



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: AT 398 606 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 3313/86

(51) Int.Cl.⁶ : F02B 23/06

(22) Anmeldetag: 12.12.1986

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 5.1994

(45) Ausgabetag: 25. 1.1995

(56) Entgegenhaltungen:

DE-PS 696077 GB-PS 587276 US-PS2662510 DE-OS3510076
DE-OS2815717 DE-OS2739419

(73) Patentinhaber:

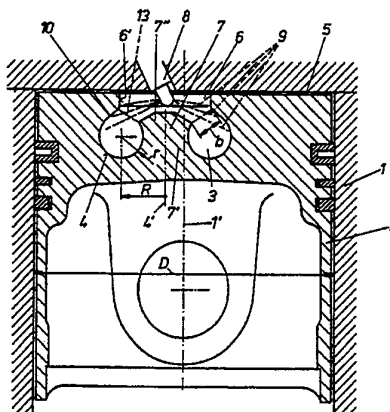
AVL GESELLSCHAFT FÜR VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINEN
UND MESSTECHNIK MBH. PROF.DR.DR.H.C. HANS LIST
A-8020 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:

SCHWEINZER FRANZ DIPL.ING.
GRAZ, STEIERMARK (AT).
CARTELLIERI WOLFGANG DIPL.ING.
GRAZ, STEIERMARK (AT).

(54) LUFTVERDICHTENDE, VENTILGESTEUERTE BRENNKRAFTMASCHINE

(57) Bei einer luftverdichtenden, ventilsteuerten Brennkraftmaschine mit direkter Kraftstoffeinspritzung und einem Einlaßkanal zur Erzeugung einer Rotation der einströmenden Luft um die Zylinderachse, ist die Aufgabe gelöst, ein optimales Verbrennungssystem zwischen einem Dieselmotor mit Direkteinspritzung und offener Brennraummulde und einem Dieselmotor mit Vor- oder Wirbelkammer zu finden, wobei die Vorteile beider Grundtypen möglichst vereinigt und die wesentlichsten Nachteile vermieden werden sollen. Erfindungsgemäß wird die Einschnürung vom zentralen Bereich des Brennraumes her durch einen rotationsförmigen Mittenteil begrenzt, der in seinem unteren Bereich an der Bildung des torusförmigen Brennraumes beteiligt ist, mit seiner oberen Begrenzung im oberen Totpunkt des Kolbens knapp unterhalb des Kraftstoffstrahl-Bereiches bleibt und die innere Begrenzung des engen, ringförmigen Überströmquerschnittes von der Brennraummulde zur zylindrischen Einschnürung bzw. zum Zylinderraum hin bildet.



AT 398 606 B

Die Erfindung bezieht sich auf eine luftverdichtende, ventilgesteuerte Brennkraftmaschine mit direkter Kraftstoffeinspritzung und einem Einlaßkanal zur Erzeugung einer Rotation der einströmenden Luft um die Zylinderachse, sowie einem im Kolben liegenden, am Ende des Verdichtungshubes nahezu die gesamte Verbrennungsluft aufnehmenden torusförmigen Brennraum, dessen Auslauf zur Kolbenoberseite hin eingeschnürt ist, wobei die Umfangsbegrenzung der Einschnürung des Brennraumes zur Kolbenoberseite hin zylindrisch ist, einem rotationsförmigen Mittenteil, der an der Bildung des torusförmigen Brennraumes beteiligt ist und der die Einschnürung vom zentralen Bereich des Brennraumes her begrenzt, wobei seine obere Begrenzung die innere Begrenzung des engen, ringförmigen Überströmquerschnittes von der Brennraummulde zur zylindrischen Einschnürung bzw. zum Zylinderraum hin bildet, sowie einer mit ihren Ausmündungen annähernd auf der Brennraumachse angeordneten Einspritzdüse, welche den Kraftstoff in den torusförmigen Brennraum einbringt.

Aus der US-PS 2,662,510 ist eine Brennkraftmaschine bekannt, in deren Brennraum ein am Kolben angebrachtes Mittelstück hineinragt, das eine zentrale Kammer enthält, die sich in den Brennraum hin öffnet und die zusätzlich über Bohrungen mit dem Brennraum in Verbindung steht. Das Mittelstück soll sich nicht über die Hälfte der Höhe des Brennraumes hin erstrecken. Eine solch komplizierte Form des Brennraumes hat sich als völlig unpraktikabel erwiesen. Die Verteilung des Kraftstoffes ist bei solchen Brennraumgeometrien nicht in ausreichendem Maße gegeben, sodaß die Leistung bei Vollast zu gering bleibt.

