(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Februar 2016 (11.02.2016)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/019955 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F01L 1/344 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2015/200356

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Juni 2015 (11.06.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 215 419.7
5. August 2014 (05.08.2014) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **ZSCHIESCHANG, Torsten**; Föhrenweg 6a, 91469 Hagenbüchach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: CAMSHAFT ADJUSTER COMPRISING A CHAMBER-SHORTCIRCUITING PRESSURE-CONTROLLED CONTROL UNIT

(54) **Bezeichnung** : NOCKENWELLENVERSTELLER MIT KAMMERNKURZSCHLIESSENDER DRUCKGESTEUERTER STELLEINHEIT

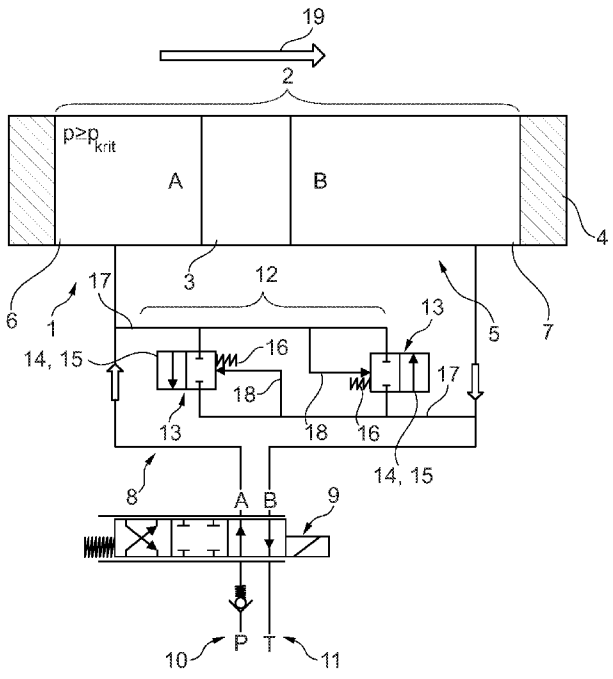


Fig. 1

(57) **Abstract**: The invention relates to a vane-type camshaft adjuster (1) comprising a rotor (2) which has radially projecting vanes (3) and forms vane cells (5) along with a stator (4) rotatably accommodating the rotor (2), each vane cell (5) being subdividable by a vane (3) into two adjustable chambers provided for holding hydraulic fluid; a hydraulic fluid-controlling device (12) for conducting hydraulic fluid is disposed and/or connected between the chambers (6, 7) in such a way that a drop in pressure in the chambers (6, 7) caused or reinforced by camshaft switching moments occurring during operation is used to open the hydraulic fluid-controlling device (12) such that fluid flows therethrough.

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft einen Nockenwellenversteller (1) des Flügelzellentyps, mit einem Rotor (2), der radial abstehende Flügel (3) aufweist, wobei der Rotor (2) zusammen mit einem den Rotor (2) drehbar aufnehmenden Stator (4) Flügelzellen (5) ausbildet, die jeweils durch einen Flügel (3) in zwei verstellbare, zum Hydraulikfluidaufnehmen vorbereitete Kammern unterteilt sind, wobei eine

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/019955 A1

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

Hydraulikfluidregelvorrichtung (12) zum Hydraulikfluidleiten zwischen den Kammern (6, 7) so angeordnet und/oder verschalten ist, dass ein Druckabfall in den Kammern (6, 7), der durch im Betrieb auftretende Nockenwellenwechselmomente hervorgerufen oder verstärkt ist, zum fluiddurchlassenden Öffnen der Hydraulikfluidregelvorrichtung (12) eingesetzt ist.

Nockenwellenversteller mit kammernkurzschließender druckgesteuerter Stelleinheit

Die Erfindung betrifft einen Nockenwellenversteller des Flügelzellentyps, mit einem Rotor, der radial abstehende Flügel aufweist, wobei der Rotor, zusammen mit einem den Rotor drehbar aufnehmenden Stator, Flügelzellen ausbildet, die jeweils durch einen Flügel in zwei verstellbare, zum Hydraulikfluidaufnehmen vorbereitete Kammern unterteilt sind.

Solche Nockenwellenversteller werden in Ventiltrieben von Verbrennungskraftmaschinen eingesetzt, wie sie bspw. aus der DE 102 39 748 A1 bekannt sind. Aus dem Stand der Technik, etwa der US 2008/0173267 A1 oder der US 7,182,052 B2 oder der DE 10 2008 000 083 A1 sind auch Nockenwellenversteller als Ventilzeitsteuergeräte bekannt. Dort steuert ein Ventilzeitsteuergerät einen Ventilzeitpunkt eines Einlass-/Auslassventils einer Verbrennungskraftmaschine. Das Gerät hat ein Gehäuse, das mit einer Antriebswelle gedreht wird. Das Gehäuse hat einen Kammerraum, der einen Schaufelrotor aufnimmt, der mit einer angetriebenen Welle zu einer Verzögerungs- und einer Voreilseite relativ zu dem Gehäuse drehbar ist, indem er mit einem Hydraulikdruck in einer Verzögerungs- und Voreilkammer in dem Kammerraum beaufschlagt wird. Ein Filter ist zum Entfernen von Fremdstoffen in einem Fluidkanal vorgesehen, der sich von einem Gleitabschnitt zwischen der angetriebenen Welle und einem Lager zu sowohl dem Gehäuse als auch dem Schaufelrotor durch einen verbundenen Abschnitt zwischen der angetriebenen Welle und dem Schaufelrotor erstreckt. Der Filter ist an der Seite von sowohl dem Gehäuse als auch dem Schaufelrotor in Bezug auf den Gleitabschnitt vorgesehen.

Nockenwellenversteller sind auch ferner aus den Druckschriften US 7,245,077 B2, US 7,318,401 B2 und US 7,000,580 B1 bekannt. Dort sind Schieberventilvorrichtungen für einen Nockenwellenversteller mit integrierten Rückschlagventilen offenbart.

Die Erfindung befindet sich auf dem Gebiet mit Druckspeichern und zusätzlichen Steuerfunktionen im Schaltventil. Es sind also druckgetriebene Versteller, welche auch als „oil pressure activated (OPA)"-Versteller bekannt sind, betroffen.

Bei zu großen Torsionsmomenten gerät derzeit ein Nockenwellenversteller pumpenseitig periodisch in Unterdruck. Dies führt zu dynamischen Problemen und zum zusätzlichen Lufteintrag durch Saugen aus Leckspalten und/oder einer Entgasung eines Hydraulikfluids, wie einer Hydraulikflüssigkeit, z.B. Öl, etwa Drucköl / Motoröl.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, diese Nachteile zu vermeiden, einen besonders dynamisch optimierten Nockenwellenversteller zur Verfügung zu stellen und die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile abzustellen oder wenigstens zu mildern.

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Nockenwellenversteller erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine Hydraulikfluidregelvorrichtung / Hydraulikfluidreguliervorrichtung so zum Hydraulikfluidleiten zwischen den Kammern angeordnet und/oder verschalten / angeschlossen ist, dass ein Druckabfall, vorzugsweise unter einen vorbestimmten Grenzdruck in den Kammern, der durch im Betrieb auftretenden Nockenwellenwechselmomente hervorgerufen oder verstärkt ist, zum fluiddurchlassenden Öffnen der Hydraulikfluidregelvorrichtung eingesetzt ist.

