(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 702 253 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.03.2015 Patentblatt 2015/12

(21) Anmeldenummer: **12716256.8**

(22) Anmeldetag: **20.04.2012**

(51) Int Cl.:
F01L 1/053 *(2006.01)* ***F01L 1/18*** *(2006.01)*
F01L 1/24 *(2006.01)* ***F01L 1/047*** *(2006.01)*
F01L 13/00 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/001711

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/146361 (01.11.2012 Gazette 2012/44)

(54) **VENTILTRIEB FÜR GASWECHSELVENTILE EINER BRENNKRAFTMASCHINE MIT EINER GRUNDNOCKENWELLE UND ZWISCHEN DREHLAGERN DER GRUNDNOCKENWELLE IN ZWEI ODER MEHR DISKRETE VERSCHIEBESTELLUNGEN VERSCHIEBBAREN NOCKENTRÄGERN**

VALVE DRIVE FOR GAS EXCHANGE VALVES OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE HAVING A MAIN CAMSHAFT AND CAM CARRIERS WHICH CAN BE DISPLACED BETWEEN ROTARY BEARINGS OF THE MAIN CAMSHAFT INTO TWO OR MORE DISCRETE DISPLACEMENT POSITIONS

MÉCANISME DE SOUPAPE DESTINÉ À DES SOUPAPES D'ÉCHANGE DES GAZ D'UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE, COMPORTANT UN ARBRE À CAMES DE BASE ET DES SUPPORTS DE CAMES POUVANT ÊTRE DÉPLACÉS ENTRE DEUX OU PLUSIEURS POSITIONS DE DÉPLACEMENT DISCRÈTES SITUÉES ENTRE DES COUSSINETS DE L'ARBRE À CAMES DE BASE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **23.04.2011 DE 102011018503**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.03.2014 Patentblatt 2014/10

(73) Patentinhaber: **Audi AG**
85045 Ingolstadt (DE)

(72) Erfinder:
- **GROß, Michael**
  85055 Ingolstadt (DE)
- **DENGLER, Stefan**
  85139 Wettstetten (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 503 048
DE-A1-102007 040 677
DE-A1-102007 061 353
DE-A1-102009 030 373

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).

EP 2 702 253 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Ventiltrieb für Gaswechselventile einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie eine Brennkraftmaschine mit einem solchen Ventiltrieb.

[0002] Zur Verbesserung der thermodynamischen Eigenschaften von Brennkraftmaschinen sind mechanische Vorrichtungen bekannt, die das Arbeitsspiel des Ventiltriebs beeinflussen und beispielsweise eine drehzahlabhängige Veränderung der Öffnungszeiten und/oder des Hubs von Gaswechselventilen von Zylindern der Brennkraftmaschine ermöglichen.

[0003] Aus der EP 1 608 849 B1 ist bereits ein Ventiltrieb bekannt, bei dem mehrere Nockenträger drehfest und axial verschiebbar auf einer Grundnockenwelle angeordnet sind. Zur Betätigung von zwei Gaswechselventilen eines Zylinders der Brennkraftmaschine sind auf jedem Nockenträger zwei axial versetzte Nockengruppen vorgesehen, von denen jede zwei Nocken mit unterschiedlichen Nockenprofilen aufweist. Durch axiale Verschiebung des Nockenträgers auf der Grundnockenwelle zwischen zwei diskreten Verschiebestellungen kann jeweils einer der beiden Nocken jeder Nockengruppe mit einem Schlepphebel von einem der beiden Gaswechselventile in Anlagekontakt gebracht werden, wodurch sich der Hub und/oder die Öffnungszeiten der Gaswechselventile verstellen lassen. Die axiale Verschiebung des Nockenträgers auf der Grundnockenwelle erfolgt mit Hilfe von zwei Schneckentrieben, die im axialen Abstand voneinander angeordnet sind. Jeder Schneckentrieb umfasst einen im Zylinderkopfgehäuse der Brennkraftmaschine montierten Aktuator mit einem ausfahrbaren Mitnehmerstift, der sich mit einer gegenüberliegenden Kurven- oder Schaltkulisse auf dem Nockenträger in Eingriff bringen lässt. Die Kurven- oder Schaltkulisse weist bei einem der beiden Schneckentriebe eine linksdrehende schraubenförmige Nut und bei dem anderen der beiden Schneckentriebe eine rechtsdrehende schraubenförmige Nut auf, so dass der Nockenträger durch Betätigung des entsprechenden Aktuators zwischen den beiden diskreten Verschiebestellungen hin und her verschoben werden kann. In jeder der beiden Verschiebestellungen wird der Nockenträger von einer Seite her gegen ein zwischen den Nockengruppen angeordnetes ortsfestes Drehlager angepresst, in dem der Nockenträger drehbar gelagert ist. Der Nockenträger wird in jeder der beiden Verschiebestellungen von einer in eine Bohrung der Grundnockenwelle eingesetzten Kugel einer Arretiereinrichtung festgehalten, die von einer Feder gegen eine schräge Flanke am inneren Umfang des Nockenträgers angepresst wird und dadurch eine der Nockengruppen von einer Seite her gegen das Drehlager drückt.