Eine Einspritzbrennkraftmaschine dieser Art ist auch in der im Jahre 1935 veröffentlichten CH-PS 175 433 beschrieben. Die Konstruktion dieser Brennkraftmaschine ging von dem Gedanken aus, daß es erforderlich ist, die Ladeluft zu allen Brennstoffteilchen gelangen zu lassen und daß sich keine Tropfen des Brennstoffes an den Wandungen des Verbrennungsraumes ansetzen sollen, da sonst eine Verzögerung der Verbrennung und eine unvollständige Verbrennung stattfindet, die sich durch Rußbildung im Auspuff anzeigt. Dementsprechend wurde dem torusförmigen Verbrennungsraum eine mehrstrahlige Einspritzdüse so zugeordnet, daß die Brennstoffstrahlen den Ringwirbel der Luft einmal beim Durchtritt der Luft durch die Drosselöffnung im inneren Teil der Torusform und ein zweites Mal im äußeren Teil derselben durchsetzen. Dadurch sollte eine vollkommene Verteilung des Brennstoffes in der Ladeluft erzielt werden, die sich in einer rußfreien Verbrennung des Brennstoffes und einer beträchtlichen Leistungssteigerung der Maschine zeigen sollte. Es waren Mittel vorgesehen, um die Ladeluft beim Eintritt in den Arbeitszylinder in kreisende Bewegung zu versetzen. Die den Verbrennungsraum mit dem Hubraum des Zylinders verbindende Drosselöffnung, deren Querschnitt etwa 1/3 bis 1/6 des Zylinderquerschnittes beträgt, bewirkt eine Beschleunigung der kreisenden Bewegung der Luft beim Durchtritt durch die Drosselöffnung, wobei ihr eine Ringwirbelbewegung überlagert wird.

Die zu Zeiten der Veröffentlichung der CH-PS 175 433 realisierbaren Einspritzdrücke sind deutlich niedriger als heutzutage erreichbare. Andererseits reicht die hierbei erreichbare Gemischbildungsenergie der verdichteten Luft nicht aus, um mit einem niedrigen Einspritzdruckniveau die für neuzeitliche Motoren geforderte hohe Leistung zu erzielen. Mit diesem Verfahren können also die notwendigen Einspritzmengen nicht mehr, wie angestrebt wurde, ohne Wandablagerung von Kraftstoff, d.h. vorwiegend luftverteilt, zu einem homogenen Gemisch aufbereitet werden.

Die niedrigen Einspritzdrücke bei der bekannten Brennkraftmaschine bringen den Nachteil niedriger Vollastleistung durch unvollständige Aufbereitung von höheren Einspritzmengen. Außerdem ist nur eine niedrige Verdichtung realisierbar, weil bei höherer Verdichtung die Gemischbildungsenergie stark abfällt und damit die rauchbegrenzte Vollastleistung abnimmt. Diese niedrige Verdichtung bedeutet ein hohes Verbrennungsgeräusch, ein schlechtes Startverhalten und hohe Kohlenwasserstoffemission. Eine hohe Gemischbildungsenergie bleibt nicht lange genug erhalten, sodaß der Zündzeitpunkt für eine rauchfreie Verbrennung früh zu legen ist. Daraus ergeben sich wiederum ein hohes Verbrennungsgeräusch, hohe Stickoxidemissionen und hohe Zylinderspitzendrücke.

Die Realisierung der aufgrund der Emissionsforderungen, aber auch aus Geräusch- und Wirtschaftlichkeitsgründen notwendigen hohen Verdichtung $\epsilon = 19$ bis $22 : 1$ würde, wie bereits erwähnt, bei einer Brennkraftmaschine gemäß CH-PS 175 433 eine deutliche Verringerung der Gemischbildungsenergie der verdichteten Luft und damit eine Verringerung der rauchbegrenzten Vollastleistung bewirken.

Mit einer Erhöhung des Einspritzdruckes auf heutzutage bei Nennleistung übliche Spitzendrücke zwischen 600 bis etwas über 1000 bar, könnte man bei der bekannten Brennkraftmaschine die Gemischbildungsverhältnisse verbessern, wobei jedoch ein - je nach Druckniveau - immer höherer Wandanteil (bis zu 80 %) des Kraftstoffes eintritt.

Dieser hohe Wandanteil bewirkt beim Brennraum der bekannten Brennkraftmaschine vor allem eine Verschlechterung der Gemischaufbereitung. Unvollständige Gemischaufbereitung verursacht ein hohes Verbrennungsgeräusch des Motors durch große Zündverzüge, eine hohe Rußemission bzw. reduzierte

Leistung bei vorgegebenen Rauchwerten, höhere Kohlenwasserstoff-Emissionen und Wirkungsgradverluste.

Besonders ist auch darauf hinzuweisen, daß wandangelagerte Kraftstofffilme, welche von den einzelnen Einspritzstrahlen herrühren, in die turbulenzarmen Zonen im Zentrum der Mulde gelangen und dort unvollständig aufbereitet werden, mit den oben erwähnten ungünstigen Auswirkungen auf das Motorbetriebsverhalten.

