



(11) **EP 2 220 345 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.06.2011 Patentblatt 2011/25

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

(21) Anmeldenummer: **08856752.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/066065

(22) Anmeldetag: **24.11.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/071457 (11.06.2009 Gazette 2009/24)

(54) **VORRICHTUNG ZUR VARIABLEN EINSTELLUNG DER STEUERZEITEN VON GASWECHSELVENTILEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

DEVICE FOR VARIABLY ADJUSTING CONTROL TIMES OF GAS EXCHANGE VALVES OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

DISPOSITIF DE RÉGLAGE VARIABLE DE LA DISTRIBUTION DE SOUPAPES DE RENOUVELLEMENT DES GAZ D'UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE

(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 MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(72) Erfinder:
• **HOPPE, Jens**
91056 Erlangen (DE)
• **RÖHR, Andreas**
92637 Wieden (DE)

(30) Priorität: **05.12.2007 DE 102007058491**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.08.2010 Patentblatt 2010/34

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 286 023 EP-A- 1 752 691
WO-A-03/078804 DE-A1- 3 937 644
DE-A1- 10 346 443 DE-A1- 19 817 319
DE-A1- 19 848 706 DE-A1-102006 020 320
GB-A- 2 432 645 US-A1- 2003 033 999
US-A1- 2003 196 617

(73) Patentinhaber: **Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG**
91074 Herzogenaurach (DE)

EP 2 220 345 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

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur variablen Einstellung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine mit einem Antriebs-
element, einem Abtriebs-
element, einer Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung und einem Steuerventil, wobei zu-
mindest zwei gegeneinander wirkende Druckkammern vorgesehen sind, wobei durch Druckmittelbeaufschlagung einer der Druckkammern bei gleichzeitiger Entleerung der andern Druckkammer eine Phasenverstellung zwischen dem Abtriebs-
element und dem Antriebs-
element hervorgerufen werden kann, wobei die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung in einem eingeriegelten Zustand eine Änderung der Phasenlage verhindert, wobei die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung in einem entriegelten Zustand eine Änderung der Phasenlage zulässt, wobei die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung durch Druckmittelbeaufschlagung von dem eingeriegelten in den entriegelten Zustand überführt werden kann, wobei das Steuerventil ein Ventilgehäuse und einen Steuerkolben aufweist, wobei an dem Ventilgehäuse genau ein Zulaufanschluss, zumindest ein Ablaufanschluss, ein Steueranschluss und zwei Arbeitsanschlüsse ausgebildet sind, wobei der Zulaufanschluss mit einer Druckquelle, der Ablaufanschluss mit einem Tank, der Steueranschluss mit der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung und die Arbeitsanschlüsse mit jeweils einer der Druckkammern verbunden ist und wobei das Steuerventil in einer zentralen Aufnahme des Abtriebs-
elements angeordnet ist.

Hintergrund der Erfindung

[0002] In modernen Brennkraftmaschinen werden Vorrichtungen zur variablen Einstellung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen eingesetzt, um die Phasenrelation zwischen Kurbelwelle und Nockenwelle in einem definierten Winkelbereich zwischen Kurbelwelle und Nockenwelle in einem definierten Winkelbereich, zwischen einer maximalen Früh- und einer maximalen Spätposition, variabel gestalten zu können. Zu diesem Zweck ist die Vorrichtung in einen Antriebsstrang integriert, über welchen Drehmoment von der Kurbelwelle auf die Nockenwelle übertragen wird. Dieser Antriebsstrang kann beispielsweise als Riemen-, Ketten- oder Zahnradtrieb realisiert sein.

[0003] Die Vorrichtung umfasst zumindest zwei gegeneinander verdrehbare Rotoren, wobei ein Rotor in Antriebsverbindung mit der Kurbelwelle steht und der andere Rotor drehfest mit der Nockenwelle verbunden ist. Die Vorrichtung umfasst zumindest einen Druckraum, welcher mittels eines bewegbaren Elementes in zwei gegeneinander wirkende Druckkammern unterteilt wird. Das bewegliche Element steht mit mindestens einem der Rotoren in Wirkverbindung. Durch Druckmittelzufuhr zu

den Druckkammern bzw. Druckmittelabfuhr von den Druckkammern wird das bewegliche Element innerhalb des Druckraums verschoben, wodurch eine gezielte Verdrehung der Rotoren zueinander und somit der Nockenwelle zur Kurbelwelle bewirkt wird.

[0004] Der Druckmittelzufluss zu, bzw. der Druckabfluss von den Druckkammern wird mittels einer Kontrolleinheit, in der Regel einem hydraulischen Wegeventil (Steuerventil), gesteuert. Die Kontrolleinheit wiederum wird mittels eines Reglers gesteuert, welcher mit Hilfe von Sensoren die Ist- und Sollposition der Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle (Phasenlage) bestimmt und miteinander vergleicht. Wird ein Unterschied zwischen beiden Positionen festgestellt, wird ein Signal an die Kontrolleinheit gesandt, welche die Druckmittelströme zu den Druckkammern diesem Signal anpasst.

[0005] Um die Funktion der Vorrichtung zu gewährleisten, muss der Druck im Druckmittelkreislauf der Brennkraftmaschine einen bestimmten Wert übersteigen. Da das Druckmittel in der Regel von der Ölpumpe der Brennkraftmaschine bereitgestellt wird und der bereitgestellte Druck somit synchron zur Drehzahl der Brennkraftmaschine ansteigt, ist unterhalb einer bestimmten Drehzahl der Öldruck noch zu gering um die Phasenlage der Rotoren gezielt zu verändern bzw. zu halten. Dies kann beispielsweise während der Startphase der Brennkraftmaschine oder während Leerlaufphasen der Fall sein.

[0006] Während dieser Phasen würde die Vorrichtung unkontrollierte Schwingungen ausführen, was zu erhöhten Geräuschemissionen, erhöhten Verschleiß, unruhigeren Lauf und erhöhten Rohemissionen der Brennkraftmaschine führt. Um dies zu verhindern können mechanische Verriegelungseinrichtungen vorgesehen sein, die während der kritischen Betriebsphasen der Brennkraftmaschine die beiden Rotoren drehfest miteinander koppeln, wobei diese Koppelung durch Druckmittelbeaufschlagung der Verriegelungseinrichtung aufgehoben werden kann. Dabei kann die Verriegelungsposition in einer der Endlagen (maximalen Frühposition und der maximalen Spätposition) oder zwischen den Endlagen vorgesehen sein.

[0007] Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise aus der US 6,684,835 B2 bekannt. In dieser Ausführungsform ist die Vorrichtung in Flügelzellenbauart ausgeführt, wobei ein Außenrotor drehbar auf einem als Flügelrad ausgebildeten Innenrotor gelagert ist. Des Weiteren sind zwei Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen vorgesehen, wobei eine erste Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung im eingeriegelten Zustand eine Verstellung des Innenrotors zum Außenrotor in einem Intervall zwischen einer maximalen Spätposition und einer definierten Mittenposition (Verriegelungsposition) erlaubt. Die zweite Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung erlaubt im eingeriegelten Zustand eine Verdrehung des Innenrotors zum Außenrotor in einem Intervall zwischen der Mittenposition und der maximalen Frühposition. Befinden sich beide Drehwinkelbegrenzungen im eingeriegelten Zustand so ist die Phasenlage des Innenrotors zum Außenrotor auf

die Mittenposition beschränkt.

[0008] Jede der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen besteht aus einem federbeaufschlagtem Verriegelungsstift, welcher in einer Aufnahme des Außenrotors angeordnet ist. Jeder Verriegelungsstift wird mittels einer Feder in Richtung des Innenrotors mit einer Kraft beaufschlagt. An dem Innenrotor ist eine Kulisse ausgebildet, die den Verriegelungsstiften in bestimmten Betriebspositionen der Vorrichtungen gegenübersteht. In diesen Betriebspositionen können die Stifte in die Kulisse eingreifen. Dabei geht die jeweilige Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung vom ent- in den eingeriegelten Zustand über. Jede der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen kann durch Druckmittelbeaufschlagung der Kulisse vom eingeriegelten in den entriegelten Zustand überführt werden. In diesem Fall drängt das Druckmittel die Verriegelungsstifte in deren Aufnahme zurück, wodurch die mechanische Kopplung des Innenrotors zum Außenrotor aufgehoben wird.

[0009] Die Druckmittelbeaufschlagung der Druckkammern und der Kulisse erfolgt mittels eines Steuerventils, wobei an dem Steuerventil unter anderem zwei Arbeitsanschlüsse, die mit den Druckkammern kommunizieren, und ein Steueranschluss, welcher mit der Verriegelungsnut kommuniziert, ausgebildet sind. Weitere derartige Steuerventile sind aus der US 6,779,500 B2 bekannt. Diese Steuerventile bestehen im Wesentlichen aus einem herkömmlichen 4/3-Wegeproportionalventil, das die Druckmittelströme zu und von den Druckkammern lenkt, und einen 2/2-Wegeventil, das die Druckmittelströme zu und von den Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen regelt, wobei die Teilventile in Reihe angeordnet sind. Dabei weisen die beiden Teilventile einen gemeinsamen Steuerkolben und ein gemeinsames Ventilgehäuse auf.

[0010] Nachteilig an diesen Ausführungsformen ist der hohe Bauraumbedarf des Steuerventils, vor allem in axialer Richtung des Ventilgehäuses. Des Weiteren ist die hohe Anzahl an Steuerstrukturen, die an dem Steuerkolben ausgebildet werden müssen nachteilig. Dies führt zu erhöhten Kosten und höherem Bauraumbedarf. Ein weiterer Nachteil besteht darin dass sich diese Steuerventile nicht für den Einsatz als Zentralventil eignen, das in einer zentralen Aufnahme des Innenrotors angeordnet. Zum einen weisen die Steuerventile zwei Zulaufanschlüsse auf, denen über den Innenrotor der Vorrichtung Druckmittel zugeführt werden muss. Dies erhöht die Komplexität und die Fehleranfälligkeit der Vorrichtung. Des Weiteren ist die Vorrichtung in axialer Richtung breit auszuführen, damit alle fünf Anschlüsse des Ventils von der Aufnahme des Innenrotors überdeckt werden. Dies führt zu erhöhten Kosten bei der Herstellung der Vorrichtung. Des Weiteren wird deren Bauraumbedarf und deren Gewicht erhöht.

Aufgabe der Erfindung

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine

Vorrichtung zur variablen Einstellung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine mit einem Steuerventil darzustellen, wobei ein möglichst einfacher und damit kostengünstiger Aufbau des Steuerventils erreicht werden soll. Darüber hinaus soll der Bauraumbedarf des Steuerventils minimiert werden.

[0012] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass der Zulaufanschluss in axialer Richtung außerhalb des Abtriebslements und des Antriebslements angeordnet ist und die Arbeitsanschlüsse und der Steueranschluss, abhängig von der Stellung des Steuerkolbens innerhalb des Ventilgehäuses, wahlweise mit dem Zulaufanschluss verbunden oder von diesem getrennt werden können. In einer Konkretisierung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Arbeitsanschlüsse, der Zulaufanschluss und der Steueranschluss als radiale Öffnungen in dem Ventilgehäuse ausgebildet sind.

[0013] Dabei können die Anschlüsse axial zueinander versetzt und in der Reihenfolge Zulaufanschluss, Arbeitsanschluss, Ablaufanschluss, Arbeitsanschluss, Steueranschluss oder Zulaufanschluss, Steueranschluss, Ablaufanschluss, Arbeitsanschluss, Arbeitsanschluss angeordnet sein.