Als kritischer Druck, in gewissen Situationen gleichbedeutend mit einem Grenzdruck, kann der Druck verstanden werden, bei dem das System anfängt, Luft zu saugen oder Öl beginnt zu entgasen. Unter einem Grenzdruck wird der Druck verstanden, welcher der über die Federvorspannung und Kolbenwirkfläche eingestellte Druck ist.

Vorteilhafte Ausführungsformen sind auch in den Unteransprüchen beansprucht und werden nachfolgend näher erläutert.

So ist es von Vorteil, wenn die Hydraulikfluidregelvorrichtung wenigstens eine Bypass-Leitungsverschließvorrichtung oder bevorzugt zwei Bypass-Leitungsverschließvorrichtungen aufweist. Auf diese Weise kann sowohl Hydraulikfluid von der einen

Kammer in die andere Kammer bei Druckabfall verbracht werden, aber auch von der anderen Kammer in die eine Kammer. Eine Optimierung in beide Verstellrichtungen des Nockenwellenverstellers ist dann erreichbar.

Wenn die zwei Bypass-Leitungsverschließvorrichtungen parallel zueinander fluidleitend angeordnet sind, so können die Reaktionszeiten gering gehalten werden.

Eine besonders effiziente Nockenwellenverstelleroptimierung wird erreicht, wenn die Bypass-Leitungsverschließvorrichtung ein Ventil, wie ein 2/2-Wegeventil, und eine darauf wirkende Feder, wie eine Druck- oder Zugfeder, enthält. Es können dann zwei Auf-/ Zu-Ventile an/im Nockenwellenversteller angeordnet werden, welche bei Abnahme des Drucks in der ersten Kammer aktuiert werden. Das aktuierte Ventil öffnet dann einen Kanal, um Ölfluss von der anderen Kammer zur ersten Kammer zu ermöglichen.

Wenn die Feder das Ventil in eine hydraulikfluidflussverhindernde Stellung vorspannt, kann mit einfachen Mitteln eine komplexe Aktuierung ermöglicht werden.

Es wird also eine Hydraulikfluidsteuereinheit vorgeschlagen, die Kammern A und B, also eine erste Kammer und eine zweite Kammer, nur dann verbindet, wenn in einer Kammer der über einen Regler/Schalter eingestellte Druck (p_{krit}) unterschritten wird. Dann kann ein Druckausgleich zwischen den Kammern stattfinden. Dabei wird das ohnehin durch die (Nockenwellen-)Wechselmomente hervorgerufene Druckgefälle zwischen den Kammern ausgenutzt.

Solange der Druck in der betreffenden Kammer über dem kritischen Druck (Grenzdruck) liegt, sorgt der betreffende Regler/Schalter für eine Absperrung des Kurzschlusses zwischen den Kammern. Jeder Pfad A oder B mit den jeweils angeschlossenen Kammern benötigt jeweils eine separate Steuereinheit, die den Druck in dem entsprechenden Pfad verändert bzw. bei Unterschreiten des kritischen Druckes in der einen Kammer, den Bypass zur anderen Kammer öffnet. Der Differenzdruck zwischen den Kammern spielt dabei keine Rolle. Es lässt sich ergänzend ausführen, dass ein Bypass / eine Bypassleitung geöffnet wird, wenn der Druck unter ein über die Steuer-

einheit eingestelltes Niveau sinkt (Grenzdruck). Dann kommt es zum Überströmen durch diese Bypassleitung. Das Druckniveau wird dabei nicht „ausgeglichen", sondern der Nockenwellenversteller nimmt sich jetzt das ihm zusätzlich zur Verfügung stehende Öl, (d.h. das Öl „was er bekommen kann") und wird somit in seiner Verstellbewegung schneller.

Es ist gewünscht, wenn die Bypass-Leitungsverschließvorrichtung so voreingestellt ist, dass bei Unterschreiten eines Grenzdrucks (p_{krit}) in einer ersten der Kammern eine Schaltstellung der Bypass-Leitungsverschließvorrichtung erzwungen wird, bei/in der Hydraulikfluid durch eine Bypass-Leitung / Bypassleitung von der anderen, zweiten Kammer in die eine, erste Kammer gelangt.

Es ist von Vorteil, wenn die Feder auf den Grenzdruck / jenen über den Regler eingestellten Druck (p_{krit}) abgestimmt ist. Mit Hilfe der Feder, den Flächenverhältnissen und/oder den Wirkflächen am Kolben wird genau dieser Grenzdruck eingestellt.

Es ist auch von Vorteil, wenn die Hydraulikfluidleitvorrichtung in einen Flügel integriert oder eingebaut ist. Auf diese Weise kann ein sehr kompakter Nockenwellenversteller erreicht werden.

Dabei ist es von Vorteil, wenn die Bypass-Leitungsverschließvorrichtung eine Pilotleitung aufweist, die eine druckübertragend wirkende Verbindung zwischen der ersten Kammer und einem Verschlusselement herstellt, wobei die Feder in ihrer Grundstellung das Verschlusselement hydraulikfluidflussunterbindend in jene, die zwei Kammern verbindende Bypass-Leitung drängt und in einer Aktivierungsstellung, bei Erreichen und/oder Unterschreiten des Grenzdrucks in der ersten Kammer, die Bypass-Leitung öffnet.

Ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel ist auch dadurch gekennzeichnet, dass zwei aufeinander zu und voneinander weg bewegbare Kolben in einem Kanal angeordnet sind, wobei die Kolben so angeordnet sind, dass sie nur von der ihr zugeordneten Pilotleitung angesteuert sind. Die beiden Kolben sind also hydraulisch voneinander getrennt steuerbar. Es soll also eine druckundurchlässige Trennung in dem Kanal, der

nach Art einer Bohrung ausgestaltet sein kann, vorgehalten sein. Auf diese Weise ist eine Ausführungsform in einem Flügel als Einsteckelement mit zwei getrennten Kammern und Kolben / Tassen nutzbar. Das Einsteckelement kann mit zwei Sektionen mit Bohrungen in einer Hülse versehen sein. Innenliegend verschließen die federbelasteten Kolben oder Tassen die Bohrungen in einer Grundstellung, wobei der Druck in beiden Kammern über dem kritischen Druck liegt. Sinkt in einer der beiden Kammern der Druck unter den kritischen Druck, so bewegt sich der auf dieser Kammerseite befindliche Kolben, wodurch der Kolben eine Bohrung frei gibt und ein Überströmen von der anderen Kammer in jene Kammer mit dem geringeren Druck über die Bypass-Leitung stattfindet.

Ein solcher Nockenwellenversteller kann auch dadurch weitergebildet werden, dass der Schaltbereich jener Bereich der gemeinsamen Pilotleitung ist, der bei druckunterschieds- / druckabsinkabhängiger Verlagerung eines der Kolben eine hydraulikfluiddurchlässige Verbindung zwischen den beiden Bypass-Leitungen sicherstellt.

Es sei angemerkt, dass es möglich ist, die Federn an den beiden Schieberventilen mit Zug- oder Druckvorspannung auszulegen oder auch ganz entfallen zu lassen, je nachdem, wie das kritische Druckniveau eingestellt werden soll, bei dem der Schieber aus seiner Ausgangslage (drucklos geschlossen) ausgelenkt weden soll. So ist bspw. keine Feder notwendig, wenn das Schieberventil bei Unterschreiten von 0 bar öffnen soll, wobei der Unterdruck in der am entsprechenden Port angeschlossenen Kammer das Schieberventil „aufzieht".