Brennkraftmaschinen mit Wirbel- oder Vorkammer weisen andersartige Vor- und Nachteile auf. Vorteilhaft sind niedrige Rauchwerte bei Vollast durch Mischungsenergie im Hauptbrennraum bei Austritt aus dem Schußkanal. Ferner ein geringes Geräusch bei hohem Verdichtungsverhältnis, ein langsames bzw. spätes Brennen und damit im Zusammenhang niedrige NO_x- und HC-Werte. Dagegen ergeben sich als Nachteile ein hoher Kraftstoffverbrauch, verursacht durch hohe Wärme- und Drosselverluste im Überströmkanal. Weiters ergibt sich eine hohe thermische Belastung von Schußkanal, von Kanten, der Ventilstege und des Kolbenbodens.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optimales Verbrennungssystem zwischen einem Dieselmotor mit Direkteinspritzung und offener Brennraummulde und einem Dieselmotor mit Vor- oder Wirbelkammer zu finden, wobei die Vorteile beider Grundtypen möglichst vereinigt und die wesentlichsten Nachteile vermieden werden sollen.

Erfindungsgemäß geschieht dies dadurch, daß der rotationsförmige Mittenteil mit seiner oberen Begrenzung im oberen Totpunkt des Kolbens knapp unterhalb des Kraftstoffstrahl-Bereiches bleibt, und daß die Kraftstoffstrahlen der Einspritzdüse auf den Übergangsbereich des Kolbenbrennraumes zur zylindrischen Einschnürung hin gerichtet sind. Damit wird eine hohe Gemischbildungsenergie durch die Ausbildung eines engen, ringförmigen Überströmquerschnittes bereitgestellt, ohne durch zu hohe Drosselverluste und Wärmeverluste im Überströmquerschnitt den Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine gegenüber der eingangs genannten Ausführung mit torusförmiger Brennraummulde zu verschlechtern. Auftretende Drosselverluste werden also durch die erhöhte Gemischbildungsenergie und daraus resultierendes schnelleres Brennen kompensiert. Außerdem wird bei hohen Einspritzdrücken der wandverteilte Kraftstoffanteil besser aufbereitet als bei der bekannten Brennkraftmaschine. Durch die große Oberfläche für die Strahl-Wandauftragung ergibt sich eine bessere Wandablösung des Kraftstofffilms, und der Mittenteil im Muldenzentrum verhindert, daß wandaufgetragener Kraftstoff in die turbulenzarmen Zonen des Muldenzentrums gelangt. Gleichzeitig verringert dieser Mittenteil die erwähnten turbulenzarmen Zonen. Der Mittenteil im Muldenzentrum und die große benützbare Muldenoberfläche verhindern ein Ineinanderlaufen von Kraftstofffilmen, die von verschiedenen Einspritzstrahlen herkommen. Durch teilweise Wandablösung des wandangelagerten Kraftstofffilms vom äußeren Rand des Mittenteiles der Brennraummulde im Bereich des ringförmigen Überströmquerschnittes sollen die Zonen erhöhter Luftbewegung im Torusbereich der Mulde besser für die Gemischbildung ausgenützt werden. Durch die besondere Ausbildung des Mulden-Mittenteiles ergeben sich auf dessen oberer Begrenzungsfläche Temperaturen, durch welche die knapp darüberstreichenden Kraftstoffstrahlen zusätzlich erwärmt werden und damit die Gemischaufbereitung günstig beeinflußt wird. Die durch den engen Überströmquerschnitt im Zusammenwirken mit dem Drall der Luft erzeugte hohe Geschwindungsenergie bleibt in der ausgebildeten Ringkammer über einen längeren Zeitraum als bei der eingangs beschriebenen bekannten Brennraumform auf einem hohen Niveau.

Diese beschriebenen Eigenschaften des erfindungsgemäßen Ringkammer-Brennraumes haben, zusammengefaßt, folgende Auswirkungen auf das Motorbetriebsverhalten:

