



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.06.2018 Patentblatt 2018/26

(51) Int Cl.:
F02F 1/14 (2006.01) **B22C 9/04** (2006.01)
F01P 3/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17206712.6**

(22) Anmeldetag: **12.12.2017**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Urzua Torres, Paulo**
38446 Wolfsburg (DE)
• **Bier, Martin**
38536 Meinersen (DE)
• **Henn, Michael**
38165 Lehre (DE)
• **Rudloff, Madlen**
38448 Wolfsburg (DE)

(30) Priorität: **23.12.2016 DE 102016125619**

(71) Anmelder: **VOLKSWAGEN**
AKTIENGESELLSCHAFT
38440 Wolfsburg (DE)

(74) Vertreter: **Bungartz, Florian**
Van-Gogh-Strasse 3
81479 München (DE)

(54) **ZYLINDERGEHÄUSE, VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES ZYLINDERGEHÄUSES UND GIESSKERN**

(57) Ein Zylindergehäuse (10) für eine Hubkolben-
vorrichtung mit mindestens zwei Zylindern (12), die je-
weils zur Aufnahme eines Kolbens (14) der Hubkolben-
vorrichtung vorgesehen sind, und mit für jeden der Zy-
linder (12) einem integralen, die Zylinder (12) umfangs-
seitig umgebenden Kühlmantel, bei dem die Kühlmäntel
in eine Mehrzahl von geschlossen umlaufenden Kühlka-
nälen (42) unterteilt sind und bei dem in zumindest einen
der Kühlmäntel ein Kühlmittleinlass (44) und in zumin-
dest einen der Kühlmäntel ein Kühlmittelauslass (46)
mündet, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlka-
näle (42) zwischen den Zylindern (12) ineinander über-
gehen. Infolge dieses Übergangs der den verschiedenen
Zylindern (12) zugeordneten Kühlkanäle (42) ineinander
kann im Bereich eines von dem Zylindergehäuse (10)
ausgebildeten, benachbarte Zylinder (12) voneinander
separierenden Trennstegs eine vorteilhafte Kühlwirkung
realisiert werden, wobei gleichzeitig die minimale Breite
des die Kühlkanäle (42) integrierenden Trennstegs und
damit auch der Abstand benachbarter Zylinder (12) mög-
lichst gering gehalten werden kann. Dies kann sich ent-
sprechend positiv auf die Gesamtabmessungen des Zy-
lindergehäuses (10) und einer ein solches Zylinderge-
häuse (10) umfassenden Hubkolbenvorrichtung, insbe-
sondere einer entsprechenden Brennkraftmaschine,
auswirken.

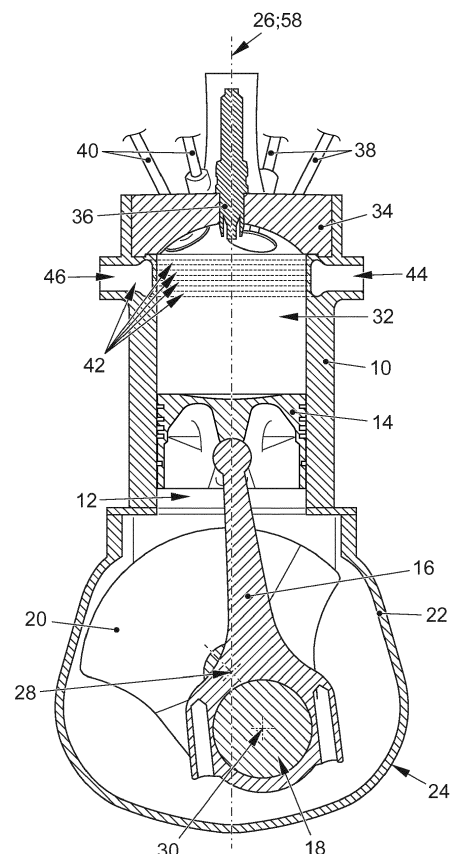


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Zylindergehäuse für eine Hubkolbenvorrichtung sowie ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Zylindergehäuses. Die Erfindung betrifft auch eine Hubkolbenvorrichtung mit einem solchen Zylindergehäuse sowie eine Brennkraftmaschine mit einer solchen Hubkolbenvorrichtung. Die Erfindung betrifft zudem einen Gießkern zur Verwendung in dem Verfahren zur Herstellung eines solchen Zylindergehäuses.

[0002] Brennkraftmaschinen werden zumeist mittels einer Kühlflüssigkeit gekühlt, die, gefördert durch mindestens eine Kühlmittelpumpe, in einem den Kühlmantel integrierenden Kühlsystem der Brennkraftmaschine zirkuliert. Durch die zirkulierende Kühlflüssigkeit kann Wärmeenergie von der Brennkraftmaschine zu mindestens einem Umgebungswärmetauscher abgeführt werden, in dem die Wärmeenergie dann an beispielsweise die Umgebungsluft abgegeben wird.

[0003] Die meisten bekannten Brennkraftmaschinen weisen Kühlmäntel auf, die die einzelnen Zylinder bezüglich des Umfangs zumindest teilweise und bezüglich der Längserstreckung im Wesentlichen vollständig umgeben. Eine Integration eines Kühlmittelleinlasses erfolgt bei den meisten bekannten Brennkraftmaschinen im Bereich des oberen Totpunkts, in dem die zyklische Hin- und-her-Bewegung des in dem entsprechenden Zylinder geführten Kolbens umgekehrt wird und in dessen Nähe eine Verbrennung eines Kraftstoff-Frischgas-Gemischs in dem Zylinder eingeleitet wird, während eine Integration eines Kühlmittelauslasses in der Nähe des unteren Totpunkts der Kolbenbewegung vorgesehen ist. Mittels eines solchen Kühlmantels kann der lokalen, entlang der Längserstreckung des oder der Zylinder variierenden Kühlleistungsanforderung nicht in optimaler Weise gerecht werden, weil es bei einer ausreichenden Dimensionierung des Kühlsystems einschließlich des Kühlmantels hinsichtlich der Kühlleistungsanforderung im Bereich des oberen Totpunkts der Kolbenbewegung, die in diesem Bereich wegen der dort primär ablaufenden Verbrennungsprozesse am höchsten ist, zu einer "Überkühlung", d.h. zu einer zu starken Kühlung, in den anderen Bereichen kommen kann. Eine zu niedrige Temperatur einer Zylinderwand führt jedoch häufig zu einer relativ hohen Viskosität eines die Reibung der Relativbewegung zwischen der Zylinderwand und dem dazugehörigen Kolben gering haltenden Schmiermittels und damit zu vergleichsweise hohen Reibungsverlusten sowie einem relativ hohen Verschleiß im Betrieb der Brennkraftmaschine.

[0004] In der Veröffentlichung "Water Jacket Spacer for Improvement of Cylinder Bore Temperature Distribution" von Matsutani et al. (SAE TECHNICAL PAPER SERIES 2005-01-1156) ist beschrieben, dass für eine möglichst geringe Reibung über den gesamten Hub eines Kolbens in einem Zylinder einer Brennkraftmaschine die Temperatur der Zylinderwand in einem den

oberen Totpunkt der Kolbenbewegung umfassenden Bereich (ausgehend von dem oberen Ende des Zylinders) bis zu einem Maximalwert ansteigen sollte, wobei dieser Maximalwert dann über den weiteren Verlauf der Längserstreckung, d.h. bis zumindest zum unteren Totpunkt der Kolbenbewegung, möglichst konstant bleiben sollte. Um dies zu erreichen soll in demjenigen Abschnitt der Längserstreckung des Zylinders, in dem eine möglichst konstante Temperatur für die Zylinderwand realisiert werden soll, ein den freien Strömungsquerschnitt gezielt verringernder Einsatz in einen im Übrigen konventionell ausgebildeten Kühlmantel integriert werden.

[0005] Eine andere Möglichkeit zur gezielten Beeinflussung der Kühlwirkung für einen Zylinder einer Brennkraftmaschine ist aus der Veröffentlichung "Analysis of Piston Friction - Effects of Cylinder Bore Temperature Distribution and Oil Temperature" von Kimura et al. (SAE 2011-01-1746) bekannt. Darin ist eine Brennkraftmaschine beschrieben, deren Zylinder jeweils von drei separaten, bezüglich der Längserstreckungen voneinander beabstandeten Kühlmänteln umgeben sind, durch die, über Ventile gesteuert, in Abhängigkeit von dem lokalen Kühlleistungsbedarf unterschiedliche Volumenströme des Kühlmittels gefördert werden können.

[0006] Weiterhin ist aus der DE 86 28 188 U1 eine Brennkraftmaschine bekannt, bei der für die Zylinder jeweils ausschließlich in den Bereichen beider Totpunkte der Kolbenbewegungen Kühlmäntel vorgesehen sind.

