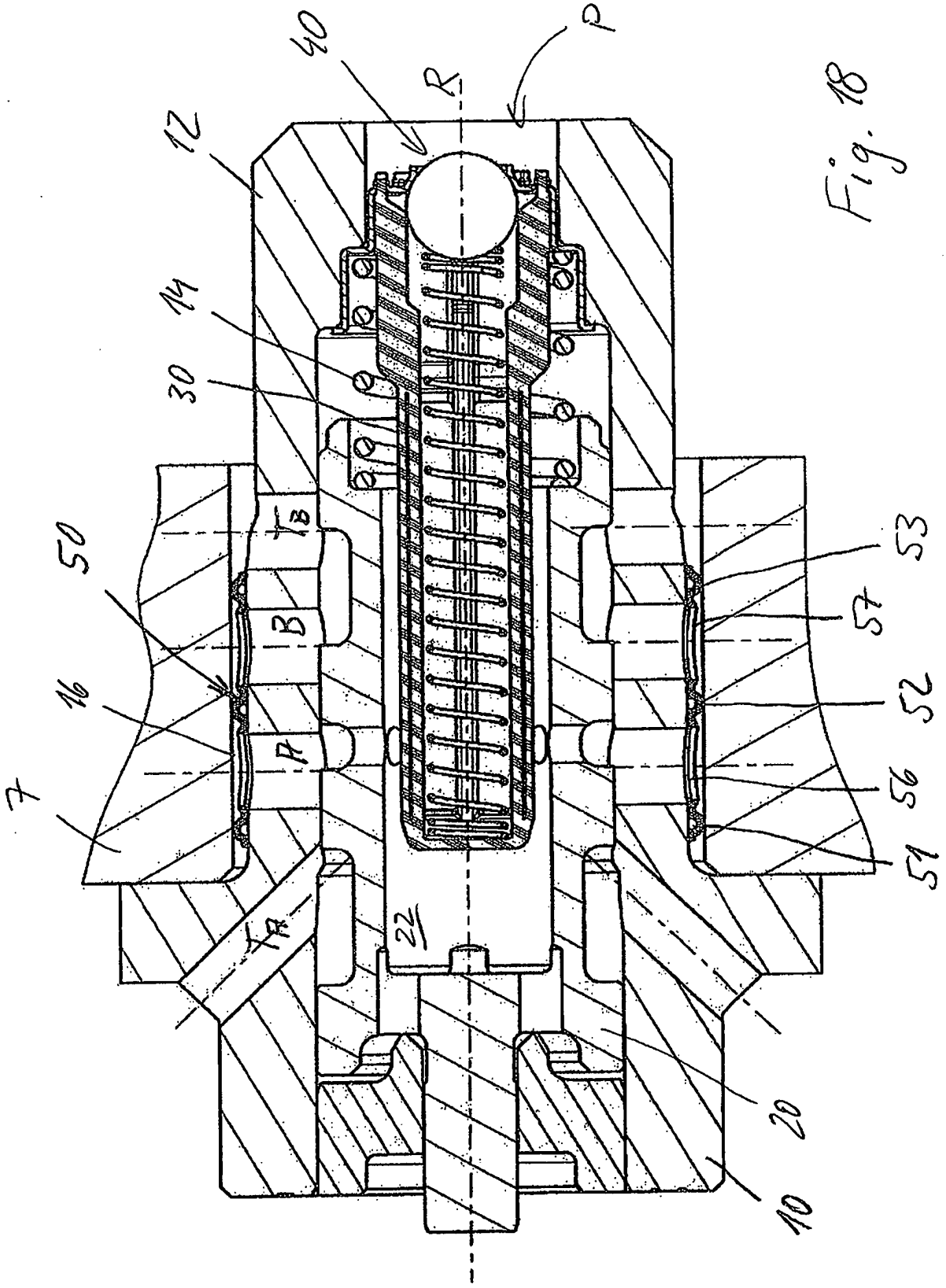


Fig. 18

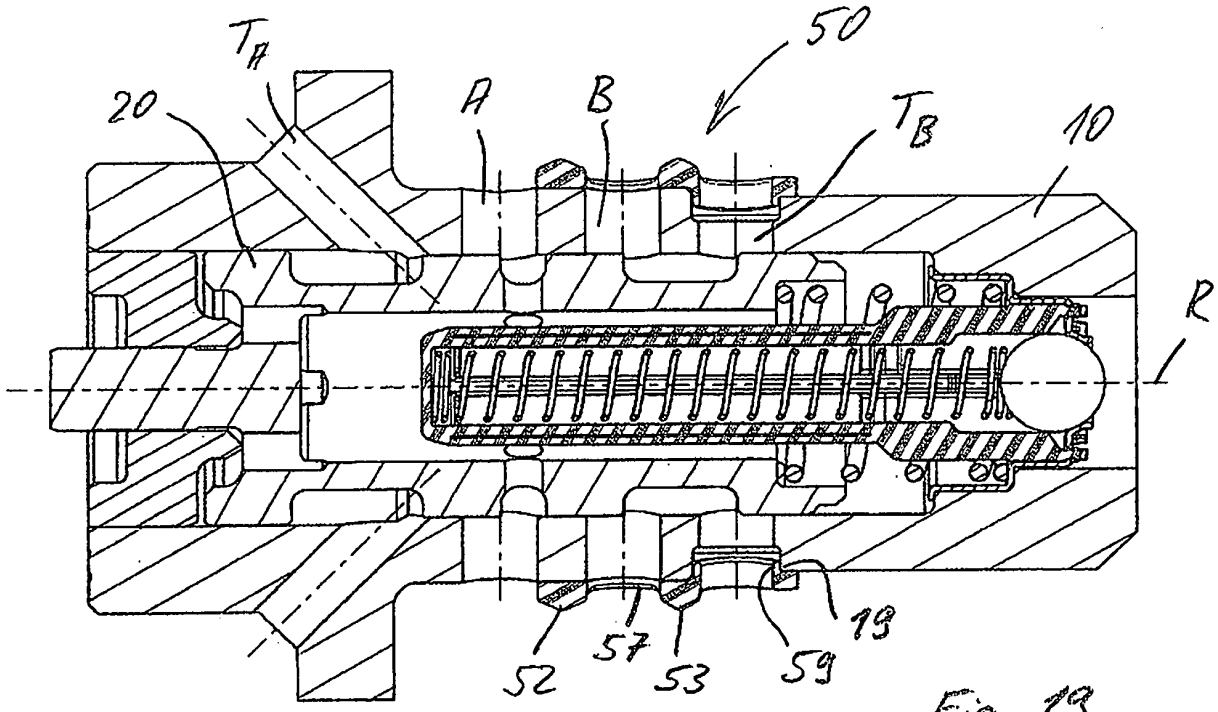


Fig. 19

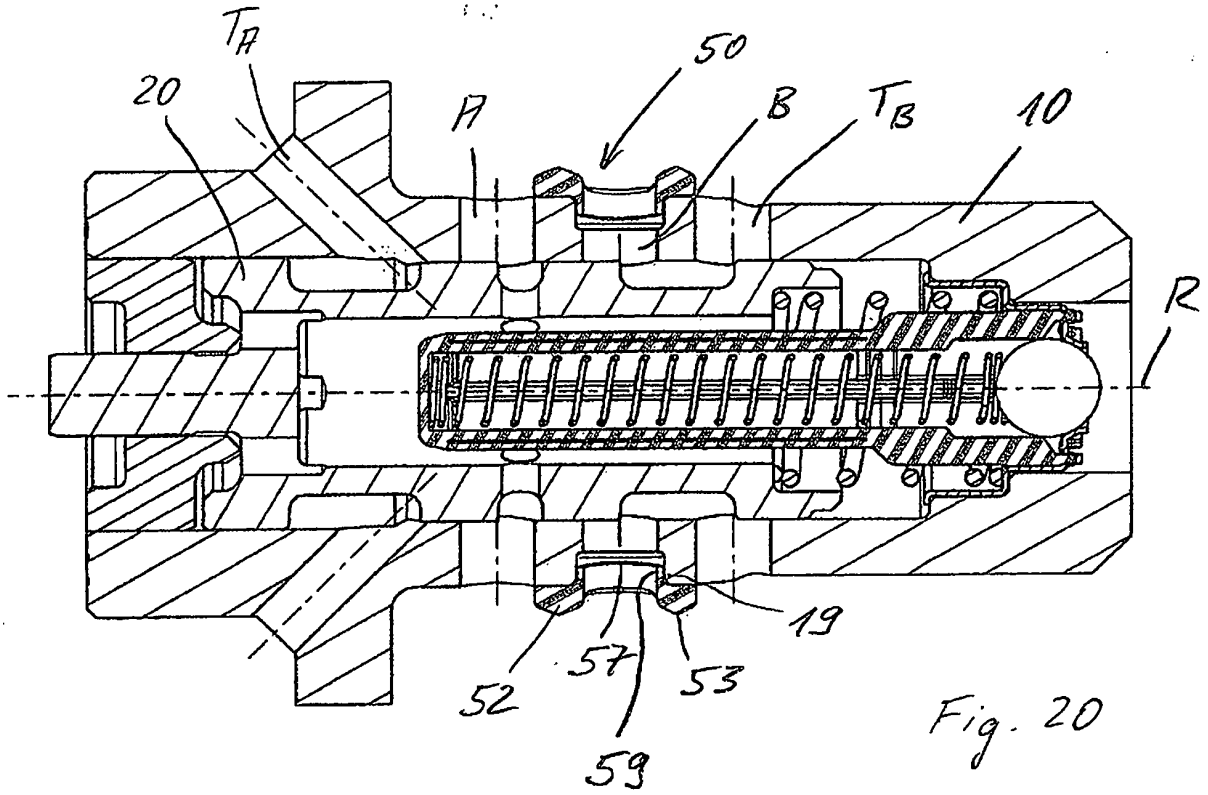


