

(19)



(11)

**EP 2 322 785 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.05.2011 Patentblatt 2011/20**

(51) Int Cl.:  
**F02F 7/00** (2006.01)      **F02F 1/10** (2006.01)  
**F02F 1/14** (2006.01)      **F01P 3/02** (2006.01)  
**F01P 7/16** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10187421.2**

(22) Anmeldetag: **30.07.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA RS**

- **Lenz, Ingo**  
50858 Köln (DE)
- **Morawitz, Urban**  
50765 Köln (DE)
- **Fritsche, Richard**  
42929 Wermelskirchen (DE)
- **Slotman, Jeroen**  
52078 Aachen (DE)

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:  
**09166865.7 / 2 309 114**

(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten**  
**Ford-Werke Aktiengesellschaft**  
**Patentabteilung NH/DRP**  
**Henry-Ford-Strasse 1**  
**50725 Köln (DE)**

(71) Anmelder: **Ford Global Technologies, LLC**  
**Dearborn, MI 48126 (US)**

- (72) Erfinder:
- **Steiner, Bernd**  
51467 Bergisch-Gladbach (DE)
  - **Bartsch, Guenther**  
51645 Gummersbach (DE)

Bemerkungen:  
 Diese Anmeldung ist am 13-10-2010 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Kühlsystem**

(57) Die Erfindung betrifft einen der einen Kühlmitelkreislauf (2) aufweist, der in einen zylinderblockseitigen Kühlmittelbereich (3) und in einen zylinderkopfseitigen Kühlmittelbereich (4) aufgeteilt ist wobei der blockseitige Kühlmittelbereich (3) Stegkühlkanäle (57) auf-

weist, die in dem Zylinderblocksteg (8) eingebracht sind, wobei die Stegkühlkanäle (57) sich in Richtung zum Zylinderkopf verjüngend ausgeführt sind, so dass an dem Zylinderblocksteg (8) Balkone (50) ausgebildet sind, welche in Richtung zu Schraubenpfefen (51) orientiert sind.

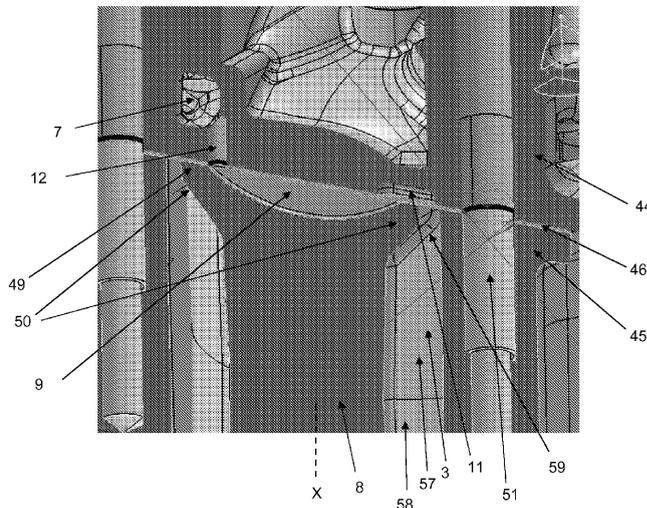


Fig. 2

**EP 2 322 785 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Verbrennungsmotor, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1, wobei der Verbrennungsmotor einen Kühlmittelkreislauf aufweist, der in einen zylinderblockseitigen Kühlmittelbereich und in einen zylinderkopfseitigen Kühlmittelbereich aufgeteilt ist. Der zylinderkopfseitige Kühlmittelbereich kann in einen auslaßseitigen Kühlbereich und in einen einlaßseitigen Kühlbereich aufgeteilt sein, wobei eine Kühlmittelströmung in dem jeweiligen Kühl- bzw. Kühlmittelbereich separat steuerbar ist.

**[0002]** Die EP 1 375 857 A offenbart eine Kühlvorrichtung für einen Verbrennungsmotor. Die Kühlvorrichtung weist mehrere Kühlzellen in einem Zylinderkopf auf, die voneinander getrennt sind und von einer Kühlflüssigkeit durchflossen werden können. Die Kühlvorrichtung umfaßt weiter mindestens erste und zweite Mittel zur Regelung der Durchflußmenge, wobei die Mittel an mindestens eine erste Kühlzelle des Zylinderkopfes und an mindestens eine zweite Kühlzelle des Zylinderkopfes angeschlossen sind. Die ersten und zweiten Mittel sind in der Lage, die Menge an Kühlflüssigkeit zu regeln, die jeweils durch jede erste Kühlzelle und durch jede zweite Kühlzelle fließt.

**[0003]** Die DE 10 2005 033 338 A1 betrifft eine Brennkraftmaschine, die ein Zylindergehäuse mit mehreren nebeneinander angeordneten Zylindern und einen Zylinderkopf aufweist. Der Zylinderkopf schließt das Zylindergehäuse an einer Deckfläche ab, wobei zwischen diesen beiden Bauteilen eine Zylinderkopfdichtung angeordnet ist. Jeweils rechts und links der Zylinderreihe ist ein erster Hauptflüssigkeitsraum angeordnet, welcher der Kühlung der Zylinder und dem Kühlmitteltransport dient. Zwischen den beiden Seiten des ersten Hauptflüssigkeitsraumes ist an oder nahe der Deckfläche des Zylindergehäuses als Strömungsverbindung ein erster Kühlflüssigkeitszwischenraum angeordnet, der in einem Stegbereich zwischen zwei Zylindern verläuft. Durch einen zweiten Kühlflüssigkeitszwischenraum oberhalb der Zylinderkopfdichtung im Zylinderkopf, der korrespondierend zum ersten Kühlflüssigkeitszwischenraum ausgeführt und über mindestens eine Öffnung mit diesem verbunden ist, soll die Kühlung im Bereich des Zylindersteges und der Zylinderkopfdichtung wesentlich verbessert werden. Hierbei steht der zweite Kühlflüssigkeitszwischenraum mit einem Hauptflüssigkeitsraum im Zylinderkopf in Strömungsverbindung.

**[0004]** Die EP 0 197 365 A2 offenbart eine Vorrichtung zur gießtechnischen Herstellung einer Kühleinrichtung von Stegen zwischen benachbarten, extrem engständig zusammengewachsenen Zylindern eines Zylinderblocks einer Brennkraftmaschine, deren Zylinderwände auf beiden Längsseiten und Stirnseiten des Zylinderblocks von einem Kühlwassermantel umgeben sind, mit einem Kern zur Bildung des Kühlwassermantels. Es sind separate Kerne zur Bildung von Kühlwasserkanälen in den Stegen vorgesehen, die in Höhe des Zylinderbrennraumes die

beiden gegenüber liegenden Längsseiten des Mantelkernes überbrücken und entweder in diesen beidseitig eingepaßt sind oder in einem oberen Sohlenkern fixiert sind.

