



(11)

EP 1 787 012 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.11.2010 Patentblatt 2010/44

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

(21) Anmeldenummer: **05754144.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/052547

(22) Anmeldetag: **02.06.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/018330 (23.02.2006 Gazette 2006/08)

(54) **NOCKENWELLENVERSTELLSYSTEM**

CAMSHAFT ADJUSTING SYSTEM

SYSTEME DE REGLAGE D'ARBRE A CAMES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

- **DIEDERICHS, Udo**
72622 Nürtingen (DE)
- **SCHWANDT, Udo**
89160 Dornstadt (DE)

(30) Priorität: **17.08.2004 DE 102004039800**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.05.2007 Patentblatt 2007/21

(74) Vertreter: **Cremer, Ulrike Theresia**
Cremer & Cremer
Patentanwälte
St.-Barbara-Strasse 16
89077 Ulm (DE)

(73) Patentinhaber: **Hydraulik-Ring GmbH**
97828 Marktheidenfeld (DE)

(72) Erfinder:

- **KNECHT, Andreas**
72127 Kusterdingen (DE)
- **PATZE, Helmut**
97816 Lohr (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 824 205 DE-A1- 19 905 646
US-A1- 2001 052 330 US-A1- 2002 023 602
US-A1- 2004 112 314

EP 1 787 012 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

Technisches Umfeld

- 5 **[0001]** Die Erfindung betrifft ein Nockenwellenverstellsystem gemäß Oberbegriff des Hauptanspruchs.
- [0002]** Nockenwellenverstellsysteme bestehen aus einer Anzahl verschiedener Komponenten. Die Anzahl der Komponenten kann variieren, jedoch ist vielen Nockenwellenverstellsystemen gemeinsam, dass ein Nockenwellenversteller und ein Steuerventil oder eine Steuerventilgruppe vorhanden sind. Es gibt unterschiedliche Typen von Nockenwellenverstellern, die alle die relative Lage einer Nockenwelle gegenüber einer weiteren Welle, wie der Kurbelwelle, einer
- 10 Verbrennungskraftmaschine zueinander verdrehen können. Ein häufig verbreiteter Typ eines Nockenwellenverstellers ist der Schwenkmotornockenwellenversteller. Ein Schwenkmotornockenwellenversteller ist ein rotatorischer Flügelmotor, der die hydraulische Beaufschlagung einer Kammer gegenüber einer anderen Kammer in rotatorische Bewegung umsetzt. Die beiden sich entgegengerichteten Kammern werden durch einen beweglichen Flügel getrennt, der je nach Druckverhältnissen die Lage verändert. Durch die Lageveränderung wird die mit dem Nockenwellenversteller verbundene Nockenwelle in Ihrer Lage wiederum mitgenommen und verdreht. Die Anzahl der Kammern der einen Wirkrichtung, die Anzahl der Flügel und die Anzahl der Kammer der entgegengesetzten Wirkrichtungen entsprechen sich häufig. Kammern gleichen Typs werden hydraulisch miteinander verschaltet. Die Kammern werden auf eine Steuerventilgruppe oder ein Steuerventil geführt. Durch die geschickte Verschaltung von mehreren Steuerventilen kann die Funktionalität eines hochintegrierten Steuerventils nachgebildet werden. Hydraulisch betrachtet sind also aus mehreren Ventilen bestehende Steuerventilgruppen ähnlich zu Steuerventilen, die aus einem einzigen mit mehreren Anschlüssen versehenen Steuerventil bestehen. Es ist also davon auszugehen, dass die Kammern der ersten Wirkrichtung alle direkt oder indirekt miteinander verschaltet sind und die Kammern der zweiten Wirkrichtung auf einen weiteren Anschluss der Steuerventilgruppe geführt sind. Vereinfacht wird von den Anschlüssen A und B gesprochen.
- 15 **[0003]** Insbesondere bei außergewöhnlichen Betriebszuständen der Verbrennungskraftmaschine ist es erwünscht, die Relativlage der Nockenwelle gegenüber Ihrer Bezugswelle zu kennen. Aus der Patentliteratur sind zahlreiche Vorschläge bekannt, in denen durch den Einsatz von besonderen Verriegelungsmechanismen eine definierte Position hergeleitet werden kann. Beispielhaft sei auf die deutsche Patentanmeldung DE 10 2004 012 460 A (HYDRAULIK-RING GMBH) verwiesen, in der durch eine geschickte Kombination eines Nockenwellenverstellers mit einer Feder Verriegelungspositionen wählbar und entwerfbar sind.
- 20 **[0004]** Aus anderen Bereichen der hydraulischen Kfz-Technik sind besondere Ventile bekannt, die durch ihre Gestaltung in ausgewählten Betriebszuständen Verzögerungen eines Schaltverhaltens erzeugen.
- [0005]** In der DE 198 16 069 A (HYDRAULIK-RING GMBH) wird ein Ventil beschrieben, dass vorzugsweise für automatisierte Handschaltgetriebe einsetzbar ist. Ein beidseitig beaufschlagbarer Kolben, der zwei Druckräume voneinander trennt, wird über ein Ventil mit einer Sicherheitsfunktion gesteuert. In der Schaltstellung Null, der Sicherheitsstellung,
- 25 **[0006]** Andere Ventile, die mit Nockenwellenverstellern eingesetzt werden können, sind aus der CN 2 592 932 Y (ZHONG WEISHENG) und aus der EP 1 316 733 A (SIMEONI S.R.L.) zu entnehmen.
- [0007]** Die Erfinder der vorliegenden Erfindung suchten nach einer möglichst einfachen und zuverlässigen Möglichkeit, einen definierten Zustand in einem Nockenwellenverstellsystem zu erzeugen. Hierzu wurde sowohl darüber nachgedacht, den Nockenwellenversteller bauteilmäßig zu verändern, als es auch überlegt wurde, an anderen Stellen, wie zum Beispiel an der Steuerung, in das Nockenwellenverstellsystem einzugreifen.
- 30 **[0008]** In der DE 10 344 816 A (AISIN SEIKI) wird ein 7/6-Ventil angeboten, das beim Abschalten der Verbrennungskraftmaschine, dem in der Druckschrift bezeichneten Motoranhaltesignal, ein Nockenwellenverstellsystem in einen besonderen Zustand durch Anbieten einer ausreichenden Elektrizitätsmenge aus einer ECU fährt, um eine Fluidablassfunktion durch das Einregeln eines ersten Regelmechanismus, dem Ansprechen eines Arretiermechanismus und dem Einregeln eines zweiten Regelmechanismus einzuleiten. Nicht nur, dass es unerwünscht ist, langbauende 7/6- Ventile in einem Zylinderkopf zu verbauen, benötigt das Nockenwellenverstellsystem Ausschaltnachlaufzeiten, statt die Startverzögerungen für Steuerzeiteinstellvorgänge zu nutzen. Auch werden in dem dort offenbarten Verfahren zwischen vielen verschiedenen Zuständen beim Abschalten im Nockenwellenverstellsystem und beim Ölablass unterschieden. Der dort offenbarte Ansatz scheint ein sehr kompliziertes, durch seine Komponenten bedingt nachteiliges, System aufzubauen.
- 35 **[0009]** Die US 2002 00 23 602 A1 aus dem gleichen Hause wie der zuvor benannte Stand der Technik entwirft für ein Ventil mit sieben verschiedenen Zuständen einen zusätzlichen Startalgorithmus, durch den der eingeriegelte Nockenwellenversteller zunächst auf ein vorbestimmtes niedrigeres Druckniveau gebracht werden soll, bevor wieder der reguläre Betrieb aufgenommen werden kann, denn Nockenwellenverstellsysteme nach dem Stand der Technik messen nicht die exakten Drücke in den Hydraulikkammern, sondern steuern über das Nockenwellenverstellerventil die Drücke in den jeweiligen Kammern.
- 40 **[0010]** Die US 2001 052 330 A1 zeigt in verschiedenen Ausführungsbeispielen Mittenverriegelungssysteme eines schwenkmotorartigen Nockenwellenverstellers, die mit unterschiedlichen Druckniveaus und einer freiwilligen Vorwärts-
- 45
- 50
- 55

richtung zur Voreilkammer den Betrieb einer Verbrennungskraftmaschine erleichtern.

[0011] Die US 2004 112 314 A1 beschreibt ein System, das mit zwei Verriegelungen arbeitet, die über eine mehrstufige Abfolge in besonderen Betriebszuständen den Rotor gegenüber dem Stator verriegeln können.

5 Offenbarung der Erfindung

[0012] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch ein Nockenwellenverstellsystem nach dem kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind den abhängigen Ansprüchen zu entnehmen. Ein geeigneter Motor ist aus dem ersten nebengeordneten Anspruch zu entnehmen. Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben eines erfindungsgemäßen Nockenwellenverstellsystems ist aus dem zweiten nebengeordneten Anspruch zu entnehmen.

[0013] Wie schon ausgeführt, sehen Nockenwellenverstellsysteme je nach System recht unterschiedlich aus. Jedoch kommt kein Nockenwellenverstellsystem ohne Nockenwellenversteller und einem Steuerventil oder einer Steuerventilgruppe aus. Wenn der Nockenwellenversteller nach dem Prinzip eines Schwenkmotomockenwellenverstellers oder eines Flügelzellennockenwellenverstellers arbeitet, so hat er wenigstens zwei gegenläufige Hydraulikkammern. Wenn die eine Hydraulikkammer größer wird, wird die korrespondierende gegenüberliegende Hydraulikkammer kleiner. Es gibt auch Schwenkmotomockenwellenversteller mit einer hohen Anzahl Hydraulikkammern gleichen Typs, die sich gleichsinnig verhalten.

[0014] Für die Steuerventilgruppe ist das Gesamtverhalten ausschlaggebend. Egal wie die Steuerventilgruppe aufgebaut ist, insgesamt muss sie nach außen hin, in Bezug auf ihre Schnittstellen, das Verhalten eines 4/4- Ventils haben. Ein 4/4- Ventil ist ein solches Ventil, das vier definierte Betriebszustände hat und vier Anschlüsse untereinander und miteinander verschaltet. Die Anschlüsse des erfindungsgemäßen Ventils umfassen einen Anschluss für die erste Gruppe der Hydraulikkammern des Nockenwellenverstellers, einen Anschluss für die zweite Gruppe der Hydraulikkammern des Nockenwellenverstellers, einen Tankanschluss und einen Anschluss, der mit unter Druck stehendem Hydraulikmedium versorgt wird, dem sogenannten Anschluss für die Druckbeaufschlagung.

