

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 767/2004
(22) Anmeldetag: 2004-05-04
(42) Beginn der Patentdauer: 2005-11-15
(45) Ausgabetag: 2006-08-15

(51) Int. Cl.⁷: **F02F 1/36**
F02F 1/40, F01P 3/16

(56) Entgegenhaltungen:
DE 2460972A1 DE 2437965A1
JP 06-074041A JP 2000-310157A
JP 05-033640A AT 005301U
CH 614995A US 4304199A
EP 1126152A2

(73) Patentinhaber:
AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ, STEIERMARK (AT).
(72) Erfinder:
JANACH ANDREAS DIPL.ING.
GRAZ, STEIERMARK (AT).

(54) ZYLINDERKOPF FÜR EINE FLÜSSIGKEITSGEKÜHLTE BRENNKRAFTMASCHINE

(57) Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf (1) für eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine, mit zwei Einlass- und zwei Auslasskanalöffnungen (2, 3; 6, 7) pro Zylinder, welche im Wesentlichen symmetrisch bezüglich zumindest einer Querebene (ϵ_1) des Zylinderkopfes (1) angeordnet sind, mit einem an ein Feuerdeck (15) grenzenden ersten Kühlraum (16) und einem zumindest teilweise an den ersten Kühlraum (16) grenzenden zweiten Kühlraum (19), wobei erster und zweiter Kühlraum (16, 19) über zumindest eine Strömungsverbindung pro Zylinder miteinander strömungsverbunden sind, wobei der erste Kühlraum (16) über zumindest eine Durchtrittsöffnung (17) mit einem Kühlmantel eines Zylindergehäuses verbindbar ist und wobei ein mit dem Zylinderkopf (1) mitgegossener Aufnahmeschacht (24) für eine Einspritzeinrichtung zumindest teilweise vom zweiten Kühlraum (19) umgeben ist. Um die Kühlung von thermisch hoch beanspruchten Bereichen zu verbessern, ist vorgesehen, dass der Aufnahmeschacht (24) von einem an das Feuerdeck (15) grenzenden Ringkühlraum (30) umgeben ist, welcher mit dem zweiten Kühlraum (19) über zumindest einen Verbindungskanal (31, 32, 33) verbunden ist, und dass der Ringkühlraum (30) über

zumindest eine erste radiale Bohrung (34) in einem unmittelbar an das Feuerdeck (15) grenzenden Bereich des Zylinderkopfes (1) mit zumindest einer Durchtrittsöffnung (17a) und/oder mit dem ersten Kühlraum (16) strömungsverbunden ist.

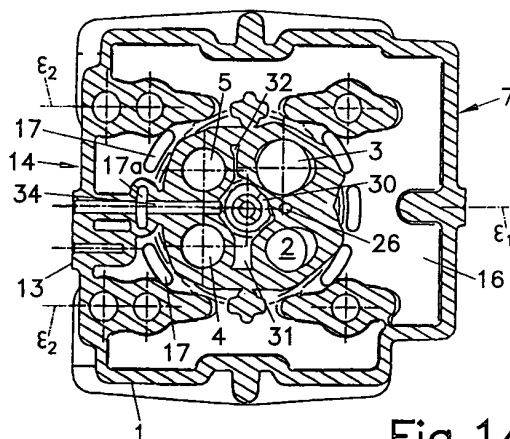


Fig. 14

Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf für eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine, mit zwei Einlass- und zwei Auslasskanalöffnungen pro Zylinder, welche im Wesentlichen symmetrisch bezüglich zumindest einer Querebene des Zylinderkopfes angeordnet sind, mit einem an ein Feuerdeck grenzenden ersten Kühlraum und einem zumindest teilweise an den ersten Kühlraum grenzenden zweiten Kühlraum, wobei erster und zweiter Kühlraum über zumindest eine Strömungsverbindung pro Zylinder miteinander strömungsverbunden sind, wobei der erste Kühlraum über zumindest eine Durchtrittsöffnung mit einem Kühlmantel eines Zylindergehäuses verbindbar ist und wobei ein mit dem Zylinderkopf mitgegossener Aufnahmeschacht für eine Einspritzeinrichtung zumindest teilweise vom zweiten Kühlraum umgeben ist, wobei der Aufnahmeschacht von einem an das Feuerdeck grenzenden Ringkühlraum umgeben ist, welcher mit dem zweiten Kühlraum über zumindest einen Verbindungskanal verbunden ist, und der Ringkühlraum über zumindest eine erste radiale Bohrung in einem unmittelbar an das Feuerdeck grenzenden Bereich des Zylinderkopfes mit zumindest einer Durchtrittsöffnung und/oder mit dem ersten Kühlraum strömungsverbunden ist.

Insbesondere bei hochbelasteten direkteinspritzenden Diesel-Brennkraftmaschinen mit hohem Wärmeeintrag erreicht ein durchgehender Kühlraum für ein den Zylinderkopf in Längsrichtung durchströmendes Kühlmedium nicht aus, um eine ausreichende Kühlung des Feuerdecks zu gewährleisten. Mangelhafter Wärmeartrag aus dem Zylinderkopf kann aber zu Verzugerscheinungen, Undichtheiten, sowie zu Rissen führen.

Die AT 005.301 U1 beschreibt einen Zylinderkopf für mehrere Zylinder mit einem unteren und einem oberen Teilkühlraum, wobei im unteren Teilkühlraum das Kühlmittel im Wesentlichen quer zum Zylinderkopf strömt. Das Kühlmittel gelangt einerseits über einen ringförmigen Übertritt um ein Einsatzrohr für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung, und andererseits über seitliche Überströmöffnungen im Bereich einer Seitenwand vom unteren Teilkühlraum in den oberen Teilkühlraum. Durch die Querstromkühlung im unteren Teilkühlraum kann eine gleichmäßige Kühlung der einzelnen Zylinder erreicht werden. Diese Anordnung hat allerdings den Nachteil, dass eine gezielte Kühlung von thermisch kritischen Bereichen, beispielsweise die Ventilstege zwischen den Auslassventilen nicht möglich ist und thermisch hoch beanspruchte Bereiche nur ungenügend gekühlt werden können.

Aus der CH 614 995 A ist ein Einzelzylinder-Zylinderkopf für eine Diesel-Brennkraftmaschine bekannt, welche einen feuerdeckseitigen unteren Teilkühlraum und einen oberen Teilkühlraum aufweist, wobei zwischen dem unteren und dem oberen Teilkühlraum eine Trennwand angeordnet ist. Die Kühlflüssigkeit wird einerseits über einen Speisestutzen den ringförmigen Kühlkanälen um die Ventilsitze und andererseits dem unteren Teilkühlraum zugeführt. Von den Kühlkanälen um die Ventilsitze strömt die Kühlflüssigkeit in einen zentralen Ringraum, der eine Buchse für eine Kraftstoffzuführeinrichtung umgibt. Von dort strömt das Kühlmedium in den oberen Teilkühlraum. Auf diese Weise sollen Feuerdeck und Ventilsitze unabhängig voneinander gekühlt werden.

Auch die DE 24 60 972 A1 offenbart einen Einzelzylinder-Zylinderkopf mit zwei übereinander angeordneten Kühlflüssigkeitsräumen, welche durch Öffnungen miteinander verbunden sind. Für einen Zylinderkopf für mehrere Zylinder einer Brennkraftmaschine sind diese Konstruktionen allerdings nicht geeignet.

Aus der US 4,304,199 A ist ein Zylinderkopf für mehrere Zylinder einer Diesel-Brennkraftmaschine bekannt, welcher einen durch eine Trennwand in einen unteren und einen oberen Teilkühlraum getrennten Kühlraum aufweist. Unterer und oberer Teilkühlraum sind über eine sichelförmige Öffnung, welche die Mündung einer Einspritzdüse in Umfangsrichtung teilweise umgibt, miteinander strömungsverbunden. Das Kühlmittel strömt über Zuflussöffnungen im Feuerdeck vom Zylinderblock in den unteren Teilkühlraum und von dort über die sichelförmige Öffnung weiter in den oberen Teilkühlraum. Der untere Teilkühlraum ist dabei für mehrere benachbarte Zylinder durchgehend ausgeführt, so dass zumindest teilweise auch eine Längs-

strömung entsteht. Insbesondere bei hohem Wärmeeintrag aus dem Brennraum kann aber auch hier ein ausreichender Wärmeabtrag nicht gewährleistet werden.

