



(11) **EP 2 220 346 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

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

(21) Anmeldenummer: **08856902.5**

(22) Anmeldetag: **24.11.2008**

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

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/066069

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/071458 (11.06.2009 Gazette 2009/24)

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

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

DISPOSITIF DE RÉGLAGE VARIABLE DE LA DISTRIBUTION DES 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

(30) Priorität: **05.12.2007 DE 102007058490**

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

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

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 857 859 EP-A- 1 672 186
DE-A1- 10 228 832 DE-A1- 19 903 624
DE-A1-102006 020 320

EP 2 220 346 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 Zu-
 stand 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 zumindest jeweils ein Zulaufanschluss, ein Ablaufanschluss, ein erster und ein zweiter Arbeitsanschluss und ein dritter Arbeitsanschluss (Steueranschluss) ausgebildet sind, wobei der Zulaufanschluss mit einer Druckmittelquelle, der Ablaufanschluss mit einem Tank, der Steueranschluss mit der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung und der erste und der zweite Arbeitsanschluss mit jeweils einer der Druckkammern verbunden ist und wobei die Arbeitsanschlüsse axial zueinander versetzt und nicht überlappend an dem Ventilgehäuse ausgebildet sind.

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 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 Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 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 an der Außenmantelfläche des Steuerkolbens ein erster Stellerraum ausgebildet ist, über den zwei der Arbeitsanschlüsse, die direkt benachbart angeordnete sind, abhängig von der Stellung des Steuerkolbens innerhalb des Ventilgehäuses, wahlweise mit dem Zulaufanschluss verbunden oder von diesem getrennt werden können. Unter direkt benachbarten Anschlüssen sind Anschlüsse zu verstehen, zwischen denen kein weiterer Anschluss angeordnet ist.

[0013] In einer Konkretisierung ist vorgesehen, dass an der Außenmantelfläche des Steuerkolbens ein erster Stellerraum ausgebildet ist, über den sowohl der Arbeitsanschluss als auch der Steueranschluss, abhängig von der Stellung des Steuerkolbens innerhalb des Ventilgehäuses, wahlweise mit dem Zulaufanschluss verbunden oder von diesem getrennt werden kann.

[0014] Dabei kann vorgesehen sein, dass der Steuerkolben Stellungen relativ zum Ventilgehäuse einnehmen kann, in denen die direkt benachbarten Arbeitsanschlüsse gleichzeitig mit dem ersten Stellerraum kommunizieren.

[0015] In einer Konkretisierung ist vorgesehen, dass der Steuerkolben Stellungen relativ zum Ventilgehäuse einnehmen kann, in denen der Arbeitsanschluss und der Steueranschluss gleichzeitig mit dem ersten Stellerraum kommunizieren. Des Weiteren kann an der Außenmantelfläche des Steuerkolbens ein zweiter Stellerraum ausgebildet sein, über den der Arbeitsanschluss, der nicht direkt mit dem ersten Stellerraum kommuniziert, abhängig von der Stellung des Steuerkolbens innerhalb des Ventilgehäuses, wahlweise mit dem Zulaufanschluss verbunden oder von diesem getrennt werden kann.

[0016] Dabei kann vorgesehen sein, dass die Anschlüsse axial zueinander versetzt und in der Reihenfolge Zulaufanschluss, erster Arbeitsanschluss, Ablaufanschluss, zweiter Arbeitsanschluss, Steueranschluss oder Zulaufanschluss, Steueranschluss, Ablaufanschluss, zweiter Arbeitsanschluss, erster Arbeitsanschluss (A) angeordnet sind.

[0017] Darüber hinaus kann der Steuerkolben und / oder das Ventilgehäuse im Wesentlichen rotationssymmetrisch ausgebildet sein.

[0018] Die Arbeitsanschlüsse und der Steueranschluss können als radiale Öffnungen in dem Ventilgehäuse ausgebildet sein.

[0019] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist das Steuerventil in einer zentralen Aufnahme des Abtriebslements angeordnet, wobei der Zulaufanschluss in axialer Richtung außerhalb des Abtriebslements und des Antriebslements angeordnet ist.

[0020] In einer Konkretisierung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Steuerkolben hohl ausgebildet ist und

das Innere des Steuerkolbens zumindest mit dem Zulaufanschluss und dem ersten Steuerraum kommuniziert.

[0021] Dabei kann vorgesehen sein, dass an der Außenmantelfläche des Steuerkolbens ein dritter Steuerraum ausgebildet ist, der in das Innere des Steuerkolbens mündet und in jeder Stellung des Steuerkolbens relativ zu dem Ventilgehäuse mit dem Zulaufanschluss kommuniziert.

[0022] Die Steuerräume können als Ringnut an der Außenmantelfläche des Steuerkolbens ausgebildet sein.

[0023] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass an der Außenmantelfläche des Steuerkolbens ein vierter Steuerraum ausgebildet ist, über den einer der benachbarten Arbeitsanschlüsse (A,B,S), und der Arbeitsanschluss (A,B,S), der nicht mit dem ersten Steuerraum kommuniziert, abhängig von der Stellung des Steuerkolbens innerhalb des Ventilgehäuses, wahlweise mit dem Ablaufanschluss (T) verbunden oder von diesem getrennt werden kann.

[0024] 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 Abtriebselement und dem Antriebselement hervor. Des Weiteren sind mechanische Mittel (Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung) vorgesehen, um das Abtriebselement mit dem Antriebselement 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 Abtriebselement und dem Antriebselement 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).