[0004] Zur Verbesserung der Beeinflussung des Arbeitsspiels des Ventiltriebs ist es wünschenswert, die oder jede Nockengruppe um mindestens einen zusätzlichen Nocken zu erweitern. Eine solche Erweiterung der Nockengruppe(n) um einen zusätzlichen Nocken mit einem weiteren Nockenprofil macht es jedoch erforderlich, den Nockenträger zwischen mindestens drei verschiedenen Verschiebestellungen hin und her zu bewegen, um wahlweise sämtliche Nocken mit dem Schlepphebel in Anlagekontakt bringen zu können. Um dies zu ermöglichen, wurde in der DE 10 2007 010 150 A1 bereits ein Ventiltrieb der eingangs genannten Art vorgeschlagen, bei dem jeder Nockenträger zwei Nockengruppen mit jeweils drei Nocken aufweist und zwischen drei diskreten Verschiebestellungen verschiebbar ist. Der Nockenträger wird in den drei Verschiebestellungen von einer ortsfest im Gehäuse der Brennkraftmaschine montierten Arretiereinrichtung festgehalten, die auf ein zusammen mit dem Nockenträger axial verschiebbares Drehlager einwirkt. Dabei greift die federbelastete Kugel der Arretiereinrichtung in den drei Verschiebestellungen in drei Ausnehmungen einer an der Außenseite des Drehlagers montierten Rastleiste ein, die durch zwei Vorsprünge voneinander getrennt sind. In den beiden äußeren Verschiebestellungen wird die Kugel jeweils gegen eine äußere Flanke von einem der beiden Vorsprünge angepresst, um den Nockenträger gegen einen ortsfesten Anschlag des Zylinderkopfgehäuses anzupressen. In der mittleren Verschiebestellung greift die Kugel in eine komplementär geformte Ausnehmung der Rastleiste zwischen den beiden Vorsprüngen ein. Bei dieser Lösung wird als nachteilig angesehen, dass das Drehlager axial verschiebbar im Zylinderkopfgehäuse geführt werden muss, was die Schmierung des Drehlagers erschwert, dass die Arretiereinrichtung im Zylinderkopfgehäuse in radialer Richtung der Grundnockenwelle verhältnismäßig viel Bauraum benötigt, und dass unterhalb der Grundnockenwelle in der Nähe der Schlepphebel zwei zusätzliche Anschläge für das verschiebbare Drehlager vorgesehen werden müssen, obwohl auch dort nur wenig freier Bauraum zur Verfügung steht.

[0005] Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Ventiltrieb der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass ein verschiebbares Drehlager entbehrlich ist und weniger Bauraum benötigt wird.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Grundnockenwelle beiderseits des Nockenträgers in einem ortsfesten Drehlager gelagert ist und dass die in einer Bohrung der Grundnockenwelle angeordnete federbelastete Kugel der Arretiereinrichtung den Nockenträger in zwei entgegengesetzten äußeren Verschiebestellungen des Nockenträgers gegen einen ortsfesten axialen Anschlag drückt.

[0007] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, die ortsfesten Drehlager zur drehbaren Lagerung der Nockenwelle und die zur Festlegung der beiden äußeren diskreten Verschiebestellungen dienenden Anschläge nicht im Bereich der Nockenträger, sondern jenseits der Stirnenden der Nockenträger, d.h. zwischen benachbarten Nockenträgern, anzuordnen. Auf diese Weise kann die Kugel der Arretiereinrichtung wie bei dem Ventiltrieb aus der EP 1 608 849 B1 in einer Querbohrung der

Grundnockenwelle untergebracht und von der Feder von innen her gegen eine schräge Flanke einer Ausnehmung am inneren Umfang des Nockenträgers angepresst werden, um den Nockenträger in den beiden äußeren Verschiebestellungen gegen einen der ortsfesten axialen Anschläge anzupressen, der vorzugsweise von einem der beiden zum Nockenträger benachbarten Drehlager oder einem Lagerbock dieses Drehlagers gebildet wird. Dadurch kann der erforderliche Bauraum beträchtlich verkleinert werden.

[0008] Um den Nockenträger in einer oder mehreren inneren Verschiebestellungen festzuhalten, greift die federbelastete Kugel in diesen Verschiebestellungen zweckmäßig in eine gegenüberliegende Ausnehmung am inneren Umfang des Nockenträgers ein, die zwischen den beiden Ausnehmungen mit den schrägen Flanken angeordnet ist. Mit anderen Worten weist der Nockenträger an seinem inneren Umfang mindestens drei in axialer Richtung hintereinander angeordnete Ausnehmungen auf, von denen zumindest die beiden äußeren jeweils von einer schrägen Flanke begrenzt werden und durch Vorsprünge von mindestens einer dazwischen angeordneten Ausnehmung getrennt sind. Wenn der Nockenträger aus einer äußeren Verschiebestellung in die andere äußere Verschiebestellung verschoben wird, bewegt sich die federbelastete Kugel nacheinander über die Vorsprünge hinweg und durch die innere(n) Ausnehmung(en) hindurch. Aus fertigungstechnischen Gründen sind sämtliche Ausnehmungen vorzugsweise als Nuten ausgebildet, die um den inneren Umfang des Nockenträgers umlaufen, wobei der axiale Mittenabstand der Ausnehmungen dem axialen Mittenabstand der zugehörigen Nocken oder Nockenprofile entspricht.

[0009] Wie beim Stand der Technik gemäß EP 1 608 849 B1 oder DE 10 2007 010 150 A1 umfassen die Einrichtungen zum axialen Verschieben des Nockenträgers vorzugsweise einen Schneckentrieb mit mindestens einem ortsfesten Aktuator, aus dem sich mindestens ein Mitnehmer ausfahren und in eine gegenüberliegende schraubenförmige Nut einer Kurven- oder Schaltkulisse des Nockenträgers einspuren lässt. Je nachdem, ob der Mitnehmer in eine rechts- oder linksgängige Nut eingespurt wird, wird der Nockenträger entsprechend auf der Grundnockenwelle nach links oder nach rechts verschoben.

[0010] Um bei Brennkraftmaschinen mit zwei Einlass- bzw. Auslassventilen pro Zylinder den Hub und/oder die Öffnungszeiten beider Ventile gleichzeitig verändern zu können, weist der oder jeder Nockenträger zweckmäßig zwei Nockengruppen auf, die in einem dem Abstand der Ventile entsprechenden axialen Abstand voneinander angeordnet sind. Da aufgrund der Lagerung der Grundnockenwelle zwischen benachbarten Nockenträgern in dem Bereich zwischen den beiden Nockengruppen jedes Nockenträgers nicht wie beim Stand der Technik gemäß EP 1 608 849 B1 oder DE 10 2007 010 150 A1 ein Drehlager vorgesehen werden muss, lässt sich die Kurven- oder Schaltkulisse des Schneckentriebs gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung zwischen den beiden Nockengruppen jedes Nockenträgers anordnen, was eine erhebliche Verkürzung der Baulänge jedes Nockenträgers gestattet. Außerdem ist anders als bei diesem Stand der Technik ein einziger Schneckentrieb mit einer durchgängigen Kurven- oder Schaltkulisse zur Verschiebung des Nockenträgers ausreichend.

