



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **197 16 274.6**

(51) Int Cl.: **F02B 75/18 (2006.01)**

(22) Anmelddatag: **18.04.1997**

(43) Offenlegungstag: **30.10.1997**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **24.05.2012**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(66) Innere Priorität:
196 16 030.8 **23.04.1996**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

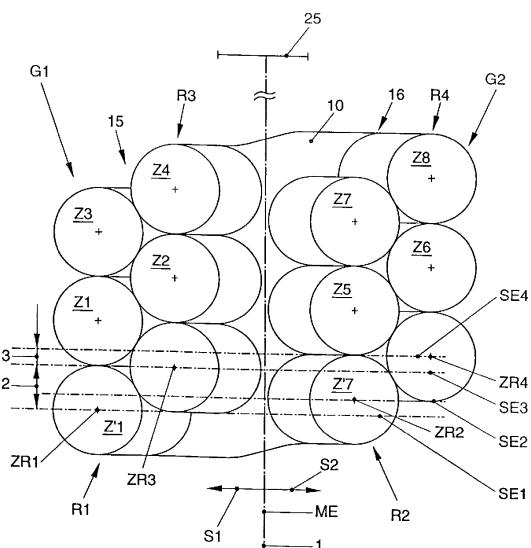
FR	1 430 302	A
FR	1 024 825	A
US	1 407 336	A

(73) Patentinhaber:
Volkswagen AG, 38440, Wolfsburg, DE

(72) Erfinder:
Metzner, Frank, Dr., 38444, Wolfsburg, DE;
Deutsch, Hermann, 38448, Wolfsburg, DE; Meyer-
Hessing, Frank, Dr., 30459, Hannover, DE

(54) Bezeichnung: **Hubkolben-Brennkraftmaschine**

(57) Hauptanspruch: Hubkolben-Brennkraftmaschine mit einer ersten und einer zweiten V-förmig zueinanderstehenden Reihe (R1 und R2) von Zylindern, welche entlang einer der Reihen (R1, R2) gegenüber den Zylindern der anderen Reihe (R2, R1) in Längsrichtung der Brennkraftmaschine versetzt angeordnet und mit einer gemeinsamen Kurbelwelle (4) verbunden sind, gekennzeichnet durch zwei weitere, V-förmig zueinander stehende dritte und vierte Reihen (R3 und R4) von Zylindern, deren eine (R3) in dem V-Raum (V1) zwischen der ersten und zweiten Reihe (R1 und R2) und deren andere (R4) außerhalb dieses V-Raumes (V1) angeordnet ist und alle Zylinder (Z1 bis Z8) mit der einen Kurbelwelle (4) verbunden sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hubkolben-Brennkraftmaschine mit mehreren, entlang zweier unter einem Winkel zueinanderstehender Reihen von Zylindern gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Eine gattungsgemäße Brennkraftmaschine ist aus DE-Z MTZ Motortechnische Zeitschrift 52, 1991, Nr. 3, Seiten 100 ff bekannt. Der dort beschriebene und von der Anmelderin in Großserie produzierte, sogenannte VR-Motor weist in zwei Reihen zusammengefaßte Zylinder auf, wobei diese beiden Reihen unter einem vergleichsweise engen Gabelwinkel zueinander stehen. Gegenüber bekannten, V-förmigen Brennkraftmaschinen mit vergleichsweise großem Gabelwinkel bietet diese Zylinderanordnung den Vorteil, daß lediglich ein einziges Zylinderkurbelgehäuse mit allen darin in einem Block vereinigten Zylindern sowie lediglich ein allen Zylindern gemeinsamer Zylinderkopf benötigt wird. Durch den Versatz der beiden Zylinderreihen in Längsrichtung zueinander liegt die Baulänge eines solchen VR-Motors mit z.B. 6 Zylindern nur unwesentlich über der eines konventionellen 4-zylindrigem Reihenmotors, wobei jedoch gegenüber 6-zylindrigem, klassischen V-Brennkraftmaschinen eine erheblich geringere Baubreite beansprucht wird.

[0003] Die Zylinderbänke dieses Motors weisen einen Gabelwinkel von 15° zueinander auf und die jeweils drei Zylinderachsen einer Zylinderreihe liegen in einer gemeinsamen Ebene, welche sich in einem Abstand von 12,5 mm unterhalb der Kurbelwelle schneiden. Dieser geschränkte Kurbeltrieb führt zu einer weiteren Verkürzung des Motors.

[0004] Bezuglich der Geometrie des Kurbeltriebes und der verwendeten Kurbelwellenkröpfungslagen sowie der Zündfolgen sei auf die DE-Z MTZ, Motortechnische Zeitschrift 51, 1990, Nr. 10 verwiesen, welche sich detailliert mit diesem VR-Motorkonzept auseinandersetzt und dabei auch Vorschläge bezüglich der Verwendung von einer, zwei oder drei Nockenwellen im gemeinsamen Zylinderkopf zur Betätigung von jeweils zwei oder vier Ventilen je Brennraum unterbreitet.

[0005] Zur Erzielung einer möglichst kompakten Zylinderanordnung hat es neben dem bereits zitierten VR-Konzept bereits weitere Lösungsansätze gegeben.

