



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

# PATENTSCHRIFT

ISSN 0433-6461

(11)

**212 076**

Int.Cl.<sup>3</sup>

3(51)

F 02 B 23/06

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 02 B/ 2452 583  
(31) P3147015.7

(22) 26.11.82  
(32) 27.11.81

(44) 01.08.84  
(33) DE

(71) M. A. N. MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NUERNBERG AG;DE;  
(72) NEITZ, ALFRED;D'ALFONSO, NUNZIO,DR.-ING.;PICKEL, HANS;DE;

(54) LUFTVERDICHTENDE, DIREKTEINSPRITZENDE BRENNKRAFTMASCHINE

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine luftverdichtende, direkteinspritzende Brennkraftmaschine, welche im Kolben einen rotationskörperförmigen Brennraum aufweist, in den der Kraftstoff über eine schräg im Zylinderkopf angeordnete Einspritzdüse mit nur einem Strahl in Richtung der rotierenden Verbrennungsluft eingespritzt wird. Die Arbeitsweise der Brennkraftmaschine soll dahingehend verbessert werden, daß die in allen Betriebsbereichen, vorwiegend zu Beginn und am Ende der Einspritzung durch die rotierende Luftströmung bzw. die nach OT aus dem Brennraum strömenden Gase, eventuell auftretenden Kraftstoffverwehungen keine Verschlechterung der Betriebsdaten und auch keine Erosionen am Kolbenboden bzw. Zylinderkopf hervorrufen. Nach dem neuen Vorschlag wird dies im wesentlichen dadurch erreicht, daß der Strahlabspritzpunkt der Einspritzdüse im oberen Totpunkt des Kolbens unter dem Kolbenboden liegt und den Brennraum eingetaucht ist sowie die Einspritzdüse mit Spiel von einer längsgeschlitzten, stirnseitig offenen Hülse umgeben ist, welche über die Spritzbohrung (Strahlabspritzpunkt) vorsteht. Fig. 1

Berlin, den 25.3.1983

WP F 02 B/245 258/3

61 692/27

Luftverdichtende, direkteinspritzende Brennkraftmaschine

#### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine luftverdichtende, direkteinspritzende Brennkraftmaschine mit Selbst- oder Fremdzündung, welche im Kolben einen rotationskörperförmigen Brennraum aufweist, bei der der einströmenden Verbrennungsluft durch bekannte Mittel eine Drehbewegung um die Brennraumlängsachse erteilt wird und bei der der Kraftstoff über eine außermittig in der Nähe des Brennraumöffnungsrandes im Zylinderkopf angeordneten Einspritzdüse mit nur einem Strahl derart in Richtung der rotierenden Verbrennungsluft in den Brennraum eingespritzt wird, daß an der Brennraumwand die Bildung eines Kraftstofffilms möglich ist.

#### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Derartige Brennkraftmaschinen, die nach dem Verfahren der Kraftstoff-Wandauftragung arbeiten, sind bereits hinreichend bekannt. Sie haben eine Reihe von Vorteilen, wobei insbesondere die gute Kraftstoffausnutzung, die geringe Abgasstrübung und die Gangruhe zu erwähnen sind. Auch wurde festgestellt, daß sich die Abgasqualität weiter verbessern läßt (Verminderung der Weiß- und Blaurauchbildung und der unverbrannten Kohlenwasserstoffe), wenn man die im Leerlauf und im unteren Drehzahl- und Lastbereich erforderliche, geringe Einspritzmenge nahezu ausschließlich unmittelbar mit der Verbrennungsluft vermischt, da in diesen Bereichen die für eine ausreichend schnelle Verdampfung des filmartig aufge-

25.3.1983

WP F 02 B/245 258/3

61 692/27

- 2 -

brachten Kraftstoffes erforderliche Temperatur der Brennraumwand nicht vorhanden ist, wodurch eine unvollkommene Gemischaufbereitung und damit Verbrennung stattfindet. Im oberen Drehzahl- und Lastbereich hingegen hat sich die Kraftstoff-Wandauftragung sehr gut bewährt.

