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

(11) EP 1 050 669 B1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.01.2005 Patentblatt 2005/04

(51) Int Cl.[7]: **F01L 13/00**, F01L 1/18, F01L 1/14

(21) Anmeldenummer: **00108823.6**

(22) Anmeldetag: **26.04.2000**

(54) **Vorrichtung zur Betätigung eines Ventiles mit variablem Hub an Brennkraftmaschinen**

Valve driving arrangement with variable lift for an internal combustion engine

Dispositif de commande de soupape à levée variable pour moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

(30) Priorität: **05.05.1999 DE 19920512**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.11.2000 Patentblatt 2000/45

(73) Patentinhaber: **ADAM OPEL AG**
65423 Rüsselsheim (DE)

(72) Erfinder: **Breidenbach, Paul, Dipl.-Ing.**
55234 Bechenheim (DE)

(74) Vertreter: **Daniel, Ulrich W.P. et al**
Adam Opel AG
Patentwesen 80-34
65423 Rüsselsheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 909 881
WO-A-94/16202
DE-A- 19 600 536
DE-A- 19 702 284
US-A- 5 373 818

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 04, 30. April 1996 (1996-04-30) & JP 07 324610 A (ISUZU MOTORS LTD), 12. Dezember 1995 (1995-12-12)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 050 669 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Betätigung eines Ventils mit variablem Hub an Brennkraftmaschinen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Eine Vorrichtung dieser Art ist mit DE 35 31 000 beschrieben. Bei dieser bekannten Vorrichtung ist der Betätigungshebel als Waagebalken ausgeführt, der sich quer über das zu betätigende Ventil erstreckt. Die beiden Nockenwellen verlaufen oberhalb des Waagebalkens beidseits der Ventilachse. In einem weiteren Ausführungsbeispiel sind die beiden Nockenwellen koaxial zueinander angeordnet und der Betätigungshebel ist über einen Zwischenhebel am Zylinderkopf angelenkt. Durch diese $_{A}$nordnungen ergibt sich die bedeutende Schwierigkeit, daß eine wesentliche Änderung des üblichen Zylinderkopfaufbaues erforderlich ist, um die Nockenwellen installieren zu können. Der dabei erforderliche Einbauraum beeinträchtigt die Anordnung der Gasführungskanäle im Zylinderkopf erheblich.

[0003] Eine weitere Vorrichtung dieser Art beschreibt DE 35 19 319. Bei dieser ist der Betätigungshebel mit einer speziellen Kurbel am Zylinderkopf angelenkt oder in einer Führungsbahn unter Federlast geführt. Von Nachteil ist hier der Bauteileaufwand.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Vorrichtung zu schaffen, die gegenüber einer Motorbauart mit üblicher obenliegender Nokkenwelle mit nur geringfügigen Änderungen am Zylinderkopf und ohne wesentliche Änderungen bei der Fertigung auskommt.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Die weiteren Ansprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

[0006] Durch die übereinanderliegenden beiden Nokkenwellen kann die erste Nockenwelle an dem Ort im Zylinderkopf angeordnet sein, an dem sich bei einem herkömmlichen Zylinderkopf mit obenliegender Nokkenwelle diese ebenfalls befindet. Die zweite Nockenwelle ist in relativ einfacher Weise oberhalb der ersten Nockenwelle lagerbar, in dem der erste Nockenwellenlagerdeckel mit einem weiteren Lager versehen wird, welches mit einem zusätzlichen Lagerdeckel abgeschlossen wird.

[0007] Zwischen den beiden Nockenwellen erstreckt sich das Verbindungsteil. Da dies lediglich auf Zug beansprucht ist, kann es sehr schlank ausgeführt werden, so daß die Nockenwellen nahe aneinander installiert werden können. Durch die Ausbildung des Verbindungsteils als Gabel kann der Stellnocken der zweiten Nockenwelle in den Gabelzwischenraum eintauchen. Auch diese Maßnahme wirkt sich positiv auf die kompakte Bauweise aus.

[0008] Eine besondere zusätzliche Anlenkung für Führungshebel oder dergleichen am Zylinderkopf ist nicht erforderlich, so daß dafür auch kein Raum vorgesehen werden muß.

