

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

(22) Anmeldetag: 14.09.2011

(72) Erfinder: **Busse, Michael**
91074 Herzogenaurach (DE)

(30) Priorität: 11.11.2010 DE 102010051054

kammern (A, B) verbunden ist und welches derart ausgebildet ist, dass bei einer unbestromten Basisstellung (19a) des Steuerventils (18) zum Einstellen einer Mittenposition (36) die kleinere Steuerkammer (A, B) mit einer Zufuhrleitung (56, 62) und die größere Steuerkammer (A, B) mit einer Abfuhrleitung (58, 64) verbunden ist.

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Nockenwellenversteller für Brennkraftmaschine.

Hintergrund der Erfindung

[0002] In Brennkraftmaschinen, insbesondere in benzinbetriebenen Kraftfahrzeugmotoren, werden zur Betätigung der so genannten Gaswechselventile Nockenwellen eingesetzt. Die Nocken der Nockenwellen liegen für gewöhnlich an Nockenfolgern an, beispielsweise Tassenstößeln, Schlepphebeln oder Schwinghebeln. Wird eine Nockenwelle in Drehung überführt, so wälzen die Nocken auf den Nockenfolgen ab, die wiederum die Gaswechselventile betätigen. Durch die Lage und die Form der Nocken sind somit sowohl die Öffnungsdauer als auch die Öffnungsamplitude, aber auch die Öffnungs- und Schließzeitpunkte der Gaswechselventile festgelegt.

[0003] Die Winkelverschiebung der Nockenwelle in Bezug auf eine Kurbelwelle zur Erzielung optimierter Steuerzeiten für verschiedene Drehzahl- und Lastzustände wird als Nockenwellenverstellung bezeichnet. Eine konstruktive Variante eines Nockenwellenverstellers arbeitet beispielsweise nach dem so genannten Schwenkmotorprinzip. Hierbei sind ein Stator und ein Rotor vorgesehen, die koaxial zueinander liegen und relativ zueinander beweglich sind. Der Stator und der Rotor bilden zusammen Hydraulikkammern, weiterhin einfach als Kammern bezeichnet. Ein Kammerpaar ist hierbei jeweils von Stegen des Stators begrenzt und durch einen jeweiligen Flügel des Rotors in zwei zueinander gegenläufige Kammern unterteilt, deren Volumina durch eine Relativ-Drehbewegung des Rotors zum Stator gegenläufig verändert werden. In der maximalen Verstellposition liegt der jeweilige Flügel an einem der randseitigen Stege des Stators an.

[0004] Die Relativ-Drehbewegung des Rotors erfolgt durch eine Verstellung des Flügels, indem ein Hydraulikmedium, wie z.B. Öl, über Radialkanäle in die Kammern eingeleitet wird und den Flügel wegdrückt. Mit der Verstellung des Rotors wird die an dem Rotor befestigte Nockenwelle beispielsweise Richtung Früh, d.h. einem früheren Öffnungszeitpunkt der Gaswechselventile, verstellt. Mit Verstellung des Rotors in entgegengesetzter Richtung wird die Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle Richtung Spät, d.h. einem späteren Öffnungszeitpunkt der Gaswechselventile, verstellt.

[0005] Eine Steuerung des Nockenwellenverstellers erfolgt durch eine elektronische Steuereinrichtung, welche auf Basis von elektronisch erfassten Kenndaten der Brennkraftmaschine, wie beispielsweise Drehzahl und Last, den Zu- und Abfluss von Druckmittel zu bzw. von den einzelnen Kammern über ein zum Beispiel als Proportionalventil ausgebildetes Steuerventil regelt.

[0006] Bei ungenügender Druckmittelversorgung, wie dies etwa während der Startphase der Brennkraftmaschine oder im Leerlauf der Fall ist, führen Wechselmomente, die von der Nockenwelle auf den Rotor übertragen werden, dazu, dass der Rotor in unkontrollierter Weise bewegt wird, was zur Folge hat, dass die Flügel innerhalb der Arbeitsräume hin und her schlagen, was den Verschleiß fördert und eine unerwünschte Geräuschentwicklung verursacht. Zudem schwankt die Phasenlage zwischen Kurbel- und Nockenwelle stark, so dass die Brennkraftmaschine nicht startet oder unruhig läuft. Um dieses Problem zu vermeiden, werden hydraulische Nockenwellenversteller mit einem Verriegelungsmechanismus zur drehfesten Verriegelung von Stator und Rotor ausgerüstet. Ein solcher Verriegelungsmechanismus umfasst beispielsweise einen im Rotor aufgenommenen axialen Stift, der durch eine Feder in axialer Richtung aus seiner Aufnahme gedrängt wird und formschlüssig in eine Verriegelungskulisse greifen kann, die insbesondere in einem Dichtdeckel für den Stator und den Rotor geformt ist. Für eine Entriegelung wird der Stift stirnseitig mit Druckmittel beaufschlagt und in seine Aufnahme im Rotor zurückgedrängt.

[0007] Eine Verriegelung von Stator und Rotor erfolgt in einer als Basisstellung bezeichneten, für einen Start der Brennkraftmaschine thermodynamisch günstigen Phasenlage der Nockenwelle. Abhängig von der konkreten Auslegung der Brennkraftmaschine wird als Basisstellung eine Früh-, Spät- oder Zwischenstellung gewählt. Bezogen auf die Antriebsrichtung von Stator bzw. Nockenwelle entspricht die Spätstellung einer Enddrehlage des Rotors in Nachlaufrichtung (in der die Volumina der vorlaufenden Druckkammern maximal), die Frühstellung einer Enddrehlage des Rotors in Vorlaufrichtung (in der die Volumina der nachlaufenden Kammern maximal) und die Zwischenstellung einer Phasenlage, die sich zwischen der Früh- und der Spätstellung befindet. Als Mittenstellung oder Mittenposition wird eine Zwischenstellung bezeichnet, die sich zumindest annähernd in der Mitte zwischen der Früh- und der Spätstellung befindet. Eine Verstellung der Phasenlage des Rotors in einer zur Antriebsrichtung des Stators bzw. Nockenwelle gleichen Drehrichtung wird als Frühverstellung bezeichnet. Eine Verstellung der Phasenlage des Rotors in einer hierzu entgegengesetzten Drehrichtung wird als Spätverstellung bezeichnet.