[0015] Die Steuerventilgruppe, beziehungsweise das 4/4- Ventil, schaltet das Nockenwellenverstellsystem in einen ersten Zustand. Der erste Zustand zeichnet sich dadurch aus, dass beide Anschlüsse des Ventils, die zu den ersten und zweiten Hydraulikkammergruppen führen sollen, hydraulisch gegenüber dem Tankanschluss kurzgeschlossen sind. Es besteht eine hydraulische Verbindung zwischen Tankanschluss und den Anschlüssen für die Nockenwellenversteller. Das Hydraulikmedium strömt so aus beiden Kammern des Nockenwellenverstellers gleichzeitig in ein Tankbehältnis oder einen Tankbereich, vorzugsweise auf Grund der Schwerkraft oder wegen einem Unterdruck. Hierdurch wird der zuvor noch unter Druck stehende Nockenwellenversteller unmittelbar, ohne weitere Zwischenschritte, drucklos geschaltet. Er ist gegenüber dem Tankanschluss entlastet. Der Begriff "drucklos" ist in dem Sinne zu verstehen, dass kein nennenswerter Druck in Bezug auf den maximalen Gesamtdruck in dem Nockenwellenversteller verbleibt. Die Schwelle für den unbedeutenden Druck kann zum Beispiel bei 10 Prozent des Betriebsdrucks liegen. Mit dem Begriff "drucklos" wird aber auch der Zustand bezeichnet, in dem nahezu das gesamte Hydraulikmedium den Nockenwellenversteller durch die Ventilstellung verlassen hat. Je nach der Anordnung in dem Nockenwellenversteller kann immer noch Hydrauliköl in einigen Kammern bleiben. Zum Beispiel in einem Nockenwellenversteller des Zentralzuführkanaltyps, in dem ein Zuführkanal teilweise über die Nockenwelle im Zentrum des Nockenwellenverstellers an die einzelnen voreilenden Kammern herangeführt wird, verbleibt Öl in den Kammerteilen, die gravitationsmäßig unterhalb des Zentralzuführkanals liegen. Auch der Zustand wird als drucklos bezeichnet. Es ist also nach einem Aspekt interessant, dass in dem drucklosen Zustand nur noch eine minimale Verstellung erfolgen kann.

[0016] Weil das Hydrauliköl, insbesondere im Betrieb und beim Abschalten des Motors, erwärmt sein kann, und nach gängigen Abgasnormen der Schadstoffausstoß der Verbrennungskraftmaschine am Anfang eines Betriebszyklusses gemessen werden soll, ist nach einem Aspekt der Erfindung die Drucklosstellung, der Zustand I, beim Starten der Verbrennungskraftmaschine idealerweise einstellbar, vorzugsweise passiv durch Vorspannkräfte zum Beispiel einer Ventiltfeder einstellbar. Nach dieser Einstellung wird während der ersten Betriebssekunden das Öl überwiegend aus dem Nockenwellenversteller ablassbar.

[0017] Nach einem anderen Aspekt der Erfindung kann das Nockenwellenverstellsystem mit einem Rückschlagsventil, das für die normalen Betriebsphasen in der mit Druck beaufschlagten Zuleitung wirksam ist, ausgestattet sein, während bei der Startphase der Rücklauf in den Tank ohne Rückschlagsventil erfolgt.

[0018] Der beschriebene erste Zustand, in dem sich das 4/4-Ventil befindet, kann als Betriebsend- bzw. Betriebsanfangszeitzustand des Nockenwellenverstellsystems bezeichnet werden. Es ist deswegen ein Betriebsendzeitzustand, weil der Zustand dann angefahren wird, wenn das Nockenwellenverstellsystem ausgeschaltet werden soll. Es wird dann als Betriebsanfangszeitzustand bezeichnet, wenn während des Startens der Verbrennungskraftmaschine, in der das Nockenwellenverstellsystem verbaut ist, der Versteller in Betrieb genommen wird. Das Nockenwellenverstellsystem ist in der Regel dann auszuschalten, wenn die Verbrennungskraftmaschine entweder gestartet oder lastlos oder ausgeschaltet werden soll. Weiterhin kann von einem Betriebsendzeitzustand gesprochen werden, wenn ein elektrischer

Fehler vorliegt, der das Nockenwellenverstellsystem ausschaltet, während die Verbrennungskraftmaschine weiterbetrieben wird. Die Verbrennungskraftmaschine muss in den Phasen des Betriebsendzeitzustands in einem kontrollierbaren und definierten Zustand sein. Der Zustand ist kontrollierbar, wenn bekannt ist, in welcher relativen Lage die verdrehbare Nockenwelle gegenüber der Bezugswelle liegt. Insbesondere beim Starten der Verbrennungskraftmaschine ist die Zustandseinnahme erwünscht. Um das Starten der Verbrennungskraftmaschine nicht unnötig zu erschweren, sollte die erste Zeit des Anlassens des Motors nutzbar sein, um, selbst wenn noch Restöl drücke im Nockenwellenverstellsystem vorhanden sein sollten, den Nockenwellenversteller drucklos zu halten. In Verbindung mit einer geeigneten Mittenverriegelung nach z. B. DE 102 53 883 A1, wobei alle Ausführungsbeispiele Teil des Schutzzumfangs dieses Schutzbegehrens sind, wird beim Starten der Verbrennungskraftmaschine die Relativlagenverdrehung, wenn einmal drucklos, unterbunden.

[0019] Für die Erfindung ist es im Ergebnis von nachgeordneter Bedeutung, ob die Erfindung durch ein einziges 4/4-Ventil umgesetzt worden ist, oder ob eine gesamte Steuerventilgruppe untereinander so verschaltet wird, dass sie das erfindungsgemäße Verhalten aufweist.

[0020] Neben dem ersten Zustand gibt es drei weitere Zustände. Die Zustände untereinander können vertauscht sein. Sie hängen von der konkreten Ausgestaltung des Nockenwellenverstellsystems ab. Ein Zustand ist für die Spätverstellung des Nockenwellenverstellers ausgelegt. In dem Zustand wird die Hydraulikkammer für die Spätverstellung des Nockenwellenverstellers mit druckbeaufschlagtem Hydraulikmedium angefahren. Ein Zustand ist bestimmt für die Haltestellung des Nockenwellenverstellers. Ein Zustand wird gewählt, wenn der Nockenwellenversteller in eine Frühverstellung gefahren werden soll.

[0021] In einem vorteilhaft ausgestalteten System folgt das Ventil einer gewissen Zustandsabfolge. Wenn das Ventil in einem Zustand ist, kann es nur in einen benachbarten Zustand verfahren werden. Sofern also die Abfolge eines erfindungsgemäßen Ventils so aussieht, dass nach dem Betriebsendzeitzustand die Spätverstellung und anschließend die Haltestellung und als Viertes die Frühverstellung folgen, so kann das Ventil aus der Frühverstellung nur die Haltestellung ansteuern. Aus der Spätverstellung kann das Ventil sowohl in den Betriebsendzeitzustand als auch in die Haltestellung gefahren werden.

[0022] Genauso sind auch andere Abfolgen vorstellbar. So ist es vorstellbar, dass das Ventil den Abfolgen Betriebsendzeitzustand, Frühverstellung, Haltestellung und Spätverstellung folgt.

[0023] Wesentlich ist bei vielen Ventilen, dass der Betriebsendzeitzustand die Ruheposition des Ventils ohne Verstellung des Kolbens oder des Stößels ist. Ein solches Ventil kann durch ein einseitig federvorgespanntes Cartridge-Ventil umgesetzt werden. Die Feder drückt den Kolben und den Stößel in die Ruhelage, aus der nur durch ein Bestromen des Ventils das Ventil in einen anderen Zustand übergeht. Das Cartridge-Ventil hat weiterhin den Vorteil, dass es anstelle eines bisher eingesetzten Ventils in einem Motorblock angebracht werden kann. Der Hersteller oder Betreiber einer Verbrennungskraftmaschine kann somit ein vorhandenes System durch einen Austausch der Ventile verbessern. Das Cartridge-Ventil wird an die Stelle des alten Ventils geschraubt. Um Bauraum und Platz zu sparen, ist der hydraulische Kolben als Hohlkolben ausgelegt, der das Hydraulikmedium in seinem Innenbereich Richtung Tankanschluss leitet. Die Zustände werden dadurch erreicht, dass zwischen dem hydraulischen Hohlkolben und den einzelnen Anschlüssen des Ventils je nach Verfahren des Hohlkolbens unterschiedliche Überdeckungen erreicht werden können. Die Überdeckungen liegen zwischen Buchse und Hohlkolben des Cartridge-Ventils. Die Systeme sind in Bezug auf ihre Anschlussstellen, wie Steuergeräteanschluss, Hydraulikmediumanschluss und Abmessungen untereinander kompatibel.

[0024] Das im folgenden noch näher beschriebene Ventil zeichnet sich dadurch aus, dass durch die räumliche Anordnung des T-Anschlusses zu den übrigen Anschlüssen des 4/4-Ventils dafür gesorgt wird, dass der Kolben nahezu keine Restölmengen mehr in seinem ersten Zustand behält. Durch die beiden Ankerräume und die hydraulische Vorspannung des Stößels wird ebenfalls gut zur Entlastung nicht nur des Nockenwellenverstellers sondern auch des Ventils beigetragen. Durchlassöffnungen in dem Kolben sind so angeordnet, so dass keine Kräfte dem Kräftegleichgewicht des Ventils durch die Abströmung des Hydraulikmediums zum T-Anschluss erzeugt werden.

[0025] Mit dem Ventil wird der Nockenwellenversteller gehalten, verfahren und eingestellt. Der Nockenwellenversteller zusammen mit der Nockenwelle ist ein nach Gleichgewichtslagen ausgewähltes und ausgebildetes System. Wenn der Nockenwellenversteller drucklos geschaltet wird, treibt die Nockenwelle, abgestützt auf ihren Lagerpunkten, einen Rotor des Nockenwellenverstellers zusammen mit der Nockenwelle in eine Verharrungslage. Die definierte Verharrungslage ist die von sich aus selbsttätig ausgewählte Position des Nockenwellenverstellers. Die Verharrungslage wird durch Gleichgewichte und Abstützungen beeinflusst.

[0026] Um eine eindeutige Verharrungslage zu erreichen, kann ein gesonderter Verriegelungsmechanismus in dem Nockenwellenversteller vorgesehen sein. Der Verriegelungsmechanismus, wie zum Beispiel der aus der DE 102 53 883 A1, berücksichtigt die Druckzustände in den Hydraulikkammern. Wenn der Druck in den Hydraulikkammern unterhalb eines bestimmten Wertes liegt, der vereinfacht als druckloser Zustand angesehen werden kann, riegelt der Nockenwellenversteller ein und sperrt in der gewählten Position. Bei Überschreitung einer Druckdifferenz zwischen den unterschiedlichen Hydraulikkammern wird die Verriegelung wieder aufgehoben, der Verriegelungsmechanismus entriegelt.