Es hat sich nun gezeigt, daß der Kraftstoff, der bei Leerlauf und im unteren Drehzahl- und Lastbereich mit der Luft vermischt wird, gleich nachdem er die Düsenbohrung verlassen hat, eine mit geringer Durchschlagskraft versehene Wolke bildet, die leicht von der rotierenden Luft verweht wird. Dabei kann der Kraftstoff gegen die Brennraumwand, in den Zwischenraum Kolbenboden / Zylinderkopf oder, bei eingeschnürten Brennräumen, gegen die Schnauppenwand getragen werden. Das Auftragen auf diese kälteren Stellen verursacht wiederum eine Verschlechterung der Abgaswerte, insbesondere der unverbrannten Kohlenwasserstoffe.

Auch bei hoher Drehzahl und Last wird der mit großer Durchschlagskraft ausgebildete Hauptstrahl am Anfang und am Ende der Einspritzung von kleinen Kraftstoffwolken begleitet. Noch stärker als bei niedriger Drehzahl werden diese Kraftstoffwolken von dem nun schneller rotierenden Gas abgelenkt und vorwiegend in die Räume zwischen Zylinderkopf und Kolbenboden getragen. Außerdem strömt das Gas unmittelbar nach OT mit hoher Geschwindigkeit vom Brennraum in den sich schnell vergrößernden Spalt zwischen den Zylinderkopf und den Kolbenboden und reißt bevorzugt die Kraftstoffwolken und -Tröpfchen, die gegen Ende der Einspritzung entstehen, mit. Der dorthin gelangte Kraftstoff wird somit dem eigent-

25.3.1983

WP F 02 B/245 258/3

61 692/27

- 3 -

lichen Verbrennungsvorgang entzogen, wird von der sich im Brennraum ausbreitenden Flammenfront nicht erfaßt und verbrennt schlagartig durch Selbstzündung. Dabei haben diese Kraftstoffwolken starke erosive Auswirkungen auf die sehr nahen Oberflächen des Kolbens und des Zylinderkopfes.

#### Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Bereitstellung einer wirtschaftlich einsetzbaren und höhere Gebrauchswerteigenschaften aufweisenden luftverdichtenden, direkteinspritzenden Brennkraftmaschine.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Brennkraftmaschine der eingangs beschriebenen Art die durch die Kraftstoffablenkungen entstehenden Erosionen am Kolbenboden und Zylinderkopf zu vermeiden bzw. die Abgasemission hinsichtlich unverbrannter Kohlenwasserstoffe zu verbessern.

Nach der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Spritzbohrung der Einspritzdüse im oberen Totpunkt des Kolbens unter dem Kolbenboden liegt und in den Brennraum eingetaucht ist und der Hals der Einspritzdüse mit Spiel von einer längegeschlitzten, stirnseitig offenen Hülse umgeben ist, welche über die Spritzbohrung vorsteht.

Durch diese Merkmale wird das angestrebte Ziel auf einfache Weise voll erreicht. Das Eintauchen der Spritzbohrung der

25.3.1983

WP F 02 B/245 258/3

61 692/27

- 4 -

Einspritzdüse in den Brennraum während des Einspritzvorganges verhindert, daß Kraftstoff zwischen Kolbenboden und Zylinderkopf gelangen kann. Der von der rotierenden Luft verwehte Kraftstoff wird bevorzugt an der unteren, vorstehenden Hülsenwandung niedergeschlagen, und da dieser Wandungsbereich sehr heiß sein wird, erfolgt dort eine schnelle Verdampfung des Kraftstoffes. Zudem schützt die Hülse die Einspritzdüse vor zu starken Erwärmungen, wobei Verkokungserscheinungen in der Düsenbohrung, die sich auf Grund des tieferen Eintauchens der Einspritzdüse in den Brennraum ergeben würden, absolut vermieden werden. Auch tritt kein Verziehen der Einspritzdüse auf, da durch die Hülse wegen des Spiels zum Düsenkörper zu starke Temperaturunterschiede in den oberen bzw. unteren Bereichen der Einspritzdüse nicht entstehen können. Die Hülse dient somit neben der Funktion als Auffangmittel für verwehten Kraftstoff zur Verbesserung der Gemischaufbereitung sowie als Wärmeschutz für die Einspritzdüse. Der Längsschalitz in der Hülse sorgt dabei für einen spannungsfreien guten Kontakt der Hülse mit dem gekühlten Zylinderkopf, auch bei asymmetrischer Temperaturverteilung in der Hülse. Dadurch wird verhindert, daß Risse und Brüche entstehen, weder in der Hülse selbst noch im Zylinderkopf. Der vorliegende Zwischenraum zwischen der Einspritzdüse und der Hülse (Spiel) wird mit der Zeit durch Ruß- und Koksablagerungen gefüllt. Diese Ablagerungen wirken isolierend und bilden hiermit einen weiteren Wärmeschutz.

