(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 913 566 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.05.1999 Patentblatt 1999/18

(51) Int. Cl.[6]: **F02F 3/14**, F02F 3/22

(21) Anmeldenummer: **98118319.7**

(22) Anmeldetag: **28.09.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **29.10.1997 DE 19747746**

(71) Anmelder: **ALCAN DEUTSCHLAND GMBH**
D-37075 Göttingen (DE)

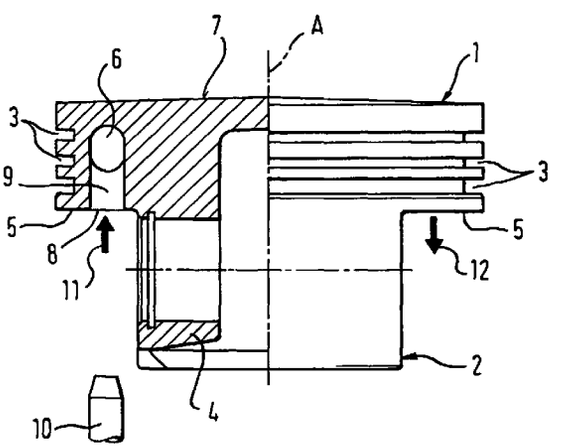
(72) Erfinder: **Dürsch, Volker**
90411 Nürnberg (DE)

(74) Vertreter: **HOFFMANN - EITLE**
Patent- und Rechtsanwälte
Arabellastrasse 4
81925 München (DE)

(54) Gekühlter Kolben für Verbrennungskraftmaschinen und Verbrennungskraftmaschine mit derartigen Kolben

(57) Die Erfindung betrifft einen gekühlten Kolben für Verbrennungskraftmaschinen mit einem Schaft (2), der im Bereich der Bolzennaben (4) zumindest über einen Teil seines Umfangs und seiner Mittelachsen-Höhe derart zurückgesetzt ist, daß der axial darüberliegende Bereich (5) des Kolbenkopfes (1) den zurückgesetzten Schaftteil überkragt, mindestens einer Ringnut (3) im Bereich des Kolbenkopfes (1), und mindestens einem Kühlhohlraum (6, 13, 16) im Kolbenkopf (1) mit mindestens je einer Eintritts (8)- und Austrittsstelle für die Kühlflüssigkeit, wobei sich die Eintrittsstelle (8) im wesentlichen in Richtung parallel zur Mittelachse (A) des Kolbens öffnet. Hierbei ist die Eintrittsstelle (8) des Kühlhohlraums (6, 13, 16) im überkragenden Bereich (5) des Kolbenkopfes (1) außerhalb des zurückgesetzten Teils des Schaftes (2) angeordnet.

Fig.1



EP 0 913 566 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen gekühlten Kolben für Verbrennungskraftmaschinen nach den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 sowie eine Verbrennungskraftmaschine mit derartigen Kolben nach dem Anspruch 11.

[0002] In höherbelasteten Verbrennungskraftmaschinen können die Betriebstemperaturen der Kolben die vom Kolbenwerkstoff und der Funktionssicherheit der Kolbenringe her zulässigen Grenzen überschreiten, wenn nicht Maßnahmen zur Kühlung des Kolbens, insbesondere im Bereich der ersten Ringnut, ergriffen werden.

[0003] Eine wirksame Kühlung des Kolbenkopfes derartiger Kolben wird erreicht durch das Vorsehen mindestens eines Kühlhohlraums im Kolbenkopf mit mindestens einer Eintritts- und einer Austrittsstelle, durch die die Kühlflüssigkeit, meist Öl, hindurchgeleitet wird. Eintritts- bzw. Austrittsstellen sind dabei meistens gebildet durch Öffnungen von Kanälen oder dgl., die zum Kühlhohlraum bzw. den Kühlhohlräumen führen. Die Kühlflüssigkeit wird dem Kühlhohlraum entweder über Bohrungen im Pleuel und/oder Kolbenbolzen zugeführt oder mittels Spritzdüsen, die im Kurbelgehäuse oder im Zylinder angebracht sind und in einem Freistrahl die Kühlflüssigkeit über die Eintrittsstelle in den Kühlhohlraum einführen. Der Kühlflüssigkeitsaustritt aus dem Kühlhohlraum erfolgt meistens als freier Auslauf aus dem Kühlhohlraum durch mindestens eine Austrittsstelle in das Innere des Kolbens. Die zurückfließende Kühlflüssigkeit kann dabei zugleich der Schmierung von Lagerstellen, z. B. des kleinen Pleuellagers dienen.

