(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. Oktober 2015 (01.10.2015)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/144142 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2015/200002

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Januar 2015 (14.01.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 205 568.7 26. März 2014 (26.03.2014) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **ZSCHIESCHANG, Torsten**; Föhrenweg 6a, 91469 Hagenbüchach (DE). **RÄCKLEBE, Steffen**; Burgstallstraße 27, 90587 Obermichelbach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CAMSHAFT-ADJUSTING DEVICE

(54) Bezeichnung : NOCKENWELLENVERSTELLEINRICHTUNG

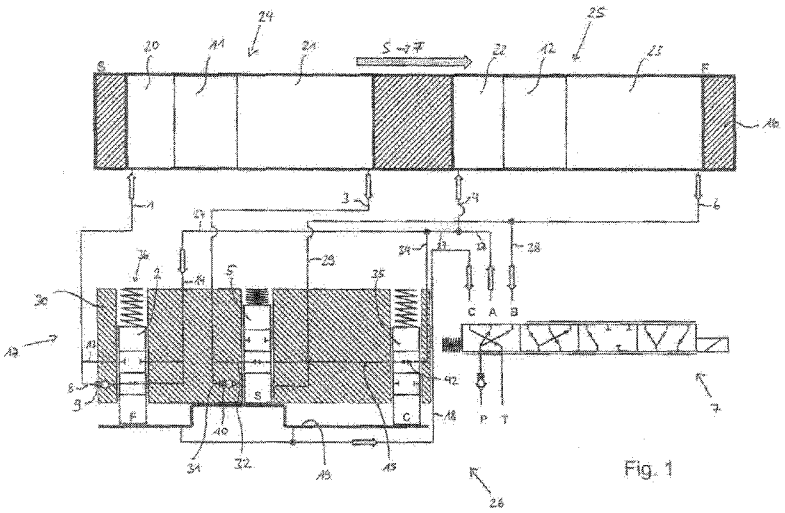


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a camshaft-adjusting device, comprising a vane cell adjuster having a stator (16) that can be connected to a crankshaft of an internal combustion engine and a rotor (17), which is rotatably supported in the stator (16) and which can be connected to a camshaft, wherein a plurality of webs are provided on the stator (16), which webs divide an annular space between the stator (16) and the rotor (17) into a plurality of pressure chambers (24, 25), wherein the rotor (17) has a rotor hub (30) and a plurality of vanes (11, 12) extending radially outward from the rotor hub (30), which vanes divide the pressure chambers (24, 25) into two groups of working chambers (20, 21, 22, 23) having a different acting direction, into each of which working chambers pressure medium flowing in or out in a pressure-medium circuit can be admitted, and a central locking device (26) for locking the rotor (17) in at least one locking position in relation to the stator (17), wherein the central locking device (26) has at least two spring-loaded locking pins (2, 5) in an accommodating space (43, 44), which locking pins can be locked in a locking slot (19) secured to the stator and lock in the locking slot (19) when the rotor (17) rotates from the direction of an "early" or "late" stop position into the locking position from different directions, wherein the locking pin (2, 5) forms a valve device (36, 37) together with the particular accommodating space (43, 44), wherein the locking pin (2, 5) forms a valve pin (40), wherein the valve pin (40) is a step pin.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/144142 A2

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Nockenwellenverstelleinrichtung mit -einem Flügelzellenversteller mit - einem mit einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine verbindbaren Stator (16) und - einem in dem Stator (16) drehbar gelagerten, mit einer Nockenwelle verbindbaren Rotor (17), wobei - an dem Stator (16) mehrere Stege vorgesehen sind, welche einen Ringraum zwischen dem Stator (16) und dem Rotor (17) in eine Mehrzahl von Druckräumen (24, 25) unterteilen, wobei - der Rotor (17) eine Rotornabe (30) und eine Mehrzahl von sich von der Rotornabe (30) radial nach außen erstreckenden Flügeln (11, 12) aufweist, welche die Druckräume (24, 25) in zwei Gruppen von jeweils mit einem in einem Druckmittelkreislauf zu- oder abströmenden Druckmittel beaufschlagbare Arbeitskammern (20, 21, 22, 23) mit einer unterschiedlichen Wirkrichtung unterteilen, und - einer Mittenverriegelungseinrichtung (26) zur Verriegelung des Rotors (17) in zumindest einer Verriegelungsstellung gegenüber dem Stator (17), wobei - die Mittenverriegelungseinrichtung (26) wenigstens zwei in einer statorfesten Verriegelungskulisse (19) verriegelbare, federbelastete Verriegelungsstifte (2, 5) in einem Aufnahmeraum (43, 44) aufweist, welche bei einer Verdrehung des Rotors (17) aus Richtung einer Anschlagstellung „Früh" oder „Spät" in die Verriegelungsstellung aus unterschiedlichen Richtungen in der Verriegelungskulisse (19) verriegeln, wobei der Verriegelungsstift (2, 5) mit dem jeweiligen Aufnahmeraum (43, 44) eine Ventileinrichtung (36, 37) bildet, wobei - der Verriegelungsstift (2, 5) einen Ventilstift (40) bildet, wobei - der Ventilstift (40) ein Stufenstift ist.

Nockenwellenverstelleinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Nockenwellenverstelleinrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1.

Nockenwellenverstelleinrichtungen werden im Allgemeinen in Ventiltrieben von Brennkraftmaschinen verwendet, um die Ventilöffnungs- und Schließzeiten zu verändern, wodurch die Verbrauchswerte der Brennkraftmaschine und das Betriebsverhalten im Allgemeinen verbessert werden können.

Eine in der Praxis bewährte Ausführungsform der Nockenwellenverstelleinrichtung weist einen Flügelzellenversteller mit einem Stator und einem Rotor auf, welche einen Ringraum begrenzen, der durch Vorsprünge und Flügel in mehrere Arbeitskammern unterteilt ist. Die Arbeitskammern sind wahlweise mit einem Druckmittel beaufschlagbar, welches in einem Druckmittelkreislauf über eine Druckmittelpumpe aus einem Druckmittelreservoir in die Arbeitskammern an einer Seite der Flügel des Rotors zugeführt und aus den Arbeitskammern an der jeweils anderen Seite der Flügel wieder in das Druckmittelreservoir zurückgeführt wird. Die Arbeitskammern, deren Volumen dabei vergrößert wird, weisen eine Wirkrichtung auf, welche der Wirkrichtung der Arbeitskammern, deren Volumen verkleinert wird, entgegengesetzt ist. Die Wirkrichtung bedeutet demnach, dass eine Druckmittelbeaufschlagung der jeweiligen Gruppe von Arbeitskammern eine Verdrehung des Rotors entweder im oder gegen den Uhrzeigersinn relativ zu dem Stator bewirkt. Die Steuerung des Druckmittelflusses und damit der Verstellbewegung der Nockenwellenverstelleinrichtung erfolgt z.B. mittels eines Zentralventils mit einer komplexen Struktur von Durchflussöffnungen und Steuerkanten und einem in dem Zentralventil verschiebbaren Ventilkörper, welcher die Durchflussöffnungen in Abhängigkeit von seiner Stellung verschließt oder freigibt.

Ein Problem bei solchen Nockenwellenverstelleinrichtungen ist es, dass sie in einer Startphase noch nicht vollständig mit Druckmittel gefüllt sind oder sogar leer gelaufen sein können, so dass der Rotor aufgrund der von der Nockenwelle ausgeübten Wechselmomente unkontrollierte Bewegungen relativ zu dem Stator ausführen kann, welche zu einem erhöhten Verschleiß und zu einer unerwünschten

Geräuschentwicklung führen können. Zur Vermeidung dieses Problems ist es bekannt, zwischen dem Rotor und dem Stator eine Verriegelungseinrichtung vorzusehen, welche den Rotor beim Abstellen der Brennkraftmaschine in einer für den Start günstigen Drehwinkelposition gegenüber dem Stator verriegelt. In Ausnahmefällen, wie z.B. beim Abwürgen der Brennkraftmaschine, ist es aber möglich, dass die Verriegelungseinrichtung den Rotor nicht bestimmungsgemäß verriegelt, und der Nockenwellenversteller in der sich anschließenden Startphase mit unverriegeltem Rotor betrieben werden muss. Da manche Brennkraftmaschinen jedoch ein sehr schlechtes Startverhalten haben, wenn der Rotor nicht in der Mittenposition verriegelt ist, muss der Rotor dann in der Startphase selbsttätig in die Mittenverriegelungsposition verdreht und verriegelt werden.

