

(19)



(11)

EP 3 310 509 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.09.2019 Patentblatt 2019/38

(51) Int Cl.:
B22D 19/00 (2006.01) F02F 1/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16754390.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2016/100279

(22) Anmeldetag: **20.06.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/202330 (22.12.2016 Gazette 2016/51)

(54) **HUBKOLBEN-VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER HUBKOLBEN-VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE**

RECIPROCATING INTERNAL COMBUSTION ENGINE, AND METHOD FOR PRODUCING A RECIPROCATING INTERNAL COMBUSTION ENGINE

MOTEUR À COMBUSTION INTERNE À PISTONS ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE À PISTON

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

(30) Priorität: **19.06.2015 DE 102015109867**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.04.2018 Patentblatt 2018/17

(73) Patentinhaber: **Neue Halberg-Guss GmbH
66130 Saarbrücken (DE)**

(72) Erfinder: **REBMANN, Christian
66453 Gersheim (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwaltskanzlei Vièl & Wieske
PartGmbH
Feldmannstraße 110
66119 Saarbrücken (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A1-102010 055 724 FR-A1- 2 758 591
GB-A- 2 010 394 JP-A- H05 141 307
US-A- 3 168 081 US-A1- 2006 037 566**

EP 3 310 509 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine und ein Verfahren zum Herstellen einer Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine.

[0002] Die Herstellung von Gussteilen ist gekennzeichnet durch eine zunehmende Integration von funktionalen Elementen des Gussbauteiles. Dies trifft insbesondere für Motorblöcke, insbesondere Zylinderkurbelgehäuse, zu. Derartige Kurbelgehäuse weisen komplizierte Innenräume auf, die im Finish-Prozess eine komplizierte Reinigung zur Entfernung der Sand- und oder Schlichterückstände aus dem Gießereiprozess erfordern. Insbesondere Zylinderkurbelgehäuse besitzen heute eine Vielzahl von integrierten gegossenen innen liegenden Funktionen, wie Wassermänteln, Passagen und Kanälen für Wasser oder Öl, die nach dem Gießen gereinigt werden müssen. Erschwerend kommt hinzu, dass für Motorenkomponenten die Anforderungen an die Bauteilsauberkeit bzw. die Restschmutzanforderungen in der letzten Zeit stark gestiegen sind.

[0003] Zurzeit werden für die Reinigung Schleuderradstrahlmaschinen verwendet, die im Wesentlichen die Außenkonturen von Rückständen des Gießprozesses säubern. Innenkonturen werden in der Regel mit Druckstrahlgeräten gereinigt, wobei der Handprozess sowie typenbezogene Sondermaschinen aufgrund der komplexen Innenräume dominieren.

[0004] Nachteilig ist derzeit, dass diese Reinigung aufwendig ist und durch die Vielzahl von integrierten gegossenen innen liegenden Funktionen, wie Wassermänteln, Passagen und Kanälen für Wasser oder Öl erschwert wird.

[0005] Hubkolben-Verbrennungskraftmaschinen umfassend einen Zylinderkopf, ein Kurbelgehäuse und einen Verbund, wobei die Außenwandbereiche der Zylinder des Verbunds und die Wandbereiche der Aussparung zur Aufnahme des Verbunds des Kurbelgehäuses einen Kühlmittelraum ausbilden, sind beispielsweise aus der US 3 168 081 A und US 2006/037566 A1 bekannt.

[0006] Neben den gestiegenen Anforderungen an die Bauteilsauberkeit bzw. die Restschmutzanforderungen sind ebenfalls die Leistungsanforderungen, wie höhere Zünddrücke oder höhere Temperaturbelastungen, an die Motorblöcke gestiegen. Durch die geforderten steigenden Leistungen bei Verbrennungsmotoren, sind die vier klassischen Lastzonen eines Zylinderkurbelgehäuses, nämlich Lagerstuhl, Kopfverschraubung, Zylinderrohr und Zylindersteg, im Grenzbereich des aktuell technisch Machbaren angelangt.

[0007] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung die Reinigung der Motorblöcke nach dem Gießen zu erleichtern und es zu ermöglichen, aktuelle und zukünftige Restschmutzanforderungen einzuhalten sowie eine Lösung für die Herausforderungen aktueller und zukünftiger Hochleistungsmotoren, insbesondere für die Lastzonen Kopfplatte und Zylinderrohr, sowie Potential zur lokalen

Verbesserung der Eigenschaften im Kurbelgehäuse in den weiteren Lastzonen Kopf- und Kurbelwellenlager-Verschraubung bereitzustellen.

[0008] Die Aufgabe wird durch eine Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine umfassend einen Zylinderkopf, ein Kurbelgehäuse und einen Verbund, wobei das Kurbelgehäuse eine Aussparung zur Aufnahme des Verbunds umfasst, wobei der Verbund wenigstens zwei Zylinder und eine diese verbindende plattenförmige Zylinderkopfauflagefläche umfasst, wobei der Verbund einstückig ausgebildet ist, wobei die plattenförmige Zylinderkopfauflagefläche für jeden Zylinder eine Ausnehmung aufweist und wobei der Verbund in ein Kurbelgehäuse einer Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine einsetzbar oder auf ein Kurbelgehäuse einer Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine aufsetzbar ist und wobei der Verbund zwischen dem Zylinderkopf und dem Kurbelgehäuse sowie in der Aussparung zur Aufnahme des Verbunds angeordnet ist und wobei die Außenwandbereiche der Zylinder des Verbunds und die Wandbereiche der Aussparung zur Aufnahme des Verbunds des Kurbelgehäuses einen Kühlmittelraum ausbilden, dadurch gelöst, dass wenigstens eine Kühlmittelführung zwischen den Zylindern des Verbunds angeordnet ist, wobei die Kühlmittelführung des Verbunds durch Durchbohrung des Zwischenbereichs zweier benachbarter Zylinder und/oder durch einen Kühlkanal-Kern im Zwischenbereich zweier Zylinder realisiert ist, und die plattenförmige Zylinderkopfauflagefläche des Verbunds - bis auf die Ausnehmungen für jeden Zylinder - durchtrittsfrei ausgebildet ist.

[0009] Es ist zu der Erfindung gehörig, dass zwischen dem Zylinderkopf und dem Kurbelgehäuse ein Verbund angeordnet ist, wobei der Verbund einstückig ausgebildet ist und in ein Kurbelgehäuse einer Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine eingesetzt ist oder mit der plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche auf das Kurbelgehäuse aufgesetzt und mit den Zylindern in die Aussparung des Kurbelgehäuses zur Aufnahme der Zylinder des Verbunds eingesetzt ist, und wobei die plattenförmige Zylinderkopfauflagefläche zur Auflage des Zylinderkopfes dient und für jeden Zylinder eine Ausnehmung aufweist.

[0010] Hierbei ist für den Verbund der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine vorgesehen, dass eine Kühlmittelführung zwischen den Zylindern angeordnet ist, wobei die Kühlmittelführung durch Durchbohrung des Zwischenbereichs zweier benachbarter, möglicherweise verbundener Zylinder und/oder durch einen Kühlkanal-Kern im Zwischenbereich zweier benachbarter, möglicherweise verbundene, Zylinder realisiert ist.

[0011] Es ist bei der erfindungsgemäßen Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine vorgesehen, dass die Außenwandbereiche der Zylinder des Verbunds und die Wandbereiche der Aussparung zur Aufnahme des Verbunds des Kurbelgehäuses einen Kühlmittelraum bzw. Wasserraum ausbilden.

[0012] Durch diese Ausgestaltung wird vorteilhaft er-

reicht, dass zur Ausbildung des Kühlmittelraums bzw. Wasserraumes keine Entformungsschrägen oder, im Falle von Druckgussfertigung, Losteile und oder Schieber mit größerem (1 bis $>2^\circ$) Formkonus erforderlich sind. Parallel verlaufende oder gestufte Zylinderwände können ohne weiteres hergestellt werden. Ebenso können aufgrund der gewählten Formteilung Leit-/Kühl-/Stütz-Rippen etc. am Zylinderrohr vorgesehen werden und eine bedarfsangepasste Wandung des Zylinders ist möglich. Der Kühlmittelraum kann demnach frei gestaltet werden.

[0013] Aufgrund der Kühlmittelraumbildung durch die separat hergestellten Bauteile, Verbund und offenes Kurbelgehäuse, kann eine sehr dünne bzw. schmale Wassermantel-Geometrie hergestellt werden. Die Geometrie kann deutlich filigraner dargestellt bzw. ausgebildet werden als dies heute technisch, mittels Kernen und Schiebern, erreichbar ist.

[0014] Es ist vorgesehen, dass die Wassermantel-Geometrie eine Stärke von weniger als 5 mm, vorzugsweise weniger als $3,5$ mm, aufweist.

[0015] Durch die dünne bzw. schmale Wassermantel-Geometrie wird vorteilhaft erreicht, dass weniger Kühlmittel als bei vorbekanntem Stand der Technik benötigt wird. Dementsprechend ist die benötigte Pumpleistung geringer als bei bekannten Pumpen und die Pumpe kann dadurch kleiner ausgestaltet werden als die bisher verwendeten Pumpen. Dies spart Gewicht, damit Kosten, und Raum.

[0016] Es ist weiterhin vorteilhaft bei der erfindungsgemäßen Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine vorgesehen, dass die wenigstens zwei Zylinder verbindende plattenförmige Zylinderkopfauflegefläche auf das Kurbelgehäuse aufgesetzt ist oder in die Aussparung zur Aufnahme des Verbunds eingesetzt ist. "Aufgesetzt" bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Zylinderkopfauflegefläche die Ausnehmung des Kurbelgehäuses abdeckt bzw. überlappt. "Eingesetzt" bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Zylinderkopfauflegefläche formschlüssig in die Ausnehmung des Kurbelgehäuses einbringbar ist. Bei letzterer Ausgestaltung kann die Ausnehmung des Kurbelgehäuses wenigstens einen nach innen gerichteten zumindest teilweise umlaufenden Vorsprung bzw. Sitz aufweisen, so dass der Außenbereich der Zylinderkopfauflegefläche auf dem Vorsprung bzw. Sitz aufliegen kann.

[0017] Es ist vorgesehen, dass die Aussparung des Kurbelgehäuses zur Aufnahme des Verbunds in ihrer Geometrie derart ausgestaltet ist, dass der Verbund zumindest teilweise, zumindest die Zylinder, in dem Kurbelgehäuse angeordnet werden kann.

[0018] Es kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass die Aussparung zur Aufnahme des Verbunds in ihrer Innen-geometrie der Außengeometrie der wenigstens zwei Zylinder entspricht. Die Zylinder können demnach passgenau in das Kurbelgehäuse eingesetzt werden. Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, dass die Aussparung zur Aufnahme des Verbunds in ihrer oberen Innen-

geometrie der Außengeometrie der plattenförmigen Zylinderkopfauflegefläche entspricht, wobei vorgesehen sein kann, dass die plattenförmige Zylinderkopfauflegefläche durch einen umlaufenden Vorsprung in der Aussparung gehalten wird.

[0019] Durch eine separate Herstellung des Verbunds und des "offenen" Kurbelgehäuses ergeben sich weitere Vorteile für die Herstellung des Kurbelgehäuses. Beispielsweise wird eine deutlich vereinfachte Zugänglichkeit für bauteilinnere Speisungsmaßnahmen erreicht, wodurch das Gefüge im Lagerstuhlbereich durch den Einsatz von Kühlelementen hinsichtlich der daraus resultierenden mechanischen Eigenschaften positiv beeinflusst werden kann. Weiterhin kommt vorteilhaft hinzu, dass die Reinigung des "offenen" Kurbelgehäuses vereinfacht wird, wodurch die Restschmutzanforderungen deutlich einfacher eingehalten werden können.

[0020] Vorteilhaft kommt hinzu, dass das erfindungsgemäße Kurbelgehäuse in kostengünstigen und einfach zu beherrschenden Legierungen anforderungsgerecht hergestellt werden kann. Im Falle, dass Laufflächenbeschichtungen verwendet werden, können beispielsweise die Maskierung (Abdeckung) zur Vermeidung von Overspray und zusätzliche Reinigungsschritte nach dem Spraysen im Kurbelraumbereich entfallen.