[0011] Darüber hinaus können die Kurven- oder Schaltkulisse und der mindestens eine Aktuator der Einrichtungen zum axialen Verschieben des Nockenträgers in ihrer Ausführung beliebig an den axialen Abstand der Ventile bzw. an die vorhandenen Platzverhältnisse angepasst werden. Vorzugsweise wird der Nockenträger in den beiden äußeren Verschiebestellungen unterhalb der Grundnockenwelle gegen das Drehlager bzw. gegen einen Lagerstuhl des Drehlagers angepresst, wodurch oberhalb der Nockenwelle ausreichend Bauraum für den mindestens einen Aktuator geschaffen wird.

[0012] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die mittlere Nocke jeder Nockengruppe etwas breiter als die beiden äußeren Nocken jeder Nockengruppe ist, da die durch eine Wärmedehnung des Zylinderkopfs und der Grundnockenwelle verursachten Toleranzen des Verschiebewegs dort größer als im Bereich der äußeren Nocken sind.

[0013] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Seitenansicht eines Teils eines Ventiltriebs für Paare von Einlassventilen von Zylindern einer Brennkraftmaschine, die einen Abschnitt einer in Drehlagern gelagerten Grundnockenwelle mit einem axial verschiebbaren Nockenträger;

Fig. 2 zeigt eine Längsschnittansicht eines etwas längeren Abschnitts der Grundnockenwelle mit drei Nockenträgern und Arretiereinrichtungen zum Arretieren der Nockenträger;

Fig. 3 zeigt eine vergrößerte Ansicht des Ausschnitts III in Fig. 2.

[0014] Mit dem in der Zeichnung nur teilweise dargestellten Ventiltrieb 1 für Paare von Einlassventilen 2 von Zylindern (nicht dargestellt) einer Brennkraftmaschine mit einer oben liegenden, in Drehlagern 3 eines Zylinderkopfgehäuses (nicht dargestellt) der Brennkraftmaschine drehbar gelagerten Grundnockenwelle 4, sowie mehreren, auf der Grundnockenwelle 4 axial verschiebbaren Nockenträgern 5 lassen sich der Hub und/oder die Öffnungszeiten der Einlassventile 2 jedes Zylinders unabhängig vom Hub und/oder den Öffnungszeiten der Einlassventile 2 der übrigen Zylinder verstellen.

[0015] Zu diesem Zweck umfasst der Ventiltrieb 1 für jedes Paar von Einlassventilen 2 einen der verschiebbaren Nockenträger 5, der drehfest mit der Grundnockenwelle 4 verbunden ist und zwei im axialen Abstand von-

einander angeordnete Nockengruppen 6, 7 aufweist. Jede der beiden Nockengruppen 6, 7 wirkt mit einer Rolle 8 eines schwenkbar gelagerten Rollenschlepphebels 9 von einem der Ventile 2 zusammen. Über die Rolle 8 wird ein in Fig. 1 dargestelltes, am unteren Ende mit einem Ventilteller 10' versehenes Ventilglied 10 betätigt, das sich zum Öffnen des jeweiligen Ventils 2 entgegen der Kraft einer Ventilfeder 11 (Fig. 2) im Zylinderkopf nach unten drücken lässt. Der Ventiltrieb 1 umfasst darüber hinaus für jedes der Ventile 2 ein ebenfalls in Fig. 1 dargestelltes hydraulisches Ventilspielausgleichselement 12.

[0016] Jede der beiden Nockengruppen 6, 7 jedes Nockenträgers 5 weist drei Nocken 13, 14, 15 auf, die an einer Seite über den äußeren Umfang des Nockenträgers 5 überstehen und unterschiedliche Nockenprofile oder Nockenkonturen besitzen. Auf der zu den Nocken 13, 14, 15 diametral entgegengesetzten Seite des Nockenträgers 5 weisen die Nockengruppen 6, 7 einen Grundkreisabschnitt 16 auf, der sich mit einem konstanten Außendurchmesser über die gesamte axiale Länge der Nockengruppen 6, 7 und über einen Umfangswinkel von etwa 180 Grad erstreckt. Das Maß des Überstandes der Nocken 13, 14, 15 über den Grundkreisabschnitt 16 variiert entsprechend der gewünschten Hubhöhe des Ventilglieds 10, während die Winkelposition eines Scheitels der Nocken 13, 14, 15 in Drehrichtung der Grundnockenwelle 4 entsprechend dem gewünschten Zeitpunkt der maximalen Öffnung des Ventils 2 variiert. Die Nockenprofile oder Nockenkonturen der Nocken 13, 14, 15 der beiden Nockengruppen 6, 7 können jeweils unterschiedlich geformt und/oder bemessen sein. Bei beiden Nockengruppen 6, 7 ist der mittlere Nocken 14 geringfügig breiter als die beiden äußeren Nocken 13 und 15, wie später erläutert werden wird.

[0017] Die drei Nocken 13, 14, 15 beider Nockengruppen 6, 7 lassen sich durch axiale Verschiebung des Nockenträgers 5 auf der Grundnockenwelle 4 zwischen drei diskreten Verschiebestellungen wahlweise mit der Rolle 8 des Schlepphebels 9 des zur Nockengruppe 6 bzw. 7 zugehörigen Ventils 2 in Anlagekontakt bringen.

