



(11) **EP 2 003 321 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.12.2008 Patentblatt 2008/51

(51) Int Cl.:
F02F 1/24^(2006.01) F02F 1/40^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08104396.0**

(22) Anmeldetag: **13.06.2008**

(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 MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

- **Mehring, Jan**
50668, Köln (DE)
- **Lutz, Martin**
50678, Köln (DE)
- **Dunstheimer, Jens**
50823, Koeln (DE)
- **Hermann, Markus**
52078, Aachen (DE)
- **Holbach, Christoph**
52078, Aachen (DE)

(30) Priorität: **13.06.2007 EP 07110193**

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

(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten**
Henry-Ford Str. 1
50725 Köln (DE)

(72) Erfinder:
• **Kuhlbach, Kai**
51427, Bergisch Gladbach (DE)

(54) **Zylinderkopf für eine Brennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf (1), der an einer Montage-Stirnseite (9) mit einem Zylinderblock verbindbar ist, mit einem zumindest teilweise im Zylinderkopf (1) integrierten Kühlmittelmantel (2) für eine Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Zylindern, bei dem jeder Zylinder mindestens eine Auslaßöffnung (3a, 3b) zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder aufweist, wobei

- sich an jede Auslaßöffnung (3a, 3b) eine Abgasleitung (4a, 4b) anschließt,
- die Abgasleitungen (4a, 4b) von mindestens zwei Zylindern innerhalb des Zylinderkopfes (1) zu einer Gesamtabgasleitung (6) zusammenführen, und
- der Kühlmittelmantel (2) einen unteren Kühlmittelmantel (2a), der zwischen den Abgasleitungen (4a, 4b, 5, 6) und der Montage-Stirnseite (9) des Zylinderkopfes (1) angeordnet ist, und einen oberen Kühlmittelmantel (2b),

der auf der dem unteren Kühlmittelmantel (2a) gegenüberliegenden Seite der Abgasleitungen (4a, 4b, 5, 6) angeordnet ist, aufweist.

Es soll ein flüssigkeitsgekühlter Zylinderkopf (1) der gattungsbildenden Art bereitgestellt werden, der über eine optimierte Kühlung verfügt.

Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Zylinderkopf (1) der oben genannten Art, der dadurch gekennzeichnet ist, daß beabstandet zu den Abgasleitungen (4a, 4b, 5, 6) in einer Außenwandung (10) des Zylinderkopfes (1), aus der die Gesamtabgasleitung (6) austritt, mindestens eine Verbindung (7) zwischen dem unteren Kühlmittelmantel (2a) und dem oberen Kühlmittelmantel (2b) vorgesehen ist, die dem Durchtritt von Kühlmittel dient, wobei die mindestens eine Verbindung (7) benachbart zu dem Bereich (8) angeordnet ist, in dem die Abgasleitungen (4a, 4b, 5) zu der Gesamtabgasleitung (6) zusammenführen.

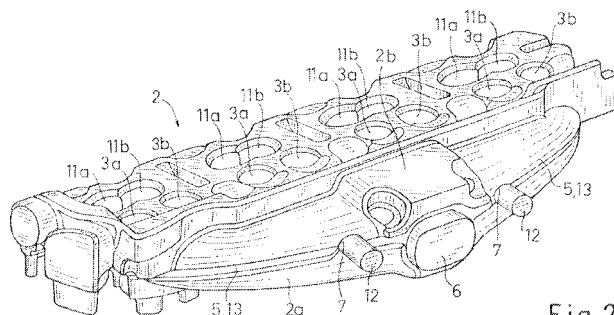


Fig.2

EP 2 003 321 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf, der an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbindbar ist, mit einem zumindest teilweise im Zylinderkopf integrierten Kühlmittelmantel für eine Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Zylindern, bei dem jeder Zylinder mindestens eine Auslaßöffnung zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder aufweist, wobei

- sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung anschließt,
- die Abgasleitungen von mindestens zwei Zylindern innerhalb des Zylinderkopfes zu einer Gesamtabgasleitung zusammenführen, und
- der Kühlmittelmantel einen unteren Kühlmittelmantel, der zwischen den Abgasleitungen und der Montage-Stirnseite des Zylinderkopfes angeordnet ist, und einen oberen Kühlmittelmantel, der auf der dem unteren Kühlmittelmantel gegenüberliegenden Seite der Abgasleitungen angeordnet ist, aufweist.

[0002] Brennkraftmaschinen verfügen über einen Zylinderblock und einen Zylinderkopf, die zur Ausbildung der einzelnen Zylinder d. h. Brennräume miteinander verbunden werden, wobei zum Verbinden im Zylinderkopf und im Zylinderblock Bohrungen vorgesehen sind. Im Rahmen der Montage werden der Zylinderblock und der Zylinderkopf durch Aufeinanderlegen ihrer Montage-Stirnseiten in der Weise zueinander angeordnet, daß die Bohrungen miteinander fluchten. Mittels Gewindebolzen, die in die Bohrungen des Zylinderkopfes und des Zylinderblocks eingeführt und verschraubt werden, wird dann eine Verbindung hergestellt.

[0003] Der Zylinderblock weist zur Aufnahme der Kolben bzw. der Zylinderrohre eine entsprechende Anzahl an Zylinderbohrungen auf. Die Kolben werden axial beweglich in den Zylinderrohren geführt und bilden zusammen mit den Zylinderrohren und dem Zylinderkopf die Brennräume der Brennkraftmaschine aus. Folglich wird ein Brennraum jeweils von einem Kolben, einem Zylinderrohr und dem Zylinderkopf mitbegrenzt und mitgestaltet. Zur Abdichtung der Brennräume wird in der Regel zwischen dem Zylinderblock und dem Zylinderkopf eine Dichtung angeordnet.

[0004] Der Zylinderkopf dient üblicherweise zur Aufnahme des Ventiltriebs. Um den Ladungswechsel zu steuern, benötigt eine Brennkraftmaschine Steuerorgane und Betätigungseinrichtungen zur Betätigung der Steuerorgane. Im Rahmen des Ladungswechsels erfolgt das Ausschleusen der Verbrennungsgase über die Auslaßöffnungen und das Füllen des Brennraums d. h. das Ansaugen des Frischgemisches bzw. der Frischluft über die Einlaßöffnungen. Zur Steuerung des Ladungswechsels werden bei Viertaktmotoren nahezu ausschließlich Hubventile als Steuerorgane verwendet, die während des Betriebs der Brennkraftmaschine eine oszillierende Hubbewegung ausführen und auf diese Weise die Ein-

und Auslaßöffnungen freigeben und verschließen. Der für die Bewegung der Ventile erforderliche Ventilbetätigungsmechanismus einschließlich der Ventile selbst wird als Ventiltrieb bezeichnet.