[0025] 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.

[0026] 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 Produktion erheblich vereinfacht werden kann. Der Steuerkolben weist mehrere Steuerstrukturen auf. Dabei ist ein erster Steuerraum 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 Steuerraum ausschließlich mit dem Arbeitsanschluss oder dem Steueranschluss (bzw. anderen Arbeitsanschluss) kommuniziert. Des Weiteren können Stellungen vorgesehen sein, in denen der erste Steuerraum mit beiden Anschlüssen kommuniziert. Durch die Ansteuerung des Arbeitsanschlusses und des Steueranschlusses (oder des anderen Arbeitsanschlusses) mittels eines Steuerraums kann die Komplexität des Steuerkolbens gesenkt werden. Es werden weniger Steuerelemente 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 Steuerraum zusammenwirkenden Steuerstrukturen an dem Ventilgehäuse kann die gewünschte Steuerlogik des Steuerventils definiert werden.

[0027] Die Steuerräume können beispielsweise als Ringnut an der Außenmantelfläche des Steuerkolbens ausgebildet sein. Ebenso denkbar wäre die Ausbildung von Teilringnuten.

[0028] Die Verbindung zwischen dem ersten Steuerraum 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 Steuerraum mit dem Inneren des Kolbens verbinden.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] 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

[0032] 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

[0033] 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.

[0034] Die Figuren 2a und 2b zeigen eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 in einer Draufsicht bzw. im Längsschnitt.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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 separater Bauteil ausgebildet und drehfest mit dem Innenrotor 23 verbunden oder einteilig mit diesem ausgebildet sein. Alternativ kann auch ein Riemen- oder Zahnradtrieb vorgesehen sein.

[0038] 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.

[0039] 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 jedem 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.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 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 Kulisse 45 ausgebildet ist, die dem Verriegelungsstift 44 angepasst ist. Befindet sich der Innenrotor 23 in der Verriegelungsposition, so kann der Verriegelungsstift 44 in die Kulisse 45 eingreifen und somit eine mechanische drehfeste Verbindung zwischen den beiden Rotoren 22, 23 herstellen.

[0043] 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 Kulissen 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 Kulisse 45 gegenübersteht, so wird dieser in die Kulisse 45 gedrängt und die jeweilige Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 42, 43 von einem entriegelten in einen eingeriegelten Zustand überführt. Dabei ist die Kulisse 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.

[0044] 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.

[0045] Um die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 von dem eingeriegelten in den entriegelten Zustand zu überführen ist vorgesehen, dass die jeweilige Kulissee 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.

[0046] Zur Druckmittelversorgung der Stellvorrichtung 11 sind mehrere Druckmittelleitungen 38a,b, Steuerleitungen 48, ein Steuerventil 37 eine Druckmittelpumpe 47 und ein Tank 49 vorgesehen.

[0047] 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.

[0048] 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.

[0049] 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.

[0050] 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.

[0051] Des Weiteren kann das Steuerventil 37 in vier Steuerstellungen 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 eingeriegelten 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.

[0052] 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.

[0053] 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 Druck-

räume 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.

[0054] 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.

[0055] 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 verbunden 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.

[0056] 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 Ventilgehäuse 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 kom-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.

[0057] 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

[0058] 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. Da-

bei 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.

[0059] Der axiale Ablaufanschluss T_a ist als axiale Öffnung des Ventilgehäuses 52 ausgebildet.

[0060] 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.

[0061] Der Steuerkolben 54 weist vier axial voneinander beabstandete Steuerräume 56a,b,c,d auf. Die Steuerräume 56a,b,c,d sind in der dargestellten Ausführungsform als Ringnuten in der Außenmantelfläche des Steuerkolbens 54 ausgebildet. Mit Ausnahme des vierten Steuerraums 56d kommunizieren die Steuerräume 56a, b,c über Kolbenöffnungen 57a,b,c mit dem Inneren des Steuerkolbens 54. Die Steuerräume 56a-d sind jeweils durch zwei Ringstege 58a-e begrenzt. Dabei begrenzt der erste Ringsteg 58a den ersten Steuerraum 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 Steuerraum 56a von dem vierten Steuerraum 56d. Der dritte Ringsteg 58c trennt den vierten Steuerraum 56d von dem zweiten Steuerraum 56b. Der vierte Ringsteg 58d trennt den zweiten Steuerraum 56b von dem dritten Steuerraum 56c.

[0062] Abhängig von der relativen Position des Steuerkolbens 54 relativ zu dem Ventilgehäuse 52 kommunizieren die Steuerräume 56a-d mit verschiedenen Anschlüssen A, B, P, S, T, T_a.

[0063] Der erste Steuerraum 56a ist derart angeordnet, dass eine Kommunikation mit dem zweiten Arbeitsanschluss B und dem Steueranschluss S hergestellt werden kann.

[0064] Der zweite Steuerraum 56b ist derart angeordnet, dass eine Kommunikation mit dem ersten Arbeitsanschluss A hergestellt werden kann.

[0065] Der dritte Steuerraum 56c kommuniziert in jeder Stellung des Steuerkolbens 54 mit dem Zulaufanschluss P.

[0066] Der vierte Steuerraum 56d ist derart angeordnet, dass eine Kommunikation mit dem zweiten Arbeits-

anschluss B oder dem ersten Arbeitsanschluss A hergestellt werden kann. Dabei kommuniziert der vierte Steuererraum 56d immer mit dem Ablaufanschluss T.