[0008] Wird beim Abstellen der Brennkraftmaschine die Basisstellung nicht erreicht (zum Beispiel beim Abwürgen des Motors), verstellt sich der Rotor aufgrund von Reibmomenten selbsttätig in die Spätstellung. Soll der Rotor in Früh- oder einer Zwischenstellung verriegelt werden, sind deshalb spezielle Vorkehrungen zu treffen, durch die der Rotor relativ zum Stator verstellt wird. In herkömmlichen Nockenwellenverstellern sind zu diesem Zweck beispielsweise Drehfedern vorgesehen, welche den Rotor in Richtung der gewünschten Basisstellung vorspannen. Bei einem Konzept zur Verriegelung von Stator und Rotor werden diese bereits während des Mo-

torabstellens verriegelt. Dadurch wird der Vorteil erzielt, dass der Motor beim darauf folgenden Motorstart direkt in der Mittenposition gestartet wird. Dies ist jedoch mit einer großen Regel- und Überwachungsaufwand verbunden, da entsprechend der aktuellen Winkelposition beim Abstellen des Motors das Steuerventil strategisch bestromt werden und die Winkelposition immer wieder überwacht werden soll.

[0009] In der DE 10 2008 011 916 ist z.B. ein Nockenwellenversteller mit einer axialen Mehrfachrasterverriegelung beschrieben. Ein Nachteil dieses Nockenwellenverstellers ist jedoch, dass dieser nur funktioniert, wenn in der Früh-Kammer kein Öldruck vorhanden ist.

Aufgabe der Erfindung

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Aufwand beim Verriegeln eines Nockenwellenverstellers in der Mittenposition unabhängig von der Winkelposition des Rotors zum Stator beim Abschalten der Brennkraftmaschine zu reduzieren.

Lösung der Aufgabe

[0011] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Nockenwellenversteller für eine Brennkraftmaschine, insbesondere für einen Motor, welcher umfasst:

- einen von einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine antreibbaren, radial außen liegenden Stator,
- einen drehfest mit einer Nockenwelle verbindbaren, radial innen liegenden Rotor,
- zwischen dem Rotor und dem Stator angeordnete Kammerpaare umfassend je zwei gegenläufige Kammern, nämlich eine Früh-Kammer und eine Spät-Kammer, welche derart mit einem Druckmittel beaufschlagbar sind, dass die relative Drehlage des Rotors zu dem Stator veränderbar ist,
- ein Steuerventil, das Teil des Druckmittelkreislaufes ist und zum Regeln des Zu- und Abflusses vom Druckmittel zu den Kammern vorgesehen ist, wobei das Steuerventil einen Druckmittel-Port zum Zuführen des Druckmittels und einen Tank-Port zum Abführen des Druckmittels aufweist, und
- mindestens ein druckgesteuertes Positionierungsventil, welches mit einem Steuerkammerpaar umfassend zwei Steuerkammern verbunden ist und welches derart ausgebildet ist, dass bei einer unbestromten Basisstellung des Steuerventils zum Einstellen einer Mittenposition die kleinere Steuerkammer mit einer Zufuhrleitung und die größere Steuerkammer mit einer Abfuhrleitung verbunden ist.

[0012] Mit Steuerkammern bzw. Steuerkammerpaar werden hierbei die beiden gegenläufigen Kammern bezeichnet, deren Druckmittelkreislauf in der Basisstellung des Steuerventils, d.h. bei abgeschaltetem Motor, vom

Positionierungsventil angesteuert wird. Alle anderen Kammerpaare werden nachfolgend "weiter Kammerpaare" genannt.

[0013] Das Positionierungsventil ist mit dem Steuerventil verbunden und stellt somit eine Verzweigung des Druckmittelkreislaufes des Nockenwellenverstellers dar. Dabei wird das Positionierungsventil insbesondere erst dann eingeschaltet, wenn das Steuerventil seine Basisstellung eingenommen hat.

[0014] Mit Tank-Port wird derjenige Port des Steuerventils bezeichnet, über den der Rücklauf des Druckmittels aus dem Nockenwellenversteller zu einem Tank des Schmierölkreislaufs des Motors erfolgt. Die Bezeichnung "Tank" steht somit für ein Abführen des Druckmittels außerhalb des Nockenwellenverstellers.

[0015] Die Erfindung basiert auf der Idee in der Basisstellung des Motors bzw. des Steuerventils, in der das Steuerventil nicht bestromt ist, den Nockenwellenversteller über eine geeignete Druckmittelverteilung in nur mit dem Steuerkammerpaar in die Mittenposition zu überführen, die für einen erneuten Start der Brennkraftmaschine besonders vorteilhaft ist. Hierzu werden die Steuerkammern des Steuerkammerpaars über das im Nockenwellenversteller angeordnete, druckgesteuerte Positionierungsventil getrennt von den weiteren Kammerpaaren mit dem Druckmittelkreislauf im Nockenwellenversteller verbunden. Wenn die Flügel des Rotors beim Abstellen des Motors sich nicht in der Mittenposition befinden, sind die Kammern jedes Kammerpaars unterschiedlich groß. Wenn beispielsweise die Flügel zwischen einem Früh-Endanschlag und der Mittenposition stehenbleiben, sind die Früh-Kammern kleiner als die Spät-Kammern. Umgekehrt, wenn die Flügel näher an dem jeweiligen Spät-Endanschlag sind, sind die Spät-Kammern kleiner. Das Positionierungsventil ist daher derart eingestellt, dass in der Basisstellung des Steuerventils die Steuerkammer, die beim Abschalten des Motors kleiner ist als die gegenläufige Steuerkammer, mit einer Zufuhrleitung des Druckmittelkreislaufs verbunden wird und somit mit Druckmittel befüllt wird. Die andere Steuerkammer, die beim Abschalten des Motors das größere Volumen aufweist, wird mit der Abfuhrleitung verbunden, so dass ein Entleervorgang dieser Steuerkammer beginnt. Beim Befüllen der kleineren Steuerkammer und Entleeren der größeren Steuerkammer wird der Flügel zwischen den beiden Steuerkammern weggedrückt und erreicht nach kurzer Zeit die Mittenposition, in der der Verriegelungsmechanismus aktiviert wird, insbesondere indem ein Stift des Verriegelungsmechanismus axial in eine Kulissee eingreift und den Rotor gegenüber dem Stator formschlüssig fixiert.