[0027] Das beschriebene Ventil und der entsprechende Nockenwellenversteller zusammen mit einer Verbrennungs-

kraftmaschine und einem einschlägigen Motorsteuergerät, insbesondere einem elektronischen Motorsteuergerät mit einem oder mehreren Mikrokontrollern, bilden eine Antriebseinheit. Das Motorsteuergerät sendet ein Signal ab, durch das der Ausschaltzustand, der Betriebsendzeitzustand, angesteuert wird. Geschickterweise ist der Ausschaltzustand des Motorsteuergerätes so gewählt, dass das Ventil auch von einem Ausschaltzustand dann ausgeht, wenn das Motorsteuergerät selbst ausfällt oder ausgeschaltet wird. Die Sicherheitsfunktion wird als fail-safe-Funktion bezeichnet, weil bei einem Ausfall des Motorsteuergerätes oder einem mechanischen Brechen der elektrischen Anschlüsse des Ventils das System in einen dem Betriebsendzeitzustand äquivalenten Zustand gelangt.

[0028] Das Nockenwellenverstellsystem und die dazugehörige Verbrennungskraftmaschine kann nach einem erfindungsgemäßen Verfahren eines Betriebs einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere im Kraftfahrzeug, mit einem elektronischen Motorsteuergerät und einem Nockenwellenverstellsystem benutzt werden. Bei dem Verfahren wird der erste Zustand beim Start der Verbrennungskraftmaschine in Zusammenspiel zwischen Steuergerät und Nockenwellenverstellsystem, insbesondere unabhängig von dem Abschaltvorgang der Verbrennungskraftmaschine, eingenommen. Die Startzeiten des Antriebsstrangs des Kraftfahrzeugs, zum Beispiel der Reset- und Startvorgang des Motorsteuergeräts, wird zur Erzeugung des drucklosen Zustands genutzt.

Kurze Beschreibung von Zeichnungen

[0029] Die beschriebene Erfindung kann noch besser verstanden werden, indem auf die folgenden Figuren Bezug genommen wird, wobei

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Ventil in einem ersten Betriebszustand zeigt,

Figur 2 ein erfindungsgemäßes Ventil in einem zweiten Betriebszustand zeigt,

Figur 3 ein erfindungsgemäßes Ventil in einem dritten Betriebszustand zeigt,

Figur 4 ein erfindungsgemäßes Ventil in einem vierten Betriebszustand zeigt,

Figur 5 eine Draufsicht eines erfindungsgemäßen Ventils zeigt,

Figur 6 einen Nockenwellenversteller in einer Regelstellung zeigt,

Figur 7 einen Nockenwellenversteller in einer Frühstellung zeigt,

Figur 8 einen Nockenwellenversteller in einer Spätstellung zeigt,

Figur 9 ein hydraulisches Prinzipschaltbild der Erfindung zeigt,

Figur 10 ein Stromdruckmitteldurchflussdiagramm eines erfindungsgemäßen Ventils zeigt,

Figur 11 eine Hydraulikkennlinie eines reellen, erfindungsgemäßen Ventils zeigt,

Figur 12 eine Durchflusskennlinie des hausinternen Stands der Technik zeigt,

Figur 13 ein bisher hausintern eingesetztes Ventil in Prinzipdarstellung zeigt.

Die beste Art und Weise die Erfindung auszunutzen

[0030] Figur 1 zeigt ein Cartridge- Ventil 1. Das Cartridge- Ventil 1 besteht aus einem Hydraulikteil 3 und einem Magnetteil 5. Der Hydraulikteil 3 hat einen Kolben 13 und eine Hülse 15. Der Kolben 13 läuft innerhalb der Hülse 15. Der Kolben 13 ist durch die Feder 9, die sich gegenüber dem Stützteller 11, beziehungsweise Federteller, abstützt, vorgespannt. Die Hülse 15 ist mit Öffnungen, die im dargestellten Fall rotationssymmetrische Bohrungen sind, versehen, die den ersten Arbeitsanschluss A, den zweiten Arbeitsanschluss B und den Druckanschluss P darstellen: Die Pfeile deuten die reguläre Ölrichtung an. Auf der Stirnseite des Hydraulikteils 3 ist eine Öffnung für den T-Anschluss 17, dem Tankanschluss T, vorgesehen. Der T-Anschluss liegt rechtwinklig zu den übrigen drei Anschlüssen A, B und P des Ventils 1. Die Öffnung für den T-Anschluss 17 liegt mittig innerhalb des Stütztellers 11. Die Feder 9 umringt die Öffnung für den T-Anschluss 17. Der Kolben 13 ist ein Hohlkolben. Der Kolben 13 ist mit ersten Durchlassöffnungen 19 und zweiten Durchlassöffnungen 21 versehen, die an den diametral entfernten Enden des Kolbens die Verbindung zum

Hohlraum des Kolbens herstellen. In und um das Ventil sind eine Reihe von Dichtungen aufgebracht, die das Hydraulikmedium im Betrieb von der Umwelt und den nicht mit Hydraulikmedium versorgten Teilen fernhalten sollen. Die Hydraulikraumdichtung 23 ist eine umlaufende O-Ringdichtung, die an der Öffnung an der für den T-Anschluss 17 abgewandten Seite um die Hülse 15 herum laufen. Sie dichtet den Hydraulikbereich des Cartridge- Ventils 1 gegenüber der Umwelt ab. Die Dichtung 25 dichtet als Magnetteildichtung den Magneteil 5 von dem Hydraulikteil 3 ab. Der Stößel 41, der an dem Kolben 13 anliegt, ist ein mit Hydrauliköl vorgespannter, im Hydrauliköl liegender, Stößel. Die Poldichtung 63 und die Spulendichtung 65 sorgen dafür, dass das im Magneteil 5 befindliche Hydraulikmedium nicht nach außen, außerhalb des Gehäuses 27, austreten kann. Das Gehäuse 27 geht an seiner dem Hydraulikteil nahen Seite in einen Flansch 29 über, der mit Befestigungsöffnungen, den Befestigungsbohrungen 31, versehen ist. Der auf den Hydraulikteil 3 folgende Polkern 39 ist durch Sicken 33 mit dem Gehäuse 27 verbunden. Die Sicken 33 sind in dem Bereich der Poldichtung 63. Innerhalb des Gehäuses 27 sind eine Spule 35, der Anker 37, der Polkern 39 und ein Stößel 41 angeordnet. Der Anker 37 liegt in einem Dichttopf 49 und schlägt gegen eine Mitnehmernase 51. Der Anker kann zwischen zwei Ankerräumen, einem ersten Ankerraum 43 und einem zweiten Ankerraum 61, hin- und herbewegt werden. Die Ankerräume stehen in fluidischer Verbindung mit dem Hydraulikteil 3 des Cartridge- Ventils 1, wenn der Kolben 13 außerhalb seiner Endanschlagsposition ist. Der Stößel 41 läuft in einem Stößelölbett 59, das den Stößel umspült und vom Pol 67 trennt. Das Stößelölbett mündet in den ersten Ankerraum 43. Über Stößelquerbohrungen 53, die die Funktion einer Dämpfungsbohrung haben können, kann das Hydraulikmedium über einen Stößelölkanal 55 in den Stößelraum 57 gelangen. Der Stößelraum 57 ist gegenüber dem zweiten Ankerraum 61 offen. Der Anker 37 wandert zwischen seinen Endpositionen der beiden sich verändernden Ankerräume 43 und 61. Durch das Wandern des Ankers werden die Ankerräume vergrößert und verkleinert. Die minimale Ankerraumgröße des zweiten Ankerraums 61 wird erreicht, wenn der Anker 37 an Anschlagsflächen 83 des Dichttopfs 49 zum Anschlag kommt, die tiefgezogen sind. An der der Öffnung für den T-Anschluss 17 entgegengesetzten Seite ist ein elektrischer Stecker 47 angeordnet. Die Spule 35, die das elektromagnetische Feld für den Anker 37 erzeugt, liegt in einem Spulenträger 45. Zwischen Stecker 47 und Spulenträger 45 ist ein Ankerdeckel 69 mit einer Deckeldichtung 71 vorgesehen. Der Anker 37 wird von einem Polring 73 umschlossen. Ein Stößelölraum 77 steht über einem Buchsen-T-Ausgleichskanal 75 mit der Öffnung für den T-Anschluss 17 in Verbindung. Die Verbindung des Hydraulikteils 3 mit dem Magneteil 5 des Cartridge- Ventils 1 wird über Befestigungseingriffe 81 verbunden. Die Befestigungseingriffe 81 greifen seitlich an der Hülse 15 an. Im drucklosen, in dem entlasteten, Zustand sperrt der Kolben 13 den hinteren aus Ankerräumen 43, 61, Stößelölbett 59, Stößelölkanal 55 und Stößelraum 57 bestehenden Hydraulikkanal im Magneteil 5 von der Öffnung für den T-Anschluss 17. Die Feder 9 erfährt keine Gegenkraft und ist in ihrer ausgestreckten, maximal ausgedehnten und entspannten Position. Das gesamte Hydraulikmedium entweicht über die Öffnung für den T-Anschluss 17. Über entsprechende Stege in dem Kolben 13 und den Durchlassöffnungen 19 und 21 sind die Anschlüsse B und A in hydraulischer Verbindung mit der Öffnung für den T-Anschluss 17. Wenn die Spule 35 mit einem ersten, eindeutig festgelegten Strom bestromt wird, so bewegt sich der Kolben 13 in eine zweite Position, dem zweiten Zustand II, ausgehend vom ersten Zustand I. Die Stege an den Kolben 13 haben, wie in Figur 2 dargestellt, nun eine andere Überdeckung zur Hülse 15. Bei weiterem bestromen, der höher ist als der Strom für den Zustand II der Spule 35, gerät das Cartridge- Ventil 1 in den dritten Zustand III. Der dritte Zustand III ist in Figur 3 dargestellt. Er zeigt aufgrund der Überdeckung zwischen Kolben 13 und Hülse 15 eine Abkopplung des ersten Arbeitsanschlusses A und des zweiten Arbeitsanschlusses B sowohl von dem Tankanschluss T als auch von dem Druckanschluss P. Im vierten Zustand IV, der in Figur 4 abgebildet ist, sieht man aufgrund einer weiteren Bewegung gegen die Federkraft der Feder 9, und angetrieben durch den Stößel 41, eine hydraulische Verbindung zwischen dem Druckanschluss P und dem ersten Arbeitsanschluss A. Der zweite Arbeitsanschluss B steht in Verbindung mit dem Tankanschluss T über den T-Ableitkanal 79 und die zweite Durchlassöffnung 21. In dem vierten Zustand ist der Anker 37 in seinem Endanschlag, er wird nur durch die Mitnehmernase 51 von dem Pol 69 getrennt.

[0031] Mit als Dämpfungsbohrungen ausgeführten Stößelbohrungen wird das Verfahren in dem ersten Zustand verzögert. Hierdurch werden kurze Öldruck- oder Bestromungsunterbrechungen der Spule ausgeglichen. Das Nockenwellenverstellungssystem wird, obwohl mit einem drucklosen Zustand gearbeitet wird, insgesamt stabiler als bekannte Nockenwellenverstellungssysteme.

[0032] Die Öffnungen, Bohrungen und Kanäle und das gesamte Ventil sind rotationssymmetrisch graphisch dargestellt worden. Es versteht sich von selbst, dass natürlich die rotationssymmetrische Form des Ventils keinen Einfluss auf die Verwirklichung der Erfindung hat.