[0007] Allgemein bekannt ist, dass die Zylinder einer Brennkraftmaschine jeweils von einer sogenannten Zylinderlaufbuchse begrenzt sein können, die wiederum jeweils in einer dazugehörigen Aufnahmeöffnung eines Zylindergehäuses aufgenommen sind. Derartige Zylinderlaufbuchsen können als sogenannte "nasse" Zylinderlaufbuchsen ausgebildet sein, deren Außenwandungen mit den Wandungen der dazugehörigen Aufnahmeöffnungen jeweils einen Ringspalt begrenzen, der als Kühlmantel dient. Solche nasse Laufbuchsen kommen bislang hauptsächlich bei LKW-Motoren und Großmotoren zum Einsatz.

[0008] Zylinderlaufbuchsen, in die eine Mehrzahl von in sich geschlossen oder spiralförmig umlaufenden Vertiefungen integriert sind, die als Kühlkanäle einer die Zylinderlaufbuchsen umfassenden Brennkraftmaschine vorgesehen sind, sind aus der DE 102 25 062 A1, der US 5,211,137, der US 5,207,189, der US 5,199,390, der US 3,086,505, der JP H05-18319 A und der US 2,464,462 bekannt.

[0009] Die US 2005/0274333 A1 offenbart eine Zylinderlaufbuchse für eine Brennkraftmaschine mit integrierten Kühlkanälen, die parallel zur Längsachse der Zylinderlaufbuchse verlaufen.

[0010] Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, ein Kühlkanäle integrierendes Zylindergehäuse für eine Hubkolbenvorrichtung und insbesondere für eine Brennkraftmaschine anzugeben, wobei für das Zylindergehäuse eine vorteilhafte Kühlwirkung bei möglichst kompakten Abmessungen erreicht werden soll.

[0011] Diese Aufgabe wird mittels eines Zylindergehäuses gemäß dem Patentanspruch 1 gelöst. Ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Zylindergehäuses ist Gegenstand des Patentanspruchs 9 und ein Gießkern zur Verwendung in einem solchen Verfahren ist Gegenstand des Patentanspruchs 11. Vorteilhafte Ausgestaltungsformen des erfindungsgemäßen Zylindergehäuses und des erfindungsgemäßen Gießkerns sowie bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstände der weiteren Patentansprüche und/oder ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Erfindung.

[0012] Erfindungsgemäß ist ein vorzugsweise einstückig ausgebildetes Zylindergehäuse für eine Hubkolbenvorrichtung und insbesondere für eine (Hubkolben-)Brennkraftmaschine vorgesehen, das mindestens zwei Zylinder umfasst, die jeweils zur Aufnahme eines Kolbens der Hubkolbenvorrichtung vorgesehen sind. Das Zylindergehäuse weist weiterhin für jeden der Zylinder einen integralen (d.h. innerhalb des Zylindergehäuses und somit insbesondere nicht von Zylinderlaufbuchsen ausgebildeten) Kühlmantel auf, der die Zylinder in zumindest einem längsaxialen Abschnitt umfänglich umgibt, wobei die Kühlmäntel jeweils mittels eines oder mehrerer Trennwände in eine Mehrzahl von geschlossen umlaufenden Kühlkanälen unterteilt sind und wobei in zumindest einen der Kühlmäntel ein Kühlmiteleinlass und in zumindest einen der Kühlmäntel ein Kühlmittelaustritt mündet. Ein solches Zylindergehäuse ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkanäle zwischen den Zylindern ineinander übergehen.

[0013] Infolge dieses Übergangs der den verschiedenen Zylindern zugeordneten Kühlkanäle ineinander kann im Bereich eines von dem Zylindergehäuse ausgebildeten, benachbarte Zylinder voneinander separierenden Trennstegs eine vorteilhafte Kühlwirkung realisiert werden, wobei gleichzeitig die (minimale) Breite des die Kühlkanäle integrierenden Trennstegs und damit auch der Abstand benachbarter Zylinder möglichst gering gehalten werden kann. Dies kann sich entsprechend positiv auf die Gesamtabmessungen des Zylindergehäuses und einer ein solches Zylindergehäuse umfassenden Hubkolbenvorrichtung und insbesondere einer entsprechenden Brennkraftmaschine auswirken. Dies gilt insbesondere im Vergleich mit einer Hubkolbenvorrichtung, bei der die Kühlkanäle durch ein Zusammenwirken von in einer Außenseite von Zylinderlaufbuchsen integrierten Vertiefungen mit Wandungen von die Zylinderlaufbuchsen aufnehmenden Aufnahmeöffnungen eines Zylinderkurbelgehäuses ausgebildet sind, weil sich hierbei die Abstände zwischen den zur Führung der Kolben vorgesehenen Innenseiten benachbarter Zylinderlaufbuchsen jeweils durch eine Addition der Breite eines zwischen den Aufnahmeöffnungen vorgesehenen Trennstegs und der zweifachen Wandstärke der Zylinderlaufbuchsen ergeben.

[0014] Eine erfindungsgemäße Hubkolbenvorrichtung, die insbesondere in Form einer (Hubkol-

ben-)Brennkraftmaschine ausgebildet sein kann, umfasst zumindest ein erfindungsgemäßes Zylindergehäuse und jeweils einen beweglich in den Zylindern des Zylindergehäuses gelagerten Kolben.

[0015] Durch die Unterteilung der den einzelnen Zylindern zugeordneten Kühlmäntel in eine Mehrzahl von Kühlkanälen kann die (Wand-)Fläche, die mit einem zur Durchströmung der Kühlmäntel vorgesehenen Kühlmittel in Kontakt kommt, im Vergleich zu konventionellen Kühlmänteln deutlich erhöht werden, wodurch ein entsprechend hoher Wärmeübergang von dem Zylindergehäuse auf das Kühlmittel erreicht werden kann. Dadurch kann gegebenenfalls ermöglicht werden, einen insgesamt verringerten Volumenstrom des Kühlmittels durch die Kühlmäntel zirkulieren zu lassen, ohne dass dadurch die Kühlleistung reduziert würde. Ein verringerter Volumenstrom des Kühlmittels kann so zu einer verringerten Förderleistung für eine zur Förderung des Kühlmittels vorgesehene Arbeitsmaschine (Pumpe bei einer bevorzugten Verwendung einer Kühlfähigkeit oder Verdichter bei einer ebenfalls denkbaren Verwendung eines Kühlgases als Kühlmittel) führen, was sich positiv auf sowohl die Kosten als auch das Gewicht der Arbeitsmaschine und damit einer eine solche Arbeitsmaschine umfassenden Hubkolbenvorrichtung auswirken kann. Gleiches gilt für eine eine solche Hubkolbenvorrichtung umfassende, erfindungsgemäße Brennkraftmaschine. Sofern, wie üblich, bei einer solchen Brennkraftmaschine die zur Förderung des Kühlmittels vorgesehene Arbeitsmaschine durch die Brennkraftmaschine selbst angetrieben wird, kann die erfindungsgemäß erzielbare, verringerte Förderleistung zu einer Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs führen. Der erfindungsgemäß erzielbare relativ geringe Volumenstrom des Kühlmittels kann sich zudem indirekt positiv auf das Gewicht und auch die Abmessungen eines erfindungsgemäßen Zylindergehäuses auswirken. Dies gilt nicht nur wegen eines entsprechend verringerten Eigengewichts des Kühlmittels, was insbesondere bei der bevorzugten Verwendung einer Kühlfähigkeit relevant ist, sondern auch wegen der im Vergleich zu einem konventionellen, nicht in eine Mehrzahl von relativ klein dimensionierten Kühlkanälen unterteilten Kühlmantel verringerten strukturellen Schwächung des Zylindergehäuses infolge des insgesamt kleineren Kühlmantels sowie der stabilisierend wirkenden Trennwände, die somit auch im geringeren Maße durch strukturelle Verstärkungsmaßnahmen ausgeglichen werden muss.

[0016] Um den durch diese Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Zylindergehäuses erzielbaren Vorteil möglichst optimal auszunutzen sollte vorzugsweise vorgesehen sein, dass die (bezüglich einer Längsachse des jeweiligen Zylinders radial ausgerichteten) Strömungsquerschnitte der Kühlkanäle möglichst klein ausgebildet sind. Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass der Strömungsquerschnitt mindestens eines, einzelner oder vorzugsweise aller Kühlkanäle kleiner als die (jeweils kleinsten) Öffnungsquerschnitte sowohl des Kühl-

mitteleinlasses als auch des Kühlmittelauslasses ist. Sofern der Strömungsquerschnitt eines oder mehrerer der Kühlkanäle entlang seines Verlaufs variiert, soll dies für (jeweils) den größten Strömungsquerschnitt gelten. Eine zu kleine Dimensionierung der Strömungsquerschnitte der Kühlkanäle sollte jedoch vermieden werden, weil sich dies hinsichtlich einer Erhöhung des Strömungswiderstand für das Kühlmittel negativ auswirken kann, wodurch zumindest der erzielbare Vorteil einer vergleichsweise geringen Förderleistung für das Kühlmittel kompensiert oder überkompensiert werden könnte. Vorzugsweise sollte daher vorgesehen sein, dass der (kleinste) Strömungsquerschnitt der Kühlkanäle $\geq 4 \text{ mm}^2$ beträgt. Besonders bevorzugt kann dieser zwischen 4 mm^2 und 100 mm^2 , insbesondere zwischen 4 mm^2 und 25 mm^2 , betragen.

