

(19)



(11)

EP 3 546 722 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.10.2019 Patentblatt 2019/40

(51) Int Cl.:
F02B 75/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19163702.4**

(22) Anmeldetag: **19.03.2019**

(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:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **ECO Holding 1 GmbH**
97828 Marktheidenfeld (DE)

(72) Erfinder:
• **Huber, David**
60486 Frankfurt am Main (DE)
• **Schulze, Dietmar**
35516 Münzenberg (DE)
• **Seipel, Michael**
97855 Triefenstein (DE)

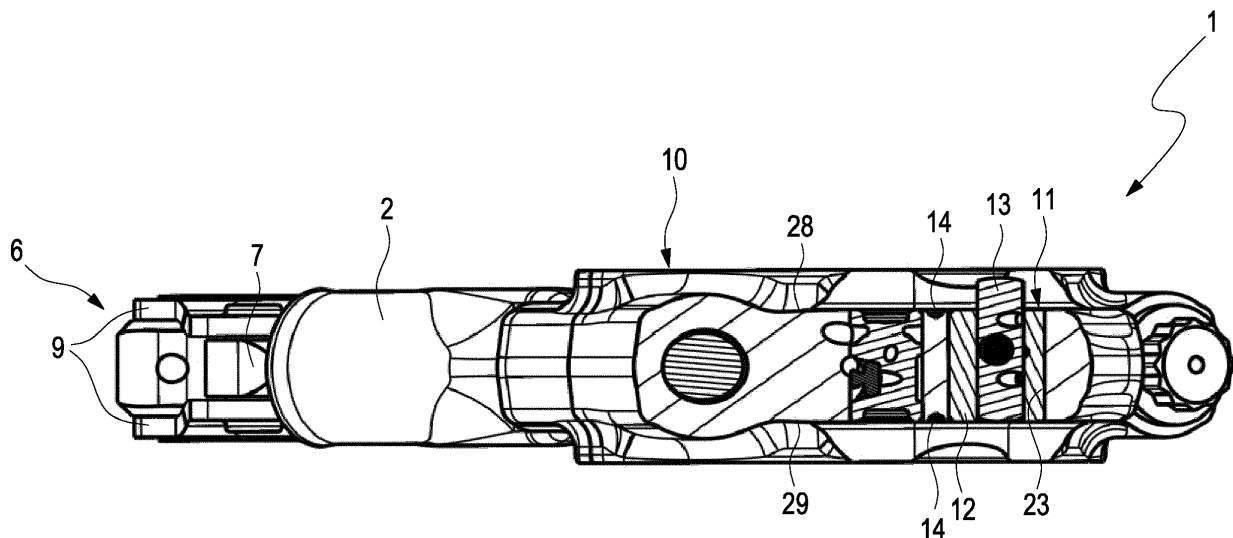
(30) Priorität: **29.03.2018 DE 102018107668**
04.10.2018 DE 102018124464

(54) PLEUEL FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE MIT VARIABLER VERDICHTUNG

(57) Die Erfindung betrifft einen Pleuel (1) für eine Brennkraftmaschine mit variabler Verdichtung mit einer Verstelleinrichtung (6) zur Verstellung einer effektiven Pleuelstangenlänge, wobei ein Verstellweg der Verstelleinrichtung (6) mittels eines Umschaltventils (11) ver-

stellbar ist, und wobei ein Ventilgehäuse (12) des Umschaltventils (11) in einer Bohrung (23) des Pleuels (1) axial gesichert vorgesehen ist.

Die Erfindung betrifft ferner eine Brennkraftmaschine mit einem solchen Pleuel (1).



(E-E)
Fig. 2

EP 3 546 722 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Pleuel für eine Brennkraftmaschine mit variabler Verdichtung, sowie eine Brennkraftmaschine mit variabler Verdichtung mit einem Pleuel.