Zwar ist es bereits bekannt, als Wärmeschutz zylindrische Hülsen zu verwenden, die den Düsenchaft umhüllen und im

25.3.1983

WP F 02 B/245 258/3

61 692/27

- 5 -

Zylinderkopf festgehalten bzw. am Düsenhalter befestigt werden, wobei die Hülsen ganz oder teilweise mit Preßsitz am zylindrischen Hals des Düsenvorsatzes anliegen (vgl. DE-PS 873 011). Bei der bekannten Einrichtung handelt es sich um eine direkt gekühlte Einspritzdüse, welche zentral über dem Brennraum angeordnet ist. Der Nachteil dieser bekannten Hülsen ist der, daß durch die Berührung der Hülsen mit den jeweiligen Düsenkörpern die Wärme weiterhin in die Düsenkörper geleitet wird, zumindest in die oberen Bereiche. Ebenfalls können im Betrieb in diesen Bereichen Spannungen in der Hülse entstehen, was zu Rissen in der Hülse führen kann. Nachteilig ist weiterhin der größere Durchmesser, den die Düsenbohrung im Zylinderkopf haben muß, damit die Düse und die Schutzhülse eingeführt und fixiert werden kann. Dies fällt bei der bekannten Einrichtung zwar weniger ins Gewicht, da - wie bereits erwähnt - hier eine direkt gekühlte Einspritzdüse, welche zentral über dem Brennraum angeordnet ist, vorliegt. Dagegen wäre der größere Durchmesser aus konstruktiven Gründen bei der vorliegenden Erfindung, bei der die Einspritzdüse außermittig in der Nähe des Brennraumöffnungsrandes schräg zur Brennraumlängsachse angeordnet ist und die Wärmeabfuhr aus dem Bereich der Einspritzdüse über die gekühlten Zylinderkopfflächen erfolgen soll, problematischer. Es ist weiter festzustellen, daß bei der bekannten Einspritzdüse die Spitze des Düsenvorsatzes in den Brennraum hineinragt. Warum dies so ist, ist der Beschreibung der DE-PS 873 011 nicht zu entnehmen. Da bei zentral angeordneten Einspritzdüsen das Problem der Kraftstoffverwehung in die Räume zwischen Zylinderkopf und Kolbenboden auf Grund der größeren Entfernung weniger aktuell ist,

25.3.1983

WP F 02 B/245 258/3

- 6 -

61 692/27

muß angenommen werden, daß das Eintauchen der Einspritzdüse in den Brennraum hier einem anderen Zweck dient.

Nachdem es einen Zusammenhang zwischen Abstand des Kolbens vom Zylinderkopf bei Einspritzbeginn bzw. Einspritzende und optimaler Eintauchtiefe der Einspritzdüsenmündung in den Brennraum gibt (der jeweilige Abstand des Kolbens ist vom Hub der Brennkraftmaschine abhängig), ist es in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorteilhaft, wenn die Eintauchtiefe der Spritzbohrung in den Brennraum, in vertikaler Richtung gemessen - mindestens so viel beträgt, wie der Kolbenboden am Ende der Kraftstoff-Einspritzung bei Nenndrehzahl und Vollast von der Unterkante des im oberen Totpunkt gebildeten Zylinderkopfspaltes entfernt ist. Das heißt, am Ende der Einspritzung kommt die Spritzbohrung der Einspritzdüse zumindest in der Höhe des Kolbenbodens zu liegen. Sie kann darunter liegen, aber nicht darüber.