[0033] Der Kolben 13 hat drei Nuten, zwei Stege und zwei Enderhöhungen, die in den beiden äußeren Endbereichen des Stößels liegen. Die Hülse 15 weist nach innen liegende Stege auf, die zusammen mit der Hülse die Anschlüsse gegeneinander versperren können. Ein geeignetes Ventil kann zum Beispiel so ausgelegt werden, dass zwischen der Hülse 15 und dem Kolben 13 im Bereich des Anschlusses D zur Nut des T-Ableitkanals 79 eine Überdeckung von 0,2 bis 0,4 mm gegeben ist. Die Überdeckung zwischen dem P-Anschluss und dem Anschluss B kann zwischen 0,25 und 0,45 mm variieren. Die Überdeckung zwischen dem P-Anschluss und dem Anschluss A liegt jenseits von 1 mm, zum Beispiel bei 1,5 mm.

[0034] Die in den Schnittzeichnungen der Figuren 1 bis 4 dargestellten Ventile haben in einer Draufsicht eine zur Figur

5 ähnlichen Darstellung. Blickt man senkrecht auf das Ventil, so stechen der Stecker 47, der Flansch 29 und die Befestigungsbohrung 31 ins Auge.

[0035] Das beschriebene Cartridge- Ventil 1 wird direkt oder über Leitungen des Motorraums indirekt mit einem Nockenwellenversteller in hydraulische Verbindung gebracht, der in den Figuren 6, 7 und 8 in einer geöffneten Darstellung abgebildet ist. Der abgebildete Nockenwellenversteller ist in Figur 6 in seiner Regelstellung, in Figur 7 in seine Frühstellung verdreht und in Figur 8 in seine Spätstellung verdreht. Der Nockenwellenversteller 100 bildet in seinem Inneren wenigstens zwei Hydraulikkammern 102, 104, die jeweils bei mehrfachem Vorhandensein zueinander abwechselnd auftreten. Das Gehäuse des Nockenwellenverstellers 100 zusammen mit dem Rotor, bestehend aus Rotorring 110 und Rotorflügel 112, bilden die Hydraulikkammern 102, 104. In einem der Flügel kann wahlweise eine Verriegelung 106 sitzen. Der Rotorring 110 umschließt eine Nockenwellenaufnahme 108, in der die nicht dargestellte Nockenwelle liegt. In den Abbildungen sind bestimmte Rotorflügelgeometrien der Rotorflügel 112 und Steggeometrien des Nockenwellenverstellers 100 gezeigt. Die Geometrien haben für die vorliegende Erfindung eine nachgeordnete Bedeutung.

[0036] Figur 9 stellt ein erfindungsgemäßes System mit seinen Leitungen dar. Das Ventil 1 ist als hydraulisches Schaltsymbol dargestellt, in dem der Magnetteil 5 und die Feder 9 als eigene Teile dargestellt sind. Das Ventil zeigt die 4 Zustände I, II, III, IV. Die Arbeitsseite mit den Anschlüssen A und B ist über die Leitungen 210, 212 mit dem Nockenwellenversteller 100 verbunden, der als hydraulischer Zweikammernkolben vereinfacht dargestellt worden ist. Die beiden Kammern 102 und 104 des Nockenwellenverstellers 100 wirken gegenläufig. Das Rückschlagsventil 206, der Filter 204, der auch ein Abscheider sein kann, und die Pumpe 202 sind in einem Nockenwellenverstellsystem 200 optional. Es können auch weitere Bauteile und hydraulische Komponenten in einem System angeordnet sein. Das Hydraulikmedium wird über die Verbindungsleitung 214 zum Tank 224 zurückgeführt. Die Pumpe 202 greift über die Verbindungsleitung 222 auf den Tank zu und fördert das Hydraulikmedium über die Verbindungsleitung 220 zu dem Filter 204. Der Filter 204 ist mittels Verbindungsleitung 218 mit einem Rückschlagventil 206 verschaltet, bevor es über die Verbindungsleitung 216 auf das Hydraulikventil 1 geht.

[0037] Die Durchflussmengen sind in Figur 10 zu ihren jeweiligen Zuständen dargestellt. In Figur 10 ist die Durchflussmenge gegenüber dem Strom der Spule aufgetragen. In den Zuständen II und IV liegt eine entsprechende Durchflussmenge vor. In den Zuständen I und III ist der Durchfluss am Anschluss A entweder unterbrochen oder rückläufig.

[0038] Die in Figur 10 idealisierte Kennlinie wird in der Realität zum Beispiel so aussehen, wie in Figur 11 dargestellt. Die Bestromungsbereiche sind alle gleich weit. Mittels dem Diagramm kann ein Steuergerät so programmiert werden, dass ein bestimmtes pulswiden modelliertes Signal oder ein bestimmter Strom aus dem Motorsteuergerät abgegeben wird, um einen der gewählten Zustände I, II, III, IV anzufahren.

[0039] In Figur 13 wird ein bisher hausintern eingesetztes System abgebildet, das durch den Austausch des Ventils gemäß der Erfindung verbessert werden kann. In Figur 12 ist die zu Figur 13 dazugehörige Durchfluss-Strom-Kennlinie zu sehen.

[0040] Zusammenfassend kann also festgehalten werden, dass nach einem Aspekt der Erfindung bekannte Nockenwellenverstellsysteme dadurch weitergebildet werden, dass ein druckloser Zustand als wählbarer und anfahrbarer Zustand gewählt worden ist. Ein weiterer Aspekt der Erfindung liegt darin, dass ein geeignetes Ventil entworfen worden ist, das den drucklosen Zustand des Nockenwellenverstellsystems gewissenhaft ermöglicht. Beide Aspekte zusammengefasst führen zu einem erfindungsgemäßen Nockenwellenverstellsystem. Bestehende Nockenwellenverstellsysteme können durch einen Austausch des Ventils und einer Anweisung zur Umprogrammierung des Steuergerätes der Verbrennungskraftmaschine in ein erfindungsgemäßes System verändert werden.

Tabelle 1

Bezugszeichen	Bezeichnung
1	Cartridgeventil
3	Hydraulikteil
5	Magnetteil
9	Feder
11	Stützteller
13	Kolben
15	Hülse
17	Öffnung für T-Anschluss
19	erste Durchlassöffnung
21	zweite Durchlassöffnung
23	Hydraulikraumdichtung
25	Magnetteildichtung
27	Gehäuse

EP 1 787 012 B1

(fortgesetzt)

	Bezugszeichen	Bezeichnung
	29	Flansch
5	31	Bohrung (für Befestigung)
	33	Sicke für Gehäusebefestigung
	35	Spule
	37	Anker
	39	Polkem
10	41	Stößel
	43	Ankerraum
	45	Spulenträger
	47	Stecker
15	49	Dichttopf
	51	Mitnehmernase
	53	Stößelquerbohrung in der Funktion einer Dämpfungsbohrung
	55	Stößelölkanal
	57	Stößelraum
20	59	Stößelölbett
	61	zweiter Ankerraum
	63	Poldichtung
	65	Spulendichtung
25	67	Pol
	69	Ankerdeckel
	71	Deckeldichtung
	73	Polring
	75	Buchsen-T-Ausgleichskanal
30	77	Stößelölraum
	79	T-Ableitkanal
	81	Befestigungseingriffe
	83	Anschlagsfläche
35	100	Nockenwellenversteller
	102	erste Hydraulikkammer
	104	zweite Hydraulikkammer
	106	Verriegelung
	108	Nockenwellenaufnahme
40	110	Rotorring
	112	Rotorflügel
	200	Nockenwellenverstellsystem
	202	Druckbeaufschlagung, z. B. Pumpe
45	204	Filter/Abscheider
	206	Rückschlagsventil
	210	Verbindungsleitung (zwischen Ventil und Nockenwellenversteller)
	212	Verbindungsleitung (zwischen Ventil und Nockenwellenversteller)
	214	Verbindungsleitung (zwischen Ventil und Tank)
50	216	Verbindungsleitung (zwischen Rückschlagsventil und Ventil)
	218	Verbindungsleitung (zwischen Rückschlagsventil und Filter)
	220	Verbindungsleitung (zwischen Filter und Pumpe)
	222	Verbindungsleitung (zwischen Pumpe und Tank)
	224	Tank
55	I	erster Zustand
	II	zweiter Zustand
	III	dritter Zustand

(fortgesetzt)

Bezugszeichen	Bezeichnung
IV	vierter Zustand
A	Arbeitsanschluss 1
B	Arbeitsanschluss 2
T	Tankanschluss
P	Druckanschluss

Patentansprüche

1. Nockenwellenverstellsystem (200), einen Nockenwellenversteller (100) mit zwei gegenläufigen Hydraulikkammern (102, 104), insbesondere Schwenkmotomockenwellenversteller, und ein Steuerventil (1) mit einem Anschluss (A) für die erste Hydraulikkammer (102), mit einem Anschluss (B) für die zweite Hydraulikkammer (104), mit einem Tankanschluss (T) und mit einem Anschluss (P) für die Druckbeaufschlagung umfassend, wobei mittels das Steuerventil (1) in einem ersten Zustand (I) des Nockenwellenverstellsystems (200), einem drucklosen Zustand, durch gleichzeitiges, hydraulisches Verschalten der beiden Anschlüsse (A, B) für die Hydraulikkammern (102, 104) des Nockenwellenverstellers (100) gegenüber dem Tankanschluss (T) beide Anschlüsse (A, B) hydraulisch mit dem Tankanschluss (T) verbunden sind, und wobei das Nockenwellenverstellsystem (200) in dem ersten drucklosen Zustand (I), der beim Starten einer Verbrennungskraftmaschine einstellbar ist, entlastet ist und, wenn der Nockenwellenversteller (100) drucklos geschaltet wird, eine Nockenwelle, abgestützt auf ihren Lagerpunkten, einen Rotor des Nockenwellenverstellers (100) zusammen mit der Nockenwelle in eine Verharrungslage treibt, und wobei in dem Nockenwellenversteller (100) ein Verriegelungsmechanismus vorgesehen ist, um eine eindeutige Verharrungslage zu erreichen, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (1) ein 4/4-Ventil ist.
2. Nockenwellenverstellsystem (200) nach Anspruch 1, weiterhin **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Zustand (I) der Betriebsendzeitzustand des Nockenwellenverstellsystems (200) ist.
3. Nockenwellenverstellsystem (200) nach Anspruch 1 oder 2, weiterhin **dadurch gekennzeichnet, dass** ein weiterer Zustand der Zustände (I, II, III, IV) des 4/4-Ventils (1) ein zweiter Zustand (II), die Spätverstellung, ist, in dem der Anschluss (A) für die erste Hydraulikkammer (102) mit dem Tankanschluss (T) verbunden ist, während der Anschluss (B) für die zweite Hydraulikkammer (104) mit dem Anschluss (P) für die Druckbeaufschlagung (202) verbunden ist, ein weiterer Zustand der Zustände (I, II, III, IV) des 4/4-Ventils (1) ein dritter Zustand (III), die Halteverstellung, ist, in dem die Hydraulikkammeranschlüsse (A, B) von dem Tankanschluss (T) und dem Anschluss (P) für die Druckbeaufschlagung (202) gleichzeitig abgekoppelt ist, ein weiterer Zustand der Zustände (I, II, III, IV) des 4/4-Ventils (1) ein vierter Zustand (IV), die Frühverstellung, ist, in dem der Anschluss (A) für die erste Hydraulikkammer (102) mit dem Anschluss (P) für die Druckbeaufschlagung (202) verbunden ist, während der Anschluss (B) für die zweite Hydraulikkammer (104) mit dem Tankanschluss (T) verbunden ist.
4. Nockenwellenverstellsystem (200) nach Anspruch 3, weiterhin **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zustände (I, II, III, IV) durch ein lineares Verfahren eines Hydraulikkolbens (13) angefahren werden können, deren Abfolge der Zustände (I, II, III, IV) der Ordnungsnummer der Zustände folgt, wobei jeweils in den nächst höheren oder niedrigeren Ordnungsnummerzustand gefahren werden kann.
5. Nockenwellenverstellsystem (200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin **dadurch gekennzeichnet, dass** das 4/4-Ventil (1) ein in einer Buchse (15) liegendes einseitig federvorgespanntes (9) Cartridgeventil (1) mit hydraulischem Hohlkolben (13) zur Tankentlastung ist, deren Zustände (I, II, III, IV) durch eine Überdeckung (Ü1, Ü2, Ü3) zwischen Hohlkolben (13) und Buchse (15) bestimmt werden.
6. Nockenwellenverstellsystem (200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

