

(12) **GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 571/99

(51) Int.Cl.<sup>7</sup> : **F02B 23/10**

(22) Anmeldetag: 26. 8.1999

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 6.2000

(45) Ausgabetag: 25. 7.2000

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

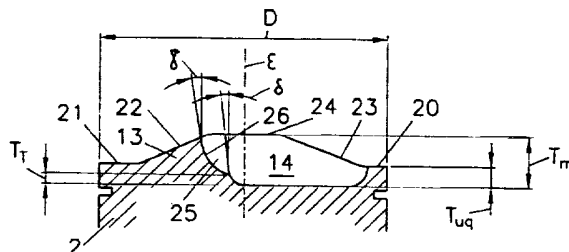
AVL LIST GMBH  
 A-8020 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:

PIOCK WALTER DR.  
 HITZENDORF, STEIERMARK (AT).

(54) **BRENNKRAFTMASCHINE MIT FREMDZÜNDUNG**

(57) Bei einer Brennkraftmaschine mit Fremdzündung und zumindest einem hin- und hergehenden Kolben (2), mit Zündeinrichtung (8) und mindestens einer Kraftstoffeinbringungseinrichtung (9) pro Zylinder (1), sowie einem dachförmig begrenzten Brennraum (6), weist die Oberfläche (3) des Kolbens (2) eine die Drallbewegung der Zylinderladung unterstützende, asymmetrische, bogenförmige Leitrippe (13) auf. Die Leitrippe (13) wird durch eine Anformung an der Kolbenoberfläche (3) gebildet, welche die dachförmige Begrenzung des Brennraumes (6) weitgehend nachbildet, und eine im westentlichen zentral ausgebildete Brennraummulde (14), welche durch eine innere, von der Leitrippe (13) gebildete Strömungsleitfläche (13') begrenzt ist, sowie einen im Bereich der Kraftstoffeinbringungseinrichtung (9) liegenden Muldeneinlauf (15) aufweist. Um die Zerstäubung und die Entflammung des Kraftstoffes zu verbessern, ist vorgesehen, daß die Leitrippe (13) im Bereich der Zündeinrichtung (8) eine Tasche 25 aufweist, welche am Übergang zu der durch die Leitrippe (13) gebildeten Strömungsleitfläche (13') zumindest eine scharfe Kante (27, 28) ausbildet.



AT 003 751 U1

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit Fremdzündung und zumindest einem hin- und hergehenden Kolben, mit einer Zündeinrichtung und mindestens einer Kraftstoffeinbringungseinrichtung pro Zylinder zur direkten Kraftstoffeinbringung im wesentlichen in Richtung Zündeinrichtung, sowie mit zumindest einem die Drallströmung im dachförmig begrenzten Brennraum erzeugenden Einlaßkanal, wobei die Oberfläche des Kolbens eine die Drallbewegung der Zylinderladung unterstützende, asymmetrische, bogenförmige Leitrippe aufweist, welche durch eine Anformung an der Kolbenoberfläche gebildet ist, die die dachförmige Begrenzung des Brennraumes weitgehend nachbildet, und eine im wesentlichen zentral ausgebildete Brennraummulde, welche durch eine innere, von der Leitrippe gebildete Strömungsleitfläche begrenzt ist, sowie einen im Bereich der Kraftstoffeinbringungseinrichtung liegenden Muldeneinlauf aufweist, wobei die Leitrippe in Richtung der Drallströmung ein sich in Breite und Höhe verjüngendes Ende aufweist

Ständig steigende Anforderungen an den Kraftstoffverbrauch und die Reduktion der Abgasemissionen, insbesondere der Kohlenwasserstoffe, erfordern den Einsatz neuer Technologien im Bereich der Verbrennungskraftmaschinen. Durch den heute üblichen Einsatz einer externen Gemischbildung bei Otto-Motoren, wie z.B. durch die Verwendung einer Saugrohreinspritzung oder eines Vergasers, strömt ein Teil des in den Brennraum und Zylinder eingesaugten Gemisches während der Ventilüberschneidungsphase, wenn Auslaß- und Einlaßventil gleichzeitig offen sind, in den Auspufftrakt der Brennkraftmaschine. Ein nicht unerheblicher Teil der meßbaren unverbrannten Kohlenwasserstoffe im Auspufftrakt stammt auch von Gemischteilen, die sich während der Verbrennung in Ringspalten oder wandnahen Bereichen, wo keine Verbrennung stattfindet, aufhalten. Zu diesen genannten Punkten kommt die notwendige Homogenisierung der Zylinderladung bei einem annähernd stöchiometrischen Mischungsverhältnis von Kraftstoff und Luft hinzu, welches eine sichere und aussetzerfreie Verbrennung sicherstellt. Dies bedingt eine Regelung der Motorlast mit Hilfe eines Drosselorganes zur Begrenzung der insgesamt angesaugten Gemischmenge (Quantitätsregelung).

Diese Drosselung der Ansaugströmung führt zu einem thermodynamischen Verlust, der den Kraftstoffverbrauch der Verbrennungskraftmaschine erhöht. Das Potential zur Verbrauchsreduzierung der Verbrennungskraftmaschine bei Umgehung dieser Drosselung kann auf etwa 20% geschätzt werden.

Um diese Nachteile zu verhindern bzw. zu vermindern, werden schon seit langem Versuche unternommen, fremdgezündete Verbrennungskraftmaschinen ungedrosselt zu betreiben und den Kraftstoff erst nach Beendigung der Luftansaugung wie bei einer selbstzündenden Brennkraftmaschine innerhalb des Brennraums und Zylinders oder einer unmittelbar angeschlossenen Mischkammer einzubringen.

Dabei sind grundsätzlich drei Gemischbildungssysteme zu unterscheiden:

- Flüssigkeitshochdruckeinspritzung
- Luftunterstützte Kraftstoffeinbringung
- Gemischeinblasung.