Es hat sich gezeigt, daß die Vorgänge am Ende der Einspritzung im wesentlichen für die Entstehung der Kolbenbodenerosionen verantwortlich sind. Man kann also das Ende der Einspritzung bei Nenndrehzahl und Vollast als Maßstab nehmen, um die Eintauchtiefe der Spritzbohrung festzulegen. Diese Position wird dann in den meisten Fällen auch optimal für die Abgasemissionen sein, auf die man besonders bei Schwachlast und bei niedriger Drehzahl achten muß. Einerseits sind dann nämlich die Spritzzeiten kürzer, und Einspritzbeginn und Einspritzende liegen näher am oberen Totpunkt, andererseits sind die Gasbewegungen (Dreh- und Ausströmbewegungen) viel kleiner, da diese etwa der Drehzahl proportional sind.

25.3.1983

WP F 02 B/245 258/3

61 692/27

- 7 -

Besonders gute Ergebnisse werden mit Hülse erzielt, die zwischen 0,5 bis 2,0 mm über die Spritzbohrung überstehen. Weiter vorstehende Hülse würden die Rotation der Verbrennungsluft stören.

Als zweckmäßig hat sich erwiesen, wenn die Schlitzbreite der Hülse im montierten kalten Zustand 0,5 bis 2 mm beträgt und der äußere Durchmesser der Hülse im freien (nicht montierten) Zustand den 1,0- bis 1,3fachen Wert des Durchmessers der Düsenbohrung im Zylinderkopf aufweist. Dies ermöglicht eine leichte Montage bzw. Einführung der Hülse in die Düsenbohrung, da die längsgeschlitzte Hülse sich gut elastisch verformen läßt.

Auch wird noch vorgeschlagen, "im Bereich des Düsenhalters an der Hülse einen Bund vorzusehen. Dieser Bund bestimmt die Einbaulage der Hülse und verhindert ein Hineinrutschen der Hülse in den Zylinder.

Weiter ist es vorteilhaft, die Längsschlitzung (Schlitzlage) in den Bereich der Hülse zu legen, welcher ganz vom Zylinderkopf abgedeckt ist. Dadurch kann auch nicht durch den vorhandenen Spalt Kraftstoff auf die gefährdeten Bereiche auftreffen. Insbesondere wird dabei die im unteren Hülsebereich (im Bereich des Zylinderkopfbodens) gebildete Zylinderkopfspitze nicht so stark durch die ungünstige thermische Verformung des aus dem Zylinderkopf herausragenden Hülseanteils beansprucht. Die Gefahr von Rißbildungen speziell an dieser Stelle bzw. ein Abbrand dieser Spitze werden hiermit vermieden.

25.3.1983

WP F 02 B/245 258/3

61 692/27

- 8 -

### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: einen Längsschnitt durch den unteren Teil einer im Zylinderkopf angeordneten Einspritzdüse mit Hülse sowie durch den oberen Teil eines in einem Zylinder angeordneten Kolbens mit Brennraum im oberen Totpunkt (OT);

Fig. 2: einen Schnitt II - II durch die Einspritzdüse und die Hülse nach Fig. 1;

Fig. 3: einen Längsschnitt wie in Fig. 1 mit eingezeichneter Gasbewegung nach OT und eingezeichnetem Kraftstoffstrahl mit Kraftstoffwolke;

Fig. 4: ein Diagramm über die Bewegung des Kolbens während des Einspritzvorgangs mit Darstellung der Eintauchtiefe der Spritzbohrung (Strahlabspritzpunkt) in den Brennraum (in Vergrößerung).

Die Fig. 1 und 3 zeigen einen in einem Kolben 6 angeordneten, kugelförmigen Brennraum 7, der zum Zylinderkopf 5 hin einen eingeschnürten Hals aufweist, in dem ein schräg in den Brennraum 7 einmündender, als Schnaupe ausgebildeter Verbindungskanal 7a vorgesehen ist. In Verlängerung des Verbindungskanals 7a ist im Zylinderkopf 5 eine Kraftstoff-Einspritzdüse 2 angeordnet. Diese ist von einer Hülse 4 mit

