



(11)

EP 2 837 779 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.02.2015 Patentblatt 2015/08

(51) Int Cl.:
F01L 13/00 (2006.01) F01L 1/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14002478.7**

(22) Anmeldetag: **17.07.2014**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder: **Trzmiel, Alfred**
72622 Nürtingen (DE)

(74) Vertreter: **Jackisch-Kohl, Anna-Katharina et al**
Patentanwälte
Jackisch-Kohl & Kohl
Stuttgarter Strasse 115
70469 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **16.08.2013 DE 102013013913**

(71) Anmelder: **Trzmiel, Alfred**
72622 Nürtingen (DE)

(54) **Ventilsteuerung für ein Gaswechselventil einer Brennkraftmaschine**

(57) Die Ventilsteuerung dient zur Einstellung des Ventilhubes eines Gaswechselventiles und hat einen Nockenfolgerhebel (9). Am Nockenfolgerhebel (9) liegt ein Schlepphebel (8) an, der das Ventil (1) betätigt und der zur Ventilhubverstellung mit einer Verstelleinrichtung (23) verstellbar ist. Der Nockenfolgerhebel (9) und der Schlepphebel (8) haben gekrümmte Steuerflächen (34; 20; 30). Der Schlepphebel (8) liegt mit einer ersten Steuerfläche (20) an einer gekrümmten Steuerfläche (19) eines maschinenseitigen Führungselementes (17) und mit einer zweiten Steuerfläche (30) an einem Ventilelement (5) an. Die Krümmungsradien (R1 bis R4) der Steuerflächen (34; 19; 30; 20) des Nockenfolgerhebels (9), des Führungselementes (17) und des Schlepphebels (8) sind so aufeinander abgestimmt, dass bei Verstellung des Ventilhubes das Ventil (1) nicht öffnet, während der Nockenfolgerhebel (9) am Grundkreisabschnitt (39) des Nockens (11) der Nockenwelle (10) anliegt. Der Schlepphebel (8) ist schwimmend gelagert.

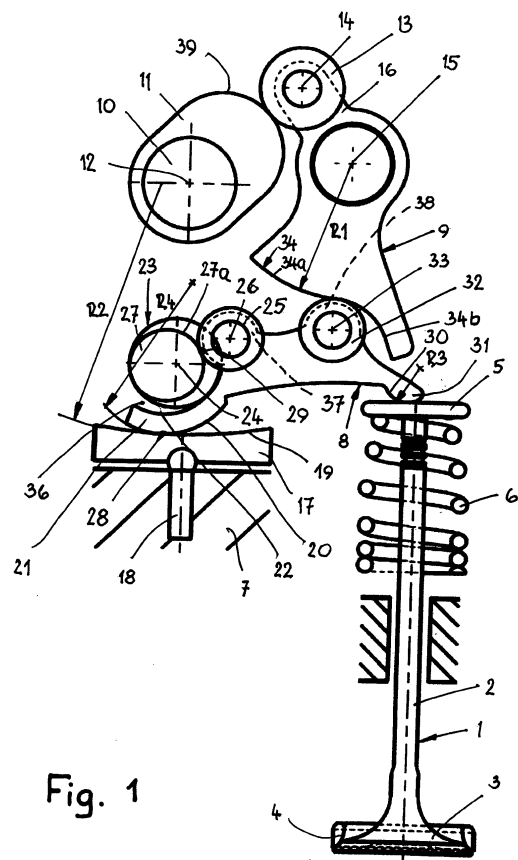


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Ventilsteuerung für ein Gaswechselventil einer Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Mechanisch voll variable Ventilsteuerungen sind bekannt und werden zur Verringerung des Kraftstoffverbrauches bei Verbrennungskraftmaschinen von PKWs eingesetzt (DE 101 40 635 A1). Der Nockenfolgerhebel ist um eine Achse schwenkbar und liegt mit einer Rolle an einer Kulisse und mit einer weiteren Rolle an einer Verstelleinrichtung in Form einer verschiebbaren Verstelleiste an. Zur Veränderung des Ventilhubes wird die Verstelleiste verschoben und mit ihr der Nockenfolgerhebel verstellt. An ihm liegt der Schlepphebel an, der mit einem Hebelende am Zylinderkopf der Brennkraftmaschine abgestützt ist und mit dem anderen Hebelende das Gaswechselventil betätigt. Bei Drehen der Nockenwelle bewegt sich der Nockenfolgerhebel mittels einer Rolle längs einer Bahnkurve einer zylinderkopfseitigen Kulisse. Die Herstellung und die Lagerung der Kulisse sind aufwändig. Extrem hohe Drehzahlen sind nicht möglich, weil die Hauptmasse des Nockenfolgerhebels hoch ist. Die Montage der Kulisse im Zylinderkopf ist außerdem aufwändig.

[0003] Es ist eine weitere Ventilsteuerung bekannt (DE 41 12 833 A1), bei der der Nockenfolgerhebel und der Schlepphebel durch zwei schwenkbar gelagerte einarmige Hebel gebildet sind. Der Nockenfolgerhebel ist mit einem Ende drehbar auf einem Exzenter gelagert, dessen Exzenterwelle exzentrisch in einem Stellglied gelagert ist, das um eine zylinderkopfseitige feste Achse drehbar ist. Der Nockenfolgerhebel liegt auf dem Schlepphebel auf, der ebenfalls um eine zylinderkopfseitige feste Achse schwenkbar ist. Mit Hilfe des Exzenters wird der Nockenfolgerhebel linear verschoben und damit der Ventilhub eingestellt. Die Verstelleinrichtung mit dem Exzenter und dem Stellglied ist sehr aufwändig und kostenintensiv. Während der Verstellung tritt eine erhebliche Reibkraft auf, wodurch das Verbrauchersparpotential der Verbrennungskraftmaschine begrenzt ist. Der Exzenter der Verstelleinrichtung erlaubt darüber hinaus nur einen geringen Verstellweg, so dass die Ventilsteuerung nicht für größere Verstellungen der Ventilhubes geeignet ist. Es kann nur ein Hubbereich von etwa 50 % des Maximalhubes erreicht werden.

