

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : F02B 75/22</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/40267</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 30. Oktober 1997 (30.10.97)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP97/01239</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 12. März 1997 (12.03.97)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 196 16 030.8 23. April 1996 (23.04.96) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; D-38436 Wolfsburg (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DEUTSCH, Hermann [DE/DE]; Bernburger Strasse 27, D-38438 Wolfsburg (DE). METZNER, Frank [DE/DE]; Heinebergweg 26, D-38444 Wolfsburg (DE). MEYER-HESSING, Frank [DE/DE]; Nordfeldstrasse 8, D-30459 Hannover (DE).</p> <p>(74) Anwalt: VON BIEDERSEE, Heidereich; Volkswagen AG, 1770/EZP, D-38436 Wolfsburg (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>

(54) Title: RECIPROCATING INTERNAL COMBUSTION ENGINE

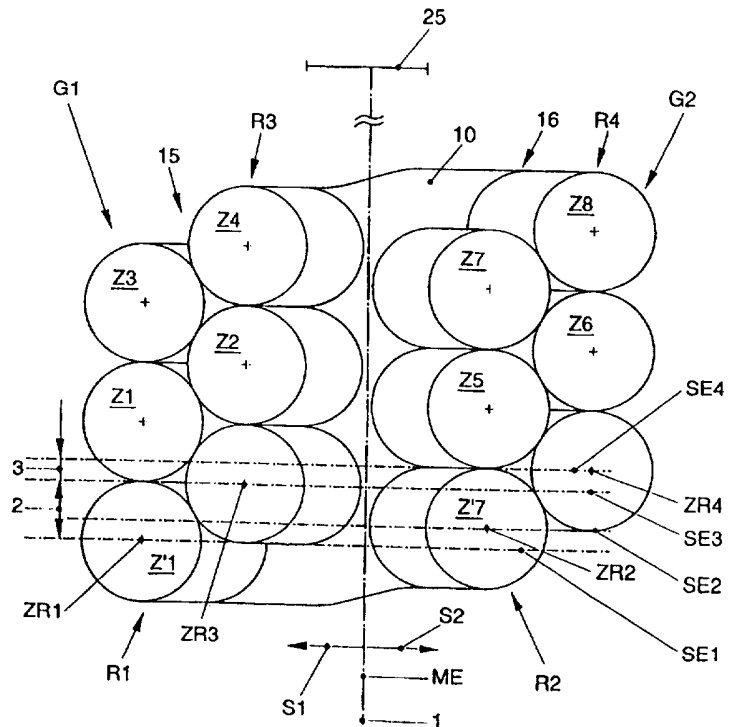
(54) Bezeichnung: HUBKOLBEN-BRENNKRAFTMASCHINE

(57) Abstract

For a compact arrangement of a relatively large number of cylinders (Z1-Z8), the invention proposes that two rows of cylinders (R1, R2) be arranged relative to each other so as to form a V shape, with a third row (R3) situated between rows R1 and R2 and with a fourth row (R4) provided outside the V space between rows R1 and R2, the third and fourth rows (R3, R4) likewise forming a V shape between them and all cylinders (Z1-Z8) of the internal combustion engine working on one and the same crankshaft.

(57) Zusammenfassung

Für eine kompakte Anordnung einer vergleichsweise großen Anzahl von Zylindern (Z1 bis Z8) wird vorgeschlagen, zwischen zwei V-förmig zueinander angeordneten Reihen (R1 und R2) eine dritte Reihe (R3) und außerhalb des zwischen den Reihen (R1 und R2) ausgebildeten V-Raumes eine vierte Reihe (R4) von Zylindern vorzusehen, wobei die dritte und vierte Reihe (R3 und R4) ebenfalls V-förmig zueinander stehen und alle Zylinder (Z1 bis Z8) der Brennkraftmaschine auf eine gemeinsame Kurbelwelle wirken.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Letland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Hubkolben-Brennkraftmaschine

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

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-zylindrigen Reihenmotors, wobei jedoch gegenüber 6-zylindrigen, klassischen V-Brennkraftmaschinen eine erheblich geringere Baubreite beansprucht wird.

