



(10) **DE 10 2013 017 255 A1** 2015.04.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 017 255.1**

(22) Anmeldetag: **17.10.2013**

(43) Offenlegungstag: **23.04.2015**

(51) Int Cl.: **F01L 1/34 (2006.01)**

F01L 1/047 (2006.01)

(71) Anmelder:

Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

**Römheld, Tilmann, Dipl.-Ing., 71332 Waiblingen,
DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 199 45 525 A1

JP H09- 13 925 A

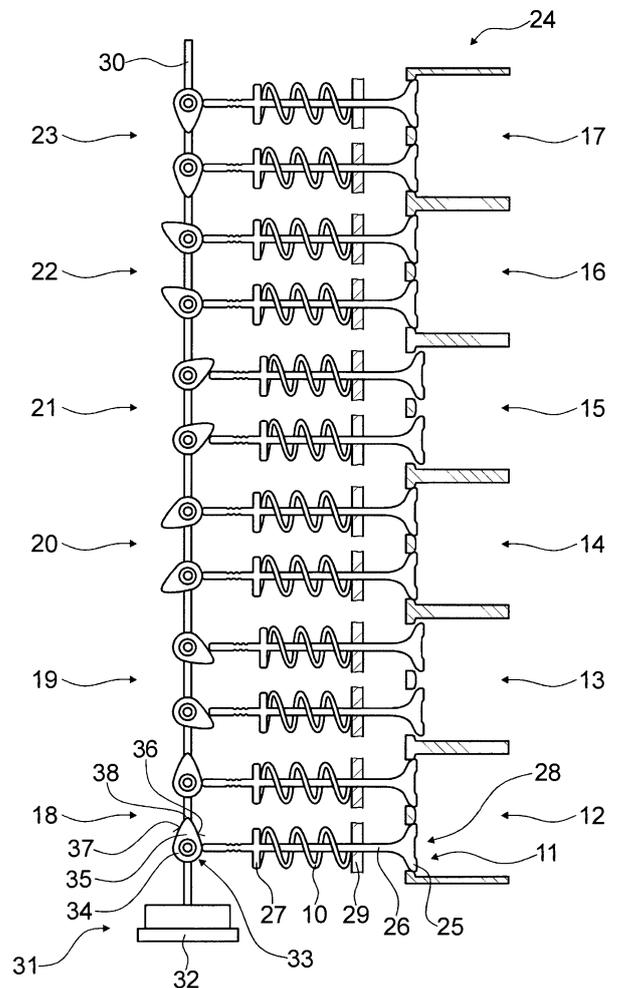
Maschinenübersetzung der JP 09-013925

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Zylinderkopfvorrichtung für eine Brennkraftmaschine**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Zylinderkopfvorrichtung für eine Brennkraftmaschine, mit zumindest zwei Ventilsfedern (10), die eine Vorspannkraft bereitstellen und dazu vorgesehen sind, Gaswechselventile (11) für Arbeitszylinder (12–17) der Brennkraftmaschine zu schließen und/oder geschlossen zu halten, wobei die Ventilsfedern (10) in einem geschlossenen Zustand der Gaswechselventile (11) eine unterschiedliche Vorspannkraft aufweisen, so dass die dadurch entstehenden Wechselmomente eine Phasenverstellung ermöglichen oder verbessern.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zylinderkopfvorrichtung für eine Brennkraftmaschine.

[0002] Es ist bereits eine Zylinderkopfvorrichtung für eine Brennkraftmaschine, mit zumindest zwei Ventildfedern, die eine Vorspannkraft bereitstellen und dazu vorgesehen sind, Gaswechselventile für Arbeitszylinder der Brennkraftmaschine zu schließen und geschlossen zu halten, bekannt.

[0003] Der Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, einen Wirkungsgrad einer Brennkraftmaschine zu erhöhen. Sie wird durch eine erfindungsgemäße Ausgestaltung entsprechend dem Anspruch 1 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0004] Die Erfindung geht aus von einer Zylinderkopfvorrichtung für eine Brennkraftmaschine, mit zumindest zwei Ventildfedern, die eine Vorspannkraft bereitstellen und dazu vorgesehen sind, Gaswechselventile für Arbeitszylinder der Brennkraftmaschine zu schließen und/oder geschlossen zu halten.

[0005] Es wird vorgeschlagen, dass die Ventildfedern verschiedener Gaswechselventile in einem geschlossenen Zustand eine unterschiedliche Vorspannkraft aufweisen. Dadurch kann bei einer Betätigung der Ventile ein Wechselmoment bereitgestellt werden und so ein zusätzlicher Energieaufwand bei einer Verstellung einer Phasenlage von Öffnungszeiten der Gaswechselventile z. B. durch eine ggf. vergrößerte Motorölpumpe kann verringert werden, wodurch ein Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine erhöht werden kann. Eine Verwendung zusätzlicher Teile, die dazu vorgesehen sind, ein Wechselmoment zu erzeugen, kann vermieden werden. Unter einer „Vorspannkraft“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine Kraft verstanden werden, die von den Ventildfedern aufgrund einer Stauchung in geschlossenem Zustand der Gaswechselventile und/oder während einer Grundkreisphase von Nocken zur Betätigung der Gaswechselventile bereitgestellt wird. Unter einem „Wechselmoment“ soll insbesondere ein zeitlich veränderliches Drehmoment verstanden werden, das durch die während einer Nockenwellenumdrehung drehwinkelabhängig veränderliche Vorspannkraft der Ventildfedern bewirkt wird.