5 **[0005]** Die EP 1 217 198 B1 befaßt sich mit einem Kühlsystem für die Kühlung eines Zylindersteges, bei dem sich mindestens ein Wasserkanal ausschließlich auf einer Seite einer vertikalen Achse durch das Zentrum des Zylindersteges erstreckt. Der Wassermantel ist dabei so  
10 ausgeführt, dass dieser sich erweitert, um eine ebene Fläche zu bilden, in welchen der stufenlos gebohrte, schräg verlaufende Wasserkanal mündet. Der Wasserkanal schließt an jeweils einem schrägen Kanal im Zylinderblock an, wobei die jeweiligen Kanäle in den Kern  
15 des Wassermantels integriert sind.

**[0006]** Bekannt ist, den Motorblock und den Zylinderkopf des Verbrennungsmotors jeweils getrennt voneinander mit einem Kühlmittel eines Kühlmittelkreislaufs durchströmen zu lassen. Auf diese Weise können der  
20 Zylinderkopf, der thermisch vor allem durch die Brennräume- und Kanalwände mit der Verbrennungsluft gekoppelt ist, und der Motorblock, der thermisch vor allem mit den Reibstellen gekoppelt ist, unterschiedlich gekühlt werden. Durch ein so genanntes "Split-Cooling-System"  
25 (getrennter Kühlmittelkreislauf) soll erreicht werden, daß in der Warmlaufphase des Verbrennungsmotors der Zylinderkopf gekühlt wird, wobei der Motorblock zunächst noch nicht gekühlt werden soll, so daß der Motorblock schneller auf die erforderliche Betriebstemperatur geführt werden kann.  
30

**[0007]** Die EP 1 698 770 A1 befaßt sich mit dem Split-Cooling-System, wobei nicht nur Zylinderblock und Zylinderkopf kühlmitteltechnisch getrennt ansteuerbar  
35 sind, sondern zusätzlich der Zylinderkopf in getrennte Kühlbereiche unterteilt ist. Dies ist dahingehend vorteilhaft, als ein gut regelbarer und optimierter Wärmehaushalt, insbesondere des Zylinderkopfes, erreicht wird, wobei das Warmlaufverhalten des Verbrennungsmotors entschieden verbessert wird.

40 **[0008]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Verbrennungsmotor der Eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, dessen Kühlung bzw. Warmlaufverhalten mit einfachen Mitteln weiter verbessert wird.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch einen Verbrennungsmotor mit den Merkmalen des Anspruchs 1.  
45

**[0010]** Günstigerweise ist in dem zumindest einen Zylinderblocksteg des Zylinderblocks ein Kühlschlitz angeordnet, wobei im Zylinderkopf ein Übertritt angeordnet  
50 ist und, wobei im Zylinderkopf ein Auslauf angeordnet ist, der mit dem zylinderkopfseitigen Kühlmittelbereich in Verbindung steht, wobei der Blockwassermantel über den Übertritt mit dem Kühlschlitz in Verbindung steht, der mit dem Auslauf in Verbindung steht und, wobei Kühlmittel aus dem Blockwassermantel über den Übertritt in den Kühlschlitz und von hier über den Auslauf in den zylinderkopfseitigen Kühlmittelbereich führbar ist.

**[0011]** In günstiger Ausgestaltung kann vorgesehen

sein, dass der zylinderkopfseitige Kühlmittelbereich in einen auslaßseitigen Kühlbereich und in einen einlaßseitigen Kühlbereich aufgeteilt ist, wobei Kühlmittel aus dem einlaßseitigen Kühlbereich in ein Auslaßgehäuse führbar ist, in dem der auslaßseitige Kühlbereich mündet.

**[0012]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass das Split-Colling-System dahingehend verbessert werden kann, als das Kühlsystem nicht nur in einen Zylinderblockbereich und einen Zylinderkopfbereich aufgeteilt wird, sondern der Zylinderkopf zudem in einen auslaßseitigen Kühlbereich und einen einlaßseitigen Kühlbereich unterteilt wird. Mittels geschickter Kühlstrategie können so unterschiedliche Bereiche des Verbrennungsmotors, insbesondere in seiner Warmlaufphase über Steuerelemente angesteuert werden. Beispielsweise weist eine Kühlmittelströmung in einer ersten Phase einen Betrag von null auf, wobei in einer zweiten Phase die Auslaßseite des Zylinderkopfes gekühlt wird. Erst in einer dritten Phase wird der Zylinderblock gekühlt. Dies hat sich dahingehend als praktisch erwiesen, als der Verbrennungsmotor schnellstmöglich auf die erforderliche Betriebstemperatur geführt werden kann.

**[0013]** Üblicherweise wird der Kühlmittelstrom durch den Zylinderblock dabei mittels eines Blockthermostaten gesteuert. Strömt aber z. B. während der Warmlaufphase kein Kühlmittel durch den Zylinderblock, weil der Blockthermostat geschlossen ist, bewirkt die entstehende Wärme, beispielsweise Reibungswärme, welche nicht abgeführt wird, eine Aufwärmung beispielsweise von Schmiermittel, was ja durchaus zur Verbesserung der Warmlaufeigenschaften gewünscht ist. Allerdings kann das Kühlmittel dabei so aufgewärmt werden, dass Dampf- bzw. Luftblasen entstehen, welche sich im oberen Bereich des Zylinderblocks sammeln, und das dort eigentlich vorhandene Kühlmittel verdrängen. Zwischen den Laufbüchsen der Zylinder ist der so genannte Zylindersteg bzw. Zylinderblocksteg angeordnet, welcher benachbarte Laufbüchsen von einander trennt. Zur besseren Kühlung ist dieser mit einer Bohrung oder einem Schlitz versehen, wobei der Schlitz direkt mit dem Blockwassermantel verbunden ist. Die Dampfblasen verdrängen das Kühlmittel nun gerade in dieser Kühlvorrichtung innerhalb des Steges. Damit können Temperaturbedingte Schäden entstehen, so dass das Blockthermostat geöffnet werden muß, um ein Verdrängen des Kühlmittels im oberen Bereich durch Austausch des Kühlmittels zu vermeiden. Mit der erfindungsgemäßen Lösung dagegen ist es möglich, den Blockthermostat, insbesondere in der Warmlaufphase des Verbrennungsmotors länger geschlossen zu halten, da die entstehenden Dampfblasen aus dem oberen Bereich des Zylinderblocks abgeleitet werden können. Dies wird vorteilhaft dadurch erreicht, dass der zylinderkopfseitige Kühlmittelbereich, bevorzugt dessen einlaßseitiger Kühlbereich mit dem Blockwassermantel gekoppelt ist; denn der Blockwassermantel steht über den Übertritt im Zylinderkopf, den Kühlschlitz in Zylindersteg und den zum Übertritt im Querschnitt gesehen gegenüberliegenden angeordneten

Auslauf im Zylinderkopf indirekt in Verbindung mit dem zylinderkopfseitigen Kühlmittelbereich, bzw. bevorzugt mit dessen einlaßseitigen Kühlbereich, so dass ein Ableiten der Dampfblasen in den Zylinderkopf erreichbar ist, auch wenn der Blockthermostat geschlossen ist. Die entstehenden Dampfblasen werden also in den Zylinderkopf, insbesondere in den einlaßseitigen Kühlbereich transportiert.