[0009] Die Funktion der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die im wesentlichen auf dem Prinzip der Addition von zwei unabhängig voneinander wirkenden Betätigungswegen beruht, geht aus dem nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel hervor, welches anhand einer Zeichnung näher erläutert ist. Es zeigen

- Fig. 1: den prinzipiellen Aufbau einer Vorrichtung nach der Erfindung;
- Fig. 2: eine Ansicht auf das Verbindungsteil der Vorrichtung nach Figur 1 in Richtung des Pfeiles A;
- Fig. 3: eine Ansicht auf den Betätigungshebel der Vorrichtung nach Figur 1 in Richtung des Pfeiles B;
- Fig. 4: die Vorrichtung nach Figur 1 in vereinfachter Darstellung bei maximalem Ventilhub;
- Fig. 5: die Vorrichtung nach Figur 1 in vereinfachter Darstellung bei Ventilhub gleich Null;
- Fig. 6: die Vorrichtung nach Figur 5 in Richtung des Pfeiles C;
- Fig. 7: einen Schnitt durch einen Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine mit einer Vorrichtung gemäß den Fig. 1 - 6;
- Fig. 8: einen Schnitt durch einen Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine mit den Lagerstellen der Nockenwellen für eine Vorrichtung gemäß den Fig. 1 - 6.

[0010] Eine erste Nockenwelle 1 und eine zweite Nokkenwelle 2 sind in einem Zylinderkopf 3 einer Brennkraftmaschine drehbar gelagert. Die Nockenwellen 1, 2 sind von der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine in üblicher Weise angetrieben, so daß sie sich z. B. bei einer Viertaktbrennkraftmaschine mit halber Kurbelwellendrehzahl drehen. Zusätzlich ist eine an sich bekannte Vorrichtung vorgesehen, mit welcher die Nockenwellen 1, 2 gegeneinander in ihrer Winkellage verstellbar sind. Die erste Nockenwelle 1 ist mit einem Betätigungsnokken 4 sowie zwei diesem Betätigungsnocken 4 benachbarten Rastkreise 5 bildenden Scheiben 6 versehen (Figur 6).

[0011] Unterhalb der ersten Nockenwelle 1 und von dieser beabstandet befindet sich ein in einer Bohrung 7 des Zylinderkopfes 3 verschiebbarer Tassenstößel 8. Der Tassenstößel 8 liegt mit der inneren Fläche seines Bodens 9 auf dem Schaft 10 eines einen Gaswechselkanal 11 steuernden Ventils auf, welches durch eine Schließfeder 12 in Schließstellung gehalten ist. Oberhalb der ersten Nockenwelle 1 und von dieser beabstan-

det ist die zweite Nockenwelle 2 angeordnet. Sie ist mit einem Stellnocken 13 versehen.

[0012] Auf der äußeren Fläche des Bodens 9 des Tassenstößels 8 ist ein Betätigungshebel 14 mit seinem einen Endpunkt 15 schwenkbar gelagert. Der andere Endpunkt 16 des Betätigungshebels 14 ist allseitig schwenkbar an einem Lager 17 eines Verbindungsteiles 18 abgestützt. Der Betätigungshebel 14 trägt mittig zwischen seinen Endpunkten 15, 16 eine Rolle 19, die am Betätigungsnocken 4 der ersten Nockenwelle 1 anliegt. Das Verbindungsteil 18 ist gabelförmig ausgebildet (Figur 2). Zwei vom Lager 17 ausgehende Gabelteile 20 erstrecken sich zwischen die beiden Nockenwellen 1, 2; und an ihren dem Lager 17 abgewandten Ende 28 tragen sie eine axial dreigeteilte Rolle 22. Ein erstes Rollenteil 22.1 befindet sich zwischen den beiden Gabelteilen 20 in einem Gabelzwischenraum 23 und steht in Wirkverbindung mit dem Stellnocken 13 der zweiten Nockenwelle 2. Zwei weitere Rollenteile 22.2 sind außerhalb des Gabelzwischenraumes 23 gleichachsig mit dem ersten Rollenteil 22.1 angeordnet (Figur 2). Sie liegen auf den von den Scheiben 6 der ersten Nockenwelle 1 gebildeten Rastkreis 5 auf (Figur 6). Das Lager 17 ist gegenüber dem Verbindungsteil 18 verstellbar ausgeführt, um das Spiel zwischen den Teilen einstellen und die Toleranzen ausgleichen zu können.