[0067] 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.

[0068] In dem in Figur 3a dargestellten Zustand des Steuerventils 37 gelangt Druckmittel über den Zulaufanschluss P den dritten Steuererraum 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 Steuererraum 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 Steuererraums 56d mit dem Ablaufanschluss T und der Steueranschluss S mit dem axialen Ablaufanschluss T_a verbunden.

[0069] 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.

[0070] 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 Steuererraum 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 Steuererraums 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.

[0071] 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

[0072] 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 Steuererraum 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 .

[0073] 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 Innenrotor 23 und dem Außenrotor 22 statt.

[0074] 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 Steuererraum 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 Steuererraum 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 Steuererraums 56d mit dem Ablaufanschluss T verbunden. Der erste Ringsteg 58a trennt weiterhin den Steueranschluss S von dem axialen Ablaufanschluss T_a .

[0075] 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.

[0076] 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.

[0077] 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 Arbeitsanschlüsse 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 Bauräumkritischen 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. **[0078]** Denkbar sind auch Ausführungsformen, in denen der erste Arbeitsanschluss A und der Steueranschluss S vertauscht angeordnet sind.

Bezugszeichen

[0079]

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
 5 33 Druckraum
 34 Begrenzungswand
 34a Frühanschlag
 34b Spätanschlag
 35 erste Druckkammer
 10 36 zweite Druckkammer
 37 Steuerventil
 38a erste Druckmittelleitung
 38b zweite Druckmittelleitung
 39 Axialbohrung
 15 40 Aufnahme
 41 Verriegelungsmechanismus
 42 Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung
 43 Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung
 44 Verriegelungsstift
 20 45 Kulisser
 46 Federelement
 47 Druckmittelpumpe
 48 Steuerleitung
 49 Tank
 25 50 erste Ringnut
 51 Hydraulikabschnitt
 52 Ventilgehäuse
 53 zweite Ringnut
 54 Steuerkolben
 30 55 Feder
 55a Federblech
 56a erster Steuerraum
 56b zweiter Steuerraum
 56c dritter Steuerraum
 35 56d vierter Steuerraum
 57a erste Kolbenöffnung
 57b zweite Kolbenöffnung
 57c dritte Kolbenöffnung
 58a erster Ringsteg
 40 58b zweiter Ringsteg
 58c dritter Ringsteg
 58d vierter Ringsteg
 58e fünfter Ringsteg
 59 Anschlag
 45 A erster Arbeitsanschluss
 B zweiter Arbeitsanschluss
 P Zulaufanschluss
 S Steueranschluss T Ablaufanschluss
 T_a axialer Ablaufanschluss
 50
 x₁-x₄ Auslenkung
 S1 erste Steuerstellung
 S2 zweite Steuerstellung
 S3 dritte Steuerstellung
 55 S4 vierte Steuerstellung

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zur variablen Einstellung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen (9a, 9b) einer Brennkraftmaschine (1) mit

- einem Antriebselement (22), einem Abtriebs-
element (23), einer Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (42, 43) und einem Steuerventil (37),
- 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,
- 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) zumindest jeweils ein Zulaufanschluss (P), ein Ablaufanschluss (T), ein erster und ein zweiter Arbeits-
anschluss (A, B) und ein dritter Arbeits-
anschluss (Steueranschluss (S)) ausgebildet sind,
- wobei der Zulaufanschluss (P) mit einer Druck-
mittelquelle (47), der Ablaufanschluss (T) mit einem Tank (49), der Steueranschluss (S) mit der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (42, 43) und der erste und der zweite Arbeitsanschluss (A, B) mit jeweils einer der Druckkammern (35, 36) verbunden ist und
- wobei die Arbeitsanschlüsse (A, B, S) axial zu-
einander versetzt und nicht überlappend an dem Ventilgehäuse (52) ausgebildet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- an der Außenmantelfläche des Steuerkolbens (54) ein erster Stellerraum (56a) ausgebildet ist, über den zwei der Arbeitsanschlüsse (A, B, S), die direkt benachbart angeordnete sind, 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 (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerkolben (54) Stellungen relativ zum Ventilgehäuse (52) einnehmen

kann, in denen die direkt benachbarten Arbeitsanschlüsse (A, B, S) gleichzeitig mit dem ersten Stellerraum (56a) kommunizieren.

3. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Außenmantelfläche des Steuerkolbens (54) ein zweiter Stellerraum (56b) ausgebildet ist, über den der Arbeitsanschluss (A, B, S), der nicht direkt mit dem ersten Stellerraum (56a) kommuniziert, abhängig von der Stellung des Steuerkolbens (54) innerhalb des Ventilgehäuses (52), wahlweise mit dem Zulaufanschluss (P) verbunden oder von diesem getrennt werden kann.
4. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerkolben (54) im Wesentlichen rotations-symmetrisch ausgebildet ist.
5. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilgehäuse (52) im Wesentlichen rotations-symmetrisch ausgebildet ist.
6. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitsanschlüsse (A, B) und der Steueranschluss (S) als radiale Öffnungen in dem Ventilgehäuse ausgebildet sind.
7. Vorrichtung (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anschlüsse (A, B, P, S, T) axial zueinander versetzt und in der Reihenfolge Zulaufanschluss (P), erster Arbeitsanschluss (A), Ablaufanschluss (T), zweiter Arbeitsanschluss (B), Steueranschluss (S) oder Zulaufanschluss (P), Steueranschluss (S), Ablaufanschluss (T), zweiter Arbeitsanschluss (B), erster Arbeitsanschluss (A) angeordnet sind.
8. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (37) in einer zentralen Aufnahme (40) des Abtriebs-
elements (23) angeordnet ist, wobei der Zulaufanschluss (P) in axialer Richtung außerhalb des Abtriebs-
elements (23) und des Antriebselements (22) angeordnet ist.
9. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerkolben (54) hohl ausgebildet ist und das Innere des Steuerkolbens (54) zumindest mit dem Zulaufanschluss (P) und dem ersten Stellerraum (56a) kommuniziert.
10. Vorrichtung (10) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Außenmantelfläche des Steuerkolbens (54) ein dritter Stellerraum (56c) ausgebildet ist, der in das Innere des Steuerkolbens (54) mündet und in jeder Stellung des Steuerkolbens (54) relativ zu dem Ventilgehäuse (52) mit dem Zulaufanschluss (P) kommuniziert.

11. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Außenmantelfläche des Steuerkolbens (54) ein vierter Steuerraum (56d) ausgebildet ist, über den einer der benachbarten Arbeitsanschlüsse (A,B,S), und der Arbeitsanschluss (A,B,S), der nicht direkt mit dem ersten Steuerraum (56a) kommuniziert, abhängig von der Stellung des Steuerkolbens (54) innerhalb des Ventilgehäuses (52), wahlweise mit dem Ablaufanschluss (T) verbunden oder von diesem getrennt werden kann.
12. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1, 3, 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerräume (56a-d) als Ringnut an der Außenmantelfläche des Steuerkolbens (54) ausgebildet sind.

Claims

1. Device (10) for variably adjusting the port timing of gas exchange valves (9a, 9b) of an internal combustion engine (1), comprising
- a drive element (22), an output element (23), a rotational angle limiting device (42, 43) and a control valve (37),
 - at least two pressure chambers (35, 36), acting in opposition to one another, being provided,
 - it being possible to initiate a phase adjustment between the output element (23) and the drive element (22) by admitting hydraulic fluid to one of the pressure chambers (35, 36) whilst simultaneously discharging the other pressure chamber (35, 36),
 - the rotational angle limiting device (42, 43) in a locked state preventing any variation of the phase position,
 - the rotational angle limiting device (42, 43) in an unlocked state allowing a variation of the phase position,
 - it being possible to bring the rotational angle limiting device (42, 43) from the locked to the unlocked state by the admission of hydraulic fluid,
 - the control valve (37) comprising a valve housing (52) and a control piston (54),
 - in each case at least one inlet connection (P), one outlet connection (T), a first and a second working connection (A, B) and a third working connection (control connection (S)) being formed on the valve housing (52),
 - the inlet connection (P) being connected to a hydraulic fluid source (47), the outlet connection (T) being connected to a tank (49), the control connection (S) being connected to the rotational angle limiting device (42, 43) and the first and the second working connections (A, B) each being connected to one of the pressure chambers

(35, 36) and

- the working connections (A, B, S) being axially offset in relation to one another and being designed not to overlap on the valve housing (52), **characterized in that**

a first control compartment (56a), via which two of the working connections (A, B, S), which are arranged directly adjacent to one another, can be selectively connected to or separated from the inlet connection (P) according to the position of the control piston (54) inside the valve housing (52), is formed on the external cylindrical surface of the control piston (54).

2. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** the control piston (54) is capable of assuming positions relative to the valve housing (52) in which the directly adjacent working connections (A, B, S) communicate simultaneously with the first control compartment (56a).
3. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** a second control compartment (56b), via which the working connection (A, B, S) that does not communicate directly with the first control compartment (56a) can be selectively connected to or separated from the inlet connection (P) according to the position of the control piston (54) inside the valve housing (52), is formed on the external cylindrical surface of the control piston (54).
4. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** the control piston (54) is substantially of rotationally symmetrical design.
5. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** the valve housing (52) is substantially of rotationally symmetrical design.
6. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** the working connections (A, B) and the control connection (S) are embodied as radial apertures in the valve housing.
7. Device (10) according to Claim 3, **characterized in that** the connections (A, B, P, S, T) are arranged axially offset in relation to one another and in the order: inlet connection (P), first working connection (A), outlet connection (T), second working connection (B), control connection (S) or inlet connection (P), control connection (S), outlet connection (T), second working connection (B), first working connection (A).
8. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** the control valve (37) is arranged in a central socket (40) of the output element (23), the inlet con-

nection (P) being arranged axially outside the output element (23) and the drive element (22).

9. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** the control piston (54) is of hollow design and the interior of the control piston (54) communicates at least with the inlet connection (P) and the first control compartment (56a). 5
10. Device (10) according to Claim 9, **characterized in that** a third control compartment (56c), which opens into the interior of the control piston (54) and which communicates with the inlet connection (P) in any position of the control piston (54) relative to the valve housing (52), is formed on the external cylindrical surface of the control piston (54). 10
11. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** a fourth control compartment (56d), via which one of the adjacent working connections (A, B, S) and the working connection (A, B, S) that does not communicate directly with the first control compartment (56a) can be selectively connected to or separated from the outlet connection (T) according to the position of the control piston (54) inside the valve housing (52), is formed on the external cylindrical surface of the control piston (54). 20
12. Device (10) according to one of Claims 1, 3, 10 or 11, **characterized in that** the control compartments (56a-d) are embodied as annular grooves on the external cylindrical surface of the control piston (54). 25