Fig. 20

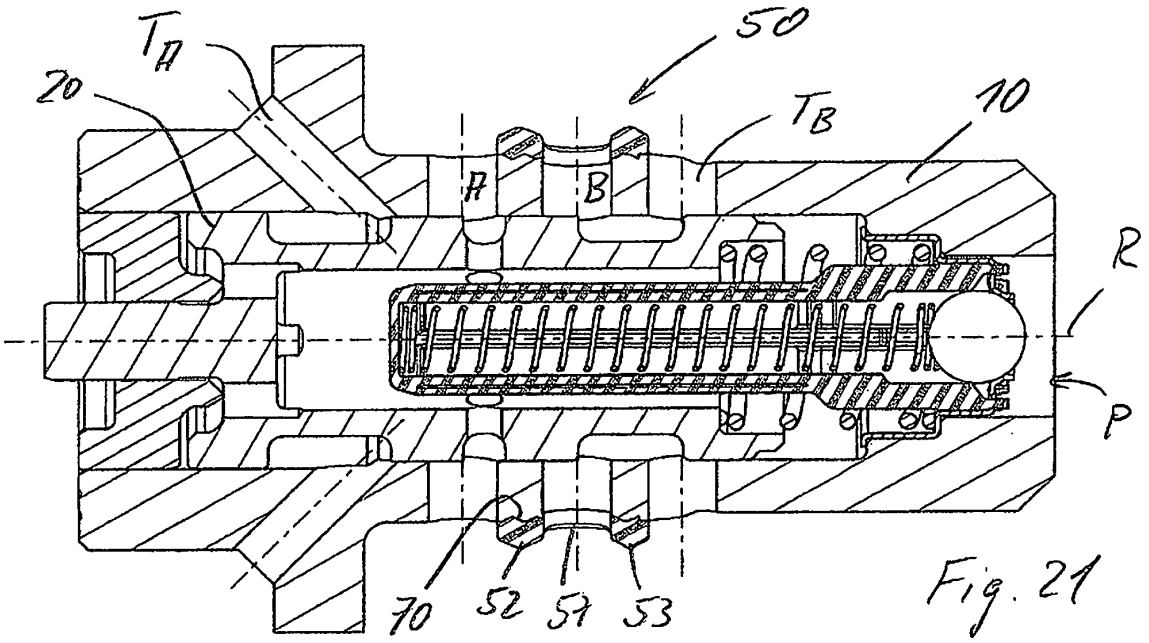


Fig. 21

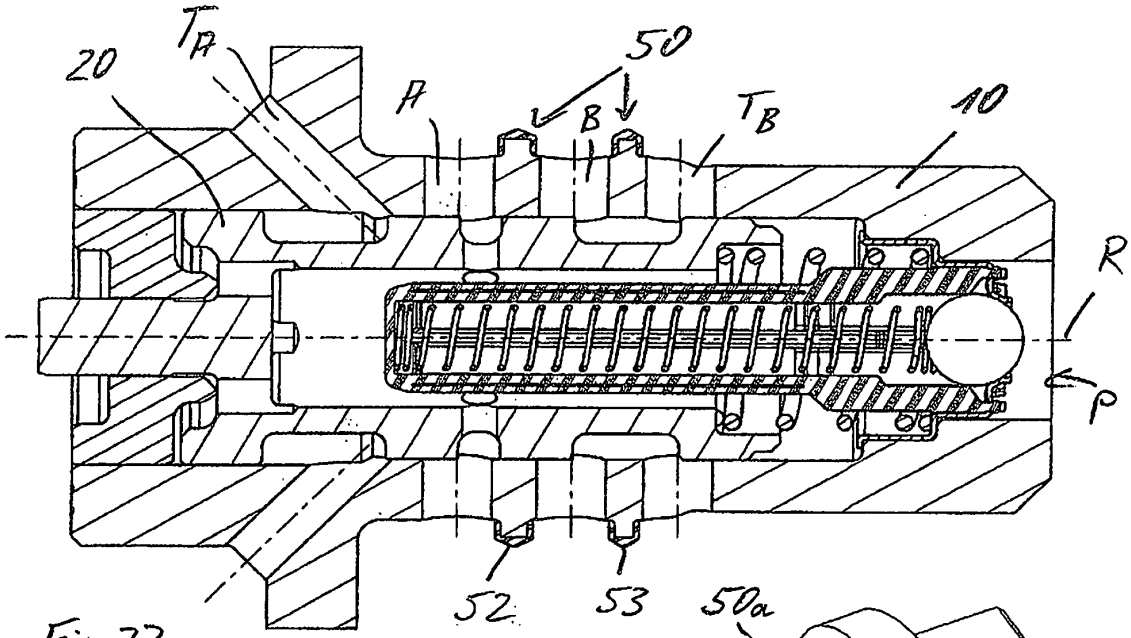


Fig. 22

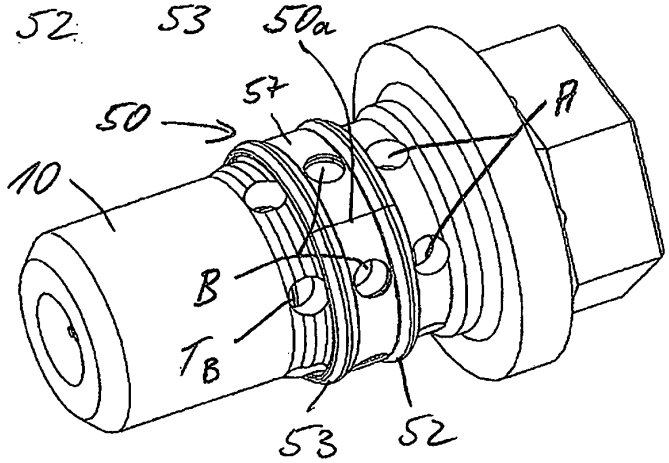


