

(19)



(11)

EP 3 824 165 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

30.03.2022 Patentblatt 2022/13

(21) Anmeldenummer: **19745032.3**

(22) Anmeldetag: **16.07.2019**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F01L 1/053^(2006.01) F01L 13/00^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F01L 1/053; F01L 13/0036; F01L 1/181; F01L 2001/0473; F01L 2250/02; F01L 2305/00

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/AT2019/060237

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2020/014722 (23.01.2020 Gazette 2020/04)

(54) **VARIABLE VENTILTRIEBVORRICHTUNG**

VARIABLE VALVE DRIVE DEVICE

ENSEMBLE MÉCANISME DE DISTRIBUTION VARIABLE

(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: **16.07.2018 AT 506122018**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

26.05.2021 Patentblatt 2021/21

(73) Patentinhaber: **AVL List GmbH**

8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:

- **LEKANIC, David**
8053 GRAZ (AT)
- **ZINTERL, Martin**
8054 GRAZ (AT)

(74) Vertreter: **Babeluk, Michael**

Florianigasse 26/3
1080 Wien (AT)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A2- 3 045 690 WO-A1-95/16852
WO-A1-03/083269 FR-A- 322 489
US-A- 5 855 190

EP 3 824 165 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine variable Ventiltriebvorrichtung zur Betätigung zumindest eines Gaswechselventiles einer Brennkraftmaschine, mit einer um eine Drehachse drehbar gelagerten Nockenwelle mit zumindest einem über eine Verstellvorrichtung verstellbaren Nockenelement, wobei das Nockenelement zwischen zumindest einer eingeklappten ersten Stellung und einer ausgeklappten zweiten Stellung schwenkbar um eine Schwenkachse gelagert ist, welche parallel zur Drehachse verlaufend und in einem ersten Abstand zu dieser auf der Nockenwelle angeordnet ist, und wobei das verstellbare Nockenelement benachbart in Richtung der Drehachse der Nockenwelle zu zumindest einem starr mit der Nockenwelle verbundenen Basisnocken angeordnet ist, wobei die Verstellvorrichtung zumindest eine innerhalb der Nockenwelle zwischen zumindest einer ersten Schubstellung und einer zweiten Schubstellung verschiebbar angeordnete Schubstange aufweist, wobei die Schubstange zumindest eine vorzugsweise parallel zur Drehachse der Nockenwelle ausgebildete Anschlagfläche für das Nockenelement und zumindest eine geneigt zur Drehachse der Nockenwelle ausgebildete Rampenfläche aufweist, wobei die Rampenfläche auf einer Stirnseite der Schubstange angeordnet ist.

[0002] An die Ventiltriebvorrichtungen von Brennkraftmaschinen werden je nach Betriebszustand unterschiedliche Anforderungen gestellt. Bei geringer Last ist es von Vorteil, wenn der Ventilhub geringer ist als bei hoher Last, um die Verbrennungsvorgänge in den einzelnen Zylindern nicht nachteilig zu beeinflussen. Gleichzeitig gibt es Bedarf, die Ventilhubkurve variieren zu können, um das Öffnen und Schließen der Ein- und Auslassventile zu beeinflussen. Es sind daher im Stand der Technik verschiedene Lösungen für variable Ventiltriebe bekannt, um entsprechende Einflussmöglichkeiten bereit zu stellen.

[0003] Die WO 95/16852 A1 beschreibt eine Lösung, eine in einer hohl ausgeführten Nockenwelle axial verschiebbare Schubstange einzusetzen, um ein Nockenelement aus einer ersten Stellung in eine zweite Stellung auszufahren, um die Ventilhubkurve zu variieren. Die Schubstange weist dabei an ihrer Mantelfläche eine Rampe auf, die auf eine in einer Radialbohrung der Nockenwelle angeordnete Kugel einwirkt, welche eine Innenfläche des verdrehbar gelagerten Nockenelements kontaktiert. Bei einem axialen Verschiebvorgang der Schubstange wird die Kugel in der Radialbohrung bewegt und somit das Nockenelement aus einer ersten Stellung in eine zweite Stellung geschwenkt. Durch diese Lösung sind nur kleine Auslenkungen zwischen erster und zweiter Stellung möglich und es lassen sich nur geringfügige Änderungen an der Ventilhubkurve realisieren. Des Weiteren besteht durch die vielfachen Kontaktflächen zwischen Schubstange, Kugel und Nockenelement das Risiko eines erhöhten Verschleißes.

[0004] Die EP 3 045 690 A2 beschreibt eine variable Ventilbetätigungseinrichtung mit einer Nockenwelle, auf

der zwischen zwei Stellungen schwenkbare Nockenelemente angeordnet sind. Die Betätigung jedes schwenkbaren Nockenelements erfolgt über ein innerhalb der Nockenwelle in Richtung der Drehachse der Nockenwelle verschiebbar gelagertes Kolbenelement, welches hydraulisch entgegen einer Rückstellfeder in einer innerhalb der Nockenwelle angeordneten Führungshülse auslenkbar ist. Das Kolbenelement weist auf der Mantelfläche eine Rampe auf, die auf einen quer zum Kolbenelement in einer Radialbohrung der Nockenwelle verschiebbaren Haltestift zusammenwirkt. Wird das Kolbenelement durch Hydraulikdruck ausgelenkt, so schiebt die Rampe den Haltestift in der Radialbohrung der Nockenwelle nach außen, wobei der Haltestift das Nockenelement in seine ausgeschwenkte zweite Stellung drückt und in dieser Stellung hält. Im drucklosen Zustand wird das Kolbenelement durch die Rückstellfeder in die Ruhestellung verschoben, in welcher der Haltestift freigegeben wird und somit das Nockenelement in seine erste Stellung geschwenkt werden kann. In der ausgefahrenen zweiten Stellung kann das Nockenelement über eine Fixiereinrichtung fixiert werden. Die Fixiereinrichtung weist zumindest einen hydraulisch entgegen einer Rückstellfeder betätigbaren Sperrstift auf, welcher in einer exzentrisch in der Nockenwelle angeordneten Führungszylinder verschiebbar gelagert ist und in einer Sperrstellung in ein Stiftloch des Nockenelementes eingreift. Nachteilig ist die große Anzahl an Bauteilen und Kontaktflächen, insbesondere im Kraftfluss zwischen dem Kolbenteil und dem Nockenteil, welche sich ungünstig auf die Gesamt- toleranz und das Betätigungsspiel auswirken.