[0017] Eine Herstellung eines erfindungsgemäßen Zylindergehäuses, zumindest jedoch des die Kühlkanäle umfassenden Abschnitts davon, kann in vorteilhafter Weise mittels eines generativen Fertigungsverfahrens oder durch Gießen unter Verwendung eines zumindest die Kühlmäntel und vorzugsweise auch den oder die Kühlmittleinlässe und den oder die Kühlmittelauslässe ausbildenden, verlorenen (d.h. nicht mehrfach nutzbaren) Kerns erfolgen, weil diese Fertigungsverfahren in vorteilhafter Weise die Integration von zumindest abschnittsweise vollumfänglich geschlossen und damit nicht von außen zugänglichen Hohlräumen in einem herzustellenden Zylindergehäuse ermöglichen.

[0018] Bei einer solchen Herstellung eines erfindungsgemäßen Zylindergehäuses oder zumindest des die Kühlkanäle umfassenden Abschnitts davon mittels Gießens unter Verwendung eines verlorenen Kerns kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass für den verlorenen Kern ein lösliches und insbesondere wasserlösliches Grundmaterial, beispielsweise ein Salz, verwendet wird, weil dadurch auf relativ einfache Weise ein im Wesentlichen vollständiges Ausspülen des Grundmaterials nach der Herstellung des Zylindergehäuses aus den als Kühlkanäle und gegebenenfalls auch als Kühlmittleinlass und Kühlmittelauslass vorgesehenen Hohlräumen ermöglicht wird. Dies gilt insbesondere im Vergleich zu einem nicht-löslichen Grundmaterial, wie beispielsweise Sand, der für ein Gießen von Metallstrukturen regelmäßig verwendet wird und der zwar ausspülbar ist, sich dabei aber nicht in der Spülflüssigkeit auflöst.

[0019] Ein erfindungsgemäßer Gießkern, der zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Zylindergehäuses vorgesehen ist, umfasst zumindest eine Mehrzahl von Ringabschnitten, die jeweils zur Ausbildung eines Kühlkanals eines der Kühlmäntel des Zylindergehäuses vorgesehen sind, wobei radial benachbarte Ringabschnitte in einem Umfangsabschnitt ineinander übergehen und dadurch integral ausgebildet sind. Ein solcher Gießkern kann weiterhin bevorzugt zumindest einen zur Ausbildung eines Kühlmittleinlasses des Zylindergehäuses vorgesehenen Einlassabschnitt und/oder zumin-

dest einen zur Ausbildung eines Kühlmittelauslasses des Zylindergehäuses vorgesehenen Auslassabschnitt aufweisen.

[0020] Eine Herstellung eines erfindungsgemäßen Gießkerns kann in vorteilhafter Weise mittels Gießens erfolgen, wobei hierfür in vorteilhafter Weise eine Verwendung einer Sandform vorgesehen sein kann. Dies gilt insbesondere, sofern für die Ausgestaltung des Gießkerns eine Verwendung von einem löslichen Grundmaterial und insbesondere einem Salz als Grundmaterial vorgesehen ist.

[0021] In einer bevorzugten Ausgestaltungsform eines erfindungsgemäßen Zylindergehäuses kann vorgesehen sein, dass in jeden der Kühlmäntel ein Kühlmittleinlass und ein Kühlmittelauslass mündet, wodurch eine vorteilhafte Durchströmung für die einzelnen Kühlmäntel und damit eine vorteilhafte Kühlwirkung für das Zylindergehäuse erreicht werden kann.

[0022] In einer bevorzugten Weiterbildung eines solchen erfindungsgemäßen Zylindergehäuses kann zudem vorgesehen sein, dass der Kühlmittleinlass und der Kühlmittelauslass der einzelnen Kühlmäntel in Umfangsrichtung des Zylinders versetzt angeordnet sind. Ein solcher Versatz soll sich dabei zumindest auf die Zentren der Mündungsquerschnitte der Kühlmittleinlässe und der Kühlmittelauslässe beziehen. Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass der Versatz 180° beträgt. Auf diese Weise kann eine möglichst gleichartige Durchströmung für die zwei durch die Kühlmittleinlässe und die Kühlmittelauslässe separierten Abschnitte der einzelnen Kühlkanäle realisiert werden.

[0023] Weiterhin bevorzugt kann für ein solches erfindungsgemäßes Zylindergehäuse dann noch vorgesehen sein, dass der Kühlmittleinlass und der Kühlmittelauslass bezogen auf die Längsrichtung des dazugehörigen Zylinders auf der gleichen Höhe angeordnet sind. Dabei soll sich die "gleiche Höhe" zumindest auf die Mündungsquerschnitte insgesamt und vorzugsweise auf die Zentren der Mündungsquerschnitte beziehen.

[0024] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung eines erfindungsgemäßen Zylindergehäuses kann vorgesehen sein, dass sich der/die Mündungsquerschnitt(e) des/der Kühlmittleinlasses/Kühlmittleinlässe und/oder des/der Kühlmittelauslasses/Kühlmittelauslässe über die gesamte Länge (jeweils bezogen auf die Längserstreckung des dazugehörigen Zylinders) des Kühlmantels erstreckt/erstrecken, so dass der oder die Kühlmittleinlässe und/oder der oder die Kühlmittelauslässe (jeweils) in jeden Kühlkanal des diesen zugeordneten Kühlmantels münden. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die Kühlflüssigkeit möglichst gleichmäßig auf sämtliche der Kühlkanäle verteilt wird, was sich wiederum vorteilhaft hinsichtlich der Durchströmung der Kühlkanäle und damit hinsichtlich der Kühlwirkung für ein solches Zylindergehäuse auswirken kann.

[0025] In einer bevorzugten Ausgestaltungsform eines erfindungsgemäßen Zylindergehäuses kann zudem vorgesehen sein, dass die Kühlmäntel entlang der Längs-

erstreckungen der Zylinder nur abschnittsweise, d.h. in einem oder mehreren Abschnitten der einzelnen Zylinder, vorgesehen sind oder die Kühlkanäle der einzelnen Kühlmäntel entlang der Längserstreckungen der Zylinder ungleichförmig ausgebildet und/oder angeordnet sind. Dadurch kann eine entlang der Längserstreckungen der Zylinder ungleichförmige Kühlwirkung realisiert werden, die an den unterschiedlichen Wärmeübergang aus den Zylindern in das Zylindergehäuse möglichst optimal angepasst werden kann.

[0026] Bei einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine mit einem solchen Zylindergehäuse kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass die Kühlkanäle jeweils nur in einem den oberen Totpunkt einer zyklischen Bewegung des zugeordneten Kolbens umfassenden Abschnitt vorgesehen oder die Kühlkanäle derart ausgebildet sind, dass die (mittlere) Kühlwirkung in dem den oberen Totpunkt umfassenden Drittel der Längserstreckung der Zylinder größer als in dem mittleren Drittel und/oder dem unteren Drittel ist. Dadurch kann eine ausreichende Kühlung des die Zylinder begrenzenden Zylindergehäuses in dem oberen Drittel, in dem der Wärmeübergang infolge der dort primär stattfindenden Verbrennungsprozesse regelmäßig am höchsten ist, gewährleistet werden, während eine zu starke Kühlung der Zylinderwandungen in den anderen Abschnitten vermieden wird. Auf diese Weise kann in diesen anderen Abschnitten eine hinsichtlich einer Reibungsverringerung möglichst optimale Einstellung der Viskosität eines zwischen den Zylinderwandungen und den Außenflächen der Kolben wirkenden Schmiermittels erreicht werden.

[0027] Bei einer weiterhin bevorzugten Ausgestaltungsform eines erfindungsgemäßen Zylindergehäuses kann vorgesehen sein, dass zumindest einige, vorzugsweise alle benachbarten Kühlkanäle eines Kühlmantels (und insbesondere aller Kühlmäntel) direkt mittels mindestens eines und vorzugsweise mittels mehrerer Verbindungskanäle miteinander verbunden sind. Diese Verbindungskanäle können primär dazu dienen, die Ausbildung eines ausreichend belastbaren Gießkern zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Zylindergehäuses zu ermöglichen, der folglich zumindest einen, vorzugsweise mehrere (für jedes Paar axial benachbarter Ringabschnitte) Verbindungsabschnitte aufweist, die axial benachbarte Ringabschnitte, die zur Ausbildung der Kühlkanäle in dem herzustellenden Zylindergehäuse vorgesehen sind, miteinander verbinden. Durch die Verbindungsabschnitte können die im Querschnitt vorzugsweise relativ klein dimensionierten und gleichzeitig in Umfangsrichtung relativ lang ausgebildeten Ringabschnitte in vorteilhafter Weise gegeneinander abgestützt werden, wodurch ein Versagen der Ringabschnitte beim Gießen eines erfindungsgemäßen Zylindergehäuses unter Verwendung eines solchen Gießkerns vermieden werden kann.

