

(19)



(11)

EP 1 525 384 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
14.11.2007 Patentblatt 2007/46

(51) Int Cl.:
F02F 7/00 ^(2006.01) **F02F 1/10** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03764931.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/006984

(22) Anmeldetag: **01.07.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/009986 (29.01.2004 Gazette 2004/05)

(54) **DRUCKGUSS-ZYLINDERKURBELGEHÄUSE**

DIECAST CYLINDER CRANKCASE

CARTER-CYLINDRES COULE SOUS PRESSION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE

(30) Priorität: **23.07.2002 DE 10233359**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.04.2005 Patentblatt 2005/17

(73) Patentinhaber: **DaimlerChrysler AG**
70327 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **GRUNENBERG, Norbert**
71554 Weissach im Tal (DE)
• **SÖLL, Guido**
73660 Urbach (DE)
• **WODARSKI, Heinrich**
78126 Königsfeld (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 431 770 EP-A- 0 628 716
EP-A- 0 677 652 US-A- 5 862 852

EP 1 525 384 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Druckguss-Zylinderkurbelgehäuse nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Druckguss-Zylinderkurbelgehäuses nach Anspruch 5.

[0002] Moderne Motoren müssen zunehmend mit weniger Bauraum auskommen, gleichzeitig steigen die thermischen und mechanischen Belastungen der Motoren stetig an. Dies erfordert eine aufwändige Kühlung, wobei auf Grund des ebenfalls angestrebten möglichst geringen Gewichts auch die Wandstärken immer geringer werden und somit weniger tragendes Material zur Verfügung steht.

[0003] Bevorzugt werden die Zylinderkurbelgehäuse von Großserienmotoren aus Gründen der Wirtschaftlichkeit im Aluminiumdruckguss hergestellt. Hierzu werden in der Regel Zylinderlaufbuchsen in das Werkzeug eingelegt und umgossen. Die Abstände zwischen den Zylinderlaufbuchsen verringern sich teilweise auf unter 3 mm. Durch schmalere Stege verringert sich die Steifigkeit des Zylinderkurbelgehäuses.

[0004] Durch die räumliche Enge im Bereich der Zylinderlaufbuchsen wird zudem die Gestaltung des Wassermantels erschwert, da im Druckguss nur eine begrenzte Gestaltungsfreiheit bezüglich Hinterschneidungen und Hohlräumen gegeben ist.

[0005] Die US 4,446,906 beschreibt ein Verfahren, zur Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses unter Verwendung von Salzkernen. Hiermit können komplexe Kühlkanäle ausgestaltet werden, die Prozesssicherheit hat sich jedoch bei einem so großen Bauteil wie dem Zylinderkurbelgehäuse als nicht großserientauglich erwiesen.

[0006] Aus der US 5,862,852 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Zylinderblockes einer Verbrennungskraftmaschine bekannt. Dabei wird ein Verfahren zur Herstellung eines Zylinderblockes mit einer Zylinderlaufbuchse für eine Verbrennungskraftmaschine angegeben, welches die Anzahl der erforderlichen Herstellungsschritte verringert und einen möglichen Versatz der Zylinderlaufbuchse relativ zum Zylinderblock reduziert oder verhindert.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Druckguss-Zylinderkurbelgehäuse und ein Verfahren zu dessen Herstellung bereitzustellen, das gegenüber dem Stand der Technik bei geringer Stegbreite zwischen den Zylinderlaufbuchsen eine verbesserte Steifigkeit und eine effektivere Kühlung aufweist.

[0008] Die Lösung der Aufgabe besteht in einem Druckguss-Zylinderkurbelgehäuse nach Anspruch 1, sowie in einem Verfahren zur Herstellung eines Druckguss-Zylinderkurbelgehäuses nach Anspruch 5.

