

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Februar 2004 (19.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/015260 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F02F 1/10**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008287

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Juli 2003 (28.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 35 910.5 6. August 2002 (06.08.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **PEAK WERKSTOFF GMBH** [DE/DE]; Siebene-
cker Strasse 235, 42553 Velbert (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GOHRBANDT, Uwe**
[DE/DE]; Röntgenstr. 34, 42781 Haas (DE). **KRUG, Pe-
ter** [DE/DE]; Wilhelm-Teleu-Weg 2, 42555 Velbert (DE).
BAUMGARTEN, Jürgen [DE/DE]; Schönebeckerstr. 50,
42283 Wuppertal (DE).

(74) Anwalt: **GRÄTINGER & PARTNER (GBR)**; Wittels-
bacherstrasse 5, 82319 Starnberg 1 (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

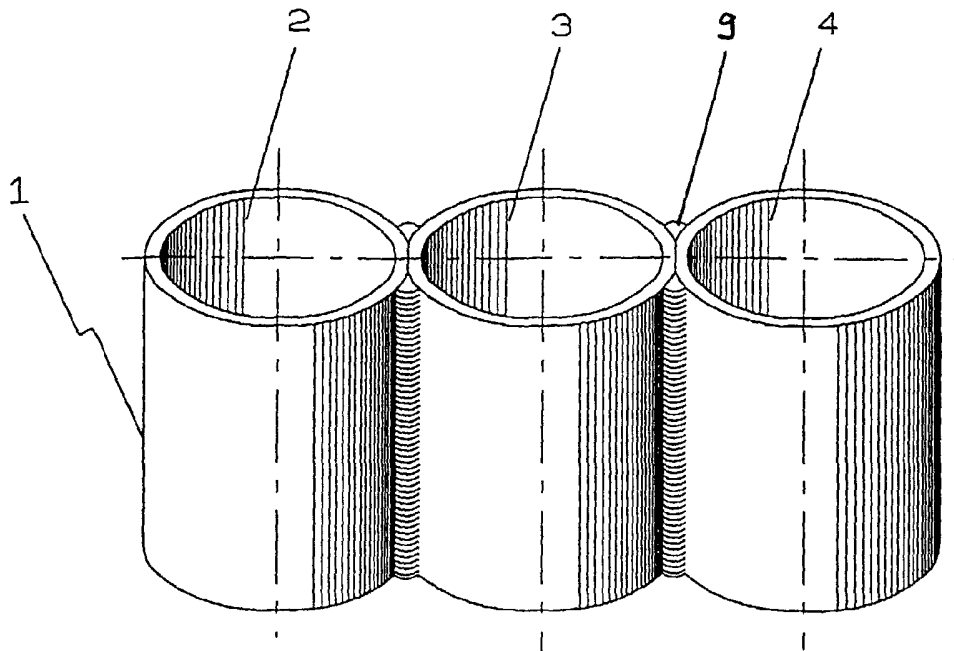
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: COMBINATION OF CYLINDER LININGS CONSISTING OF A LIGHT-METAL ALLOY

(54) Bezeichnung: VERBUND VON ZYLINDERLAUFBUCHSEN AUS LEICHTMETALL-LEGIERUNG



(57) Abstract: The invention relates to a combination of individually pre-fabricated cylinder linings consisting of a light metal alloy with inlaid hard phases for casting into a cylinder block of an internal combustion engine. In said combination, a plurality of cylinder linings (2, 3, 4) are joined in a row by means of a non-positive and/or positive engagement, the distance between the axes of the cylinder linings corresponding to the cylinder bore centre distance of the cylinder block.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/015260 A1



(57) Zusammenfassung: In einem Verbund von einzelnen vorgefertigten Zylinderlaufbuchsen aus einer Leichtmetall-Legierung mit eingelagerten Hartphasen zum Eingießen in einen Zylinderblock eines Verbrennungsmotors, ist eine Mehrzahl von Zylinderlaufbuchsen (2, 3, 4) in reihenförmiger Anordnung, in welcher der Achsenabstand der Zylinderlaufbuchsen dem Zylinderbohrungsmittenabstand des Zylinderblocks entspricht, kraft- und/oder formschlüssig gefügt.

Verbund von Zylinderlaufbuchsen aus Leichtmetall-Legierung

Die vorliegende Erfindung liegt auf dem Gebiet der Kraftfahrzeugmotortechnik und betrifft insbesondere Zylinderlaufbuchsen, die in den Zylinderblock bzw. das Kurbelgehäuse eines Hubkolben-Verbrennungsmotors eingegossen werden sollen.

Heutzutage werden die Zylinderblöcke bzw. Kurbelgehäuse von Verbrennungsmotoren zur Verminderung des Gewichts im allgemeinen aus legiertem Aluminium gefertigt. Kostengünstige, gut gießfähige und gut zu bearbeitende Aluminiumlegierungen sind jedoch mit dem Nachteil einer verhältnismäßig niedrigen Warmfestigkeit und einem schlechten Verschleißwiderstand an den Kolbenlaufflächen der Zylinderbohrungen verbunden. Derartige Laufflächen sind deshalb als direkte Laufpartner für die Kolben mit Kolbenringen ungeeignet.

Um die Verschleißfestigkeit der Kolbenlaufflächen zu erhöhen, ist bekannt Zylinderlaufbuchsen vorzusehen, die beispielsweise aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung gefertigt sind.

Problematisch ist hierbei die verschieb- und drehsichere Fixierung der Zylinderlaufbuchsen im Zylinderblock bzw. Kurbelgehäuse. Diese werden hierzu entweder nachträglich in den fertig bearbeiteten Zylinderblock eingesetzt, insbesondere eingepresst oder thermisch gefügt, oder beim Gießen des Zylinderblocks mit der Aluminiumlegierung umgossen, wobei das Eingießen der Zylinderlaufbuchsen als der bevorzugte Fertigungsverfahren angesehen werden kann.

Beim Eingießen der Zylinderlaufbuchsen werden diese bislang einzeln in die Gießform des Kurbelgehäuses eingelegt, beispielsweise auf konische Pinolen aufgesteckt, und anschließend mit der Aluminiumlegierung umgossen. Wenn keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden, wirft jedoch auch dieses Verfahren technische Probleme auf, die sich insbesondere aus einer minimal einzuhaltenden Stegbreite zwischen den Laufbuchsen beim Eingießen ergeben. So ist es bei dem üblicherweise eingesetzten Druckgussverfahren notwendig, einen Abstand von wenigstens einigen Millimetern (im allgemeinen 2-3 mm) zwischen den Laufbuchsen einzuhalten, damit eine vollständige Füllung des Raums zwischen den Laufbuchsen mit Schmelze gewährleistet ist, und die Laufbuchsen nach Erkalten der Schmelze verschieb- und dreh sicher im Zylinderblock fixiert sind. Dies gilt umso mehr für die hierbei weniger häufig eingesetzten langsam füllenden Gießverfahren, wie Kokillenguss und Sandguss, bei denen für ein vollständiges Eingießen der Laufbuchsen noch wesentlich größere Abstände zwischen den Laufbuchsen eingehalten werden müssen.