weiterhin **dadurch gekennzeichnet, dass**

der Verriegelungsmechanismus (106) im drucklosen Zustand (I) der Hydraulikkammern (102, 104) einriegelt und bei Überschreitung einer Druckdifferenz zwischen den Hydraulikkammern (102, 104) entriegelt.

7. Verbrennungskraftmaschine mit Motorsteuergerät und einem Nockenwellenverstellsystem (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Ausschaltzustand des Nockenwellenverstellsystems (200) durch eine Leerlaufspannung, einen Leerlautstrom oder ein Leerlaufpulsweitensignal bestimmt wird, das unterhalb eines Schwellwertes liegt.
8. Verfahren eines Betriebs einer Verbrennungskraftmaschine, insbesondere im Kraftfahrzeug, mit einem elektronischen Motorsteuergerät und einem Nockenwellenverstellsystem nach den Ansprüchen 1 bis 7,
bei dem der erste Zustand (I) beim Start der Verbrennungskraftmaschine in Zusammenspiel zwischen Steuergerät und Nockenwellenverstellsystem, insbesondere unabhängig von dem Abschaltvorgang der Verbrennungskraftmaschine, eingenommen wird.

Claims

1. Camshaft adjusting system (200), comprising a camshaft adjusting device (100) with two hydraulic chambers (102, 104) acting in opposition to one another, in particular an oscillating motor camshaft adjusting device, and a control valve (1) comprising a connection (A) to the first hydraulic chamber (102), a second connection (B) to the second hydraulic chamber (104), a tank connection (T), and a connection (P) for pressurization, wherein in a first state (I) of the camshaft adjusting system (200), a pressure-relieved state, both connections (A, B) are connected hydraulically with the tank connection (T) by means of the control valve (1) by simultaneously hydraulically connecting both connections (A, B) for the hydraulic chambers (102, 104) of the camshaft adjusting device (100) to the tank connection (T), and wherein the camshaft adjusting system (200) in the first pressure-relieved state (I),
employable when starting the internal combustion engine, is in a balanced state and, when the camshaft adjusting device (100) is pressure relieved, a camshaft, supported by its bearing points, is driving a rotor of the camshaft adjusting device (100) together with the camshaft into a dwell position, and wherein a locking mechanism is provided in camshaft adjusting device (100) in order to attain a definite dwell position,
characterized in, that
the control valve (1) is a 4/4-way valve.
2. Camshaft adjusting system (200) according to claim 1,
furthermore **characterized in, that**
the first state (I) is the operating end time state of the camshaft adjusting system (200).
3. Camshaft adjusting system (200) according to claim 1 or 2,
furthermore **characterized in, that**
another state of the states (I, II, III, IV) of the 4/4-way valve (1), a second state (II) is the retarded adjustment, in which the connection (A) for the first hydraulic chamber (102) is connected to the tank connection (T), while the connection (B) for the second hydraulic chamber (104) is connected to connection (P) for pressurization (202), another state of the states (I, II, III, IV) of the 4/4-way valve (1), a third state (III) is the holding position, in which the hydraulic chamber connections (A, B) are simultaneously disconnected from the tank connection (T) and the connection (P) for pressurization (202), another state of the states (I, II, III, IV) of the 4/4-way valve (1), a fourth state (IV) is the advance adjustment, in which the connection (A) for the first hydraulic chamber (102) is connected to the connection (P) for pressurization (202), while connection (B) for the second hydraulic chamber (104) is connected to the tank connection (T).
4. Camshaft adjusting system (200) according to claim 3,
furthermore **characterized in, that**
the states (I, II, III, IV) are approachable by a linear movement of a hydraulic piston (13), of which the sequence of states (I, II, III, IV) is sequentially reached in accordance with the ordinal number assigned, wherein a movement is possible into a state of the next higher or next lower ordinal number.
5. Camshaft adjusting system (200) according to any one of the preceding claims,

furthermore **characterized in, that**

the 4/4-way valve (1) is an unilaterally spring-loaded (9) cartridge valve placed in a sleeve (15) comprising a hydraulic hollow piston (13) for tank pressure relief, wherein the states (I, II, III, IV) of said camshaft adjusting system (200) are determined by an overlap (Ü1, Ü2, Ü3) between the hollow piston (13) and the sleeve (15).

6. Camshaft adjusting system (200) according to any one of the preceding claims, furthermore **characterized in, that** the locking mechanism (106) locks in the pressure-relieved state (I) of the hydraulic chambers (102, 104) and unlocks when a predetermined pressure difference between the hydraulic chambers (102, 104) is exceeded.
7. Internal combustion engine comprising an engine control unit and a camshaft adjusting system (200) according to any one of the claims 1 to 6, **characterized in, that** the turn-off state of the camshaft adjusting system (200) is determined by a no-load voltage, a no-load current, or a no-load pulse-width signal, which is below a threshold value.
8. Method of operating an internal combustion engine, in particular in a motor vehicle with an electronic engine control unit and a camshaft adjusting system according to any one of the claims 1 to 7, in which the first state (I) is taken up upon starting the internal combustion engine with co-ordination between the control unit and the camshaft adjusting system, in particular independently of the process of switching off the internal combustion engine.

Revendications

1. Système de réglage d'arbre à cames (200), comprenant un dispositif de réglage d'arbre à cames (100) avec deux chambres hydrauliques à mouvements opposés (102, 104), plus particulièrement un dispositif de réglage d'arbre à cames à moteur oscillant, et une soupape de commande (1) avec un raccord (A) pour la première chambre hydraulique (102), avec un raccord (B) pour la deuxième chambre hydraulique (104), avec un raccord de réservoir (T) et avec un raccord (P) pour l'alimentation en pression, moyennant quoi, à l'aide de la soupape de commande (1) dans un premier état (I) du système de réglage d'arbre à cames (200), un état sans pression, grâce à une commutation hydraulique simultanée des deux raccords (A, B) pour les chambres hydrauliques (102, 104) du dispositif de réglage d'arbre à cames (100) par rapport au raccord de réservoir (T), les deux raccords (A, B) sont reliés au raccord de réservoir (T), et moyennant quoi le système de réglage d'arbre à cames (200), dans le premier état sans pression (I), qui est réglable lors du démarrage d'un moteur à combustion, est déchargé et, lorsque le dispositif de réglage d'arbre à cames (100) est commuté dans un état sans pression, un arbre à cames, appuyé sur ses points d'appui, entraîne un rotor du dispositif de réglage d'arbre à cames (100) dans une position immobile par rapport à l'arbre à cames, et moyennant quoi, dans le dispositif de réglage d'arbre à cames (100), se trouve un mécanisme de verrouillage afin d'obtenir une position immobile précise, **caractérisé en ce que** la soupape de commande (1) est une soupape 4/4.
2. Système de réglage d'arbre à cames (200) selon la revendication 1, **caractérisé en outre en ce que** le premier état (I) est l'état de fin de fonctionnement du système de réglage d'arbre à cames (200).
3. Système de réglage d'arbre à cames (200) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en outre en ce que** parmi les états (I, II, III, IV) de la soupape 4/4 (1), un autre état est un deuxième état (II), le réglage tardif, dans lequel le raccord (A) pour la première chambre hydraulique (102) est relié avec le raccord de réservoir (T), tandis que le raccord (B) pour la deuxième chambre hydraulique (104) est relié avec le raccord (P) pour l'alimentation en pression (202), et parmi les états (I, II, III, IV) de la soupape 4/4 (1) un autre état est un troisième état (III), la position de maintien, dans laquelle les raccords des chambres hydrauliques (A, B) sont simultanément désaccouplés du raccord de réservoir (T) et du raccord (P) pour l'alimentation en pression (202), parmi les états (I, II, III, IV) de la soupape 4/4 (1) un autre état est un quatrième état (IV), le réglage précoce, dans lequel le raccord (A) pour la première chambre hydraulique (102) est relié avec le raccord (P) pour l'alimentation en pression (202), tandis que le raccord (B) pour la deuxième chambre hydraulique (104) est relié avec le raccord de réservoir (T).

4. Système de réglage d'arbre à cames (200) selon la revendication 3,
caractérisé en outre en ce que
les états (I, II, III, IV) peuvent être obtenus par un déplacement linéaire d'un piston hydraulique (13), dont l'ordre de la séquence des états (I, II, III, IV) suit l'ordre des numéros des états, moyennant quoi il est possible de passer dans l'état ayant le numéro suivant ou le numéro précédent.

5. Système de réglage d'arbre à cames (200) selon l'une des revendications précédentes
caractérisé en outre en ce que
la soupape 4/4 (1) est une soupape à cartouche (1) précontrainte sur un seul côté par un ressort (9), se trouvant dans une douille (15), avec un piston hydraulique creux (13) pour la décharge du réservoir, dont les états (I, II, III, IV) sont déterminés par un chevauchement (Ü1, Ü2, Ü3) entre le piston creux (13) et la douille (15).

6. Système de réglage d'arbre à cames (200) selon l'une des revendications précédentes
caractérisé en outre en ce que
le mécanisme de verrouillage (106) se verrouille dans l'état sans pression (I) des chambres hydrauliques (102, 104) et se déverrouille lors d'un dépassement d'une différence de pression entre les chambres hydrauliques (102, 104).

7. Moteur à combustion avec un dispositif de commande et un système de réglage d'arbre à cames (200) selon l'une des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce que
l'état désactivé du système de réglage d'arbre à cames (200) est déterminé par une tension à vide, un courant à vide ou un signal à impulsions à vide, qui se trouve en dessous d'une valeur seuil.