[0009] Das erfindungsgemäße Druckguss-Zylinderkurbelgehäuse nach Anspruch 1 zeichnet sich dadurch aus, dass es eine Reihe von aneinandergegossenen Zylinderlaufbuchsen aufweist. Eine derartige Reihe von Zylinderlaufbuchsen wird in der Fachsprache als Liner bezeichnet, weshalb dieser Begriff auch im Weiteren so gebraucht wird. Der Liner ist in das Zylinderkurbelgehäuse eingegossen.

[0010] Unter Druckguss wird hierbei sowohl Druckguss als auch Squeeze-Casting verstanden, wobei das Zylinderkurbelgehäuse grundsätzlich aus allen hierfür geeigneten Legierungen, insbesondere Aluminium-Legierungen jedoch auch Magnesium-Legierungen bestehen kann.

[0011] Der Liner wird im Sandguss oder im Kokillenguss gegossen und besitzt deshalb den Vorteil, dass Hohlräume oder Hinterschneidungen vergleichsweise einfach dargestellt werden können. Deshalb weist der Liner einen zumindest teilweise geschlossenen Wassermantel mit verschiedenen Kühlkanälen auf. Insbesondere ist der Wassermantel in Richtung einer Zylinderkopfseite des Zylinderkurbelgehäuses zumindest teilweise geschlossen. Dies führt an einer Montagefläche des Zylinderkopfes zu einer größeren Dichtfläche und zu einer besseren Dichtung zwischen Zylinderkopf und Zylinderkurbelgehäuse.

[0012] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Zylinderkurbelgehäuses besteht darin, dass die Stege zwischen den Zylinderlaufbuchsen mit Kühlkanälen versehen werden können. Bei der Verwendung von einzelnen Zylinderlaufbuchsen betragen die Abstände zwischen diesen lediglich zwischen 3 mm und 4 mm. Das Einfräsen oder Bohren von Kühlkanälen in die Stegbereiche zwischen Zylinderlaufbuchsen ist aufwändig und teuer. Kühlkanäle in den Stegbereichen können bei der Verwendung der erfindungsgemäßen Linern bereits integriert sein.

[0013] Grundsätzlich kann der Liner aus jedem gießbaren Material bestehen, das den tribologischen und thermischen Anforderungen für Zylinderlauflächen entspricht. Bei Motoren mit besonders hohen Drücken, etwa bei Dieselmotoren, bestehen die Liner bevorzugt aus einem Graugussmaterial, bei Benzinmotoren wird aus Gewichtsgründen in der Regel ein Liner aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung oder gewöhnlichen Aluminium-Gießlegierungen (Standard-Legierungen) verwendet.

[0014] In einer weiteren Ausgestaltungsform wird der Liner an Stelle einer übereutektischen AlSi-Legierung durch eine Standard-Gießlegierung auf Aluminiumbasis dargestellt. Im Gegensatz zu Druckguss-Bauteilen weisen Kokillen- oder Sandguss-Bauteile eine geringere Porosität auf. Die geringere Porosität erleichtert das Aufbringen einer tribologisch beständigen Schicht, bevorzugt eine thermische Spritzschicht und verbessert deren Haftung. Die Spritzschicht dient als Verschleißschicht und Zylinderlaufläche. Ein Vorteil dieser Variante besteht in günstigeren Gießeigenschaften von Aluminium-Standard-Legierungen.

[0015] Ein weiterer Bestandteil der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses nach Anspruch 5, das folgende Verfahrensschritte umfasst:

[0016] Ein Liner wird nach einem an sich bekannten Gießverfahren (Sand- oder Kokillenguss) hergestellt. Das Gießen erfolgt unter Verwendung eines verlorenen Kerns, der zur Ausbildung von Kühlkanälen dient. Der Liner weist einen zumindest teilweise geschlossenen Wassermantel auf.