Aus SAE 780699 ist ein Verfahren bekannt, bei dem der Kraftstoff mittels einer Hochdruckeinspritzdüse direkt in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine eingespritzt wird. Die notwendige Zeit für die Aufbereitung des Gemisches begrenzt den zeitlichen Minimalabstand zwischen Einspritzzeitpunkt und Zündzeitpunkt. Es ist ein hohes Druckniveau für den Einspritzvorgang notwendig, um einerseits kurze Einspritzzeiten und andererseits eine gute Zerstäubung des Kraftstoffes mit entsprechend kleinem Tropfenspektrum zu erhalten. Die Aufbereitung und Dosierung des Kraftstoffes findet gleichzeitig statt. Um nur ein örtlich begrenztes Gebiet mit brennbarem Kraftstoff-Luftgemisch zu erhalten ist es andererseits notwendig, erst sehr spät im Motorzyklus den Kraftstoff einzubringen (ggf. erst während der Kompression kurz vor der Zündung), um die Zeit für die Ausbreitung und Verdünnung des Gemisches in der Brennraumluft zu begrenzen. Die Forderungen nach genügend früher Einspritzung für vollständige Kraftstoffverdampfung und möglichst später Einspritzung zur Aufrechterhaltung der Gemischschichtung stehen daher im Gegensatz zueinander. Die Entwicklungsbemühungen müssen somit darauf gerichtet sein, einerseits die charakteristische Zeit für die Gemischaufbereitung zu verkürzen und andererseits die charakteristische Zeit der Aufrechterhaltung der gewünschten Gemisch-Schichtung zu verlängern.

Aus SAE 940188 ist das Prinzip eines Einspritzventils bekannt, welches einen kegelförmigen Einspritzstrahl mit hoher Zerstäubungsgüte des Kraftstoffes erzielt. Durch Änderung des Kraftstoffdruckes und des Brennraumgedruckes kann der Kegelwinkel des Einspritzstrahls beeinflusst werden. Eine charakteristische Eigenschaft derartiger Einspritzdüsen ist die Verbesserung der Zerstäubungsgüte mit steigendem Einspritzdruck. Diese gewünschte Abhängigkeit führt jedoch zu ebenfalls steigenden Geschwindigkeiten des Einspritzstrahls von bis zu 100 m/s und somit zu einem hohen Impuls des in den Brennraum eintretenden Kraftstoff-Sprays. Demgegenüber weist die Luftströmung im Brennraum, selbst bei starker einlaßgenerierter Drall- oder Tumblebewegung mit maximal ca. 25 - 30 m/s nur einen deutlich geringeren Impuls auf, weshalb der Einspritzstrahl in einer ersten Phase des Eintritts in den Brennraum nur unwesentlich von der Brennraumströmung beeinflusst wird.

Es stellt sich unter diesen Voraussetzungen die Aufgabe, aus dem Einspritzstrahl eine örtlich begrenzte Gemischwolke zu erzeugen, diese von der Mündung des Einspritzventiles in die Nähe der Zündkerze zu transportieren und das Gemisch innerhalb der Wolke weiter mit Brennraumluft zu vermischen. Dabei sind folgende Punkte wesentlich :

- Die Gemischwolke muß insbesondere bei niedrigen Motorlasten deutlich abgegrenzt bleiben und sich aus thermodynamischen Gründen sowie zur Reduzierung der Emis-

sionen unverbrannter Kohlenwasserstoffe möglichst in der Mitte des Brennraumes befinden.

- Die Verdünnung des eingeblasenen Gemisches auf ein vorzugsweise stöchiometrisches Luftverhältnis muß in der vergleichsweise kurzen Zeitspanne zwischen Einspritzzeitpunkt und Zündzeitpunkt erfolgen.
- An der Zündkerze sollte eine geringe mittlere Strömungsgeschwindigkeit und gleichzeitig ein hohes Turbulenzniveau herrschen, um die Entflammung der Gemischwolke durch den Zündfunken zu begünstigen.

Bei der Gestaltung eines geeigneten Brennverfahrens für einen direkteinspritzenden Ottomotor sind neben den Charakteristiken der Einspritzstrahlausbreitung auch die zur Verfügung stehenden Brennraumabmessungen zu berücksichtigen. Für PKW-Ottomotoren typische Hubräume des Einzelzylinders führen zu Bohrungsdurchmessern von ca. 65 bis 100 mm, wobei sich der Kolbenhub in der gleichen Größenordnung bewegt.

Bei einer Anordnung des Einspritzventils im Zylinderkopf in einer maximal ca. 70° zur Zylinderachse geneigten Position steht dem Einspritzstrahl im Falle einer späten Einspritzung kurz vor dem Zündzeitpunkt eine freie Ausbreitungsstrecke von max. 50 - 60 mm zu Verfügung, bevor der Einspritzstrahl auf die gegenüberliegende Brennraumwand (zumeist die Kolbenoberfläche) auftrifft. In Anbetracht der genannten Ausbreitungsgeschwindigkeiten des Einspritzstrahls muß daher ein Auftreffen zumindest eines Teils des Kraftstoff-Sprays auf der Kolbenoberfläche erwartet werden. Die Gestaltung der Brennrauminnenströmung sollte daher diesen Vorgang der Wandbenetzung berücksichtigen.

Zur Formung der Gemischwolke und zur Aufbereitung des Kraftstoff-Sprays können folgende Effekte genutzt werden :

- Umlenkung des hohen Impulses des Einspritzstrahls zur Zündkerze mit Hilfe der Kolbenoberfläche.
- Hoher Einspritzdruck zur Verbesserung der Zerstäubung und damit zur Beschleunigung der direkten Verdampfung des Kraftstoff-Sprays vor der Wandberührung.
- Erzeugung eines erhöhten Turbulenzniveaus im Bereich des Einspritzstrahls durch die Brennrauminnenströmung.
- Beschleunigung der Wandfilmverdampfung durch Erzeugung einer hohen Strömungsgeschwindigkeit am benetzten Bereich der Kolbenoberfläche.