25.3.1983

WP F 02 B/245 258/3

61 692/27

- 9 -

Spiel 16 umgeben, und die Spritzbohrung 2a derselben liegt unter der Ebene des Zylinderkopfbodens 5a. Die Hülse 4 ist stirnseitig offen und weist eine Längeschlitzung auf, wobei die Schlitzbreite  $s$  (vgl. Fig. 2) im montierten kalten Zustand 0,5 bis 2,0 mm beträgt. Der äußere Durchmesser der freien (nicht montierten) Hülse 4 kann maximal den 1,3fachen Wert des Durchmessers  $d$  der Düsenbohrung 11 im Zylinderkopf 5 aufweisen, bevorzugt wird eine Hülse mit dem 1,1fachen Wert verwendet. Der größere oder mindestens gleich große Durchmesser der Hülse 4 gegenüber der Düsenbohrung 11 sorgt dafür, daß die äußere Fläche der Hülse 4 satt an der Zylinderkopfwandung anliegt. Dadurch wird die in die Hülse 4 eingeleitete Wärme gut an die gekühlte Zylinderkopfwandung abgeführt.

Wesentlich ist, daß die Hülse 4 über die Spritzbohrung 2a der Einspritzdüse 2 vorsteht. Der überstehende Teil kann zwischen 0,5 und 2,0 mm betragen. Als sehr vorteilhaft hat sich ein Übertagen von 1,0 mm bewährt.

In der oberen Totpunktstellung des Kolbens 6 (Fig. 1) taucht die Einspritzbohrung 2a sowie der zylinderhufartige Teil der Hülse 4 in den Brennraum 7 ein. Die Eintauchtiefe  $a$  der Spritzbohrung 2a in den Brennraum 7 - in vertikaler Richtung gemessen - beträgt dabei mindestens so viel, wie der Kolbenboden 6a am Ende der Kraftstoff-Einspritzung - bezogen auf Nenndrehzahl und Vollast - von der Unterkante des in OT gebildeten Zylinderkopfspaltes 5b entfernt ist.

Sofern eine noch weitere Verbesserung der Abgaswerte er-

25.3.1983

WP F 02 B/245 258/3

61 692/27

- 10 -

wünscht ist (gilt beispielsweise für leichtere Fahrzeuge, wie PKW's im Schwachlastbereich), ist es auch denkbar, die Spritzbohrung weiter in den Brennraum eintauchen zu lassen und die Eintauchtiefe  $a$  in Abhängigkeit von der Entfernung des Kolbens bei Einspritzbeginn bzw. einem Wert zwischen Einspritzbeginn und Einspritzende festzulegen.

In die Fig. 1 ist noch die Düsenachse 1 eingezeichnet, die hier mit der Spritzlochachse zusammenfällt. Dies braucht aber nicht immer der Fall zu sein. Außerdem ist der Düsenhalter 3 dargestellt. Im Bereich dieses Düsenhalters 3 weist die Hülse 4 einen Bund 4a auf. Dadurch wird die Hülse 4 in ihrer Lage orientiert.

Die Fig. 3 zeigt die Stellung des Kolbens 6 nach dem oberen Totpunkt bzw. gegen Ende der Einspritzung. Es ist zu erkennen, daß um den eingespritzten Kraftstoff-Hauptstrahl 8 Kraftstoffnebel 9 bzw. energielose Kraftstoff-Tröpfchen vorliegen, die sich bevorzugt - bedingt durch die rotierende Luft 17 - an dem zylinderhufartigen Teil der heißen Hülswandung niederschlagen und dort verdampfen. Die Pfeile 15 zeigen die radiale Gasbewegung, die sich nach OT einstellt.

Es hat sich gezeigt, daß diese radiale Gasbewegung überwiegend die Ursache für die Kolbenboden- bzw. Zylinderkopf-erosionen darstellt, da diese die Kraftstoffwolken bzw. -tröpfchen, die gegen Ende der Einspritzung entstehen, bevorzugt in den Spalt zwischen Zylinderkopf und Kolbenboden mitreißt. Da bei vorliegender Erfindung am Ende der Einspritzung die Einspritzbohrung 2a zumindest noch in der Ebene

25.3.1983

WP F 02 B/245 258/3

61 692/27

- 11 -

des Kolbenbodens 6a liegt (oder evtl. tiefer), tritt dieser Nachteil nicht auf. Dies gilt ebenso für den Einspritzbeginn vor OT, obwohl dabei in den meisten Fällen die Spritzbohrung 2a der Einspritzdüse 2 noch über dem Kolbenboden 6a liegen wird. In diesem Fall wird die mit großer Geschwindigkeit in den Brennraum einströmende Quetschströmung eine Verwehung des Kraftstoffes in die Räume zwischen Kolbenboden und Zylinderkopf weitgehend verhindern.