[0014] In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass an dem Ventilgehäuse ein weiterer Ablaufanschluss als axialer Anschluss ausgebildet ist. Darüber hinaus kann vorgesehen sein, den Steuerkolben hohl auszubilden und dass das Innere des Steuerkolbens in jeder Stellung des Steuerkolbens relativ zu dem Ventilgehäuse mit dem Zulaufanschluss kommuniziert.

[0015] In einer Konkretisierung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das Innere des Steuerkolbens mit jedem der Arbeitsanschlüsse und dem Steueranschluss durch geeignete Positionierung des Steuerkolbens innerhalb des Ventilgehäuses verbindbar ist.

[0016] Es kann vorgesehen sein, dass das Steuerventil eine erste Steuerstellung einnehmen kann, in der der erste Arbeitsanschluss ausschließlich mit dem Ablaufanschluss, der zweite Arbeitsanschluss ausschließlich mit dem Zulaufanschluss und der Steueranschluss ausschließlich mit dem axialen Ablaufanschluss kommuniziert.

[0017] In einer Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das Steuerventil eine zweite Steuerstellung einnehmen kann, in der der erste Arbeitsanschluss ausschließlich mit dem Ablaufanschluss und der zweite Arbeitsanschluss und der Steueranschluss ausschließlich mit dem Zulaufanschluss kommuniziert. Dabei kann vorgesehen sein, dass das Steuerventil eine dritte Steuerstellung einnehmen kann, in der der Steueranschluss ausschließlich mit dem Zulaufanschluss kommuniziert, während die Arbeitsanschlüsse weder mit dem Zulaufanschluss noch mit dem einem der Ablaufanschlüsse kommuniziert.

[0018] Weiterhin wird vorgeschlagen, dass das Steuerventil eine vierte Steuerstellung einnehmen kann, in der der zweite Arbeitsanschluss ausschließlich mit dem Ablaufanschluss und der erste Arbeitsanschluss und der

Steueranschluss ausschließlich mit dem Zulaufanschluss kommuniziert.

[0019] Die Vorrichtung weist eine Stellvorrichtung, die als hydraulischer Stellantrieb ausgebildet ist, und ein Hydrauliksystem auf, das die Stellvorrichtung mit Druckmittel versorgt. Die Stellvorrichtung kann beispielsweise wie im Stand der Technik in Flügelzellenbauart oder in Axialkolbenbauart ausgebildet sein. In letzterer Bauart wird ein Druckkolben, der zwei Druckkammern voneinander trennt durch Druckmittelbeaufschlagung in axialer Richtung verschoben. Dabei ruft die Bewegung des Druckkolbens über zwei Schrägverzahnungspaare eine relative Phasenverdrehung zwischen dem Abtriebsselement und dem Antriebsselement hervor. Des Weiteren sind mechanische Mittel (Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung) vorgesehen, um das Abtriebsselement mit dem Antriebsselement mechanisch in einer bestimmten Phasenlage zu koppeln. Die Kopplung kann beispielsweise derart sein, dass die möglichen Phasenwinkel auf einen Winkelbereich beschränkt sind oder dass eine drehfeste Kopplung zwischen dem Abtriebsselement und dem Antriebsselement in einer definierten Phasenlage hergestellt werden kann. Die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung(en) können einen eingeriegelten Zustand (Kopplung hergestellt) und einen entriegelten Zustand (keine Kopplung) einnehmen. Der Übergang von dem eingeriegelten zu dem entriegelten Zustand erfolgt durch Druckmittelbeaufschlagung der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung(en).

[0020] Durch Druckmittelbeaufschlagung der einen Druckkammer oder der einen Gruppe von Druckkammern bei gleichzeitiger Entleerung der anderen Druckkammer oder Druckkammern erfolgt eine Phasenverstellung des Innenrotors 23 relativ zu dem Außenrotor 22, wenn die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung(en) im entriegelten Zustand vorliegen. Im eingeriegelten Zustand der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung(en) erfolgt die Phasenverstellung nur in dem durch die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung(en) zugelassenen Bereich.

[0021] Das Hydrauliksystem weist ein Steuerventil mit einem Ventilgehäuse und einem Steuerkolben auf. Das Ventilgehäuse kann im Wesentlichen hohlzylindrisch ausgeführt sein. Dabei können die Anschlüsse als Öffnungen in der zylindrischen Mantelfläche ausgebildet sein. Innerhalb des Ventilgehäuses kann ein Steuerkolben mehrere Positionen relativ zu diesem einnehmen, wobei dadurch mehrere Steuerstellungen realisiert werden können. Dabei kann vorgesehen sein, dass der Steuerkolben mittels einer Stelleinheit in axialer Richtung des Ventilgehäuses relativ zu diesem verschoben werden kann. Die Stelleinheit kann beispielsweise elektromagnetischer oder hydraulischer Natur sein. In jeder Steuerstellung ergibt sich eine definierte Verbindung der verschiedenen Anschlüsse. Die als Öffnungen an der Mantelfläche des Ventilgehäuses ausgebildeten Anschlüsse sind zueinander versetzt angeordnet. Somit können der Steuerkolben und das Ventilgehäuse im Wesentlichen rotationssymmetrisch ausgebildet sein, wodurch die Pro-

duktion erheblich vereinfacht werden kann. Der Steuerkolben weist mehrere Steuerstrukturen auf. Dabei ist ein erster Stellraum vorgesehen, der einerseits in jeder Stellung des Steuerkolbens mit dem Zulaufanschluss kommuniziert und andererseits mit einem der Arbeitsanschlüsse und dem Steueranschluss (oder dem anderen Arbeitsanschluss) verbindbar ist. Dabei können Stellungen des Steuerkolbens vorgesehen sein, in denen der erste Stellraum ausschließlich mit dem Arbeitsanschluss oder dem Steueranschluss (bzw. anderen Arbeitsanschluss) kommuniziert. Des Weiteren können Stellungen vorgesehen sein, in denen der erste Stellraum mit beiden Anschlüssen kommuniziert. Durch die Ansteuerung des Arbeitsanschlusses und des Steueranschlusses (oder des anderen Arbeitsanschlusses) mittels eines Stellraums kann die Komplexität des Steuerkolbens gesenkt werden. Es werden weniger Steuer-elemente benötigt, wodurch deren aufwändige Bearbeitung entfallen kann und somit die Herstellungskosten gesenkt werden können. Des Weiteren bringt die Reduzierung der Anzahl der nötigen Steuerelemente eine Verringerung des axialen Bauraums mit sich, so dass auch ein Einsatz als Zentralventil denkbar ist. Durch eine geeignete Anordnung der mit dem ersten Stellraum zusammenwirkenden Steuerstrukturen an dem Ventilgehäuse kann die gewünschte Steuerlogik des Steuerventils definiert werden.

[0022] Die Stellräume können beispielsweise als Ringnut an der Außenmantelfläche des Steuerkolbens ausgebildet sein. Ebenso denkbar wäre die Ausbildung von Teilringnuten.

[0023] Die Verbindung zwischen dem ersten Stellraum und dem Zulaufanschluss kann über das Innere des hohl ausgebildeten Steuerkolbens erfolgen. Druckmittel, welches über den Zulaufanschluss eintritt, kann über Kolbenöffnungen in das Innere des Steuerkolbens gelangen. Des Weiteren können weitere Kolbenöffnungen vorgesehen sein, die den ersten und / oder den zweiten Stellraum mit dem Inneren des Kolbens verbinden.

[0024] Durch die Anordnung der Anschlüsse in der Reihenfolge Zulaufanschluss, Arbeitsanschluss (bzw. Steueranschluss), Ablaufanschluss, Arbeitsanschluss, Steueranschluss (bzw. Arbeitsanschluss) kann das Steuerventil für Zentralventilanwendungen vorgesehen werden. Auf Grund der Reihenfolge der Anschlüsse kann die Druckmittelversorgung des Steuerventils außerhalb der Stellvorrichtung angeordnet werden. In diesem Fall ragt das Steuerventil in axialer Richtung aus dem Innenrotor heraus, wobei sich der Zulaufanschluss außerhalb des Innenrotors befindet. Somit muss die Breite des Innenrotors nur noch dem maximalen Abstand zwischen den Arbeitsanschlüssen, dem Steueranschluss und dem Ablaufanschluss entsprechen. Der Innenrotor und damit die Stellvorrichtung kann somit schmaler ausgebildet werden. Des Weiteren sind keine Druckmittelleitungen innerhalb des Innenrotors nötig um das Druckmittel zu dem oder den Zulaufanschlüssen zu leiten, wodurch die Architektur der Stellvorrichtung vereinfacht und damit die

Herstellungskosten gesenkt werden. Die Zentralventillösung führt zu einer steiferen hydraulischen Einspannung des Flügels in dem Druckraum.

[0025] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass das Steuerventil eine erste Steuerstellung einnehmen kann, in der der erste Arbeitsanschluss ausschließlich mit dem Tank, der zweite Arbeitsanschluss ausschließlich mit dem Zulaufanschluss und der Steueranschluss ausschließlich mit dem Tank kommuniziert. Darüber hinaus kann eine zweite Steuerstellung vorgesehen sein, in der der erste Arbeitsanschluss ausschließlich mit dem Tank und der zweite Arbeitsanschluss und der Steueranschluss ausschließlich mit dem Zulaufanschluss kommuniziert. Darüber hinaus kann eine dritte Steuerstellung vorgesehen sein, in der der Steueranschluss ausschließlich mit dem Zulaufanschluss kommuniziert, während die Arbeitsanschlüsse weder mit dem Zulaufanschluss noch mit dem einem der Ablaufanschlüsse kommuniziert. Darüber hinaus kann eine vierte Steuerstellung vorgesehen sein, in der der zweite Arbeitsanschluss ausschließlich mit dem Tank und der erste Arbeitsanschluss und der Steueranschluss ausschließlich mit dem Zulaufanschluss kommuniziert.

[0026] Somit sind der Steueranschluss und damit die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung(en) während des Starts der Brennkraftmaschine, in der das Steuerventil die erste Steuerstellung einnimmt, mit dem Tank verbunden. Somit ist während des Starts die Kopplung zwischen Innenrotor und Außenrotor sichergestellt. Die Steuerstellungen zwei bis vier erlauben eine Phasenverstellung in Richtung früher bzw. später Steuerzeiten oder einer hydraulische Fixierung der Phasenlage.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0027] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und aus den Zeichnungen in denen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung vereinfacht dargestellt ist. Es zeigen:

- Figur 1 nur sehr schematisch eine Brennkraftmaschine,
- Figur 2a eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Veränderung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine mit einem Hydraulikkreislauf, wobei das Steuerventil nur schematisch dargestellt ist,
- Figur 2b einen Längsschnitt durch die Vorrichtung aus Figur 2a entlang der Linie II B-II B, mit dem Steuerventil,
- Figur 3a-3d jeweils einen Längsschnitt durch das Steuerventil aus Figur 2b in dessen verschiedenen Steuerstellungen.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0028] In Figur 1 ist eine Brennkraftmaschine 1 skizziert, wobei ein auf einer Kurbelwelle 2 sitzender Kolben 3 in einem Zylinder 4 angedeutet ist. Die Kurbelwelle 2 steht in der dargestellten Ausführungsform über je einen Zugmitteltrieb 5 mit einer Einlassnockenwelle 6 bzw. Auslassnockenwelle 7 in Verbindung, wobei eine erste und eine zweite Vorrichtung 10 für eine Relativdrehung zwischen Kurbelwelle 2 und den Nockenwellen 6, 7 sorgen können. Nocken 8 der Nockenwellen 6, 7 betätigen ein oder mehrere Einlassgaswechselventile 9a bzw. ein oder mehrere Auslassgaswechselventile 9b. Ebenso kann vorgesehen sein nur eine der Nockenwellen 6, 7 mit einer Vorrichtung 10 auszustatten, oder nur eine Nockenwelle 6, 7 vorzusehen, welche mit einer Vorrichtung 10 versehen ist.