Eine solche selbsttätige Verdrehung und Verriegelung des Rotors gegenüber dem Stator ist z.B. aus der DE 10 2008 011 915 A1 und aus der DE 10 2008 011 916 A1 bekannt. Beide dort beschriebenen Verriegelungseinrichtungen umfassen eine Mehrzahl von federbelasteten Verriegelungsstiften, welche bei einer Verdrehung des Rotors sukzessiv in an dem Dichtdeckel oder dem Stator vorgesehene Verriegelungskulissen verriegeln und dabei vor dem Erreichen der Mittenverriegelungsposition jeweils eine Verdrehung des Rotors in Richtung der Mittenverriegelungsposition zulassen, aber eine Verdrehung des Rotors in die entgegengesetzte Richtung blockieren. Nach dem Warmlaufen der Brennkraftmaschine und/oder dem vollständigen Befüllen des Nockenwellenverstellers mit Druckmittel werden die Verriegelungsstifte druckmittelbetätigt aus den Verriegelungskulissen verdrängt, so dass der Rotor anschließend bestimmungsgemäß zur Verstellung der Drehwinkellage der Nockenwelle gegenüber dem Stator verdreht werden kann.

Ein Nachteil dieser Lösung ist es, dass die Verriegelung des Rotors nur mit mehreren sukzessiv verriegelnden Verriegelungsstiften verwirklicht werden kann, was zu höheren Kosten führt. Ferner setzt der Verriegelungsvorgang voraus, dass die Verriegelungspins funktionssicher nacheinander verriegeln. Sofern einer der Verriegelungsstifte nicht verriegelt, kann der Verriegelungsvorgang unterbrochen werden, da der Rotor damit nicht in der Zwischenstellung einseitig verriegelt ist und wieder zurückdrehen kann.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Nockenwellenversteller mit einer funktionssicheren und kostengünstigen Mittenverriegelung des Rotors zu schaffen.

Gemäß dem Grundgedanken der Erfindung wird vorgeschlagen, dass der Verriegelungsstift einen Ventilstift bildet, wobei der Ventilstift ein Stufenstift ist. Durch die Verwendung eines Ventilstifts als Verriegelungsstift kann der Verriegelungsstift neben der Funktion der Verriegelung auch die Funktion eines Ventils übernehmen. Besonders vorteilhaft ist der Ventilstift als Stufenstift ausgebildet. Der Stufenstift weist dabei ringförmige Nuten auf, die dazu dienen, eine strömungstechnische Verbindung zwischen Druckmittelleitungen, die an einem Aufnahmeraum des Ventilstifts angrenzen, freizugeben. Dabei sind an dem Stufenstift zumindest zwei Vorsprünge vorgesehen, mit denen die angrenzenden Druckmittelleitungen gegenüber dem Aufnahmeraum strömungstechnisch abgedichtet werden können. In Abhängigkeit der axialen Stellung des Verriegelungsstifts können so die mit dem Aufnahmeraum des Ventilstifts strömungstechnisch verbundenen Druckmittelleitungen in verschiedenen Kombinationen strömungstechnisch miteinander verschaltet werden.

Es ist weiter vorteilhaft, wenn in einer ersten Schaltstellung die strömungstechnische Verbindung zwischen der Zuströmdruckmittelleitung und der Arbeitskammer ausschließlich über wenigstens ein Rückschlagventil erfolgt und die Ventileinrichtung in einer zweiten Schaltstellung wenigstens eine Zuströmdruckmittelleitung mit einer Arbeitskammer frei strömend verbindet. Durch die strömungstechnische Zwischenschaltung des Rückschlagventils kann so eine Art Freilauf realisiert werden, um den Rotor gegenüber dem Stator in einer Mittenverriegelungsposition zu verriegeln.

Es wird weiter vorgeschlagen, dass das Rückschlagventil so angeordnet ist, dass ein Durchströmen des Rückschlagventils nur bei einer Durchströmung von der Zuströmdruckmittelleitung in Richtung des Druckmittelraums möglich ist. Durch diese Wirkrichtung des Rückschlagventils kann das Druckmittel von der Zuströmdruckmittelleitung über die Abströmdruckmittelleitung nur in Richtung der Arbeitskammer strömen. Ein Zurückströmen des Druckmittels aus der Arbeitskammer wird dadurch vermieden, so dass sich das Volumen der Arbeitskammer in einer Schaltstellung lediglich vergrößern kann. Der Rotor kann so durch die wirkenden Wechselmomente (Camshaft Torque Actuated) in der Startphase in eine Richtung

gegenüber dem Stator drehen, während die Drehbewegung in die jeweils andere Richtung durch das Rückschlagventil jeweils gesperrt ist. Das Rückschlagventil bildet dadurch den Freilauf, welcher das einwirkende Wechselmoment dazu nutzt, den Rotor selbsttätig pulsierend aus der Richtung der Anschlagstellung in Richtung der Mittenverriegelungsposition zu verdrehen. Dabei ist es besonders wichtig, dass die übrigen Arbeitskammern während des Zuströmens des Druckmittels kurzgeschlossen sind, damit das darin befindliche Druckmittel zwischen den anderen Arbeitskammern überströmen kann und die Drehbewegung nicht behindert.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Ventileinrichtung über eine erste und/oder eine zweite Abströmdruckmittelleitung strömungstechnisch mit der Arbeitskammer verbindbar ist. Es kann so eine strömungstechnische Verbindung zwischen dem Aufnahmeraum und der Arbeitskammer über die erste oder die zweite Druckmittelleitung hergestellt werden. Alternativ kann die Arbeitskammer über die erste und die zweite Druckmittelleitung mit dem Aufnahmeraum verbunden werden und so durch die strömungstechnische Parallelschaltung der Volumenstrom des Druckmittels erhöht werden.

Vorzugsweise wird in einer ersten Schaltstellung der Ventileinrichtung die Zuströmdruckmittelleitung nur mit einer zweiten Abströmdruckmittelleitung verbunden, und in einer zweiten Schaltstellung die erste Abströmdruckmittelleitung und eine zweite Abströmdruckmittelleitung strömungstechnisch mit der Zuströmdruckmittelleitung verbunden, wobei die erste und die zweite Abströmdruckmittelleitung strömungstechnisch parallel geschaltet sind. So kann z.B. unabhängig von der Schaltstellung des Ventilstifts eine strömungstechnische Verbindung zwischen dem Aufnahmeraum und der Arbeitskammer über ein Rückschlagventil hergestellt werden. In einer zweiten Schaltstellung wird der Aufnahmeraum zusätzlich zu der strömungstechnischen Verbindung über das Rückschlagventil strömungstechnisch frei mit der Arbeitskammer verbunden. Unter einer frei durchströmbaren Druckmittelleitung wird in diesem Kontext eine Druckmittelleitung verstanden, die in beiden Durchflussrichtungen ungehindert oder im Wesentlichen ungehindert mit Druckmittel durchströmt werden kann; eine Druckmittelleitung mit Rückschlagventil ist demnach nicht frei durchströmbar.

Weiter vorzugsweise ist das Rückschlagventil in der zweiten Abströmdruckmittelleitung vorgesehen. Dadurch ist die Ventileinrichtung über zwei strömungstechnisch parallel geschaltete Druckmittelleitungen mit der Arbeitskammer verbunden, wobei eine Abströmdruckmittelleitung eine strömungstechnisch freie Verbindung ermöglicht und bei der anderen Abströmdruckmittelleitung die Strömung über ein Rückschlagventil erfolgt.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Rückschlagventil durch ein Bandrückschlagventil gebildet. Das Bandrückschlagventil bietet eine einfache und kompakte Möglichkeit, das Rückschlagventil in dem Ventilstift zu integrieren. Ferner kann durch das Bandrückschlagventil eine gewisse axiale Erstreckung erreicht werden, so dass über das Rückschlagventil die Zuströmdruckmittelleitung mit der zweiten Abströmdruckmittelleitung unabhängig von der Schaltstellung des Ventilstifts strömungstechnisch verbunden werden kann.