**[0014]** Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass bei geöffnetem Blockthermostat eine wesentlich verbesserte Kühlung des Zylindersteges erreichbar ist. Hierbei folgt das Kühlmittel dabei dem zuvor beschriebenen Pfad aus dem Blockwassermantel, über den Übertritt, den Kühlschlitz und den Auslauf in den zylinderkopfseitigen Kühlmittelbereich bzw. dessen einlaßseitigen Kühlbereich. Dabei kühlt das Kühlmittel den Zylinderkopf bzw. bevorzugt die Einlaßseite des Zylinderkopfes, und tritt in ein Auslaßgehäuse ohne vorher in Kontakt mit dem Kühlmittelmantel des auslaßseitigen Kühlbereiches zu haben.

**[0015]** Das Kühlmittel zur Kühlung der Auslaßseite durchströmt z. B. die Ober- und Unterschale des auslaßseitigen Kühlbereiches und tritt dann ebenfalls in das Auslaßgehäuse ein, in dem sich der Kühlmittelstrom aus dem einlaßseitigen Kühlbereich und aus dem auslaßseitigen Kühlbereich vermischt.

**[0016]** Insofern ist vorteilhaft vorgesehen, dass der Blockthermostat den Kühlmittelstrom durch den Zylinderblock steuert, wobei der Kühlmittelstrom vor dem Blockthermostaten zumindest in einen Teilstrom aufgeteilt wird, der in den auslaßseitigen Kühlbereich des zylinderkopfseitigen Kühlmittelbereiches eintritt.

**[0017]** In weiter vorteilhafter Ausgestaltung ist der Blockthermostat mit seinem Gehäuse in dem Zylinderblock integriert, kann aber auch als separates Bauteil ausgeführt sein. Somit ist ein Kühlmittelpumpenausgang vorteilhaft direkt mit dem Zylinderblock verbunden. Aber auch die Auslaßseite bzw. der auslaßseitige Kühlbereich ist direkt mit dem Pumpenausgang verbunden. Weiter kann auch ein Turbolader direkt mit der Kühlmittelpumpe verbunden werden.

**[0018]** Günstiger Weise ist der Kühlschlitz nicht direkt, sondern indirekt über den Übertritt mit dem Blockwassermantel verbunden, wobei der Übertritt in bevorzugter Ausgestaltung quasi langlochartig ausgeführt ist.

**[0019]** Zwischen dem Zylinderkopf und dem Zylinderblock ist eine Zylinderkopfdichtung angeordnet, welche vorteilhaft im Bereich des Übertritts Ein- und Auslaßöffnungen aufweist, wobei die Einlaßöffnung dem Blockwassermantel bzw. einer entsprechenden Mündungsöffnung des Blockwassermantels, und die Auslaßöffnung dem Kühlschlitz zugeordnet ist. Natürlich liegt es im Sinne der Erfindung, die Zylinderkopfdichtung mit einer an den Übertritt korrespondierend ausgeführten Öffnung zu versehen. Natürlich ist auch dem im Querschnitt gesehen gegenüberliegenden zum Übertritt angeordneten Auslauf eine entsprechende Öffnung in der Zylinderkopfdichtung zugeordnet.

**[0020]** Insofern ist vorteilhaft vorgesehen, dass das Kühlmittel aus dem Blockwassermantel von unten nach oben durch die Zylinderkopfdichtung in den Übertritt eintritt, entlang des Übertritts im Zylinderkopf in Richtung Kühlschlitz strömt, und durch die Zylinderkopfdichtung von oben nach unten in den Kühlschlitz strömt. In dem Kühlschlitz strömt das Kühlmittel vorzugsweise von dem Übertritt im Querschnitt gesehen entlang des Zylinderblocksteges in Richtung zum Auslauf, und dort wiederum von unten nach oben durch die Zylinderkopfdichtung in den Auslauf, also in den Zylinderkopf bzw. in den zylinderkopffseitigen Kühlmittelbereich.

**[0021]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der blockseitige Kühlmittelbereich Stegkühlkanäle aufweist, die in dem Zylinderblocksteg eingebracht sind, und welche bevorzugt mit dem Blockwassermantel in Verbindung stehen, wobei die Stegkühlkanäle sich in Richtung zum Zylinderkopf verjüngend ausgeführt sind, so dass an dem Zylinderblocksteg Balkone ausgebildet sind, welche in Richtung zu den Schraubenpfeifen, d. h. zu den Zylinderkopfschraubungen bzw. den zugehörigen Bohrungen orientiert sind.

**[0022]** Vorteilhaft weisen die Stegkühlkanäle einen ersten Abschnitt und zumindest einen zweiten Abschnitt auf, wobei der zweite Abschnitt sich, bezogen auf den ersten Abschnitt, in seinem Querschnitt bis auf einen Restquerschnitt kontinuierlich verjüngt, wobei sich der zweite Abschnitt bevorzugt exzentrisch verjüngt. Dies bedeutet, dass sich der jeweilige Stegkühlkanal mit einer Innenseite, welche im Querschnitt gesehen zur Mittelachse des Zylinderblocksteges orientiert ist, in seinem zweiten Abschnitt von dieser wegorientiert verlaufend ausgeführt ist, wobei die dazu jeweils gegenüberliegende Seite des Stegkühlkanals sowohl in dem ersten Abschnitt als auch in dem zweiten Abschnitt bevorzugt parallel zur Mittelachse des Stegkühlkanals verläuft. Die Stegkühlkanäle können in ihrem zweiten Abschnitt so ausgeführt sein, dass die Balkone lokal mit Schraubenpfeifen in Verbindung stehen.

**[0023]** Günstig im Sinne der Erfindung ist, wenn einer der beidseitig der Mittelachse angeordneten Stegkühlkanäle mit seinem zweiten Abschnitt in dem Übertritt mündet.

**[0024]** Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist vorteilhaft darin zu sehen, als das Kühlmittel möglichst dicht an den in thermischer Hinsicht kritischen Stegbereich herangeführt werden kann, während in einem oberen Bereich, bzw. im Querschnitt gesehen seitlich des Zylinderblocksteges die Balkone gebildet werden. Insofern ist es durchaus vorteilhaft, den Kühlschlitz im Querschnitt gesehen kreisabschnittsartig auszuführen, wobei jeweils im Querschnitt gesehen links und rechts des quasi kreisabschnittsartigen Kühlschlitzes ein Sicherheitsbereich bzw. die Balkone gebildet werden bzw. stehen bleiben. Vorteilhaft wird so eine optimale Kühlung sowohl im oberen Bereich des Kühlschlitzes als auch im unteren Bereich des Kühlschlitzes (nahes Kühlwasser) erreicht. Durch das Einziehen im unteren Bereich wird zusätzlich

der Materialbedarf des Zylinderblocks reduziert, wodurch gleichzeitig Gewicht und Kosten reduziert werden.