[0029] Die Figuren 2a und 2b zeigen eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 in einer Draufsicht bzw. im Längsschnitt.

[0030] Die Vorrichtung 10 weist eine Stellvorrichtung 11 und ein Hydrauliksystem 12 auf. Die Stellvorrichtung 11 weist ein Antriebselement (Außenrotor 22), ein mit der Nockenwelle 6,7 drehfest verbundenes Abtriebselement (Innenrotor 23) und zwei Seitendeckel 24, 25 auf. Der Innenrotor 23 ist in Form eines Flügelrades ausgeführt und weist ein im Wesentlichen zylindrisch ausgeführtes Nabenelement 26 auf, von dessen äußerer zylindrischer Mantelfläche sich in der dargestellten Ausführungsform fünf Flügel 27 in radialer Richtung nach außen erstrecken. Dabei können die Flügel 27 einteilig mit dem Nabenelement 26 ausgebildet sein. Alternativ können die Flügel 27, wie in Figur 2a dargestellt, separat ausgebildet und in axial verlaufenden, an dem Nabenelement 26 ausgebildeten Flügelnuten 28 angeordnet sein, wobei die Flügel 27 mittels nicht dargestellter, zwischen den Nutgründen der Flügelnuten 28 und den Flügeln 27 angeordneten Federelementen radial nach außen mit einer Kraft beaufschlagt werden.

[0031] Ausgehend von einer äußeren Umfangswand 29 des Außenrotors 22 erstrecken sich mehrere Vorsprünge 30 radial nach innen. In der dargestellten Ausführungsform sind die Vorsprünge 30 einteilig mit der Umfangswand 29 ausgebildet. Denkbar sind aber auch Ausführungsformen, in denen anstatt der Vorsprünge 30 Flügel vorgesehen sind, die an der Umfangswand 29 angebracht sind und sich radial nach innen erstrecken. Der Außenrotor 22 ist mittels radial innen liegender Umfangswände der Vorsprünge 30 relativ zu dem Innenrotor 23 drehbar auf diesem gelagert.

[0032] An einer äußeren Mantelfläche der Umfangswand 29 ist ein Kettenrad 21 ausgebildet, mittels welchem über einen nicht dargestellten Kettentrieb Drehmoment von der Kurbelwelle 2 auf den Außenrotor 22 übertragen werden kann. Das Kettenrad 21 kann als separates Bauteil ausgebildet und drehfest mit dem Innenrotor 23 verbunden oder einteilig mit diesem ausgebildet sein. Alternativ kann auch ein Riemen- oder Zahnradtrieb vor-

gesehen sein.

[0033] Je einer der Seitendeckel 24, 25 ist an einer der axialen Seitenflächen des Außenrotors 22 angeordnet und drehfest an diesem fixiert. In jedem der Vorsprünge 30 ist zu diesem Zweck eine Axialöffnung 31 vorgesehen, wobei jede Axialöffnung 31 von einem Befestigungselement 32, beispielsweise einem Bolzen oder einer Schraube, durchgriffen wird, welches zur drehfesten Fixierung der Seitendeckel 24, 25 an dem Außenrotor 22 dient.

[0034] Innerhalb der Vorrichtung 10 ist zwischen jeweils zwei in Umfangsrichtung benachbarten Vorsprüngen 30 ein Druckraum 33 ausgebildet, der in Umfangsrichtung von gegenüberliegenden, im Wesentlichen radial verlaufenden Begrenzungswänden 34 benachbarter Vorsprünge 30, in axialer Richtung von den Seitendeckeln 24, 25, radial nach innen von dem Nabenelement 26 und radial nach außen von der Umfangswand 29 begrenzt wird. In jeden der Druckräume 33 ragt ein Flügel 27, wobei die Flügel 27 derart ausgebildet sind, dass diese sowohl an den Seitenwänden 24, 25, als auch an der Umfangswand 29 anliegen. Jeder Flügel 27 teilt somit den jeweiligen Druckraum 33 in zwei gegeneinander wirkende Druckkammern 35, 36.

[0035] Der Außenrotor 22 ist in einem definierten Winkelbereich drehbar zu dem Innenrotor 23 angeordnet. Der Winkelbereich wird in einer Drehrichtung des Innenrotors 23 dadurch begrenzt, dass jeder Flügel 27 an einer als Frühanschlag 34a ausgebildeter Begrenzungswand 34 des Druckraums 33 zum Anliegen kommt (frühe Steuerzeiten). Analog wird der Winkelbereich in der anderen Drehrichtung dadurch begrenzt, dass jeder Flügel 27 an der anderen Begrenzungswand 34 des Druckraums 33, die als Spätanschlag 34b dient, zum Anliegen kommt (späte Steuerzeiten). Alternativ kann eine Rotationsbegrenzungsvorrichtung vorgesehen sein, die den Drehwinkelbereich des Außenrotors 22 zum Innenrotor 23 begrenzt.

[0036] Durch Druckbeaufschlagung einer Gruppe von Druckkammern 35, 36 und Druckentlastung der anderen Gruppe kann die Phasenlage des Außenrotors 22 zum Innenrotor 23 und damit der Nockenwelle 6, 7, zu der Kurbelwelle 2 variiert werden. Durch Druckbeaufschlagung beider Gruppen von Druckkammern 35, 36 kann die Phasenlage der beiden Rotoren 22, 23 zueinander konstant gehalten werden. Alternativ kann vorgesehen sein, keine der Druckkammern 35, 36 während Phasen konstanter Phasenlage mit Druckmittel zu beaufschlagen. Als hydraulisches Druckmittel wird üblicherweise das Schmieröl der Brennkraftmaschine 1 verwendet.

[0037] Während des Starts der Brennkraftmaschine 1 oder während Leerlaufphasen kann die Druckmittelversorgung der Vorrichtung 10 nicht ausreichen um die hydraulische Einspannung der Flügel 27 innerhalb der Druckräume 33 zu gewährleisten. Um ein unkontrolliertes Schwingen des Innenrotors 23 zum Außenrotor 22 zu verhindern ist ein Verriegelungsmechanismus 41 vorgesehen, der eine mechanische Verbindung zwischen

den beiden Rotoren 22, 23 herstellt. Dabei kann die Verriegelungsposition in einer der Endlagen des Innenrotors 23 relativ zum Außenrotor 22 liegen. In diesem Fall ist eine Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 42 vorgesehen, wobei in einem der Rotoren 22, 23 ein Verriegelungsstift 44 angeordnet und in dem anderen Rotor 22, 23 eine Kulissee 45 ausgebildet ist, die dem Verriegelungsstift 44 angepasst ist. Befindet sich der Innenrotor 23 in der Verriegelungsposition, so kann der Verriegelungsstift 44 in die Kulissee 45 eingreifen und somit eine mechanische drehfeste Verbindung zwischen den beiden Rotoren 22, 23 herstellen.

[0038] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt die Verriegelungsposition so zu wählen, dass sich die Flügel 27 im verriegelten Zustand der Vorrichtung 10 in einer Position zwischen dem Frühanschlag 34a und dem Spätanschlag 34b befinden. Ein derartiger Verriegelungsmechanismus 41 ist in Figur 2a dargestellt. Diese besteht aus einer ersten und einer zweiten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 42, 43. In der dargestellten Ausführungsform besteht jede der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 aus einem axial verschiebbaren Verriegelungsstift 44, wobei jeder der Verriegelungsstifte 44 in einer Bohrung des Innenrotors 23 aufgenommen ist. Des Weiteren sind in der ersten Seitenwand 24 zwei Kulissee 45 in Form von in Umfangsrichtung verlaufenden Nuten ausgebildet. Diese sind in Figur 2a in Form von unterbrochenen Linien angedeutet. Jeder der Verriegelungsstifte 44 wird mittels eines Federelements 46 mit einer Kraft in Richtung des ersten Seitendeckels 24 beaufschlagt. Nimmt der Innenrotor 23 zum Außenrotor 22 eine Position ein, in der ein Verriegelungsstift 44 in axialer Richtung der zugehörigen Kulissee 45 gegenübersteht, so wird dieser in die Kulissee 45 gedrängt und die jeweilige Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 42, 43 von einem entriegelten in einen eingeriegelten Zustand überführt. Dabei ist die Kulissee 45 der ersten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 42 derart ausgeführt, dass die Phasenlage des Innenrotors 23 zum Außenrotor 22, bei eingeriegelter erster Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 42, auf einem Bereich zwischen einer maximalen Spät- und der Verriegelungsposition beschränkt ist. Befindet sich der Innenrotor 23 relativ zum Außenrotor 22 in der Verriegelungsposition, so liegt der Verriegelungsstift 44 der ersten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 42 an einem in Umfangsrichtung durch die Kulissee 45 ausgebildeten Anschlag an, wodurch ein weiteres Verstellen in Richtung früherer Steuerzeiten verhindert wird.

[0039] Analog ist die Kulissee 45 der zweiten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 43 derart ausgelegt, dass bei eingeriegelter zweiter Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 43 die Phasenlage des Innenrotors 23 zum Außenrotor 22 auf einen Bereich zwischen einer maximalen Frühposition und der Verriegelungsposition beschränkt ist.

[0040] Um die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 von dem eingeriegelten in den entriegelten Zustand zu überführen ist vorgesehen, dass die jeweilige

Kulisse 45 mit Druckmittel beaufschlagt wird. Dadurch wird der jeweilige Verriegelungsstift 44 entgegen der Kraft des Federelements 46 in die Bohrung zurückgedrängt und somit die Drehwinkelbegrenzung aufgehoben.

[0041] Zur Druckmittelversorgung der Stellvorrichtung 11 sind mehrere Druckmittelleitungen 38a,b, Steuerleitungen 48, ein Steuerventil 37 eine Druckmittelpumpe 47 und ein Tank 49 vorgesehen.

[0042] Innerhalb des Innenrotors 23 sind erste und zweite Druckmittelleitungen 38a, 38b vorgesehen. Die ersten Druckmittelleitungen 38a erstrecken sich ausgehend von den ersten Druckkammern 35 zu einer zentralen Aufnahme 40 des Innenrotors 23. Die zweiten Druckmittelleitungen 38b erstrecken sich ausgehend von den zweiten Druckkammern 36 ebenfalls zu der zentralen Aufnahme 40. Die Druckmittelleitungen 38a,b sind in Figur 2a aus Gründen der Übersichtlichkeit nur für zwei Druckräume 33 dargestellt.

[0043] Zur Druckmittelbeaufschlagung der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 sind Steuerleitungen 48 vorgesehen, die sich ausgehend von einer ersten Ringnut 50 in der zentralen Aufnahme 40 des Innenrotors 23 über den ersten Seitendeckel 24 zu den Kulissen 45 erstrecken. Dabei kommuniziert die erste Ringnut 50 in jeder Phasenlage der Vorrichtung 10 mit den Kulissen 45.