[0006] In einer vorteilhaften Ausgestaltung weichen die Vorspannkraften um mindestens 10 Prozent voneinander ab. Dadurch kann eine Amplitude des Wechselmoments vergrößert werden. Eine Charakteristik des Wechselmoments kann angepasst werden. Bevorzugt weichen die Vorspannkraften der Ventildfedern um 20 Prozent und besonders bevorzugt um 30 Prozent voneinander ab.

[0007] Ferner wird vorgeschlagen, dass die Zylinderkopfvorrichtung eine gerade Anzahl von Ventildfedern aufweist, von denen jeweils ein Teil, insbesondere jeweils eine Hälfte, einen gleichen Wert für die Vorspannkraft aufweist. Dadurch kann ein regelmäßiges Wechselmoment erreicht werden. Bevorzugt weicht eine Frequenz des Wechselmoments von Eigenfrequenzen der Brennkraftmaschine ab, wodurch Schwingungen und eine unerwünschte Geräusentwicklung vermieden oder minimiert werden. Unter „jeweils ein Teil“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden werden, dass die Ventildfedern in zumindest zwei Gruppen mit jeweils gleichen Werten für die Vorspannkraft unterteilbar sind.

[0008] In vorteilhafter Weise weist die Zylinderkopfvorrichtung eine Nockenwelle auf, die zu einer Betätigung der Gaswechselventile vorgesehen ist und die durch die Ventildfedern ein Wechselmoment erfährt. Dadurch kann das Wechselmoment vorteilhaft genutzt werden. Unter einer „Nockenwelle“ soll insbesondere eine Welle verstanden werden, die zumindest einen Nocken aufweist, der dazu vorgesehen ist, eine Drehbewegung der Nockenwelle in eine lineare Hubbewegung eines Gaswechselventils umzusetzen. Darunter, dass die Nockenwelle ein „Wechselmoment erfährt“, soll insbesondere verstanden werden, dass zumindest eine Ventildfeder mit dem Gaswechselventil und dem Nocken zusammenwirkt und dadurch das Wechselmoment erzeugt. Insbesondere soll ein positives Wechselmoment gegensinnig zu der Drehbewegung der Nockenwelle orientiert sein.

[0009] Ferner wird vorgeschlagen, dass die Zylinderkopfvorrichtung einen Nockenwellenversteller aufweist, der dazu vorgesehen ist, eine Phasenlage der Nockenwelle gegenüber einer Kurbelwelle zu verstellen. Dadurch kann das Wechselmoment auf den Nockenwellenversteller übertragen und eine Phasenverstellung unterstützt werden. Eine Verstellungsgeschwindigkeit des Nockenwellenverstellers kann erhöht werden. Ein von dem Nockenwellenversteller aufzubringendes Verstellmoment kann minimiert werden. Ein für den Nockenwellenversteller erforderlicher Bauraum kann reduziert werden und vorteilhaft genutzt werden. Der Nockenwellenversteller kann beispielsweise als ein hydraulischer oder als ein elektromechanischer Nockenwellenversteller ausgebildet sein.

[0010] In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die Zylinderkopfvorrichtung eine Steuer- und/oder Regleinheit auf, die dazu vorgesehen ist, eine Verstellung der Phasenlage der Nockenwelle unter Nutzung des Wechselmoments zu steuern. Dadurch kann ein Energieaufwand zur Erzeugung eines erforderlichen Verstellmoments in dem Nockenwellenversteller reduziert und ein Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine erhöht werden. Unter einer „Steuer- und/oder Regleinheit“ soll insbesondere eine Einheit mit zumin-

dest einem Steuergerät verstanden werden. Unter einem „Steuergerät“ soll insbesondere eine Einheit mit einer Prozessoreinheit und mit einer Speichereinheit sowie mit einem in der Speichereinheit gespeicherten Betriebsprogramm verstanden werden. Grundsätzlich kann die Steuer- und/oder Regeleinheit mehrere untereinander verbundene Steuergeräte aufweisen, die vorzugsweise dazu vorgesehen sind, über ein Bus-System, wie insbesondere ein CAN-Bus-System, miteinander zu kommunizieren. Unter einer „Nutzung“ des Wechselsmoments soll insbesondere verstanden werden, dass die Nockenwelle vorzugsweise nach spät verstellt wird, wenn das Wechselsmoment ein lokales Maximum aufweist, und/oder die Nockenwelle nach früh verstellt wird, wenn das Wechselsmoment ein lokales Minimum aufweist.

[0011] Ferner wird vorgeschlagen, dass die Zylinderkopfvorrichtung sechs Ventilgruppen aufweist, die jeweils zumindest eine der Ventildfedern umfassen. Dadurch können Arbeitsgase besonders wirkungsvoll ausgetauscht werden, es kann eine Brennkraftmaschine mit besonders geringer Geräuschkentwicklung bereitgestellt werden. Unter einer „Ventilgruppe“ soll eine Gruppe von Ventildfedern verstanden werden, die einem selben Arbeitszylinder zugeordnet sind und deren zugeordnete Gaswechselventile einheitlich als Auslassventile oder Einlassventile ausgebildet sind, so dass sie im Wesentlichen gleichsinnige Steuerzeiten aufweisen.