[0028] Bei einer bevorzugten Weiterbildung eines solchen erfindungsgemäßen Zylindergehäuses mit die Kühlkanäle miteinander verbindenden Verbindungska-

nälen kann dann noch vorgesehen sein, dass zumindest einige und vorzugsweise sämtliche der Verbindungskanäle schräg bezüglich der Längsachsen der dazugehörigen Zylinder verlaufend ausgebildet sind. Bei gekrümmt verlaufenden Verbindungskanälen bezieht sich die Angabe "schräg" jeweils auf die Verbindungsgerade zwischen den Mündungsstellen der einzelnen Verbindungskanäle in die dazugehörigen Kühlkanäle. Auf diese Weise wird eine bezüglich der Umfangsrichtung versetzte Anordnung für die beiden Mündungsstellen der einzelnen Verbindungskanäle erreicht, die mit einem Druckgefälle verbunden sein kann, wodurch ein Stau von Kühlmittel innerhalb der Verbindungskanäle vermieden oder zumindest gering gehalten werden kann. Ein erfindungsgemäßer Gießkern zur Ausgestaltung eines solchen Zylindergehäuses ist dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Verbindungsabschnitte schräg bezüglich der (vorzugsweise coaxial zueinander ausgerichteten) Mittellängsachsen der Ringabschnitte verlaufend ausgerichtet sind.

[0029] Ergänzend oder alternativ können zu Stabilisierung eines erfindungsgemäßen Gießkerns auch andere strukturelle Maßnahmen vorgesehen sein. Beispielsweise kann eine Stützstruktur, beispielsweise aus Metalldrähten, in den Kern integriert sein, wobei diese Stützstruktur in einem unter Verwendung eines solchen Gießkerns ausgebildeten Zylindergehäuse verbleibt, d. h. in dieses integriert wird.

[0030] Sofern ein ausreichend stabiler Gießkern auch ohne Verbindungsabschnitte hergestellt werden kann, sollten diese möglichst nicht vorgesehen sein, um eine fluidleitende Verbindung zwischen den Kühlkanälen der einzelnen Kühlmäntel des Zylindergehäuses (mit Ausnahme einer gegebenenfalls vorgesehenen Verbindung über die Kühlmittelleinlässe und die Kühlmittelauslässe) möglichst zu vermeiden. Dadurch können Strömungsverluste, die beim Überströmen von Kühlmittel zwischen den Kühlkanälen über die Verbindungsabschnitte auftreten würden, und ein Stau von Kühlmittel innerhalb solcher Verbindungskanäle vermieden werden.

[0031] Die Erfindung betrifft auch ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein radbasiertes Kraftfahrzeug (vorzugsweise PKW oder LKW), mit einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine. Dabei kann die Brennkraftmaschine insbesondere zur (direkten oder indirekten) Bereitstellung der Antriebsleistung für das Kraftfahrzeug vorgesehen sein.

[0032] Die erfindungsgemäße Ausgestaltung eines Zylindergehäuses kann nicht nur zur Verbesserung einer (Hubkolben-)Brennkraftmaschine sondern zur Verbesserung beliebiger Hubkolbenvorrichtungen, bei denen eine Kühlung durch ein aktives Abführen von Wärmeenergie, die aus den Zylindern in das jeweilige Zylindergehäuse übergeht, relevant ist, dienen. Dies kann beispielsweise bei Kolbenverdichtern der Fall sein.

[0033] Die unbestimmten Artikel ("ein", "eine", "einer" und "eines"), insbesondere in den Patentansprüchen und in der die Patentansprüche allgemein erläuternden

Beschreibung, sind als solche und nicht als Zahlwörter zu verstehen. Entsprechend damit konkretisierte Komponenten sind somit so zu verstehen, dass diese mindestens einmal vorhanden sind und mehrfach vorhanden sein können.

[0034] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausgestaltungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt, in teilweise vereinfachter Darstellung, die:

Fig. 1: einen Querschnitt durch eine Brennkraftmaschine mit einem erfindungsgemäßen Zylindergehäuse;

Fig. 2: ein erfindungsgemäßes Zylindergehäuse, beispielsweise für eine Brennkraftmaschine gemäß der Fig. 1;

Fig. 3: einen zur Herstellung eines Zylindergehäuses gemäß der Fig. 2 nutzbaren, erfindungsgemäßen Gießkern in einer perspektivischen Ansicht;

Fig. 4: den Gießkern in einer Ansicht von oben;

Fig. 5: den Gießkern in einer Ansicht von vorne; und

Fig. 6: einen Abschnitt des Gießkerns in einer vergrößerten, perspektivischen Ansicht.

[0035] Die Fig. 1 zeigt in einem Querschnitt eine (erfindungsgemäße) Brennkraftmaschine mit einem erfindungsgemäßen Zylindergehäuse 10. Dieses umfasst ein mehrteiliges Gehäuse. In einem ersten Gehäuseteil dieses Gehäuses, das nachfolgend als Zylindergehäuse 10 bezeichnet wird und das vorzugsweise aus Metall und insbesondere einem Leichtmetall, beispielsweise einer Aluminiumlegierung ausgebildet sein kann, sind mehrere in Reihe angeordnete Zylinder 12 ausgebildet. Innerhalb der Zylinder 12 ist jeweils ein Kolben 14 beweglich geführt ist. Mittels jeweils eines Pleuels 16 ist jeder der Kolben 14 mit einem Pleuelzapfen 18 einer Pleuelwelle 20 verbunden, die drehbar innerhalb eines zweiten Gehäuseteils gelagert ist, der nachfolgend als Pleuelgehäuse 22 bezeichnet wird und der sich an die Unterseite des Zylindergehäuses 10 anschließt. In das Pleuelgehäuse 22 ist eine Ölwanne 24 integriert, an, in der ein Reservoir an (flüssigem) Schmiermittel vorgehalten sein kann.

[0036] Eine Bewegung der Pleuel 14 entlang ihrer Längsachsen 26 beziehungsweise der Pleuel 26 der dazugehörigen Zylinder 12 wird mittels der Pleuel 16 und mittels der dezentral bezüglich der Rotationsachse 28 der Pleuelwelle 20 angeordneten Lagerungen der Pleuel 16 auf den dazugehörigen Pleuelzapfen 18 in eine Drehbewegung der Pleuelwelle 20 übersetzt, wobei diese Koppelung der Pleuel 14 an die Pleuelwelle 20 zudem dafür sorgt, dass sich die Bewegungsrichtungen der Pleuel 14 immer dann ändern, wenn die dazugehörigen

Kurbelzapfen 18 mit ihren Längs- beziehungsweise Rotationsachsen 30 die Längsachsen 32 der dazugehörigen Zylinder 12 beziehungsweise Pleuel 14 kreuzen. Die entsprechenden Stellungen der Pleuel 14 werden als oberer Totpunkt (gekennzeichnet durch die weitestmögliche Entfernung der jeweiligen Pleuel 14 von der Rotationsachse 28 der Pleuelwelle 20) und als unterer Totpunkt (gekennzeichnet durch die weitestmöglich an die von der Rotationsachse 28 der Pleuelwelle 20 angenäherte Position der einzelnen Pleuel 14) bezeichnet.

[0037] Eine Bewegung der Pleuel 14 kann durch die gezielte Verbrennung eines Kraftstoff-Frischgas-Gemischs in Pleelräumen 32, die jeweils von der Oberseite eines Pleuels 14, einem Abschnitt des dazugehörigen Zylinders 12 sowie einem Pleelkopf 34, der sich an das obere Ende des Zylindergehäuses 10 anschließt, begrenzt ist, bewirkt werden. Die Initiierung eines solchen Verbrennungsprozesses erfolgt für jeden der Pleelräume 32 in der (zeitlichen) Nähe des oberen Totpunkts der jeweiligen Pleuelbewegung infolge einer Fremdzündung mittels nicht dargestellter Zündkerzen (bei einer Ausgestaltung der Brennkraftmaschine als Ottomotor) oder mittels einer Selbstzündung infolge einer insbesondere sich aus einer relativ hohen Verdichtung des Kraftstoff-Frischgas-Gemischs ergebenden ausreichenden Temperaturerhöhung (bei einer Ausgestaltung der Brennkraftmaschine als Dieselmotor). Dazu wird der Kraftstoff über jeweils einen Injektor 36 und das Frischgas, bei dem es sich ausschließlich oder hauptsächlich um Luft handeln kann, mittels Einlassventilen 38 gesteuert in die Pleelräume 32 eingebracht. Das bei der Verbrennung des Kraftstoff-Frischgas-Gemischs erzeugte Abgas wird anschließend, über Auslassventile 40 gesteuert, aus den Pleelräumen 32 abgeführt. Eine Betätigung der Einlassventile 38 und der Auslassventile 40 kann in bekannter Weise über eine oder mehrere Pleuelwellen (nicht dargestellt) erfolgen, die beispielsweise über einen sogenannten Steuertrieb von der Pleuelwelle 20 angetrieben sein können.