Weiter ist es vorteilhaft, wenn das Bandrückschlagventil an dem Ventilstift angeordnet ist. Durch die Kreisform des Bandrückschlagventils kann dieses einfach zwischen die Vorsprünge des Ventilstifts integriert werden. Der Aufnahmeraum des Ventilstifts ist zylinderförmig, wodurch das ringförmige Bandrückschlagventil problemlos mit dem Ventilstift in dem Aufnahmeraum in axialer Richtung bewegt werden kann.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn das Bandrückschlagventil in der ersten und in der zweiten Schaltstellung strömungstechnisch mit der Zuströmdruckmittelleitung und mit der ersten und zweiten Abströmdruckmittelleitung verbunden ist. In einer ersten Schaltstellung wird so eine strömungstechnische Verbindung zwischen der Zuströmdruckmittelleitung und der zweiten Abströmdruckmittelleitung über das Rückschlagventil hergestellt, so dass das Druckmittel nur in Richtung der Arbeitskammer strömen kann. In der zweiten Schaltstellung wird zusätzlich zu der strömungstechnischen Verbindung in der Schaltstellung eine strömungstechnisch freie Verbindung zwischen der Zuströmdruckmittelleitung und der ersten Abströmdruckmittelleitung hergestellt. Das Druckmittel kann so parallel über die erste und zweite Abströmdruckmittelleitung in die Arbeitskammer strömen. Sobald ein gewisses Druckniveau am C-Port unterschritten wird, wird der Ventilstift von der Federkraft in die erste Schaltposition bewegt. Das Zurückströmen des Druckmittels aus der Arbeitskammer über die erste Abströmdruckmittelleitung ist nun nicht mehr

möglich. Ein Zurückströmen des Druckmittels über die zweite Abströmdruckmittelleitung wird durch das Bandrückschlagventil blockiert. Sofern in der Zuströmdruckmittelleitung jedoch ein Restdruck vorhanden ist, kann das Druckmittel noch von der Zuströmdruckmittelleitung in die zweite Abströmdruckmittelleitung fließen.

Ferner wird vorgeschlagen, dass ein Band des Bandrückschlagventils nach radial außen vorgespannt ist. Das bedeutet, dass das Band dazu neigt, sich nach außen zu wölben, wobei es durch eine Druckmittelbeaufschlagung zusammendrückbar ist, und die Durchströmung bei fehlender Druckmittelbeaufschlagung verhindert. Bei Druckmittelbeaufschlagung verkleinert das Band folglich seinen Radius und gibt einen strömungstechnischen Durchfluss frei. Das Bandrückschlagventil kann in dieser Ausführungsform einfacher in den Ventilstift integriert werden. Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, dass das Band nach innen vorgespannt ist.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei sind in den Figuren im Einzelnen zu erkennen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Nockenwellenverstelleinrichtung mit einem Schaltplan eines Druckmittelkreislaufes während einer Verstellbewegung des Rotors aus der Richtung „Spät“ in die Mittenverriegelungsposition;

Fig. 2: eine Schnittdarstellung einer Nockenwellenverstelleinrichtung, aus der die Anordnung der Ventileinrichtung in dem Rotor und der Verlauf der Druckmittelleitungen zu entnehmen ist;

Fig. 3: eine erste Ausführungsform einer Ventileinrichtung mit einem Bandrückschlagventil;

Fig. 4: einen Ventilstift mit einem Band eines Rückschlagventils;

Fig. 5: ein Band eines Rückschlagventils;

Fig. 6: eine zweite Ausführungsform der Erfindung mit einem Rückschlagventil in der zweiten Abströmdruckmittelleitung;

Fig. 7: eine dritte Ausführungsform der Erfindung mit einem Rückschlagventil in der zweiten Abströmdruckmittelleitung.

In Fig. 1 ist eine Nockenwellenverstelleinrichtung mit einem bekannten Grundaufbau mit einem schematisch dargestellten Flügelzellenversteller als Grundbauteil zu erkennen, welcher einen von einer nicht dargestellten Kurbelwelle antreibbaren Stator 16 und einen drehfest mit einer ebenfalls nicht dargestellten Nockenwelle verbindbaren Rotor 17 mit mehreren sich davon radial auswärts erstreckenden Flügeln 11 und 12 umfasst. In der oberen Darstellung ist der Flügelzellenversteller in der Abwicklung zu erkennen, während links unten schematisch ein Ausschnitt des Rotors 17 mit einer Mittenverriegelungseinrichtung 26 und rechts unten schematisch eine Schalteinrichtung in Form eines Mehrwege-Schaltventils 7 zur Steuerung des Druckmittelstromes zu erkennen ist. Das Mehrwege-Schaltventil 7 weist einen A-, B- und C-Port auf, an den die Druckmittelleitungen 18, 27 und 28 strömungstechnisch angeschlossen sind. Ferner ist das Mehrwege-Schaltventil 7 strömungstechnisch mit einem Druckmittelreservoir T und einer Druckmittelpumpe P verbunden, welche das Druckmittel bei einer Ansteuerung der Nockenwellenverstelleinrichtung aus dem Druckmittelreservoir T in einem Druckmittelkreislauf nach dem Zurückführen wieder zufördert.

Ferner ist ein Druckmittelkreislauf mit einer Vielzahl von Druckmittelleitungen 1, 3, 4, 6, 8, 13, 14, 14a, 14b, 15, 18, 27, 28, 29, 31, 32, 34 und 42 zu erkennen, welche über das Mehrwege-Schaltventil 7 wahlweise mit der Druckmittelpumpe P oder dem Druckmittelreservoir T strömungstechnisch verbindbar sind.

Der Stator 16 weist eine Mehrzahl von Statorstegen auf, welche einen Ringraum zwischen dem Stator 16 und dem Rotor 17 in Druckräume 24 und 25 unterteilen. Die Druckräume 24 und 25 wiederum sind durch die Flügel 11 und 12 des Rotors 17 in Arbeitskammern 20, 21, 22 und 23 unterteilt, in welche die Druckmittelleitungen 1, 3, 4 und 6 münden. Die Mittenverriegelungseinrichtung 26 umfasst zwei Verriegelungsstifte 2 und 5, welche zur Verriegelung des Rotors 17 gegenüber dem Stator 16 in einer statorfesten Verriegelungskulisse 19 verriegeln. Die

Verriegelungskulisse 19 kann z.B. in einem mit dem Stator 16 verschraubten Dichtdeckel angeordnet sein.

Grundsätzlich wird der Drehwinkel der Nockenwelle zu der Kurbelwelle im Normalbetrieb z.B. in Richtung „Spät“ dadurch verstellt, indem die Arbeitskammern 21 und 23 mit Druckmittel beaufschlagt werden und dadurch ihr Volumen vergrößern, während gleichzeitig das Druckmittel aus den Arbeitskammern 20 und 22 verdrängt und deren Volumen verringert wird. Die Anschlagstellung „Früh“ ist in den Darstellungen mit einem F gekennzeichnet, und die Anschlagstellung „Spät“ ist mit einem S gekennzeichnet. Die Arbeitskammern 20, 21, 22 und 23, deren Volumen bei dieser Verstellbewegung jeweils gruppenweise vergrößert wird, werden im Sinne der Erfindung als Arbeitskammern 20, 21, 22 und 23 einer Wirkrichtung bezeichnet, während die Arbeitskammern 20, 21, 22 und 23, deren Volumen gleichzeitig verkleinert wird, als Arbeitskammern 20, 21, 22 und 23 der entgegengesetzten Wirkrichtung bezeichnet werden. Die Volumenänderung der Arbeitskammern 20, 21, 22 und 23 führt dann dazu, dass der Rotor 17 mit den Flügeln 11 und 12 gegenüber dem Stator 16 verdreht wird. In der oberen Abwicklungsdarstellung des Stators 16 wird das Volumen der Arbeitskammern 21 und 23 durch eine Druckmittelbeaufschlagung über den B-Port des Mehrwege-Schaltventils 7 vergrößert, während das Volumen der Arbeitskammern 20 und 22 gleichzeitig durch Zurückströmen des Druckmittels über den A-Port des Mehrwege-Schaltventils 7 verkleinert wird. Diese Volumenänderung führt zu einer Verdrehung des Rotors 17 gegenüber dem Stator 16 aus der Richtung „Früh“ nach „Spät“.

Ferner ist ein Ventilfunktionspin 35 vorgesehen, welcher ebenfalls linear verschieblich und federbelastet ist. Der Ventilfunktionspin 35 ist in Richtung der Eingriffsstellung in die Verriegelungskulisse 19 federbelastet und derart in dem Rotor 17 angeordnet, dass er die Drehbewegung des Rotors 17 gegenüber dem Stator 16 in keiner Stellung des Rotors 17 behindert. Der Ventilfunktionspin 35 wird praktisch nur mitbewegt. Damit die Verstellung des Rotors 17 gegenüber dem Stator 16 möglich ist, wird die Mittenverriegelungseinrichtung 26 zuerst gelöst, indem die Verriegelungskulisse 19 über die Druckmittelleitung 18 von dem C-Port des Mehrwege-Schaltventils 7 über die Druckmittelpumpe P mit Druckmittel beaufschlagt wird. Durch die Druckmittelbeaufschlagung der Verriegelungskulisse 19 werden die Verriegelungsstifte 2 und 5 sowie der Ventilfunktionspin 35 aus der

Verriegelungskulisse 19 herausgedrängt, so dass der Rotor 17 anschließend gegenüber dem Stator 16 frei drehen kann.

