

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 530/87

(51) Int.Cl.⁶ : F02F 3/18

(22) Anmeldetag: 6. 3.1987

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 8.1996

(45) Ausgabetag: 25. 4.1997

(56) Entgegenhaltungen:

CH 501148A DE 2513272A1

(73) Patentinhaber:

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

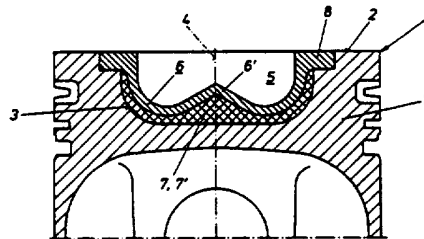
(72) Erfinder:

BRANDL FRANZ DIPL.ING. DR.
KUMBERG, STEIERMARK (AT).

(54) BRENNKRAFTMASCHINE MIT DIREKTER ODER INDIREKTER KRAFTSTOFFEINSPRITZUNG

(57) Die Erfindung bezweckt, das Verbrennungsgeräusch von Brennkraftmaschinen mit Kraftstoffeinspritzung, insbesondere Dieselmotoren, dadurch abzusenken, daß eine möglichst hohe Brennraumwandtemperatur auch bei niedrigen Motordrehzahlen und geringer Last so schnell wie möglich erreicht und dann aufrecht erhalten wird. Bei Vollast und Nenndrehzahlen soll dabei allerdings eine mittlere Maximaltemperatur der Brennraumwand (5') (ca. 400°C), die durch die erwünschten Emissionen sowie Leistungsdaten limitiert ist, nicht überschritten werden.

Erfindungsgemäß ist mindestens ein Teil der den Brennraum begrenzenden Wände (5') - zur temperaturabhängigen Steuerung deren Wärmeleitvermögen - mit einer Schicht (7') aus einer Substanz dicht hinterfüttert, die einen Schmelzpunkt zwischen 300 und 400°C hat und im festen Zustand ein niedriges, hingegen in der flüssigen Phase ein sehr hohes Wärmeleitvermögen aufweist, sodaß die Wärmeübertragung vom Brennraum auf das ihn umgebende Material im festen Zustand der Substanz stark, in deren flüssigen Phase aber praktisch nicht beeinträchtigt ist.



Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennkraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung, insbesondere Dieselmotor, wobei ein Teil der den Brennraum begrenzenden Wände doppelwandig ausgeführt und eine Wand vom Kolbenmaterial gebildet ist, der Hohlraum zwischen den beiden Wänden sich zusammenhängend über einen größtmöglichen Teil des Brennraumes erstreckt und eine bei Betriebstemperaturen der Brennkraftmaschine schmelzende Substanz aufnimmt, wobei bei niedriger Motorlast, d. h. niedrigen Betriebstemperaturen, die Wärmeübertragung vom Brennraum auf das ihn umgebende Kolbenmaterial stark, bei hoher Motorlast aber praktisch nicht beeinträchtigt ist.

Das Geräusch von Brennkraftmaschinen, insbesondere Dieselmotoren, wird großteils durch die Verbrennungsanregung, welche durch die Form des Druckanstieges während der Verbrennung bestimmt wird, dominiert. Dabei bestimmt vor allem bei Dieselmotoren mit direkt einspritzendem, luftverteilendem Verbrennungsverfahren die während des Zündverzuges zündfähig aufbereitete Menge des Kraftstoffes vor Brennbeginn die Höhe der Anregung durch die Verbrennung. Vor allem im unteren Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine sowie im Teillastbetrieb ist der Zündverzug und damit diese Kraftstoffmenge, infolge niedriger Brennraumwandtemperatur, so groß, daß teilweise die gesamte Kraftstoffmenge vor Brennbeginn eingespritzt wird.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, daß durch eine Erhöhung der Brennraumwandtemperatur im ganzen Betriebsbereich auf Werte, welche bei Vollast und Nenndrehzahl auftreten, im gesamten Betriebsbereich des Motors aber vor allem für die oben genannten Betriebszustände die Menge des zündfähig aufbereiteten Gemisches vor Brennbeginn deutlich verringert werden könnten. Damit wären Verringerungen des Motorgeräusches von bis zu 5 dB (A) möglich.

