

(19)



(11)

EP 2 136 041 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

23.12.2009 Patentblatt 2009/52

(51) Int Cl.:

F01L 1/344^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **09005039.4**(22) Anmeldetag: **06.04.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**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 SE SI SK TR**

(30) Priorität: **19.06.2008 DE 102008028846**

(71) Anmelder: **Hydraulik-Ring GmbH
97828 Marktheidenfeld (DE)**

(72) Erfinder:

- **Knecht, Andreas
72127 Kusterdingen (DE)**

- **Pohl, Dirk
72138 Kirchentellinsfurt (DE)**
- **Gautier, Patrick
70599 Stuttgart (DE)**
- **Todt, Markus
06791 Zschornewitz (DE)**
- **Eimert, Jan
73733 Esslingen (DE)**

(74) Vertreter: **Bergemann, Holger Dirk
Hydraulik-Ring GmbH
Weberstrasse 17
72622 Nürtingen (DE)**

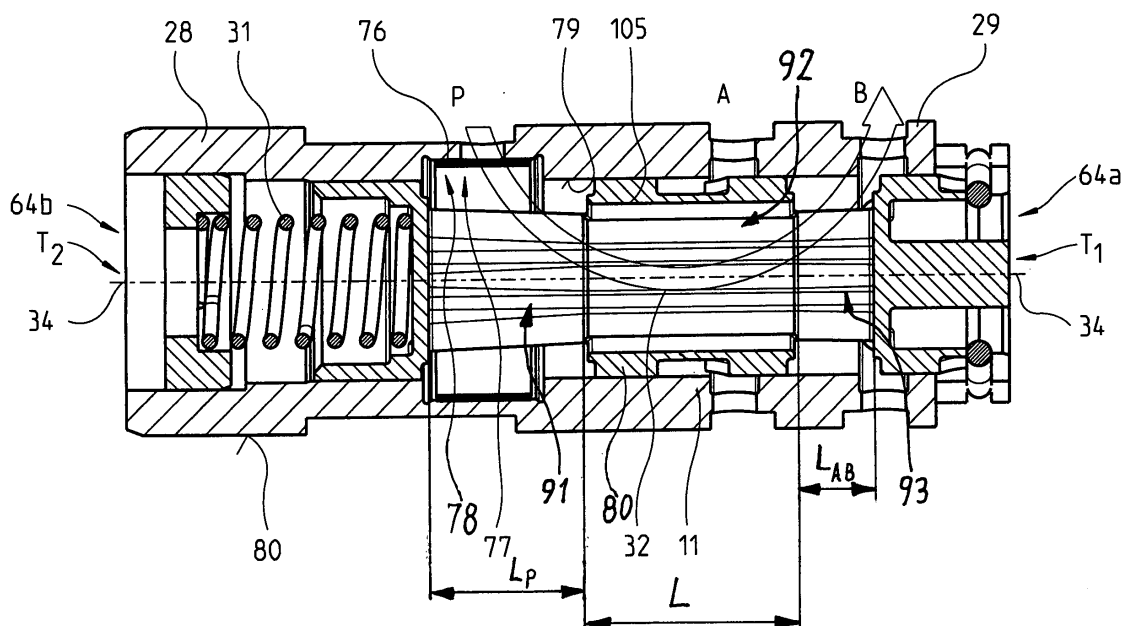
(54) Ventil zum Verschwenken einer Nockenwelle

(57) Die Erfindung betrifft ein Ventil (2) für einen Nockenwellenversteller (1), welches insbesondere als zentrales Ventil (2) ausgeführt sein kann. Um den Nockenwellenversteller (1) schmal zu bauen, haben die Anschlüsse die Reihenfolge P, A, B. Dazu sind getrennte Kanäle im Kolben (5) des Ventils (2) vorgesehen. Um den Kolben (5) kostengünstig im Spritzgussverfahren

herstellen zu können, stehen Längen L_P , L_M , L_{AB} des Druckkammer-Zulaufkanals (32) des Kolbens (5) in einem Mindestverhältnis $L_M \leq L_P + L_{AB}$ zueinander.

Zwischen A und B können noch Bypass-Kanäle A1, B1 vorgehen sein.

Der Tankablauf T kann insbesondere stirnseitig am Ventil (2) vorgesehen sein.

Fig. 3**EP 2 136 041 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft gemäß Patentanspruch 1 ein Ventil zum Verschwenken einer Nockenwelle.

[0002] Aus der DE 10 2005 041 393 A1 ist bereits ein Ventil für einen Nockenwellenversteller bekannt, das in Übereinstimmung mit der Erfindung einen Kolben aufweist, 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] Die DE 196 37 174 A1 zeigt ein Ventil für einen Nockenwellenversteller, 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.

[0004] Aus der DE 198 53 670 B4 ist ebenfalls ein Ventil für einen Nockenwellenversteller 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 Ventil angeordneter Druckmittelanschluss P führt der Bohrung bzw. dem hohlen Kolben von innen Druck zu.

[0005] Aus der DE 10 2004 038 252 A1 ist ein weiteres Ventil für einen Nockenwellenversteller bekannt. Von der Innenwand der Bohrung gehen axial aufeinander folgend ein Druckmittelanschluss P, ein Tankablauf T und zwei Arbeitsanschlüsse A, B ab.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, einen axial sehr kurzen Nockenwellenversteller zu schaffen.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0008] Gemäß einem Vorteil der Erfindung folgt dem Druckmittelanschluss P unmittelbar der erste Arbeitsanschluss A. Diesem ersten Arbeitsanschluss A folgt der zweite Arbeitsanschluss B unmittelbar oder mittelbar. Infolge der unmittelbar oder mittelbar benachbarten Anordnung von den beiden Arbeitsanschlüssen A, B kann bei einem beispielsweise zentral zum Nockenwellenversteller angeordnetem Ventil der Nockenwellenversteller axial entsprechend schmal ausgeführt sein.

[0009] 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 Nockenwellenverstellers an Kanäle im Ventil angeschlossen sein, welche den Versorgungsdruck von einer Fluid-Förderpumpe zu den Arbeitsanschlüssen A bzw. B fördern können. Folglich sind Bohrungen im Nockenwellenversteller, welche den Versorgungsdruck von der Fluid-Förderpumpe zum Druckmittelanschluss P innerhalb des Nockenwellenverstellers leiten, nicht notwendig. Solche Bohrungen insbesondere durch den Rotor des Nockenwellenverstellers erhöhen den Bearbeitungsaufwand und schwächen den Rotor. In besonders vorteilhafter Weise wird demzufolge das Hydraulikfluid durch den Kolben des Ventils geführt.

[0010] Der Druckmittelanschluss P kann hingegen vor oder hinter dem Nockenwellenversteller angeordnet sein. Die Anordnung hinter dem Nockenwellenversteller ist zu den zeichnerisch dargestellten Ausführungsformen dieser Anmeldung erläutert. Eine mögliche Anordnung des Druckmittelanschlusses P vor dem Nockenwellenversteller ist beispielsweise in der DE 10 2004 038 252 A1 dargestellt.

