



(11)

EP 2 500 533 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.10.2014 Patentblatt 2014/42

(51) Int Cl.:

F01L 13/00 ^(2006.01)

F01L 1/02 ^(2006.01)

F01L 1/34 ^(2006.01)

F01L 1/18 ^(2006.01)

F01L 1/24 ^(2006.01)

F01L 1/344 ^(2006.01)

F01L 1/053 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12001347.9**

(22) Anmeldetag: **29.02.2012**

(54) **Brennkraftmaschine mit gemischter Nockenwelle**

Combustion engine with mixed cam shaft

Moteur à combustion interne doté d'un arbre à came mixte

(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**

(72) Erfinder: **Groenendijk, Axel**
38518 Gifhorn (DE)

(30) Priorität: **18.03.2011 DE 102011014308**

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A2- 2 048 331

EP-A2- 2 264 299

WO-A1-01/42627

WO-A1-02/29214

WO-A1-2006/014098

DE-A1-102007 056 337

DE-A1-102008 005 639

US-A1- 2007 034 182

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.09.2012 Patentblatt 2012/38

(73) Patentinhaber: **Volkswagen Aktiengesellschaft**
38440 Wolfsburg (DE)

EP 2 500 533 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 Brennkraftmaschine, insbesondere Dieselmotor, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit mindestens einem Arbeitszylinder, wobei jedem Arbeitszylinder mindestens zwei Einlassventile und mindestens ein Auslassventil zugeordnet ist, wobei mindestens zwei Nockenwellen vorgesehen sind, von denen wenigstens eine gemischte Nockenwelle sowohl mindestens ein Einlassventil als auch mindestens ein Auslassventil betätigt, wobei an mindestens einer gemischten Nockenwelle, die sowohl mindestens ein Einlassventil als auch mindestens ein Auslassventil betätigt, ein Versteller angeordnet ist, welcher Ventilsteuerzeiten der dieser gemischten Nockenwelle zugeordneten Ein- und Auslassventile gegenüber den Ventilsteuerzeiten der mindestens einen anderen Nockenwelle wahlweise nach Früh oder Spät verstellt, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der DE 44 26 557 A1 ist es bekannt, bei Arbeitszylindern einer Brennkraftmaschine funktionsgleiche Ventile, also beispielsweise zwei Einlassventile oder zwei Auslassventile, diagonal gegenüberliegend anzuordnen, so dass zwei Nockenwellen jeweils einen Teil der Einlassventile steuern. Auf diese Weise sind zwei getrennte Einlasssysteme geschaffen, die zwar unterschiedliche Steuerzeiten aufweisen, wobei diese Steuerzeiten jedoch festgelegt sind.

[0003] Beim bekannten Miller/Atkinson-Cycle wird der Zeitpunkt "Einlassventil schließt" (ES) nach spät verschoben. Auf diese Weise wird bereits im Zylinder befindliches Frischgas z.T. wieder ausgeschoben. Dies bedeutet einen Füllungs Nachteil, der aber über eine Aufladung mit einem geeigneten Ladedruck kompensiert werden kann. Dabei ist der Ladedruck im Volumen zwischen Laderausgang und Motoreinlass so zu regeln, dass der Ladedruck in jedem Miller-Betriebspunkt, d.h. jeder Betriebspunkt in dem der "MillerCycle" zur Anwendung kommt, dem theoretischen Verdichtungsdruck in den Arbeitszylindern der Brennkraftmaschine zum Zeitpunkt Einlassventil schließt entspricht. Für die Regelung, wahlweise auch Steuerung, kommen Druck- und/oder Temperatur- und/oder Massenstromsensoren oder sinnvolle Kombisensoren der drei angesprochenen Sensortypen zum Einsatz.

[0004] Der positive Effekt des Miller/Atkinson-Cycles mittels frühem oder spätem Zeitpunkt für das Schließen des Einlassventils auf die NO_x -Emission und Homogenisierbarkeit des Dieselmischs ist bekannt. Weiterhin kann bei ottomotorischen Anwendungen die Klopfneigung bei Hochaufladung deutlich reduziert werden. Im Gegensatz zum Ottomotor, der aufgrund fehlender geometrischer Zwänge mit positiver Ventilüberschneidung arbeiten kann, ist beim Dieselmotor eine einfache Umsetzung des Verfahrens mit Hilfe eines Phasenstellers generell nicht möglich. Grund hierfür ist eine mechanische Kollision des Ventils mit dem Kolben bei Frühverstellung und vermehrte Pumparbeit bei Spätverstellung.

[0005] Aus den Druckschriften DE 42 30 877 und DE 199 08286 ist ein Ventiltrieb bekannt, bei dem ein Nockenträger drehfest und axial verschiebbar auf einer Grundnockenwelle angeordnet ist. Das Nockenträger besteht dabei aus einem rohrförmigen Material, auf dem mindestens ein Nocken angeordnet ist, bei dem aus einem gemeinsamen Grundkreis axial versetzt mehrere unterschiedliche Nockenlaufbahnen hervorgehen. Durch das axiale Verschieben des Nockenstückes auf der Grundnockenwelle kann ein Gaswechselventil durch die unterschiedlich geformten Nockenlaufbahnen in unterschiedlicher Weise betätigt werden, wobei sich die Nockenlaufbahnen in der Hubkontur und/oder in der Phasenlage unterscheiden.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Einlass- und/oder Auslasssteuerzeiten zur thermodynamischen Optimierung des Motorbetriebs im Kennfeld zu verbessern bzw. zu optimieren.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Brennkraftmaschine der o.g. Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

[0008] Dazu ist es bei einer Brennkraftmaschine der o.g. Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass mindestens an der gemischten Nockenwelle mindestens ein Nockenträger vorgesehen ist, wobei der Nockenträger relativ zu dieser gemischten Nockenwelle drehfest und axial verschiebbar auf der gemischten Nockenwelle angeordnet ist, wobei der mindestens eine Nockenträger mindestens einen Nocken aufweist, auf dem mindestens zwei unterschiedliche Nockenlaufbahnen ausgebildet sind, wobei Mittel zum axialen Verschieben des mindestens einen Nockenträgers gegenüber der gemischten Nockenwelle zwischen einer ersten axialen Position und mindestens einer zweiten axialen Position vorgesehen sind.

[0009] Die mindestens zwei unterschiedlichen Nockenlaufbahnen können voneinander axial beabstandet angeordnet sein und im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen. Insbesondere kann wenigstens eine erste der wenigstens zwei unterschiedlichen Nockenlaufbahnen einen sich von einer zweiten der wenigstens zwei unterschiedlichen Nockenlaufbahnen auf dem Nocken einen unterscheidenden Verlauf in radialem Abstand von der Achse der gemischten Nockenwelle und/oder in Umfangsrichtung der gemischten Nockenwelle aufweisen.

[0010] Dies hat den Vorteil, dass eine Nockenumschaltung mit reduzierter Anzahl von Nockenstellen zur Verfügung steht, da beispielsweise ein Steller sowohl einen Einlassnocken als auch einen Auslassnocken umstellt.

[0011] Eine hohe mechanische Stabilität mit über viele Zyklen funktionssicherer Verschleißbarkeit des Nockenträgers erzielt man dadurch, dass der mindestens eine Nockenträger zur Lagerung der mindestens einen Nockenwelle von mindestens einem zylinderkopffesten Nockenwellenlager umfasst ist.

[0012] In Ausführungsformen, in denen die Brennkraft-

maschine eine Mehrzahl von Arbeitszylindern aufweist, kann die gemischte Nockenwelle jeweils mindestens einen Nocken für einen der Arbeitszylinder umfassen, wobei die der gemischten Nockenwelle zugeordneten Ein- und Auslassventile gleichzeitig durch Betätigung des Verstellers wahlweise nach Früh oder Spät verstellbar sind.

[0013] Eine besonders gut optimierbare Anpassung von Ventilsteuerzeiten an einen Betriebszustand der Brennkraftmaschine wird dadurch erzielt, dass der Versteller derart ausgebildet ist, dass dieser einen Verstellbereich für die Ventilsteuerzeiten von $60^\circ\text{KW} \pm 20^\circ$ aufweist.