Eine Feder mit Druckvorspannung ist sinnvoll, wenn erst ab einem bestimmten Unterdruck der Schieber bewegt werden soll, z.B. bei einem Pilotdruck von -0,1 bar. Theoretisch ist auch eine Zugvorspannung denkbar, wenn schon auf dem Unterschreiten eines bestimmten positiven Drucks, etwa über 0 bar, der Schieber den Bypass öffnen soll. Ein Pilotdruck wäre dann bei z.B. 0,1 bar festzustellen. Diese Auslegung ist aber riskant, weil beim Start der Verbrennungskraftmaschine beide Schieber auf „Durchlass" stehen, also drucklos offen sind, und so einen nicht gewollten Kurzschluss über beide Schieberventile erzeugen können. Man kann versuchen, dass der Zustand durch zusätzliche Schaltelemente abgefangen wird. Diese Auslegung ist trotzdem

technisch sehr kritisch, da bei jedem Momenten-Nulldurchgang / Wechselmoment die Gefahr besteht, dass der Bypass ungewollt öffnet, bzw. ohnehin offen steht, und ein Rückfließen des Fluids stattfindet. Auch die Variante ohne Feder ist kritisch, da die indifferente Lage der Tassen / Kolben / Schieber dazu führen kann, dass ebenfalls der falsche Bypass ungewollt öffnet. Es ist technisch gesehen also die Variante mit Federvorspannung sinnvoll und bevorzugt, weil diese eine definierte Grundstellung des Ventils ermöglicht und somit ein sicheres Abdichten gegen die Kammerdrücke stattfinden kann.

Die Erfindung wird nachfolgend mit Hilfe einer Zeichnung näher erläutert, in der vier Ausführungsbeispiele dargestellt sind. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schaltplan für eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Nockenwellenverstellers, wobei eine erste Kammer A über eine Pumpe mit Hydraulikfluid versorgt ist, der Druck in der ersten Kammer A über dem kritischen Druck liegt, die Torsionsmomente unkritisch sind, das System als OPA-System funktioniert, und ein Kurzschluss A-B an einem Hauptventil verschlossen / geschlossen ist,

Fig. 2 der Nockenwellenversteller aus Fig. 1 in der Situation, in der der Druck in der ersten Kammer A unter den kritischen Druck p_{krit} sinkt, also eine Saugphase vorliegt, wobei die Torsionsmomente das Verhalten des Nockenwellenverstellers, diesen antreibend dominieren, wobei ferner die Druckversorgung von der Pumpe nicht mehr ausreichend ist, wobei eine Hydraulikfluidregelvorrichtung / Druckreguliereinheit einen Kurzschluss über eine Bypass-Leitung von der zweiten Kammer B zur ersten Kammer A freigibt, solange das System also von der zweiten Kammer zur ersten Kammer druckausgleichend und hydraulikfluidnachführend dafür sorgt, dass der Druck wieder über den kritischen Druck in der ersten Kammer steigt,

Fig. 3 eine andere Darstellungsart des Nockenwellenverstellers der Fig. 1 und 2, wobei die zweite Kammer B durch die Pumpe mit Hydraulikfluid versorgt ist, der Druck in der Kammer B aber über dem kritischen Druck ist, wobei die

Torsionsmomente unkritisch sind, die Verstellrichtung des Nockenwellenverstellers entgegengesetzt der Verstellrichtung der Ausführungsform der Fig. 1 und 2 ist, aber auch der Kurzschluss A-B geschlossen ist,

Fig. 4 die Situation bei Verstellrichtung, wie in Fig. 3, wobei jedoch der Druck in der zweiten Kammer B unter den kritischen Druck sinkt (Saugphase), die Torsionsmomente das Verhalten des Nockenwellenverstellers diesen antreibend dominieren, wobei die Druckregulierereinheit / Hydraulikfluidregelvorrichtung den Kurzschluss / die Bypass-Leitung von der Kammer A zur Kammer B frei gibt, wobei das System so lange von der Kammer A zur Kammer B druckausgleichend und hydraulikfluidnachführend wirkt, bis der Druck in der Kammer B wieder über dem kritischen Druck liegt,

Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei welchem zwei Ventile in einem Rotorflügel integriert sind und federbelastete Tassen / Kolben eingesetzt sind,

Fig. 6 das Ausführungsbeispiel der Fig. 5 mit jedoch bypass-leitungsgeöffneter Schaltstellung,

Fig. 7 eine weitere Ausführungsform für eine Positionierung der Ventile im Flügel, wobei die Pilotbohrung auch zentrisch zur Kolben- oder Tassenachse erfolgen kann, so dass die Bypass-Leitung nicht abgesetzt sein muss, sondern auch in einem Zug gebohrt werden kann, wenn der Kolben bzw. die Tasse in einer Sperrstellung die gegenüberliegende Kammer ausreichend absperrt und in einer Öffnungsposition ausreichend Kanal für den Durchfluss frei gibt,

Fig. 8 eine weitere Ausführungsform in bypass-leitungsverschlossener Position, und

Fig. 9 die Ausführungsform der Fig. 8 in bypass-leitungsgeöffneter Position.

Die Figuren sind lediglich schematischer Natur und dienen nur dem Verständnis der Erfindung. Die gleichen Elemente werden mit denselben Bezugszeichen versehen.

Merkmale der einzelnen Ausführungsbeispiele können auch untereinander ausgetauscht werden.

In Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Nockenwellenverstellers 1 dargestellt. Dieser Nockenwellenversteller 1 ist zum Einsatz in einem Ventiltrieb an einer Verbrennungskraftmaschine vorgesehen. Dieser Nockenwellenversteller 1 weist einen Rotor 2 auf, der radial abstehende Flügel 3 besitzt. Üblicherweise werden drei oder mehr Flügel 3 eingesetzt. Besonders bevorzugt sind vier Flügel 3.

Der Rotor 2 ist drehbar in einem Stator 4 angeordnet, der bspw. über ein Zahnrad mit einem Endloszugmittel, wie einer Kette verbunden sein kann. Der Rotor 2 und der Stator 4 bilden Flügelzellen 5, die durch je einen Flügel 3 in eine erste Kammer 6 und eine zweite Kammer 7 unterteilt sind. Die erste Kammer kann auch als Kammer A bezeichnet werden und die zweite Kammer auch als Kammer B bzw. vice versa. In einem Leitungssystem 8 ist ein Hauptabsperr-/ Umschaltventil 9 vorgesehen. Dieses Hauptabsperr-/ Umschaltventil 9 ist zwischen einer Pumpe (P) 10 und einem Tank (T) 11 angeordnet. Zusätzlich dazu ist eine Hydraulikfluidregelvorrichtung 12 vorgesehen.

Die Hydraulikfluidregelvorrichtung 12 weist vorzugsweise zwei Bypass-Leitungsverschließvorrichtungen 13 auf. Beide Bypass-Leitungsverschließvorrichtungen 13 weisen ein Ventil 14, wie ein 2/2-Wegeventil 15 auf. Dieses Ventil 14, das auch als Schieber / Schieberventil bezeichnet werden kann, ist über eine Feder 16 vorgespannt.