Stand der Technik

[0002] Bei Brennkraftmaschinen wirkt sich ein hohes Verdichtungsverhältnis positiv auf den Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine aus. Unter Verdichtungsverhältnis wird im Allgemeinen das Verhältnis des gesamten Zylinderraumes vor der Verdichtung zum verbliebenen Zylinderraum nach der Verdichtung verstanden. Bei Brennkraftmaschinen mit Fremdzündung, insbesondere Ottomotoren, die ein festes Verdichtungsverhältnis aufweisen, darf das Verdichtungsverhältnis jedoch nur so hoch gewählt werden, dass bei Volllastbetrieb ein sogenanntes "Klopfen" der Brennkraftmaschine vermieden wird. Jedoch könnte für den weitaus häufiger auftretenden Teillastbereich der Brennkraftmaschine, also bei geringer Zylinderfüllung, das Verdichtungsverhältnis mit höheren Werten gewählt werden, ohne dass ein "Klopfen" auftreten würde. Der wichtige Teillastbereich einer Brennkraftmaschine kann verbessert werden, wenn das Verdichtungsverhältnis variabel einstellbar ist. Zur Verstellung des Verdichtungsverhältnisses sind beispielsweise Systeme mit variabler Pleuelstangenlänge bekannt, welche mit Hilfe von hydraulischen Umschaltventilen eine Verstelleinrichtung eines Pleuels betätigen.

[0003] Ein gattungsgemäßes Umschaltventil ist beispielsweise aus der DE 10 2012 112 461 A1 zu entnehmen. Das Umschaltventil ist als Patronenlösung ausgeführt. Dies weist den Vorteil auf, dass das Umschaltventil unabhängig von der Pleuelstangenanordnung, in welches das Umschaltventil verbaut wird, auf Dichtigkeit geprüft werden kann. Das Umschaltventil ist in den Pleuelkörper eingepresst.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Eine Aufgabe der Erfindung ist es, einen verbesserten, und kostengünstigen Pleuel für eine Brennkraftmaschine mit variabler Verdichtung zu schaffen, welches prozesssicher herzustellen ist.

[0005] Eine weitere Aufgabe ist es, eine Brennkraftmaschine mit variabler Verdichtung mit einem solchen Pleuel zu schaffen.

[0006] Die vorgenannten Aufgaben werden nach einem Aspekt der Erfindung gelöst mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche.

[0007] Günstige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung.

[0008] Es wird ein Pleuel für eine Brennkraftmaschine

mit variabler Verdichtung vorgeschlagen, mit einer Verstelleinrichtung zur Verstellung einer effektiven Pleuelstangenlänge, wobei ein Verstellweg der Verstelleinrichtung mittels eines Umschaltventils verstellbar ist. Dabei ist ein Ventilgehäuse des Umschaltventils in einer Bohrung des Pleuels axial gesichert vorgesehen.

[0009] Die Pleuelstange umfasst einen Pleuelkörper und einen daran angeordneten Pleueldeckel, welche ein Hublagerauge umschließen. An dem entgegengesetzten Ende des Pleuelkörpers kann beispielsweise ein Pleuellagerauge mit der Exzenter-Verstelleinrichtung angeordnet sein. Als Pleuelstangenlänge ist der Abstand einer Mittelachse des Hublagerauges zu einer Mittelachse des Pleuellagerauges definiert.

[0010] Für die konstruktive Umsetzung des Hydraulikschaltplans eines Pleuels für eine Brennkraftmaschine mit variabler Verdichtung ist es vorteilhaft, Umschaltventile im Pleuelkörper einzubringen. Üblich ist die Nutzung von Pressverbänden, in der Ventile mit zylinderförmiger Außengeometrie, beispielsweise Drehteile, in Bohrungen quer zu einer Pleuelmittelebene eingepresst werden. Um den hohen Belastungen des Pleuels gerecht zu werden, müssen die Ventile derart positioniert werden, dass die Bohrungen möglichst geringen Belastungen, welche zu einer ovalen Verformung führen können, die jedoch im Motorbetrieb auftreten können, ausgesetzt sind. Einerseits führen starke Verformungen bei schwachen Pressverbänden zu Leckage und verringern die axiale Haltekraft des Pressverbands, sodass das Ventil axial aus der Bohrung austreten kann. Andererseits kann ein Pressverband nur mit einem so starken Übermaß ausgelegt werden, wie es die Strukturmechanik des Pleuels und des Ventils auf Grund von Montagespannungen zulässt. Weiter können sich die Ventile bei schwachen Pressverbänden und zu geringer Reibung axial verdrehen können. Die Orientierung des Umschaltventils in der Bohrung kann aber für die Funktionsweise des Ventils von entscheidender Bedeutung sein, wenn beispielsweise der Abgreifer des Ventils nicht in der Ventalachse angeordnet ist. Dadurch ergibt sich ein Zielkonflikt für die Pressverbandsauslegung: ausreichende axiale Haltekraft, Positionsfixierung und geringe Leckage gegen unzulässig hohe Montagespannung überlagert von Betriebsspannungen.