8. Procédé d'utilisation d'un moteur à combustion, plus particulièrement dans un véhicule automobile, avec un dispositif de commande électronique de moteur et un système de réglage d'arbre à cames selon les revendications 1 à 7, dans lequel on passe au premier état (I) lors du démarrage du moteur à combustion en interaction entre le dispositif de commande et le système de réglage d'arbre à cames, et plus particulièrement indépendamment du processus de mise hors service du moteur à combustion.

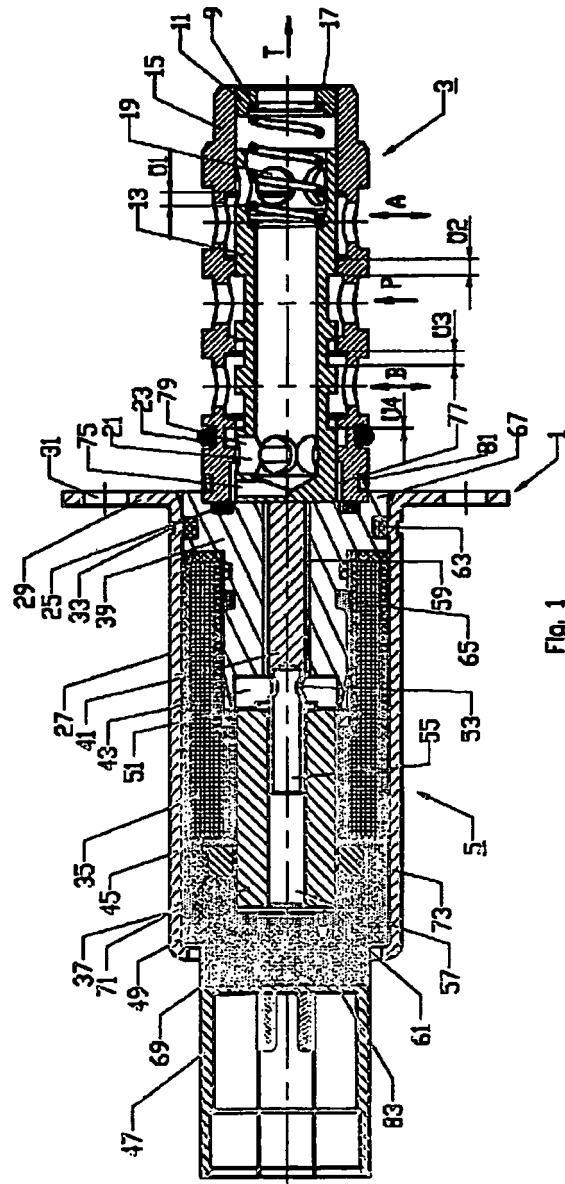
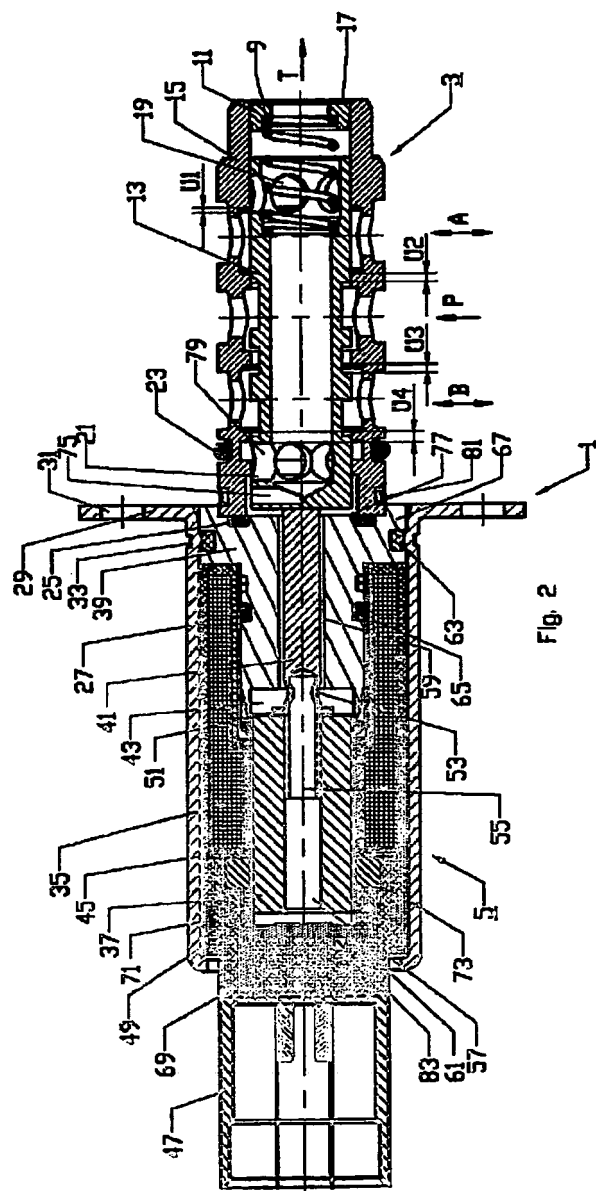


Fig. 1



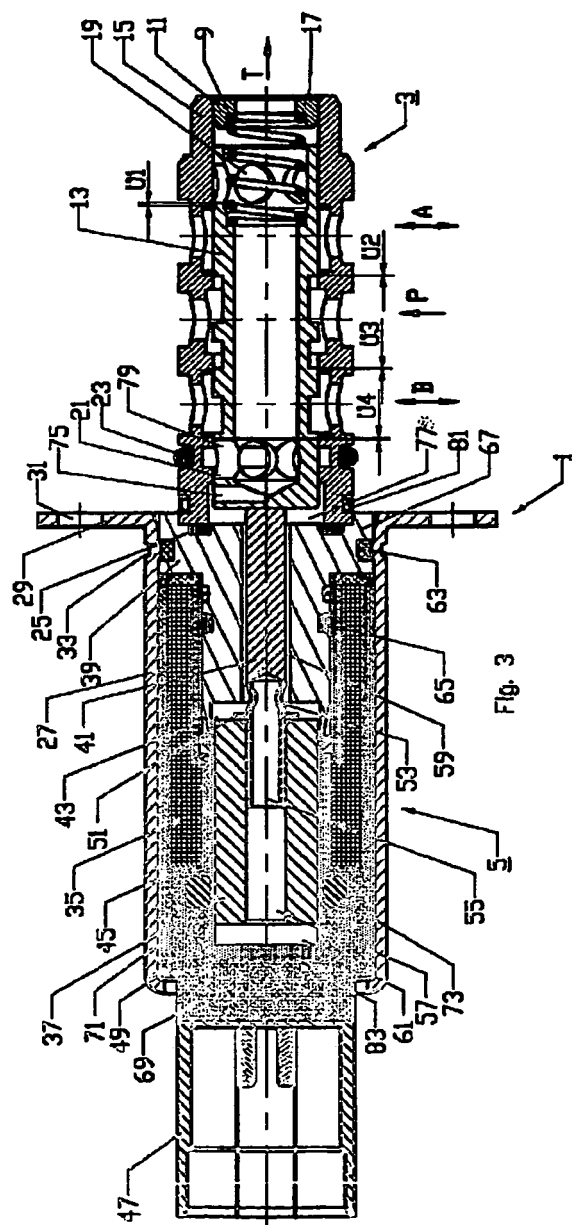
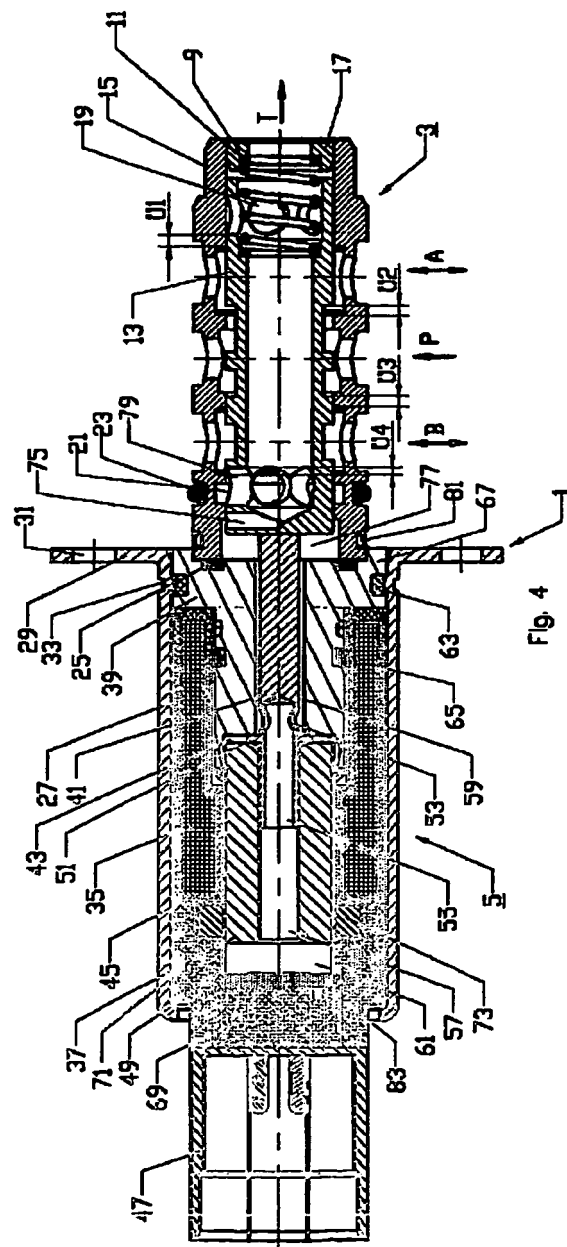


