



(11) **EP 2 041 402 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**20.01.2010 Patentblatt 2010/03**

(21) Anmeldenummer: **07765536.3**

(22) Anmeldetag: **21.06.2007**

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

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2007/056190**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2008/006684 (17.01.2008 Gazette 2008/03)**

(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 DESTINÉ À RÉGLER DE MANIÈRE VARIABLE LES TEMPS DE COMMANDE DES SOUPAPES D'ÉCHANGES DES GAZ D'UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB HU IT**

(30) Priorität: **08.07.2006 DE 102006031593**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.04.2009 Patentblatt 2009/14**

(73) Patentinhaber: **Schaeffler KG**  
**91074 Herzogenaurach (DE)**

(72) Erfinder:  
• **STRAUSS, Andreas**  
**91301 Forchheim (DE)**  
• **BUSSE, Michael**  
**91074 Herzogenaurach (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 1 672 187 DE-A1- 19 914 767**  
**DE-A1- 19 918 910 US-A1- 2005 284 432**

**EP 2 041 402 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 Außenrotor und einem relativ zu diesem drehbar angeordneten Innenrotor, wobei eines der Bauteile in Antriebsverbindung mit der Kurbelwelle und das andere Bauteil in Antriebsverbindung mit einer Nockenwelle steht, wobei zumindest ein Druckraum vorgesehen und jeder Druckraum in zwei gegeneinander wirkende Druckkammern unterteilt ist, wobei eine der Druckkammern jedes Druckraums als Voreil- und die andere Druckkammer als Nacheilkammer wirkt, wobei durch Druckmittelzufuhr zu den Voreilkammern, bei gleichzeitigem Druckmittelabfluss von den Nacheilkammern, der mit der Nockenwelle zusammenwirkende Rotor relativ zu dem mit der Kurbelwelle zusammenwirkenden Rotor in Richtung einer maximalen Frühposition verdreht wird, wobei durch Druckmittelzufuhr zu den Nacheilkammern, bei gleichzeitigem Druckmittelabfluss von den Voreilkammern, der mit der Nockenwelle zusammenwirkende Rotor relativ zu dem mit der Kurbelwelle zusammenwirkenden Rotor in Richtung einer maximalen Spätposition verdreht wird, wobei zumindest ein erster und ein zweiter Druckmittelkanal vorgesehen sind, über die den Druckkammern Druckmittel zugeführt, bzw. von diesen abgeführt werden kann, wobei zumindest zwei Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen vorgesehen sind und wobei jede Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung einen entriegelten und einen eingeriegelten Zustand einnehmen kann, wobei der Verriegelungszustand durch Druckmittelzufuhr zu bzw. Druckmittelabfuhr von der jeweiligen Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen eingestellt werden kann.

### 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 Kammern 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 in der Brennkraftmaschine 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. 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 hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, für die Verriegelungsposition eine Phasenlage der Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle zu wählen, die zwischen der maximalen Frühposition und der maximalen Spätposition liegt.

**[0006]** Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise aus der US 2003/0121486 A1 bekannt. In dieser Ausführungsform ist die Vorrichtung in Rotationskolbenbauart 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. Be-

finden sich beide Drehwinkelbegrenzungen im eingeriegelten Zustand so ist die Phasenlage des Innenrotors zum Außenrotor auf die Mittenposition beschränkt.

**[0007]** 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 Verriegelungsnut ausgebildet, die den Verriegelungsstiften in bestimmten Betriebspositionen der Vorrichtungen gegenübersteht. In diesen Betriebspositionen können die Stifte in die Verriegelungsnut eingreifen. Dabei geht die jeweilige Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung vom ent- in den eingeriegelten Zustand über.

**[0008]** Jede der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen kann durch Druckmittelbeaufschlagung der Verriegelungsnut 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 Verriegelungsnut 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. Nachteilig an der dargestellten Ausführungsform wirkt sich der Umstand aus, dass beide Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen mittels ein und derselben Steuerleitung vom eingeriegelten in den entriegelten Zustand überführt werden. Während eines Verstellvorgangs müssen in dieser Ausführungsform beide Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen entriegelt sein, also mit Druckmittel beaufschlagt werden, während den Druckkammern wechselseitig Druckmittel zu-, bzw. von diesen abgeführt wird. Dies führt zu einer aufwändigen Steuerlogik des Steuerventils. Zum einen sind eine Vielzahl von Steuerstellungen nötig, wobei die Schaltpunkte zwischen den Steuerstellungen während des Betriebs der Brennkraftmaschine, auf Grund von betriebsbedingt auftretenden Variationen, beispielsweise in Folge von Temperaturänderungen, ständig neu bestimmt werden müssen. Des Weiteren erfordert die Einstellung der einzelnen Steuerzustände eine höhere Präzision des Reglersystems, da der dem Ventil zuzuführende Strom, auf Grund der Vielzahl von Steuerstellung, in eng begrenzten Stromwertintervallen zu liegen hat. Somit fallen eine Vielzahl von Rechen- und Datenverarbeitungsoperationen an, wodurch hohe Anforderungen an die Steuerelektronik gestellt werden. Des Weiteren leidet die Phasentreue der Vorrichtung, da bereits kleinere Abweichungen im Regelkreis dazu führen, dass ein ungewollter Steuerzustand eingestellt wird.

**[0010]** Des Weiteren ist in dieser Ausführungsform vorgesehen, während der Startphase der Brennkraftmaschine alle Druckkammern und die Verriegelungsnut mit einem Tank zu verbinden, was zu einer Mangelversor-

gung der Vorrichtung mit Schmiermittel und damit zu erhöhtem Verschleiß führt.

Alternativ ist in einer weiteren Ausführungsform vorgesehen Druckmittel einer der Kammern zuzuführen und damit eine ausreichende Schmiermittelversorgung zu gewährleisten. Jedoch wird in dieser Ausführungsform der Innenrotor gegenüber dem Außenrotor hydraulisch vorgespannt. Dies kann zu einem Verkleben eines der Verriegelungsstifte an den Rändern der Verriegelungsnut führen, wodurch ein hydraulisches Entriegeln erschwert oder gegebenenfalls sogar verhindert wird.

#### Aufgabe der Erfindung

**[0011]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Vorrichtung zur variablen Einstellung der Steuerzeiten von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine zu schaffen, wobei der Innenrotor relativ zum Außenrotor in einer mittleren Phasenlage zwischen der maximalen Früh- und der maximalen Spätposition mechanisch verriegelt werden kann. Dabei soll ein sicheres Verriegeln beim Stopp der Brennkraftmaschine oder zumindest während deren Startvorgang gewährleistet sein, ungewollte Selbstentriegelung vermieden werden, die Vorrichtung jederzeit ausreichend mit Schmiermittel versorgt und ein sicheres Verstellen über die Verriegelungsposition hinaus gewährleistet sein, wobei die einzelnen Steuerzustände des Steuerventils leicht zu ermitteln und einzuhalten sein sollen.

**[0012]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass der Verriegelungszustand der ersten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung ausschließlich über den in zumindest einer der Druckkammern herrschenden Druck gesteuert wird und dass der Verriegelungszustand der zweiten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung mittels einer separaten Steuerleitung gesteuert wird, wobei die Steuerleitung weder mit den Druckmittelkanälen noch mit den Druckkammern kommuniziert.

**[0013]** In einer Konkretisierung der Erfindung ist vorgesehen, dass die erste Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung über eine Verbindungsleitung mit zumindest einer der Druckkammern oder mit einem der Druckmittelkanäle kommuniziert.

Dabei kann vorgesehen sein, den Verriegelungszustand der ersten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung ausschließlich über den in einer oder mehreren Voreilkammern herrschenden Druck zu steuern.

**[0014]** Vorteilhafterweise ist bei eingeriegelter erster und zweiter Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung der Innenrotor relativ zum Außenrotor in einer Verriegelungsposition fixiert.

Dabei kann die zweite Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung im eingeriegelten Zustand eine Phasenlage des mit der Nockenwelle zusammenwirkenden Rotors relativ zu dem mit der Pleuellwelle zusammenwirkenden Rotor auf einen Winkelbereich zwischen der maximalen Frühposition und der Verriegelungsposition beschränken.

Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass die erste

Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung in dem eingeriegelten Zustand die Drehung des mit der Nockenwelle zusammenwirkenden Rotors relativ zu dem mit der Kurbelwelle zusammenwirkenden Rotor bei Einnahme der Verriegelungsposition in Richtung der maximalen Frühposition verhindert.

In einer Konkretisierung ist vorgesehen, dass die erste Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung im eingeriegelten Zustand die Phasenlage des mit der Nockenwelle zusammenwirkenden Rotors relativ zu dem mit der Kurbelwelle zusammenwirkenden Rotor auf einen Winkelbereich zwischen der maximalen Spätposition und der Verriegelungsposition beschränkt.

**[0015]** Vorteilhafterweise ist ein Steuerventil vorgesehen, das die Druckmittelzufuhr zu und den Druckmittelabfluss von den Druckmittelkanälen und der Steuerleitung steuert.

**[0016]** Dabei weist das Steuerventil zwei Arbeitsanschlüsse auf, wobei der erste Arbeitsanschluss mit den ersten Druckkammern und der zweite Arbeitsanschluss mit den zweiten Druckkammern kommuniziert und wobei die Steuerleitung ventiltseitig ausschließlich mit einem separat zu den Arbeitsanschlüssen ausgebildeten Steueranschluss kommuniziert.