[0004] Bei einer anderen bekannten Ventilsteuerung (DE 101 64 493 A1) ist der Schlepphebel um eine Achse schwenkbar gelagert. Um den Ventilhub zu verstellen, wird die Drehachse des Schlepphebels oder die Drehachse des Nockenfolgerhebels verschoben. Die Verschiebbarkeit bedingt einen erhöhten konstruktiven Aufwand der Ventilsteuerung. Der Schlepphebel und der Nockenfolgerhebel liegen mit gekrümmten Steuerflächen aneinander, die im Wesentlichen schräg zur Ventilachse liegen. Dies bedingt erhebliche Reibungskräfte beim Betrieb der Ventilsteuerung. Aufgrund der verstellbaren Elemente arbeitet die Ventilsteuerung nicht geräusch-

arm.

[0005] Bei einer weiteren bekannten Ventilsteuerung (DE 102 61 304 A1) ist der Schlepphebel schwenkbar im Zylinderkopf gelagert und liegt auf dem zu betätigenden Ventil auf. Der Nockenfolgerhebel ist als Kipphebel ausgebildet, der um eine mittig liegende Achse drehbar gelagert ist. Die Drehachse des Nockenfolgerhebels kann längs einer zylinderkopffesten Kulisse verschoben werden, um das Ventilspiel einzustellen. Die Ventilsteuerung hat dadurch einen aufwändigen und stör anfälligen Aufbau.

[0006] Es ist schließlich eine Ventilsteuerung bekannt (DE 29 51 361 A1), bei der der Schlepphebel mit einem Ende schwenkbar mit einem Schieber verbunden ist, der quer zur Achse des Ventils zur VentilhubEinstellung verschiebbar ist. Hierzu ist ein aufwändiger Verstellantrieb erforderlich.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Ventilsteuerung so auszubilden, dass sie bei konstruktiv einfacher Ausbildung eine zuverlässige Ventilhubverstellung bis zu hohen Drehzahlen der Brennkraftmaschine gewährleistet, wobei der Energiebedarf zum Halten und Einstellen des Ventilhubes gering ist.

[0008] Diese Aufgabe wird bei der gattungsgemäßen Ventilsteuerung erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0009] Bei der erfindungsgemäßen Ventilsteuerung liegt der Schlepphebel mit seinen gekrümmten Steuerflächen am maschinenseitigen Führungselement und am Ventilelement an. Die Krümmungsradien der Steuerflächen des Nockenfolgerhebels, des Führungselementes und des Schlepphebels sind so aufeinander abgestimmt, dass bei Verstellung der Größe des Ventilhubes das Ventil nicht öffnet, während der Nockenfolgerhebel am Grundkreisabschnitt des Nockens der Nockenwelle anliegt. Durch die aufeinander abgestimmten Krümmungsradien ist sichergestellt, dass beim Einstellen des Ventilhubes das Ladungswechselventil in der Kompressions- und in der Arbeitsphase der Brennkraftmaschine nicht geöffnet wird. Diese Verstellung des Ventilhubes erfolgt dann, wenn der Nockenfolgerhebel am kreisförmigen Grundkreisabschnitt der Nocke der Nockenwelle anliegt. Da die beiden Steuerflächen des Schlepphebels und die Steuerfläche des Führungselementes gekrümmt sind, tritt beim Betrieb der Ventilsteuerung nur eine sehr geringe Reibung auf, so dass die Ventilhubverstellung zuverlässig ausgeführt werden kann.

[0010] Bei einer bevorzugten Ausbildung hat die Steuerfläche des Führungselementes größeren Krümmungsradius als die erste Steuerfläche des Schlepphebels. Dadurch besteht zwischen den beiden Steuerflächen des Führungselementes und des Schlepphebels im Wesentlichen nur Linienkontakt, was zu einer reibungsarmen Betriebsweise und Verstellung des Schlepphebels relativ zum Führungselement beiträgt.

[0011] Es ist aber durchaus auch möglich, dass beide Steuerflächen von Führungselement und Schlepphebel

gleichen Krümmungsradius haben.

[0012] Die zweite Steuerfläche des Schlepphebels, mit der er am Führungselement anliegt, hat vorteilhaft kleineren Krümmungsradius als die erste Steuerfläche des Schlepphebels und/oder des Führungselementes.

[0013] Zu einem reibungsarmen Betrieb der Ventilsteuerung trägt in vorteilhafter Weise bei, wenn der Nockenfolgerhebel mit einer gekrümmten Steuerfläche am Schlepphebel anliegt.

[0014] Vorteilhaft hat die Steuerfläche des Nockenfolgerhebels einen ersten Steuerflächenabschnitt, der einen Krümmungsradius aufweist. Der Nockenfolgerhebel wird durch die Nockenwelle in bekannter Weise hin- und hergeschwenkt, wobei der am Nockenfolgerhebel anliegende Schlepphebel im erforderlichen Maße bewegt wird, um das Ventil zu öffnen bzw. zu schließen.

[0015] Vorteilhaft geht der erste Steuerflächenabschnitt des Nockenfolgerhebels stetig gekrümmt in einen zweiten Steuerflächenabschnitt über, der entgegengesetzt zum ersten Steuerflächenabschnitt gekrümmt ist. Durch die unterschiedlich gerichtete Krümmung der beiden Steuerflächenabschnitte kann der Schlepphebel so eingestellt werden, dass er bei einem Umlauf der Nockenwelle das Ventil nicht öffnet, je nachdem, ob die Berührung zwischen dem Nockenfolgerhebel und dem Schlepphebel an dem einen oder anderen Steuerflächenabschnitt stattfindet. Mittels der beiden Steuerflächenabschnitte ist es möglich, stufenlos den Ventilhubweg von 0 bis zu einem Maximum einzustellen.