[0004] Der Kühlhohlraum im Kolbenkopf kann unterschiedlich ausgebildet sein. Er kann z. B. durch eine Kühlschlange gebildet sein. Diese ist z. B. ein in den Kolbenkopf eingegossenes Stahlrohr, welches im Bereich der Ringnuten mehrere Wendel besitzt. Der Kühlhohlraum kann aber auch durch einen im Kolbenkopf gießtechnisch erzeugten Kühlkanal gebildet sein, der im Bereich der Ringnuten ringförmig den Kolbenkopf durchsetzt. Schließlich können im Kolbenkopf mehrere voneinander getrennte Kühlhohlräume angeordnet sein, die in der Nähe der thermisch hochbeanspruchten Bereiche des Kolbenbodens und/oder des Ringfeldes plaziert sind. Ein guter Überblick über die im Stand der Technik üblichen Maßnahmen zur Kolbenkühlung wird gegeben in MAHLE, "Kolbenkunde", Ausgabe 1984, Kapitel 2, Seiten 8-13.

[0005] Bei den bekannten gekühlten Kolben sind üblicherweise sowohl die Eintritts- als auch die Austrittsstellen der Kühlhohlräume in dem vom Kolbenschaft umschlossenen Innenraum des Kolbens oder im Kolbenmantel selber angeordnet. Eine besondere Schwierigkeit in der Kühlflüssigkeitszuführung liegt dabei darin, daß der Kolbeninnenraum durch Bolzen und Pleuel und deren Lager weitgehend ausgefüllt ist, so daß es kaum möglich ist, den von der Spritzdüse ausgehenden Kühlflüssigkeits-Freistrahl parallel zur Hauptachse des Kolbens bzw. Zylinders zu führen. Ein schräg zur Hauptachse des Kolbens, d. h. schräg zur Bewegungsrichtung des Kolbens gerichteter Freistrahl, trifft aber, bedingt durch die Auf- und Abbewegung und die gleichzeitig stattfindende Schwenkbewegung des Pleuels die Eintrittsstelle des Kühlhohlraums nur zeitweise optimal. Die mit einer Schrägführung des Kühlmittel-Freistrahls verbundenen Schwierigkeiten sind z. B. in der DE-43 40 891 A1 und in der DE-43 31 649 A1 geschildert.

[0006] Man hat versucht, dieses Problem u. a. dadurch zu lösen, daß man die Eintrittsöffnung in Form eines Eintrittskanals durch eine Verdickung im Kolbenschaft bis zu dessen unterem Rand heruntergezogen hat (Kühlölpfeife), so daß im unteren Totpunkt des Kolbens die Spritzdüse beinahe in die Eintrittsöffnung eintauchen kann (MAHLE a.a.O., Seite 10, Tafel 4). Das bringt jedoch außer einer Gewichtserhöhung den weiteren Nachteil mit sich, daß der Kolbenschaft durch die örtliche Randverdickung unsymmetrisch versteift und dadurch in seinem Elastizitätsverhalten beeinträchtigt wird, was sich wiederum nachteilig auf die Laufeigenschaften des Kolbens auswirkt.

[0007] Kolben mit dem im Anspruch 1 vorausgesetzten Merkmal, wonach der Schaft im Bereich der Bolzennaben zumindestens über einen Teil seines Umfangs uns seiner Höhe derart zurückgesetzt ist, daß der darüberliegende Bereich des Kolbenkopfes überkragt, sind in Form sog. "Kastenkolben" bekannt, vg1. z. B. DE-44 38 703 A1, Fig. 4 und 5. Das genannte Charakteristikum zeigt auch ein Kolben, wie er in der DE-41 09 160 A1 geschildert ist. Bevorzugt beträgt der Abstand der äußeren Nabenstirnflächen nicht mehr als 80 % des größten Kolbendurchmessers.

[0008] Derartige Kolben mit zurückgesetzten Bolzennaben sind ein Ergebnis der Bemühungen, die bewegten Massen in einer Verbrennungskraftmaschine zu reduzieren. Der Stahlbolzen, der den Kolben mit dem Pleuel verbindet, trägt erheblich zur Masse der Einheit von Kolben/Bolzen/Pleuel bei, so daß eine Verkürzung des Bolzens bei gleichzeitigem Zurücksetzen der Bolzenaugen des Kolbenschaftes zu einer wesentlichen Massenreduzierung führt.

[0009] Mit dem Ziel weiterer Masseneinsparung wird häufig der über die zurückgesetzten Bolzennaben überkragende Teil des Kolbenkopfes von unten her taschenförmig ausgespart, wie dies beispielhaft in Fig. 1 der DE-42 10 056 A1 dargestellt ist.

[0010] Die DE-44 38 703 A1 belegt, daß auch bei diesen Kolbentypen in traditioneller Weise die Eintrittssowie Austrittsstellen für die Kühlhohlräume im Inneren des Kolbens positioniert sind (DE-44 38 703 A1, Spalte 2, Zeilen 12-18: die dortige Aussage, getroffen für einen Vollschaftkolben gemäß Fig. 1 gilt ersichtlich sinngemäß auch für die im übrigen gezeigten Kolbentypen, da für diese keine anderen Angaben zur Lage der Eintritts- und Austrittsöffnungen gemacht worden sind.).