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.

Bezüglich 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.

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

So ist aus dem DE-Buch *Luftgekühlte Fahrzeugmotoren*, Mackerle, Jehlicka, Moebus, Franksche 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. Diese 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.

Aus der gleichen Quelle, Seiten 515 ff ist eine weitere, kompakte Anordnung in X-Form bekannt. Bezüglich 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 Zylinderlängsachsen 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.

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.

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.

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.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Hubkolben-Brennkraftmaschine mit mehreren, unter einem Winkel zueinander stehenden 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. das Ableiten der Abgase, sowie ein einwandfreier Antrieb der den Gaswechsel bereitstellenden Gaswechselventile gewährleistet sein.

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

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.

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.

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.

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 daß 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.

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.

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.

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.

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.

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 einer dieser beiden Reihen gemeinsamen Zylinderkopf abgedeckt sein kann.

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.

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

Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine,
Figur 2 eine schematische Seitenansicht zu Figur 1 des Kurbeltriebes und
Figur 3 einen Querschnitt durch eine Brennkraftmaschine.

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 Mittelebene ME angeordnet sind, welche eine Kurbelwellenachse 1 aufnimmt.

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.

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.

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.

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.

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.

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

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

Das Zusammenwirken der einzelnen Zylinder im Kurbeltrieb sei anhand einer 8-zylindrigen Ausführung der Brennkraftmaschine erläutert. Gemäß Figur 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.

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 Figur 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 Schnittebene SE2 und SE4 liegenden Pleueln 11 von Zylinder Z5 und Z6 liegt der, üblicherweise als Zylinderabstand bezeichnete, Reihenversatz 2 vor.

Der Kurbeltrieb der Brennkraftmaschine ist geschränkt ausgeführt, das heißt die um den Zylinderwinkel $\alpha G1$ bzw. $\alpha G2$ zueinanderstehenden Zylinderachsen ZR1, ZR3 bzw. ZR2, ZR4 schneiden sich nicht mit der Kurbelwellenachse 1. Bezüglich 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.

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 Schnittpunkte 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.

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 zusammengelassen werden können. Diese sind jeweils von einem der beiden Zylinderreihen einer Gruppe gemeinsamen Zylinderkopf 17 bzw. 18 überdeckt.

Das Zusammenspiel der zuvor erläuterten 8-zylindrigen Anordnung sei kurz anhand eines Zahlenbeispiels 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 Figur 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 stellt 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.

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.

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.

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 Figur 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.

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.

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.

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.

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 Mittel-*

ebene (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) liegend 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.