[0006] So ist aus dem DE-Buch Luftgekühlte Fahrzeugmotoren, Mackerle, Jehlicka, Moebus, Frankische Verlagsbuchhandlung Stuttgart, Seite 509, ein 16-zylindriger Motor mit H-förmiger Zylinderanordnung bekannt geworden. Eine kompakte Anordnung wird hier durch das Übereinanderanordnen von zwei 8-zylindrigen Boxerbrennkraftmaschinen erzielt. Die-

se arbeiten jeweils auf eine eigene Kurbelwelle, welche aneinander gekoppelt einen einwelligen Abtrieb bedienen. Die beiden sich jeweils gegenüberliegenden, 4-Zylindrigen Reihen weisen keinen Längsversatz zueinander auf, da die beiden Pleuel von sich gegenüberliegenden Zylindern durch die Verwendung eines Gabelpleuels auf einen gemeinsamen Hubzapfen der Kurbelwelle arbeiten.

[0007] Aus der gleichen Quelle, Seiten 515 ff ist eine weitere, kompakte Anordnung in X-Form bekannt. Bezuglich einer vertikalen Ebene sind spiegelbildlich zueinander jeweils zwei Reihen von Zylindern V-förmig zueinander angeordnet, welche alle auf einen nicht geschränkten Kurbeltrieb mit einer gemeinsamen Kurbelwelle arbeiten, das heißt alle Zylinder längsachsen schneiden die Kurbelwellenmittellängsachse. Die Kurbelwelle weist lediglich vier Kröpfungen auf, da auf jeden dieser Hubzapfen ein Hauptpleuel mit drei Nebenpleuel arbeitet, das heißt die insgesamt vier Zylinderreihen weisen keinen Längsversatz zueinander auf.

[0008] Eine weitere kompakte Anordnung von mehreren Zylindern einer Brennkraftmaschine in W-Form ist aus der DE-Z sportauto, März 1988, Nr. 3, Seiten 90 ff bekannt. Diese vergleichsweise breit, jedoch kurzbauende Zylinderanordnung weist drei 4-zylindrige Reihen auf, von denen eine mittige in einer vertikalen Ebene liegt, während die anderen beiden V-förmig, mit der ersten Reihe als Winkelhalbierender, angeordnet sind. Die drei Reihen weisen zueinander einen Längsversatz auf, da jeweils drei Zylinder mit ihren Pleueln nebeneinanderliegend auf einen gemeinsamen Hubzapfen der Kurbelwelle arbeiten.

[0009] Problematisch bei einer solchen Anordnung ist die gleichmäßige Versorgung der den Zylindern zugeordneten Brennräume mit Frischgemisch sowie die Abfuhr der Verbrennungsgase, da sich in dem V-Raum auf einer Seite der horizontalen Ebene nur Einlaßkanäle für zwei Zylinderreihen befinden, während auf der anderen Seite in diesem V-Raum die einer der Zylinderreihen zugeordneten Einlaßkanäle und die Auslaßkanäle der anderen Zylinderreihe angeordnet werden müssen.

[0010] Letztendlich ist es aus der DE-Z MTZ Motortechnische Zeitschrift 1940, Heft 2, Seiten 52 und 53 bekannt, zwei V-förmige Brennkraftmaschinen zu einem Doppel-V-Motor derart zusammenzufassen, daß die Winkelhalbierenden der jeweils unter einem Zylinderwinkel von 60° stehenden V-Reihen einen Winkel von 90° zueinander bilden. Die jeweils beiden Reihen eines V-Raumes arbeiten dabei auf eine eigene Kurbelwelle.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Hubkolben-Brennkraftmaschine mit mehreren, unter einem Winkel zueinander ste-

henden und einen Längsversatz zueinander aufweisenden Zylindern derart weiterzubilden, daß unter Beanspruchung eines möglichst geringen Bauraumes eine kompakte Anordnung einer vergleichsweise großen Zylinderanzahl ermöglicht wird. Zugleich soll hierbei eine einwandfreie Zufuhr von Frischluft bzw. des Ableiten der Abgase, sowie ein einwandfreier Antrieb der den Gaswechsel bereitstellenden Gaswechselventile gewährleistet sein.

[0012] Die Lösung dieser Aufgabe gelenkt mit den Merkmalen des Patentanspruches 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0013] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe bei einer gattungsgemäßen Brennkraftmaschine durch eine Anordnung von zwei weiteren, ebenfalls V-förmig zueinanderstehenden Reihen von Zylindern, wobei eine dieser Zylinderreihen in dem V-Raum zwischen der ersten und zweiten Reihe angeordnet ist und die weitere, vierte Reihe außerhalb dieses V-Raumes liegt, wobei die Zylinder aller Reihen auf eine gemeinsame Kurbelwelle arbeiten. Bei geeigneter Wahl der zwischen den einzelnen Reihen liegenden Winkel ist es hierdurch möglich, eine kompakte Anordnung der Zylinder zu erzielen, wodurch insbesondere die Baulänge in Richtung der Kurbelwellenachse kurz gehalten werden kann. Durch die gradzahlige Anzahl der Reihen von Zylindern ist ebenfalls eine symmetrische Anordnung von Leitungen für die Luftzufuhr sowie für Abgase gewährleistet.