Aus der EP 1 126 152 A2 ist ein Zylinderkopf mit einem unteren und einem oberen Teilkühlraum bekannt, wobei der Strömungsübertritt zwischen unterem und oberem Teilkühlraum durch einen ringförmigen Spalt zwischen einer Einspritzdüsenmanschette und einem Zwischendeck gebildet wird, wobei der gesamte Kühlmittelstrom durch diesen Spalt strömt. Auch diese Anordnung hat den Nachteil, dass eine gezielte Kühlung von thermisch kritischen Bereichen, beispielsweise den Ventilstegen zwischen zwei Auslassventilen, nicht möglich ist und sogenannte "hot spots" nur ungenügend gekühlt werden.

Die JP 06-074041 A offenbart einen Zylinderkopf mit einem unteren und einem oberen Teilkühlraum und einer mittig angeordneten Einspritzdüsenmanschette. Direkt anschließend an die Einspritzdüsenmanschette weist das Zwischendeck eine Überströmöffnung im Bereich der Stege zwischen zwei Auslasskanälen auf. Das in den unteren Teilkühlraum vom Zylinderblock strömende Kühlmittel strömt radial in Richtung der Zylindermitte und über die einzige Überströmöffnung in den oberen Teilkühlraum, ähnlich wie bei der EP 1 126 152 A2. Im unteren Teilkühlraum ist keine dominante Querströmung ausgeprägt. Es wird zwar der Bereich zwischen den beiden Auslasskanälen gut gekühlt, andere thermisch hoch beanspruchte Bereiche hingegen, wie der Stegbereich zwischen Einlasskanälen und Einspritzeinrichtung, werden nur unzureichend gekühlt.

Aus der JP 2000-310157 A ist ein Zylinderkopf für eine Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern bekannt. Das Kühlmittel strömt aus dem Zylinderblock über Kühlbohrungen in Verstärkungsrippen des Feuerdeckes gezielt zu thermisch hoch beanspruchten Bereichen zwischen den Auslasskanalöffnungen, umströmt die Auslasskanäle und einen rohrförmigen Butzen für eine mittige Einspritzeinrichtung und durchströmt den Zylinderkopf im Wesentlichen in Längsrichtung. Die Wärmeabfuhr im thermisch hoch beanspruchten Bereich des Feuerdeckes um die Mündung der Einspritzeinrichtung in den Brennraum ist allerdings nicht ausreichend gewährleistet.

Die DE 24 37 965 A1 zeigt einen flüssigkeitsgekühlten Zylinderkopf mit zwei übereinander angeordneten Kühlräumen und einem Aufnahmeschacht für eine Einspritzeinrichtung. Der Aufnahmeschacht ist dabei im Bereich des Feuerdeckes von einem Ringkühlraum umgeben, der über Verbindungskanäle mit dem oberen Kühlraum verbunden ist. Ein Verbindungskanal ist dabei zwischen den Einlasskanälen und ein Verbindungskanal zwischen den Auslasskanälen angeordnet.

Die JP 05-033640 A beschreibt einen Zylinderkopf für eine wassergekühlte Brennkraftmaschine. Um die Auslassventilsitze und um eine mittige Einspritzeinrichtung sind ringförmige Kühlkanäle angeordnet, welche mit einem unteren Kühlraum in Verbindung stehen. Der Ringkühlraum um das Einspritzventil und der untere Teilkühlraum sind über radiale Bohrungen in einem an das Feuerdeck grenzenden Bereich miteinander strömungsverbunden. Auch der untere und der obere Teilkühlraum sind über einen Strömungsübertritt am Rande des Zylinders miteinander verbunden. Der Strömungsübertritt ist nicht zwischen Ein- und Auslasskanal angeordnet.

Aufgabe der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und bei einem Zylinderkopf der eingangs genannten Art die Kühlung in thermisch hoch beanspruchten Bereichen zu verbessern.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass zumindest ein erster Verbindungskanal im Bereich zwischen einem Ein- und einem Auslasskanal angeordnet ist, wobei vorzugsweise zwischen jedem Ein- und Auslasskanal ein erster Verbindungskanal vorgesehen ist. Weiters ist es vorteilhaft, wenn zwischen zwei Einlasskanälen ein im Wesentlichen in Richtung der Zylinderachse ausgebildeter zweiter Verbindungskanal angeordnet ist.

Durch den Ringkühlraum wird eine optimale Kühlung des Bereiches um die Mündung der Einspritzeinrichtung gewährleistet. Durch die Verbindungskanäle wird die Wärme in den zweiten Teilkühlraum abgeleitet.

5 In weiterer Ausführung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der erste Kühlraum über eine zweite radiale Bohrung mit dem zweiten Kühlraum verbunden ist, wobei vorzugsweise die zweite radiale Bohrung unmittelbar über der ersten radialen Bohrung angeordnet ist. Die zweite radiale Bohrung kann im Bereich zwischen den Auslasskanälen angeordnet sein und in einen zwischen den Auslasskanälen sich in Richtung des Feuerdecks erstreckenden Fortsatz des
10 zweiten Kühlraumes einmünden. Dies verbessert die Kühlung in dem thermisch hoch beanspruchten Bereich zwischen den Auslasskanälen. Über die zweite radiale Bohrung gelangt zusätzlich Kühlmittel vom ersten in den zweiten Kühlraum. Die erste und/oder zweite radiale Bohrung sind vorzugsweise parallel zur Zylinderkopfebene angeordnet. Die erste und zweite radiale Bohrung dient zur Strömungsverbindung des ersten mit dem zweiten Kühlraum. Das
15 Kühlmittel strömt aus dem Kühlmantel des Zylinderblockes kommend, über die erste Durchtrittsöffnung durch die erste radiale Bohrung direkt in den den Aufnahmeschacht für die Einspritzeinrichtung umgebenden Ringkühlraum und gelangt über die Verbindungskanäle in den über dem ersten Kühlraum liegenden zweiten Kühlraum. Andererseits strömt das Kühlmittel vom ersten Kühlraum über die zweite radiale Bohrung direkt in den zweiten Kühlraum. Um eine
20 ausreichende Kühlung der thermisch hoch beanspruchten Teile um die Auslasskanalöffnungen zu gewährleisten, ist es vorteilhaft, wenn die erste und/oder zweite radiale Kühlbohrung auf der Auslassseite, vorzugsweise in einem Bereich zwischen den beiden Auslasskanälen und dem Feuerdeck, angeordnet ist.

25 In weiterer Ausführung kann vorgesehen sein, dass beidseits der Auslasskanäle im Bereich der Auslassflanschfläche jeweils ein Überströmkanal zwischen erstem und zweiten Kühlraum angeordnet ist. Das Kühlmittel strömt somit vom ersten Kühlraum einerseits über die erste radiale Bohrung in den Ringkühlraum, und von dort über die Verbindungskanäle in den zweiten Kühlraum. Weiters strömt das Kühlmittel über die zweite radiale Bohrung und über die Überströmkanäle direkt vom ersten in den zweiten Kühlraum.
30

In einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass der erste Kühlraum durch einen ersten Wasserkern und der zweite Kühlraum, der Ringkühlraum und der zumindest eine Verbindungskanal zwischen dem Ringkühlraum und dem zweiten Kühlraum durch einen zweiten Wasserkern geformt ist. Erster und zweiter Kühlraum werden somit
35 durch getrennte Wasserkernpakete gusstechnisch geformt, wobei auch der Ringkühlkanal und die Verbindungskanäle in den zweiten Wasserkern integriert sind. Das erste und das zweite Kernpaket sind während des Gussvorganges voneinander beabstandet, so dass im Rohzylinderkopf - zumindest im Bereich des Ringkühlraumes - keine gusstechnische Verbindung zwischen dem ersten und dem zweiten Kühlraum besteht. Die Strömungsverbindung zwischen dem ersten und dem zweiten Kühlraum wird erst durch die radialen Bohrungen in einem separaten Fertigungsschritt hergestellt.
40

45 Zur Erhöhung der Steifigkeit des Zylinderkopfes ist es besonders vorteilhaft, wenn im Bereich einer Querebene zwischen zwei benachbarten Zylindern zumindest eine Stützsäule mit vorzugsweise kreuzförmigen Querschnitt angeordnet ist.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

50 Es zeigen Fig. 1 den erfindungsgemäßen Zylinderkopf in einer Schrägansicht von oben, Fig. 2 den Zylinderkopf in einer Schrägansicht von unten, Fig. 3 den Zylinderkopf in einer Draufsicht, Fig. 4 den Zylinderkopf in einer Seitenansicht gemäß dem Pfeil 4 in Fig. 1, Fig. 5 den Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie V-V in Fig. 3, Fig. 6 den Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie VI-VI in Fig. 3, Fig. 7 den Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie VII-VII in Fig. 3, Fig. 8 den Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie VIII-VIII in Fig. 3, Fig. 9 den
55

Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie IX-IX in Fig. 3, Fig. 10 den Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie X-X in Fig. 3, Fig. 11 den Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie XI-XI in Fig. 3, Fig. 12 den Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie XII-XII in Fig. 3, Fig. 13 den Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie XIII-XIII in Fig. 7, Fig. 14 den Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie XIV-XIV in Fig. 7, Fig. 15 eine Wasserkernanordnung für den erfindungsgemäßen Zylinderkopf in einer Schrägansicht von unten, Fig. 16 die Wasserkernanordnung in einer Schrägansicht von oben, Fig. 17 die Wasserkernanordnung in einer Seitenansicht, Fig. 18 die Wasserkernanordnung in einer Ansicht von unten, Fig. 19 die Wasserkernanordnung in einem Schnitt gemäß der Linie XIX-XIX in Fig. 18, Fig. 20 in die Wasserkernanordnung in einem Schnitt gemäß der Linie XX-XX in Fig. 18, Fig. 21 die Wasserkernanordnung in einem Schnitt gemäß der Linie XXI-XXI in Fig. 20, Fig. 22 die Wasserkernanordnung in einem Schnitt gemäß der Linie XXII-XXII in Fig. 20, Fig. 23 die Wasserkernanordnung in einem Schnitt gemäß der Linie XXIII-XXIII in Fig. 18, Fig. 24 die Wasserkernanordnung in einem Schnitt gemäß der Linie XXIV-XXIV in Fig. 18, Fig. 25 die Wasserkernanordnung in einem Schnitt gemäß der Linie XXV-XXV in Fig. 18, Fig. 26 die Wasserkernanordnung in einem Schnitt gemäß der Linie XXVI-XXVI in Fig. 18, Fig. 27 die Wasserkernanordnung in einem Schnitt gemäß der Linie XXVII-XXVII in Fig. 18 und Fig. 28 die Wasserkernanordnung in einer Seitenansicht.

Die Figuren 1 bis 14 zeigen einen Zylinderkopf 1 für eine Diesel-Brennkraftmaschine mit zwei Einlasskanalöffnungen 2, 3 und zwei Auslasskanalöffnungen 4, 5. Zu den Einlasskanalöffnungen 2, 3 führen von einer Einlassflanschfläche 6 auf der Einlassseite 7 ausgehende getrennte Einlasskanäle 8, 9. Die Einlass- und Auslasskanalöffnungen 2, 3; 4, 5 sind im Wesentlichen symmetrisch bezüglich einer Querebene ε_1 des Zylinderkopfes 1 durch die Zylinderachse 21 ausgebildet und ergeben ein symmetrisches Ventilbild. Von den Auslasskanalöffnungen 4, 5 gehen Auslasskanäle 10, 11 aus, welche sich innerhalb des Zylinderkopfes 1 zu einem gemeinsamen Auslasskanal 12 vereinigen und zu einer Auslassflanschfläche 13 auf einer Auslassseite 14 führen.

Der Zylinderkopf 1 weist einen ersten, an das Feuerdeck 15 grenzenden Kühlraum 16 auf, welcher über Durchtrittsöffnungen 17 in der Zylinderkopfdichtfläche 18 mit einem nicht weiter dargestellten Zylinderblock verbindbar ist. Angrenzend an den ersten Kühlraum 16 schließt ein zweiter Kühlraum 19 an, welcher vom ersten Kühlraum 16 durch ein Zwischendeck 20 getrennt ist. Der zweite Kühlraum befindet sich - in Richtung der Zylinderachse 21 betrachtet - über dem ersten Kühlraum, also zwischen Ein- und Auslasskanälen 8, 9, 10, 11, 12 und dem Ventilbetätigungsraum 22 zur Aufnahme von nicht weiter dargestellten Ventilbetätigungselementen. Mit Bezugszeichen 23 sind die Lager für nicht weiter dargestellte Nockenwellen bezeichnet.

Der Zylinderkopf 1 weist einen eingeformten Aufnahmeschacht 24 für eine nicht weiter dargestellte zentrale Einspritzeinrichtung auf. Die Achse 25 des Aufnahmeschachtes 24 ist - in Längsrichtung des Zylinderkopfes 1 betrachtet - geringfügig exzentrisch bezüglich der Zylinderachse 21 ausgebildet, um die günstigste Anordnung für Einlasskanäle 8, 9 und Einlasskanalöffnungen 2, 3 zu ermöglichen. Die Exzentrizität bezüglich der Zylinderachse 21 ist mit e bezeichnet (Fig. 10). Weiters weist der Zylinderkopf 1 eine Aufnahmeöffnung 26 für eine Glühkerze auf. Mit Bezugszeichen 28 bzw. 29 sind die Ventilführungsbutzen für Einlass- bzw. Auslassventile bezeichnet, deren Achsen tragen die Bezugszeichen 28a bzw. 29a.

Der mitgegossene Aufnahmeschacht 24 ist in einem an das Feuerdeck 15 angrenzenden Bereich von einem Ringkühlraum 30 umgeben. Der Ringkühlraum 30 steht über erste Verbindungskühlkanäle 31, 32, welche jeweils zwischen einem Einlasskanal 8; 9 und einem Auslasskanal 10; 11 verlaufen, mit dem zweiten Kühlraum 19 in Verbindung. Zusätzlich steht der Ringkühlraum 30 über einen zwischen den beiden Einlasskanälen 8, 9 verlaufenden zweiten Verbindungskühlkanal 33 mit dem zweiten Kühlraum 19 in Verbindung.

Der Ringkühlraum 30 ist über eine erste radiale Bohrung 34, welche von der Auslassflanschflä-

che 13 ausgeht und im Wesentlichen etwa parallel zur Zylinderkopfdichtfläche 18 verläuft, mit einer ersten Durchtrittsöffnung 17a strömungsverbunden, welche mit dem Kühlmantel des Zylinderblockes verbindbar ist. Der erste Kühlraum 16 ist über seitliche Überströmkanäle 37 beidseits des gemeinsamen Auslasskanals 12 mit dem zweiten Kühlraum 19 verbunden. Weiters ist der erste Kühlraum 16 über eine zweite radiale Bohrung 34 mit einem Fortsatz 36 des zweiten Kühlraumes 19 strömungsverbunden. Die im Wesentliche parallel zur Zylinderkopfdichtfläche 18 verlaufenden ersten und zweiten radialen Bohrungen 34, 35 werden nach dem Gussvorgang in den Zylinderkopf 1 eingearbeitet.

Im Bereich von Querebenen ε_2 auf die Nockenwellenachsen im Bereich der Bohrungen 27 für die Zylinderkopfschrauben sind im ersten Kühlraum 16 Stützsäulen 38 mit kreuzförmigem Querschnitt angeordnet, welche die Struktursteifigkeit des Zylinderkopfes 1 erhöhen.

Die Figuren 15 bis 28 zeigen eine Wasserkernanordnung 40 für den Zylinderkopf 1. Die Wasserkernanordnung 40 besteht aus einem ersten Wasserkern 41 für den ersten Kühlraum 16 und einen zweiten Wasserkern 42 für den zweiten Kühlraum 19. Während des Gussvorganges sind die Wasserkerne 41, 42 - zumindest überwiegend - voneinander beabstandet und weisen - zumindest im Bereich des Ringkühlraumes 30 - keine Verbindung miteinander auf. Zwischen den Wasserkernen 41, 42 sind Ausnehmungen 43, 44 für entsprechende Gusskerne für Einlass- bzw. Auslasskanäle ausgebildet. Der zweite Wasserkern 42 weist entsprechende negative Formbereiche 45, 46, 47 und 48 für den Ringkühlraum 30, die ersten Verbindungskühlkanäle 31, 32 und für den zweiten Verbindungskühlkanal 33 auf. Weiters bildet der zweite Wasserkern 42 einen negativen Formbereich 49 für die erste Durchtrittsöffnung 17a, sowie einen Formbereich 50 für die erste radiale Bohrung 34 aus. Auch der Formbereich 51 für den Fortsatz 36 wird durch den zweiten Wasserkern 42 ausgebildet. Die zweiten Durchtrittsöffnungen 17 und die Rohrform für die zweite radiale Bohrung 35 werden durch entsprechende Formbereiche 53, 52 des ersten Wasserkerns 41 gebildet. Der erste Wasserkern 41 bildet auch die Formbereiche 54 für Überströmkanäle 37 zwischen erstem und zweitem Kühlraum 16, 19 beidseits des gemeinsamen Auslasskanals 12 aus.