**[0017]** In der erfindungsgemäßen Ausführungsform der Vorrichtung ist eine Verriegelungsvorrichtung vorgesehen, mittels derer der Außenrotor mit dem Innenrotor in einer Verriegelungsposition zwischen einer maximalen Früh- und einer maximalen Spätposition mechanisch koppelbar ist. Vorteilhafterweise können zwei Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen vorgesehen sein, wobei eine der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen im eingeriegelten Zustand die relative Phasenlage des Innenrotors zum Außenrotor auf einen Bereich zwischen der maximalen Früh- und der Verriegelungsposition beschränkt. Die andere Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung lässt im eingeriegelten Zustand eine Phasenlage zwischen der Verriegelungs- und der maximalen Spätposition zu. Alternativ dazu kann diese als Verriegelungselement ausgeführt sein, wobei ein Verriegelungsstift des Verriegelungselements in der Verriegelungsposition in eine dem Verriegelungsstift angepasste Aussparung oder ein Sackloch eingreift. Somit ist sichergestellt, dass der Innenrotor relativ zum Außenrotor in einer mittleren Phasenlage mechanisch fixiert werden kann.

Jede der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen kann durch Druckmittelbeaufschlagung von dem eingeriegelten in den entriegelten Zustand überführt werden. Dabei kommuniziert die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung, die die relative Rotation des Innenrotors zum Außenrotor im eingeriegelten Zustand auf einen Bereich zwischen der maximalen Früh- und der Verriegelungsposition beschränkt, mit einer Steuerleitung, wobei die andere Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung, beispielsweise über eine Wurmnut, mit zumindest einer der Druckkammern kommuniziert. Vorteilhafterweise ist die Steuerleitung separat zu den Druckmittelleitungen und den Druckmittelkanälen ausgeführt, die die Druckkammern mit Druck-

mittel versorgen. Somit können die Verriegelungszustände der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen unabhängig voneinander eingestellt werden. Da eine der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen über zumindest eine der Druckkammern mit Druckmittel versorgt wird, kann die Anzahl an Steuerstellungen, die am Steuerventil vorgesehen werden müssen, auf ein Minimum reduziert werden. Somit sinkt die Anzahl der zu ermittelnden Schaltpunkte, wodurch der Regelaufwand während des Betriebs der Brennkraftmaschine signifikant sinkt. Des Weiteren können die Bereiche der einzelnen Steuerstellungen des als Proportionalventil ausgeführten Steuerventils vergrößert werden, wodurch wiederum der Regelaufwand sinkt und die Funktionssicherheit vergrößert wird.

**[0018]** Durch die separate Ansteuerung einer der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung über eine Steuerleitung ist es weiterhin möglich die Vorrichtung während des Abstellvorgangs in einem definierten Intervall, welches die Verriegelungsposition beinhaltet, abzustellen. Bereits während des Abstellvorgangs oder alternativ während des Neustarts der Brennkraftmaschine gelangt der Innenrotor automatisch in die Verriegelungsposition, wobei die mechanische Verbindung zwischen den Rotoren mittels der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen hergestellt wird.

**[0019]** Da die Steuerleitung unabhängig von den die Vorrichtung versorgenden Druckmittelleitungen ausgebildet ist, können während der Startphase beide Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen mit dem Tank verbunden werden, wobei ein Druckmittelkanal weder mit dem Tank noch mit der Pumpe kommuniziert. So kann ein selbsttätiges Entriegeln der Vorrichtung unterbunden werden. Gleichzeitig kann das über das Steuerventil in die Druckmittelleitungen eintretende Leckageöl, durch eine geringe oszillierende Bewegung des Innenrotors relativ zum Außenrotor, angesaugt werden, wodurch eine ausreichende Versorgung der Vorrichtung mit Schmiermittel selbst während der Startphase gewährleistet ist. Die geringe oszillatorische Bewegung des Innenrotors zum Außenrotor resultiert aus den auf die Nockenwelle wirkenden Wechselmomenten in Kombination mit einem geringen Verriegelungsspiels der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0020]** 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 einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Ausführungsform einer Vorrichtung zur Veränderung der Steuerzeiten

- von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine incl. einem angeschlossenen Hydraulikkreislauf,
- Figur 2b einen Längsschnitt durch die Vorrichtung aus Figur 2a entlang der Linie II b-II b,
- Figur 2c einen Querschnitt durch die Vorrichtung aus Figur 2b entlang der Linie IIc-IIc,
- Figur 3 eine erste Steuerlogik eines Steuerventils der erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Figur 4 eine zweite Steuerlogik eines Steuerventils der erfindungsgemäßen Vorrichtung,
- Figur 5 ein Steuerventil zur Steuerung der erfindungsgemäßen Vorrichtung in perspektivischer Ansicht,
- Figur 6 einen Teillängsschnitt durch das Steuerventil aus Figur 5,
- Figur 6a-6g einen Längsschnitt durch die wesentlichen Teile des Steuerventils aus Figur 6 in dessen verschiedenen Steuerstellungen.

#### Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

**[0021]** 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.

**[0022]** Die Figuren 2a und 2b zeigen eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 im Quer- bzw. im Längsschnitt.

Die Vorrichtung 10 weist einen Außenrotor 22, einen 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, an dem Nabenelement 26 ausgebildeten, axial verlaufenden 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.

**[0023]** 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.

An einer äußeren Mantelfläche der Umfangswand 29 ist ein Kettenrad 21 angeordnet, 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 vorgesehen sein.

**[0024]** 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.

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.

**[0025]** Der Außenrotor 22 ist in einem definierten Winkelbereich drehbar zu dem Innenrotor 23 angeordnet. Der Winkelbereich wird in einer Drehrichtung des Außenrotors 22 dadurch begrenzt, dass jeder Flügel 27 an einer als Frühanschlag 34a ausgebildeter Begrenzungswand 34 des Druckraums 33 zum Anliegen kommt. 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. Alternativ kann eine Rotationsbegrenzungsvorrichtung vorgesehen sein, die den Drehwinkelbereich des Außenrotors 22 zum Innenrotor 23 begrenzt.

**[0026]** Durch Druckbeaufschlagung einer Gruppe von Druckkammern 35, 36 und Druckentlastung der anderen Gruppe kann die Phasenlage des Außenrotors 22 zum Innenrotor 23 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.

Zur Druckmittelzufuhr zu bzw. Druckmittelabfuhr von den Druckkammern 35, 36 ist ein Druckmittelsystem vorgesehen, welches eine nicht dargestellte Druckmittelpumpe, einen ebenfalls nicht dargestellten Tank, ein Steuerventil 37 und mehrere Druckmittelleitungen 38a, 38b, 38p umfasst. Von der Druckmittelpumpe gefördertes Druckmittel wird über die dritte Druckmittelleitung 38p dem Steuerventil 38 zugeführt. Je nach Steuerzustand des Steuerventils 37 wird die dritte Druckmittelleitung 38p mit der ersten Druckmittelleitung 38a, der zweiten Druckmittelleitung 38b oder mit beiden bzw. keiner der Druckmittelleitungen 38a, 38b verbunden.

Der Innenrotor 23 ist mit zwei Gruppen von Druckmittelkanälen 39a, 39b ausgebildet, wobei sich jeder Druckmittelkanal 39a, 39b von einer Innenmantelfläche einer Aufnahme 40 des Innenrotors 23 zu einer der Druckkammern 35, 36 erstreckt. Die erste Druckmittelleitung 38a kommuniziert mit den ersten Druckmittelkanälen 39a. Die zweite Druckmittelleitung 38b kommuniziert mit den zweiten Druckmittelkanälen 39b. Zu diesem Zweck kann beispielsweise ein Druckmittelverteiler vorgesehen sein, welcher in der Aufnahme 40 angeordnet ist. In einer alternativen Ausführungsform ist das Steuerventil 37 als Zentralventil ausgebildet und in der Aufnahme 40 angeordnet, wobei in diesem Fall das Steuerventil 37 die dritte Druckmittelleitung 38p direkt mit den Druckmittelkanälen 39a, 39b verbindet.

**[0027]** Um die Steuerzeiten (Öffnungs- und Schließzeitpunkte) der Gaswechselventile 9a, 9b in Richtung früh zu verschieben, wird das dem Steuerventil 37 über die dritte Druckmittelleitung 38p zugeführte Druckmittel über die ersten Druckmittelkanäle 39a und gegebenenfalls die erste Druckmittelleitung 38a zu der Gruppe der ersten Druckkammern 35 geleitet. Gleichzeitig gelangt Druckmittel aus der Gruppe der zweiten Druckkammern 36 über die zweiten Druckmittelkanäle 39b und gegebenenfalls die zweite Druckmittelleitung 38b zum Steuerventil 37 und wird in den Tank ausgestoßen. Dadurch werden die Flügel 27 in Richtung des Frühanschlags 34a verschoben, wodurch eine rotative Bewegung des Innenrotors 23 zum Außenrotor 22 in Drehrichtung der Vorrichtung 10 erreicht wird.