[0013] Die erste Nockenwelle 1 ist im Zylinderkopf 3 in üblicher Weise gelagert. Ein Nockenwellenlagerdeckel 24, der mit Lagerdeckelschrauben 25 am Zylinderkopf 3 befestigt ist, bildet die obere Hälfte des Lagers der ersten Nockenwelle 1, während die untere Hälfte des Lagers vom Zylinderkopf 3 gebildet ist. Gleichzeitig bildet der Nockenwellenlagerdeckel 24 die untere Hälfte des Lagers für die zweite Nockenwelle 2, während dessen obere Hälfte von einem weiteren Lagerdeckel 26 gebildet ist, der mit Schrauben 27 am Nockenwellenlagerdeckel 24 gehalten ist (Figur 8).

[0014] Figur 4 zeigt die Vorrichtung in einer Stellung, bei der ein maximaler Ventilhub x erzielt wird. Der Stellnocken 13 der zweiten Nockenwelle 2 hat die Rolle 22 am Verbindungsteil 18 auf dem Rastkreis 5 der ersten Nockenwelle 1 maximal nach links (bezogen auf Figur 4) ausgelenkt. Damit ist gleichzeitig der Endpunkt 16 des Betätigungshebels 14, der am Lager 17 des Verbindungsteiles 18 abgestützt ist, nach links verschoben. Der Betätigungsnocken 4 der ersten Nockenwelle 1 wirkt auf die Rolle 19 des Betätigungshebels 14 so ein, daß dieser um den Endpunkt 15 entgegen dem Uhrzeigersinn schwenkt und dabei gleichzeitig den Tassenstößel 8 und mit diesem das Ventil entgegen der Kraft der Schließfeder 12 so bewegt, daß das Ventil maximal geöffnet wird.

[0015] Da sich der Endpunkt 15 des Betätigungshebels 14 mit dem Tassenstößel 8 nur linear entlang der Mittellinie der Bohrung 7 bewegen kann, wird die dabei auftretende Bewegung des anderen Endpunktes 16 durch eine Schwenkbewegung des Verbindungsteiles 18 um den Mittelpunkt der Rolle 22 aufgenommen.

[0016] Der Stellnocken 13 auf der zweiten Nockenwelle 2 taucht dabei zwischen die beiden Gabelteile 20 und zwischen die beiden die Rastkreise 5 tragenden Scheiben 6 der ersten Nockenwelle 1.

[0017] Wird die zweite Nockenwelle 2 gegenüber der ersten Nockenwelle 1 um einen Winkelbetrag verdreht, wie dies In Figur 5 dargestellt ist, dann liegt am betätigten Ventil ein Null-Hub vor. Der Stellnocken 13 der zweiten Nockenwelle 2 beaufschlagt jetzt die Rolle 22 des Verbindungsteiles 18 nicht. Diese kann sich so durch die über den Betätigungshebel 14 und das Verbindungsteil 18 übertragene Kraft der Schließfeder 12 auf dem Rastkreis 5 nach rechts (bezogen auf Figur 5) bewegen. In gleicher Weise bewegt sich auch das Lager 17 des Verbindungsteiles 18 und mit ihm der Endpunkt 16 des Betätigungshebels 14 nach rechts. Gleichzeitig liegt die Rolle 19 des Betätigungshebels 14 am Betätigungsnocken 4 der ersten Nockenwelle 1 weiterhin an. Trotz Maximalhubes des Betätigungsnockens 4 wird der am Tassenstößel 8 anliegende Endpunkt 15 des Betätigungshebels 14 nicht ausgelenkt.

[0018] Durch Verändern des Verstellwinkels zwischen den beiden Nockenwellen 1, 2 kann jede beliebige Ventilerhebung zwischen Null und maximalem Ventilhub eingestellt werden. Bei gleichzeitiger Verstellung beider Nockenwellen 1, 2 kann zusätzlich auch Einfluß auf die Ventilöffnungszeiten genommen werden.

[0019] Der Zwischenraum zwischen den beiden Nokkenwellen 1, 2 bzw. dem Stellnocken 13 und dem Rastkreis 5 ist so gewählt, daß er immer kleiner als der Durchmesser der Rolle 22 des Verbindungsteiles 18 ist. Somit ist sichergestellt, daß die Rolle 22 an ihrem konstruktiv vorgesehenen Ort verbleibt.