[0044] Innerhalb der Aufnahme 40 des Innenrotors 23 ist ein Steuerventil 37 angeordnet. In der dargestellten Ausführungsform ist das Steuerventil 37 in einer hohl ausgebildeten Nockenwelle 6,7 aufgenommen, die die Aufnahme 40 des Innenrotors 23 durchgreift. Dabei ist der Innenrotor 23, beispielsweise mittels einer kraft- oder stoffschlüssigen Verbindung mit der Nockenwelle 6,7 drehfest verbunden.

[0045] Das Steuerventil 37 weist einen ersten und einen zweiten Arbeitsanschluss A, B, einen Zulaufanschluss P, einen dritten Arbeitsanschluss (Steueranschluss S) und Ablaufanschlüsse T, T_a auf. Über den Zulaufanschluss P kann dem Steuerventil 37 von einer Druckmittelpumpe 47 Druckmittel zugeführt werden. Der erste bzw. zweite Arbeitsanschluss A, B kommuniziert mit den ersten bzw. zweiten Druckmittelleitungen 38a,b. Der Steueranschluss S kommuniziert mit den Steuerleitungen 48. Über die Ablaufanschlüsse T, T_a kann Druckmittel von dem Steuerventil 37 zu einem Tank 49 abgeführt werden.

[0046] Des Weiteren kann das Steuerventil 37 in vier Steuerstellrigen S1-S4 überführt werden (Figur 2a). In der ersten Steuerstellung S1 kommuniziert der zweite Arbeitsanschluss B mit dem Zulaufanschluss P, während sowohl der erste Arbeitsanschluss A als auch der Steueranschluss S mit den Ablaufanschlüssen T, T_a verbunden sind. Diese Steuerstellung S1 wird während der Startphase der Brennkraftmaschine 1 eingenommen. In dieser Phase ist die hydraulische Einspannung der Flügel 27 innerhalb der Druckräume 33 auf Grund zu geringen Systemdrucks im Allgemeinen nicht gewährleistet.

Da die Kulissen 45 beider Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 über die Steuerleitungen 48, und das Steuerventil 37 mit dem Tank 49 verbunden sind, nehmen beide Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 42, 43 den eingriegelten Zustand ein. Somit ist der Innenrotor 23 mechanisch mit dem Außenrotor 22 verbunden, wodurch die Phasenlage in der Verriegelungsposition fixiert ist. Da in dieser Stellung des Steuerventil 37 die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 nicht mit der Druckmittelpumpe 47 sondern dem Tank 49 verbunden sind, besteht nicht die Gefahr einer ungewollten Entriegelung. Dadurch wird die Startfähigkeit der Brennkraftmaschine 1 gesichert und gleichzeitig die Abgasemissionen verringert.

[0047] Die Steuerstellungen S2-S4 des Steuerventils 37 stellen die Regelstellungen der Vorrichtung 10 dar, in denen eine Verstellung in Richtung später Steuerzeiten (zweite Steuerstellung S2) oder eine Verstellung in Richtung früher Steuerzeiten (vierte Steuerstellung S4) erfolgt oder der Steuerzeiten konstant gehalten werden (dritte Steuerstellung S3). In diesen Steuerstellungen S2-S4 sind die Kulissen 45 der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 über die Steuerleitungen 48 und das Steuerventil 37 mit der Druckmittelpumpe 47 verbunden. Somit liegt an der Stirnseite der Verriegelungsstifte 44 Systemdruck an, wodurch die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 den entriegelten Zustand einnehmen und eine Phasenverstellung des Innenrotors 23 zum Außenrotor 22 zulassen.

[0048] In der zweiten Steuerstellung S2 kommunizieren sowohl der zweite Arbeitsanschluss B als auch der Steueranschluss S mit dem Zulaufanschluss P, während der erste Arbeitsanschluss A dem Ablaufanschluss T verbunden ist. Somit wird über das Steuerventil 37 und den zweiten Druckmittelleitungen 38b den zweiten Druckkammern 36 Druckmittel von der Druckmittelpumpe 47 zugeführt. Gleichzeitig erfolgt ein Abfluss von Druckmittel aus den ersten Druckkammern 35 über die ersten Druckmittelleitungen 38a und das Steuerventil 37 zu dem Tank 49. Somit werden die Flügel 27 innerhalb der Druckräume 33 in Richtung der Spätanschläge 34b bewegt. Daraus resultiert eine relative Änderung der Phasenlage der Nockenwelle 6, 7 zur Kurbelwelle 2 in Richtung später Steuerzeiten.

[0049] In der dritten Steuerstellung S3 kommuniziert lediglich der Steueranschluss S mit dem Zulaufanschluss P, während der erste und der zweite Arbeitsanschluss A, B weder mit dem Tank 49 noch mit den Ablaufanschlüssen T, T_a verbunden sind. Somit wird Druckmittel weder zu den Druckkammern 35, 36 geleitet noch von diesen abgeführt. Die Flügel 27 sind hydraulisch eingespannt, wodurch die Phasenlage des Innenrotors 23 zum Außenrotor 22 und damit der Nockenwelle 6,7 zur Kurbelwelle 2 fixiert ist.

[0050] In der vierten Steuerstellung S4 kommunizieren sowohl der erste Arbeitsanschluss A als auch der Steueranschluss S mit dem Zulaufanschluss P, während der zweite Arbeitsanschluss B dem Ablaufanschluss T ver-

bunden ist. Somit wird über das Steuerventil 37 und den ersten Druckmittelleitungen 38a den ersten Druckkammern 35 Druckmittel von der Druckmittelpumpe 47 zugeführt. Gleichzeitig erfolgt ein Abfluss von Druckmittel aus den zweiten Druckkammern 36 über die zweiten Druckmittelleitungen 38b und das Steuerventil 37 zu dem Tank 49. Somit werden die Flügel 27 innerhalb der Druckräume 33 in Richtung der Frühanschläge 34a bewegt. Daraus resultiert eine relative Änderung der Phasenlage der Nockenwelle 6, 7 zur Kurbelwelle 2 in Richtung früher Steuerzeiten.

[0051] Das Steuerventil 37 ist in den Figuren 3a-d dargestellt. Es besteht aus einer nicht dargestellten Stelleinheit und einem Hydraulikabschnitt 51. Der Hydraulikabschnitt 51 besteht aus einem im Wesentlichen hohlzylindrisch ausgebildeten Ventilgehäuse 52 und einem Steuerkolben 54. Das Ventilgehäuse 52 trägt die Anschlüsse A, B, P, S, T, T_a. Mit Ausnahme des axialen Ablaufanschlusses T_a sind die Anschlüsse A, B, P, S, T als Öffnungen in der zylindrischen Wandung des Ventilgehäuses 52 ausgeführt, die in Ringnuten münden, die an der Außenmantelfläche des Ventilgehäuses 52 ausgebildet sind. Die Arbeitsanschlüsse A, B kommunizieren über Öffnungen in der Nockenwelle 6, 7 mit den ersten bzw. zweiten Druckmittelleitungen 38a, b. Der Steueranschluss S kommuniziert über Öffnungen in der Nockenwelle 6, 7 mit der ersten Ringnut 50 des Innenrotors 23, in die die Steuerleitungen 48 münden.

[0052] Der Ablaufanschluss T kommuniziert über weitere Öffnungen in der Nockenwelle 6, 7 mit einer zweiten Ringnut 53, die in der Aufnahme 40 des Innenrotors 23 ausgebildet ist. Dabei steht die zweite Ringnut 53 über eine Axialbohrung 39 in Verbindung mit dem Äußeren der Stellvorrichtung 11

[0053] Die Anschlüsse A, B, P, S, T sind axial zueinander versetzt und in der Reihenfolge Zulaufanschluss P, erster Arbeitsanschluss A, Ablaufanschluss T, zweiter Arbeitsanschluss B, Steueranschluss S angeordnet. Dabei sind abgesehen von dem Zulaufanschluss P alle Anschlüsse innerhalb der Aufnahme 40 angeordnet (Figur 2b). Der Zulaufanschluss P ragt in axialer Richtung aus der Stellvorrichtung 11 heraus. Dadurch kann dem Steuerventil 37 das Druckmittel außerhalb der Stellvorrichtung 11 zugeführt werden. Somit entfällt die Notwendigkeit innerhalb des Innenrotors 23 ein Zuleitung vorzusehen, über die das Druckmittel zu dem Steuerventil 37 gelangt. Dadurch wird die Architektur des Innenrotors 23 erheblich vereinfacht.

[0054] Der axiale Ablaufanschluss T_a ist als axiale Öffnung des Ventilgehäuses 52 ausgebildet.

[0055] Der Steuerkolben 54 ist im Wesentlichen hohlzylindrisch ausgeführt und innerhalb des Ventilgehäuses 52 axial verschiebbar angeordnet. Dabei kann die axiale Position des Steuerkolbens 54 mittels der nicht dargestellten Stelleinheit stufenlos eingestellt werden. Die Stelleinheit wirkt gegen die Kraft einer Feder 55, die den Steuerkolben 54 in einen Ausgangsstellung bewegt, wenn die Stelleinheit inaktive ist. Die Feder 55 stützt sich

an einem Federblech 55a ab, welches in der axialen Öffnung befestigt ist, die den axialen Ablaufanschluss T_a bildet. Die Stelleinheit 50 kann beispielsweise als elektrische Stelleinheit ausgebildet sein.

[0056] Der Steuerkolben 54 weist vier axial voneinander beabstandete Stellerräume 56a,b,c,d auf. Die Stellerräume 56a,b,c,d sind in der dargestellten Ausführungsform als Ringnuten in der Außenmantelfläche des Steuerkolbens 54 ausgebildet. Mit Ausnahme des vierten Stellerraums 56d kommunizieren die Stellerräume 56a, b,c über Kolbenöffnungen 57a,b,c mit dem Inneren des Steuerkolbens 54. Die Stellerräume 56a-d sind jeweils durch zwei Ringstege 58a-e begrenzt. Dabei begrenzt der erste Ringsteg 58a den ersten Stellerraum 56a in Richtung des axialen Ablaufanschlusses T_a und der fünfte Ringsteg 58e den Zulaufanschluss P in Richtung der nicht dargestellten Stelleinheit. Der zweite Ringsteg 58b trennt den ersten Stellerraum 56a von dem vierten Stellerraum 56d. Der dritte Ringsteg 58c trennt den vierten Stellerraum 56d von dem zweiten Stellerraum 56b. Der vierte Ringsteg 58d trennt den zweiten Stellerraum 56b von dem dritten Stellerraum 56c.

[0057] Abhängig von der relativen Position des Steuerkolbens 54 relativ zu dem Ventilgehäuse 52 kommunizieren die Stellerräume 56a-d mit verschiedenen Anschlüssen A, B, P, S, T, T_a.

[0058] Der erste Stellerraum 56a ist derart angeordnet, dass eine Kommunikation mit dem zweiten Arbeitsanschluss B und dem Steueranschluss S hergestellt werden kann.

[0059] Der zweite Stellerraum 56b ist derart angeordnet, dass eine Kommunikation mit dem ersten Arbeitsanschluss A hergestellt werden kann.

[0060] Der dritte Stellerraum 56c kommuniziert in jeder Stellung des Steuerkolbens 54 mit dem Zulaufanschluss P.

[0061] Der vierte Stellerraum 56d ist derart angeordnet, dass eine Kommunikation mit dem zweiten Arbeitsanschluss B oder dem ersten Arbeitsanschluss A hergestellt werden kann. Dabei kommuniziert der vierte Stellerraum 56d immer mit dem Ablaufanschluss T.