[0005] Eine Ventilbetätigungseinrichtung umfaßt eine Nockenwelle, auf der eine Vielzahl von Nocken angeordnet ist. Grundsätzlich wird zwischen einer untenliegenden Nockenwelle und einer obenliegenden Nockenwelle unterschieden. Dabei wird Bezug genommen auf die Trennebene zwischen Zylinderkopf und Zylinderblock. Liegt die Nockenwelle oberhalb dieser Trennebene handelt es sich um eine obenliegende Nockenwelle, andernfalls um eine untenliegende Nockenwelle.

[0006] Obenliegende Nockenwellen werden ebenfalls im Zylinderkopf gelagert, wobei ein Ventiltrieb mit obenliegender Nockenwelle als weiteres Ventiltriebsbauteil einen Schwinghebel, einen Kipphebel oder einen Stößel aufweist.

[0007] Es ist die Aufgabe des Ventiltriebes die Einlaß- und Auslaßöffnungen der Brennkammer rechtzeitig freizugeben bzw. zu schließen, wobei eine schnelle Freigabe möglichst großer Strömungsquerschnitte angestrebt wird, um die Drosselverluste in den ein- bzw. ausströmenden Gasströmungen gering zu halten und eine möglichst gute Füllung des Brennraumes mit Frischgemisch bzw. ein effektives d. h. vollständiges Abführen der Abgase zu gewährleisten. Nach dem Stand der Technik werden Brennkammern daher auch häufig und zunehmend mit zwei oder mehr Einlaß- bzw. Auslaßöffnungen ausgestattet.

[0008] Die Einlaßkanäle, die zu den Einlaßöffnungen führen, und die Auslaßkanäle bzw. Abgasleitungen, die sich an die Auslaßöffnungen anschließen, sind nach dem Stand der Technik zumindest teilweise im Zylinderkopf integriert. Die Abgasleitungen der Auslaßöffnungen eines einzelnen Zylinders werden dabei in der Regel - innerhalb des Zylinderkopfes - zu einer dem Zylinder zugehörigen Teilabgasleitung zusammengeführt, wobei diese Teilabgasleitungen dann außerhalb des Zylinders mittels eines sogenannten Krümmers zusammengeführt werden; häufig zu einer einzelnen Gesamtabgasleitung.

[0009] Stromabwärts des Krümmers werden die Abgase dann gegebenenfalls der Turbine eines Abgasturboladers und/oder einem oder mehreren Abgasnachbehandlungssystemen zugeführt.

[0010] Dabei ist man zum einen bemüht, den bzw. die Abgasturbolader möglichst nahe am Auslaß der Brennkraftmaschine anzuordnen, um auf diese Weise die Abgasenthalpie der heißen Abgase optimal nutzen zu können und ein schnelles Ansprechverhalten des Turboladers zu gewährleisten. Zum anderen soll auch der Weg der heißen Abgase zu den verschiedenen Abgasnachbehandlungssystemen möglichst kurz sein, damit den Abgasen wenig Zeit zur Abkühlung eingeräumt wird und die Abgasnachbehandlungssysteme möglichst schnell ihre Betriebstemperatur bzw. Anspringtemperatur erreichen, insbesondere nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine.

[0011] In diesem Zusammenhang ist man daher grundsätzlich bemüht, die thermische Trägheit des Teilstücks der Abgasleitung zwischen Auslaßöffnung am Zylinder und Abgasnachbehandlungssystem bzw. zwischen Auslaßöffnung am Zylinder und Abgasturbolader zu minimieren, was durch Reduzierung der Masse und der Länge dieses Teilstückes erreicht werden kann.

[0012] Um die zuvor genannten Ziele zu erreichen, wird gemäß einem Lösungsansatz nach dem Stand der Technik der Abgaskrümmer im Zylinderkopf integriert. Diese Maßnahme gestattet darüber hinaus ein möglichst dichtes Packaging der Antriebseinheit. Ein derartiger Zylinderkopf, bei dem sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung anschließt und die Abgasleitungen der Zylinder innerhalb des Zylinderkopfes zu einer Gesamtabgasleitung zusammenführen, ist auch Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

[0013] Ein derartig ausgebildeter Zylinderkopf ist aber thermisch höher belastet als ein herkömmlicher Zylinderkopf, der mit einem externen Krümmer ausgestattet ist, und stellt daher erhöhte Anforderungen an die Kühlung.

[0014] Die bei der Verbrennung durch die exotherme, chemische Umwandlung des Kraftstoffes freigesetzte Wärme wird teilweise über die den Brennraum begrenzenden Wandungen an den Zylinderkopf und den Zylinderblock und teilweise über den Abgasstrom an die angrenzenden Bauteile und die Umgebung abgeführt. Um die thermische Belastung des Zylinderkopfes in Grenzen zu halten, muß ein Teil des in den Zylinderkopf eingeleiteten Wärmestromes dem Zylinderkopf wieder entzogen werden. Die von der Oberfläche der Brennkraftmaschine über Strahlung und Wärmeleitung an die Umgebung abgeführte Wärmemenge ist für eine effiziente Kühlung nicht ausreichend, weshalb in der Regel mittels erzwungener Konvektion gezielt eine Kühlung des Zylinderkopfes herbeigeführt wird.

[0015] Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, die Kühlung in Gestalt einer Luftkühlung oder einer Flüssigkeitskühlung auszuführen. Bei der Luftkühlung wird die Brennkraftmaschine mit einem Gebläse versehen, wobei der Wärmeabtransport mittels über die Oberfläche des Zylinderkopfes geführten Luftströmungen erfolgt.

[0016] Hingegen erfordert die Flüssigkeitskühlung die Ausstattung der Brennkraftmaschine bzw. des Zylinderkopfes mit einem Kühlmittelmantel d. h. die Anordnung von das Kühlmittel durch den Zylinderkopf führenden Kühlmittelkanälen, was eine komplexe Struktur der Zylinderkopfkonstruktion bedingt. Dabei wird der mechanisch und thermisch hochbelastete Zylinderkopf durch das Einbringen der Kühlmittelkanäle einerseits in seiner Festigkeit geschwächt. Andererseits muß die Wärme nicht wie bei der Luftkühlung erst an die Zylinderkopfoberfläche geleitet werden, um abgeführt zu werden. Die Wärme wird bereits im Inneren des Zylinderkopfes an das Kühlmittel, in der Regel mit Additiven versetztes Wasser, abgegeben. Das Kühlmittel wird dabei mittels einer im Kühlkreislauf angeordneten Pumpe gefördert, so daß es im Kühlmittelmantel zirkuliert. Die an das Kühl-

mittel abgegebene Wärme wird auf diese Weise aus dem Inneren des Zylinderkopfes abgeführt und in einem Wärmetauscher dem Kühlmittel wieder entzogen.

[0017] Aufgrund der wesentlichen höheren Wärmekapazität von Flüssigkeiten gegenüber Luft können mit der Flüssigkeitskühlung wesentlich größere Wärmemengen abgeführt werden als dies mit einer Luftkühlung möglich ist.