[0014] Die Betätigung der einzelnen Ein- und Auslassventile, insbesondere für einen Arbeitszylinder, kann individuell gestaltet sein: Wenigstens eine der wenigstens zwei unterschiedlichen Nockenlaufbahnen auf einem Nocken zur Betätigung eines Einlassventils und wenigstens eine andere der wenigstens zwei unterschiedlichen Nockenlaufbahnen auf einem Nocken zur Betätigung eines Auslassventils können unterschiedliche Verläufe in radialem Abstand von der Achse der gemischten Nockenwelle und/oder in Umfangsrichtung der gemischten Nockenwelle aufweisen. Anders gesagt, die Nockenlaufbahnen können unterschiedliche Verläufe ihrer Höhe in Funktion des Azimutalwinkels zur Achse der gemischten Nockenwelle aufweisen.

[0015] Des Weiteren oder alternativ dazu kann auch die Betätigung der einzelnen Ein- und Auslassventile einer Brennkraftmaschine mit einer Mehrzahl von Arbeitszylindern kann für einzelne Arbeitszylinder individuell, insbesondere jeweils für die Einlassventile oder für die Auslassventile, gestaltet sein: Wenigstens eine der wenigstens zwei unterschiedlichen Nockenlaufbahnen auf einem ersten Nocken zur Betätigung eines Ein- oder eines Auslassventils eines ersten Arbeitszylinders und wenigstens eine andere der wenigstens zwei unterschiedlichen Nockenlaufbahnen auf einem Nocken zur Betätigung eines Ein- oder Auslassventils eines zweiten Arbeitszylinders kann unterschiedliche Verläufe in radialem Abstand von der Achse der gemischten Nockenwelle und/oder in Umfangsrichtung der gemischten Nockenwelle aufweisen. Anders gesagt, die Nockenlaufbahnen können unterschiedliche Verläufe ihrer Höhe in Funktion des Azimutalwinkels zur Achse der gemischten Nockenwelle aufweisen.

[0016] Ein besonders guter und optimierter Gaswechsel während des Betriebs der Brennkraftmaschine wird dadurch erzielt, dass jedem Arbeitszylinder zwei Auslassventile zugeordnet sind, wobei zwei Nockenwellen vorgesehen sind, wobei eine erste Nockenwelle die eine Hälfte der Ein- und Auslassventile und eine zweite Nockenwelle die andere Hälfte der Ein- und Auslassventile betätigt, wobei die erste Nockenwelle feste Steuerzeiten für die dieser Nockenwelle zugeordneten Ventile aufweist und an der zweiten Nockenwelle der Versteller angeordnet ist.

[0017] Ein besonders großer Verstellbereich, insbe-

sondere auch bei Dieselmotoren, ohne Kollision zwischen Ventilen und Hubkolben wird dadurch erzielt, dass die zweite Nockenwelle derart ausgebildet ist, dass bei einem Verstellwinkel von 0°KW die der zweiten Nockenwelle zugeordneten Auslassventile früher schließen als die der ersten Nockenwelle zugeordneten Auslassventile und die der zweiten Nockenwelle zugeordneten Einlassventile später öffnen und später schließen als die der ersten Nockenwelle zugeordneten Einlassventile.

[0018] Eine weitere Verbesserung der thermodynamischen Optimierung des Betriebs der Brennkraftmaschine wird dadurch erzielt, dass die zweite Nockenwelle derart ausgebildet ist, dass bei einem Verstellwinkel von 0°KW die der zweiten Nockenwelle zugeordneten Einlassventile gleichzeitig mit den der ersten Nockenwelle zugeordneten Einlassventilen schließen. In diesem Fall erfolgt anschließend eine Spätverstellung.

[0019] Eine besonders einfache und funktionssichere axiale Verschiebung des Nockenträgers wird dadurch erzielt, dass das Mittel zum axialen Verschieben des mindestens einen Nockenträgers gegenüber der gemischten Nockenwelle zwischen einer ersten axialen Position und mindestens einer zweiten axialen Position mindestens einen relativ zur gemischten Nockenwelle axial feststehenden und radial zwischen einer ersten und einer zweiten Bolzenposition verschiebbaren Bolzen aufweist, welcher in der zweiten Bolzenposition in eine auf dem Nockenträger ausgebildete, in radialer Richtung umlaufende Nut eingreift und in der ersten Bolzenposition von dieser Nut beabstandet ist, wobei die Nut derart ausgebildet ist, dass sich der Nockenträger von einer axialen Position auf der gemischten Nockenwelle in eine andere axiale Position auf der gemischten Nockenwelle verschiebt, wenn der Bolzen in die Nut eingreift.

[0020] Eine besonders schnelle und wiederholbare axiale Verschiebung des Nockenträgers wird dadurch erzielt, dass mindestens ein erster Bolzen vorgesehen ist, welcher wahlweise in eine erste Nut eingreift und mindestens ein axial bezüglich der gemischten Nockenwelle von dem ersten Bolzen beabstandeter zweiter Bolzen vorgesehen ist, welcher wahlweise in eine von der ersten Nut axial bezüglich der gemischten Nockenwelle beabstandete zweite Nut eingreift, wobei sich der Nockenträger von der ersten axialen Position auf der gemischten Nockenwelle in die zweite axiale Position auf der gemischten Nockenwelle bewegt, wenn der erste Bolzen in die erste Nut eingreift und von der zweiten axialen Position auf der gemischten Nockenwelle in die erste axiale Position auf der gemischten Nockenwelle bewegt, wenn der zweite Bolzen in die zweite Nut eingreift.

[0021] Die Brennkraftmaschine kann insbesondere ein Dieselmotor sein. Bevorzugt handelt es sich um eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines gleislosen Landkraftfahrzeugs.

[0022] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Diese zeigt in

Fig. 1 eine bevorzugte Ausführungsform einer erfin-

dungsgemäßen Brennkraftmaschine in schematischer Ansicht,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Nockenwellenanordnung bei der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine gemäß Fig. 1,

Fig. 3 eine graphische Darstellung der Ventilbewegung von Einlass- und Auslassventilen der verschiedenen Nockenwellen und der Kolbenbewegung bei einem Verstellwinkel von 0°KW,

Fig. 4 eine graphische Darstellung der Ventilbewegung von Einlass- und Auslassventilen der verschiedenen Nockenwellen und der Kolbenbewegung bei maximaler Verstellung in Richtung Spät und

Fig. 5 eine graphische Darstellung der Ventilbewegung von Einlass- und Auslassventilen der verschiedenen Nockenwellen und der Kolbenbewegung bei maximaler Verstellung in Richtung Früh.

[0023] Die in Fig. 1 dargestellte, bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine umfasst einen Zylinderkopf 10, in dem nicht näher dargestellte Arbeitszylinder angeordnet sind, in denen sich jeweils ein Hubkolben (nicht dargestellt) oszillierend bewegt. Der Zylinderkopf 10 weist eine Auslassseite 12 auf, an der Abgase aus den Arbeitszylindern abgeführt werden, und eine Einlassseite 14 auf, an der den Arbeitszylindern Frischgas zugeführt wird.

[0024] Jedem Arbeitszylinder sind zwei Einlassventile (nicht dargestellt) und zwei Auslassventile (nicht dargestellt) zugeordnet, wobei eine erste Nockenwelle 16 und eine zweite Nockenwelle 18 vorgesehen sind. Die erste Nockenwelle 16 trägt Einlassnocken 20; die jeweils ein Einlassventil betätigen, und Auslassnocken 22, die jeweils ein Auslassventil betätigen. Ebenso trägt die zweite Nockenwelle 18 Einlassnocken 24, die jeweils ein Einlassventil betätigen, und Auslassnocken 26, die jeweils ein Auslassventil betätigen. Auf beiden Nockenwellen 16, 18 wechseln sich in Längsrichtung gesehen jeweils Einlassnocken 20, 24 und Auslassnocken 22, 26 ab. Auf diese Weise werden die beiden Einlassventile und Auslassventile eines jeden Arbeitszylinders von verschiedenen Nockenwellen 16, 18 betätigt. Wie insbesondere zusätzlich aus Fig. 2 hervorgeht, ist somit jede der Nockenwellen 12, 14 eine so genannte gemischte Nockenwellen, d.h. jede Nockenwelle 12, 14 betätigt sowohl Einlass- als auch Auslassventile über entsprechende Einlassnocken 20, 24 bzw. Auslassnocken 22, 26.