[0005] Aus der FR 322 489 A ist es bekannt ein schwenkbar in der Nockenwelle gelagerten Nockenelement durch eine in der Nockenwelle verschiebbar angeordnete Schubstange zu betätigen. Die Schubstange weist dabei eine relativ flache Rampenfläche auf, welche durch den Mantel eines kegelstumpfförmigen Abschnitts der Schubstange gebildet ist. Das Nockenelement ist in einem Bereich des Nockens drehbar gelagert, welcher Bereich die höchste Nockenerhebung aufweist. Dadurch kann durch Ausfahren des Nockenelements nur eine Flanke der Erhebungskurve, nicht aber die gesamte Erhebungskurve verändert werden. Insbesondere kann der maximale Hub nicht beeinflusst werden. Ein weiterer Nachteil ist, dass die Rampe durch einen kegelstumpfförmigen Bereich der Schubstange gebildet ist. Mit der in der FR 322 489 A gezeigten Ausführung kann das Nockenelement höchstens lediglich um den halben Durchmesser der Schubstange verschoben werden, wobei die Rampenfläche auf eine seitliche Kante des Nockenelementes einwirkt. Eine Gegenrampenfläche am Nockenelement ist nicht vorgesehen - daher kann es zu Fehl- betätigungen und zum Verklemmen kommen, was sich nachteilig auf die Betriebssicherheit auswirkt. Außerdem ist diese bekannte Ventiltriebvorrichtung relativ verschleißanfällig.

[0006] Die DE 10 2016 103 233 A1 offenbart eine variable Ventilbetätigungsvorrichtung, bei der zumindest

ein Nockenelement auf der Nockenwelle schwenkbar zwischen einer ersten Stellung und einer zweiten Stellung gelagert ist, wobei ein elastisches Element auf das Nockenelement in Richtung der ausgefahrenen zweiten Stellung einwirkt. In der ausgefahrenen Stellung kann das Nockenelement über eine Fixiereinrichtung fixiert werden. Die Fixiereinrichtung weist auch hier zumindest einen hydraulisch entgegen einer Rückstellfeder betätigbaren Sperrstift auf, welcher in einer exzentrisch in der Nockenwelle angeordneten Führungszylinder verschiebbar gelagert ist und in einer Sperrstellung in ein Stiftloch des Nockenelementes eingreift. Das Nockenelement ist mit einem Antriebselement verbunden, welches mit einem Pressteil zusammenwirkt. Über das Antriebselement kann das Nockenelement durch den Pressteil wieder zurück in die erste Stellung bewegt werden. Die JP 2016 200053 A zeigt eine ähnliche Ventilbetätigungsverrichtung.

[0007] Nachteilig an den bekannten Lösungen ist also teilweise, dass durch die schwenkbaren Nockenelemente bestehende Ventilhebekurven nur beeinflusst, aber nicht geändert werden können. Außerdem sind die Mechanismen zum Verdrehen der Nockenelemente durchwegs aufwändig und verschleiß- bzw. fehleranfällig.

[0008] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, eine einfache betriebssichere Ventiltriebvorrichtung mit großer Variabilität im Ventilhub bereitzustellen.

[0009] Ausgehend von einer Ventiltriebvorrichtung der eingangs genannten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Nockenelement eine mit der Rampenfläche der Schubstange zusammenwirkende Gegenrampenfläche aufweist, welche zumindest teilweise geneigt zur Drehachse der Nockenwelle ausgebildet ist.

[0010] Beim Verschieben der Schubstange gleiten Rampenfläche und Gegenrampenfläche aufeinander. Dadurch kann der Verschleiß verringert und andererseits ein Verklemmen des Mechanismus weitgehend ausgeschlossen werden.

[0011] Günstigerweise ist das Nockenelement mit der Schubstange in zumindest einer Schubstellung direkt kontaktierbar, sodass die Schubstange unmittelbar auf das Nockenelement einwirkt. Es sind somit keine Übertragungselemente zwischen Schubstange und Nockenelement notwendig. Dies hat den Vorteil, dass die Gesamt toleranz und das Betätigungsspiel geringgehalten werden kann. Somit ist eine viel exaktere Verstellung des Ventilhubes möglich. Zudem wird durch die geringere Anzahl von Punkt- bzw. Flächenkontakten der Verschleiß der Vorrichtung verringert.

[0012] In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Rampenfläche auf einer Stirnseite der Schubstange angeordnet ist, wobei vorzugsweis die Rampenfläche sich über die gesamte Stirnfläche der Stirnseite erstreckt. Dadurch ist ein relativ großer Verstellbereich des Ventilhubes zwischen der ersten und der zweiten Stellung des Nockenelementes möglich.

[0013] Eine Ausführungsvariante der Erfindung sieht

vor, dass die Rampenfläche zumindest zwei Bereiche mit unterschiedlichen Neigungswinkeln in Bezug auf die Drehachse der Nockenwelle aufweist. Vorzugsweise ist dabei die Rampenfläche zumindest abschnittsweise räumlich gekrümmt und vorzugsweise durch eine Rotationsfläche gebildet. In einer Variante ist die Rampenfläche durch eine Kegelfläche gebildet. Die Rampenfläche ist somit bevorzugt durch eine Fläche gebildet, welche durch Rotation einer Linie, beispielsweise einer Geraden, um eine Achse erzeugt wird.

[0014] Günstigerweise ist die Gegenrampenfläche des Nockenelementes zumindest abschnittsweise räumlich gekrümmt. In Varianten ist die Gegenrampenfläche durch eine Rotationsfläche, insbesondere eine Kegelfläche, gebildet. Vorzugsweise weist die Gegenrampenfläche des Nockenelementes zumindest zwei Abschnitte mit unterschiedlichen Neigungswinkeln in Bezug auf die Drehachse der Nockenwelle auf.

[0015] In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Rampenfläche und/oder die Gegenrampenfläche zumindest abschnittsweise unter einem Neigungswinkel zwischen etwa 30° und 60° zur Drehachse der Nockenwelle geneigt ist/sind. Dadurch ist es möglich, dass bei unvollkommener Verstellung das Nockenelement die Schubstange wieder in die Ruhestellung zurückschiebt und das Nockenelement wieder die eingeschwenkte erste Stellung einnimmt. Eine Selbsthemmung zwischen der Rampenfläche und der Gegenrampenfläche kann dabei weitgehend vermieden werden.

[0016] In einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung weist das Nockenelement eine mit der Anschlagfläche der Schubstange zusammenwirkende Gegenanschlagfläche auf, welche vorzugsweise zylindrisch ausgebildet ist. Vorzugsweise ist die Gegenanschlagfläche - in Bezug auf die Drehachse der Nockenwelle - axial benachbart zur Gegenrampenfläche angeordnet. Es ist von Vorteil, wenn im Nockenelement die Gegenrampenfläche als Anfasung um die Gegenanschlagfläche ausgebildet ist.

[0017] In der ersten Stellung des Nockenelementes liegt die Gegenrampenfläche des Nockenelementes auf der Rampenfläche der Schubstange an. In der zweiten Stellung des Nockenelementes liegt die Gegenanschlagfläche des Nockenelementes an der Anschlagfläche der Schubstange auf.

[0018] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Nockenelement durch ein Rückstellelement, das vorzugsweise durch eine Torsionsfeder gebildet ist, in Richtung der ersten Stellung vorgespannt ist. Das Nockenelement wird somit durch das Rückstellelement in seine eingeklappte erste Stellung gedrückt. Durch axiales Verschieben der Schubstange wird das Nockenelement entgegen der Rückstellkraft des Rückstellelementes mittels der Rampenfläche der Schubstange in die ausgeklappte zweite Stellung gedrückt.