In Fig. 1 ist zu erkennen, dass in einer Rotornabe 30 des Rotors 17 in räumlicher Nähe zu den Verriegelungsstiften 2 und 5 jeweils ein Rückschlagventil 9 und 10 angeordnet ist. Diese Darstellung ist jedoch schematisch zu verstehen, so dass die Rückschlagventile 9 und 10 in einer alternativen Ausführungsform auch in den Verriegelungsstiften 2 und 5 angeordnet sein können.

Die Verriegelungsstifte 2 und 5 sind in Richtung einer ersten Schaltstellung federbelastet, in der sie in die Verriegelungskulisse 19 eingreifen, wie anhand des Verriegelungsstiftes 2 in der Fig. 1 zu erkennen ist. Dabei ist die zweite Abströmdruckmittelleitung 8 mit dem darin angeordneten Rückschlagventil 9 in der Rotornabe 30 so angeordnet, dass sie in der ersten Stellung des Verriegelungsstiftes 2 die Zuströmdruckmittelleitung 14 mit der zweiten Abströmdruckmittelleitung 8 strömungstechnisch verbindet, welche wiederum über die erste Druckmittelleitung 1 in die Arbeitskammer 20 mündet. Die Druckmittelleitung 27 ist strömungstechnisch mit der in die Arbeitskammer 22 mündenden Druckmittelleitung 4 verbunden und mündet gleichzeitig in den A-Port des Mehrwege-Ventils 7. Das Rückschlagventil 9 ist so ausgerichtet, dass eine Zuströmung des Druckmittels in die Arbeitskammer 20 möglich ist, während ein Abströmen des Druckmittels aus der Arbeitskammer 20 verhindert wird. Der Rotor 17 ist in dieser Stellung nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine nicht verriegelt und in Richtung der Anschlagstellung „Spät“ verdreht, was z.B. bei einem Abwürgen der Brennkraftmaschine passieren kann. Der Verriegelungsstift 5 greift nicht in die Verriegelungskulisse 19 ein und ist gegen die wirkende Federkraft in eine zweite Schaltstellung verschoben, in der die frei durchströmbare erste Abströmdruckmittelleitung 32 strömungstechnisch durch den Verriegelungsstift 5 in der zweiten Schaltstellung mit der Zuströmdruckmittelleitung 29 verbunden ist. Die Druckmittelleitung 29 ist strömungstechnisch mit der Druckmittelleitung 6 verbunden und über die Druckmittelleitung 28 an den B-Port des Mehrwege-Schaltventils 7 angeschlossen. Für den Freilauf und damit für die Bewegung des Nockenwellenverstellers in die Mittenverriegelungsposition müssen die Arbeitskammern 20 und 21 des Druckraums 24 sowie die Arbeitskammern 22 und 23 des Druckraums 25 strömungstechnisch kurzgeschlossen sein. Dies erfolgt über den Ventilfunktionspin 35, der durch Druckmittelbeaufschlagung der Verriegelungskulisse

19 von einer ersten Schaltstellung in eine zweite Schaltstellung bewegt wird und damit die Druckmittelleitung 15 mit der Druckmittelleitung 34 über die Druckmittelleitung 42 strömungstechnisch verbindet. Es wird damit ein Überströmen des Druckmittels zwischen zwei entgegengesetzt arbeitenden Arbeitskammern 20, 21, 22 und 23 ermöglicht, wobei dies in Abhängigkeit des Relativwinkels des Stators 16 gegenüber dem Rotor 17 über ein Rückschlagventil 9 bzw. 10 oder über die frei durchströmbaren Druckmittelleitungen 13 bzw. 32 erfolgt.

Während der Startphase der Brennkraftmaschine wirken Wechselmomente auf die Nockenwelle und damit auch auf den Rotor 17. Die dabei in Pfeilrichtung auf den Rotor 17 wirkenden Momente führen dazu, dass das Druckmittel aus den Arbeitskammern 21 und 23 über die Druckmittelleitungen 3 und 6 heraus verdrängt wird, siehe Fig. 1. Bei einer Bewegung des Rotors 17 aus der Richtung „Spät“ in die Mittenverriegelungsposition befindet sich der Verriegelungsstift 5 in der zweiten Schaltstellung, wodurch die erste Abströmdruckmittelleitung 32 mit der Zuströmdruckmittelleitung 29 strömungstechnisch verbunden ist. Das Druckmittel kann so aus der Druckmittelleitung 3 über die Druckmittelleitungen 32, 15, 42, 34, 27, 14, 8 und 1 in die Arbeitskammer 20 strömen; die Strömung erfolgt damit über das Rückschlagventil 9. Ferner kann das Druckmittel aus der Arbeitskammer 21 auch über die Druckmittelleitungen 3, 32, 15, 42, 34, 27 und 4 in die Arbeitskammer 22 strömen. Das Druckmittel aus der Arbeitskammer 23 strömt über die Druckmittelleitungen 6, 29, 15, 42, 34, 27 und 4 in die Arbeitskammer 22 bzw. über die Druckmittelleitungen 6, 29, 15, 42, 34, 27, 14, 8 und 1 in die Arbeitskammer 20; die Strömung erfolgt dabei ebenfalls über das Rückschlagventil 9.

Die Arbeitskammern 20, 21, 22 und 23 sind damit bei auftretenden Momenten in Pfeilrichtung in der Fig. 1 kurzgeschlossen. Für den Fall, dass Momente entgegen der Pfeilrichtung wirken, kann das Druckmittel hingegen, aufgrund der Ausrichtung des Rückschlagventils 9, nicht aus der Arbeitskammer 20 austreten, der Rotor 17 stützt sich in diese Drehrichtung über das Druckmittel an dem Rückschlagventil 9 ab. Dadurch ist praktisch eine Art Freilauf verwirklicht, durch den der Rotor 17 selbsttätig unter Ausnutzung der wirkenden Nockenwellenwechselmomente pulsierend in die Mittenverriegelungsposition verdreht wird, bis der Verriegelungsstift 2 seitlich an einem Anschlag der Verriegelungskulisse 19 zur Anlage gelangt und der

Verriegelungsstift 5 ebenfalls federkraftunterstützt in der Verriegelungskulisse 19 verriegelt.

Fig. 2 zeigt eine Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Nockenwellenverstelleinrichtung. Es ist eine erste Ventileinrichtung 36 zu erkennen, die im Wesentlichen durch einen Aufnahmeraum 43 und den darin geführten Verriegelungsstift 2 gebildet wird. Der Verriegelungsstift 2 bildet dabei einen Ventilstift 40. Die Ventileinrichtung 36 ist so angeordnet, dass die axiale Bewegung des Verriegelungsstifts 2 in Richtung der Rotationsachse der Nockenwellenverstelleinrichtung erfolgt, wobei die Rotationsachse der Nockenwellenverstelleinrichtung senkrecht zur Zeichenebene verläuft. Die auf der linken Seite gezeigte erste Ventileinrichtung 36 stellt schematisch die zwei möglichen Schaltstellungen dar, wobei in der ersten Schaltstellung die Strömung des Druckmittels über das Rückschlagventil 9 erfolgt. Es wird schematisch gezeigt, dass in der zweiten Schaltstellung der ersten Ventileinrichtung 36 die Druckmittelleitung 1 strömungstechnisch frei mit der Druckmittelleitung 3 bzw. 6 verbindbar ist und in einer ersten Schaltstellung die strömungstechnische Verbindung zwischen der Druckmittelleitung 1 und der Druckmittelleitung 3 bzw. 6 über das Rückschlagventil 9 erfolgt. Ferner ist in Fig. 1 zu erkennen, dass über das Mehrwege-Schaltventil 27 die Arbeitskammern 20 und 22, welche die gleiche Wirkrichtung haben, strömungstechnisch mit der Druckmittelpumpe P verbindbar sind.

Nachfolgend werden konkrete Ausführungsformen für die erste Ventileinrichtung 36 beschrieben. Diese Ausführungsformen können analog auf eine zweite Ventileinrichtung 37 angewandt werden, die im Wesentlichen durch einen Aufnahmeraum 44 und den darin gelagerten Verriegelungsstift 5 gebildet ist.

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform der ersten Ventileinrichtung 36, bei der das Rückschlagventil 9 in dem Verriegelungsstift 2 vorgesehen ist. Der Ventilstift 40 ist durch den Verriegelungsstift 2 gebildet, wobei es sich bei dem Ventilstift 40 um einen Stufenstift handelt. Der Ventilstift 40 weist daher zumindest zwei Vorsprünge 38 und zumindest eine ringförmige Nut 39 auf. Über die Vorsprünge 38 können die angrenzende Zuströmdruckmittelleitung 14 bzw. die erste und zweite Abströmdruckmittelleitung 13 und 8 gegenüber dem Aufnahmeraum 43 strömungstechnisch blockiert werden. Durch die ringförmige Nut 39 wird zwischen der

angrenzenden Zuströmdruckmittelleitung bzw. der ersten und zweiten Abströmdruckmittelleitung 13 und 8 eine strömungstechnische Verbindung mit dem Aufnahmeraum 43 hergestellt. In Abhängigkeit der Position des Ventilstifts 40, der damit auch die Schaltstellung der ersten Ventileinrichtung 36 festlegt, kann die Zuströmdruckmittelleitung 14 in verschiedenen Kombinationen mit der ersten bzw. zweiten Abströmdruckmittelleitung 13 bzw. 8 strömungstechnisch verbunden werden.