[0021] Durch die einstückige Ausbildung des mehrzylindrigen Verbunds wird vorteilhaft erreicht, dass der Verbund als separates Bauteil hergestellt werden kann. Für die Herstellung können verschiedene Verfahren angewendet werden. Vorzugsweise wird das Bauteil gegossen. Es ist jedoch ebenso im Rahmen der Erfindung vorgesehen, dass das Herstellen des Verbunds durch einen Tiefziehprozess oder das Schmieden des Verbundes unter Verwendung von beispielsweise Aluminium-Kupfer-Knetlegierungen erreicht wird.

[0022] Es ist für die plattenförmige Zylinderkopfauflegefläche des mehrzylindrigen Verbunds vorgesehen, dass diese in ihrer Geometrie frei gestaltbar ist. Beispielsweise kann die Dicke der plattenförmigen Zylinderkopfauflegefläche entsprechend der anfallenden Belastungen hergestellt werden. Ebenso ist hierbei vorstellbar, dass die plattenförmige Zylinderkopfauflegefläche größere Dicken in belasteten Bereichen und minimale Dicken in nicht belasteten Bereichen aufweist. Ebenfalls ist vorgesehen, dass die Geometrie der plattenförmigen Zylinderkopfauflegefläche frei gestaltbar ist, beispielsweise derart, dass die plattenförmige Zylinderkopfauflegefläche an die Geometrie des Kurbelgehäuses und des Zylinderkopfes angepasst ist.

[0023] Da der Verbund keinen integrierten Kühlmittelraum umfassen muss, sind die äußeren Zylinderwände entsprechend den Anforderungen frei gestaltbar. Beispielsweise kann eine kraftfluss- und/oder anforderungsoptimierte Stützstruktur, wie beispielsweise Rippenverstärkungen und Dergleichen oder Kühlrippen, an den äußeren Zylinderwänden realisiert werden. Hierbei ist vorteilhaft vorgesehen, dass die Stützstruktur (Rippen) derart an den Zylinderwänden angeordnet ist, dass eine

Strömungsoptimierung erreicht wird. Die Stützstruktur (Rippen) wird bereits bei der Herstellung der Zylinder mit-hergestellt.

[0024] Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass wenigstens eine Kühlmittelführung bzw. Stegkühlung zwischen den Zylindern angeordnet ist.

[0025] Da der Verbund mit seinen Zylindergeometrien und der plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche nicht zusammen mit dem Zylinderkurbelgehäuse hergestellt wird, sondern separat hergestellt und in diesen einsetzbar oder auf diesen aufsetzbar ist (die plattenförmige Zylinderkopfauflagefläche liegt auf dem Kurbelgehäuse auf, wobei die Zylinder in das Kurbelgehäuse hineinragen), kann die Kühlmittelführung sehr universell, individuell und ohne Einschränkungen bzgl. Position, z.B. auch unmittelbar unter und parallel zur Zylinderkopfauf-
lagefläche, hergestellt werden.

[0026] Zwischen den Zylindern bedeutet, dass zwischen wenigstens zwei benachbarten Zylindern wenigstens eine Aussparung bzw. Ausnehmung vorhanden ist, so dass Kühlmittel von einer Seite des Verbunds durch die Aussparung bzw. Ausnehmung auf die gegenüberliegende Seite des Verbunds gelangen kann. Dementsprechend werden die Zylinder auch in dem Bereich zwischen den Zylindern gekühlt. Hierbei kann vorgesehen sein, dass eine Kühlmittelführung zwischen allen benachbarten Zylindern angeordnet ist. Ebenso kann vorgesehen sein, dass die Kühlmittelführung nur zwischen manchen Zylindern, z.B. in jedem zweiten Bereich zwischen zwei benachbarten Zylindern, angeordnet ist.

[0027] Ebenso ist es ein Vorteil der Erfindung, dass die Zylinderrohrform und Zylinderrohrwandung entsprechend den Anforderungen frei gestaltbar sind. Die Ausgestaltung der Zylinderrohrform ist wichtig, um der Verformung durch die Verschraubung entgegenzuwirken. Beispielsweise kann die Zylinderrohrwandung konvex (nach außen gewölbt), konkav (nach innen gewölbt), sinusförmig, stufenförmig oder als eine Mischung der vorgenannten Möglichkeiten ausgestaltet sein oder mit Stützstrukturen, Kühlrippen oder Dergleichen versehen sein. Die gestaltbare Zylinderrohrform und Zylinderrohrwandung haben den Vorteil, dass die Zylinderwandstärke im Bereich der hohen Zünddrücke erhöht werden kann. Weiterhin kann durch die ausgewählte Form (konvex, konkav,...) eine Strömungsoptimierung erreicht werden. Beispielsweise wird durch eine angepasste Ausgestaltung eine höhere Strömungsgeschwindigkeit ermöglicht.

[0028] Dadurch, dass der Verbund separat hergestellt wird und erst nach dem Herstellen, beispielsweise durch Gießen, in das separat hergestellte Kurbelgehäuse eingesetzt oder auf es aufgesetzt bzw. in diesem montiert wird, kann das Kurbelgehäuse als "offenes" Kurbelgehäuse hergestellt werden und die Zylinder können vor dem Einsetzen leicht bearbeitet werden, was eine große Freiheit in der Gestaltung der Zylinderaußenwand ermöglicht.

[0029] Dies ermöglicht eine verbesserte Zugänglich-

keit für kurbelgehäuseinterne Speisungsmaßnahmen, beispielsweise bei Nichteisen-Legierungen oder Eisenbasiswerkstoffen, sowie signifikant verbesserte Reinigungsmöglichkeiten des Verbunds und des "offenen" Kurbelgehäuses mit den bekannten Reinigungsverfahren. Die Erfindung ermöglicht ebenfalls die aktuell sehr häufig nachgefragte, komplett getrennte Kühlmittelführung von Zylinderkopf und Kurbelgehäuse, da keine Öffnungen zur Lagerung des sonst üblichen Wassermantels oder Losteilschieber erforderlich sind. So ist eine geschlossene Kopffläche möglich. Die plattenförmige Zylinderkopfauflagefläche kann aber auch, je nach Bedarf, örtlich geöffnet werden um eine Verbindung zwischen dem Kühlmittelraum bzw. Wasserraum des Kurbelgehäuses zum Kühlmittelraum bzw. Wasserraum des Kopfes zu ermöglichen.

[0030] Da der Verbund in ein "offenes" Kurbelgehäuse einer Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine eingesetzt wird, ist vorteilhaft vorgesehen, dass die plattenförmige Zylinderkopfauflagefläche in ihren Dimensionen derart ausgestaltet ist, dass sie weitestgehend form-schlüssig in das offene Kurbelgehäuse eingebracht wird. Durch diese Ausgestaltung wird ein einfacheres Abdichten - Kurbelgehäuse und Verbund - erreicht.

[0031] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Außenwand der Zylinder wenigstens einen horizontal zumindest teilweise umlaufenden Wulst aufweisen. Der Wulst ist vorzugsweise als Dichtwulst ausgebildet. Der Dichtwulst ist vorzugsweise derart an dem Zylinder angeordnet, dass eine Dichtung zwischen einem Kühlmittelraum bzw. Wasserraum (gebildet durch die Außenwände der Zylinder und den oberen Innenwänden des Kurbelgehäuses) und dem unteren Kurbelgehäuse erreicht wird.

[0032] Der Verbund bietet somit durch die beschriebenen Vorteile die Möglichkeit zur Verbesserung von Verbrennungsmotoren für aktuelle und zukünftige höhere Zünddrücke und höhere Temperaturbelastungen im Bereich Kopfplatte und Zylindersteg, sowie Zylinderrohr.

[0033] Insbesondere können durch den erfindungsgemäßen Verbund die Herausforderungen bzgl. Temperaturwechselbeständigkeit, Temperaturbelastung des Zylinderstegs ("Zwickel"), Tribologie, Plattensteifigkeit und -festigkeit, Zylinderverzug, Beschichtungsfähigkeit der Laufbahnen (bei Al-Leg.) einfacher gelöst werden.

[0034] Es ist weiterhin erfindungsgemäß vorgesehen, dass die plattenförmige Zylinderkopfauflagefläche des Verbunds- bis auf die Ausnehmungen für jeden Zylinder - durchtrittsfrei ausgebildet ist.

[0035] Durch diese Ausgestaltung wird erreicht, dass die Steifigkeit und Struktur der Zylinderkopfauflagefläche nicht durch Durchtritte geschwächt wird. Dies ermöglicht auch ein vereinfachtes Abdichten zwischen dem Zylinderkopf und dem Zylinderkurbelgehäuse, da keine/kaum Versickungen, Stopper, etc. bei Einsatz einer Kopfdichtung an der Zylinderkopfauflagefläche angeordnet sind. Vorteilhaft wird durch diese Ausgestaltung weiterhin erreicht, dass die Verbrennungskraftmaschine höheren

Drücken ausgesetzt werden kann. Ebenso kann die Tendenz zur Rissbildung der Zylinderkopfauflagefläche, die von Durchtritten als Anfangsort begünstigt wird, vermindert bis verhindert werden.

[0036] Für den Verbund ist weiterhin vorteilhaft vorgesehen, dass der Verbund aus Gusseisen mit Lamellengraphit (GJL), Gusseisen mit Vermiculargraphit (GJV), Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS) und/oder Stahl und/oder einer Kombination der vorgenannten Werkstoffe hergestellt ist.

[0037] Durch den separat hergestellten Verbund aus einem dieser oder einer Kombination dieser Eisenbasiswerkstoffe kann die Herstellung der Brennkraftmaschine insgesamt, durch beispielsweise Gießen, vereinfacht werden. Ebenso wird erreicht, dass durch die separate Herstellung eine anforderungsoptimierte Steuerung der Feinkörnigkeit und der Porenfreiheit des Zylinderrohrgefüges ermöglicht wird, ohne dass das Kurbelgehäuse beeinflusst wird. Beispielsweise kann eine Abschreckschicht oberflächennah der Lauffläche realisiert werden. Ebenso oder zusätzlich kann eine durchgehend abgeschreckte Zylinderwandung realisiert werden. Durch diese separate Behandlung des Verbunds wird eine verbesserte Wärmeleitung und -Übergang/Abführung in den Kühlkreislauf sowie Einstellbarkeit der mechanischen Eigenschaften (Zugfestigkeit R_m , Dehngrenze $R_{p0,2}$ und Bruchdehnung A) ermöglicht. Es ist ebenfalls vorteilhaft, dass durch die Verwendung von Eisenbasiswerkstoffen ein nachträgliches Fügen der Laufbuchsen sowie eine separate Laufbahnbeschichtung entfallen können. Insbesondere durch die Verwendung des Werkstoffs Gusseisen mit Kugelgraphit kann sowohl eine höhere Festigkeit als auch eine höhere Dehnung erreicht werden.

[0038] Für eine alternative Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verbundes ist vorgesehen, dass der Verbund aus Nichteisenwerkstoffen, insbesondere Aluminiumlegierungen, wie Aluminium-Magnesium-Legierungen (AlMgxx), Aluminium-Silizium-Legierungen (AlSixx) mit Kupfer (Cu) und/oder Magnesium (Mg) und/oder Aluminiumknetlegierungen, hergestellt ist.

[0039] Durch die Verwendung von Nichteisenwerkstoffen für die Herstellung des Verbunds kann dieser ohne Speisungsmaßnahmen hergestellt werden. Insbesondere ist vorteilhaft, dass ein nachträglicher Liner-Umguss sowie das nachträgliche Fügen des Liners entfallen. Vorteilhaft ist insbesondere, dass nur der Verbund aus Nichteisenwerkstoffen, insbesondere Aluminiumlegierungen, hergestellt wird, und nicht das komplette Zylinderkurbelgehäuse (Verbund und "offenes" Kurbelgehäuse).

[0040] Bei Nichteisenwerkstoffen, insbesondere auf Aluminium-Basis, wird ermöglicht, dass durch den Einsatz von Kühlelementen im Zylinderrohr (Kokillen aus Stahl, GJL, Ms,...) eine beschichtungsfähige Lauffläche hergestellt werden kann, ohne dass das Kurbelgehäuse beeinflusst wird.