Um die Steuerzeiten der Gaswechselventile 9a, 9b in

Richtung spät zu verschieben, wird das dem Steuerventil 37 über die dritte Druckmittelleitung 38p zugeführte Druckmittel über die zweiten Druckmittelkanäle 39b und gegebenenfalls die zweite Druckmittelleitung 38b zu der Gruppe der zweiten Druckkammern 36 geleitet. Gleichzeitig gelangt Druckmittel aus der Gruppe der ersten Druckkammern 35 über die ersten Druckmittelkanäle 39a und gegebenenfalls die erste Druckmittelleitung 38a zum Steuerventil 37 und wird in den Tank ausgestoßen. Dadurch werden die Flügel 27 in Richtung des Spätanschlags 34a verschoben, wodurch eine rotative Bewegung des Innenrotors 23 zum Außenrotor 22 entgegen der Drehrichtung der Vorrichtung 10 erreicht wird.

Um die Steuerzeiten konstant zu halten wird die Druckmittelzufuhr zu sämtlichen Druckkammern 35, 36 entweder unterbunden oder zugelassen. Dadurch werden die Flügel 27 innerhalb der jeweiligen Druckräume 33 hydraulisch eingespannt, und somit eine rotative Bewegung des Innenrotors 23 zum Außenrotor 22 verhindert.

**[0028]** 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 ist in einem der Rotoren 22, 23 ein Verriegelungsstift angeordnet, während in dem anderen Rotor 22, 23 eine Kulisse ausgebildet ist. Befindet sich der Innenrotor 23 in einer definierten Phasenlage (Verriegelungsposition) zum Außenrotor 22, so kann der Verriegelungsstift in die Kulisse eingreifen und somit eine mechanische drehfeste Verbindung zwischen den beiden Rotoren 22, 23 herstellen. Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt die Verriegelungsposition so zu wählen, dass die Flügel 27 im verriegelten Zustand der Vorrichtung 10 sich in einer Position zwischen dem Frühanschlag 34a und dem Spätanschlag 34b befinden. Ein derartiger Verriegelungsmechanismus 41 ist in Figur 2c 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 2c 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 Kulisse 45 ausgebildeten Anschlag an, wodurch ein weiteres Verstellen in Richtung früherer Steuerzeiten verhindert wird.

Analog ist die Kulisse 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.

**[0029]** 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.

In der dargestellten Ausführungsform ist vorgesehen, die Kulisse 45 der ersten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 42, welche im eingeriegelten Zustand die Drehung des Innenrotors 23 zum Außenrotor 22 an der Verriegelungsposition in Richtung Früh verhindert, über eine der ersten Druckkammern 35 und eine Verbindungsleitung 47 mit Druckmittel zu versorgen. Die Kulisse 45 der zweiten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 43 kann über die Steuerleitung 48 und den Kanal 49 mit Druckmittel beaufschlagt werden. Dabei ist vorgesehen, dass das Steuerventil 37 sowohl die Druckmittelströme zu und von den ersten und zweiten Druckkammern 35, 36, als auch zu und von der Steuerleitung 48 regelt.

**[0030]** Ein derartiges Steuerventil 37 ist in den Figuren 5 und 6 dargestellt. Das Steuerventil 37 besteht aus einer Stelleinheit 50 und einem Hydraulikabschnitt 51. Der Hydraulikabschnitt 51 besteht aus einem Ventilgehäuse 52 einer Zwischenhülse 53 und einem Steuerkolben 54. An dem Ventilgehäuse 52 ist ein erster Arbeitsanschluss A, ein zweiter Arbeitsanschluss B, ein Zulaufanschluss P, ein Steueranschluss S, ein axialer und ein radialer Ablaufanschluss T ausgebildet. Der erste Arbeitsanschluss A kommuniziert mit der ersten Druckmittelleitung 38a. Der zweite. Arbeitsanschluss B kommuniziert mit der zweiten Druckmittelleitung 38b. Der Zulaufanschluss P kommuniziert mit der dritten Druckmittelleitung 38p. Der Steueranschluss S kommuniziert mit der Steuerleitung 48. Über die Ablaufanschlüsse T kann Druckmittel in einen nicht dargestellten Tank abfließen.

**[0031]** Die Zwischenhülse 53 ist innerhalb des Ventilgehäuses 52, ortsfest zu diesem angeordnet. An deren

Außenmantelfläche sind eine Arbeitsnut 56, eine Steuernut 57, fünf Arbeitsöffnungen 56a-e und drei Steueröffnungen 57a-c ausgebildet. Die Arbeitsnut 56 und die Steuernut 57 erstrecken sich in Umfangsrichtung der Zwischenhülse 53 in jeweils einem definierten Winkelintervall, wobei die beiden Nuten 56, 57 hydraulisch voneinander getrennt sind. Die Arbeitsanschlüsse A, B und der Zulaufanschluss P sind als Radialöffnungen im Ventilgehäuse 52 ausgebildet, wobei die Radialöffnungen ausschließlich im Bereich des von der Arbeitsnut 56 eingenommenen Winkelsegments ausgebildet sind. Gleichermaßen ist der Steueranschluss S mittels einer oder mehrerer Radialöffnungen realisiert, die ausschließlich im Bereich des von der Steuernut 57 eingenommenen Winkelsegments ausgebildet sind.

Die Arbeitsöffnung 56a-e kommunizieren einerseits mit dem Inneren der Zwischenhülse 53 und andererseits mit dem ersten Arbeitsanschluss A (erste Arbeitsöffnung 56a), dem Zulaufanschluss P (zweite Arbeitsöffnung 56b), der Arbeitsnut 56 (dritte und vierte Arbeitsöffnung 56c,d) bzw. dem radialen Tankanschluss T (fünfte Arbeitsöffnung 56e). Die Arbeitsnut 56 kommuniziert zusätzlich mit dem zweiten Arbeitsanschluss B. Weiterhin kann vorgesehen sein weitere Nuten in der Außenmantelfläche der Zwischenhülse 53 auszubilden, welche die erste, die zweite oder die fünfte Arbeitsöffnung 56 a,b,e mit dem jeweiligen Anschluss A, P, T verbindet.

Die Steueröffnungen 57a-c kommunizieren einerseits mit dem inneren der Zwischenhülse 53 und andererseits mit der Steuernut 57, die wiederum mit dem Steueranschluss S kommuniziert.

**[0032]** Der Steuerkolben 54 ist im Wesentlichen hohlzylindrisch ausgeführt und innerhalb der Zwischenhülse 53 angeordnet, wobei dieser durch die Stelleinheit 50 entgegen der Kraft einer Feder 55 in axialer Richtung relativ zu der Zwischenhülse 53 und dem Ventilgehäuse 52 verschiebbar ist. Der Steuerkolben 54 weist drei Ringnuten 58a-c, erste und zweite Öffnungen 59a,b auf.

**[0033]** Die Stelleinheit 50 kann beispielsweise als elektrische Stelleinheit ausgebildet sein, wobei ein magnetisierter Anker innerhalb einer Spule angeordnet ist. Durch Bestromen der Spule kann der Anker innerhalb in axialer Richtung verschoben werden. Über eine Stößelstange 50a kann diese Bewegung auf den Steuerkolben 54 übertragen werden.

**[0034]** Durch axiales Verschieben des Steuerkolbens 54 innerhalb der Zwischenhülse 53 können die Arbeitsanschlüsse A, B und der Steueranschluss S wahlweise mit dem Zulaufanschluss P, dem Ablaufanschluss T oder keinem von beiden verbunden werden.

**[0035]** In Figur 3 ist eine Steuerlogik des in Figur 5 bzw. Figur 6 dargestellten Steuerventils 37 dargestellt. Dabei sind die Verbindungen des ersten Arbeitsanschlusses A, des zweiten Arbeitsanschlusses B und des Steueranschlusses S mit der Druckmittelpumpe bzw. dem Tank in Abhängigkeit von der Erregung der Stelleinheit 50 bzw. der axialen Auslenkung D des Steuerkolbens 54 innerhalb der Zwischenhülse 53 dargestellt. Die

Steuerlogik lässt sich in sieben Steuerstellungen unterteilen. Dabei durchläuft das Steuerventil 37 mit zunehmender Erregung der Stelleinheit 50 (axialer Verschiebung des Steuerkolbens 54) die Steuerstellungen in der Reihenfolge Startstellung S1, Entriegelstellung S2, Nacheilstellung, S3, erste Zwischenstellung S4, Haltestellung S5, zweite Zwischenstellung S6 und Voreilstellung S7. Die Stellungen des Steuerkolbens 54 relativ zum Ventilgehäuse 52 bzw. der Zwischenhülse 53 in den verschiedenen Steuerstellungen S1-S7 sind in den Figuren 6a-g dargestellt.

**[0036]** In der Startstellung S1 (Figur 6a), die das Steuerventil 37 bei unerregter Stelleinheit 50 einnimmt, ist der erste Arbeitsanschluss A (über die erste Arbeitsöffnung 56a) und der Steueranschluss S (über die erste Steueröffnung 57a) mit dem axialen Ablaufanschluss T verbunden. Somit wird Druckmittel aus den ersten Druckkammern 35, und damit aus der ersten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 42, und von der zweiten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 43 zum Tank abgeführt. Der zweite Arbeitsanschluss B ist verschlossen (weder mit dem Zu- noch mit dem Ablaufanschluss P, T verbunden). Beim Übergang von der Startstellung S1 zu einer Entriegelstellung S2 (Figur 6b) wird der Steueranschluss S (über die zweite Arbeitsöffnung 56b, die erste Ringnut 58a, die erste Öffnung 59a, das Innere des Steuerkolbens 54, die zweite Öffnung 59b, die dritte Ringnut 58c, die zweite Steueröffnung 57b und die Steuernut 57) mit der Pumpe verbunden. Der erste Arbeitsanschluss A kommuniziert weiterhin mit dem axialen Ablaufanschluss T, während der zweite Arbeitsanschluss B weiterhin verschlossen ist (analog zu Figur 6a).