[0014] Weiterhin ist hiermit die Grundlage für einen baukastenartigen Aufbau einer Reihe von gleichartigen Brennkraftmaschinen mit unterschiedlicher Zylinderanzahl unter Wahrung der grundsätzlich kompakten Anordnung und unter Beibehaltung von vorhandenen Leitungen gegeben. Hierbei können sowohl gradzahlige wie auch ungradzahlige Zylinderanzahlen in jeder Reihe zur Anwendung kommen.

[0015] In vorteilhafter Ausgestaltung ist zur Erzielung eines vergleichsweise einfachen Aufbaus vorgesehen, daß die zusätzlichen, dritten und vierten Reihen einen Längsversatz zueinander und zu den beiden ersten Reihen von Zylindern aufweisen. Somit können unter Vermeidung von vergleichsweise kompliziert und teuer zu fertigenden Gabelpleueln für alle Zylinder einheitliche Pleuel verwendet werden.

[0016] Bevorzugt ist vorgesehen, daß der zwischen der ersten und zweiten Zylinderreihe und der zwischen der dritten und vierten Zylinderreihe gebildete Gabelwinkel jeweils identisch groß ist und das die durch diesen Gabelwinkel gebildeten V-Räume um einen bestimmten Zylinderwinkel zueinander verdreht angeordnet sind. Dieser Zylinderwinkel ist dabei so gewählt, daß die unter diesem Winkel zueinanderstehenden ersten und dritten bzw. zweiten und

vierten Reihen spiegelsymmetrisch bezüglich der jeweils anderen beiden Reihen zu einer die Kurbelwelle aufnehmenden Mittelebene der Brennkraftmaschine liegen. Unter der Annahme einer senkrecht verlaufenden Mittelebene ergeben sich somit zu beiden Seiten dieser Ebene jeweils V-förmig zueinander angeordnete Zylinderreihen, wobei der Zylinderwinkel innerhalb dieser V-förmigen Reihen vergleichsweise klein gewählt wird.

[0017] In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist gemäß Anspruch 4 vorgesehen, daß der Kurbeltrieb dieser Brennkraftmaschine geschränkt ausgeführt ist, das heißt die Zylinderachsen der beiden Reihen auf einer Seite der Mittelebene schneiden sich bei lotrechter Anordnung der Mittelebene unterhalb dieser und auf der gegenüberliegenden Seite. Hierdurch ist eine weitere Verkürzung der Brennkraftmaschine durch Ineinanderschieben der den jeweils zwei Reihen zugeordneten Zylindern möglich.

[0018] Zur Erzielung von gleichmäßigen Zündabständen auch bei unterschiedlicher Zylinderanzahl kann bei z. B. jeweils zwei Zylindern pro Zylinderreihe, also insgesamt 8 Zylindern, ein sich aus dem Bild der Kurbelwelle ergebender Kurbelstern mit 4 Kröpfungen vorgesehen sein, wobei jede Kröpfung zwei zueinander versetzte Lager für Pleuel aufweist. Auf diese gemeinsame, versetzte Kröpfung arbeiten jeweils die Pleuel von zwei um den Gabelwinkel zueinander versetzter Zylinder der ersten und dritten bzw. zweiten und vierten Reihe.

[0019] Alternativ kann beispielsweise zur Erzielung einer insgesamt 10-zylindrigen Brennkraftmaschine vorgesehen sein, daß zwei der Zylinderreihen jeweils drei Zylinder und die beiden weiteren jeweils zwei Zylinder aufweisen.

[0020] Bevorzugt ist dabei zur Verwendung möglichst gleicher Teile und zur Erzielung einer symmetrischen Anordnung vorgesehen, die Reihen mit der größeren Anzahl von Zylindern um den Gabelwinkel zueinander versetzt anzuordnen.

[0021] In weiterer, vorteilhafter Ausgestaltung kann vorgesehen sein, daß die zu beiden Seiten der Mittelebene liegenden und um den Zylinderwinkel zueinander versetzten Reihen jeweils zu einem zusammenhängenden Zylinderblock zusammengefaßt sind, welcher von einem diesen beiden Reihen gemeinsamen Zylinderkopf abgedeckt sein kann.

[0022] Zur Erzielung einer bauraumoptimalen Anordnung beispielsweise des Steuertriebes der Brennkraftmaschine können die beiden zusammengefaßten Zylinderreihen zu jeder Seite der Mittelebene insgesamt identisch ausgebildet sein, wodurch weitere vorteilhafte Effekte hinsichtlich Bauteilaufwand, Montage etc. erzielbar sind.

[0023] Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem nachfolgend anhand einer Zeichnung näher erläuterten Ausführungsbeispiel.

[0024] Es zeigen:

[0025] [Fig. 1](#) eine schematische Draufsicht auf eine erfundungsgemäße Brennkraftmaschine,

[0026] [Fig. 2](#) eine schematische Seitenansicht zu [Fig. 1](#) des Kurbeltriebes und

[0027] [Fig. 3](#) einen Querschnitt durch eine Brennkraftmaschine.

[0028] Eine im weiteren nur als Brennkraftmaschine bezeichnete Hubkolben-Brennkraftmaschine weist insgesamt vier Reihen R1, R2, R3, R4 von Zylindern auf, wobei jeweils zwei dieser Reihen R1, R3 und R2, R4 auf einer der beiden Seiten S1, S2 einer Mittellebene ME angeordnet sind, welche eine Kurbelwellenachse 1 aufnimmt.