[0025] Die Steuerzeiten der ersten Nockenwelle 16 für die dieser zugeordneten Einlass- und Auslassventile sind unveränderbar festgelegt. An der zweiten Nockenwelle 18 ist ein Versteller 28 angeordnet, welcher die Steuerzeiten der dieser zugeordneten Einlass- und Aus-

lassventile gegenüber den Steuerzeiten der ersten Nockenwelle 16 verändert, indem die zweite Nockenwelle 18 durch den Versteller 28 relativ zur ersten Nockenwelle 16 verdreht wird. Die erste Nockenwelle 16 ist diejenige Nockenwelle, die bei 30 von einer nicht dargestellten Kurbelwelle der Brennkraftmaschine angetrieben wird. Die erste Nockenwelle 16 treibt dann ihrerseits über Zahnräder 32 die zweite Nockenwelle 18 an.

[0026] In den Fig. 3 bis 5 ist auf einer horizontalen Achse 34 ein Kurbelwinkel und auf einer vertikalen Achse 36 eine Hubbewegung aufgetragen. Auf der horizontalen Achse 34 ist bei 38 ein unterer Totpunkt (UT) des Hubkolbens vor dem Ladungswechsel, bei 40 ein oberer Totpunkt (OT) des Hubkolbens während des Ladungswechsels und bei 42 ein unterer Totpunkt (UT) des Hubkolbens nach dem Ladungswechsel aufgetragen. Ein erster Graph 44 veranschaulicht die Hubbewegung 36 über den Kurbelwinkel 34 für den Kolben, ein zweiter Graph 46 veranschaulicht die Hubbewegung 36 über den Kurbelwinkel 34 für diejenigen Auslassventile, die von den Auslassnocken 22 der ersten Nockenwelle 16 gesteuert werden, ein dritter Graph 48 (gestrichelt) veranschaulicht die Hubbewegung 36 über den Kurbelwinkel 34 für diejenigen Auslassventile, die von den Auslassnocken 26 der zweiten Nockenwelle 18 gesteuert werden, ein vierter Graph 50 veranschaulicht die Hubbewegung 36 über den Kurbelwinkel 34 für diejenigen Einlassventile, die von den Einlassnocken 20 der ersten Nockenwelle 16 gesteuert werden und ein fünfter Graph 52 (gestrichelt) veranschaulicht die Hubbewegung 36 über den Kurbelwinkel 34 für diejenigen Einlassventile, die von den Einlassnocken 24 der zweiten Nockenwelle 18 gesteuert werden.

[0027] In Fig. 3 ist eine Stellung des Verstellers 28 mit 0°KW dargestellt, d.h. die Nockenwellen 16, 18 sind nicht gegeneinander verdreht. In Fig. 4 ist eine Stellung des Verstellers bei maximaler Verstellung in Richtung Spät und in Fig. 5 ist eine Stellung des Verstellers bei maximaler Verstellung in Richtung Früh dargestellt. Wie aus den Fig. 2 bis 5 unmittelbar ersichtlich, bleibt die Hubbewegung der Ventile der ersten Kurbelwelle 16 (zweiter Graph 46 und vierter Graph 50) relativ zur Kurbelwelle unverändert, wohingegen die Hubbewegung der Ventile der zweiten Kurbelwelle 18 (dritter Graph 48 und fünfter Graph 52 jeweils gestrichelt) gemeinsam für die zugeordneten Einlassventile und Auslassventile verschoben werden. Hierdurch kann einerseits durch die verschobenen Öffnungszeiten zwischen den Einlassventilen der ersten Kurbelwelle 16 (Einlassnocken 20; vierter Graph 50) und den Einlassventilen der zweiten Kurbelwelle 18 (Einlassnocken 24; fünfter Graph 52) ein Millereffekt simuliert werden (Fig. 3), wobei andererseits eine Kollision zwischen den Einlassventilen und dem Hubkolben verhindert ist.

[0028] Voraussetzung für dieses simulierte Millern ist das Vorhandensein von mindestens zwei Einlassventilen pro Arbeitszylinder und einem, vorzugsweise zwei Auslassventilen pro Arbeitszylinder, wobei die Einlassventile

eines jeden Arbeitszylinders von verschiedenen Kurbelwellen betätigt werden. Hierbei bedient eine Nockenwelle 16 die Hälfte aller Ein- und Auslassventile mit konventionellen Steuerzeiten. Alternativ ist einlassseitig auf maximale Füllung an einem bestimmten Betriebspunkt, beispielsweise für den Betriebspunkt Kaltstart, optimierte. Die zweite Nockenwelle 18 bedient die verbleibenden Ein- und Auslassventile und ist hinsichtlich der Nockenkontur für "Auslassventil schließt" und "Einlassventil öffnet" so ausgelegt, dass ein Verstellbereich dieser Nockenwelle 18 von ca. 60° KW +/-20° ohne Kolbenkollision stattfinden kann.

[0029] Der Millereffekt wird dadurch erzielt, dass das früheste "Einlassventil öffnet" der einen Nockenwelle 16 und das späteste "Einlassventil schließt" der anderen Nockenwelle 18 unterschiedlichen Ventilen für jeden Arbeitszylinder zugeordnet ist, vgl. Fig. 4.

[0030] Eine Anhebung der Verdichtungsendtemperatur ist dadurch möglich, dass bei "Einlassventil schließt" der festen Nockenwelle 16 (vierter Graph 50) im UT 42 die zweite Nockenwelle 18 (Millerwelle) ebenfalls in Richtung Früh verschoben wird (fünfter Graph 52; vgl. Fig. 5). Gleichzeitig kann so eine Anhebung der Abgastemperatur (wichtig für Abgasnachbehandlung) durch ein Frühschieben des "Auslassventil öffnet" der Millerwelle 18 (dritter Graph 48) erfolgen, wie in Fig. 5 dargestellt. Dies kann ein schnelles Aufheizen eines Abgaskatalysators nach einem Kaltstart unterstützen,

[0031] Die erste Nockenwelle 16 hat ein ES bei ca. = UT 42, um das maximale Verdichtungsverhältnis bei Frühverstellung der zweiten Nockenwelle 18 zu erzielen. Alternativ zu der in Fig. 3 dargestellten Situation bei 0°-Verstellung des Verstellers 28 kann auch dies als 0° Position für die zweite Nockenwelle 18 betrachtet werden, so dass dann nur noch eine Spätverstellung erfolgt. Wichtig ist aber in jedem Fall, dass der Einlassnocken von der ersten Nockenwelle 16 im Vergleich zu beispielsweise bei Dieselmotoren üblichem ES bei ca. 10°-25°KW nach UT derart gekürzt ist, dass die UT Position ES durch beide Nocken erzielt werden kann.

[0032] Figur 6 zeigt einen Abschnitt der zweiten gemischten Nockenwelle 18, auf der axial beabstandet beispielsweise vier als Hohlwellen ausgebildete Nockenträger 54 angeordnet sind, wobei in Fig. 6 nur einer der Nockenträger 54 dargestellt ist. Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich nur auf den dargestellten Nockenträger 54, gilt aber ebenso auch für alle anderen, nicht dargestellten Nockenträger auf der zweiten Nockenwelle 18. Der Nockenträger 54 ist auf der zweiten Nockenwelle 18 axial verschiebbar aber drehfest gelagert. An beiden Enden des Nockenträgers 18 ist ein Schneckentrieb mit einer als Vertiefung bzw. Nut ausgebildeten Axialkurve 56 bzw. 68 angeordnet, die sich wendelförmig um eine Nockenträgerachse windet. Mit anderen Worten verlaufen die Nuten 56, 58 in Umfangsrichtung um den Nockenträger 54 herum. Auf dem Nockenträger 54 sind zwei Nocken angeordnet, wobei bei jedem Nocken aus dem gleichen Grundkreis axial versetzt zwei

unterschiedliche Nockenlaufbahnen 60, 62 bzw. 64, 66 hervorgehen. Der zwischen den zwei Nocken gelegene zylindrische Bereich der Mantelfläche jedes Nockenstücks 54 ist als Lagerfläche für ein Nockenwellenlager 68 ausgebildet.