Die Bypass-Leitungsverschließvorrichtungen 13 sind in jeweils einer Bypass-Leitung 17 angeordnet bzw. in einer gemeinsamen Bypass-Leitung 17 angeordnet. Es gibt aber auch für jede Bypass-Leitungsverschließvorrichtung 13 eine Pilotleitung 18. Über die Pilotleitung 18 wird letztlich, bei Unterschreitung des Grenzdruckes / kritischen Druckes p_{krit} in der ersten Kammer 6, öffnend auf eines der beiden 2/2-Wegeventile 15 eingewirkt, so dass, wie in Fig. 2 dargestellt, bspw. Hydraulikfluid, wie Öl, von der zweiten Kammer 7 über die Bypass-Leitung 17 in die erste Kammer 6 gelangt. Dabei ist die Bypass-Leitung 17 durch das in der Figur rechte Ventil 14 so lange geöffnet, wie der Druck P in der ersten Kammer 6 unter den kritischen Druck p_{krit} sinkt.

Die Verstellrichtung des Rotors 2 relativ zum Stator 4 ist mit dem Pfeil 19 symbolisiert.

Eine dazu abgewandelte Darstellungsart, bei umgekehrter Verstellrichtung 19 des Rotors 2 relativ zum Stator 4 ist in den Fig. 3 und 4 wiedergegeben.

Eine Variante zu den in den Fig. 1 bis 4 dargestellten Ausführungsformen ist allerdings in den Fig. 5 und 6 dargestellt. In Fig. 5 ist sowohl eine erste Bypass-Leitung 17, als auch eine zweite Bypass-Leitung 17 verschlossen, wohingegen aufgrund der Druckübertragung aus der ersten Kammer 6 wegen eines durch die Feder 16 vorgespanntes Verschlusselements 20 eine Bypass-Leitung 17 geöffnet ist, so dass Hydraulikfluid aus der zweiten Kammer 7 in die erste Kammer 6 gelangen kann.

Die zwei voneinander getrennten Bypass-Leitungsverschließvorrichtungen 13 sind wechselseitig im Flügel 3 montiert. Jede Bypass-Leitungsverschließvorrichtung 13 hat eine Pilotleitung 18 zur jeweils zugeordneten ersten oder zweiten Kammer 6 oder 7, die in Abstimmung mit der wirkenden Feder 16 ein Öffnen und Schließen des jeweils zugeordneten Bypasses / der Bypass-Leitung 17 ermöglicht. Die Pilotleitung 18 kann auch als Pilotkanal bezeichnet werden.

Die Anordnung ist so gewählt, dass die ersten und zweiten Kammern in einer Ventilgrundstellung, wenn also der Pilotdruck über dem kritischen Druck liegt, hydraulisch voneinander getrennt sind. Weder der (Über-)Druck in der ersten Kammer 6, noch der Druck in der zweiten Kammer 7 können das Verschlusselement 12, nach Art eines Kolbens oder einer Tasse, zum Öffnen bringen, noch ein Druckgefälle zwischen beiden Kammern 6 und 7.

Ein geeigneter Hinterschnitt, im Sinne einer Vertiefung zur stirnseitigen Aufnahme des Verschlusselementes 20, kann das sichere Schließen des Verschlusselementes / des Ventilkörpers / der Tasse / des Kolbens unterstützen.

In beiden Kammern ist, wie in Fig. 5 gezeigt, der Druck über dem kritischen Druck. Die Ventile befinden sich in ihrer Grundstellung, wodurch der Bypass / die Bypass-Leitung 17 geschlossen ist.

In der Fig. 6 hingegen ist in der ersten Kammer 6 der Druck unter den kritischen Druck gesunken. Die Torsionsmomente reißen aber den Nockenwellenversteller 1, insbesondere den Rotor 2 mit. Die Volumenstromversorgung durch die Pumpe 10 ist dann nicht mehr ausreichend gewährleistet. Dadurch stellt sich in der Kammer A, also der ersten Kammer 6, ein Druck ein, der unter den kritischen Druck sinkt. Das Verschlusselement 20 wird nun durch diesen „Unterdruck“ in der ersten Kammer 6 gegen die dargestellte Feder 16 aus ihrem Sitz oder auch Hinterschnitt gezogen. Der Kurzschluss von der zweiten Kammer 7 in die erste Kammer 6 wird somit geöffnet. Dieses Öffnen wird auch hydraulisch unterstützt durch den auf die nun freigegebene Stirnfläche des Verschlusselementes 20 wirkenden Kammerdruck in der zweiten Kammer 7.

Kommt es zum Druckausgleich zwischen den beiden Kammern 6 und 7 fällt das Ventil / Verschlusselement 20 wieder in den Sitz und schließt den Bypass / die Bypass-Leitung 17. Ein leichter Hinterschnitt zur Aufnahme des Verschlusselementes 20 sorgt für ein sicheres Abdichten gegen einen seitlich wirkenden Druck aus den Kammern 6 und 7.

Das System arbeitet so lange wie ein traditioneller Versteller im reinen OPA-Modus, bis der Druck in einer Kammer 6 oder 7 infolge der anliegenden Wechselmomente und den über die Feder 16 und eine Wirkfläche der Verschlusselementinnenseite oder auch Kolbenfläche eingestellten kritischen Druck p_{krit} sinkt. Bis dahin wird das System öldruckgesteuert betrieben und ist nicht abhängig vom „Umpumpen“ zwischen den Kammern, was sich bei kleinen Torsionsmomenten vorteilhaft auf die Verstellgeschwindigkeit bzw. das Verstellverhalten auswirkt.

Bei größer werdenden Momenten wird die Verstellung dann zusätzlich durch das Umpumpen zwischen den Kammern unterstützt, im Sinne einer CTA-Verstellung, also einer „cam torque actuation“. Das Druckgefällte zwischen den Kammern 6 und 7 hilft zusätzlich beim Erzielen höher Verstellgeschwindigkeiten. Das Potenzial für das Ein-

saugen von Luft oder Ausgasen aus dem Öl wird minimiert. Das hängt natürlich auch vom eingestellten Pilotdruck ab.

In Fig. 7 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, wobei (orthogonal) von den beiden Kammern 6 und 7 abgehende Pilotleitungen 18 vorhanden sind, die auf Verstellvorrichtungen 19 / Verschlusselemente 20 wirken, die mit Federn 16 in Wirkzusammenhang stehen. Die Verschlusselemente 20 verschließen schräge Bypass-Leitungen 17.

Zwei unabhängig voneinander bewegbare Verschlusselemente 20 in einer Bohrung, die orthogonal zur Oberfläche des Flügels 3 die beiden Kammern 6 und 7 miteinander verbindet, sind in den Fig. 8 und 9 dargestellt. Bei Unterschreiten des Grenzdrucks in der zweiten Kammer 7, wird bspw. das der zweiten Kammer 7 nähere Verschlusselement 20, also der entsprechende Kolben zur zweiten Kammer 7 hin angesaugt / verlagert. Dadurch wird ein Durchlass für Öl von dem einen Abschnitt der Bypass-Leitung 17 zu dem anderen Abschnitt der Bypass-Leitung 17 ermöglicht, so dass entsprechend der in Fig. 9 in der Bypass-Leitung 17 gezeigten Pfeilrichtung Hydraulikfluid von der ersten Kammer 6 in die zweite Kammer 7 verbracht.

