

(19)



(11)

EP 2 870 327 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

06.04.2016 Patentblatt 2016/14

(51) Int Cl.:

F01L 1/344^(2006.01) F01L 1/047^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13734995.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2013/063954

(22) Anmeldetag: **02.07.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2014/006056 (09.01.2014 Gazette 2014/02)

(54) **SCHWENKMOTORVERSTELLER MIT EINEM HYDRAULIKVENTIL**

VANE TYPE PHASING DEVICE WITH HYDRAULIC CONTROL VALVE

DEPHASEUR À AILETTES OSCILLANTES AVEC VANNE DE COMMANDE HYDRAULIQUE

(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

(73) Patentinhaber: **Hilite Germany GmbH**

97828 Marktheidenfeld (DE)

(30) Priorität: **06.07.2012 DE 102012106096**

(72) Erfinder: **KNECHT, Andreas**

72127 Kusterdingen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

13.05.2015 Patentblatt 2015/20

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A2- 1 596 040 WO-A1-2011/015418

EP 2 870 327 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft gemäß Patentanspruch 1 einen Schwenkmotorversteller mit einem Hydraulikventil.

[0002] Aus der DE 10 2005 041 393 A1 ist bereits ein Hydraulikventil für einen Schwenkmotorversteller bekannt. Das Hydraulikventil weist in Übereinstimmung mit der Erfindung einen Kolben auf, der längsverschieblich innerhalb einer Bohrung angeordnet ist. Von der Innenwand des Ventils gehen

- ein Druckmittelanschluss P und
- zwei axial diesem unmittelbar folgende Arbeitsanschlüsse A und B ab. Der Kolben weist einen Druckkammer-Zulaufkanal und einen getrennt von diesem angeordneten Druckkammer-Ablaufkanal auf. Der Kolben soll in einer am Rande erwähnten Ausgestaltungsform auch aus Kunststoff oder in einem pulvermetallurgischen Spritzgiessverfahren hergestellt werden können. Dabei ist als Beispiel das Metal-Injection-Molding Verfahren aufgeführt.

[0003] Aus der WO/2011/015418 A1 ist ein weiterer Schwenkmotorversteller mit einem Hydraulikventil bekannt

[0004] Die DE 196 37 174 A1 zeigt ein Hydraulikventil für einen Schwenkmotorversteller, bei welchem ein Kolben längsverschieblich innerhalb einer Bohrung mit einer Längsachse angeordnet ist. Von der Innenwand der Bohrung gehen zwei Arbeitsanschlüsse A, B und ein Druckmittelanschluss P ab. Der Druckmittelanschluss P ist dabei axial zwischen den beiden Arbeitsanschlüssen A, B angeordnet.

[0005] Aus der DE 198 53 670 B4 ist ebenfalls ein Hydraulikventil für einen Schwenkmotorversteller bekannt. Von der Innenwand der Bohrung gehen zwei Arbeitsanschlüsse A, B und ein Tankablauf T ab. Der Tankablauf T ist dabei axial zwischen den beiden Arbeitsanschlüssen A, B angeordnet. Ein stirnseitig am Hydraulikventil angeordneter Druckmittelanschluss P führt der Bohrung bzw. dem hohlen Kolben von innen Druck zu.

[0006] Aus der DE 10 2004 038 252 A1 ist ein weiteres Hydraulikventil für einen Schwenkmotorversteller bekannt. Von der Innenwand der Bohrung gehen axial aufeinander folgend ein Druckmittelanschluss P, ein Tankablauf T und zwei Arbeitsanschlüsse A, B ab.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Schwenkmotorversteller mit einem Hydraulikventil zu schaffen, dessen Druckmittelanschluss P die beiden Arbeitsanschlüsse A, B auf einer gemeinsamen Seite axial benachbart sind.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0009] Gemäß einem Vorteil der Erfindung folgt dem Druckmittelanschluss P unmittelbar der erste Arbeitsanschluss A (B). Diesem ersten Arbeitsanschluss A folgt der zweite Arbeitsanschluss B (A) unmittelbar oder mit-

telbar. "Mittelbar" bedeutet, dass noch ein Tankablauf T zwischen den beiden Arbeitsanschlüssen A, B liegen kann. Infolge der unmittelbar oder mittelbar benachbarten Anordnung von den beiden Arbeitsanschlüssen A, B kann bei einem beispielsweise zentral zum Schwenkmotorversteller angeordnetem Hydraulikventil der Schwenkmotorversteller axial entsprechend schmal ausgeführt sein. Die Bezeichnung der beiden Arbeitsanschlüsse A und B ist dabei willkürlich.

[0010] Gemäß einem weiteren Vorteil der Erfindung ist der Druckmittelanschluss P axial nach bzw. vor den beiden Arbeitsanschlüssen A, B angeordnet. Somit kann dieser Druckmittelanschluss P außerhalb des Schwenkmotorverstellers an Kanäle im Hydraulikventil angeschlossen sein, welche den Versorgungsdruck von einer Fluid-Förderpumpe zu den Arbeitsanschlüssen A bzw. B fördern können. Folglich sind Bohrungen im Schwenkmotorversteller, welche den Versorgungsdruck von der Fluid-Förderpumpe zum Druckmittelanschluss P innerhalb des Schwenkmotorverstellers leiten, nicht notwendig. Solche Bohrungen insbesondere durch den Rotor des Schwenkmotorverstellers erhöhen den Bearbeitungsaufwand und schwächen den Rotor. In besonders vorteilhafter Weise wird demzufolge das Hydraulikfluid durch den Hohlkolben des Ventils geführt.

[0011] Das Hydraulikventil weist eine gestufte Bohrung mit den von dieser abgehenden Arbeitsanschlüssen A, B auf. Innerhalb der Bohrung ist der druckausgeglichene Hohlkolben axialverschiebbar. Der Hohlkolben ist mit einem ersten Außendurchmesser innerhalb eines Bohrungsabschnitts dichtend toleriert verschiebbar. Der Hohlkolben weist diesem ersten Außendurchmesser folgend benachbart

- eine Mantelfläche mit einem großen Außendurchmesser im axialen Bereiche des einen Arbeitsanschlusses und
- eine Mantelfläche mit einem kleinen Außendurchmesser im Bereich des anderen Arbeitsanschlusses

auf. Von den beiden Mantelflächen gehen jeweils eine Zulaufkante und eine Ablaufkante ab. Die beiden Zulaufkanten weisen voneinander hinfort. Die Ablaufkanten weisen aufeinander zu, so dass ein in einen Hohlraum des Hohlkolbens eingeleiteter Versorgungsdruck einerseits an einer projizierten Kreisfläche anliegt. Diese Kreisfläche wird vom kleinen Außendurchmesser gebildet, so dass eine Kraft in einer Axialrichtung wirksam ist. Hingegen liegt der Versorgungsdruck andererseits an einer projizierten Ringfläche an. Diese Ringfläche bildet sich aus dem großen Außendurchmesser abzüglich des ersten Außendurchmessers.

[0012] Dadurch, dass die Kreisfläche gleich der Ringfläche ist, ist der Hohlkolben druckausgeglichen.