[0033] Jeder Nockenträger 54 ist mit dieser zylindrischen Lagerfläche in einem Nockenwellenlagerbock 68 eines Zylinderkopfes (nicht dargestellt) drehbar und axial verschiebbar gelagert. Die beiden dem Nockenwellenlagerbock 68 zugewandten Stirnflächen der Nocken sind als Anlageflächen 70 und 72 ausgebildet. Dem entsprechend sind die den Nocken zugewandten Stirnflächen des Nockenwellenlagers 68 als Anlagefläche 74 bzw. 76 ausgebildet. Der Abstand zwischen den beiden Anlageflächen 70 und 72 der Nocken ist dabei größer als der Abstand der Anlageflächen 74 und 76 des Nockenwellenlagers 68. Dabei entspricht der maximale Abstand, den die Anlageflächen 70 und 72, bzw. die Anlageflächen 74 und 76 voneinander aufweisen können, der Breite der Nockenlaufbahnen 60, 62, 64, 66, sowie der Wegstrecke, die ein Nockenträger 54 durch die Axialkurven 56 und 58 der Schneckentriebe in axialer Richtung relativ zur zweiten Nockenwelle 18 verschoben werden kann. Gaswechselventile 78, 80 der Brennkraftmaschine werden von den Nocken über Schlepphebel 82, 86 betätigt, die zur Reibungsreduzierung mit einer Rolle 84 ausgebildet sind. Hierbei ist beispielsweise das eine Gaswechselventil 78 ein Einlassventil und das andere Gaswechselventil 80 ein Auslassventil. Den Schlepphebeln 82, 86 zugeordnet ist in herkömmlicher bekannter Weise ein im Zylinderkopf ausgebildetes Spielausgleichselement 88 bzw. 90.

[0034] In der ersten Position des Nockenträgers 54, wie in Fig. 6 dargestellt, in der die Anlagefläche 70 des Einlassnockens 24 an der Anlagefläche 74 des Nockenwellenlagers 68 anliegt, und in der zweiten Position des Nockenträgers 54, in der die Anlagefläche 72 des Auslassnockens 26 an der Anlagefläche 76 des Nockenwellenlagers 68 anliegt, ist der Nockenträger 54 jeweils in axialer Richtung durch eine lösbare Rastvorrichtung fixiert, wie sie in Fig. 6 in dem aufgebrochenen Auslassnocken 26 angedeutet ist. Auf diese Weise ist der Nockenträger 2 für beide axiale Positionen fixiert.

[0035] Die Verstellung der Hubventilsteuerung von dem in Figur 6 dargestellten Betriebszustand in die zweite Position (nicht dargestellt), erfolgt dadurch, dass ein Mitnehmerstift 92 eines im Zylinderkopf angeordneten elektrischen Aktors 94, welcher der Axialkurve 56 zugeordnet ist, in die als Vertiefung bzw. Nut ausgebildete Axialkurve 56 eingreift. Durch die Drehung der Nockenwelle 18 und des Nockenträgers 54 wird durch Berührungskontakt zwischen dem Mitnehmerstift 92 und den Rillenzwänden der Axialkurve 56 der Nockenträger 54 axial nach links verschoben. Es bewegt sich die Anlagefläche 72 des Auslassnockens 26 auf die Anlagefläche 76 des Nockenwellenlagers 68 zu und gerät mit dieser in axialen Berührungskontakt. Der Nockenträger 54 ist in dieser zweiten Position entsprechend einem zweiten Betriebszustand

der Hubventilsteuerung axial fixiert. Der Mitnehmerstift 92 wird mittels des elektrischen Aktors 94 in bekannter Weise wieder aus der als Umfangsrille ausgebildeten Axialkurve 56 herausgezogen. Zur Verstellung der Hubventilsteuerung von der zweiten Position zurück in die in Figur 6 dargestellte erste Position, die einem ersten Betriebszustand der Hubventilsteuerung entspricht, wird ein anderer Mitnehmerstift 96 eines der Axialkurve 58 zugeordneten und im Zylinderkopf angeordneten elektrischen Aktors 98 vom Aktor 98 in die als Vertiefung bzw. Nut ausgebildete andere Axialkurve 58 eingeführt.

[0036] Durch die Drehung der Nockenwelle 18 über den Berührkontakt zwischen den Rillenwänden der Axialkurve 58 und dem Mitnehmerstift 96 wird der Nocken-träger 54 in Figur 6 axial nach rechts verschoben, so dass die Anlagefläche 70 des Einlassnockens 24 in Berührkontakt mit der Anlagefläche 74 des Nockenwellen-lagers 68 kommt. Der Nockenträger 54 ist durch die Anlage zwischen Anlagefläche 70 des Einlassnockens 24 und der Anlagefläche 74 des Lagerbo3 Nockenwellen-lagers 68 einerseits und durch die Rastvorrichtung an-dererseits axial in beide Richtungen fixiert. Der Mitneh-merstift 96 wird mit Hilfe des elektrischen Aktors 98 in bekannter Weise aus der Umfangsrille der Axialkurve 58 herausgezogen. Die Betätigung der elektrischen Aktoren 94, 98 wird in bekannter, nicht näher dargestellter Weise von einem nicht dargestellten Motorsteuergerät gesteu-ert.

[0037] Die auf der zweiten Nockenwelle 18 angeord-neten Nockenträger 54 können auf diese Weise indivi-duell durch die zugeordneten Aktoren 94 bzw. 98 zwis-chen ihren beiden Betriebspositionen zur Hubventil-steuerung verstellt werden. Erfindungsgemäß ist eine derartige Ausbildung der Verstellung der Hubventilsteu-erung für eine sowohl Einlassventile steuernde als auch Auslassventile steuernde gemischte Nockenwelle 18 mit Nockenwellenversteller 28 vorgesehen.

Bezugszeichenliste

[0038]

- 10 Zylinderkopf
- 12 Auslasseite
- 14 Einlasseite
- 16 erste Nockenwelle
- 18 zweite Nockenwelle
- 20 Einlassnocken der ersten Nockenwelle 16
- 22 Auslassnocken der ersten Nockenwelle 16
- 24 Einlassnocken der zweiten Nockenwelle 18
- 26 Auslassnocken der zweiten Nockenwelle 28
- 28 Versteller
- 30 Antrieb erste Nockenwelle 16
- 32 Zahnräder
- 34 horizontale Achse: Kurbelwinkel
- 36 vertikale Achse: Hubbewegung
- 38 unterer Totpunkt (UT) des Hubkolbens vor dem Ladungswechsel

- 40 oberer Totpunkt (OT) des Hubkolbens während des Ladungswechsels
- 42 unterer Totpunkt (UT) des Hubkolbens nach dem Ladungswechsel
- 5 44 erster Graph: Hubbewegung Kolben
- 46 zweiter Graph: Hubbewegung Auslassventile erste Nockenwelle 16
- 48 dritter Graph: Hubbewegung Auslassventile zwei-te Nockenwelle 18
- 10 50 vierter Graph: Hubbewegung Einlassventile erste Nockenwelle 16
- 52 fünfter Graph: Hubbewegung Einlassventile zwei-te Nockenwelle 18
- 54 Nockenträger
- 15 56 Nut
- 58 Nut
- 60 Nockenlaufbahn
- 62 Nockenlaufbahn
- 64 Nockenlaufbahn
- 20 66 Nockenlaufbahn
- 68 Nockenwellenlager
- 70 Anlagefläche an Stirnfläche der Nocken
- 72 Anlagefläche an Stirnfläche der Nocken
- 74 Anlagefläche des Nockenwellenlagers 68
- 25 76 Anlagefläche des Nockenwellenlagers 68
- 78 Gaswechselventil / Einlassventil
- 80 Gaswechselventil / Auslassventil
- 82 Schlepphebel
- 84 Rolle
- 30 86 Schlepphebel
- 88 Spielausgleichselement
- 90 Spielausgleichselement
- 92 Mitnehmerstift
- 94 Aktor
- 35 96 Mitnehmerstift
- 98 Aktor

Patentansprüche

40

1. Brennkraftmaschine, mit mindestens einem Arbeits-zyylinder, wobei jedem Arbeitszylinder mindestens zwei Einlassventile (78) und mindestens ein Aus-lassventil (80) zugeordnet ist, wobei mindestens 45 zwei Nockenwellen (16, 18) vorgesehen sind, von denen wenigstens eine gemischte Nockenwelle (18) sowohl mindestens ein Einlassventil (78) als auch mindestens ein Auslassventil (80) betätigt, wobei an mindestens einer gemischten Nockenwelle (18), die sowohl mindestens ein Einlassventil (78) als auch mindestens ein Auslassventil (80) betätigt, ein Ver-50 steller (28) angeordnet ist, welcher Ventilsteuerzei-ten der dieser gemischten Nockenwelle (18) zuge-ordneten Ein- und Auslassventile (78, 80) gegenü-ber den Ventilsteuerzeiten der mindestens einen an-deren Nockenwelle (16) wahlweise nach Früh oder Spät verstellt, **dadurch gekennzeichnet, dass** min-55 destens an der gemischten Nockenwelle (18) min-