Eine Rauchverbesserung bzw. Erhöhung der rauchbegrenzten Vollast. Es ist möglich, hohe Verdichtungen ($\epsilon = 19$ bis $24 : 1$) bei einem hohen Drehmoment über der Drehzahl zu verwirklichen. Diese hohe Verdichtung hat als Vorteile ein niedriges Verbrennungsgeräusch durch kleineren Zündverzug, geringere Kohlenwasserstoff-Emissionen, günstigeres Startverhalten des Motors und eine Verbesserung des Wirkungsgrades der Brennkraftmaschine. Weiters ergibt sich die Möglichkeit den Zündzeitpunkt in Richtung "spät" zu verlegen ohne wesentlichen Rauch- Verbrauchs- und HC-Anstieg durch die Tatsache, daß die Gemischbildungsenergie über einen längeren Zeitraum hoch bleibt. Diese Möglichkeit bedeutet vor allem eine Absenkung von Stickoxiden, Verbrennungsgeräusch und Zylinderspitzenruck.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann das Verhältnis der Breite des ringförmigen Überströmkanals zum Durchmesser der erzeugenden Kreisfläche des Torus 0,2 bis 0,9 vorzugsweise 0,5 bis 0,7 betragen. Liegt das Verhältnis zwischen Überströmkanalbreite und Durchmesser der erzeugenden Kreisfläche des Torus unter 0,5, so tritt ein "Kammereffekt" auf, der sich mit abnehmendem Überströmquerschnitt immer deutlicher ausprägt. Liegt das beschriebene Einschnürungsverhältnis über 0,2, so tritt dieser "Kammereffekt" ohne Verbrauchsverluste auf, d.h. einem langsamen Brennen zu Beginn folgt ein rasches Brennen gegen Ende der Verbrennung, welches durch die hohe Mischungsenergie im Hauptbrennraum beim Austreten des Gemisches und von Teilverbranntem aus der Ringkammer bewirkt wird. Dieser Effekt bewirkt eine zusätzliche Rauchverbesserung, eine weitere Reduktion der Stickoxide und eine weitere

Art einer Kugelkalotte abgeplattet. Sowohl dieser kugelkalottenförmige obere Teil 7'' als auch die Einschnürung 6 sind an den Übergängen zum torusförmigen Grundkörper 4 stark abgerundet.

Die Ausführung nach Fig. 4 unterscheidet sich von jener nach Fig. 1 lediglich dadurch, daß der obere Teil 7'' des Mittenteiles 7 nicht kegelstumpfförmig sondern kegelförmig ist. Die Verschneidungskanten 11 zwischen dem torusförmigen Grundkörper 4 und dem oberen Teil 7'' des Mittenteiles 7 und die Verschneidungskanten 12 zwischen der zylindrischen Umfangsfläche 6' des Auslaufes 6 und dem torusförmigen Grundkörper 4 sind kantig oder nur wenig gerundet. Der ringförmige Überströmquerschnitt 13 von der Brennraummulde 3 zum Auslauf 6 ist deutlich größer als bei der Ausführung nach Fig. 1.

Die Ausführung nach Fig. 5 entspricht jener nach Fig. 1 mit Ausnahme der Ausführung mit einschraubbarem Muldenrand 14 und/oder oberem Teil 7'' des Mittenteils 7, welche aus gleichem Material bestehen wie der gesamte Kolben 2, oder aus einem höher temperaturbeständigem Material, z.B. 25Cr20Ni-Stahl. Das Außengewinde des einschraubbaren Muldenrandes 14 ist mit 15 und der Schraubbolzen des einschraubbaren oberen Teiles 7'' des Mittenteils 7 ist mit 16 bezeichnet. Beide Einschraubteile 14 und 7'' sind durch innen- bzw. außenverzahnte Zahnscheiben 17 bzw. 18 nach DIN 6797 zum Gewinde 16 bzw. 15 hin abgedichtet und verdrehgesichert.

Die beiden Ausführungen nach Fig. 6 und 7 entsprechen, was die Form der Brennraummulde 3 und des Mittenteiles 7 anbelangt, der Ausführung nach Fig. 1 und 2. Bei der Ausführung nach Fig. 6 ist der Muldenbereich 19 und der Ringträgerbereich 20 des Kolbens 2 aus höher temperaturbeständigem Material, z.B. 25Cr20Ni-Stahl hergestellt, sowie formschlüssig und/oder nach dem Al-Fin-Verfahren angegossenem Schafteil 2' des Kolbens 2 aus einer für moderne Kolben üblichen Aluminiumlegierung.

Fig. 7 zeigt die Ausführung der erfindungsgemäßen Brennraummulde 3 in einem Pendelschaftkolben mit einschraubbarem und/oder eingeschweißtem oberem Teil 7'' des Mittenteils 7. Auch dieser Teil 7'' kann aus dem selben Material bestehen wie der übrige Kolben, er kann jedoch auch aus einem höher temperaturbeständigem Material bestehen.