[0016] Um eine möglichst geringe Reibung zu erreichen, liegt der Schlepphebel vorteilhaft mit einer frei drehbaren Rolle an der Steuerfläche des Nockenfolgerhebels an.

[0017] Bei einer besonders vorteilhaften Ausbildung ist der Schlepphebel mit einer Durchgangsöffnung versehen, durch welche die Verstelleinrichtung verläuft. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Verstelleinrichtung bei bereits montiertem Schlepphebel einbauen zu können. Umgekehrt besteht dadurch auch die Möglichkeit, den Schlepphebel erst dann einzubauen, wenn die Verstelleinrichtung bereits montiert ist. In beiden Fällen kann der Schlepphebel im Bedarfsfall demontiert werden, ohne dass die Verstelleinrichtung aufgebaut werden muss.

[0018] Eine sehr kompakte Ausbildung der Ventilsteuerung ergibt sich, wenn die Verstelleinrichtung eine Steuerwelle aufweist, die mit einer Steuerfläche versehen ist, an welcher der Schlepphebel anliegt. Die Steuerwelle nimmt nur wenig Bauraum in Anspruch. Insbesondere kann die Steuerwelle für mehrere Ventilsteuerungen innerhalb der Brennkraftmaschine eingesetzt werden. Die Durchgangsöffnung ist in vorteilhafter Weise so ausgebildet, dass sie zum Rand des Schlepphebels hin offen ist. Dies erleichtert die Montage der Steuerwelle und/oder des Schlepphebels.

[0019] Bevorzugt ist die Steuerfläche die Mantelfläche eines Exzenters der Steuerwelle. Da eine Brennkraftmaschine mehrere Ventilsteuerungen für die Gaswechselventile aufweist, kann somit eine gemeinsame Steuer-

welle für alle Ventilsteuerungen eingesetzt werden. Der Exzenter der Steuerwelle ist so ausgebildet, dass er nicht über den Umfang der Steuerwelle vorsteht. Dadurch bestimmt der Außendurchmesser der Steuerwelle die Größe der Durchgangsöffnung des Schlepphebels.

[0020] Der Schlepphebel liegt vorteilhaft mit einer frei drehbaren Rolle an der Steuerfläche der Steuerwelle an, so dass auch in diesem Kontaktbereich nur geringe Reibkräfte auftreten.

[0021] Bei einer anderen erfindungsgemäßen Ausbildung ist der Schlepphebel schwimmend gelagert. Es ist keine aufwändige Drehlagerung erforderlich, so dass der konstruktive Aufbau der Ventilsteuerung und damit dessen Herstellkosten gering sind. Der Schlepphebel ist zwischen der Verstelleinrichtung und dem Nockenfolgerhebel gehalten. Soll eine Ventilhubverstellung erfolgen, wird der schwimmend gelagerte Schlepphebel quer zur Achse des Ventils verschoben, wodurch auch die Relativlage von Nockenfolgerhebel und Schlepphebel zueinander verändert wird.

[0022] Das Führungselement ist vorteilhaft quer zur Achse der Steuerwelle einstellbar. Auf diese Weise lässt sich die Lage des Schlepphebels genau justieren.

[0023] Der Schlepphebel wird dadurch in der Einbaulage gesichert, dass die Steuerwelle und der Nockenfolgerhebel an einander gegenüberliegenden Seiten am Schlepphebel anliegen. In Verbindung mit der Anlage des Schlepphebels am Führungselement und am Ventilelement ist somit in einfacher Weise gewährleistet, dass der Schlepphebel seine jeweils eingestellte Lage zuverlässig beibehält. In jeder Lage der Steuerwelle und des Nockenfolgerhebels liegt der Schlepphebel quer zur Ventilachse zwischen diesen beiden Elementen der Ventilsteuerung.

[0024] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform erfolgt die Justage des Schlepphebels über das Ventilelement und/oder über eine exzentrisch einstellbare Lagerachse einer an der Nockenwelle anliegenden Rolle des Nockenwellenfolgers und/oder über eine exzentrisch einstellbare Lagerachse der am Nockenfolgerhebel anliegenden Rolle des Schlepphebels und/oder über eine exzentrisch einstellbare Lagerachse der an der Steuerwelle anliegenden Rolle des Schlepphebels und/oder über das verstellbare Führungselement. Die beschriebenen Verstellmöglichkeiten können jeweils für sich, aber auch in beliebigen Kombinationen miteinander an der Ventilsteuerung vorgesehen sein. Je nach Einsatzfall der Ventilsteuerung besteht somit die Möglichkeit, die verschiedenen Verstellungen so vorzusehen, dass die Ventilhub-einstellung optimal möglich ist.

[0025] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass zwei benachbarte Ventilsteuerungen unterschiedliche Steuerflächen am Nockenfolgerhebel und/oder unterschiedliche Steuerflächen an der Steuerwelle aufweisen. Dann können die Ventilhub- an den unterschiedlichen Ventilsteuerungen unterschiedlich gestaltet sein.

[0026] Der Anmeldungsgegenstand ergibt sich nicht

nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch durch alle in den Zeichnungen und der Beschreibung offenbarten Angaben und Merkmale. Sie werden, auch wenn sie nicht Gegenstand der Ansprüche sind, als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

[0027] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0028] Die Erfindung wird anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine erfindungsgemäße Ventilsteuerung mit einem Schlepphebel in einer ersten Stellung,

Fig. 2 die Ventilsteuerung gemäß Fig.1 mit dem Schlepphebel in einer zweiten Stellung.

[0029] Mit der Ventilsteuerung kann der Hub der Gaswechselventile unabhängig stufenlos bis zu sehr hohen Drehzahlen der Brennkraftmaschine verstellt werden. Dabei wird der Energiebedarf zum Halten und Einstellen des veränderlichen Ventilhubes gering gehalten. Die Ventilsteuerung zeichnet sich durch eine kostengünstige Herstellung aus und lässt sich einfach montieren.