[0017] Der Liner wird anschließend in ein Druckgusswerkzeug eingesetzt. Hierbei werden die Bohrungen der einzelnen Zylinderlaufbuchsen des Liners auf Pinolen im Druckgusswerkzeug aufgesetzt und somit fixiert. Anschließend wird das Druckgusswerkzeug ebenfalls nach einem bekannten Druckgießverfahren ausgegossen. Während des Druckgießens erfolgt das Eingießen des Liners in das Zylinderkurbelgehäuse, wobei es zumindest teilweise zu einer Verbindung der beiden Metalllegierungen (Liner und Zylinderkurbelgehäuse) kommt.

[0018] Vorteilhafte Ausgestaltungsformen werden im Folgenden an Hand der Figuren und dem Verfahrensbeispiel beschrieben.

[0019] Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf ein Zylinderkurbelgehäuse mit einem Liner,

Fig. 2 einen Querschnitt durch eine Zylinderkurbelgehäuse mit Liner im Bereich einer Zylinderbohrung und

Fig. 3 eine Längsschnitt durch ein Zylinderkurbelgehäuse mit Liner.

[0020] In **Fig. 1** ist ausgehend von einer Zylinderkopfseite 18 (s. **Fig. 2**) eine Draufsicht auf ein Zylinderkurbelgehäuse 2 mit einem erfindungsgemäß eingegossenen Liner 4 dargestellt. Der Liner 4 umfasst mehrere Zylinderlaufbuchsen 5, die jeweils durch Stegbereiche 12 voneinander getrennt sind und von den Zylinderlauflächen 15 begrenzt werden. Die Zylinderlaufbuchsen 5 des Liners 4 sind in einem Gießvorgang aneinandergegossen. Im Außenbereich 9 des Liners 4 ist ein Wassermantel 6 eingegossen. Der Wassermantel 6 umfasst mehrere, meistens miteinander verbundene Kühlkanäle 8, 10. Hierbei unterscheidet man zwischen äußeren Kühlkanälen 8, die im Außenbereich 9 des Liners 4 verlaufen und Kühlkanäle 10, die im Stegbereich 12 verlaufen.

[0021] Der Wassermantel 6 des Liners 4 ist durch Übertrittsöffnungen 13 mit einem Wassermantel 14 (**Fig. 2**) des Zylinderkurbelgehäuses 2 und mit einem Wassermantel eines nicht dargestellten Zylinderkopfes verbunden. Die äußeren Kühlkanäle 8 verlaufen, wie in **Fig. 1** gestrichelt dargestellt ist, zumindest teilweise geschlossen im Liner 4. Ebenfalls gestrichelt ist der Verlauf von Kühlkanälen 10 im Stegbereich 12 dargestellt. Verschraubungsbohrungen 16 dienen zur Befestigung des Zylinderkopfes.

[0022] Der in **Fig. 2** dargestellte Querschnitt durch das Zylinderkurbelgehäuse 2 und den Liner 4 veranschaulicht den Verlauf der weitgehend geschlossenen äußeren

Kühlkanäle 8, zudem ist der Wassermantel 14 im Zylinderkurbelgehäuse dargestellt.

[0023] In **Fig. 3** wird ein Längsschnitt durch ein Zylinderkurbelgehäuse 2 mit Liner 4 dargestellt. In dieser Ansicht sind im Stegbereich 12 die Kühlkanäle 10 hervorgehoben. Diese verlaufen ebenfalls weitgehend geschlossen und sind, wie in **Fig. 1** gestrichelt dargestellt, mit den Kühlkanälen 8 verbunden.

[0024] Im folgenden **Beispiel** wird das Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Zylinderkurbelgehäuse 2 näher erläutert. Es wird eine Kokille mit einem integrierten Sandkern bereitgestellt. Die Kokille weist die Kontur des Liners 4 auf, der Sandkern bildet den späteren Wassermantel 6 aus. Im Bereich der Stegkühlkanäle 10 kann der Kern eine minimale Breite von 1,5 mm aufweisen.