Revendications 30

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), 35
 - 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), 40
 - le dispositif de limitation de l'angle de rotation (42, 43) empêchant, dans un état verrouillé, une variation de la position de phase, 45
 - 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),

- au moins à chaque fois un raccord d'alimentation (P), un raccord d'écoulement (T), un premier et un deuxième raccord de travail (A, B) et un troisième raccord de travail (raccord de commande (S)) étant réalisés au niveau du boîtier de soupape (52),

- le raccord d'alimentation (P) étant connecté à une source de fluide sous pression (47), le raccord d'écoulement (T) étant connecté à un réservoir (49), le raccord de commande (S) étant connecté au dispositif de limitation de l'angle de rotation (42, 43) et le premier et le deuxième raccord de travail (A, B) étant connectés à chaque fois à l'une des chambres de pression (35, 36), et

- les raccords de travail (A, B, S) étant décalés axialement l'un par rapport à l'autre et étant réalisés de manière à ne pas se chevaucher sur le boîtier de soupape (52), **caractérisé en ce que**

- sur la surface d'enveloppe extérieure du piston de commande (54) est réalisé un premier espace de commande (56a), par le biais duquel deux des raccords de travail (A, B, S) qui sont disposés directement l'un à côté de l'autre, 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. 35

2. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le piston de commande (54) peut adopter des positions par rapport au boîtier de soupape (52), dans lesquelles les raccords de travail (A, B, S) directement adjacents communiquent simultanément avec le premier espace de commande (56a). 40

3. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**un deuxième espace de commande (56b) est réalisé sur la surface d'enveloppe extérieure du piston de commande (54), par le biais duquel le raccord de travail (A, B, S) qui ne communique pas directement avec le premier espace de commande (56a), peut être connecté, 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 séparé de celui-ci. 45

4. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le piston de commande (54) est réalisé 50

- essentiellement avec une symétrie de révolution.
5. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le boîtier de soupape (52) est réalisé essentiellement avec une symétrie de révolution. 5
6. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les raccords de travail (A, B) et le raccord de commande (S) sont réalisés sous forme d'ouvertures radiales dans le boîtier de soupape. 10
7. Dispositif (10) selon la revendication 3, **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), premier raccord de travail (A), raccord d'écoulement (T), deuxième raccord de travail (B), raccord de commande (S) ou raccord d'alimentation (P), raccord de commande (S), raccord d'écoulement (T), deuxième raccord de travail (B), premier raccord de travail (A). 15
20
8. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la soupape de commande (37) est disposée dans un logement central (40) de l'élément de sortie (23), le raccord d'alimentation (P) étant disposé dans la direction axiale en dehors de l'élément de sortie (23) et de l'élément d'entraînement (22). 25
9. Dispositif (10) 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 au moins avec le raccord d'alimentation (P) et le premier espace de commande (56a). 30
35
10. Dispositif (10) selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'**un troisième espace de commande (56c) est réalisé sur la surface d'enveloppe extérieure du piston de commande (54), lequel débouche à l'intérieur du piston de commande (54) et communique dans chaque position du piston de commande (54) par rapport au boîtier de soupape (52) avec le raccord d'alimentation (P). 40
11. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**un quatrième espace de commande (56d) est réalisé sur la surface d'enveloppe extérieure du piston de commande (54), par le biais duquel l'un des raccords de travail adjacents (A, B, S) et le raccord de travail (A, B, S) qui ne communique pas directement avec le premier espace de commande (56a), 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'écoulement (T) ou être séparés de celui-ci. 45
50
55
12. Dispositif (10) selon l'une quelconque des revendications 1, 3, 10 ou 11, **caractérisé en ce que** les

espaces de commande (56a-d) sont réalisés sous forme de rainure annulaire sur la surface d'enveloppe extérieure du piston de commande (54).