Aus der CH 501 148 A ist eine Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art bekannt, bei der die im Hohlraum vorhandene schmelzende Substanz die Freiräume nicht vollständig ausfüllt. Dadurch wird durch die auf- und abgehenden Kolbenbewegungen eine sogenannte "Shaker-Kühlung" erzielt.

Auch die DE 25 13 272 A1 beschreibt eine ähnliche Brennkraftmaschine, bei der die in den Hohlräumen vorhandene schmelzbare Substanz bei betriebswarmem Motor infolge der Schüttelbewegung des Kolbens als Wärmetransportmittel dient. Dadurch soll eine Überhitzung, vor allem bei höheren Motorlasten, vermieden werden. Die Shaker-Kühlung setzt bereits bei relativ niedrigen Motortemperaturen ein, wobei ab dem Schmelzen der Substanz die Wärmeleitfähigkeit konstant bleibt. Bei Teillast und in der Warmlaufphase wird allerdings relativ viel Wärme durch die bereits geschmolzene Substanz abgeleitet, sodaß bei niedrigen Motordrehzahlen und geringer Last die gewünschte Brennraumwandtemperatur nur langsam erreicht werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Verbrennungsgeräusch direkt bzw. indirekt einspritzender Brennkraftmaschinen, insbesondere Dieselmotoren, dadurch abzusenken, daß eine möglichst hohe Brennraumwandtemperatur auch bei niedrigen Motordrehzahlen und geringer Last so schnell wie möglich erreicht und dann aufrecht erhalten wird. Bei Vollast und Nenndrehzahlen soll dabei allerdings eine mittlere Maximaltemperatur der Brennraumwand (ca. 400 °C), die durch die erwünschten Emissionen sowie Leistungsdaten limitiert ist, nicht überschritten werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Hohlraum mit der schmelzenden Substanz vollständig ausgefüllt ist und die schmelzende Substanz einen Schmelzpunkt bzw. Schmelzbereich zwischen 300 und 400 °C hat und im festen Zustand ein um den Faktor 100 bis 1000 niedrigeres Wärmeleitvermögen als in der flüssigen Phase aufweist.

Dadurch erhält man auch bei niedrigen Motordrehzahlen und Teillast eine schnelle Aufheizung der Brennraumwände, weil diese durch die im festen Zustand stark wärmeisolierende Hinterfütterung vergleichsweise nur wenig Wärme an das sie umgebende Material abgeben. Die erfindungsgemäße Hinterfütterung von Brennraumwänden ergibt eine weitgehend konstante Brennraumwandtemperatur im ganzen Betriebsbereich, wodurch der Zündverzug und damit die zündfähig aufbereitete Kraftstoffmenge im gesamten Betriebsbereich des Motors minimiert wird. Dadurch wird der Druckanstieg bei der Verbrennung, vor allem im unteren Drehzahlbereich und bei Teillast, dahingehend beeinflusst, daß die Größe der Verbrennungsanregung deutlich kleiner ist als bei herkömmlichen Motoren.

Die Schmelztemperatur der verwendeten Substanz liegt zwischen 300 und 400 °C, wodurch der weitere Anstieg der Brennraumwandtemperatur infolge der nunmehr sehr hohen Wärmeleitfähigkeit der zur Hinterfütterung verwendeten Substanz vom Kolbengrundmaterial bestimmt und damit ähnlich ist wie bei herkömmlichen Kolben.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann die zur Hinterfütterung der Brennraumwände verwendete Substanz Zinkchlorid, Natriumnitrat oder Kaliumnitrat sein. Es schmelzen Zinkchlorid bei 318 °C, Natriumnitrat bei 306 °C und Kaliumnitrat bei 337 °C. Dabei erfolgt eine drastische Erhöhung der Wärmeübertragung, infolge der sehr hohen Wärmeleitfähigkeit dieser Salzschnmelzen (300 -400W/mK), womit der weitere Temperaturanstieg der hinterfütterten Brennraumwände vom Kolbengrundmaterial und vom Material der betreffenden

Brennraumwände bestimmt wird und damit ähnlich ist wie bei herkömmlichen Kolben.