[0020] Durch die Anordnung des Verbindungsteiles 18 zwischen den beiden Nockenwellen 1, 2 in Verbindung mit der Lagerung des Betätigungshebels 14 auf dem Tassenstößel 8 wird eine sehr kompakte Bauweise der Vorrichtung möglich. Wie die Figuren 7 und 8 verdeutlichen, kann die erfindungsgemäße Vorrichtung mit relativ geringem Aufwand an einen herkömmlichen Zylinderkopf adaptiert werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Betätigung eines Ventils mit variablem Hub an Brennkraftmaschinen, umfassend zwei umlaufende und gegeneinander verstellbare Nockenwellen (1, 2), ein von einer Schließfeder beaufschlagtes Ventil, einen auf ein Schaftende des Ventils wirkenden axial geführten Stößel (8) sowie einen von beiden Nockenwellen beaufschlagten auf den tössel (8) einwirkenden Betätigungshebel (14), **dadurch gekennzeichnet, daß** die erste der beinden Nockenwellen oberhalb des Stößels (8) angeordnet und mit einem Betätigungsnocken (4) versehen ist und die zweite der beiden Nockenwelle oberhalb der ersten Nockenwelle (1) angeordnet

und mit einem Stellnocken (13) versehen ist, der Betätigungshebel (14) an einem ersten Endpunkt (15) schwenkbar auf dem Stößel (8) gelagert ist, sich mit dem anderen Endpunkt (16) allseits schwenkbar an einem Lager (17) eines Verbindungsteiles (18) abstützt und mittig mit dem Betätigungsnocken (4) der ersten Nockenwelle (1) in Wirkverbindung steht, wobei sich das Verbindungsteil (18) quer zwischen den beiden Nockenwellen (1, 2) erstreckt und an seinem dem Lager (17) gegenüberliegenden Ende (21) eine Rolle (22) trägt, welche an einem Rastkreis (5) der ersten Nockenwelle (1) und einem Stellnocken (13) der zweiten Nockenwelle (2) anliegt, wobei der Rastkreis (5) und der Stellnocken (13) in jeder Stellung der beiden Nockenwellen (1, 2) zueinander einen Abstand aufweisen, der kleiner ist als der Durchmesser der Rolle (22).

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verbindungsteil (18) gabelförmig ausgebildet ist, wobei am Grund der Gabel ein Lager (17) für den Betätigungshebel (14) angeordnet ist, an den Enden (21) der Gabelteile (20) Lager für die Rolle (22) gebildet sind, die Rolle (22) in axialer Richtung derart dreigeteilt ist, daß ein sich zwischen den Gabelteilen (20) befindliches mittleres Rollenteil (22.1) mit dem in den Gabelzwischenraum (23) eintauchenden Stellnocken (13) der zweiten Nockenwelle (2) in Wirkverbindung steht und jeweils ein beidseits und außerhalb des Gabelzwischenraumes (23) befindlicher Rollenteil (22.2) auf dem Rastkreis (5) der ersten Nockenwelle (1) aufliegt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Betätigungsnocken (4) zwischen zwei jeweils den Rastkreis (5) bildenden Scheiben (6) der ersten Nockenwelle (1) angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Lager (17) des Betätigungshebels (14) am Verbindungsteil (18) in axialer Richtung des Verbindungssteiles (18) verstellbar ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Betätigungshebel (14) mittig über eine am Betätigungshebel (14) gelagerte Rolle (19) mit dem Betätigungsnocken (4) in Wirkverbindung steht.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stößel (8) ein Tassenstößel ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die erste oberhalb des Stößels (8) angeordnete Nockenwelle (1) von Nockenwellenlagerdeckeln (24) gehalten ist, die an ihrer Oberseite Lagerschalen zur Aufnahme der zweiten Nockenwelle (2) tragen, die mit einem weiteren Lagerdeckel (26) abgeschlossen sind.