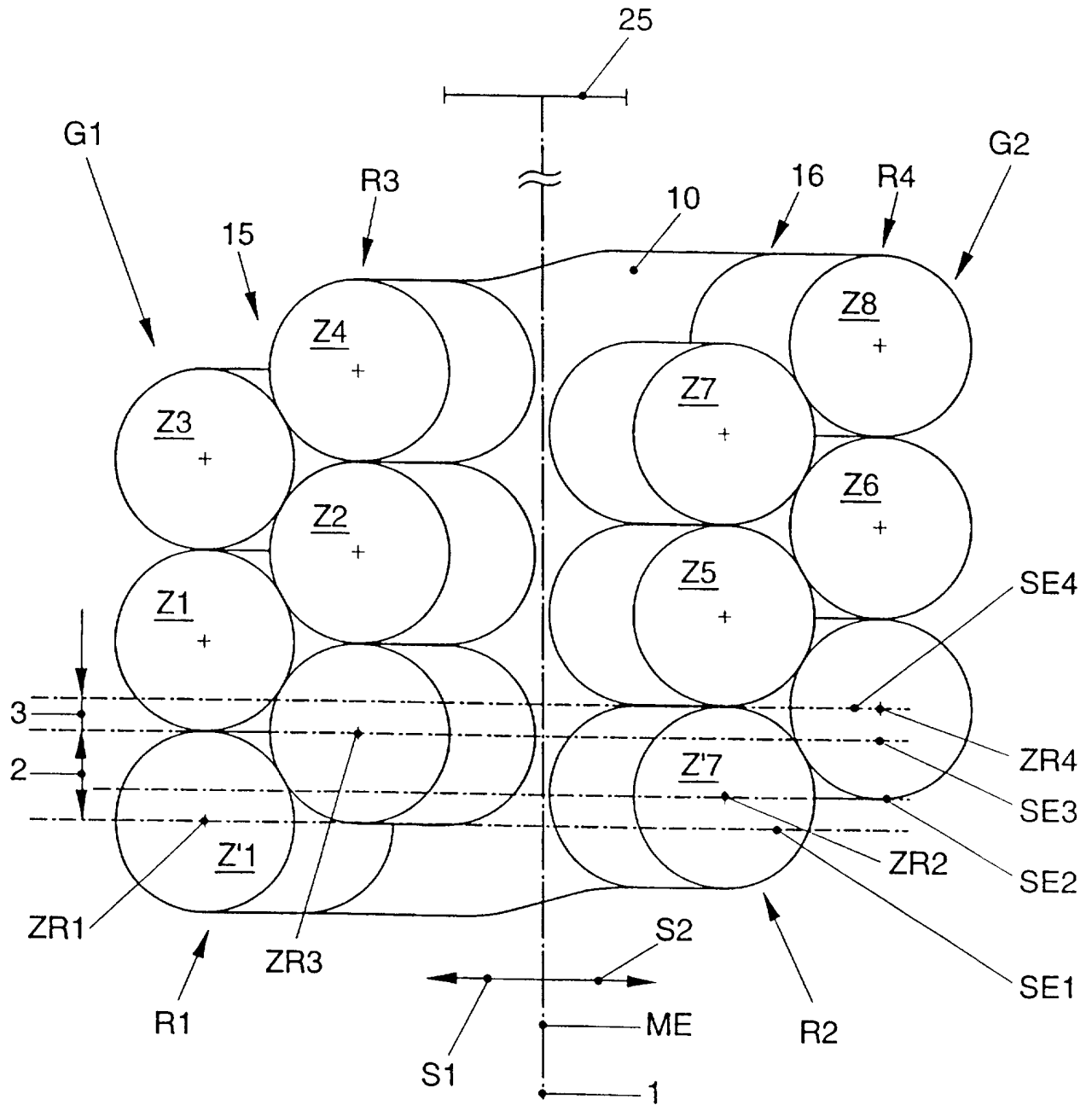


FIG. 1