[0016] Durch die oben beschriebenen Vorgänge wird ein Verriegeln des Nockenwellenverstellers ermöglicht, ohne dass die aktuelle Winkelposition des Rotors gegenüber dem Stator ermittelt werden muss. Stattdessen ist eine so genannte "Zwangssteuerung" vorgesehen, die im Nockenwellenversteller integriert ist und nach dem Abschalten der Brennkraftmaschine automatisch akti-

viert wird. Der zwischen den beiden Steuerkammern angeordnete Flügel des Rotors wird aufgrund der Druckkraft des Druckmittels in der sich vergrößernden Steuerkammer in Richtung der Mittenposition verschoben, wodurch eine Rotation des Rotors gegenüber dem drehfesten Stator ausgelöst wird. Diese Rotation wird in der Mittenposition unterbrochen, da dort die Verriegelung automatisch erfolgt.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst der Nockenwellenversteller wenigstens einen die Kammern seitlich begrenzenden, an dem Stator und dem Rotor anliegenden Dichtdeckel, wobei das Positionierungsventil mit im Dichtdeckel ausgebildeten Nuten strömungstechnisch kommuniziert, die über Bohrungen im Rotor mit dem Druckmittelkreislauf verbindbar sind. Sowohl die Zufuhrleitung als auch die Abfuhrleitung münden in die Nuten im Dichtdeckel. In den Nuten münden zudem auch die Bohrungen im Rotor. Über diese Bohrungen, die an den Druckmittelkreislauf angeschlossen sind, wird das Druckmittel den Nuten zu- bzw. abgeführt. Bei der Rotation des Rotors überlappen die Bohrungen auf ihrer Laufbahn verschiedene, in Umlaufrichtung hintereinander ausgebildete Nuten. Welchen Nuten und entsprechend welcher der Steuerkammern Druckmittel zu- bzw. abgeführt wird, hängt somit von der Position des Rotors ab. Dank der Nuten wird der Vorgang zur Verriegelung des Nockenwellenverstellers Verschleiß reduzierend dadurch unterstützt, dass in der Mittenposition durch Überlappung der Nuten, was zu einer Senkung des Kammerdrucks führt, der Rotor zusätzlich abgebremst wird, so dass der Stift ausreichend Zeit zum Eintauchen in die Kulissee hat. Insbesondere ist hierbei lediglich ein einziger Stift vorgesehen, da die Gefahr, dass der Stift die Verriegelungsposition überfährt und in die Kulissee nicht rechtzeitig eingreifen kann, minimiert ist. Dadurch entsteht zudem weniger Verschleiß am Stift sowie an der Kulissee.

[0018] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist in der Basisstellung des Steuerventils die kleinere der beiden Steuerkammern über das Positionierungsventil und über eine erste Nut im Dichtdeckel verbunden, die mit dem Druckmittel-Port des Steuerventils verbunden ist, und die größere Steuerkammer ist über das Positionierungsventil mit einer zweiten Nut im Dichtdeckel verbunden, die für einen Rücklauf des Druckmittels in einen Tank des Druckmittelkreislaufs ausgebildet ist. Über den Druckmittel-Port des Steuerventils wird Druckmittel in die erste Nut und anschließend in die kleinere Steuerkammer eingeleitet. Gleichzeitig strömt das in der größeren Steuerkammer befindliche Druckmittel über die Abfuhrleitung zur zweiten Nut. Da die zweite Nut mit dem Tank verbunden ist, strömt das Öl dabei aus dem Nockenwellenversteller hinaus.

[0019] Der Nockenwellenversteller umfasst den Verriegelungsmechanismus, durch welchen in der Mittenposition der Rotor und der Stator drehfest miteinander verbunden sind, wobei das Steuerventil bevorzugt über eine Druckleitung mit dem Verriegelungsmechanismus

verbunden ist. Die Druckbeaufschlagung des Stifts ist somit mit der Stellung des Steuerventils gekoppelt. Damit der Stift beim Überfahren der Mittenposition ungehindert in die Kulissee im Dichtdeckel eingreifen kann, ist vorzugsweise die Druckleitung in der Basisstellung des Steuerventils mit dem Tank-Port des Steuerventils verbunden, so dass der Stift nicht mehr mit dem Druckmittel beaufschlagt wird. In allen weiteren Stellungen des Steuerventils ist die Druckleitung zum Verriegelungsmechanismus stets mit dem Druckmittel-Port am Steuerventil verbunden, wodurch der Stift axial zurückgedrückt wird und keine formschlüssige Verbindung zur Kulissee herstellen kann.

[0020] Nach einer bevorzugten Variante ist das Positionierungsventil an die Druckleitung angeschlossen und weist zwei Stellungen auf, die in Abhängigkeit davon, ob die Druckleitung mit dem Druckmittel-Port oder mit dem Tank-Port verbunden ist, einstellbar sind. Wenn die Druckleitung mit dem Tank-Port verbunden ist, wirkt sowohl auf den Stift als auch auf das Positionierungsventil keine Druckkraft des Druckmittels. In dieser ersten Stellung des Positionierungsventils, die als ON-Stellung bezeichnet ist, wird, wie bereits beschrieben, die kleinere der Steuerkammern über die Zufuhrleitung mit dem Druckmittel-Port des Steuerventils verbunden und die größere Steuerkammer wird gleichzeitig über die Abfuhrleitung entleert. Wenn das Steuerventil sich jedoch nicht in seiner Basisstellung befindet, wird in die Druckleitung Druckmittel eingespeist, welches den Stift zurückdrängt und gleichzeitig das Positionierungsventil in eine zweite Stellung, die OFF-Stellung, überführt. In der OFF-Stellung des Positionierungsventils ist die Früh-Steuerkammer mit den weiteren Frühkammern im Nockenwellenversteller kurzgeschlossen und die Spät-Steuerkammer ist ebenfalls mit den weiteren Spät-Kammern kurzgeschlossen.

[0021] Weiterhin von Vorteil ist, dass in der Basisstellung die gegenläufigen Kammern der weiteren Kammerpaare kurzgeschlossen sind. Durch das Kurzschließen der Kammerpaare wird der Druck in je zwei gegenläufigen Kammern ausgeglichen, was ein Verschieben des Rotors durch den auf den Flügel im Bereich des Steuerkammerpaars wirkenden Druck begünstigt.

[0022] Vorzugsweise ist das Steuerventil ein 5/4-Wegeventil ist und ist über einen ersten Port mit den Spät-Kammern der weiteren Kammerpaare, über einen zweiten Port mit den Früh-Kammern der weiteren Kammerpaare und über einen dritten Port über die Druckleitung mit dem Verriegelungsmechanismus verbunden ist, wobei die Zufuhrleitung eine Abzweigung der Leitung zu den Früh-Kammern ist.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante ist das Positionierungsventil ein 6/2-Wege-Ventil und kommuniziert über zwei Ports mit den beiden Steuerkammern. Jedes Positionierungsventil weist dabei zwei Eingänge und zwei Ausgänge auf. Wenn der Motor abgeschaltet ist und das Positionierungsventil sich in der ON-Stellung befindet, münden die Zufuhrleitung und die

Abfuhrleitung in zwei der Ports, die als Eingänge bezeichnet werden. Durch zwei andere Eingänge des Positionierungsventils wird dabei der Kurzschluss zwischen den gegenläufigen Kammern der weiteren Kammerpaare hergestellt. In der zweiten Stellung des Positionierungsventils ist die Früh-Kammer der Steuerkammer-Paarung mit den anderen Früh-Steuerkammern bzw. die Spät-Steuerkammer mit den anderen Spät-Kammern verbunden. Die anderen beiden Eingänge des Positionierungsventils werden in diesem Fall nicht genutzt.