[0013] Um eine genaue Druckausgeglichenheit zu erreichen stehen diese Flächen in einem konkreten Verhältnis zueinander. Über die Kreisflächenformel ergibt sich für die drei zugehörigen Außendurchmesser D1, D2,

D3 des Kolbens:

$$D1 = 4 \times K$$

$$D2 = 5 \times K$$

$$D3 = 3 \times K$$

K ist dabei eine beliebige Konstante. Der Außendurchmesser D1 ist der kleine Außendurchmesser. Der Außendurchmesser D2 ist der große Außendurchmesser. Der Außendurchmesser D3 ist der erste Außendurchmesser. Die besagte Ringfläche bildet sich damit aus der Kreisflächendifferenz an den beiden Außendurchmessern D2, D3.

[0014] Es können zusätzlich zu den beiden Arbeitsanschlüssen A, B auch ein oder zwei Bypass-Anschlüsse A1, B1 vorgesehen sein. Damit wird ein Verfahren gemäß DE 10 2006 012 733 A1 verwirklicht, welches mittel Rückschlagventilen zum Tankabfluss fließendes Hydraulikfluid dem Schwenkmotorversteller für Verschwenkbewegungen zur Verfügung stellt.

[0015] Das Hydraulikventil muss nicht als zentrales Hydraulikventil radial innerhalb des Schwenkmotorverstellers angeordnet sein. Die Anordnung des Druckmittelanschlusses P axial neben den Arbeitsanschlüssen A, B anstelle zwischen den Arbeitsanschlüssen A, B bringt auch Vorteile bei einer externen bzw. dezentralen Anordnung des Hydraulikventils. Bei einer solchen externen Anordnung ist das Hydraulikventil beispielsweise in

- einem Zylinderkopf,
- einem Zylinderkopfdeckel,
- einer Zwischenplatte bzw. Zwischenbrille zwischen dem Zylinderkopf und dem Schwenkmotorversteller oder
- einem vor dem Schwenkmotorversteller angeordneten Deckel

befestigt. Die Verwendung bei einer dezentralen Anordnung ist von besonderem Vorteil, da dezentrale Hydraulikventile üblicherweise ein fest an das Hydraulikventil gekoppeltes elektromagnetisches Stellglied aufweisen. Ein solches elektromagnetisches Stellglied weist einen druckausgeglichenen Magnetanker auf. Zum Druckausgleich weist der Magnetanker eine Ausnehmung auf, die den Bewegungsraum vor dem Magnetanker mit dem Bewegungsraum hinter dem Magnetanker verbindet. Der Magnetanker bewegt sich in einem Ankerinnenraum, der an dem Tankabfluss des Hydraulikventils angeschlossen ist. Da von diesem Tankabfluss kein maßgeblicher Druck kommt, sind die Bewegungsräume frei von Druck und das Stellglied wird nicht vom Hydraulikventil wegge-

drückt. Demgegenüber würde ein Hydraulikventil mit einem Versorgungsanschluss an beiden axialen Enden - z.B. in der Reihenfolge P-B-T-A-P - die Bewegungsräume mit dem Versorgungsdruck beaufschlagen, so dass das Stellglied und das Hydraulikventil voneinander hinfert gedrückt würden. Damit vereinigt die erfindungsgemäße Ausführungsform als dezentrales Hydraulikventils die Vorteile:

- 10 - axial kurzer Bauraum des Hydraulikventils und
- kräftefreie Anbindung des Stellglieds.

[0016] Der Hohlkolben ist in der gestuften Bohrung axial geführt. Diese Bohrung kann in besonders vorteilhafter Weise in der Buchse eines cartridge-Ventils eingearbeitet sein. Jedoch kann die Bohrung auch in einem Gehäuse angeordnet sein. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist die Bohrung unmittelbar in eine Zentralschraube eingearbeitet, welche den Rotor des Schwenkmotorverstellers mit der Nockenwelle verschraubt.

[0017] Weitere Vorteile der Erfindung gehen aus den weiteren Patentansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung vor.

25 **[0018]** Die Erfindung ist nachfolgend anhand von drei Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0019] Dabei zeigen:

Fig. 1 in einer geschnittenen Darstellung einen Schwenkmotorversteller,

Fig. 2 in einer geschnittenen Darstellung ein elektromagnetisches Stellglied eines Hydraulikventils, welches Anwendung in einem Schwenkmotorversteller findet und

Fig. 3 in einer geschnittenen Darstellung ein Hydraulikventil, welches Anwendung bei einem Schwenkmotorversteller findet.

[0020] Mit einem Schwenkmotorversteller 14 gemäß Fig. 1 wird während des Betriebes eines Verbrennungsmotors die Winkellage an der Nockenwelle 18 gegenüber einem Antriebsrad 2 stufenlos verändert. Durch Verdrehen der Nockenwelle 18 werden die Öffnungs- und Schließzeitpunkte der Gaswechselventile so verschoben, dass der Verbrennungsmotor bei der jeweiligen Drehzahl seine optimale Leistung bringt. Der Schwenkmotorversteller 14 weist einen zylindrischen Stator 1 auf, der drehfest mit dem Antriebsrad 2 verbunden ist. Im Ausführungsbeispiel ist das Antriebsrad 2 ein Kettenrad, über das eine nicht näher dargestellte Kette geführt ist. Das Antriebsrad 2 kann aber auch ein Zahnriemenrad sein, über das ein Antriebsriemen als Antriebselement geführt ist. Über dieses Antriebselement und das Antriebsrad 2 ist der Stator 1 mit der Kurbelwelle antriebsverbunden.

[0021] Der Stator 1 umfasst einen zylindrischen Sta-

torgrundkörper 3, an dessen Innenseite radial nach innen in gleichen Abständen Stege 4 abstehen. Zwischen benachbarten Stegen 4 werden Zwischenräume 5 gebildet, in die, über ein in Fig. 2 näher dargestelltes zentral angeordnetes Hydraulikventil 12 gesteuert, Druckmedium eingebracht wird. Zwischen benachbarten Stegen 4 ragen Flügel 6, die radial nach außen von einer zylindrischen Rotornabe 7 eines Rotors 8 abstehen. Diese Flügel 6 unterteilen die Zwischenräume 5 zwischen den Stegen 4 jeweils in zwei Druckkammern 9 und 10. Die eine Druckkammer 9 ist der Verstellung in Richtung "Früh" zugeordnet, wohingegen die andere Druckkammer der Verstellung in Richtung "Spät" zugeordnet ist.

[0022] Die Stege 4 liegen mit ihren Stirnseiten dichtend an der Außenmantelfläche der Rotornabe 7 an. Die Flügel 6 ihrerseits liegen mit ihren Stirnseiten dichtend an der zylindrischen Innenwand des Statorgrundkörpers 3 an.

