



(11) **EP 2 500 533 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.09.2012 Patentblatt 2012/38

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

(21) Anmeldenummer: **12001347.9**

(22) Anmeldetag: **29.02.2012**

(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

(71) Anmelder: **Volkswagen Aktiengesellschaft**
38440 Wolfsburg (DE)

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

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

(54) **Brennkraftmaschine mit gemischter Nockenwelle**

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine, insbesondere Dieselmotor, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit mindestens einem Arbeitszylinder, wobei jedem Arbeitszylinder mindestens zwei Einlassventile (78) und mindestens ein Auslassventil (80) zugeordnet ist, wobei mindestens 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 Versteller (28) angeordnet ist, welcher Ventilsteuerzeiten der dieser gemischten Nockenwelle (18) zugeordneten Ein- und Auslassventile (78, 80) gegenüber den Ventilsteuerzeiten der mindestens einen anderen Nockenwelle (16) wahlweise nach Früh oder Spät verstellt. Hierbei ist mindestens an der gemischten Nockenwelle (18) mindestens ein Nockenträger (54) vorgesehen, 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.

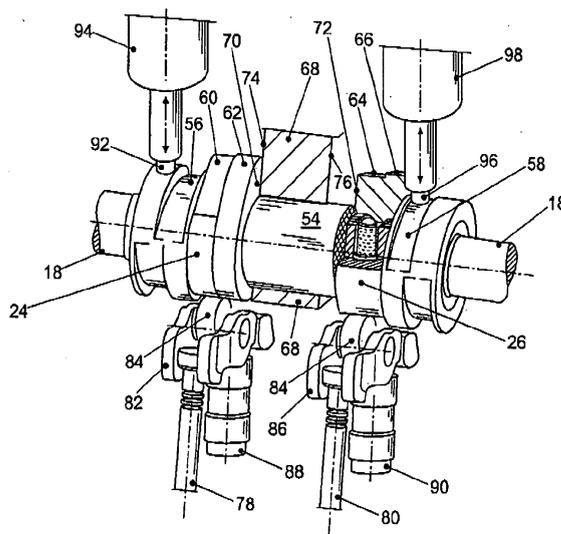


FIG. 6

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 Füllungsachteil, 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 ausschließlich 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 Nockenwelle, 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 Schleppebel 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 Schleppebeln 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 Rillwänden 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 Nocken-träger 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 andererseits axial in beide Richtungen fixiert. Der Mitnehmerstift 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 gesteuert.

[0037] Die auf der zweiten Nockenwelle 18 angeordneten Nockenträger 54 können auf diese Weise individuell durch die zugeordneten Aktoren 94 bzw. 98 zwischen ihren beiden Betriebspositionen zur Hubventilsteuerung verstellt werden. Erfindungsgemäß ist eine derartige Ausbildung der Verstellung der Hubventilsteuerung 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
 5 30 Antrieb erste Nockenwelle 16
 32 Zahnräder
 34 horizontale Achse: Kurbelwinkel
 10 36 vertikale Achse: Hubbewegung
 38 unterer Totpunkt (UT) des Hubkolbens vor dem Ladungswechsel
 15 40 oberer Totpunkt (OT) des Hubkolbens während des Ladungswechsels
 42 unterer Totpunkt (UT) des Hubkolbens nach dem Ladungswechsel
 20 44 erster Graph: Hubbewegung Kolben
 46 zweiter Graph: Hubbewegung Auslassventile erste Nockenwelle 16
 25 48 dritter Graph: Hubbewegung Auslassventile zweite Nockenwelle 18
 30 50 vierter Graph: Hubbewegung Einlassventile erste Nockenwelle 16
 52 fünfter Graph: Hubbewegung Einlassventile zweite Nockenwelle 18
 35 54 Nockenträger
 56 Nut
 40 58 Nut
 60 Nockenlaufbahn
 62 Nockenlaufbahn
 45 64 Nockenlaufbahn
 66 Nockenlaufbahn
 50 68 Nockenwellenlager
 70 Anlagefläche an Stirnfläche der Nocken
 72 Anlagefläche an Stirnfläche der Nocken
 55 74 Anlagefläche des Nockenwellenlagers 68
 76 Anlagefläche des Nockenwellenlagers 68

78	Gaswechselventil / Einlassventil	
80	Gaswechselventil / Auslassventil	
82	Schlepphebel	5
84	Rolle	
86	Schlepphebel	10
88	Spielausgleichselement	
90	Spielausgleichselement	
92	Mitnehmerstift	15
94	Aktor	
96	Mitnehmerstift	20
98	Aktor	

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine, mit mindestens einem Arbeitszylinder, wobei jedem Arbeitszylinder mindestens zwei Einlassventile (78) und mindestens ein Auslassventil (80) zugeordnet ist, wobei mindestens 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 Versteller (28) angeordnet ist, welcher Ventilsteuerzeiten der dieser gemischten Nockenwelle (18) zugeordneten Ein- und Auslassventile (78, 80) gegenüber den Ventilsteuerzeiten der mindestens einen anderen Nockenwelle (16) wahlweise nach Früh oder Spät verstellt, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens an der gemischten Nockenwelle (18) mindestens 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 ge-**

kennzeichnet, 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, 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 (16) 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.