Alle durch die Brennrauminnenströmung erzielbaren Maßnahmen setzen die Generierung eines hohen Ladungsbewegungsniveaus beim Einlaßvorgang voraus. Diese hohen Strömungsgeschwindigkeiten sollten möglichst lange während der Ansaug- und Kompressionsphase erhalten bleiben oder sogar während der Kompression verstärkt werden. Diese

Forderung läßt sich am sinnvollsten durch eine einlaßgenerierte Drall- oder Tumblebewegung der Brennraumluft erreichen. Eine Drallbewegung (Rotation um die Zylinderachse) stellt die stabilste Strömungsstruktur in Zylinder dar, was zur geringsten Dissipation der Bewegungsenergie während der Kompression führt. Durch Ausbildung einer gegenüber dem Zylinderdurchmesser kleineren Kolbenmulde läßt sich während der Kompression aufgrund der Drallerhaltung eine Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit des Drallwirbels erzielen.

Ein einlaßgenerierter Tumblewirbel (Rotation um eine zur Kurbelwelle parallele Achse) zeigt einerseits eine Beschleunigung der Rotation durch die Verkleinerung der Querschnittsfläche während der Kompression. Andererseits ist der Tumblewirbel im Vergleich zum Drall instabiler und neigt zum Zerfall in komplexere Sekundärwirbel. In der Endphase der Kompression ist bei genügend flachem Ventilwinkel (eines typischen Vierventil-Brennraums) ein starker Zerfall des Tumblewirbels in kleinere stochastisch verteilte Wirbel zu beobachten.

Aus der AT 001 392 U1 ist eine Brennkraftmaschine mit Fremdzündung und zumindest einem hin- und hergehenden Kolben mit einer Kolbenmulde bekannt, welche die einlaßgenerierte Drallströmung bei der Aufwärtsbewegung des Kolbens beschleunigt. Die Kolbenmulde ist dabei asymmetrisch gestaltet und weist einen Einlaufbereich mit zunehmender Muldentiefe, einen Zentralbereich mit maximaler Muldentiefe und einen Auslaufbereich mit abnehmender Muldentiefe auf. Zwischen dem Auslaufbereich und dem Einlaufbereich ist auf der Seite einer Kraftstoffeinbringungseinrichtung eine keilförmige Einschnürung vorgesehen. Die Form der Kolbenmulde bewirkt, daß einerseits ein Auftreffen der Kraftstoffstrahlen in Richtung der mittig angeordneten Zündkerze umgelenkt wird, und andererseits die Fallströmung während der Kompression durch die Kolbenmuldenform derart umgelenkt und beschleunigt wird, so daß im Auftreffbereich der Kraftstoffstrahlen eine auf die Zündkerze gerichtete Strömung mit hoher Geschwindigkeit erreicht wird. Das Turbulenzniveau reicht allerdings nicht aus, um bei jeder Drehzahl eine sichere Entflammung des Kraftstoffes sicher zu stellen.

Aus der JP 7-102976 A ist eine Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art mit einer einzigen bogenförmigen Leitrippe bekannt, welche die Drallströmung in den Bereich der mittig angeordneten Zündkerze lenkt. Der Kraftstoff wird dabei in einen von den konkaven Leitflächen der Leitrippen begrenzten, muldenförmigen Bereich der Kolbenstirnfläche durch eine am Rand des Brennraumdaches angeordnete Einspritzdüse eingespritzt. Durch die seitliche Einspritzung zur Zylinderachse hin werden die Kraftstoffteilchen allerdings über die Leitrippe hinweggeschleudert und in einen durch eine konvexe Leitfläche der Leitrippe und den Kolbenrand begrenzten Bereich abgelenkt. Die abgelenkten Kraftstoffteilchen müssen erst wieder durch die Drallströmung in den Bereich der Zündkerze geführt werden, wobei ein relativ langer, sich über einen Winkelbereich von mehr als  $180^\circ$  erstreckender Strömungsweg entlang des Kolbenrandes zurückgelegt werden muß. Dies bewirkt, daß die abgelenkten Kraftstoffteilchen erst zu einem relativ späten Zeitpunkt im Bereich der Zündkerze eintreffen und für die Entflammung des Gemisches nicht mehr zur Verfügung stehen. Dies wirkt sich nachteilig für die Kohlenwasserstoffemissionen und für den Kraftstoffverbrauch aus.

Aus der AT 002 378 U1 ist eine Brennkraftmaschine mit Fremdzündung der eingangs genannten Art bekannt. Aufgrund der Nachbildung des zylinderkopfseitigen Brennraumdaches durch die auf der Kolbenoberfläche ausgebildete Leitrippe und der nahezu zentral angeordneten, ausgeprägten Brennraummulde kommt es zu einem Zurückschieben der über die Brennraummulde und Leitrippe hinwegströmenden (vagabundierenden) Kraftstoffteilchen durch eine sich zwischen der Kolbenoberfläche und dem Brennraumdach ausbildenden Quetschströmung. Dies trägt zur Verbesserung der Zerstäubung und der Entflammung des Kraftstoffes bei.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art eine weitere Verbesserung der Zerstäubung und der Entflammung des Kraftstoffes zu erzielen.

Erfindungsgemäß erfolgt dies dadurch, daß die Leitrippe im Bereich der Zündeinrichtung eine Tasche aufweist, welche am Übergang zu der durch die Leitrippe gebildeten Strömungsleitfläche zumindest eine scharfe Kante ausbildet. Die Drallströmung wird durch die Leitrippe in den Bereich der Zündeinrichtung gelenkt. Durch die im Bereich der Zündeinrichtung im Kolben eingelassene Tasche wird die Führung der gerichteten Drallströmung durch die Strömungsleitfläche der Leitrippe in diesem Bereich unterbrochen und damit eine erhöhte Turbulenz generiert.