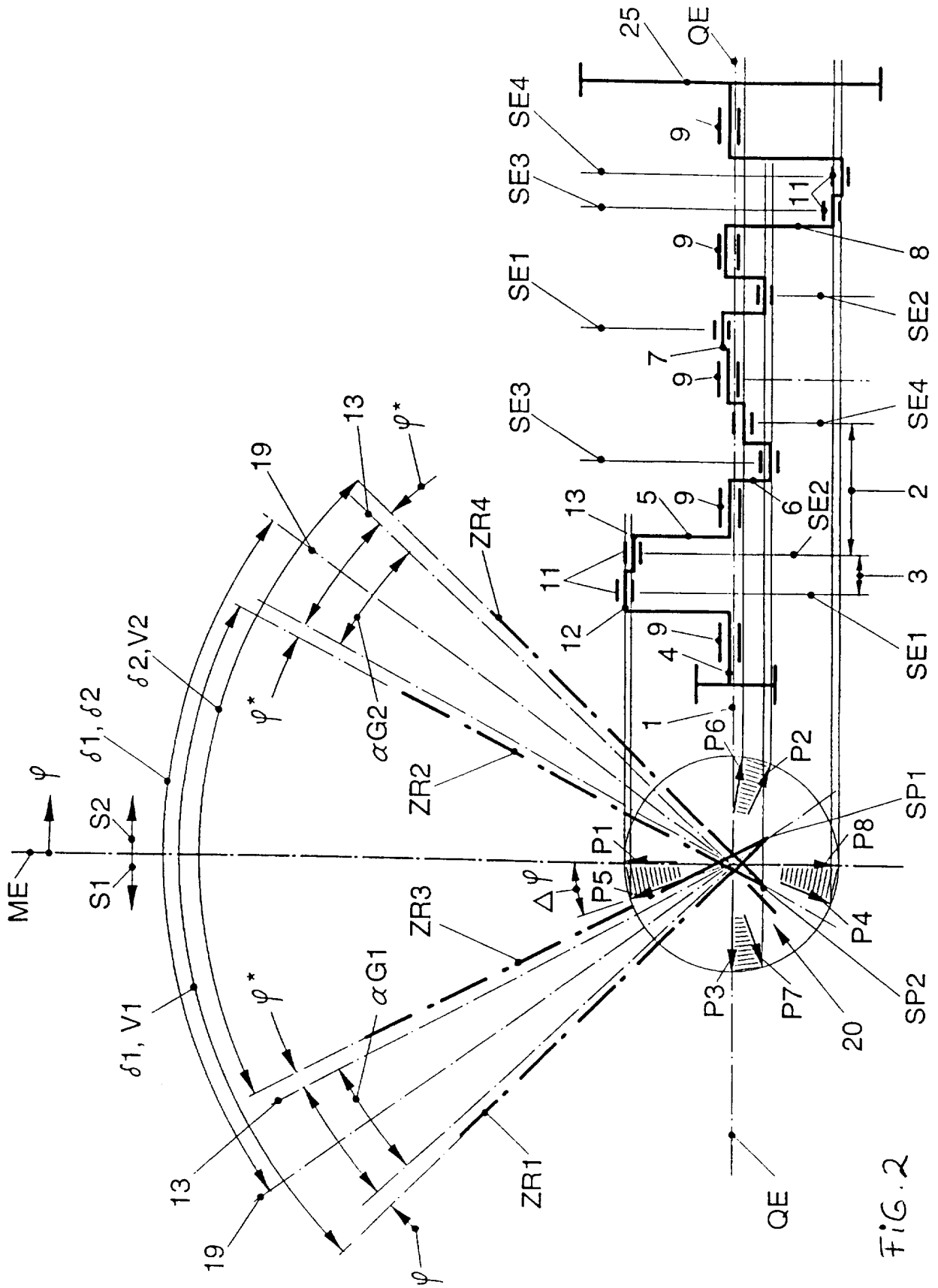
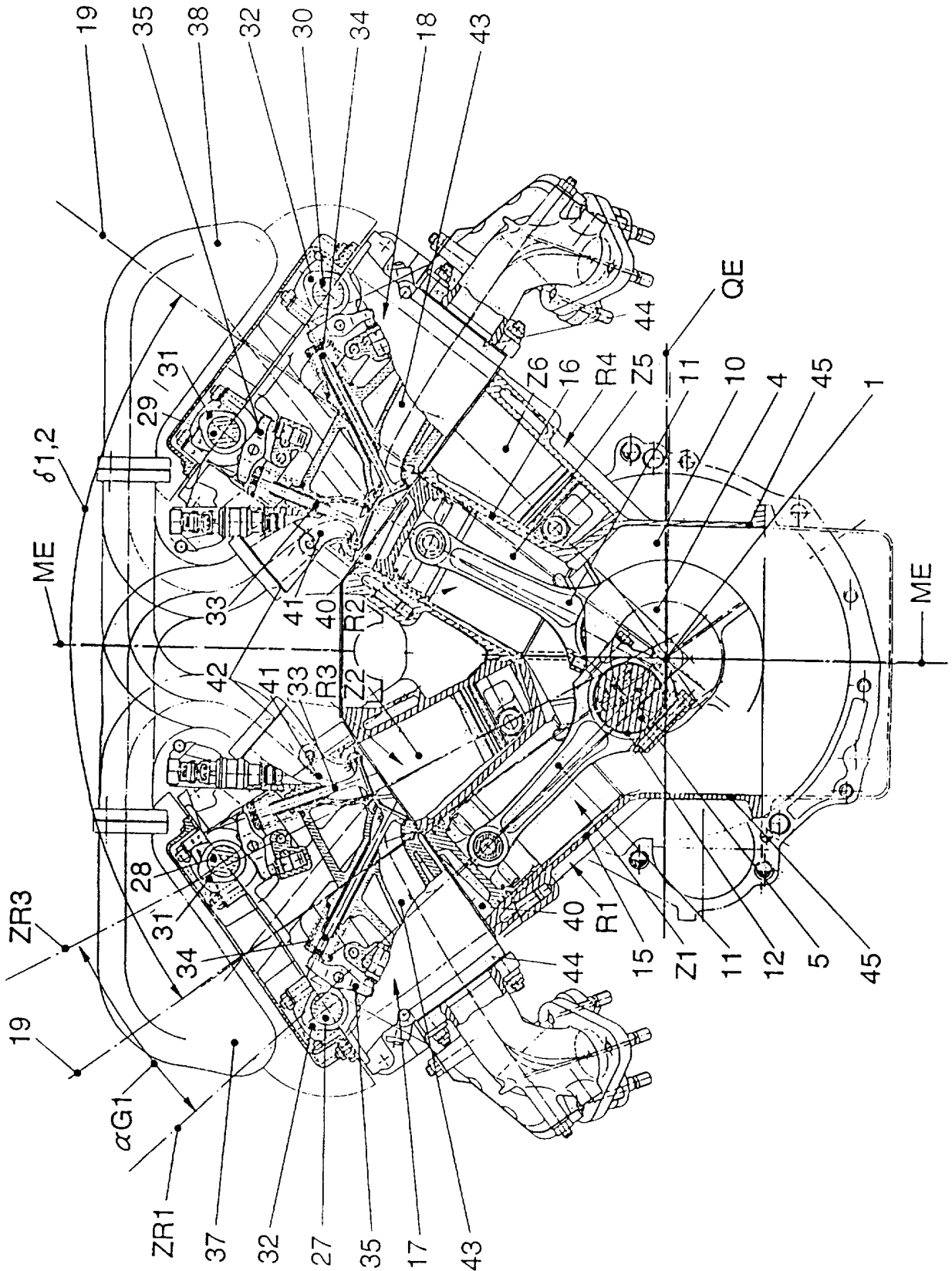