[0011] Das Hydraulikfluid wird innerhalb des Kolbens über einen Druckkammer-Zulaufkanal vom Druckmittelanschluss P zu dem jeweiligen Arbeitsanschluss A bzw. B geleitet. Dieser Druckkammer-Zulaufkanal setzt sich aus zwei Querkälen und einen zwischen diesen angeordneten Mittenkanal zusammen. Um den Kolben kostengünstig im Spritzgussverfahren herstellen zu können, stehen die Längen dieser Kanäle in einem Mindestverhältnis zueinander, dass die Längen der Querkäle in Richtung der Längsachse des Kolbens gemeinsam zumindest ebenso lang sind, wie die Länge des dazwischen liegenden Mittenkanals.

[0012] Es können zwischen den beiden Arbeitsanschlüssen A, B auch zusätzlich ein oder zwei Bypass-Anschlüsse A1, B1 vorgesehen sein.

[0013] Das Ventil muss nicht als zentrales Ventil radial innerhalb des Nockenwellenverstellers 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 Anordnung des Ventils. Bei einer solchen externen Anordnung ist das Ventil beispielsweise in

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

befestigt.

[0014] Um axial besonders kurz zu bauen, kann in besonders vorteilhafter Weise ein Nockenwellenversteller Anwendung finden, der als Flügelzellenversteller ausgeführt ist. Die Erfindung kann jedoch auch Anwendung bei einem Nockenwellenversteller nach dem Axialkolben-

prinzip oder einem Kettenversteller finden.

[0015] Der Tankablauf T ist in vorteilhafter Weise

- weder zwischen den Arbeitsanschlüssen
- noch zwischen einem der Arbeitsanschlüsse und dem Druckmittelanschluss P angeordnet. Da jedoch erfindungsgemäß jeder der beiden Arbeitsanschlüsse A bzw. B vom Druckmittelanschluss P hydraulisch beaufschlagbar ist, während der jeweils andere Arbeitsanschluss B bzw. A hydraulisch mit Tankablauf T verbindbar ist, sind gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 3 die beiden aneinander vorbei geführten Hydraulikflüsse vorgesehen. D.h. ein Druckkammer-Zulaufkanal kommt vom Druckmittelanschluss P, während ein Druckkammer-Ablaufkanal zum Tankablauf T verläuft. Damit verlaufen jedoch der Druckkammer-Zulaufkanal und der Druckkammer-Ablaufkanal zumindest teilweise in den gleichen axialen Bereichen des Ventils. Dies macht eine Trennung der beiden Kanäle voneinander notwendig. Diese Trennung kann beispielsweise mittels eines Schlitzes erfolgen, welcher den rohrförmig ausgestalteten Kolben in zwei Kanäle aufteilt und selber einen eigenständigen Kanal bildet.

[0016] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind zum schnellen entleeren der Druckkammern zwei Tankanschlüsse vorgesehen. Diese beiden Tankanschlüsse können in einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung an den beiden Stirnenden des Ventils vorgesehen sein.

[0017] Der Kolben ist in einer Bohrung axial geführt. Die 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 Nockenwellenverstellers mit der Nockenwelle verschraubt.

[0018] Weitere Vorteile der Erfindung gehen aus den weiteren Patentansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung vor.

[0019] Die Erfindung ist nachfolgend anhand von drei Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0020] Dabei zeigen

Fig. 1 in einer geschnittenen Darstellung ein Detail eines Verbrennungsmotors im Bereich eines Nockenwellenverstellers mit einem zentralen Ventil, welches Bypass-Anschlüsse aufweist.

Fig. 2 das Ventil aus Fig. 1 in einer nicht geschnittenen Darstellung,

Fig. 3 in einer zweiten Ausgestaltungsform ein Ventil ohne Bypass-Anschlüsse in einer geschnittenen Darstellung,

Fig. 4 das Ventil aus Fig. 3 in einer geschnittenen Darstellung 90° um dessen Längsachse gedreht,

Fig. 5 einen Nockenwellenversteller zum Verschwenken einer Nockenwelle, wobei dazu ein Ventil gemäß den ersten beiden Ausgestaltungsformen Anwendung finden kann und

Fig. 6 in einer dritten Ausgestaltungsform ein zentrales Ventil, welches unmittelbar in eine Zentralschraube eingearbeitet ist, welche den Rotor des Nockenwellenverstellers mit der Nockenwelle verschraubt.

[0021] Fig. 1 zeigt ein Detail eines Verbrennungsmotors im Bereich eines Nockenwellenverstellers 1. Dieser Nockenwellenversteller 1 ist mit einem zentral angeordneten Ventil 2 versehen, dass als 4/3-Wege-Proportionalventil ausgeführt ist.

[0022] Das Ventil 2 ist dabei als sogenanntes Cartridge-Ventil ausgeführt und umfasst einen hydraulischen Teil 3 und einen elektromagnetischen Aktor 4. Bei diesem Ventil 2 ist der elektromagnetische Aktor 4 fluchtend zu einem Kolben 5 des hydraulischen Teils 3 angeordnet.

Ein Anlagekörper 6 eines Stößels 7 des Aktors 4 liegt an der Stirnfläche 8 des Kolbens 5 an. Ein Gehäuse 9 und ein Polkern 10 des elektromagnetischen Aktors 4 sind über eine nicht näher dargestellte Gehäuseverbindung axialfest mit einer Buchse 11 des hydraulischen Teils 3 verbunden, in deren zentrischer Bohrung 12 der Kolben 5 axial verschieblich geführt ist. Diese Axialverschiebung erfolgt infolge Bestromung des elektromagnetischen Aktors 4 gegen die Federkraft eine Schraubendruckfeder 31.

[0023] Funktion des Ventils 2 ist es, den hydraulischen Druck auf mehrere Druckkammern 13a, 13b des auch in Fig. 5 dargestellten Nockenwellenverstellers 1 zu verteilen, so dass eine mit einem Rotor 15 des Nockenwellenverstellers 1 axial- und drehfest verbundene Nockenwelle 14 in die eine Schwenkrichtung oder die entgegen gesetzte andere Schwenkrichtung verschwenkt wird. Dabei sind jeweils zwei Druckkammern 13a, 13b entgegen gerichteten Schwenkrichtungen zugeordnet. Die der einen Schwenkrichtung zugeordneten Druckkammern 13a werden über einen in Fig. 2 näher ersichtlichen ersten Arbeitsanschluss A in der Buchse 11 mit einem von einem Druckmittelanschluss P kommenden Druck beaufschlagt. Die der entgegen gesetzten Drehrichtung zugeordneten Druckkammern 13b werden über einen zweiten Arbeitsanschluss B mit dem vom Druckmittelanschluss P kommenden Druck beaufschlagt. Während die einen Druckkammern 13a bzw. 13b gefüllt werden und sich demzufolge vergrößern, verkleinern sich die entgegen gesetzten anderen Druckkammern 13b bzw. 13a zwangsläufig. Das dabei aus den anderen Druckkammern 13b bzw. 13a verdrängte Fluid wird dabei zu zwei Tankabläufen T₁, T₂ geleitet, welche an den beiden offenen Stirnseiten 64a, 64b der Buchse 11 austreten. Das

Ventil 2 weist ferner zwei Bypass-Anschlüsse A1 und B1 auf.