Bei den verwendeten Substanzen, die bei tieferen Temperaturen als Festkörper mit hoher thermischer Isolierwirkung vorliegen kommt es, sobald diese bei den angegebenen Temperaturen ihren Aggregatzustand ändern (flüssig werden), zu einem überaus starken Anstieg der Wärmeübertragungseigenschaften. Damit liegt für die Substanzfüllung bei Temperaturen unter dem Schmelzpunkt eine Isolierwirkung vor (Wärmeisolierung ähnlich wie bei einem Luftspalt) in der flüssigen Phase eine Wärmeübertragung in der Größenordnung wie bei besten metallischen Wärmeleitern, z. B. Silber oder Kupfer.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung kann der Schmelzpunkt der zur Hinterfüterung der Brennraumwände verwendeten Substanz durch eine Mischung mehrerer verschiedener Substanzen mit verschiedenem Schmelzpunkt bestimmt werden. Bei der Kombination der verschiedenen Substanzen sind für die Eigenschaften der Mischung die Mengen und die Schmelzpunkte der Komponenten sowie deren Schmelzwärmen zu berücksichtigen. Durch die Kombination kann jedenfalls der Bereich des Überganges von der schlechten Wärmeleitfähigkeit zur guten Wärmeleitfähigkeit über einen wählbaren Temperaturbereich erstreckt werden, was in gewissen Fällen Vorteile bringen kann. Durch die Schmelztemperatur der verschiedenen Substanzen hat man die Möglichkeit, die Maximaltemperatur der Brennraumbegrenzungswände "einzustellen" und damit Nachteile bei den Emissionen und Leistungswerten durch zu hohe Temperaturen zu vermeiden.

Bei einer Ausführung gemäß der Erfindung kann vorgesehen sein, daß zwischen einem Brennkammereinsatz im Kolben und dem Kolbenkörper eine Schicht der Substanz vorgesehen ist. In diesem Falle wird die Wandtemperatur der sich im Kolben befindlichen Brennraummulde gesteuert, wodurch der Zündverzögerung und damit die Verbrennungsanregung deutlich verringert wird.

Aus der CH 501 148 A ist es bekannt, daß der Brennkammereinsatz einen mit dem Kolbenboden bündigen Umfangsflansch aufweist, der auf dem Kolbenboden unmittelbar aufsitzt, wogegen der Mittelteil dieses Brennkammereinsatzes mit dem Kolbenkörper einen Zwischenraum bildet, der mit der isolierenden Substanz ausgefüllt ist. Dabei ist eine vom Kolbenkörper nahezu vollständig getrennte Kolbenmulde (Brennraum) vorhanden, die über eine Isolierschicht, z. B. Salzschiebt, von dem selben getrennt ist, wodurch bis zur Schmelztemperatur der Substanz die Brennraummulde bis zur Schmelztemperatur der Substanz sehr schnell aufheizt und hernach infolge der sehr guten Wärmeleitfähigkeit der Substanzschmelze sich seiner Temperatur weitgehend wie bei einer konventionellen Kolbenausführung verhält. Hiedurch werden aber gegenüber anderen konventionellen Kolbenausführungen die Nachteile hinsichtlich der Geräuschentwicklung bei den Emissionen und Leistungswerten vermieden.

Im Rahmen der Erfindung kann der Brennkammereinsatz vorteilhaft mittels einer zentralen Schraube von innen her und/oder mit den Umfangsflansch des Brennkammereinsatzes durchsetzenden Schrauben am Kolbenkörper befestigt sein. Es kann aber auch bei gleichem Wärmeausdehnungskoeffizienten von Brennkammereinsatz und Kolbenkörper bzw. einem größeren Wärmeausdehnungskoeffizienten des Brennkammereinsatzes eine Verschraubung am Außendurchmesser des Umfangsflansches des Brennkammereinsatzes mit dem Kolbenkörper vorgesehen sein. Hiedurch kann die zur Hinterfüterung vorgesehene Substanz leicht und entsprechend dicht eingebracht werden.

Bei gegossenem Kolben können mittels eines verlorenen Kernes hergestellte Hohlräume vorgesehen sein, in welche die Substanz über eine zentrale verschließbare Bohrung einfüllbar ist.