[0030] Fig. 1 zeigt ein zu steuerndes Ventil 1 mit einem Ventilstößel 2, der an einem Ende einen Ventilteller 3 aufweist, mit dem eine Ventilöffnung 4 geöffnet und geschlossen werden kann. In der Stellung gemäß Fig. 1 schließt der Ventilteller 3 die Ventilöffnung 4 der Brennkraftmaschine. Am anderen Ende ist der Ventilstößel 2 mit einer Ventilkappe 5 versehen. An ihrer Unterseite stützt sich eine Druckfeder 6 ab, die den Ventilstößel 2 in Richtung auf die Schließstellung des Ventiltellers 3 belastet. Die Druckfeder 6 stützt sich außerdem an einem Zylinderkopf 7 der Brennkraftmaschine ab.

[0031] An der anderen Seite der Ventilkappe 5 liegt ein Schlepphebel 8 an, der mit einem Nockenfolgerhebel 9 zusammenwirkt. Er wird durch eine Nockenwelle 10 geschwenkt, deren Nocken 11 mit dem jeweiligen Nockenfolgerhebel 9 zusammenwirken.

[0032] Die Nockenwelle 10 dreht um die Achse 12. Am Nocken 11 liegt der Nockenfolgerhebel 9 mit einer Rolle 13 an, die um eine Achse 14 drehbar am Nockenfolgerhebel 9 gelagert ist. Der Nockenfolgerhebel 9 ist um eine ortsfeste Achse 15 schwenkbar im Zylinderkopf 7 gelagert.

[0033] Der Nockenfolgerhebel 9 hat einen in Bezug auf die Schwenkachse 15 radial abstehenden Arm 16, an dem die Rolle 13 drehbar gelagert ist. Die Breite des Armes 16 ist geringer als der Außendurchmesser der Rolle 13, so dass der Nockenfolgerhebel 9 nur mit der Rolle 13 am Nocken 11 anliegt.

[0034] Der Schlepphebel 8 ist auf einem Führungselement 17 gelagert, das auf einem Stützelement 18 sitzt.

Es ist vorteilhaft in seiner Achsrichtung verstellbar im Zylinderkopf 7 gelagert. Das Abstützelement 18 kann beispielsweise nach Art einer Schraube ausgebildet sein, so dass eine stufenlose Justierung des Führungselementes 17 möglich ist. Das Abstützelement 18 kann aber auch beispielsweise hydraulisch verstellbar sein.

[0035] Das Führungselement 17 weist auf seiner dem Schlepphebel 8 zugewandten Seite eine konkave Steuerbahn 19 auf, die einen Krümmungsradius R_2 hat. An der Steuerbahn 19 des Führungselementes 17 liegt der Schlepphebel 8 mit einer Steuerbahn 20 an. Sie ist konvex gekrümmt und hat den Krümmungsradius R_4 , der kleiner ist als der Krümmungsradius R_2 der Steuerbahn 19. Die Steuerbahn 20 ist vorteilhaft an einem vorstehenden gekrümmten Arm 21 des Schlepphebels 8 vorgesehen. Er ist an seiner der Steuerbahn 20 gegenüberliegenden Seite mit einer konkav gekrümmten Fläche 22 versehen, die eine Durchgangsöffnung 36 für eine Steuerwelle 23 teilweise begrenzt. Sie ist als Exzenterwelle 23 um die Achse 24 wird der Schlepphebel 8 quer zur Achse 24 und zur Ventilachse verstellbar. Das maximale Verstellmaß wird durch die Exzentrizität der Steuerwelle 23 bestimmt. Mit der Steuerwelle 23 wird die Größe des Ventilhubes eingestellt.

[0036] Die Anlage des Schlepphebels 8 an der Steuerwelle 23 erfolgt über eine Rolle 25, die um die Achse 26 frei drehbar am Schlepphebel 8 gelagert ist. Die Rolle 25 ragt über die Fläche 22 vor und liegt an einer Mantelfläche 27a eines Exzenter 27 der Steuerwelle 23 an.

[0037] Der Kontaktbereich 28 zwischen den beiden Steuerbahnen 19, 20 und der Kontaktbereich 29 zwischen der Rolle 25 und dem Exzenter 27 liegen auf verschiedenen Seiten der Achse 24 der Steuerwelle 23 sowie auf unterschiedlicher Höhe.

[0038] Der Schlepphebel 8 liegt an der Ventilkappe 5 mit einer Steuerbahn 30 an, die konvex gekrümmt verläuft und den Krümmungsradius R_3 hat. Er ist kleiner als die Krümmungsradien R_2 und R_4 . Die Anlagenseite der Ventilkappe 5 ist eben. Aufgrund der gekrümmten Steuerbahn 30 ist die Reibung zwischen dem Schlepphebel 8 und der Ventilkappe 5 gering. Die Steuerbahn 30 ist vorteilhaft an einem vorstehenden Arm 31 des Schlepphebels 8 vorgesehen.

[0039] Die Anlage des Schlepphebels 8 am Nockenfolgerhebel 9 erfolgt durch eine frei drehbare Rolle 32, die um die Achse 33 drehbar ist und über den Schlepphebel 8 in Richtung auf den Nockenfolgerhebel 9 vorsteht. Die Rolle 32 liegt an einer Steuerbahn 34 des Nockenfolgerhebels 9 an. Sie hat einen Steuerbahnabschnitt 34a, der mit dem Krümmungsradius R_1 um die Schwenkachse 15 des Nockenfolgerhebels 9 konvex gekrümmt verläuft. Der Steuerbahnabschnitt 34a geht stetig gekrümmt in einen konkaven Steuerbahnabschnitt 34b über. Aufgrund des stetigen Überganges gelangt die Rolle 32 des Schlepphebels 8 bei der Betätigung des Ventils 1 problemlos von der einen auf die andere Steuerbahn.

[0040] Der Schlepphebel 8 ist für den Durchtritt der Steuerwelle 23 mit der Öffnung 36 versehen, die in Richtung auf das Führungselement 17 durch den Arm 21 begrenzt ist. Dadurch ist es möglich, die Steuerwelle 23 erst dann zu montieren, wenn der Schlepphebel 8 bereits montiert ist. Umgekehrt ist es dadurch auch möglich, den Schlepphebel 8 bei eingebauter Steuerwelle 23 einzubauen oder auszubauen.