Fig. 3



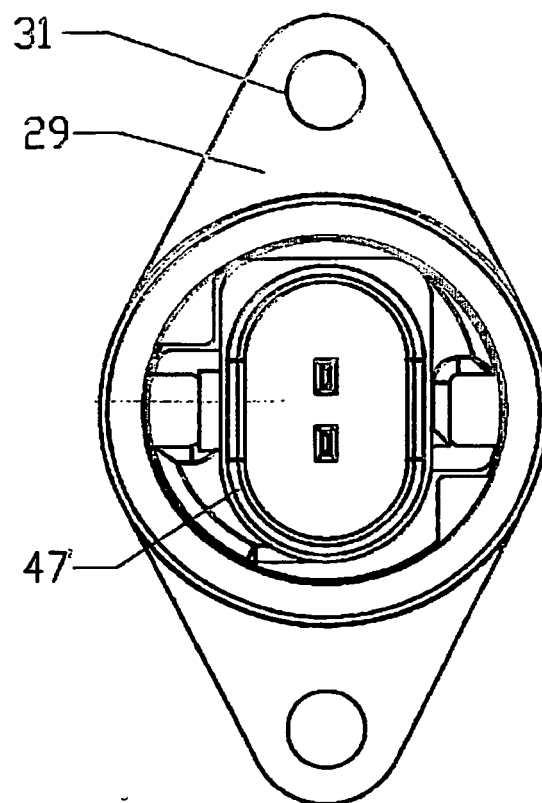


Fig. 5

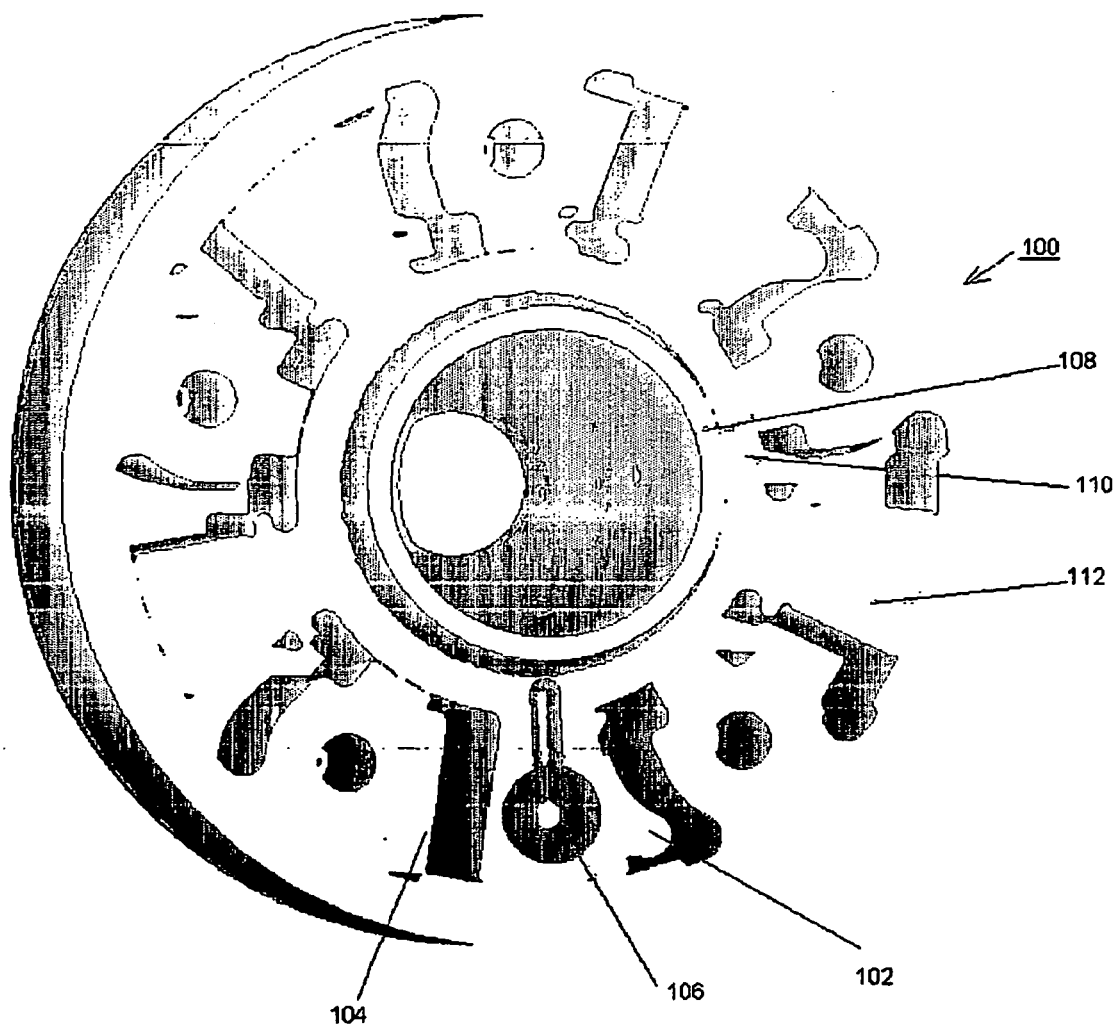


Fig. 6 - Regelstellung

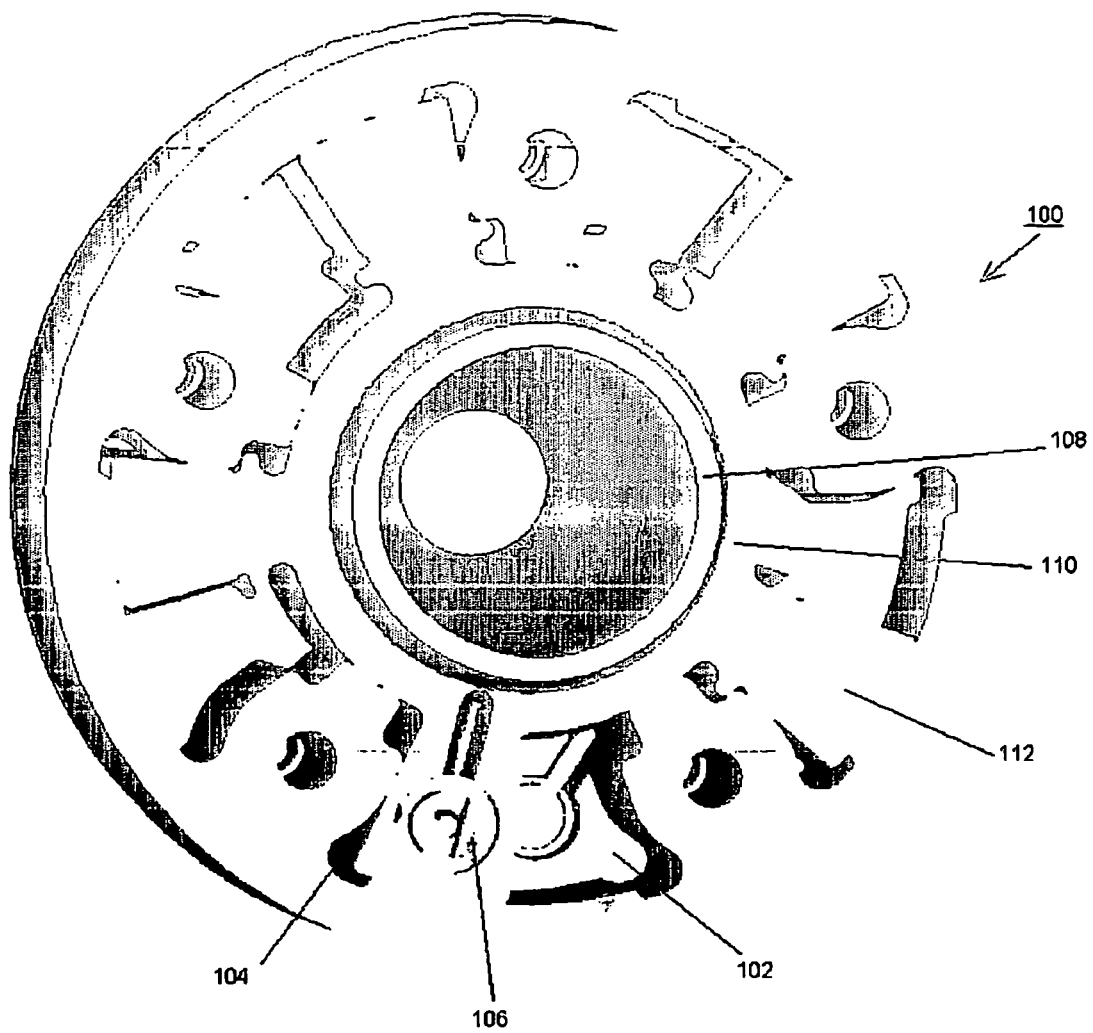


Fig. 7 - Fröhstellung

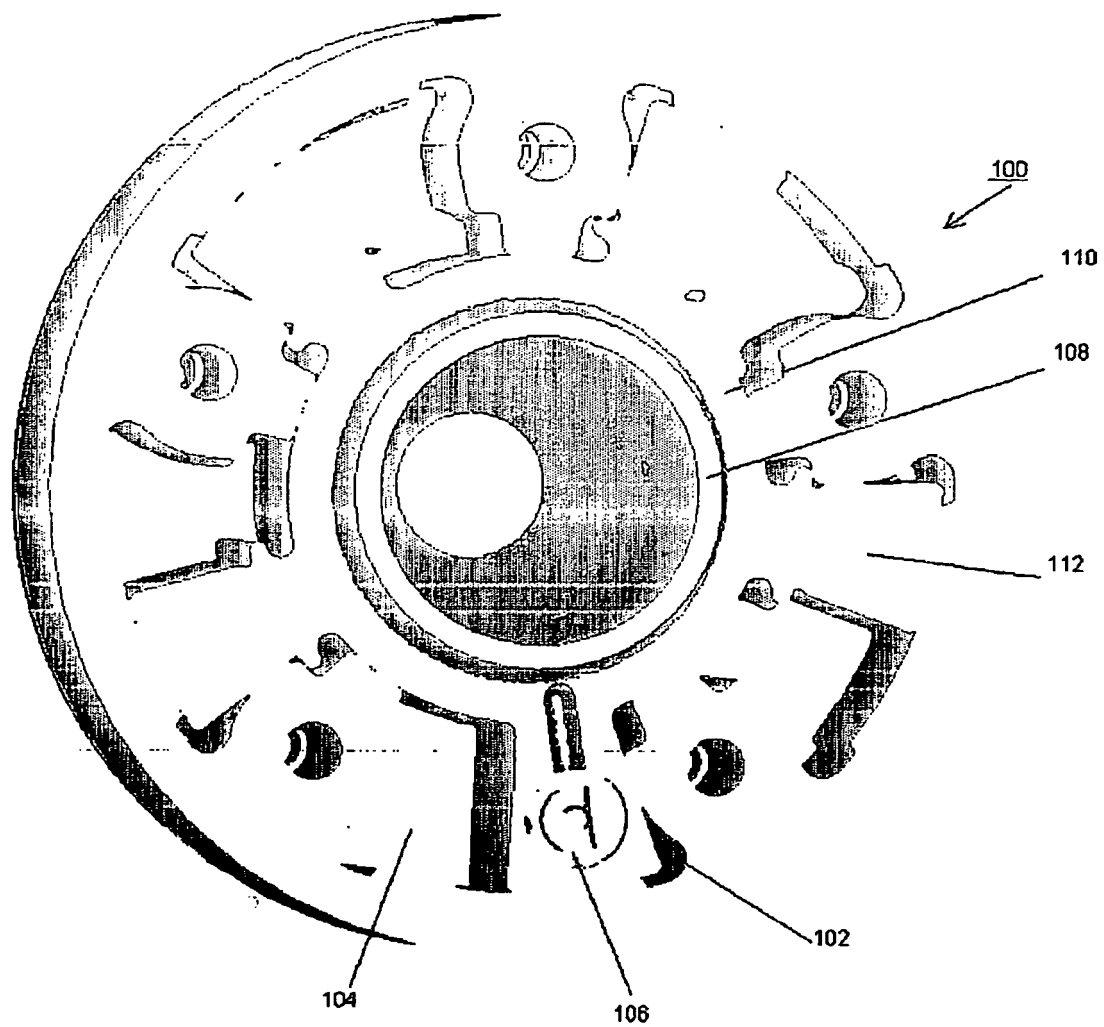


Fig. 8 - Spätstellung

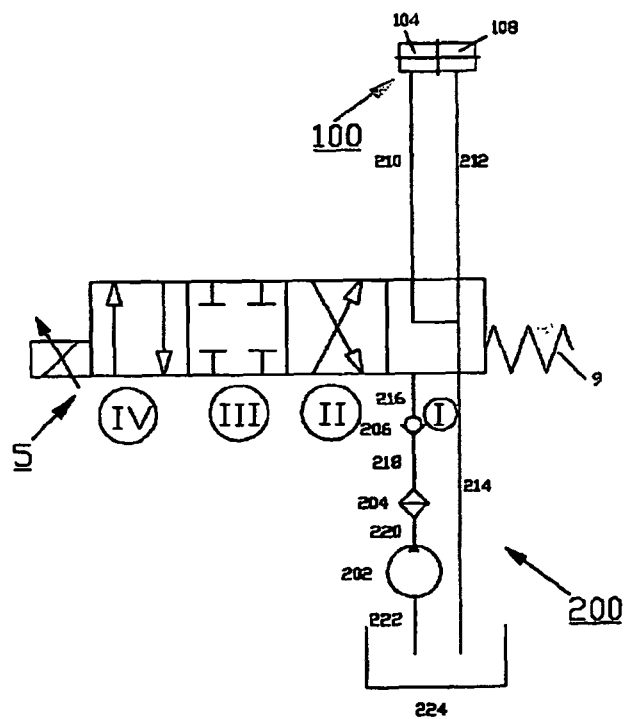


Fig.9

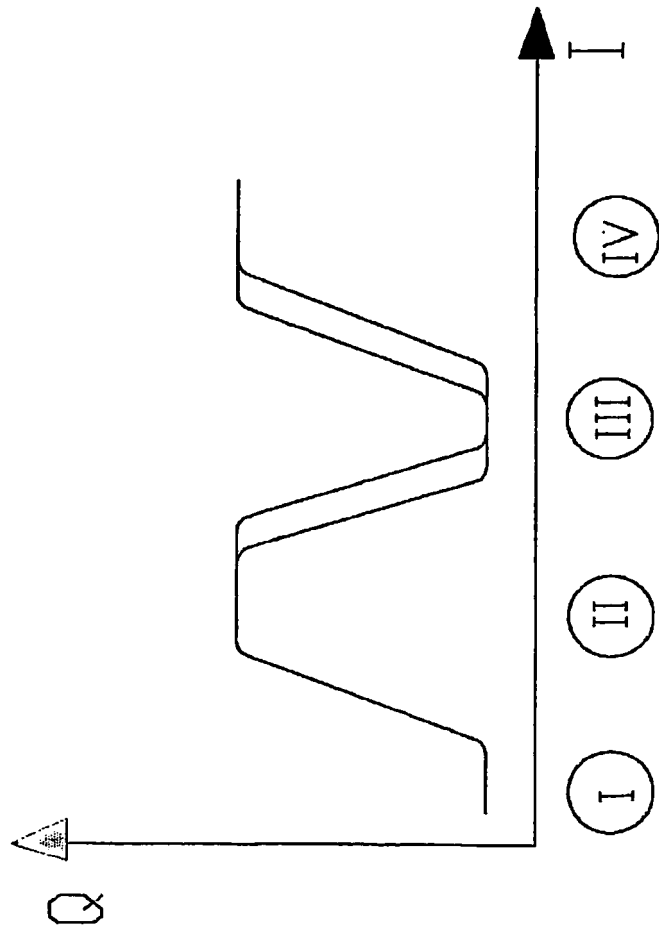
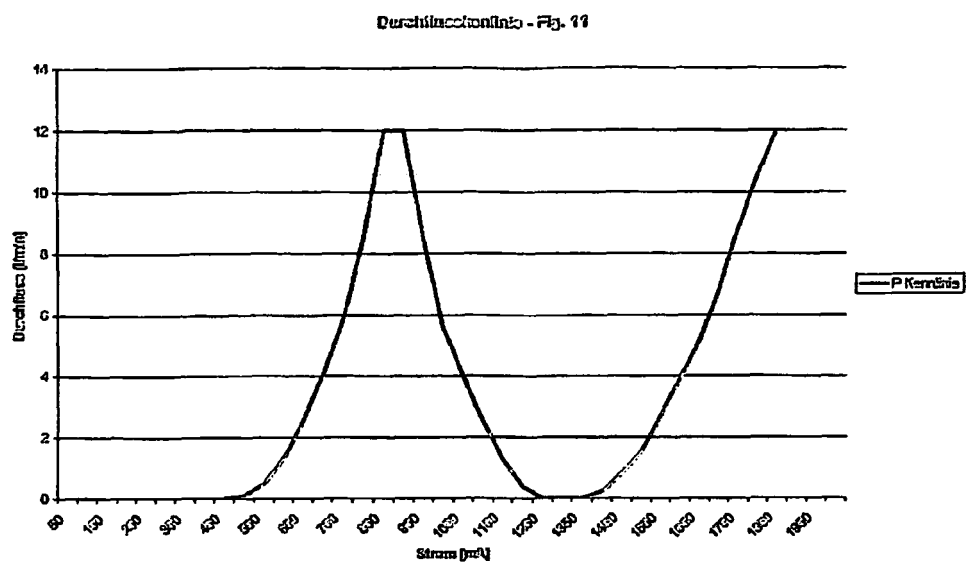