Es kann aber auch, in weiterer Ausgestaltung der Erfindung, der gegossene Kolben im Bereich der Brennraummulde zur Hinterfüllung derselben mit der Substanz einen, mit der Substanz gefüllten Metalleinsatz enthalten, der in die Gußform eingelegt und damit mitgegossen wurde. Damit ist eine kostengünstige Gestaltung der Hinterfüterung bei größter Freizügigkeit gewährleistet.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einiger Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 den Kolben einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine im Axialschnitt quer zur Achse des Kolbenbolzens, Fig. 2, Fig. 3, Fig. 5 und Fig. 6 je ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung und in gleicher Schnittdarstellung wie Fig. 1, Fig. 4 einen Schnitt nach der Linie IV-IV in Fig. 3 und Fig. 7 einen Ausschnitt eines Zylinderkopfes einer anderen erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine im Schnitt durch die Zylinderachse. Gleiche Teile sind mit den selben Bezugszeichen versehen.

Bei der Ausführung nach Fig. 1 ist der Kolben 1 vom Kolbenboden 2 her mit einer Mulde 3 versehen, welche als Rotationskörper ausgebildet und achsgleich oder exzentrisch zum Kolben 1 ausgebildet sind. Die gemeinsame Achse vom Kolben 1 und Mulde 3 ist mit 4 bezeichnet. In die Mulde 3 ragt ein die Brennraummulde 5 enthaltender Einsatz 6 und bildet mit dieser einen Zwischenraum 7, der mit einer Substanz, wie etwa Salz, z. B. Zinkchlorid, Natriumnitrat oder Kaliumnitrat ausgefüllt ist.

Die Substanz hat einen Schmelzpunkt zwischen 300 und 400 °C und weist im festen Zustand ein niedriges Wärmeleitvermögen, in der flüssigen Phase hingegen ein sehr hohes Wärmeleitvermögen auf. Durch diese Eigenschaft beeinträchtigt es im festen Zustand, d. h. im noch nicht betriebswarmen Zustand

der Maschine, die Weiterleitung von Wärme aus der Brennraummulde 5 zum Kolbenkörper 1' des Kolbens 1 hin, sodaß der Brennkammereinsatz 6 sich relativ rasch auf die Betriebstemperatur zwischen 300 und 400 °C erwärmt. In diesem Stadium schmilzt die Substanz im Zwischenraum 7, sodaß es zufolge seiner hohen Wärmeleitfähigkeit die Wärme aus der Brennraummulde 5 zum Kolbenkörper 1' hin so gut wie
 5 Metall weiterleitet und sich, wie bei einem konventionellen Kolben, eine etwa im Durchschnitt konstante Temperatur einstellt. Im Vergleich zum konventionellen Kolben wird diese Temperatur allerdings wesentlich schneller erreicht. Dieser Effekt tritt infolge der erfindungsgemäßen temperaturabhängigen Steuerung des Wärmeleitvermögens durch die Hinterfüllung mit der Substanz ein.

Der Brennkammereinsatz 6, beispielsweise aus Stahl, weist einen Umfangsflansch 8 auf, welcher in den
 10 Kolbenboden 2 bündig eingelassen und dicht am Kolbenkörper 1' des Kolbens 1 befestigt ist. Dies kann z. B. mit Schrauben geschehen, welche den Umfangsflansch 8 durchsetzen. Bei gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten von Brennkammereinsatz 6 und Kolbenkörper 1' bzw. einem größeren Wärmeausdehnungskoeffizienten des Brennkammereinsatzes 6 kann auch eine Verschraubung am Außendurchmesser des Umfangsflansches 8 des Brennkammereinsatzes 6 mit dem Kolbenkörper 1' ausgeführt werden.

Bei der Ausführung nach Fig. 2 ist die Mulde 3 gleich, jedoch ist der in diese hineinragende Brennkammereinsatz 6 mit einem ebenen Boden 9 ausgeführt, sodaß sich ein Zwischenraum 10 von durchgehend etwa gleicher Stärke ergibt. Die Befestigung des Brennkammereinsatzes 6 am Kolbenkörper 1' erfolgt hier mit der zentralen Schraube 11, welche am vollen kegelförmigen Mittelteil 6' des Brennkammereinsatzes 6 angreift.