In einer Draufsicht auf den Kolben kann die Tasche im wesentlichen die Form eines Kreissegmentes aufweisen. Vorzugsweise ist vorgesehen, daß der Krümmungsmittelpunkt  $M_T$  der Tasche zu einer Bezugsebene  $\varepsilon$  eine Exzentrizität  $X_T$  aufweist, für welche gilt  $-0,08 \cdot D < X_T < 0,03 \cdot D$ , wobei die Bezugsebene  $\varepsilon$  durch die Kolbenbolzenachse und die Kolbenachse definiert ist und mit  $D$  der Kolbendurchmesser bezeichnet ist, sowie daß der Krümmungsmittelpunkt der Tasche eine Exzentrizität  $Y_T$  in Bezug auf eine die Kolbenachse enthaltende Normalebene  $\varepsilon'$  der Bezugsebene  $\varepsilon$  aufweist, für die gilt  $-0,08 \cdot D < Y_T < 0,08 \cdot D$ .

Vorteilhaft für die Bildung einer starken Turbulenz im Bereich der Zündeinrichtung ist es, wenn der Krümmungsradius  $R_T$  der Tasche zwischen  $0,05 \cdot D$  und  $0,15 \cdot D$  liegt, wobei  $D$  der Kolbendurchmesser ist. Die Krümmungsmitte der Tasche befindet sich dabei vorzugsweise im Bereich der Zündeinrichtung. Herstellungsmäßig besonders einfach ist es, wenn die Mantelfläche der Tasche im wesentlichen als Kugelkalotte ausgeführt ist.

Um eine gute Zündung des Kraftstoffes zu erreichen, ist die Tiefe der Tasche kleiner oder gleich der Tiefe der Brennraummulde ausgeführt. Zwischen dem Boden der Brennraummulde und dem Boden der Tasche ist vorzugsweise ein Absatz ausgebildet. Die Absatzhöhe  $T_T$  beträgt höchstens  $0,22 \cdot D$ , wobei  $D$  der Kolbendurchmesser ist.

Vorteile bei der Fertigung können dann erreicht werden, wenn die Wand der Tasche zur Kolbenachse einen Winkel  $\gamma$  zwischen  $-10^\circ$  und  $+10^\circ$  aufweist. Die Wandfläche der Tasche kann somit eine Hinterschneidung bis zu etwa  $10^\circ$  aufweisen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß ausgehend vom Muldeneinlauf ein um das sich verjüngende Ende der Leitrippe herumgeführter Muldenzulauf vorgesehen ist, welcher als in die Kolbenoberfläche eingearbeitete rinnenartige Vertiefung ausgeführt ist. Durch diese Maßnahme kommt es zu einer weiteren Beschleunigung der Drallströmung Richtung Muldeneinlauf, wobei die auslaßseitige Quetschströmung ausgenützt wird.

In einer vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, daß an der Kolbenoberfläche einlaßseitige und auslaßseitige Quetschflächen ausgebildet sind, wobei die Leitrippe im Anschluß an diese Quetschflächen jeweils dachförmige Begrenzungsflächen aufweist, welche gegebenenfalls durch eine zur Kolbenoberfläche parallele Abflachung verbunden sind.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß der Flächenschwerpunkt  $z$  der Brennraummulde in der Ebene der Kolbenoberfläche zu einer Bezugsebene  $\varepsilon$  eine Exzentrizität  $E_h$  aufweist, für welche gilt  $0,03 \cdot D < E_v < 0,23 \cdot D$ , wobei die Bezugsebene  $\varepsilon$  durch die Kolbenbolzenachse und die Kolbenachse definiert ist und mit  $D$  der Kolbendurchmesser bezeichnet ist. Die Exzentrizität  $E_s$  im Bezug auf eine die Kolbenachse enthaltende Normalebene  $\varepsilon'$  der Bezugsebene  $\varepsilon$  kann zwischen  $-0,03 \cdot D$  und  $+0,12 \cdot D$  liegen, wobei vorzugsweise eine Verschiebung der Brennraummulde von Vorteil ist, welche in Fig. 4 nach oben erfolgt.

Herstellungstechnische Vorteile ergeben sich insbesondere dann, wenn die Brennraummulde im wesentlichen kreisförmig ausgebildet ist.

Zur Ausbildung einer hohen Drallströmung entlang der Strömungsleitflächen der Leitrippe ist es vorteilhaft, wenn der Durchmesser  $D_m$  der Brennraummulde zwischen  $0,4 \cdot D$  und  $0,6 \cdot D$  liegt, wobei  $D$  der Kolbendurchmesser ist. Die Tiefe  $T_m$  der Brennraummulde liegt bevorzugt im Bereich zwischen  $0,1 \cdot D$  und  $0,25 \cdot D$ .

Um zu gewährleisten, daß bei jeder Drehzahl eine genügend hohe Drallströmung ausgebildet werden kann, ist vorgesehen, daß der Anfang der Leitrippe so angeordnet ist, daß gilt:  $20^\circ < \alpha < 70^\circ$ , wobei  $\alpha$  der im Uhrzeigersinn um die Kolbenachse gemessene Winkel zwischen der Bezugsebene  $\varepsilon$  und dem Anfangsbereich der Leitrippe ist. Das sich verjüngende Ende der Leitrippe ist dabei so angeordnet, daß gilt:  $120^\circ < \beta < 170^\circ$ , wobei  $\beta$  der im Uhrzeigersinn um die Kolbenachse gemessene Winkel zwischen der Bezugsebene  $\varepsilon$  und dem Ende der Leitrippe ist.

Besondere Vorteile ergeben sich, wenn die innere Strömungsleitfläche der Leitrippe zur Kolbenachse einen Winkel  $\delta$  zwischen  $-5^\circ$  und  $20^\circ$  aufweist. Es sind somit Hinterschneidungen der Strömungsleitfläche bis zu  $20^\circ$  vorgesehen, um die Gemischwolke in der Brennraummulde zu halten.