Im Diagramm der Fig. 4 ist in Form einer Parabel der Kolbenweg 13 in Abhängigkeit von den Kurbelwinkelgraden aufgetragen. Im Beispiel beginnt die Kraftstoffeinspritzung bei  $26^{\circ}$  vor OT und endet bei  $12^{\circ}$  nach OT; die gesamte Einspritzdauer bei Vollast ist mit 10 bezeichnet. Auch ist zu erkennen, daß sich der Kolben am Ende der Einspritzung in einem Abstand a vom Zylinderkopfspalt 5b befindet. Dieser Abstand a entspricht der Eintauchtiefe des Strahlabspitzpunktes der Spritzbohrung 2a in den Brennraum, wenn sich der Kolben im oberen Totpunkt befindet. Im Beispiel beträgt die Eintauchtiefe a etwa 1,3 mm, und die Hülse 4 überragt die Spritzbohrung 2a etwa 1 mm. Die Achse 12 der Spritzbohrung 2a ist in Fig. 4 gezeigt.

Abschließend ist zu erwähnen, daß es nicht notwendig ist, durch das Vorliegen der Hülse die Durchmesserbohrung im Zylinderkopf für die Düse größer auszuführen. Es wird vielmehr der Düsenhals etwas dünner ausgeführt. Dieser Materialabbau im Bereich des Düsenhalses bewirkt automatisch (durch die kleinere exponierte Fläche und durch den inneren Kraftstofffluß) eine weitere Temperaturminderung an der Düse.

25.3.1983

WP F 02 B/245 258/3

- 12 -

61 692/27

### Erfindungsanspruch

1. Luftverdichtende, direkteinspritzende Brennkraftmaschine mit Selbst- oder Fremdzündung, welche im Kolben einen rotationskörperförmigen Brennraum aufweist, bei der der einströmenden Verbrennungsluft durch bekannte Mittel eine Drehbewegung um die Brennraumlängsachse erteilt wird und bei der der Kraftstoff über eine außermittig in der Nähe des Brennraumöffnungsrandes im Zylinderkopf angeordneten Einspritzdüse mit nur einem Strahl derart in Richtung der rotierenden Verbrennungsluft in den Brennraum eingespritzt wird, daß an der Brennraumwand die Bildung eines Kraftstofffilms möglich ist, gekennzeichnet dadurch, daß die Spritzbohrung (2a) der Einspritzdüse (2) im oberen Totpunkt des Kolbens (6) unter dem Kolbenboden (6a) liegt und in den Brennraum (7) eingetaucht ist und der Hals der Einspritzdüse (2) mit Spiel (16) von einer längsgeschlitzten, stirnseitig offenen Hülse (4) umgeben ist, welche über die Spritzbohrung (2a) vorsteht.
2. Luftverdichtende, direkteinspritzende Brennkraftmaschine nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Eintauchtiefe (a) der Spritzbohrung (2a) in den Brennraum (7) - in vertikaler Richtung gemessen - mindestens so viel beträgt, wie der Kolbenboden (2a) am Ende der Kraftstoff-Einspritzung bei Nenndrehzahl und Vollast von der Unterkante des im oberen Totpunkt gebildeten Zylinderkopfspaltes (5b) entfernt ist.

25.3.1983

WP F 02 B/245 258/3

61 692/27

- 13 -

3. Luftverdichtende, direkteinspritzende Brennkraftmaschine nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Hülse (4) zwischen 0,5 bis 2,0 mm vorsteht.
4. Luftverdichtende, direkteinspritzende Brennkraftmaschine nach einem der Punkte 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß die Schlitzbreite (s) der Hülse (4) im montierten kalten Zustand 0,5 bis 2,0 mm beträgt.
5. Luftverdichtende, direkteinspritzende Brennkraftmaschine nach einem der Punkte 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß der äußere Durchmesser der geschlitzten Hülse (4) im freien (nicht montierten) Zustand den 1,0- bis 1,3fachen Wert des Durchmessers (d) der Düsenbohrung (11) im Zylinderkopf (5) aufweist.
6. Luftverdichtende, direkteinspritzende Brennkraftmaschine nach einem der Punkte 1 bis 5, gekennzeichnet dadurch, daß die Hülse (4) im Bereich des Düsenhalters (3) einen Bund (4a) aufweist.
7. Luftverdichtende, direkteinspritzende Brennkraftmaschine nach einem der Punkte 1 bis 6, gekennzeichnet dadurch, daß die Längsschlitzung (Schlitzlage) in dem Bereich der Hülse (4) liegt, welcher ganz vom Zylinderkopf (5) abgedeckt ist.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