Die Substanz wird nach seiner Schmelztemperatur und den Erfordernissen der Brennkraftmaschine entsprechend ausgewählt, wobei auch Gemische von Substanzen mit verschiedenen Schmelztemperaturen verwendet werden können, um die Steuerung des Wärmeleitvermögens stufenweise bzw. in einem wählbaren Temperaturbereich zu bewerkstelligen. Bei der Auswahl der Salze sind auch deren Schmelzwärmen zu berücksichtigen.

Der Kolben nach Fig. 3 und 4 ist samt Brennkammerrmulde 5 einstückig im Guß hergestellt. Für die Hinterfüllung ist ein Hohlraum 12 mittels eines Kernes hergestellt und kann über die Bohrung 13 mit der Substanz gefüllt werden. Die Bohrung 13 ist mittels der Wurmschraube 14 abgeschlossen.

Aus Festigkeitsgründen ist das Material des Kolbenkörpers 1', welches sich oberhalb des Hohlraumes 12 befindet, mit jenem unterhalb des Hohlraumes 12 über Durchbrüche 15 verbunden.

Die beiden Ausführungen nach Fig. 5 und Fig. 6 sind ebenfalls im Guß hergestellt. Die Hinterfüllung der Wände 5' der Brennraummulde 5 geschieht hier mittels Metalleinsätzen 16 bzw. 17, die mit der Substanz dicht gefüllt sind und in die Gußform eingelegt und mitgegossen werden. Der Metalleinsatz 16 ist napfförmig mit ebenem Boden 16', wogegen der Metalleinsatz 17 einen kegelförmigen Boden 17' aufweist, welcher der Kegelform der Brennraummulde 5 folgt und aus Festigkeitsgründen eine zentrale Durchbrechung 18 aufweist. Die beiden Ausführungsformen nach Fig. 5 und 6 sind besonders leicht und einfach
 35 herstellbar.

Bei der Ausführung nach Fig. 7 ist die Wand 19 der Brennkammer 20 im wassergekühlten Zylinderkopf 21 erfindungsgemäß hinterfüllt. Die Brennkammer 20 weist die Form eines Rotationskörpers auf und ist koaxial zur Zylinderachse 22 bzw. zur Achse der Einspritzdüse 23. Zur Hinterfüllung ist z. B. ein mit der Substanz gefüllter Metalleinsatz 24 vorgesehen, welcher der Wand 19 der Brennkammer 20 im Abstand folgt und in ihrem zentralen Bereich eine kreisförmige Durchtrittsöffnung 25 für die Einspritzdüse 23 und das sie umgebende Material aufweist.

Der mit der Substanz gefüllte Metalleinsatz 24 steuert hier die Wärmeableitung von der Brennkammerwand 19 zum Wasserraum 21' des Zylinderkopfes 21, wobei bei niedrigen Temperaturen die schlecht wärmeleitende Substanz den Wärmedurchgang beeinträchtigt, jedoch nach Erreichung der Solltemperatur der Brennkammerwand sowie ein konventioneller Zylinderkopf wirkt.

Das eben beschriebene Prinzip ist auch auf einen luftgekühlten Zylinderkopf anwendbar sowie auf Vor- und Wirbelkammerbrennräume von indirekt einspritzenden Dieselmotoren.

50 Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung, insbesondere Dieselmotor, wobei ein Teil der den Brennraum begrenzenden Wände doppelwandig ausgeführt und eine Wand vom Kolbenmaterial gebildet ist, der Hohlraum zwischen den beiden Wänden sich zusammenhängend über einen größtmöglichen Teil des Brennraumes erstreckt und eine bei Betriebstemperaturen der Brennkraftmaschine schmelzende Substanz aufnimmt, wobei bei niedriger Motorlast, d.h. niedrigen Betriebstemperaturen, die Wärmeübertragung vom Brennraum auf das ihn umgebende Kolbenmaterial stark, bei hoher Motorlast aber praktisch nicht beeinträchtigt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Hohlraum mit der
 55

AT 402 329 B

schmelzenden Substanz vollständig ausgefüllt ist und die schmelzende Substanz einen Schmelzpunkt bzw. Schmelzbereich zwischen 300 und 400 °C hat und im festen Zustand ein um den Faktor 100 bis 1000 niedrigeres Wärmeleitvermögen als in der flüssigen Phase aufweist.