In der Ausführungsform aus Fig. 3 wird das Rückschlagventil 9 durch ein Bandrückschlagventil 46 gebildet. Das Bandrückschlagventil 46 ist dabei in einer ringförmigen Nut 39 zwischen zwei Vorsprüngen 38 des Ventilstifts 40 angeordnet. Vorzugsweise ist ein Band 33 nach radial außen vorgespannt, d.h. bei einer Durchströmung wird das Band 33 von radial außen mit Druckmittel beaufschlagt und gegen die Vorspannkraft zusammengedrückt, so dass eine strömungstechnische Verbindung freigegeben wird. Bei einer Durchströmung in Sperrrichtung wird das Band 33 von radial innen mit Druckmittel beaufschlagt und so gegen eine Einströmöffnung gepresst, dass diese strömungstechnisch blockiert ist. Es wird so sichergestellt, dass das Druckmittel aus der Zuströmdruckmittelleitung 14 über das Bandrückschlagventil 33 in die zweite Abströmdruckmittelleitung 8 strömen kann; ein Zurückströmen des Druckmittels von der zweiten Abströmdruckmittelleitung 8 in die Zuströmdruckmittelleitung 14 wird durch das Bandrückschlagventil 46 verhindert. In einer alternativen Ausführungsform kann das Band 33 auch nach radial innen vorgespannt sein.

Fig. 4 zeigt den Ventilstift 40 mit dem Band 33. Es ist zu erkennen, dass an einem Übergang zwischen dem Ventilstift 40 und dem Band 33 zwei Radien vorgesehen sind. Es wird damit ein homogener Übergang zwischen dem Ventilstift 40 und dem Band 33 erzielt. Weiter ist auf Fig. 4 zu erkennen, dass das Band 33 fest mit dem Ventilstift 40 verbunden ist, so dass es bei einer axialen Verstellbewegung des Ventilstifts 40 mitbewegt wird.

Fig. 5 zeigt eine bevorzugte Geometrie des Bands 33 mit einer Umschließung von mehr als 360°. Das Bandrückschlagventil ist im Wesentlichen kreisförmig, wobei ein Teilabschnitt 41 des Bands 33 nach radial innen absteht. Darüber hinaus sind auch alternative Geometrien für das Band 33 denkbar.

Die linke Abbildung in Fig. 3 zeigt die erste Ventileinrichtung 36 in einer zweiten Schaltstellung, bei der die Verriegelungskulisse 19 mit Druckmittel beaufschlagt ist und damit der Ventilstift 40 entgegen der Federkraft bewegt wird. In der zweiten Schaltstellung wird durch die ringförmige Nut 39 eine strömungstechnische Verbindung zwischen der Zuströmdruckmittelleitung 14 und der ersten Abströmdruckmittelleitung 13 hergestellt. Zusätzlich besteht eine strömungstechnische Verbindung zwischen der Zuströmdruckmittelleitung 14 und der zweiten Abströmdruckmittelleitung 8. In der ersten Schaltstellung kann somit das Druckmittel von der Zuströmdruckmittelleitung 14 über die zwei strömungstechnisch parallel geschalteten Abströmdruckmittelleitungen 13 und 8 in die Arbeitskammer 20 strömen. Auf der rechten Seite der Fig. 3 ist die erste Ventileinrichtung 36 in einer ersten Schaltstellung abgebildet. Die Verriegelungskulisse 19 ist drucklos geschaltet, so dass der Ventilstift 40 durch die Federkraft in die erste Schaltstellung gedrückt wird. In dieser Position des Ventilstifts 40 blockiert der Vorsprung 38 die strömungstechnische Verbindung zwischen dem Aufnahmeraum 43 und der ersten Abströmdruckmittelleitung 13. Trotz der Bewegung des Ventilstifts 40 in die erste Schaltstellung, besteht über das Bandrückschlagventil 33 eine strömungstechnische Verbindung zwischen der Zuströmdruckmittelleitung 14 und der zweiten Abströmdruckmittelleitung 8, d.h. die strömungstechnische Verbindung der Zuströmdruckmittelleitung 14 und der zweiten Abströmdruckmittelleitung 8 ist unabhängig von der Schaltstellung. Die axiale Erstreckung des Bandrückschlagventils 46 ist so groß, dass die Zuströmdruckmittelleitung 14 und die Abströmdruckmittelleitung 8 in beiden Schaltstellungen verbunden sind. An dem Bandrückschlagventil 46 sind ferner Strömungsöffnungen 46 vorgesehen, die unabhängig von der Schaltstellung des Ventilstifts strömungstechnisch mit der Abströmdruckmittelleitung 8 verbunden sind. Die Strömungsöffnungen 45 führen in das Innere des Bandrückschlagventils 46, so dass das Band 33 von radial innen mit Druckmittel beaufschlagt wird, wenn Druckmittel aus Richtung der zweiten Abströmdruckmittelleitung 8 strömt; ein Durchströmen des Rückschlagventils ist aus dieser Richtung nicht möglich. Strömt das Druckmittel aus Richtung der Zuströmdruckmittelleitung 14, dann wird das Band zusammengedrückt und es wird eine strömungstechnische Verbindung zu den Strömungsöffnungen 45 freigegeben. An dem Bandrückschlagventil 46 ist wenigstens eine Strömungsöffnung 45 vorgesehen, vorzugsweise sind jedoch radial außen liegend an der Mantelfläche des Bandrückschlagventils 46 mehrere Strömungsöffnungen 45 vorgesehen. Die

Strömungsöffnungen 45 münden in einen umlaufenden Ringkanal 47, wobei die axiale Erstreckung des Ringkanals 48 so groß ist, dass die strömungstechnische Verbindung zwischen der Strömungsöffnung 45 und der Abströmdruckmittelleitung 8 unabhängig von der Schaltstellung aufrecht erhalten wird. Die strömungstechnische Verbindung zwischen dem Bandrückschlagventil 46 und der Zuströmdruckmittelleitung 14 wird ebenfalls unabhängig von der Schaltstellung des Ventilstifts 40 aufrechterhalten. Die erste Ventileinrichtung 36 bildet in dieser Ausführungsform ein 3/2 Wegeventil. Alternativ kann die Ausführungsform mit dem Bandrückschlagventil 46 auch über ein 4/2 Wegeventil umgesetzt werden. Hierzu teilt sich die Zuströmdruckmittelleitung 14 vor dem Aufnahmeraum 43 in zwei Zuströmdruckmittelleitungen 14a und 14b auf.

Eine zweite Ausführungsform der Erfindung zeigt Fig. 6. Das Rückschlagventil 9 ist hier in der zweiten Abströmdruckmittelleitung 8 angeordnet. Die linke Abbildung in Fig. 6 zeigt den Ventilstift 40 in einer zweiten Schaltstellung. Die Zuströmdruckmittelleitung 14 ist dabei strömungstechnisch mit der ersten Abströmdruckmittelleitung 13 verbunden; gleichzeitig ist die Zuströmdruckmittelleitung 14 mit der zweiten Abströmdruckmittelleitung 8 verbunden, in der das Rückschlagventil 9 angeordnet ist. In der rechten Abbildung aus Fig. 6 befindet sich der Ventilstift 40 in der ersten Schaltstellung, wodurch der Vorsprung 38 die strömungstechnische Verbindung zwischen dem Aufnahmeraum 43 und der ersten Abströmdruckmittelleitung 13 blockiert. Die strömungstechnische Verbindung zwischen der Zuströmdruckmittelleitung 14 und der zweiten Abströmdruckmittelleitung 8 besteht auch hier. Die Ventileinrichtung wird somit, wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel in Fig. 3, durch ein 3/2 Wegeventil gebildet. Das Rückschlagventil 9 ist jedoch in der Ausführungsform aus Fig. 8 in der zweiten Abströmdruckmittelleitung 8 angeordnet. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Rückschlagventil 9 um ein Kugelrückschlagventil. Alternativ sind jedoch auch andere Rückschlagventile denkbar.