[0038] Für jeden der Zylinder 12 ist ein Pleelmantel vorgesehen, der aus einer Mehrzahl von geschlossen umlaufenden, zueinander parallel ausgerichteten Pleelkanälen 42 besteht, die in das Zylindergehäuse 10 integriert sind. Weiterhin ist für jeden der Pleelmäntel jeweils ein Pleelmittleinlass 44 sowie ein Pleelmittelauslass 46 vorgesehen, wobei diese auf derselben Höhe (bezogen auf die Längserstreckungen der Zylinder 12) und um 180° bezüglich der Pleelachse 26 des jeweiligen Zylinders 12 versetzt zueinander (diagonal gegenüberliegend) angeordnet sind. Die Pleelmittleinlässe 44 und die Pleelmittelauslässe 46 münden dabei in sämtliche der jeweils zugehörigen Pleelkanäle 42.

[0039] Die Pleelmäntel sowie die Pleelmittleinlässe 44 und die Pleelmittelauslässe 46 sind Bestandteil eines Pleelsystems der Brennkraftmaschine, das zumindest auch noch eine Pleelmittelpumpe umfasst, die dazu dient, ein flüssiges Pleelmittel in einem Kreislauf zu pumpen, wobei das Pleelmittel über die Pleelmittleinlässe 44 in

die jeweils dazugehörigen Kühlkanäle 42 strömt und aus den Kühlkanälen 42 über die jeweils dazugehörigen Kühlmittelauslässe 46 wieder abgeführt wird. Bei der Durchströmung der Kühlkanäle 42 nimmt das Kühlmittel Wärmeenergie auf, die zunächst aus den Brennräumen 32 auf die angrenzenden Wandungen des Zylindergehäuses 10 und anschließend auf das in den Kühlkanälen 42 strömende Kühlmittel übergeht. Dadurch wird die gewünschte Kühlung der Brennräume 32 und des Zylindergehäuses 10 der Brennkraftmaschine erreicht. Die aufgenommene Wärmeenergie wird von dem Kühlmittel in einem nicht dargestellten Umgebungswärmetauscher des Kühlsystems an ein weiteres Kühlmedium, insbesondere Umgebungsluft, abgeführt. Das Kühlmittel kann dann wieder über die Kühlmittleinlässe 44 in die Kühlmäntel des Zylindergehäuses 10 rezirkuliert werden.

[0040] Bei dem Zylindergehäuse der in der Fig. 1 dargestellten Brennkraftmaschine ebenso wie bei dem dazu im Wesentlichen identischen Zylindergehäuse 10 gemäß der Fig. 2 sind die Kühlmäntel jeweils in lediglich einem Abschnitt in der Nähe des oberen Endes der Zylinder 12 in das Zylindergehäuse 10 integriert, wobei die Längserstreckungen dieser Abschnitte beispielsweise ca. ein Viertel oder ein Drittel der gesamten Längserstreckungen der Zylinder 12 betragen können. Bei der Brennkraftmaschine gemäß der Fig. 1 und bei einer ein Zylindergehäuse 10 umfassenden Brennkraftmaschine erfolgt daher eine direkte Kühlung der Zylindergehäuse 10 lediglich in einem Bereich in der Nähe des jeweiligen oberen Totpunkts der Bewegungen der Kolben 14. Dies ist vorgesehen, weil dort im Betrieb einer Brennkraftmaschine primär Wärmeenergie erzeugt wird, die abgeführt werden soll, um die Temperaturen in den Brennräumen 32 und in den angrenzenden Bauteilen auf zulässige Werte begrenzt zu halten. In den übrigen Abschnitten der Zylinder 12 kann dagegen der Übergang von Wärmeenergie aus den Zylindern 12 in das Zylindergehäuse 10 und von dort in die übrigen Teile der Brennkraftmaschine so gering sein, dass auf eine direkte Kühlung verzichtet werden kann. Dies kann insbesondere bei einer Ausgestaltung der Zylindergehäuse 10 aus relativ gut Wärme leitenden Werkstoffen (z.B. Aluminiumlegierungen) der Fall sein, wodurch die übergehenden Wärmeenergie auch ohne direkte Kühlung ausreichend sicher abgeführt werden kann. In jedem Fall kann durch eine solche Ausgestaltung eine "Überkühlung" dieser Abschnitte der Zylindergehäuse 10 vermieden werden, die zu einer relativ hohen Viskosität von Schmiermittel, das zwischen den Außenflächen der Kolben 14 und den Wandungen der Zylinder 12 angeordnet ist, und damit zu relativ hohen Reibungsverlusten führen könnte.

[0041] Die Herstellung eines erfindungsgemäßen Zylindergehäuses 10 gemäß den Fig. 1 und 2 kann beispielsweise durch Gießen unter Verwendung eines Gießkerns 48, wie er beispielsweise in den Fig. 3 bis 5 dargestellt ist, erfolgen. Dieser Gießkern 48, der beispielsweise selbst durch Gießen aus einem Kernmaterial, das beispielsweise Salz als Grundmaterial umfasst,

ausgebildet sein kann, umfasst eine Mehrzahl von ringförmig umlaufenden Ringabschnitten 50, die zur Ausbildung jeweils eines Kühlkanals des herzustellenden Zylindergehäuses 10 dienen, wobei mehrere (im vorliegenden Ausführungsbeispiel vier) Gruppen vorgesehen sind, die jeweils eine Mehrzahl von Ringabschnitten 50 umfassen, die in coaxialer Ausrichtung und axial beabstandet zueinander angeordnet sind. Jede dieser Gruppen von Ringabschnitten 50 bildet einen einem Zylinder 12 des herzustellenden Zylindergehäuses 10 zugeordneten Kühlmantel aus. Die Gießform bildet weiterhin für jede der Gruppen von Ringabschnitten 50 jeweils zwei Anschlussabschnitte 52 aus, die bezüglich der dazugehörigen Ringabschnitte 50 einander diagonal gegenüberliegend angeordnet sind und die in die dazugehörigen Ringabschnitte 50 übergehen. Diese Anschlussabschnitte 52 sind dafür vorgesehen, einen Kühlmittleinlass 44 sowie einen Kühlmittelauslass 46 für die dazugehörigen, von den Kühlkanälen 42 ausgebildeten Kühlmäntel auszubilden.

[0042] Wie es sich insbesondere aus der Fig. 6 ergibt gehen auch die jeweils auf gleicher (axialer) Höhe liegenden Ringabschnitte 50 benachbarter Gruppen in jeweils einem Umfangsabschnitt ineinander über, so dass sich für die durch die Ringabschnitte 50 ausgebildeten Kühlkanäle 42 eine fluidleitende Verbindung miteinander beziehungsweise ein integraler Abschnitt, der jeweils zu zwei radial benachbarten Kühlkanälen 42 gehört, ergibt. Diese Ausgestaltung des Gießkerns 48 beziehungsweise die dadurch erreichte Ausgestaltung der Kühlkanäle 42 ermöglicht eine Integration von hinsichtlich der Strömungsquerschnitte ausreichend groß dimensionierten Kühlkanälen 42 in relativ schmale Trennsteg 54 (vgl. Fig. 2; z.B. ca. 8 mm Breite im engsten Abschnitt), die jeweils zwischen benachbarten Zylindern 12 der erfindungsgemäßen Zylindergehäuse 10 ausgebildet sind. Folglich kann trotz relativ kompakter Abmessungen der Zylindergehäuse 10, die durch eine schmale Dimensionierung der Trennsteg 54 ermöglicht wird, eine ausreichende Kühlleistung auch im Bereich dieser Trennsteg 54 realisiert werden.