[0029] Die der Seite S1 zugeordnete Reihe R1 und die der Seite S2 zugeordnete Reihe R2 stehen unter einem Gabelwinkel δ_1 V-förmig zueinander und definieren zwischen sich somit einen ersten V-Raum V1.

[0030] In analoger Weise sind die beiden weiteren Zylinderreihen R3 und R4 den Seiten S1 und S2 zugeordnet und stehen unter einem Gabelwinkel δ_2 , einen weiteren V-Raum V2 definierend, zueinander. Somit steht die dritte Reihe R3 in dem ersten V-Raum V1, während die vierte Reihe R4 außerhalb dieses Raumes V1 angeordnet ist.

[0031] Die auf der Seite S1 liegenden Reihen R1 und R3 sind zu einer Gruppe G1 zusammengefaßt, wobei Zylinderachsen ZR1 der ersten Reihe und Zylinderachsen ZR3 der dritten Reihe wiederum unter einem V-förmigen Zylinderwinkel α_{G1} zueinander stehen.

[0032] Die Größe der Gabelwinkel δ_1 und δ_2 ist dabei identisch gewählt ebenso wie die Größe der Zylinderwinkel α_{G1} und α_{G2} , wobei die gesamte Anordnung bezüglich der Mittelebene ME so getroffen ist, daß die Gruppen G1 und G2 jeweils symmetrisch zu dieser Mittelebene ME liegen und dadurch die Reihen R1, R3 bzw. R2, R4 dieser Gruppen G1 bzw. G2 jeweils spiegelsymmetrisch zu dieser Ebene ME angeordnet sind.

[0033] Innerhalb der Gruppen G1 und G2 weisen die Zylinderachsen ZR1 und ZR3 beziehungsweise ZR2 und ZR4 zueinander entlang der Kurbelwellenachse 1 einen identischen Reihenversatz 2 auf.

[0034] Die beiden Gruppen G1 und G2 wiederum weisen entlang dieser Kurbelwellenachse 1 einen Gruppenversatz 3 auf.

[0035] Die Zylinderachsen ZR1 bis ZR4 liegen somit jeweils in einer von vier senkrecht zur Mittelebene ME ausgebildeten Schnittebenen SE1 bis SE4.

[0036] Das Zusammenwirken der einzelnen Zylinder im Kurbeltrieb sei anhand einer 8-zylindrigen Ausführung der Brennkraftmaschine erläutert. Gemäß [Fig. 1](#) sind hierbei die Zylinder Z1 und Z3 der ersten Reihe R1, die Zylinder Z2 und Z4 der dritten Reihe R3, die Zylinder Z5 und Z7 der zweiten Reihe R2 und die Zylinder Z6 und Z8 der vierten Reihe R4 zugeordnet. Eine Kurbelwelle 4 der Brennkraftmaschine weist insgesamt vier Kröpfungen 5, 6, 7, 8 auf und ist in insgesamt fünf Hauptlagern 9 eines Kurbelgehäuses 10 abgestützt. Zur Erzielung einer gleichmäßigen und komfortablen Zündfolge arbeiten jeweils zwei Zylinder mittels der ihnen zugeordneten Pleuel 11 auf eine der Kröpfungen, wobei die beiden Pleuellager 12, 13 einer Kröpfung einen Versatz um einen Differenzwinkel $\Delta\varphi$ aufweisen.

[0037] Die jeweils um den Gruppenversatz 3 zueinander gestaffelten und einem der V-Räume V1 bzw. V2 zugeordneten Zylinder arbeiten auf eine der Kröpfungen. Somit sind die Pleuel 11 der Zylinder Z1 und Z5 mit der Kröpfung 5, die Zylinder Z2 und Z6 mit der Kröpfung 6, die Zylinder Z3 und Z7 mit der Kröpfung 7 und die Zylinder Z4 und Z8 mit der Kröpfung 8 verbunden. Wie aus [Fig. 2](#), rechts ersichtlich, sind die in den Schnittebenen SE1 und SE2 liegenden Pleuel 11 der Zylinder Z1 und Z5 in der Kröpfung 5 um den Gruppenversatz 3 zueinander beabstandet. Zwischen den in der Schnittstelle SE2 und SE4 liegenden Pleueln 11 von Zylinder Z5 und Z6 liegt der, üblicherweise als Zylinderabstand bezeichnete, Reihenversatz 2 vor.

[0038] Der Kurbeltrieb der Brennkraftmaschine ist geschränkt ausgeführt, das heißt die um den Zylinderwinkel α_{G1} bzw. α_{G2} zueinanderstehenden Zylinderachsen ZR1, ZR3 bzw. ZR2, ZR4 schneiden sich nicht mit der Kurbelwellenachse 1. Bezuglich einer die Mittelebene senkrecht entlang der Kurbelwellenachse 1 durchdringenden Querebene QE liegt ein Schnittpunkt SP1 der ersten Gruppe G1 auf der Seite S2 auf der von den Reihen R1 und R3 abgewandten Seite der Querebene QE. Spiegelbildlich bezüglich der Mittelebene ME liegt dazu ein weiterer Schnittpunkt SP2 der zweiten Gruppe G2.