Der Kühlmittelfluss durch den Zylinderkopf 1 ist anhand der Kernanordnung 40 in Fig. 28 erläutert. Das Kühlmittel strömt aus dem Kühlmantel des Zylinderblockes über die erste Durchtrittsöffnung 17a und den ersten radialen Verbindungskanal 31 in den Ringkühlraum 30 und gelangt entsprechend dem Pfeil S_1 in den oberen zweiten Kühlraum 19 und durchströmt diesen in Querrichtung entsprechend dem Pfeil S bis zur Einlassseite 7 und verlässt den zweiten Kühlraum 19 über eine Öffnung 39b. Weiters gelangt das Kühlmittel über zweite Durchtrittsöffnungen 17 in den ersten Kühlraum 16 und strömt einerseits entsprechend den Pfeilen S_2 über seitliche Überströmkanäle 37 beidseits des gemeinsamen Auslasskanals 12 in den oberen Kühlraum 19, wo es entsprechend dem Pfeil S in Querrichtung zur Einlassseite 7 strömt und den zweiten Kühlraum 19 über die Öffnung 39b verlässt. Weiters gelangt Kühlmittel von zweiten Durchtrittsöffnungen 17b auf der Einlassseite 7 in den ersten Kühlraum 16, wo es zum Teil zur Auslassseite 14, zum anderen Teil zur Einlassseite 7 strömt und den ersten Kühlraum 16 über eine Öffnung 39a verlässt. Darüber hinaus gibt es auch eine Querströmung entsprechend dem Pfeil S_3 von der Auslassseite 14 zur Einlassseite 7.

Patentansprüche:

1. Zylinderkopf (1) für eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine, mit zwei Einlass- und zwei Auslasskanalöffnungen (2, 3; 6, 7) pro Zylinder, welche im Wesentlichen symmetrisch bezüglich zumindest einer Querebene (ε_1) des Zylinderkopfes (1) angeordnet sind, mit einem an ein Feuerdeck (15) grenzenden ersten Kühlraum (16) und einem zumindest teilweise an den ersten Kühlraum (16) grenzenden zweiten Kühlraum (19), wobei erster und zweiter Kühlraum (16, 19) über zumindest eine Strömungsverbindung pro Zylinder miteinander strömungsverbunden sind, wobei der erste Kühlraum (16) über zumindest eine

Durchtrittsöffnung (17) mit einem Kühlmantel eines Zylindergehäuses verbindbar ist und wobei ein mit dem Zylinderkopf (1) mitgegossener Aufnahmeschacht (24) für eine Einspritzeinrichtung zumindest teilweise vom zweiten Kühlraum (19) umgeben ist, wobei der Aufnahmeschacht (24) von einem an das Feuerdeck (15) grenzenden Ringkühlraum (30) umgeben ist, welcher mit dem zweiten Kühlraum (19) über zumindest einen Verbindungskanal (31, 32, 33) verbunden ist, und der Ringkühlraum (30) über zumindest eine erste radiale Bohrung (34) in einem unmittelbar an das Feuerdeck (15) grenzenden Bereich des Zylinderkopfes (1) mit zumindest einer Durchtrittsöffnung (17a) und/oder mit dem ersten Kühlraum (16) strömungsverbunden ist, *dadurch gekennzeichnet*, dass zumindest ein erster Verbindungskanal (31, 32) im Bereich zwischen einem Ein- und einem Auslasskanal (8, 9; 10, 11) angeordnet ist, wobei vorzugsweise zwischen jedem Ein- und Auslasskanal (8, 9; 10, 11) ein erster Verbindungskanal (31, 32) vorgesehen ist.

2. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass zwischen zwei Einlasskanälen (8, 9) ein im Wesentlichen in Richtung der Zylinderachse (21) ausgebildeter zweiter Verbindungskanal (33) angeordnet ist.
3. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass der erste Kühlraum (16) über eine zweite radiale Bohrung (35) mit dem zweiten Kühlraum (19) verbunden ist, wobei vorzugsweise die zweite radiale Bohrung (35) unmittelbar über der ersten radialen Bohrung (34) angeordnet ist.
4. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass die zweite radiale Bohrung (35) im Bereich zwischen den Auslasskanälen (10, 11) angeordnet ist, wobei vorzugsweise die zweite radiale Bohrung (35) in einen zwischen den Auslasskanälen (10, 11) ausgebildeten Fortsatz (36) des zweiten Kühlraumes (19) mündet.
5. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass die erste und/oder zweite radiale Bohrung (34, 35) im Wesentlichen parallel zur Zylinderkopfebene (18) angeordnet ist.
6. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass die erste und/oder zweite radiale Bohrung (34, 35) auf der Auslassseite (14), vorzugsweise in einem Bereich zwischen den beiden Auslasskanälen (10, 11) und dem Feuerdeck (15), angeordnet ist.
7. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass beidseits der Auslasskanäle (10, 11; 12) im Bereich der Auslassflanschfläche (13) jeweils ein Überströmkanal (37) zwischen erstem und zweiten Kühlraum (16, 19) angeordnet ist.
8. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass der erste Kühlraum (16) durch einen ersten Wasserkern (41) und der zweite Kühlraum (19), der Ringkühlraum (30) und zumindest ein Verbindungskanal (31, 32, 33) zwischen Ringkühlraum (30) und dem zweiten Kühlraum (19) durch einen zweiten Wasserkern (42) geformt ist.
9. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass im Bereich einer Querebene (ϵ_2) durch die zumindest eine Bohrung (27) für eine Zylinderkopfschraube zumindest eine Stützsäule (38) mit vorzugsweise kreuzförmigen Querschnitt angeordnet ist.
10. Wasserkernanordnung (40) zur Herstellung von einem Zylinderkopf (1) für eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine, mit zwei Einlass- und zwei Auslasskanalöffnungen (2, 3; 6, 7) pro Zylinder, welche im Wesentlichen symmetrisch bezüglich zumindest einer Querebene (ϵ_1) des Zylinderkopfes (1) angeordnet sind, mit einem an ein Feuerdeck (15) gren-

zenden ersten Kühlraum (16) und einem zumindest teilweise an den ersten Kühlraum (16) grenzenden zweiten Kühlraum (19), wobei erster und zweiter Kühlraum (16, 19) über zumindest eine Strömungsverbindung pro Zylinder miteinander strömungsverbunden sind, wobei der erste Kühlraum (16) über zumindest eine Durchtrittsöffnung (17) mit einem Kühlmantel eines Zylindergehäuses verbindbar ist und wobei ein mit dem Zylinderkopf (1) mitgegossener Aufnahmeschacht (24) für eine Einspritzeinrichtung zumindest teilweise vom zweiten Kühlraum (19) umgeben ist, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Wasserkernanordnung (40) einen ersten Wasserkern (41) zur Ausbildung des ersten Kühlraumes (16) und einen zweiten Wasserkern (42) zur Ausbildung des zweiten Kühlraumes (19) aufweist, wobei ein an das Feuerdeck (15) grenzender, den Aufnahmeschacht (24) umgebenden Ringkühlraum (30), sowie zumindest ein Verbindungskanal (31, 32, 33) zwischen dem Ringkühlraum (30) und dem zweiten Kühlraum (19) durch entsprechende Formbereiche (45, 46, 47, 48) des zweiten Wasserkerns (42) gebildet sind.

11. Wasserkernanordnung (40) nach Anspruch 10, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine erste Durchtrittsöffnung (17a) im Feuerdeck (15) durch einen Formbereich (49) des zweiten Wasserkerns (42) und zumindest eine direkt mit dem ersten Kühlraum (16) verbundene zweite Durchtrittsöffnung (17) durch einen Formbereich (53) des ersten Wasserkerns (41) gebildet ist.

12. Wasserkernanordnung (40) nach Anspruch 9 oder 11, *dadurch gekennzeichnet*, dass zumindest ein Überströmkanal (37) im Bereich der Auslassseite (14), vorzugsweise zwei Überströmkanäle (37) beidseits eines gemeinsamen Auslasskanals (12), durch einen Formbereich (54) des ersten Wasserkerns (41) gebildet ist.

13. Wasserkernanordnung (40) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, *dadurch gekennzeichnet*, dass zumindest ein erster Verbindungskanal (31, 32) im Bereich zwischen einem Ein- und einem Auslasskanal (8, 9; 10, 11) durch einen Formbereich (46, 47) des zweiten Wasserkerns (42) gebildet ist.