In der sich daran anschließenden Nacheilstellung S3 (Figur 6c) ist der zweite Arbeitsanschluss B (über die zweite Arbeitsöffnung 56b, die zweite Ringnut 58b, die dritte Arbeitsöffnung 56c und die Arbeitsnut 56), sowie der Steueranschluss S mit dem Zulaufanschluss P verbunden (analog Figur 6b), wobei der erste Arbeitsanschluss A mit dem axialen Ablaufanschluss T verbunden ist (analog Figur 6a).

In der ersten Zwischenstellung S4 (Figur 6d) ist der erste Arbeitsanschluss A verschlossen, während der zweite Arbeitsanschluss B und der Steueranschluss S mit dem Zulaufanschluss P verbunden sind (analog Figur 6c).

In der Haltestellung S5 (Figur 6e) sind beide Arbeitsanschlüsse A, B und der Steueranschluss S verschlossen. In der zweiten Zwischenstellung S6 (Figur 6f) ist der erste Arbeitsanschluss A (über die zweite Arbeitsöffnung 56b, die erste Ringnut 58a und die erste Arbeitsöffnung 56a) mit dem Zulaufanschluss P verbunden, während der zweite Arbeitsanschluss B und der Steueranschluss S verschlossen sind (analog Figur 6e).

In der sich daran anschließenden Voreilstellung S7 (Figur 6g) ist der zweite Arbeitsanschluss B, sowie der Steueranschluss S (über die vierte Arbeitsöffnung 56d bzw. die dritte Steueröffnung 57c, das Innere der Zwischenhülse 53 und die fünften Arbeitsöffnung 56e), mit dem radialen Ablaufanschluss T und der erste Arbeitsan-

schluss A mit dem Zulaufanschluss P verbunden (analog Figur 6f).

**[0037]** Während der Startphase der Brennkraftmaschine 1 befindet sich das Steuerventil 37 in der Startstellung S1. In dieser Phase ist die hydraulische Einspannung der Flügel 27 innerhalb der Druckräume 33 auf Grund zu geringen Systemdrucks im Allgemeinen nicht gewährleistet. Aus diesem Grund wird der Innenrotor 23 gegenüber dem Außenrotor 22 oszillatorische Bewegungen in Umfangsrichtung durchführen. Diese Oszillationen werden durch die auf die Nockenwelle 6, 7 wirkenden Wechsellmomente hervorgerufen, wobei die Oszillationen selbst im verriegelten Zustand der Vorrichtung 10 auftreten. Dabei ist deren Amplitude durch das Verriegelungsspiel bestimmt. Die Oszillationen haben eine Pumpwirkung zur Folge, wodurch in den Druckmittelkanälen 39a,b bzw. den Druckmittelleitungen 38a,b vorhandenes Restöl in die Druckkammern 35, 36 gefördert werden kann. Dabei können innerhalb der Vorrichtung 10 Druckwerte erreicht werden, die ausreichen um die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 in den entriegelten Zustand zu überführen.

Durch die Verbindung des ersten Arbeitsanschlusses A und des Steueranschlusses S mit dem Tank wird dies verhindert. Die ersten Druckkammern 35, die korrespondierenden Druckmittelkanäle 39a, die erste Druckmittelleitung 38a und die Steuerleitung 48 werden entleert und somit ein Druckaufbau, und damit die ungewollte Selbstentriegelung während der Startphase, in den Kulissen 45 der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 verhindert.

**[0038]** Da in der Startstellung S1 der zweite Arbeitsanschluss B verschlossen ist, werden die zweiten Druckkammern 36 nicht mit Druckmittel beaufschlagt. Dadurch wird verhindert, dass der Verriegelungsstift 44 der zweiten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 43 gegen das Ende der Kulissee 45 gedrängt wird, was zu einem Verklemmen führen könnte. Andererseits wird verhindert, dass das Druckmittel in den zweiten Druckmittelkanälen 39b zum Tank abfließen kann. So ist sichergestellt, dass durch die Oszillationen der Flügel 27 geringe Mengen von Druckmittel in die zweiten Druckkammern 36 gefördert werden, wodurch die Vorrichtung 10 ausreichend mit Schmiermittel versorgt wird.

**[0039]** Nach Ablauf einer definierten Zeitspanne, nach der der Startvorgang vollständig beendet ist, oder wenn ein ausreichendes Druckniveau im Schmiermittelkreislauf der Brennkraftmaschine 1 detektiert wird, und die Motorsteuerung eine Phasenänderung vorgibt, geht die Vorrichtung 10 in einen geregelten Zustand über, bis der Druck in dem Schmiermittelkreislauf wieder unter ein vorgegebenes Niveau fällt. Zu diesem Zweck wird die Stelleinheit 50 des Steuerventils 37 derart bestromt, dass dieses über die Entriegelstellung S2 in die Steuerstellungen S3 bis S7 gelangt und je nach Vorgabe des Phasenwinkels durch die Motorsteuerung in eine dieser Steuerstellungen S3-S7 geregelt wird.

**[0040]** Während das Steuerventil 37 die Entriegelstel-



lung S2 einnimmt, wird im Unterschied zur Startstellung S1 der Steueranschluss S mit Druckmittel beaufschlagt und somit die zweite Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 43 in den entriegelten Zustand überführt. Dabei wird keine der Druckkammern 35, 36 mit Druck beaufschlagt, wodurch ein Verkleben des Verriegelungsstiftes 44 der zweiten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 43 in dessen Kulisse 45 verhindert wird.

**[0041]** Abhängig von den aktuellen Soll- bzw. Istwerten der Phasenlage nimmt das Steuerventil 37 im geregelten Zustand der Vorrichtung 10 die Steuerstellungen S3-S7 ein. Wird vom Motorsteuergerät eine Verschiebung der Phasenlage in Richtung späterer Einlasszeiten vorgegeben, so wird das Steuerventil 37 derart bestromt, dass dieses die Nacheinstellung S3 einnimmt. In dieser Stellung sind die ersten Druckkammern 35 mit dem Tank und die zweiten Druckkammern 36 mit der Pumpe verbunden. Gleichzeitig wird Druckmittel zur Kulisse 45 der zweiten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 43 geleitet. Der Verriegelungsstift 44 der zweiten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 43 wird im entriegelten Zustand gehalten, während die Druckmittelbeaufschlagung der zweiten Druckkammern 36 bei gleichzeitiger Entleerung der ersten Druckkammern 35 zu einer Verdrehung des Innenrotors 23 relativ zum Außenrotor 22 entgegen der Drehrichtung der Vorrichtung 10 führt. Gibt das Motorsteuergerät vor die Phasenlage des Innenrotors 23 relativ zum Außenrotor 22 zu halten, so wird das Steuerventil 37 in die Haltestellung S5 überführt. In dieser Stellung findet kein Druckmittelaustausch zwischen den Druckkammern 35, 36 und der Kulisse 45 der zweiten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 43 mit dem Tank oder der Druckmittelpumpe statt. Die Flügel 27 werden hydraulisch im Druckraum 33 eingespannt und die Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 in der entriegelten Lage gehalten.

**[0042]** Gibt das Motorsteuergerät frühere Steuerzeiten vor, so wird das Steuerventil 37 in die Voreinstellung S7 gebracht. In dieser Steuerstellung wird den ersten Druckkammern 35 Druckmittel zugeführt, während sowohl von der Kulisse 45 der zweiten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 43 als auch von den zweiten Druckkammern 36 Druckmittel zum Tank abgeführt wird. Als Folge wird eine Relativverdrehung des Innenrotors 23 zum Außenrotor 22 in Drehrichtung der Vorrichtung 10 bewirkt. Zusätzlich kann der Verriegelungsstift 44 der zweiten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 43 in die korrespondierende Kulisse 45 eingreifen, wenn sich diese gegenüberstehen.

**[0043]** In den Zwischenstellungen S4 und S6 wird jeweils eine Gruppe der Druckkammer 35, 36 mit Druckmittel beaufschlagt, während kein Druckmittelaustausch zwischen der anderen Gruppe von Druckkammern 35, 36 und der Pumpe und dem Tank stattfindet. Dadurch wird erreicht, dass während der Einnahme der Haltestellung S5 bzw. deren Verlassen die hydraulische Einspannung der Flügel 27 innerhalb der Druckräume 33 erhalten bleibt.

**[0044]** Während der Stoppphase der Brennkraftmaschine 1 wird das Steuerventil 37 in die Voreinstellung S7 überführt und eine definierte Zeitspanne über deren Stillstand hinaus in dieser gehalten. Dadurch wird Druckmittel zu den ersten Druckkammern 35 geleitet, während Druckmittel aus den zweiten Druckkammern 36 zum Tank abfließen kann. Dies bewirkt eine Relativverdrehung des Innenrotors 23 zum Außenrotor 22, wobei der Innenrotor 23 in eine Stellung zwischen der Verriegelungsposition und der maximalen Frühposition gelangt. Gleichzeitig wird der Steueranschluss S und damit die Kulisse 45 der zweiten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 43 mit dem Tank verbunden, wodurch die zweite Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 43 in den entriegelten Zustand überführt wird. Dadurch ist gewährleistet, dass der Innenrotor 23 während des gesamten Stoppvorgangs und der Betriebspause der Brennkraftmaschine 1 in eine Stellung zwischen der Verriegelungsposition und der maximalen Frühposition verstellt und anschließend in dieser gehalten wird.