**[0025]** Vorteilhaft ist also in dem Zylinderblocksteg der Kühlschlitz angeordnet, der gegenüberliegend zu seinem Schlitzgrund von der Zylinderkopfdichtung abgedeckt ist. Es liegt im Sinne der Erfindung, den Übertritt, den Kühlschlitz, und/oder den Auslauf entweder mit Herstellung der jeweiligen Komponenten einzugießen, oder separat mechanisch einzubringen. Beispielsweise der Kühlschlitz kann durch einfaches mechanisches Einfräsen z. B. mittels eines Scheibenfräasers erzeugt werden. Denkbar ist aber auch, den Radius des Scheibenfräasers zu reduzieren und nach dem vertikalen Einfahren eine horizontale Verfahrbewegung entlang des geplanten Kühlschlitzes auszuführen. Möglich ist auch, anstelle des Scheibenfräasers einen geeigneten Stifffräser zu verwenden.

**[0026]** Der Kühlschlitz weist also eine Schlitzöffnung mit Schlitzwänden und dem Schlitzgrund auf. Die Schlitzöffnung ist von der Zylinderkopfdichtung abgedeckt, wobei vorzugsweise die jeweils an den Übertritt und den Auslauf angepaßten Öffnungen in der Zylinderkopfdichtung vorgesehen sein können. Die einander gegenüberliegenden Schlitzwände sind mit der Schlitzbreite zueinander beabstandet und gehen jeweils in den Schlitzgrund über. Günstig im Sinne der Erfindung ist, wenn der Schlitzgrund verrundet mit einem Radius ausgeführt ist, der kleiner ist als die Schlitzbreite. In bevorzugter Ausgestaltung weist der Radius einen Betrag auf, welcher der Hälfte der Schlitzbreite entspricht. In weiter bevorzugter Ausgestaltung weist der Radius einen Betrag auf, welcher bis zu einem Viertel der Schlitzbreite entspricht. Günstiger Weise wird der Kühlschlitz hierbei mit einem Schlitzwerkzeug ausgeführt, welches eine "Spitze" mit entsprechend großer Verrundung aufweist. Selbstverständlich ist es möglich, den Schlitzgrund anstelle der kreisförmigen Ausgestaltung parabelartig auszuführen. Mit der vorteilhaften Ausgestaltung des Schlitzgrundes wird ein harmonischer Übergang der Schlitzwände zum Schlitzgrund erreicht, welcher eine Reduzierung von Spannungsspitzen im Zylinderblock und eine Erhöhung der Bauteilbelastbarkeit bedingt. Der Kühlschlitz ist in einer Querrichtung des Verbrennungsmotors analog zur Ausgestaltung in der zuvor beschriebenen Längsrichtung ausgeführt. Das bedeutet, dass für die Geometrie des Kühlschlitzes ein möglichst großer Radius wählbar ist, welcher lediglich durch die Schlitzbreite und die Schlitztiefe beschränkt ist.

**[0027]** Weiter werden mit der Erfindung vorteilhaft z. B. folgende Vorteile erreicht:

Verringerung der Bohrungsverzüge  
Geringere Kosten, geringeres Gewicht, geringere Bauteilbelastung, geringere Klopfneigung, geringerer Kraftstoffverbrauch, geringere Ölalterung/Verkokungen, Entlastung der Zylinderkopfdichtung  
einfache Herstellung

Verbesserte Kühlung in kritischen Bauteilbereichen durch Vergrößerung der Wärme abführenden Oberfläche, bzw. kurze Wärmeleitwege

Verbesserte Kühlung hinsichtlich der Gefahr des Ablösens von Büchse und Wand insbesondere bei Aluminiumblöcken, wobei bei Graugußbüchsen eine Verminderung der Gefahr des Büchsenabsinkens und ein Versagen der Kopfdichtung reduziert ist.

**[0028]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der folgenden Figurenbeschreibung offenbart. Es zeigen:

Fig. 1 einen beispielhaften Kühlmittelkreislauf eines Verbrennungsmotors,

Fig. 2 einen Querschnitt durch den Verbrennungsmotor aus Figur 1,

Fig. 3 eine Ansicht auf eine Zylinderkopfdichtung von unten,

Fig. 4 einen Längsschnitt durch einen Zylinderblock und einen Kühlschlitz, und

Fig. 5 den Kühlschlitz aus Figur 4 als Einzelheit.

**[0029]** In den unterschiedlichen Figuren sind gleiche Teile stets mit denselben Bezugszeichen versehen, so daß diese in der Regel auch nur einmal beschrieben werden.

**[0030]** Figur 1 zeigt einen Verbrennungsmotor 1, der einen Kühlmittelkreislauf 2 aufweist. Der Kühlmittelkreislauf 2 ist in einen zylinderblockseitigen Kühlmittelbereich 3 bzw. Zylinderblockwassermantel und in einen zylinderkopfseitigen Kühlmittelbereich 4 bzw. Kopfwassermantel aufgeteilt, so dass ein Split-Cooling-System gebildet ist. Der zylinderkopfseitige Kühlmittelbereich 4 ist beispielhaft weiter in einen auslaßseitigen Kühlbereich 6 und in einen einlaßseitigen Kühlbereich 7 aufgeteilt, was natürlich nicht beschränkend wirken soll, wobei eine Kühlmittelströmung in dem jeweiligen Kühl- bzw. Kühlmittelbereich 2, 3, 4, 6, 7 separat steuerbar ist. Der in Figur 1 beispielhaft dargestellte Kühlmittelkreislauf 2 wird weiter unten näher beschrieben.