14. Wasserkernanordnung (40) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein zweiter Verbindungskanal (33) im Bereich zwischen zwei Einlasskanälen (8, 9) durch einen Formbereich (48) des zweiten Wasserkerns (42) gebildet ist.

15. Wasserkernanordnung (40) nach einem der Ansprüche 10 bis 14, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein Formbereich (51) für einen Fortsatz (36) des zweiten Kühlraumes (19) zwischen den Auslasskanälen (10, 11) durch den zweiten Wasserkern (42) gebildet ist.

16. Herstellungsverfahren für einen Zylinderkopf (1) für eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine, mit zwei Einlass- und zwei Auslasskanalöffnungen (2, 3; 6, 7) pro Zylinder, welche im Wesentlichen symmetrisch bezüglich zumindest einer Querebene (ϵ_1) des Zylinderkopfes (1) angeordnet sind, mit einem an ein Feuerdeck (15) grenzenden ersten Kühlraum (16) und einem zumindest teilweise an den ersten Kühlraum (16) grenzenden zweiten Kühlraum (19), wobei erster und zweiter Kühlraum (16, 19) über zumindest eine Strömungsverbindung pro Zylinder miteinander strömungsverbunden sind, wobei der erste Kühlraum (16) über zumindest eine Durchtrittsöffnung (17) mit einem Kühlmantel des Zylindergehäuses verbindbar ist, und wobei ein mit dem Zylinderkopf (1) mitgegossener Aufnahmeschacht (24) für eine Einspritzeinrichtung zumindest teilweise vom zweiten Kühlraum (19) umgeben ist, *dadurch gekennzeichnet*, dass der erste Kühlraum (16) durch einen ersten Wasserkern (41) und der zweite Kühlraum (19), sowie ein an das Feuerdeck (15) grenzender Ringkühlraum (30) um den zentralen Aufnahmeschacht (24) für eine mittige Einspritzvorrichtung, sowie zumindest ein Verbindungskanal (31, 32, 33) zwischen dem Ringkühlraum (30) und dem zweiten Kühlraum (19) durch einen zweiten Wasserkern (42) gusstechnisch geformt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, *dadurch gekennzeichnet*, dass nach dem Gießvorgang eine Durchtrittsöffnung (17a) und/oder der erste Kühlraum (16) mit dem Ringkühlraum (30) durch zumindest eine radiale Bohrung (34) im Zylinderkopf (1) zwischen den Auslasskanälen (10, 11; 12) und dem Feuerdeck (15) miteinander strömungsverbunden werden.

5

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, *dadurch gekennzeichnet*, dass zwischen den Auslasskanälen (10, 11; 12) und der ersten radialen Bohrung (34) zumindest eine zweite radiale Bohrung (35) in den Zylinderkopf (1) eingeformt wird, welche den ersten Kühlraum (16) und den zweiten Kühlraum (19) strömungsverbindet, wobei vorzugsweise die zweite radiale Bohrung (35) in den Fortsatz (36) des zweiten Kühlraumes (19) mündet.