Fig. 7 zeigt eine dritte Ausführungsform der Erfindung, die sich gegenüber der zweiten Ausführungsform aus Fig. 6 darin unterscheidet, dass sich die Zuströmdruckmittelleitung 14 in zwei Zuströmdruckmittelleitungen 14a und 14b aufteilt, bevor sie in den Aufnahmeraum 43 mündet; es wird somit ein 4/2 Wegeventil gebildet. In der zweiten Schaltstellung (siehe Fig. 7, links) wird die Zuströmdruckmittelleitung 14b durch die Nut 39 mit der ersten

Abströmdruckmittelleitung 13 strömungstechnisch verbunden. Die strömungstechnische Verbindung zwischen der Zuströmdruckmittelleitung 14a und der zweiten Abströmdruckmittelleitung 8 wird in dieser Schaltstellung durch den Vorsprung 38 blockiert. In der ersten Schaltstellung (siehe Fig. 7, rechts) besteht eine strömungstechnische Verbindung zwischen der Zuströmdruckmittelleitung 14a und der zweiten Abströmdruckmittelleitung 8; die strömungstechnische Verbindung zwischen der Zuströmdruckmittelleitung 14b und der Abströmdruckmittelleitung 13 ist strömungstechnisch blockiert. Die strömungstechnische Verbindung zwischen der Zuströmdruckmittelleitung 14a und der Abströmdruckmittelleitung 8, in der das Rückschlagventil 9 angeordnet ist, ist bei diesem Ausführungsbeispiel von der Schaltstellung des Ventilstifts 40 abhängig.

Bezugszeichenliste

1	Druckmittelleitung
2	Verriegelungsstift
3	Druckmittelleitung
4	Druckmittelleitung
5	Verriegelungsstift
6	Druckmittelleitung
7	Mehrwege-Schaltventil
8	zweite Abströmdruckmittelleitung
9	Rückschlagventil
10	Rückschlagventil
11	Flügel
12	Flügel
13	erste Abströmdruckmittelleitung
14	Zuströmdruckmittelleitung
14a	Zuströmdruckmittelleitung
14b	Zuströmdruckmittelleitung
15	Druckmittelleitung
16	Stator
17	Rotor
18	Druckmittelleitung
19	Verriegelungskulisse
20	Arbeitskammer
21	Arbeitskammer
22	Arbeitskammer
23	Arbeitskammer
24	Druckraum
25	Druckraum
26	Mittenverriegelungseinrichtung
27	Druckmittelleitung
28	Druckmittelleitung
29	Zuströmdruckmittelleitung
30	Rotornabe

31	erste Abströmdruckmittelleitung
32	zweite Abströmdruckmittelleitung
33	Band
34	Druckmittelleitung
35	Ventilfunktionspin
36	erste Ventileinrichtung
37	zweite Ventileinrichtung
38	Vorsprung
39	Nut
40	Ventilstift
41	Teilabschnitt
42	Druckmittelleitung
43	Aufnahmeraum
44	Aufnahmeraum
45	Strömungsöffnung
46	Bandrückschlagventil
47	Ringkanal

Patentansprüche

1. Nockenwellenverstelleinrichtung mit
- einem Flügelzellenversteller mit
- einem mit einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine verbindbaren Stator (16) und
- einem in dem Stator (16) drehbar gelagerten, mit einer Nockenwelle verbindbaren Rotor (17), wobei
- an dem Stator (16) mehrere Stege vorgesehen sind, welche einen Ringraum zwischen dem Stator (16) und dem Rotor (17) in eine Mehrzahl von Druckräumen (24, 25) unterteilen, wobei
- der Rotor (17) eine Rotornabe (30) und eine Mehrzahl von sich von der Rotornabe (30) radial nach außen erstreckenden Flügeln (11, 12) aufweist, welche die Druckräume (24, 25) in zwei Gruppen von jeweils mit einem in einem Druckmittelkreislauf zu- oder abströmenden Druckmittel beaufschlagbare Arbeitskammern (20, 21, 22, 23) mit einer unterschiedlichen Wirkrichtung unterteilen, und
- einer Mittenverriegelungseinrichtung (26) zur Verriegelung des Rotors (17) in zumindest einer Verriegelungsstellung gegenüber dem Stator (17), wobei
- die Mittenverriegelungseinrichtung (26) wenigstens zwei in einer statorfesten Verriegelungskulisse (19) verriegelbare, federbelastete Verriegelungsstifte (2, 5) in einem Aufnahmeraum (43, 44) aufweist, welche bei einer Verdrehung des Rotors (17) aus Richtung einer Anschlagstellung „Früh“ oder „Spät“ in die Verriegelungsstellung aus unterschiedlichen Richtungen in der Verriegelungskulisse 19 verriegeln, wobei der Verriegelungsstift (2, 5) mit dem jeweiligen Aufnahmeraum (43, 44) eine Ventileinrichtung (36, 37) bildet, dadurch gekennzeichnet, dass
- der Verriegelungsstift (2, 5) einen Ventilstift (40) bildet, wobei
- der Ventilstift (40) ein Stufenstift ist.

2. Nockenwellenverstelleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
- in einer ersten Schaltstellung die strömungstechnische Verbindung zwischen der Zuströmdruckmittelleitung (14) und einer Arbeitskammer (20, 22) ausschließlich über wenigstens ein Rückschlagventil (9, 10) erfolgt, und

- die Ventileinrichtung (36, 37) in einer zweiten Schaltstellung wenigstens eine Zuströmdruckmittelleitung (14) mit einem Druckmittelraum (20) frei strömend verbindet.

3. Nockenwellenverstelleinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Rückschlagventil (9, 10) so angeordnet ist, dass ein Durchströmen des Rückschlagventils (9, 10) nur bei einer Durchströmung von der Zuströmdruckmittelleitung (14) in Richtung des Druckmittelraums (20) möglich ist.

4. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Ventileinrichtung (36, 37) über eine erste und/oder eine zweite Abströmdruckmittelleitung (13, 8) strömungstechnisch mit einer Arbeitskammer (20, 22) verbindbar ist.

5. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass
- in einer ersten Schaltstellung der Ventileinrichtung (36, 37) die Zuströmdruckmittelleitung (14) nur mit einer zweiten Abströmdruckmittelleitung (8) verbunden ist, und
- in einer zweiten Schaltstellung die erste Abströmdruckmittelleitung (13) und die zweite Abströmdruckmittelleitung (8) strömungstechnisch mit der Zuströmdruckmittelleitung (14) verbunden sind,
- wobei die erste und die zweite Abströmdruckmittelleitung (13, 8) strömungstechnisch parallel geschaltet sind.

6. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Rückschlagventil (9, 10) in der zweiten Abströmdruckmittelleitung (8) vorgesehen ist.

7. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass

- das Rückschlagventil (9, 10) durch ein Bandrückschlagventil (46) gebildet ist.

8. Nockenwellenverstelleinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Bandrückschlagventil (46) an dem Ventilstift (40) angeordnet ist.

9. Nockenwellenverstelleinrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Bandrückschlagventil (46) in der ersten und in der zweiten Schaltstellung strömungstechnisch mit der Zuströmdruckmittelleitung (14) und mit der ersten und zweiten Abströmdruckmittelleitung (13, 8) verbunden ist.

10. Nockenwellenverstelleinrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass
- das Band (33) des Bandrückschlagventils (46) nach radial außen vorgespannt ist.