Schließlich hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Tiefe  $T_m$  der Brennraummulde größer ist als jene des rinnenartigen Muldenzulaufs.

Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einem Längsschnitt nach der Linie I-I in Fig. 2, Fig. 2 einen Längsschnitt nach der Linie II-II in Fig. 1 bzw. Fig. 4, Fig. 3 einen Längsschnitt des Kolbens der Brennkraftmaschine in einer Schnittführung gemäß Linie III - III in Fig. 4, Fig. 4 und 5 Draufsichten auf den Kolben.

In einem Zylinder 1 ist ein hin- und hergehender Kolben 2 angeordnet. Die Oberfläche 3 des Kolbens 2 bildet zusammen mit der im Zylinderkopf 4 dachförmig ausgebildeten Brennraumdeckfläche 5 einen Brennraum 6 aus, in welchen eine Zündeinrichtung 8 einmündet. Die Mündung 10 einer Kraftstoffeinbringungseinrichtung 9 befindet sich am Rand des Brennraumes 6. Die Längsachse der Kraftstoffeinbringungseinrichtung 9 ist mit 11 bezeichnet, der Winkel  $\varphi$  zwischen der Längsachse 11 und der Ebene des Zylinderkopfes 4 beträgt 25 bis 60°. Die Kraftstoffeinbringungseinrichtung 9 ist so angeordnet, daß ein eingespritzter Kraftstoffstrahl 12 im wesentlichen zur Zündeinrichtung 8 gerichtet ist, und der Kraftstoffstrahl 12 etwa im Bereich der Brennraummulde 14 des Kolben 2 auf dessen Oberfläche 3 auftrifft. Für die folgenden Winkel- und Entfernungsangaben wird eine Bezugsebene  $\varepsilon$  eingeführt, welche durch die Kolbenbolzenachse 2' und die Kolbenachse 7 aufgespannt wird. Die Ebene  $\varepsilon'$  enthält die Kolbenachse und steht normal auf die Bezugsebene  $\varepsilon$  (siehe Fig. 1 bzw. Fig. 2 und 4).

Wie aus den Figuren 1 bis 5 ersichtlich, ist an der Kolbenoberfläche 3 eine die Drallbewegung der Zylinderladung unterstützende, asymmetrische, bogenförmige Leitrippe 13 angeformt, welche in ihrer äußeren Kontur die dachförmige Begrenzung des Brennraum 6 weitgehend nachbildet ist, und die im wesentlichen zentral ausgebildete Brennraummulde 14 sowie einen im Bereich der Kraftstoffeinbringungseinrichtung 9 liegenden Muldeneinlauf 15 aufweist. In Richtung der mit 16 bezeichneten Drallströmung (siehe Fig. 5) weist die Leitrippe 13 ein sich in Breite und Höhe verjüngendes Ende 17 auf.

Weiters ist ausgehend vom Muldeneinlauf 15 ein um das sich verjüngende Ende 17 der Leitrippe 13 herumgeführter Muldenzulauf 18 vorgesehen, welcher als rinnenartige Vertiefung 19 in die Kolbenoberfläche 3 eingearbeitet ist.

Die ebenen Teile der Kolbenoberfläche 3 verbreitern sich einlaßseitig und auslaßseitig zu Quetschflächen 20, 21, wobei die Leitrippe 13 im Anschluß an diese Quetschflächen jeweils dachförmige Begrenzungsflächen 22, 23 aufweist, welche durch eine zur Kolbenoberfläche 3 parallele Abflachung 24 miteinander verbunden sein können.

Im Bereich der Zündeinrichtung 8 weist die Kolbenoberfläche 3 eine Tasche 25 auf, welche mit der Brennraummulde 14 verbunden ist. Die Wand 26 der Tasche 25 schneidet sich scharfkantig mit den Strömungsleitflächen 13' der Brennraummulde 14. Die entsprechenden Kanten sind in den Figuren 4 und 5 mit Bezugszeichen 27 und 28 bezeichnet. Dadurch kommt es im Bereich der Kanten 27 und 28 zu einer Unterbrechung der Führung der gerichteten Drallströmung 16, wodurch eine erhöhte Turbulenz im Bereich der Zündeinrichtung 8 entsteht. Der Bereich der Turbulenz ist mit Bezugszeichen 16a in Fig. 5 angedeutet.

Die Tasche 25 kann in einer Draufsicht auf den Kolben 2 eine kreissegmentartige Form aufweisen. Eine besonders einfache Herstellung ergibt sich, wenn die Wände 26 der Tasche 25 im wesentlichen die Form einer Kreiskalotte haben.

Wie insbesondere aus den Figuren 3 und 4 ersichtlich weist die Erfindung folgende Merkmale auf:

Muldendurchmesser $D_m$	$0,4 \cdot D < D_m < 0,6 \cdot D$
Tiefe der Mulde $T_m$	$0,1 \cdot D < T_m < 0,25 \cdot D$
Tiefe unter der Quetschfläche $T_{uq}$	$0,02 \cdot D < T_{uq} < 0,15 \cdot D$
Breite der Leitrippe B	$0,06 \cdot D < B < 0,15 \cdot D$
Exzentrizität $E_s$	$-0,03 \cdot D < E_s < +0,12 \cdot D$
Exzentrizität $E_v$	$0,03 \cdot D < E_v < 0,23 \cdot D$
Leitrippenanfang	$20^\circ < \alpha < 70^\circ$
Leitrippenende	$120^\circ < \beta < 170^\circ$
Neigung der Strömungsleitfläche	$-5^\circ < \delta < 15^\circ$
Taschenkrümmungsradius $R_T$	$0,05 \cdot D < R_T < 0,15 \cdot D$
Exzentrizität $Y_T$	$-0,08 \cdot D < Y_T < 0,08 \cdot D$
Exzentrizität $X_T$	$-0,08 \cdot D < X_T < 0,03 \cdot D$
Absatzhöhe $T_T$	$0 < T_T < 0,22 \cdot D$
Neigung der Taschenwand 26	$-10^\circ < \gamma < 10^\circ$

Die Angaben über die Exzentrizität  $Y_T$  und  $X_T$  beziehen sich auf den Krümmungsmittelpunkt  $M_T$  der Tasche 25. Im dargestellten Beispiel (Fig. 4) beträgt die Exzentrizität  $X_T$  ca.  $-0,04 \cdot D$  und die Exzentrizität  $Y_T$  allenfalls ca.  $-0,04 \cdot D$ .