[0018] Die drei Verschiebestellungen sind in Fig. 2 am Beispiel von drei Nockenträgern 5 dargestellt. Der linke Nockenträger 5 befindet sich dort in seiner rechten äußeren Verschiebestellung, in der er mit seinem rechten Stirnende 17 von links her gegen einen Lagerstuhl 18 des benachbarten Drehlagers 3 anliegt, das zwischen dem linken und dem mittleren Nockenträger 5 angeordnet ist, und in der die Rollen 8 der Schlepphebel 9 der beiden Ventile 2 jeweils mit dem linken äußeren Nocken 13 der Nockengruppen 6, 7 in Anlagekontakt treten. Der in der Mitte dargestellte Nockenträger 5 befindet sich in seiner mittleren Verschiebestellung, in der seine beiden Stirnenden 17 jeweils einen axialen Abstand von den Lagerstühlen 18 der beiden benachbarten, beiderseits des Nockenträgers 5 angeordneten Drehlager 3 aufweisen und in der die Rollen 8 der Schlepphebel 9 der beiden Ventile 2 mit dem mittleren Nocken 14 der beiden Nockengruppen 6, 7 in Anlagekontakt treten. Der rechte Nockenträger 5 befindet sich in seiner linken äußeren Verschiebestellung, in der er mit seinem linken Stirnende 16 von rechts her gegen den Lagerstuhl 18 des benachbarten Drehlagers 3 zwischen dem mittleren und dem rechten Nockenträger 5 anliegt und in der die Rollen 8 der Schlepphebel 9 der beiden Ventile 2 jeweils mit dem rechten äußeren Nocken 15 der Nockengruppen 6, 7 in Anlagekontakt treten. Demgegenüber zeigt Fig. 1 nur einen Nockenträger 5, der sich in seiner mittleren Verschiebestellung befindet.

[0019] Um die Nockenträger 5 drehfest mit der Grundnockenwelle 4 zu verbinden, jedoch ihre axiale Verschiebung entlang der Grundnockenwelle 4 zu ermöglichen, weisen die hohlzylindrischen Nockenträger 5 entlang eines Teils ihres inneren Umfangs eine Innenlängsverzahnung 19 (Fig. 2) auf, die mit einer komplementären Außenlängsverzahnung 20 (Fig. 1) auf einem Teil der Grundnockenwelle 4 kämmt.

[0020] Die axiale Verschiebung der Nockenträger 5 auf der Grundnockenwelle 4 zur Verstellung des Hubs oder der Öffnungszeiten der Einlassventile 2 erfolgt bei Bedarf und wird immer dann vorgenommen, wenn der Grundkreisabschnitt 16 der Nockengruppen 6, 7 während eines Drehwinkels der Grundnockenwelle 4 von etwa 180 Grad den Rollen 8 der Schlepphebel 9 gegenüberliegt. Das Maß der axialen Verschiebung eines Nockenträgers 5 zwischen zwei benachbarten Verschiebestellungen entspricht dem Mittenabstand benachbarter Nocken 13, 14 bzw. 14, 15 der Nockengruppen 6, 7.

[0021] Damit sich die Nockenträger 5 bei Bedarf in eine beliebige der drei Verschiebestellungen verschieben lassen, ist für jeden Nockenträger 5 ein einziger Schneckentrieb 21 vorgesehen. Der Schneckentrieb 21 umfasst eine einzige Kurven- oder Schaltkulisse 22, die etwa in der axialen Mitte des Nockenträgers 5 zwischen den beiden Nockengruppen 6, 7 bzw. zwischen den beiden Ventilen 2 angeordnet ist, sowie einen ortsfest im Zylinderkopfgehäuse montierten Aktuator 23, der in Fig. 1 nur schematisch dargestellt ist. Je nach Ausführung kann der Aktuator 23 einen oder mehrere Mitnehmerstifte 24 aufweisen, die sich wahlweise aus dem Aktuator 23 ausfahren und mit ihrem freien Ende mit einer gegenüberliegenden Nut 25 der Kurven- oder Schaltkulisse 22 in Eingriff bringen lassen, um den Nockenträger 5 jeweils um den Mittenabstand zweier benachbarter Nocken 13, 14 bzw. 14, 15 in eine der drei diskreten Verschiebestellungen zu verschieben.

[0022] Der Außendurchmesser der Kurven- oder Schaltkulisse 22 ist so bemessen, dass sich die Kurven- oder Schaltkulisse 22 bei einer Verschiebung des Nockenträgers 5 aus der mittleren Verschiebestellung in eine der beiden äußeren Verschiebestellungen in axialer Richtung mit einer von zwei Halterungen 37 (Fig. 2) überlappt, von denen die Rolle 8 des Rollenschlepphebels 9 drehbar gehalten wird.

[0023] Um jeden Nockenträger 5 in der jeweils gewünschten Verschiebestellung festzuhalten, ist für jeden

Nockenträger 5 eine Arretiervorrichtung 26 vorgesehen. Wie am besten in Fig. 2 dargestellt, umfasst jede Arretiervorrichtung 26 eine in eine radiale Sacklochbohrung 27 der Grundnockenwelle 4 eingesetzte Kugel 28, die von einer zwischen dem Boden der Sacklochbohrung 27 und der Kugel 28 angeordneten vorgespannten Schraubendruckfeder 29 radial gegen einen gegenüberliegenden inneren Umfang des Nockenträgers 5 angepresst wird. Innerhalb des Bereichs des Nockenträgers 5, welcher der Kugel 28 beim Verschieben zwischen den drei Verschiebestellungen gegenüberliegt, ist der innere Umfang des Nockenträgers 5 nicht mit der Innenlängsverzahnung 19, sondern mit drei umlaufenden Nuten 30, 31, 32 versehen, die in axialer Richtung hintereinander angeordnet sind.

[0024] Die mittlere Nut 31 weist einen an die Form der Kugel angepassten konkav gerundeten Nutquerschnitt auf und ist an beiden Seiten durch einen im Querschnitt konvex gerundeten Vorsprung 33, 34 von den benachbarten äußeren Nuten 30, 32 getrennt. Wie in Fig. 2 für den mittleren Nockenträger 5 dargestellt, wird die Kugel 28 in der mittleren Verschiebestellung des Nockenträgers 5 von der Feder 29 in die mittlere Nut 31 gedrückt, so dass der Nockenträger 5 allein durch den Rasteingriff der Kugel 29 in die als Rastausnehmung wirkende Nut 31 in dieser mittleren Verschiebestellung festgehalten wird. Wenn in dieser Verschiebestellung von dem Schneckentrieb 21 eine axiale Verschiebekraft auf den Nockenträger 5 ausgeübt wird, wird die Kugel 28 nach links oder rechts gegen einen der beiden Vorsprünge 33, 34 gepresst und von diesem Vorsprung 33, 34 entgegen der Kraft der Feder 29 in die Sacklochbohrung 27 zurück gedrückt, so dass sich die Kugel 28 über den Vorsprung 33, 34 hinweg in die benachbarte Nut 30, 32 bewegen kann. Die Bewegung der Kugel 28 endet, wenn der Nockenträger 5 mit seinem in Bewegungsrichtung vorderen Stirnende 16 gegen den Lagerbock 18 des benachbarten Drehlagers 3 anschlägt, wie in Fig. 2 für den linken bzw. rechten Nockenträger 5 dargestellt.