[0011] Die nach dem Stand der Technik übliche Anordnung der Eintritts- und Austrittsstellen der Kühlhohlräume innerhalb des Kolbenschaftes führt insgesamt zu einer aufwendigen Fertigung mit Kolben, kritischer Justierung der Spritzdüsen in bezug auf die Eintrittsstellen für die Kühlflüssigkeit in die Kühlhohlräume des Kolbens und bedingt einen stark streuenden Kühl-Wirkungsgrad über den Verlauf eines Kolbenbewegungszyklus, bezogen auf die abgespritzte Kühlmittelmenge.

[0012] In bezug auf diesen Stand der Technik liegt der Erfindung das technische Problem zugrunde, einen Kolben der angesprochenen Bauart zu schaffen, der einfach ausgebildet und deshalb kostengünstig herstellbar ist und der im Zusammenhang mit einer entsprechend ausgebildeten Verbrennungskraftmaschine mit einfachen Mitteln eine effektive, über den Motorzyklus gleichmäßige Kolbenkühlung gewährleistet.

[0013] Dieses technische Problem wird kolbenseitig durch einen Kolben nach den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0014] Der erfindungsgemäße Kolben erlaubt eine einfache Bearbeitung, weil die Eintrittsstelle zum Kühlhohlraum außerhalb des Kolbenschaftes liegt, und ein sich daran anschließender Eintrittskanal ebenso wie der zur Herstellung des Kühlmediums vorgesehene Freistrahl parallel zur Kolbenachse geführt sein kann. Die Bearbeitung des Kurbelgehäuses kann demgemäß sowohl für die Zylinder wie für die Spritzdüsenbohrung in Hauptrichtung eines Mehrspindelwerkzeugs erfolgen.

[0015] Im Gegensatz zur bisher üblichen Anordnung der Kühlflüssigkeits-Eintrittsstelle im Inneren des Kolbens mit entsprechend beengten Platzverhältnissen, ermöglicht die Plazierung der Eintrittsstelle außerhalb des Kolbenschaftes eine optimale Ausrichtung des Kühlflüssigkeits-Freistahls der Spritzdüse derart, daß ein hoher, während der gesamten Kolbenbewegung gleichmäßiger Fanggrad für die Kühlflüssigkeit und dadurch eine hohe Effektivität der abgespritzten Kühlflüssigkeitsmenge erreicht werden.

[0016] Des weiteren wird eine einfache Kühlmittelzuleitung zur Spritzdüse über die zur Versorgung der Kurbelwellenlager vorhandene Druckölleitung ermöglicht.

[0017] Es entfällt die Notwendigkeit einer Wandverdikkung zur Anordnung der Kühlölzuleitung im Kolbenschaft, so daß der Kolbenschaft entsprechend der angestrebten Schaftelastizität frei gestaltet werden kann.

[0018] Insgesamt kann durch die wirksame Kühlung des Kolbenkopfes aufgrund der erfindungsgemäßen Maßnahmen das Konstruktionsprinzip des Kastenkolbens ein Stück weiter vorangetrieben werden.

[0019] Zwar ist es bekannt, Kühlflüssigkeit durch in der Zylinderwand angeordnete Spritzöffnungen senkrecht zur Achse des Kolbenschaftes in entsprechende Einspritzöffnungen im Kolbenkopf einzuspritzen, s. EP-0 167 976 B1 oder über außen im Kolbenschaft liegende Nuten den Kühlkanälen zuzuführen, s. DE-21 35 896 A1. Diese Systeme sind aber von anderer Gattung als der erfindungsgemäße Kolben. Nach der ersten Variante ist das Einspritzen des Kühlmediums aus einer in der Zylinderwand radial angeordneten Bohrung in einen im Kolbenkopf angeordneten Kühlölhohlraum jeweils nur während einer kurzen Phase der Kolbenbewegung möglich. Nach der zweiten Variante liegt die Kühlmittelzuleitung in der Wand des Kolbenschaftes selbst und bedingt dadurch eine örtliche Unstetigkeit in der Schaftelastizität. Sie ist zudem wegen erforderlicher diffiziler Bauteile aufwendig in der Herstellung und störanfällig im Motorbetrieb.

[0020] Zweckmäßige Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Kolbens ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen 2 bis 10.

[0021] Die Plazierung der Austrittsöffnung nach Anspruch 4 trägt zu einer weiteren Vereinfachung der Kolbenkonstruktion und damit einer Verbilligung der Herstellung bei.

[0022] Die Maßnahmen nach den Ansprüchen 5 bis 8 ermöglichen eine besonders wirksame, den thermischen Motorbedingungen angepaßte Kühlung des erfindungsgemäßen Kolbens.