Bezugszeichenliste

1	Nockenwellenversteller
2	Rotor
3	Flügel
4	Stator
5	Flügelzelle
6	erste Kammer
7	zweite Kammer
8	Leitungssystem
9	Hauptabsperr-/ Umschaltventil
10	Pumpe
11	Tank
12	Hydraulikfluidregelvorrichtung
13	Bypass-Leitungsverschließvorrichtung
14	Ventil
15	2/2-Wegeventil
16	Feder
17	Bypass-Leitung
18	Pilotleitung
19	Verstellvorrichtung
20	Verschlusselement

Patentansprüche

1. Nockenwellenversteller (1) des Flügelzellentyps, mit einem Rotor (2), der radial abstehende Flügel (3) aufweist, wobei der Rotor (2) zusammen mit einem den Rotor (2) drehbar aufnehmenden Stator (4) Flügelzellen (5) ausbildet, die jeweils durch einen Flügel (3) in zwei verstellbare, zum Hydraulikfluidaufnehmen vorbereitete Kammern (6, 7) unterteilt sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Hydraulikfluidregelvorrichtung (12) zum Hydraulikfluidleiten zwischen den Kammern (6, 7) so angeordnet ist, dass ein Druckabfall in den Kammern (6, 7), der durch im Betrieb auftretende Nockenwellenwechselmomente hervorgerufen oder verstärkt ist, zum fluiddurchlassenden Öffnen der Hydraulikfluidregelvorrichtung (12) eingesetzt ist.

2. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hydraulikfluidregelvorrichtung (12) wenigstens eine Bypass-Leitungsverschließvorrichtung (13) oder zwei Bypass-Leitungsverschließvorrichtungen (13) aufweist.

3. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei Bypass-Leitungsverschließvorrichtungen (13) parallel zueinander fluidleitbar angeordnet sind.

4. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bypass-Leitungsverschließvorrichtung (13) ein Ventil (14) und eine darauf einwirkende Feder (16) enthält.

5. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feder (16) das Ventil (14) in eine hydraulikfluidflussverhindernde Stellung vorspannt.

6. Nockenwellenversteller (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bypass-Leitungsverschließvorrichtung (13) so voreingestellt ist, dass bei Unterschreiten eines Grenzdrucks in einer ersten der

Kammern (6) eine Schaltstellung der Bypass-Leitungsverschließvorrichtung (13) erzwungen wird, bei der Hydraulikfluid durch eine Bypass-Leitung (17) von der zweiten Kammer (7) in die erste Kammer (6) gelangt.

7. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feder (16) auf den Grenzdruck abgestimmt ist.

8. Nockenwellenversteller (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hydraulikfluidleitvorrichtung (12) in dem Flügel (3) integriert ist.

9. Nockenwellenversteller (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bypass-Leitungsverschließvorrichtung (13) eine Pilotleitung (18) aufweist, die eine druckübertragend wirkende Verbindung zwischen der ersten Kammer (6) und einem Verschlusselement (20) herstellt, wobei die Feder (16) in ihrer Grundstellung das Verschlusselement (20) hydraulikfluidflussunterbindend in jene, die zwei Kammern (6, 7) verbindende Bypass-Leitung (17) drängt und in einer Aktivierungsstellung, bei Erreichen und/oder Unterschreiten des Grenzdrucks in der ersten Kammer (6) die Bypass-Leitung (17) geöffnet ist.

10. Nockenwellenversteller (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei aufeinander zu und voneinander weg bewegbare Kolben in einem Kanal / einer Bohrung angeordnet sind, wobei die Kolben so angeordnet sind, dass sie nur von der ihr zugeordneten Pilotleitung (18) angesteuert sind.

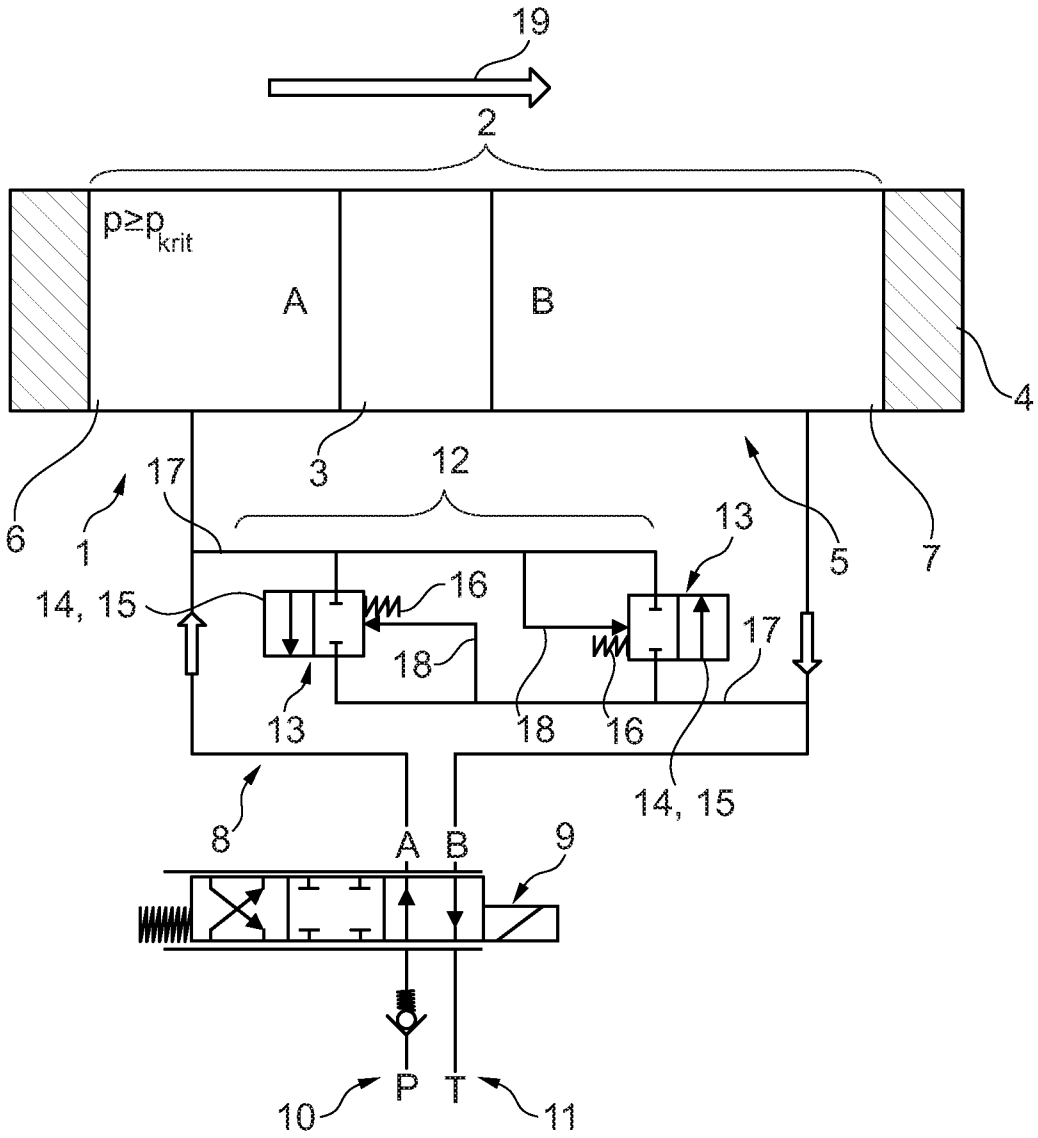

19
2
p≥p krit
A
B
4
6
1
17
3
12
13
5
7
14, 15
16
18
17
13
18
16
14, 15
8
A
B
9
P
T
10
11