[0012] In vorteilhafter Weise sind die Ventilgruppen in einer auf eine Zündfolge bezogenen Reihenfolge angeordnet, bei der jede zweite Ventilgruppe eine gleiche Vorspannkraft aufweist. Dadurch kann ein Wechselsmoment bereitgestellt werden, das beispielsweise von Brennkraftmaschinen mit drei Zylindern bekannt ist. Eine Steuerung des Nockenwellenverstellers kann dadurch besonders kostengünstig bereitgestellt werden. Unter einer „Reihenfolge“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine Anordnung verstanden werden, die der Zündfolge der Arbeitszylinder entspricht, denen die Ventilgruppen jeweils zugeordnet sind. In vorteilhafter Weise folgt in der durch die Reihenfolge gegebenen Anordnung auf eine Ventilgruppe von Ventildfedern mit einer stärkeren Vorspannkraft eine Ventilgruppe von Ventildfedern mit einer schwächeren Vorspannkraft und umgekehrt.

[0013] Ferner wird vorgeschlagen, dass die Ventildfedern unterschiedliche Federkonstanten oder einen unterschiedlichen Vorspannweg aufweisen. Dadurch kann das Wechselsmoment besonders einfach bereitgestellt werden. Unter einer „Federkonstanten“ soll ein Quotient aus einer bei einer elastischen Verformung der Verformung entgegenwirkenden Spannkraft und einer die Verformung charakterisierenden Längenänderung verstanden werden. Bevorzugt sind die Ventildfedern als Spiralfedern ausgebildet und die

Federkonstante wird durch eine Formgebung, beispielsweise eine Anzahl und/oder einen Querschnitt von Windungen, und/oder durch Materialeigenschaften wie eine Steifigkeit bestimmt.

[0014] Ferner wird eine Zylinderbank für ein Kraftfahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Zylinderkopfvorrichtung vorgeschlagen, mit sechs in Reihe angeordneten Arbeitszylindern. Bei einem Betrieb einer solchen Zylinderbank kann eine Amplitude des Wechselsmoments besonders vorteilhaft vergrößert werden und ein von dem Nockenwellenversteller aufzubringendes Verstellmoment um einen besonders großen Betrag verringert werden. Es kann eine Brennkraftmaschine mit hohem Fahrkomfort und hohem Wirkungsgrad bereitgestellt werden. Unter einer Zylinderbank soll insbesondere ein Bereich eines Motorblocks einer Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug verstanden werden, in dem Arbeitszylinder der Brennkraftmaschine angeordnet sind, die dazu vorgesehen sind, über eine selbe Kurbelwelle ein Drehmoment für einen Antrieb des Kraftfahrzeugs bereitzustellen. Es ist denkbar, dass alle Zylinder der Brennkraftmaschine in einer einzigen Zylinderbank angeordnet sind.

[0015] Ferner wird eine Brennkraftmaschine mit zumindest einer solchen Zylinderbank vorgeschlagen. Die Brennkraftmaschine kann insbesondere als ein Reihenmotor mit sechs Zylindern in einer Zylinderbank oder als ein V-Motor mit zwölf Zylindern in zwei Zylinderbänken ausgebildet sein.

[0016] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Figurenbeschreibung. In den **Fig. 1** und **Fig. 2** ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Figuren, die Figurenbeschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0017] Dabei zeigen:

[0018] **Fig. 1** eine schematische Darstellung einer Zylinderkopfvorrichtung und

[0019] **Fig. 2** eine Projektion von Nocken einer Nockenwelle der Zylinderkopfvorrichtung.

[0020] Die **Fig. 1** und **Fig. 2** zeigen eine Brennkraftmaschine mit einer Zylinderbank **24**. Die Zylinderbank **24** umfasst sechs in Reihe angeordnete Arbeitszylinder **12–17**. Die Zylinderbank **24** umfasst ferner eine Zylinderkopfvorrichtung mit Ventildfedern **10a** bzw. **10b**, die eine Vorspannkraft bereitstellen und dazu vorgesehen sind, Gaswechselventile **11** für die Arbeitszylinder **12–17** der Zylinderbank **24** zu schließen oder geschlossen zu halten.

[0021] Die Gaswechselventile **11** sind jeweils analog zueinander ausgebildet, weshalb im Folgenden nur ein erstes Gaswechselventil **11** näher beschrieben wird (vgl. **Fig. 1**). Das Gaswechselventil **11** umfasst einen kreisscheibenförmigen Kopf **25**, einen bolzenförmigen Schaft **26** und einen kreisscheibenförmigen Federteller **27**. Der Kopf **25**, der Schaft **26** und der Federteller **27** sind fest miteinander verbunden. Der Kopf **25** und der Schaft **26** sind einstückig miteinander ausgebildet. Das Gaswechselventil **11** ist entlang einer Achse des Schafts **26** verschiebbar in einem Gehäuse der Brennkraftmaschine gelagert. Der Arbeitszylinder **13** weist für das Gaswechselventil **11** eine kreisrunde Öffnung **28** auf, die einen Reaktionsraum des Arbeitszylinders **13** mit einem von dem Gehäuse ausgebildeten Gas austauschkanal verbindet. Das Gehäuse weist an einem Rand der Öffnung **28** einen ringförmigen Ventilsitz auf. In einem geschlossenen Zustand des Gaswechselventils **11** ist ein Rand des Kopfes **25** des Gaswechselventils **11** in Kontakt mit dem Ventilsitz und verschließt die Öffnung **28** gegenüber dem Gas austauschkanal.