Bei der Fertigung von Verbrennungsmotoren ist der Zylinderbohrungsmittenabstand eine zentrale Größe bei der Auslegung des Motors, deren Änderung weit reichende konstruktive Änderung nach sich ziehen würde. Um derartige Schwierigkeiten zu vermeiden, wird der Zylinderbohrungsmittenabstand in praxi als quasi konstante Größe angesehen. Gleiche Einschränkungen gelten für die Baulänge des Zylinderblocks und damit einhergehend die maximale Länge der darin eingegossenen Laufbuchsen, welche den maximal möglichen Kolbenhub vorgibt. Hieraus folgt, dass durch den gießtechnisch bedingten notwendigen Minimalabstand zwischen den Laufbuchsen, welcher den Durchmesser der Zylinderräume limitiert, bei einer gegebenen Auslegung des Motors

dem maximal erzielbaren Hubraum nachteilige Einschränkungen auferlegt sind.

Ferner hat sich gezeigt, dass wenn der Abstand zwischen den in den Zylinderblock eingegossenen Laufbuchsen klein ist, die Festigkeit des Stegbereichs zwischen den Laufbuchsen abnimmt. Dies gilt insbesondere für die Verwindungssteifigkeit des Zylinderkurbelgehäuses, welches beim Betrieb des Verbrennungsmotors bekanntlich hohen tordierenden Belastungen standhalten muss. Vor allem wenn der Verbrennungsmotor mit hohen Drehzahlen läuft, besteht die Gefahr, dass Risse oder Brüche im Stegbereich zwischen den Laufbuchsen auftreten, welche schlimmstenfalls eine Lockerung der Laufbuchsen und einen dadurch bedingten Ausfall des Motors zur Folge haben können.

Als weiterer Punkt ist anzuführen, dass in modernen Verbrennungsmotoren die zwischen Zylinderkopf und Zylinderblock befindliche Zylinderkopfdichtung aufgrund immer höherer Temperaturen und Drücke im Brennraum immer stärker belastet wird. Um Undichtigkeiten zu vermeiden, muss der Zylinderkopf deshalb mit einer ausreichend hohen Kraft auf den Zylinderblock gedrückt ("vorgespannt") werden, wobei jedoch zu beachten ist, dass eine zu hohe Presskraft zu unerwünschten Formänderungen an Zylinderkopf oder Zylinderblock führen kann. Insbesondere wird durch eine hohe Presskraft des Zylinderkopfs eine plastische Verformung von Material unterhalb der Zylinderkopfdichtung ("Druckkriechen") begünstigt. Dieser Effekt tritt vor allem im Bereich der Stege unterhalb der in dieser Hinsicht nachteiligen Sicken der Zylinderkopfdichtung auf, wodurch insbesondere bei Vorliegen kleiner Zylinderbohrungsmittenabstände Undichtigkeiten entstehen können.

Weiterhin tritt bei den herkömmlichen Verfahren zum Eingießen der Laufbuchsen in den Zylinderblock oft das Problem auf, dass die auf die Pinolen aufgesteckten Laufbuchsen nicht hinreichend fest fixiert werden können und sich während des Eingießprozesses bewegen, was sich in der Praxis als ein häufiger Grund für die Produktion von Ausschuss erwiesen hat.

DE 696 11 751 T2 zeigt ein Verfahren zur Herstellung von Zylinderblöcken, bei welchem eine Buchsenanordnung, bestehend aus mit elastischen Silikonklebstoff gefügten Laufbuchsen, in einen Gehäuseblock eingegossen wird. In der Buchsenanordnung sind Zylinderlaufbuchsen in einer Richtung, in der die Zylinderlaufbuchsen ausgerichtet sind, relativ zueinander bewegbar.

DE 693 04 718 T2 und DE 692 18 395 T2 zeigen eine Zylinderlaufbuchsen umfassende monolithisch gegossene Zylinderlaufbuchsenanordnung.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, die eingangs geschilderten Nachteile der im Stand der Technik bekannten Verfahren zum Eingießen von Zylinderlaufbuchsen in einen Zylinderblock zu überwinden.

Erfindungsgemäß wird zu diesem Zweck ein Verbund von einzelnen vorgefertigten Zylinderlaufbuchsen aus einer Leichtmetall-Legierung mit eingelagerten Hartphasen zum Eingießen in einen Zylinderblock eines Verbrennungsmotors, bei welchem eine Mehrzahl von Zylinderlaufbuchsen in reihenförmiger Anordnung, in welcher der Achsenabstand der Zylinderlaufbuchsen dem Zylinderbohrungsmittenabstand des Zylinderblocks entspricht, kraft- und/oder formschlüssig gefügt sind. Die Zylinderlaufbuchsen sind somit derart gefügt, dass die Anordnung ihrer Hohlräume

der Anordnung der gegebenenfalls noch weiter zu bearbeitenden Zylinderräume des Zylinderblocks entspricht.

Da die Zylinderlaufbuchsen bereits gefügt sind und deshalb beim Umgießen keine Schmelze mehr in den Zwischenraum zwischen den Zylinderlaufbuchsen fließen muss, kann der Abstand zwischen den als Laufbuchsen einzugießenden Zylinderlaufbuchsen in vorteilhafter Weise kleiner als bei dem herkömmlichen Eingießen von einzelnen Laufbuchsen gewählt werden. Die Zylinderlaufbuchsen können mit Abstand, d. h. mit einem Abstandshalter, ohne Abstand, d. h. bei Berührung ihrer äußeren Umfangsflächen, oder sogar mit unterschrittenem Abstand, d. h. bei einer Verminderung der Stärke der Zylinderlaufbuchsenwände, gefügt und in einen Zylinderblock eingegossen werden. Dies ermöglicht insbesondere bei einem vorgegebenen Zylinderbohrungsmittenabstand den Innendurchmesser der Laufbuchsen gegenüber dem Stand der Technik zu vergrößern und dadurch einen größeren Zylinderhubraum zu erzielen. In vorteilhafter Weise sind somit bei einer gleichbleibenden Hublänge und einem gleichbleibenden Zylinderbohrungsmittenabstand größere Hubräume und damit höhere Leistungen des Verbrennungsmotors möglich.

Eine dreh- und verschiebesichere Fixierung der Zylinderlaufbuchsen ist bei dem erfindungsgemäßen Zylinderlaufbuchsenvor- bund, selbst bei sehr kleinen oder verschwindenden Laufbuchs- senabständen, stets gewährleistet, da die Laufbuchsen, unab- hängig von den gießtechnischen Beschränkungen im Stand der Technik, beim Eingießen bereits sicher gefügt sind. Ein Lösen einzelner Laufbuchsen aus dem gefügten Verbund während des Be- triebs des Verbrennungsmotors ist, im Unterschied zum Stand der Technik, wo vor allem bei sehr kleinen Stegbreiten zwi- schen den Laufbuchsen und bei hohen Drehzahlen des Verbren- nungsmotors die Gefahr einer Lockerung einzelner Laufbuchsen

besteht, bei einer (stets möglichen) hinreichend festen Fügung der Zylinderlaufbuchsen nicht zu befürchten. Darüber hinaus ist durch den starren Verbund der Zylinderlaufbuchsen die Verwindungssteifigkeit des Zylinderblocks deutlich verbessert.