[0011] Um den gegensätzlichen Anforderungen gerecht zu werden, können sehr enge Toleranzbereiche für die Pressverbände ausgewählt werden. Jedoch steigen bei dieser Maßnahme die Fertigungskosten signifikant an, sodass eine Serienfertigung nicht mehr wirtschaftlich ist.

[0012] Erfindungsgemäß ist deshalb das Ventilgehäuse des Umschaltventils in der Bohrung des Pleuelkörpers axial gesichert vorgesehen. Dadurch kann sich das Ventilgehäuse nicht lockern und aus seiner vorgesehenen Lage im Pleuelkörper heraus verschieben oder verdrehen.

[0013] Auf diese Weise kann die obere Grenze des Pressverbands Ventilgehäuse im Pleuelkörper an die

maximal zulässigen Montagespannungen angepasst werden und die untere Grenze hin zu einer wirtschaftlichen Fertigung verschoben werden. Das Risiko einer axialen Verschiebung oder Verdrehung des Umschaltventils im Pleuel bei Motorbetrieb kann mithilfe der hier beschriebenen stirnseitigen Axialsicherung des Ventilgehäuses im Pleuel vorteilhaft reduziert werden.

[0014] Eine einfache Axialsicherung kann über eine Schweißnaht oder Schweißpunkte zwischen Ventilgehäuse und Pleuelkörper oder Pleueldeckel erfolgen. Ebenso kann ein Klebstoff oder eine stirnseitige Beschichtung, beispielsweise Lack, als Sicherung herangezogen werden.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung kann der Pleuel eine oder mehrere axiale Senkungsbohrungen aufweisen, deren Überstände zur axialen Sicherung des Umschaltventils in eine oder mehrere stirnseitige Ausnehmungen des Ventilgehäuses umgeformt sind. Diese Variante verwendet eine Senkungsbohrung im Pleuel und stirnseitige Ausfräsungen im Ventil. Die Senkungsbohrungen dienen als Zentrierung für ein Umformwerkzeug, beispielsweise mit einem harten Kugelkopf, das den Überstand der Senkungsbohrung in die Ausfräsung des Ventils drückt, um somit das Ventil axial und gegen Verdrehen sicher zu fixieren. Ebenso kann eine Senkungsbohrung mehreren Ausfräsungen unterschiedlicher Ventile zugeordnet sein. Die Axialsicherung kann unabhängig von der Ventilposition im Pleuel gewählt werden. Ebenso können mehrere Anfräsungen oder Umformvorgänge angesetzt werden.

[0016] Senkungsbohrungen, welche im Pleuel genügend nahe an der Bohrung im Pleuel zur Aufnahme des Umschaltventils angeordnet sind, können eine ausreichend dünne Wandstärke zur Bohrung als Überstand hin aufweisen, sodass das Material dieser Überstände durch mechanischen Druck zur Bohrung hin verlagert werden kann. Weist das Ventilgehäuse an dieser Stelle stirnseitige Ausnehmungen auf, so kann das Material der Überstände in diese Ausnehmungen geschoben werden. Dadurch findet eine Verzahnung zwischen Pleuelkörper oder Pleueldeckel und Ventilgehäuse statt. Das Ventilgehäuse ist auf diese Weise in der Bohrung gegen axiale Verschiebungen gesichert. Sind die Ausnehmungen im Ventilgehäuse nicht umlaufend, sondern über einen begrenzten Winkelbereich angeordnet, dann kann das Ventilgehäuse und damit das Umschaltventil auch gegen Verdrehen in der Bohrung gesichert werden.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels kann das Ventilgehäuse axiale Senkungsbohrungen aufweisen, deren Überstände zur axialen Sicherung des Umschaltventils in eine oder mehrere stirnseitige Ausnehmungen des Pleuels umgeformt sind. Die Senkungsbohrungen können auch im Ventil und die stirnseitigen Ausfräsungen im Pleuelkörper angeordnet sein. Damit lässt sich die axiale Sicherung des Ventilgehäuses in der Bohrung des Pleuels bei Verlagerung des Materials der Überstände in gleicher Weise erreichen.