[0022] Dem Gaswechselventil **11** ist eine Ventilfeeder **10** der Zylinderkopfvorrichtung zugeordnet. Die Ventilfeeder **10** ist räumlich zwischen einem von dem Gehäuse ausgebildeten Federsitz **29** und dem Federteller **27** des Gaswechselventils **11** angeordnet. Die Ventilfeeder **10** ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel als eine Schraubenfeder ausgebildet. In einem geschlossenen Zustand des Gaswechselventils **11** ist ein Abstand zwischen dem Federsitz **29** und dem Federteller **27** kleiner als eine Erstreckung der Ventilfeeder **10** in einem entspannten Zustand, wodurch die Ventilfeeder **10** gestaucht wird. Die Ventilfeeder **10** ist in dem geschlossenen Zustand des Gaswechselventils **11** vorgespannt und stellt zwischen dem Federsitz **29** und dem Federteller **27** eine Vorspannkraft bereit. Die Vorspannkraft entspricht einer Schließkraft, mit welcher der Kopf **25** mittels des Schafts **26** auf den Ventilsitz gedrückt wird.

[0023] Die Zylinderkopfvorrichtung umfasst eine Nockenwelle **30**, die bei einer Drehung der Nockenwelle **30** ein Wechselmoment durch die Ventilfeeder **10** erfährt. Die Zylinderkopfvorrichtung umfasst ferner einen Nockenwellenversteller **31** mit einem Antrieb **32**. Die Nockenwelle **30** ist zu einer Betätigung der Gaswechselventile **11** der Brennkraftmaschine vorgesehen. Die Nockenwelle **30** weist mehrere Nocken **33** auf und ist drehbar in einem Gehäuse der Brennkraftmaschine gelagert. Der Antrieb **32** des Nockenwellenverstellers **31** ist mit einer nicht näher dargestellten Kurbelwelle der Brennkraftmaschine zur Übertragung einer Drehbewegung gekoppelt und an einem Ende der Nockenwelle **30** angeordnet.

[0024] Der Nockenwellenversteller **31** ist dazu vorgesehen, ein auf die Nockenwelle **30** übertragenes Verstellmoment bereitzustellen, wodurch eine Pha-

senlage der Nockenwelle **30** gegenüber dem Antrieb **32** und der Kurbelwelle verstellbar wird. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Nockenwellenversteller **31** als ein hydraulischer Nockenwellenversteller **31** ausgebildet. Der Nockenwellenversteller **31** umfasst einen Stator, der drehfest mit dem Antrieb **32** verbunden ist und einen Rotor, der drehfest mit der Nockenwelle **30** verbunden ist. Der Stator weist mehrere in einer Umlaufrichtung versetzt zueinander angeordnete Hydraulikkammern auf. Der Stator ist als ein Flügelkolben ausgebildet. Er weist mehrere axial ausgerichtete Flügel auf. Eine Anzahl der Flügel entspricht einer Anzahl der Hydraulikkammern. Jeweils ein Flügel ragt in eine Hydraulikkammer und unterteilt sie in eine jeweils erste Druckzelle und eine jeweils zweite Druckzelle. In einem Betriebszustand des Nockenwellenverstellers **31** wird je nach Verstellrichtung die jeweils erste Druckzelle oder die jeweils zweite Druckzelle mit Druck beaufschlagt, wodurch ein Verstellmoment erzeugt wird, das den Rotor gegenüber dem Stator verstellt.

[0025] Die Nockenwelle **30** weist für jedes zu betätigende Gaswechselventil **11** einen Nocken **33** auf. Die Nocken **33** sind entlang einer Drehachse der Nockenwelle **30** hintereinander angeordnet. Die Nocken **33** sind mit den Gaswechselventilen **11** gekoppelt. Die Nocken **33** sind im wesentlichen analog zueinander ausgebildet, weshalb im Folgenden nur ein erster Nocken **33** näher beschrieben wird, der dem ersten Gaswechselventil **11** zugeordnet ist. Der Nocken **33** weist einen zylindrischen Grundkörper **34** und eine einstückig mit dem Grundkörper **34** ausgebildete Erhebung **35** in einer radialen Richtung auf. Die Erhebung **35** ist dazu vorgesehen, eine Drehbewegung der Nockenwelle **30** in eine lineare Hubbewegung eines Gaswechselventils **11** umzusetzen, wodurch der Kopf **25** des Gaswechselventils **11** die Öffnung **28** des Arbeitszylinders **12** zeitweise freigibt. Die Erhebungen der einem selben Arbeitszylinder zugeordneten Nocken weisen die im wesentlichen gleiche radiale Richtung auf. Es ist auch denkbar, dass die Erhebungen der einem selben Arbeitszylinder zugeordneten Nocken entlang eines Umfangs der Nockenwelle **30** gegeneinander phasenversetzt angeordnet sind.

[0026] Die Erhebung **35** des Nockens **33** weist eine steigende Flanke **36** und eine fallende Flanke **37** und an einer maximalen radialen Erstreckung einen Scheitel **38** auf. Der Scheitel **38** verbindet die steigende Flanke **36** mit der fallenden Flanke **37**. Die Erhebung **35** ist dazu vorgesehen, mit dem Schaft **26** des entsprechenden Gaswechselventils **11** zusammenzuwirken. Es ist denkbar, dass die Erhebung **35** mittelbar, beispielsweise mittels eines getrennt vom Schaft **26** ausgebildeten Nockenfolgers, mit dem Schaft **26** zusammenwirkt. **Fig. 1** zeigt schematisch, wie die Erhebung **35** des Nockens **33** mit dem Schaft **26** des zugeordneten Gaswechselventils **11** zusammenwirkt. In einem Betriebszustand der Zylinderkopf-

vorrichtung dreht sich die Nockenwelle **30** und die steigende Flanke **36** der Erhebung **35** des Nockens **33** kommt bei einem entsprechenden Drehwinkel in der Regel über einen zwischengeschalteten und hier nicht dargestellten Nockenfolger, z. B. Tasse, Rollenschlepphebel mit einem Ende des Schafts **26** des Gaswechselventils **11** in Wirkkontakt. Die Erhebung **35** übt eine Kraft auf den Schaft **26** aus, wodurch das Gaswechselventil **11** in Richtung der Achse des Schafts **26** teilweise in den Reaktionsraum des Arbeitszylinders **12** hineingeschoben wird. Der Kopf **25** des Gaswechselventils **11** löst sich von dem Ventilsitz und gibt die Öffnung **28** frei. Eine Öffnungszeit des Gaswechselventils **11** beginnt.