[0062] Anhand der Figuren 3a-d wird die Funktion des Steuerventils 37 erläutert. Die Figuren unterscheiden sich in der relativen Position des Steuerkolbens 54 relativ zu dem Ventilgehäuse 52. In Figur 3a ist das Steuerventil 37 in einem Zustand dargestellt in der die Stelleinheit inaktiv ist. Die Feder 55 drängt den Steuerkolben 54 in Ausgangsposition, in der dieser an einem ersten Anschlag 59 anliegt. In den folgenden Figuren 3b-c ist der Steuerkolben 54 relativ zu dem Ventilgehäuse 52 um eine ansteigende Wegstrecke gegen die Kraft der Feder 55 versetzt.

[0063] In dem in Figur 3a dargestellten Zustand des Steuerventils 37 gelangt Druckmittel über den Zulaufanschluss P den dritten Stellerraum 56c und die dritten Kolbenöffnungen 57c in das Innere des Steuerkolbens 54. Von dort gelangt das Druckmittel über die ersten Kolbenöffnungen 57a und den ersten Stellerraum 56a zu dem

zweiten Arbeitsanschluss B. Gleichzeitig wird von dem zweiten bzw. dritten Ringsteg 58b,c ein Druckmittelfluss zu dem Steueranschluss S bzw. dem ersten Arbeitsanschluss A gesperrt. Der erste Arbeitsanschluss A ist mittels des vierten Steuerraums 56d mit dem Ablaufanschluss T und der Steueranschluss S mit dem axialen Ablaufanschluss T_a verbunden.

[0064] Druckmittel gelangt folglich von der Druckmittelpumpe 47 über das Steuerventil 37 zu den zweiten Druckkammern 36, während Druckmittel von den Kulissen 45 und den ersten Druckkammern 35 zu dem Tank 49 abgeführt wird. Die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 befinden sich folglich in dem eingeriegelten Zustand und verhindern somit eine Phasenverstellung des Innenrotors 23 relativ zum Außenrotor 22.

[0065] In Figur 3b ist der Steuerkolben 54 relativ zu dem Ventilgehäuse 52 um den Weg x_1 gegen die Kraft der Feder 55 ausgelenkt. Druckmittel, welches dem Steuerventil 37 über den Zulaufanschluss P zugeführt wird, gelangt über das Innere des Steuerkolbens 54 zu dem ersten Steuerraum 56a und von dort zu dem zweiten Arbeitsanschluss B und dem Steueranschluss S. Gleichzeitig wird von dem dritten Ringsteg 58c ein Druckmittelfluss zu dem ersten Arbeitsanschluss A gesperrt. Der erste Arbeitsanschluss A ist mittels des vierten Steuerraums 56d weiterhin mit dem Ablaufanschluss T verbunden. Der erste Ringsteg 58a trennt den Steueranschluss S von dem axialen Ablaufanschluss T_a . Druckmittel gelangt folglich von der Druckmittelpumpe 47 über das Steuerventil 37 zu den zweiten Druckkammern 36 und den Kulissen 45, während Druckmittel von den ersten Druckkammern 35 zu dem Tank 49 abgeführt wird.

[0066] Somit sind die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 in den entriegelten Zustand überführt. Gleichzeitig findet durch den Druckmittelfluss zu den zweiten Druckkammern 36 und den Druckmittelabfluss von den ersten Druckkammern 35 eine Phasenverstellung in Richtung später Steuerzeiten statt

[0067] In Figur 3c ist der Steuerkolben 54 relativ zu dem Ventilgehäuse 52 um den Weg $x_2 > x_1$ gegen die Kraft der Feder 55 ausgelenkt. Druckmittel, welches dem Steuerventil 37 über den Zulaufanschluss P zugeführt wird, gelangt über das Innere des Steuerkolbens 54 zu dem ersten Steuerraum 56a und von dort zu dem Steueranschluss S. Gleichzeitig wird von dem zweiten bzw. dritten Ringsteg 58b,c ein Druckmittelfluss zu beiden Arbeitsanschlüssen A, B gesperrt. Gleichzeitig sperren der zweite und der dritte Ringsteg 58b,c die Verbindung zwischen jedem der Arbeitsanschlüsse A,B und dem Ablaufanschluss T. Der erste Ringsteg 58a trennt weiterhin den Steueranschluss S von dem axialen Ablaufanschluss T_a .

[0068] Druckmittel gelangt folglich von der Druckmittelpumpe 47 über das Steuerventil 37 zu den Kulissen 45, während den Druckkammern 35, 36 weder Druckmittel zugeführt, noch von diesen abgeführt wird. Die Stellvorrichtung 11 ist somit hydraulisch eingespannt, d.h. es findet keine Phasenverstellung zwischen dem In-

nenrotor 23 und dem Außenrotor 22 statt.

[0069] In Figur 3d ist der Steuerkolben 54 relativ zu dem Ventilgehäuse 52 um den Weg $x_3 > x_2$ gegen die Kraft der Feder 55 ausgelenkt. Druckmittel, welches dem Steuerventil 37 über den Zulaufanschluss P zugeführt wird, gelangt über das Innere des Steuerkolbens 54 zu dem ersten Steuerraum 56a und von dort zu dem Steueranschluss S. Gleichzeitig gelangt das Druckmittel über das Innere des Steuerkolbens 54 und die zweiten Kolbenöffnungen 57b in den zweiten Steuerraum 56b und von dort zu dem ersten Arbeitsanschluss A. Eine Verbindung zwischen dem Zulaufanschluss P und dem zweiten Arbeitsanschluss B wird durch den zweiten Ringsteg 58b gesperrt. Ebenso ist ein Druckmittelfluss von dem ersten Arbeitsanschluss A zu dem Ablaufanschluss T durch den dritten Ringsteg 58 c gesperrt. Der zweite Arbeitsanschluss B ist mittels des vierten Steuerraums 56d mit dem Ablaufanschluss T verbunden. Der erste Ringsteg 58a trennt weiterhin den Steueranschluss S von dem axialen Ablaufanschluss T_a .

[0070] Druckmittel gelangt folglich von der Druckmittelpumpe 47 über das Steuerventil 37 zu den ersten Druckkammern 35 und den Kulissen 45, während Druckmittel von den zweiten Druckkammern 36 zu dem Tank 49 abgeführt wird.

[0071] Somit sind die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 in den entriegelten Zustand überführt. Gleichzeitig findet durch den Druckmittelfluss zu den ersten Druckkammern 35 und den Druckmittelabfluss von den zweiten Druckkammern 36 eine Phasenverstellung in Richtung später Steuerzeiten statt.

[0072] Das dargestellte Steuerventil 37 dient zum einen der Regelung der Phasenlage des Innenrotors 23 relativ zum Außenrotor 22. Des Weiteren können die Verriegelungszustände der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42,43 über einen separaten Steueranschluss S gesteuert werden. Durch die Trennung des Steueranschlusses S von den Arbeitsanschlüssen A, B wird die Gefahr des ungewollten Ein- bzw. Entriegelns der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 verringert. Zusätzlich kann die Steuerlogik bezüglich des Steueranschlusses S unabhängig von denen der Arbeitsanschlüssen A, B ausgeführt und somit auf die jeweilige Anwendung maßgeschneidert werden. Durch die Druckmittelzufuhr zu einem der Arbeitsanschlüsse B und zu dem Steueranschluss S über einen gemeinsamen Steuerraum 56a wird die Struktur des Steuerkolbens 54 vereinfacht. Statt der im Stand der Technik benötigten fünf bzw. sechs Steuerräume, weist das Steuerventil 37 nur vier Steuerräume 56a-d bei gleicher Funktionalität auf. Dies führt zu einer signifikanten Vereinfachung des Steuerkolbens 54. Des Weiteren ist die Anzahl der aufwändig herzustellenden Steuerkanten (Begrenzungen der Steuerräume 56a-d) auf ein Minimum verringert. Somit kann der Steuerkolben 54 kostengünstiger und prozesssicherer hergestellt werden. Des Weiteren kann der Steuerkolben 54 in axialer Richtung kürzer ausgelegt werden, wodurch der Bauraumbedarf des Steuerventils 37, das

in Bauraumkritischen Bereichen der Brennkraftmaschine 1 angeordnet ist, erheblich reduziert werden. Dies gilt sowohl für Ausführungsformen als Einsteckventil (Anordnung des Steuerventils 37 außerhalb der Stellvorrichtung 11), in denen die Stelleinheit und der Hydraulikabschnitt 51 miteinander verbunden sind, als auch für Zentralventilanwendungen (Figur 2b), in denen der Hydraulikabschnitt 51 getrennt von der Stelleinheit ausgebildet und in der Aufnahme 40 der Stelleinheit 11 angeordnet ist.

[0073] Denkbar sind auch Ausführungsformen, in denen der erste Arbeitsanschluss A und der Steueranschluss S vertauscht angeordnet sind.

Bezugszeichen

[0074]

| | |
|-----|----------------------------------|
| 1 | Brennkraftmaschine |
| 2 | Kurbelwelle |
| 3 | Kolben |
| 4 | Zylinder |
| 5 | Zugmitteltrieb |
| 6 | Einlassnockenwelle |
| 7 | Auslassnockenwelle |
| 8 | Nocken |
| 9a | Einlassgaswechselventil |
| 9b | Auslassgaswechselventil |
| 10 | Vorrichtung |
| 11 | Stellvorrichtung |
| 12 | Hydrauliksystem |
| 21 | Kettenrad |
| 22 | Außenrotor |
| 23 | Innenrotor |
| 24 | Seitendeckel |
| 25 | Seitendeckel |
| 26 | Nabenelement |
| 27 | Flügel |
| 28 | Flügelnuten |
| 29 | Umfangswand |
| 30 | - |
| 31 | Axialöffnung |
| 32 | Befestigungselement |
| 33 | Druckraum |
| 34 | Begrenzungswand |
| 34a | Frühanschlag |
| 34b | Spätanschlag |
| 35 | erste Druckkammer |
| 36 | zweite Druckkammer |
| 37 | Steuerventil |
| 38a | erste Druckmittelleitung |
| 38b | zweite Druckmittelleitung |
| 39 | Axialbohrung |
| 40 | Aufnahme |
| 41 | Verriegelungsmechanismus |
| 42 | Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung |
| 43 | Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung |
| 44 | Verriegelungsstift |
| 45 | Kulisse |

| | | |
|----|--------------------------------|-----------------------------------|
| 46 | Federelement | |
| 47 | Druckmittelpumpe | |
| 48 | Steuerleitung | |
| 49 | Tank | |
| 5 | 50 | erste Ringnut |
| | 51 | Hydraulikabschnitt |
| | 52 | Ventilgehäuse |
| | 53 | zweite Ringnut |
| | 54 | Steuerkolben |
| 10 | 55 | Feder |
| | 55a | Federblech |
| | 56a | erster Stellraum |
| | 56b | zweiter Stellraum |
| | 56c | dritter Stellraum |
| 15 | 56d | vierter Stellraum |
| | 57a | erste Kolbenöffnung |
| | 57b | zweite Kolbenöffnung |
| | 57c | dritte Kolbenöffnung |
| | 58a | erster Ringsteg |
| 20 | 58b | zweiter Ringsteg |
| | 58c | dritter Ringsteg |
| | 58d | vierter Ringsteg |
| | 58e | fünfter Ringsteg |
| | 59 | Anschlag |
| 25 | A | erster Arbeitsanschluss |
| | B | zweiter Arbeitsanschluss |
| | P | Zulaufanschluss |
| | S | Steueranschluss T Ablaufanschluss |
| | T _a | axialer Ablaufanschluss |
| 30 | | |
| | x ₁ -x ₄ | Auslenkung |
| | S1 | erste Steuerstellung |
| | S2 | zweite Steuerstellung |
| | S3 | dritte Steuerstellung |
| 35 | S4 | vierte Steuerstellung |