[0039] Aufgrund der Schränkung des Kurbeltriebes fallen die maximalen Strecklagen der Pleuel 11 im oberen bzw. unteren Totpunkt OT bzw. UT nicht mit der jeweiligen Zylinderachse ZR zusammen. Wird der während der Drehung der Kurbelwelle 4 auftretende Kurbelwinkel φ in Anlehnung an einen ungeschränkten Kurbeltrieb von einer Parallelen 13 zur Zylinderachse ZR durch die Kurbelwellenachse 1 ausgezählt, so werden OT und UT bei einem Kurbelwinkelversatz von φ^* erreicht. Aufgrund der Lage der Schnittpunk-

te SP1 und SP2 bezüglich der Querebene QE auf der von den Gruppen G1 bzw. G2 abgewandten Seite stellt sich eine positive oder negative Schränkung ein, so daß der untere Totpunkt UT dem oberen Totpunkt OT nach mehr oder weniger als 180° Kurbelwinkel φ folgt.

[0040] Die gewählte Schränkung ermöglicht ein bauraumoptimierendes Zusammenrücken der Zylinder innerhalb der Gruppen G1 und G2, so daß die jeweiligen Zylinder dieser Gruppen G1 und G2 in einem gemeinsamen Zylinderblock **15** bzw. **16** zusammengegossen werden können. Diese sind jeweils von einem den beiden Zylinderreihen einer Gruppe gemeinsamen Zylinderkopf **17** bzw. **18** überdeckt.

[0041] Das Zusammenspiel der zuvor erläuterten 8-zylindrigen Anordnung sei kurz anhand eines Zahlenbeispieles erläutert. Die Gabelwinkel δ_1 und δ_2 betragen 72° , die Zylinderwinkel α_{G1} und α_{G2} jeweils 15° . Aufgrund der symmetrischen Anordnung zu der Mittelebene ME stellt sich bezüglich der Winkelhalbierenden **19** der Zylinderwinkel α_{G1} und α_{G2} ebenfalls der Gabelwinkel δ_1 bzw. δ_2 ein. Wegen der in zwei Ebenen liegenden vier Kröpfungen **5** bis **8** stellt sich eine Zündfolge zwischen den einzelnen Zylindern im Abstand von 90° Kurbelwinkel φ ein. Bei einer gewählten Zündfolge in der Reihenfolge Z1-Z5-Z4-Z8-Z6-Z3-Z7-Z2, stellen sich die in dem Kurbelstern **20** gemäß [Fig. 2](#), links, anhand von den Zylindern Z1 bis Z8 zugeordneten Pfeilen P1 bis P8, gezeigten Lagen der Zündzeitpunkte ein. Während zwischen Zylinder Z1 und Z5, welche auf die eine gemeinsame Kröpfung **5** arbeiten, mit 90° ein harmonischer Zündabstand gegeben wäre, stellt sich aufgrund des Gabelwinkels δ von 72° ein Differenzwinkel von $\Delta\varphi$ von 18° ein, wobei in diesem Falle beim Zünden des Zylinders Z1 im oberen Totpunkt OT der Zylinder Z5 um den Differenzwinkel $\Delta\varphi$ von 18° nacheilt. Für den in der Zündfolge auf den Zylinder **5** folgenden Zylinder Z4 stehlt sich infolge des gewählten Gabelwinkels δ , des Zylinderwinkels α_G und des Kurbelwinkelversatzes φ^* ein Kurbelwinkel φ von etwa 140° ein. Zum Zündzeitpunkt des Zylinders Z4 eilt der auf der gleichen Kröpfung **8** arbeitende Zylinder Z8 wiederum um den Differenzwinkel $\Delta\varphi$ von 18° nach.

[0042] Alternativ kann bei einer 10-zylindrigen Anordnung auf den Versatz innerhalb der einzelnen Kröpfungen **5** bis **8** verzichtet werden. Hierbei sind den Reihen R3 und R4 jeweils drei Zylinder zugeordnet, während die Reihen R1 und R2 jeweils zwei Zylinder tragen. Während hierbei die zuvor beschriebene spiegelbildliche Anordnung der erwähnten Winkellagen zu der Mittelebene ME erhalten bleibt, ist die Anordnung der Reihen nicht spiegelbildlich, da auf die auf der Seite S1 liegende dreizylindrige Reihe R3 auf der Seite S2 zunächst eine zweizylindrige Reihe R2 folgt.

[0043] Unter der Annahme, daß es sich auch hierbei um eine 4-Takt-Brennkraftmaschine handelt, ist bei einem Gabelwinkel von 72° der Versatz innerhalb der insgesamt 5 Kröpfungen entbehrlich. Zur Erzielung eines gleichmäßigen Zündabstandes von 72° Kurbelwinkel φ liegen die 5 Kröpfungen in insgesamt 5 Ebenen.

[0044] In einer weiteren Alternative mit einer insgesamt 12-zylindrigen Anordnung stellt sich bei einem Gabelwinkel von 72° eines 4-Takt-Motors eine Zündfolge mit einem Abstand von 60° Kurbelwinkel φ ein. Die Kurbelwelle **4** trägt hierbei insgesamt sechs mit einem Versatz um den Differenzwinkel $\Delta\varphi$ versehene Kröpfungen. Unter Annahme des gleichen Gabelwinkels δ von 72° und des Zündabstandes von 60° stellt sich an jeder Kröpfung ein Differenzwinkel $\Delta\varphi$ von 12° ein. Hierbei arbeitet beispielsweise gemäß [Fig. 1](#) ein Zylinder Z'1 der ersten Reihe R1 mit dem siebten Zylinder Z'7 der Reihe R2 auf eine Kröpfung, wobei dann nach dem Zünden von Z'1 in OT der Zylinder Z'7 um den Differenzwinkel $\Delta\varphi$ von 12° voreilt.