Patentansprüche

1. Luftverdichtende, ventilsteuerte Brennkraftmaschine mit direkter Kraftstoffeinspritzung und einem Einlaßkanal zur Erzeugung einer Rotation der einströmenden Luft um die Zylinderachse, sowie einem im Kolben liegenden, am Ende des Verdichtungshubes nahezu die gesamte Verbrennungsluft aufnehmenden torusförmigen Brennraum, dessen Auslauf zur Kolbenoberseite hin eingeschnürt ist, wobei die Umfangsbegrenzung der Einschnürung des Brennraumes zur Kolbenoberseite hin zylindrisch ist, einem rotationsförmigen Mittelteil, der an der Bildung des torusförmigen Brennraumes beteiligt ist und der die Einschnürung vom zentralen Bereich des Brennraumes her begrenzt, wobei seine obere Begrenzung die innere Begrenzung des engen, ringförmigen Überströmquerschnittes von der Brennraummulde zur zylindrischen Einschnürung bzw. zum Zylinderraum hin bildet, sowie einer mit ihren Ausmündungen annähernd auf der Brennraumachse angeordneten Einspritzdüse, welche den Kraftstoff in den torusförmigen Brennraum einbringt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der rotationsförmige Mittelteil (7) mit seiner oberen Begrenzung (7'') im oberen Totpunkt des Kolbens (2) knapp unterhalb des Kraftstoffstrahl-Bereiches (9) bleibt, und daß die Kraftstoffstrahlen (9) der Einspritzdüse (8) auf den Übergangsbereich des Kolbenbrennraumes (3) zur zylindrischen Einschnürung (6) hin gerichtet sind.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verhältnis der Breite b des ringförmigen Überströmquerschnittes (13) zum Durchmesser ($2r$) der erzeugenden Kreisfläche des Torus 0,2 bis 0,9, vorzugsweise 0,5 bis 0,7 beträgt.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Radien (R) des Mittelpunktkreises und (r) der erzeugenden Kreisfläche des Torus (4) bei einem vorgegebenen Brennraumvolumen so gewählt sind, daß die vom wandangelagerten Kraftstoffilm benetzbare Oberfläche möglichst groß ist.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch die Verwendung einer 4- oder 5-Lochdüse bei einem mittleren Drallniveau $(n_D/n)_m = 2,2$, worin n_D die im Stationärversuch ermittelte Flügeldrehzahl des Drallmeßgerätes und n die aus der gemessenen Durchflußmenge berechnete Motordrehzahl ist, und der Index m ausdrückt, daß das Verhältnis n_D/n über dem Ansaugtakt einen vom oberen Totpunkt bis unteren Totpunkt des Motors integrierten Mittelwert darstellt.

Geräuschabsenkung.

Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn, nach einem weiteren Merkmal der Erfindung, die Radien des Mittelpunktkreises und der erzeugenden Kreisfläche des Torus bei einem vorgegebenen Brennraumvolumen so gewählt sind, daß die vom wandangelagerten Kraftstofffilm benetzbare Oberfläche
5 möglichst groß ist.

Als besonders vorteilhaft hat sich die Verwendung einer Vier- oder Fünflochdüse erwiesen, bei einer mittleren Drallzahl von

$$(n_D/n)_m = 2,2,$$

10

worin n_D die im Stationärversuch ermittelte Flügeldrehzahl des Drallmeßgerätes und n die aus der gemessenen Durchflußmenge berechnete Motordrehzahl ist, und der Index m ausdrückt, daß das Verhältnis n_D/n über dem Ansaugtakt einen vom oberen Totpunkt bis unteren Totpunkt des Motors integrierten Mittelwert darstellt.

15 Hierzu wird auf die Abhandlung "Entwicklungsarbeiten an Ventilkänen von Viertakt-Dieselmotoren", G. THIEN, Graz, insbesondere Abschnitt C. "Messung der Strömungseigenschaften von Ventilkänen", veröffentlicht in Österreichische Ingenieur-Zeitschrift, Sonderabdruck aus Heft 9, Jg. 8 (1965), Seiten 291 bis 302, verwiesen.

Dabei sollte die mittlere freie Strahlänge $20 \pm 5\%$ des Zylinderdurchmessers betragen.

20 Im Sinne einer gleichmäßigen Gemischbildung ist es vorteilhaft, wenn die Auftreffbereiche der Kraftstoffstrahlen im Übergang zwischen der zylindrischen Einschnürung und dem torusförmigen Brennraum liegen und die Auftreffpunkte am Muldenrand gleichmäßig verteilt sind.

Der torusförmige Brennraum kann aus zwei rotationsymmetrischen Teilen, allenfalls mit einem zylindrischen Zwischenteil zusammengesetzt sein, wobei die Radien des Mittelpunktskreises und der erzeugenden
25 Kreisfläche des ersten Teiles sich von den Radien des zweiten Teiles unterscheiden. Bevorzugt sind die obere Begrenzung des zentrischen rotationsförmigen Körpers im Brennraum kegel- und/oder kugelkalottenförmig und alle entstehenden Kanten im Bereich der Brennraummulde und des Überströmkanals und im Einschnürungsbereich werden vorteilhaft zur Vermeidung zu großer thermischer Belastungen abgerundet.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann der Mittenteil und/oder der Muldenrand und/oder der
30 Muldenbereich und Ringträger im Vergleich zum übrigen Kolben aus einem Material höherer Temperaturfestigkeit bestehen und diese Teile mit dem Schaftteil entweder zusammengegossen oder lösbar verbunden sein.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen: Fig. 1 einen Axialschnitt durch den Kolben und zum Teil der Zylinderkopf einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine,
35 Fig. 2 dazu eine Draufsicht auf den Kolben, die Fig. 3 bis 6 je einen teilweisen Axialschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung und Fig. 7 ebenfalls einen Axialschnitt des Kolbens einer anderen Ausführungsform gemäß der Erfindung. Gleiche Teile sind jeweils mit den selben Bezugszeichen versehen.