[0023] Durch die Ausbildung der Eintrittsöffnung nach Anspruch 9 wird der Fanggrad auch eines langen Kühlflüssigkeits-Freistrahls erhöht. Diese Ausbildung der Eintrittsöffnung kann durch eine Aufweitung des Zulaufguerschnitts schon beim Gießen oder durch eingesetzte und/oder eingegossene Fangtrichter, z. B. aus Blech, erfolgen.

[0024] Anspruch 10 betrifft einen Kolben mit nach unten offenen Kühltaschen, mit denen ebenfalls das erfindungsgemäße Prinzip verwirklicht werden kann.

[0025] Der erfindungsgemäße Kolben ermöglicht die Ausbildung einer Verbrennungskraftmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 15. Diese Maßnahmen führen zu einer einfachen Anordnung und Ausbildung der Spritzdüsen für die Kühlflüssigkeitszufuhr zum Kolben sowie zu einem weitgehend gleichmäßigen Fanggrad für den Kühlmittelfreistrahl und damit zur Erhöhung der Kühlleistung.

[0026] Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kolbens sowie eine mögliche Anordnung der Kühlflüssigkeits-Spritzdüse sind in den Zeichnungen dargestellt. Es zeigt:

Fig. 1 rechts eine Seitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kolbens senkrecht zur Bolzenachse, links den entsprechenden Schnitt,

Fig. 2 rechts eine Seitenansicht des Kolbens nach Fig. 1 parallel zur Bolzenachse, links den entsprechenden Schnitt,

Fig. 3 eine Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kolbens nach dem Schnitt III-III in Fig. 4,

Fig. 4 einen Schnitt durch den Kolben nach Fig. 3 entsprechend dem Schnitt IV-IV,

Fig. 5 eine Darstellung entsprechend Fig. 1 eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kolbens, und

Fig. 6 eines vierten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kolbens in einer Ansicht von unten.

[0027] In den Figuren ist der Kolbenkopf des Kolbens insgesamt mit 1 bezeichnet, während der Kolbenschaft insgesamt mit 2 markiert ist.

[0028] In der Mantelfläche des Kolbenkopfes sind drei Ringnuten 3 eingearbeitet, in die entsprechende Kolbenringe einsetzbar sind. Im Kolbenschaft 2 sind die Bolzennaben 4 ausgebildet.

[0029] Wie die Schnittdarstellung in Fig. 1 links zeigt, ist der Kolbenschaft 2 im Bereich der Bolzennaben 4 über einen Teil seines Umfangs, jedoch über seine gesamte Höhe radial nach innen zurückgesetzt, so daß der darüberliegende Bereich 5 des Kolbenkopfes 1 den Schaft 2 überkragt.

[0030] Im Kolbenkopf 1 ist ein ringförmiger Kühlhohlraum 6 ausgebildet, der so in bezug auf die Ringnuten 3 sowie die brennraumseitige Stirnfläche 7 des Kolbens angeordnet ist, daß eine durch den Kühlhohlraum 6 hindurchströmende Kühlflüssigkeit diese thermisch hoch beanspruchten Bereiche des Kolbens effektiv kühlen kann. Dem Kühlhohlraum 6 wird die Kühlflüssigkeit über eine Eintrittsöffnung 8 zugeleitet, die durch das äußere Ende eines parallel zur Hauptachse des Kolbens verlaufenden Eintrittskanals 9 gebildet ist. Diese Eintrittsöffnung 8 liegt im überkragenden Bereich 5 des Kolbenkopfes 1 und außerhalb des zurückgesetzten Teiles des Kolbenschafts 2. Sie öffnet sich im wesentlichen in Richtung parallel zur Mittelachse A des Kolbens, d. h., die von ihr definierte Ebene liegt im wesentlichen senkrecht zur Mittelachse A.

[0031] Die Zuführung der Kühlflüssigkeit erfolgt mittels einer nur angedeuteten Spritzdüse 10 in einem in Richtung des Pfeils 11 und damit parallel zur Kolben-Mittelachse A gerichteten Freistrahl, der bevorzugt parallel zur Bewegungsrichtung des Kolbens geführt ist, zumindest nicht mehr als 10° von dieser Richtung bzw. Achse abweicht. Die Kühlflüssigkeit tritt über die Eintrittsöffnung 8 und den Eintrittskanal 9 in den ringförmigen Kühlhohlraum 6 ein. Im ringförmigen Kühlhohlraum 6 wird dann die Kühlflüssigkeit in beide Richtungen verteilt. Sie tritt an einer diametral der Eintrittsöffnung 8 gegenüberliegenden Austrittsöffnung in Pfeilrichtung 12 aus dem Kolbenkopf wieder aus. Im gezeigten Fall ist die Austrittsöffnung ebenfalls außerhalb des Kolbenschaftes angeordnet, und zwar in dem der Eintrittsseite gegenüberliegenden überkragenden Bereich des Kolbenkopfes; sie kann aber auch im Inneren des Kolbenschaftsraumes angeordnet sein.