[0041] Die Fläche 22 bildet auch die Seitenfläche eines vorstehenden Arms 37, an dem die Rolle 25 gelagert ist. Die Durchgangsöffnung 36 ist zum Rand des Schlepphebels 8 hin offen, so dass die Montage der Steuerwelle 23 und/oder des Schlepphebels 8 einfach möglich ist.

[0042] Auch im Bereich der Rolle 32 hat der Schlepphebel 8 einen vorstehenden Arm 38, über den die Rolle 32 über einen Teil ihres Umfangs ragt.

[0043] Die Krümmungsradien R1 bis R4 von Schlepphebel 8 und Nockenfolgerhebel 9 sind so aufeinander abgestimmt, dass bei einer Verstellung des Ventilhubes durch die Steuerwelle 23 das Gaswechselventil 1 nicht geöffnet wird, solange die Rolle 13 des Nockenfolgerhebels 9 in Berührung mit dem Grundkreisabschnitt 39 der Nocke 11 ist. In Fig. 1 liegt die Rolle 13 an diesem Grundkreisabschnitt 39 der Nocke 11 an. Aufgrund der Abstimmung der Krümmungsradien R1 bis R4 ist sichergestellt, dass beim Einstellen des Ventilhubes das Ventil 1 in der Kompressions- und in der Arbeitsphase der Brennkraftmaschine nicht geöffnet wird. Die Verstellung der Größe des Ventilhubes erfolgt stets dann, wenn die Rolle 13 am Grundkreisabschnitt 39 der Nocke 11 anliegt. Dreht anschließend die Nockenwelle 10 um ihre Achse 12, dann wird der Nockenfolgerhebel 9 um seine Achse 15 geschwenkt, wodurch der Schlepphebel 8 entsprechend geschwenkt wird. Dabei läuft die Rolle 32 längs der Steuerbahn 34 des Nockenfolgerhebels 9. Das Ventil 1 wird entsprechend dem eingestellten Hub geöffnet und geschlossen. Die gekrümmte Steuerbahn 30 des Schlepphebels 8 erlaubt einen zuverlässigen Hub des Ventils 1.

[0044] In Fig. 2 ist die Maximalverstellung des Schlepphebels 8 durch die Steuerwelle 23 dargestellt. Im Vergleich zur Stellung gemäß Fig. 1 ist die Steuerwelle 23 um 180° gedreht worden. Da der Schlepphebel 8 mittels der Rolle 25 am Exzenter 27 der Steuerwelle 23 anliegt, wird der Schlepphebel 8 in Fig. 2 nach rechts verschoben. Der Arm 21 gleitet mit seiner Steuerbahn 20 auf der Steuerbahn 19 des Führungselementes 17. Gleichzeitig gleitet der Schlepphebel 8 mit der Steuerbahn 30 auf der Ventilkappe 5.

[0045] Da der Schlepphebel 8 mit der Rolle 32 an der Steuerbahn 34 des Nockenfolgerhebels 9 anliegt, hat die Verschiebung des Schlepphebels 8 durch die Steuerwelle 23 zur Folge, dass die Rolle 32 längs der Steuerbahn 34 des Nockenfolgerhebels 9 um ein entsprechendes Maß bewegt wird. Aufgrund der Krümmung der Steuerbahn 34 wird der Schlepphebel 8 nicht nur quer zur Achse des Ventilstößels 2 verschoben, sondern auch geringfügig geschwenkt.

[0046] Da die Rollen 25, 32 des Schlepphebels 8 frei

drehbar gelagert sind, kann die Verstellung des Schlepphebels 8 reibungsarm und zuverlässig durchgeführt werden. Die gekrümmten Steuerbahnen 20, 30 unterstützen die reibungsarme Verstellung des Schlepphebels 8.

[0047] Der schwimmend gelagerte Schlepphebel 8 wird zuverlässig durch die Steuerwelle 23 bzw. durch die Anlage der Rolle 25 am Exzenter 27 durch die Rolle 32, das Führungselement 17 und die Ventilkappe 5 gehalten. Der Nockenfolgerhebel 9, der über die Rolle 13 an der Nockenwelle 10 abgestützt ist, bildet die Abstützung für die Rolle 32 des Schlepphebels 8. Der Schlepphebel 8 wird über den Nockenfolgerhebel 9 gegen die Steuerwelle 23 und gegen die Ventilkappe 5 belastet. Auf diese Weise wird der Schlepphebel 8 sicher in seiner Einbaulage gehalten. Die Steuerwelle 23 und der Nockenfolgerhebel 9 liegen in jeder Lage an einander gegenüberliegenden Seiten des Schlepphebels 8 an, der dadurch in seiner Längsrichtung quer zur Achse des Ventils 1 lagegesichert ist.

[0048] Der Schlepphebel 8 ist ein einfach herstellbares Bauteil, an dem sich die frei drehbaren, Abstand voneinander aufweisenden Rollen 25, 32 einfach anbringen lassen. Die Justage der Lage des Schlepphebels 8 ist einfach möglich. So kann das Führungselement 17 mit Hilfe des Abstützelementes 18 in Achsrichtung des Abstützelementes feinfühlig verstellt werden. Die Verstellrichtung liegt vorteilhaft parallel zur Ventilachse. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Rolle 13 des Nockenfolgerhebels 9 exzentrisch einstellbar auszubilden. Die Verstellrichtung liegt vorteilhaft parallel zur Ventilachse. Eine weitere Möglichkeit der Lagejustierung besteht darin, die Rolle 32, mit der der Schlepphebel 8 am Nockenfolgerhebel 9 anliegt, exzentrisch einstellbar vorzusehen.