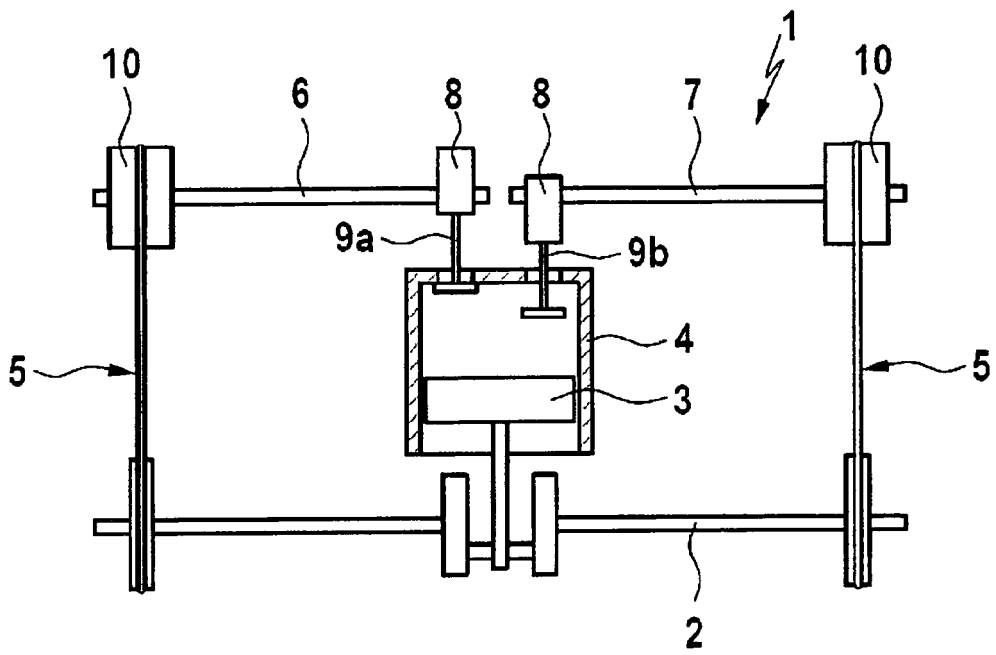


Fig. 1

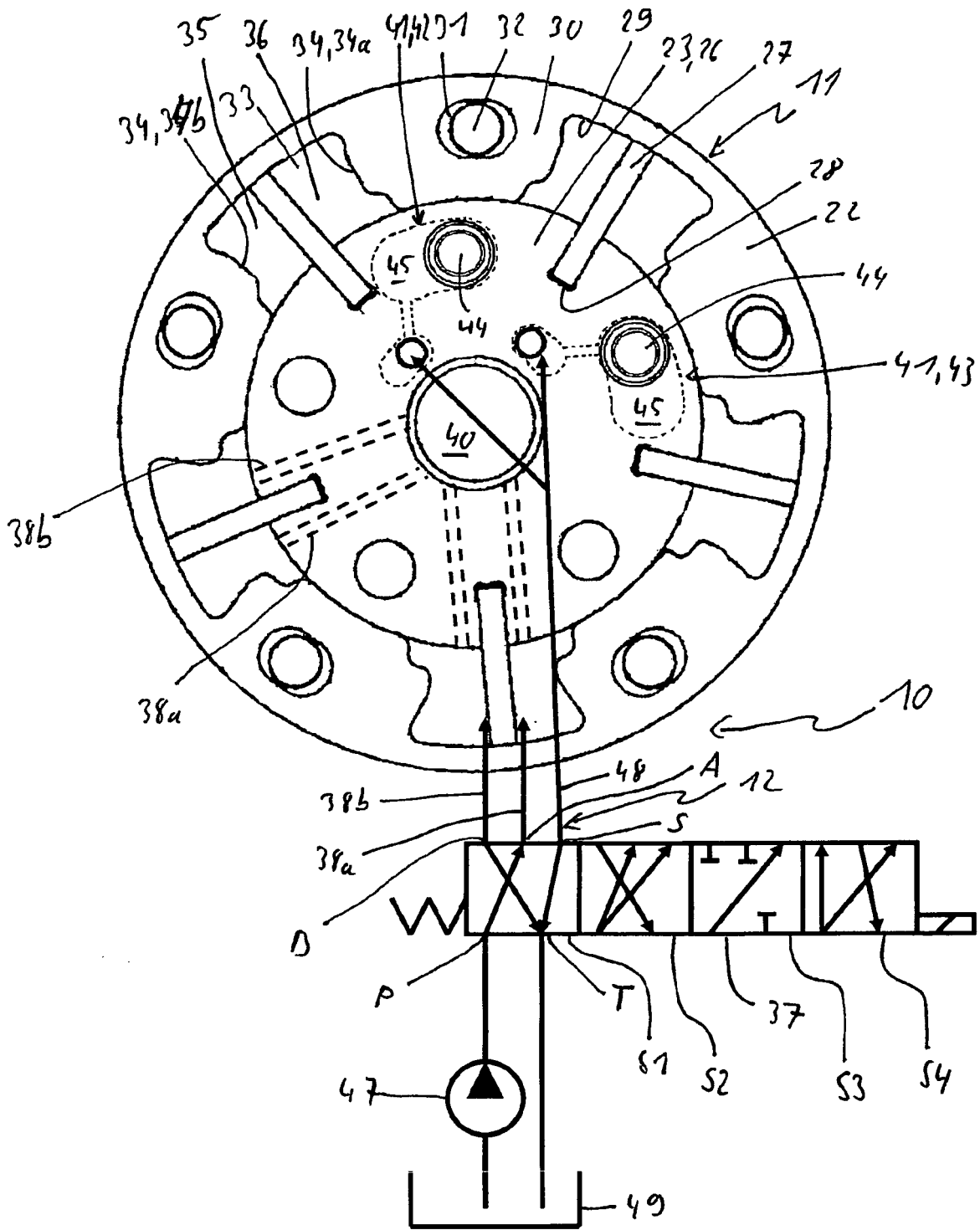


Fig. 2a