[0032] Die Fig. 3 und 4 zeigen eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kolbens, bei der kreisbogenförmige Teilkühlkanäle 13 so angeordnet sind, daß sie sich im wesentlichen nur im überkragenden Teil des Kolbenkopfes 1 erstrecken, also in dem im Bereich der Bolzennaben 4 oberhalb des zurückgesetzten Schaftbereiches liegenden Teil des Kolbenkopfes 1. Dabei ist Fig. 3 ein Schnitt nach III-III in Fig. 4.

[0033] Beide Teilkühlkanäle haben eine eigene Kühlmitteleintrittsöffnung 8 und zumindest eine eigene Kühlmittelaustrittsöffnung 15. Im gezeigen Beispiel liegen sowohl die Eintrittsöffnungen 8 wie auch die Austrittsöffnungen 15 außerhalb des im Bolzennabenbereichs zurückgesetzten Schaftbereichs. Möglich wäre es auch, die Teilkühlkanäle zumindest einseitig so weit zu führen, daß der zurückfließende Kühlmittelstrahl (12) in den vom Kolbenschaft 2 umschlossenen Innenraum austritt.

[0034] Der in der Fig. 5 dargestellte Kolben hat noch die konstruktive Besonderheit, daß die Zurückssetzung des Schaftes 2 nur über einen Teilabschnitt seiner Höhe vorgenommen worden ist. D. h., daß der Kolbenschaft 2 an seinem unteren Ende wieder als Vollkreisschaft ausgebildet ist. Der Kühlmittelfreistrahl verläuft in diesem Fall im unteren Schaftabschnitt innerhalb des Kolbenschafts 2 und erst in dem im Bereich der Bolzennaben 4 zurückgesetzten Schaftabschnitt außerhalb des Kolbenschafts 2, von wo aus er auch in die Eintrittsöffnungen 8 der Kühlkanäle 6 eintritt.

[0035] Die Ausbildung der Kühlhohlräume als Teilkühlkanäle ist besonders dann vorteilhaft, wenn es darauf ankommt, den Kolben in den in Bolzenrichtung liegenden Teilbereichen des Kopfes 1 selektiv zu kühlen, was z. B. notwendig sein kann, wenn die Zylinderbohrungen im Motorblock so eng beieinander liegen, daß die zwischen ihnen liegenden Wände nicht mehr in die allgemeine Motorblockkühlung einbezogen werden können, so daß in diesen Bereichen eine Gefahr von örtlichem Wärmestau gegeben ist.

[0036] Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kolbens von unten. Bei dieser ist der Kühlhohlraum durch zwei Kühltaschen 16 gebildet. Diese werden jeweils durch eine Aussparung in der unteren Fläche der überkragenden Bereiche 5 des Kolbenkopfes 1 dargestellt. Der Kühlmittel-Freistrahl tritt an einer Eintrittsstelle in die jeweilige Kühltasche 16 ein. Das Kühlmittel verläßt die Kühltasche 16 wieder an Austrittsstellen, die von der Form der Kühltasche und damit der Flüssigkeitsführung darin abhängen.

[0037] Das erfindungsgemäße Prinzip der Kühlmittelzuführung durch einen außerhalb des Kolbenmantels liegenden Freistrahl ist nicht nur für einstückig gegossene Leichtmetallkolben anwendbar, sondern auch für sogenannte gebaute Kolben mit z. B. einem Kopfteil aus Stahl oder Grauguß und einem damit verbundenen Schaftteil aus einer Leichtmetall-Legierung.

Patentansprüche

1. Gekühlter Kolben für Verbrennungskraftmaschinen, mit

   - einem Schaft (2), der im Bereich der Bolzennaben (4) zumindest über einen Teil seines Umfangs und seiner Mittelachsen-Höhe derart zurückgesetzt ist, daß der achsial darüberliegende Bereich (5) des Kolbenkopfes (1) den zurückgesetzten Schaftteil überkragt,

   - mindestens einer Ringnut (3) im Bereich des Kolbenkopfes (1), und

   - mindestens einem Kühlhohlraum (6; 13; 16) im Kolbenkopf (1) mit mindestens je einer Eintritts (8)- und Austrittsstelle (z. B. 15) für die Kühlflüssigkeit, wobei sich die Eintrittsstelle (8) im wesentlichen in Richtung parallel zur Mittelachse (A) des Kolbens öffnet,
     dadurch **gekennzeichnet**, daß

   - die Eintrittsstelle (8) des Kühlhohlraums (6; 13; 16) im überkragenden Bereich (5) des Kolbenkopfes (1) außerhalb des zurückgesetzten Teils des Schaftes (2) angeordnet ist.