Patentansprüche

- 40 1. Vorrichtung (10) zur variablen Einstellung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen (9a, 9b) einer Brennkraftmaschine (1) mit
- 45 - einem Antriebselement (22), einem Abtriebs-
element (23), einer Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (42, 43) und einem Steuerventil (37),
- 50 - wobei zumindest zwei gegeneinander wirkende Druckkammern (35, 36) vorgesehen sind,
- wobei durch Druckmittelbeaufschlagung einer der Druckkammern (35, 36) bei gleichzeitiger Entleerung der andern Druckkammer (35, 36) eine Phasenverstellung zwischen dem Abtriebs-
element (23) und dem Antriebselement (22) hervorgerufen werden kann,
- 55 - wobei die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (42, 43) in einem eingeriegelten Zustand eine Änderung der Phasenlage verhindert,

- wobei die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (42, 43) in einem entriegelten Zustand eine Änderung der Phasenlage zulässt,
 - wobei die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (42, 43) durch Druckmittelbeaufschlagung von dem eingeriegelten in den entriegelten Zustand überführt werden kann,
 - wobei das Steuerventil (37) ein Ventilgehäuse (52) und einen Steuerkolben (54) aufweist,
 - wobei an dem Ventilgehäuse (52) genau ein Zulaufanschluss (P), zumindest ein Ablaufanschluss (T), ein Steueranschluss (S) und zwei Arbeitsanschlüsse (A, B) ausgebildet sind,
 - wobei der Zulaufanschluss (P) mit einer Druckquelle (47), der Ablaufanschluss (T) mit einem Tank, der Steueranschluss (S) mit der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (42, 43) und die Arbeitsanschlüsse (A, B) mit jeweils einer der Druckkammern (35, 36) verbunden ist und
 - wobei das Steuerventil (37) in einer zentralen Aufnahme (40) des Abtriebselements (23) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - der Zulaufanschluss (P) in axialer Richtung außerhalb des Abtriebselements (23) und des Antriebselements (22) angeordnet ist
 - und die Arbeitsanschlüsse (A, B) und der Steueranschluss (S), abhängig von der Stellung des Steuerkolbens (54) innerhalb des Ventilgehäuses (52), wahlweise mit dem Zulaufanschluss (P) verbunden oder von diesem getrennt werden können.
2. Vorrichtung (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitsanschlüsse (A, B), der Zulaufanschluss (P) und der Steueranschluss (S) als radiale Öffnungen in dem Ventilgehäuse (52) ausgebildet sind.
3. Vorrichtung (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anschlüsse (A, B, P, S, T) axial zueinander versetzt und in der Reihenfolge Zulaufanschluss (P), Arbeitsanschluss (A), Ablaufanschluss (T), Arbeitsanschluss (B), Steueranschluss (S) oder Zulaufanschluss (P), Steueranschluss (S), Ablaufanschluss (T), Arbeitsanschluss (B), Arbeitsanschluss (A) angeordnet sind.
4. Vorrichtung (2) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Ventilgehäuse (52) ein weiterer Ablaufanschluss (T_a) als axialer Anschluss ausgebildet ist.
5. Vorrichtung (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerkolben (54) hohl ausgebildet ist und das Innere des Steuerkolbens (54) in jeder Stellung des Steuerkolbens (54) relativ zu dem Ventilgehäuse (52) mit dem Zulaufanschluss (P) kommuniziert.
6. Vorrichtung (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innere des Steuerkolbens (54) mit jedem der Arbeitsanschlüsse (A, B) und dem Steueranschluss (S) durch geeignete Positionierung des Steuerkolbens (54) innerhalb des Ventilgehäuses (52) verbindbar ist.
7. Vorrichtung (2) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (37) eine erste Steuerstellung (S1) einnehmen kann, in der der erste Arbeitsanschluss (A) ausschließlich mit dem Ablaufanschluss (T), der zweite Arbeitsanschluss (B) ausschließlich mit dem Zulaufanschluss und der Steueranschluss (S) ausschließlich mit dem axialen Ablaufanschluss (T_a) kommuniziert.
8. Vorrichtung (2) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (37) eine zweite Steuerstellung (S2) einnehmen kann, in der der erste Arbeitsanschluss (A) ausschließlich mit dem Ablaufanschluss (T) und der zweite Arbeitsanschluss (B) und der Steueranschluss (S) ausschließlich mit dem Zulaufanschluss kommuniziert.
9. Vorrichtung (2) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (37) eine dritte Steuerstellung (S3) einnehmen kann, in der der Steueranschluss (S) ausschließlich mit dem Zulaufanschluss kommuniziert, während die Arbeitsanschlüsse (A, B) weder mit dem Zulaufanschluss (P) noch mit dem einem der Ablaufanschlüsse (T, T_a) kommuniziert.
10. Vorrichtung (2) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (37) eine vierte Steuerstellung (S4) einnehmen kann, in der der zweite Arbeitsanschluss (B) ausschließlich mit dem Ablaufanschluss (T) und der erste Arbeitsanschluss (A) und der Steueranschluss (S) ausschließlich mit dem Zulaufanschluss (P) kommuniziert.

Claims

1. Device (10) for variably adjusting the timing control of gas exchange valves (9a, 9b) of an internal combustion engine (1), comprising
- a drive element (22), an output element (23), a rotation angle limiting device (42, 43) and a control valve (37),
 - at least two counter-working pressure chambers (35, 36) being provided,
 - it being possible to bring about a phase adjustment between the output element (23) and the drive element (22) by charging one of the pressure chambers (35, 36) with pressure medium while simultaneously discharging the other pres-

- sure chamber (35, 36),
 - the rotation angle limiting device (42, 43) preventing the phase relation from being altered when in a locked state,
 - the rotation angle limiting device (42, 43) allowing the phase relation to be altered when in an unlocked state,
 - it being possible to switch the rotation angle limiting device (42, 43) from the locked to the unlocked state by charging same with pressure medium,
 - the control valve (37) comprising a valve housing (52) and a control piston (54),
 - exactly one inflow port (P), at least one outflow port (T), a control port (S) and two working ports (A, B) being embodied on the valve housing (52),
 - the inflow port (P) being connected to a pressure source (47), the outflow port (T) to a tank, the control port (S) to the rotation angle limiting device (42, 43) and the working ports (A, B) each being connected to a respective pressure chamber (35, 36), and
 - the control valve (37) being arranged in a central receptacle (40) of the output element (23),
characterized in that
 - the inflow port (P) is arranged outside the output element (23) and the drive element (22) in the axial direction, and
 - the working ports (A, B) and the control port (S) can be selectively connected to or disconnected from the inflow port (P), depending on the position of the control piston (54) within the valve housing (52).
2. Device (2) according to Claim 1, **characterized in that** the working ports (A, B), the inflow port (P) and the control port (S) are embodied as radial openings in the valve housing (52).
 3. Device (2) according to Claim 1, **characterized in that** the ports (A, B, P, S, T) are offset axially from one another and are arranged in the sequence: inflow port (P), working port (A), outflow port (T), working port (B), control port (S) or: inflow port (P), control port (S), outflow port (T), working port (B), working port (A).
 4. Device (2) according to Claim 5, **characterized in that** a further outflow port (T_a) is embodied as an axial port on the valve housing (52).
 5. Device (2) according to Claim 1, **characterized in that** the control piston (54) is configured to be hollow and the interior of the control piston (54) communicates with the inflow port (P) in all positions of the control piston (54) relative to the valve housing (52).
 6. Device (2) according to Claim 1, **characterized in**

that the interior of the control piston (54) can be connected to each of the working ports (A, B) and to the control port (S) by appropriate positioning of the control piston (54) within the valve housing (52).

7. Device (2) according to Claim 4, **characterized in that** the control valve (37) can adopt a first control position (S1) in which the first working port (A) communicates exclusively with the outflow port (T), the second working port (B) communicates exclusively with the inflow port, and the control port (S) communicates exclusively with the axial outflow port (T_a).
8. Device (2) according to Claim 7, **characterized in that** the control valve (37) can adopt a second control position (S2) in which the first working port (A) communicates exclusively with the outflow port (T) and the second working port (B) and the control port (S) communicate exclusively with the inflow port.
9. Device (2) according to Claim 8, **characterized in that** the control valve (37) can adopt a third control position (S3) in which the control port (S) communicates exclusively with the inflow port while the working ports (A, B) communicate neither with the inflow port (P) nor with either of the outflow ports (T, T_a).
10. Device (2) according to Claim 9, **characterized in that** the control valve (37) can adopt a fourth control position (S4) in which the second working port (B) communicates exclusively with the outflow port (T) and the first working port (A) and the control port (S) communicate exclusively with the inflow port (P).

Revendications

1. Dispositif (10) pour l'ajustement variable des temps de commande de soupapes d'échange de gaz (9a, 9b) d'un moteur à combustion interne (1), comprenant :
 - un élément d'entraînement (22), un élément de sortie (23), un dispositif de limitation d'angle de rotation (42, 43) et une soupape de commande (37),
 - au moins deux chambres de pression (35, 36) agissant l'une par rapport à l'autre étant prévues,
 - un déphasage entre l'élément de sortie (23) et l'élément d'entraînement (22) pouvant être causé par sollicitation en fluide sous pression de l'une des chambres de pression (35, 36) au cours d'une vidange simultanée de l'autre chambre de pression (35, 36),
 - le dispositif de limitation de l'angle de rotation (42, 43) empêchant, dans un état verrouillé, une variation de la position de phase,