[0018] Aus den genannten Gründen wird nach dem Stand der Technik bei einem Zylinderkopf der vorliegenden Art im Zylinderkopf ein Kühlmittelmantel integriert, wobei der Kühlmittelmantel einen unteren Kühlmittelmantel, der zwischen den Abgasleitungen und der Montage-Stirnseite des Zylinderkopfes angeordnet ist, und einen oberen Kühlmittelmantel, der auf der dem unteren Kühlmittelmantel gegenüberliegenden Seite der Abgasleitungen angeordnet ist, umfaßt.

[0019] Einen Zylinderkopf gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 d. h. der gattungsbildenden Art offenbart die EP 1 722 090 A2, wobei dieser europäischen Patentanmeldung die Aufgabe zugrunde liegt, einen möglichst kompakten Zylinderkopf bereitzustellen und nicht einen Zylinderkopf mit einer möglichst effizienten Kühlung.

[0020] So erweist sich die Kühlung des in der EP 1 722 090 A2 beschriebenen Zylinderkopfes in der Praxis auch als unzureichend, wobei insbesondere in dem Bereich, in dem die Abgasleitungen zu der Gesamtabgasleitung zusammenführen, eine thermische Überlastung zu befürchten ist, die sich beispielsweise in Form von Materialabschmelzungen bemerkbar machen kann.

[0021] Um dies zu verhindern, wird bei einer Brennkraftmaschine, die mit einem Zylinderkopf gemäß der EP 1 722 090 A2 ausgestattet ist, immer dann eine Anfettung ($\lambda < 1$) vorgenommen, wenn mit hohen Abgastemperaturen zu rechnen ist. Dabei wird mehr Kraftstoff eingespritzt als mit der bereitgestellten Luftmenge überhaupt verbrannt werden kann, wobei der zusätzliche Kraftstoff ebenfalls erwärmt und verdampft wird, so daß die Temperatur der Verbrennungsgase sinkt. Diese Vorgehensweise ist aber unter energetischen Aspekten, insbesondere hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs der Brennkraftmaschine, und hinsichtlich der Schadstoffemissionen als nachteilig anzusehen. Insbesondere gestattet es die notwendige Anfettung nicht immer, die Brennkraftmaschine in der Weise zu betreiben, wie es beispielsweise für ein vorgesehene Abgasnachbehandlungssystem erforderlich wäre.

[0022] Berücksichtigt man weiter, daß sich eine Entwicklung hin zu kleinen, hochaufgeladenen Motoren vollzogen hat und weiter vollzieht, wird ersichtlich, daß in der Praxis eine effiziente Flüssigkeitskühlung von immer größerer Relevanz ist, denn die thermische Belastung ist bei aufgeladenen Motoren im Vergleich zu herkömmlichen Brennkraftmaschinen erheblich größer.

[0023] Vor dem Hintergrund des oben Gesagten ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Zylinderkopf gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 d. h. der gattungsbildenden Art bereitzustellen, der mit einem

Kühlmittelmantel ausgestattet ist, mit welchem die nach dem Stand der Technik bekannten Nachteile überwunden werden und der eine optimierte Kühlung des Zylinderkopfes gewährleistet, ohne daß eine thermische Überlastung des Zylinderkopfes zu befürchten ist.

[0024] Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Zylinderkopf, der an einer Montage-Stirnseite mit einem Zylinderblock verbindbar ist, mit einem zumindest teilweise im Zylinderkopf integrierten Kühlmittelmantel für eine Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Zylindern, bei dem jeder Zylinder mindestens eine Auslaßöffnung zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder aufweist, wobei

- sich an jede Auslaßöffnung eine Abgasleitung anschließt,
- die Abgasleitungen von mindestens zwei Zylindern innerhalb des Zylinderkopfes zu einer Gesamtgasleitung zusammenführen, und
- der Kühlmittelmantel einen unteren Kühlmittelmantel, der zwischen den Abgasleitungen und der Montage-Stirnseite des Zylinderkopfes angeordnet ist, und einen oberen Kühlmittelmantel, der auf der dem unteren Kühlmittelmantel gegenüberliegenden Seite der Abgasleitungen angeordnet ist, aufweist,

und der dadurch gekennzeichnet ist, daß

- beabstandet zu den Abgasleitungen in einer Außenwandung des Zylinderkopfes, aus der die Gesamtgasleitung austritt, mindestens eine Verbindung zwischen dem unteren Kühlmittelmantel und dem oberen Kühlmittelmantel vorgesehen ist, die dem Durchtritt von Kühlmittel dient, wobei die mindestens eine Verbindung benachbart zu dem Bereich angeordnet ist, in dem die Abgasleitungen zu der Gesamtgasleitung zusammenführen.

[0025] Der erfindungsgemäße Zylinderkopf verfügt - im Gegensatz zu dem in der EP 1 722 090 A2 beschriebenen Zylinderkopf - über mindestens eine Verbindung in der Außenwandung des Zylinderkopfes, durch die Kühlmittel aus dem unteren Kühlmittelmantel in den oberen Kühlmittelmantel strömen kann und umgekehrt. Damit ist im Zylinderkopf mindestens eine Verbindung auf der den mindestens zwei Zylindern abgewandten Seite des integrierten Abgaskrümmers angeordnet. Die mindestens eine Verbindung liegt somit gewissermaßen außerhalb des integrierten Abgaskrümmers.

[0026] Bei der Verbindung handelt es sich vorliegend um einen Durchbruch bzw. Durchflußkanal, der den unteren Kühlmittelmantel mit dem oberen Kühlmittelmantel verbindet und durch den ein Austausch von Kühlmittel zwischen den beiden Kühlmittelmänteln ermöglicht und realisiert wird.

[0027] Zum einen findet hierdurch grundsätzlich eine Kühlung auch im Bereich der Außenwandung des Zylinderkopfes statt, auf die nach dem Stand der Technik bewußt - zur Realisierung einer kompakten Bauweise - ver-

zichtet wird. Zum anderen wird die herkömmliche Längsströmung des Kühlmittels d. h. der Kühlmittelstrom in Richtung der Längsachse des Zylinderkopfes ergänzt durch eine Kühlmittelquerströmung, die quer zur Längsströmung und vorzugsweise in etwa in Richtung der Zylinderlängsachsen verläuft. Dabei trägt die durch die mindestens eine Verbindung hindurchgeführte Kühlmittelströmung maßgeblich zur Wärmeabfuhr bei. Insbesondere kann durch eine entsprechende Dimensionierung des Querschnitts der mindestens einen Verbindung gezielt Einfluß genommen werden auf die Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmittels in der Verbindung und damit auf die Wärmeabfuhr im Bereich dieser mindestens einen Verbindung.