Die Angaben über die Exzentrizität  $E_s$  und  $E_v$  beziehen sich auf den Flächenschwerpunkt z der Brennraummulde 14 in der Ebene der Kolbenoberfläche 3. Die Brennraummulde 14 kann auch im wesentlichen kreisförmig ausgebildet sein. Mit D wird jeweils der Kolbendurchmesser bezeichnet. Die Winkelangaben im Zusammenhang mit dem Anfang 25 und dem Ende 17 der Leitrippe 13 werden ausgehend von der Bezugsebene  $\varepsilon$  im Uhrzeigersinn um die Kolbenachse 7 gemessen. Die innere Strömungsleitfläche 13', welche die Brennraummulde begrenzt, kann nach außen ( $\delta < 5^\circ$ ) oder nach innen ( $\delta < 15^\circ$ ) geneigt sein.

ANSPRÜCHE

1. Brennkraftmaschine mit Fremdzündung und zumindest einem hin- und hergehenden Kolben (2), mit einer Zündeinrichtung (8) und mindestens einer Kraftstoffeinbringungs-einrichtung (9) pro Zylinder zur direkten Kraftstoffeinbringung im wesentlichen in Richtung Zündeinrichtung (8), sowie mit zumindest einem eine Drallströmung im dachförmig begrenzten Brennraum (6) erzeugenden Einlaßkanal, wobei die Oberfläche (3) des Kolbens (2) eine die Drallbewegung der Zylinderladung unterstützende, asymmetrische, bogenförmige Leitrippe (13) aufweist, welche durch eine Anformung an der Kolbenoberfläche (3) gebildet ist, die die dachförmige Begrenzung des Brennraumes (6) weitgehend nachbildet, und eine im wesentlichen zentral ausgebildete Brennraummulde (14), welche durch eine innere, von der Leitrippe (13) gebildete Strömungsleitfläche (13') begrenzt ist, sowie einen im Bereich der Kraftstoffeinbringungs-einrichtung (9) liegenden Muldeneinlauf (15) aufweist, wobei die Leitrippe (13) in Richtung der Drallströmung ein sich in Breite und Höhe verjüngendes Ende (17) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Leitrippe (13) im Bereich der Zündeinrichtung (8) eine Tasche (25) aufweist, welche am Übergang zu der durch die Leitrippe (13) gebildeten Strömungsleitflächen (13') zumindest eine scharfe Kante (27, 28) ausbildet.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Tasche (25) im wesentlichen kreissegmentförmig oder kugelsegmentförmig ausgebildet ist.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Krümmungsmittelpunkt  $M_T$  der Tasche (25) zu einer Bezugsebene  $\varepsilon$  eine Exzentrizität  $X_T$  aufweist, für welche gilt  $-0,08 \cdot D < X_T < 0,03 \cdot D$ , wobei die Bezugsebene  $\varepsilon$  durch die Kolbenbolzenachse (2') und die Kolbenachse (7) definiert ist und mit D der Kolbendurchmesser bezeichnet ist.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Krümmungsmittelpunkt der Tasche (25) eine Exzentrizität  $Y_T$  in Bezug auf eine die Kolbenachse (7) enthaltende Normalebene  $\varepsilon'$  der Bezugsebene  $\varepsilon$  aufweist, für die gilt  $-0,08 \cdot D < Y_T < 0,08 \cdot D$ .
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Krümmungsradius  $R_T$  der Tasche (25) zwischen  $0,05 \cdot D$  und  $0,15 \cdot D$  liegt, wobei D der Kolbendurchmesser ist.
6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Tiefe der Tasche (25) kleiner oder gleich der Tiefe  $T_m$  der Brennraummulde (14) ist, wobei vorzugsweise ein zwischen Tasche und Brennraummulde gebildeter Absatz eine Absatzhöhe  $T_T$  aufweist, die maximal 0,22 mal dem Kolbendurchmesser D ist.