[0023] Der Rotor 8 ist drehfest mit der Nockenwelle 18 verbunden. Um die Winkellage zwischen der Nockenwelle 18 und dem Antriebsrad 2 zu verändern, wird der Rotor 8 relativ zum Stator 1 gedreht. Hierzu wird je nach gewünschter Drehrichtung das Druckmedium in den Druckkammern 9 oder 10 unter Druck gesetzt, während die jeweils anderen Druckkammern 10 oder 9 zum Tank T hin entlastet werden. Um den Rotor 8 gegenüber dem Stator 1 entgegen dem Uhrzeigersinn in die dargestellte Stellung zu verschwenken, wird vom Hydraulikventil 12 ein ringförmiger erster ringförmiger Rotorkanal 19 in der Rotornabe 7 unter Druck gesetzt. Von diesem ersten Rotorkanal 19 führen dann weitere Kanäle 11 in die Druckkammern 10. Dieser erste Rotorkanal 19 ist dem ersten Arbeitsanschluss A zugeordnet. Um den Rotor 8 hingegen im Uhrzeigersinn zu verschwenken, wird vom Hydraulikventil 12 ein zweiter ringförmiger Rotorkanal 20 in der Rotornabe 7 unter Druck gesetzt, in den Kanäle 13 münden. Dieser zweite Rotorkanal 20 ist dem zweiten Arbeitsanschluss B zugeordnet. Diese beiden Rotorkanäle 19, 20 sind bezüglich einer Zentralachse 22 axial beabstandet zueinander angeordnet, so dass diese in der Zeichnungsebene von Fig. 1 verdeckt hintereinander liegen.

[0024] Der Schwenkmotorversteller 14 ist auf die als Hohlrohr 16 ausgeführte gebaute Nockenwelle 18 aufgesetzt. Dazu ist der Rotor 8 auf die Nockenwelle 18 gesteckt. Das Hohlrohr 16 weist Bohrungen 23, 24 auf, welche die den beiden Arbeitsanschlüssen A, B zugeordneten Rotorkanäle 19, 20 hydraulisch mit Querbohrungen 25, 26 in einer Buchse 27 des Hydraulikventils 12 verbinden.

[0025] Somit ist der Schwenkmotorversteller 14 mittels des in Fig. 2 ersichtlichen Hydraulikventils 12 schwenkbar.

[0026] Die zentrale Bohrung 28 innerhalb der Buchse 27 weist zwei unterschiedliche Innendurchmesser 29, 30 auf, die über einen konischen Bohrungsbereich 31 ineinander übergeführt sind. Die erste Querbohrung 25 der Buchse 27 geht von dem größeren Innendurchmesser

29 ab und ist somit dem ersten Arbeitsanschluss A zugeordnet. Die zweite Querbohrung 26 der Buchse 27 geht von dem kleineren Innendurchmesser 30 ab und ist somit dem zweiten Arbeitsanschluss B zugeordnet. Innerhalb der Buchse 27 ist ein Hohlkolben 32 verschieblich. Dazu weist der Hohlkolben 32 eine diesen stirnseitig abschließende Anlagefläche 33 für ein elektromagnetisches Stellglied 34 auf. Ein Stößel 35 des elektromagnetischen Stellglieds 34 liegt zentral an dieser Anlagefläche 33 an. An dem anderen stirnseitigen Ende liegt eine Schraubendruckfeder 36 am Hohlkolben 32 an, welche sich an einem Abstützelement der Buchse 27 abstützt. Die Schraubendruckfeder 36 liegt dabei an einer Stirnringfläche 81 des Hohlkolbens 32 an. Somit ist der Hohlkolben 32 vom elektromagnetischen Stellglied 34 gegen eine Federkraft der Schraubendruckfeder 36 axial gegenüber der Buchse 27 verschiebbar. Der Hohlkolben 32 weist einen Zulaufkanal 37 und einen Ablaufkanal 38 auf. Der Zulaufkanal 37 ist ein Hohlraum 80 innerhalb des Hohlkolbens 32 und führt über die zentrale Bohrung 28 im Bereich des kleinen Innendurchmessers 30 zu einem axial in die Buchse 27 eingeleiteten Druckmittelananschluss P. Hingegen führt der Ablaufkanal 38 zum Tankablauf T. Die Abgrenzung des Zulaufkanals 37 vom Ablaufkanal 38 erfolgt über eine Wand 40 innerhalb des Hohlkolbens 32, welche sich im Wesentlichen schräg erstreckt. Diese schräge Erstreckung teilt vier Steuerkanten 41, 42, 43, 44 auf. Diese Steuerkanten 41, 42, 43, 44 sind an sich radial vom Hohlkolben 32 hinfort erstreckenden Ringstegen 45, 46 angeordnet. Die beiden Ringstege 45, 46 sind axial zueinander beabstandet. Der dem Stellglied 34 näher stehende Ringsteg 45 weist eine Mantelfläche 47 mit einem großen Außendurchmesser D2 auf und ist in der zentralen Bohrung 28 im Bereich des größeren Innendurchmessers 29 geführt. Der dem Stellglied 34 ferner stehende Ringsteg 46 weist eine Mantelfläche 48 mit einem kleinen Außendurchmesser D1 auf und ist in der zentralen Bohrung 28 im Bereich des kleinen Innendurchmessers 30 geführt. Die beiden Steuerkanten 42, 43 begrenzen die einander zugewandten Seiten der Ringstege 45, 46. Die beiden anderen Steuerkanten 41, 44 begrenzen die voneinander abgewandten Seiten der Ringstege 45, 46.

[0027] Der Ablaufkanal 38 führt von den beiden einander zugewandten Steuerkanten 42, 43 zum Tankablauf T. Der Zulaufkanal 37 führt hingegen zu den beiden voneinander abgewandten Steuerkanten 41, 44. Damit bilden die beiden einander zugewandten Steuerkanten 42, 43 Ablaufkanten, wohingegen die voneinander abgewandten Steuerkanten 41, 44 Zulaufkanten bilden.

[0028] In der in Fig. 2 dargestellten Sperr-Mittelstellung des Hydraulikventils 12 weisen die beiden einander zugewandten Steuerkanten 42, 43 eine relativ große Überdeckung 50, 51 mit der Buchse 27 auf. Hingegen weisen in dieser Sperr-Mittelstellung des Hydraulikventils 12 die beiden voneinander abgewandten Steuerkanten 41, 44 keine Überdeckung mit der Buchse 27 auf. Somit ist gemäß dem Prinzip der Ablaufkantensteuerung

sichergestellt, dass der Rotor 8 gegenüber dem Stator 1 in einer bestimmten Winkelstellung verspannt ist. Das Prinzip der Ablaufkantensteuerung ist in der DE 198 23 619 A1 näher erläutert.

[0029] Ein erster Außendurchmesser D3 des Hohlkolbens 32 ist in einem Bohrungsabschnitt 71 dichtend toleriert verschiebbar. Dieser Bohrungsabschnitt 71 wird von einer Hülse 64 gebildet, die fest mit der Buchse 27 verbunden ist. Dazu ist die Hülse 64 in die Buchse 27 eingepresst. Der erste Außendurchmesser D3 des Hohlkolbens 32 entspricht im Wesentlichen einem ersten Innendurchmesser 70 der Hülse 64. Dem ersten Außendurchmesser D3 folgt in der vom Stellglied 34 auf den Druckmittelanschluss P axial weisenden Richtung

- die Mantelfläche 47 mit dem großen Außendurchmesser D2 im axialen Bereich des einen Arbeitsanschlusses A und
- die Mantelfläche 48 mit einem kleineren Außendurchmesser im axialen Bereich des anderen Arbeitsanschlusses B.