Beim Eingießen des Zylinderlaufbuchsenverbunds zeigt sich weiterhin der Vorteil, dass im Unterschied zum Stand der Technik, wo jede Laufbuchse einzeln positioniert und fixiert werden muss, der Verbund nur als Ganzes positioniert und fixiert zu werden braucht. Da eine Bewegung einzelner Zylinderlaufbuchsen im Verbund beim Eingießen nicht möglich ist, ist die relative Lage der einzugießenden Laufbuchsen stets gleich. Die nur noch notwendige Positionierung und Fixierung des gesamten Verbunds ist grundsätzlich einfacher, sicherer und vor allem auch schneller zu bewerkstelligen als bei einzelnen Laufbuchsen, wie im Stand der Technik. Dies trägt in vorteilhafter Weise dazu bei, die Ausschussquote bei der Fertigung der Zylinderblöcke zu reduzieren, und durch den gewonnenen Zeitvorteil das Verfahren zu beschleunigen.

Die Zylinderlaufbuchsen werden vorzugsweise durch Anbringen von Fügenähten mittels eines herkömmlichen Schweißverfahrens gefügt. Hierzu kann beispielsweise das Laserstrahl-, Elektro-
nenstrahl- oder Reibrührschweißen eingesetzt werden. Andererseits besteht grundsätzlich auch die Möglichkeit, dass die Zylinderlaufbuchsen ausschließlich oder zusätzlich durch Formschluss gefügt werden. Beispielsweise können die Zylinderlaufbuchsen in der Art einer Schwalbenschwanzführung entlang der Profilachsen gefügt werden, durch welche die Zylinderlaufbuchsen in einer Richtung senkrecht zu den Profilachsen befestigt werden.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verbunds von Zylinderlaufbuchsen weisen die Zylinderlaufbuchsen zum Fügen geeignete Stoßflächen an ihren äußeren Umfangsflächen auf. Diese Stoßflächen können beispielsweise Abflachungen sein, welche beim Fügen des Verbunds zur gegenseitigen Anlage gebracht werden. Abflachungen haben den besonderen Vorteil, dass die Zylinderlaufbuchsen noch "enger" gefügt werden können und dadurch, bei gegebenem Zylinderbohrungsmittenabstand und gegebenem Längshub, sowie unter Berücksichtigung einer mindestens notwendigen Wandstärke der Zylinderlaufbuchsen, die Querschnittsfläche des Zylinderlaufbuchses und damit der Hubraum der Laufbuchse noch weiter vergrößert werden können.

Wie eingangs bereits geschildert, können die Zylinderlaufbuchsen mit, ohne oder unterschrittenem Abstand zwischen benachbarten Zylinderlaufbuchsen gefügt werden, so dass stets gewährleistet ist, dass der Abstand der Hohlzylinderachsen einem vorgegebenen Zylinderbohrungsmittenabstand der eingegossenen Laufbuchsen entspricht.

Bei den modernen Verbrennungsmotoren ist die Zylinderkopfdichtung aufgrund hoher Temperaturen und Drücke im Brennraum immer stärkeren Belastungen ausgesetzt, weshalb der Zylinderkopf mit sehr hoher Presskraft auf den Zylinderblock aufgedrückt werden muss. Um die damit verbunden nachteiligen Folgeerscheinungen (z. B. Druckkriechen) zu vermeiden, ist es vorteilhaft, wenn durch eine Kühlung zwischen den Laufbuchsen die Fließgrenzen des Materials nicht erreicht werden und deshalb plastische Verformungen vermieden werden können.

Zu diesem Zweck kann im erfindungsgemäßen Verbund im Fügebereich zwischen benachbarten Zylinderlaufbuchsen in vorteilhafter Weise wenigstens ein zum Transport von Kühlfluid geeig-

meter, einseitig oder beidseitig offener Kanal geformt sein. Durch die Kühlung des Fügebereichs, wozu Kühlfluid durch den einseitig oder beidseitig offenen Kanal gepumpt wird, kann in vorteilhafter Weise eine plastische Verformung von Material aufgrund einer hohen Vorspannung des Zylinderkopfs vermieden werden.

Ein derartiger Kanal kann so gestaltet sein, dass er innerhalb des Fügebereichs in wenigstens einer der äußeren Umfangsflächen der benachbarten Zylinderlaufbuchse ausgespart ist. So kann der Kanal entweder durch eine Aussparung in nur einer äußeren Umfangsfläche oder durch Aussparungen in beiden äußeren Umfangsflächen der benachbarten Zylinderlaufbuchse, wobei sich die Aussparungen der benachbarten Zylinderlaufbuchsen zu einem Kanal ergänzen, geformt sein.

Alternativ hierzu kann der Kanal von einem innerhalb des Fügebereichs angeordneten und befestigten Kanalhohlprofil gebildet sein. Ein derartiges Kanalhohlprofil wird zunächst zwischen den zu einem Verbund zu fügenden Zylinderlaufbuchsen positioniert, welche anschließend gefügt werden. Zum Fügen der Zylinderlaufbuchsen können benachbarte Zylinderlaufbuchsen jeweils an dem zwischen ihnen befindlichen Kanalhohlprofil, beispielsweise durch eine Fügenaht, befestigt werden. Zudem lässt sich über die Abmessung eines Kanalhohlprofils längs der reihenförmigen Anordnung der Zylinderlaufbuchsen der Abstand der Zylinderlaufbuchsen im Hinblick auf einen vorgegebenen Zylinderbohrungsmittenabstand variieren. Alternativ hierzu kann ein zwischen den Zylinderlaufbuchsen angeordnetes zur Einhaltung eines bestimmbareren Abstands vorgesehenes Abstandsprofil einen Kanal zum Transport von Kühlfluid formen. Das Abstandsprofil unterscheidet sich vom Kanalhohlprofil dahingehend, dass der Kanal ausschließlich von dem Kanalhohlprofil geformt ist, wäh-

rend hierzu bei dem Abstandsprofil auch Abschnitte der äußeren Umfangsflächen der angrenzenden Zylinderlaufbuchsen teilhaben.

Vorzugsweise befindet sich ein Kanal zum Kühlen im wesentlichen nur auf Höhe des zur Verbrennung von Kraftstoff vorgesehenen Raums der als Laufbuchsen einzugießenden Zylinderlaufbuchsen, um eine Kühlung der den hohen Temperaturen am stärksten ausgesetzten Bereiche zu bewirken. Insbesondere ist es bevorzugt, wenn sich ein solcher Kanal im wesentlichen nur auf Höhe des der Zylinderkopfdichtung angrenzenden Endes der als Laufbuchsen einzugießenden Zylinderlaufbuchsen befindet, so dass vor allem der der Zylinderkopfdichtung angrenzende Bereich gekühlt wird, und ein Druckkriechen des unmittelbar unter der Zylinderkopfdichtung befindlichen Materials unterbunden werden kann.