Fig. 10

[Fig. 011]



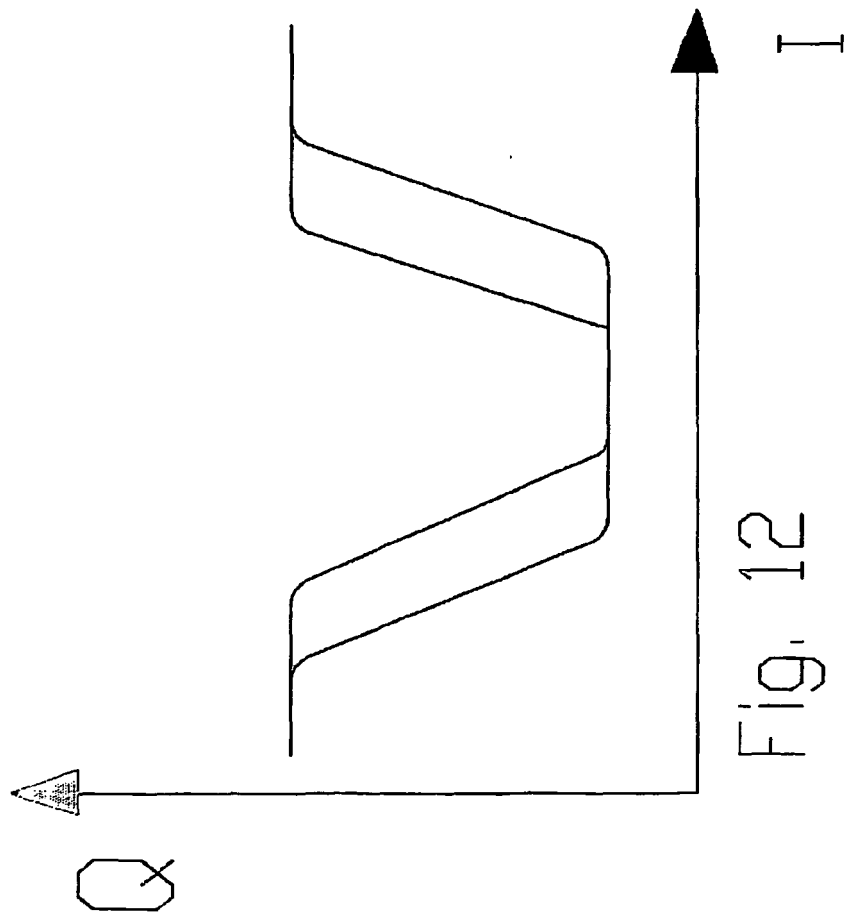


Fig. 12

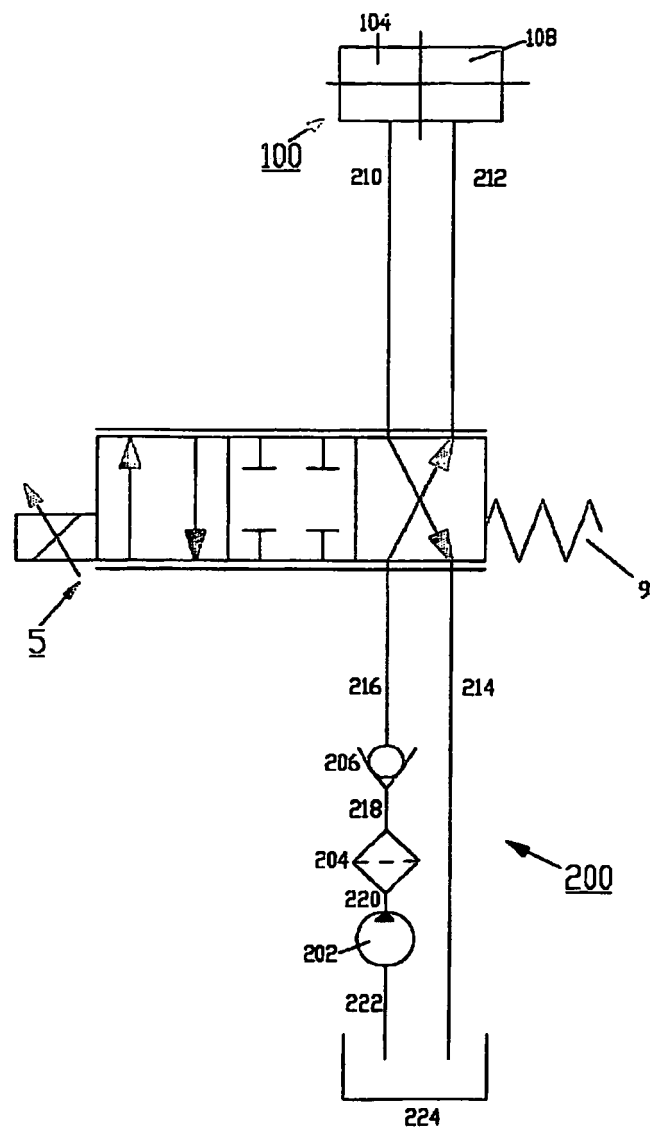


Fig. 13

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102004012460 A [0003]
- DE 19816069 A [0005]
- CN 2592932 Y [0006]
- EP 1316733 A [0006]
- DE 10344816 A [0008]
- US 20020023602 A1 [0009]
- US 2001052330 A1 [0010]
- US 2004112314 A1 [0011]
- DE 10253883 A1 [0018] [0026]