[0030] Der Hohlkolben 32 ist in besonders vorteilhafter Weise druckausgeglichen, so dass Lageregelungen des Schwenkmotorverstellers 14 qualitativ hochwertig ausgeführt werden können. Dazu heben sich die auf den Hohlkolben 32 wirkenden Axialkräfte auf. D.h., die in der Zeichnung nach links wirkende Kraft F1 ist unabhängig vom Versorgungsdruck am Druckmittelanschluss P gleich der nach rechts wirkenden Kraft F2.

[0031] Ein vom Druckmittelanschluss P in den Zulaufkanal 37 des Hohlkolbens 32 eingeleiteter Versorgungsdruck liegt einerseits vollflächig an einer projizierten Kreisfläche 60 an. Diese Kreisfläche 60 wird vom kleineren Außendurchmesser D1 des Hohlkolbens 32 gebildet. Die Kreisfläche 60 wird von einer Stirnringfläche 81 und der sich schräg erstreckenden Wand 40 auf die Ebene senkrecht zur Zentralachse 22 projiziert. Damit bildet sich die auf das Stellglied 34 wirkende Kraft F1. Die entgegengesetzte Kraft F2 wirkt über den Versorgungsdruck an einer Ringfläche 61 welche sich aus der Kreisfläche 83 am großen Außendurchmesser D2 abzüglich einer Kreisfläche 99 am ersten Außendurchmesser D3 bildet. Wie in der unteren Zeichnungshälfte der Fig. 2 ersichtlich ist, bildet sich aus dieser Differenz die Ringfläche 61 als auf die Ebene senkrecht zur Zentralachse 22 projizierte Fläche.

[0032] Der kleinere Innendurchmesser 30 der Buchse 27 entspricht im Wesentlichen dem kleinen Außendurchmesser D1 an der Mantelfläche 48. Damit definiert der kleine Außendurchmesser D1 im Wesentlichen die Kreisfläche 60, welche multipliziert mit dem Druck am Druckmittelanschluss P die in die eine Axialrichtung - in der Zeichnung nach links - wirkende Kraft F1 vorgibt. Die in die entgegengesetzte Richtung wirkende Kraft F2 wird bestimmt von einer Ringfläche 61 welche sich an der Stirnseite 63 der in die Buchse 27 eingepressten Hülse 64 bildet. Diese Stirnseite 63 liegt gegenüber einer Stirn-

seite 62 des Ringsteges 45.

[0033] Der Zulaufkanal 37 stellt damit die hydraulische Verbindung zwischen der Kreisfläche 60 und der Ringfläche 61 her. Die Kreisfläche 60 und die Ringfläche 61 weisen zum Druckausgleich die gleiche Größe auf. Damit wird eine Kräftefreiheit erreicht, die dem Stellglied die Regelung der Position insbesondere in der dargestellten Mittelstellung erleichtert. Aus diese Mittelstellung bzw. Sperr-Mittelstellung wird geregelt. Kurzzeitige kleine Bewegungen aus der Sperrmittenstellung und zurück in diese Verschwenken den Rotor 8 im Uhrzeigersinn bzw. entgegen dem Uhrzeigersinn.

[0034] In Fig. 2 ist die Anschlussreihenfolge bzw. Portreihenfolge P-B-A-T dargestellt. Demzufolge folgen aufeinander:

- der Druckmittelanschluss P,
- der eine Arbeitsanschluss B,
- der andere Arbeitsanschluss A und schließlich
- der Tankablauf T.

[0035] Dabei erfolgt die Zuführung des Versorgungsanschlusses P axial.

[0036] In der Fig. 2 sind noch zwei weitere alternative Möglichkeiten des Anschlusses gestrichelt dargestellt. So kann der Abfluss zum Tank anstelle des Tankabflusses T als Tankabfluss T1 ausgeführt sein. Dabei ist dieser Tankabfluss T1 axial zwischen den beiden Arbeitsanschlüssen A, B angeordnet. In dem Fall kann der Ablaufkanal 38 zum Tankabfluss T auch entsprechend der gestrichelten Linie 87 verschlossen sein.

[0037] Auch ist es alternativ möglich, die axialen Anschlüsse radial zu verlegen, indem eine Ausnehmung in der Buchse bzw. im Hohlkolben 32 vorgesehen ist. Dies ist dargestellt anhand des Versorgungsanschlusses P1 bzw. des Tankabflusses T3.

[0038] In einer alternativen Ausgestaltungsform ist der Absatz nicht mit der Hülse 64 verwirklicht. Stattdessen kann eine andere Konstruktion vorgesehen sein, mit der die Montierbarkeit ermöglicht wird. Beispielsweise kann die Buchse 27 als zweiteilig verschraubtes Bauteil ausgeführt sein, was anstelle der Hülse 64 einen einteiligen Absatz aufweist. Die Verschraubungsebene gewährleistet dann die Montierbarkeit des

[0039] Anstelle der Buchse kann auch eine Bohrung innerhalb eines Gehäuses vorgesehen sein.

[0040] In einer alternativen Ausgestaltungsform wird der Druckmittelanschluss P nicht axial in die Buchse 27 eingeleitet. Stattdessen wird der Druckmittelanschluss P radial eingeleitet. Dazu kann beispielsweise eine Querbohrung oder Ausnehmung in der Wand der Buchse 27 vorgesehen sein. Diese Querbohrung liegt dann im axialen Bereich der Schraubendruckfeder 36.

[0041] Das Hydraulikventil kann entsprechend dem Ausführungsbeispiel als zentrales Hydraulikventil ausgeführt sein, das auch als Zentralventil bezeichnet wird. Es kann aber auch als dezentrales Hydraulikventil ausgeführt sein. Das Hydraulikventil kann auch als Cart-

ridge-Hydraulikventil ausgeführt sein.

[0042] Fig. 3 zeigt für ein dezentrales Hydraulikventil 112 mit nur teilweise dargestelltem Hydraulikteil 113 das elektromagnetische Stellglied 134. Dieses Stellglied 134 ist intern druckausgeglichen. Demzufolge führt vom Tankablauf T ein Kanal 120 zu einem Ringraum 136 innerhalb des Stellgliedes 134 in dem der Ankermagnet 135 axialverschieblich angeordnet ist. Der Ankermagnet 135 weist eine Ausnehmung 137 auf, infolge derer der Ankermagnet 135 druckausgeglichen ist. Da vom Tankablauf T kein maßgeblicher Druck kommt, sind die Bewegungsräume des Ankermagneten 135 frei von Druck und das Stellglied 134 wird nicht vom Hydraulikteil 113 hinfort gedrückt.

[0043] Demgegenüber würde ein Hydraulikteil eines Hydraulikventils mit einem Versorgungsanschluss P an beiden axialen Enden - z.B. in der Reihenfolge P-B-T-A-P - die Bewegungsräume mit dem Versorgungsdruck beaufschlagen, so dass das Stellglied und das Hydraulikventil voneinander hinfort gedrückt würden.

[0044] Die Nockenwelle kann beispielsweise eine gebaute Nockenwelle sein.

[0045] Die Tankabläufe müssen nicht stirnseitig angeordnet sein. So ist es auch möglich, die Tankabläufe als radiale Bohrungen im Kolben und/oder in der Buchse auszuführen.

[0046] Das Hydraulikventil kann als Zentralventil innerhalb der Rotornabe bzw. innerhalb einer zentrischen Ausnehmung der Nockenwelle ausgeführt sein. Dabei kann die Nockenwelle eine gebaute Nockenwelle sein, bei der auf ein Rohr die Nocken aufgesetzt sind.