[0028] Vorteilhaft sind daher auch insbesondere Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen der untere und der obere Kühlmittelmantel nicht über den gesamten Bereich der Außenwandung miteinander verbunden sind, sondern sich die mindestens eine Verbindung nur über einen Teilbereich der Außenwandung erstreckt. Dadurch kann die Strömungsgeschwindigkeit in der mindestens einen Verbindung gesteigert werden, was den Wärmeübergang durch Konvektion erhöht. Vorteile bietet dies auch hinsichtlich der mechanischen Festigkeit des Zylinderkopfes.

[0029] Die Kühlung des Zylinderkopfes kann zusätzlich und vorteilhafterweise dadurch verbessert werden, dass zwischen dem oberen und unteren Kühlmittelmantel ein Druckgefälle generiert wird, wodurch wiederum die Geschwindigkeit in der mindestens einen Verbindung erhöht wird, was zu einem erhöhten Wärmeübergang infolge Konvektion führt.

[0030] Erfindungsgemäß ist die mindestens eine Verbindung benachbart zu dem Bereich angeordnet, in dem die Abgasleitungen zu der Gesamtgasleitung zusammenführen.

[0031] In dem Bereich, in dem die Abgasleitungen in eine gemeinsame Gesamtgasleitung münden und das heiße Abgas der Zylinder der Brennkraftmaschine gesammelt wird, ist der Zylinderkopf thermisch besonders hoch belastet. Dies hat gleiche mehrere Gründe.

[0032] Zum einen passiert das gesamte Abgas der Brennkraftmaschine diese Sammelstelle im Abgassystem, wohingegen eine einzelne Abgasleitung, die sich an die Auslaßöffnung eines Zylinders anschließend, lediglich mit dem Abgas bzw. einem Teil des Abgases eines Zylinders beaufschlagt wird. D. h. die absolute Menge an Abgas, die Wärme an den Zylinderkopf abgibt bzw. abgeben kann, ist hier am größten.

[0033] Zum anderen ist der Mündungsbereich der Abgasleitungen in die Gesamtgasleitung kontinuierlich mit heißen Abgasen beaufschlagt, wohingegen die Abgasleitungen eines Zylinders - beispielsweise bei einer Vier-Takt-Brennkraftmaschine - nur während des Ladungswechsels des jeweiligen Zylinders d. h. einmal innerhalb von zwei Kurbelwellenumdrehungen von heißem Abgas durchströmt wird.

[0034] Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, daß im

Zustrombereich der Gesamtabgasleitung d. h. im Bereich der Sammelstelle die Abgasströmungen der einzelnen Abgasleitungen mehr oder weniger stark umgelenkt werden müssen, um die Abgasleitungen zu einer gemeinsamen Gesamtabgasleitung zusammenführen zu können. Die einzelnen Abgasströmungen haben daher in diesem Bereich - zumindest teilweise - eine Geschwindigkeitskomponente, die senkrecht auf den Wandungen der Abgasleitung steht, wodurch der Wärmeübergang durch Konvektion und folglich die thermische Belastung des Zylinderkopfes zusätzlich erhöht wird.

[0035] Aus den genannten Gründen ist es daher vorteilhaft, die mindestens eine Verbindung in der Nähe des Bereichs anzuordnen, in dem die Abgasleitungen zu der Gesamtabgasleitung zusammenführen

[0036] Der erfindungsgemäße Zylinderkopf ist thermisch höher belastbar als der aus dem Stand der Technik bekannte Zylinderkopf. Auf eine Anfettung des Kraftstoff-Luft-Gemisches - mit dem Ziel einer Absenkung der Abgastemperatur - kann somit weitestgehend bzw. vollständig verzichtet werden, was im Einzelfall von der Brennkraftmaschine, der Anzahl der Zylinder, der konkreten Ausbildung der mindestens einen Verbindung und dergleichen abhängt. Dies erweist sich insbesondere bezüglich des Kraftstoffverbrauchs und des Emissionsverhaltens der Brennkraftmaschine als vorteilhaft. Darüber hinaus ergeben sich mehr Freiheiten bei der Steuerung der Brennkraftmaschine, da eine mögliche Anfettung zur Absenkung der Abgastemperatur bzw. zum Schutz des Zylinderkopfes vor thermischer Überlastung im Rahmen der Motorsteuerung keine Berücksichtigung mehr finden muß.

[0037] Der erfindungsgemäße Zylinderkopf eignet sich insbesondere für aufgeladene Brennkraftmaschinen, die aufgrund höherer Abgastemperaturen eine effiziente und optimierte Kühlung erfordern.

[0038] Ausführungsformen des Zylinderkopfes mit beispielsweise vier in Reihe angeordneten Zylindern, bei denen die Abgasleitungen der außenliegenden Zylinder und die Abgasleitungen der innenliegenden Zylinder jeweils zu einer Gesamtabgasleitung zusammengeführt werden, sind ebenfalls erfindungsgemäße Zylinderköpfe.

[0039] Vorteilhaft sind Ausführungsformen, bei denen die Abgasleitungen sämtlicher Zylinder des Zylinderkopfes innerhalb des Zylinderkopfes zu einer einzigen d. h. gemeinsamen Gesamtabgasleitung zusammengeführt werden.

[0040] Damit wird die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe gelöst, nämlich einen flüssigkeitsgekühlten Zylinderkopf der gattungsbildenden Art bereitzustellen, der über eine optimierte Kühlung verfügt.

[0041] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen die mindestens eine Verbindung vollständig in der Außenwandung integriert ist. Diese Ausführungsform grenzt sich beispielsweise gegenüber Bauformen des Zylinderkopfes ab, bei denen in der Außenwandung eine Öffnung vorgesehen ist, die dem Zu-

führen bzw. Abführen von Kühlmittel in den bzw. aus dem oberen und dem unteren Kühlmittelmantel dient. Eine derartige Öffnung stellt keine Verbindung im erfindungsgemäßen Sinne dar.

[0042] Dabei kann die mindestens eine Verbindung im Rahmen der Fertigung des Kopfes durchaus zwischenzeitlich via Zugangsöffnung nach außen hin offen sein, beispielsweise zur Entfernung eines Sandkerns. Der endgefertigte Zylinderkopf weist dann aber entsprechend der in Rede stehenden Ausführung mindestens eine vollständig in der Außenwandung integrierte Verbindung auf, wozu ein eventuell vorgesehener Zugang zur Verbindung zu verschließen ist.

[0043] Grundsätzlich sind auch Ausführungsformen des Zylinderkopfes ausführbar, bei denen im Bereich der mindestens einen Verbindung eine Kühlmittelzufuhr bzw. Kühlmittelabfuhr erfolgt, wozu ein Kanal von der mindestens einen Verbindung abzweigt, der aus der Außenwandung austritt.

[0044] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen der Abstand zwischen der mindestens einen Verbindung und der Gesamtabgasleitung kleiner ist als der Durchmesser, vorzugsweise kleiner ist als der halbe Durchmesser, eines Zylinders, wobei sich der Abstand aus der Wegstrecke zwischen der Außenwandung der Gesamtabgasleitung und der Außenwandung der Verbindung ergibt.