[0024] Diese Bypass-Anschlüsse A1 und B1 weisen in Fig. 1 ersichtliche blattfederartige Rückschlagventile 16, 17 auf, mit denen das rücklaufende Hydraulikfluid aus der zu entleerenden anderen Druckkammer 13b bzw. 13a in die zu befüllende Druckkammer 13a bzw. 13b geleitet werden kann, falls der Druck in der zu entleerenden Druckkammer 13b bzw. 13a über den Druck der zu befüllenden Druckkammer 13a bzw. 13b steigt. Diese Funktion zur schnelleren Verschwenkung der Nockenwelle 14 ist in der DE 10 2006 012 733 B4 und der DE 10 2006 012 775 B4 näher beschrieben und soll in dieser Anmeldung als aufgenommen gelten. Ebenso soll die DE 10 2005 013 085 B3 als aufgenommen gelten, in der die blattfederartigen Rückschlagventile 16, 17 näher dargestellt sind.

[0025] Im Folgenden wird der Aufbau des hydraulischen Teils 3 des Ventils 2 näher dargestellt.

[0026] Gemäß Fig. 2 weist die Buchse 11 drei Ringnuten 18, 19, 20 auf, welche mittels zwei Ringstegen 21, 22 voneinander getrennt sind. Die vordere - in der Zeichnungsebene rechte - Ringnut 18 und die mittlere Ringnut 19 korrespondieren mit Ausnehmungen 23 bzw. 25 in der Nockenwelle 14 und Ausnehmungen 24 bzw. 26 in dem Rotor 15. Diese Ausnehmungen 23, 24, 25, 26 führen zu den Druckkammern 13a, 13b. Dabei führt die vordere Ringnut 18 über die vorderen Ausnehmungen 25 der Nockenwelle 14 und den Ausnehmungen 26 des Rotors 15 zu den der einen Drehrichtung zugeordneten Druckkammern 13b. Hingegen führt die mittlere Ringnut 19 über die hinteren Ausnehmungen 23 der Nockenwelle 14 und den Ausnehmungen 24 des Rotors 15 in die der anderen Drehrichtung zugeordneten Druckkammern 13a. In die hintere Ringnut 20 führt eine Bohrung 27, die an einen Ringkanal 68, angeschlossen ist, welcher mit einer Fluid-Förderpumpe 30 in Verbindung steht. Außer den beiden mittleren Ringstegen 22, 21 ist an den Enden der Buchse 11 jeweils ein endseitiger Ringsteg 28, 29 vorgesehen, der einen Fluidaustritt aus dem hinteren Ringkanal 20 bzw. dem vorderen Ringkanal 18 verhindert.

[0027] Um den hydraulischen Fluss von der Fluid-Förderpumpe den jeweiligen Druckkammern zuzuordnen, sind radiale Bohrungen im Nutgrund der Ringnuten umfangsmäßig in definierten Winkelpositionen verteilt. Dabei weist die vordere Ringnut 18 von vorne nach hinten axial aufeinander folgend Bohrungen für den Arbeitsanschluss B und den Bypass-Anschluss B1 auf. Die mittlere Ringnut 19 weist von vorne nach hinten axial aufeinander folgend Bohrungen für den Bypass-Anschluss A1 und den Arbeitsanschluss A auf. Die linke Ringnut 20 weist von vorne nach hinten axial aufeinander folgend Bohrungen für den Druckmittelanschluss P auf. Je nach axialer Position des Kolbens 5 - und damit je nach zu beaufschlagenden Druckkammern 13a bzw. 13b - wird Hydraulikfluid von der Fluid-Förderpumpe 30 über eine Bohrung 69 und einen Ringkanal 68 eines Nockenwellenlagers

70 und den Ringkanal 20 zu den beiden Arbeitsanschlüssen A bzw. B geleitet, so dass der Rotor 15 in die eine Drehrichtung oder die entgegen gesetzte Drehrichtung verschwenkt.

[0028] Fig. 3 und Fig. 4 zeigen ein Ventil 102 mit einem vereinfachten Kolben 105, wobei gegenüber dem Ventil 2 gemäß Fig. 1 und Fig. 2 keine Bypass-Anschlüsse A1 und B1 vorgesehen sind. Ansonsten ist der Kolben 105 gleich dem Kolben 5 aufgebaut. Die gegenüber Fig. 1 und Fig. 2 wesentlich veränderten Bauteile weisen um 100 erhöhte Bezugsziffern auf. Im Wesentlichen gleiche Bauteile sind auch mit gleichen Bezugsziffern versehen. Fig. 3 zeigt den Kolben 105 in einem Schnitt analog Fig. 1. Fig. 4 zeigt den Kolben 105 hingegen 90° um dessen Längsachse 34 gedreht.

[0029] Der Kolben 105 ist sowohl in Fig. 3 als auch in Fig. 4 in der vordersten Position dargestellt. In diese Position wird der Kolben 105 von einer Schraubendruckfeder 31 gedrückt, wenn der elektromagnetische Aktor 4 nur geringfügig oder überhaupt nicht bestromt ist. Dabei verläuft ein Druckkammer-Zulaufkanal 32 von dem Druckmittelanschluss P zum zweiten Arbeitsanschluss B. Damit werden die dem Arbeitsanschluss B zugeordneten Druckkammern 13b befüllt. Zeitgleich verläuft zum Entleeren der anderen Druckkammern 13a das Hydraulikfluid vom ersten Arbeitsanschluss A über einen in Fig. 4 ersichtlichen Druckkammer-Ablaufkanal 33 zu zwei Tankabläufen T₁, T₂. Dabei ermöglicht es die Formgebung des Kolbens 105, dass der Druckkammer-Ablaufkanal 33 vom Druckkammer-Zulaufkanal 32 getrennt ist, obwohl diese beiden aneinander vorbei geführt werden. D.h. der Druckkammer-Ablaufkanal 33 und der Druckkammer-Zulaufkanal 32 verlaufen teilweise in den gleichen axialen Bereichen des Ventils 102.

[0030] Insbesondere aus Fig. 4 ist ersichtlich, dass der Kolben 105 im Wesentlichen eine rohrförmige Grundform mit einer Rohrwand 80 aufweist. Entlang der Längsachse 34 des Kolbens 105 ist ein Schlitz 35 vorgesehen. Dieser Schlitz 35 weist eine umlaufend geschlossene Wandung 36 auf, die den Schlitz 35 gegenüber zwei sich im Rohr beidseitig der Wandung 36 bildende Teilkanäle 65a, 65b trennt. An dem vorderen Ende des Schlitzes 35 ist die besagte Stirnfläche 8 angeordnet. An dem hinteren Ende der Wandung 36 ist eine Stirnfläche 37 angeordnet, welche die Schraubendruckfeder 31 elastisch gegen eine Presshülse abstützt, die auf Maß in die Buchse 11 eingepresst ist.