[0047] Ein elektromagnetisches Stellglied für ein Zentralventil muss konstruktiv nicht gemäß Fig. 2. Insbesondere ist es möglich, Probleme infolge der Drehbewegung der Anlagefläche 33 gegenüber dem Stößel 35 dadurch zu verhindern, dass der Stößel 35 abgerundet nur punktuell an der Anlagefläche 33 anliegt. Auch ist es möglich, dem Stößel 35 mit einer Wälzlagerkugel enden zu lassen, die an der Anlagefläche 33 anliegt. Ein solches elektromagnetisches Stellglied mit einer Wälzlagerkugel für ein Zentralventil zeigt beispielsweise die DE 10 2010 060 180 A1.

[0048] Alternativ ist es auch möglich, das Hydraulikventil als Remoteventil bzw. als dezentrales Hydraulikventil auszuführen.

[0049] Der Druck für die Verstellung des Schwenkmotorverstellers kann von einer Fluid-Förderpumpe kommen. Diese Fluid-Förderpumpe kann insbesondere die Ölpumpe zur Schmiermittelversorgung des Verbrennungsmotors sein. Soll jedoch für eine hohe Verstellgeschwindigkeit des Schwenkmotorverstellers ein relativ hoher Druck aufgebracht werden, kann die Fluid-Förderpumpe

- nur dem Schwenkmotorversteller oder
- dem Schwenkmotorversteller und weiteren Hydraulikaggregaten

zugeordnet sein. In diesem Fall kann die Fluid-Förderpumpe beispielsweise als Flügelzellenpumpe ausgeführt sein. Alternativ sind Zahnradpumpen, Radialkolbenpumpen und Mondsichelpumpen möglich.

[0050] Es versteht sich von selbst, dass die Bezeichnung der beiden Arbeitsanschlüsse mit den Buchstaben A oder B willkürlich ist und untereinander austauschbar ist.

[0051] Der Kolben kann aus Metall oder aus Kunststoff gefertigt sein. Der Kunststoff wird im Spritzguss hergestellt. Bei der Verwendung eines Kunststoffs ist auch ein faserverstärkter Kunststoff von Vorteil, wie dieser bereits in der nicht vorveröffentlichten DE 10 2007 026 831 dargestellt ist.

[0052] Zur Herstellung des Kolbens kann ein Werkzeug mit Schiebern verwendet werden.

[0053] Bei den beschriebenen Ausführungsformen handelt es sich nur um beispielhafte Ausgestaltungen. Eine Kombination der beschriebenen Merkmale für unterschiedliche Ausführungsformen ist ebenfalls möglich. Weitere, insbesondere nicht beschriebene Merkmale der zur Erfindung gehörenden Vorrichtungsteile, sind den in den Zeichnungen dargestellten Geometrien der Vorrichtungsteile zu entnehmen.

Patentansprüche

1. Schwenkmotorversteller (14) mit einem Hydraulikventil (12), das eine gestufte Bohrung (28) mit von dieser abgehenden Arbeitsanschlüssen (A, B) aufweist, wobei innerhalb der Bohrung (28) ein druckausgeglicherer Hohlkolben (32) axialverschiebbar ist und mit einem ersten Außendurchmesser (D3) innerhalb eines Bohrungsabschnitt (71) dichtend toleriert verschiebbar ist, wobei der Hohlkolben (32) diesem ersten Außendurchmesser (D3) folgend benachbart

- eine Mantelfläche (47) mit einem großen Außendurchmesser (D2) und
- eine Mantelfläche (48) mit einem kleinen Außendurchmesser (D1) im Bereich eines Arbeitsanschlusses (B)

aufweist, wobei ein in einen Hohlraum (80) des Hohlkolbens (32) eingeleiteter Versorgungsdruck einerseits an einer projizierten Kreisfläche (60) anliegt, die vom kleinen Außendurchmesser (D1) gebildet wird, so dass eine Kraft (F1) in einer Axialrichtung wirksam ist, wohingegen der Versorgungsdruck andererseits an einer projizierten Ringfläche (61) anliegt, die sich aus dem großen Außendurchmesser (D2) abzüglich des ersten Außendurchmessers (D3) bildet.

2. Schwenkmotorversteller (14) mit einem Hydraulikventil (12) nach Patentanspruch 1, **dadurch ge-**

- kennzeichnet, dass** der Hohlkolben (32) die Mantelfläche (47) mit dem großen Außendurchmesser (D2) im axialen Bereiche des einen Arbeitsanschlusses (A) aufweist, wobei von den beiden Mantelflächen (47, 48) jeweils eine Zulaufkante (41 bzw. 44) und eine Ablaufkante (42 bzw. 43) abgehen, wobei die beiden Zulaufkanten (41, 44) voneinander hinfort weisen und die Ablaufkanten (42, 43) aufeinander zuweisen.
3. Schwenkmotorversteller (14) mit einem Hydraulikventil (12) nach Patentanspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Versorgungsdruck an der projizierten Kreisfläche (60) vollflächig anliegt.
 4. Schwenkmotorversteller (14) mit einem Hydraulikventil (12) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kreisfläche (60) gleich der Ringfläche (61) ist.
 5. Schwenkmotorversteller (14) mit einem Hydraulikventil (12) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Arbeitsanschlüsse (B, A) dem Druckmittelanschluss (P) folgen, welchem der Tankablauf (T) folgt.
 6. Schwenkmotorversteller (14) mit einem Hydraulikventil (12) nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Druckmittelanschluss (P) der eine Arbeitsanschluss (B) folgt, dem ein Tankablauf (T1) folgt, dem der andere Arbeitsanschluss (A) folgt.
 7. Schwenkmotorversteller (14) mit einem Hydraulikventil (12) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Bohrungsabschnitt (71) zur Herstellung eines Innendurchmessers (70) für den ersten Außendurchmesser (D3) eine Hülse (64) vorgesehen ist, die bewegungsfest in die Bohrung (28) eingesetzt ist, so dass der Hohlkolben (32) zeitlich vor dem Einbau der Hülse (64) in die Bohrung (28) einsetzbar ist.
 8. Schwenkmotorversteller (14) mit einem Hydraulikventil (12) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgrenzung eines Zulaufkanals (37) von einem Ablaufkanal (38) innerhalb des Hohlkolbens (32) über eine Wand (40) innerhalb des Hohlkolbens (32) erfolgt, welche sich im Wesentlichen schräg erstreckt, wobei diese schräge Erstreckung vier Steuerkanten (41, 42, 43, 44) aufteilt, die an sich radial vom Hohlkolben (32) hinfort erstreckenden Ringstegen (45, 46) angeordnet sind, wobei der dem Stellglied (34) näher stehende Ringsteg (45) eine Mantelfläche (47) mit einem großen Außendurchmesser (67) aufweist, wobei dieser Ringsteg (45) in der zentralen Bohrung (28) im Bereich eines großen Innendurchmessers (29) geführt ist, wobei der dem Stellglied (34) ferner stehende Ringsteg (46) eine Mantelfläche (48) mit einem kleinen Außendurchmesser (D1) aufweist und in der zentralen Bohrung (28) im Bereich des kleinen Innendurchmessers (30) geführt ist.
 9. Schwenkmotorversteller (14) mit einem Hydraulikventil (12) nach Patentanspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hydraulikventil (12) als Zentralventil innerhalb einer Rotornabe (7) ausgeführt ist, wobei der Versorgungsdruck dem Hohlkolben (32) axial von einer als Hohlrohr (16) ausgeführten gebauten Nockenwelle zugeführt wird.
 10. Schwenkmotorversteller (14) mit einem Hydraulikventil (12) nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hydraulikventil (112) als dezentrales Hydraulikventil (112) ausgeführt ist, dessen elektromagnetisches Stellglied (134) einen Magnetanker (135) mit einer Ausnehmung (137) für einen internen Druckausgleich aufweist.
 11. Schwenkmotorversteller (14) mit einem Hydraulikventil (12) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der kleine Außendurchmesser das Vierfache einer Konstanten (K) ist, wobei der große Außendurchmesser das Fünffache der Konstanten (K) ist, wobei der erste Außendurchmesser das Dreifache der Konstanten (K) ist.
- Claims**
1. Oscillating motor adjuster (14) with a hydraulic valve (12) which has a stepped bore (28) with working connections (A, B) emerging therefrom, wherein a pressure-equalized hollow piston (32) is axially displaceable within the bore (28) and is displaceable with a first outside diameter (D3) within a bore section (71) in a sealing manner with tolerance, wherein the hollow piston (32) has, adjacently, following said first outside diameter (D3)
 - a lateral surface (47) with a large outside diameter (D2) and
 - a lateral surface (48) with a small outside diameter (D1) in the region of a working connection (B),
 wherein a supply pressure introduced into a cavity (80) of the hollow piston (32) is applied firstly to a projected circular surface (60), which is formed by the small outside diameter (D1), such that a force (F1) is effective in an axial direction, whereas the