[0019] Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass zumindest ein fest mit der

Nockenwelle verbundenes Begrenzungselement vorge-
sehen ist, wobei das Nockenelement eine mit dem Be-
grenzungselement korrespondierende Begrenzungsflä-
che aufweist, wobei die Begrenzungsfläche des Nocken-
elementes bei einer maximalen Ausschwenklage des
Nockenelementes am Begrenzungselement anliegt. Das
Begrenzungselement ist beispielsweise als Begren-
zungsstift ausgeführt. Das Begrenzungselement be-
grenzt die Auslenkbewegung des Nockenelementes
nach außen. Dadurch können frühzeitige Verschleißer-
scheinungen und Schäden vermieden werden.

[0020] Um eine möglichst weite Verstellung der Hub-
kurve des Gaswechselventils zu ermöglichen, ist es be-
sonders vorteilhaft, wenn das Nockenelement in der
zweiten Stellung die Kontur zumindest eines Basisnock-
ens, vorzugsweise zweier axial an das Nockenelement
beidseitig anschließender Basisnocken - in Richtung der
Drehachse der Nockenwelle betrachtet - vollständig
überdeckt. Dadurch ist es möglich, mit einem einfachen
Aufbau völlig verschiedene Hubkurven zu realisieren,
während die Lösungen aus dem Stand der Technik über-
wiegend nur das teilweise Ändern bestehender Hubkur-
ven erlauben.

[0021] Dier Erfindung wird im Folgenden an Hand des
in den Figuren dargestellten, nicht einschränkenden
Ausführungsbeispiels näher erläutert. Darin zeigen:

- Fig. 1 eine erfindungsgemäße variable Ventiltriebvor-
richtung in einer axonometrischen Darstellung;
Fig. 2 die Ventiltriebvorrichtung in einer Explosions-
darstellung;
Fig. 3 ein Nockenelement der Ventiltriebvorrichtung
in einer axonometrischen Darstellung;
Fig. 4 die Ventiltriebvorrichtung in einer ersten Stel-
lung des Nockenelementes in einer geschnit-
tenen Darstellung; und
Fig. 5 die Ventiltriebvorrichtung in einer zweiten Stel-
lung des Nockenelementes in einer geschnit-
tenen Darstellung.

[0022] Fig. 1 zeigt eine variable Ventiltriebvorrichtung
1 zur Betätigung zumindest eines - nicht weiter darge-
stellten - Gaswechselventiles einer Brennkraftmaschine.
Die Ventilbetätigungseinrichtung 1 weist eine um eine
Drehachse 2a drehbar gelagerte Nockenwelle 2 mit zu-
mindest einem über eine Verstellvorrichtung 20 verstell-
baren Nockenelement 3 auf. Das Nockenelement 3 ist
zwischen einer eingeklappten ersten Stellung A (Fig. 4)
und einer ausgeklappten zweiten Stellung B (Fig. 5)
schwenkbar um eine Schwenkachse 3a gelagert. Diese
Schwenkachse 3a ist parallel zur Drehachse 2a der No-
ckenwelle 2 ausgerichtet und in einem ersten Abstand a
zu dieser auf der Nockenwelle 2 angeordnet. Mit anderen
Worten ist das Nockenelement 3 schwenkbar in der No-

ckenwelle 2 gelagert, wobei die Schwenkachse 3a des
Nockenelements 3 parallel zur und in einem ersten Ab-
stand a von der Drehachse 2a der Nockenwelle 2 ver-
läuft.

[0023] Das verstellbare Nockenelement 3 ist in Rich-
tung der Drehachse 2a der Nockenwelle 2 benachbart
zu zwei Basisnocken 4a, 4b eines Nockenkörpers 4 an-
geordnet. Der Nockenkörper 4 weist dabei eine Aufnah-
me 5 aus, in der das Nockenelement 3 überwiegend auf-
genommen ist und in welche das Nockenelement 3 ein-
geschwenkt werden kann.

[0024] Mit Bezugszeichen 21 ist ein Nockenfolgeele-
ment, beispielsweise ein Kipphebel bezeichnet, welcher
über eine Rolle 22 am Basisnocken 4a, 4b oder am No-
ckenelement 3 anliegt und entsprechend der Nocken-
kontur des Basisnockens 4a, 4b oder des Nockenele-
ments 3 ausgelenkt wird. Das Nockenfolgeelement 21
wirkt auf zumindest ein nicht dargestelltes Gaswechsel-
ventil der Brennkraftmaschine ein und steuert dessen
Hub.

[0025] Die Verstellvorrichtung 20 weist zumindest eine
innerhalb der Nockenwelle 2 verschiebbar angeordnete
Schubstange 6 mit im Wesentlichen zylindrischer Form
auf, wobei die Schubstange 6 zwischen einer ersten
Schubstellung A1 und einer zweiten Schubstellung B1
axial - also parallel zur Drehachse 2a der Nockenwelle
2 - verschoben werden kann. Die erste Schubstellung
A1 korrespondiert dabei mit der ersten Stellung A des
Nockenelementes 3. Die zweite Schubstellung B1 kor-
respondiert mit der zweiten Stellung B des Nockenele-
mentes 3. Die Schubstange 6 ist im Ausführungsbeispiel
zylindrisch ausgebildet, es ist aber auch eine prismati-
sche oder andere Form möglich. Die Schubstange 6 ist
achsgleich zur Nockenwelle 2 angeordnet - die Längs-
achse 6a der Schubstange 6 fällt also mit der Drehachse
2a der Nockenwelle 2 zusammen.

[0026] Die Schubstange 6 weist eine parallel zur Dreh-
achse 2a der Nockenwelle 2 ausgebildete Anschlagflä-
che 7 für das Nockenelement 3 auf. Die Anschlagflä-
che 7 ist durch die zylindrische Mantelfläche der Schubs-
tange 6 gebildet und dient als Anschlag für das Nocken-
element 3 in der ausgeklappten zweiten Stellung. Durch
die Anschlagfläche 7 wird also ein Zurückschwenken des
ausgeschwenkten Nockenelementes 3 von der zweiten
Stellung B in die erste Stellung A verhindert

[0027] Weiters weist die Schubstange 6 eine geneigt
zur Drehachse 2a der Nockenwelle 2 ausgebildete Ram-
penfläche 8 auf. Die Rampenfläche 8 dient dazu, um die
axiale Bewegung der Schubstange 6 in eine radiale Aus-
schwenkbewegung des Nockenelements 3 zu transfe-
rieren und das Nockenelement 3 von der ersten Stellung
A in die zweite Stellung B zu bewegen.