10

Hiezu 9 Blatt Zeichnungen

15

20

25

30

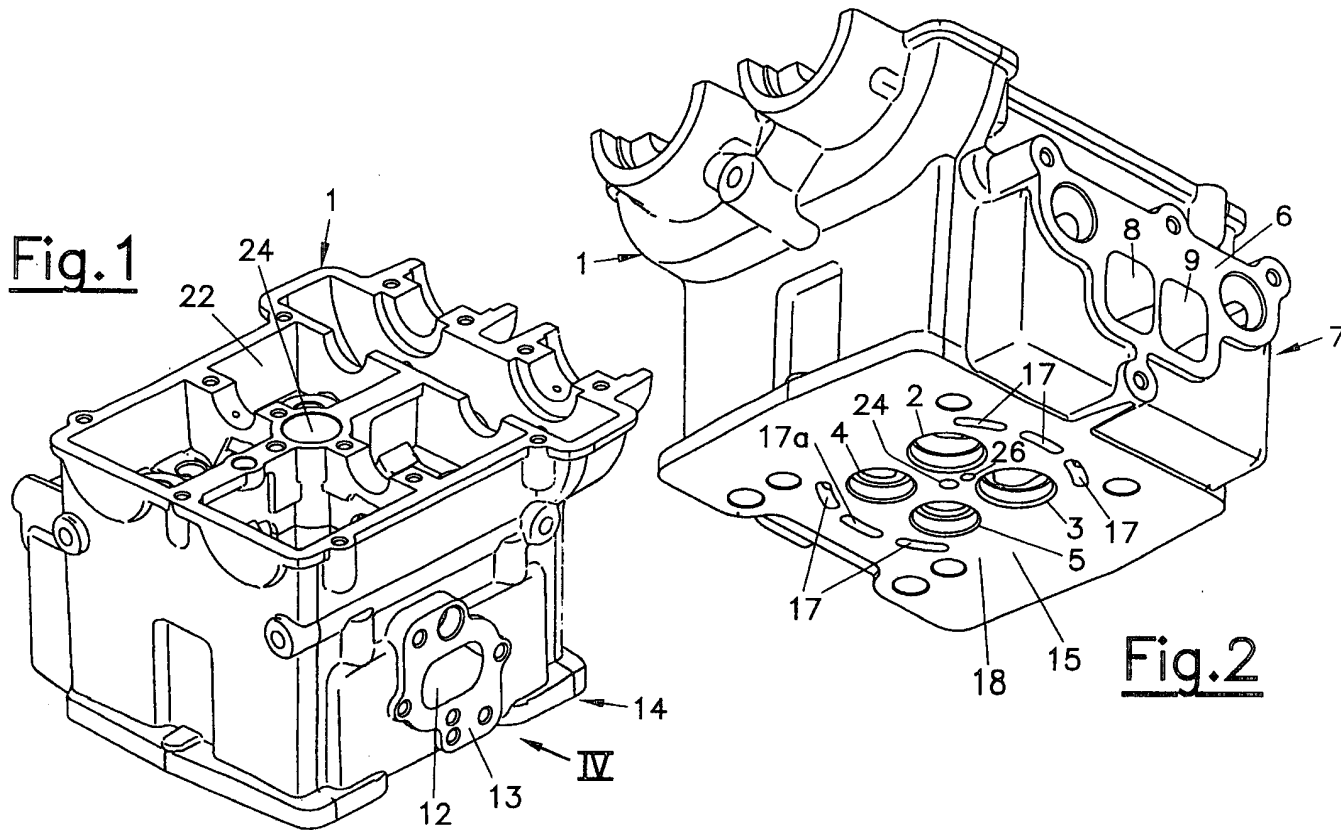
35

40

45

50

55



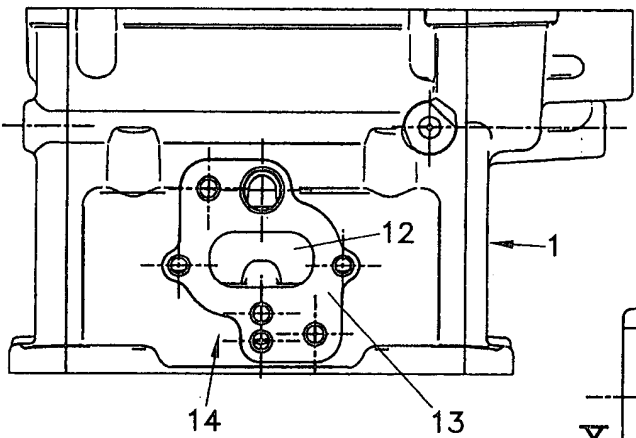


Fig. 4

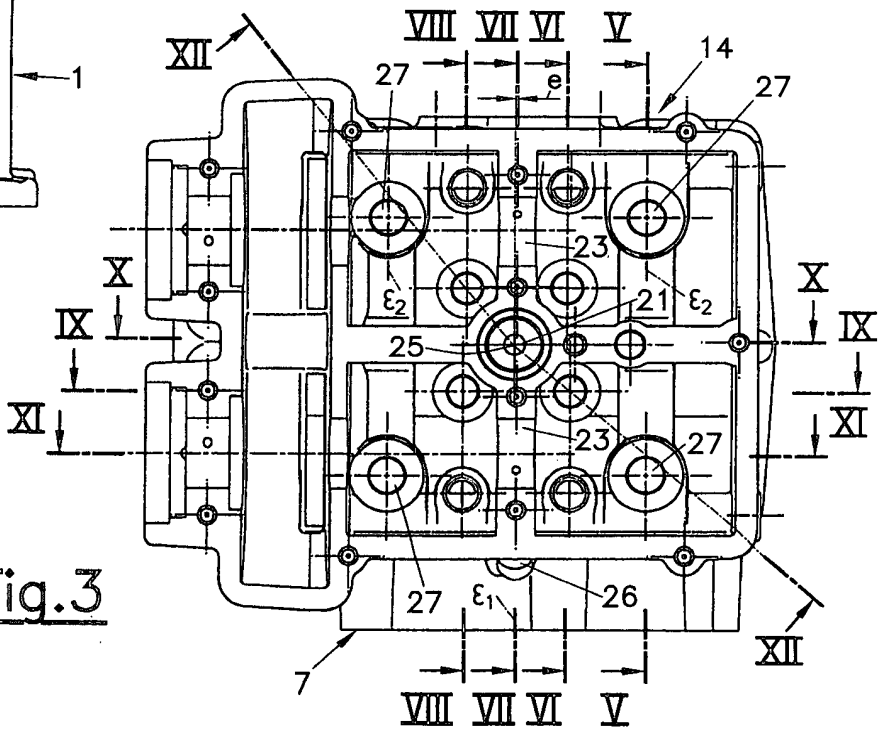
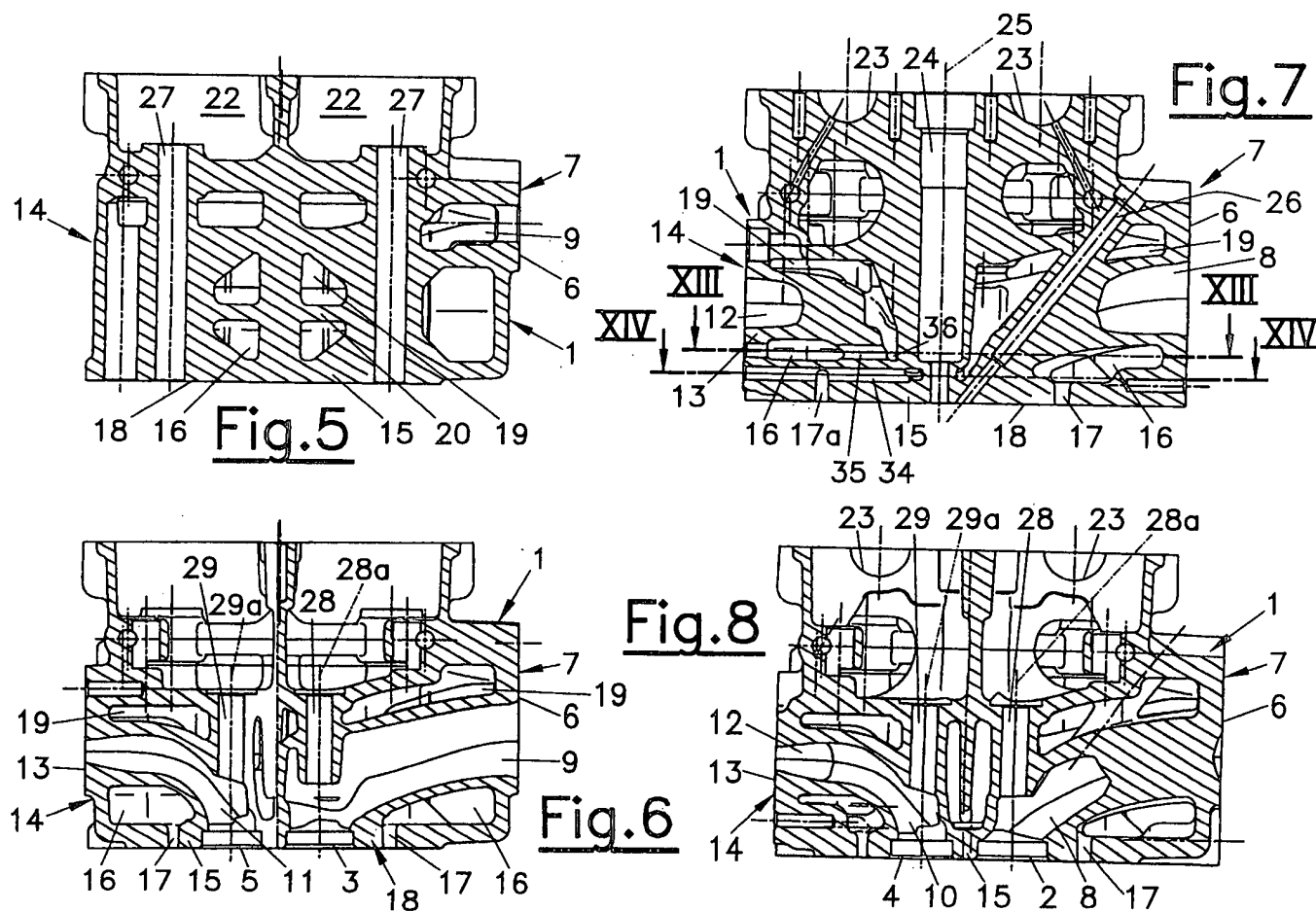