**[0031]** Wie Figur 2 zeigt, ist in zumindest einem Zylinderblocksteg 8 bzw. in einem Zylindersteg 8 des Zylinderblocks 45 ein Kühlschlitz 9 angeordnet, wobei in dem Zylinderkopf 44 ein Übertritt 11 angeordnet ist. Weiter ist im Zylinderkopf 44 ein Auslauf 12 angeordnet, der mit dem zylinderkopfseitigen Kühlmittelbereich 4 bzw. bevorzugt mit dem einlaßseitigen Kühlbereich 7 in Verbindung steht. Der Blockwassermantel, bzw. der zylinderblockseitige Kühlmittelbereich 3 steht über den Übertritt 11 mit dem Kühlschlitz 9 indirekt in Verbindung, wobei der Kühlschlitz 9 mit dem Auslauf 12 in Verbindung steht. Der Auslauf 12 ist in dem gezeigten Querschnitt gegenüberliegend zum Übertritt 11 angeordnet. Das Kühlmittel

ist so aus dem Blockwassermantel bzw. dem zylinderblockseitigen Kühlmittelbereich 3 über den Übertritt 11 in den Kühlschlitz 9, entlang dem Zylinderblocksteg 8 in Richtung zum Auslauf 12, und von hier über den Auslauf 12 in den zylinderkopfseitigen Kühlmittelbereich 4 bzw. in den einlaßseitigen Kühlbereich 7 führbar. Insofern ist der Blockwassermantel über den Übertritt 11 und den Kühlschlitz 9 mit dem zylinderkopfseitigen Kühlmittelbereich 4 bzw. dem einlaßseitigen Kühlbereich 7 gekoppelt, bzw. indirekt verbunden. In bevorzugter Ausgestaltung steht der Blockwassermantel mit einem Stegkühlkanal 57 in Verbindung, dessen erfindungsgemäße Ausgestaltung weiter unten näher beschrieben wird.

**[0032]** Zunächst weist der Kühlmittelkreislauf 2 gemäß Figur 1 eine Kühlmittelpumpe 13 auf. In dem Zylinderblock ist ein Blockthermostat 14 integriert, wobei vor dem Blockthermostat 14 beispielhaft zwei Abzweige 16, 17 angeordnet sind. Der Blockthermostat 14 ist z. B. als Wachselement ausgeführt, welches den Kühlmittelstrom nur in einer Richtung passieren läßt, so dass ein Zurückströmen des Kühlmittels bei geschlossenem oder geöffnetem Blockthermostaten in Richtung zur Kühlmittelpumpe 13 vermieden ist. Einer der Abzweige 16 ist direkt mit einem Turbolader 18 verbunden, wobei eine Ausgangsverbindung 19 des Turboladers 18 in eine Verbindungsleitung 21 mündet, welche in einem Ausgleichsbehälter 22 mündet. Die Verbindungsleitung 21 ist punktiert dargestellt, und geht von einem Thermostaten 22 aus. Die Ausgangsverbindung 19 des Turboladers 18 kann aber auch direkt mit einem Kühlmittelpumpeneinlauf 23 bzw. einem Kühlmittelrücklauf 24 verbunden sein.

**[0033]** Der andere Abzweig 17 ist mit dem auslaßseitigen Kühlbereich 6 des Zylinderkopfes verbunden.

**[0034]** Der Blockthermostat 14 ist sinnvoller Weise für das Split-Cooling-System erforderlich. Das Kühlmittel, welches diesen Blockthermostat 14 passiert (Pfeil 26) durchströmt den zylinderblockseitigen Kühlbereich 3, tritt in den Zylinderkopf, insbesondere in den einlaßseitigen Kühlbereich 7 über, strömt durch den einlaßseitigen Kühlbereich 7, kühlt dabei die Einlaßseite 27 des Verbrennungsmotors 1 und tritt, ohne vorher Kontakt mit dem in dem auslaßseitigen Kühlbereich 6 strömenden Kühlmittel zu haben, in ein Auslaßgehäuse 28 ein (Pfeil 29). Das Kühlmittel zur Kühlung der Auslaßseite 31 des Zylinderkopfes durchströmt den auslaßseitigen Kühlbereich 6 und tritt ebenfalls in das Auslaßgehäuse 28 ein (Pfeil 32) ein. In dem Auslaßgehäuse 28 werden beide Kühlmittelströme vor dem Thermostaten 22 vermischt. Ein Rücklauf des Kühlmittels kann dann beispielsweise über ein Entlüftungsventil 34, einen AGR-Kühler 36, eine Kabinenheizung 37, einen Ölwärmetauscher 38 bzw. Hauptkühler 39 zurück zur Kühlmittelpumpe 13 erfolgen. Selbstverständlich soll dieser Rücklauf nur beispielhaft sein, wobei eine andere Reihenfolge oder Umgehungsleitungen wie in Figur 1 dargestellt denkbar sind.

**[0035]** Beispielsweise kann das Thermostat 22 auch, wie dargestellt, mit dem Hauptkühler 39 verbunden sein, welcher über eine Verbindungsleitung 41 mit dem Kühl-

mittelpumpeneinlauf 23 verbunden ist. Möglich ist auch, den Thermostaten 22 über einen Bypass 42 mit dem Kühlmittelpumpeneinlauf 23 zu verbinden. Wie dargestellt mündet auch der Ölwärmetauscher 38 in dem Kühlmittelpumpeneinlauf 23. Punktiert ist eine Verbindung 43 vom Hauptkühler 39 zum Ausgleichsbehälter 22 dargestellt. Das Thermostat 22 kann elektrisch angesteuert werden, oder kann z. B. als Kennfeldthermostat ausgeführt sein.

**[0036]** Wie dargestellt ist das Gehäuse des Blockthermostaten 14 im Zylinderblock integriert. Das Blockthermostat 14 kann aber auch als separates Bauteil ausgeführt sein. Vorteilhaft ist der Kühlmittelpumpenausstritt direkt mit dem Zylinderblock, bzw. dem zylinderblockseitigen Kühlmittelbereich 3 verbunden. Ebenfalls die Leitung zur Versorgung der Auslaßseite 31 des Zylinderkopfes und auch des Turboladers 18 (Abzweig 16, 17) ist direkt mit dem Kühlmittelpumpenausstritt verbunden. Das Auslaßgehäuse 28 dagegen ist beispielhaft als separates Bauteil ausgeführt, kann aber noch ein AGR-Ventil mit entsprechenden Leitungen aufweisen, um den AGR-Kühler zu versorgen.

**[0037]** Insbesondere in einer Warmlaufphase des Verbrennungsmotors 1 kann der Blockthermostat 14 länger geschlossen bleiben, da sich möglicherweise bildende Dampf- bzw. Luftblasen aus dem Zylinderblock bzw. seinem oberen Bereich über den zuvor beschriebenen Pfad Übertritt 11, Kühlschlitz 9 und Auslauf 12 in den Zylinderkopf bzw. in den einlaßseitigen Kühlbereich 7 ableiten lassen. Damit ist ein Warmlaufverhalten des Verbrennungsmotors entschieden verbessert, da das Blockthermostat 14 erst geöffnet werden muß, wenn tatsächlich ein Austausch des Kühlmittels im zylinderblockseitigen Kühlmittelbereich 3 bzw. im Blockwassermantel erforderlich ist.

**[0038]** Wie der Figur 2 weiter zu entnehmen ist, ist der Kühlschlitz 9 nicht direkt, sondern indirekt über den Übertritt 11 mit zylinderblockseitigen Kühlmittelbereich 3 verbunden. Der Übertritt 11 ist quasi langlochartig ausgeführt.