[0031] Aus der Schnittebene gemäß Fig. 3 wiederum ist ersichtlich, dass der Kolben 5 zwei Querkanäle aufweist, die einen Einlasskanal 91 und einen Auslasskanal 93 umfassen. Der Druckkammer-Zulaufkanal 32 verläuft vom Druckmittelanschluss P durch

- den sich quer durch den Kolben 5 erstreckenden Einlasskanal 91,
- einen sich zentral längs des Kolbens 5 erstreckenden Mittenkanal 92 und
- den sich quer durch den Kolben 5 erstreckenden

Auslasskanal 93 zum zweiten Arbeitsanschluss B.
In Bezug auf die Längsachse 34 weisen

- der Einlasskanal 91 eine Länge L_P ,
- der Mittenkanal 92 eine Länge L_M und
- der Auslasskanal 93 eine Länge L_{AB}

auf. Dabei stehen die Längen im Mindestverhältnis $L_M \leq L_P + L_{AB}$ zueinander. Das heißt in anderen Worten, dass die den Anschlüssen P, A, B zugeordneten Querkäle in Bezug auf die Längsachse 34 des Kolbens 5 mindestens ebenso groß sind, wie der dazwischen liegende Mittenkanal 92. Da der Kolben 5 als Spritzgussteil - insbesondere im Metallpulverspritzgießverfahren - gefertigt ist, müssen die Querkäle 91, 93 lang genug sein, damit die Spritzgusswerkzeuge - sogenannte Schieber - nach dem Spritzgießen des Kolbens 5 wieder austreten können. Da die Schieber beim Spritzgießen spaltfrei aneinander anliegen müssen, um den Mittenkanal 92 frei von Spritzgusswerkstoff zu halten, müssen die Schieber in Richtung der Längsachse 34 zwangsläufig so lang sein, dass sie zusammengekommen mindestens die Länge L_M des Mittenkanals 92 ergeben. Nach dem Spritzgießen des Kolbens 5 können die beiden Schieber zunächst entlang der Längsachse 34 aus dem Bereich der Mittenkanals 92 herausgefahren werden und anschließend quer zur Längsachse aus den Querkälen 91, 93 herausgefahren werden.

[0032] In der dargestellten Stellung des Kolbens 105 verläuft der Druckkammer-Ablaufkanal 33 zu den Tankabläufen T_1, T_2 durch die beiden Teilkanäle 65a, 65b. Hingegen verläuft der Druckkammer-Zulaufkanal 32 durch den Schlitz 35.

[0033] In der zeichnerisch nicht dargestellten hinteren Stellung des Kolbens 105 bei maximal ausgerücktem elektromagnetischen Aktor 4 ist die Schraubendruckfeder 31 gestaucht. Der vom Druckanschluss P kommende Druck wird durch den Druckkammer-Zulaufkanal 32 zum ersten Arbeitsanschluss A geleitet. Der zweite Arbeitsanschluss B wird an der axial äußeren Ablaufkante 66 des Kolbens 105 vorbei zu den beiden stirnseitigen Tankabläufen T_1, T_2 geleitet. Am vorderen Ende des Ventils 2 fließt das Hydraulikfluid direkt vom zweiten Arbeitsanschluss B zum stirnseitigen vorderen Tankablauf T_1 . Zum hinteren stirnseitigen Tankablauf T_2 am hinteren Ende des Ventils 2 fließt das Hydraulikfluid hingegen an der Ablaufkante 66 vorbei durch die beiden Teilkanäle 65a, 65b des Kolbens 105.

[0034] Die Schraubendruckfeder muss nicht an der Wandung 36 des Kolbens 105 abgestützt sein, sondern kann in einer alternativen Ausführungsform auch an einem in Fig. 4 ersichtlichen Absatz 40 abgestützt sein.

[0035] Der Kolben 5 bzw. 105 ist im Metallpulverspritzgießverfahren hergestellt.

[0036] Die Rohrform des Kolbens ist beispielhaft. Insbesondere bei Herstellungsverfahren, die eine komplexe Formgebung ermöglichen, weist der Kolben eine komplexe integrale Geometrie auf. Ein solche Herstellungsverfahren ist der Spritzguss. Zur Herstellung der kom-

plexen Geometrie kann insbesondere das Metallpulverspritzgießverfahren (Metal Injection Molding) verwendet werden. Zu den Spritzgussverfahren zählen auch solche Verfahren, wie das Spritzprägen.

[0037] Die Trennung des Druckkammer-Ablaufkanals von dem Druckkammer-Zulaufkanal erfolgt mit einem mittig verlaufenden Schlitz. Der mittig angeordnete Schlitz hat infolge der Symmetrie den Vorteil, dass keine Drehmomente auf den hydraulisch beaufschlagten Kolben wirken.

[0038] Fig. 6 zeigt in einer weiteren Ausgestaltungsform ein zentrales Ventil 202, welches unmittelbar in eine Zentralschraube 211 eingearbeitet ist, welche den Rotor 215 des Nockenwellenverstellers 201 mit der Nockenwelle 214 verschraubt. Dazu ist in der Nockenwelle 214 ein Innengewinde eingeschnitten, in welches das Außengewinde der Zentralschraube 211 eingeschraubt ist. Dabei ist auch eine Verriegelung 299 ersichtlich, mittels welcher der Rotor 215 gegenüber einem Stator 298 drehfest verriegelbar ist. Diese Verriegelung 299 ist von einem Druck in den beiden Druckkammern des Nockenwellenverstellers 201 entriegelbar.

[0039] In einer alternativen Ausgestaltungsform steht die Verriegelung in Verbindung mit dem Druckmittelan-schluss, so dass die Verriegelung unmittelbar abhängig vom Arbeitsdruck entriegelt wird, wobei die Verriegelung analog Fig. 6 mittels Federkraft erfolgt.

[0040] Der Nockenwellenversteller ist vorzugsweise als Flügelzellenversteller ausgeführt. Ebenso ist es jedoch auch möglich, einen Axialkolbenversteller zu verwenden, der über eine Schrägverzahnung die Axialbewegung in eine Schwenkbewegung der Nockenwelle umwandelt. Solche Axialkolbenversteller finden insbesondere bei sportlichen Motoren mit sehr starken Ventildruckfedern der Gaswechselventile Anwendung, da dort infolge der hohen Ventildruckkräfte starke Wechsellastmomente der Nockenwelle überwunden werden müssen, die durch die selbsthemmende Wirkung der Schrägverzahnung beim Axialkolbenversteller nicht an dessen Axialkolben weitergeleitet werden.

[0041] Das Ventil muss nicht als Cartridge-Ventil ausgeführt sein. Es kann auch auf die Buchse verzichtet werden. Der Kolben kann dann unmittelbar in einer Bohrung des Rotors oder eines Gehäuses eingesetzt sein. Dieses Gehäuse kann beispielsweise der Zylinderkopf oder ein mit dem Zylinderkopf verbundener Deckel bzw. eine Zwischenplatte sein. Auch kann der Kolben unmittelbar

- in eine Bohrung der Nockenwelle oder
- die als Hohlwelle ausgeführte Nockenwelle

eingeschoben sein. In diesem Fall bildet die Nockenwelle selbst die Linearführung für den Kolben.

[0042] Die Nockenwelle kann beispielsweise eine gebaute Nockenwelle sein.

[0043] Anstelle der Presshülse kann auch eine geschraubte Hülse vorgesehen sein, oder es kann ein integral mit der Buchse gefertigter Boden vorgesehen sein.

[0044] Anstelle eines elektromagnetischen Aktors kann der Kolben auch mittels eines weiteren hydraulischen Hilfskolbens verschoben werden. Mit solch einem Hilfskolben kann je nach Übersetzung beispielsweise auch eine Kraftverstärkung oder eine sehr feine Positionierung des Kolbens erreicht werden.

[0045] Es müssen nicht zwei Tankabläufe vorgesehen sein. So kann ein Tankablauf auf einer Stirnseite des Kolbens bzw. einer Stirnseite der Buchse ausreichen. Insbesondere, wenn das Fluid von einer Stirnseite nicht weiter geleitet werden kann/soll, reicht ein Tankablauf aus. Auch kann durch eine massive Ausführung des Kolbens auf dessen einer Stirnseite die Auflagefläche für die Schraubendruckfeder vergrößert werden und Spannungen können im Bereich dieser Auflagefläche gering gehalten werden.