[0041] Es ist ebenfalls für den Verbund vorstellbar, dass eine Kühlnut auf der dem Zylinderkopf zugewand-

ten Seite der Zylinderkopfauflagefläche angeordnet ist, die für eine Reduzierung der Temperaturen im Stegbereich dient. Es ist weiterhin vorgesehen, dass die Kühlnut seitens des Zylinderkopfes mit Kühlmittel versorgt wird.

[0042] Weiterhin wird eine Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine umfassend einen Zylinderkopf, ein Kurbelgehäuse sowie einen einstückig aus einem Zylinder und einer Zylinderkopfauflagefläche ausgebildeten Verbund, wobei die plattenförmige Zylinderkopfauflagefläche eine Ausnehmung für den einen Zylinder aufweist und wobei das Kurbelgehäuse eine Aussparung zur Aufnahme des einen einstückig aus einem Zylinder und einer Zylinderkopfauflagefläche ausgebildeten Verbunds aufweist, gezeigt, bei der ein Bereich der Zylinderaußenwand des Verbunds und die Aussparung des Kurbelgehäuses zur Aufnahme des Verbunds einen Kühlmittelraum bzw. Wasserraum bilden.

[0043] Der hier beschriebene Verbund besteht aus genau einem Zylinder und einer Zylinderkopfauflagefläche. Die Zylinderkopfauflagefläche kann gemäß dem mehrzylindrigen Verbund ausgestaltet sein. Ebenso ist vorgesehen, dass der einzylindrige Verbund aus denselben Materialien wie der mehrzylindrige Verbund hergestellt sein kann.

[0044] Die Aufgabe wird ebenfalls durch ein Verfahren zum Herstellen der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine gelöst.

[0045] Das Verfahren umfasst folgende Schritte:

- Separates Herstellen des Kurbelgehäuses, des Verbunds und des Zylinderkopfes,
- Einsetzen des Verbunds in das Kurbelgehäuse,
- Anordnen des Zylinderkopfes auf der plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche des Verbunds,
- Verbinden des Kurbelgehäuses, des Verbunds und des Zylinderkopfes.

[0046] Es ist zu der Erfindung gehörig, dass die Schritte

- Einsetzen des Verbunds in das Kurbelgehäuse,
- Anordnen des Zylinderkopfes auf der plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche des Verbunds,

vertauscht werden können. Dementsprechend kann zuerst der Zylinderkopf auf der plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche des Verbunds angeordnet werden, wobei er auch auf dieser befestigt werden kann, wonach der Verbund mit dem Zylinderkopf in das Kurbelgehäuse eingesetzt wird.

[0047] Es ist erfindungsgemäß zu dem Verfahren gehörig, dass das Verbinden des Kurbelgehäuses, des Verbunds und des Zylinderkopfes durch gängige Verfahren wie Schrauben, Kleben, Klemmen, Dichten oder Dergleichen erreicht wird. Durch die einstückige Ausbildung des Verbunds wird vorteilhaft erreicht, dass die Zylinder beim Verbinden kaum oder gar nicht verzogen werden, da der Kraftfluss beim Verbinden (beispielsweise durch Anzie-

hen von Zylinderkopfschrauben) von den Zylinderrohren entkoppelt ist. Durch die Ausgestaltung kann weiterhin eine schlankere Zylinderwandung realisiert werden, was zu einer Gewichts- und damit Kostenreduzierung führt.

[0048] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Zeichnungen näher, jedoch nicht darauf beschränkt, erläutert. Es zeigen

Fig. 1 den Verbund aus vier Zylindern und einer diese verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche in perspektivischer Ansicht,

Fig. 2 den Verbund aus vier Zylindern und einer diese verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche in, im Vergleich zu Fig. 1 umgedrehter, perspektivischer Ansicht,

Fig. 3a den Verbund aus vier Zylindern und einer diese verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche, wobei die Kühlmittelführung durch Durchbohrung des Zwischenbereich zweier benachbarter in Längsrichtung verbundener Zylinder realisiert ist, in vertikaler Schnittansicht,

Fig. 3b den Verbund aus vier Zylindern und einer diese verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche, wobei die Kühlmittelführung durch einen Kühlkanalkern im Zwischenbereich zweier benachbarter in Längsrichtung verbundener Zylinder realisiert ist, in vertikaler Schnittansicht,

Fig. 3c den Verbund aus vier Zylindern und einer diese verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche, wobei die Kühlmittelführung durch freistehende Zylinder realisiert ist, in vertikaler Schnittansicht,

Fig. 3d den Verbund aus vier Zylindern und einer diese verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche, wobei eine Kühlnut auf der Zylinderkopfauflagefläche angeordnet ist, in vertikaler Schnittansicht,

Fig. 4 eine erfindungsgemäße Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine umfassend einen Zylinderkopf und ein Kurbelgehäuse, wobei zwischen dem Zylinderkopf und dem Kurbelgehäuse ein Verbund aus vier Zylindern und einer diese vier Zylinder verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche angeordnet

Fig. 5

5

10

Fig. 6

15

20

25

Fig. 7

30

35

40

Fig. 8

45

Fig. 9a-9f

50

Fig. 10a-10f

55

[0049] In Fig. 1 ist ein Verbund (1) aus vier Zylindern (2a, 2b, 2c, 2d) und einer diese Zylinder verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche (5), wobei der Verbund (1) aus wenigstens zwei Zylindern (2a, 2b, 2c,

ist, in Explosionsdarstellung,

einen Verbund (VR-Inline Variante) und ein entsprechendes offenes Kurbelgehäuse (VR-Inline Kurbelgehäuse), wobei der Verbund sechs Zylinder und eine diese Zylinder verbindenden plattenförmige Zylinderkopfauflagefläche umfasst, wobei die Zylinder in Längsrichtung versetzt zueinander angeordnet sind, in Explosionsdarstellung,

eine erfindungsgemäße Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine umfassend einen Zylinderkopf und ein Kurbelgehäuse, wobei zwischen dem Zylinderkopf und dem Kurbelgehäuse ein Verbund aus vier Zylindern und einer diese vier Zylinder verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche angeordnet ist, wobei die Zylinderkopfauflagefläche im zusammengebauten Zustand auf dem Kurbelgehäuse aufliegt, in Explosionsdarstellung,

eine erfindungsgemäße Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine umfassend einen Zylinderkopf und ein Kurbelgehäuse, wobei zwischen dem Zylinderkopf und dem Kurbelgehäuse ein Verbund aus vier Zylindern und einer diese vier Zylinder verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche angeordnet ist, wobei die Zylinderkopfauflagefläche im zusammengebauten Zustand in der Aussparung des Kurbelgehäuses in etwa formschlüssig eingebracht ist, in Explosionsdarstellung,

den Verbund aus vier Zylindern und einer diese verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche, wobei vier verschieden angeordnete Kühlnuten an den Zylindern angeordnet sind, in perspektivischer Ansicht,

verschiedene Schnittdarstellungen eines in einem offenen Kurbelgehäuse angeordneten Verbundes,

verschiedene Schnittdarstellungen eines in einem offenen Kurbelgehäuse angeordneten Verbundes.

2d) und der diese verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauf­lage­fläche (5) einstückig ausgebildet ist, in perspektivischer Ansicht dargestellt. Wie gezeigt, weist die plattenförmige Zylinderkopfauf­lage­fläche (5) für jeden Zylinder (2a; 2b; 2c; 2d) eine Ausnehmung (3a; 3b; 3c; 3d) auf. Es ist vorgesehen, dass der Verbund (1) in ein ("offenes") Kurbelgehäuse (7a; 7b) einer Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine einsetzbar oder auf dieses aufsetzbar ist. Weiterhin ist gezeigt, dass die plattenförmige Zylinderkopfauf­lage­fläche (5) - bis auf die Ausnehmungen (3a; 3b; 3c; 3d) für jeden Zylinder (2a; 2b; 2c; 2d) - durchtrittsfrei ausgebildet ist.

[0050] Fig. 2 zeigt den Verbund (1) aus vier Zylindern und einer diese verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauf­lage­fläche (5) in, im Vergleich zu Fig. 1 umgedrehter, perspektivischer Ansicht. Da der Verbund (1) separat hergestellt ist, wird ermöglicht, dass durch den Einsatz von Kühlelementen im Zylinderrohr (Kokillen aus Stahl, GJL, Ms,...) eine beschichtungsfähige Lauffläche (4a; 4b; 4c; 4d) hergestellt werden kann, ohne dass das Kurbelgehäuse beeinflusst wird. Ebenso wird erreicht, dass durch die separate Herstellung eine anforderungsoptimierte Steuerung der Feinkörnigkeit und der Porenfreiheit des Zylinderrohrgefüges ermöglicht wird, ohne dass das Kurbelgehäuse beeinflusst wird. Beispielsweise kann eine Abschreckschicht oberflächennah der Lauffläche realisiert werden. Ebenso oder zusätzlich kann eine durchgehend abgeschreckte Zylinderwandung realisiert werden.

[0051] In den Fig. 3a bis 3c ist der Verbund (1) aus vier Zylindern (2a, 2b, 2c, 2d) und einer diese verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauf­lage­fläche in vertikalen Schnittansichten gezeigt. In Fig. 3a ist dargestellt, dass die Kühlmittelführung (6) durch Durchbohrung des Zwischenbereichs zweier benachbarter in Längsrichtung verbundener Zylinder (2a, 2b, 2c, 2d) realisiert werden kann. In Fig. 3b ist dargestellt, dass die Kühlmittelführung (6) durch einen Kühlkanal-Kern im Zwischenbereich zweier benachbarter in Längsrichtung verbundener Zylinder (2a, 2b, 2c, 2d) realisiert werden kann. In Fig. 3c ist dargestellt, dass die Kühlmittelführung (6) durch freistehende Zylinder (2a; 2b; 2c; 2d) realisiert werden kann.

[0052] In den Fig. 3d ist der Verbund (1) aus vier Zylindern (2a, 2b, 2c, 2d) und einer diese verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauf­lage­fläche in vertikalen Schnittansichten gezeigt. In Fig. 3d ist dargestellt, dass eine Kühlnut (6a) in der plattenförmigen Zylinderkopfauf­lage­fläche angeordnet ist. Die Geometrie, Form und Lage der Kühlnut (6a) sind nicht beschränkt auf die dargestellte spaltähnliche Ausführungsform, sondern kann entsprechend dem Bedarf auf der Zylinderkopfauf­lage­fläche angeordnet sein.

[0053] Fig. 4 zeigt eine erfindungsgemäße Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, umfassend einen Zylinderkopf (8) und ein erfindungsgemäßes Kurbelgehäuse (7a), wobei zwischen dem Zylinderkopf (8) und dem Kurbelgehäuse (7a) ein Verbund (1) aus vier Zylindern und einer diese vier Zylinder verbindenden plattenförmigen

Zylinderkopfauf­lage­fläche angeordnet ist, in Explosionsdarstellung.

[0054] Wie in Fig. 4 dargestellt, wird keine separate Zylinderkopfdichtung benötigt, wodurch die Kraftübertragung direkt und flächig erfolgen kann und nicht beschränkt ist auf eine Zylinderkopfdichtungskontur. Dies ist insbesondere im hochbelasteten Bereich (Kompressionsbereich) vorteilhaft.

[0055] In Fig. 5 ist ein Verbund (1; VR6-Inline Variante) und ein entsprechendes offenes Kurbelgehäuse (7c; VR6-Inline Kurbelgehäuse) in Explosionsdarstellung dargestellt. Der Verbund (1) umfasst sechs Zylinder (2, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) und eine diese Zylinder verbindende plattenförmige Zylinderkopfauf­lage­fläche (5). Der Verbund (1) ist derart ausgestaltet, dass er in das Kurbelgehäuse (7c) eingesetzt wird (die plattenförmige Zylinderkopfauf­lage­fläche kann auf einem Sitz in dem Kurbelgehäuse in etwa formschlüssig eingebracht werden; die Zylinder sind in dem Kurbelgehäuse geführt). Die Zylinder sind in Längsrichtung versetzt zueinander angeordnet und haben jeweils eine Schränkung (zur Längsachse hin) von ca. 15 %. Die Zylinder (2, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) können frei geführt in dem Kurbelgehäuse (7c) angeordnet werden. Die Innenkontur der Aussparung des Kurbelgehäuses (zur Aufnahme des Verbunds) kann im Wesentlichen glatt oder, wie hier dargestellt, eine Kontur aufweisen. Auf der plattenförmigen Zylinderkopfauf­lage­fläche (5) sind Kühlnuten (6a) gezeigt. Die Kühlnuten (6a) sind zumindest teilweise radial umlaufend um die Ausnehmungen für die Zylinder angeordnet, wobei die Form, die Größe, die Anzahl, die Tiefe und die Lage frei gestaltbar sind.