[0025] Im Schwerkraftguss oder im Niederdruckguss wird eine übereutektische Aluminium-Siliziumlegierung beispielsweise AlSi15, AlSi17 oder AlSi9 in die Kokille eingegossen. Nach dem Abkühlen wird der Liner 4 aus der Kokille entnommen, der Sandkern entfernt und der Liner 4 gegebenenfalls entgratet und/oder spanend bearbeitet. Zudem kann fakultativ eine Oberflächenbehandlung des Liners 4 erfolgen, die die Anbindung zum Zylinderkurbelgehäuse 2 verbessern kann. Hierzu können mechanisches Aufrauen, wie Sandstrahlen, chemische Behandlungen, oder Beschichtungen gehören.

[0026] Anschließend wird der Liner 4 in ein Druckgusswerkzeug auf Pinolen aufgesetzt. Durch die Verbindung der einzelnen Zylinderlaufbuchsen 5 im Liner 4 ist eine sehr genaue Zentrierung der Buchsen 5 möglich, was zu einem genaueren Bohrungsabstand im Zylinderkurbelgehäuse 2 führt. Das Zylinderkurbelgehäuse 2 wird nun im Druckgussverfahren mit einer geeigneten Aluminiumlegierung, z. B. eine AlSi9Cu3 ausgegossen. Beim Druckgießen kommt es zumindest bereichsweise zu einer chemischen Verbindung zwischen der Legierung des Liners und des Zylinderkurbelgehäuse an deren Grenzflächen.

[0027] Gegebenenfalls kann der Liner 4 zu einer Ölwannenseite 20 hin geschlossen ausgestaltet sein. Dies kann durch einen (nicht dargestellten) Boden geschehen, der bereits bei der Herstellung des Liners 4 eingegossen wird. Durch diese Maßnahme wird ein Eindringen (Einspritzen) der Aluminiumschmelze zwischen Zylinderlauflächen 15 und Pinole beim Druckgießen verhindert. Der Nachbearbeitungsaufwand wird so deutlich reduziert. Es muss lediglich der Boden, der die Zylinderlaufbuchse 5 abschließt, spanend abgearbeitet werden.

[0028] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Zylinderkurbelgehäuse 2 besteht darin, dass durch die gegenüber von einzelnen Zylinderlaufbuchsen vergrößerte Oberfläche des Liners 4 zu einer besseren Anbindung zwischen dem Zylinderkurbelgehäuse 2 und dem Einsussteil (Liner 4) führt. Hierdurch wird wiederum der Wärmeübergang zwischen den thermisch hochbelasteten Zylinderlauflächen 15 und dem Zylinderkurbelgehäuse 2 verbessert.

[0029] Weiterhin wird durch die integrierte Bauweise des Liners 4 ein gelegentlich auftretendes, geringfügiges Absinken der Zylinderlaufbuchsen im Motorbetrieb (Setzen) verhindert. Ebenfalls wird verhindert, dass Kühlwasser in den Ölkreislauf gelangen kann, was unter Umständen vorkommt, wenn bei einzelnen Buchsen eine Spalt zwischen der Buchse und dem Umguss (Zylinderkurbelgehäuse) auftritt.

[0030] In einer weiteren Ausgestaltungsform der Erfindung wird der Liner im Kokillenguss durch eine AlSi7Mg-Legierung gegossen. Nach einer Bearbeitung wird auf Innenflächen der Zylinderlaufbuchsen des Liners durch Plasmaspritzen eine Schicht aufgebracht. Diese Schicht aus einer übereutektische AlSi-Legierung dient nach einer Endbearbeitung (Feindreihen, Honen) als Zylinderlaufauflfläche.