- destens ein Nockenträger (54) vorgesehen ist, wobei der Nockenträger (54) relativ zu dieser gemischten Nockenwelle (18) drehfest und axial verschiebbar auf der gemischten Nockenwelle (18) angeordnet ist, wobei der mindestens eine Nockenträger (54) mindestens einen Nocken (24, 26) aufweist, auf dem mindestens zwei unterschiedliche Nockenlaufbahnen (60, 62, 64, 66) ausgebildet sind, wobei Mittel (92, 96, 56, 58) zum axialen Verschieben des mindestens einen Nockenträgers (54) gegenüber der gemischten Nockenwelle (18) zwischen einer ersten axialen Position und mindestens einer zweiten axialen Position vorgesehen sind.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens zwei unterschiedlichen Nockenlaufbahnen (60, 62, 64, 66) axial beabstandet angeordnet sind und im Wesentlichen parallel zueinander verlaufen.
 3. Brennkraftmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine erste der wenigstens zwei unterschiedlichen Nockenlaufbahnen (60, 62, 64, 66) einen sich von einer zweiten der wenigstens zwei unterschiedlichen Nockenlaufbahnen (60, 62, 64, 66) auf dem Nocken (24, 26) einen unterscheidenden Verlauf in radialem Abstand von der Achse der gemischten Nockenwelle (18) und/oder in Umfangsrichtung der gemischten Nockenwelle (18) aufweist.
 4. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Nockenträger (54) zur Lagerung der mindestens einen Nockenwelle (18) von mindestens einem zylinderkopffesten Nockenwellenlager (68) umfasst ist.
 5. Brennkraftmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkraftmaschine eine Mehrzahl von Arbeitszylindern aufweist und die gemischte Nockenwelle (18) jeweils mindestens einen Nocken (24, 26) für einen der Arbeitszylinder umfasst, wobei die der gemischten Nockenwelle zugeordneten Ein- und Auslassventile (78, 80) gleichzeitig durch Betätigung des Verstellers wahlweise nach Früh oder Spät verstellbar sind.
 6. Brennkraftmaschine nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Versteller (28) derart ausgebildet ist, dass dieser einen Verstellbereich für die Ventilsteuerzeiten von 60°KW +/-20° aufweist.
 7. Brennkraftmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der wenigstens zwei unterschiedlichen Nockenlaufbahnen (60, 62, 64, 66) auf einem Nocken (24) zur Betätigung eines Einlassventils und wenigstens eine andere der wenigstens zwei unterschiedlichen Nockenlaufbahnen (60, 62, 64, 66) auf einem Nocken (26) zur Betätigung eines Auslassventils unterschiedliche Verläufe in radialem Abstand von der Achse der gemischten Nockenwelle (18) und/oder in Umfangsrichtung der gemischten Nockenwelle (18) aufweisen.
 8. Brennkraftmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkraftmaschine eine Mehrzahl von Arbeitszylindern aufweist und wenigstens eine der wenigstens zwei unterschiedlichen Nockenlaufbahnen (60, 62, 64, 66) auf einem ersten Nocken (24, 26) zur Betätigung eines Ein- oder eines Auslassventils eines ersten Arbeitszylinders und wenigstens eine andere der wenigstens zwei unterschiedlichen Nockenlaufbahnen (60, 62, 64, 66) auf einem Nocken (24, 26) zur Betätigung eines Ein- oder Auslassventils eines zweiten Arbeitszylinders unterschiedliche Verläufe in radialem Abstand von der Achse der gemischten Nockenwelle (18) und/oder in Umfangsrichtung der gemischten Nockenwelle (18) aufweisen.
 9. Brennkraftmaschine nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedem Arbeitszylinder zwei Auslassventile (80) zugeordnet sind, wobei zwei Nockenwellen (16, 18) vorgesehen sind, wobei eine erste Nockenwelle (16) die eine Hälfte der Ein- und Auslassventile und eine zweite Nockenwelle (18) die andere Hälfte der Ein- und Auslassventile betätigt, wobei die erste Nockenwelle (16) feste Steuerzeiten für die dieser Nockenwelle (16) zugeordneten Ventile aufweist und an der zweiten Nockenwelle (18) der Versteller (28) angeordnet ist.
 10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Nockenwelle (18) derart ausgebildet ist, dass bei einem Verstellwinkel von 0°KW die der zweiten Nockenwelle (18) zugeordneten Auslassventile (80) früher schließen als die der ersten Nockenwelle (18) zugeordneten Auslassventile und die der zweiten Nockenwelle (18) zugeordneten Einlassventile (78) später öffnen und später schließen als die der ersten Nockenwelle (16) zugeordneten Einlassventile.
 11. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Nockenwelle (18) derart ausgebildet ist, dass bei einem Verstellwinkel von 0°KW die der zweiten Nockenwelle (18) zugeordneten Einlassventile (78) gleichzeitig mit den der ersten Nockenwelle (16) zugeordneten Einlassventilen schließen.

12. Brennkraftmaschine nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel zum axialen Verschieben des mindestens einen Nockenträgers gegenüber der gemischten Nockenwelle zwischen einer ersten axialen Position und mindestens einer zweiten axialen Position mindestens einen relativ zur gemischten Nockenwelle (18) axial feststehenden und radial zwischen einer ersten und einer zweiten Bolzenposition verschiebbaren Bolzen (92) aufweist, welcher in der zweiten Bolzenposition in eine auf dem Nockenträger (54) ausgebildete, in radialer Richtung umlaufende Nut (56) eingreift und in der ersten Bolzenposition von dieser Nut (56) beabstandet ist, wobei die Nut (56) derart ausgebildet ist, dass sich der Nockenträger (54) von einer axialen Position auf der gemischten Nockenwelle (18) in eine andere axiale Position auf der gemischten Nockenwelle (18) verschiebt, wenn der Bolzen (92) in die Nut (56) eingreift.
13. Brennkraftmaschine nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein erster Bolzen (92) vorgesehen ist, welcher wahlweise in eine erste Nut (56) eingreift und mindestens ein axial bezüglich der gemischten Nockenwelle (18) von dem ersten Bolzen (92) beabstandeter zweiter Bolzen (96) vorgesehen ist, welcher wahlweise in eine von der ersten Nut (56) axial bezüglich der gemischten Nockenwelle (18) beabstandete zweite Nut (58) eingreift, wobei sich der Nockenträger (54) von der ersten axialen Position auf der gemischten Nockenwelle (18) in die zweite axiale Position auf der gemischten Nockenwelle (18) bewegt, wenn der erste Bolzen (92) in die erste Nut (56) eingreift und von der zweiten axialen Position auf der gemischten Nockenwelle (18) in die erste axiale Position auf der gemischten Nockenwelle (18) bewegt, wenn der zweite Bolzen (96) in die zweite Nut (58) eingreift.
14. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkraftmaschine ein Dieselmotor ist.
15. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkraftmaschine eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs ist.

Claims

1. Internal combustion engine, having at least one working cylinder, wherein each working cylinder is assigned at least two inlet valves (78) and at least one outlet valve (80), wherein at least two camshafts (16, 18) are provided, of which at least one mixed camshaft (18) actuates both at least one inlet valve

(78) and also at least one outlet valve (80), wherein, on at least one mixed camshaft (18) which actuates both at least one inlet valve (78) and also at least one outlet valve (80), there is arranged an adjuster (28) which selectively advances or retards the valve timing of the inlet and outlet valves (78, 80) assigned to said mixed camshaft (18) in relation to the valve timing of the at least one other camshaft (16), **characterized in that**, at least on the mixed camshaft (18), at least one cam carrier (54) is provided, wherein the cam carrier (54) is arranged on the mixed camshaft (18) so as to be rotationally conjoint and axially displaceable relative to said mixed camshaft (18), wherein the at least one cam carrier (54) has at least one cam (24, 26) on which at least two different cam tracks (60, 62, 64, 66) are formed, wherein means (92, 96, 56, 58) are provided for the axial displacement of the at least one cam carrier (54) with respect to the mixed camshaft (18) between a first axial position and at least one second axial position.