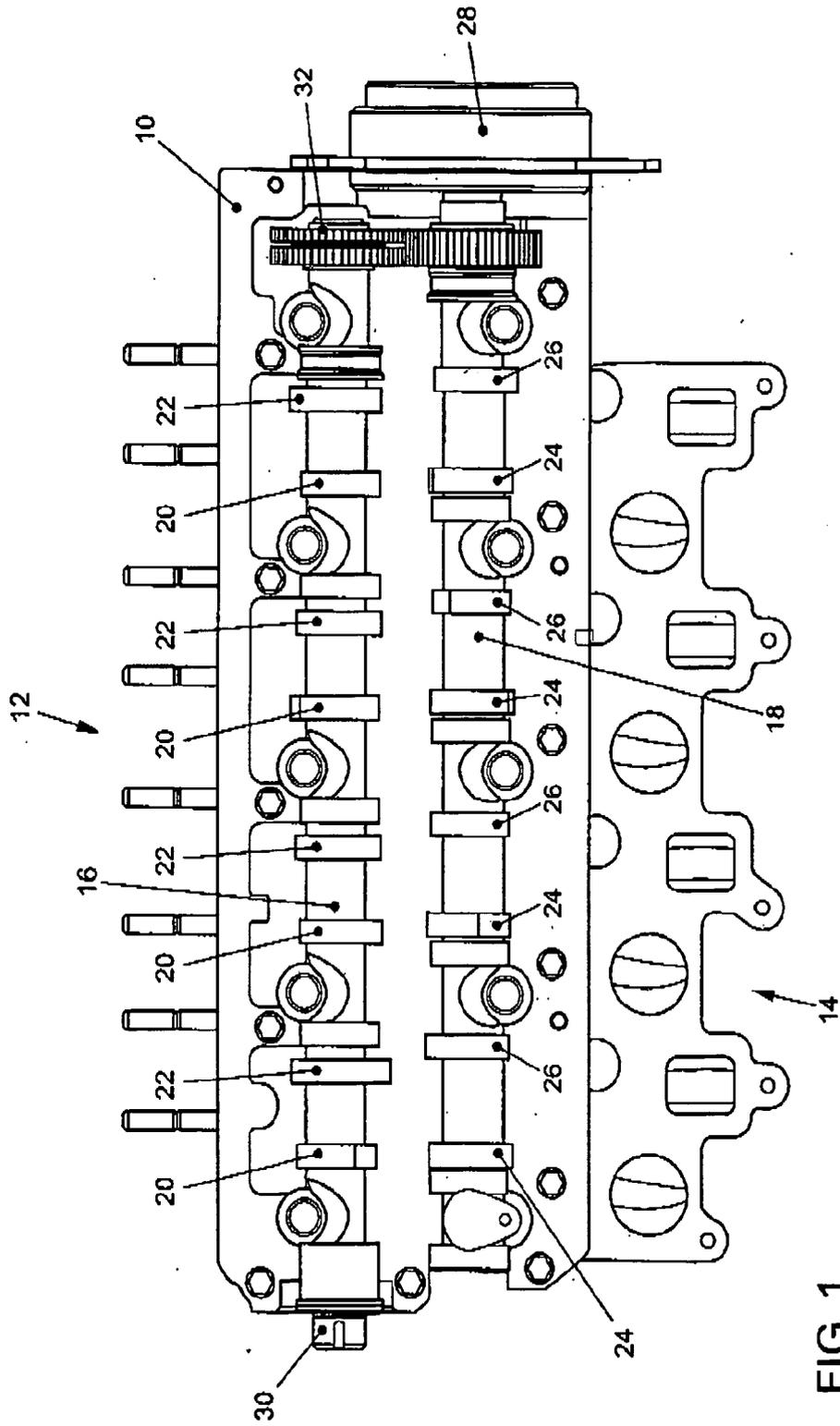


FIG. 1

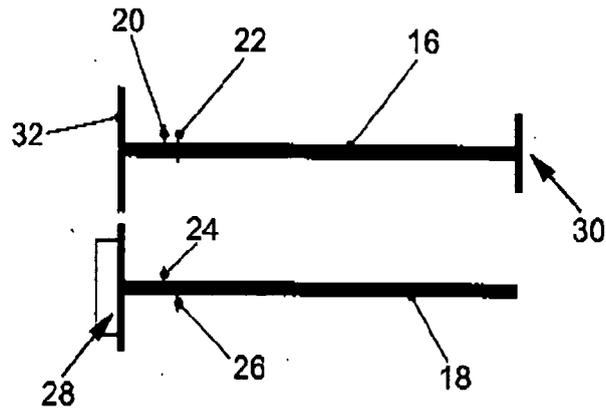


FIG. 2