- 5 2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Substanz Zinkchlorid, Natriumnitrat oder Kaliumnitrat ist.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schmelzbereich der Substanz durch eine Mischung mehrerer verschiedener Substanzen, insbesondere Substanzen mit
10 verschiedenem Schmelzpunkt, bestimmt ist.
4. Brennkraftmaschine mit einem Brennkammereinsatz (6) im Kolben (1), nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen einem Brennkammereinsatz (6) im Kolben (1) und dem Kolbenkörper (1') eine Schicht (7') der Substanz vorgesehen ist.
15
5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 4, bei der der Brennkammereinsatz (6) einen mit dem Kolbenboden (2) bündigen Umfangsflansch (8) aufweist, der auf dem Kolbenboden unmittelbar aufsitzt, wogegen der Mittelteil (6') dieses Brennkammereinsatzes (6) mit dem Kolbenkörper (1') einen Zwischenraum (7) bildet, der mit der Substanz ausgefüllt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Brennkammereinsatz (6) mittels einer zentralen Schraube (11) von innen her und/oder mit den Umfangsflansch (8) des Brennkammereinsatzes (6) durchsetzenden Schrauben am Kolbenkörper (1') befestigt ist.
20
6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten von Brennkammereinsatz (6) und Kolbenkörper (1') bzw. einem größeren Wärmeausdehnungskoeffizienten des Brennkammereinsatzes (6) eine Verschraubung am Außendurchmesser des Umfangsflansches (8) des Brennkammereinsatzes (6) mit dem Kolbenkörper (1') vorgesehen ist.
25
7. Brennkraftmaschine mit einer Brennraummulde (5) im Kolbenboden (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der gegossene Kolben (1) im Bereich der Brennraummulde (5) Hohlräume (12) aufweist, in die die Substanz über eine zentrale verschließbare Bohrung (13) eingefüllt ist (Fig. 3).
30
8. Brennkraftmaschine mit einer Brennraummulde (5) im Kolbenboden (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der gegossene Kolben (1) im Bereich der Brennraummulde (5) zur Hinterfüllung derselben mit der Substanz einen, mit der Substanz gefüllten Metalleinsatz (16 bzw. 17) enthält, der in die Gußform eingelegt und damit mitgegossen wurde (Fig. 5 und 6).
35