2. Internal combustion engine according to Claim 1, **characterized in that** the at least two different cam tracks (60, 62, 64, 66) are arranged axially spaced apart and run substantially parallel to one another.
3. Internal combustion engine according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least a first of the at least two different cam tracks (60, 62, 64, 66) has, in relation to a second of the at least two different cam tracks (60, 62, 64, 66) on the cam (24, 26), a different profile in terms of radial distance from the axis of the mixed camshaft (18) and/or in the circumferential direction of the mixed camshaft (18).
4. Internal combustion engine according to one of the preceding claims, **characterized in that** the at least one cam carrier (54) is, for the mounting of the at least one camshaft (18), encompassed by at least one camshaft bearing (68) that is fixed with respect to a cylinder head.
5. Internal combustion engine according to one of the preceding claims, **characterized in that** the internal combustion engine has a multiplicity of working cylinders and the mixed camshaft (18) comprises in each case at least one cam (24, 26) for one of the working cylinders, wherein the inlet and outlet valves (78, 80) assigned to the mixed camshaft can be selectively advanced or retarded simultaneously by actuation of the adjuster.

6. Internal combustion engine according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the adjuster (28) is designed so as to have an adjustment range for the valve timing of 60°CA +/-20°.
7. Internal combustion engine according to one of the

preceding claims, **characterized in that** at least one of the at least two different cam tracks (60, 62, 64, 66) on a cam (24) for actuating an inlet valve and at least one other of the at least two different cam tracks (60, 62, 64, 66) on a cam (26) for actuating an outlet valve have different profiles in terms of radial distance from the axis of the mixed camshaft (18) and/or in the circumferential direction of the mixed camshaft (18).

8. Internal combustion engine according to one of the preceding claims, **characterized in that** the internal combustion engine has a multiplicity of working cylinders and at least one of the at least two different cam tracks (60, 62, 64, 66) on a first cam (24, 26) for actuating an inlet valve or an outlet valve of a first working cylinder and at least one other of the at least two different cam tracks (60, 62, 64, 66) on a cam (24, 26) for actuating an inlet valve or outlet valve of a second working cylinder have different profiles in terms of radial distance from the axis of the mixed camshaft (18) and/or in the circumferential direction of the mixed camshaft (18).
9. Internal combustion engine according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** each working cylinder is assigned two outlet valves (80), wherein two camshafts (16, 18) are provided, wherein a first camshaft (16) actuates one half of the inlet and outlet valves and a second camshaft (18) actuates the other half of the inlet and outlet valves, wherein the first camshaft (16) has fixed timing for the valves assigned to said camshaft (16) and the adjuster (28) is arranged on the second camshaft (18).
10. Internal combustion engine according to Claim 9, **characterized in that** the second camshaft (18) is designed such that, at an adjustment angle of 0°CA, the outlet valves (80) assigned to the second camshaft (18) close earlier than the outlet valves assigned to the first camshaft (16), and the inlet valves (78) assigned to the second camshaft (18) open later and close later than the inlet valves assigned to the first camshaft (16).
11. Internal combustion engine according to Claim 9, **characterized in that** the second camshaft (18) is designed such that, at an adjustment angle of 0°CA, the inlet valves (78) assigned to the second camshaft (18) close at the same time as the inlet valves assigned to the first camshaft (16).
12. Internal combustion engine according to at least one of the preceding claims, **characterized in that** the means for the axial displacement of the at least one cam carrier with respect to the mixed camshaft between a first axial position and at least one second

axial position has at least one pin (92) which is axially static relative to the mixed camshaft (18) and which is radially displaceable between a first and a second pin position and which, in the second pin position, engages into a radially encircling groove (56) formed on the cam carrier (54) and, in the first pin position, is spaced apart from said groove (56), wherein the groove (56) is designed such that the cam carrier (54) is displaced from one axial position on the mixed camshaft (18) into another axial position on the mixed camshaft (18) when the pin (92) engages into the groove (56).

13. Internal combustion engine according to Claim 12, **characterized in that** at least one first pin (92) is provided which engages selectively into a first groove (56), and at least one second pin (96) is provided which is spaced apart from the first pin (92) axially with respect to the mixed camshaft (18) and which engages selectively into a second groove (58) which is spaced apart from the first groove (56) axially with respect to the mixed camshaft (18), wherein the cam carrier (54) moves from the first axial position on the mixed camshaft (18) into the second axial position on the mixed camshaft (18) when the first pin (92) engages into the first groove (56), and moves from the second axial position on the mixed camshaft (18) into the first axial position on the mixed camshaft (18) when the second pin (96) engages into the second groove (58).
14. Internal combustion engine according to one of the preceding claims, **characterized in that** the internal combustion engine is a diesel engine.
15. Internal combustion engine according to one of the preceding claims, **characterized in that** the internal combustion engine is an internal combustion engine of a motor vehicle.

Revendications

1. Moteur à combustion interne, avec au moins un cylindre de travail, dans lequel au moins deux soupapes d'admission (78) et au moins une soupape d'échappement (80) sont associées à chaque cylindre de travail, dans lequel il est prévu au moins deux arbres à cames (16, 18), dont au moins un arbre à cames mixte (18) actionne aussi bien au moins une soupape d'admission (78) qu'au moins une soupape d'échappement (80), dans lequel un variateur (28) est disposé sur au moins un arbre à cames mixte (18), qui actionne aussi bien au moins une soupape d'admission (78) qu'au moins une soupape d'échappement (80), lequel fait varier au choix vers l'avance ou le retard les instants de commande de soupapes des soupapes d'admission et d'échappement (78,

- 80) associées à cet arbre à cames mixte (18) par rapport aux instants de commande de soupapes dudit au moins un autre arbre à cames (16), **caractérisé en ce qu'il** est prévu sur ledit au moins un arbre à cames mixte (18) au moins un porte-cames (54), dans lequel le porte-cames (54) est calé en rotation par rapport à cet arbre à cames mixte (18) et est déplaçable axialement sur cet arbre à cames mixte (18), dans lequel ledit au moins un porte-cames (54) présente au moins une came (24, 26), sur laquelle au moins deux pistes de came différentes (60, 62, 64, 66) sont formées, dans lequel il est prévu des moyens (92, 96, 56, 58) pour déplacer ledit au moins un porte-cames (54) par rapport à l'arbre à cames mixte (18) entre une première position axiale et au moins une deuxième position axiale.
2. Moteur à combustion interne selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lesdites au moins deux pistes de came différentes (60, 62, 64, 66) sont disposées axialement à distance l'une de l'autre et s'étendent essentiellement parallèlement l'une à l'autre.
 3. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au** moins une première desdites au moins deux pistes de came différentes (60, 62, 64, 66) présente un tracé différent d'une deuxième desdites au moins deux pistes de came différentes (60, 62, 64, 66) sur la came (24, 26) à distance radiale de l'axe de l'arbre à cames mixte (18) et/ou en direction périphérique de l'arbre à cames mixte (18).
 4. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit au moins un porte cames (54) est entouré par au moins un palier d'arbre à cames (68) solidaire de la culasse pour l'appui dudit au moins un arbre à cames (18).
 5. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le moteur à combustion interne présente une multiplicité de cylindres de travail et l'arbre à cames mixte (18) comprend respectivement au moins une came (24, 26) pour un des cylindres de travail, dans lequel les soupapes d'admission et d'échappement (78, 80) associées à l'arbre à cames mixte sont réglables en même temps, au choix vers l'avance ou le retard, par actionnement du variateur.
 6. Moteur à combustion interne selon au moins une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le variateur (28) est réalisé de telle manière que celui-ci présente une plage de réglage pour les instants de commande de soupapes de $60^\circ \pm 20^\circ$ d'angle du vilebrequin.
 7. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au** moins une desdites au moins deux pistes de came différentes (60, 62, 64, 66) sur une came (24) présente, pour l'actionnement d'une soupape d'admission, et au moins une autre desdites au moins deux pistes de came différentes (60, 62, 64, 66) sur une came (26) présente, pour l'actionnement d'une soupape d'échappement, des tracés différents à distance radiale de l'axe de l'arbre à cames mixte (18) et/ou en direction périphérique de l'arbre à cames mixte (18).
 8. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le moteur à combustion interne présente une multiplicité de cylindres de travail et au moins une desdites au moins deux pistes de came différentes (60, 62, 64, 66) sur une première came (24, 26) présente, pour l'actionnement d'une soupape d'admission ou d'une soupape d'échappement d'un premier cylindre de travail, et au moins une autre desdites au moins deux pistes de came différentes (60, 62, 64, 66) sur une came (24, 26) présente, pour l'actionnement d'une soupape d'admission ou d'une soupape d'échappement d'un deuxième cylindre de travail, des tracés différents à distance radiale de l'axe de l'arbre à cames mixte (18) et/ou en direction périphérique de l'arbre à cames mixte (18).
 9. Moteur à combustion interne selon au moins une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** deux soupapes d'échappement (80) sont associées à chaque cylindre de travail, dans lequel il est prévu deux arbres à cames (16, 18), dans lequel un premier arbre à cames (16) actionne une moitié des soupapes d'admission et d'échappement et un deuxième arbre à cames (18) actionne l'autre moitié des soupapes d'admission et d'échappement, dans lequel le premier arbre à cames (16) présente des instants de commande fixes pour les soupapes associées à cet arbre à cames (16) et le variateur (28) est disposé sur le deuxième arbre à cames (18).
 10. Moteur à combustion interne selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le deuxième arbre à cames (18) est réalisé de telle manière que, pour un angle de variation de 0° du vilebrequin, les soupapes d'échappement (80) associées au deuxième arbre à cames (18) se ferment plus tôt que les soupapes d'échappement associées au premier arbre à cames (16) et les soupapes d'admission (78) associées au deuxième arbre à cames (18) s'ouvrent plus tard et se ferment plus tard que les soupapes d'admission associées au premier arbre à cames (16).
 11. Moteur à combustion interne selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le deuxième arbre à cames