Claims

1. Apparatus for actuating a valve with variable stroke in internal combustion engines, including two rotating camshafts (1, 2) displaceable relative to each other, a valve acted upon by a closing spring, an axially guided tappet (8) acting on one stem end of the valve, and an actuating lever (14) acted upon by both camshafts and acting on the tappet (8), **characterised in that** the first of the two camshafts is arranged above the tappet (8) and provided with an actuating cam (4) and the second of the two camshafts is arranged above the first camshaft (1) and provided with an adjusting cam (13), the actuating lever (14) at a first end point (15) is mounted pivotably on the tappet (8), with the other end point (16) is supported on a bearing (17) of a connecting portion (18) so as to be pivotable in all directions and centrally is operatively connected to the actuating cam (4) of the first camshaft (1), wherein the connecting portion (18) extends transversely between the two camshafts (1, 2) and at its end (21) opposite the bearing (17) carries a roller (22) which abuts against a locking circle (5) of the first camshaft (1) and against an adjusting cam (13) of the second camshaft (2), wherein in every position of the two camshafts (1, 2) relative to each other the locking circle (5) and the adjusting cam (13) have a distance between them which is smaller than the diameter of the roller (22).

2. Apparatus according to claim 1, **characterised in that** the connecting portion (18) is fork-shaped, wherein at the bottom of the fork is arranged a bearing (17) for the actuating lever (14), at the ends (21) of the fork portions (20) are formed bearings for the roller (22), and the roller (22) is divided in three in an axial direction in such a way that a central roller portion (22.1) located between the fork portions (20) is operatively connected to the adjusting cam (13) of the second camshaft (2) which enters the fork gap (23), and in each case a roller portion (22.2) located on both sides of and outside the fork gap (23) rests on the locking circle (5) of the first camshaft (1).

3. Apparatus according to claims 1 and 2, **characterised in that** the actuating cam (4) is arranged between two discs (6) of the first camshaft (1) each forming the locking circle (5).

4. Apparatus according to any of claims 1 to 3, **characterised in that** the bearing (17) of the actuating lever (14) is formed on the connecting portion (18) so as to be displaceable in the axial direction of the connecting portion (18).

5. Apparatus according to any of claims 1 to 4, **characterised in that** the actuating lever (14) is centrally operatively connected to the actuating cam (4) via a roller (19) mounted on the actuating lever (14).

6. Apparatus according to any of claims 1 to 5, **characterised in that** the tappet (8) is a bucket tappet.

7. Apparatus according to any of claims 1 to 6, **characterised in that** the first camshaft (1) arranged above the tappet (8) is held by camshaft bearing caps (24) which on their upper side carry bearing shells for receiving the second camshaft (2), which are closed off with a further bearing cap (26).

Revendications

1. Dispositif d'actionnement d'une soupape à levée variable pour moteur à combustion interne, comprenant deux arbres à cames (1, 2) rotatifs et réglables l'un par rapport à l'autre, une soupape sollicitée par un ressort de fermeture, un poussoir (8) guidé axialement en agissant sur une extrémité de la tige de la soupape, ainsi qu'un levier d'actionnement (14) sollicité par les deux arbres à cames (1, 2) et agissant sur le poussoir (8), **caractérisé en ce que** le premier des deux arbres à cames est agencé au-dessus du poussoir (8) et est muni d'une came d'actionnement (4) et le deuxième des deux arbres à cames est agencé au-dessus du premier arbre à cames (1) et est muni d'une came de réglage (13), **en ce que** le levier d'actionnement (14) est monté pivotant au niveau d'une première extrémité (15) sur le poussoir (8), prend appui avec l'autre extrémité (16) contre un palier (17) d'une pièce de liaison (18) de manière à pivoter de tous côtés et est en liaison active au centre avec la came d'actionnement (4) du premier arbre à cames (1), la pièce de liaison (18) s'étendant transversalement entre les deux arbres à cames (1, 2) et portant à son extrémité (21) opposée au palier (17) un galet (22), qui est en appui contre un cercle de repos (5) du premier arbre à cames (1) et contre une came de réglage (13) du deuxième arbre à cames (2), le cercle de repos (5) et la came de réglage (13) étant, quelle que soit la position des deux arbres à cames (1, 2), situés à une distance inférieure au diamètre du galet (22).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pièce de liaison (18) est conçue en forme de fourche, un palier (17) pour le levier d'actionnement (14) étant agencé au fond de la fourche, des paliers pour le galet (22) étant formés aux extrémités (21) des bras (20) de la fourche, le galet (22) étant divisé en trois dans la direction axiale de telle sorte qu'une partie centrale (22.1) du galet, située entre les bras (20) de la fourche, soit en liaison active avec la came de réglage (13) du deuxième arbre à cames (2), laquelle s'engage dans l'intervalle (23) de la fourche, et respectivement **en ce qu'**une partie de galet (22.2) située sur chacun des deux côtés et à l'extérieur de l'intervalle (23) de la fourche, prend appui sur le cercle de repos (5) du premier arbre à cames (1).