[0031] Grundsätzlich kann die Schicht durch alle gebräuchlichen Beschichtungsverfahren aufgebracht werden. Thermische Spritzschichten, wie Plasmaspritzen, Lichtbogendrahtspritzen oder Flammsspritzen haben sich bewährt. Als Schichtmaterial kann ebenfalls grundsätzlich jedes verschleißbeständige Material verwendet werden, das mit dem Reibpartner, einem Kolbenring (und Kolbenhemd) tribologisch abgestimmt ist.

Patentansprüche

1. Druckguss-Zylinderkurbelgehäuses,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** in das Zylinderkurbelgehäuse (2) mindestens eine zusammenhängende Reihe (4) aus mindestens zwei Zylinderlaufbuchsen (5) eingegossen ist,
- die Reihe Zylinderlaufbuchsen (4) aus einem Sand- oder Kokillengussstück besteht,
- die Reihe Zylinderlaufbuchsen (4) mindestens einen Wassermantel (6) aufweist,
- wobei der Wassermantel bezüglich einer einem Zylinderkopf zugewandten Seite (18) des Zylinderkurbelgehäuses (2) mindestens teilweise geschlossen ist.

2. Druckguss-Zylinderkurbelgehäuses,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** in das Zylinderkurbelgehäuse (2) mindestens eine zusammenhängende Reihe (4) aus mindestens zwei Zylinderlaufbuchsen (5) eingegossen ist,
- die Reihe Zylinderlaufbuchsen (4) aus einem Sand- oder Kokillengussstück besteht,
- die Reihe Zylinderlaufbuchsen (4) mindestens einen Wassermantel (6) aufweist,
- das mindestens ein Kühlkanal (10) des Wassermantels (6) durch den Stegbereich (12) zwischen den Zylinderlaufbuchsen (5) verläuft.

3. Druckguss-Zylinderkurbelgehäuses nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Reihe Zylinderlaufbuchsen (4) aus einem Gussmaterial auf Eisenbasis besteht.

4. Druckguss-Zylinderkurbelgehäuses nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Reihe Zylinderlaufbuchsen (4) aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung besteht.

5. Druckguss-Zylinderkurbelgehäuses nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Reihe Zylinderlaufbuchsen (4) aus einer Standard-Aluminium-Gießlegierung besteht und eine Zylinderlaufauflfläche mit einer tribologisch beständigen Schicht beschichtet ist.

6. Druckguss-Zylinderkurbelgehäuses nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schicht eine thermische Spritzschicht ist.

7. Verfahren zur Herstellung eines Druckguss-Zylinderkurbelgehäuses nach Anspruch 1 oder 2, umfassend folgende Schritte:

- Gießen einer Reihe von Zylinderlaufbuchsen (4) unter Verwendung eines verlorenen Kerns zur Ausbildung eines zumindest teilweise geschlossenen Wassermantels (6),
- Einlegen der Reihe von Zylinderlaufbuchsen (4) in ein Druckgießwerkzeug eines Zylinderkurbelgehäuses (2) und
- Druckgießen des Zylinderkurbelgehäuses (2) und gleichzeitiges Eingießen der Reihe Zylinderlaufbuchsen (4).

Claims

1. High-pressure die-cast cylinder crankcase, **characterized**

- **in that** at least one continuous row (4) of at least two cylinder barrels (5) is cast into the cylinder crankcase (2),
- the row of cylinder barrels (4) comprises a sand casting or chill casting,
- the row of cylinder barrels (4) has at least one water jacket (6),
- the water jacket being at least partially closed with respect to a side (18) of the cylinder crankcase (2) which faces a cylinder head.

2. High-pressure die-cast cylinder crankcase, **characterized**

- **in that** at least one continuous row (4) of at least two cylinder barrels (5) is cast into the cylinder crankcase (2),
- the row of cylinder barrels (4) comprises a sand casting or chill casting,
- the row of cylinder barrels (4) has at least one water jacket (6),
- the at least one cooling passage (10) of the water jacket (6) runs through the web region (12) between the cylinder barrels (5).