Fig. 23

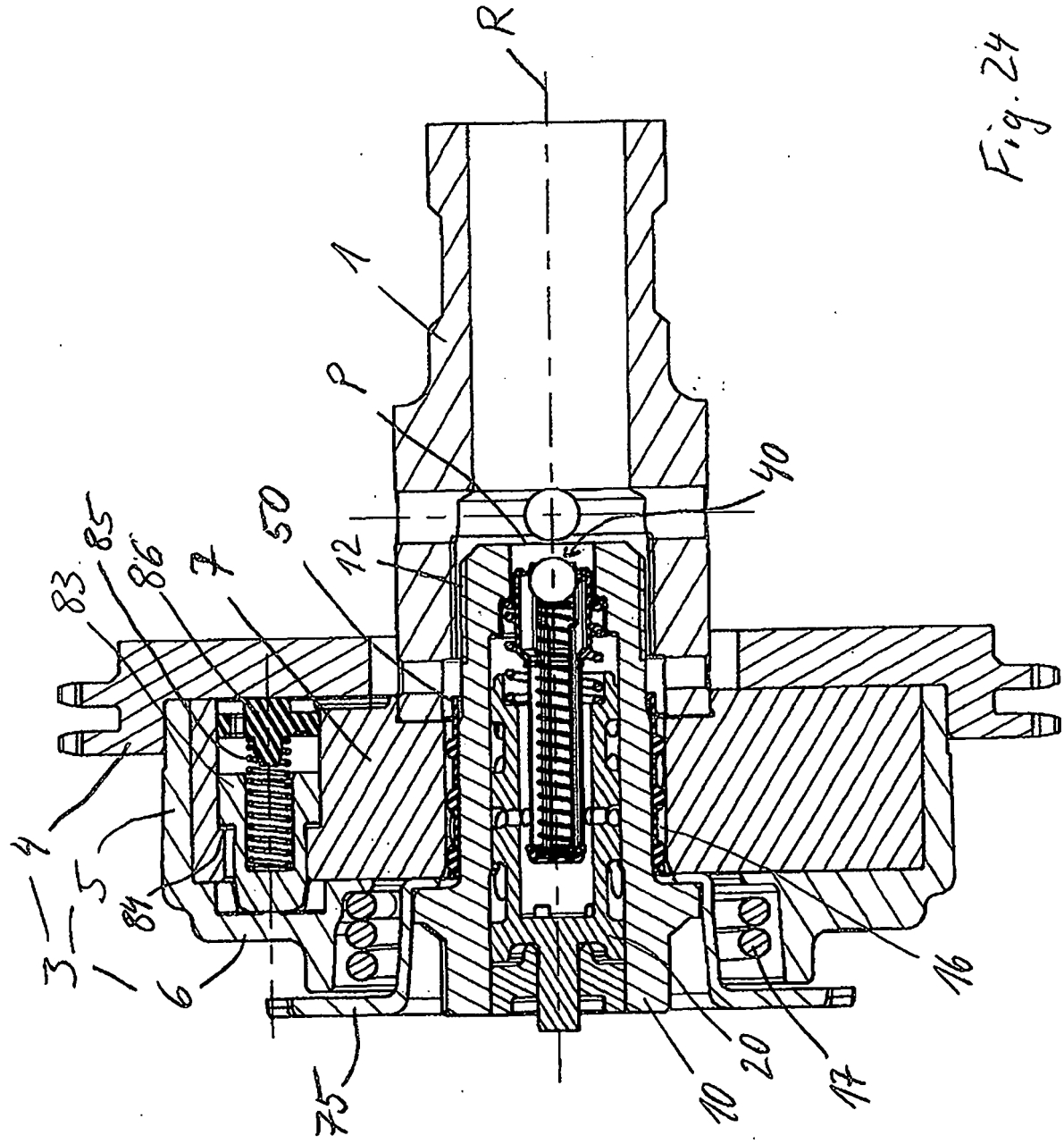


Fig. 24

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102008030057 A1 **[0004]**
- US 20120097122 A1 **[0005]**
- WO 2011098361 A1 **[0005]**
- DE 102008006179 A1 **[0005]**
- US 2008149056 A1 **[0005]**
- DE 102005034275 A1 **[0005]**
- US 2006021933 A1 **[0005]**
- DE 102010002713 A1 **[0046]**
- DE 102011084059 **[0055]**
- DE 102011004539 **[0105]**