Erfindungsgemäß können die aus einer Leichtmetall-Legierung mit eingelagerten Hartphasen gebildeten Zylinderlaufbuchsen aus einer, gegebenenfalls übereutektischen, Aluminium-Silizium-Legierung bestehen. In dieser Legierung werden die eingelagerten Hartphasen durch das Silizium gebildet. Andere als Hartphasen in der Aluminiummatrix geeignete Elemente können beispielsweise SiC, TiO₂ oder Al₂O₃ sein.

Der Gehalt von Silizium in der Aluminium-Silizium-Legierung beträgt vorteilhaft 12-40 Gew.-%, bevorzugt 17-30 Gew.-%, und insbesondere bevorzugt 25 Gew.-%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht der Legierung.

Die als Laufbuchsen einzugießenden Zylinderlaufbuchsen aus Leichtmetall-Legierung mit eingelagerten Hartphasen, beispielsweise aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung, werden vorteilhaft durch das Sprühkompaktierverfahren

ren hergestellt, welches an sich bekannt ist, und hier deshalb nicht näher erläutert werden muss.

Bei dem Material des den Kühlkanal bildenden Kanalhohlprofils handelt es sich vorteilhaft um gut formbare Leichtmetall-Legierungen, beispielsweise Aluminiumlegierungen, bei denen man auf einen übereutektischen Gehalt von Hartphasen ergebenden Elementen verzichten kann.

In dem erfindungsgemäßen Zylinderlaufbuchsenverbund weisen die Zylinderlaufbuchsen vorteilhaft eine Wandstärke im Bereich von 3-8 mm, insbesondere bevorzugt ungefähr 4 mm auf.

Der Verbund besteht vorzugsweise aus 2, 3, 4, 5, 6 oder 8 Zylinderlaufbuchsen. Beispielsweise kann ein Verbund aus 4 gefügten Zylinderlaufbuchsen in den Zylinderblock eines Vierzylinder-Reihenmotors, oder in zweifacher Ausfertigung, in den Zylinderblock eines V8-Motors (2 Reihen à 4 Zylinder) als Laufbuchsen eingegossen werden. In entsprechender Weise kann ein V6-Motor mit zwei einzelnen Verbünden aus jeweils 3 gefügten Zylinderlaufbuchsen als Laufbuchsen bestückt werden.

Der Zylinderlaufbuchsenverbund kann zum genauen und einfachen Positionieren beim Eingießen in einen Zylinderblock bzw. ein Kurbelgehäuse vorteilhaft mit Positionier- bzw. Kennmarken ausgestattet werden, welche zu diesem Zweck am Verbund angebracht werden können.

Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Verfahren zum Herstellen eines, wie vorstehend beschriebenen, erfindungsgemäßen Verbunds aus Zylinderlaufbuchsen, bei welchem durch die aufeinanderfolgenden Schritte Sprühkompaktieren, Warmstrangpressen und Warmumformen gefertigte Zylinderlaufbuchsen kraft-

und/oder formschlüssig gefügt werden. Insbesondere werden hierbei die durch das Sprühkompaktieren gefertigten Bolzen bei einer Temperatur im Bereich von 300-550°C warmstranggepresst und anschließend bei einer Temperatur im Bereich von 300-450°C rundgeknetet.

Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Eingießen eines, wie oben beschriebenen, erfindungsgemäßen Verbunds von Zylinderlaufbuchsen, bei welchem der Verbund in einer den Zylinderblock formenden Gießform positioniert und mit Leichtmetallwerkstoff umgossen wird. Hierbei wird vorzugsweise das Druckgussverfahren eingesetzt. Vorteilhaft erfolgt die Positionierung des Zylinderlaufbuchsenverbunds in der Gießform durch am Zylinderlaufbuchsenverbund angebrachte Positioniermarken. Wurde der Zylinderlaufbuchsenverbund mit Kanälen versehen, so ist es vorteilhaft, wenn in die Kanäle für Schmelze undurchlässige Salz- oder Sandkerne eingebracht werden.

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, wobei Bezug auf die beigelegten Zeichnungen genommen wird. Es zeigen

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Verbunds von Zylinderlaufbuchsen;

Fig. 2 Schnittansichten senkrecht zur Profilachse von Zylinderlaufbuchsen vor dem Fügen, ohne Kühlkanäle (Abbildung a) und mit Kühlkanälen in zwei unterschiedlichen Ausführungen (Abbildungen b, c);

Fig. 3 Schnittansichten senkrecht zur Profilachse der Zylinderlaufbuchsen von Fig.2 nach dem Fügen, wobei die

Zylinderlaufbuchsen über eine Fügenaht verbunden sind;

Fig. 4 Schnittansichten senkrecht zur Profilachse von Zylinderlaufbuchsen nach dem Fügen, wobei sich zwischen zwei Zylinderlaufbuchsen ein Kanal-Hohlprofil (Abbildung a) bzw. ein einen Kanal formendes Abstandspröfil (Abbildung b) befindet.

In den Figuren sind einander entsprechende Elemente mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet.

Zunächst sei Fig. 1 betrachtet, worin eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Verbunds 1 von Zylinderlaufbuchsen zum Eingießen in den Zylinderblock bzw. das Kurbelgehäuse eines Verbrennungsmotors dargestellt ist. Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, sind drei zylindrische Zylinderlaufbuchsen 2, 3, 4 unmittelbar an ihren äußeren Umfangsflächen in einer Reihe zu einem festen Verbund gefügt, wobei die Zylinderlaufbuchsenachsen einen Abstand haben, welcher einem vorgegebenen Zylinderbohrungsmittenabstand eines Zylinderblocks entspricht.

Die Zylinderlaufbuchsen wurden durch Sprühkompaktieren gefertigt und bestehen aus einer Aluminium-Silizium-Legierung mit einem Silizium-Gehalt von 25 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Legierung. Die Wandstärke der Zylinderlaufbuchsen beträgt 4 mm. Die Zylinderlaufbuchsen wurden durch Schweißen gefügt.

Der Verbund aus drei Zylinderlaufbuchsen ist in zweifacher Ausfertigung beispielsweise zum Eingießen als Laufbuchsen für einen V6-Motor geeignet (2 Reihen à 3 Zylinder).

Fig. 2 zeigt Schnittansichten in einer Ebene senkrecht zur Profilachse von unterschiedlichen Zylinderlaufbuchsen, welche zu einem Verbund gefügt werden sollen. Die obere Abbildung a) zeigt Zylinderlaufbuchsen 2, 3, 4, welche in ihren äußeren Umfangsflächen in Form von Abflachungen 5 geformte Stoßflächen aufweisen. Die Abflachungen 5 sind derart angeordnet, dass sie beim Fügen der Zylinderlaufbuchsen zur gegenseitigen Anlage gelangen. Die mittlere Abbildung b) zeigt Zylinderlaufbuchsen 2, 3, 4, in deren äußeren Umfangsflächen Aussparungen 7 ausgebildet sind. Die Aussparungen 7 sind so angeordnet, dass sie beim Fügen der Zylinderlaufbuchsen einen gemeinsamen Hohlraum, nämlich den Kanal zum Transport von Kühlfluid formen. Abbildung c) zeigt eine Variante der Zylinderlaufbuchsen von Abbildung b), bei welcher die Zylinderlaufbuchsen 2, 3, 4 in ihren den Aussparungen 7 angrenzenden äußeren Umfangsflächen mit Stoßflächen in Form von Abflachungen 6 versehen sind, welche beim Fügen der Zylinderlaufbuchsen zur gegenseitigen Anlage kommen.