3. High-pressure die-cast cylinder crankcase according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the row of cylinder barrels (4) consists of an iron-based cast material.

4. High-pressure die-cast cylinder crankcase according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the row of cylinder barrels (4) consists of a hypereutectic aluminum-silicon alloy.

5. High-pressure die-cast cylinder crankcase according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the row of cylinder barrels (4) consists of a standard aluminum casting alloy, and a cylinder running surface is coated with a layer that is able to withstand frictional loads.

6. High-pressure die-cast cylinder crankcase according to Claim 5, **characterized in that** the layer is a thermally sprayed layer.

7. Process for producing the high-pressure die-cast cylinder crankcase according to Claim 1 or 2, comprising the following steps:

- casting a row of cylinder barrels (4) using a lost core so as to form an at least partially closed water jacket (6),
- placing the row of cylinder barrels (4) into a high-pressure die-casting die of a cylinder crankcase (2), and
- high-pressure die-casting the cylinder crankcase (2) and at the same time casting in the row of cylinder barrels (4).

Revendications

1. Carter-cylindres coulé sous pression, **caractérisé en ce que**

- au moins une rangée continue (4) d'au moins deux chemises de cylindres (5) est coulée dans le carter-cylindres (2),

- la rangée de chemises de cylindres (4) se compose d'une pièce produite par coulage en coquille ou par coulage en sable,
- la rangée de chemises de cylindres (4) présente au moins une chemise d'eau (6),
- la chemise d'eau étant au moins partiellement fermée par rapport à un côté (18) du carter-cylindres (2) tourné vers la culasse.

2. Carter-cylindres coulé sous pression, **caractérisé en ce que**

- au moins une rangée continue (4) d'au moins deux chemises de cylindres (5) est coulée dans le carter-cylindres (2),
- la rangée de chemises de cylindres (4) se compose d'une pièce produite par coulage en coquille ou par coulage en sable,
- la rangée de chemises de cylindres (4) présente au moins une chemise d'eau (6),
- et l'au moins un canal de refroidissement (10) de la chemise d'eau (6) s'étend à travers la région d'âme entre les chemises de cylindres (5).

3. Carter-cylindres coulé sous pression selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la rangée de chemises de cylindres (4) se compose d'un matériau coulé à base de fer.

4. Carter-cylindres coulé sous pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la rangée de chemises de cylindres (4) se compose d'un alliage d'aluminium et de silicium sur-eutectique.

5. Carter-cylindres coulé sous pression selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la rangée de chemises de cylindres (4) se compose d'un alliage coulé standard d'aluminium et une surface de contact de cylindres est revêtue d'une couche à résistance tribologique.

6. Carter-cylindres coulé sous pression selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la couche est une couche pulvérisée thermique.

7. Procédé de fabrication d'un carter-cylindres coulé sous pression selon la revendication 1 ou 2, comprenant les étapes suivantes :

- coulée d'une rangée de chemises de cylindres (4) en utilisant un noyau perdu pour réaliser une chemise d'eau (6) au moins partiellement fermée,

- insertion de la rangée de chemises de cylindres (4) dans un outil de coulée sous pression d'un carter-cylindres (2) et
- coulée sous pression du carter-cylindres (2) et coulée simultanée de la rangée de chemises de cylindres (4).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