3. Dispositif selon les revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** la came d'actionnement (4) est agencée entre deux disques (6) du premier arbre à cames (1), formant respectivement le cercle de repos (5).

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le palier (17) du levier d'actionnement (14) est réalisé sur la pièce de liaison (18) de manière réglable dans la direction axiale de la pièce de liaison (18).

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le levier d'actionnement (14), en son centre, est en liaison active avec la came d'actionnement (4) par l'intermédiaire d'un galet (19) montée contre le levier d'actionnement (14).

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le poussoir (8) est un poussoir à cloche.

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le premier arbre à cames (1), agencé au-dessus du poussoir (8), est maintenu par des couvercles de palier (24) d'arbre à cames qui portent sur leur face supérieure des coquilles de coussinets destinées à recevoir le deuxième arbre à cames (2) et fermées par un autre couvercle de palier (26).

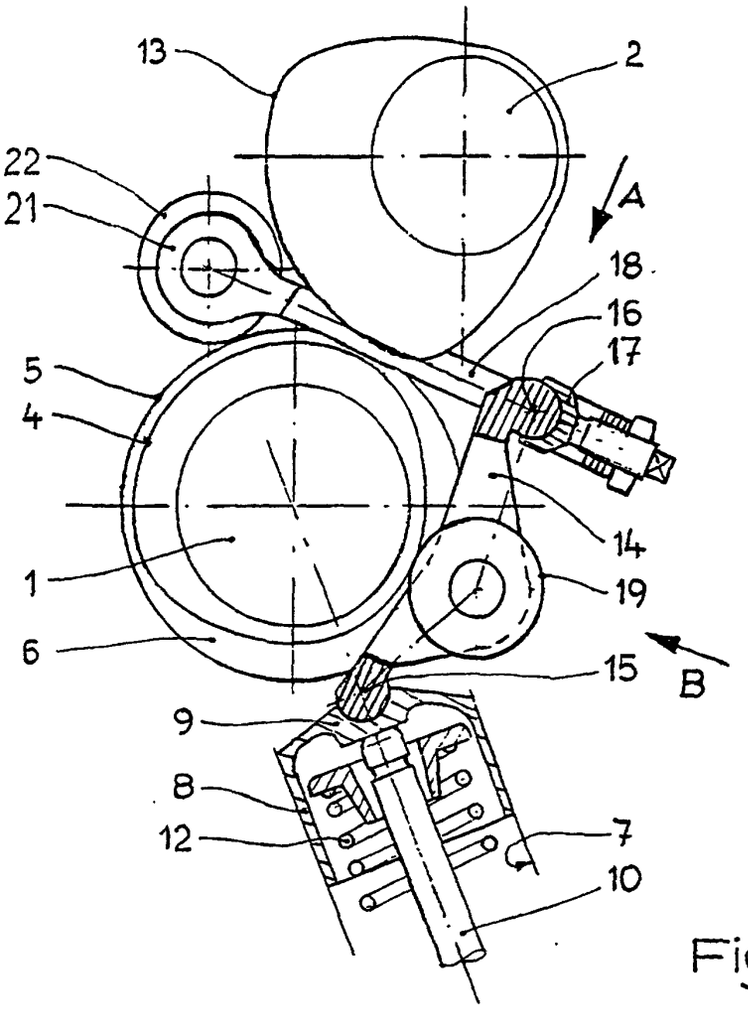


Fig. 1

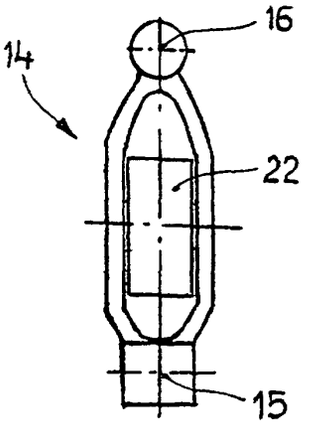


Fig. 3

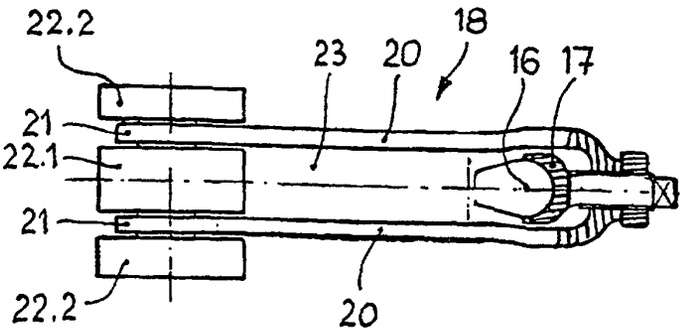


Fig. 2

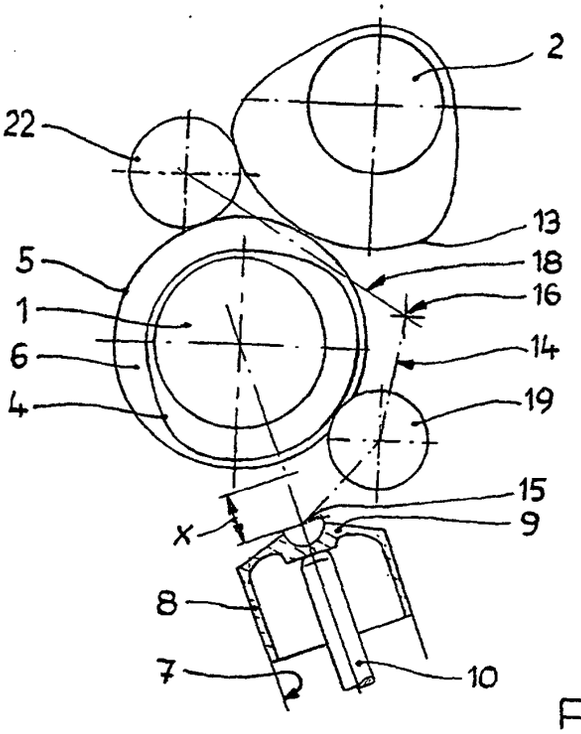


Fig. 4

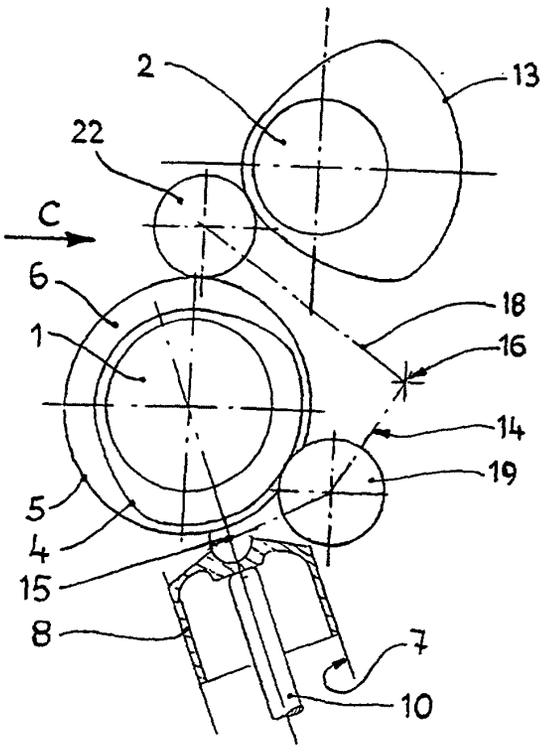


Fig. 5

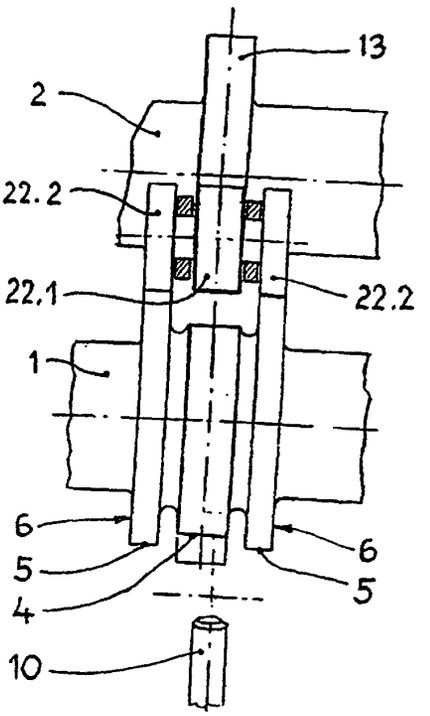


Fig. 6

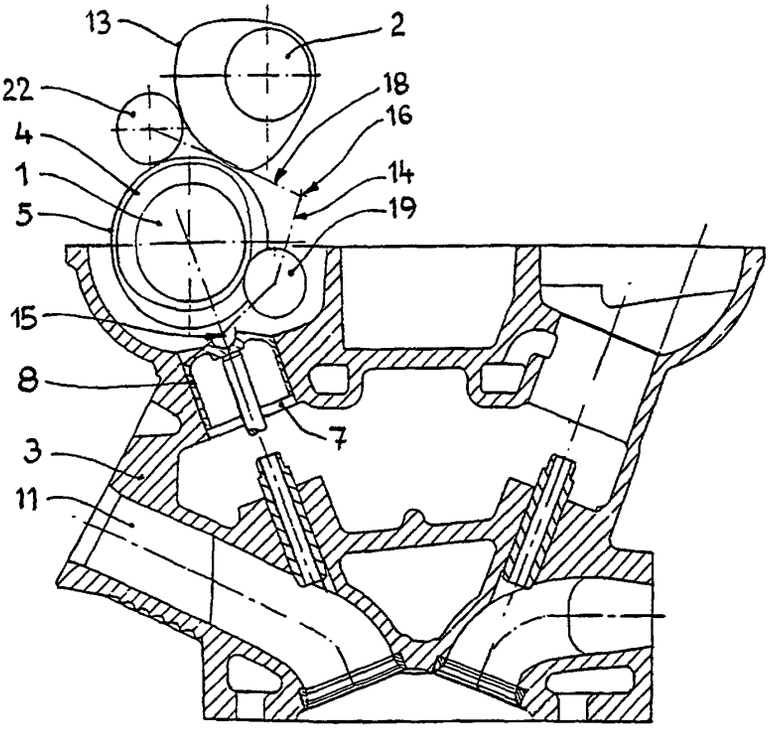


Fig. 7

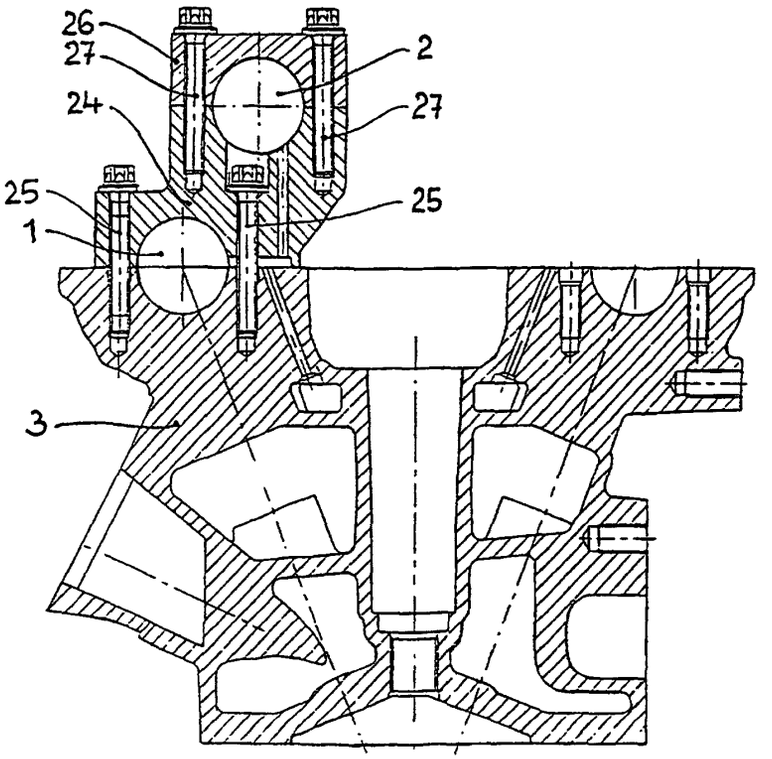


Fig. 8