Fig. 1

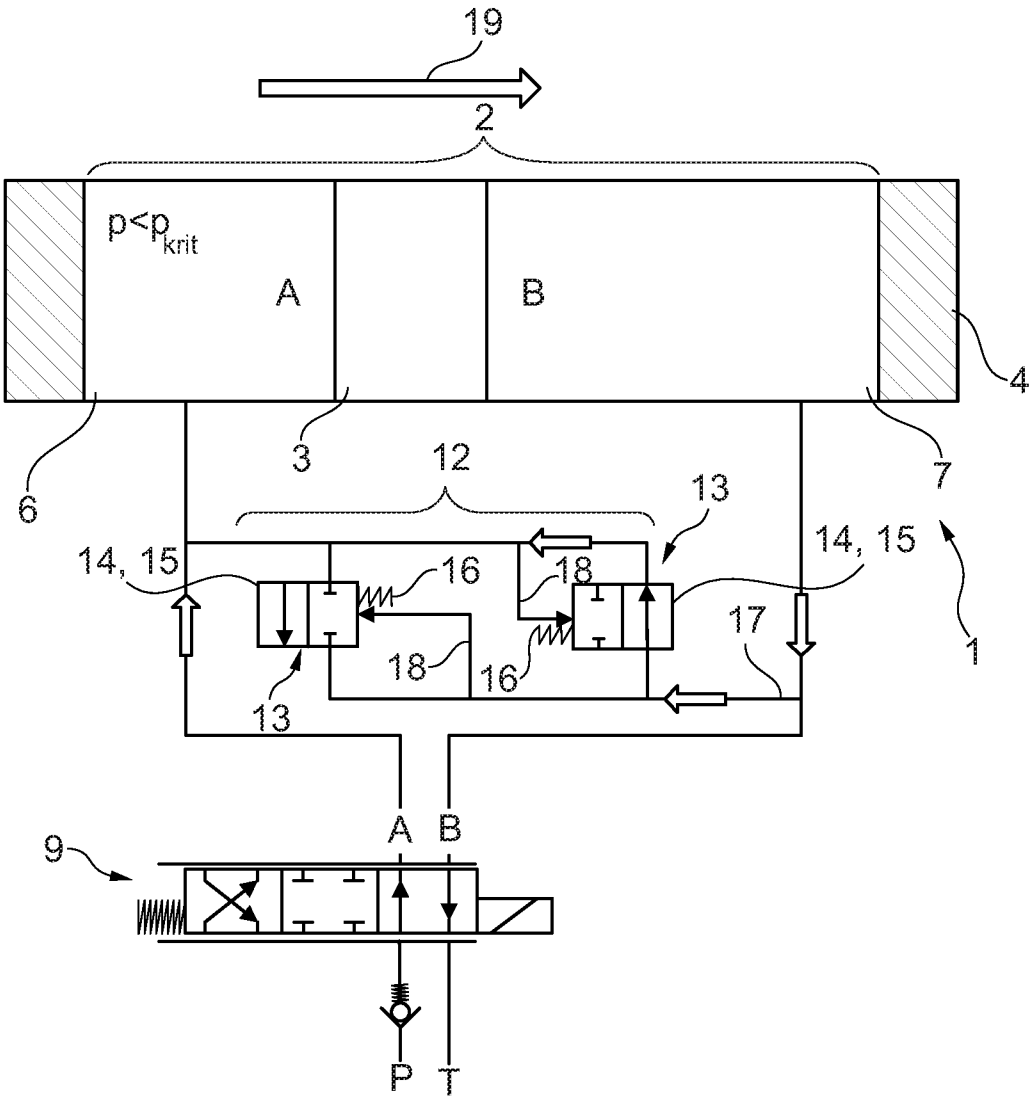


Fig. 2

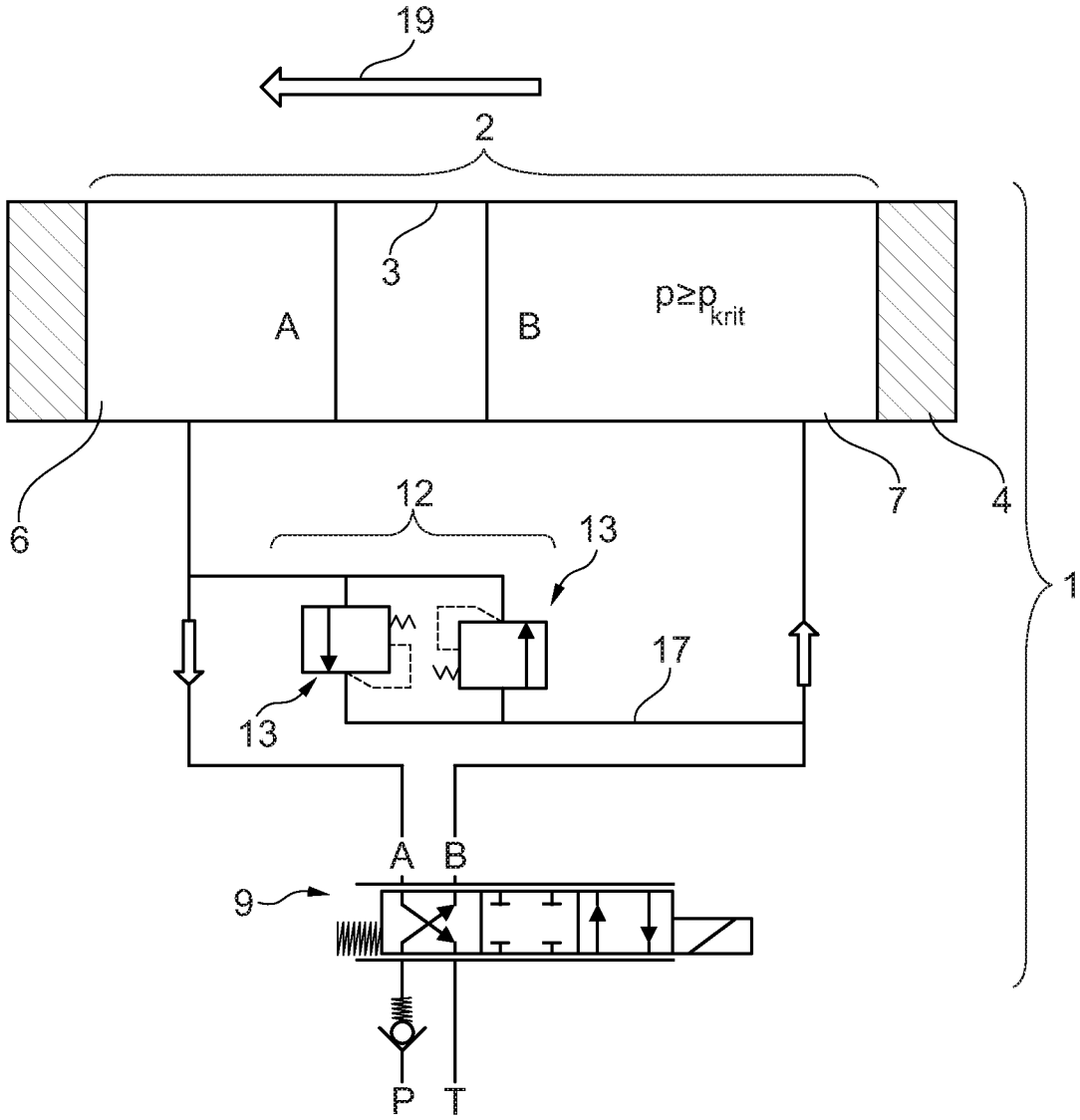


Fig. 3

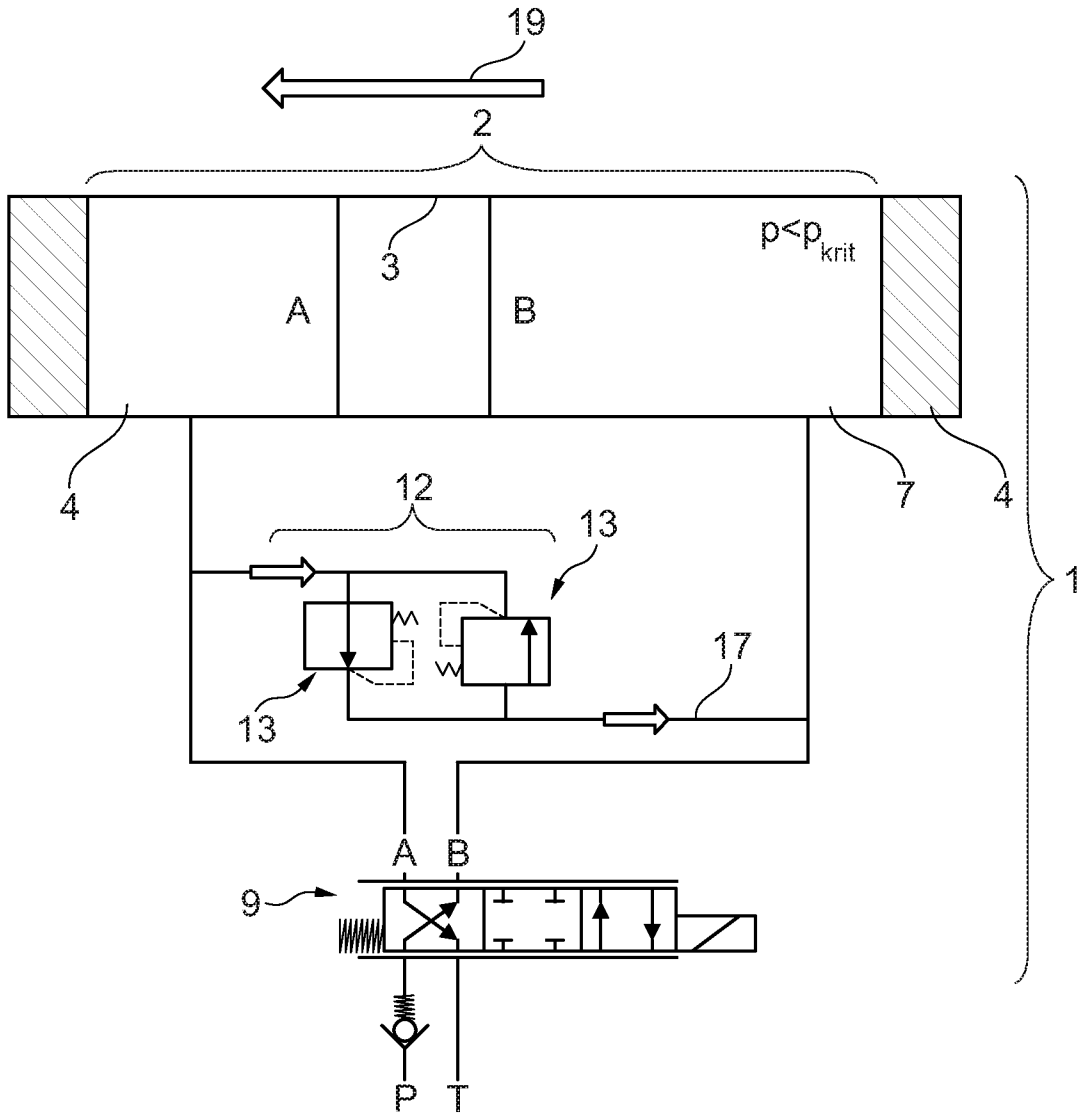


Fig. 4

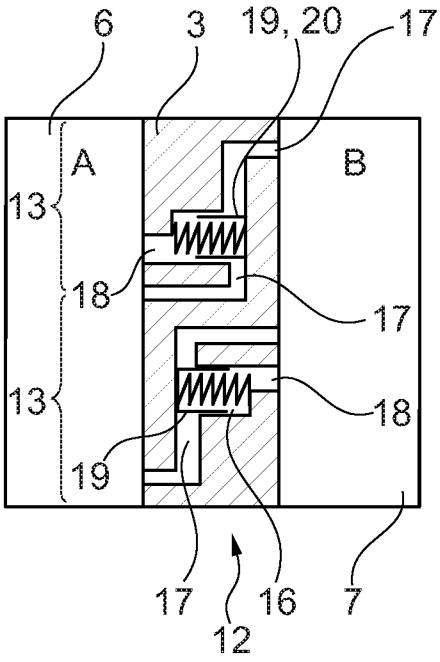

6
3
19, 20
17
A
B
13
18
17
13
18
19
17
16
7
12

Fig. 5

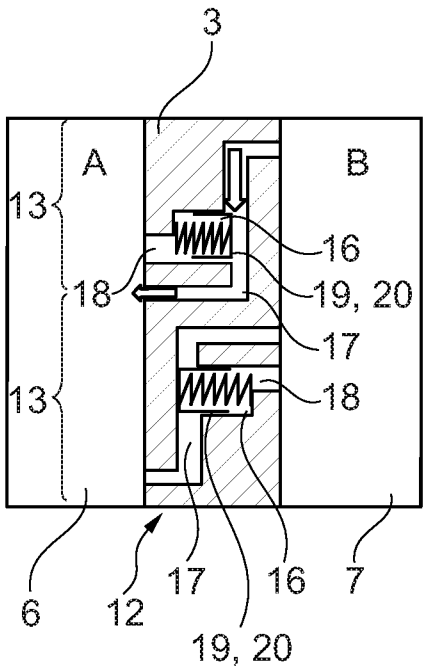

3
A
B
13
16
18
19, 20
17
13
18
6
12
17
16
7
19, 20

Fig. 6

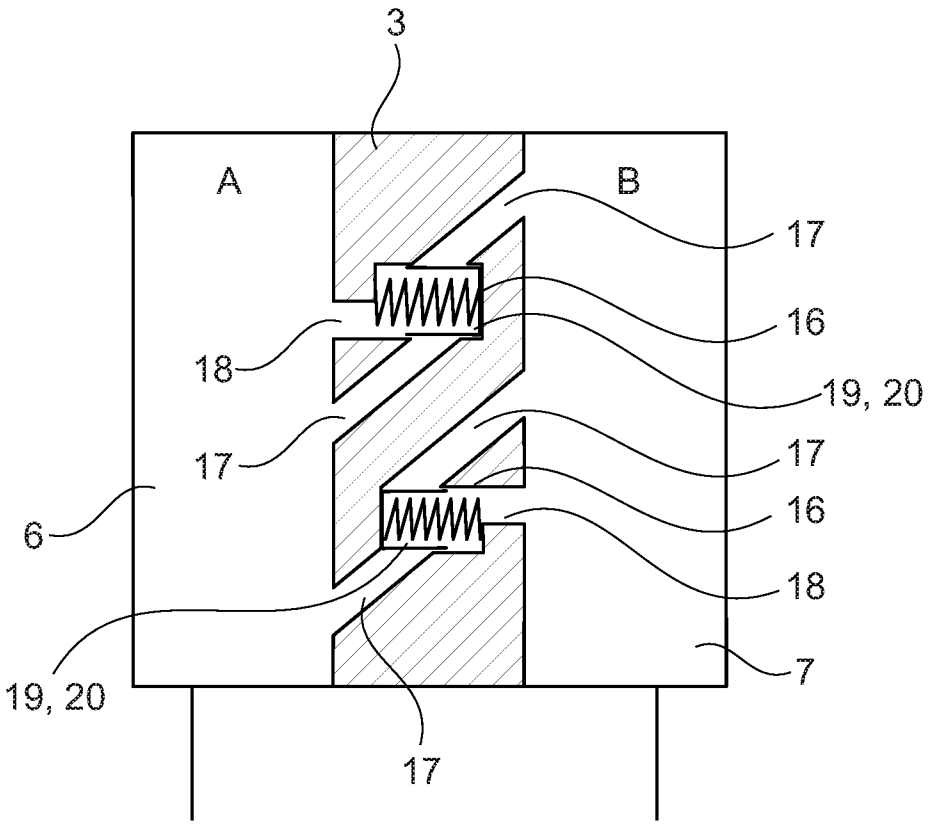


Fig. 7

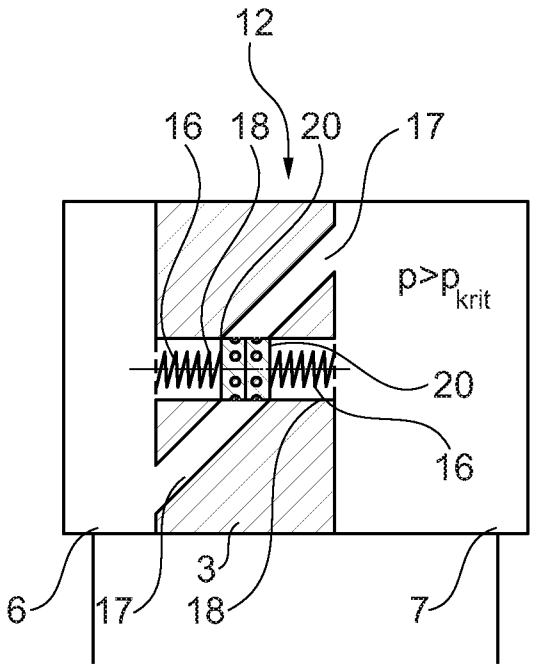

12
16
18
20
17
p>p_krit
20
16
3
6
17
18
7

Fig. 8

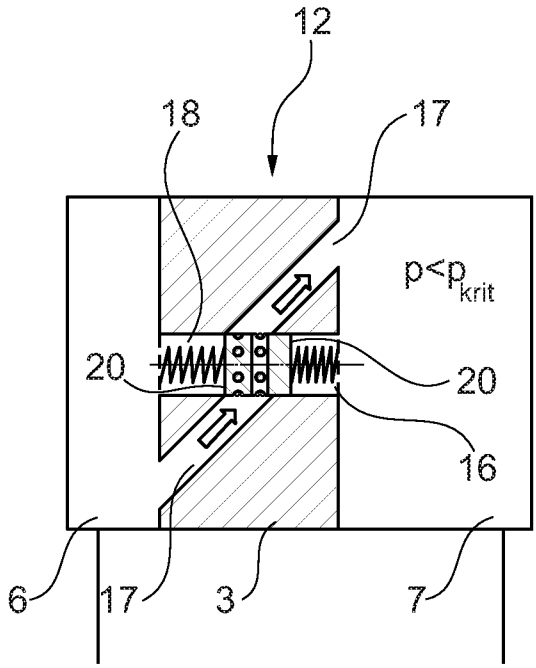

12
18
17
p<p_krit
20
20
16
6
17
3
7

Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2015/200356

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01L1/344
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007/107684 A1 (TAKAHASHI KINYA [JP] ET AL) 17 May 2007 (2007-05-17) abstract; figures	1-10
A	DE 10 2007 000249 A1 (DENSO CORP [JP]; NIPPON SOKEN [JP]) 31 October 2007 (2007-10-31) abstract; figures	1-10
A	JP H11 13430 A (TOYOTA MOTOR CORP) 19 January 1999 (1999-01-19) abstract; figures	1-10
A	WO 03/067034 A1 (PORSCHE AG [DE]; HYDRAULIK RING GMBH [DE]; PALESCH EDWIN [DE]; NEUDOER) 14 August 2003 (2003-08-14) abstract; figures	1-10

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 November 2015	23/12/2015

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Paulson, Bo

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2015/200356