[0027] Die Vorspannkraft der Ventildfeder **10** wirkt der durch die Erhebung **35** auf den Schaft **26** ausgeübten Kraft entgegen, wodurch ein Drehmoment auf die Nockenwelle **30** übertragen wird. Das Drehmoment wirkt an der steigenden Flanke zunächst gegensinnig zu der Drehung der Nockenwelle **30**. Der Wert des Drehmoments verändert sich mit dem Drehwinkel der Nockenwelle **30**. Sobald der Scheitel **38** der Erhebung **35** das Ende des Schafts **26** passiert, schiebt die Ventildfeder **10** das Gaswechselventil **11** in eine entgegengesetzte Richtung. Die Ventildfeder **10** wirkt in Richtung der Verschiebung und durch den Wirkkontakt des Schafts **26** mit dem Nocken **33** wird weiterhin ein Drehmoment auf die Nockenwelle **30** übertragen. Das Drehmoment wirkt gleichsinnig zu der Drehung der Nockenwelle **30**. Schließlich kommt der Kopf **25** des Gaswechselventils **11** wieder in Kontakt mit dem Ventilsitz und verschließt die Öffnung **28**. Die Öffnungszeit des Gaswechselventils **11** endet.

[0028] Die Änderung einer Größe und/oder eines Drehsinns des von den Ventildfedern **10** auf die Nockenwelle **30** ausgeübten Drehmoments ergibt ein Wechselmoment. Die Nockenwelle **30** erfährt das Wechselmoment durch die Ventildfeder **10** während der Hubbewegung des Gaswechselventils **11**. Das Wechselmoment weist eine Amplitude auf, die insbesondere von der Vorspannkraft der Ventildfeder **10** bestimmt wird. Wechselmomente, die über die einzelnen Nocken **33** auf die Nockenwelle **30** wirken, addieren sich zu einem gesamten Wechselmoment.

[0029] Die Nocken **33**, die unterschiedlichen Arbeitszylindern **12–17** zugeordnet sind, sind gegeneinander entlang des Umfangs der Nockenwelle **30** entsprechend der Zündfolge gleichmäßig versetzt angeordnet (vgl. **Fig. 2**). Die Hubbewegungen und damit die Öffnungszeiten überlappen sich, wodurch sich eine Schwankung des durch die Ventildfedern **10** auf die Nockenwelle **30** ausgeübten Drehmoments vermindert, d. h. eine Amplitude des gesamten Wechselmoments wird verkleinert. Diese Verminderung wird zumindest teilweise dadurch aufgehoben, dass die Ventildfedern **10a** bzw. **10b** durch geeignete Verteilung eine unterschiedliche Vorspannkraft aufweisen.

Ein Teil der Ventildfedern **10a** weist eine größere Vorspannkraft auf als ein weiterer restlicher Teil der Ventildfedern **10b**. Die größere Vorspannkraft ist größer als die mindestens erforderliche Kraft, um das Gaswechselventil **11** aufgrund von Gas- und Massenkräften geschlossen zu halten. Die größere Vorspannkraft ist um z. B. 30 Prozent größer als die kleinere Vorspannkraft. Der Teil der Ventildfedern **10** mit der größeren Vorspannkraft weist eine größere Federkonstante auf.

[0030] Bei einer Hubbewegung eines Gaswechselventils **11**, dem eine Ventildfeder **10** mit der größeren Vorspannkraft zugeordnet ist, erfährt die Nockenwelle **30** ein größeres Drehmoment als bei einer Hubbewegung eines Gaswechselventils **11**, dem eine Ventildfeder **10** mit dem kleineren Drehmoment zugeordnet ist. Dadurch erhöht sich die Amplitude des gesamten Wechselmoments.

[0031] Die Zylinderkopfvorrichtung weist eine Steuer- und Regeleinheit auf, die dazu vorgesehen ist, eine Verstellung der Phasenlage der Nockenwelle **30** unter Nutzung des Wechselmoments zu steuern. Die Steuer- und Regeleinheit ist steuerungstechnisch mit dem Nockenwellenversteller **31** verbunden. Zeitpunkte für eine Verstellung der Nockenwelle **30** sind auf einen zeitlichen Verlauf des Wechselmoments abgestimmt. Die Steuer- und Regeleinheit löst eine Verstellung nach spät aus, wenn das Wechselmoment ein lokales Maximum erreicht. Die Steuer- und Regeleinheit löst eine Verstellung nach früh aus, wenn das Wechselmoment ein lokales Minimum erreicht. Ein erforderlicher Maximaldruck in den Druckzellen des Nockenwellenverstellers **31** wird dadurch verringert.

[0032] Der Teil der Ventildfedern **10** mit der größeren Vorspannkraft umfasst in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Hälfte der Ventildfedern **10**. Grundsätzlich ist es auch denkbar, dass ein kleinerer Teil der Ventildfedern **10** die größere Vorspannkraft aufweist oder lediglich die einem einzigen Arbeitszylinder zugeordneten Ventildfedern eine größere Vorspannkraft aufweisen.