[0045] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen mindestens zwei Verbindungen vorgesehen sind, die auf gegenüberliegenden Seiten der Gesamtabgasleitung angeordnet sind. Eine symmetrische Anordnung der mindestens zwei Verbindungen im Bereich der Außenwandung trägt dem Umstand Rechnung, daß das im Zylinderkopf integrierte System von Abgasleitungen in der Regel auch symmetrisch ausgebildet ist. Die zueinander korrespondierende Ausbildung von Abgassystem und Kühlung sorgt somit auch für eine symmetrische Temperaturverteilung im Zylinderkopf.

[0046] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen jeder Zylinder mindestens zwei Auslaßöffnungen zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder aufweist. Wie bereits in der Beschreibungseinleitung erwähnt wurde, ist es während des Ausschlebens der Abgase im Rahmen des Ladungswechsels ein vorrangiges Ziel, möglichst schnell möglichst große Strömungsquerschnitte freizugeben, um ein effektives Abführen der Abgase zu gewährleisten, weshalb das Vorsehen von mehr als einer Auslaßöffnung vorteilhaft ist.

[0047] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen zwischen den Abgasleitungen mindestens eines Zylinders - beabstandet zu diesen Abgasleitungen - mindestens eine Verbindung zwischen dem unteren Kühlmittelmantel und dem oberen Kühlmittelmantel vorgesehen ist. Auf diese Weise kann eine Kühlung in unmittelbarer Nachbarschaft zu den Auslaßöffnungen realisiert werden, was vorteilhaft ist, wenn berücksichtigt wird, daß die Abgase bei Verlassen des Zylinders die höchste Temperatur aufweisen.

[0048] Vorteilhaft sind des weiteren Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen zunächst die Abgasleitungen der mindestens zwei Auslaßöffnungen jedes Zylinders zu einer dem Zylinder zugehörigen Teilabgasleitung zusammenführen bevor diese Teilabgasleitungen der mindestens zwei Zylinder zu der Gesamtabgasleitung zusammenführen.

[0049] Diese Ausgestaltung des integrierten Systems von Abgasleitungen ähnelt der Ausbildung eines herkömmlichen Abgaskrümmers, bei dem ähnlich vorgegangen wird. Die Gesamtwegstrecke aller Abgasleitungen wird hierdurch verkürzt.

[0050] Das stufenweise Zusammenführen der Abgasleitungen zu einer Gesamtabgasleitung trägt zudem zu einer kompakteren d. h. weniger voluminösen Bauweise des Zylinderkopfes und damit insbesondere zu einer Gewichtsreduzierung und einem effektiveren Packaging im Motorraum bei.

[0051] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen zwischen den Teilabgasleitungen von mindestens zwei benachbarten Zylindern - beabstandet zu diesen Teilabgasleitungen - mindestens eine Verbindung zwischen dem unteren Kühlmittelmantel und dem oberen Kühlmittelmantel vorgesehen ist.

[0052] Bei der - in der Regel gabelförmigen - Zusammenführung der Teilabgasleitungen verjüngt sich die Wandstärke der die Teilabgasleitungen voneinander trennenden Wandung, so daß diese Wandung insbesondere in dem Bereich, in dem die Zusammenführung tatsächlich stattfindet, thermisch hoch belastet ist. Das Vorsehen einer Verbindung d. h. eines Kühlkanals zum Zwecke der Wärmeabfuhr ist daher vorteilhaft. Dieselben Überlegungen und Zusammenhänge gelten auch für die bereits weiter oben beschriebene Ausführungsform des Zylinderkopfes, bei denen zwischen den Abgasleitungen mindestens eines Zylinders mindestens eine Verbindung zwischen dem unteren Kühlmittelmantel und dem oberen Kühlmittelmantel vorgesehen ist.

[0053] Vorteilhaft können aber auch Ausführungsformen des Zylinderkopfes sein, bei denen jeder Zylinder eine Auslaßöffnung zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder aufweist.

[0054] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen des Zylinderkopfes, bei denen zwischen den Abgasleitungen von mindestens zwei benachbarten Zylindern - beabstandet zu diesen Abgasleitungen - mindestens eine Verbindung zwischen dem unteren Kühlmittelmantel und dem oberen Kühlmittelmantel vorgesehen ist.

[0055] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels gemäß den Figuren 1 bis 3 näher beschrieben. Hierbei zeigt:

Fig. 1 in einer leicht angestellten Draufsicht den Sandkern der in einer ersten Ausführungsform des Zylinderkopfes integrierten Abgasleitungen,

Fig. 2 in einer perspektivischen Darstellung den in

Figur 1 dargestellten Sandkern zusammen mit dem Kühlmittelmantel der ersten Ausführungsform des Zylinderkopfes, und

5 Fig. 3 in einer perspektivischen Darstellung die erste Ausführungsform des Zylinderkopfes.

[0056] Figur 1 zeigt in einer leicht angestellten Draufsicht den Sandkern 13 der in einer ersten Ausführungsform des Zylinderkopfes integrierten Abgasleitungen 4a, 4b, 5, 6, so daß Figur 1 prinzipiell auch das System der im Zylinderkopf integrierten Abgasleitungen 4a, 4b, 5, 6 veranschaulicht, weshalb auch die Bezugszeichen für die Abgasleitungen 4a, 4b, 5, 6 eingetragen sind.

10 **[0057]** Bei dem in Figur 1 dargestellten Sandkern 13 bzw. Abgassystem handelt es sich um die Abgasleitungen 4a, 4b, 5, 6 eines Zylinderkopfes einer Vier-Zylinder-Brennkraftmaschine. Jeder der vier Zylinder ist mit zwei Auslaßöffnungen 3a, 3b ausgestattet, wobei sich an jede Auslaßöffnung 3a, 3b eine Abgasleitung 4a, 4b anschließt.

15 **[0058]** Die Abgasleitungen 4a, 4b jedes Zylinders führen zu einer dem Zylinder zugehörigen Teilabgasleitung 5 zusammen, wobei die Teilabgasleitungen 5 anschließend d. h. stromabwärts wiederum zu einer gemeinsamen Gesamtabgasleitung 6 zusammenführen.

20 **[0059]** Zwischen den Teilabgasleitungen 5 von zwei benachbarten Zylindern können - beabstandet zu diesen Teilabgasleitungen 5 - optional Verbindungen 15 zwischen dem unteren Kühlmittelmantel und dem oberen Kühlmittelmantel vorgesehen werden (als strichpunktierete Kreise dargestellt).

25 **[0060]** Die optionalen Verbindungen 15 unterstützen das Kühlen der thermisch hochbelasteten Sammelstelle 8, an der die Abgasströme sämtlicher Zylinder zusammenführen d. h. gesammelt werden. Das gesamte Abgas der Brennkraftmaschine passiert diese Sammelstelle 8 d. h. den Mündungsbereich 8 der Teilabgasleitungen 5, wo die Teilabgasleitungen 5 in die Gesamtabgasleitung 6 münden.