[0025] Die beiden äußeren Nuten 30, 32 werden an ihrer der mittleren Nut 31 zugewandten Seite jeweils von einer schrägen Flanke 35, 36 begrenzt. Gegen diese Flanke 35 oder 36 wird die Kugel 28 von der Schraubendruckfeder 29 angepresst, wenn der Nockenträger 5 mit einem in Bewegungsrichtung vorderen Stirnende 16 gegen den Lagerstuhl 18 des benachbarten Drehlagers 3 anschlägt, das den axialen Verschiebeweg der Nockenträger 5 in der jeweiligen äußeren Verschiebestellung begrenzt. Durch die Anpressung der Kugel 28 gegen die schräge Flanke 35, 36 wird von der Kugel 28 eine axiale Kraftkomponente auf den Nockenträger 5 ausgeübt, wie in Fig. 2 durch Pfeile dargestellt. Diese axiale Kraftkomponente sorgt dafür, dass der Nockenträger 5 in den beiden äußeren Verschiebestellungen jeweils mit einem seiner Stirnenden 16 gegen den Lagerstuhl 18 des in Bewegungsrichtung benachbarten Drehlagers 3 gedrückt und dadurch in einer definierten Position festgehalten wird, in der das Nockenprofil von einem der beiden äußeren Nocken 13, 15 der Rolle 8 des Rollenschlepphebels 9 genau gegenüberliegt. Aus diesem Grund kann die Breite der beiden äußeren Nocken 13, 15 jeweils etwas schmaler als die Breite des mittleren Nockens 14 gemacht werden.

[0026] Obwohl dies in der Zeichnung nicht dargestellt ist, braucht die mittlere Nut 31 nicht notwendigerweise einen an die Form der Kugel 28 angepassten konkav gerundeten Nutquerschnitt aufweisen, sondern kann zum Beispiel auch einen von zwei ebenen schrägen Flanken begrenzten dreieckigen Nutquerschnitt besitzen, wobei in diesem Fall die in der mittleren Nut 31 befindliche Kugel 28 von der Feder 29 an zwei Punkten gegen die beiden Flanken angepresst wird.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0027]

1	Ventiltrieb
2	Einlassventile
3	Drehlager
4	Grundnockenwelle
5	Nockenträger
6	Nockengruppe
7	Nockengruppe
8	Rolle
9	Rollenschlepphebel
10	Ventilglied
10'	Ventilteller
11	Ventilfeder
12	Ventilspielausgleichselement
13	Nocken
14	Nocken
15	Nocken
16	Grundkreisabschnitt
17	Stirnende Nockenträger
18	Lagerstuhl Drehlager
19	Innenlängsverzahnung Nockenträger
20	Außenlängsverzahnung Grundnockenwelle
21	Schneckentrieb
22	Kurvenkulisse
23	Aktuator
24	Mitnehmerstift
25	Nut
26	Arretiereinrichtung
27	Sacklochbohrung
28	Kugel
29	Schraubendruckfeder
30	Nut
31	Nut
32	Nut
33	Vorsprung
34	Vorsprung
35	Flanke
36	Flanke
37	Halterung Rolle

Patentansprüche

1. Ventiltrieb für Gaswechselventile einer Brennkraftmaschine mit mindestens einer Grundnockenwelle, mindestens einem auf der Grundnockenwelle axial verschiebbaren Nockenträger, der mindestens eine Nockengruppe mit mindestens drei Nocken mit unterschiedlichen Nockenprofilen umfasst, Einrichtungen zum axialen Verschieben des Nockenträgers auf der Grundnockenwelle in eine der Anzahl der Nocken der Nockengruppe entsprechende Anzahl von diskreten Verschiebestellungen, sowie einer Arretiereinrichtung mit einer federbelasteten Kugel zum Arretieren des Nockenträgers in den diskreten Verschiebestellungen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundnockenwelle (4) beiderseits des Nockenträgers (5) in ortsfesten Drehlagern (3) gelagert ist und dass die federbelastete Kugel (28) der Arretiereinrichtung (26) in einer Ausnehmung (27) der Grundnockenwelle (4) angeordnet ist und den Nockenträger (5) in zwei äußeren Verschiebestellungen jeweils gegen einen ortsfesten axialen Anschlag (3, 18) drückt.

2. Ventiltrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die federbelastete Kugel (28) der Arretiereinrichtung (26) in mindestens einer zwischen den äußeren Verschiebestellungen gelegenen inneren Verschiebestellung in eine gegenüberliegende Ausnehmung (31) am inneren Umfang des Nockenträgers (5) eingreift.

3. Ventiltrieb nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die federbelastete Kugel (28) der Arretiereinrichtung (26) in der inneren Verschiebestellung mit der gegenüberliegenden Ausnehmung (31) im Rasteingriff steht.

4. Ventiltrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Nockenträger (5) an seinem inneren Umfang mindestens drei in axialer Richtung hintereinander angeordnete Ausnehmungen (30, 31, 32) aufweist, von denen die beiden äußeren Ausnehmungen (30, 32) jeweils durch Vorsprünge (33, 34) von mindestens einer dazwischen angeordneten Ausnehmung (31) getrennt sind.

5. Ventiltrieb nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der axiale Mittenabstand der Ausnehmungen (30, 31, 32) dem axialen Mittenabstand benachbarter Nocken (13, 14, 15) der Nockengruppen (6, 7) entspricht.

6. Ventiltrieb nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens die beiden äußeren Ausnehmungen (30, 32) jeweils von einer schrägen Flanke (35, 36) begrenzt werden.

7. Ventiltrieb nach Anspruch 4, 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmungen umlaufende Nuten (30, 31, 32) im inneren Umfang des Nockenträgers (5) sind.

8. Ventiltrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Nockenträger (5) zwei Nockengruppen (6, 7) aufweist, die im axialen Abstand voneinander angeordnet sind, und dass die Einrichtungen (21, 22, 23, 24, 25) zum axialen Verschieben des Nockenträgers (5) einen Schneckentrieb (21) mit einer einzigen zwischen den beiden Nockengruppen (6, 7) angeordneten Kurven- oder Schaltkulisse (22) umfassen.

9. Ventiltrieb nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schneckentrieb (21) mindestens einen ortsfesten Aktuator (23) mit mindestens einem ausfahrbaren Mitnehmer (24) umfasst, der sich in eine schraubenförmige Nut (25) der Kurven- oder Schaltkulisse (22) einspuren lässt.

10. Ventiltrieb nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Kurven- oder Schaltkulisse (22) des Schneckentriebs (21) in den beiden äußeren Verschiebestellungen mit einer Halterung (37) einer Rolle (8) eines Schlepphebels (9) von einem der Gaswechselventile (2) überlappt.

11. Ventiltrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mittlere Nocken (14) jeder Nockengruppe (6, 7) etwas breiter als die äußeren Nocken (13, 15) jeder Nockengruppe (6, 7) ist.

12. Ventiltrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die federbelastete Kugel (28) der Arretiereinrichtung (26) in den beiden äußeren Verschiebestellungen jeweils ein Stirnende (16) des Nockenträgers (5) gegen den axialen Anschlag (3, 18) drückt.

13. Ventiltrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der axiale Anschlag (3, 18) von einem der ortsfesten Drehlager (3) oder von einem Lagerbock (18) eines der ortsfesten Drehlager (3) gebildet wird.

14. Brennkraftmaschine, **gekennzeichnet durch** mindestens einen Ventiltrieb (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

Claims

1. Valve train for gas exchange valves in an internal combustion engine, comprising at least one main camshaft, at least one cam carrier which is axially

displaceable on the main camshaft and comprises at least one cam group having at least three cams which have different cam profiles, devices for axially displacing the cam carrier on the main camshaft into a number, corresponding to the number of cams in the cam group, of separate displacement positions, and a locking device comprising a spring-loaded ball for locking the cam carrier in the separate displacement positions, **characterised in that** the main camshaft (4) is mounted in fixed rotary bearings (3) on either side of the cam carrier (5), and **in that** the spring-loaded ball (28) of the locking device (26) is arranged in a recess (27) in the main camshaft (4) and presses the cam carrier (5) against a fixed axial stop (3, 18) in two outer displacement positions.

2. Valve train according to claim 1, **characterised in that** the spring-loaded ball (28) of the locking device (26) engages in an opposing recess (31) in the inner circumference of the cam carrier (5) in at least one inner displacement position located between the outer displacement positions.

3. Valve train according to claim 2, **characterised in that** the spring-loaded ball (28) of the locking device (26) is in latching engagement with the opposing recess (31) in the inner displacement position.

4. Valve train according to any of the preceding claims, **characterised in that** the cam carrier (5) comprises, n the inner circumference thereof, at least three recesses (30, 31, 32) arranged in succession in the axial direction, of which recesses the two outer recesses (30,-32) are separated from at least one recess (31) arranged therebetween by projections (33, 34) in each case.

5. Valve train according to claim 4, **characterised in that** the axial centre distance of the recesses (30, 31, 32) corresponds to the axial centre distance of adjacent cams (13, 14, 15) in the cam groups (6, 7).

6. Valve train according to either claim 4 or claim 5, **characterised in that** at least the two outer recesses (30, 32) are each delimited by a sloping edge (35, 36).

7. Valve train according to claim 4, 5 or 6, **characterised in that** the recesses are circumferential grooves (30, 31, 32) in the inner circumference of the cam carrier (5).

8. Valve train according to any of the preceding claims, **characterised in that** the cam carrier (5) comprises two cam groups (6, 7), which are axially spaced apart, and **in that** the devices (21, 22, 23, 24, 25) for axially displacing the cam carrier (5) comprise a worm drive (21) having a single cam gate or shift gate (22) arranged between the two cam groups (6, 7).

9. Valve train according to claim 8, **characterised in that** the worm drive (21) comprises at least one fixed actuator (23) having at least one extendable tab (24) which can engage in a helical groove (25) in the cam gate or shift gate (22).

10. Valve train according to either claim 8 or claim 9, **characterised in that** the cam gate or shift gate (22) of the worm drive (21) overlaps with a holder (37) for a roller (8) of a cam follower (9) of one of the gas exchange valves (2) in the two outer displacement positions.

11. Valve train according to any of the preceding claims, **characterised in that** the central cam (14) of each cam group (6, 7) is somewhat wider than the outer cams (13, 15) of each cam group (6, 7).

12. Valve train according to any of the preceding claims, **characterised in that** the spring-loaded ball (28) of the locking device (26) presses an end face (16) of the cam carrier (5) against the axial stop (3, 18) in each of the two outer displacement positions.

13. Valve train according to any of the preceding claims, **characterised in that** the axial stop (3, 18) is formed by one of the fixed rotary bearings (3) or by a bearing block (18) of one of the fixed rotary bearings (3).

14. Internal combustion engine, **characterised by** at least one valve train (1) according to any of the preceding claims.

Revendications

1. Mécanisme de soupape pour soupapes d'échanges gazeux d'un moteur à combustion interne comprenant au moins un arbre à cames de base, au moins un support de cames déplaçable axialement sur l'arbre à cames de base, qui comprend au moins un groupe de cames avec au moins trois cames ayant différents profils de cames, des dispositifs pour le déplacement axial du support de cames sur l'arbre à cames de base dans un certain nombre - correspondant au nombre de cames du groupe de cames - de positions de déplacement discrètes, ainsi qu'un dispositif d'arrêt avec une bille sollicitée par un ressort pour arrêter le support de cames dans les positions de déplacement discrètes, **caractérisé en ce que** l'arbre à cames de base (4) est monté, des deux côtés du support de cames (5), dans des coussinets de rotation fixes (3) et la bille (28) sollicitée par un ressort du dispositif d'arrêt (26) est disposée dans une cavité (27) de l'arbre à cames de base (4) et

presse le support de cames (5) dans deux positions de déplacement externes, respectivement, contre une butée axiale fixe (3, 18).