- supply pressure is applied secondly to a projected annular surface (61) which is formed from the large outside diameter (D2) minus the first outside diameter (D3).
2. Oscillating motor adjuster (14) with a hydraulic valve (12) according to patent Claim 1, **characterized in that** the hollow piston (32) has the lateral surface (47) with the large outside diameter (D2) in the axial region of the one working connection (A), wherein an inlet edge (41 or 44) and an outlet edge (42 or 43) emerge in each case from the two lateral surfaces (47, 48), wherein the two inlet edges (41, 44) face away from each other and the outlet edges (42, 43) face each other.
 3. Oscillating motor adjuster (14) with a hydraulic valve (12) according to patent Claim 1 or 2, **characterized in that** the supply pressure is extensively applied to the projected circular surface (60).
 4. Oscillating motor adjuster (14) with a hydraulic valve (12) according to one of the preceding patent claims, **characterized in that** the circular surface (60) is identical to the annular surface (61).
 5. Oscillating motor adjuster (14) with a hydraulic valve (12) according to one of the preceding patent claims, **characterized in that** the two working connections (B, A) follow the pressure medium connection (P) which is followed by the tank outlet (T).
 6. Oscillating motor adjuster (14) with a hydraulic valve (12) according to one of patent Claims 1 to 4, **characterized in that** the pressure medium connection (P) is followed by the one working connection (B) which is followed by a tank outlet (T1) which is followed by the other working connection (A).
 7. Oscillating motor adjuster (14) with a hydraulic valve (12) according to one of the preceding patent claims, **characterized in that** a sleeve (64) is provided on the bore section (71) in order to produce an inside diameter (70) for the first outside diameter (D3), said sleeve being inserted into the bore (28) in a manner fixed in terms of movement, and therefore the hollow piston (32) is insertable into the bore (28) temporally before the sleeve (64) is fitted.
 8. Oscillating motor adjuster (14) with a hydraulic valve (12) according to one of the preceding patent claims, **characterized in that** the delimitation of an inlet duct (37) from an outlet duct (38) within the hollow piston (32) takes place within the hollow piston (32) via a wall (40) which extends substantially obliquely, wherein said oblique extent divides up four control edges (41, 42, 43, 44) which are arranged on annular webs (45, 46) extending radially away from the hollow piston (32), wherein the annular web (45) which is closer to the actuator (34) has a lateral surface (47) with a large outside diameter (67), wherein said annular web (45) is guided in the central bore (28) in the region of a large inside diameter (29), wherein the annular web (46) further away from the actuator (34) has a lateral surface (48) with a small outside diameter (D1) and is guided in the central bore (28) in the region of the small inside diameter (30).
 9. Oscillating motor adjuster (14) with a hydraulic valve (12) according to patent Claim 5 or 6, **characterized in that** the hydraulic valve (12) is designed as a central valve within a rotor hub (7), wherein the supply pressure is supplied to the hollow piston (32) axially by an assembled cam shaft designed as a hollow tube (16).
 10. Oscillating motor adjuster (14) with a hydraulic valve (12) according to one of patent Claims 1 to 8, **characterized in that** the hydraulic valve (112) is designed as a decentral hydraulic valve (112), the electromagnetic actuator (134) of which has a magnetic armature (135) with a recess (137) for internal pressure equalization.
 11. Oscillating motor adjuster (14) with a hydraulic valve (12) according to one of the preceding patent claims, **characterized in that** the small outside diameter is four times a constant (K), wherein the large outside diameter is five times the constant (K), wherein the first outside diameter is three times the constant (K).
- ### 35 Revendications
1. Déphaseur à ailettes oscillantes (14) avec une vanne hydraulique (12), qui présente un alésage étagé (28) avec des raccords de travail (A, B) partant de celui-ci, dans lequel un piston creux à pression équilibrée (32) est déplaçable axialement à l'intérieur de l'alésage (28) et est déplaçable de façon étanche avec tolérance avec un premier diamètre extérieur (D3) à l'intérieur d'une partie d'alésage (71), dans lequel le piston creux (32) présente à proximité, à la suite de ce premier diamètre extérieur (D3)
 - une surface latérale (47) avec un grand diamètre extérieur (D2) et
 - une surface latérale (48) avec un petit diamètre extérieur (D1) dans la région d'un raccord de travail (B),
 dans lequel une pression d'alimentation introduite dans une cavité (80) du piston creux (32) s'applique d'une part à une surface circulaire saillante (60), qui est formée par le petit diamètre extérieur (D1), de telle manière qu'une force (F1) soit active dans une