[0045] Der Kurbelwelle **4** ist abtriebsseitig ein Schwungrad **25** zugeordnet. Benachbart zu diesem ist ein Kettentrieb zum Antrieb von Nockenwellen **27** und **28** der Gruppe G1 und Nockenwellen **29** und **30** der Gruppe G2 angeordnet. Diese betätigen über Nocken **31** und **32** als Hubventile ausgebildete Einlaßventile **33** und Auslaßventile **34** unter Zwischenschaltung von Rollenschlepphebeln **35**, wobei jedem Zylinder Z1 bis Z8 vier Hubventile zugeordnet sind.

[0046] Die symmetrische und insgesamt vierreihige Anordnung der Zylinder ermöglicht die Ausbildung von völlig symmetrisch und gleichartig gestalteten Atmungswegen zur Frischluftzufuhr sowie eine symmetrische Anordnung von Abgasleitungen.

[0047] Eine Luftansauganlage zur Beatmung der Brennräume **40** der Brennkraftmaschine ist im wesentlichen symmetrisch zur Mittelebene ME und mit oberhalb der Gruppen G1 und G2 ausgebildeten Sammelvolumina **37** und **38** versehen. Verbrennungsluft wird über Saugrohre **41** aus den erwähnten Sammelvolumina **37**, **38** zu Einlaßkanälen **41** geführt, wobei alle Einlaßkanäle **41** einer Gruppe G1 bzw. G2 in je einen Flansch **42** münden, welcher an der Reihe R3 bzw. R2 der Mittelebene ME zugewandt ausgebildet ist. Alle Auslaßkanäle **43** der jeweiligen Gruppe G1 oder G2 sind zu bezüglich der Mittelebene ME außenliegenden Flanschen **44** der Reihen R1 bzw. R4 geführt.

[0048] Die Zylinderblöcke **15** und **16** sind einstückig und materialeinheitlich mit dem Kurbelgehäuse **10** ausgebildet, dessen außenliegende Wandungen **45** im Bereich der Kurbelwellenachse **1** über die Querebene QE gezogen sind.

Patentansprüche

1. Hubkolben-Brennkraftmaschine mit einer ersten und einer zweiten V-förmig zueinanderstehenden Reihe (R1 und R2) von Zylindern, welche entlang einer der Reihen (R1, R2) gegenüber den Zylindern der anderen Reihe (R2, R1) in Längsrichtung der Brennkraftmaschine versetzt angeordnet und mit einer gemeinsamen Kurbelwelle (4) verbunden sind, gekennzeichnet durch zwei weitere, V-förmig zueinander stehende dritte und vierte Reihen (R3 und R4) von Zylindern, deren eine (R3) in dem V-Raum (V1) zwischen der ersten und zweiten Reihe (R1 und R2) und deren andere (R4) außerhalb dieses V-Raumes (V1) angeordnet ist und alle Zylinder (Z1 bis Z8) mit der einen Kurbelwelle (4) verbunden sind.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte und vierte Reihe (R3 und R4) einen Versatz (3) zueinander und die dritte Reihe (R3) zur ersten Reihe (R1) und die vierte Reihe (R4) zur zweiten Reihe (R2) jeweils einen Versatz (2) zueinander aufweisen.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen der ersten und zweiten Reihe (R1 und R2) und der dritten und vierten Reihe (R3 und R4) gebildeten Gabelwinkel (δ_1 und δ_2) identisch groß sind und daß die durch diese Gabelwinkel (δ_1 , δ_2) gebildeten V-Räume (V1, V2) um einen Zylinderwinkel (α_{G1} , α_{G2}) derart zueinander verdreht angeordnet sind, daß die unter diesem Zylinderwinkel (α_{G1}) zueinanderstehende erste und dritte Reihe (R1 und R3) spiegelsymmetrisch bezüglich der dritten und vierten Reihe (R3 und R4) zu einer die Kurbelwelle (4) aufnehmenden Mittelebene (ME) der Brennkraftmaschine liegen.
4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Zylinderachsen (ZR1, ZR3 und ZR2, ZR4) der jeweils auf einer Seite (S1 und S2) der Mittelebene (ME) angeordneten Reihen (R1, R3 und R2, R4) schneiden, wobei die Schnittpunkte (SP1 und SP2) bezüglich einer senkrecht zur Mittelebene (ME) durch die Kurbelwellenachse (1) verlaufenden Querebene (QE) auf der von den Reihen (R1 bis R4) abgewandten Seite dieser Querebene (QE) und auf der gegenüberliegenden Seite (S2 und S1) der Mittelebene (ME) liegen.
5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylinderanzahl ein ganzzahliges Vielfaches der Anzahl der Reihen von Zylindern beträgt und dabei jeweils zwei um den Gabelwinkel (δ_1 , δ_2) zueinander versetzte Zylinder (Z1 und Z5) der ersten und zweiten Reihe (R1 und R2) beziehungsweise (Z2 und Z6) der dritten und vierten Reihe (R3 und R4) mit einer gemeinsamen, versetzten Kröpfung (5 bzw. 6) der Kurbelwelle (4) verbunden sind.
6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zwei (R3, R4) der Reihen eine identische, größere Anzahl von Zylindern aufweisen als die beiden anderen Reihen (R1, R2).
7. Brennkraftmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Reihen (R3, R4) mit der größeren Anzahl um den Gabelwinkel (δ_1 , δ_2) zueinander versetzt sind
8. Brennkraftmaschine nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der zwischen der ersten und der dritten bzw. der zweiten und der vierten Reihe (R1 und R3 bzw. R2 und R4) gebildete Zylinderwinkel (α_{G1} bzw. α_{G2}) vergleichsweise klein gewählt ist, so daß die zu einer ersten Gruppe (G1) zusammengefaßten Zylinder (Z1 bis Z4) der Reihen (R1 und R3) zu einem einstückigen Zylinderblock (15) zusammengefaßt und die anderen Zylinder (Z5 bis Z8) zu einem ebensolchen Zylinderblock (16) einer zweiten Gruppe (G2) zusammengefaßt sind.
9. Brennkraftmaschine nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zwischen der ersten und zweiten Reihe (R1 und R2) bzw. der dritten und vierten Reihe (R3 und R4) ausgebildete Gabelwinkel (δ_1 bzw. δ_2) zwischen 60° und 90° beträgt, vorzugsweise 72° .
10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der zwischen den Zylindern der ersten Reihe (R1) und der dritten Reihe (R3) bzw. der zweiten Reihe (R2) und der vierten Reihe (R4) auftretende Zylinderwinkel (α_{G1} bzw. α_{G2}) zwischen 10° und 20° beträgt, vorzugsweise 15° .
11. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylinderachsen (ZR1, ZR2) der auf eine gemeinsame Kröpfung (5) der Kurbelwelle (4) arbeitenden Zylinder (Z1, Z5) in senkrecht zur Mittelebene (ME) verlaufenden Schnittebenen (SE1, SE2) (legend angeordnet sind, welche in Richtung der Kurbelwellenachse (1) um den Gruppenversatz (3) zueinander beabstandet sind.
12. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylinderachsen (ZR2, ZR4) der jeweils auf eine Kröpfung (5, 6) der Kurbelwelle (4) arbeitenden Zylinder (Z5, Z6) in senkrecht zur Mittelebene (ME) verlaufenden Schnittebenen (SE2, SE4) liegend angeordnet sind, welche um den Reihenversatz (2) zueinander beabstandet sind.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