[0028] Die Rampenfläche 8 ist auf einer ersten Stirn-
seite 9 der Schubstange 6 angeordnet. Die Verschiebung
der Schubstange 6 erfolgt über einen mit Bezugszeichen
11 in Fig. 1, Fig. 4 und Fig. 5 angedeuteten Aktuator - z.
B. hydraulisch, pneumatisch, elektrisch, elektromagne-
tisch oder anders aktuiert -, welcher beispielsweise an

einer der ersten Stirnseite 9 abgewandten zweiten Stirnseite 10 der Schubstange angreift.

[0029] Im Ausführungsbeispiel erstreckt sich die Rampenfläche 8 über die gesamte Stirnfläche der ersten Stirnseite 9 der Schubstange 6.

[0030] Die Rampenfläche 8 ist im Ausführungsbeispiel räumlich gekrümmt und beispielsweise durch eine Rotationsfläche - etwa eine Kegelfläche - gebildet. Die Rampenfläche 8 kann zumindest zwei Bereiche 8a, 8b mit unterschiedlichen Neigungen in Bezug zur Längsachse 6a der Schubstange 6 bzw. Drehachse 2a der Nockenwelle 2 aufweisen. Vorzugsweise ist dabei zwischen den zwei Bereichen 8a, 8b unterschiedlicher Neigung ein stetiger Übergang ausgeführt. Der Neigungswinkel β zwischen der Rampenfläche 8 (bzw. zumindest einem der zwei Bereiche 8a, 8b) und der Drehachse 2a der Nockenwelle 2 (eingezeichnet in Fig. 5 als Winkel zwischen der Drehachse 2a und einer der Rampenfläche 8 folgenden strichpunktieren Linie) beträgt beispielsweise zwischen etwa 30° und 60° . Die Rampenfläche 8 ist günstigerweise symmetrisch zu einer die Längsachse 6a der Schubstange 6 beinhaltenden Längsebene 6b der Schubstange 6 ausgebildet.

[0031] Wie insbesondere aus Fig. 3 hervorgeht, weist das Nockenelement 3 eine Gegenanschlagfläche 12 auf, welche in der zweiten Stellung B des Nockenelementes 3 auf der Anschlagfläche 7 der Schubstange 6 aufliegt. Die Gegenanschlagfläche 12 ist beispielsweise - analog zur Anschlagfläche 7 der Schubstange 6 - zylindrisch geformt.

[0032] Das Nockenelement 3 weist eine Gegenrampenfläche 13 auf, auf welche die Rampenfläche 8 der Schubstange 6 bei der Verstellung von der ersten Stellung A in die zweite Stellung B einwirkt. Die Gegenrampenfläche 13 ist entsprechend der Rampenfläche 8 geneigt, wobei die Form der Gegenrampenfläche 13 mit der Form der Rampenfläche 8 korrespondiert. Die Gegenrampenfläche 13 kann - wie die Rampenfläche 8 - zumindest zwei Abschnitte 13a, 13b mit unterschiedlichen Neigungen aufweisen, zwischen denen vorzugsweise ein stetiger Übergang ausgeführt ist. Der Neigungswinkel γ der Gegenrampenfläche 13 zur Drehachse 2a der Nockenwelle 2 (eingezeichnet in Fig. 5 als Winkel zwischen der Drehachse 2a und einer der Gegenrampenfläche 13 folgenden strichpunktieren Linie) beträgt ebenfalls zwischen 30° und 60° . Im Ausführungsbeispiel ist die Gegenrampenfläche 13 axial benachbart zur Gegenanschlagfläche 12 und konzentrisch zur Gegenanschlagfläche 12 angeordnet. Im Ausführungsbeispiel ist die Gegenrampenfläche 13 als etwa konische Anfasung im axialen Anschluss an die zylindrische Gegenanschlagfläche 12 ausgebildet. Die Kegelfläche der Gegenrampenfläche 13 und die Zylinderfläche der Gegenanschlagfläche 12 weisen also die gleiche Achse 12a auf. Die räumlichen Konturen der Rampenfläche 8 und der Gegenrampenfläche 13 haben den Vorteil, dass die Berührung zwischen Rampenfläche 8 und Gegenrampenfläche 13 bei Auslenkung des Nockenelementes 3

über eine Kontaktfläche und nicht nur - wie bei einer ebenen Rampenfläche - über zwei Kontaktpunkte, oder Kontaktlinien - oder gar nur einen Kontaktpunkt - erfolgt.

[0033] Die Neigungen der Rampenfläche 8 und der korrespondierenden Gegenrampenfläche 13 bewirken, dass diese beim Verschieben der Schubstange 6 von der ersten Schubstellung A1 in die zweite Schubstellung B1 ruckfrei und ohne Verhaken aufeinander gleiten. Daher sind vorzugsweise zumindest diejenigen Bereiche der Rampenfläche 8 und der Gegenrampenfläche 13, die bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Ventilvorrichtung 1 zusammenwirken, mit korrespondierenden Neigungen ausgeführt.

[0034] Ein Verkleben oder Verspannen der sich berührenden Teile wird somit vermieden. Zusammen mit dem erwähnten Neigungswinkeln β , γ der Rampenfläche 8 und der Gegenrampenfläche 13 wird außerdem bewirkt, dass Fehlschaltungen und ungewünschte Zwischenstellungen des Nockenelementes 3 zwischen der ersten Stellung A und der zweiten Stellung B vermieden werden. Ist die Bewegung der Schubstange 6 von der ersten Schubstellung A1 in die zweite Schubstellung B1 unvollkommen oder wird dazwischen abgebrochen, so kann die Schubstange 6 über die Rampenfläche 8 und die Gegenrampenfläche 13 durch das Nockenelement 3 wieder zurück in die erste Schubstellung A1 bewegt werden. Voraussetzung ist, dass die Neigungswinkeln β , γ der Rampenfläche 8 und der Gegenrampenfläche 13 in Bezug zur Drehachse 2a der Nockenwelle 2 groß genug ausgeführt sind, um eine Selbsthemmung zu vermeiden.

[0035] Das Nockenelement 3 weist eine Hubfläche 14 auf, welche im Ausführungsbeispiel etwa symmetrisch zu einer Nockenelementlängsebene 3b ausgebildet ist, die durch die Achse 12a der Zylinderfläche der Gegenanschlagfläche 12 bzw. der Kegelfläche der Gegenrampenfläche 13 verläuft. Die Schwenkachse 3a des Nockenelementes 3 befindet sich auf einer Seite der Nockenelementlängsebene 3b im Bereich der Hubfläche 14, insbesondere in einem Bereich zwischen der Hubfläche 14 und der Gegenrampenfläche 13.