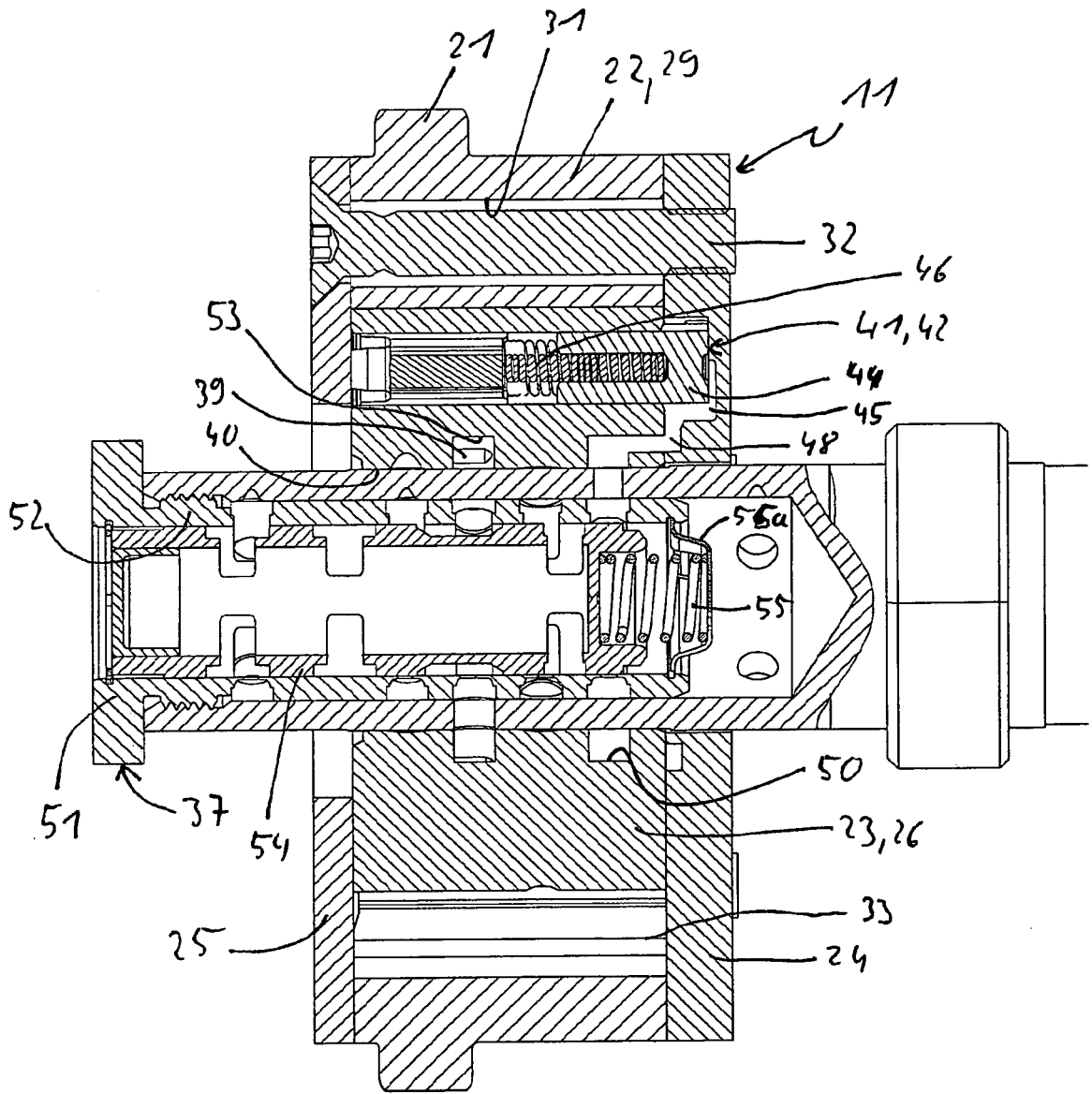
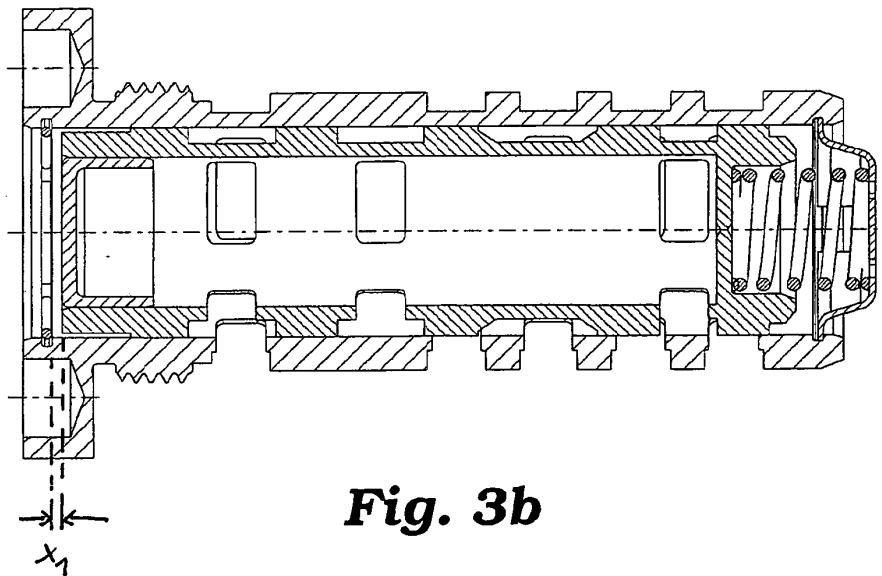
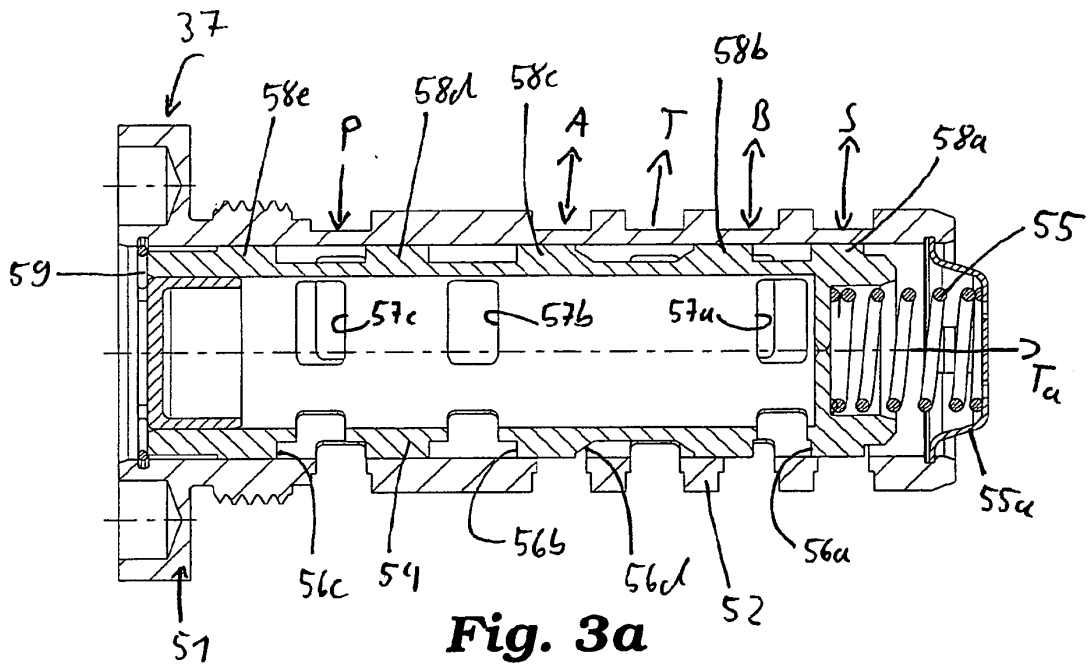