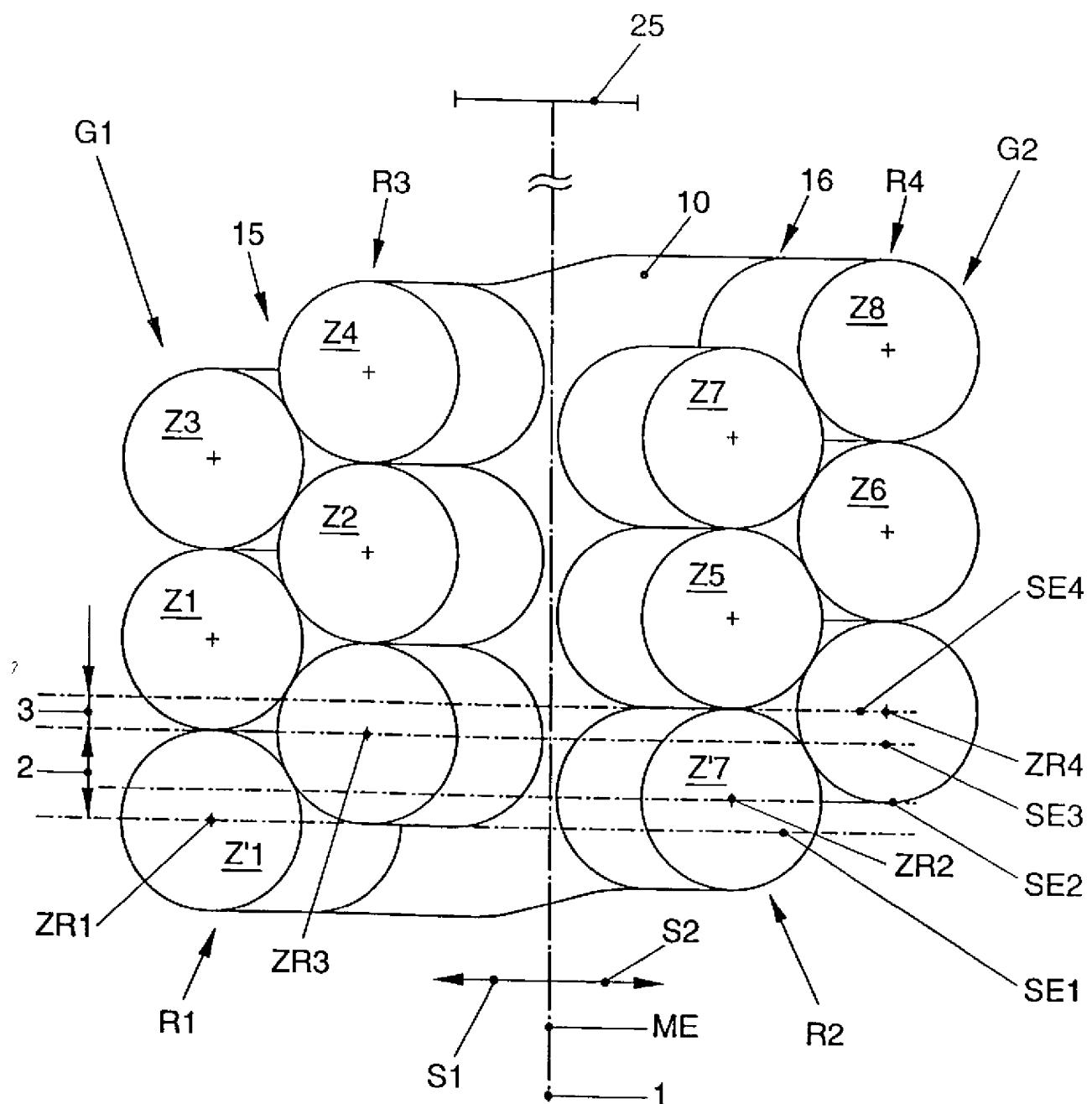


FIG. 1