[0024] Gemäß einer alternativen, bevorzugten Ausführungsvariante ist das Positionierungsventil zweiteilig ausgebildet ist und zwei 4/2-Wege-Positionierungsventile umfasst, wobei in der Basisstellung des Steuerventils die Steuerkammern über jeweils ein Positionierungsventil mit der Zufuhrleitung bzw. mit der Abfuhrleitung verbunden sind. Jedes dieser beiden Positionierungsventile ist ebenfalls ein ON/OFF-Ventil, welches durch das Druckmittel in der Druckleitung betätigt wird. In der OFF-Stellung sind beide Positionierungsventile dafür eingerichtet, die Früh- und die Spät-Kammer der Steuerkammer-Paarung mit den Früh- bzw. Spät-Kammern der weiteren Kammerpaare kurzzuschließen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0025] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierin zeigen schematisch und stark vereinfacht:

- Fig. 1 eine Verstellung eines Nockenwellenverstellers gemäß einer ersten Ausführungsvariante von "Spät" in Richtung "Früh" bis zu einer Mittenposition,
- Fig. 2 die Verstellung des Nockenwellenverstellers gemäß Fig. 1 von "Früh" in Richtung "Spät" bis zur Mittenposition, und
- Fig. 3 die Verstellung eines Nockenwellenverstellers gemäß einer zweiten Ausführungsvariante von "Spät" in Richtung "Früh" bis zur Mittenposition.

[0026] Gleiche Bezugszeichen haben in den verschiedenen Figuren die gleiche Bedeutung.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnung

[0027] In Fig. 1 und Fig. 2 ist eine erste Ausführungsvariante eines Nockenwellenverstellers 2 für eine hier nicht näher gezeigte Brennkraftmaschine, die insbesondere ein Motor ist, dargestellt. Der Nockenwellenversteller 2 umfasst ebenfalls nicht näher gezeigte Stator und Rotor, zwischen denen mehrere Kammern 6 ausgebildet sind, die in Kammerpaare 4,4' gruppiert sind. Jedes der Kammerpaare umfasst eine in den Figuren rechts angeordnete Früh-Kammer B, B' sowie eine links angeordnete Spät-Kammer A, A'. Die Kammern 6 jedes Kammerpaars 4,4' sind durch einen verstellbaren Flügel 8 des Rotors voneinander getrennt. In Umfangsrichtung sind die Kam-

merpaare 4, 4' durch Stege 10 des Stators begrenzt. An der Seite der Früh-Kammer B, B' bilden die Stege 10 einen Früh-Endanschlag F und an der Seite der Spät-Kammern A, A' einen Spät-Endanschlag S.

[0028] Der Nockenwellenversteller 2 ist ein hydraulischer Nockenwellenversteller, bei dem das Verstellen des Rotors gegenüber dem Stator mit Hilfe eines Druckmittels, insbesondere eines Öls, erfolgt. Als Druckmittel wird das Öl eines Schmiermittelkreislaufs 12 des Motors verwendet. Über eine Schmierölleitung 14, in der ein Rückschlagventil 16 integriert ist, wird das Öl zu einem Steuerventil 18 des Nockenwellenverstellers 2 geleitet. Das Steuerventil 18 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel ein 5/4-Wege-Ventil, d.h. das Ventil weist fünf Ports auf und kann vier Stellungen 19a, 19b, 19c, 19d annehmen. Durch eine Rückstellfeder 20 wird das Steuerventil 18 im unbestromten Zustand in einer Basisstellung 19a gehalten, wenn der Motor abgeschaltet ist. Das Steuerventil 18 ist zudem mit einem Elektromagneten 22 gekoppelt, der dafür eingerichtet ist, gegen die Kraft der Rückstellfeder 20 des Steuerventils 18 in die drei weiteren Stellungen 19b, 19c und 19d zu überführen.

[0029] Das Steuerventil 18 weist zwei Eingangs-Ports auf, nämlich ein Druckmittel-Port P zum Zuführen des Druckmittels und einen Tank-Port T zum Abführen des Druckmittels aus einem für die Verstellung des Nockenwellenverstellers 2 vorgesehenen Druckmittelkreislauf. Das Steuerventil 18 weist außerdem drei Ausgangs-Ports auf, nämlich einen ersten Ausgang 24, von dem aus eine Leitung 26 zu den Spät-Kammern A' der Kammerpaare 4' führt, einen zweiten Ausgang 28, der über eine Leitung 29 mit den Früh-Kammern B' der Kammerpaare 4' verbunden ist, sowie einen dritten Ausgang 30, von dem aus über eine Druckleitung 32 das Öl zu einem schematisch durch den Block 34 dargestellten Verriegelungsmechanismus des Nockenwellenverstellers 2 geleitet wird.

[0030] Der Verriegelungsmechanismus 34 umfasst einen hier nicht näher gezeigten Stift, der zum Verriegeln des Rotors gegenüber dem Stator axial in eine Kulisser, die in einem an dem Stator und dem Rotor anliegenden Dichtdeckel ausgebildet ist, greift. Wenn die Druckleitung 32 mit dem Druckmittel-Port P verbunden ist, wird der Stift mit Druck beaufschlagt und zurückgedrückt, so dass er die Kulisser nicht erreichen kann. Wenn der Stift jedoch keinem Druck mehr ausgesetzt ist, stellt er die formschlüssige Verbindung zur Kulisser her sobald sie dem Stift gegenüber positioniert ist.

[0031] Beim Abschalten des Motors befinden sich die Flügel 8 des Rotors in der Regel in einer Mittenposition, die durch die gestrichelte Linie 36 angedeutet ist. In der Mittenposition 36 wird der Nockenwellenversteller 2 verriegelt. Ist die Winkelposition bei Motorstillstand, z.B. durch Abwürgen des Motors, zwischen der Mittenposition 36 und dem Spät-Endanschlag S, kann der Nockenwellenversteller 2 aufgrund der Wirkung des Nockenwellenreibmoments in Richtung Spät bei Motorstart nicht in der Mittenposition 36 verriegeln, sondern verstellt in den

Spät-Endanschlag S.