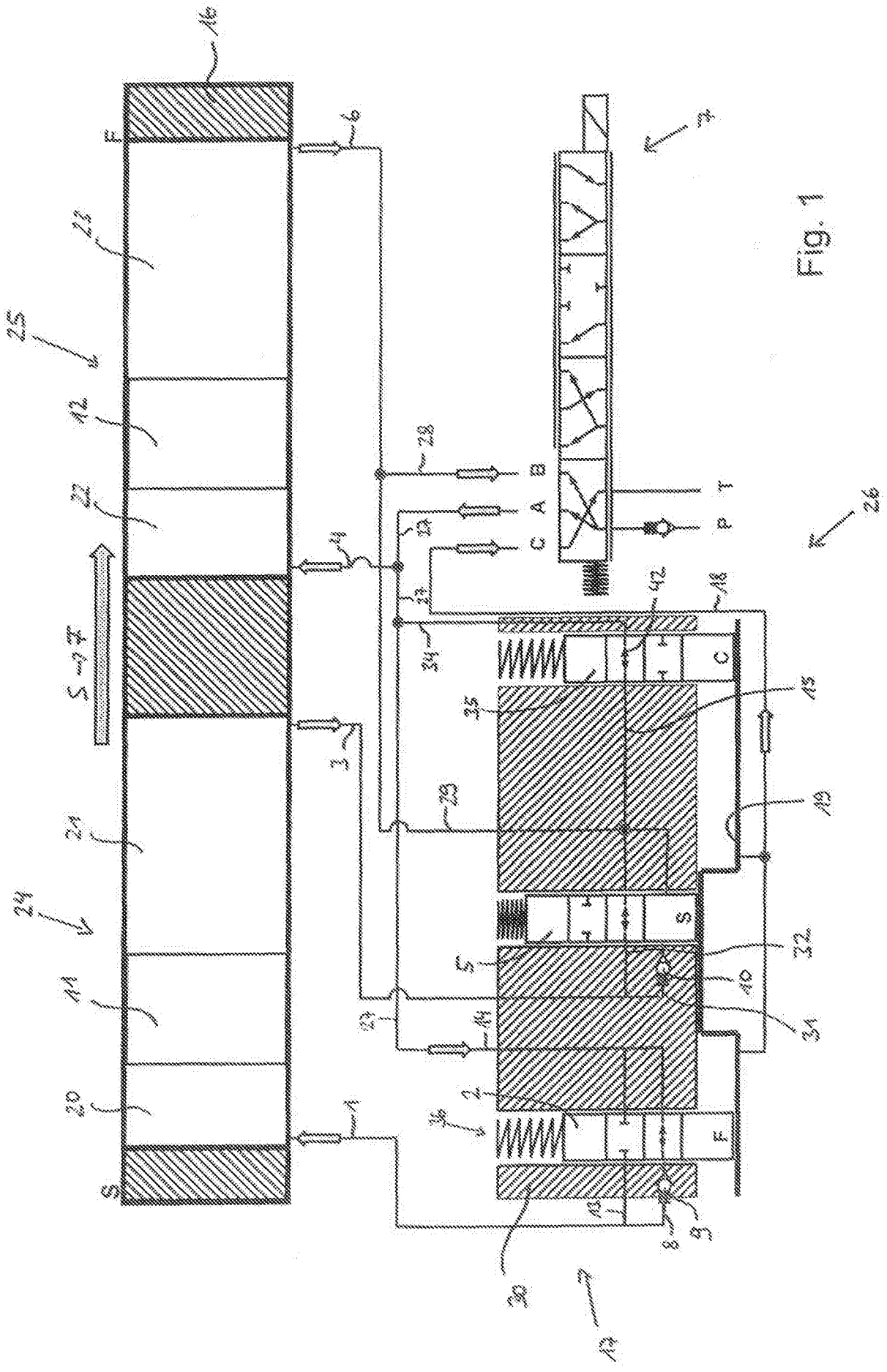

16
F
6
23
25
12
22
28
B
A
C
P
T
4
26
S → T
4
18
42
34
C
15
25
3
29
19
24
S
32
5
10
14
31
27
2
36
F
1
8
9
30
17

Fig. 1

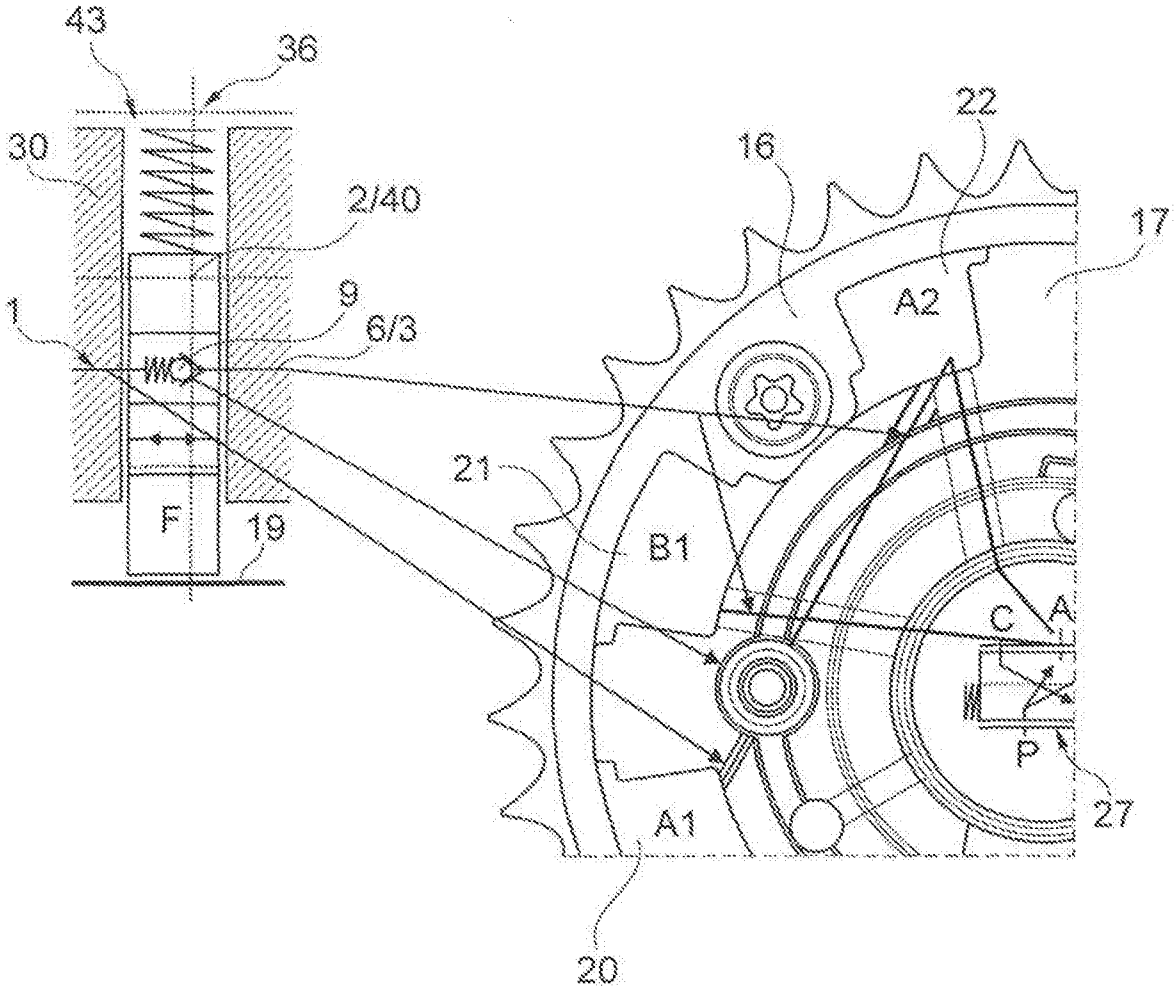


Fig. 2

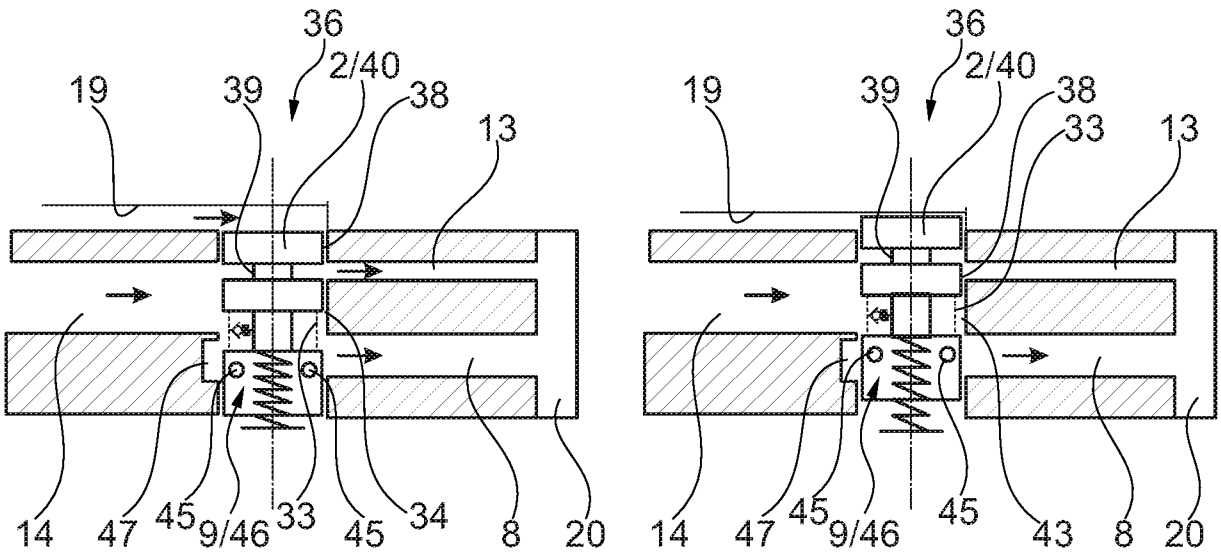

36
2/40
19
39
38
13
14
47
45
9/46
33
45
34
8
20
36
2/40
19
39
38
33
13
14
47
45
9/46
45
43
8
20