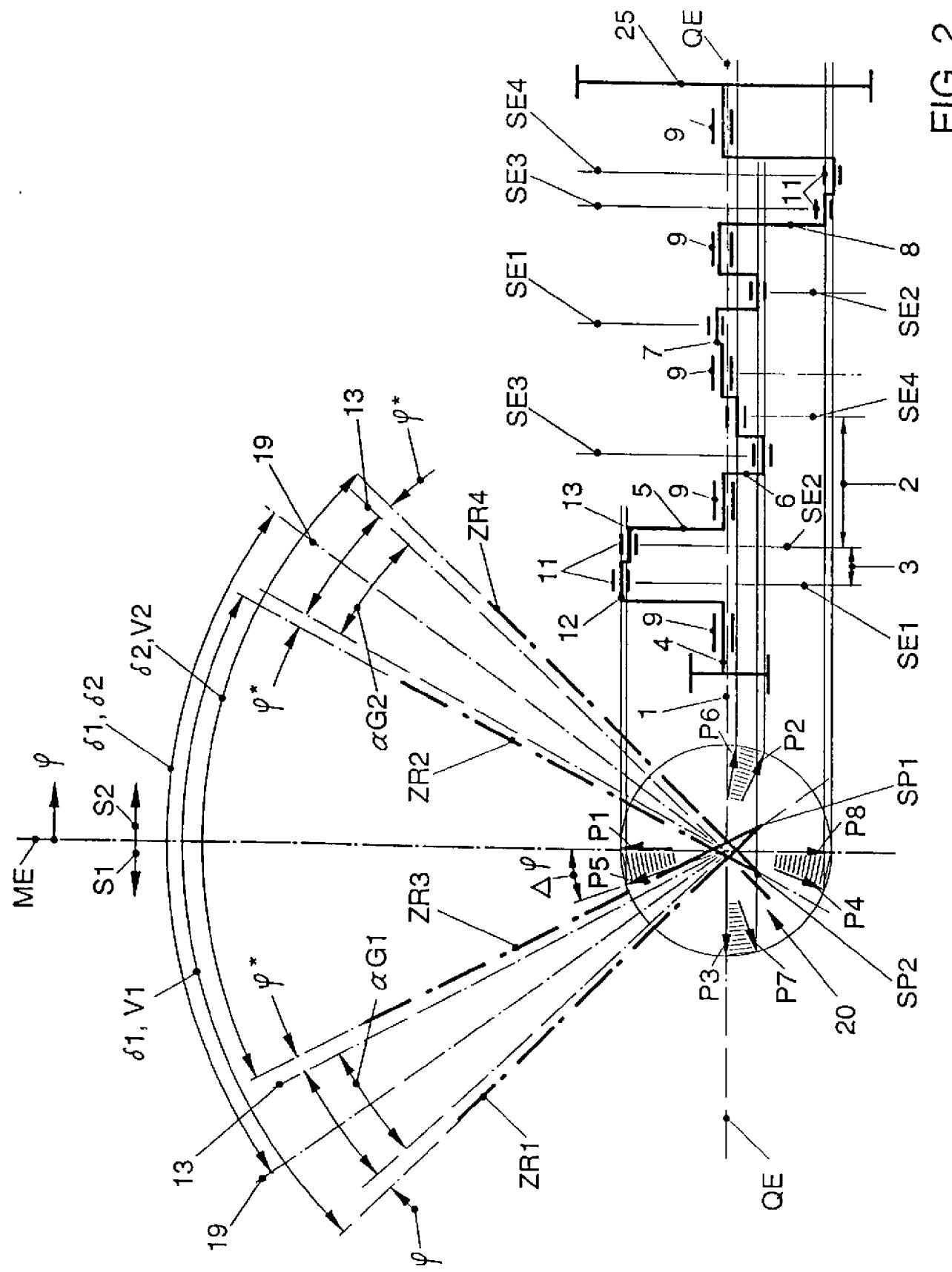


FIG. 2

FIG. 3