[0032] Zum Verriegeln des Nockenwellenverstellers 2 unabhängig von der Winkelposition des Rotors beim Abschalten des Motors ist eine Zwangssteuerung vorgesehen, die ein Positionierungsventil 38 umfasst, welches lediglich mit einem Kammerpaar, das als Steuerkammerpaar 4 bezeichnet wird, verbunden ist. Alle anderen Kammerpaare 4' werden weiter im Text "weitere Kammerpaare" genannt. Beim Abschalten des Motors, d.h. wenn das Steuerventil 18 in der Basisstellung 19a ist, erfolgt über das Positionierungsventil 38 der Ölaustausch des Steuerkammerpaars 4 mit dem Druckmittelkreislauf. Zudem sind im Dichtdeckel Nuten 40a, 40b, 40c, 40d ausgebildet, in welche Bohrungen 42, 44 im Rotor münden. Über die Bohrungen 42, 44, die Nuten 40a, 40b, 40c, 40d und das Positionierungsventil 38 erreicht das Öl beim abgestellten Motor die Steuerkammern A, B oder strömt aus diesen hinaus.

[0033] Das Positionierungsventil 38 ist im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 und Fig. 2 ein 6/2-Wege-Ventil und weist einen ON- und einen OFF-Zustand auf. Durch eine Feder 46 wird das Positionierungsventil 38 im ON-Zustand gehalten, wenn keine äußeren Kräfte auf das Positionierungsventil 38 wirken. Über eine Leitung 48 ist das Positionierungsventil 38 an die Druckleitung 32 angeschlossen, so dass wenn Öl in die Druckleitung 32 eingespeist wird dieses Öl das Positionierungsventil 38 gegen die Federkraft der Feder 46 in den OFF-Zustand drückt.

[0034] In Fig. 1 ist der Fall gezeigt, in dem die Flügel 8 beim Abschalten des Motors sich zwischen dem Spät-Endanschlag S und der Mittenposition 36 befinden, so dass sie zum Verriegeln des Nockenwellenverstellers 2 nach rechts zur Mittenposition 36 verschoben werden müssen, was durch die Pfeile 50 angedeutet ist. Die Kammern 6 der weiteren Kammerpaare 4' sind in diesem Fall über zwei Eingänge 52, 54 des Positionierungsmittels 38 kurzgeschlossen, so dass sich der Druck in allen diesen Kammern 6 ausgleicht. Von der Leitung 29, die die Früh-Kammern B' mit Öl versorgt, wird Öl angezapft und über die Bohrung 42 in die Nut 40a eingespeist. Die Nut 40a ist über eine Zufuhrleitung 56 mit dem Positionierungsventil 38 verbunden. In der ON-Stellung des Positionierungsventils 38 strömt das Öl schließlich in die Spät-Steuerkammer A, wodurch sich ihr Volumen vergrößert und der Flügel 8 weiter nach rechts in Richtung des Pfeiles 50 überführt wird. Gleichzeitig ist über das Positionierungsventil 38 die Früh-Steuerkammer B über eine Abfuhrleitung 58 mit der Nut 40c verbunden, von der aus über die Bohrung 44 das Öl zu einem Tank des Schmiermittelkreislaufs abgeführt wird, was durch das Symbol T angedeutet ist. Mit dem Verschieben der Flügel 8 nach rechts in Fig. 1 verschieben sich auch die Bohrungen 42 und 44 im Rotor weiter nach rechts. Wenn die Flügel 8 die Mittenposition 36 erreicht haben, überlappen die Bohrungen 42, 44 je zwei Nuten 40a, 40b bzw. 40c, 40d, wodurch der Nockenwellenversteller ausgebremst wird und der Stift des Verriegelungsmechanismus 34 mehr

Zeit zum axialen Verriegeln hat.

[0035] In der Basisstellung des Steuerventils 18 ist weder der Verriegelungsmechanismus 34 noch das Positionierungsventil 38 mit Druck beaufschlagt. Das Positionierungsventil 38 befindet sich somit in der ON-Stellung.

[0036] Wenn sich der Nockenwellenversteller 2 beim Abschalten der Brennkraftmaschine in der Mittenposition 36 befindet, rastet der Stift automatisch in die Kulisse ein, so dass eine Verstellung des Rotors gegenüber dem Stator gar nicht stattfindet.

[0037] Das Prinzip der Verstellung des Rotors in Richtung Spät bis zur Mittenposition 36 ist in Fig. 2 veranschaulicht. Der wesentliche Unterschied im Vergleich zur Fig. 1 ist, dass durch die Position der Flügel 8 näher an dem Früh-Endanschlag F die zwei Bohrungen 42, 44 die Nuten 40b bzw. 40d überlappen. Die Nut 40b ist dabei zum Abführen des Öls mit dem Tank des Schmierkreislaufs verbunden, während in die Nut 40d über eine Leitung 60 mit Öl eingespeist wird. Somit ist die beim Abstellen des Motors kleinere Steuerkammer B über eine Zufuhrleitung 62 mit der Nut 40d verbunden und in die Steuerkammer B wird Öl eingeleitet. Gleichzeitig wird Öl von der gegenläufigen Steuerkammer A über das Positionierungsventil 38 und eine Abfuhrleitung 64 zur Nut 40d abgeführt. Von der Nut 40d aus strömt das Öl aus dem Nockenwellenversteller 2 hinaus.

[0038] In Fig. 3 ist eine zweite Ausführungsvariante eines Nockenwellenverstellers 2 gezeigt, die sich im Wesentlichen von der ersten Variante gemäß Fig. 1 und Fig. 2 dadurch unterscheidet, dass das Positionierungsventil 38 zweiteilig ist. Zur Steuerung des Ölflusses zu den Steuerkammern A und B sind dabei zwei 4/2-Wege-Positionierungsventile 38a, 38b vorgesehen. Diese Positionierungsventile 38a, 38b weisen je vier Ports auf und sind in 2 Stellungen, ein ON- und eine OFF-Stellung, überführbar. Die Positionierungsventile 38a, 38b weisen jeweils zwei Eingänge 66a, 68a bzw. 68b, 68b sowie zwei Ausgänge 70a, 72a und 70b, 72b auf. Die Positionierungsventile 38a, 38b sind ebenfalls druckgesteuerte Ventile, die über jeweils eine Leitung 48a, 48b an die Druckleitung 32 angeschlossen sind.

[0039] Durch die in Fig. 3 gezeigte ON-Stellung der Positionierungsventile 38a, 38b wird der Flügel 8, der die beiden Steuerkammern 6a und 6b voneinander trennt, in Richtung Früh zur Mittenposition 36 gedrückt. Hierfür ist die Spät-Steuerkammer A über die Zufuhrleitung 56 mit der Nut 40a verbunden. Durch die Bohrung 42 wird Öl in die Nut 40a eingespeist, welches anschließend über die Zufuhrleitung 56 der Spät-Steuerkammer 6a zugeführt wird. Parallel dazu strömt das in der Früh-Steuerkammer B enthaltene Öl über die Abfuhrleitung 58, über die Nut 40c und über die Bohrung 44 aus dem Nockenwellenversteller 2 hinaus.