In der letzten Phase des Motorstopps, in der die Vorrichtung 10 nicht mehr ausreichend mit Druckmittel versorgt wird, wird der Innenrotor 23, aufgrund der auf die Nockenwelle 6, 7 wirkenden Schleppmomente, relativ zum Außenrotor 22 in Richtung der maximalen Spätposition verdreht. Diese Bewegung wird durch die eingeriegelte zweite Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 43 an der Verriegelungsposition gestoppt. Aufgrund des fehlenden Systemdrucks wird die erste Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 42 in dieser Position ebenfalls in den eingeriegelten Zustand überführt, wodurch eine mechanische Festsetzung des Innenrotors 22 relativ zum Außenrotor 23 in der Verriegelungsposition hergestellt ist.

Alternativ dazu kann dieser Vorgang während der Startphase der Brennkraftmaschine 1 erfolgen, in der das Steuerventil 37 die Startstellung S1 einnimmt. In dieser Stellung werden die ersten Druckkammern 35 und die mit dieser verbundenen Kulisse 45 der ersten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 42 mit dem Tank verbunden. Der Innenrotor 22 wird auf Grund der auf die Nockenwelle 6, 7 wirkenden Schleppmomente in die Verriegelungsposition gedrängt, in der die erste Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 42 in den eingeriegelten Zustand übergehen kann.

**[0045]** Während des geregelten Betriebs der Vorrichtung 10 (Steuerzustände S3-S7) ist aufgrund der in Figur 3 dargestellten Steuerlogik gewährleistet, dass sich bei Beaufschlagung einer Gruppe von Druckkammern 35, 36 die zugehörige Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung 42, 43 im entriegelten Zustand befindet. Somit ist ein sicheres Verstellen der Vorrichtung 10 über die Verriegelungsposition hinaus gewährleistet.

**[0046]** Durch die getrennte Ansteuerung der Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen 42, 43 existiert nur eine geringe Zahl von Umschaltpunkten in der Steuerlogik, die in dem Motorsteuergerät abgelegt sind oder von diesem ermittelt werden müssen. Gleichzeitig vergrößern sich die Bereiche der einzelnen Steuerstellungen S1-S7,

wodurch die Regelung des Steuerventils 37 erheblich vereinfacht und die Fehleranfälligkeit verringert wird.

[0047] Figur 4 zeigt eine zu der in Figur 3 gezeigten Steuerlogik alternative Steuerlogik, wobei der einzige Unterschied darin besteht, dass die Reihenfolge der Steuerstellungen S1-S7 vertauscht sind. Die Startstellung S1 wird in dieser Ausführung bei maximal erregter Stelleinheit 50 eingenommen, während die Voreilstellung S7 bei nicht erregter Stelleinheit 50 eingenommen wird.

Bezugszeichen

[0048]

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

48	Steuerleitung
49	Kanal
50	Stelleinheit
50a	Stößelstange
5	51 Hydraulikabschnitt
52	Ventilgehäuse
53	Zwischenhülse
54	Steuerkolben
55	Feder
10	56 Arbeitsnut
56a	erste Arbeitsöffnung
56b	zweite Arbeitsöffnung
56c	dritte Arbeitsöffnung
56d	vierte Arbeitsöffnung
15	56e fünfte Arbeitsöffnung
57	Steuernut
57a	erste Steueröffnung
57b	zweite Steueröffnung
57c	dritte Steueröffnung
20	58a erste Ringnut
58b	zweite Ringnut
58c	dritte Ringnut
59a	erste Öffnung
59b	zweite Öffnung
25	A erster Arbeitsanschluss
B	zweiter Arbeitsanschluss
P	Zulaufanschluss
T	Ablaufanschluss
S	Steueranschluss
30	D Auslenkung
S1	Startstellung
S2	Entriegelstellung
S3	Nacheilstellung
35	S4 erste Zwischenstellung
S5	Haltestellung
S6	zweite Zwischenstellung
S7	Voreilstellung

40  
**Patentansprüche**

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

- einem Außenrotor (22) und einem relativ zu diesem drehbar angeordneten Innenrotor (23), wobei eines der Bauteile in Antriebsverbindung mit einer Kurbelwelle (2) und das andere Bauteil in Antriebsverbindung mit einer Nockenwelle (6, 7) steht,
- wobei zumindest ein Druckraum (33) vorgesehen und jeder Druckraum (33) in zwei gegeneinander wirkende Druckkammern (35, 36) unterteilt ist,
- wobei eine der Druckkammern (35, 36) jedes Druckraums (33) als Voreilund die andere

- Druckkammer (35, 36) als Nacheilkammer wirkt,
- wobei durch Druckmittelzufuhr zu den Voreilkammern, bei gleichzeitigem Druckmittelabfluss von den Nacheilkammern, der mit der Nockenwelle (6, 7) zusammenwirkende Rotor (22, 23) relativ zu dem mit der Kurbelwelle (2) zusammenwirkenden Rotor (22, 23) in Richtung einer maximalen Frühposition verdreht wird,
  - wobei durch Druckmittelzufuhr zu den Nacheilkammern, bei gleichzeitigem Druckmittelabfluss von den Voreilkammern, der mit der Nockenwelle (6, 7) zusammenwirkende Rotor (22, 23) relativ zu dem mit der Kurbelwelle (2) zusammenwirkenden Rotor (22, 23) in Richtung einer maximalen Spätposition verdreht wird,
  - wobei zumindest ein erster und ein zweiter Druckmittelkanal (39a, 39b) vorgesehen sind, über die den Druckkammern (35, 36) Druckmittel zugeführt, bzw. von diesen abgeführt werden kann,
  - wobei zumindest zwei Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen (42, 43) vorgesehen sind,
  - wobei jede Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (42, 43) einen entriegelten und einen eingeriegelten Zustand einnehmen kann, wobei der Verriegelungszustand durch Druckmittelzufuhr zu bzw. Druckmittelabfuhr von der jeweiligen Drehwinkelbegrenzungsvorrichtungen (42, 43) eingestellt werden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass**
  - der Verriegelungszustand der ersten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (42) ausschließlich über den in zumindest einer der Druckkammern (35, 36) herrschenden Druck gesteuert wird und
  - dass der Verriegelungszustand der zweiten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (43) mittels einer separaten Steuerleitung (48) gesteuert wird,
  - wobei die Steuerleitung (48) weder mit den Druckmittelkanälen (39a, 39b) noch mit den Druckkammern (35, 36) kommuniziert.
2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (42) über eine Verbindungsleitung (47) mit zumindest einer der Druckkammern (35, 36) oder mit einem der Druckmittelkanäle (39a, 39b) kommuniziert.
3. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verriegelungszustand der ersten Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (42) ausschließlich über den in einer oder mehreren Voreilkammern herrschenden Druck gesteuert wird.
4. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei eingeriegelter erster und zweiter Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (42, 43)
- der Innenrotor (23) relativ zum Außenrotor (22) in einer Verriegelungsposition fixiert ist.
5. Vorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (43) im eingeriegelten Zustand eine Phasenlage des mit der Nockenwelle (6, 7) zusammenwirkenden Rotors (22, 23) relativ zu dem mit der Kurbelwelle (2) zusammenwirkenden Rotor (22, 23) auf einen Winkelbereich zwischen der maximalen Frühposition und der Verriegelungsposition beschränkt.
6. Vorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (42) in dem eingeriegelten Zustand die Drehung des mit der Nockenwelle (6, 7) zusammenwirkenden Rotors (22, 23) relativ zu dem mit der Kurbelwelle (2) zusammenwirkenden Rotor (22, 23) bei Einnahme der Verriegelungsposition in Richtung der maximalen Frühposition verhindert.
7. Vorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Drehwinkelbegrenzungsvorrichtung (42) im eingeriegelten Zustand die Phasenlage des mit der Nockenwelle (6, 7) zusammenwirkenden Rotors (22, 23) relativ zu dem mit der Kurbelwelle (2) zusammenwirkenden Rotor (22, 23) auf einen Winkelbereich zwischen der maximalen Spätposition und der Verriegelungsposition beschränkt.
8. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Steuerventil (37) vorgesehen ist, das die Druckmittelzufuhr zu und den Druckmittelabfluss von den Druckmittelkanälen (39a, 39b) und der Steuerleitung (48) steuert.
9. Vorrichtung (10) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (37) zwei Arbeitsanschlüsse (A, B) aufweist, wobei der erste Arbeitsanschluss (A) mit den ersten Druckkammern (35) und der zweite Arbeitsanschluss (B) mit den zweiten Druckkammern (36) kommuniziert und wobei die Steuerleitung (48) ventiltseitig ausschließlich mit einem separat zu den Arbeitsanschlüssen (A, B) ausgebildeten Steueranschluss (S) kommuniziert.