**[0039]** Zwischen dem Zylinderkopf 44 und dem Zylinderblock 45 ist eine Zylinderkopfdichtung 46 angeordnet, welche vorteilhaft eine an den Übertritt 11 angepaßte Öffnung 47 aufweist, die wie dargestellt, entsprechend der langlochartigen Ausgestaltung eine entsprechende Längserstreckung aufweist (Figur 3). Selbstverständlich ist eine entsprechende zum Auslauf 12 ausgeführte Öffnung 48 gegenüberliegend zur Öffnung 47 in der Zylinderkopfdichtung 46 vorgesehen.

**[0040]** Insofern ist der Kühlschlitz 9 vorteilhaft so in den Zylinderblocksteg 8 eingebracht, dass dieser im Zylinderblock 45 keine direkte Verbindung zum Blockwassermantel bzw. zum zylinderblockseitigen Kühlmittelbereich 3 aufweist. Somit ist vorteilhaft in Querrichtung des Kühlschlitzes 9 jeweils beidseitig des Kühlschlitzes 9 ein Sicherheitsbereich 49 bzw. Balkon 50 gebildet. Dieser kann jeweils gußtechnisch optimal ausgeführt werden, und sollte, wenn der Kühlschlitz 9 mechanisch einge-

bracht wird, nicht verletzt werden.

**[0041]** Die Kühlmittelführung erfolgt somit vom Blockwassermantel bzw. von dem zylinderblockseitigen Kühlmittelbereich 3 von unten nach oben durch die Zylinderkopfdichtung 46 durch die Öffnung 47 in den Übertritt 11. Das Kühlmittel strömt entlang des Übertritts 11 und von diesem durch die Öffnung 47 von oben nach unten durch die Zylinderkopfdichtung 46 in den Kühlschlitz 11, entlang diesem in Richtung zum Auslauf 12 und dort wiederum von unten nach oben durch die Öffnung 48 in der Zylinderkopfdichtung 46 in den Auslauf 12, welcher mit dem zylinderkopffseitigen Kühlbereich 4 bzw. mit dem einlaßseitigen Kühlbereich 7 in Verbindung steht. Wie in Figur 2 angedeutet, fluchtet der Übertritt 11 mit dem Kühlschlitz 9. Natürlich liegt es im Sinne der Erfindung, dass beide (Kühlschlitz 9/Übertritt 11) nicht unbedingt fluchten müssen, wobei aber dennoch eine Kühlmittelführung im Sinne der Erfindung möglich ist.

**[0042]** Wie der Figur 2 weiter zu entnehmen ist, ist jeweils beidseitig des Zylinderblocksteges 8, bezogen auf seine Mittelachse X, der jeweils erfindungsgemäß ausgeführte Stegkühlkanal 57 angeordnet, welche, wie oben beschrieben mit dem Blockwassermantel in Verbindung stehen. Der jeweilige Stegkühlkanal 57 weist in der dargestellten Zeichnungsebene zwei Abschnitte 58 und 59 auf. Der erste Abschnitt 58 erstreckt sich in der dargestellten Zeichnungsebene von unten nach oben und geht in den zweiten Abschnitt 59 über, welcher in Richtung zum Zylinderkopf orientiert ist. Der zweite Abschnitt 59 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel bevorzugt exzentrisch verjüngend ausgeführt, so dass jeweils beidseitig der Mittelachse X die Balkone 50 ausgebildet sind. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der zweite Abschnitt 59 des in der Zeichnungsebene rechten Stegkühlkanals 57 so geführt, dass dieser in den Übertritt 11 (durch die Dichtungsöffnung 47) mündet. Der dazu gegenüberliegende zweite Abschnitt 59 des in der Zeichnungsebene linken Stegkühlkanals 57 ist vorzugsweise in Richtung zur Zylinderkopfdichtung 46 geführt, bzw. von dieser abgedeckt.

**[0043]** Der Kühlschlitz 9 kann bei der Herstellung des Zylinderblockes 45 mit eingegossen werden. Möglich ist aber auch ein mechanisches Einbringen, wie oben bereits angedeutet. Bei dem mechanischen Einbringen des Kühlschlitzes 9 kann ein Scheibenfräser verwendet werden, so dass der Kühlschlitz 9 durch einfaches vertikales Einfahren erzeugt wird. Denkbar ist aber auch, den Radius des Scheibenfräsers zu reduzieren, und nach dem vertikalen Einfahren eine horizontale Verfahrbewegung entlang des geplanten Kühlschlitzes 9 durchzuführen. Anstelle des Scheibenfräsers kann natürlich auch ein geeigneter Stifffräser verwendet werden.

**[0044]** Wie der Figur 2 zu entnehmen ist, ist der Kühlschlitz 9 im Querschnitt gesehen bevorzugt kreisabschnittsartig ausgeführt. Vorteilhaft wird mit dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine optimale Kühlung des Zylinderblocksteges 8 Bereich des Kühlschlitzes 9 erreicht. Durch das Einziehen im unteren Bereich wird zu-

sätzlich der Materialbedarf des Zylinderblocks 45 reduziert, wodurch gleichzeitig Gewicht und Kosten reduziert werden.

**[0045]** Im Zylinderkopf 44 und im Zylinderblock 45 sind Schraubenpfeifen 51 vorgesehen. Möglich ist, die Stegkühlkanäle 57 so auszuführen, dass die Balkone 50 lokal Kontakt zu den Schraubenpfeifen 51 haben.

**[0046]** In Figur 5 ist der Kühlschlitze 9 aus Figur 4 als Einzelheit in einem Längsschnitt, selbstverständlich nicht maßstabsgerecht gezeigt. Der Kühlschlitze 9 weist eine Schlitzöffnung 52 mit Schlitzwänden 53 und einen Schlitzgrund 54 auf. Gegenüberliegend zum Schlitzgrund 54 ist der Kühlschlitze 9 von der Zylinderkopfdichtung 46 abgedeckt, wobei in der Zylinderkopfdichtung 46 vorzugsweise die Öffnungen 47 und 48 angeordnet sind. Die einander gegenüberliegenden Schlitzwände 53 sind mit der Schlitzbreite 56 zueinander beabstandet und gehen jeweils in den Schlitzgrund 54 über. Günstig im Sinne der Erfindung ist, wenn der Schlitzgrund 54 verrundet mit einem Radius ausgeführt ist, dessen Betrag kleiner ist als die Schlitzbreite 56. In bevorzugter Ausgestaltung weist der Radius einen Betrag auf, welcher der Hälfte der Schlitzbreite 56 entspricht. In weiter bevorzugter Ausgestaltung weist der Radius einen Betrag auf, welcher bis zu einem Viertel der Schlitzbreite 56 entspricht. Günstiger Weise wird der Kühlschlitze 9 hierbei mit einem Schlitzwerkzeug ausgeführt, welches eine "Spitze" mit entsprechend großer Verrundung aufweist. Der Kühlschlitze 9 ist in einem Querschnitt des Verbrennungsmotors (Figur 2) analog zur Ausgestaltung in dem zuvor beschriebenen Längsschnitt ausgeführt. Das bedeutet, dass für die Geometrie des Kühlschlitzes 9 ein möglichst großer Radius wählbar ist, welcher lediglich durch die Schlitzbreite 56 und die Schlitztiefe beschränkt ist.