Fig. 3



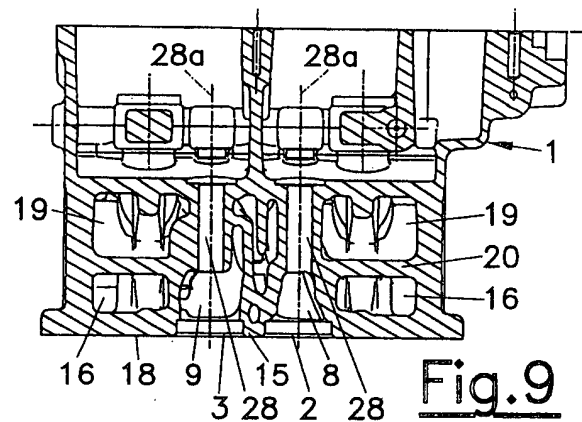


Fig. 9

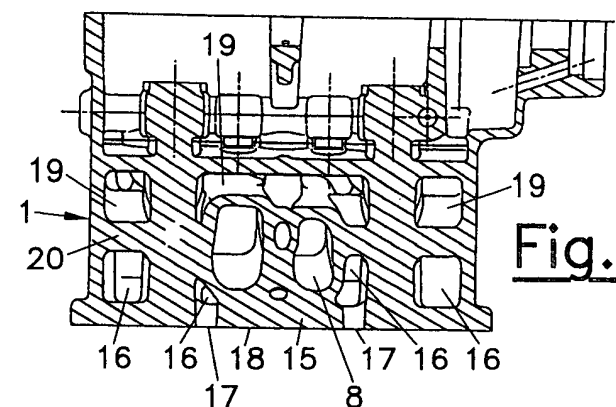


Fig. 11

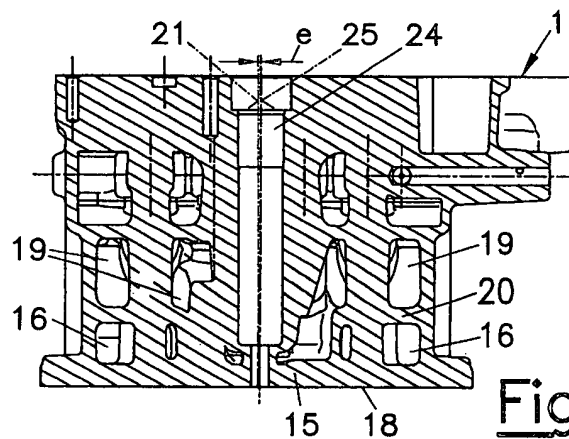


Fig. 10

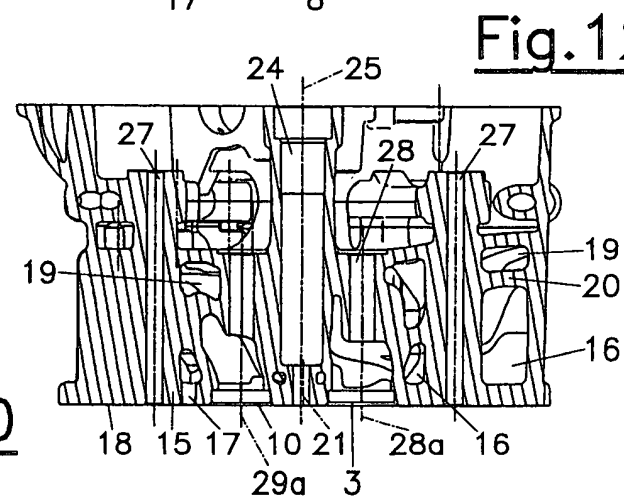


Fig. 12

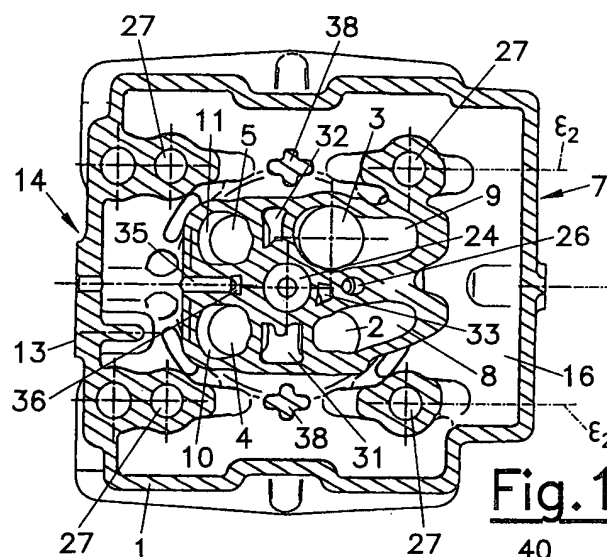


Fig. 13

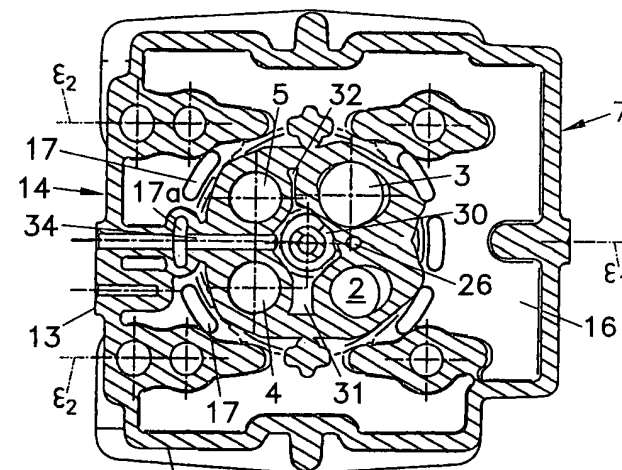


Fig. 14

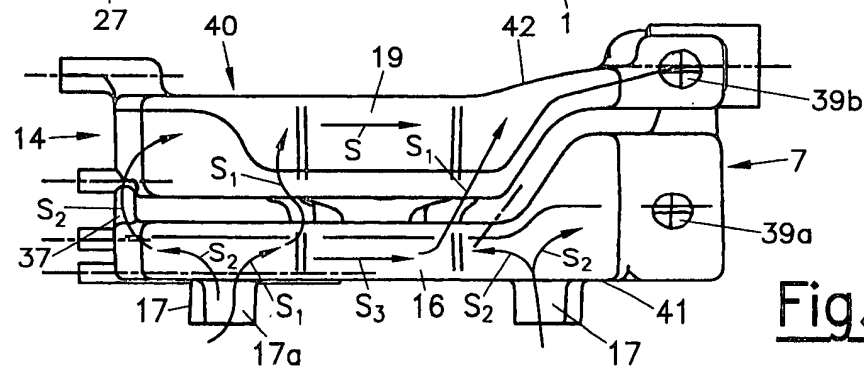


Fig. 28

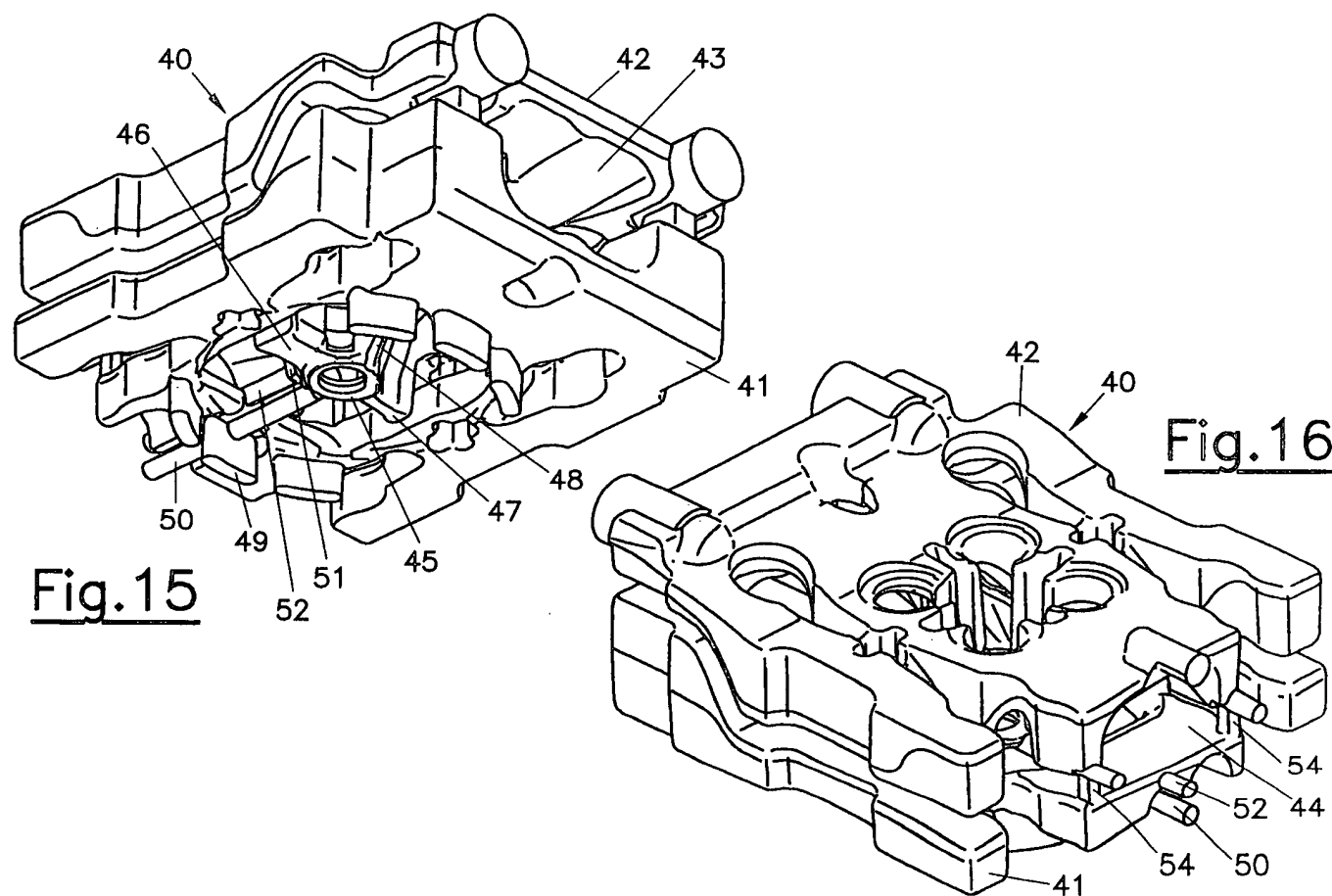
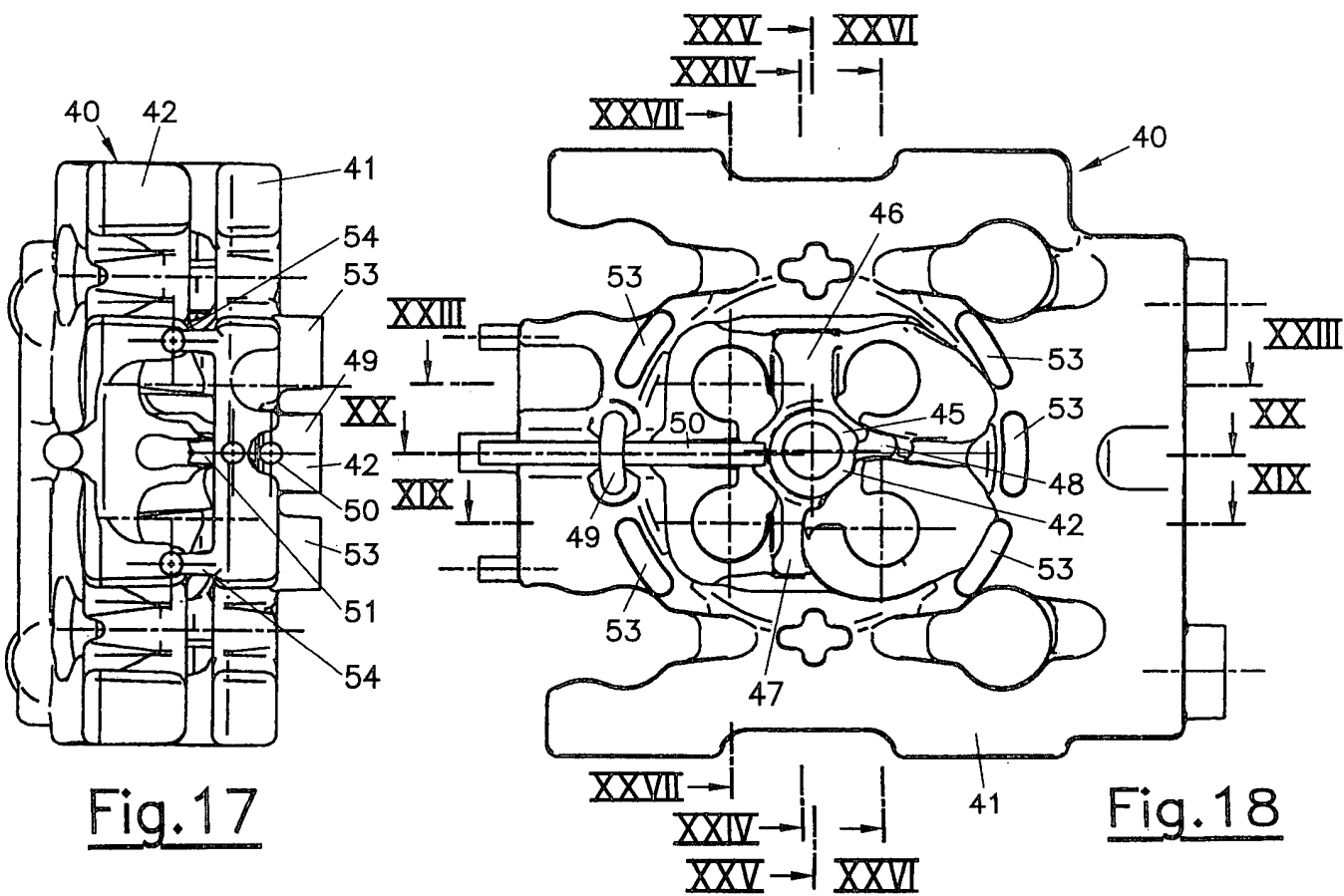