[0056] Fig. 6 zeigt eine erfindungsgemäße Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine in Explosionsdarstellung. Die Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine umfasst einen Zylinderkopf (8) und ein Kurbelgehäuse (7a), wobei zwischen dem Zylinderkopf (8) und dem Kurbelgehäuse (7a) ein Verbund (1) aus vier Zylindern und einer diese vier Zylinder verbindende plattenförmige Zylinderkopfauf­lage­fläche angeordnet ist. Bei der erfindungsgemäßen Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine ist der Verbund (1) auf das Kurbelgehäuse (7a) aufgesetzt (die plattenförmige Zylinderkopfauf­lage­fläche liegt auf dem Kurbelgehäuse auf, die Zylinder sind in dem Kurbelgehäuse geführt). Auf der plattenförmigen Zylinderkopfauf­lage­fläche sind drei Kühlnuten (6a) gezeigt. Die Kühlnuten (6a) sind zwischen den Ausnehmungen für die Zylinder angeordnet.

[0057] Fig. 7 zeigt eine erfindungsgemäße Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine in Explosionsdarstellung. Die Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine umfasst einen Zylinderkopf (8) und ein Kurbelgehäuse (7a), wobei zwischen dem Zylinderkopf (8) und dem Kurbelgehäuse (7a) ein Verbund (1) aus vier Zylindern und einer diese vier Zylinder verbindende plattenförmige Zylinderkopfauf­lage­fläche angeordnet ist. Bei der erfindungsgemäßen Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine ist der Verbund (1) formschlüssig in das Kurbelgehäuse (7a) eingesetzt (die plattenförmige Zylinderkopfauf­lage­fläche

liegt auf einem Absatz in dem Kurbelgehäuse auf, so dass die Zylinderkopfauflagefläche und die Oberseite des Kurbelgehäuses im montierten Zustand plan sind; die Zylinder sind in dem Kurbelgehäuse geführt).

[0058] In Fig. 8 ist ein Verbund (1) aus vier Zylindern und einer diese Zylinder verbindenden plattenförmigen Zylinderkopfauflagefläche, wobei der Verbund (1) einstückig ausgebildet ist, in perspektivischer Ansicht dargestellt. Die Außenwände der Zylinder weisen einen horizontal umlaufenden Wulst (14) auf. Der Wulst (14) ist vorzugsweise als Dichtwulst ausgebildet und dient im Betriebszustand (zusammenmonierter Zustand der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine) als Dichtung zwischen dem Kühlmittelraum bzw. Wasserraum (gebildet durch die Außenwände der Zylinder und den oberen Innenwänden des Kurbelgehäuses) und dem unteren Kurbelgehäuse. Die Form, die Lage und die Größe des Wulstes (14) sind frei gestaltbar. Ebenfalls ist in Fig. 8 gezeigt, dass an den äußeren Zylinderwänden (vier gezeigte) Stützstrukturen (6b), hier Rippenverstärkungen, die auch Kühlrippen sein können, realisiert sind. Hierdurch wird unter anderem eine Strömungsoptimierung erreicht. Die Stützstrukturen (Rippen) können in beliebiger Weise (wie dargestellt z.B. längs, quer oder schräg) an den Außenwänden der Zylinder angeordnet sein.

[0059] In den Fig. 9a bis 9f ist der Verbund (1) als aufgesetzter Verbund in einem Kurbelgehäuse (7a) angeordnet und in verschiedenen Ansichten und Schnittebenen dargestellt. In Fig. 9a ist der auf das Kurbelgehäuse aufgesetzte Verbund in Draufsicht dargestellt, wobei die Schnittebenen für die Fig. 9b bis Fig. 9f eingezeichnet sind. Fig. 9b zeigt die Schnittebene A-A, Fig. 9c zeigt die Schnittebene B-B, Fig. 9d zeigt die Schnittebene C-C, Fig. 9e zeigt die Schnittebene D-D und Fig. 9f zeigt die Schnittebene E-E. In Fig. 9b ist die Schnittebene A-A dargestellt, wobei der Verbund (1) aufgesetzt und über Befestigungsmittel (13), hier Zugankerschrauben, mit dem Kurbelgehäuse (7a) verbunden ist. Die Zugankerschrauben sind durch die plattenförmige Zylinderkopfauflagefläche des Verbunds (1) in das Kurbelgehäuse geschraubt. Wie dargestellt, ist der Kühlmittelraum bzw. Wasserraum (11) durch die Außenwände der Zylinder und den oberen Innenwänden des Kurbelgehäuses gebildet. In den Fig. 10b bis 10f ist weiterhin dargestellt, dass die Außenwand des hier gezeigten Zylinders einen horizontal umlaufenden Wulst (14) aufweist. Der Wulst ist als Dichtwulst ausgebildet (s. Fig. 10e). Der Dichtwulst ist derart an dem Zylinder angeordnet, dass eine Dichtung zwischen dem Kühlmittelraum bzw. Wasserraum (11) und dem unteren Kurbelgehäuse erreicht wird. Der Verbund (1) ist im vorliegenden Beispiel zur besseren Veranschaulichung mit drei verschiedenen Kühlmittelführungen (6) versehen, obwohl jede der Varianten einzeln in einem Verbund umsetzbar ist, wobei in Fig. 9b eine Schlitzkühlmittelführung, in Fig. 9c, zwei horizontal gebohrte Kühlmittelführungen und in Fig. 9d eine Kühlmittelführung durch freistehende Zylinder gezeigt sind. In Fig. 9f sind diese Kühlmittelführungen als

Schnitt E-E von links nach rechts dargestellt.

[0060] Die Kühlmittelführungen (6) sind mit dem Kühlmittelraum bzw. Wasserraum (11) verbunden, so dass das Kühlmittel um die Zylinder herum geführt bzw. zirkuliert werden kann.

[0061] In den Fig. 10a bis 10f ist der Verbund (1) als eingesetzter Verbund in einem Kurbelgehäuse (7a) angeordnet und in verschiedenen Ansichten und Schnittebenen dargestellt. In Fig. 10a ist der auf das Kurbelgehäuse eingesetzte Verbund in Draufsicht dargestellt, wobei die Schnittebenen für die Fig. 10b bis Fig. 10f eingezeichnet sind. Fig. 10b zeigt die Schnittebene A-A, Fig. 10c zeigt die Schnittebene B-B, Fig. 10d zeigt die Schnittebene C-C, Fig. 10e zeigt die Schnittebene D-D und Fig. 10f zeigt die Schnittebene E-E. In den Fig. 10a bis 10e ist gezeigt, dass die Befestigungsmittel (13), hier Zugankerschrauben, in das Kurbelgehäuse (7a) eingreifen, jedoch nicht in den Verbund (1) geführt werden. Wie dargestellt, ist der Kühlmittelraum bzw. Wasserraum (11) durch die Außenwände der Zylinder und den oberen Innenwänden des Kurbelgehäuses gebildet. In den Fig. 10b bis 10f ist weiterhin dargestellt, dass die Außenwand des hier gezeigten Zylinders einen horizontal umlaufenden Wulst (14) aufweist. Der Wulst ist als Dichtwulst ausgebildet (s. Fig. 10e). Der Dichtwulst ist derart an dem Zylinder angeordnet, dass eine Dichtung zwischen dem Kühlmittelraum bzw. Wasserraum (11) und dem unteren Kurbelgehäuse erreicht wird. Der Verbund (1) ist im vorliegenden Beispiel zur besseren Veranschaulichung mit drei verschiedenen Kühlmittelführungen (6) versehen, obwohl jede der Varianten einzeln in einem Verbund umsetzbar ist, wobei in Fig. 10b eine Schlitzkühlmittelführung, in Fig. 10c, zwei horizontal gebohrte Kühlmittelführungen und in Fig. 10d eine Kühlmittelführung durch freistehende Zylinder gezeigt sind. In Fig. 10f sind diese Kühlmittelführungen als Schnitt E-E von links nach rechts dargestellt. Die Kühlmittelführungen (6) sind mit dem Kühlmittelraum bzw. Wasserraum (11) verbunden, so dass das Kühlmittel um die Zylinder herum geführt bzw. zirkuliert werden kann.

Patentansprüche

1. Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine umfassend einen Zylinderkopf (8), ein Kurbelgehäuse (7a; 7b) und einen Verbund (1), wobei das Kurbelgehäuse (7a; 7b) eine Aussparung (10) zur Aufnahme des Verbunds (1) umfasst, wobei der Verbund (1) wenigstens zwei Zylinder (2a, 2b; 2a, 2b, 2c; 2a, 2b, 2c, 2d; 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) und eine diese verbindende plattenförmige Zylinderkopfauflagefläche (5) umfasst, wobei der Verbund (1) einstückig ausgebildet ist, wobei die plattenförmige Zylinderkopfauflagefläche (5) für jeden Zylinder (2a; 2b; 2c; 2d; 2e; 2f) eine Ausnehmung (3a; 3b; 3c; 3d; 3e; 3f) aufweist und wobei der Verbund (1) in ein Kurbelgehäuse (7a; 7b; 7c) einer Hubkol-

ben-Verbrennungskraftmaschine einsetzbar oder auf ein Kurbelgehäuse (7a; 7b; 7c) einer Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine aufsetzbar ist und wobei der Verbund (1) zwischen dem Zylinderkopf (8) und dem Kurbelgehäuse (7a; 7b; 7c) sowie in der Aussparung (10) zur Aufnahme des Verbunds (1) angeordnet ist und wobei die Außenwandbereiche der Zylinder (2a, 2b, 2c, 2d; 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) des Verbunds (1) und die Wandbereiche der Aussparung (10) zur Aufnahme des Verbunds (1) des Kurbelgehäuses (7a; 7b; 7c) einen Kühlmittelraum (11) ausbilden, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Kühlmittelführung (6) zwischen den Zylindern (2a, 2b; 2b, 2c; 2c, 2d; 2e, 2f; 2a, 2b, 2c; 2c, 2d, 2e) des Verbunds (1) angeordnet ist, wobei die Kühlmittelführung (6) des Verbunds (1) durch Durchbohrung des Zwischenbereichs zweier benachbarter Zylinder (2a, 2b; 2b, 2c; 2c, 2d; 2d, 2e; 2e, 2f) und/oder durch einen Kühlkanal-Kern im Zwischenbereich zweier Zylinder (2a, 2b; 2b, 2c; 2c, 2d; 2d, 2e; 2e, 2f) realisiert ist, und die plattenförmige Zylinderkopfauflegefläche (5) des Verbunds (1) - bis auf die Ausnahmen (3a; 3b; 3c; 3d) für jeden Zylinder (2a; 2b; 2c; 2d) - durchtrittsfrei ausgebildet ist.

2. Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbund (1) aus Gusseisen mit Lamellengraphit (GJL), Gusseisen mit Vermiculargraphit (GJV), Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS) und/oder Stahl und/oder einer Kombination der vorgenannten Werkstoffe hergestellt ist.
3. Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbund (1) aus Nichteisenwerkstoffen, insbesondere Aluminiumlegierungen, wie Aluminium-Magnesium-Legierungen (AlMgxx), Aluminium-Silizium-Legierungen (AlSixx) mit Kupfer (Cu) und/oder Magnesium (Mg) und/oder Aluminiumknetlegierungen, hergestellt ist.
4. Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wenigstens zwei Zylinder (2a, 2b; 2a, 2b, 2c; 2a, 2b, 2c, 2d; 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) verbindende plattenförmige Zylinderkopfauflegefläche (5) auf das Kurbelgehäuse (7a, 7b; 7c) aufgesetzt ist oder in die Aussparung (10) zur Aufnahme des Verbunds (1) eingesetzt ist.
5. Verfahren zum Herstellen der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 mit folgenden Schritten:
 - Separates Herstellen des Kurbelgehäuses (7a; 7b; 7c), des Verbunds (1) und des Zylinderkopfes (8),

fes (8),
 - Einsetzen des Verbunds (1) in das Kurbelgehäuse (7a; 7b; 7c),
 - Anordnen des Zylinderkopfes (8) auf der plattenförmigen Zylinderkopfauflegefläche (5) des Verbunds (1),
 - Verbinden des Kurbelgehäuses (7a; 7b; 7c), des Verbunds (1) und des Zylinderkopfes (8).