**[0047]** Selbstverständlich soll die Erfindung nicht auf das beschriebene, bevorzugte Ausführungsbeispiel beschränkt sein. Es liegt im Sinne der Erfindung, wenn die Stegkühlkanäle 57 mit einem gleich bleibenden Querschnitt also, ohne unterschiedlich ausgeführte Abschnitte ausgeführt sind. Möglich ist auch, Die Stegkühlkanäle 57 wie dargestellt auszuführen, ohne einen Kühlschlitze im Zylinderblocksteg anzuordnen. Insofern sind alle Kombinationen und Alleinstellungen der genannten Merkmale denkbar und ausführbar.

derkopf verjüngend ausgeführt sind, so dass an dem Zylinderblocksteg (8) Balkone (50) ausgebildet sind, welche in Richtung zu Schraubenpfeifen (51) orientiert sind.

2. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stegkühlkanäle (57) einen ersten Abschnitt (58) und zumindest einen zweiten Abschnitt (59) aufweisen, wobei der zweite Abschnitt (59) sich bezogen auf den ersten Abschnitt (58) in seinem Querschnitt bis auf einen Restquerschnitt kontinuierlich verjüngt.
3. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stegkühlkanäle (57) einen sich exzentrisch verjüngenden Abschnitt (59) aufweisen.
4. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stegkühlkanäle (57) so ausgeführt sind, dass die Balkone (50) lokal mit den Schraubenpfeifen (51) in Verbindung stehen.

## Patentansprüche

1. Verbrennungsmotor, der einen Kühlmittelkreislauf (2) aufweist, der in einen zylinderblockseitigen Kühlmittelbereich (3) und in einen zylinderkopfseitigen Kühlmittelbereich (4) aufgeteilt ist, wobei der Zylinderblock zumindest einen Zylinderblocksteg (8) aufweist, wobei der blockseitige Kühlmittelbereich (3) Stegkühlkanäle (57) aufweist, die in dem Zylinderblocksteg (8) eingebracht sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stegkühlkanäle (57) sich in Richtung zum Zylinder-