Fig.15

Fig.16



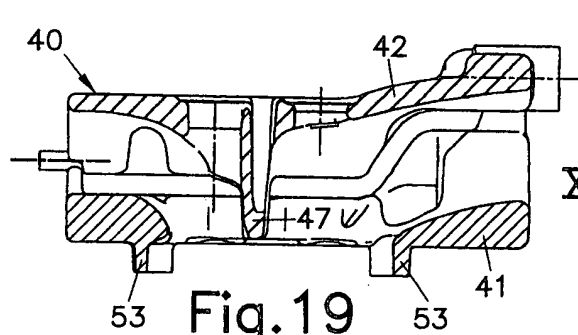


Fig. 19

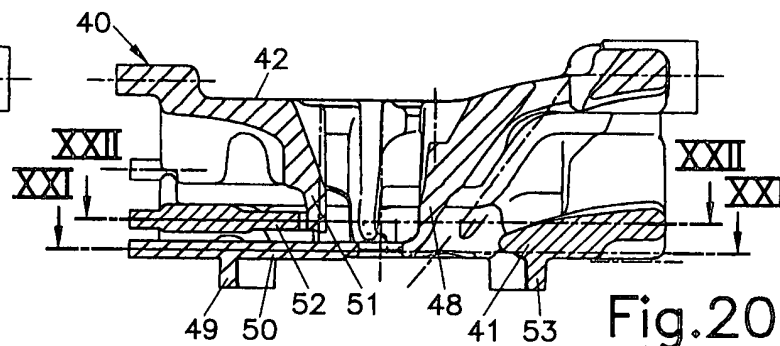


Fig. 20

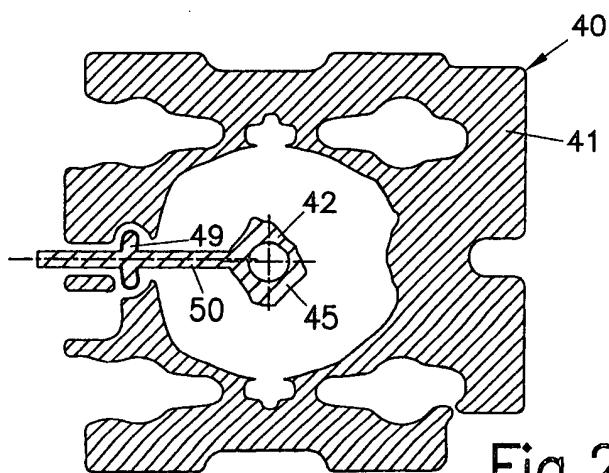


Fig. 21

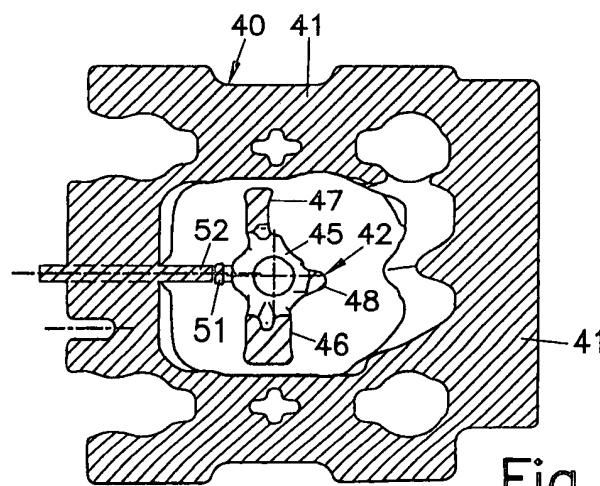


Fig. 22

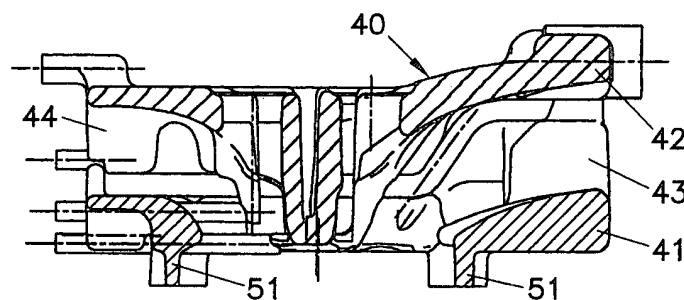


Fig. 23

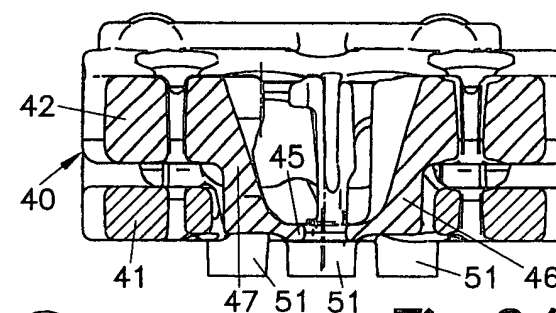


Fig. 24

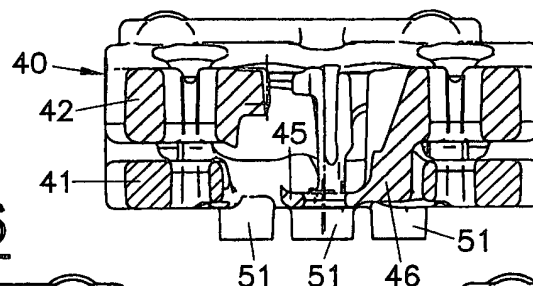


Fig. 25

Fig. 26

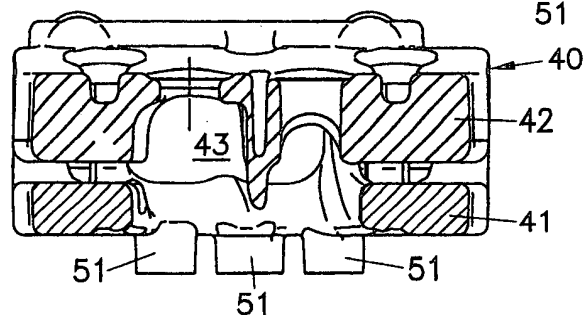


Fig. 27