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 518 529 A1 (BORG WARNER AUTOMOTIVE [US]) 16 December 1992 (1992-12-16) abstract; figures -----	1-10

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2015/200356

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007107684 A1	17-05-2007	DE 102006035436 A1	06-06-2007
		JP 4459892 B2	28-04-2010
		JP 2007138739 A	07-06-2007
		US 2007107684 A1	17-05-2007
DE 102007000249 A1	31-10-2007	DE 102007000249 A1	31-10-2007
		JP 4624976 B2	02-02-2011
		JP 2007315373 A	06-12-2007
		US 2010251980 A1	07-10-2010
JP H1113430 A	19-01-1999	NONE	
WO 03067034 A1	14-08-2003	DE 10205415 A1	28-08-2003
		EP 1476642 A1	17-11-2004
		JP 4351065 B2	28-10-2009
		JP 2005517109 A	09-06-2005
		US 2004211379 A1	28-10-2004
		US 2005241603 A1	03-11-2005
		WO 03067034 A1	14-08-2003
EP 0518529 A1	16-12-1992	EP 0518529 A1	16-12-1992
		JP H05214907 A	24-08-1993
		US 5361735 A	08-11-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2015/200356

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F01L1/344
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2007/107684 A1 (TAKAHASHI KINYA [JP] ET AL) 17. Mai 2007 (2007-05-17) Zusammenfassung; Abbildungen	1-10
A	DE 10 2007 000249 A1 (DENSO CORP [JP]; NIPPON SOKEN [JP]) 31. Oktober 2007 (2007-10-31) Zusammenfassung; Abbildungen	1-10