Fig. 2b



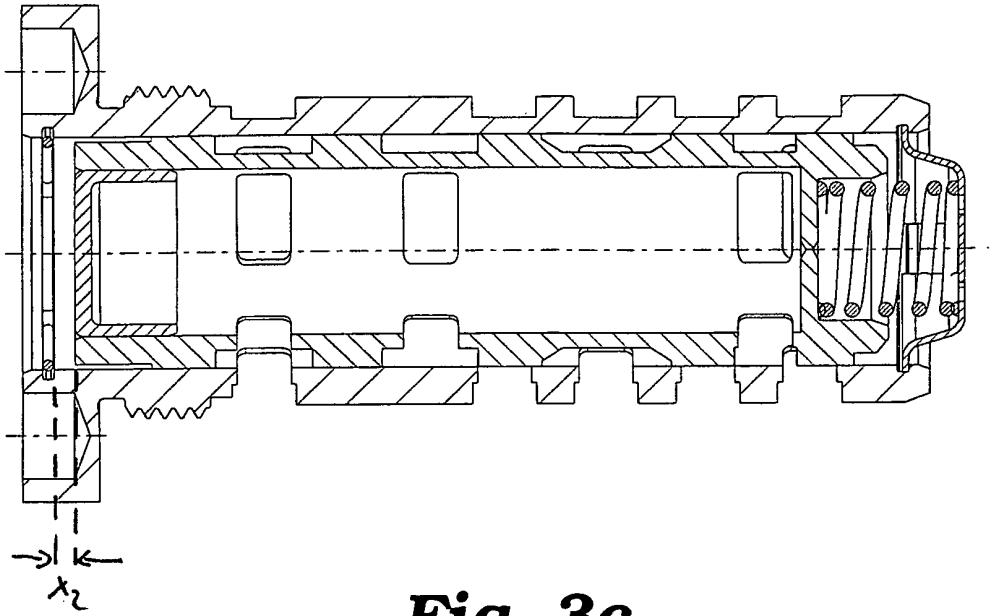


Fig. 3c

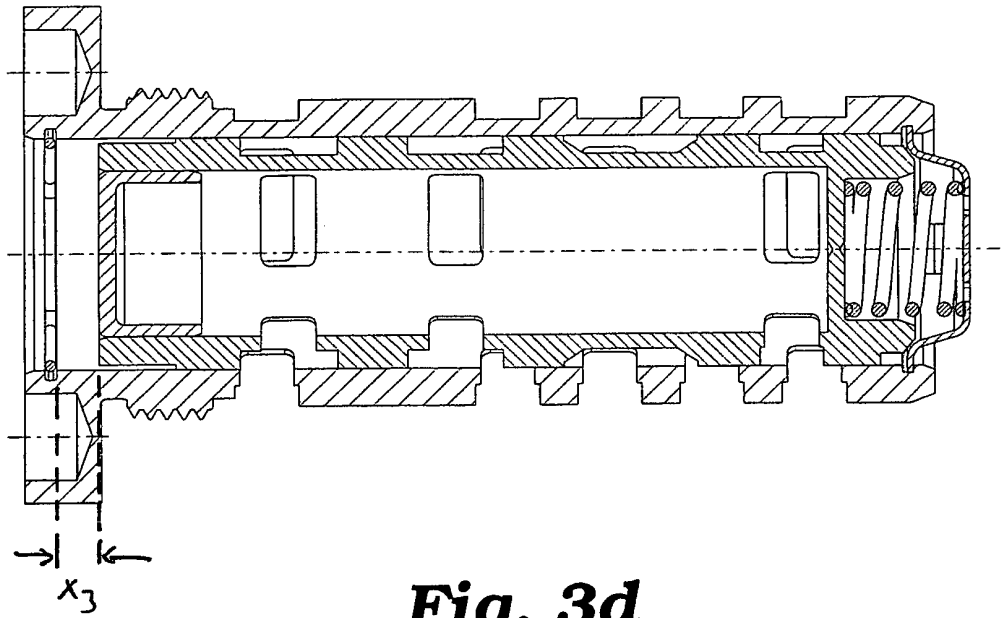


Fig. 3d

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]