(18) est réalisé de telle manière que, pour un angle de variation de 0° du vilebrequin, les soupapes d'admission (78) associées au deuxième arbre à cames (18) se ferment en même temps que les soupapes d'admission associées au premier arbre à cames (16). 5

12. Moteur à combustion interne selon au moins une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** moyen pour le déplacement axial dudit au moins un porte-cames par rapport à l'arbre à cames mixte entre une première position axiale et au moins une deuxième position axiale présente au moins un axe (92) fixe axialement par rapport à l'arbre à cames mixte (18) et déplaçable radialement entre une première et une deuxième positions d'axe, qui dans la deuxième position d'axe s'engage dans une rainure (56) périphérique en direction radiale formée sur le porte-cames (54) et dans la première position d'axe est espacé de cette rainure (56), dans lequel la rainure (56) est réalisée de telle manière que le porte-cames (54) se déplace d'une position axiale sur l'arbre à cames mixte (18) à une autre position axiale sur l'arbre à cames mixte (18), lorsque l'axe (92) s'engage dans la rainure (56). 10
15
20
25
13. Moteur à combustion interne selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'il** est prévu au moins un premier axe (92), qui s'engage au choix dans une première rainure (56) et au moins un deuxième axe (96) espacé du premier axe (92) axialement par rapport à l'arbre à cames mixte (18), qui s'engage au choix dans une deuxième rainure (58) espacée de la première rainure (56) axialement par rapport à l'arbre à cames mixte (18), dans lequel le porte-cames (54) se déplace de la première position axiale sur l'arbre à cames mixte (18) à la deuxième position axiale sur l'arbre à cames mixte (18), lorsque le premier axe (92) s'engage dans la première rainure (56) et se déplace de la deuxième position axiale sur l'arbre à cames mixte (18) à la première position axiale sur l'arbre à cames mixte. (18) lorsque le deuxième axe (96) s'engage dans la deuxième rainure (58). 30
35
40
14. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le moteur à combustion interne est un moteur Diesel. 45
15. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le moteur à combustion interne est un moteur à combustion interne d'un véhicule automobile. 50