A	JP H11 13430 A (TOYOTA MOTOR CORP) 19. Januar 1999 (1999-01-19) Zusammenfassung; Abbildungen	1-10
A	WO 03/067034 A1 (PORSCHE AG [DE]; HYDRAULIK RING GMBH [DE]; PALESCH EDWIN [DE]; NEUDOER) 14. August 2003 (2003-08-14) Zusammenfassung; Abbildungen	1-10

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
20. November 2015	23/12/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Paulson, Bo

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2015/200356

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 518 529 A1 (BORG WARNER AUTOMOTIVE [US]) 16. Dezember 1992 (1992-12-16) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-10

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2015/200356

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007107684 A1	17-05-2007	DE 102006035436 A1	06-06-2007
		JP 4459892 B2	28-04-2010
		JP 2007138739 A	07-06-2007
		US 2007107684 A1	17-05-2007
DE 102007000249 A1	31-10-2007	DE 102007000249 A1	31-10-2007
		JP 4624976 B2	02-02-2011
		JP 2007315373 A	06-12-2007
		US 2010251980 A1	07-10-2010
JP H1113430 A	19-01-1999	KEINE	
WO 03067034 A1	14-08-2003	DE 10205415 A1	28-08-2003
		EP 1476642 A1	17-11-2004
		JP 4351065 B2	28-10-2009
		JP 2005517109 A	09-06-2005
		US 2004211379 A1	28-10-2004
		US 2005241603 A1	03-11-2005
		WO 03067034 A1	14-08-2003
EP 0518529 A1	16-12-1992	EP 0518529 A1	16-12-1992
		JP H05214907 A	24-08-1993
		US 5361735 A	08-11-1994