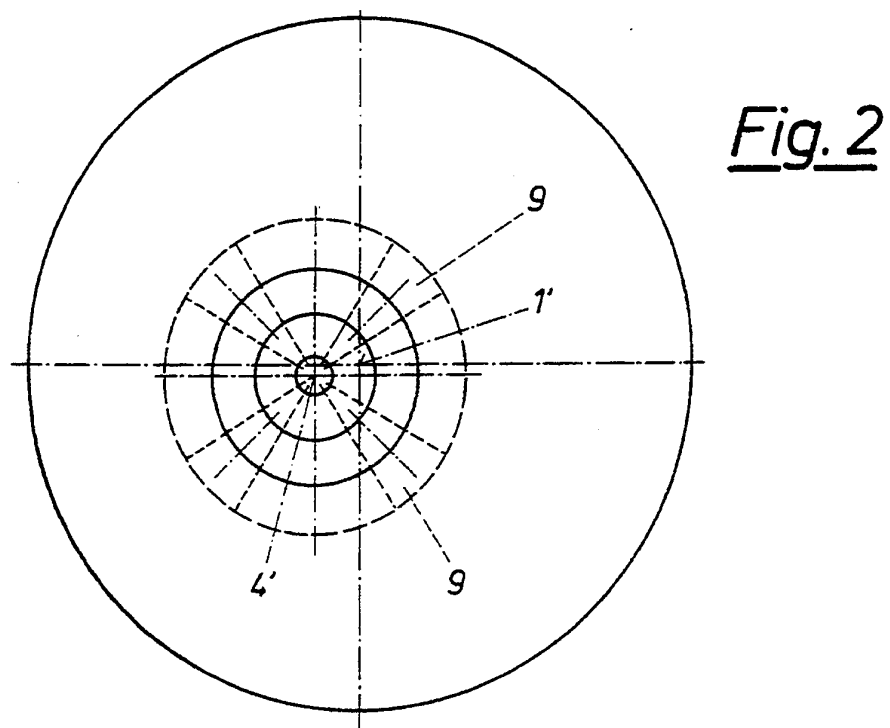
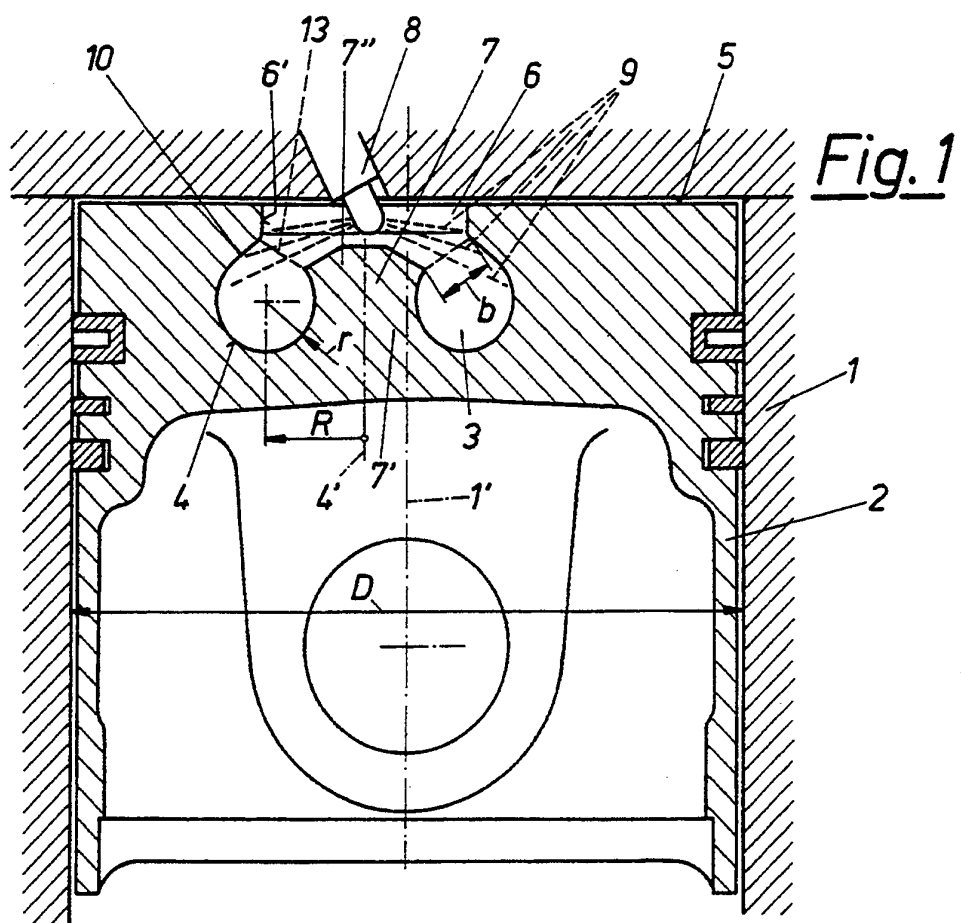
Der im Zylinder 1 mit dem Durchmesser D axial bewegliche Kolben 2 weist eine Brennraummulde 3 auf,
40 welche einen torusförmigen Grundkörper 4, dessen Mittelpunktskreisradius R ist und dessen erzeugender Kreis einen Radius r besitzt. Die Brennraummulde 3 weist ferner eine zur Zylinderachse $1'$ parallele Achse $4'$ und einen zur Kolbenoberseite 5 hin offenen Auslauf auf, der gegenüber dem torusförmigen Grundkörper 4 der Brennraummulde 3 eine Einschnürung 6 darstellt, deren Umfangsfläche $6'$ zylindrisch ist. Die Brennraummulde 3 weist einen rotationskörperförmigen Mittenteil 7 auf, der in seinem unteren Teil $7'$ an
45 der Bildung des torusförmigen Grundkörpers 4 der Brennraummulde beteiligt ist und mit seinem oberen Teil $7''$ im oberen Totpunkt des Kolbens 2 bis knapp unterhalb der von der Einspritzdüse 8 ausgehenden Kraftstoffstrahlen 9 bleibt, sodaß die obere Begrenzungsfläche des Mittenteils 7, die beim vorliegenden Ausführungsbeispiel kegelstumpfförmig ist, von den Kraftstoffstrahlen 9 nicht oder wenigstens nur wenig benetzt wird. Die Kraftstoffstrahlen 9 sind gegen den Übergangsbereich 10 des torusförmigen Grundkörpers
50 4 zur zylindrischen Umfangsfläche $6'$ der Einschnürung gerichtet. Der ringförmige Überströmquerschnitt 13 weist die Breite b auf.