7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wand (26) der Tasche (25) zur Kolbenachse (7) einen Winkel  $\gamma$  zwischen  $-10^\circ$  und  $+10^\circ$  aufweist.
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß ausgehend vom Muldeneinlauf (15) ein um das sich verjüngende Ende (17) der Leitrippe (13) herumgeführter Muldenzulauf (18) vorgesehen ist, welcher als in die Kolbenoberfläche (3) eingearbeitete rinnenartige Vertiefung (19) ausgeführt ist.
9. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der Kolbenoberfläche (3) einlaßseitige und auslaßseitige Quetschflächen (20, 21) ausgebildet sind, wobei die Leitrippe (13) im Anschluß an diese Quetschflächen jeweils dachförmige Begrenzungsflächen (22, 23) aufweist, welche gegebenenfalls durch eine zur Kolbenoberfläche (3) parallele Abflachung (24) verbunden sind.
10. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Flächenschwerpunkt  $z$  der Brennraummulde (14) in der Ebene der Kolbenoberfläche (3) zu einer Bezugsebene  $\varepsilon$  eine Exzentrizität  $E_v$  aufweist, für welche gilt  $0,03 \cdot D < E_v < 0,23 \cdot D$ , wobei die Bezugsebene  $\varepsilon$  durch die Kolbenbolzenachse (2') und die Kolbenachse (7) definiert ist und mit  $D$  der Kolbendurchmesser bezeichnet ist.
11. Brennkraftmaschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Flächenschwerpunkt  $z$  der Brennraummulde (14) eine Exzentrizität  $E_s$  im Bezug auf eine die Kolbenachse (7) enthaltende Normalebene  $\varepsilon'$  der Bezugsebene  $\varepsilon$  aufweist, für die gilt  $0,03 \cdot D < E_s < +0,12 \cdot D$ .
12. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brennraummulde (14) im wesentlichen kreisförmig ausgebildet ist.
13. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Durchmesser  $D_m$  der Brennraummulde (14) zwischen  $0,4 \cdot D$  und  $0,6 \cdot D$  liegt, wobei  $D$  der Kolbendurchmesser ist.
14. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Tiefe  $T_m$  der Brennraummulde (14) zwischen  $0,1 \cdot D$  und  $0,25 \cdot D$  liegt, wobei  $D$  der Kolbendurchmesser ist.
15. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anfang (25) der Leitrippe (13) so angeordnet ist, daß gilt:  $20^\circ < \alpha < 70^\circ$ , wobei  $\alpha$  der im Uhrzeigersinn um die Kolbenachse (7) gemessene Winkel zwischen der Bezugsebene  $\varepsilon$  und dem Anfangsbereich (25) der Leitrippe (13) ist.
16. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß das sich verjüngende Ende (17) der Leitrippe (13) so angeordnet ist, daß gilt:  $120^\circ < \beta <$

170°, wobei  $\beta$  der im Uhrzeigersinn um die Kolbenachse (7) gemessene Winkel zwischen der Bezugsebene  $\varepsilon$  und dem Ende (17) der Leitrippe (13) ist.

17. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß die innere Strömungleitfläche (13') der Leitrippe (13) zur Kolbenachse (7) einen Winkel  $\delta$  zwischen  $-5^\circ$  und  $20^\circ$  aufweist.
18. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Tiefe  $T_m$  der Brennraummulde (14) größer ist als jene des rinnenartigen Muldenzulaufs (18).