- le dispositif de limitation de l'angle de rotation (42, 43) permettant, dans un état déverrouillé, une variation de la position de phase,
 - le dispositif de limitation de l'angle de rotation (42, 43) pouvant être transféré par sollicitation en fluide sous pression de l'état verrouillé dans l'état déverrouillé,
 - la soupape de commande (37) présentant un boîtier de soupape (52) et un piston de commande (54),
 - exactement un raccord d'alimentation (P), au moins un raccord d'écoulement (T), un raccord de commande (S) et deux raccords de travail (A, B) étant réalisés au niveau du boîtier de soupape (52),
 - le raccord d'alimentation (P) étant connecté à une source de pression (47), le raccord d'écoulement (T) étant connecté à un réservoir, le raccord de commande (S) étant connecté au dispositif de limitation de l'angle de rotation (42, 43) et les raccords de travail (A, B) étant connectés à chaque fois à l'une des chambres de pression (35, 36), et
 - la soupape de commande (37) étant disposée dans un logement central (40) de l'élément de sortie (23), **caractérisé en ce que**
 - le raccord d'alimentation (P) est disposé dans la direction axiale en dehors de l'élément de sortie (23) et de l'élément d'entraînement (22),
 - et les raccords de travail (A, B) et le raccord de commande (S) peuvent être connectés, en fonction de la position du piston de commande (54) à l'intérieur du boîtier de soupape (52), de manière sélective au raccord d'alimentation (P) ou être séparés de celui-ci.
2. Dispositif (2) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les raccords de travail (A, B), le raccord d'alimentation (P) et le raccord de commande (S) sont réalisés sous forme d'ouverture radiales dans le boîtier de soupape (52).
 3. Dispositif (2) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les raccords (A, B, P, S, T) sont décalés axialement les uns par rapport aux autres et disposés dans l'ordre suivant : raccord d'alimentation (P), raccord de travail (A), raccord d'écoulement (T), raccord de travail (B), raccord de commande (S) ou raccord d'alimentation (P), raccord de commande (S), raccord d'écoulement (T), raccord de travail (B), raccord de travail (A).
 4. Dispositif (2) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** raccord d'écoulement supplémentaire (T_a) est réalisé sous forme de raccord axial sur le boîtier de soupape (52).
 5. Dispositif (2) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le piston de commande (54) est réalisé sous forme creuse et l'intérieur du piston de commande (54) communique, dans chaque position du piston de commande (54) par rapport au boîtier de soupape (52), avec le raccord d'alimentation (P).
 6. Dispositif (2) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'intérieur du piston de commande (54) peut être connecté à chacun des raccords de travail (A, B) et au raccord de commande (S) par un positionnement approprié du piston de commande (54) à l'intérieur du boîtier de soupape (52).
 7. Dispositif (2) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la soupape de commande (37) peut adopter une première position de commande (S1), dans laquelle le premier raccord de travail (A) communique exclusivement avec le raccord d'écoulement (T), le deuxième raccord de travail (B) communique exclusivement avec le raccord d'alimentation et le raccord de commande (S) communique exclusivement avec le raccord d'écoulement axial (T_a).
 8. Dispositif (2) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la soupape de commande (37) peut adopter une deuxième position de commande (S2), dans laquelle le premier raccord de travail (A) communique exclusivement avec le raccord d'écoulement (T) et le deuxième raccord de travail (B) et le raccord de commande (S) communiquent exclusivement avec le raccord d'alimentation.
 9. Dispositif (2) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la soupape de commande (37) peut adopter une troisième position de commande (S3) dans laquelle le raccord de commande (S) communique exclusivement avec le raccord d'alimentation, tandis que les raccords de travail (A, B) ne communiquent ni avec le raccord d'alimentation (P) ni avec l'un des raccords d'écoulement (T, T_a).
 10. Dispositif (2) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la soupape de commande (37) peut adopter une quatrième position de commande (S4), dans laquelle le deuxième raccord de travail (B) communique exclusivement avec le raccord d'écoulement (T) et le premier raccord de travail (A) et le raccord de commande (S) communiquent exclusivement avec le raccord d'alimentation (P).