6. Verfahren zum Herstellen der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 mit folgenden Schritten:

- Separates Herstellen des Kurbelgehäuses (7a; 7b; 7c), des Verbunds (1) und des Zylinderkopfes (8),
- Anordnen des Zylinderkopfes (8) auf der plattenförmigen Zylinderkopfauflegefläche (5) des Verbunds (1),
- Einsetzen des Verbunds (1) in das Kurbelgehäuse (7a; 7b; 7c),
- Verbinden des Kurbelgehäuses (7a; 7b; 7c), des Verbunds (1) und des Zylinderkopfes (8).

Claims

1. Reciprocating internal combustion engine comprising a cylinder head (8), a crankcase (7a; 7b) and an assembly (1),
 wherein the crankcase (7a; 7b) comprises a recess (10) for accommodating the assembly (1),
 wherein the assembly (1) comprises at least two cylinders (2a, 2b; 2a, 2b, 2c; 2a, 2b, 2c, 2d; 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) and a platelike deck plate (5) connecting them, wherein the assembly (1) is of integral design, wherein the platelike deck plate (5) has a clearance (3a; 3b; 3c; 3d; 3e; 3f) for each cylinder (2a; 2b; 2c; 2d; 2e; 2f) and wherein the assembly (1) can be inserted into a crankcase (7a; 7b; 7c) of a reciprocating internal combustion engine or placed upon a crankcase (7a; 7b; 7c) of a reciprocating internal combustion engine and wherein the assembly (1) is arranged between the cylinder head (8) and the crankcase (7a; 7b; 7c) and in the recess (10) for accommodating the assembly (1) and wherein the outer wall areas of the cylinders (2a, 2b, 2c, 2d; 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) of the assembly (1) and the wall areas of the recess (10) in the crankcase (7a; 7b; 7c) for accommodating the assembly (1) form a coolant chamber (11), **characterized in that** at least one coolant guideway (6) is arranged between the cylinders (2a, 2b; 2b, 2c; 2c, 2d; 2e, 2f; 2a, 2b, 2c; 2c, 2d, 2e) of the assembly (1), wherein the coolant guideway (6) of the assembly (1) is realized by drilling through the area between two neighboring cylinders (2a, 2b; 2b, 2c; 2c, 2d; 2d, 2e; 2e, 2f) and/or by a cooling-channel core in the area between two cylinders (2a, 2b; 2b,

2c; 2c, 2d; 2d, 2e; 2e, 2f), and the platelike deck plate (5) of the assembly (1) is configured free of openings except for the clearance (3a; 3b; 3c; 3d) for each cylinder (2a; 2b; 2c; 2d).

2. Reciprocating internal combustion engine according to claim 1, **characterized in that** the assembly (1) is made of cast iron with lamellar graphite (GJL), cast iron with vermicular graphite (GJV), cast iron with spheroidal graphite (GJS) and/or steel and/or a combination of the aforementioned materials.

3. Reciprocating internal combustion engine according to claim 1, **characterized in that** the assembly (1) is made of non-ferrous materials, in particular aluminum alloys, such as aluminum-magnesium alloys (AlMgxx), aluminum-silicon alloys (AlSixx) with copper (Cu) and/or magnesium (Mg) and/or aluminum wrought alloys.

4. Reciprocating internal combustion engine according to claim 1, **characterized in that** the platelike deck plate (5) connecting the at least two cylinders (2a, 2b; 2a, 2b, 2c; 2a, 2b, 2c, 2d; 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) is placed upon the crankcase (7a, 7b; 7c) or inserted into the recess (10) for accommodating the assembly (1).

5. Method of producing the reciprocating internal combustion engine according to any one of the claims 1 to 4, comprising the following steps:

- Separate production of the crankcase (7a; 7b; 7c), the assembly (1) and the cylinder head (8),
- Insertion of the assembly (1) into the crankcase (7a; 7b; 7c),
- Arrangement of the cylinder head (8) on the platelike deck plate (5) of the assembly (1),
- Joining of the crankcase (7a; 7b; 7c), the assembly (1) and the cylinder head (8).

6. Method of producing the reciprocating internal combustion engine according to any one of the claims 1 to 5, comprising the following steps:

- Separate production of the crankcase (7a; 7b; 7c), the assembly (1) and the cylinder head (8),
- Arrangement of the cylinder head (8) on the platelike deck plate (5) of the assembly (1),
- Insertion of the assembly (1) into the crankcase (7a; 7b; 7c),
- Joining of the crankcase (7a; 7b; 7c), the assembly (1) and the cylinder head (8).

Revendications

1. Moteur à combustion interne à piston alternatif com-

prenant une culasse de cylindre (8), un carter de vilebrequin (7a ; 7b) et un élément (1),

le carter de vilebrequin (7a ; 7b) comprenant un évidement (10) destiné à recevoir l'élément (1),

l'élément (1) comprenant au moins deux cylindres (2a, 2b ; 2a, 2b, 2c ; 2a, 2b, 2c, 2d ; 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) et, reliant ceux-ci, une surface de support de culasse de cylindre (5) en forme de plaque, l'élément (1) étant formé d'une seule pièce, la surface de support de culasse de cylindre (5) en forme de plaque ayant un évidement (3a ; 3b ; 3c ; 3d ; 3e ; 3f) pour chaque cylindre (2a ; 2b ; 2c ; 2d ; 2e ; 2f), et l'élément (1) pouvant être intégré dans un carter de vilebrequin (7a ; 7b ; 7c) d'un moteur à combustion interne à piston alternatif ou pouvant être placé sur un carter de vilebrequin (7a ; 7b ; 7c) d'un moteur à combustion interne à piston alternatif, et l'élément (1) étant disposé entre la culasse de cylindre (8) et le carter de vilebrequin (7a ; 7b ; 7c) ainsi que dans l'évidement (10) destiné à recevoir l'élément (1), et les zones de paroi extérieures des cylindres (2a, 2b, 2c, 2d ; 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) de l'élément (1) et les zones de paroi de l'évidement (10) du carter (7a ; 7b ; 7c) destiné à recevoir l'élément (1) forment un espace pour un agent réfrigérant (11), **caractérisé en ce qu'**au moins une conduite d'agent réfrigérant (6) est disposée entre les cylindres (2a, 2b ; 2b, 2c ; 2c, 2d ; 2e, 2f ; 2a, 2b, 2c ; 2c, 2d, 2e) de l'élément (1), la conduite d'agent réfrigérant (6) de l'élément (1) étant réalisée par perçage à travers la zone entre deux cylindres adjacents (2a, 2b ; 2b, 2c ; 2c, 2d ; 2d, 2e ; 2e, 2f) et/ou par un noyau de canal de refroidissement dans la zone entre deux cylindres (2a, 2b ; 2b, 2c ; 2c, 2d ; 2d, 2e ; 2e, 2f), et la surface de support de culasse de cylindre (5) en forme de plaque de l'élément (1) est conçue sans passages - à l'exception des évidements (3a ; 3b ; 3c ; 3d) pour chaque cylindre (2a ; 2b ; 2c ; 2d).

2. Moteur à combustion interne à piston alternatif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément (1) est fabriqué en fonte à graphite lamellaire (GJL), en fonte à graphite vermiculaire (GJV), en fonte à graphite sphéroïdal (GJS) et/ou en acier, et/ou en une combinaison des matériaux précités.

3. Moteur à combustion interne à piston alternatif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément (1) est fabriqué en des matériaux non ferreux, en particulier en des alliages d'aluminium, tels que des alliages aluminium-magnésium (AlMgxx), des alliages aluminium-silicium (AlSixx) avec du cuivre (Cu) et/ou du magnésium (Mg), et/ou des alliages corroyés d'aluminium.

4. Moteur à combustion interne à piston alternatif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la surface de support de culasse de cylindre (5) en forme de

plaque reliant les au moins deux cylindres (2a, 2b ; 2a, 2b, 2c ; 2a, 2b, 2c, 2d ; 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f) est placée sur le carter de vilebrequin (7a, 7b ; 7c) ou est introduite dans l'évidement (10) destiné à recevoir l'élément (1).

5

5. Procédé de fabrication du moteur à combustion interne à piston alternatif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4/6 comprenant les étapes suivantes consistant à :

10

- fabriquer séparément le carter de vilebrequin (7a ; 7b ; 7c), l'élément (1) et la culasse de cylindre (8),

- insérer l'élément (1) dans le carter de vilebrequin (7a ; 7b ; 7c),

15

- disposer la culasse de cylindre (8) sur la surface de support de culasse de cylindre (5) en forme de plaque de l'élément (1),

- relier le carter de vilebrequin (7a ; 7b ; 7c), l'élément (1) et la culasse de cylindre (8).

20

6. Procédé de fabrication du moteur à combustion interne à piston alternatif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4/6, comprenant les étapes suivantes consistant à :

25

- fabriquer séparément le carter de vilebrequin (7a ; 7b ; 7c), l'élément (1) et la culasse de cylindre (8),

30

- disposer la culasse de cylindre (8) sur la surface de support de culasse de cylindre (5) en forme de plaque de l'élément (1),

- insérer l'élément (1) dans le carter de vilebrequin (7a ; 7b ; 7c),

35

- relier le carter de vilebrequin (7a ; 7b ; 7c), l'élément (1) et la culasse de cylindre (8).