[0043] Bei dem Gießkern gemäß den Fig. 3 bis 5 ist ergänzend vorgesehen, dass jeweils zwei axial beabstandete Ringabschnitte 50 durch mehrere (im vorliegenden Ausgestaltungsbeispiel vier) Verbindungsabschnitte 56 miteinander verbunden sind, wodurch die Stabilität des Gießkerns 48 in den von den Anschlussabschnitten 52 beabstandeten Bereichen der Ringabschnitte 50 erhöht werden kann, um ein Versagen des Gießkerns 48 beim Gießen eines Zylindergehäuses 10 zu vermeiden. Diese Verbindungsabschnitte 56 führen zur Ausbildung von jeweils einem Verbindungskanal (nicht sichtbar), der zwei axial beabstandete Kühlkanäle 42 miteinander fluidleitend verbindet. Über die Verbindungskanäle kann Kühlmittel zwischen den Kühlkanälen 42 überströmen. Um zu vermeiden, dass sich in diesen Verbindungskanälen Kühlmittel staut, sind diese und somit auch die Verbindungsabschnitte 56 des Gießkerns 48 schräg bezie-

hungsweise nicht-parallel bezüglich der (koaxialen) Mittellängsachsen 58 der Kühlkanäle 42 beziehungsweise der Ringabschnitte 50 ausgerichtet. Dadurch ergeben sich für die jeweils zwei Mündungen der Verbindungsabschnitte 56 in die Kühlkanäle 42 unterschiedliche Abstände (bezüglich der Umfangsrichtung) zu dem dazugehörigen Kühlmiteleinlass 44 sowie zu dem dazugehörigen Kühlmittelauslass 46 und daraus folgend zumindest geringfügig unterschiedliche hydraulische Drücke in diesen Mündungen. Dies führt zu Druckgefällen über den Verbindungsabschnitten 56, wodurch eine Durchströmung der Verbindungsabschnitte 56 gefördert wird.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0044]

10	Zylindergehäuse
12	Zylinder
14	Kolben
16	Pleuel
18	Kurbelzapfen
20	Kurbelwelle
22	Kurbelgehäuse
24	Ölwanne
26	Längsachse des Kolbens/Zylinders
28	Rotationsachse der Kurbelwelle
30	Längsachse/Rotationsachse eines Kurbelzapfens
32	Brennraum
34	Zylinderkopf
36	Injektor
38	Einlassventil
40	Auslassventil
42	Kühlkanal
44	Kühlmiteleinlass
46	Kühlmittelauslass
48	Gießkern
50	Ringabschnitt
52	Anschlussabschnitt
54	Trennsteg
56	Verbindungsabschnitt
58	Mittellängsachse eines Kühlkanals/Ringabschnitts

Patentansprüche

1. Zylindergehäuse (10) für eine Hubkolbenvorrichtung mit mindestens zwei Zylindern (12), die jeweils zur Aufnahme eines Kolbens (14) der Hubkolbenvorrichtung vorgesehen sind, und mit für jeden der Zylinder (12) einem integralen, die Zylinder (12) umfangsseitig umgebenden Kühlmantel, wobei die Kühlmäntel in eine Mehrzahl von geschlossen umlaufenden Kühlkanälen (42) unterteilt sind und wobei in zumindest einen der Kühlmäntel ein Kühlmiteleinlass (44) und in zumindest einen der Kühlmäntel ein Kühlmittelauslass (46) mündet, **dadurch gekennzeichnet**

zeichnet, dass die Kühlkanäle (42) zwischen den Zylindern (12) ineinander übergehen.

2. Zylindergehäuse (10) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in jeden der Kühlmäntel ein Kühlmiteleinlass (44) und ein Kühlmittelauslass (46) mündet.
3. Zylindergehäuse (10) gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlmiteleinlass (44) und der Kühlmittelauslass (46) in Umfangsrichtung des dazugehörigen Zylinders (12) versetzt angeordnet sind.
4. Zylindergehäuse (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strömungsquerschnitt mindestens eines Kühlkanals (42) kleiner als die Öffnungsquerschnitte des Kühlmiteleinlasses (44) und des Kühlmittelauslasses (46) ist.
5. Zylindergehäuse (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Kühlmiteleinlässe (44) und/oder der oder die Kühlmittelauslässe (46) in jeden Kühlkanal (42) des diesen zugeordneten Kühlmantels münden.
6. Zylindergehäuse (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlmäntel entlang der Längserstreckungen der Zylinder (12) nur abschnittsweise vorgesehen sind oder die Kühlkanäle (42) der Kühlmäntel entlang der Längserstreckungen der Zylinder (12) ungleichförmig ausgebildet und/oder angeordnet sind.
7. Zylindergehäuse (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** benachbarte Kühlkanäle (42) eines Kühlmantels direkt mittels mindestens eines Verbindungskanals miteinander verbunden sind.
8. Zylindergehäuse (10) gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbindungskanal schräg bezüglich der Längsachse (26) des dazugehörigen Zylinders (12) verlaufend ausgebildet ist.
9. Verfahren zur Herstellung eines Zylindergehäuses (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Ausbildung mittels eines generativen Fertigungsverfahrens oder durch Gießen unter Verwendung eines zumindest die Kühlmäntel ausbildenden, verlorenen Gießkerns (48).
10. Verfahren gemäß Anspruch 9, **gekennzeichnet durch** die Verwendung eines löslichen Grundmaterials für den Gießkern (48).

11. Gießkern (48) zur Verwendung in einem Verfahren gemäß Anspruch 9 oder 10, **gekennzeichnet durch** eine Mehrzahl von Ringabschnitten (50), die jeweils zur Ausbildung eines Kühlkanals (42) eines der Kühlmäntel vorgesehen sind, wobei radial benachbarte Ringabschnitte (50) in einem Umfangsabschnitt ineinander übergehen. 5
12. Gießkern (48) gemäß Anspruch 11, **gekennzeichnet durch** mindestens einen zur Ausbildung eines Kühlmittleinlasses (44) des Kühlmantels vorgesehenen Anschlussabschnitt (52) und/oder zumindest einen zur Ausbildung eines Kühlmittelauslasses (46) des Kühlmantels vorgesehenen Anschlussabschnitt (52). 10 15
13. Gießkern gemäß Anspruch 11 oder 12, **gekennzeichnet durch** zumindest einen Verbindungsabschnitt (56), der axial benachbarte Ringabschnitte (50) miteinander verbindet. 20