31 MRZ 1983 \* 079770

Fig.1

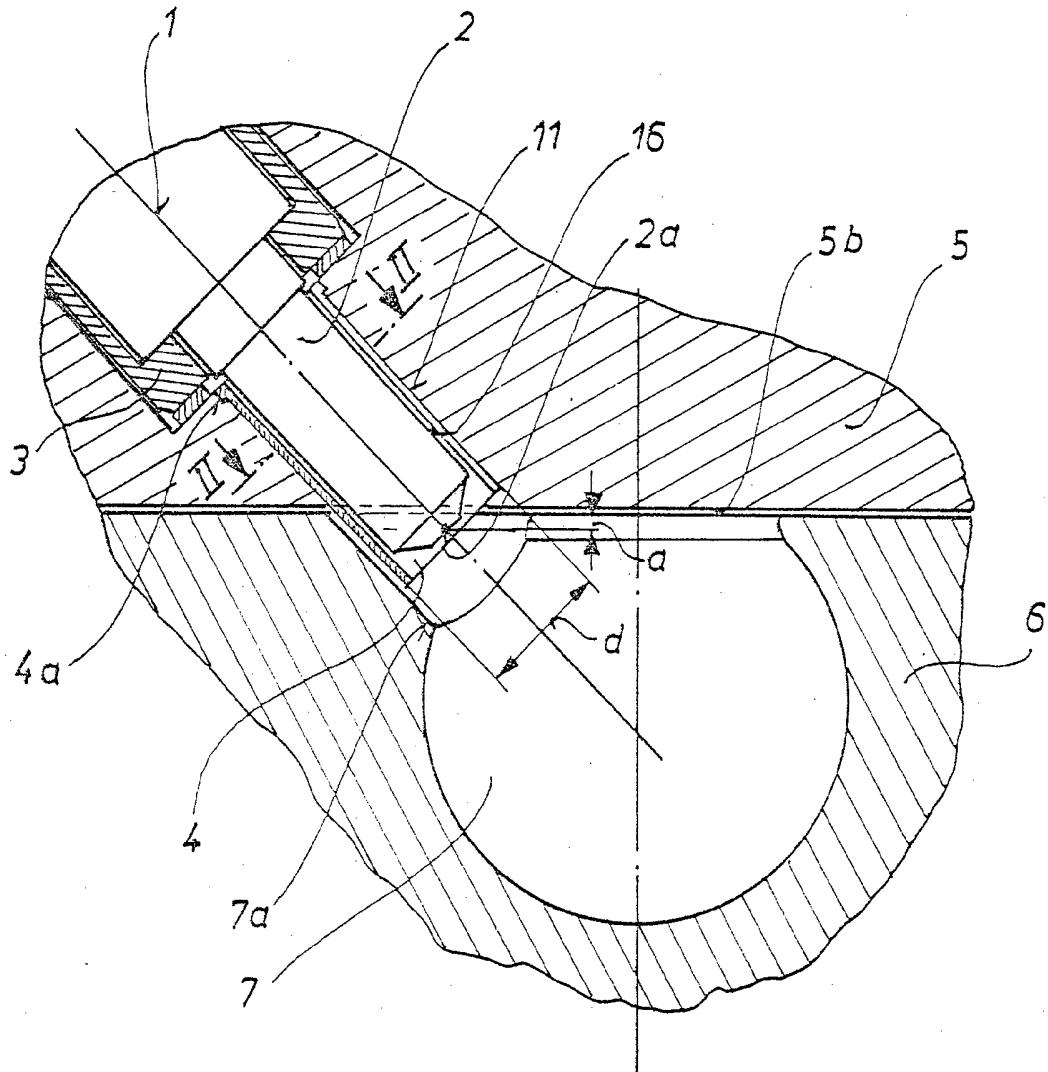


Fig.2