40

45

50

55

Fig. 1

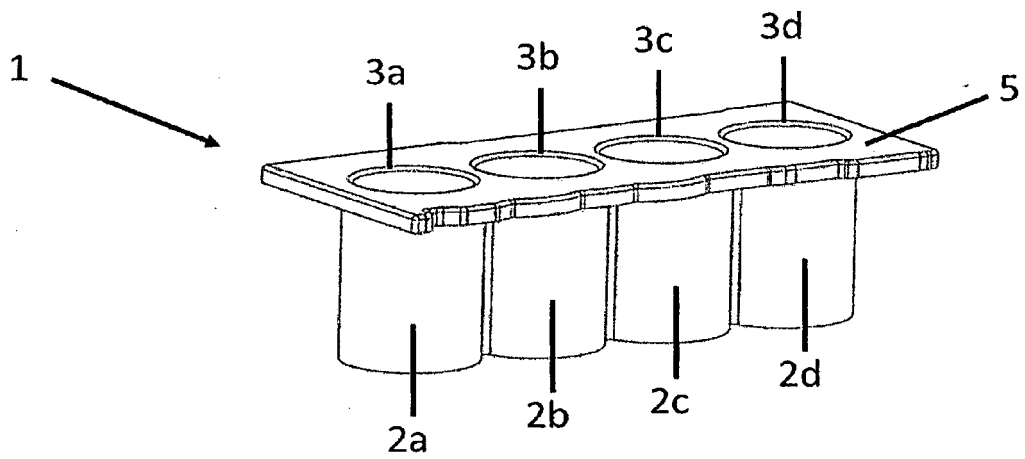


Fig. 2

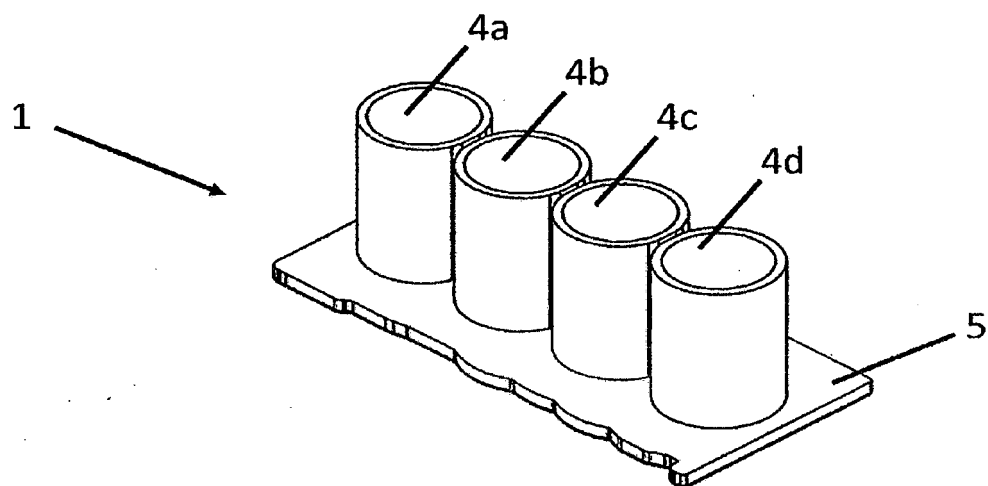


Fig. 3a

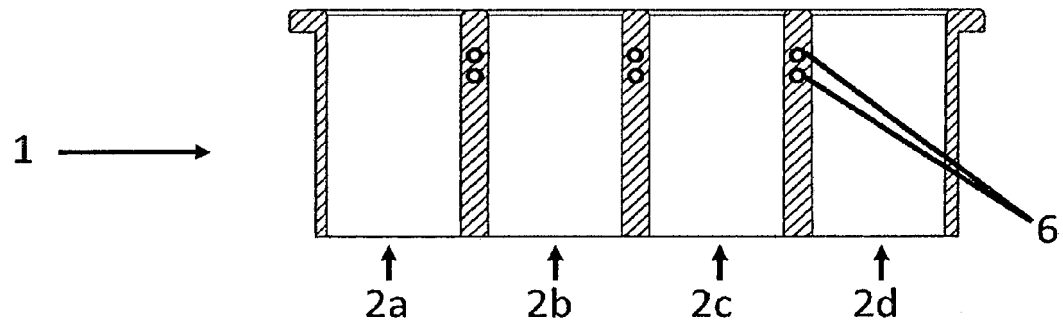


Fig. 3b

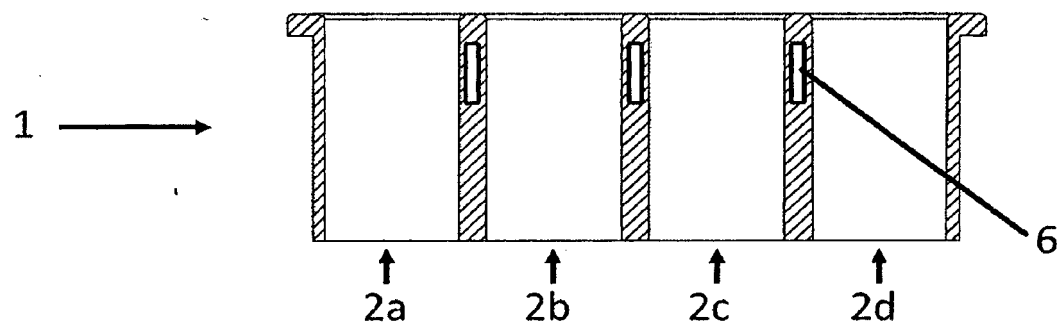


Fig. 3c

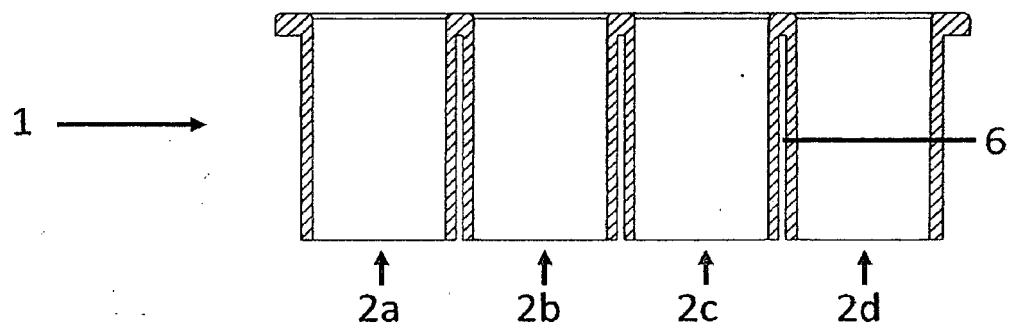


Fig. 3d

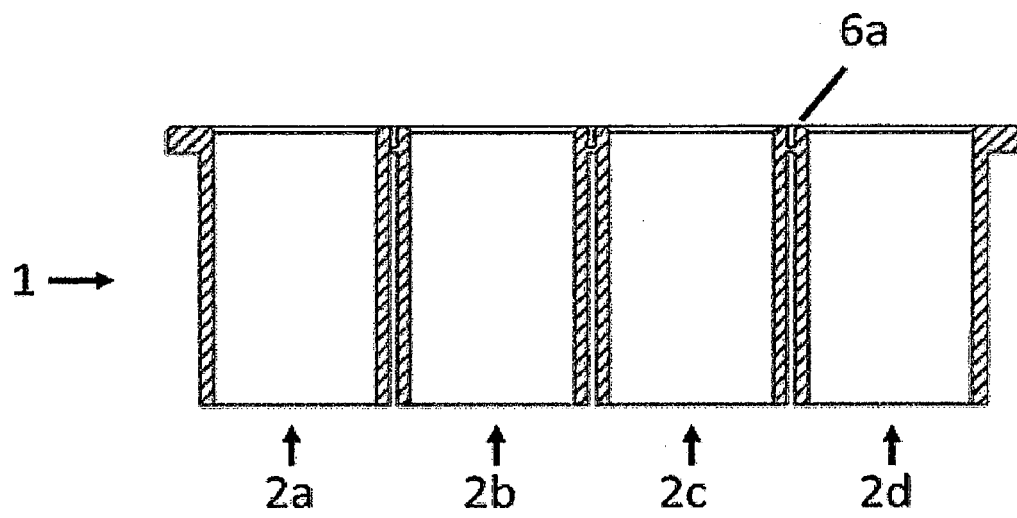


Fig. 4

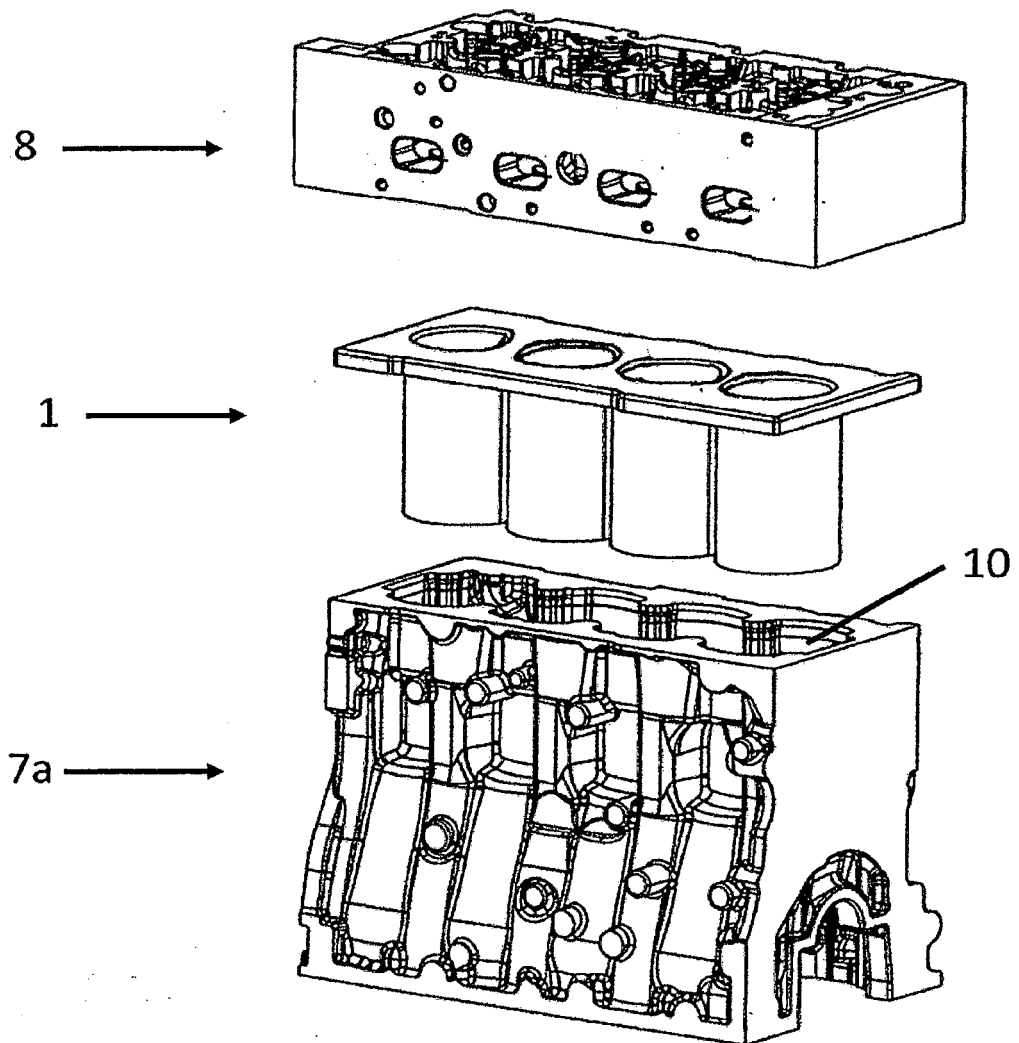