25

30

35

40

45

50

55

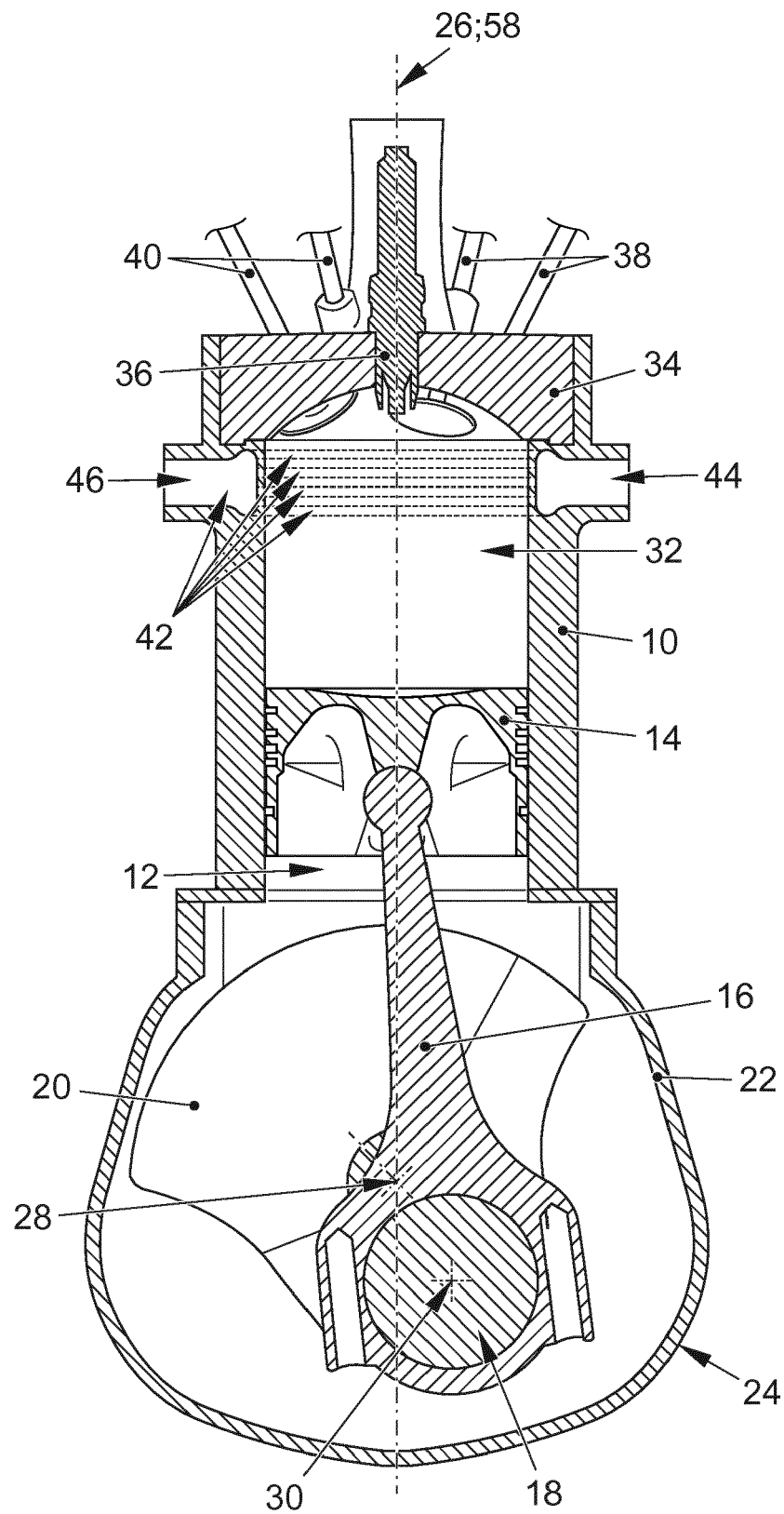


FIG. 1

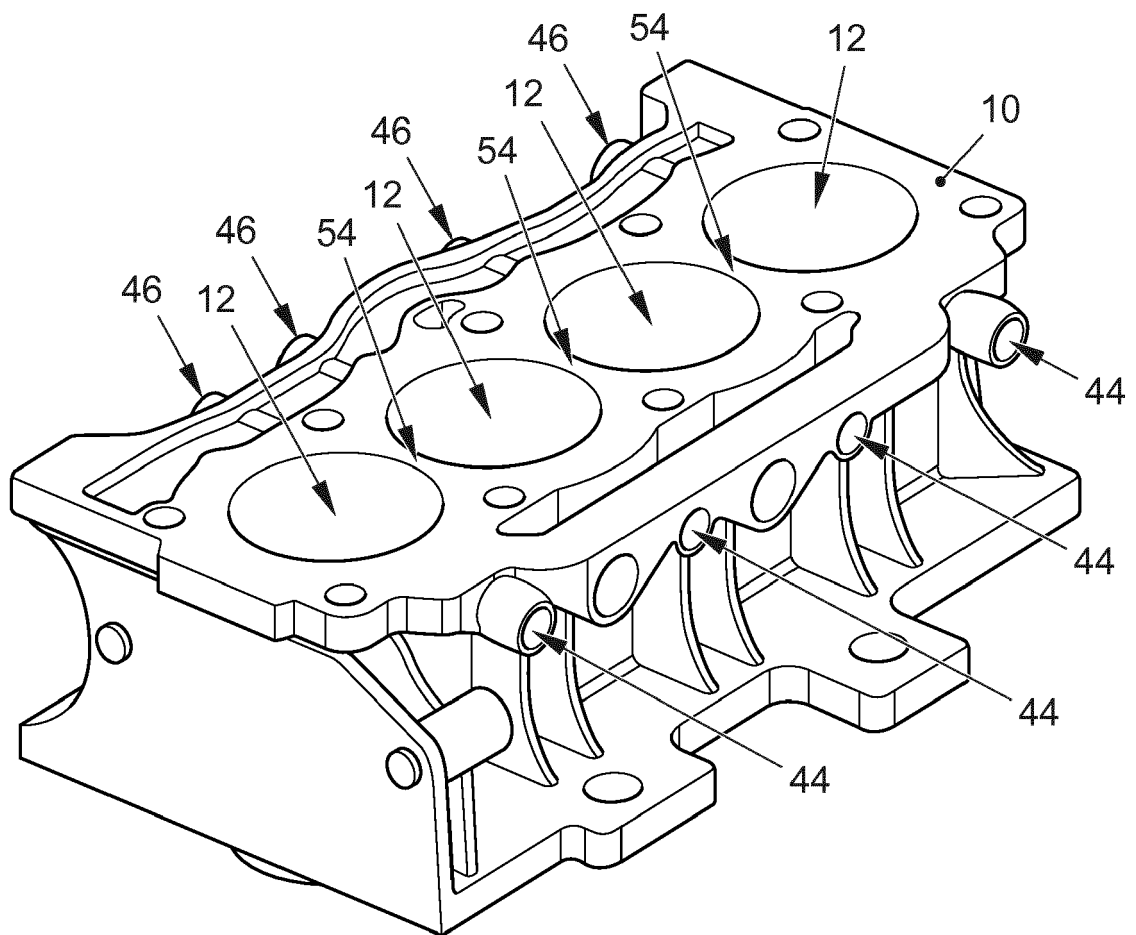


FIG. 2

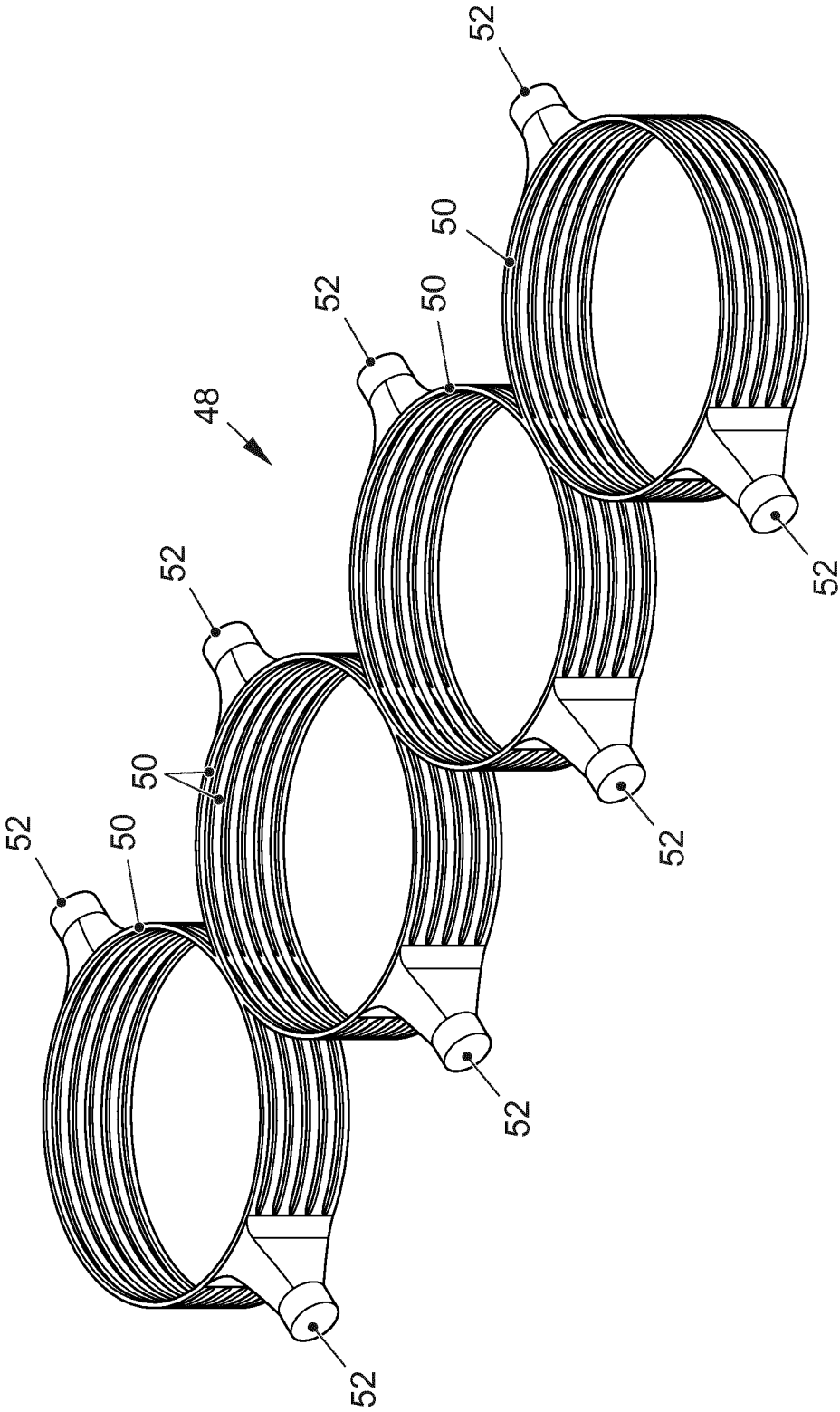


FIG. 3

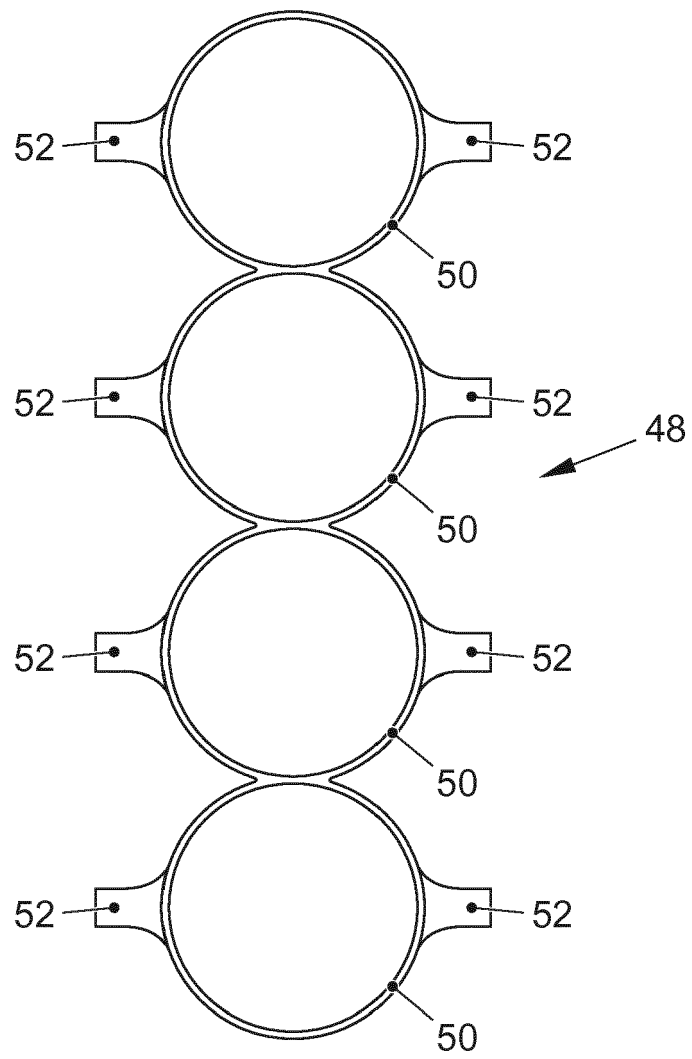


FIG. 4

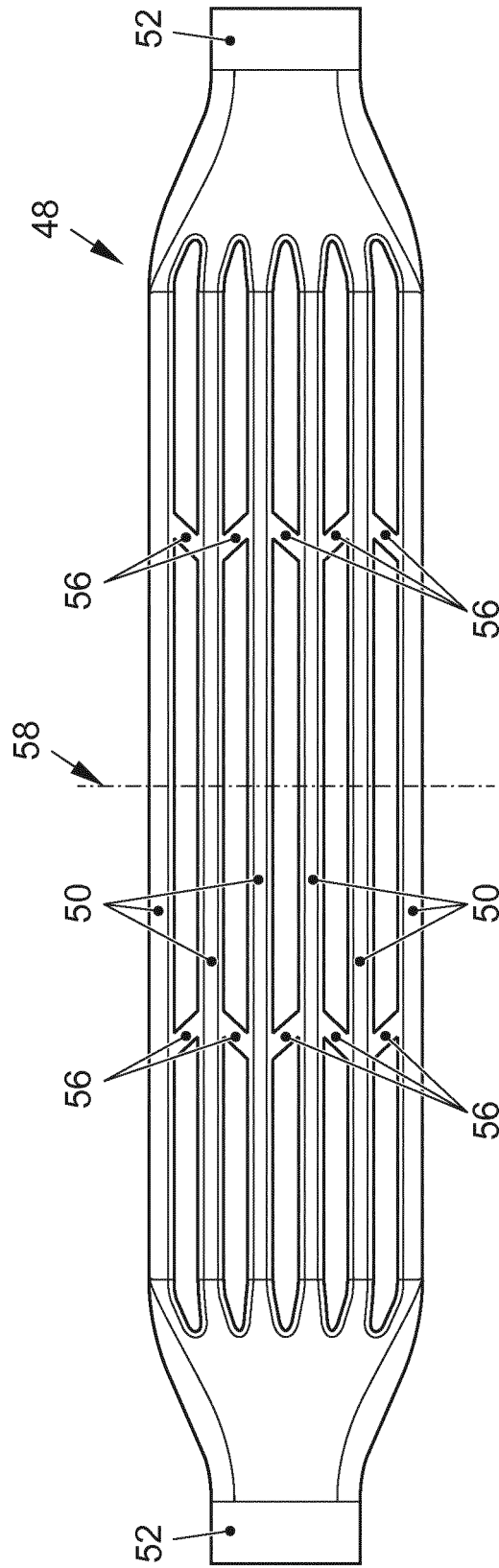


FIG. 5

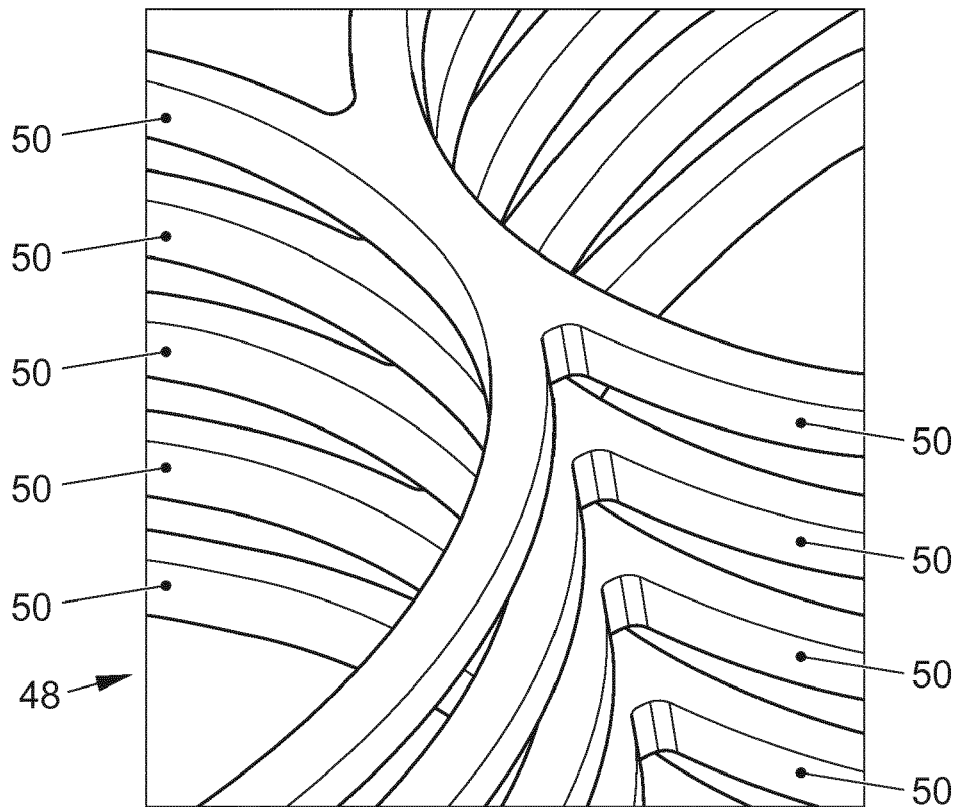


FIG. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 20 6712

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 952 325 A2 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 27. Oktober 1999 (1999-10-27)	1-7	INV. F02F1/14 B22C9/04
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,3,4 * * Ansprüche 1,5 * * Absatz [0005] * * Absatz [0021] * * Absatz [0015] - Absatz [0016] * * Absatz [0017] * * Absatz [0019] * * Absatz [0014] *	8	ADD. F01P3/02
X	US 2010/300394 A1 (SONG GUANGLING [US] ET AL) 2. Dezember 2010 (2010-12-02) * Absatz [0021] * * Absatz [0022] - Absatz [0024] * * Absatz [0059] * * Absatz [0061] * * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,3,4 * * Ansprüche 1,20 * * Absatz [0031] *	1-3,6, 9-13	
X	EP 0 488 810 A1 (TEIKOKU PISTON RING CO LTD [JP]) 3. Juni 1992 (1992-06-03) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,3,5 * * Spalte 1, Zeile 40 - Zeile 43 * * Ansprüche 1,3,8,11 * * Spalte 2, Zeile 29 - Spalte 3, Zeile 14 *	1,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02F F01P B22C