## 50 Claims

1. Device (10) for the variable setting of the control times of gas exchange valves (9a, 9b) of an internal combustion engine (1), with
- an outer rotor (22) and an inner rotor (23) arranged rotatably in relation to the latter, one of the components being drive-connected to a

crankshaft (2) and the other component being drive-connected to a camshaft (6, 7),

- at least one pressure space (33) being provided, and each pressure space (33) being subdivided into two pressure chambers (35, 36) acting in opposition to one another,
- one of the pressure chambers (35, 36) of each pressure space (33) acting as a leading chamber and the other pressure chamber (35, 36) acting as a trailing chamber,
- by the supply of pressure medium to the leading chambers, at the same time with the outflow of pressure medium from the trailing chambers, the rotor (22, 23) which cooperates with the camshaft (6, 7) being rotated in the direction of a maximum advanced position in relation to the rotor (22, 23) which cooperates with the crankshaft (2),
- by the supply of pressure medium to the trailing chambers, at the same time with the outflow of pressure medium from the leading chambers, the rotor (22, 23) which cooperates with the camshaft (6, 7) being rotated in the direction of a maximum retarded position in relation to the rotor (22, 23) which cooperates with the crankshaft (2),
- at least a first and a second pressure-medium duct (39a, 39b) being provided, via which pressure medium can be supplied to the pressure chambers (35, 36) or can be discharged from these,
- at least two rotary-angle limitation devices (42, 43) being provided,
- each rotary-angle limitation device (42, 43) being capable of assuming an unlocked or a locked state, the locking state being capable of being set by the supply of pressure medium to or the discharge of pressure medium from the respective rotary-angle limitation devices (42, 43),

#### characterized in that

- the locking state of the first rotary-angle limitation device (42) is controlled solely via the pressure prevailing in at least one of the pressure chambers (35, 36), and **in that**
- the locking state of the second rotary-angle limitation device (43) is controlled by means of a separate control line (48),
- the control line (48) not communicating either with the pressure-medium ducts (39a, 39b) or with the pressure chambers (35, 36).

2. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** the first rotary-angle limitation device (42) communicates via a connecting line (47) with at least one of the pressure chambers (35, 36) or with one of the pressure-medium ducts (39a, 39b).

3. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** the locking state of the first rotary-angle limitation device (42) is controlled solely via the pressure prevailing in one or more leading chambers.

4. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that**, with the first and the second rotary-angle limitation device (42, 43) being locked, the inner rotor (32) is fixed in a locking position in relation to the outer rotor (22).

5. Device (10) according to Claim 4, **characterized in that**, in the locked state, the second rotary-angle limitation device (43) restricts a phase position of the rotor (22, 23) which cooperates with the camshaft (6, 7) in relation to the rotor (22, 23) which cooperates with the crankshaft (2) to an angular range between the maximum advanced position and the locking position.

6. Device (10) according to Claim 4, **characterized in that**, in the locked state, the first rotary-angle limitation device (42) prevents the rotation of the rotor (22, 23) which cooperates with the camshaft (6, 7) in relation to the rotor (22, 23) which cooperates with the crankshaft (2) in the direction of the maximum advanced position when the locking position is assumed.

7. Device (10) according to Claim 4, **characterized in that**, in the locked state, the first rotary-angle limitation device (42) restricts the phase position of the rotor (22, 23) which cooperates with the camshaft (6, 7) in relation to the rotor (22, 23) which cooperates with the crankshaft (2) to an angular range between the maximum retarded position and the locking position.

8. Device (10) according to Claim 1, **characterized in that** a control valve (37) is provided, which controls the supply of pressure medium to and the outflow of pressure medium from the pressure-medium ducts (39a, 39b) and the control line (48).

9. Device (10) according to Claim 8, **characterized in that** the control valve (37) has two working connections (A, B), the first working connection (A) communicating with the first pressure chambers (35) and the second working connection (B) communicating with the second pressure chambers (36), and the control line (48) communicating on the valve side solely with a control connection (S) formed separately from the working connections (A, B).

#### Revendications

1. Dispositif (10) pour l'ajustement variable des temps

de commande de soupapes d'échange gazeux (9a, 9b) d'un moteur à combustion interne (1), comprenant :

- un rotor extérieur (22) et un rotor intérieur (23) 5  
disposé de manière rotative par rapport à celui-ci, l'un des composants étant en liaison d'entraînement avec un vilebrequin (2) et l'autre composant étant en liaison d'entraînement avec un arbre à cames (6, 7), 10
- au moins un espace de pression (33) étant prévu et chaque espace de pression (33) étant divisé en deux chambres de pression (35, 36) agissant l'une contre l'autre, 15
- l'une des chambres de pression (35, 36) de chaque espace de pression (33) agissant en tant que chambre d'avance et l'autre chambre de pression (35, 36) agissant en tant que chambre de retard, 20
- du fait de l'alimentation en fluide sous pression aux chambres d'avance, dans le cas d'une évacuation simultanée du fluide de pression des chambres de retard, le rotor (22, 23) coopérant avec l'arbre à cames (6, 7) tournant dans la direction d'une position d'avance maximale par rapport au rotor (22, 23) coopérant avec le vilebrequin (2), 25
- du fait de l'alimentation en fluide sous pression aux chambres de retard, dans le cas d'une évacuation simultanée du fluide de pression des chambres d'avance, le rotor (22, 23) coopérant avec l'arbre à cames (6, 7) tournant dans la direction d'une position de retard maximale par rapport au rotor (22, 23) coopérant avec le vilebrequin (2), 30
- au moins un premier et un deuxième canal de fluide sous pression (39a, 39b) étant prévus, par le biais desquels du fluide sous pression peut être acheminé aux chambres de pression (35, 36) ou évacué de celles-ci, 35
- au moins deux dispositifs de limitation de l'angle de rotation (42, 43) étant prévus, 40
- chaque dispositif de limitation de l'angle de rotation (42, 43) pouvant adopter un état déverrouillé et un état verrouillé, l'état de verrouillage pouvant être ajusté par apport de fluide sous pression ou évacuation de fluide sous pression vers ou depuis les dispositifs de limitation de l'angle de rotation respectifs (42, 43), 45

#### caractérisé en ce que

- l'état de verrouillage du premier dispositif de limitation de l'angle de rotation (42) est commandé exclusivement par le biais de la pression régnant dans au moins l'une des chambres de pression (35, 36) et 55
- **en ce que** l'état de verrouillage du deuxième

dispositif de limitation de l'angle de rotation (43) est commandé au moyen d'une conduite de commande séparée (48),

- la conduite de commande (48) ne communiquant ni avec les canaux de fluide sous pression (39a, 39b) ni avec les chambres de pression (35, 26).

2. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier dispositif de limitation de l'angle de rotation (42) communique par le biais d'une conduite de connexion (47) avec au moins l'une des chambres de pression (35, 36) ou avec l'un des canaux de fluide sous pression (39a, 39b).
3. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'état de verrouillage du premier dispositif de limitation de l'angle de rotation (42) est commandé exclusivement par le biais de la pression régnant dans une ou plusieurs chambres d'avance.
4. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** dans le cas où le premier et le deuxième dispositif de limitation de l'angle de rotation (42, 43) sont verrouillés, le rotor intérieur (23) est fixé dans une position de verrouillage par rapport au rotor extérieur (22).
5. Dispositif (10) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le deuxième dispositif de limitation de l'angle de rotation (43) limite dans l'état verrouillé une position de phase du rotor (22, 23) coopérant avec l'arbre à cames (6, 7) par rapport au rotor (22, 23) coopérant avec le vilebrequin (2) à une plage angulaire entre la position d'avance maximale et la position de verrouillage.
6. Dispositif (10) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le premier dispositif de limitation de l'angle de rotation (42) dans l'état verrouillé, empêche la rotation dans la direction de la position d'avance maximale du rotor (22, 23) coopérant avec l'arbre à cames (6, 7) par rapport au rotor (22, 23) coopérant avec le vilebrequin (2), lorsque la position de verrouillage est adoptée.
7. Dispositif (10) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le premier dispositif de limitation de l'angle de rotation (42), dans l'état verrouillé, limite la position de phase du rotor (22, 23) coopérant avec l'arbre à cames (6, 7) par rapport au rotor (22, 23) coopérant avec le vilebrequin (2), à une plage angulaire entre la position de retard maximale et la position de verrouillage.
8. Dispositif (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on prévoit une soupape de commande (37) qui commande l'alimentation et l'évacuation de

fluide sous pression vers et depuis les canaux de fluide sous pression (39a, 39b) et la conduite de commande (48).

9. Dispositif (10) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la soupape de commande (37) présente deux raccords de travail (A, B), le premier raccord de travail (A) communiquant avec les premières chambres de pression (35) et le deuxième raccord de travail (B) communiquant avec les deuxièmes chambres de pression (36) et la conduite de commande (48) communiquant du côté de la soupape exclusivement avec un raccord de commande (S) réalisé séparément des raccords de travail (A, B).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