Fig. 3 zeigt Schnittansichten senkrecht zur Profilachse der Zylinderlaufbuchsen von Fig. 2 nach dem Fügen. In Abbildung a) sind die an ihren Abflachungen 5 gefügten Zylinderlaufbuchsen 2, 3, 4 gezeigt. Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, sind angrenzende Zylinderlaufbuchsen jeweils durch eine Fügenaht 9 verbunden. In Abbildung b) sind die mit Aussparungen 7 versehenen Zylinderlaufbuchsen 2, 3, 4 in gefügten Zustand gezeigt. Die Aussparungen benachbarter Zylinderlaufbuchsen formen jeweils gemeinsam einen Kanal 8 zum Transport von Kühlfluid. Angrenzende Zylinderlaufbuchsen sind durch die Fügenähte 9 verbunden. In Abbildung c) sind die an ihren Stoßflächen 6 gefügten Zylinderlaufbuchsen 2, 3, 4 gezeigt. Angrenzende Aussparungen 7 formen jeweils einen Kanal 8 zum Transport von Kühlfluid. Die Zylinderlaufbuchsen sind mittels der Fügenähte 9 gefügt.

Durch die Stoßflächen 6 wird einerseits bewirkt, dass die Anlagefläche angrenzender Zylinderlaufbuchsen gegenüber der in Abbildung b) dargestellten Ausführungsform in vorteilhafter Weise vergrößert wird, andererseits kann hierdurch bei einer gleichbleibenden Tiefe der Aussparungen ein unterschiedliches Lumen der Kanäle 8 im Hinblick auf eine zu erzielende Kühlleistung beim Transport des Kühlfluids realisiert werden. Ferner ermöglicht das Anbringen der Stoßflächen 6 den Abstand der Zylinderlaufbuchsen einem kleineren Zylinderbohrungsmittenabstand anzupassen.

Fig. 4 zeigt Schnittansichten senkrecht zur Profilachse von Zylinderlaufbuchsen 2, 3, 4 nach dem Fügen, wobei zwischen zwei Zylinderlaufbuchsen ein Kanalhohlprofil 10 (Abbildung a) bzw. ein Abstandsprofil 11 (Abbildung b) angeordnet ist. In den in Fig. 4 gezeigten Ausführungsformen sind die Zylinderlaufbuchsen jeweils mit Stoßflächen in Form von Abflachungen 5 versehen, welche von jeweils zwei Seiten zur Anlage gegen die Kanalhohlprofile 10 bzw. Abstandsprofile 11 gelangen. Die Kanalhohlprofile 10 bzw. Abstandsprofile 11 sind jeweils mit angrenzenden Zylinderlaufbuchsen durch die Fügenähte 9 verbunden. Jedes Kanalhohlprofil 11 formt einen Kanal 8 zum Transport von Kühlfluid. Ebenso formt jedes Abstandsprofil 11, gemeinsam mit angrenzenden Abschnitten der äußeren Umfangsflächen der Zylinderlaufbuchse einen Kanal 8 zum Transport von Kühlfluid. Eine geeignete Dimensionierung der Kanalhohlprofile 10 bzw. Abstandsprofile 11 ermöglicht den Abstand der Zylinderlaufbuchseachsen entsprechend einem vorgegebenen Zylinderbohrungsmittenabstand einzustellen. Ebenso kann das Lumen der Kanäle im Hinblick auf eine zu erzielende Kühlleistung beim Transport des Kühlfluids variiert werden.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Insbesondere können die beschriebenen Ausführungsformen in geeigneter Weise miteinander kombiniert werden.

Ansprüche

1. Verbund von einzelnen vorgefertigten Zylinderlaufbuchsen aus einer Leichtmetall-Legierung mit eingelagerten Hartphasen zum Eingießen in einen Zylinderblock eines Verbrennungsmotors, bei welchem eine Mehrzahl von Zylinderlaufbuchsen (2, 3, 4) in reihenförmiger Anordnung, in welcher der Achsenabstand der Zylinderlaufbuchsen dem Zylinderbohrungsmittenabstand des Zylinderblocks entspricht, kraft- und/oder formschlüssig gefügt sind.
2. Verbund nach Anspruch 1, bei welchem die Zylinderlaufbuchsen durch Fügenähte (9) gefügt sind.
3. Verbund nach Anspruch 2, bei welchem die Fügenähte durch Schweißen, insbesondere Laser-, Elektronenstrahl- oder Reibrührschweißen, erzeugt sind.
4. Verbund nach Anspruch 1, bei welchem die Zylinderlaufbuchsen in der Art einer Schwalbenschwanzführung gefügt sind.
5. Verbund nach Anspruch 1, bei welchem die Zylinderlaufbuchsen in ihren äußeren Umfangsflächen zum Fügen geeignete Stoßflächen, insbesondere in Form von Abflachungen (5, 6), aufweisen.
6. Verbund nach Anspruch 1, bei welchem die Zylinderlaufbuchsen mittels eines Abstandshalters gefügt sind.

7. Verbund nach Anspruch 1,
bei welchem innerhalb des Fügebereichs zwischen zwei benachbarten Zylinderlaufbuchsen wenigstens ein einseitig oder zweiseitig offener Kanal (8) zum Transport eines Kühlfluids geformt ist.
8. Verbund nach Anspruch 7,
bei welchem der Kanal in wenigstens einer der äußeren Umfangsflächen der Zylinderlaufbuchsen ausgespart ist.
9. Verbund nach Anspruch 7,
bei welchem der Kanal durch ein Kanalhohlprofil (10) geformt ist.
10. Verbund nach Anspruch 7,
bei welchem der Kanal durch ein Abstandsprofil (11) geformt ist.
11. Verbund nach Anspruch 7,
bei welchem sich der Kanal im wesentlichen nur auf Höhe des zur Verbrennung von Kraftstoff vorgesehenen Raums der eingegossenen Zylinderlaufbuchsen befindet.
12. Verbund nach Anspruch 7,
bei welchem sich der Kanal im wesentlichen nur auf Höhe des der Zylinderkopfdichtung angrenzenden Endes der eingegossenen Zylinderlaufbuchsen befindet.
13. Verbund nach Anspruch 1,
bei welchem die Zylinderlaufbuchse aus einer Aluminium-Silizium-Legierung bestehen.

14. Verbund nach Anspruch 13,
bei welchem der Silizium-Gehalt der Aluminium-Silizium-Legierung 12-40 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Legierung, beträgt.
15. Verbund nach Anspruch 13,
bei welcher der Silizium-Gehalt der Aluminium-Silizium-Legierung 17-30 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Legierung, beträgt.
16. Verbund nach Anspruch 13,
bei welchem der Silizium-Gehalt der Aluminium-Silizium-Legierung 25 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Legierung, beträgt.
17. Verbund nach Anspruch 1,
bei welchem die Zylinderlaufbuchsen durch Sprühkompaktieren hergestellt sind.
18. Verbund nach Anspruch 1,
bei welchem die Zylinderlaufbuchsen eine Wandstärke im Bereich von 3-8 mm aufweisen.
19. Verbund nach Anspruch 1,
bei welchem die Zylinderlaufbuchsen eine Wandstärke von ungefähr 4 mm aufweisen.
20. Verbund nach Anspruch 1,
welcher Positioniermarken zum Positionieren des Verbunds beim Eingießen in den Zylinderblock bzw. in das Kurbelgehäuse aufweist.