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

40

45

50

55

Fig. 1

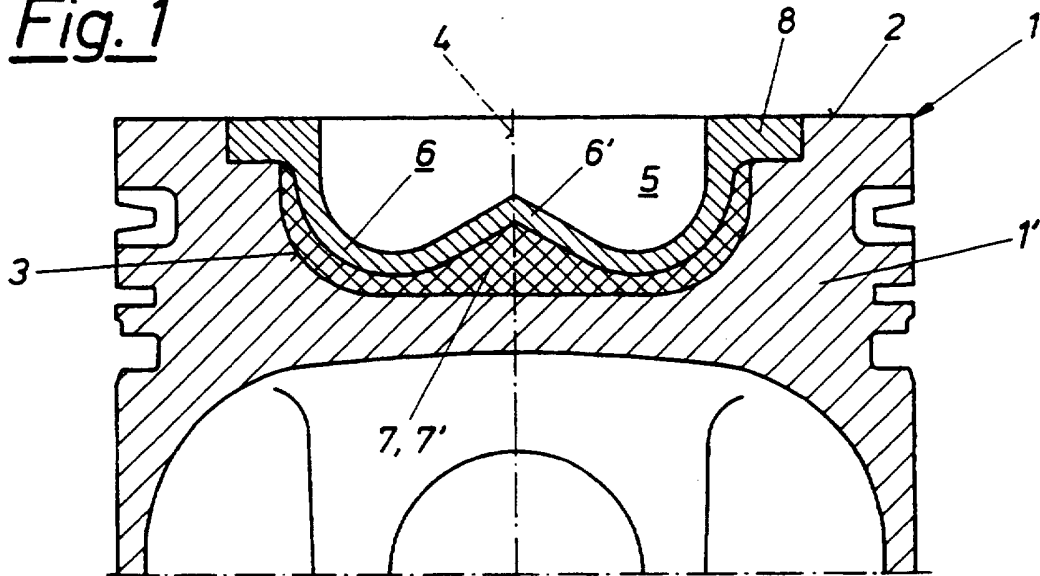
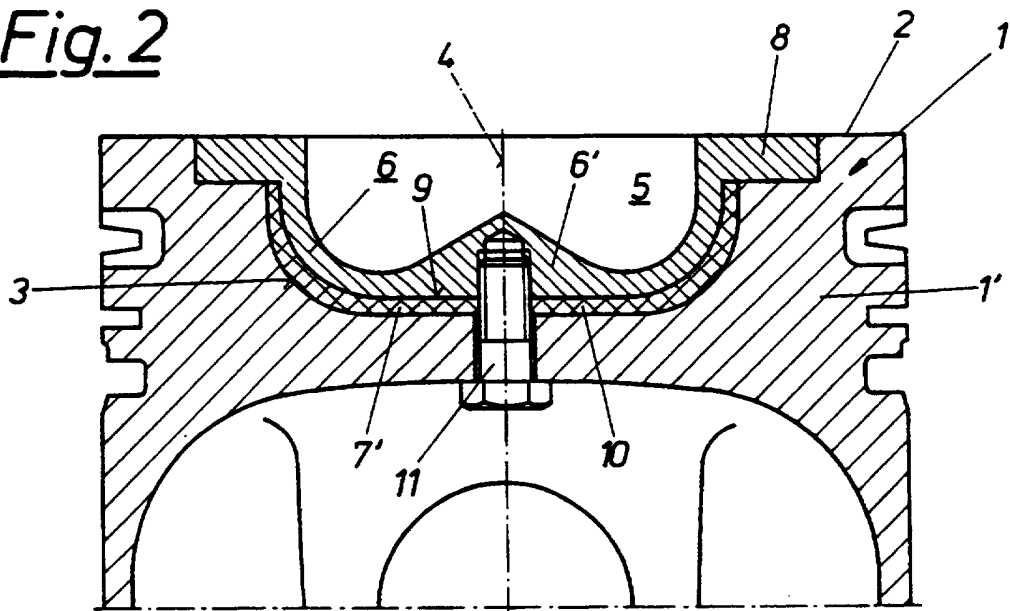