[0040] Um den Druck in den weiteren Kammern A' und B' auszugleichen, sind diese Kammern A', B' über die Ports 66a, 70a und 66b, 70b der beiden Positionierungsventile 38a, 38b miteinander kurzgeschlossen.

[0041] Wenn die Positionierungsventile 38a, 38b mit Druck vom Öl in der Druckleitung 32 beaufschlagt werden, verschieben sie sich nach links in Fig. 3 in ihre OFF-Stellung, in der die Steuerkammer A über das Positionierungsventil 38a mit den weiteren Spät-Kammern A' und die Früh-Steuerkammer B über das Positionierungsventil 38b mit den weiteren Früh-Kammern B' strömungstechnisch kommuniziert.

Liste der Bezugszahlen

[0042]

2	Nockenwellenversteller	36	Mittenposition
4	Steuerkammer-Paarung	38	Positionierungsventil
4'	Kammerpaare	5 38a	erstes Positionierungsventil
6	Kammer	38b	zweites Positionierungsventil
8	Flügel	40a,b,c,d	Nuten
10	Steg	10 42	Bohrung im Rotor
12	Schmierölkreislauf	44	Bohrung im Rotor
14	Schmierölleitung	15 46	Feder
16	Rückschlagventil	48,48a,b	Leitung
18	Steuerventil	50	Pfeil
19a	Basisstellung d. Steuerventils	20 52	erster Eingang des Positionierungsventils
19b	Stellung des Steuerventils	54	zweiter Eingang des Positionierungsventils
19c	Stellung des Steuerventils	25 56	Zufuhrleitung
19d	Stellung des Steuerventils	58	Abfuhrleitung
20	Rückstellfeder	60	Leitung
22	Elektromagnet	30 62	Zufuhrleitung
24	erster Ausgang des Steuerventils	64	Abfuhrleitung
26	Leitung	35 66a,68a,	Port des ersten Positionierungsventils
28	zweiter Ausgang des Steuerventils	70a,72a	Port des ersten Positionierungsventils
29	Leitung	66b,68b,	Port des zweiten Positionierungsventils
30	dritter Ausgang des Steuerventils	40 70b,72b	Port des zweiten Positionierungsventils
32	Druckleitung	A	Spät-Steuerkammer
34	Verriegelungsmechanismus	45 A'	Spät-Kammer
		B	Früh-Steuerkammer
		B'	Früh-Kammer
		50 F	Früh-Endanschlag
		P	Drucköl-Port
		55 S	Spät-Endanschlag
		T	Tank-Port

Patentansprüche

1. Nockenwellenversteller (2) für eine Brennkraftmaschine, welcher umfasst:

- einen von einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine antreibbaren, radial außen liegenden Stator,
 - einen drehfest mit einer Nockenwelle verbindbaren, radial innen liegenden Rotor,
 - zwischen dem Rotor und dem Stator angeordnete Kammerpaare (4, 4') umfassend je zwei gegenläufige Kammern (6), nämlich eine Früh-Kammer (B, B') und eine Spät-Kammer (A, A'), welche derart mit einem Druckmittel beaufschlagbar sind, dass die relative Drehlage des Rotors zu dem Stator veränderbar ist,
 - ein Steuerventil (18), das Teil des Druckmittelkreislaufes ist und zum Regeln des Zu- und Abflusses vom Druckmittel zu den Kammern (6) vorgesehen ist, wobei das Steuerventil (18) einen Druckmittel-Port (P) zum Zuführen des Druckmittels und einen Tank-Port (T) zum Abführen des Druckmittels aufweist, und
 - mindestens ein druckgesteuertes Positionierungsventil (38), welches mit einem Steuerkammerpaar (4) umfassend zwei Steuerkammern (A, B) verbunden ist und welches derart ausgebildet ist, dass bei einer unbestromten Basisstellung (19a) des Steuerventils (18) zum Einstellen einer Mittenposition (36) die kleinere Steuerkammer (A, B) mit einer Zufuhrleitung (56, 62) und die größere Steuerkammer (A, B) mit einer Abfuhrleitung (58, 64) verbunden ist.

2. Nockenwellenversteller (2) nach Anspruch 1, umfassend wenigstens einen die Kammern (6) seitlich begrenzenden, an dem Stator und dem Rotor anliegenden Dichtdeckel, wobei das Positionierungsventil (38) mit im Dichtdeckel ausgebildeten Nuten (40a, 40b, 40c, 40d) strömungstechnisch kommuniziert, die über Bohrungen (42, 44) im Rotor mit dem Druckmittelkreislauf verbindbar sind.

3. Nockenwellenversteller (2) nach Anspruch 2, wobei in der Basisstellung (19a) des Steuerventils (18) die kleinere Steuerkammer (A, B) über das Positionierungsventil (38) mit einer ersten Nut (40a, 40b) im Dichtdeckel verbunden ist, die mit dem Druckmittel-Port (P) des Steuerventils (18) verbunden ist und die größere Steuerkammer (A, B) über das Positionierungsventil (38) mit einer zweiten Nut (40c, 40d) im Dichtdeckel verbunden ist, die für einen Rücklauf des Druckmittels in einen Tank des Druckmittelkreislaufes ausgebildet ist.

4. Nockenwellenversteller (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

umfassend einen Verriegelungsmechanismus (34), durch welchen in der Mittenposition (36) der Rotor und der Stator drehfest miteinander verbunden sind, wobei das Steuerventil (18) über eine Druckleitung (32) mit dem Verriegelungsmechanismus (34) verbunden ist.

5. Nockenwellenversteller (2) nach Anspruch 4, wobei die Druckleitung (32) in der Basisstellung (19a) des Steuerventils (18) mit dem Tank-Port (8) des Steuerventils (18) verbunden ist.

6. Nockenwellenversteller (2) nach Anspruch 4 oder 5, wobei das Positionierungsventil (38) an die Druckleitung (32) angeschlossen ist und zwei Stellungen aufweist, die in Abhängigkeit davon, ob die Druckleitung (32) mit dem Druckmittel-Port (P) oder dem Tank-Port (T) verbunden ist, einstellbar sind.

7. Nockenwellenversteller (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in der Basisstellung (19a) des Steuerventils (18) die gegenläufigen Kammern (A', B') der weiteren Kammerpaare (4') kurzgeschlossen sind.

8. Nockenwellenversteller (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Steuerventil (38) ein 5/4-Wegeventil ist über einen ersten Port (24) mit den Spät-Kammern (A') der weiteren Kammerpaare (4'), über einen zweiten Port (28) mit den Früh-Kammern (B') der weiteren Kammerpaare (4') und über einen dritten Port (30) über die Druckleitung (32) mit dem Verriegelungsmechanismus (34) verbunden ist, wobei die Zufuhrleitung (56, 62) eine Abzweigung der Leitung (29) zu den Früh-Kammern (B') ist.