[0046] 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.

[0047] Der Außendurchmesser der Buchse oder des Kolbens kann in einem Spanabhub gedreht werden, bevor die drei Ringnuten ausgedreht werden. Alternativ kann die Buchse und/oder der Kolben auch gestufte Außendurchmesser aufweisen, wobei der hinterste Außendurchmesser am kleinsten ist und der vorderste Außendurchmesser am größten ist. Dies ist insbesondere bei Ventilen mit Dichtringen - insbesondere O-Ringen - von Vorteil. Diese Dichtringe können in Ringnuten im Bereich der Außendurchmesser eingesetzt sein. Ebenso können die Dichtringe in Innenringnuten des Rotors eingesetzt sein. Die gestufte Ausführung der Außendurchmesser verhindert dabei die Beschädigung der Dichtringe. Solche Dichtringe sind insbesondere bei Ventilen für besonders hohe Hydraulikdrücke oder mit hohen Anforderungen an die Leckagedichtheit von Vorteil. Die Verwendung von O-Ringen ist ferner beim Einsatz von unterschiedlichen Werkstoffen für die Ventilbauteile mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten von Vorteil.

[0048] Die Fluid-Förderpumpe kann insbesondere die Ölpumpe zur Schmiermittelversorgung des Verbrennungsmotors sein. Soll jedoch für eine hohe Verstellgeschwindigkeit des Nockenwellenstellers ein relativ hoher Druck aufgebracht werden, kann die Fluid-Förderpumpe

- nur dem Nockenwellenversteller oder
- dem Nockenwellenversteller und weiteren Hydraulikaggregaten zugeordnet sein. In diesem Fall kann die Fluid-Förderpumpe beispielsweise als Flügelzellenpumpe ausgeführt sein. Alternativ sind Zahnradpumpen, Radialkolbenpumpen und Mondsichel-pumpen möglich.

[0049] Es versteht sich von selbst, dass die Bezeichnung der beiden Arbeitsanschlüsse mit den Buchstaben A oder B willkürlich ist und untereinander austauschbar ist.

[0050] 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.

[0051] Zur Herstellung des Kolbens wird ein Werkzeug mit Schiebern verwendet.

[0052] 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. Ventil (2) für einen Nockenwellenversteller (1), bei welchem ein Kolben (5) längsverschieblich innerhalb einer Bohrung (12) angeordnet ist, von deren Innenwand (79)

- ein Druckmittelanschluss (P) und
- axial diesem unmittelbar folgend ein erster Arbeitsanschluss (A) und
- axial dem Druckmittelanschluss (P) und dem ersten Arbeitsanschluss (A) folgend ein zweiter Arbeitsanschluss (B)

abgehen, wobei der Kolben (5) einen Druckkammer-Zulaufkanal (32) und einen getrennt von diesem angeordneten Druckkammer-Ablaufkanal (33) aufweist, wobei der Kolben (5 bzw. 105) eine im wesentlichen rohrförmige Rohrwand (80) mit einem mitigen Schlitz (35) aufweist, dessen Wandung (36) sich der Rohrwand (80) anschließt, so dass die Wandung (36) des Schlitzes (35) den einen Druckkammer-Ablaufkanal (33) von einem Druckkammer-Zulaufkanal (32) trennt, wobei sich der Druckkammer-Ablaufkanal (33) entlang des Schlitzes in zwei Teilkanäle (65a, 65b) aufteilt, wobei der Kolben (11) in einem Spritzgussverfahren hergestellt ist und wobei der Druckkammer-Zulaufkanal (32) durch

- einen quer zu einer Längsachse (34) des Kolbens verlaufenden Einlasskanal (91) mit einer Länge L_P bezüglich der Längsachse (34),
- einen entlang der Längsachse (34) verlaufenden Mittenkanal (92) mit einer Länge L_M bezüglich der Längsachse (34) und
- einen quer zur Längsachse (34) verlaufenden Auslasskanal (93) mit einer Länge L_{AB} bezüglich der Längsachse (34)

verläuft, wobei für die Längen $L_M \leq L_P + L_{AB}$ gilt.

2. Ventil nach Patentanspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
in den Druckmittelanschluss (P) ein Rückschlagventil (77) eingesetzt ist.
3. Ventil nach Patentanspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Rückschlagventil (77) als Band (76) ausgeführt ist, welches in eine Innenringnut (78) eingelegt ist, die von der Innenwand (79) der Bohrung (12) abgeht.
4. Ventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Tankablauf (T_1 bzw. T_2) stirnseitig aus dem Kolben (11) austritt.
5. Ventil nach Patentanspruch 4
dadurch gekennzeichnet, dass
beidseitig des Kolbens (11) Tankabläufe (T_1 , T_2) austreten.
6. Ventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
axial zwischen den beiden Arbeitsanschlüssen (A, B) zumindest ein Bypass-Anschluss (A1 bzw. B1) vorgesehen ist, mit dem das Hydraulikfluid der zu entleerenden Druckkammer in die zu befüllende Druckkammer geleitet werden kann, falls der Druck in der zu entleerenden Druckkammer über den Druck der zu befüllenden Druckkammer steigt.
7. Ventil nach Patentanspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
axial zwischen den beiden Arbeitsanschlüssen (A, B) zwei Bypass-Anschlüsse (A1, B1) unmittelbar benachbart zueinander vorgesehen sind.
8. Ventil nach Patentanspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Bypass-Anschluss (A1 bzw. B1) ein Rückschlagventil (16 bzw. 17) umfasst, dass als Band ausgeführt ist, welches in eine Innenringnut (75 bzw. 74) eingelegt ist, die von der Innenwand (79) der Bohrung (12) abgeht.
9. Ventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Ventil (2) fluchtend zu einer Nockenwelle (14) angeordnet ist, wobei ein elektromagnetischer Aktor (4) auf einer dem Zylinderkopf gegenüber liegenden Seite des Nockenwellenverstellers (1) angeordnet ist, wohingegen der Druckmittelanschluss (P) auf der anderen Seite des Nockenwellenverstellers (1) angeordnet ist.
10. Ventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Ventil (2) fluchtend zu einer Nockenwelle (14) angeordnet ist, wobei ein elektromagnetischer Aktor (4) auf einer dem Zylinderkopf gegenüber liegenden Seite des Nockenwellenverstellers (1) angeordnet ist, wohingegen auf der anderen Seite des Nockenwellenverstellers (1) eine Bohrung (27) in der Nockenwelle (14) vorgesehen ist, in welche der Druckmittelanschluss (P) mündet.
11. Ventil nach einem der Patentansprüche 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Druckmittelanschluss (P) zumindest indirekt in eine Ausnehmung des Nockenwellenlagers (70) mündet.
12. Ventil dem vorhergehenden Patentanspruch,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Kolben im Metallpulverspritzgießverfahren (MIM) hergestellt ist.