- direction axiale, alors que la pression d'alimentation s'applique d'autre part sur une surface annulaire saillante (61), qui se forme à partir du grand diamètre extérieur (D2) moins le premier diamètre extérieur (D3).
2. Déphaseur à ailettes oscillantes (14) avec une vanne hydraulique (12) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le piston creux (32) présente la surface latérale (47) avec le grand diamètre (D2) dans la région axiale d'un premier raccord de travail (A), dans lequel il part chaque fois des deux surfaces latérales (47, 48) une arête d'entrée (41 ou 44) et une arête de sortie (42 ou 43), dans lequel les deux arêtes d'entrée (41, 44) sont orientées à l'opposé l'une de l'autre et les arêtes de sortie (42, 43) sont orientées l'une vers l'autre.
 3. Déphaseur à ailettes oscillantes (14) avec une vanne hydraulique (12) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la pression d'alimentation s'applique à toute la surface sur la surface circulaire saillante (60).
 4. Déphaseur à ailettes oscillantes (14) avec une vanne hydraulique (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la surface circulaire (60) est égale à la surface annulaire (61).
 5. Déphaseur à ailettes oscillantes (14) avec une vanne hydraulique (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les deux raccords de travail (B, A) suivent le raccord de fluide sous pression (P), lequel est suivi par l'évacuation de réservoir (T).
 6. Déphaseur à ailettes oscillantes (14) avec une vanne hydraulique (12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le premier raccord de travail (B) suit le raccord de fluide sous pression (P), et est suivi par une évacuation du réservoir (T1), laquelle est suivie par l'autre raccord de travail (A).
 7. Déphaseur à ailettes oscillantes (14) avec une vanne hydraulique (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est prévu sur la partie d'alésage (71), pour la réalisation d'un diamètre intérieur (70) pour le premier diamètre extérieur (D3), une douille (64) qui est insérée de façon immobile dans l'alésage (28), de telle manière que le piston creux (32) puisse être inséré temporairement avant le montage de la douille (64) dans l'alésage (28).
 8. Déphaseur à ailettes oscillantes (14) avec une vanne hydraulique (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la séparation d'un canal d'entrée (37) et d'un canal de sortie (38) à l'intérieur du piston creux (32) est réalisée par une paroi (40) à l'intérieur du piston creux (32), qui s'étend essentiellement en oblique, dans lequel cette extension oblique divise quatre arêtes de commande (41, 42, 43, 44), qui sont disposées sur des nervures annulaires (45, 46) s'étendant radialement à partir du piston creux (32), dans lequel la nervure annulaire (45) située plus près de l'organe de réglage (34) présente une surface latérale (47) avec un grand diamètre extérieur (67), dans lequel cette nervure annulaire (45) est guidée dans l'alésage central (28) dans la région d'un grand diamètre intérieur (29), dans lequel la nervure annulaire (46) située plus loin de l'organe de réglage (34) présente une surface latérale (48) avec un petit diamètre extérieur (D1) et est guidée dans l'alésage central (28) dans la région du petit diamètre intérieur (30).
 9. Déphaseur à ailettes oscillantes (14) avec une vanne hydraulique (12) selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** la vanne hydraulique (12) est réalisée en forme de vanne centrale à l'intérieur d'un moyeu de rotor (7), dans lequel la pression d'alimentation est fournie au piston creux (32) axialement par un arbre à cames monté réalisé en forme de tube creux (16).
 10. Déphaseur à ailettes oscillantes (14) avec une vanne hydraulique (12) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la vanne hydraulique (112) est réalisée en forme de vanne hydraulique décentralisée (112), dont l'organe de réglage électromagnétique (134) présente un induit magnétique (135) avec un évidement (137) pour un équilibrage de pression interne.
 11. Déphaseur à ailettes oscillantes (14) avec une vanne hydraulique (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le petit diamètre extérieur est le quadruple d'une constante (K), dans lequel le grand diamètre extérieur est le quintuple de la constante (K), dans lequel le premier diamètre extérieur est le triple de la constante (K).