Die Brennraummulde 3 soll möglichst zentral im Kolben 2 angeordnet sein; im vorliegenden Falle ist die Achse $4'$ des torusförmigen Grundkörpers 4 samt Mittenteil 7 aus konstruktiven Gründen - Unterbringung der Ventile und der Einspritzdüse - gegenüber der Achse $1'$ des Kolbens etwas versetzt.

55 Bei der Ausführung nach Fig. 3 ist der torusförmige Grundkörper 4 der Brennraummulde 3 an der Kolbenoberseite 5 ebenfalls über die Einschnürung 6, deren Umfangsfläche $6'$ zylindrisch ist, mit dem Zylinderraum in Verbindung. Der untere Teil $7'$ des rotationskörperförmigen Mittenteils 7 ist ebenfalls an der Bildung des torusförmigen Grundkörpers 4 beteiligt. Der obere Teil $7''$ des Mittenteils 7 ist jedoch nach

5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die mittlere freie Strahllänge $20 \pm 5 \%$ des Zylinderdurchmessers D beträgt.
6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Auftreffbe-
5 reiche der Kraftstoffstrahlen (9) im Übergang zwischen Einschnürung (6) und torusförmigem Brennraum (4) liegen und die Auftreffpunkte am Muldenrand gleichmäßig verteilt sind.
7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der torusfö-
10 rmige Brennraum (4) aus zwei rotationssymmetrischen Teilen, allenfalls mit einem zylindrischen Zwischen-
enteil, zusammengesetzt ist, wobei die Radien (R) des Mittelpunktkreises und (r) der erzeugenden
Kreisfläche des ersten Teiles sich von den Radien (R, r) des zweiten Teiles unterscheiden.
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Begren-
15 zung des oberen Teiles (7'') des zentrischen rotationsförmigen Mittenteiles (7) im Brennraum kegel-
und/oder kugelkalottenförmig ist.
9. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß alle entstehen-
den Kanten im Bereich der Brennraummulde (3) und im Auslauf- und Einschnürungsbereich (6) zur
20 Vermeidung zu großer thermischer Belastungen abgerundet sind.
10. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Mittenteil
(7) und/oder der Muldenrand (14) und/oder Muldenbereich und Ringträger (20) im Vergleich zum
übrigen Kolben (2) aus einem Material höherer Temperaturfestigkeit bestehen und diese Teile mit dem
25 Schaftteil entweder zusammengegossen oder lösbar verbunden sind.