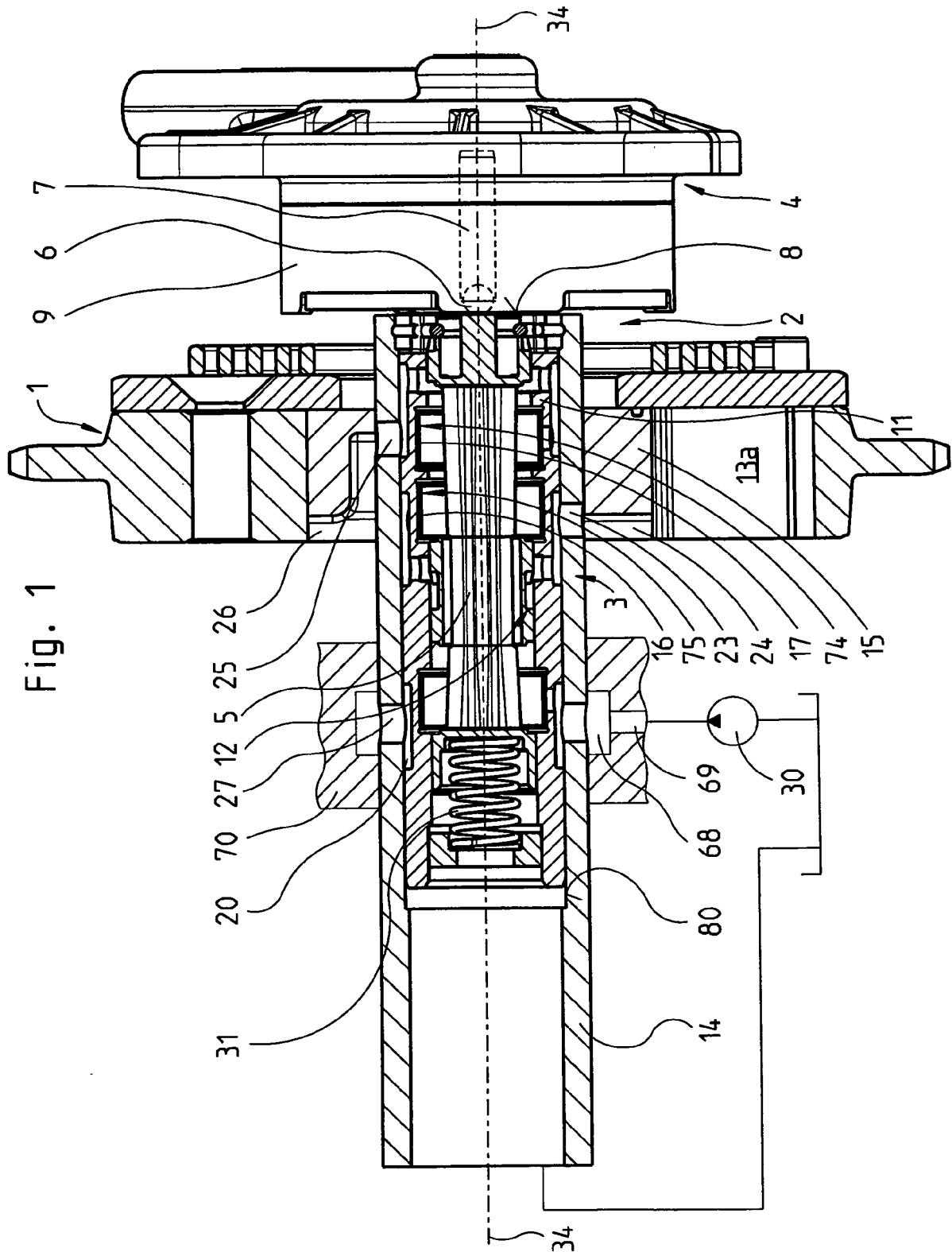


Fig. 2

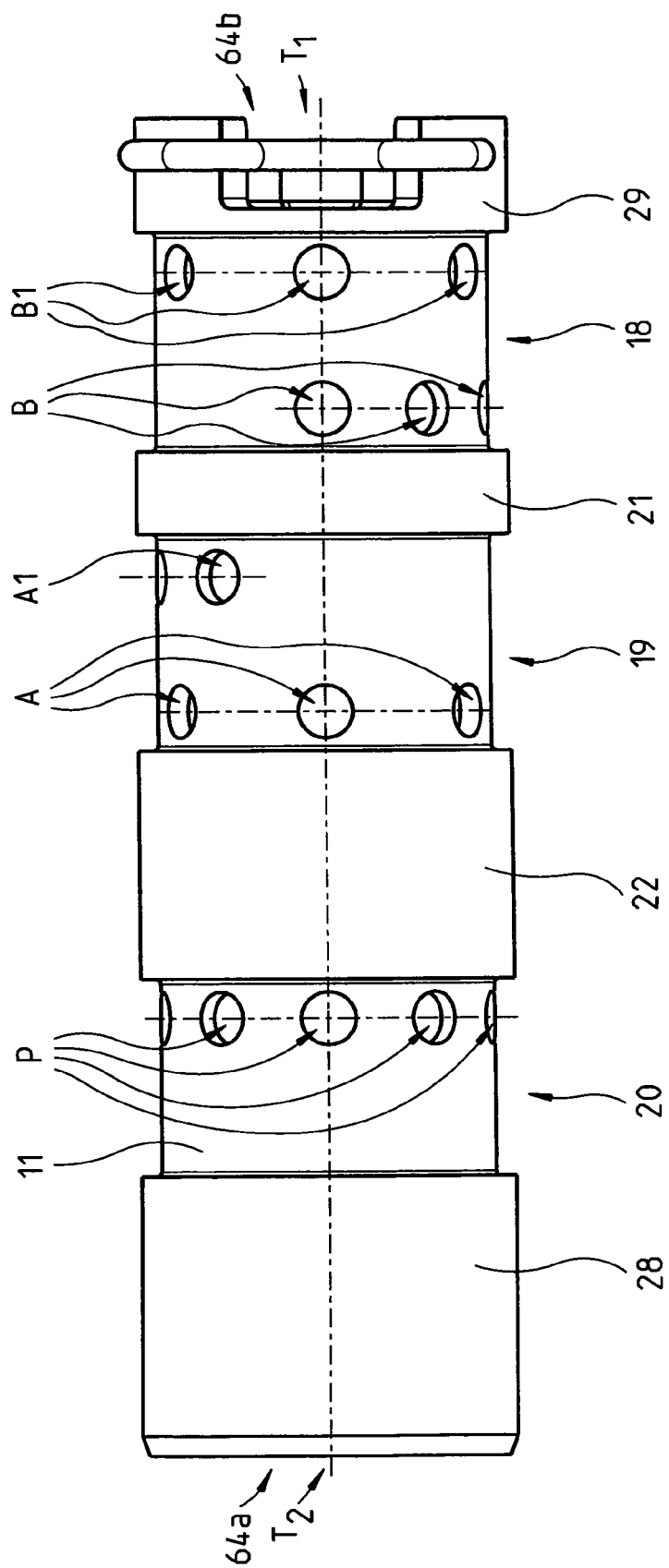


Fig. 3

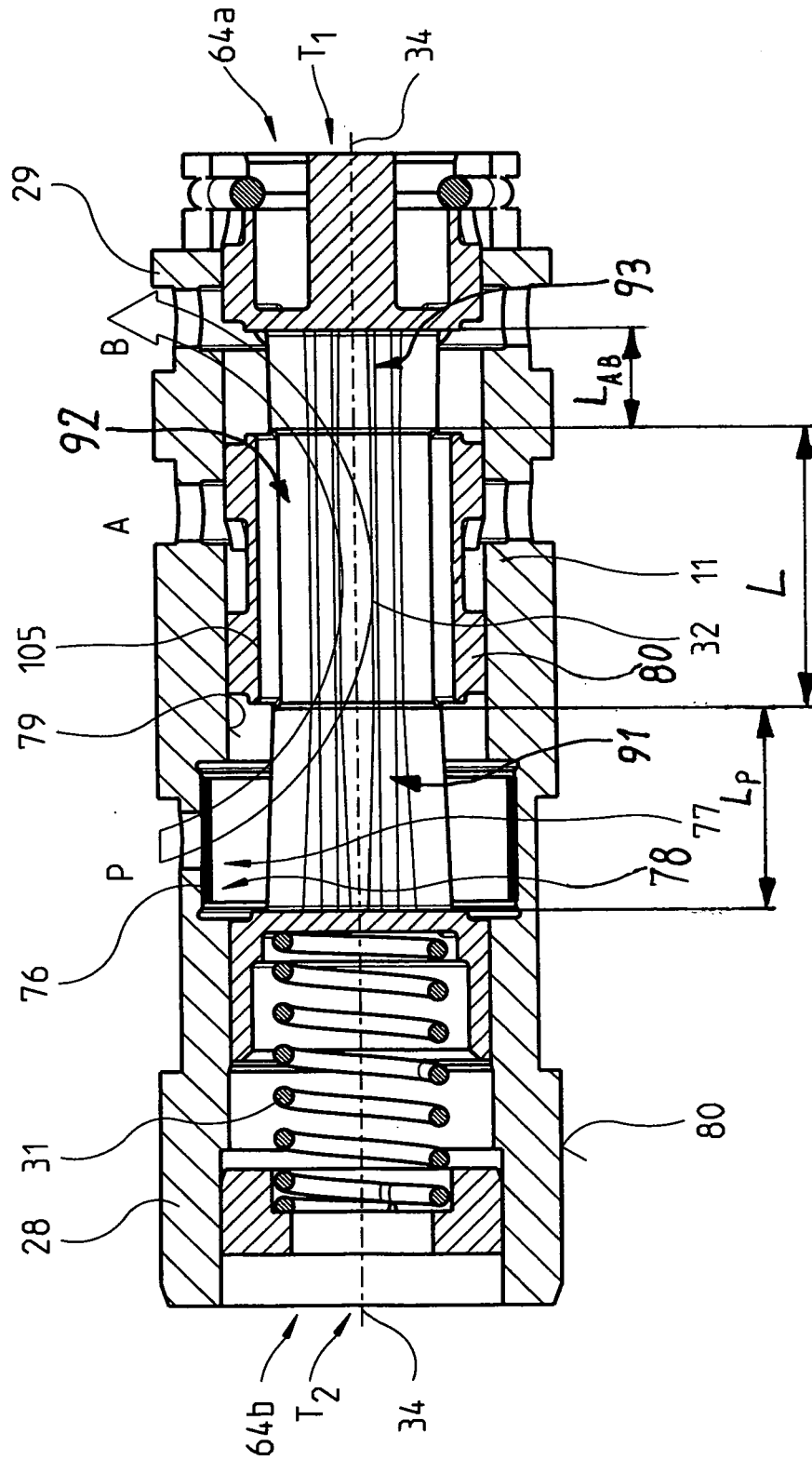


Fig. 4

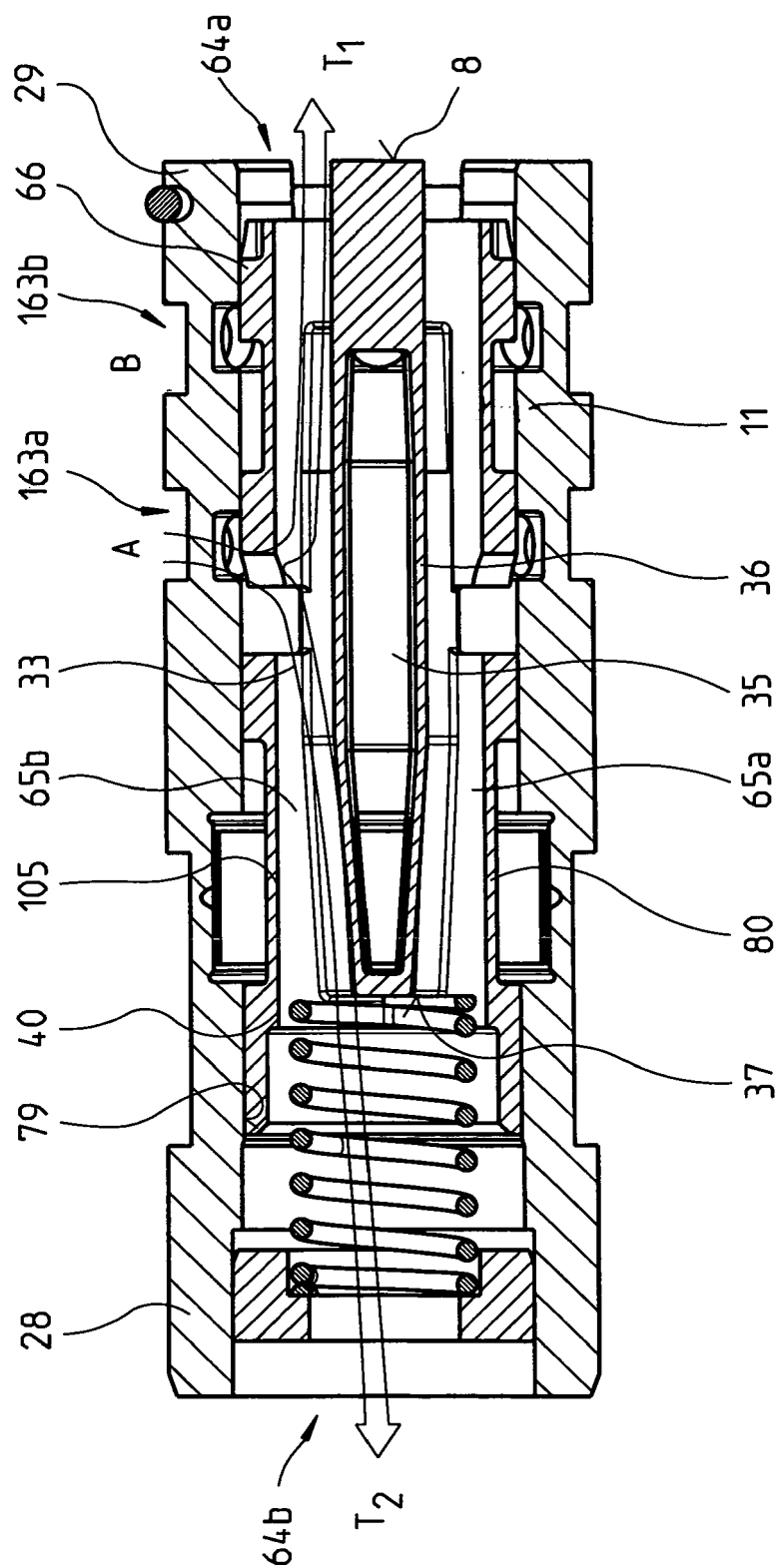