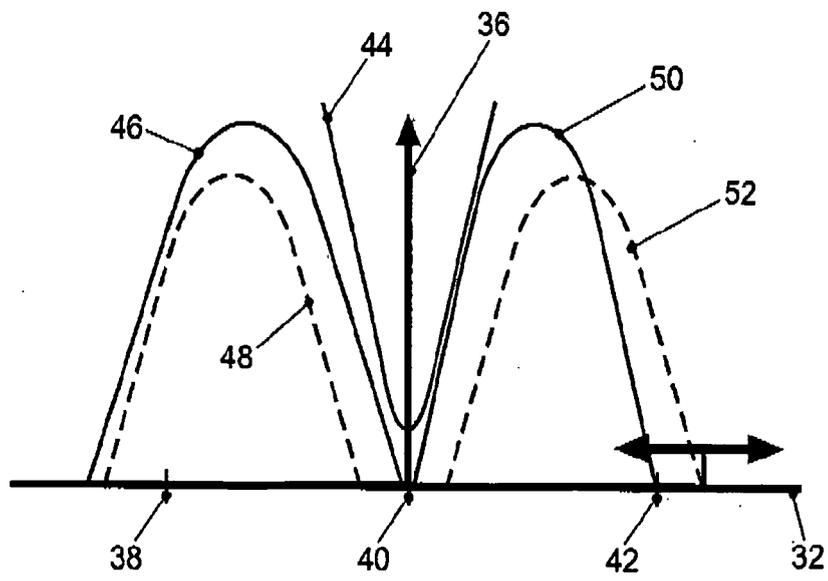
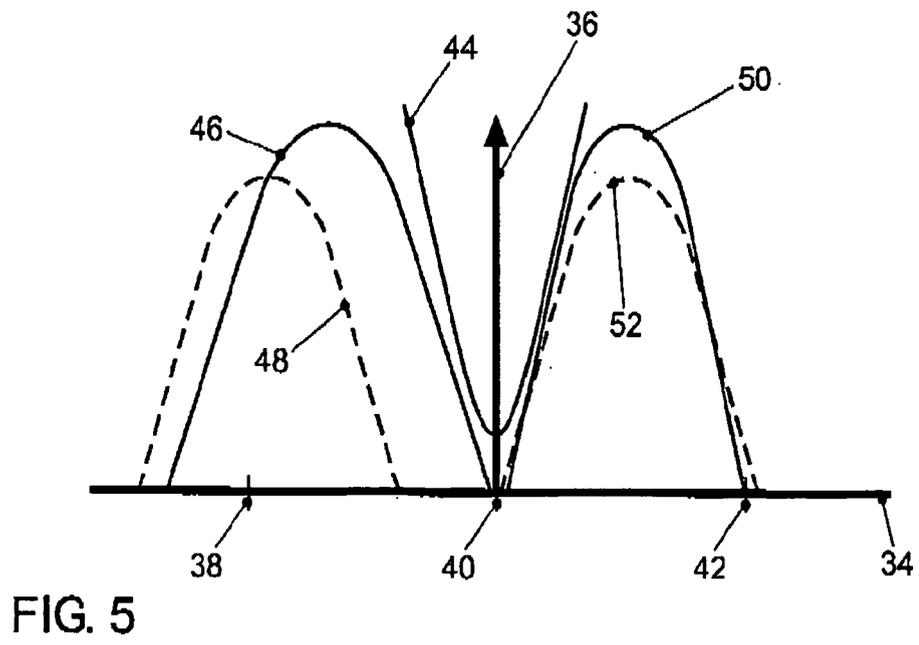
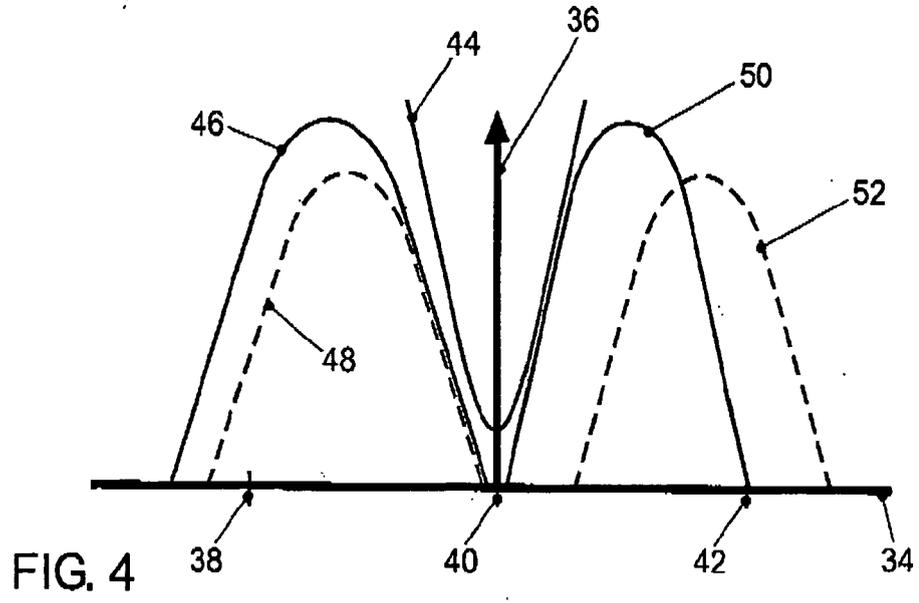