Fig. 3

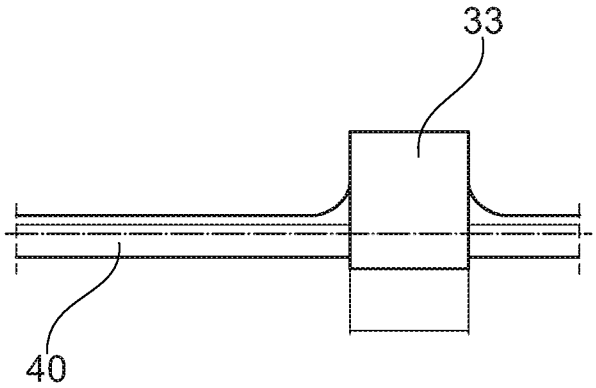


Fig. 4

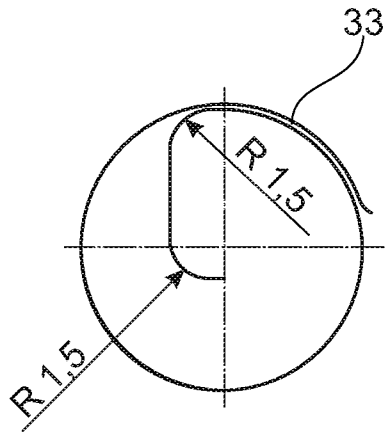


Fig. 5

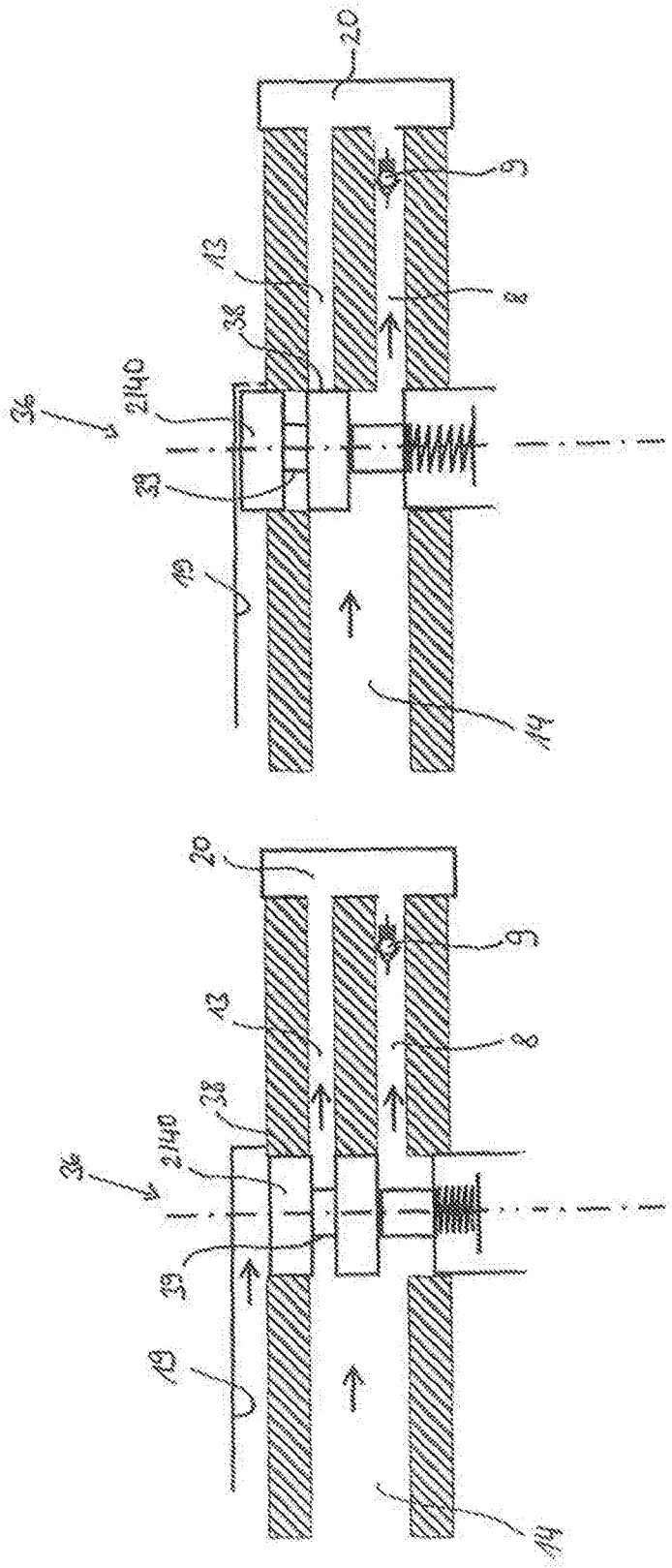


Fig. 6

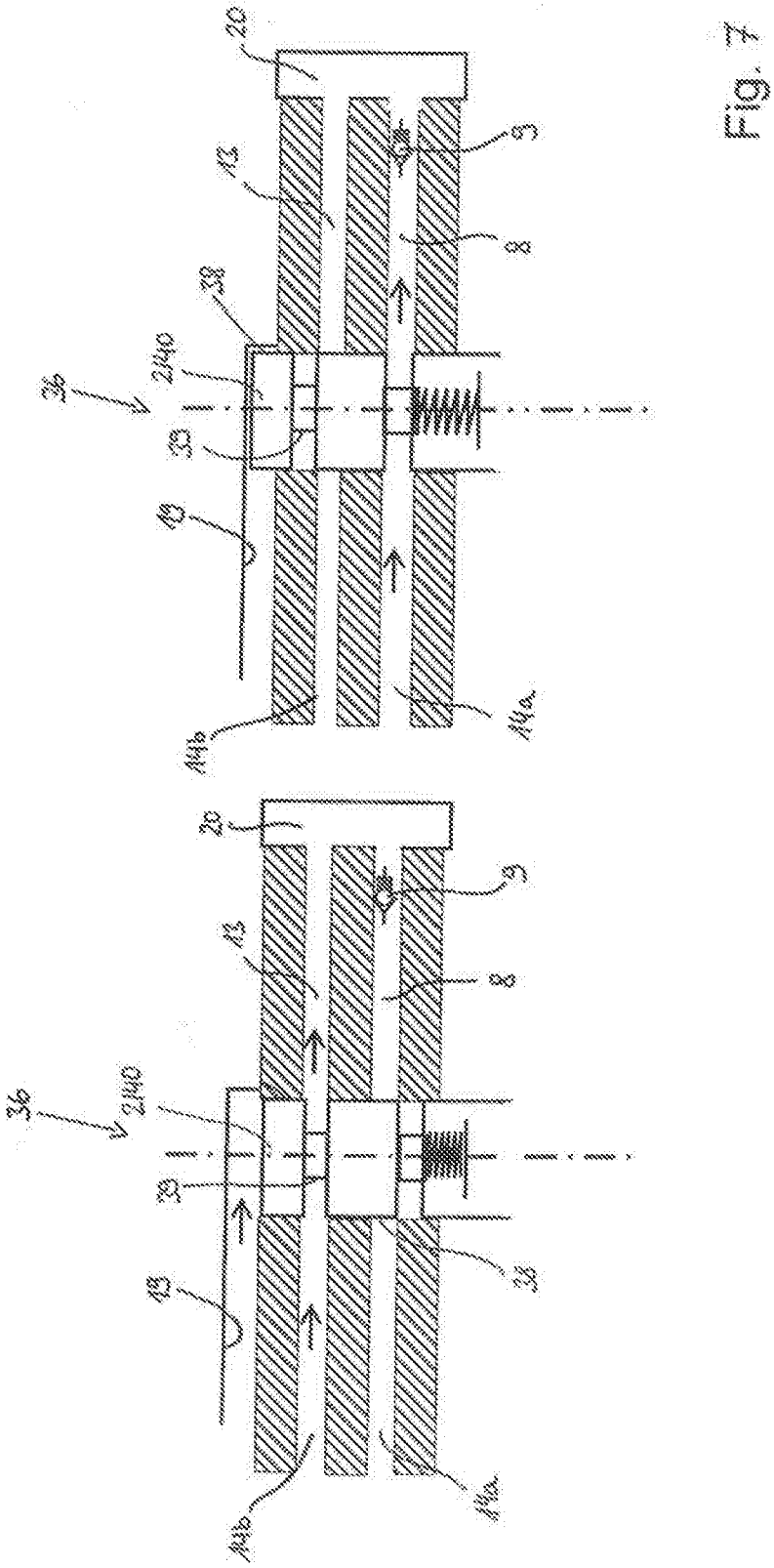


Fig. 7