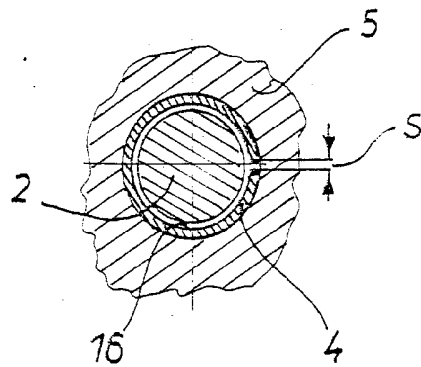


Fig. 3

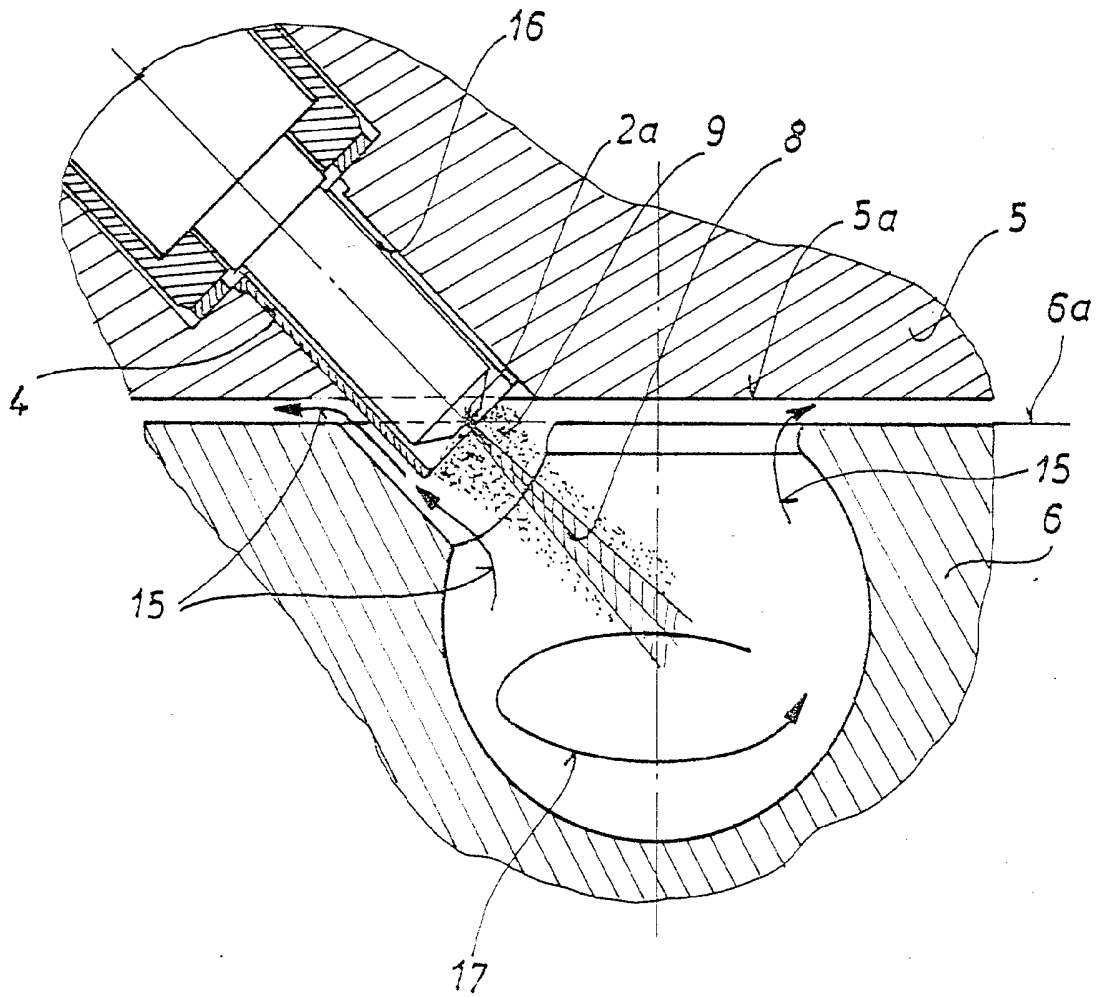


Fig. 4