30 **[0061]** In einer Außenwandung des Zylinderkopfes, aus der die Gesamtabgasleitung 6 austritt, sind zwei Verbindungen 7 zwischen dem unteren Kühlmittelmantel und dem oberen Kühlmittelmantel vorgesehen, die wiederum dem Durchtritt von Kühlmittel dienen (als strichpunktierete Ellipsen dargestellt).

35 **[0062]** Die Verbindungen 7 sind benachbart zur Gesamtabgasleitung 6 d. h. zu dem Bereich 8 angeordnet, in dem die Abgasleitungen 4a, 4b, 5 zu der Gesamtabgasleitung 6 zusammenführen.

40 **[0063]** Figur 2 zeigt in einer perspektivischen Darstellung den in Figur 1 dargestellten Sandkern 13 zusammen mit dem Kühlmittelmantel 2 der ersten Ausführungsform des Zylinderkopfes.

45 **[0064]** Der Kühlmittelmantel 2 umfaßt einen unteren Kühlmittelmantel 2a, der zwischen den Abgasleitungen 5 und einer nicht dargestellten Montage-Stirnseite des Zylinderkopfes (siehe Figur 3) angeordnet ist, und einen

oberen Kühlmittelmantel 2b, der auf der dem unteren Kühlmittelmantel 2a gegenüberliegenden Seite der Abgasleitungen 5 angeordnet ist.

[0065] In der Außenwandung des Zylinderkopfes, aus der die Gesamtabgasleitung 6 austritt, sind zwei Verbindungen 7 zwischen dem unteren Kühlmittelmantel 2a und dem oberen Kühlmittelmantel 2b vorgesehen, die dem Durchtritt von Kühlmittel dienen.

[0066] Der untere und der obere Kühlmittelmantel 2a, 2b sind nicht über den gesamten Bereich der Außenwandung miteinander verbunden, sondern nur über einen Teilbereich der Außenwandung hinweg und zwar benachbart zur Gesamtabgasleitung 6.

[0067] Die beiden Verbindungen 7 sind damit benachbart zu dem Bereich angeordnet, in dem die Abgasleitungen 5 zu der Gesamtabgasleitung 6 zusammenführen d. h. dort, wo der Zylinderkopf thermisch besonders hoch belastet.

[0068] Das gesamte Abgas der Brennkraftmaschine durchströmt die Sammelstelle, die kontinuierlich mit heißen Abgasen beaufschlagt wird, wohingegen die Abgasleitungen 5 eines Zylinders nur temporär von heißem Abgas durchströmt werden. Darüber hinaus werden die Abgasströmungen im Bereich der Sammelstelle umgelenkt.

[0069] Die beiden Verbindungen 7 gestatten eine Kühlung auch im Bereich der Außenwandung des Zylinderkopfes, wobei die sich im oberen und unteren Kühlmittelmantel 2a, 2b einstellenden Längsströmungen - in Richtung der Längsachse des Zylinderkopfes - durch zwei Kühlmittelströmungen, die quer zu den Längsströmungen verlaufen, ergänzt werden. Die Strömungen des Kühlmittels sind mit Pfeilen kenntlich gemacht.

[0070] Zur Entfernung des Sandkerns 13 nach dem Gießen des Zylinderkopfes sind im Bereich der Gesamtabgasleitung 6 bzw. der Verbindungen 7 zwei Zugänge 12 vorgesehen, die nach dem Entfernen des Sandkerns 13 verschlossen werden, so dass die Verbindungen 7 vollständig in der Außenwandung integriert sind.

[0071] Zu erkennen ist auch, daß jeder Zylinder nicht nur zwei Auslaßöffnungen 3a, 3b, sondern auch zwei Einlaßöffnungen 11a, 11b aufweist.

[0072] Figur 3 zeigt in einer perspektivischen Darstellung die erste Ausführungsform des Zylinderkopfes 1 und zwar von unten d.h. mit Blick auf die Montage-Stirnseite 9 und die Einlaßöffnungen 11a, 11b der Zylinder.

[0073] Zu erkennen ist die nach außen gewölbte Außenwandung 10, in der mittig der Austritt der Gesamtabgasleitung 6 aus dem Zylinderkopf 1 angeordnet ist, wobei ein Flansch 14 vorgesehen ist, an dem eine Abgasleitung zum Abführen der Abgase aus dem Zylinderkopf 1 befestigt wird.

Bezugszeichen

[0074]

- 1 Zylinderkopf
- 2 Kühlmittelmantel

- 2a unterer Kühlmittelmantel
- 2b oberer Kühlmittelmantel
- 3a erste Auslaßöffnung
- 3b zweite Auslaßöffnung
- 5 4a erste Abgasleitung
- 4b zweite Abgasleitung
- 5 Teilabgasleitung
- 6 Gesamtabgasleitung
- 7 Verbindung
- 10 8 Mündungsbereich, Sammelstelle
- 9 Montage-Stirnseite
- 10 Außenwandung
- 11a erste Einlaßöffnung
- 11b zweite Einlaßöffnung
- 15 12 Zugang
- 13 Sandkern
- 14 Flansch
- 15 optionale Verbindung

20

Patentansprüche

1. Zylinderkopf (1), der an einer Montage-Stirnseite (9) mit einem Zylinderblock verbindbar ist, mit einem zumindest teilweise im Zylinderkopf (1) integrierten Kühlmittelmantel (2) für eine Brennkraftmaschine mit mindestens zwei Zylindern, bei dem jeder Zylinder mindestens eine Auslaßöffnung (3a, 3b) zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder aufweist, wobei

25

- sich an jede Auslaßöffnung (3a, 3b) eine Abgasleitung (4a, 4b) anschließt,

- die Abgasleitungen (4a, 4b) von mindestens zwei Zylindern innerhalb des Zylinderkopfes (1) zu einer Gesamtabgasleitung (6) zusammenführen, und

30

- der Kühlmittelmantel (2) einen unteren Kühlmittelmantel (2a), der zwischen den Abgasleitungen (4a, 4b, 5, 6) und der Montage-Stirnseite (9) des Zylinderkopfes (1) angeordnet ist, und einen oberen Kühlmittelmantel (2b), der auf der dem unteren Kühlmittelmantel (2a) gegenüberliegenden Seite der Abgasleitungen (4a, 4b, 5, 6) angeordnet ist, aufweist,

35

40

45

dadurch gekennzeichnet, daß

- beabstandet zu den Abgasleitungen (4a, 4b, 5, 6) in einer Außenwandung (10) des Zylinderkopfes (1), aus der die Gesamtabgasleitung (6) austritt, mindestens eine Verbindung (7) zwischen dem unteren Kühlmittelmantel (2a) und dem oberen Kühlmittelmantel (2b) vorgesehen ist, die dem Durchtritt von Kühlmittel dient, wobei die mindestens eine Verbindung (7) benachbart zu dem Bereich (8) angeordnet ist, in dem die Abgasleitungen (4a, 4b, 5) zu der Gesamtabgasleitung (6) zusammenführen.