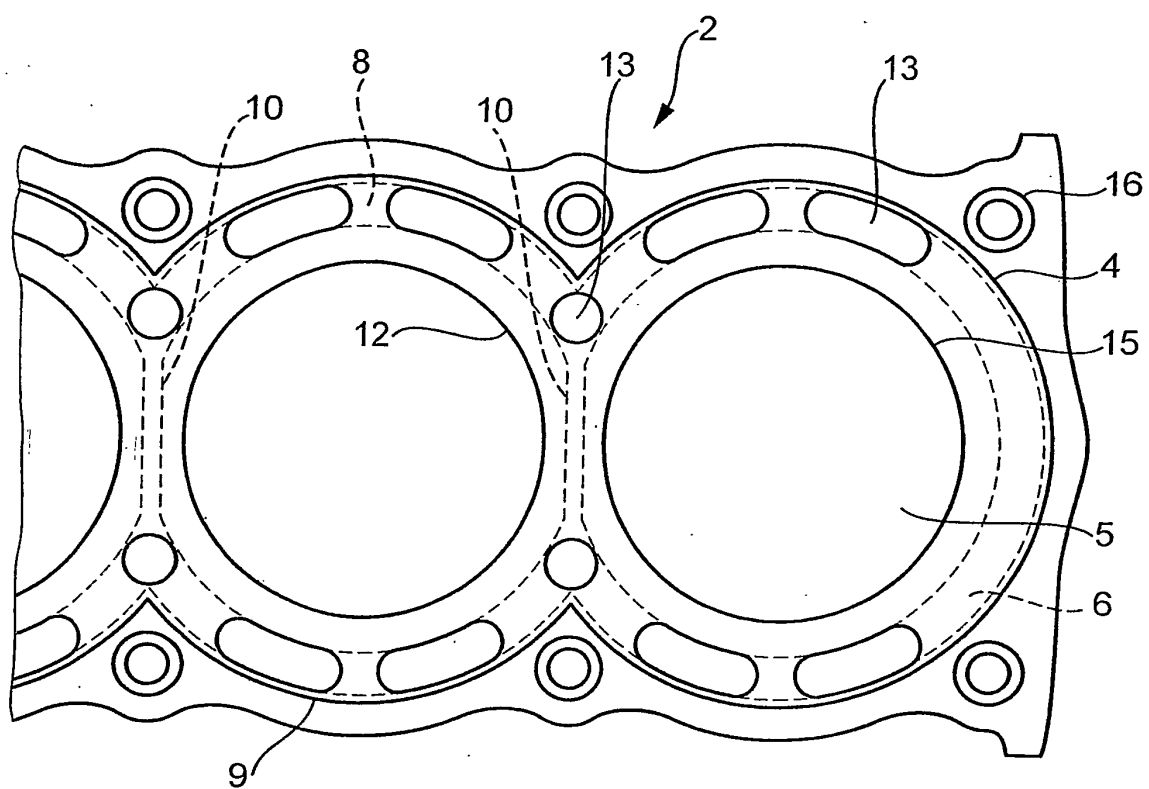


Fig. 1

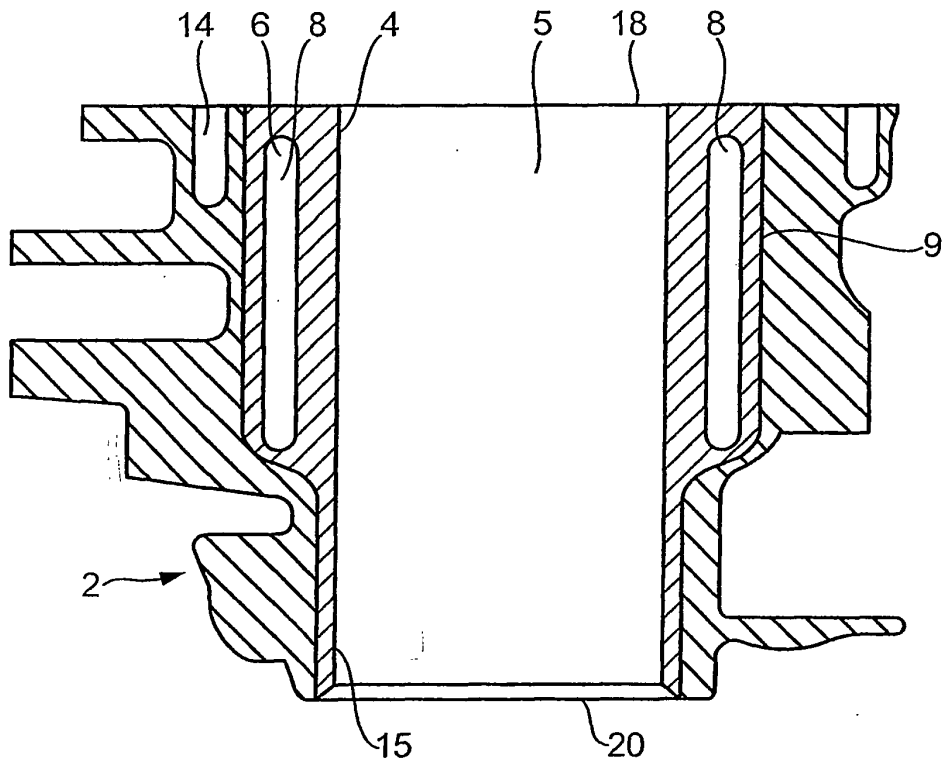


Fig. 2

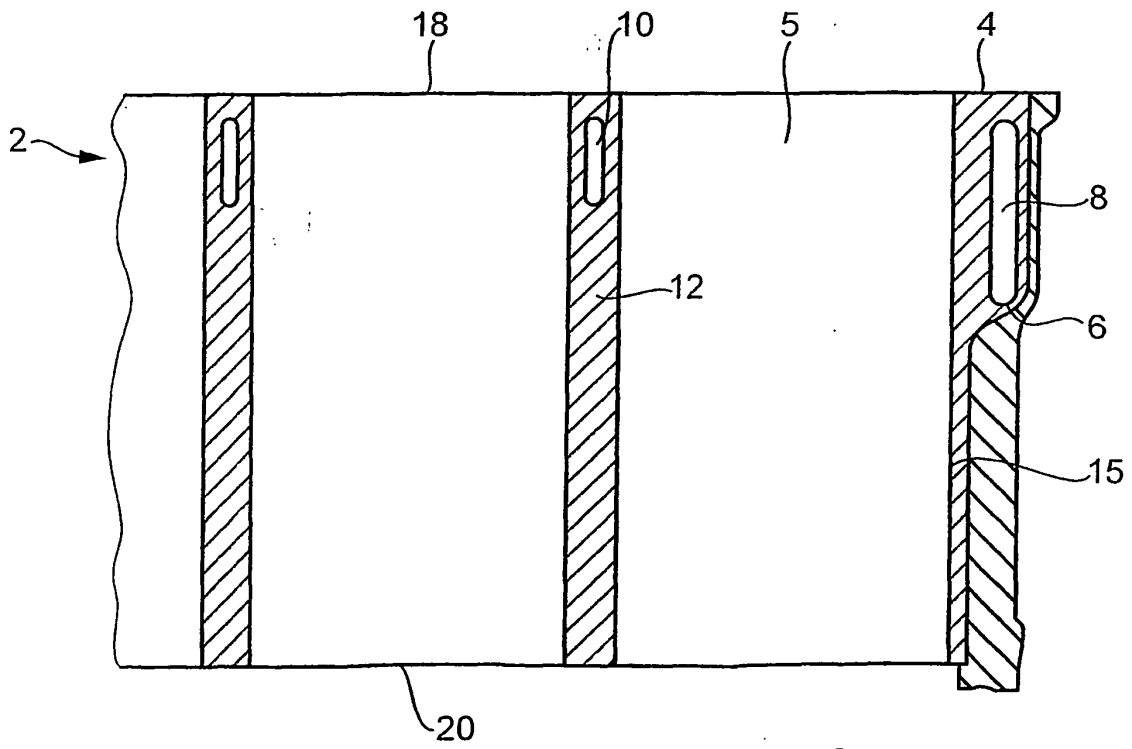


Fig. 3

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

- US 4446906 A [0005]
- US 5862852 A [0006]