FIG. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 97/01239

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 F02B75/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 1 024 825 A (GEORGES) 11 April 1953 see the whole document ---	1
X	FR 490 351 A (MOUGEOTTE) 19 April 1919 see the whole document ---	1
A	MTZ MOTORTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, no. 2, 1 January 1940 - 31 December 1940, 08-41, pages 50-53, XP002031828 E. VOHRER: "GROSSTRIEBWERKE IM FLUGMOTORENBAU " cited in the application see the whole document -----	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 May 1997

Date of mailing of the international search report

11.06.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Wassenaar, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 97/01239

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 1024825 A	11-04-53	NONE	
FR 490351 A		NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 97/01239

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 6 F02B75/22		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 F02B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 1 024 825 A (GEORGES) 11. April 1953 siehe das ganze Dokument ---	1
X	FR 490 351 A (MOUGEOTTE) 19. April 1919 siehe das ganze Dokument ---	1
A	MTZ MOTORTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, Nr. 2, 1. Januar 1940 - 31. Dezember 1940, 08-41, Seiten 50-53, XP002031828 E. VOHRER: "GROSSTRIEBWERKE IM FLUGMOTORENBAU " in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument -----	1
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindersicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindersicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
29. Mai 1997		11. 06. 97
Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Wassenaar, G

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/01239

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 1024825 A	11-04-53	KEINE	
FR 490351 A		KEINE	