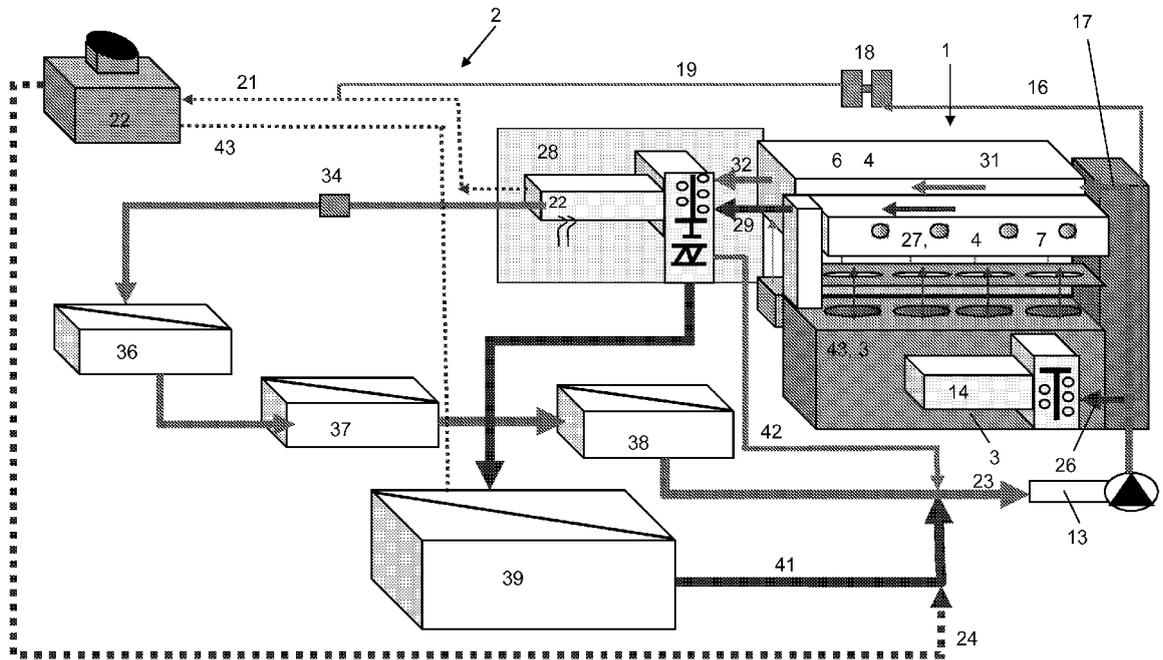


Fig. 1

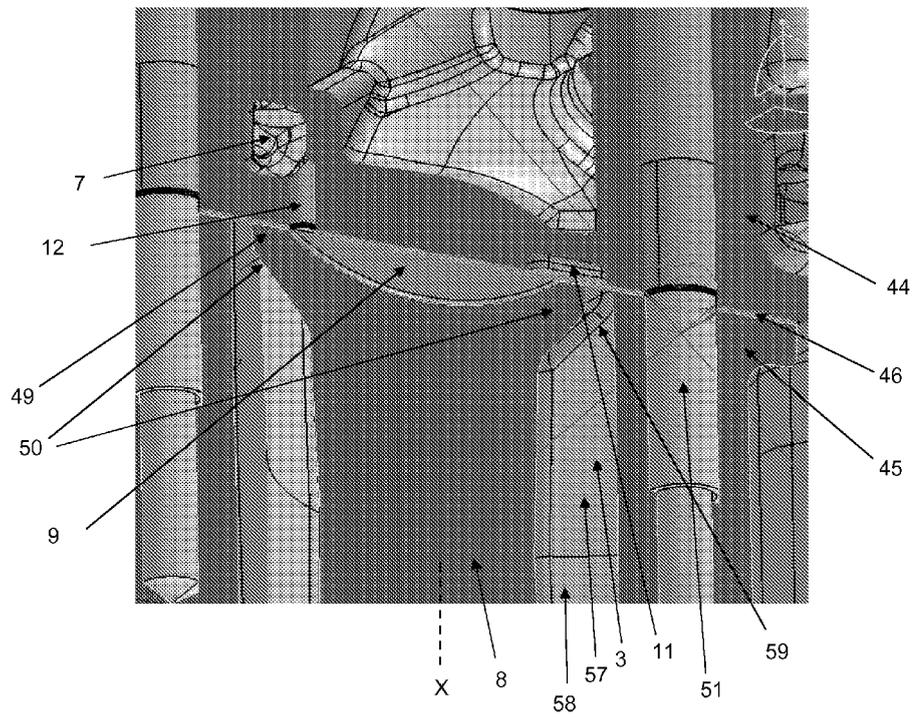


Fig. 2

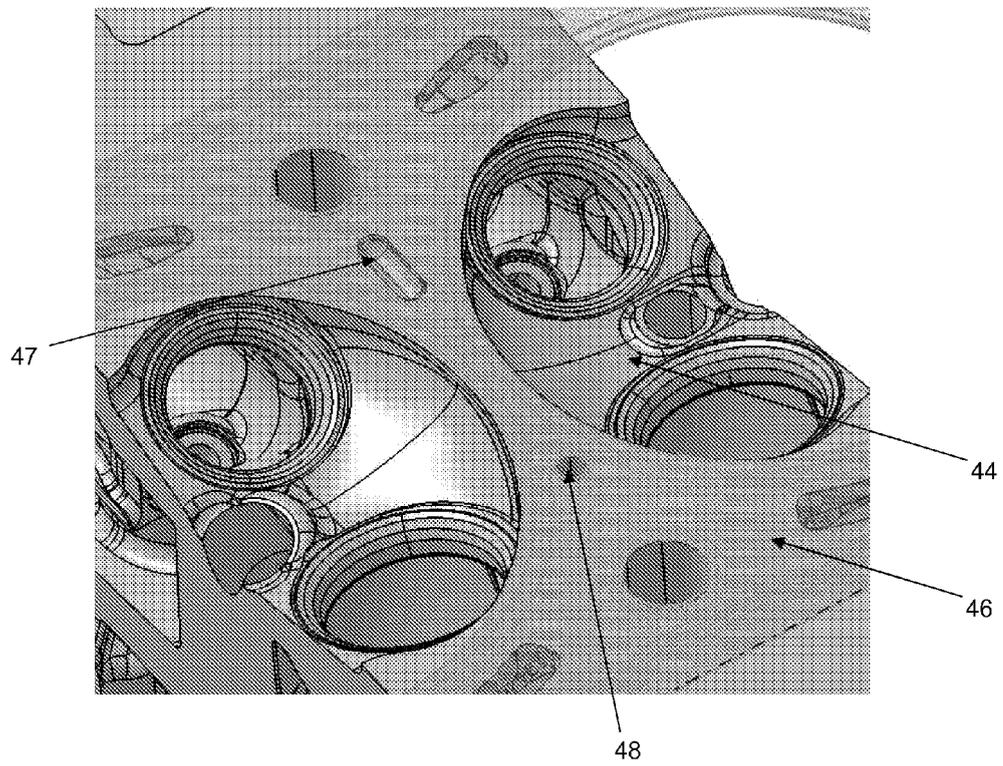


Fig. 3

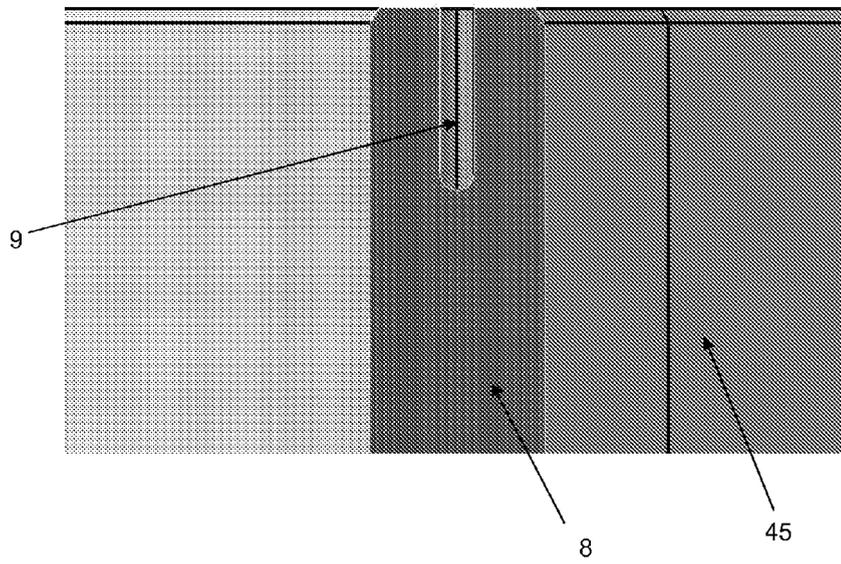


Fig. 4

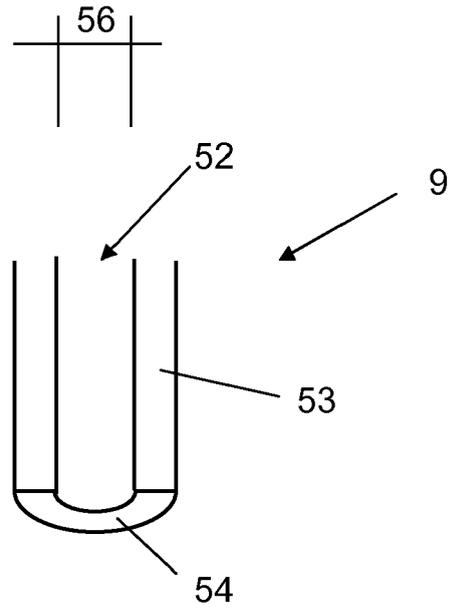


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 10 18 7421

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 217 198 A2 (PETROLIAM NASIONAL BERHAD [MY]) 26. Juni 2002 (2002-06-26) * Absätze [0029] - [0032]; Abbildungen 1-4 *	1-4	INV. F02F7/00 F02F1/10 F02F1/14 F01P3/02
A	EP 0 628 716 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 14. Dezember 1994 (1994-12-14) * Spalte 1, Zeile 7 - Spalte 3, Zeile 6; Abbildungen 10-14 * -----	1-4	ADD. F01P7/16
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02F F01P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>5. April 2011</b>	Prüfer <b>Luta, Dragos</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 10 18 7421

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-04-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1217198	A2	26-06-2002	AT 372455 T 15-09-2007
			AU 784675 B2 25-05-2006
			AU 9743001 A 27-06-2002
			CN 1363768 A 14-08-2002
			DE 60130314 T2 29-05-2008
			JP 2002227716 A 14-08-2002
			KR 20020079355 A 19-10-2002
			SG 91950 A1 15-10-2002
			TW 585967 B 01-05-2004
			US 2002100435 A1 01-08-2002
			-----
EP 0628716	A1	14-12-1994	CN 1105738 A 26-07-1995
			DE 69401535 D1 06-03-1997
			DE 69401535 T2 10-07-1997
			JP 3077452 B2 14-08-2000
			JP 6346782 A 20-12-1994
			US 5474040 A 12-12-1995
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1375857 A **[0002]**
- DE 102005033338 A1 **[0003]**
- EP 0197365 A2 **[0004]**
- EP 1217198 B1 **[0005]**
- EP 1698770 A1 **[0007]**