2. Mécanisme de soupape selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la bille (28) sollicitée par un ressort du dispositif d'arrêt (26) s'engage, dans au moins une position de déplacement interne située entre les positions de déplacement externes, dans une cavité opposée (31) sur la périphérie interne du support de cames (5).

3. Mécanisme de soupape selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la bille (28) sollicitée par un ressort du dispositif d'arrêt (26) s'encliquète, dans la position de déplacement interne, sur la cavité opposée (31).

4. Mécanisme de soupape selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le support de cames (5) présente sur sa périphérie interne trois cavités (30, 31, 32) ménagées l'une derrière l'autre dans la direction axiale, dont les deux cavités externes (30, 32) sont séparées respectivement par des saillies (33, 34) d'au moins une cavité (31) ménagée entre elles.

5. Mécanisme de soupape selon la revendication. 4, **caractérisé en ce que** la distance axiale au centre des cavités (30, 31, 32) correspond à la distance axiale au centre de cames voisines (13, 14, 15) des groupes de cames (6, 7).

6. Mécanisme de soupape selon la revendication 4 ou la revendication 5, **caractérisé en ce qu'**au moins les deux cavités externes (30, 32) sont respectivement délimitées par un flanc incliné (35, 36).

7. Mécanisme de soupape selon la revendication 4, 5 ou 6, **caractérisé en ce que** les cavités sont des gorges périphériques (30, 31, 32) sur le contour interne du support de cames (5).

8. Mécanisme de soupape selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le support de cames (5) présente deux groupes de cames (6, 7) qui sont disposés à distance axiale l'un de l'autre et les dispositifs (21, 22, 23, 24, 25) pour le déplacement axial du support de cames (5) comprennent un mécanisme à vis sans fin (21) avec une seule coulisse à courbe ou à commutation (22) aménagée entre les deux groupes de cames (6, 7).

9. Mécanisme de soupape selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le mécanisme à vis sans fin (21) comprend au moins un actionneur fixe (23) avec au moins un entraîneur extensible (24) qui peut s'encliqueter dans une gorge hélicoïdale (25) de la coulisse à courbe ou à commutation (22).

10. Mécanisme de soupape selon la revendication 8 ou la revendication 9, **caractérisé en ce que** la coulisse à courbe ou à commutation (22) du mécanisme à vis sans fin (21) chevauche, dans les deux positions de déplacement externes, un support (37) d'un galet (8) d'un levier oscillant (9) de l'une des soupapes d'échanges gazeux (2).

11. Mécanisme de soupape selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la came centrale (14) de chaque groupe de cames (6, 7) est un peu plus large que les cames externes (13, 15) de chaque groupe de cames (6, 7).

12. Mécanisme de soupape selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la bille (28) sollicitée par un ressort du dispositif d'arrêt (26) presse, dans les deux positions de déplacement externes, respectivement une extrémité avant (16) du support de cames (5) contre la butée axiale (3, 18).

13. Mécanisme de soupape selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la butée axiale (3, 18) est formée par l'un du coussinet de rotation fixe (3) ou d'un support (18) d'un coussinet dé rotation fixe (3).

14. Moteur à combustion interne, **caractérisé par** au moins un mécanisme de soupape (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