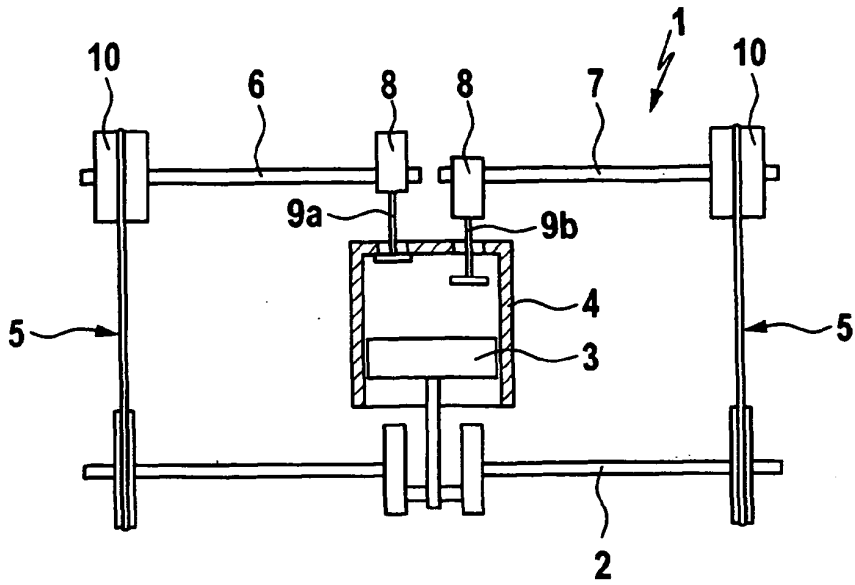
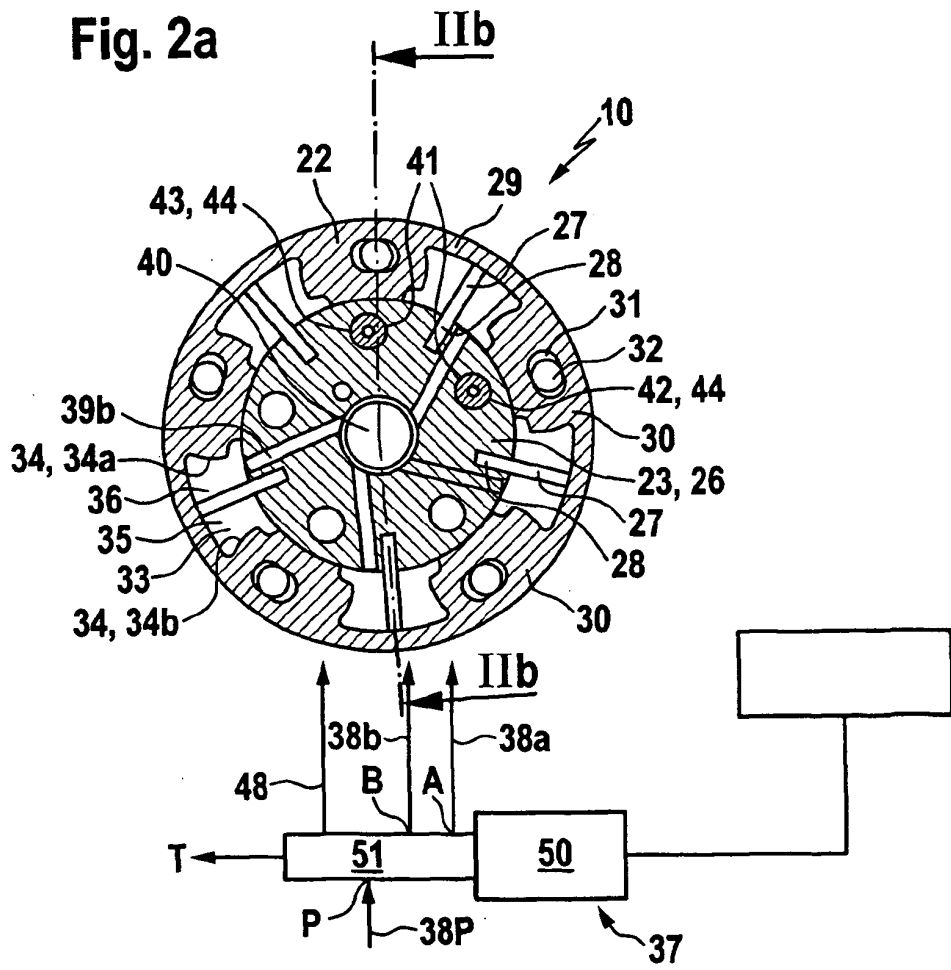
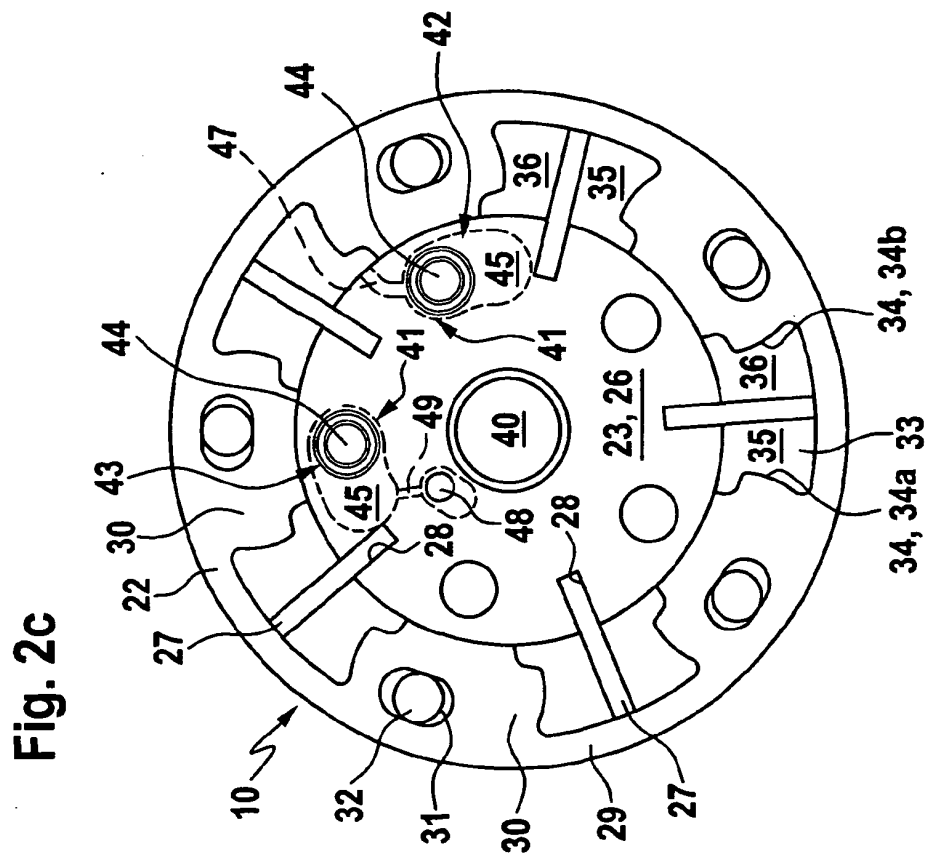
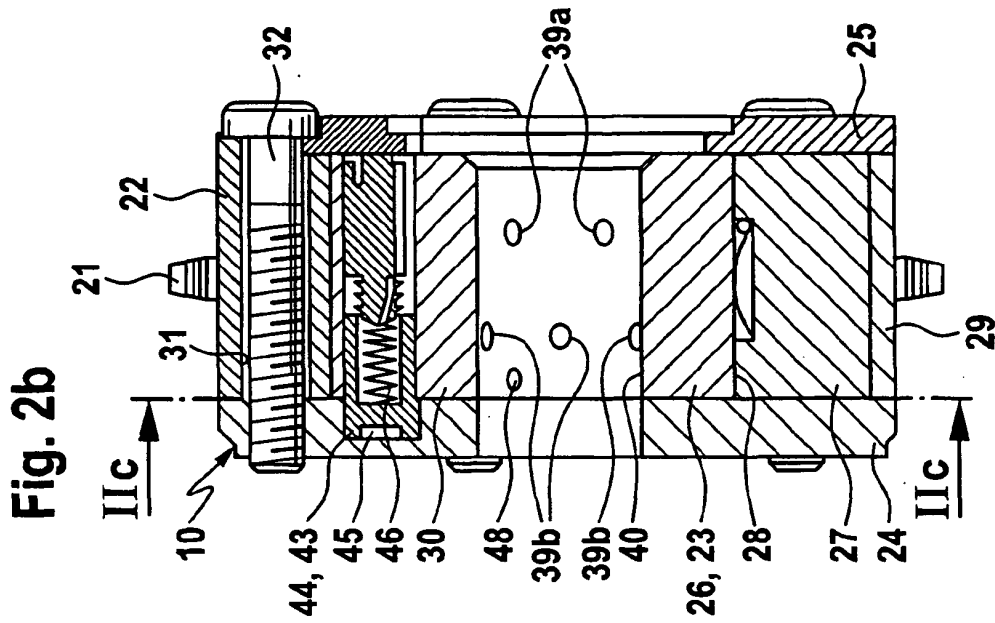