50

55

2. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
die mindestens eine Verbindung (7) vollständig in
der Außenwandung (10) integriert ist. 5
3. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Abstand zwischen der mindestens einen Verbind-
ung (7) und der Gesamtabgasleitung (6) kleiner ist
als der halbe Durchmesser eines Zylinders. 10
4. Zylinderkopf (1) nach einem der vorherigen Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet, daß
mindestens zwei Verbindungen (7) vorgesehen 15
sind, die auf gegenüberliegenden Seiten der Ge-
samtabgasleitung (6) angeordnet sind.
5. Zylinderkopf (1) nach einem der vorherigen Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet, daß
jeder Zylinder mindestens zwei Auslaßöffnungen
(3a, 3b) zum Abführen der Abgase aus dem Zylinder
aufweist. 20
25
6. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
zwischen den Abgasleitungen (4a, 4b) mindestens
eines Zylinders - beabstandet zu diesen Abgaslei-
tungen (4a, 4b) - mindestens eine Verbindung zwis-
chen dem unteren Kühlmittelmantel (2a) und dem
oberen Kühlmittelmantel (2b) vorgesehen ist. 30
7. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
zunächst die Abgasleitungen (4a, 4b) der minde-
stens zwei Auslaßöffnungen (3a, 3b) jedes Zylinders
zu einer dem Zylinder zugehörigen Teilabgasleitung
(5) zusammenführen bevor diese Teilabgasleitun-
gen (5) der mindestens zwei Zylinder zu der Gesamt-
abgasleitung (6) zusammenführen. 35
40
8. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, daß
zwischen den Teilabgasleitungen (5) von minde-
stens zwei benachbarten Zylindern - beabstandet zu
diesen Teilabgasleitungen (5) - mindestens eine
Verbindung (15) zwischen dem unteren Kühlmittel-
mantel (2a) und dem oberen Kühlmittelmantel (2b)
vorgesehen ist. 45
50
9. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
jeder Zylinder eine Auslaßöffnung (3a, 3b) zum Ab-
führen der Abgase aus dem Zylinder aufweist. 55
10. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, daß

zwischen den Abgasleitungen (4a, 4b) von minde-
stens zwei benachbarten Zylindern - beabstandet zu
diesen Abgasleitungen (4a, 4b) - mindestens eine
Verbindung zwischen dem unteren Kühlmittelmantel
(2a) und dem oberen Kühlmittelmantel (2b) vorge-
sehen ist.