Fig. 2



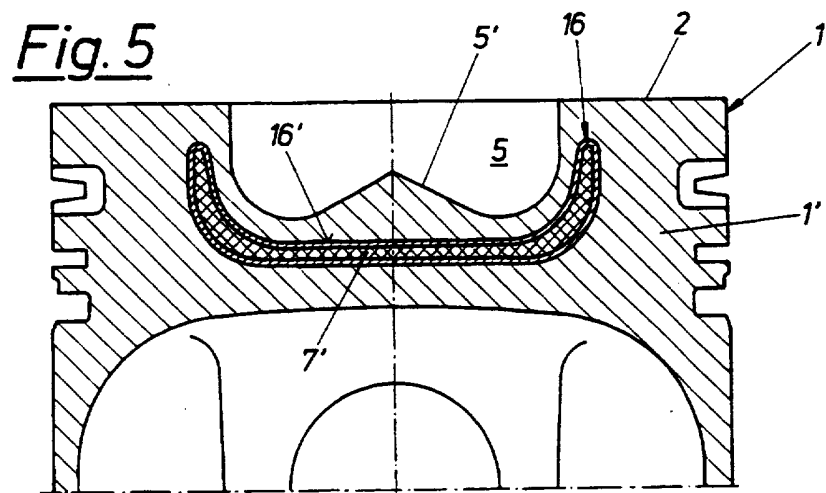
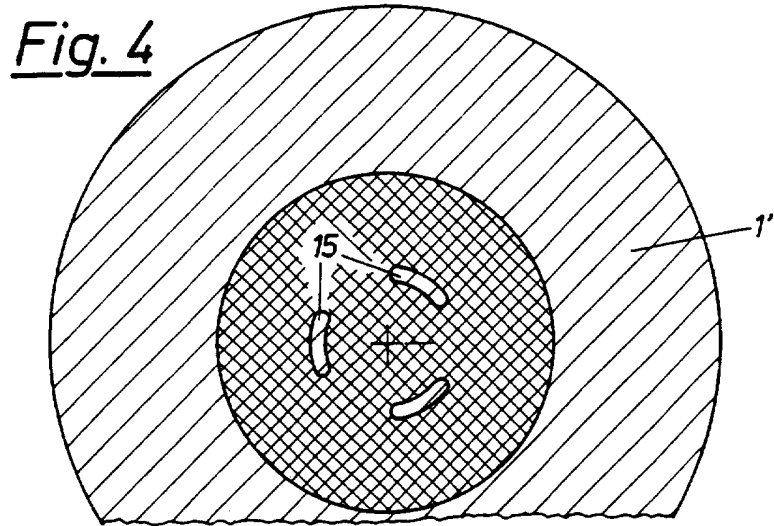
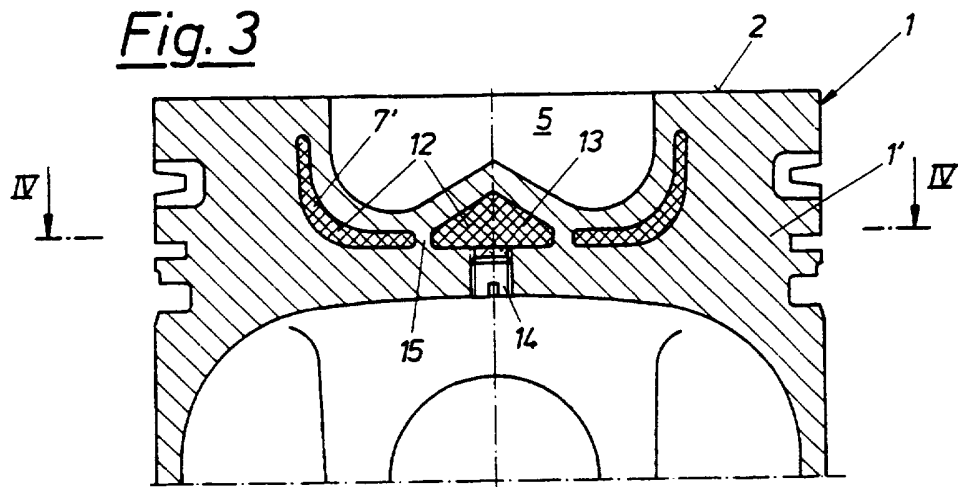


Fig. 6

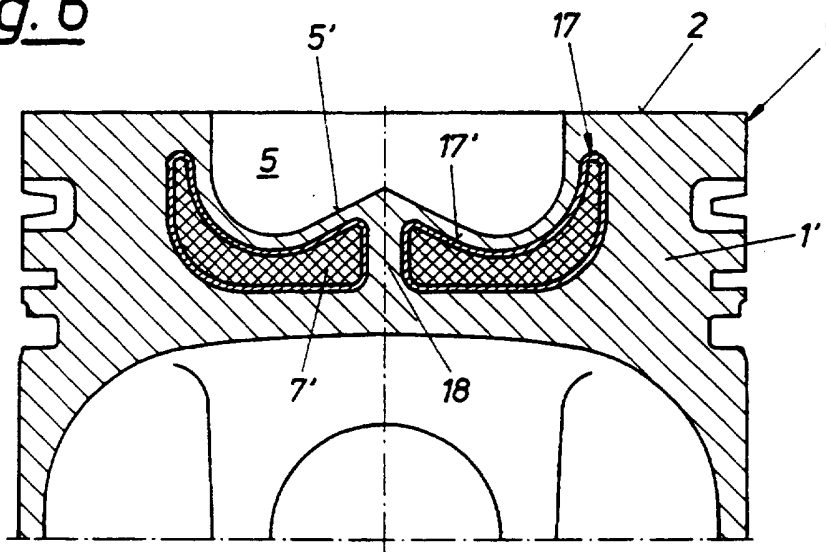


Fig. 7