2. Kolben nach Anspruch 1,
   dadurch **gekennzeichnet,** daß

   - der Kühlölhohlraum (6; 13; 16) durch zumindest einen allseitig geschlossenen Kühlkanal (6; 13) mit einer als Eintrittsöffnung (8) ausgebildeten Eintrittsstelle und zumindest einer als Austrittsöffnung (15) ausgebildeten Austrittsstelle dargestellt ist.

3. Kolben nach Anspruch 2,
   dadurch **gekennzeichnet,** daß

   - die Eintrittsöffnung (8) des Kühlhohlraums (6; 13) innerhalb des von dem Nutengrund einer Ringnut (3) gebildeten Kreises liegt.

4. Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch **gekennzeichnet**, daß

   - die Austrittsöffnung (15) des Kühlhohlraums (6; 13) ebenfalls in einem überkragenden Bereich des Kolbenkopfes (1) außerhalb des zurückgesetzten Teiles des Kolbenschaftes (2) angeordnet ist (z. B. Fig. 1).

5. Kolben nach Anspruch 4,
   dadurch **gekennzeichnet**, daß

   - die Eintrittsöffnung (8) des Kühlhohlraums (6) in dem einen überkragenden Bereich (5) des Kobenkopfes (1) und die Austrittsöffnung (bei Pfeil 12) in dem anderen, diametral gegenüberliegenden überkragenden Bereich des Kolbenkopfes liegt (z. B. Fig. 1).

6. Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch **gekennzeichnet**, daß

   - der Kühlhohlraum in Form von zwei Teilkanälen (13) ausgebildet ist, und jeder der Teilkanäle (13) mit einer eigenen Eintrittsöffnung (8) und wenigstens einer eigenen Austrittsöffnung (15) versehen ist (Fig. 3 und 4).

7. Kolben nach Anspruch 6,
   dadurch **gekennzeichnet**, daß

   - die eine Eintrittsöffnung (8) in dem einen überkragenden Bereich des Kolbenkopfes (1) und die andere Eintrittsöffnung (8) in dem anderen, diametral gegenüberliegenden überkragenden Bereich des Kolbenkopfes (1) vorgesehen ist.

8. Kolben nach Anspruch 6,
   dadurch **gekennzeichnet,** daß

   - die Austrittsöffnungen (15) an den Enden der Halbkanäle liegen und in das Innere des Kolbenschaftes (2) führen.

9. Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch **gekennzeichnet**, daß

   - sich die Eintrittsöffnung des Kühlhohlraums (6; 13; 16) nach außen hin trichterförmig erweitert.

10. Kolben nach Anspruch 1,
    dadurch **gekennzeichnet**, daß

    - der Kühlhohlraum (6; 13; 16) als mindestens eine nach unten offene Ausnehmung (16) in der unteren Fläche des jeweiligen überkragenden Bereichs (5) des Kolbenkopfes (1) ausgebildet ist (Fig. 6).

11. Verbrennungskraftmaschine mit Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
    dadurch **gekennzeichnet**, daß

    - die Kühlflüssigkeitszufuhr zur Eintrittsöffnung des Kühlhohlraums (6; 13; 16) am Kolben von einer Spritzdüse (10) aus als Freistrahl (Pfeil 11) erfolgt.

12. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß

- die Spritzdüse (10) auf einem Lagerstuhl der Kurbelwelle angeordnet ist, von dessen Druckölversorgung Öl als Kühlflüssigkeit abgezweigt wird.

13. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 11 oder 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß

- die Spritzdüse (10) derart angeordnet ist, daß der davon ausgehende Freistrahl (Pfeil 11) mit einer maximalen Abweichung von 10° parallel zur Zylinderachse ausgerichtet ist.

14. Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche 11, 12 bzw. 13, dadurch **gekennzeichnet,** daß

- die Spritzdüse (10) derart angeordnet oder ausgebildet ist, daß sie im unteren Totpunkt des Kolbens in die Eintrittsöffnung des Kühlhohlraums (6; 13; 16) des Kolbens eintaucht oder mit ihrer Düsenöffnung nahe an die Eintrittsöffnung des Kühlhohlraumes (6; 13; 16) des Kolbens heranreicht.

15. Verbrennungskraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche 11 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß

- die Eintrittsöffnung (8) des Kühlhohlraumes (6; 13; 16) am Kolben und der Kühlmittelfreistrahl (Pfeil 11) so zueinander ausgerichet sind, daß die Eintrittsöffnung (8) während des gesamten motorischen Bewegungszyklus des Kolbens vom Freistrahl mit im wesentlichen gleichbleibendem Fanggrad getroffen wird.