Y	JP S49 110149 U (HINO MOTORS, LTD.) 20. September 1974 (1974-09-20) * Zusammenfassung; Abbildung 3 * * Seite 1 - Seite 4 *	8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 23. April 2018	Prüfer Barunovic, Robert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 20 6712

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23-04-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0952325 A2	27-10-1999	DE 19818589 A1	04-11-1999
		EP 0952325 A2	27-10-1999
		US 6223702 B1	01-05-2001
US 2010300394 A1	02-12-2010	CN 101898235 A	01-12-2010
		DE 102010021226 A1	30-12-2010
		US 2010300394 A1	02-12-2010
EP 0488810 A1	03-06-1992	DE 69108687 D1	11-05-1995
		DE 69108687 T2	17-08-1995
		EP 0488810 A1	03-06-1992
		JP 2567298 B2	25-12-1996
		JP H04203253 A	23-07-1992
		US 5207188 A	04-05-1993
JP S49110149 U	20-09-1974	JP S5254682 Y2	10-12-1977
		JP S49110149 U	20-09-1974

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 Patentedokumente

- DE 8628188 U1 [0006]
- DE 10225062 A1 [0008]
- US 5211137 A [0008]
- US 5207189 A [0008]
- US 5199390 A [0008]
- US 3086505 A [0008]
- JP H0518319 A [0008]
- US 2464462 A [0008]
- US 20050274333 A1 [0009]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **MATSUTANI et al.** Water Jacket Spacer for Improvement of Cylinder Bore Temperature Distribution. SAE TECHNICAL PAPER SERIES [0004]
- **KIMURA et al.** Analysis of Piston Friction - Effects of Cylinder Bore Temperature Distribution and Oil Temperature. SAE [0005]