[0033] Die von der Nockenwelle **30** zu betätigenden Gaswechselventile **11** sind als Auslassventile ausgebildet. Grundsätzlich ist es auch denkbar, dass die von der Nockenwelle **30** zu betätigenden Gaswechselventile **11** als Einlassventile ausgebildet sind, oder dass die Nockenwelle **30** sowohl Nocken **33** aufweist, die zur Betätigung von Einlassventilen vorgesehen sind, als auch Nocken **33**, die zur Betätigung von Auslassventilen vorgesehen sind.

[0034] Die Zylinderkopfvorrichtung weist sechs Ventilgruppen **18–23** auf, die jeweils zwei Ventildfedern umfassen, die dazu vorgesehen sind, Gaswechselventile eines selben Arbeitszylinders **12–17** zu schlie-

ßen und/oder geschlossen zu halten (vgl. **Fig. 1**). Entsprechend sind je zwei Gaswechselventile und die entsprechenden Nocken einem Arbeitszylinder **12–17** zugeordnet. Es ist denkbar, dass die Brennkraftmaschine eine größere Zahl von Gaswechselventilen **11** pro Arbeitszylinder **12–17** aufweist oder jeweils lediglich ein Gaswechselventil **11** pro Arbeitszylinder **12–17**. Drei der Ventilgruppen umfassen Ventildfedern, welche die größere Vorspannkraft aufweisen.

[0035] Die Ventilgruppen **18–23** sind in einer auf eine Zündfolge bezogenen Reihenfolge angeordnet, bei der jede zweite Ventilgruppe eine gleiche Vorspannkraft aufweist. Die Reihenfolge entspricht einer Zündfolge der Arbeitszylinder **12–17** der Brennkraftmaschine und sie entspricht einer Anordnung der den jeweiligen Arbeitszylindern **12–17** zugeordneten Nocken **33** bezüglich einer Ausrichtung der Erhebungen **35** der Nocken **33**. Bezogen auf eine axiale Richtung von dem Antrieb **32** der Nockenwelle **30** her gesehen entspricht die Reihenfolge der Ventilgruppen **18–23** einer Anordnung, bei der auf die Ventilgruppe **18** die Ventilgruppe **22** folgt, auf die die Ventilgruppe **20** folgt, auf die die Ventilgruppe **23** folgt, auf die die Ventilgruppe **19** folgt, auf die die Ventilgruppe **21** folgt. **Fig. 2** zeigt eine Projektion **39** der Nocken **33** auf eine Ebene senkrecht zu der Drehachse der Nockenwelle **30**. Es ergibt sich eine sternförmige Anordnung der Erhebungen **35** der Nocken **33**. Für einen gegebenen Drehwinkel weisen die Erhebungen **35** der einem ersten Arbeitszylinder **12** zugeordneten Nocken **33** nach oben. Die Erhebungen der einem fünften Arbeitszylinder **16** zugeordneten Nocken und der einem dritten Arbeitszylinder **14** zugeordneten Nocken weisen einen Versatz um 60 Grad und 120 Grad entgegen der Drehrichtung **40** der Nockenwelle **30** auf. Die Erhebungen der einem sechsten Arbeitszylinder **17**, einem zweiten Arbeitszylinder **13** und einem vierten Arbeitszylinder **15** zugeordneten Nocken **33** weisen einen Versatz um 180 Grad, 240 Grad und 300 Grad entgegen der Drehrichtung **40** der Nockenwelle **30** auf. Die Erhebungen von jeweils in der Reihenfolge benachbart angeordneten Nocken sind um 60 Grad gegeneinander versetzt, wodurch sich Projektionen **39** der Erhebungen überlappen. Die Projektionen **39** bilden einen regelmäßigen dichten sechsstrahligen Stern aus.

[0036] In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist bezogen auf die Reihenfolge jede zweite Ventilgruppe Ventildfedern mit der größeren Vorspannkraft auf, d. h. die Ventilgruppen **22, 23, 21** weisen Ventildfedern mit der größeren Vorspannkraft auf. Dadurch weist das auf die Nockenwelle **30** ausgeübte Wechselmoment einen zeitlichen Verlauf auf, der einem zeitlichen Verlauf eines Wechselmoments entspricht, das auf eine Nockenwelle in einer Zylinderbank mit drei Arbeitszylindern ausgeübt wird. Es ist auch denkbar, dass die Ventildfedern der Ventilgruppen **22, 23,**

21 die kleinere Vorspannkraft und die Ventildfedern der Ventilgruppen **18, 20, 19** die größere Vorspannkraft aufweisen.

[0037] **Fig. 1** zeigt schematisch Ventilpositionen der Gaswechselventile **11** bei einem gegebenen Drehwinkel der Nockenwelle **30**. Die Nockenwelle **30** dreht sich nach rechts in einer Richtung von dem Antrieb **32** der Nockenwelle **30** her gesehen. Die dem ersten Arbeitszylinder **12** zugeordneten Gaswechselventile sind geschlossen, die Erhebungen der den Gaswechselventilen zugeordneten Nocken sind nicht in Kontakt mit den Schäften der entsprechenden Gaswechselventile. Die Gaswechselventile für den dritten Arbeitszylinder **14**, für den fünften Arbeitszylinder **16** und für den sechsten Arbeitszylinder **17** sind ebenfalls geschlossen. Die Erhebungen der den Gaswechselventilen zugeordneten Nocken sind jeweils nicht in Kontakt mit den Schäften der entsprechenden Gaswechselventile. Die Erhebungen der Nocken, die dem zweiten Arbeitszylinder zugeordnet sind, sind mit ihren absteigenden Flanken in Kontakt mit den Schäften der dem zweiten Arbeitszylinder **13** zugeordneten Gaswechselventile. Die Spannkraft der Ventildfedern einer zweiten Ventilgruppe führt zu einem gleichsinnig zu der Drehbewegung der Nockenwelle **30** orientierten Drehmoment. Die Erhebungen der Nocken, die dem vierten Arbeitszylinder **15** zugeordnet sind, sind mit ihren aufsteigenden Flanken in Kontakt mit den Schäften der dem vierten Arbeitszylinder **15** zugeordneten Gaswechselventile. Die Spannkraft der Ventildfedern einer vierten Ventilgruppe **21** führt zu einem gegensinnig zu der Drehbewegung der Nockenwelle **30** orientierten Drehmoment. Das resultierende Gesamtdrehmoment ist zu dem gegebenen Drehwinkel aufgrund von Reibung und aufgrund der größeren Federkonstanten der Ventildfedern der vierten Ventilgruppe **21** gegenüber den Federkonstanten der Ventildfedern der zweiten Ventilgruppe **19** gegensinnig zu der Drehbewegung der Nockenwelle **30** orientiert.