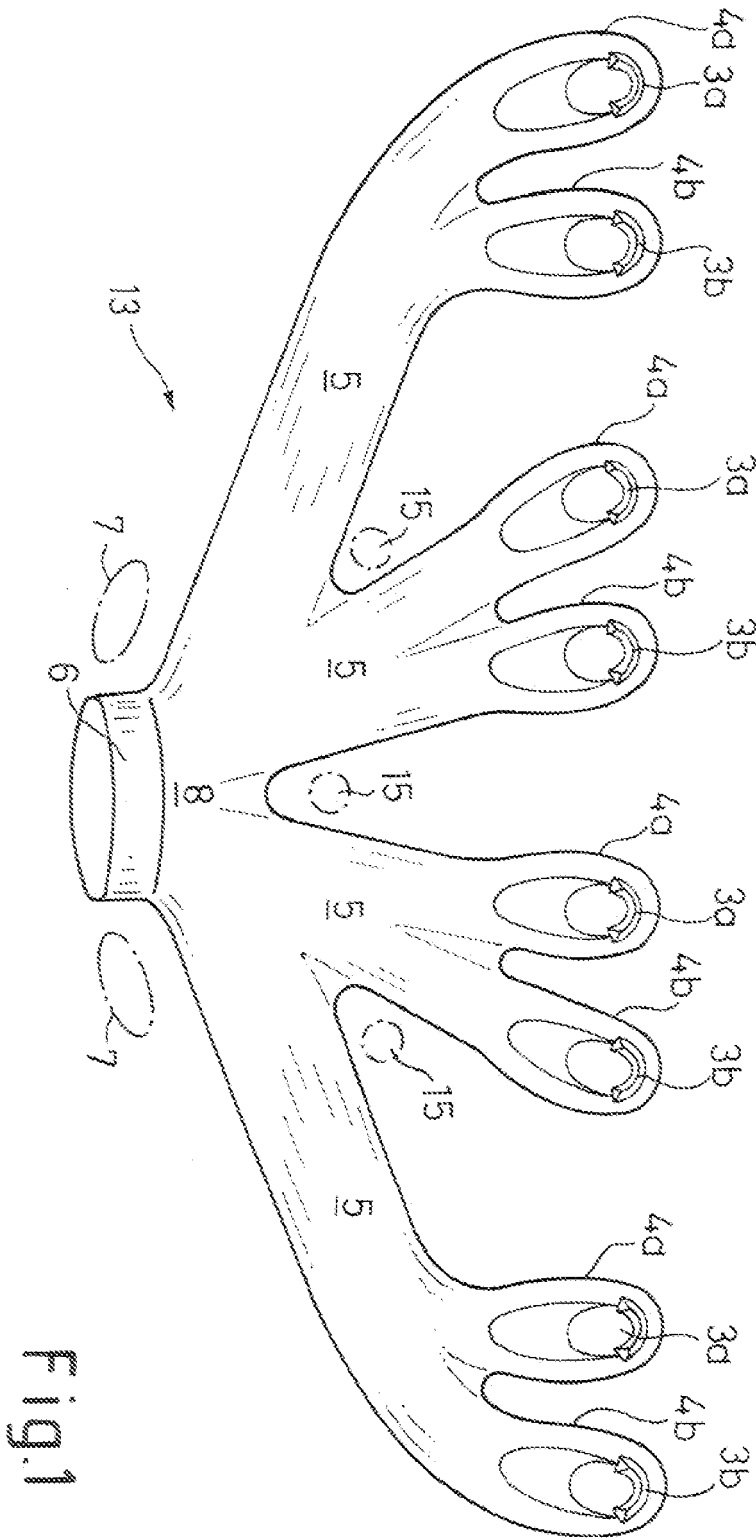


Fig.1

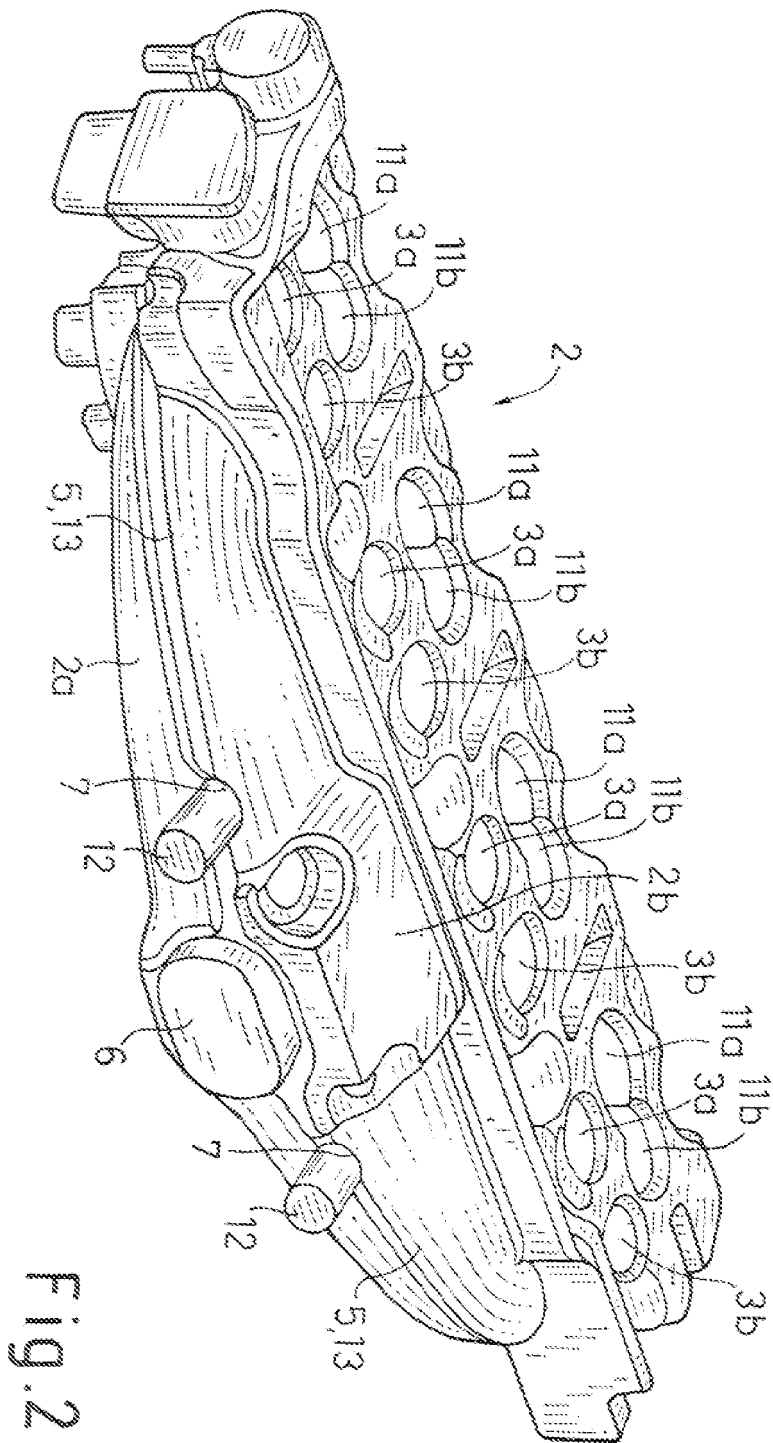


Fig. 2

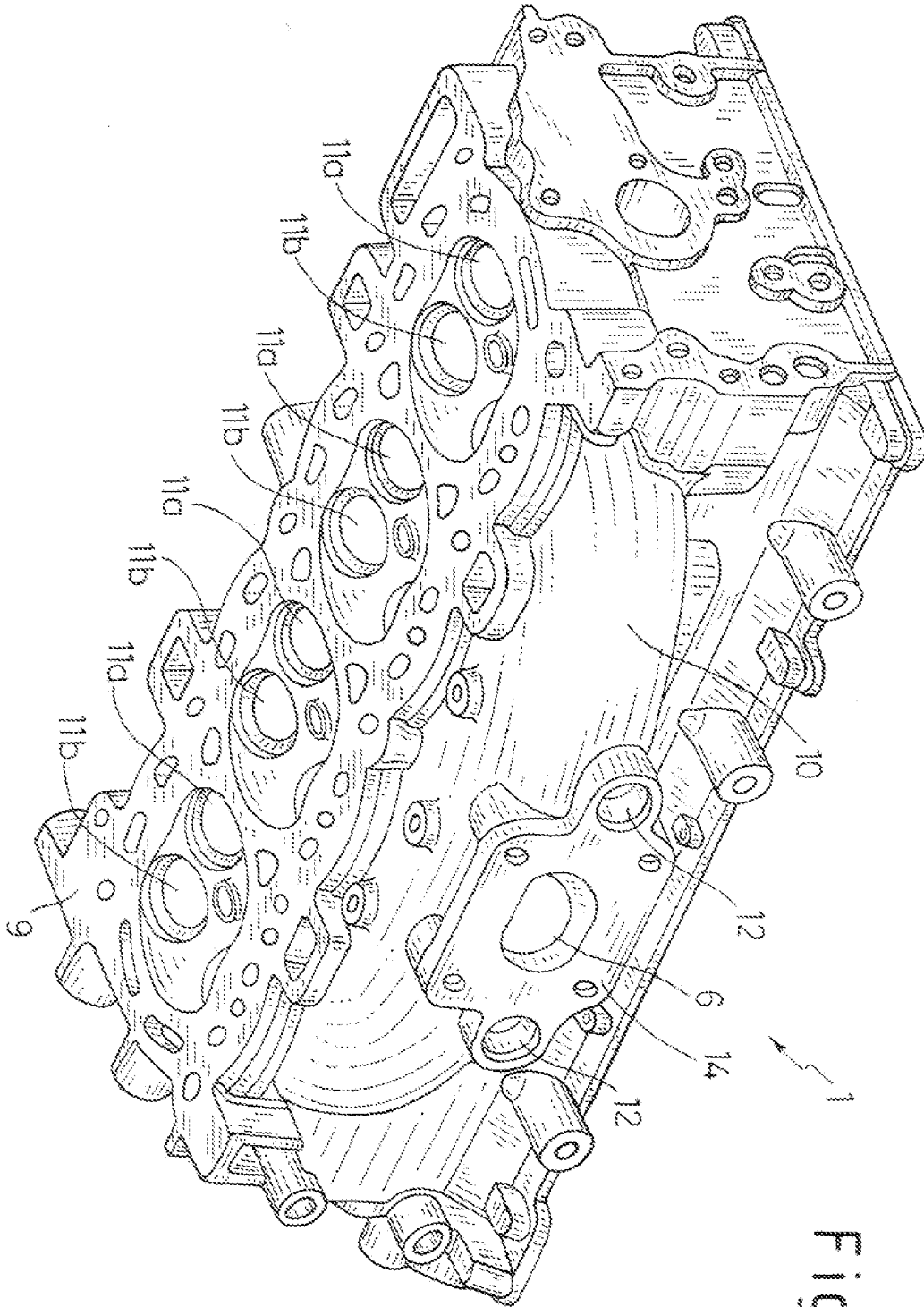


Fig. 3

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 1722090 A2 [0019] [0020] [0021] [0025]