[0018] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des

Pleuels können die Überstände der Senkungsbohrungen mittels eines Umformwerkzeuges in die Ausnehmungen eingedrückt sein. Das Material der Überstände kann durch Auswirken eines mechanischen Drucks, wie er beispielsweise mittels eines Umformwerkzeugs erzeugt werden kann, in die Ausnehmungen eingedrückt werden. Dadurch lässt sich die gewünschte Verzahnung zwischen Pleuelkörper oder Pleueldeckel und Ventilgehäuse auf geeignete Weise erreichen.

[0019] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels können in die Senkungsbohrungen Kugeln eingepresst sein, wodurch die Überstände in die Ausnehmungen eingedrückt sind. Eine Variante dieser technischen Lösung ist das Einpressen einer Kugel in die Senkungsbohrung. Der Überstand wird beim Einpressen der Kugel in die Senkungsbohrung so weit verformt, dass eine Axial- und Verdrehsicherung entsteht, aber auch die Kugel am Lösen gehindert wird. Dadurch lässt sich die gewünschte Verzahnung zwischen Pleuelkörper oder Pleueldeckel und Ventilgehäuse auf geeignete Weise erzielen. In ähnlicher Weise könnten auch kegelförmige oder kegelmuffförmige Körper in die Senkungsbohrungen eingepresst werden, um den gewünschten Effekt zu erzielen.

[0020] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels können die Ausnehmungen als auf einem Außenrand des Ventilgehäuses umlaufende Fase vorgesehen sein. Eine einfache Ausführung der Ausnehmungen des Ventilgehäuses kann in Form einer auf dem Außenrand des Ventilgehäuses umlaufenden Fase erreicht werden. Dadurch lässt sich eine axiale Sicherung des Umschaltventils in der Bohrung des Pleuels erreichen. Wird das Material der Überstände mit geeignetem Druck in die Fase und gegen das Ventilgehäuse gedrückt, dann kann damit auch eine Sicherung gegen Verdrehen des Ventilgehäuses in der Bohrung erzielt werden.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels kann das Ventilgehäuse auf wenigstens einer Stirnseite einen axialen Überstand aufweisen, wobei zur axialen Sicherung des Umschaltventils der Überstand mit einem Sicherungsring fixiert ist. Eine weitere Variante der stirnseitigen Axialsicherung liegt in überstehenden Ventilen, die mittels Sicherungsringen in ihrer axialen Lage fixiert werden. Auch DIN-Normteile können als Sicherungsringe verwendet werden. Der Sicherungsring kann über eine Passung, eine Schweißnaht, in einer Nut, ein Gewinde oder einer ähnlichen Fixierungsmöglichkeit an dem Ventil fixiert sein.

[0022] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels kann das Ventilgehäuse auf einer ersten Stirnseite einen axialen Absatz und auf einer zweiten Stirnseite einen axialen Überstand aufweisen, wobei zur axialen Sicherung des Umschaltventils der Überstand mit einem Sicherungsring fixiert ist. Das Ventil kann so alternativ auch mit einem axialen Absatz an einer Stirnseite versehen sein, der an dem Pleuelkörper oder Pleueldeckel zur Anlage kommt und einen Sicherungsring an dem axialen Überstand der zweiten Stirnseite enthalten, der

als Gegenhalt auf der anderen Stirnfläche des Pleuels zur Fixierung des Ventilgehäuses dient. Der Sicherungsring kann über eine Passung, eine Schweißnaht, in einer Nut, ein Gewinde oder einer ähnlichen Fixierungsmöglichkeit an dem Ventil fixiert sein.

[0023] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels kann der Sicherungsring auf dem Überstand mittels einer Presspassung, einer Verschweißung oder eines Gewindes befestigt sein. Der Sicherungsring kann zweckmäßigerweise über eine Passung, eine Schweißnaht, in einer Nut, ein Gewinde oder einer ähnlichen Fixierungsmöglichkeit an dem Ventil fixiert sein.

[0024] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels kann der Sicherungsring wenigstens eine Verdrehungssicherung aufweisen. Um eine zusätzliche Verdrehungssicherung herzustellen kann der Sicherungsring verdrehgesichert, beispielsweise als Ring mit Haltetaschen, die in ein Gegenstück oder beidseitig einrasten, ausgeführt sein.

[0025] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels kann die Verdrehungssicherung wenigstens eine von dem Sicherungsring radial nach außen stehende Lasche umfassen, welche an dem Pleuel, insbesondere an dem Pleueldeckel fixiert ist. Insbesondere kann die Lasche mit dem Pleuel stoffschlüssig verbunden, beispielsweise verschweißt sein.