[0036] In einem zweiten Abstand b zur Schwenkachse 3a weist das Nockenelement 3 an zumindest einer Seitenflanke 3c, 3d - bevorzugt jeweils an beiden Seitenflanken - eine nutartige Ausnehmung 15 mit einer Begrenzungsfläche 16 auf. Die Breite d der nutartigen Ausnehmung 15 ist dabei mindestens so groß wie der Durchmesser D eines durch einen Begrenzungsstift gebildeten Begrenzungselementes 17, welches fest mit der Nockenwelle 2 verbunden ist. Der Begrenzungsstift ist in eine Bohrung 18 der Nockenwelle 2 parallel zur Drehachse 2a der Nockenwelle 2 eingesetzt. Durch das Begrenzungselement 17 wird die Ausschwenkbewegung des Nockenelementes 3 begrenzt, sodass Schäden und ungewünschte Geräuschentwicklung vermieden werden. Auch eine umgekehrte Ausführung, bei der also die nutartige Ausnehmung in der Nockenwelle 2 und das Begrenzungselement im Nockenelement 3 ausgeführt sind, ist möglich.

[0037] Das Nockenelement 3 ist durch ein durch eine Torsionsfeder gebildetes Rückstellelement 19 in Richtung der ersten Stellung A vorgespannt (siehe Fig. 2). Fig. 4 zeigt das Nockenelement 3 in der durch das Rückstellelement 19 bewirkten eingeschwenkten ersten Stellung A, wobei sich die Schubstange 6 in der ersten Schubstellung A1 befindet, welche der Ruhestellung entspricht.

[0038] Wird die Schubstange 6 durch den Aktuator 11 von der ersten Schubstellung A1 in die zweite Schubstellung B1 bewegt, so wird durch die Rampenfläche 8 und die Gegenrampenfläche 13 das Nockenelement 3 in die in Fig. 5 dargestellte zweite Stellung B ausgeschwenkt. In der zweiten Stellung B findet - in Richtung der Drehachse 2a der Nockenwelle 2 betrachtet - eine vollständige Überdeckung der Kontur der Basisnocken 4a, 4b durch die Kontur des Nockenelementes 3 statt.

[0039] Sobald die Schubstange 3 wieder von der in Fig. 5 gezeigten zweiten Schubstellung B1 in die in Fig. 4 dargestellte erste Schubstellung A1 zurückgezogen wird, wird das Nockenelement 3 durch das Rückstellelement 19 wieder in die erste Stellung A zurückgeschwenkt.

[0040] Die erfindungsgemäße Lösung erlaubt damit die Realisierung von unterschiedlichen Ventilhebekurven auf einfache und verschleiß- und fehlerarme Weise.

Patentansprüche

1. Variable Ventiltriebvorrichtung (1) zur Betätigung zumindest eines Gaswechselventiles einer Brennkraftmaschine, mit einer um eine Drehachse (2a) drehbar gelagerten Nockenwelle (2) mit zumindest einem über eine Verstellvorrichtung (20) verstellbaren Nockenelement (3), wobei das Nockenelement (3) zwischen zumindest einer eingeklappten ersten Stellung (A) und einer ausgeklappten zweiten Stellung (B) schwenkbar um eine Schwenkachse (3a) gelagert ist, welche parallel zur Drehachse (2a) verlaufend und in einem ersten Abstand (a) zu dieser auf der Nockenwelle (2) angeordnet ist, und wobei das verstellbare Nockenelement (3) in Richtung der Drehachse (2a) der Nockenwelle (2) benachbart zu zumindest einem starr mit der Nockenwelle (2) verbundenen Basisnocken (4a, 4b) angeordnet ist, wobei die Verstellvorrichtung (20) zumindest eine innerhalb der Nockenwelle (2) zwischen zumindest einer ersten Schubstellung (A1) und einer zweiten Schubstellung (B1) verschiebbar angeordnete Schubstange (6) aufweist, wobei die Schubstange (6) zumindest eine vorzugsweise parallel zur Drehachse (2a) der Nockenwelle (2) ausgebildete Anschlagfläche (7) für das Nockenelement (3) und zumindest eine zumindest teilweise geneigt zur Drehachse (2a) der Nockenwelle (2) ausgebildete Rampenfläche (8) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Nockenelement (3) eine mit der Rampenfläche (8) der Schubstange (6) zusammenwirkende Gegenrampenfläche (13) aufweist, welche zumindest teilweise geneigt zur Drehachse (2a) der Nockenwelle (2) ausgebildet ist, wobei die Rampenfläche (8) auf einer Stirnseite (9) der Schubstange (6) angeordnet ist.
2. Ventiltriebvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Nockenelement (3) mit der Schubstange (6) in zumindest einer Schubstellung (A1, B1) direkt kontaktierbar ist, sodass die Schubstange (6) unmittelbar auf das Nockenelement (3) einwirkt.
3. Ventiltriebvorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rampenfläche (8) sich über die gesamte Stirnfläche der Stirnseite (9) erstreckt.
4. Ventiltriebvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rampenfläche (8) zumindest zwei Bereiche (8a, 8b) mit unterschiedlichen Neigungswinkeln (β) in Bezug auf die Drehachse (2a) der Nockenwelle (2) aufweist.
5. Ventiltriebvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rampenfläche (8) zumindest abschnittsweise räumlich gekrümmt ist und vorzugsweise durch eine Rotationsfläche gebildet ist.
6. Ventiltriebvorrichtung (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rampenfläche (8) durch eine Kegelfläche gebildet ist.
7. Ventiltriebvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gegenrampenfläche (13) des Nockenelements (3) zumindest abschnittsweise räumlich gekrümmt ist.
8. Ventiltriebvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gegenrampenfläche (13) des Nockenelements (3) zumindest zwei Abschnitte (13a, 13b) mit unterschiedlichen Neigungswinkeln (γ) in Bezug auf die Drehachse (2a) der Nockenwelle (2) aufweist.
9. Ventiltriebvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rampenfläche (8) und/oder die Gegenrampenfläche (13) zumindest abschnittsweise unter einem Neigungswinkel (β, γ) zwischen etwa 30° und 60° zur Drehachse (2a) der Nockenwelle (2) geneigt ist/sind.
10. Ventiltriebvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Nockenelement (3) eine mit der Anschlagfläche (7) der Schubstange (6) zusammenwirkende Gegenan-

schlagfläche (12) aufweist, welche vorzugsweise zylindrisch ausgebildet ist.

11. Ventiltriebvorrichtung (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gegenanschlagfläche (12) - in Bezug auf die Drehachse (2a) der Nockenwelle (2) - axial benachbart zur Gegenrampenfläche (13) angeordnet ist.
12. Ventiltriebvorrichtung (1) nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gegenrampenfläche (13) als Anfasung um die Gegenanschlagfläche (12) ausgebildet ist.
13. Ventiltriebvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Nockenelement (3) durch ein Rückstellelement (19), das vorzugsweise durch eine Torsionsfeder gebildet ist, in Richtung der ersten Stellung (A) vorgespannt ist.
14. Ventiltriebvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein fest mit der Nockenwelle (2) verbundenes Begrenzungselement (17) vorgesehen ist, wobei das Nockenelement (3) eine mit dem Begrenzungselement (17) korrespondierende Begrenzungsfläche (16) aufweist, wobei die Begrenzungsfläche (16) des Nockenelementes (3) bei einer maximalen Ausschwenklage des Nockenelementes (3) am Begrenzungselement (17) anliegt.
15. Ventiltriebvorrichtung (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Begrenzungselement (17) als Begrenzungsstift ausgeführt ist.
16. Ventiltriebvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Nockenelement (3) in der zweiten Stellung (B) die Kontur zumindest eines Basisnockens (4a, 4b), vorzugsweise zweier axial an das Nockenelement (3) beidseitig anschließender Basisnocken (4a, 4b) - in Richtung der Drehachse (2a) der Nockenwelle (2) betrachtet - vollständig überdeckt.