21. Verbund nach Anspruch 1, welcher aus 2, 3, 4, 5 6 oder 8 Zylinderlaufbuchsen besteht.
22. Zylinderblock oder Kurbelgehäuse, enthaltend einen eingegossenen Verbund von Zylinderlaufbuchsen nach Anspruch 1.
23. Verfahren zum Herstellen eines Verbunds von Zylinderlaufbuchsen nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 21, bei welchem Verfahren durch die aufeinanderfolgenden Schritte Sprühkompaktieren, Warmstrangpressen und Warmumformen gefertigte zylindrische Zylinderlaufbuchsen kraft- und/oder formschlüssig gefügt werden.
24. Verfahren zum Eingießen eines Verbunds von Zylinderlaufbuchsen nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 21 in einen Zylinderblock bzw. Kurbelgehäuse eines Verbrennungsmotors, bei welchem Verfahren der Verbund in einer den Zylinderblock formenden Gießform positioniert und mit Leichtmetallwerkstoff umgossen wird.
25. Verfahren nach Anspruch 24, bei welchem die Positionierung des Verbunds durch am Verbund angebrachte Positioniermarken erfolgt.
26. Verfahren nach Anspruch 23, bei welchem in den wenigstens einen Kanal zum Transport von Kühlfluid ein für Schmelze undurchlässiger Salz- oder Sandkern eingebracht wird.