55

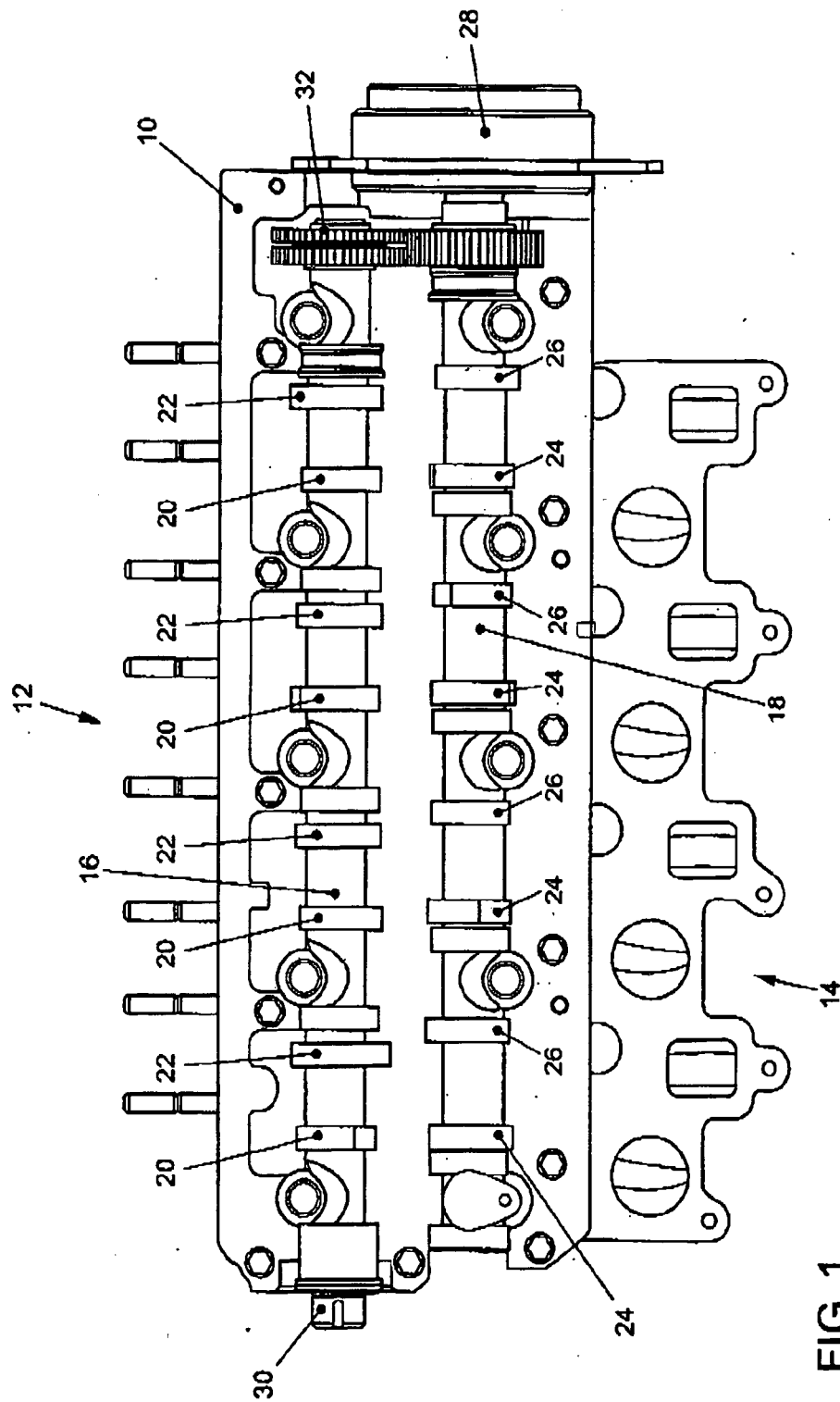


FIG. 1

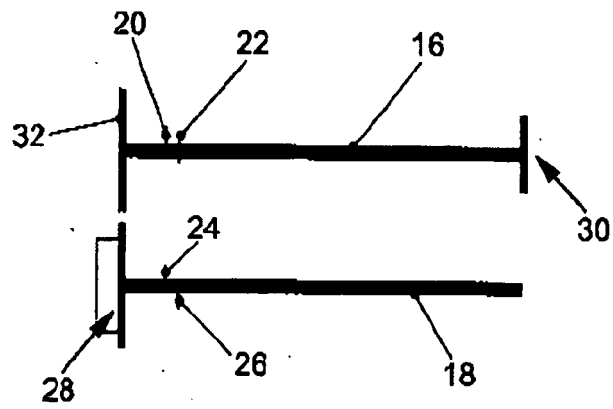


FIG. 2

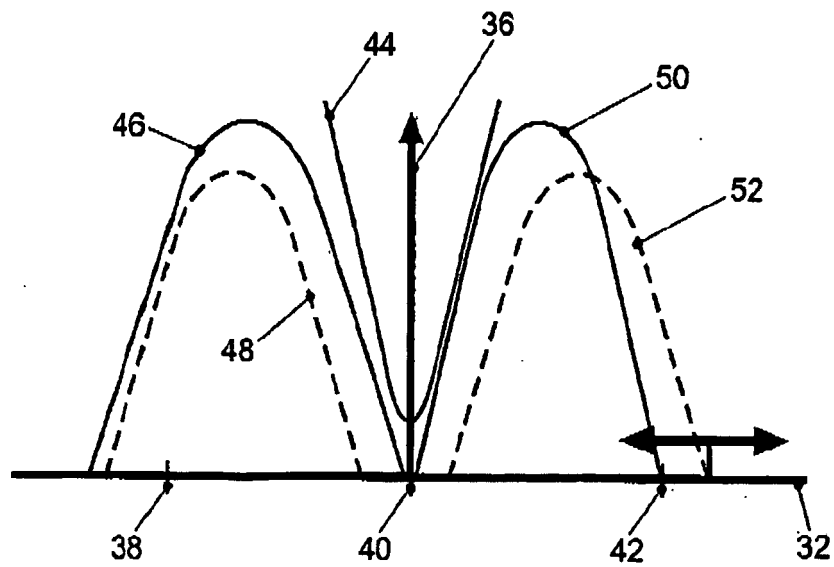
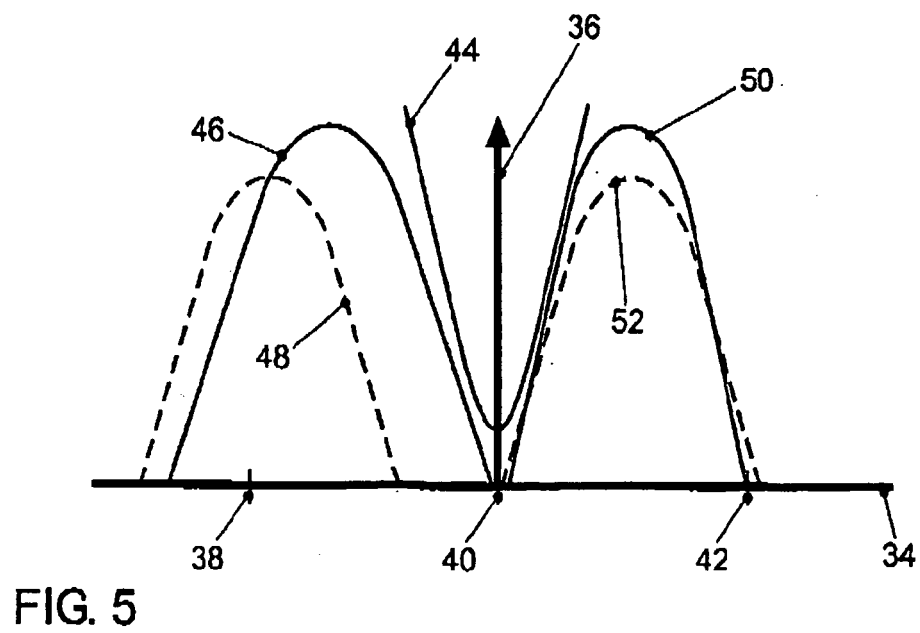
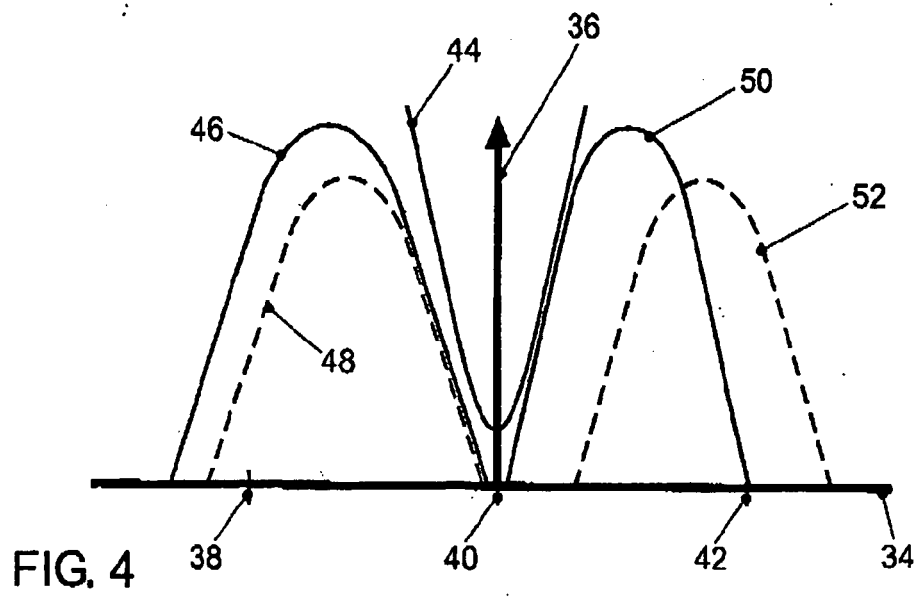


FIG. 3



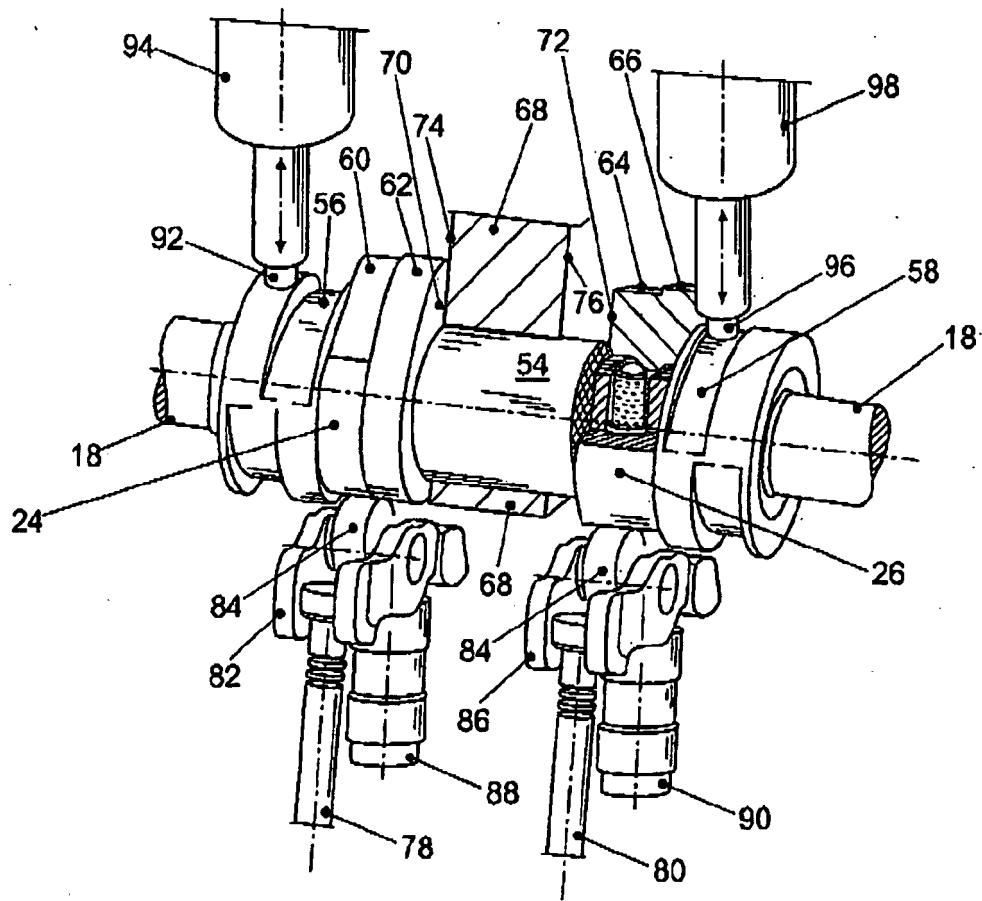


FIG. 6

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 4426557 A1 [0002]
- DE 4230877 [0005]
- DE 19908286 [0005]