Claims

1. Variable valve drive device (1) for actuating at least one gas exchange valve of an internal combustion engine, comprising a camshaft (2) which is mounted such as to be rotatable about an axis of rotation (2a), said camshaft having at least one cam element (3) which is adjustable by way of an adjusting device (20), wherein the cam element (3) is mounted such as to be pivotable about a pivot axis (3a) between at least a folded-in first position (A) and a folded-out second position (B), said pivot axis extending parallel

to the axis of rotation (2a) and being arranged at a first distance (a) therefrom on the camshaft (2), and wherein the adjustable cam element (3), in the direction of the axis of rotation (2a) of the camshaft (2), is arranged adjacent to at least one base cam (4a, 4b) which is rigidly connected to the camshaft (2), wherein the adjusting device (20) comprises at least one push rod (6) which is arranged such as to be displaceable within the camshaft (2) between at least a first push position (A1) and a second push position (B1), wherein the push rod (6) has at least one stop surface (7) for the cam element (3), said stop surface preferably being formed parallel to the axis of rotation (2a) of the camshaft (2), and at least one ramp surface (8) which is formed at least in part inclined relative to the axis of rotation (2a) of the camshaft (2), **characterised in that** the cam element (3) has a mating ramp surface (13) which cooperates with the ramp surface (8) of the push rod (6) and which is formed at least in part inclined relative to the axis of rotation (2a) of the camshaft (2), wherein the ramp surface (8) is arranged on an end face (9) of the push rod (6).

2. Valve drive device (1) according to claim 1, **characterised in that** the cam element (3) can be contacted directly by the push rod (6) in at least one push position (A1, B1), so that the push rod (6) acts directly on the cam element (3).
3. Valve drive device (1) according to claim 1 or 2, **characterised in that** the ramp surface (8) extends over the entire end surface of the end face (9).
4. Valve drive device (1) according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the ramp surface (8) has at least two regions (8a, 8b) with different angles of inclination (β) relative to the axis of rotation (2a) of the camshaft (2).
5. Valve drive device (1) according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the ramp surface (8) is at least in part spatially curved and is preferably formed by a surface of revolution.
6. Valve drive device (1) according to claim 5, **characterised in that** the ramp surface (8) is formed by a conical surface.
7. Valve drive device (1) according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the mating ramp surface (13) of the cam element (3) is at least in part spatially curved.
8. Valve drive device (1) according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the mating ramp surface (13) of the cam element (3) has at least two portions (13a, 13b) with different angles of inclination

- (γ) relative to the axis of rotation (2a) of the camshaft (2).
9. Valve drive device (1) according to any one of claims 1 to 8, **characterised in that** the ramp surface (8) and/or the mating ramp surface (13) is/are at least in part inclined at an angle of inclination (β , γ) of between approximately 30° and 60° relative to the axis of rotation (2a) of the camshaft (2).
10. Valve drive device (1) according to any one of claims 1 to 9, **characterised in that** the cam element (3) has a mating stop surface (12) which cooperates with the stop surface (7) of the push rod (6) and which is preferably formed cylindrically.
11. Valve drive device (1) according to claim 10, **characterised in that** the mating stop surface (12) is arranged axially adjacent to the mating ramp surface (13) relative to the axis of rotation (2a) of the camshaft (2).
12. Valve drive device (1) according to claim 10 or 11, **characterised in that** the mating ramp surface (13) is designed as a chamfer around the mating stop surface (12).
13. Valve drive device (1) according to any one of claims 1 to 12, **characterised in that** the cam element (3) is biased towards the first position (A) by a return element (19), which is preferably formed by a torsion spring.
14. Valve drive device (1) according to any one of claims 1 to 13, **characterised in that** at least one limiting element (17) is provided, which is fixedly connected to the camshaft (2), wherein the cam element (3) has a limiting surface (16) corresponding to the limiting element (17), wherein the limiting surface (16) of the cam element (3) bears against the limiting element (17) when the cam element (3) is pivoted out to the maximum extent.
15. Valve drive device (1) according to claim 14, **characterised in that** the limiting element (17) is designed as a limiting pin.
16. Valve drive device (1) according to any one of claims 1 to 15, **characterised in that**, as viewed in the direction of the axis of rotation (2a) of the camshaft (2), the cam element (3) in the second position (B) completely overlies the contour of at least one base cam (4a, 4b), preferably of two base cams (4a, 4b) axially adjoining the cam element (3) on both sides.