Fig.1

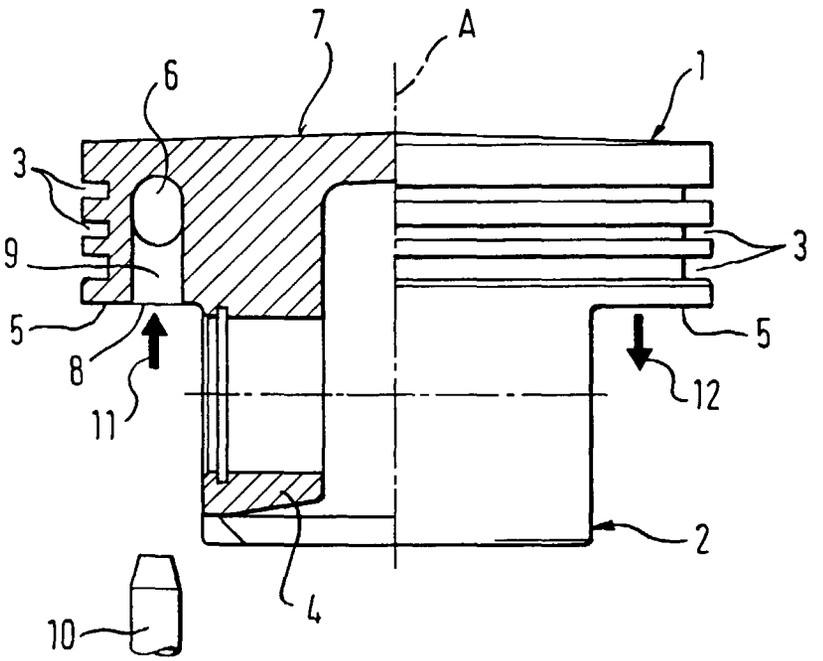


Fig.2

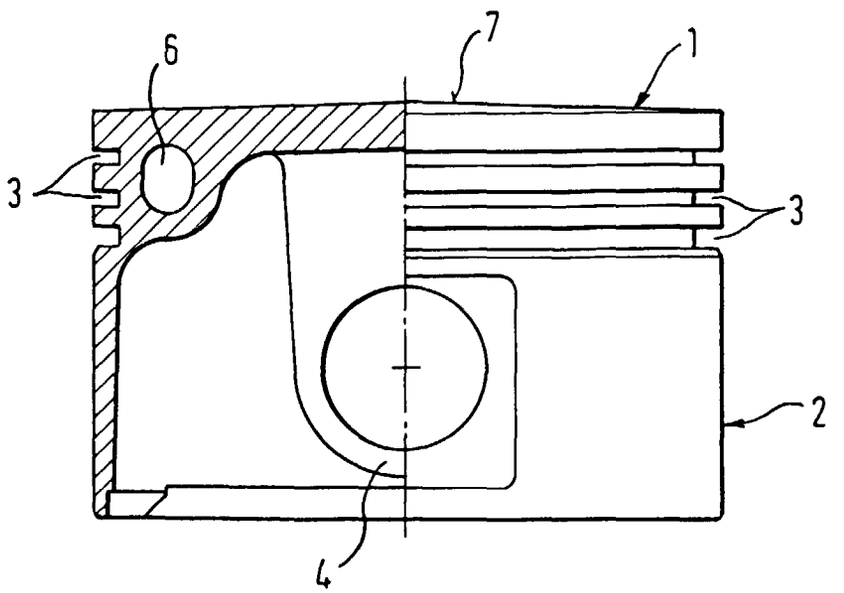


Fig.3

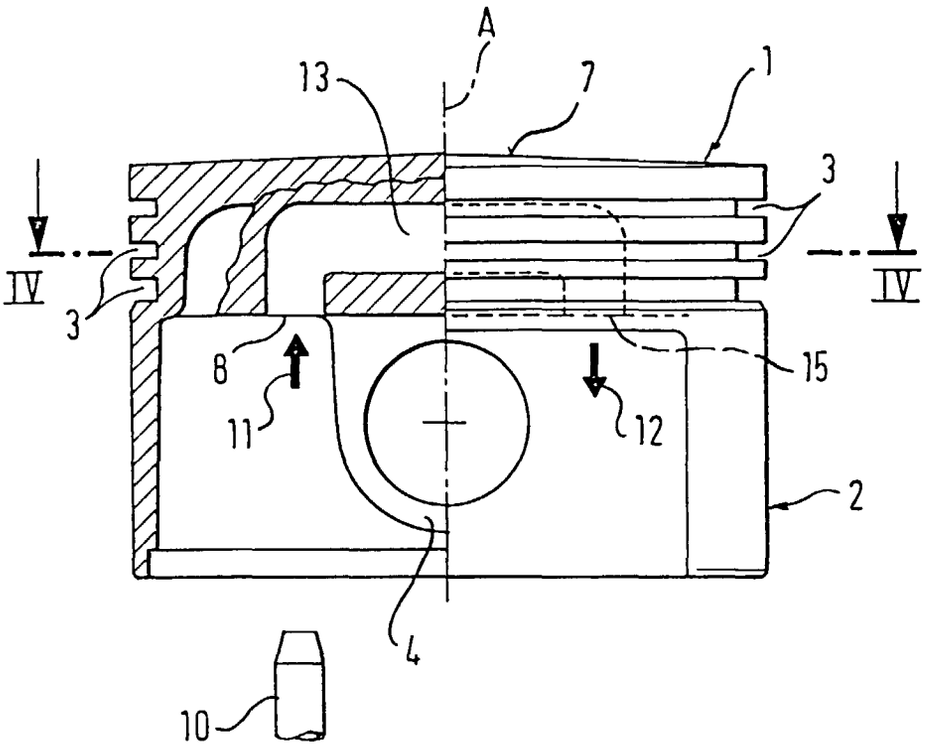