Fig. 5

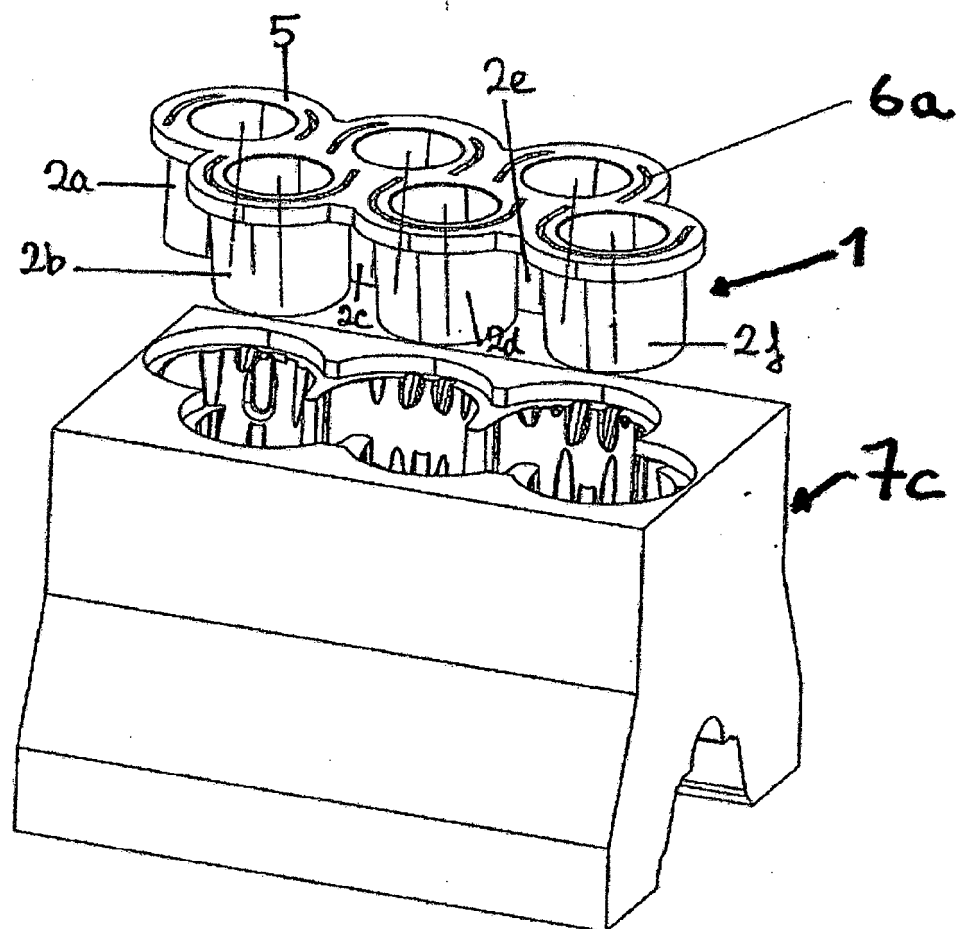


Fig. 6

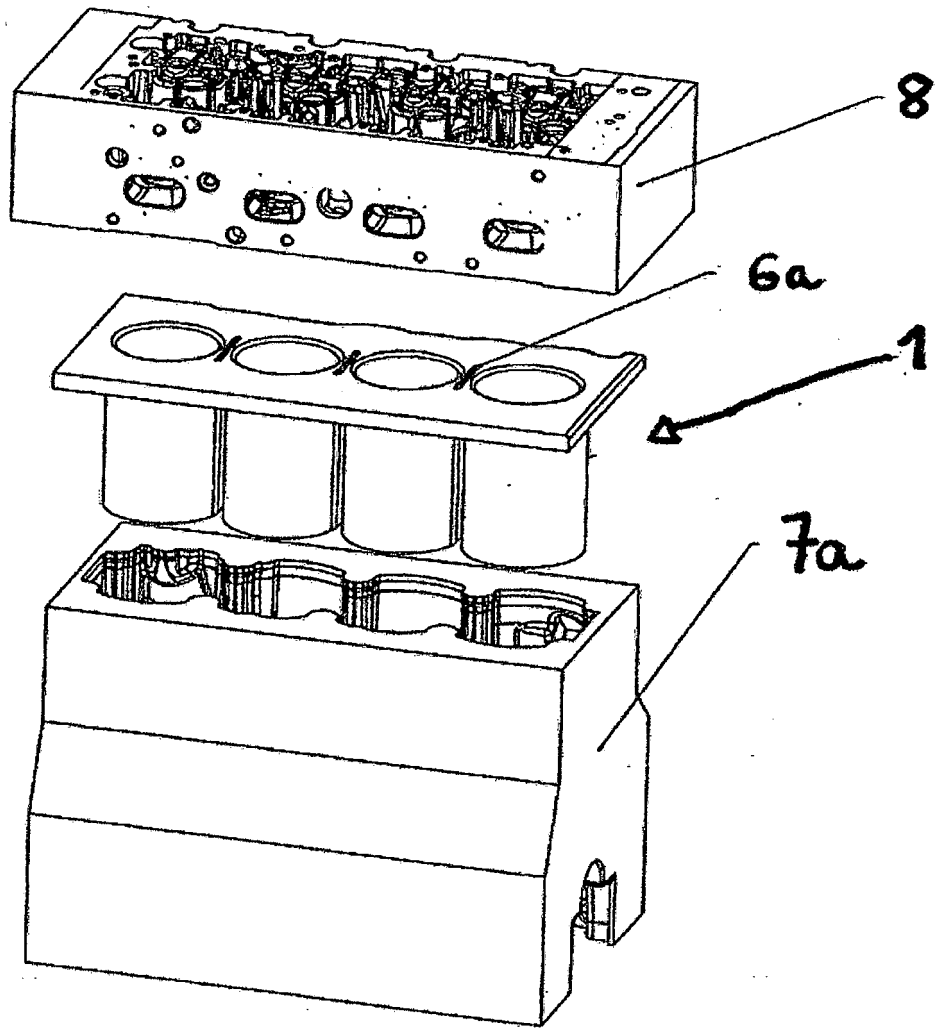


Fig. 7

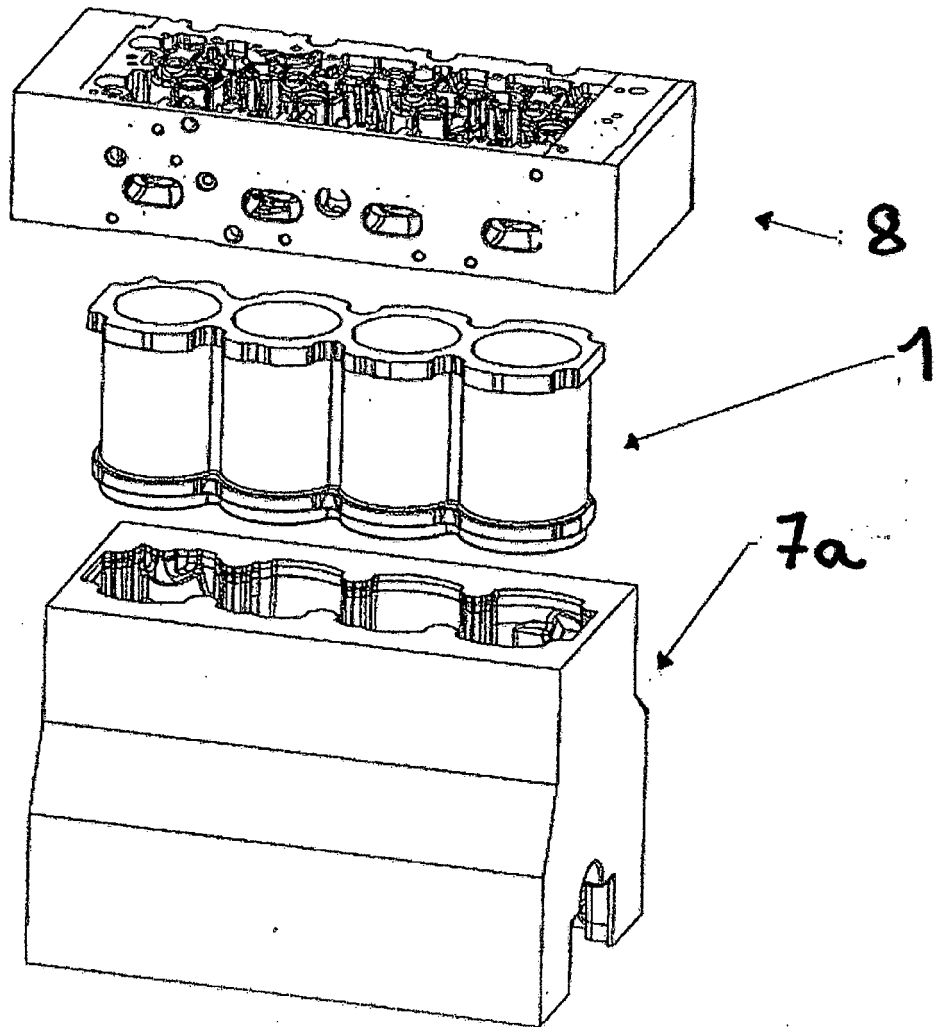


Fig. 8

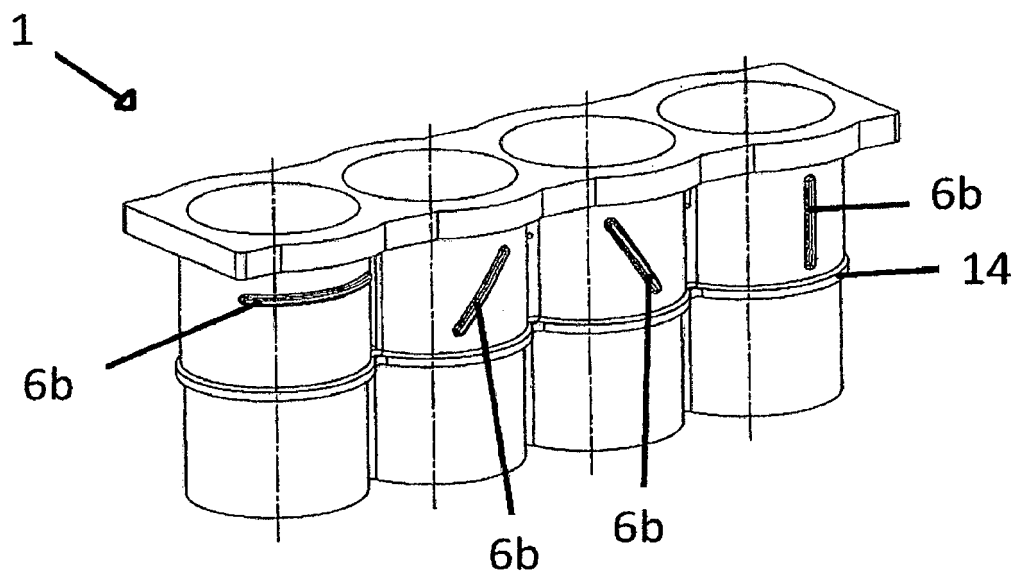


Fig. 9a

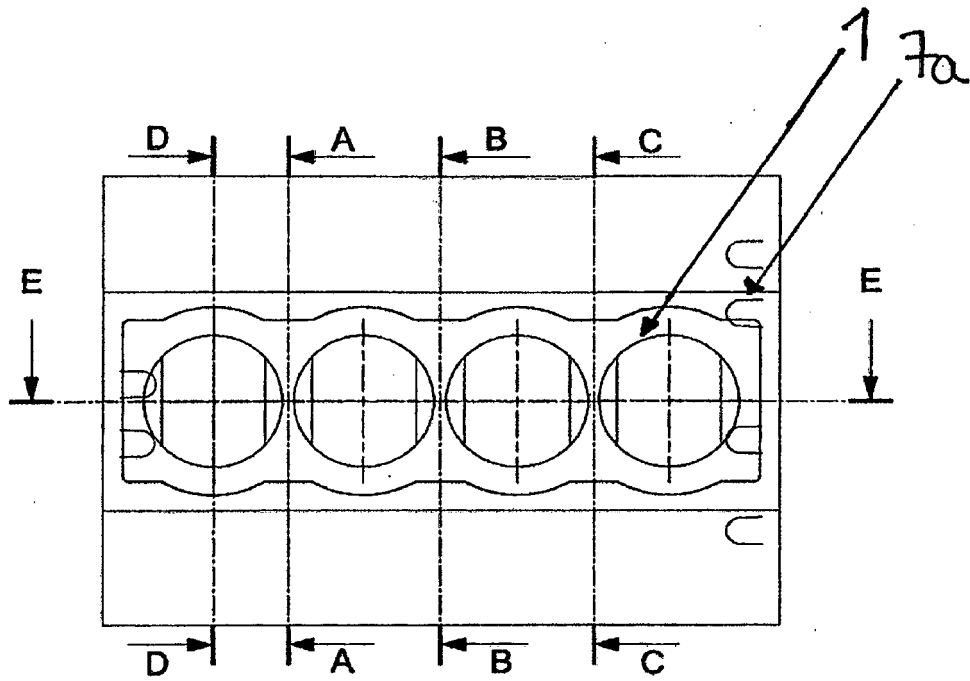
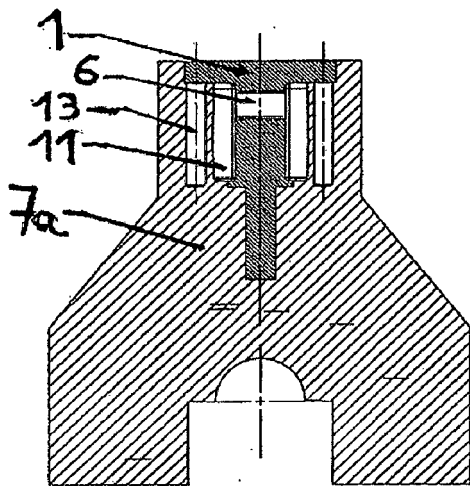
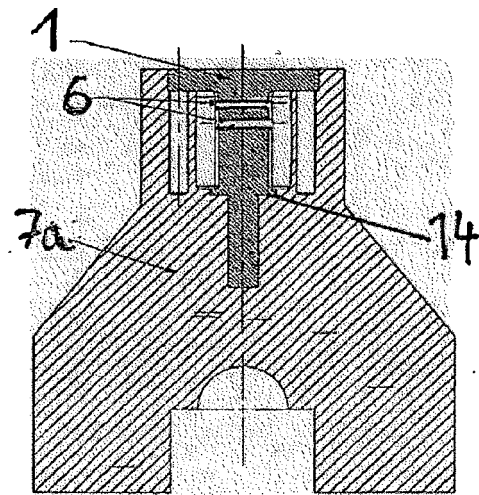