9. Nockenwellenversteller (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Positionierungsventil (38) ein 6/2-Wegeventil ist und über zwei Ports mit den beiden Steuerkammern (A, B) kommuniziert.

10. Nockenwellenversteller (2) nach einem der vorhergehenden 1 bis 8, wobei das Positionierungsventil zweiteilig ausgebildet ist und zwei 4/2-Wege-Positionierungsventile (38a, 38b) umfasst, wobei in der Basisstellung (19a) des Steuerventils (18) die Steuerkammern (A, B) über jeweils ein Positionierungsventil (38a, 38b) mit der Zufuhrleitung (54, 62) bzw. mit der Abfuhrleitung (56, 64) verbunden sind.

Fig. 1

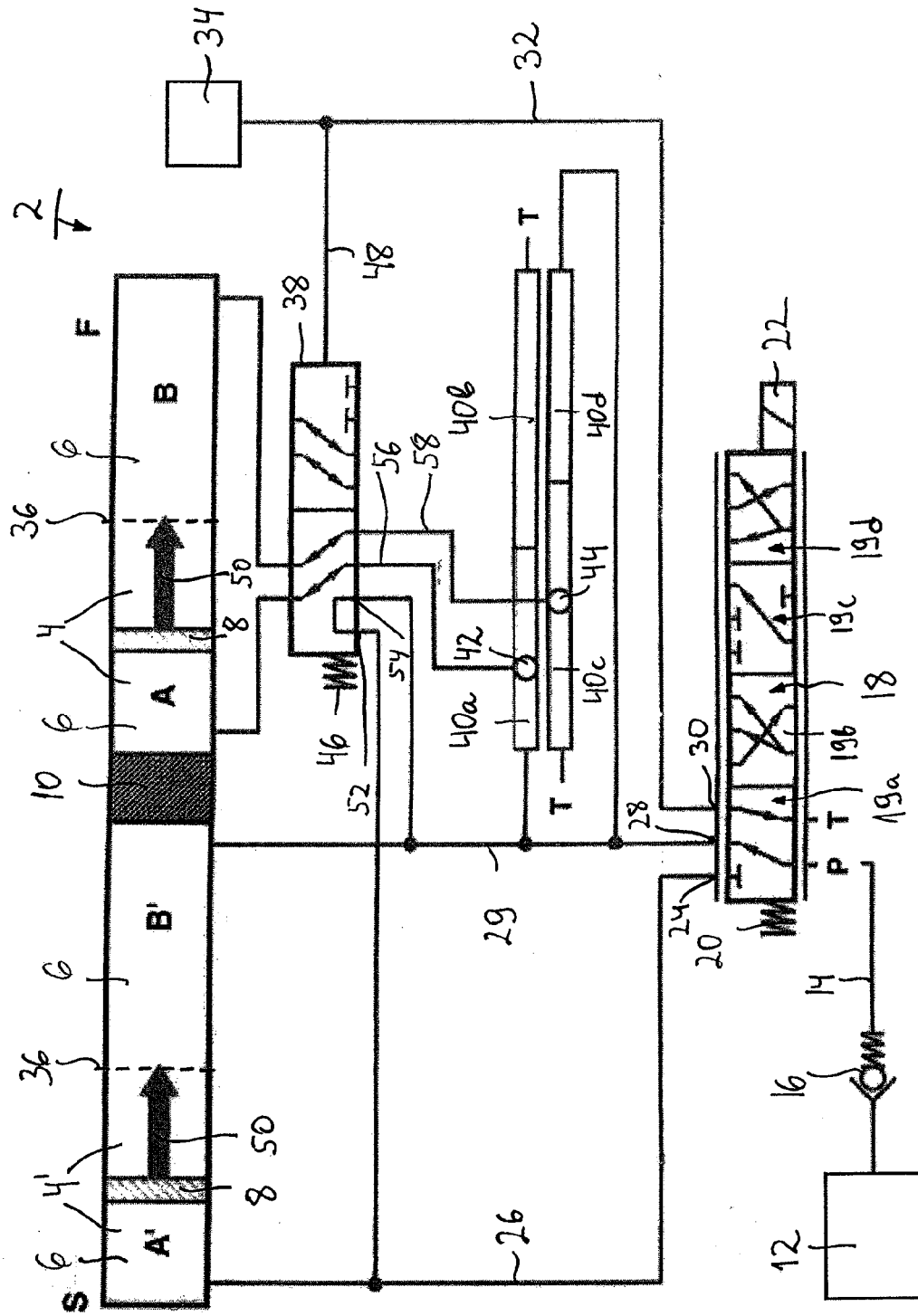
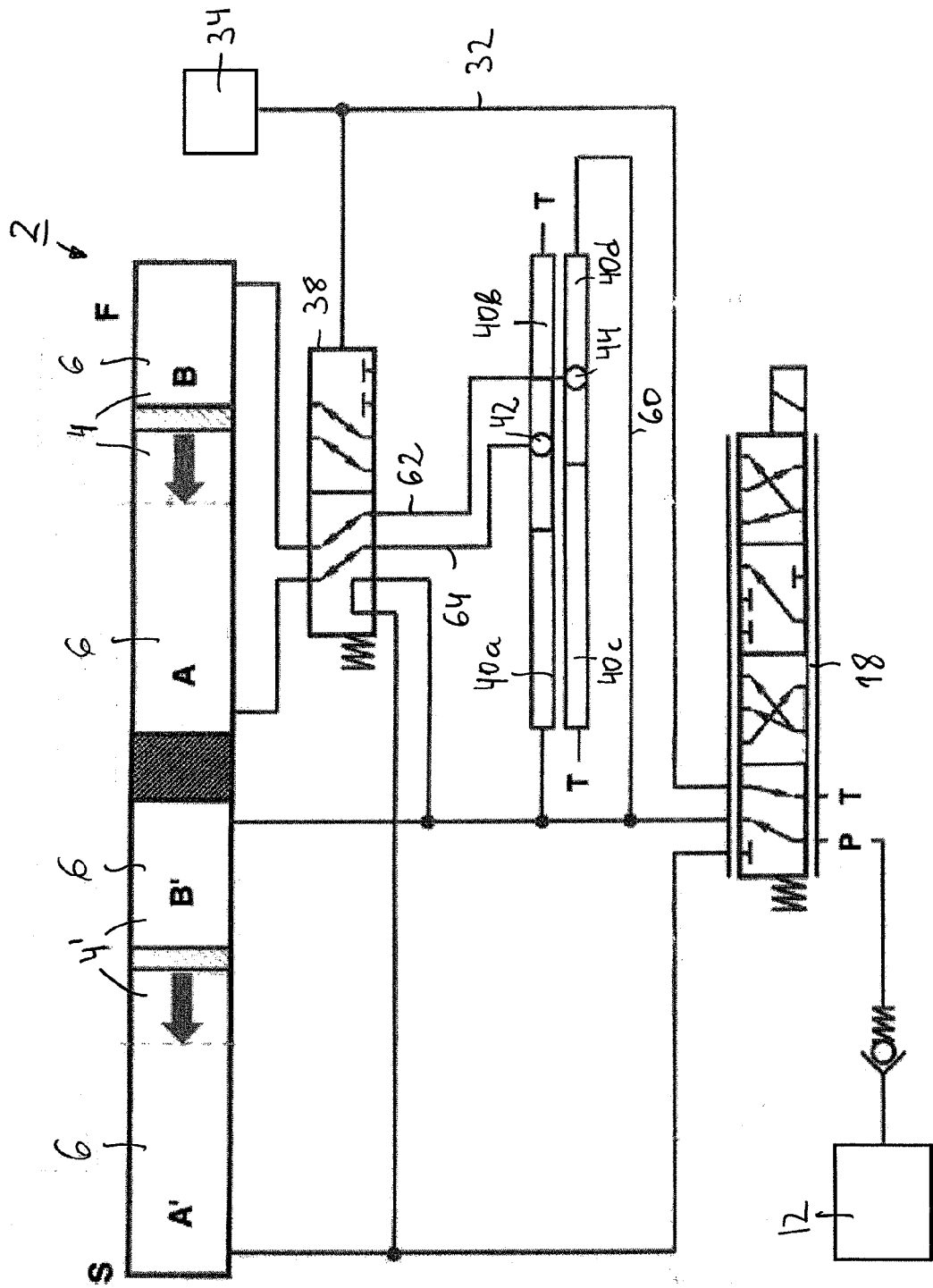