Fig.4

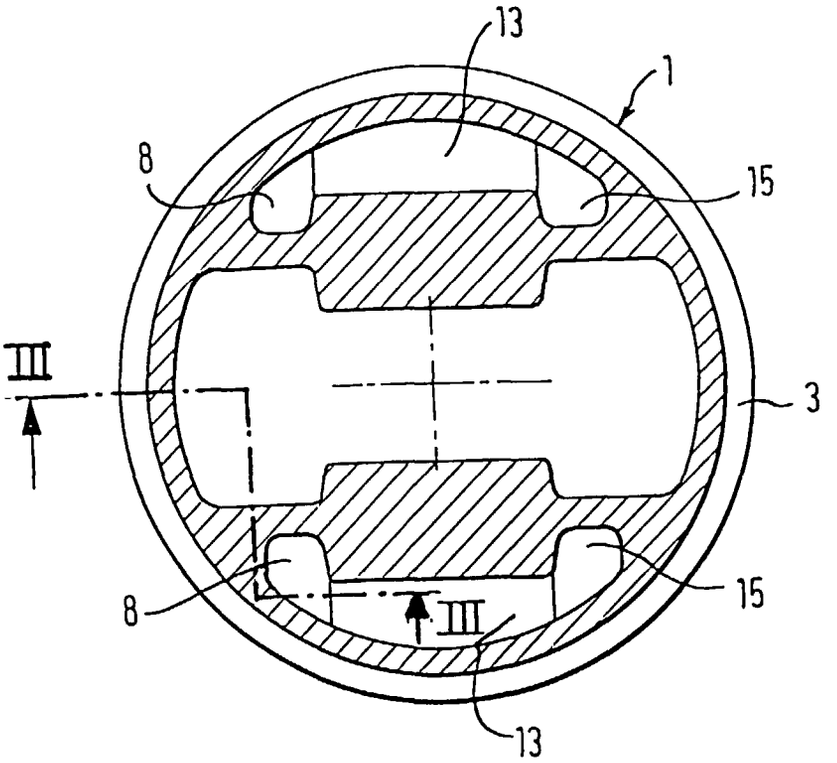


Fig. 5

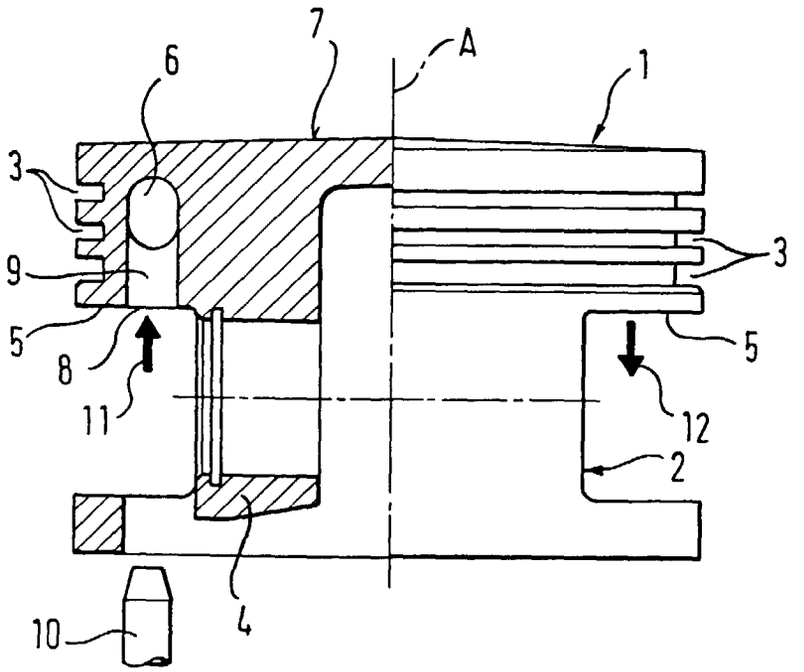


Fig. 6