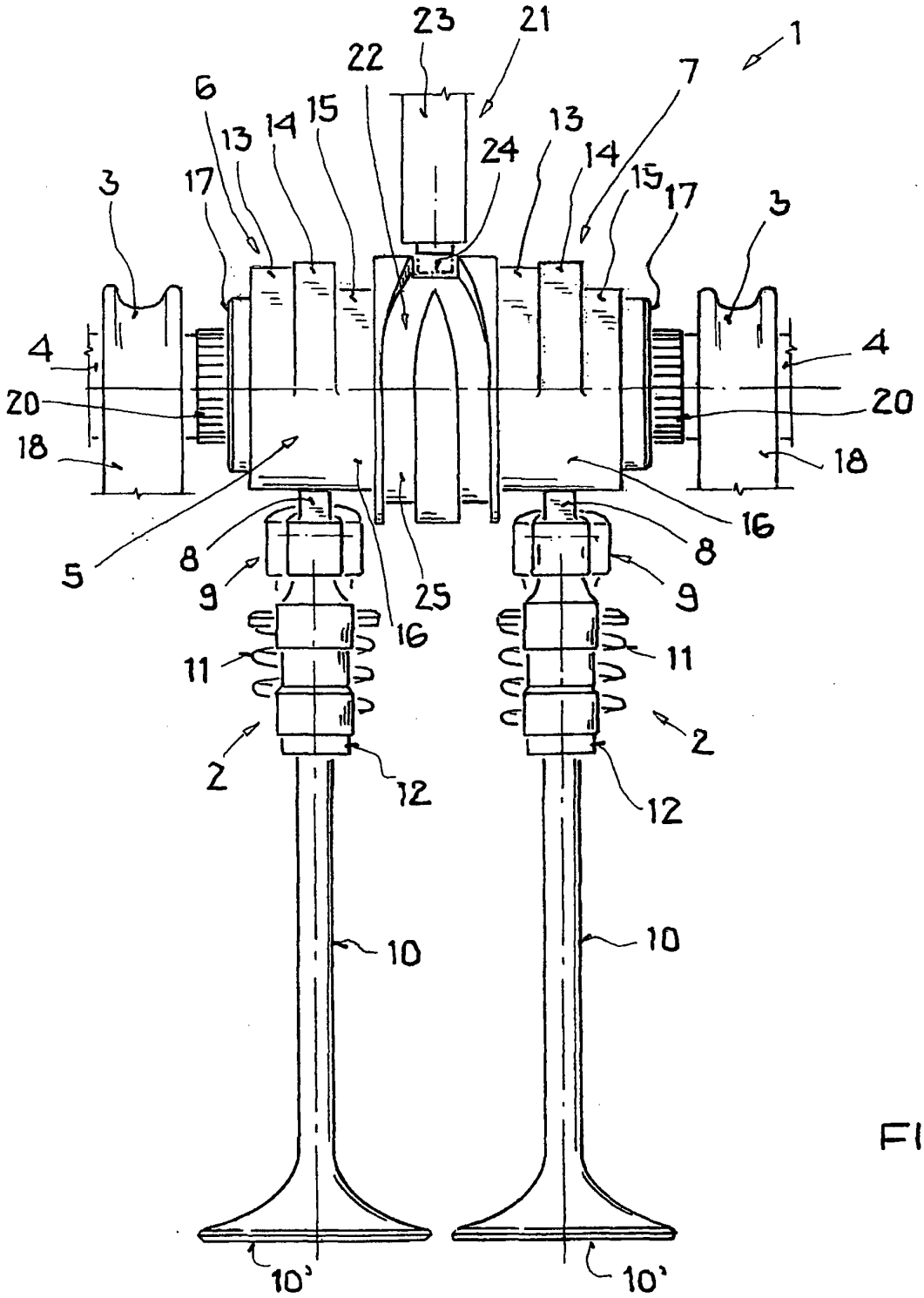


FIG. 1

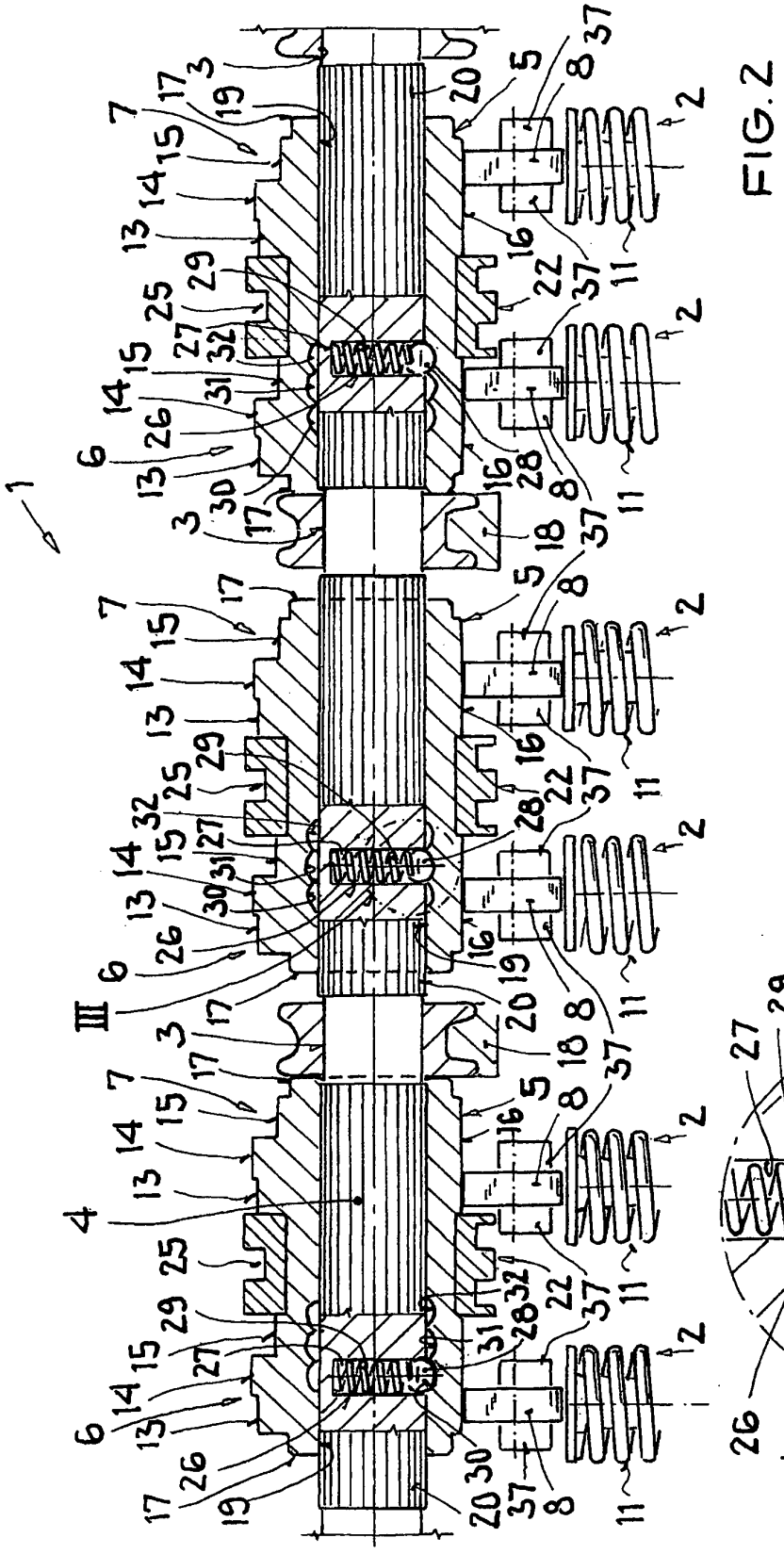


FIG. 2

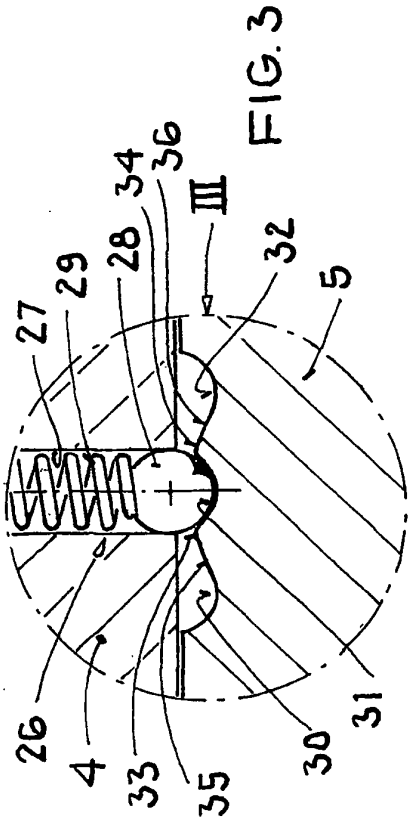


FIG. 3

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

- EP 1608849 B1 **[0003] [0007] [0009] [0010]**
- DE 102007010150 A1 **[0004] [0009] [0010]**