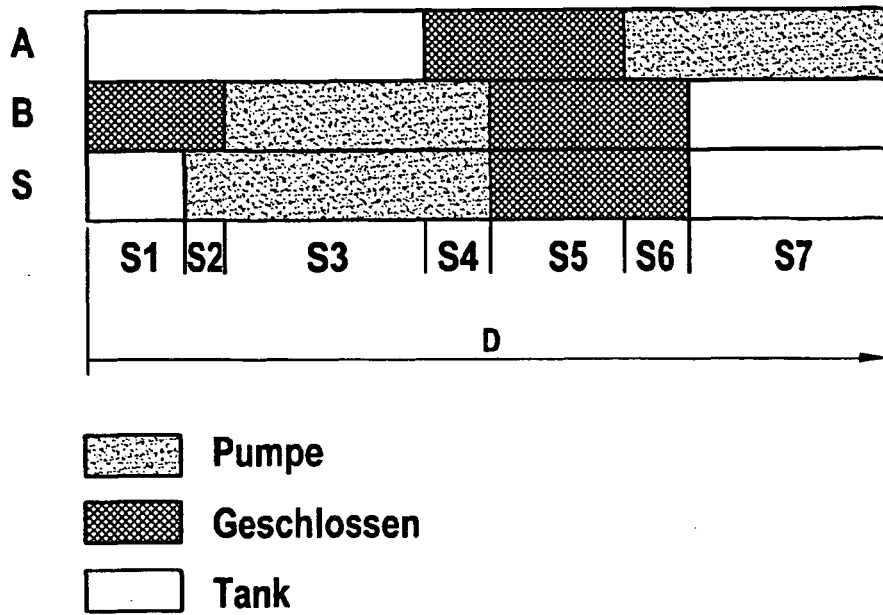
Fig. 2a







**Fig. 3**



**Fig. 4**

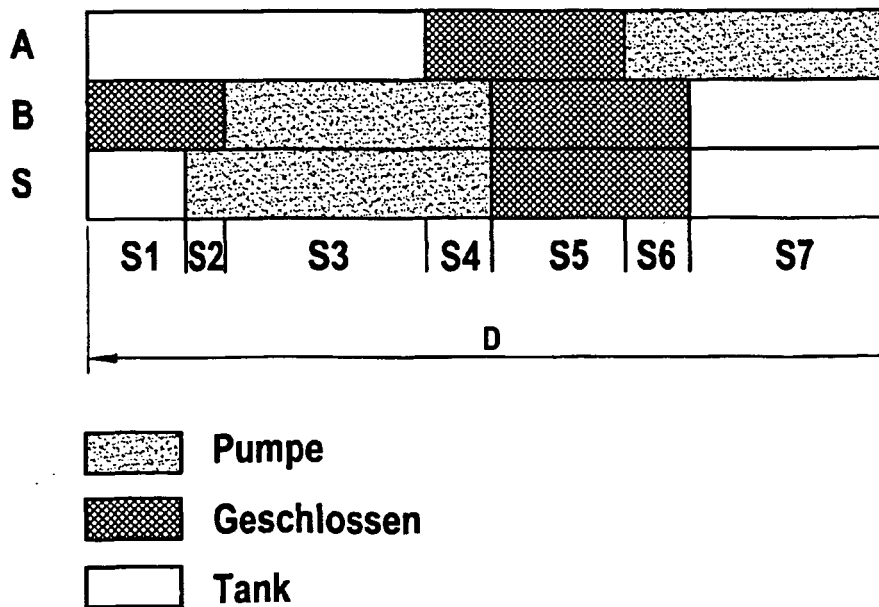


Fig. 5

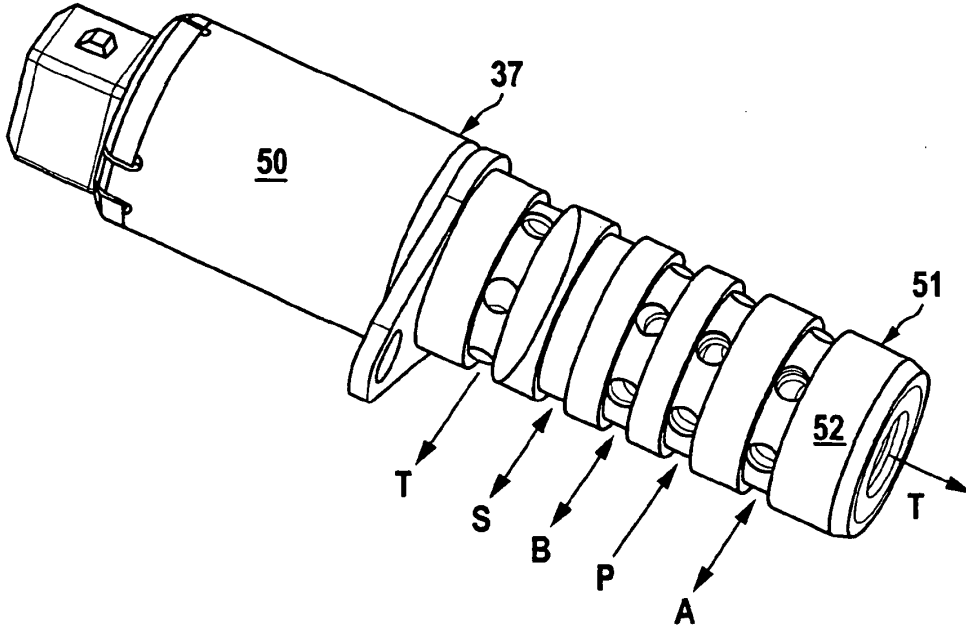
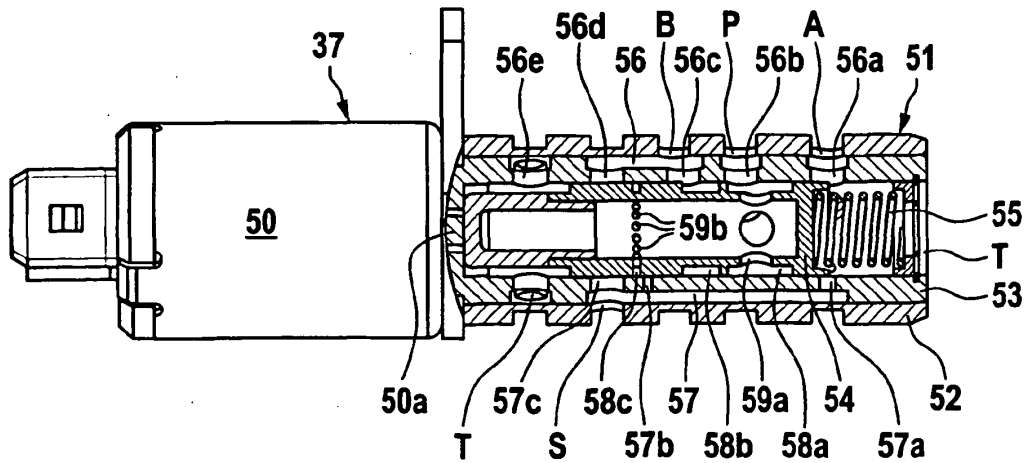
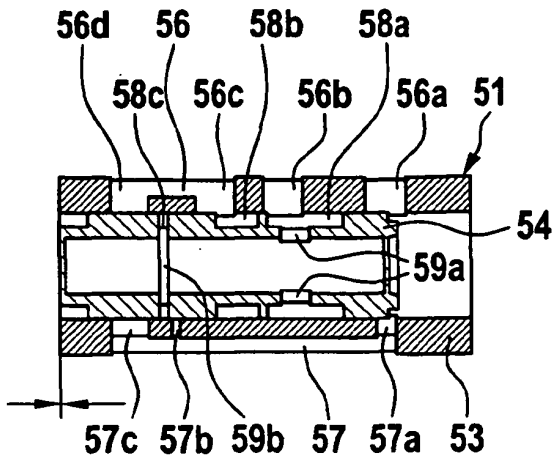


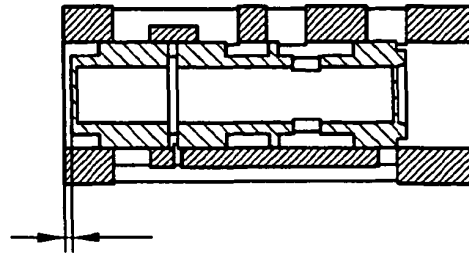
Fig. 6



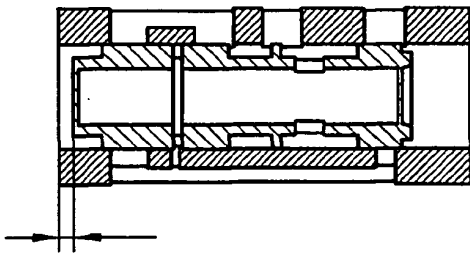
**Fig. 6a**



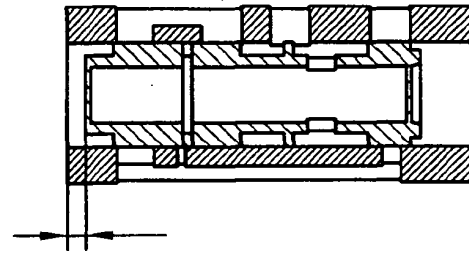
**Fig. 6b**



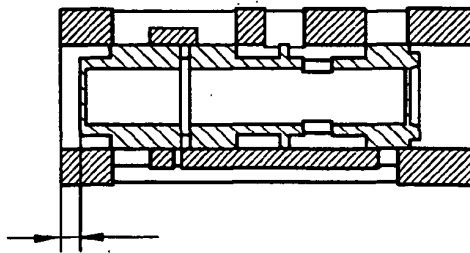
**Fig. 6c**



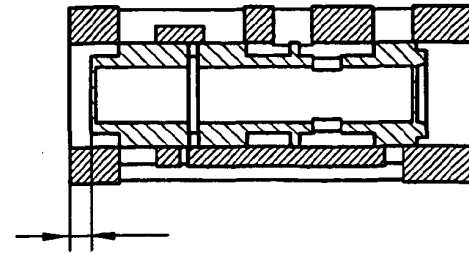
**Fig. 6d**



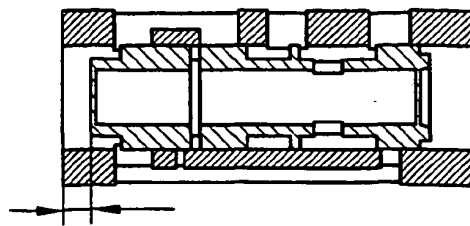
**Fig. 6e**



**Fig. 6f**



**Fig. 6g**



**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 20030121486 A1 [0006]