Bezugszeichenliste

| | |
|-----------|------------------|
| 10 | Ventildfeder |
| 11 | Gaswechselventil |
| 12 | Arbeitszylinder |
| 13 | Arbeitszylinder |
| 14 | Arbeitszylinder |
| 15 | Arbeitszylinder |
| 16 | Arbeitszylinder |
| 17 | Arbeitszylinder |
| 18 | Ventilgruppe |
| 19 | Ventilgruppe |
| 20 | Ventilgruppe |
| 21 | Ventilgruppe |
| 22 | Ventilgruppe |
| 23 | Ventilgruppe |
| 24 | Zylinderbank |
| 25 | Kopf |

| | |
|----|------------------------|
| 26 | Schaft |
| 27 | Federteller |
| 28 | Öffnung |
| 29 | Federsitz |
| 30 | Nockenwelle |
| 31 | Nockenwellenversteller |
| 32 | Antrieb |
| 33 | Nocken |
| 34 | Grundkörper |
| 35 | Erhebung |
| 36 | Flanke |
| 37 | Flanke |
| 38 | Scheitel |
| 39 | Projektion |
| 40 | Drehrichtung |

Patentansprüche

1. Zylinderkopfvorrichtung für eine Brennkraftmaschine, mit zumindest zwei Ventildfedern (10), die eine Vorspannkraft bereitstellen und dazu vorgesehen sind, Gaswechselventile (11) für Arbeitszylinder (12–17) der Brennkraftmaschine zu schließen und/oder geschlossen zu halten, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventildfedern (10) in einem geschlossenen Zustand der Gaswechselventile (11) eine unterschiedliche Vorspannkraft aufweisen, so dass die dadurch entstehenden Wechsellmomente eine Phasenverstellung ermöglichen oder verbessern.

2. Zylinderkopfvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorspannkraften um mindestens 10 Prozent voneinander abweichen.

3. Zylinderkopfvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine gerade Anzahl von Ventildfedern (10), von denen jeweils ein Teil einen gleichen Wert für die Vorspannkraft aufweist.

4. Zylinderkopfvorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch eine Nockenwelle (30), die zu einer Betätigung der Gaswechselventile (11) vorgesehen ist und die durch die Ventildfedern (10) ein Wechsellmoment erfährt.

5. Zylinderkopfvorrichtung nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch einen Nockenwellenversteller (31), der dazu vorgesehen ist, eine Phasenlage der Nockenwelle (30) gegenüber einer Kurbelwelle zu verstellen.

6. Zylinderkopfvorrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine Steuer- und/oder Regeleinheit, die dazu vorgesehen ist, eine Verstellung der Phasenlage der Nockenwelle (30) unter Nutzung des Wechsellmoments zu steuern.

7. Zylinderkopfvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch sechs

Ventilgruppen (18–23), die jeweils zumindest eine der Ventildfedern 10 umfassen.

8. Zylinderkopfvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventilgruppen (18–23) in einer auf eine Zündfolge bezogenen Reihenfolge angeordnet sind, bei der jede zweite Ventilgruppe eine gleiche Vorspannkraft aufweist.

9. Zylinderkopfvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventildfedern 10 unterschiedliche Federkonstanten aufweisen.

10. Zylinderbank für ein Kraftfahrzeug mit einer Zylinderkopfvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit sechs in Reihe angeordneten Arbeitszylindern (12–17).

11. Brennkraftmaschine mit zumindest einer Zylinderbank (24) nach Anspruch 10.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