1 / 4

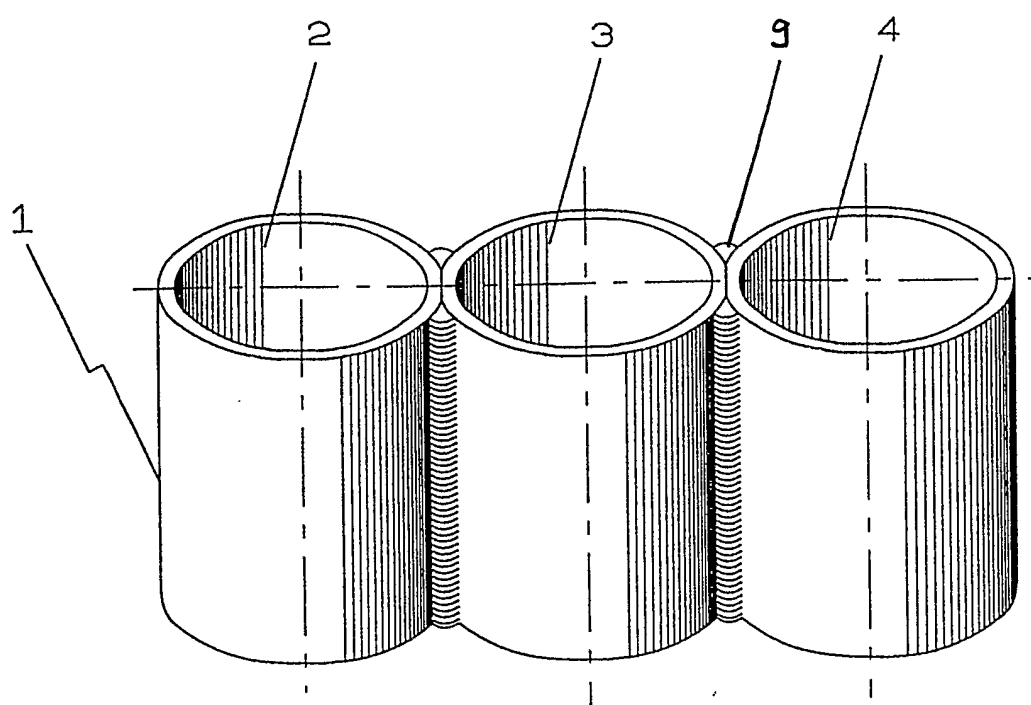


Fig.1

2/4

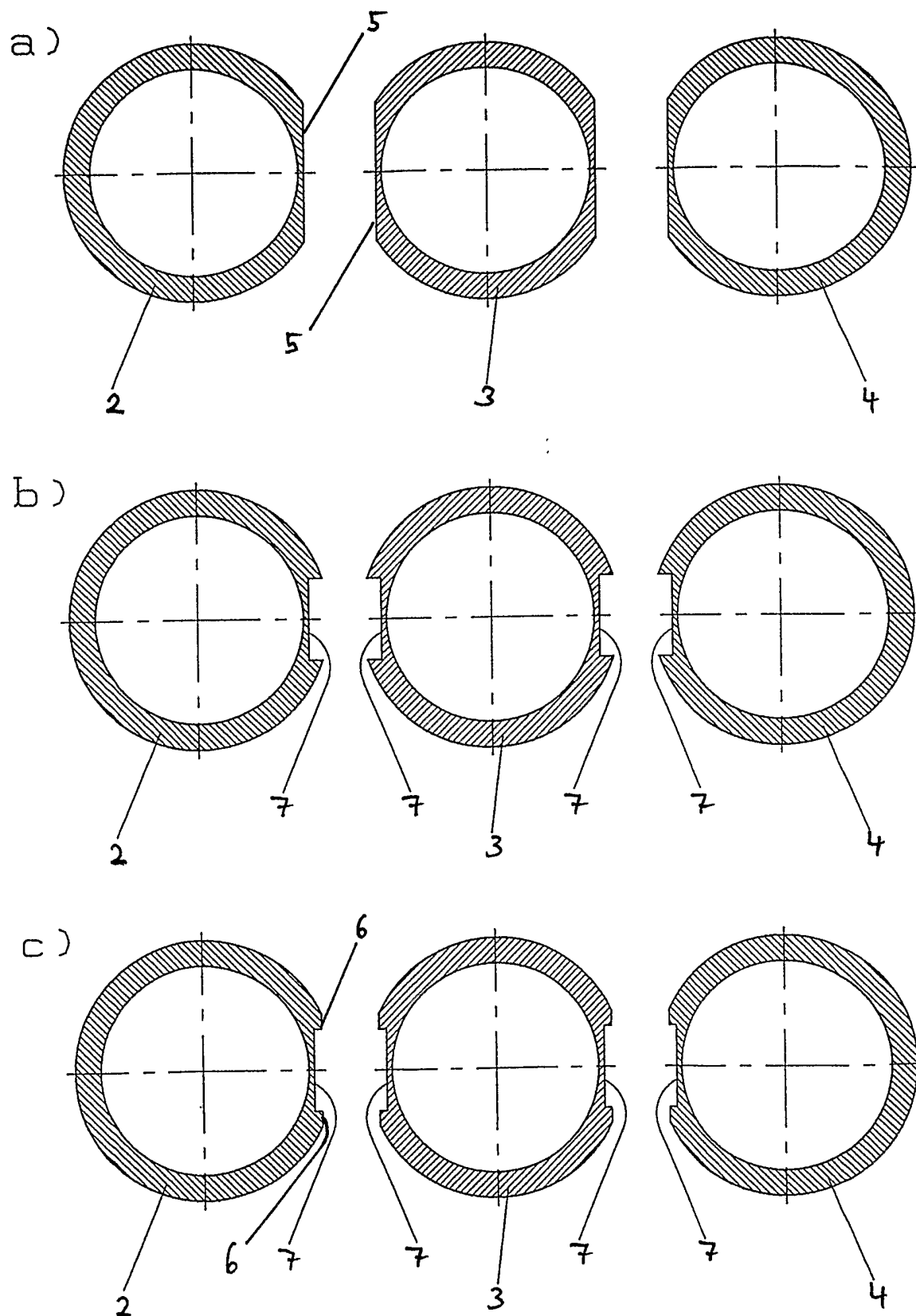


Fig.2

3/4

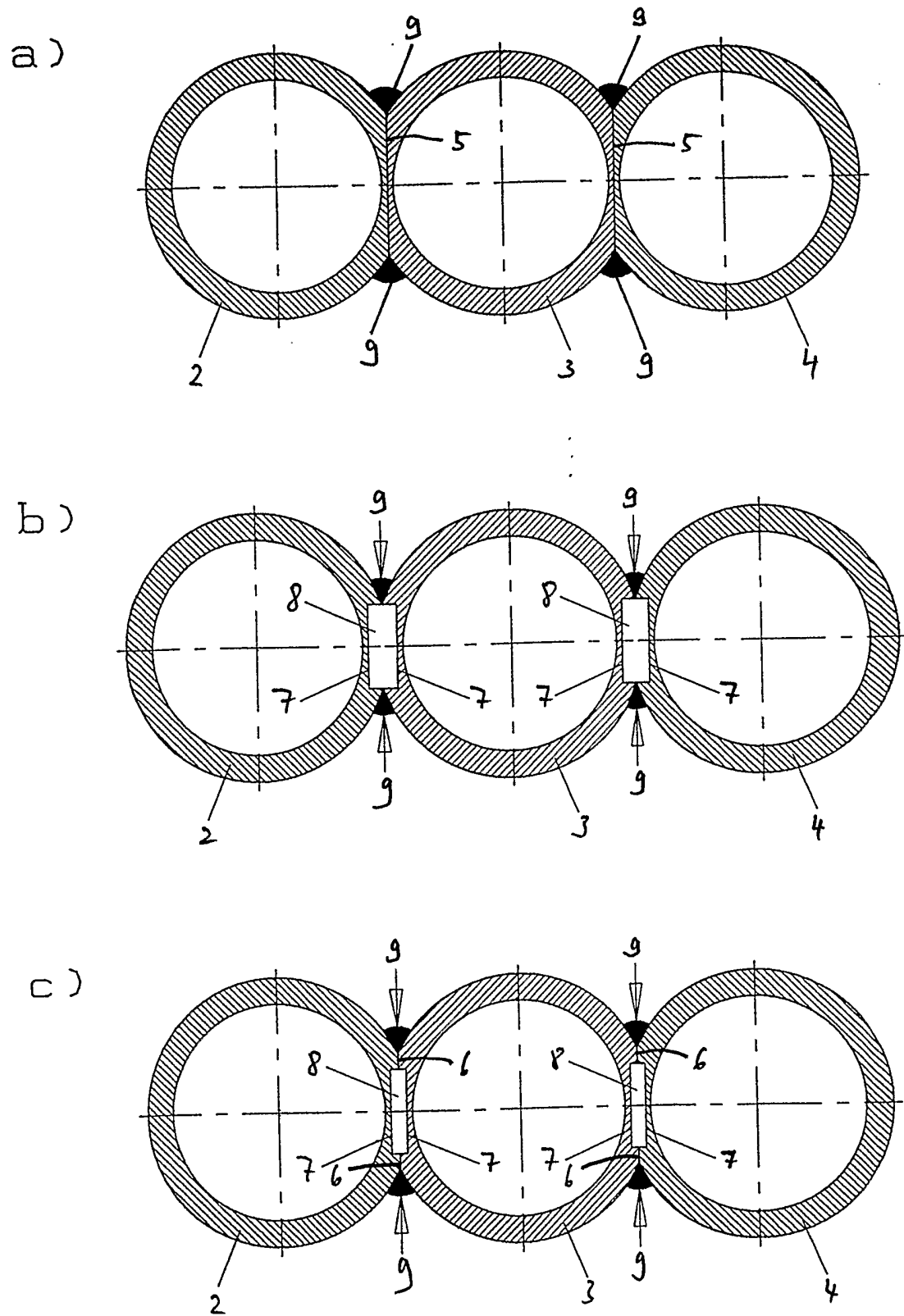
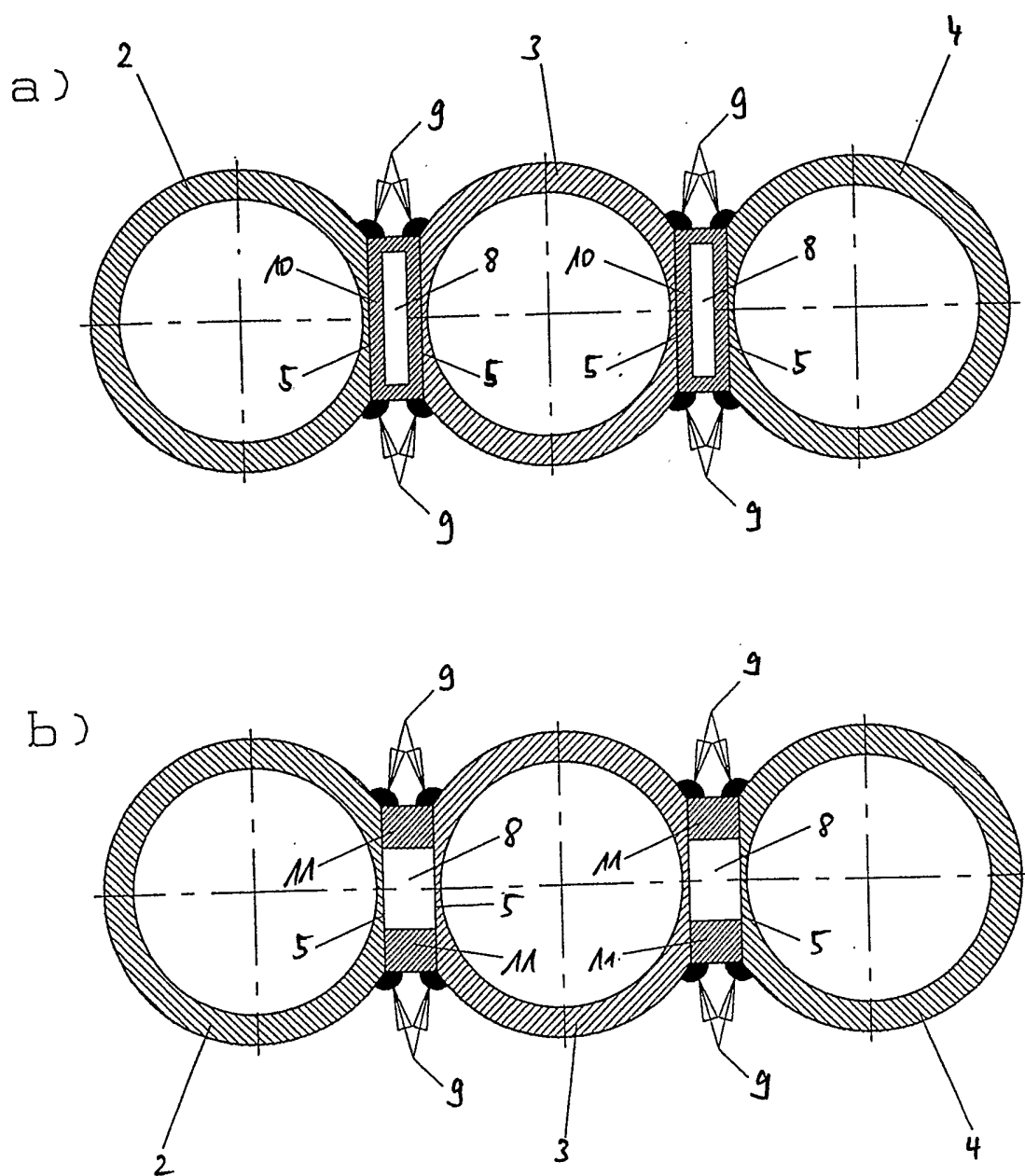