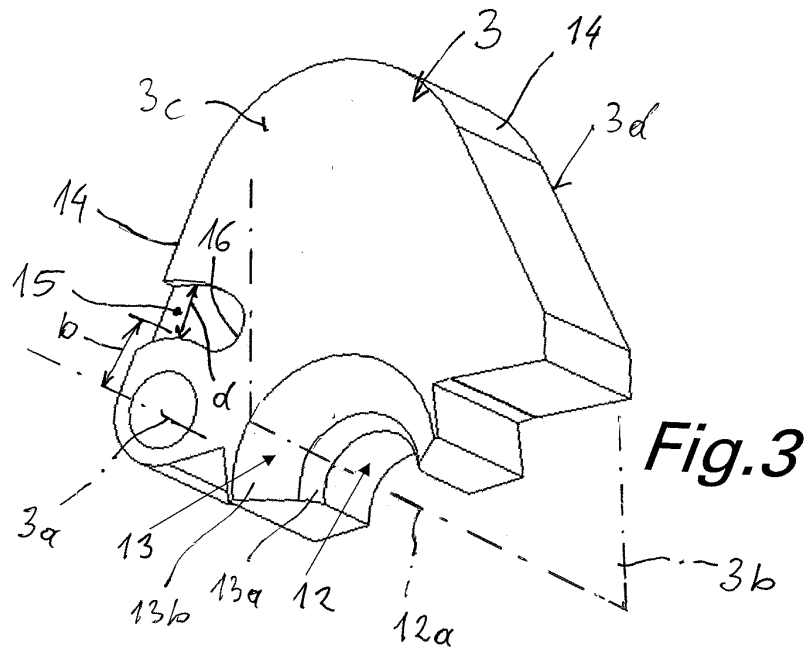
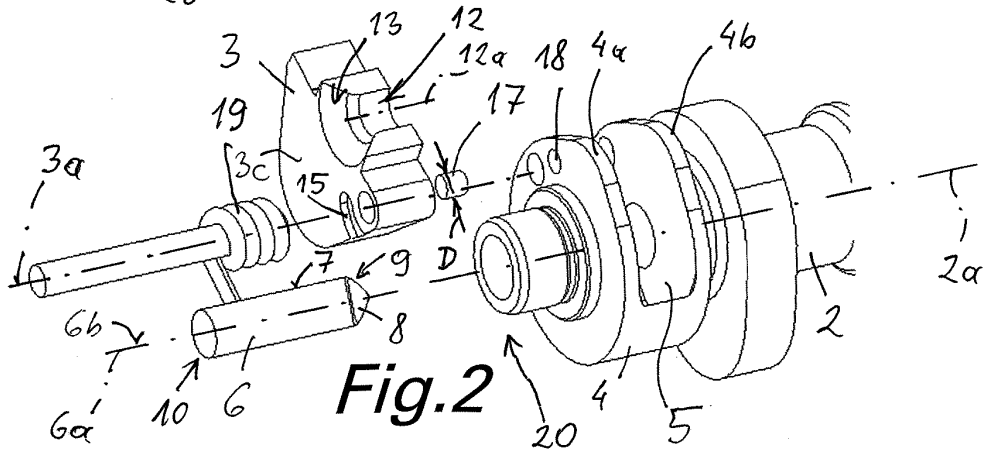
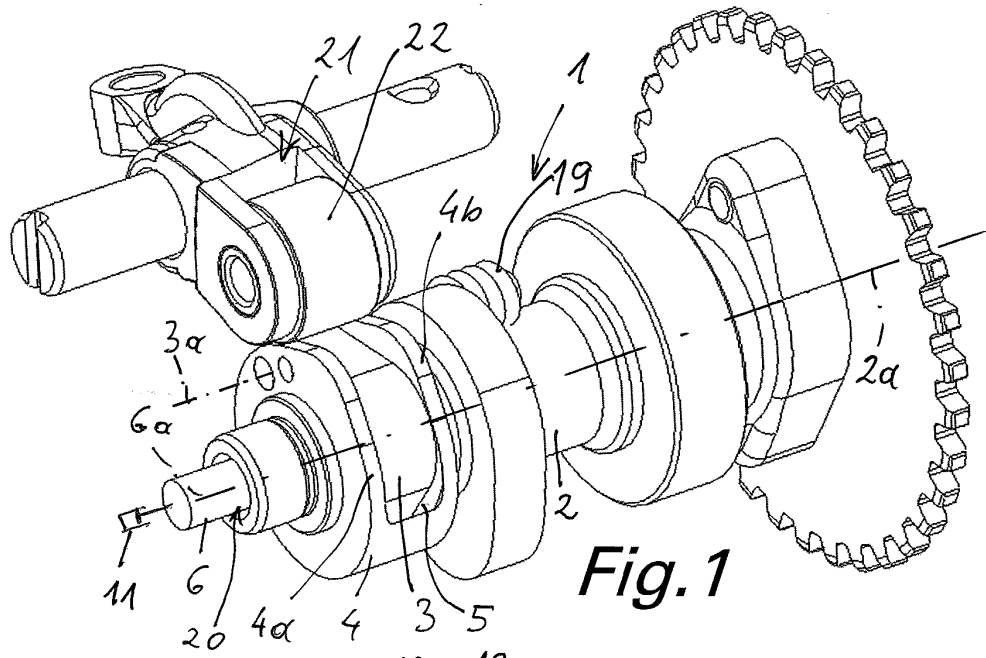
Revendications

- Distribution variable (1) pour actionner au moins une soupape d'échange de gaz d'un moteur à combustion interne équipé d'un arbre à came (2) monté à rotation autour d'un axe de rotation (2a) ayant au moins un élément de came (3) réglable par un dispositif de réglage (20),
 - l'élément de came (3) étant monté pivotant autour d'un axe de pivotement (3a) entre au moins une première position rentrée (A) et une seconde position sortie (B), cet axe de pivotement étant parallèle à l'axe de rotation (2a) et à une première distance (a) de celui-ci sur l'arbre à came (2), et
 - l'élément de came réglable (3) est monté dans la direction de l'axe de rotation (2a) de l'arbre à came (2), au voisinage d'au moins une came de base (4a, 4b) reliée rigidement à l'arbre à came (2),
 - le dispositif de réglage (20) comportant un poussoir (6) coulissant dans l'arbre à came (2) entre au moins une première position de coulissement (A1) et une seconde position de coulissement (B1),
 - le poussoir (6) ayant une surface d'appui (7) pour l'élément de came (3), de préférence au moins parallèle à l'axe de rotation (2a) de l'arbre à came (2) et au moins une surface de rampe (8) au moins partiellement inclinée par rapport à l'axe de rotation (2a) de l'arbre à came (2),

distribution **caractérisée en ce que** l'élément de came (3) a une contre-surface de rampe (13) coopérant avec la surface de rampe (8) du poussoir (6), cette contre-surface étant au moins partiellement inclinée par rapport à l'axe de rotation (2a) de l'arbre à came (2), et

 - la surface de rampe (8) étant sur le côté frontal (9) du poussoir (6).
- Distribution (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'élément de came (3) est en contact direct avec le poussoir (6) dans au moins une position de coulissement (A1, B1) de façon que le poussoir (6) agisse directement sur l'élément de came (3).
- Distribution (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la surface de rampe (8) occupe sur toute la surface frontale du côté frontal (9).
- Distribution (1) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que**

- la surface de rampe (8) comporte au moins deux zones (8a, 8b) ayant des angles d'inclinaison (β) différents par rapport à l'axe de rotation (2a) de l'arbre à came (2).
5. Distribution (1) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la surface de rampe (8) étant courbée au moins par segments dans l'espace et elle est formée, de préférence, par une surface de révolution.
6. Distribution (1) selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** la surface de rampe (8) est une surface conique.
7. Distribution (1) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la contre-surface de rampe (13) de l'élément de came (3) est courbée dans l'espace au moins par segments.
8. Distribution (1) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** la contre-surface de rampe (13) de l'élément de came (3) comporte au moins deux segments (13a, 13b) ayant des angles d'inclinaison (γ) différents par rapport à l'axe de rotation (2a) de l'arbre à came (2).
9. Distribution (1) selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** la surface de rampe (8) et/ou la contre-surface de rampe (13) sont inclinées au moins par segments, suivant un angle d'inclinaison (β , γ) compris entre environ 30° et 60° par rapport à l'axe de rotation (2a) de l'arbre à came (2).
10. Distributeur (1) selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** l'élément de came (3) comporte une contre-surface (21) coopérant avec la surface d'attaque (7) du tiroir (6), la contre-surface (12) étant, de préférence, cylindrique.
11. Distribution (1) selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** la contre-surface (12) est installée axialement au voisinage de la contre-surface de rampe (13), par rapport à l'axe de rotation (2a) de l'arbre à came (2).
12. Distribution (1) selon la revendication 10 ou 11, **caractérisée en ce que** la contre-surface de rampe (13) est réalisée comme congé autour de la contre-surface de rampe (12).
13. Distribution (1) selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisée en ce que** l'élément de came (3) est formé comme élément de rappel (19) de préférence formé par un ressort de torsion, précontraint dans le sens de la première position (A).
14. Distribution (1) selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisée en ce qu'il** comprend au moins un élément de limitation (17) relié au moins solidairement à l'arbre à came (2),
- l'arbre à came (3) ayant une surface limite (16) correspondant à l'élément de limitation (17), cette surface limite (16) de l'élément de came (3) s'appliquant contre l'élément de limitation (17) pour le débattement maximum de l'élément de came (3).
15. Distribution (1) selon la revendication 14, **caractérisée en ce que** l'élément de limitation (17) est une broche de limitation.
16. Distribution (1) selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisée en ce que** dans sa seconde position (B), l'élément de came (3) couvre complètement le contour, d'au moins une came de base (4a, 4b), et de façon préférentielle deux cames de base (4a, 4b) adjacents des deux côtés axialement à l'élément de came (3) - dans la direction de l'axe de rotation (2a) de l'arbre à came (2).