FIG. 3



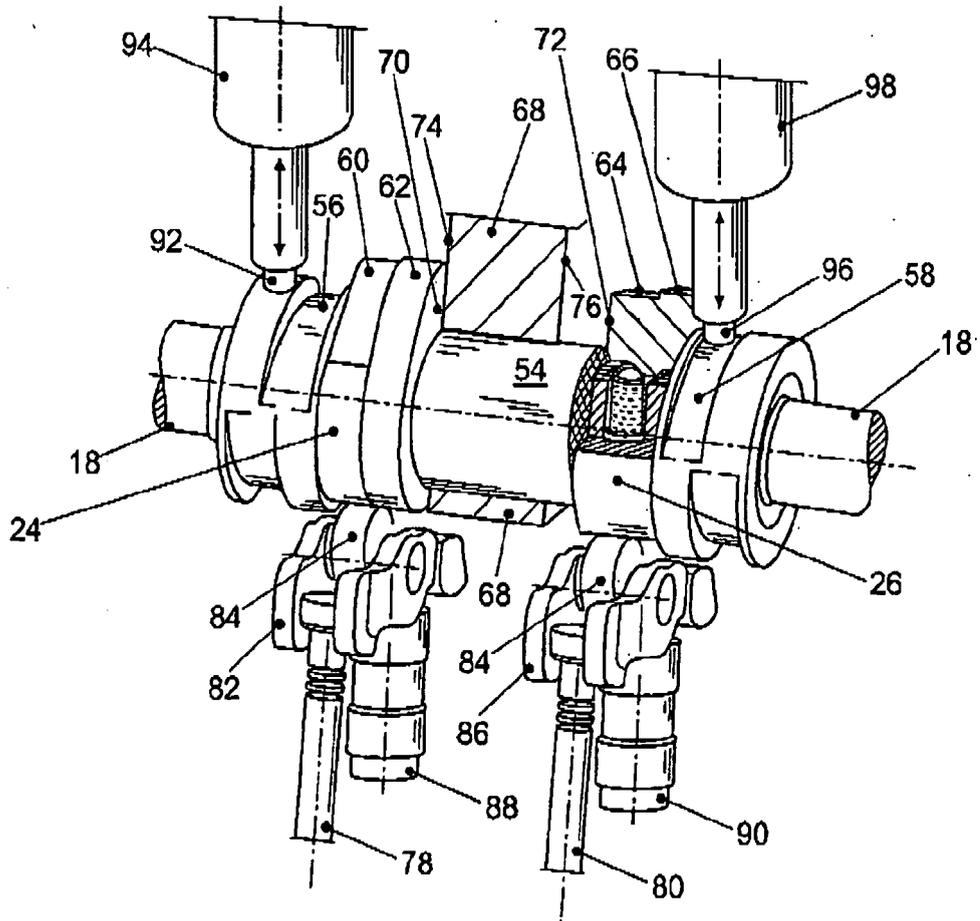


FIG. 6

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]