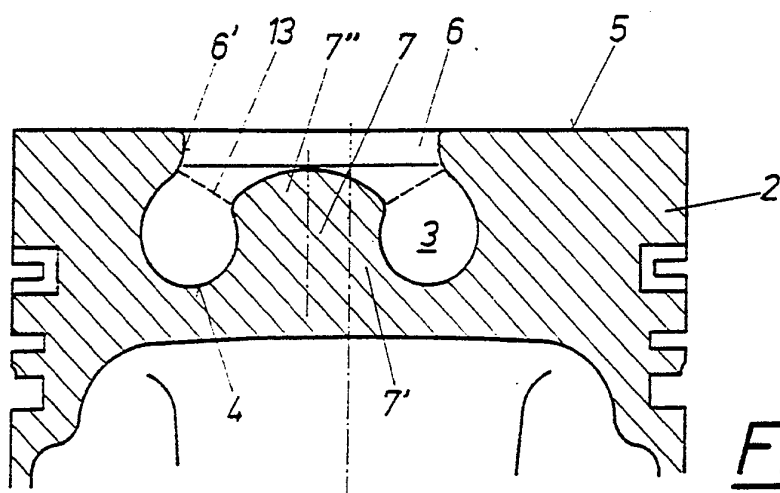
Hiezu 3 Blatt Zeichnungen



Ausgegeben
Blatt 2

25. 1.1995

Int. Cl.⁶: F02B 23/06



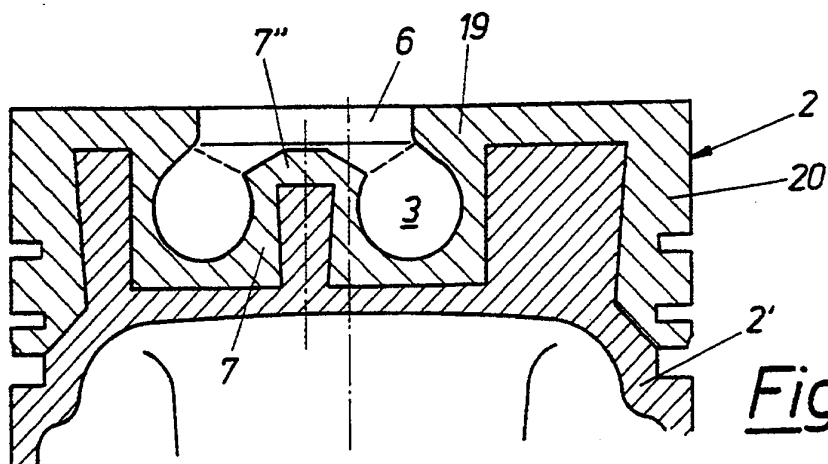


Fig. 6

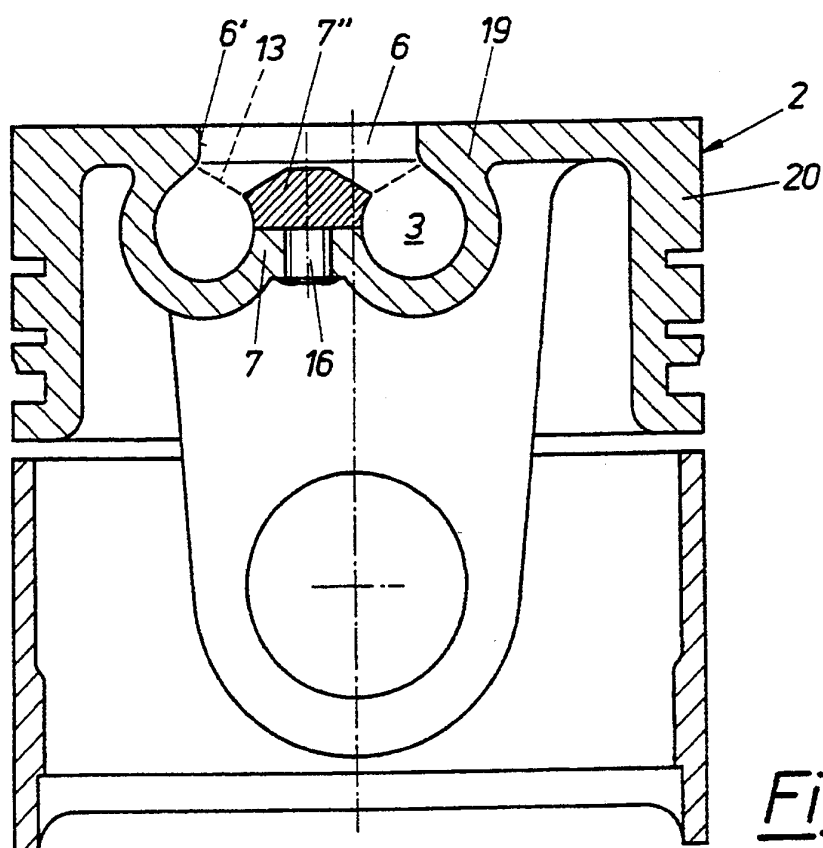


Fig. 7