[0049] Die beschriebenen Einstellmöglichkeiten können einzeln oder auch in beliebiger Kombination miteinander vorgesehen sein. Auf diese Weise besteht die Möglichkeit, den Schlepphebel 8 optimal in der Einbaulage feinfühlig zu justieren.

[0050] In der Brennkraftmaschine können die Ventilsteuerungen so ausgebildet sein, dass zwei benachbarte Ventilsteuerungen zur Ventilhubverstellung im Zylinderkopf 7 unterschiedliche Steuerbahnen 34 am Nockenfolgerhebel 9 und/oder unterschiedliche Steuerbahnen 27a am Exzenter 27 der Steuerwelle 23 aufweisen.

[0051] Im dargestellten und bevorzugten Ausführungsbeispiel haben die Steuerbahnen 19 und 20 des Führungselementes 17 und des Schlepphebels 8 unterschiedliche Krümmungsradien. Dadurch wird erreicht, dass der Schlepphebel 8 und das Führungselement 17 im Wesentlichen mit Linienberührung aneinander liegen. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, dass die Steuerbahnen 19 und 20 gleichen Krümmungsradius haben. Auch dann ist die beschriebene Verstellung des Schlepphebels 8 möglich.

[0052] Wird die Nockenwelle 10 beim Betrieb der Brennkraftmaschine um ihre Achse 12 gedreht, dann wird der Ventilstößel 2 über den Nockenfolgerhebel und den Schlepphebel 8 geöffnet und geschlossen, wobei

der Hubweg abhängig ist von der eingestellten Position des Schlepphebels 8. Die Druckfeder 6 sorgt dafür, dass die Ventilkappe 5 stets am Schlepphebel 8 anliegt und der Ventilteller 3 in seine Schließstellung zurückgeführt wird. Vorteilhaft ist die Ventilkappe 5 relativ zum Ventilstößel 2 begrenzt axial verschiebbar. Dadurch kann ein eventuelles Spiel zwischen der Ventilkappe 5 und der Steuerbahn 30 des Schlepphebels 8 aufgehoben werden. In diesem Falle sitzt die Ventilkappe 5 auf einem Bolzen 41, der in den Ventilstößel 2 ragt und der unter der Kraft einer den Bolzen 41 umgebenden Druckfeder 42 steht. Sie stützt sich an der Stirnseite des Ventilstößels 2 sowie an einem verdickten Bereich 43 des Bolzens 41 ab. Die Druckfeder 42 sorgt bei geschlossenem Ventil dafür, dass die Ventilkappe 5 an der Steuerbahn 30 des Schlepphebels 8 anliegt.

Patentansprüche

1. Ventilsteuerung für ein Gaswechselventil einer Brennkraftmaschine, mit einem Nockenfolgerhebel, der mit einer Nockenwelle zusammenwirkt und an dem ein Schlepphebel anliegt, der das Ventil betätigt und der zur Ventilhubverstellung mit einer Verstelleinrichtung verstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Nockenfolgerhebel (9) und der Schlepphebel (8) gekrümmte Steuerflächen (34; 20, 30) haben, dass der Schlepphebel (8) mit einer ersten Steuerfläche (20) an einer gekrümmten Steuerfläche (19) eines maschinenseitigen Führungselementes (17) und mit einer zweiten Steuerfläche (30) an einem Ventilelement (5) anliegt, und dass die Krümmungsradien (R1 bis R4) der Steuerflächen (34; 19; 30, 20) des Nockenfolgerhebels (9), des Führungselementes (17) und des Schlepphebels (8) so aufeinander abgestimmt sind, dass bei Verstellung des Ventilhubes das Ventil (1) nicht öffnet, während der Nockenfolgerhebel (9) am Grundkreisabschnitt (39) des Nockens (11) der Nockenwelle (10) anliegt.
2. Ventilsteuerung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerfläche (19) des Führungselementes (15) größeren Krümmungsradius (R2) hat als die erste Steuerfläche (20) des Schlepphebels (8).
3. Ventilsteuerung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Steuerflächen (19, 20) von Führungselement (17) und Schlepphebel (8) gleichen Krümmungsradius (R2, R4) haben.
4. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Steuerfläche (30) des Schlepphebels (8) kleineren Krümmungsradius (R3) hat als die erste Steuerfläche (20)

des Schlepphebels (8) und/oder die Steuerfläche (19) des Führungselementes (17).

5. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerfläche (34) des Nockenfolgerhebels (9) einen ersten Steuerflächenabschnitt (34a) aufweist, der einen Krümmungsradius (R1) aufweist.
6. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Steuerflächenabschnitt (34a) stetig gekrümmt in einen zweiten Steuerflächenabschnitt (34b) übergeht, der entgegengesetzt zum ersten Steuerflächenabschnitt (34a) gekrümmt ist.
7. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlepphebel (8) mit einer frei drehbaren Rolle (32) an der Steuerfläche (34) des Nockenfolgerhebels (9) anliegt.
8. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlepphebel (8) eine Durchgangsöffnung (36) für die Verstelleinrichtung (23) aufweist.
9. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstelleinrichtung (23) eine Steuerwelle aufweist, die mit einer Steuerfläche (27a) versehen ist, an der der Schlepphebel (8) anliegt.
10. Ventilsteuerung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerfläche (27a) die Mantelfläche eines Exzenters (27) der Steuerwelle (23) ist.
11. Ventilsteuerung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlepphebel (8) mit einer frei drehbaren Rolle (25) an der Steuerfläche (27a) der Steuerwelle (23) anliegt.
12. Ventilsteuerung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 11 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schlepphebel (8) schwimmend gelagert ist, indem der Schlepphebel (8) mit einer ersten gekrümmten Steuerfläche (20) an einem maschinenseitigen Führungselement (17) und mit einer zweiten gekrümmten Steuerfläche (30) an einem Ventilelement (5) anliegt und der Schlepphebel (8) zwischen der Verstelleinrichtung (23) und dem Nockenfolgerhebel (9) gehalten ist.
13. Ventilsteuerung, nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Führungselement (17) quer zur Achse der Steuerwelle (23) einstellbar ist.

14. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerwelle
(23) und der Nockenfolgerhebel (9) an einander ge-
genüberliegenden Seiten am Schlepphebel (8) an-
liegen. 5
15. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass die Justage des
Schlepphebels (8) über das Ventilelement (5)
und/oder über eine exzentrisch einstellbare Lager-
achse (14) einer an der Nockenwelle (10) anliegen-
den Rolle (13) des Nockenfolgerhebels (9) und/oder 10
über eine exzentrisch einstellbare Lagerachse (33)
der am Nockenfolgerhebel (9) anliegenden Rolle
(32) des Schlepphebels (8) und/oder über eine ex-
zentrisch einstellbare Lagerachse (26) der an der 15
Steuerwelle (23) anliegenden Rolle (25) des
Schlepphebels (8) und/oder über das verstellbare
Führungselement (17) erfolgt. 20
16. Ventilsteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, dass zwei benachbarte
Ventilsteuerungen zur Ventilhubverstellung unter-
schiedliche Steuerflächen (34) am Nockenfolgerhe-
bel (9) und/oder unterschiedliche Steuerflächen 25
(27a) an der Steuerwelle (23) aufweisen. 25

30

35

40

45

50

55

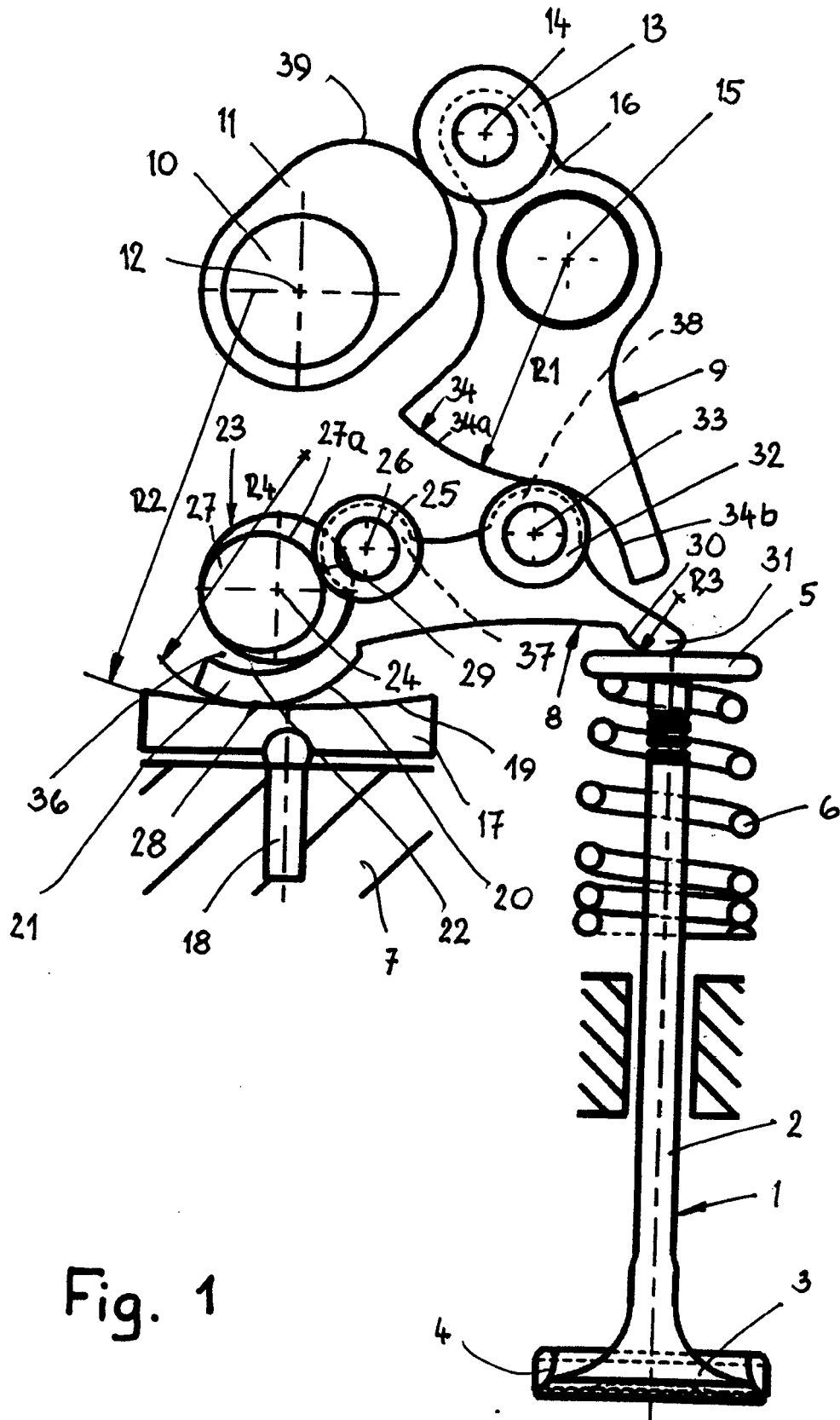
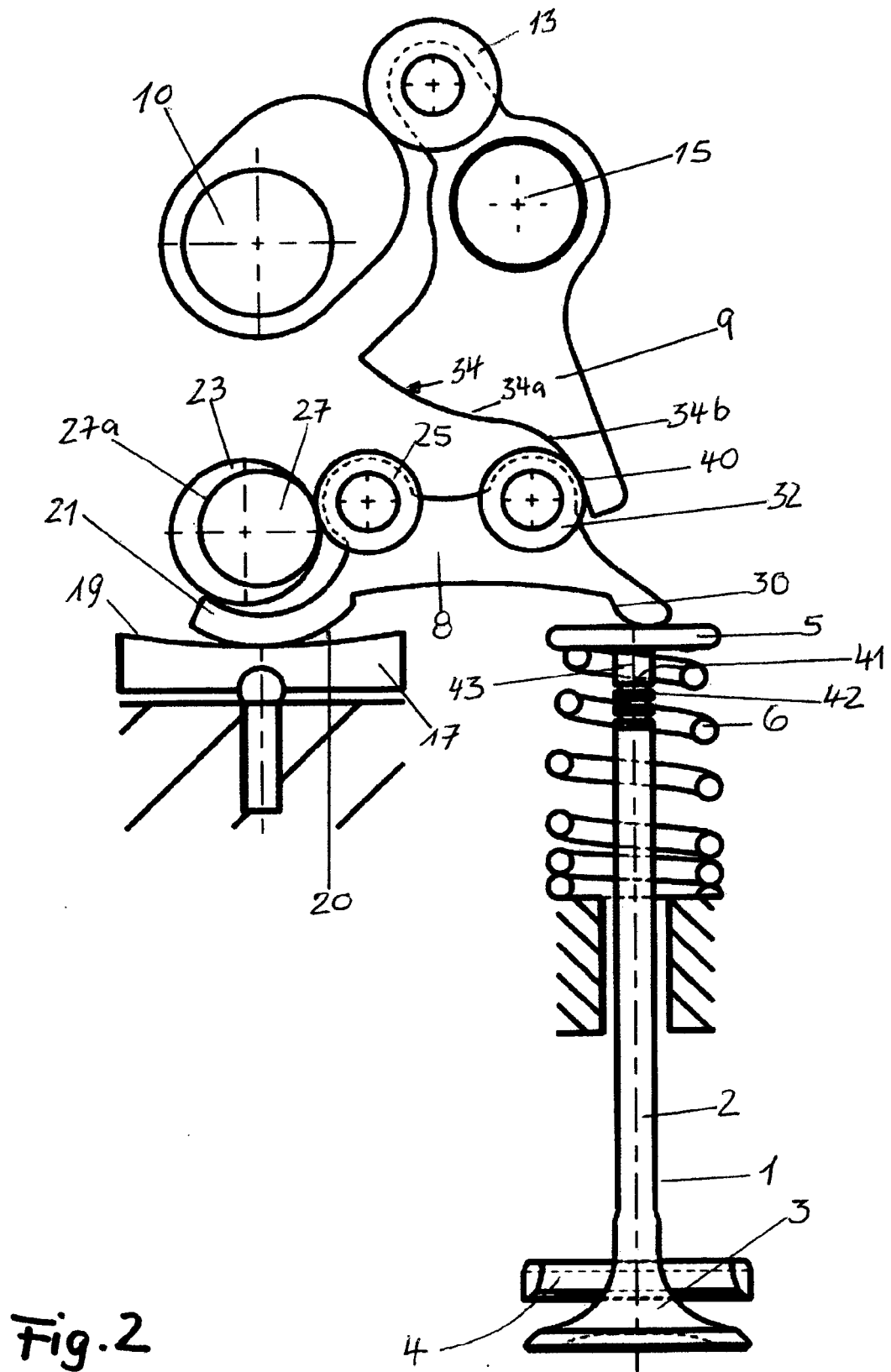


Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 00 2478

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 754 865 A2 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 21. Februar 2007 (2007-02-21)	1,5,7, 12,13, 15,16 3,4,6	INV. F01L13/00 F01L1/18
A	* Absatz [0001] * * Absatz [0027] - Absatz [0033] * * Abbildungen *		
A	----- EP 1 619 361 A1 (YAMAHA MOTOR CO LTD [JP]; FUJITA HIDEO [JP] YAMAHA MOTOR CO LTD [JP]) 25. Januar 2006 (2006-01-25) * Absatz [0001] * * Absatz [0037] * * Abbildungen 1,3 *	1,2,4-9	
A,D	----- DE 101 64 493 A1 (SCHOEN HELMUT [DE] FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 10. Juli 2003 (2003-07-10) * Absatz [0002] * * Absatz [0007] * * Abbildung 1 *	1,2,4,5	
A	----- US 2007/022990 A1 (WERLER ANDREAS [DE] ET AL) 1. Februar 2007 (2007-02-01) * Absatz [0002] * * Absatz [0020] - Absatz [0021] * * Absatz [0026] * * Abbildungen 1-3 *	1,5-7, 14,15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 9. Januar 2015	Prüfer Paquay, Jeannot
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 14 00 2478

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-01-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1754865 A2	21-02-2007	CA 2555638 A1	15-02-2007
		EP 1754865 A2	21-02-2007
		EP 1843014 A2	10-10-2007
		EP 1843015 A2	10-10-2007
		EP 1852577 A2	07-11-2007
		US 2007034183 A1	15-02-2007
		US 2007240654 A1	18-10-2007
		US 2007240655 A1	18-10-2007
		US 2008035086 A1	14-02-2008
EP 1619361 A1	25-01-2006	AT 486197 T	15-11-2010
		CA 2536772 A1	11-11-2004
		EP 1619361 A1	25-01-2006
		JP 4248344 B2	02-04-2009
		JP 2004353650 A	16-12-2004
		US 2006102120 A1	18-05-2006
		US 2007204820 A1	06-09-2007
		WO 2004097185 A1	11-11-2004
DE 10164493 A1	10-07-2003	AT 383499 T	15-01-2008
		AU 2002364376 A1	24-07-2003
		CA 2472179 A1	17-07-2003
		CN 1610789 A	27-04-2005
		DE 10164493 A1	10-07-2003
		EP 1463874 A1	06-10-2004
		ES 2299632 T3	01-06-2008
		JP 4456869 B2	28-04-2010
		JP 2005514553 A	19-05-2005
		KR 20040072685 A	18-08-2004
		MX PA04006403 A	27-05-2005
		US 2005028766 A1	10-02-2005
		WO 03058039 A1	17-07-2003
US 2007022990 A1	01-02-2007	DE 102005035314 A1	03-05-2007
		US 2007022990 A1	01-02-2007

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10140635 A1 [0002]
- DE 4112833 A1 [0003]
- DE 10164493 A1 [0004]
- DE 10261304 A1 [0005]
- DE 2951361 A1 [0006]