Fig.3

4 / 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat . . . plication No

PCT/EP 03/08287

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02F1/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 744 541 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 27 November 1996 (1996-11-27) column 4, line 44 - column 26, line 23 -----	1, 2, 4
A	FR 2 706 576 A (PEUGEOT ; CITROEN SA) 23 December 1994 (1994-12-23) the whole document -----	1, 2, 13, 21, 22
X	EP 0 777 043 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 4 June 1997 (1997-06-04) column 4, line 20 - column 21, line 39 -----	1, 2
A	EP 0 411 785 A (FORD WERKE AG ; FORD FRANCE (FR); FORD MOTOR CO (GB)) 6 February 1991 (1991-02-06) column 5, line 43 - column 9, line 9; figures ----- -/--	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 October 2003

Date of mailing of the international search report

24/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mouton, J. .

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatic ublication No
PCT/EP 03/08287

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 743 442 A (KUBOTA KK) 20 November 1996 (1996-11-20) the whole document -----	1,7
A	DE 100 18 730 A (AUDI NSU AUTO UNION AG) 18 October 2001 (2001-10-18) the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP 03/08287

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0744541	A	27-11-1996	JP 9170487 A	30-06-1997
			DE 69603229 D1	19-08-1999
			EP 0744541 A1	27-11-1996
			US 5755028 A	26-05-1998
FR 2706576	A	23-12-1994	FR 2706576 A1	23-12-1994
EP 0777043	A	04-06-1997	JP 9151782 A	10-06-1997
			DE 69611751 D1	15-03-2001
			DE 69611751 T2	20-09-2001
			EP 0777043 A1	04-06-1997
			US 5732671 A	31-03-1998
EP 0411785	A	06-02-1991	US 4903652 A	27-02-1990
			DE 69030469 D1	22-05-1997
			DE 69030469 T2	24-07-1997
			EP 0411785 A2	06-02-1991
			MX 174425 B	16-05-1994
EP 0743442	A	20-11-1996	JP 3057414 B2	26-06-2000
			JP 9032629 A	04-02-1997
			CN 1140795 A ,B	22-01-1997
			DE 69610358 D1	26-10-2000
			DE 69610358 T2	26-04-2001
			EP 0743442 A2	20-11-1996
			JP 3344980 B2	18-11-2002
			JP 2000130252 A	09-05-2000
			JP 2000130253 A	09-05-2000
			JP 3120322 B2	25-12-2000
			JP 8319881 A	03-12-1996
			JP 2003013798 A	15-01-2003
			US 5669339 A	23-09-1997
			JP 3057420 B2	26-06-2000
			JP 9119340 A	06-05-1997
DE 10018730	A	18-10-2001	DE 10018730 A1	18-10-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internatic — 3 Aktenzeichen

PCT/EP 03/08287

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F02F1/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 744 541 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 27. November 1996 (1996-11-27) Spalte 4, Zeile 44 - Spalte 26, Zeile 23 -----	1,2,4
A	FR 2 706 576 A (PEUGEOT ; CITROEN SA) 23. Dezember 1994 (1994-12-23) das ganze Dokument -----	1,2,13, 21,22
X	EP 0 777 043 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 4. Juni 1997 (1997-06-04) Spalte 4, Zeile 20 - Spalte 21, Zeile 39 -----	1,2
A	EP 0 411 785 A (FORD WERKE AG ; FORD FRANCE (FR); FORD MOTOR CO (GB)) 6. Februar 1991 (1991-02-06) Spalte 5, Zeile 43 - Spalte 9, Zeile 9; Abbildungen ----- -/-	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Oktober 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/10/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mouton, J.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Interna

Aktenzeichen

PCT/EP 03/08287

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 743 442 A (KUBOTA KK) 20. November 1996 (1996-11-20) das ganze Dokument -----	1,7
A	DE 100 18 730 A (AUDI NSU AUTO UNION AG) 18. Oktober 2001 (2001-10-18) das ganze Dokument -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. Kl. Zeichen

PCT/EP 03/08287

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0744541 A	27-11-1996	JP 9170487 A	30-06-1997
		DE 69603229 D1	19-08-1999
		EP 0744541 A1	27-11-1996
		US 5755028 A	26-05-1998
FR 2706576 A	23-12-1994	FR 2706576 A1	23-12-1994
EP 0777043 A	04-06-1997	JP 9151782 A	10-06-1997
		DE 69611751 D1	15-03-2001
		DE 69611751 T2	20-09-2001
		EP 0777043 A1	04-06-1997
		US 5732671 A	31-03-1998
EP 0411785 A	06-02-1991	US 4903652 A	27-02-1990
		DE 69030469 D1	22-05-1997
		DE 69030469 T2	24-07-1997
		EP 0411785 A2	06-02-1991
		MX 174425 B	16-05-1994
EP 0743442 A	20-11-1996	JP 3057414 B2	26-06-2000
		JP 9032629 A	04-02-1997
		CN 1140795 A , B	22-01-1997
		DE 69610358 D1	26-10-2000
		DE 69610358 T2	26-04-2001
		EP 0743442 A2	20-11-1996
		JP 3344980 B2	18-11-2002
		JP 2000130252 A	09-05-2000
		JP 2000130253 A	09-05-2000
		JP 3120322 B2	25-12-2000
		JP 8319881 A	03-12-1996
		JP 2003013798 A	15-01-2003
		US 5669339 A	23-09-1997
		JP 3057420 B2	26-06-2000
		JP 9119340 A	06-05-1997
DE 10018730 A	18-10-2001	DE 10018730 A1	18-10-2001