Fig. 1

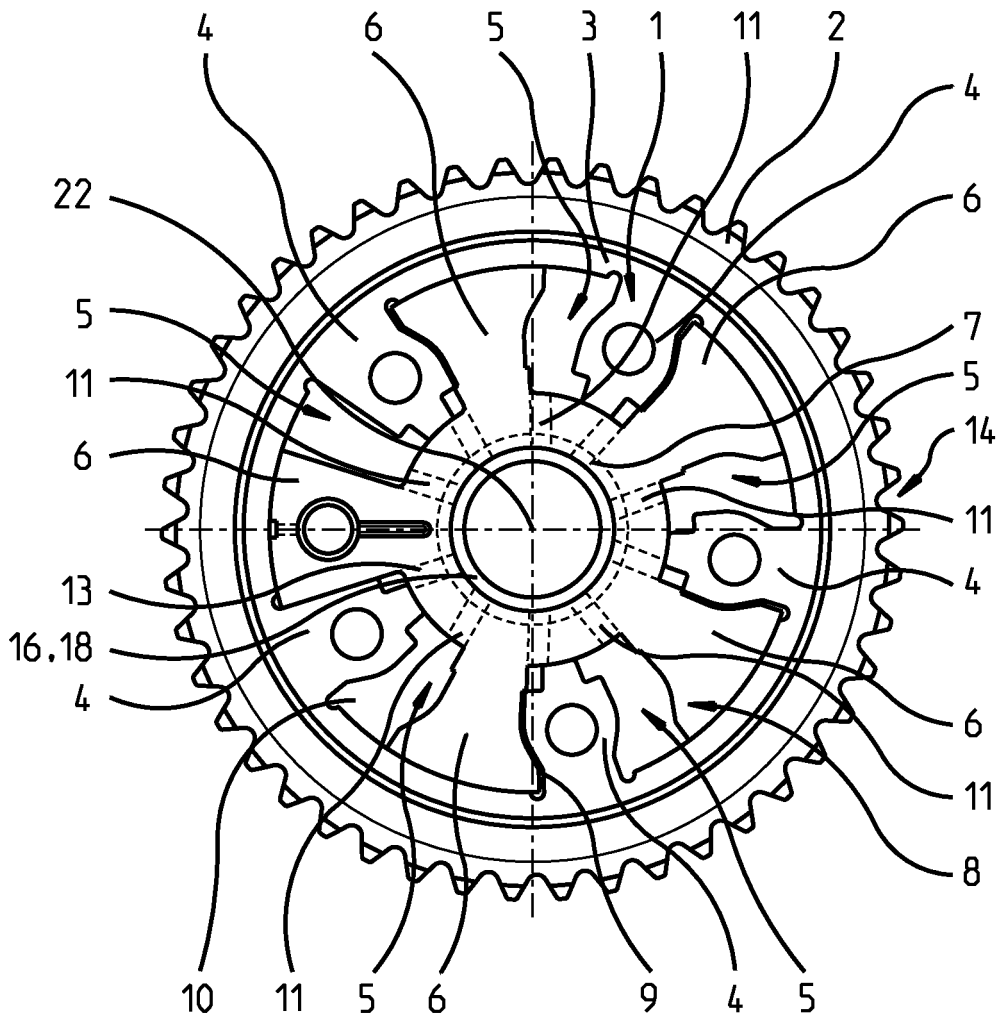


Fig. 2

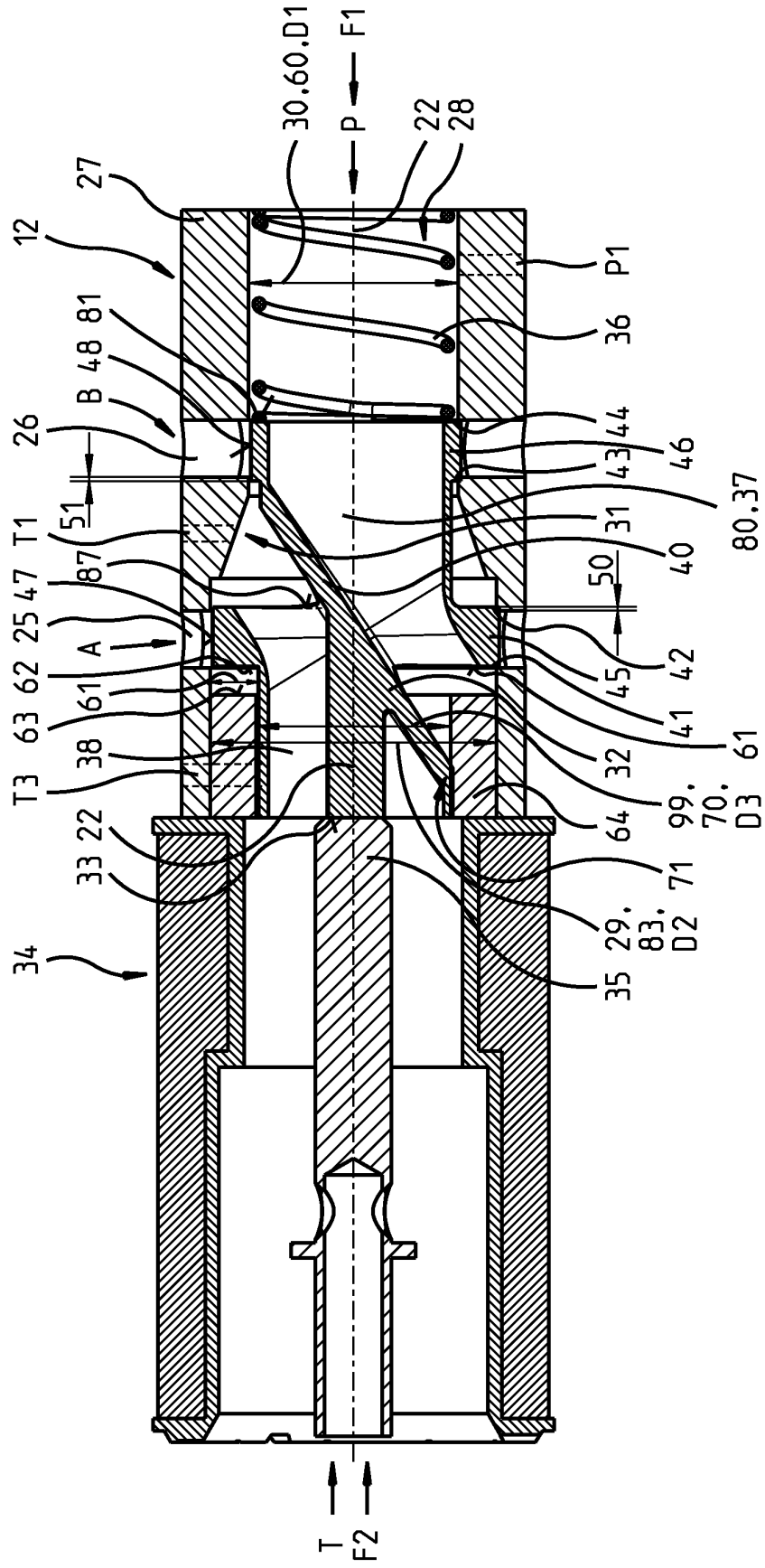
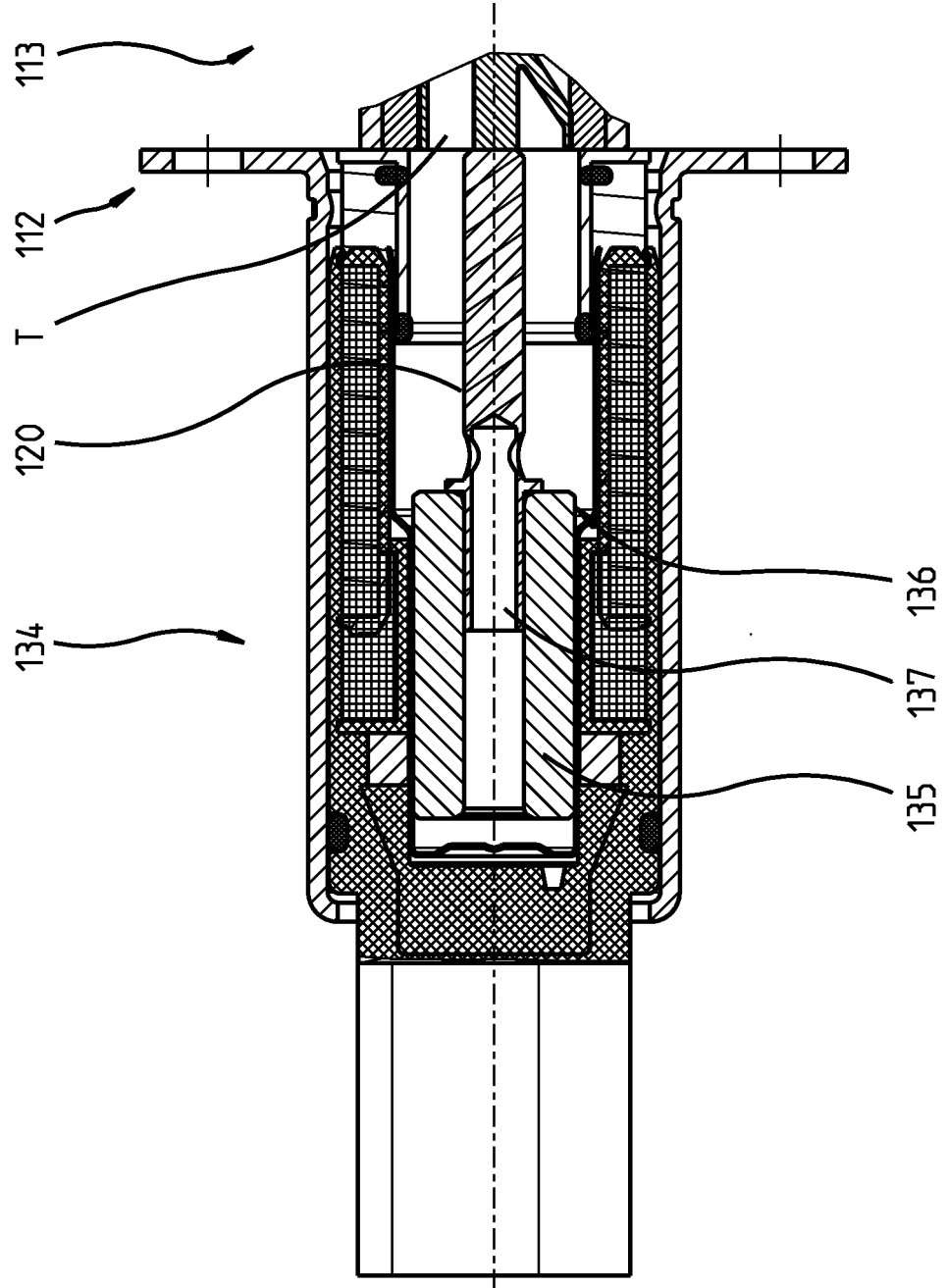


Fig. 3



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 102005041393 A1 [0002]
- WO 2011015418 A1 [0003]
- DE 19637174 A1 [0004]
- DE 19853670 B4 [0005]
- DE 102004038252 A1 [0006]
- DE 102006012733 A1 [0014]
- DE 19823619 A1 [0028]
- DE 102010060180 A1 [0047]
- DE 102007026831 [0051]