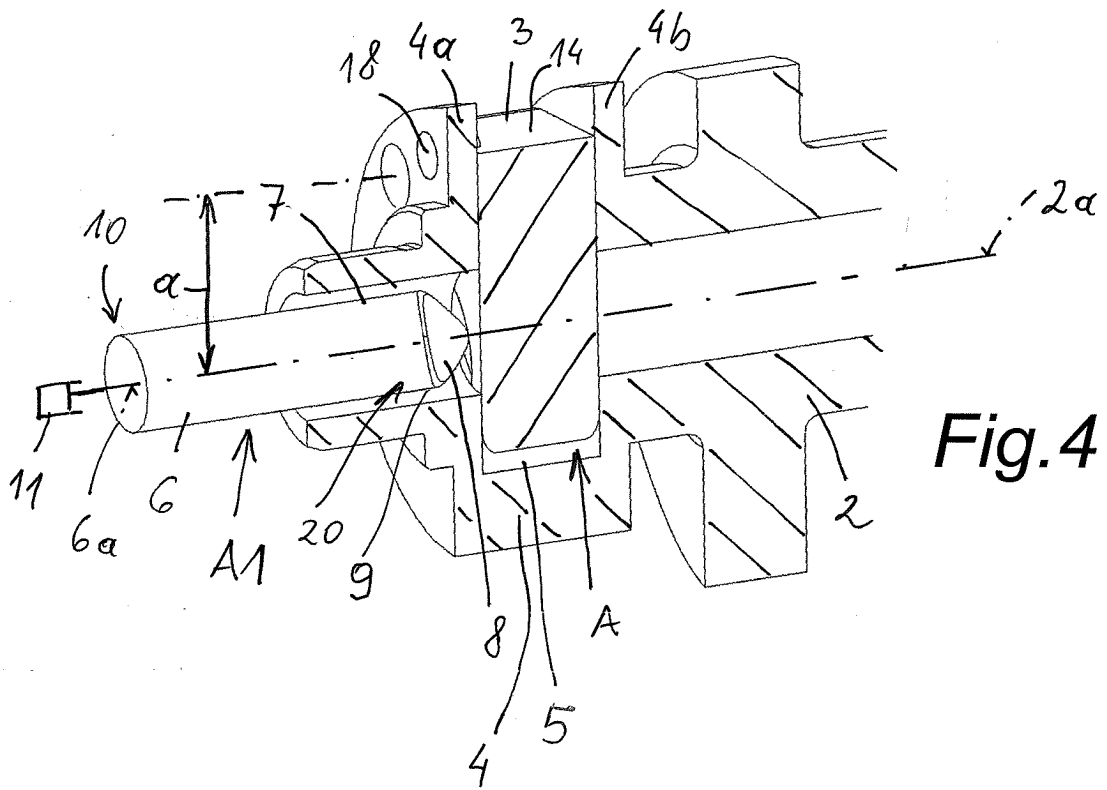


Fig. 4

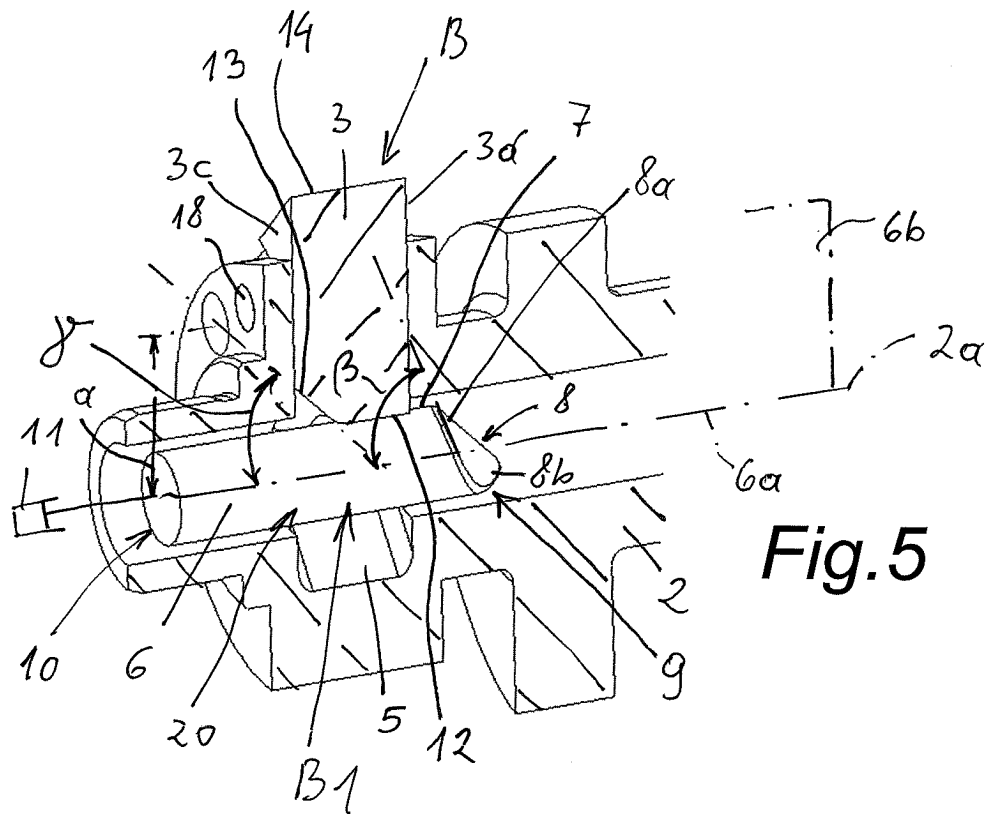


Fig. 5

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

- WO 9516852 A1 [0003]
- EP 3045690 A2 [0004]
- FR 322489 A [0005]
- DE 102016103233 A1 [0006]
- JP 2016200053 A [0006]