Fig. 9b



SECTION A-A

Fig. 9c



SECTION B-B

Fig. 9d

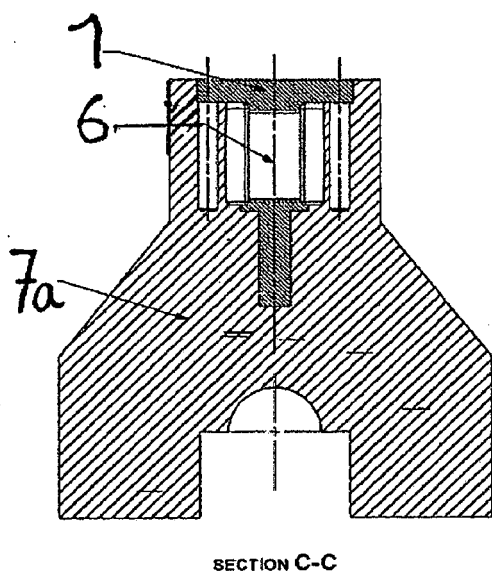


Fig. 9e

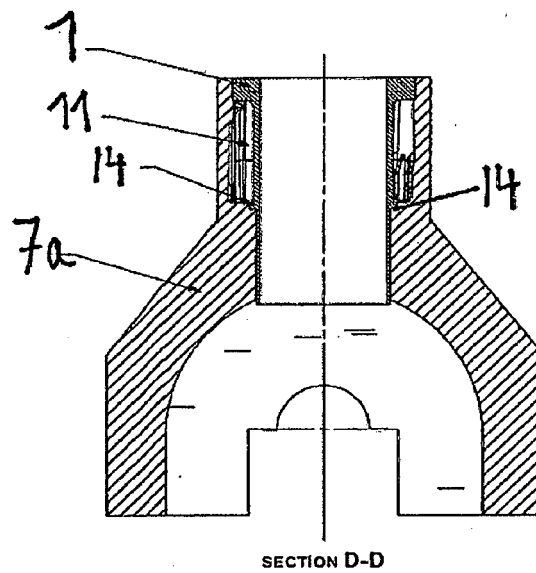


Fig. 9f

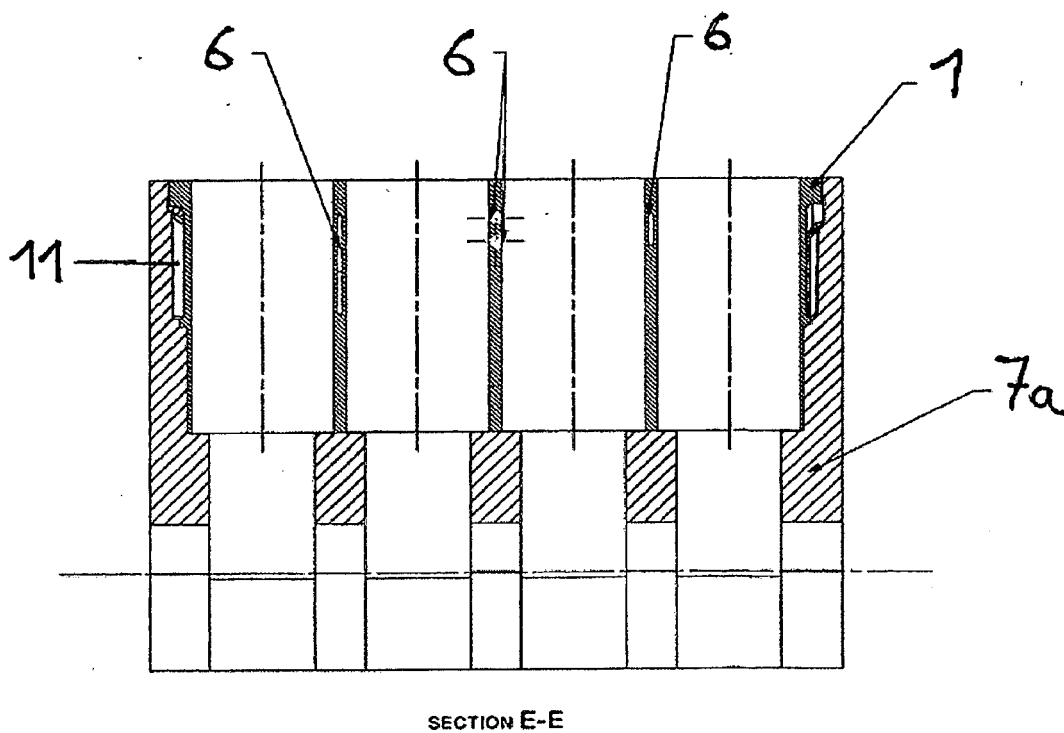


Fig. 10a

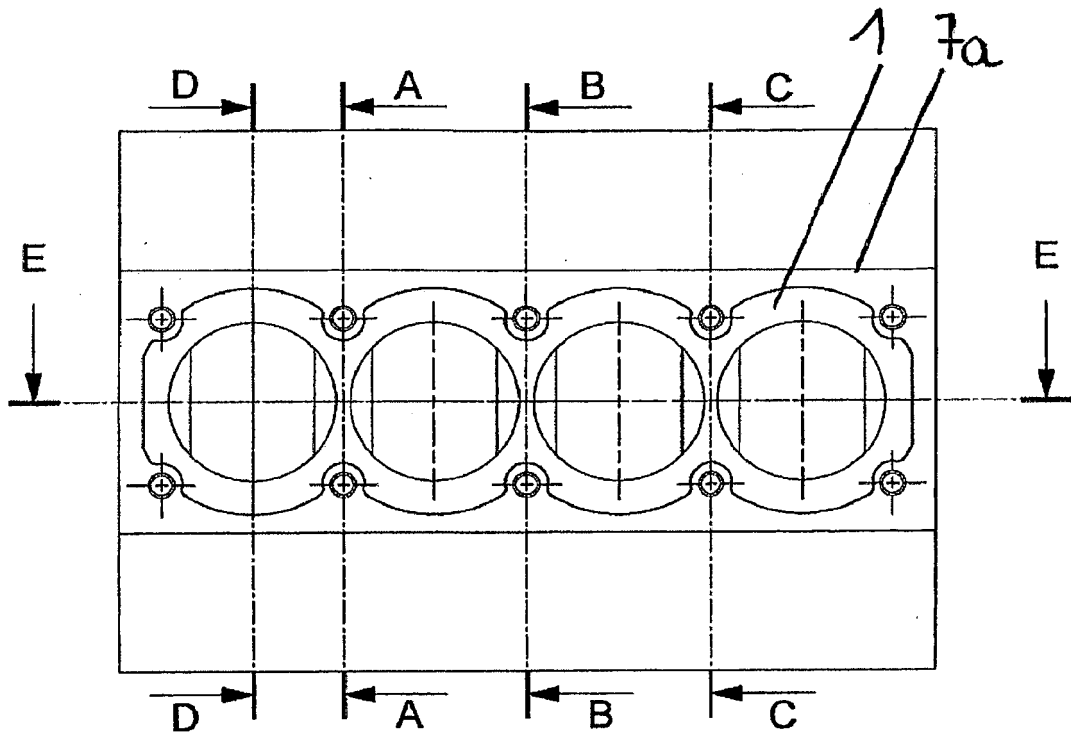
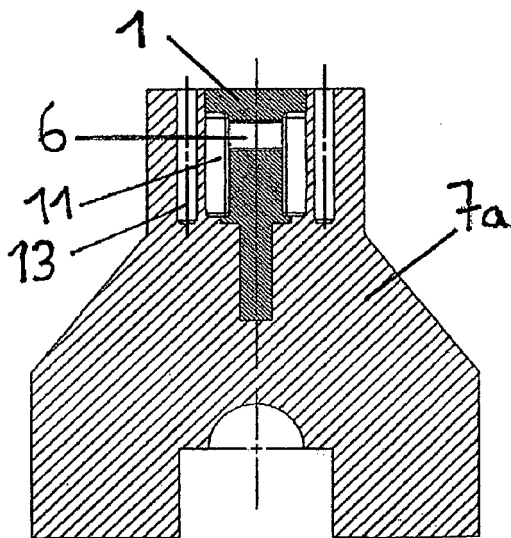
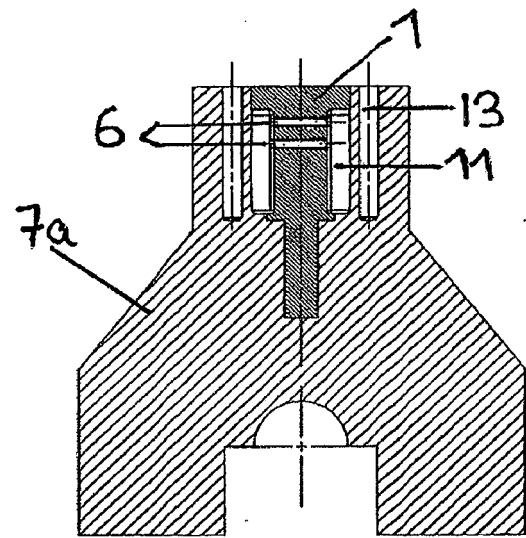


Fig. 10b



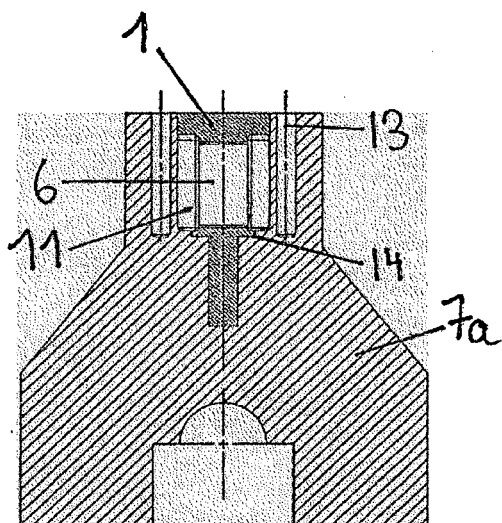
SECTION A-A

Fig. 10c



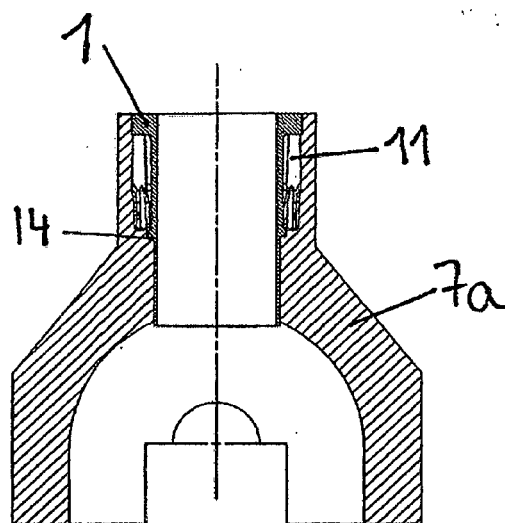
SECTION B-B

Fig. 10d



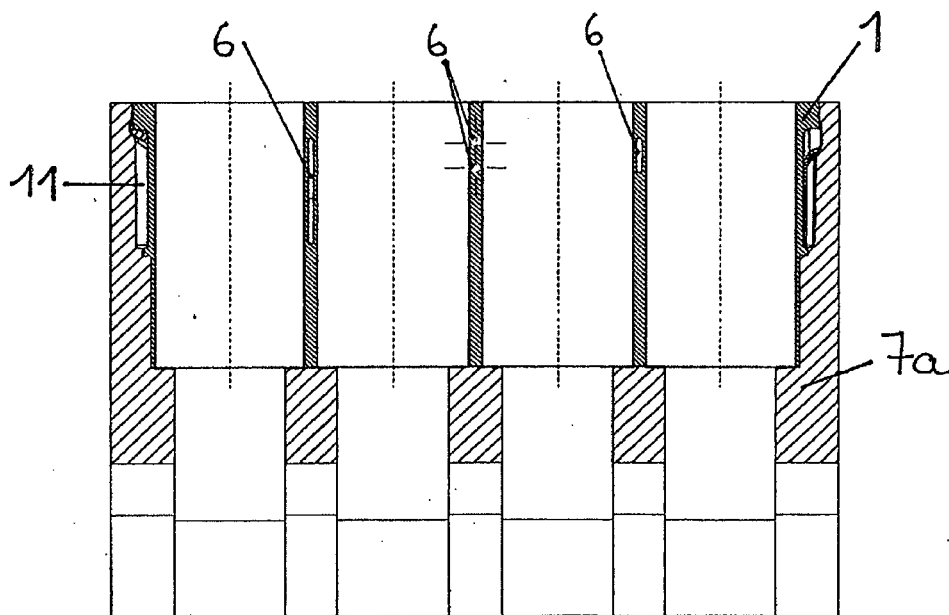
SECTION C-C

Fig. 10e



SECTION D-D

Fig. 10f



SECTION E-E

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

- US 3168081 A [0005]
- US 2006037566 A1 [0005]