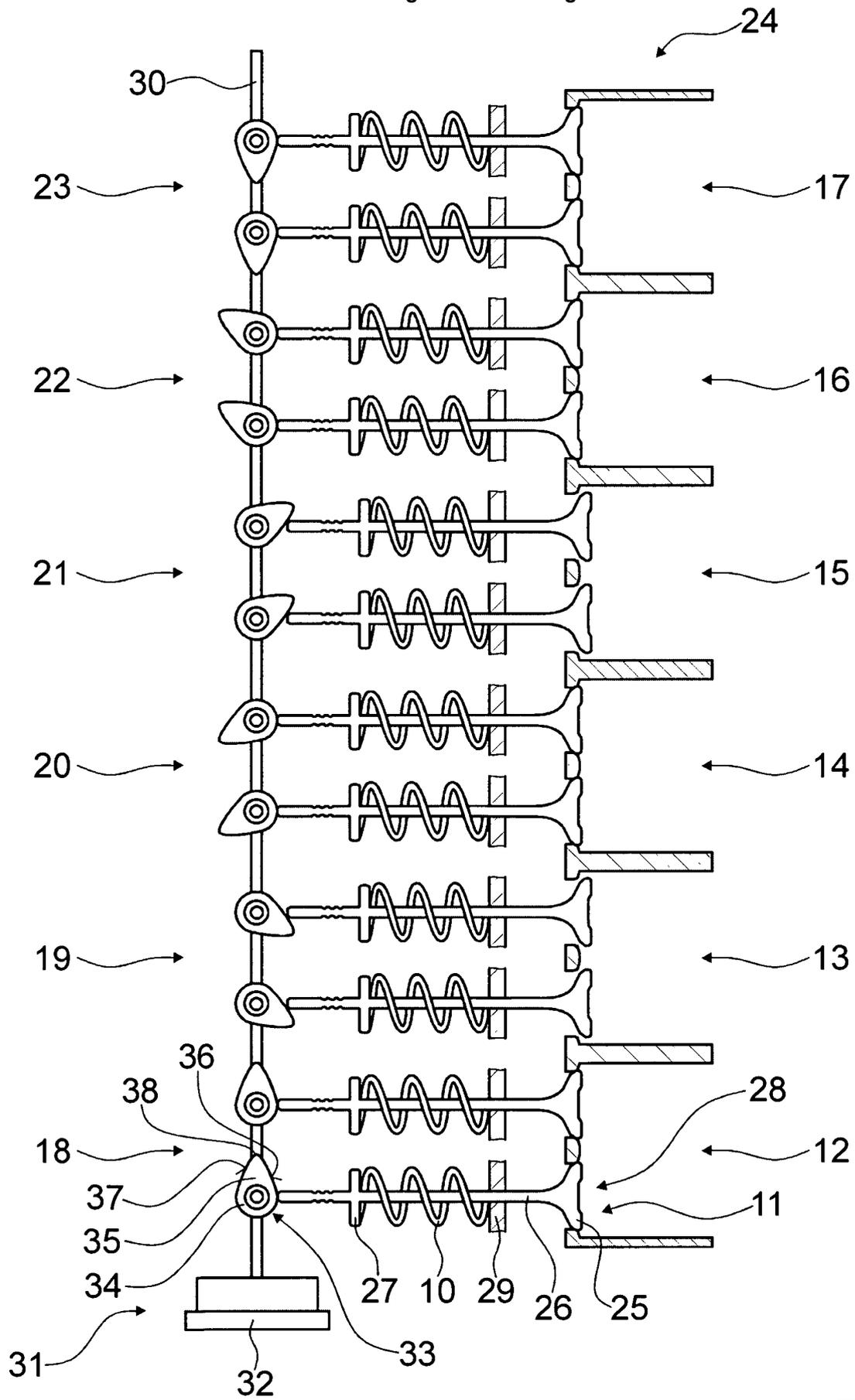


Fig. 1

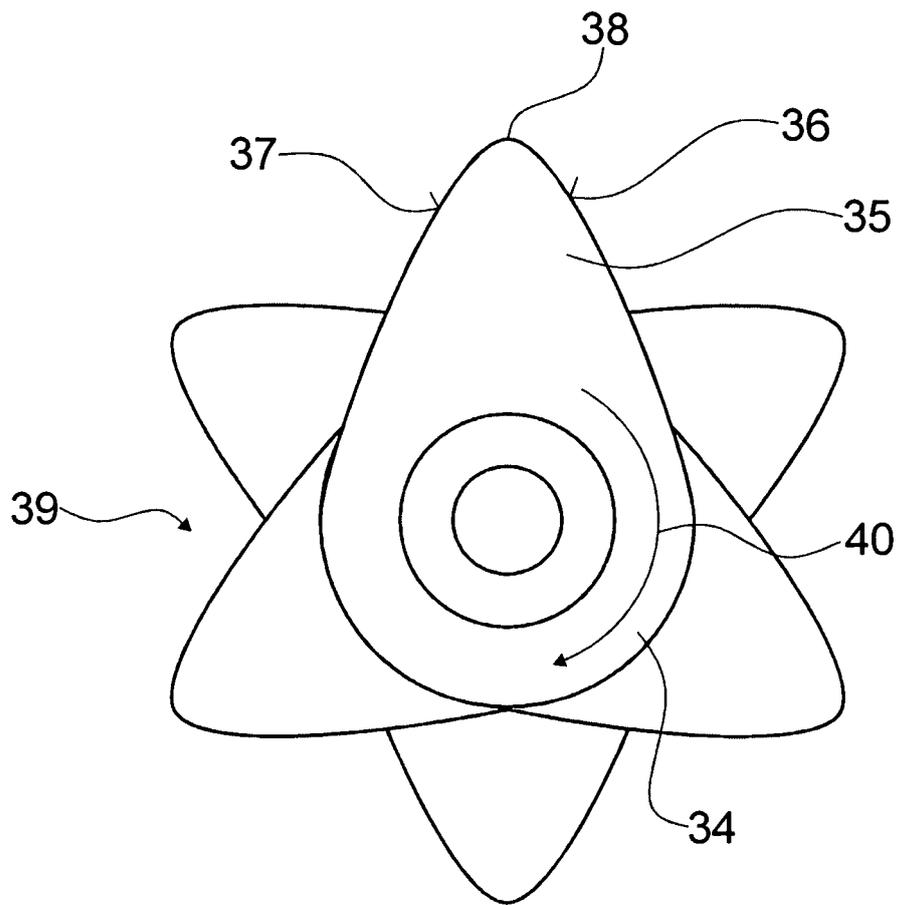


Fig. 2