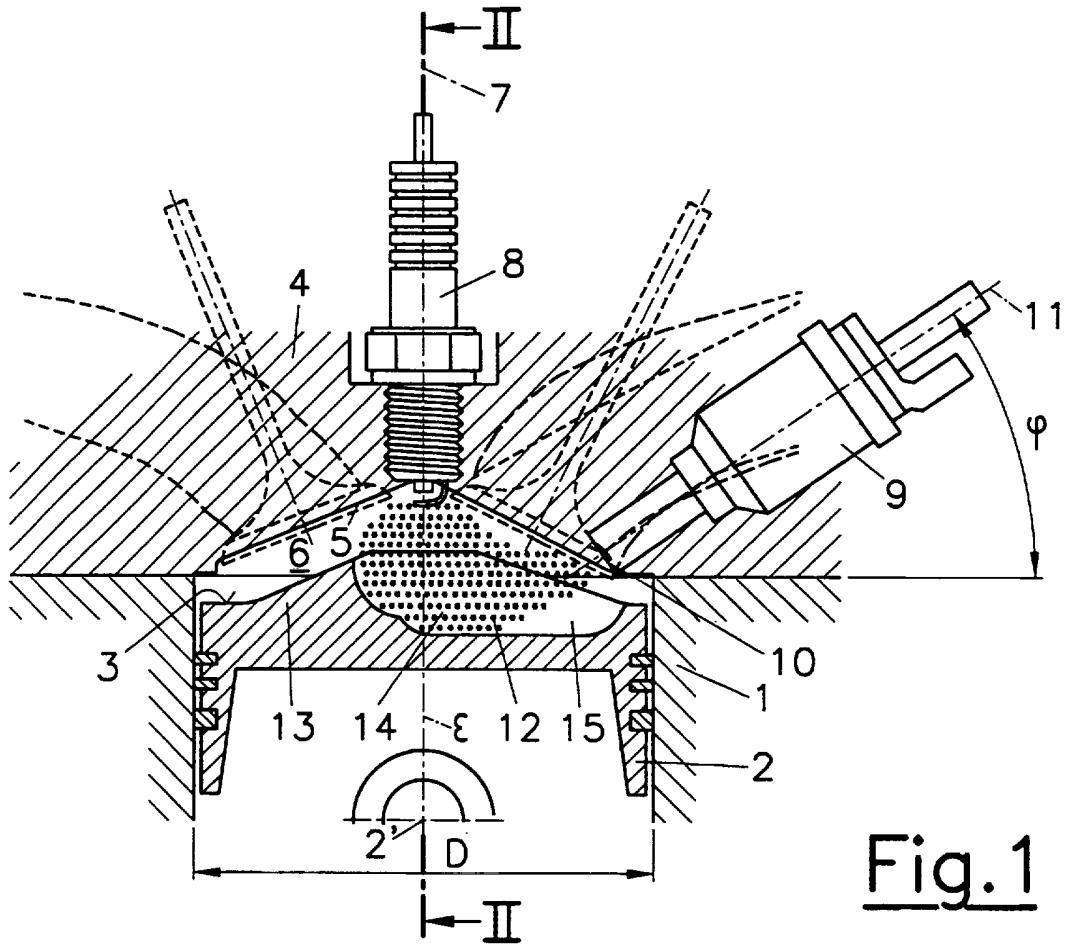


Fig. 1

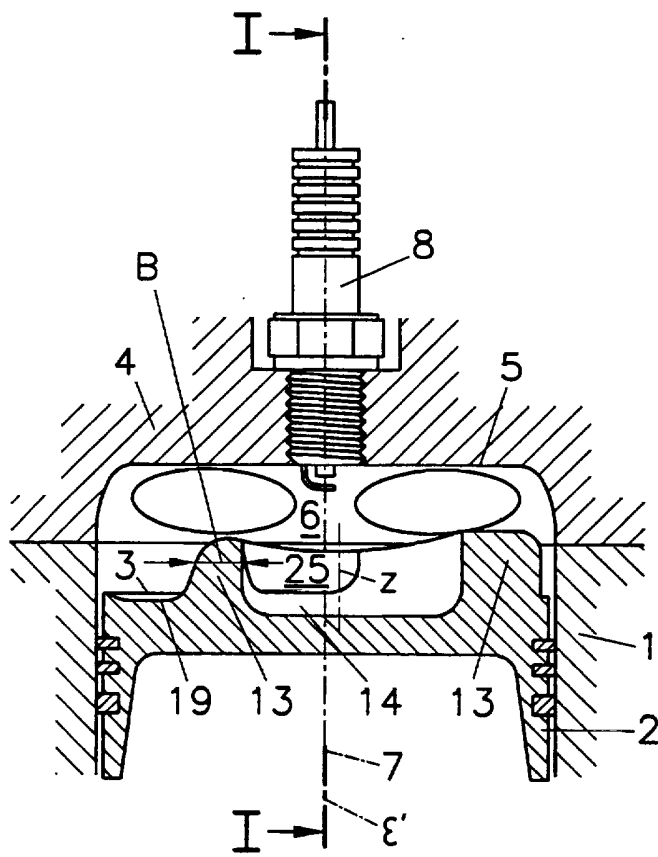


Fig. 2



## ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

A-1014 Wien, Kohlmarkt 8-10, Postfach 95

TEL. +43/(0)1/53424; FAX +43/(0)1/53424-535; TELEX 136847 OEPA A  
Postscheckkonto Nr. 5.160.000; DVR: 0078018

Recherchenbericht zu GM 571/99

Ihr Zeichen: 54.457

Klassifikation des Antragsgegenstandes gemäß IPC<sup>7</sup> : F 02 B 23/10

Recherchiertes Prüfstoff (Klassifikation): F 02 B 23/08, 23/10

Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, PAJ

Die nachstehend genannten Druckschriften können in der Bibliothek des Österreichischen Patentamtes während der Öffnungszeiten (Montag bis Freitag von 8 - 12 Uhr 30, Dienstag 8 - 15 Uhr) unentgeltlich eingesehen werden. Bei der von der Hochschülerschaft TU Wien Wirtschaftsbetriebe GmbH im Patentamt betriebenen Kopierstelle können schriftlich (auch per Fax. Nr. 01 / 533 05 54) oder telefonisch (Tel. Nr. 01 / 534 24 - 153) Kopien der ermittelten Veröffentlichungen bestellt werden.

Auf Anfrage gibt das Patentamt Teilrechtsfähigkeit (TRF) gegen Entgelt zu den im Recherchenbericht genannten Patentdokumenten allfällige veröffentlichte „Patentfamilien“ (denselben Gegenstand betreffende Patentveröffentlichungen in anderen Ländern, die über eine gemeinsame Prioritätsanmeldung zusammenhängen) bekannt.

Diesbezügliche Auskünfte erhalten Sie unter der Telefonnummer 01 / 534 24 - 725.

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung (Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur (soweit erforderlich))	Betreffend Anspruch
A	DE 39 03 842 A1 (TOYOTA JIDOSHA K.K.) 14. September 1989 (14.09.1989), Fig. 3 - 7, 9 - 12; Bezugszeichen 9c.	1 - 18
A	EP 0 535 466 A1 (TOYOTA JIDOSHA K.K.) 07. April 1993 (07.04.1993), siehe Fig. 4, 10, 11; Bezugszeichen 14.	1 - 18
A	EP 0 639 703 A1 (TOYOTA JIDOSHA K.K.) 22. Februar 1995 (22.02.1995), siehe Fig. 1 - 3; Bezugszeichen 3.	1 - 18
A	US 5 127 379 A (KOBAYASHI et al.) 07. August 1992 (07.08.1992), siehe Fig. 1, 2, 5, 11 - 15; Bezugszeichen 16.	1 - 18
A	DE 39 04 760 A1 (TOYOTA JIDOSHA K.K.) 05. Oktober 1989 (05.10.1989), siehe Fig. 1, 2; Bezugszeichen 28.	1 - 18
<input type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt		
<p><b>Kategorien der angeführten Dokumente</b> (dient in Anlehnung an die Kategorien bei EP- bzw. PCT-Recherchenberichten nur zur raschen Einordnung des ermittelten Stands der Technik, stellt keine Beurteilung der Erfindungseigenschaft dar):</p> <p>„A“ Veröffentlichung, die den <b>allgemeinen Stand der Technik</b> definiert.</p> <p>„Y“ Veröffentlichung von Bedeutung; die Erfindung kann nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese <b>Verbindung für den Fachmann naheliegend</b> ist.</p> <p>„X“ Veröffentlichung von <b>besonderer Bedeutung</b>; die Erfindung kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) angesehen werden.</p> <p>„P“ zwischenveröffentlichtes Dokument von besonderer Bedeutung (<b>älteres Recht</b>)</p> <p>„&amp;“ Veröffentlichung, die Mitglied derselben <b>Patentfamilie</b> ist.</p>		
<p><b>Ländercodes:</b>  AT = Österreich; AU = Australien; CA = Kanada; CH = Schweiz; DD = ehem. DDR; DE = Deutschland;  EP = Europäisches Patentamt; FR = Frankreich; GB = Vereinigtes Königreich (UK); JP = Japan;  RU = Russische Föderation; SU = ehem. Sowjetunion; US = Vereinigte Staaten von Amerika (USA);  WO = Veröffentlichung gem. PCT (WIPO/OMPI); weitere siehe WIPO-Appl. Codes</p>		

Datum der Beendigung der Recherche: 24.02.2000

Bearbeiter : Dipl.Ing. FIETZ