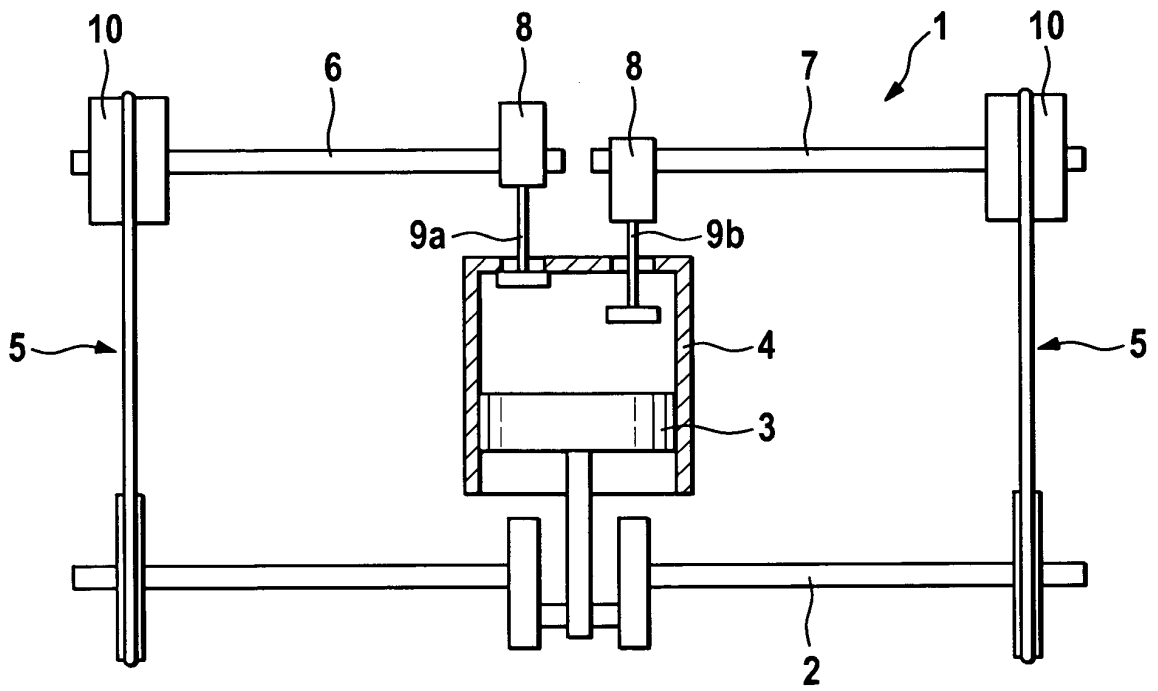


Fig. 1

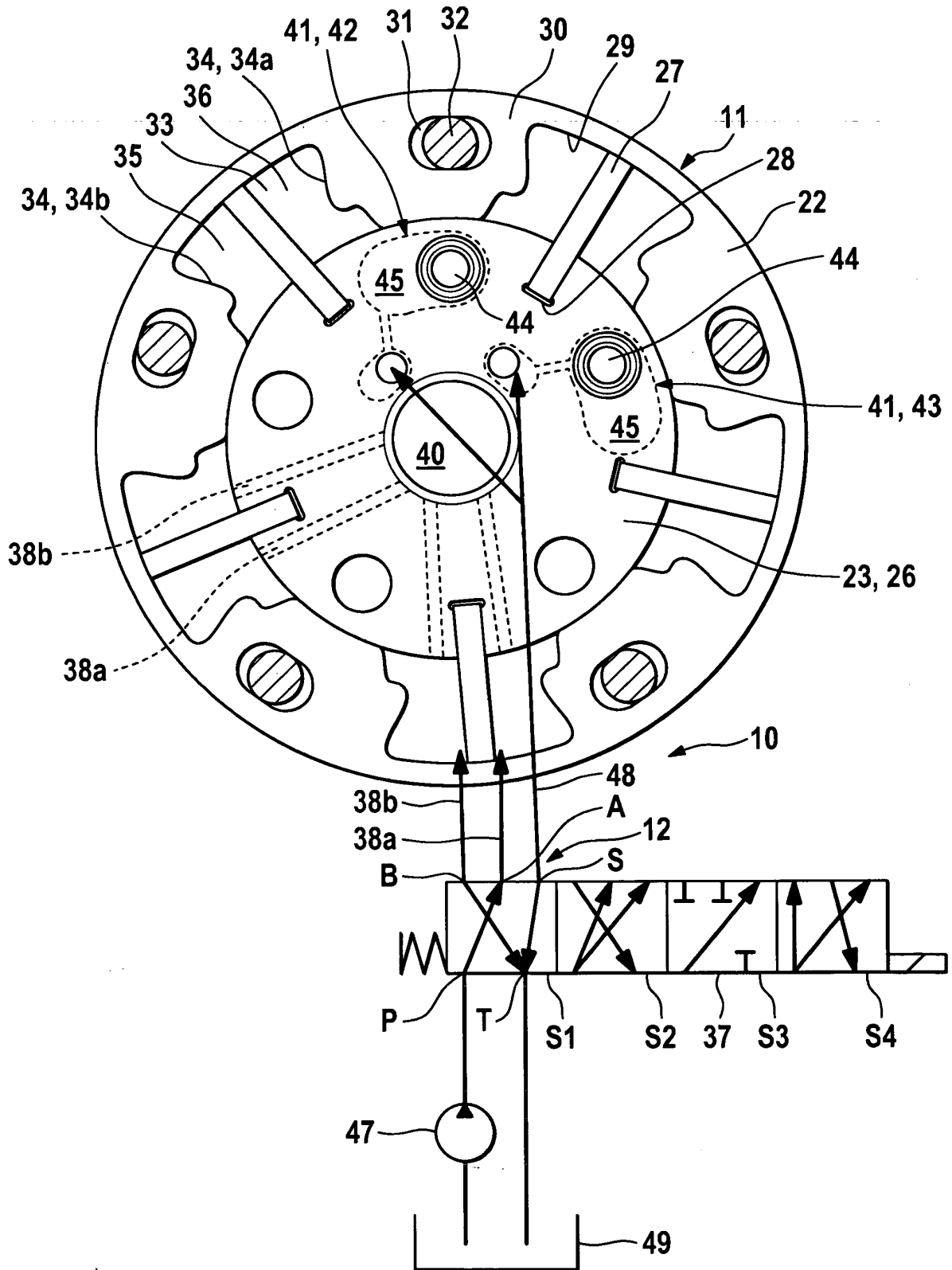


Fig. 2a

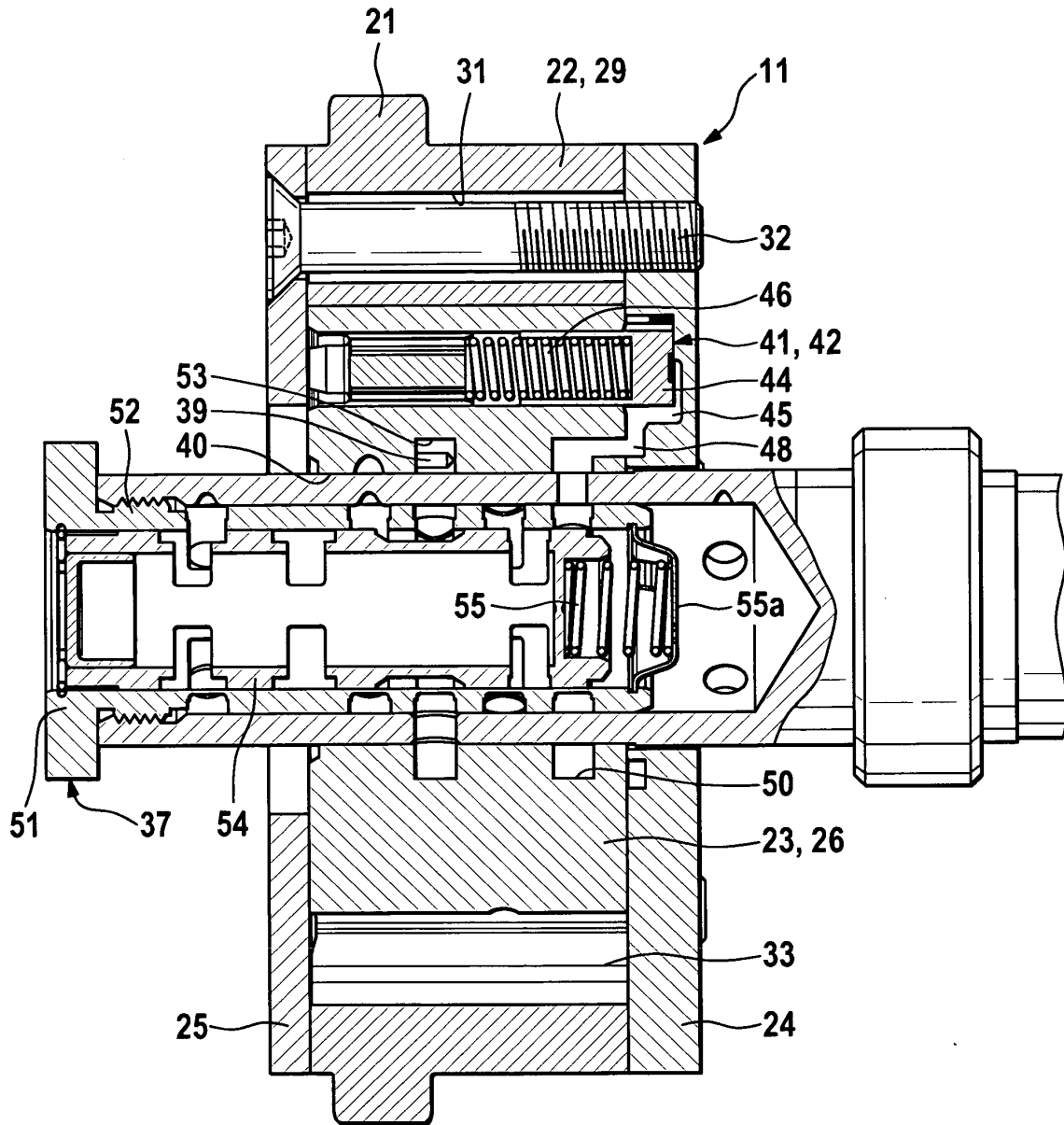
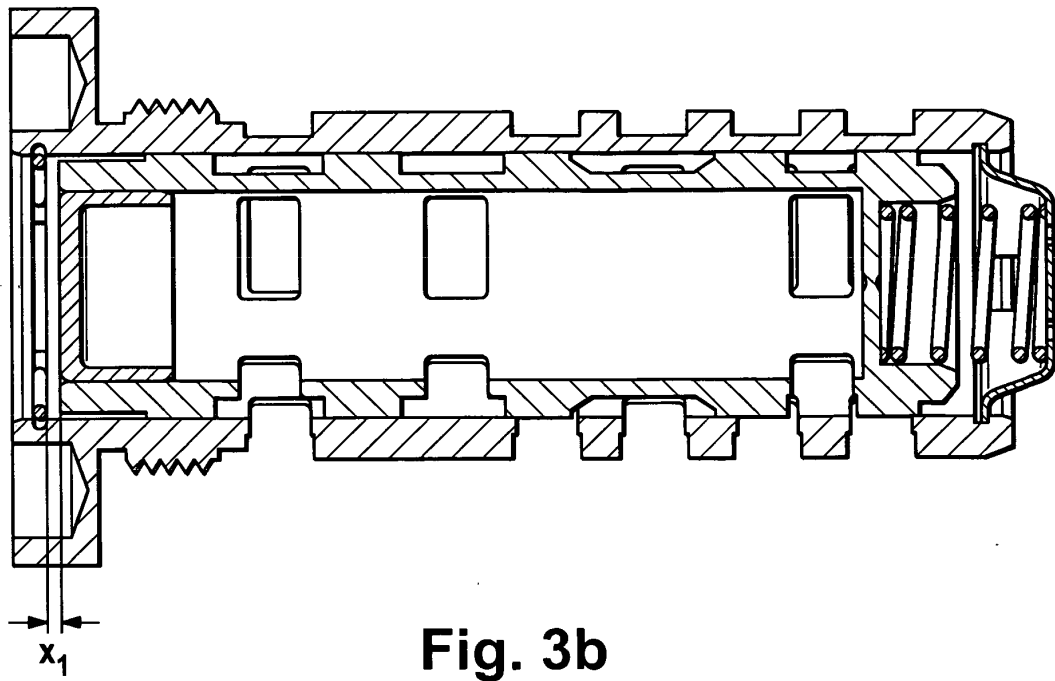
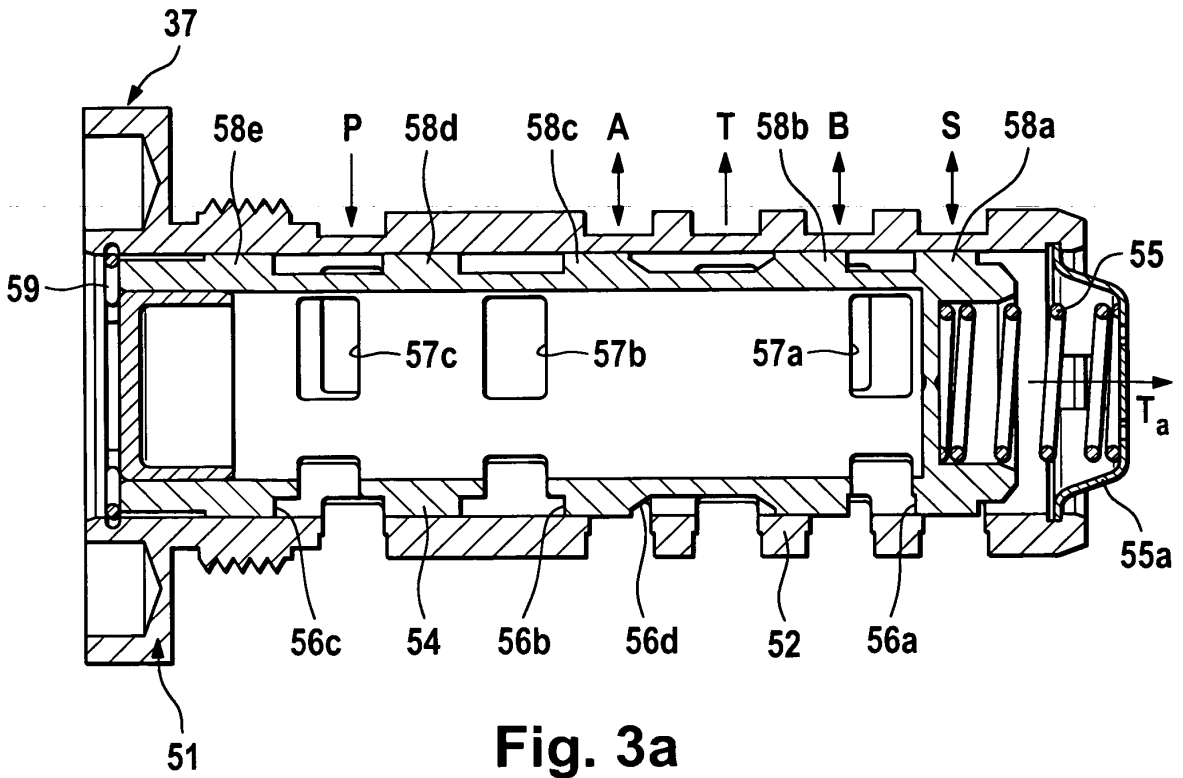


Fig. 2b



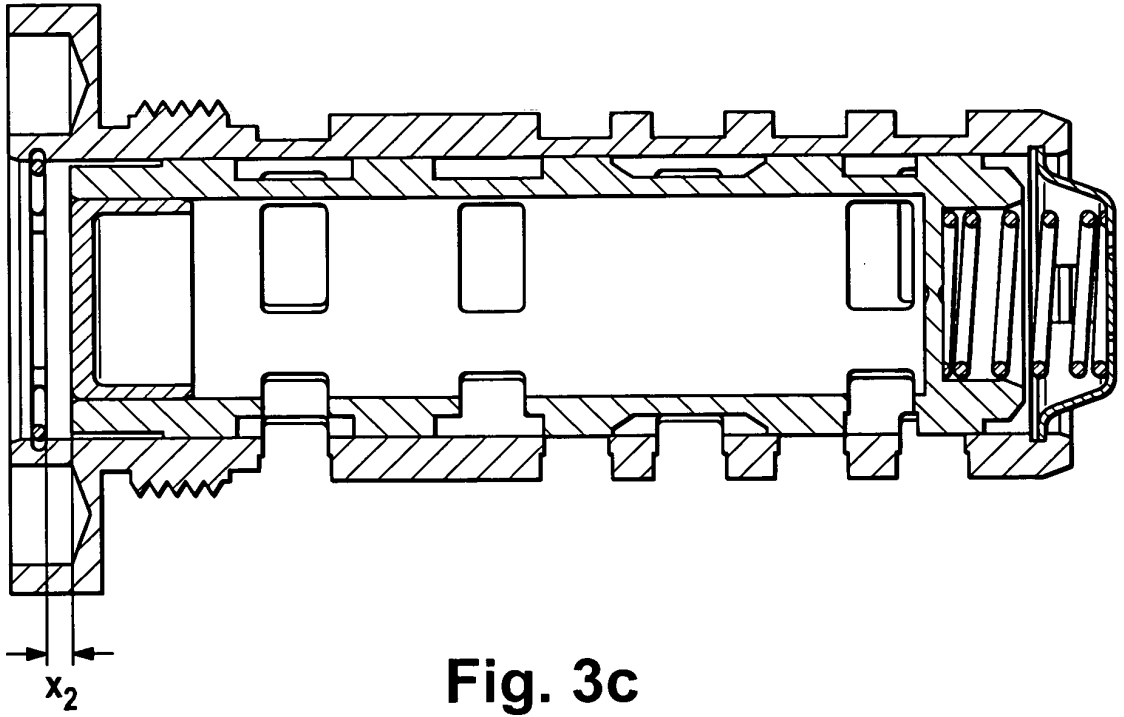


Fig. 3c

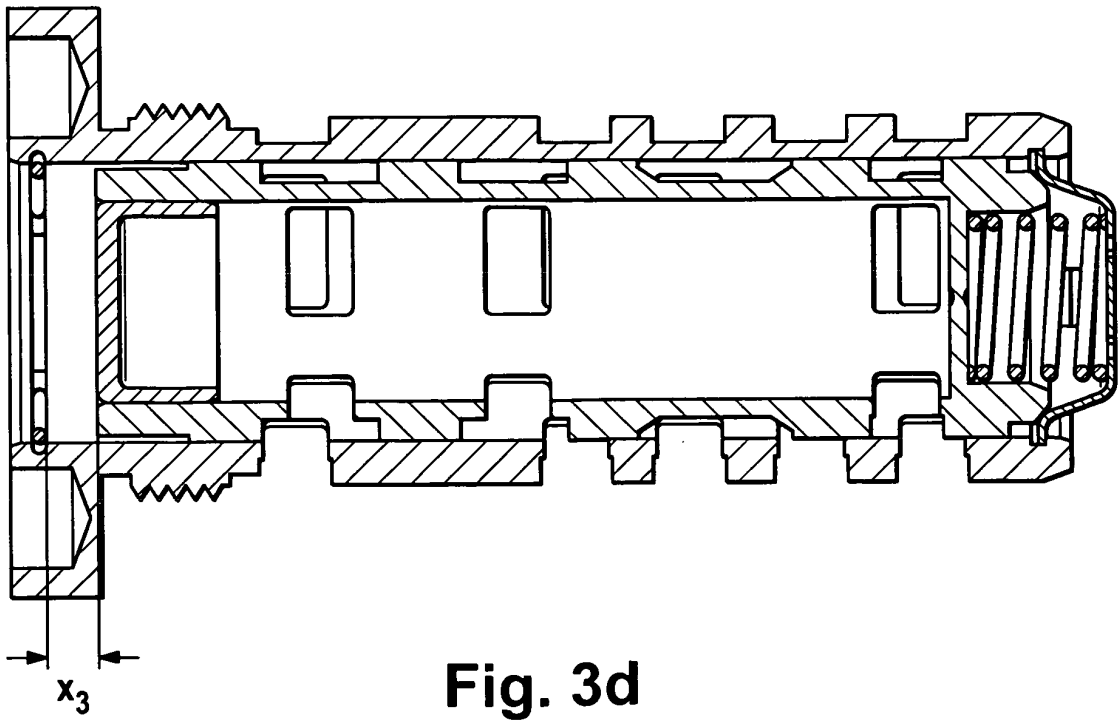


Fig. 3d

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

- US 6684835 B2 [0007]
- US 6779500 B2 [0009]