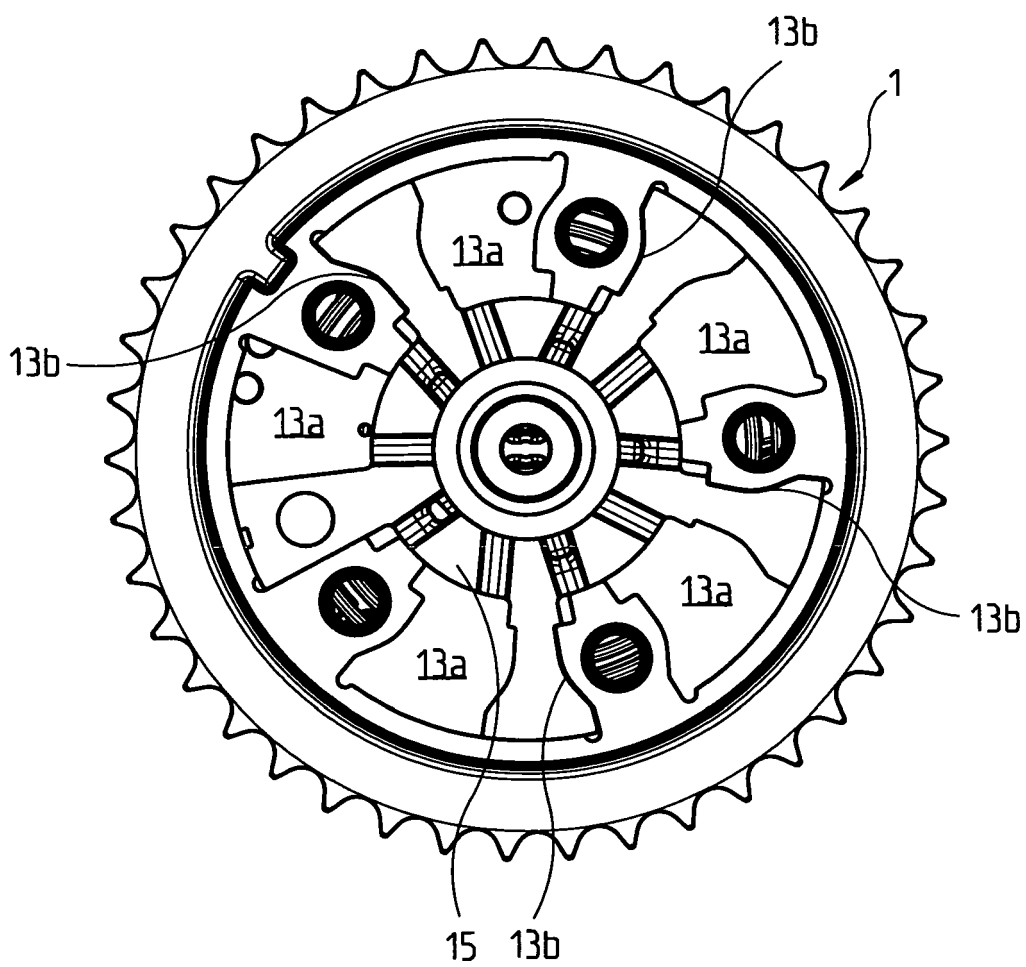
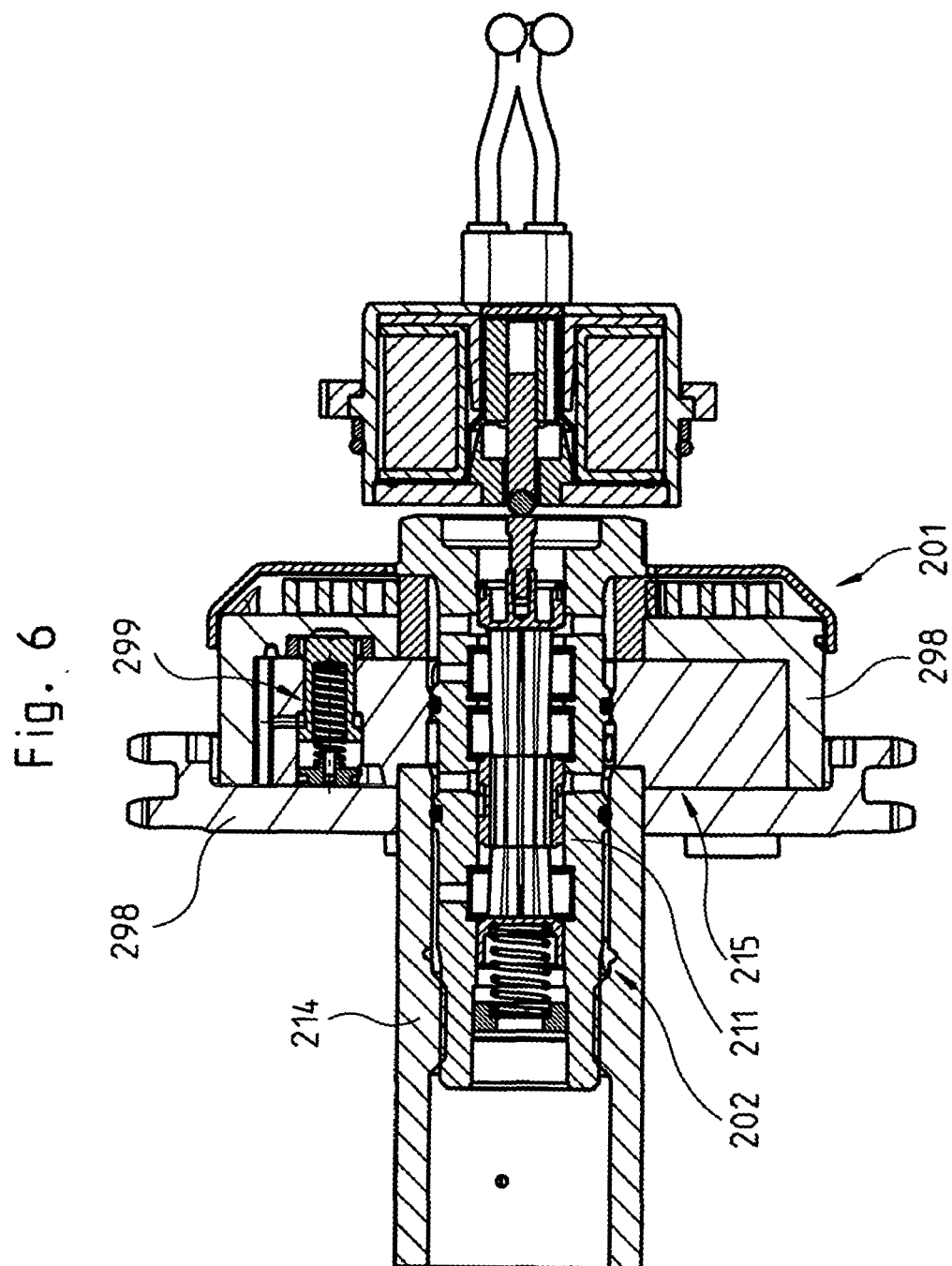


Fig. 5





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]
- DE 19637174 A1 [0003]
- DE 19853670 B4 [0004]
- DE 102004038252 A1 [0005] [0010]
- DE 102006012733 B4 [0024]
- DE 102006012775 B4 [0024]
- DE 102005013085 B3 [0024]
- DE 102007026831 [0050]