Fig. 2



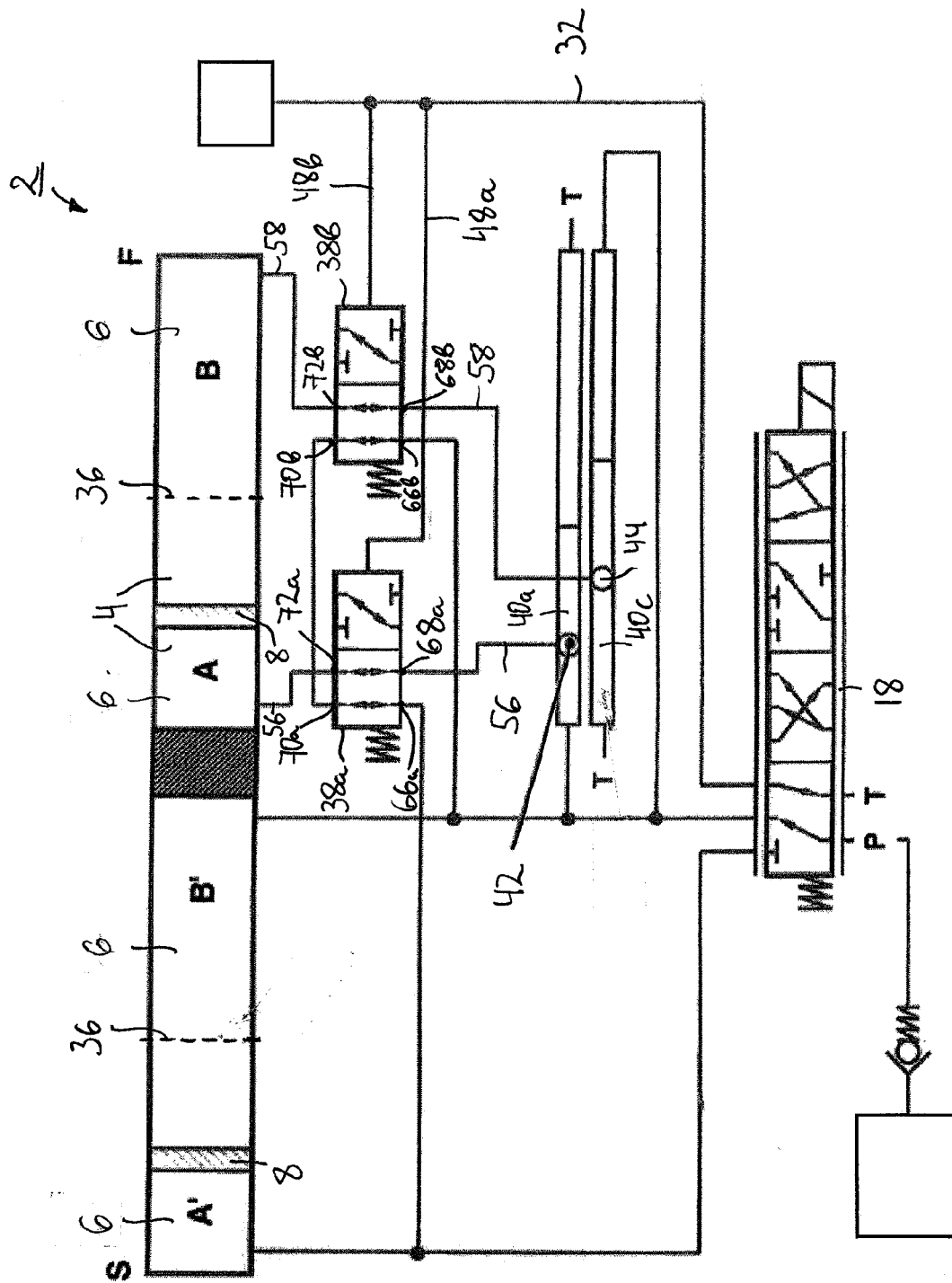


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 11 18 1270

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2009/145385 A1 (NOGUCHI YUJI [JP]) 11. Juni 2009 (2009-06-11) * das ganze Dokument *	1	INV. F01L1/344
A	DE 10 2008 036877 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 11. Februar 2010 (2010-02-11) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 8. Dezember 2011	Prüfer Klinger, Thierry
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
 EPO FORM 1503.03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 18 1270

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-12-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2009145385 A1	11-06-2009	CN 101451450 A	10-06-2009
		EP 2067945 A1	10-06-2009
		JP 2009138664 A	25-06-2009
		US 2009145385 A1	11-06-2009

DE 102008036877 A1	11-02-2010	DE 102008036877 A1	11-02-2010
		US 2011139100 A1	16-06-2011
		WO 2010015473 A1	11-02-2010

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 102008011916 [0009]