[0026] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels kann die Lasche in eine Aussparung des Pleuels eingreifen. Zweckmäßigerweise kann die Lasche in eine Aussparung des Pleuels einrasten. Dadurch kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass der Sicherungsring auch wieder gelöst werden kann, wenn beispielsweise das Umschaltventil ausgetauscht werden soll.

[0027] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels kann das Ventilgehäuse auf wenigstens einer Stirnseite einen axialen Überstand aufweisen, wobei zur axialen Sicherung des Umschaltventils der Überstand nach der Montage des Ventilgehäuses umgeformt vorgesehen ist. Dadurch kann eine axiale Sicherung ohne weitere Bauteile ermöglicht werden. Vorzugsweise wird dabei das Ventilgehäuse im Bereich des Überstandes vor dem Umformprozess wärmebehandelt.

[0028] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels kann auf wenigstens einer Stirnseite des Ventilgehäuses wenigstens eine Körnung zur axialen Sicherung des Umschaltventils angebracht sein, wodurch Material des Ventilgehäuses in einen Bohrungsspalt zwischen Ventilgehäuse und Pleuel verlagert ist. Durch Materialumformung kann das Umschaltventil gegen Axialbewegung und auch gegen Verdrehung gesichert werden. Dies kann zum einen durch Körnen der Stirnseite des Ventilgehäuses erreicht werden, bei dem Material nach radial außen in Richtung des Pleuelkörpers oder Pleueldeckels verformt wird.

[0029] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels kann auf wenigstens einer Stirnfläche des Pleuels wenigstens eine Körnung zur axialen Sicherung des Umschaltventils angebracht sein, wodurch Material des

Pleuels in den Bohrungsspalt zwischen Ventilgehäuse und Pleuel verlagert ist. Alternativ kann die axiale Sicherung des Umschaltventils auch durch Körnen der Stirnfläche des Pleuels erreicht werden, bei dem Material nach radial innen in Richtung des Ventilgehäuses verformt wird.

[0030] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Pleuels kann wenigstens ein Sicherungselement zur axialen Sicherung des Umschaltventils in dem Bohrungsspalt zwischen Ventilgehäuse und Pleuel angeordnet sein. Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung eines Sicherungselements, beispielsweise einer Passfeder, eines Konus, eines Keils, welches auch als DIN-Normteil ausgebildet sein kann, und welches stirnseitig zwischen Ventil und Bohrung in den Bohrungsspalt getrieben wird. Dieses kann zusätzlich geschweißt, geklebt oder auf ähnliche Weise fixiert werden. Eine Kombination aus Verwendung eines Sicherungsringes und der Axialsicherung mit Sicherungselement stellt die Axialsicherung mittels Sicherungsstiften dar. Hierbei kann auf jeder Stirnseite des Ventilgehäuses wenigstens ein Stift in den Bohrungsspalt oder eine Tasche zwischen Pleuelkörper und Ventilgehäuse eingepresst, verschweißt, verklebt oder anderweitig gefügt werden.

[0031] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Brennkraftmaschine mit wenigstens einem Pleuel vorgeschlagen. Dabei kann vorteilhaft ein Pleuel wie vorstehend beschrieben verwendet werden, um auf günstige Weise eine Verstelleinrichtung zu realisieren sowie einen vorteilhaften Verbrennungsprozess und damit Kraftstoffverbrauch in der Brennkraftmaschine umzusetzen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0032] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung schematisch dargestellt.

Es zeigen beispielhaft:

[0033]

Fig. 1 eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Pleuels in einer ersten Stellung mit eingezeichneter Schnittebene E-E;

Fig. 2 einen vergrößerten Schnitt des Pleuels in der Schnittebene E-E gemäß Fig. 1;

Fig. 3 eine Draufsicht auf ein in den Pleuel nach Figur 1 eingebautes Umschaltventil mit Senkungsbohrungen nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit eingezeichneter Schnittebene A-A;

Fig. 4 einen Längsschnitt durch das Umschaltventil

in der Schnittebene A-A gemäß Fig. 3;

- Fig. 5 eine Draufsicht auf ein in den Pleuel nach Figur 1 eingebautes Umschaltventil mit einem Absatz und einem Sicherungsring nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit eingezeichneter Schnittebene A-A;
- Fig. 6 einen Längsschnitt durch das Umschaltventil in der Schnittebene A-A gemäß Fig. 5;
- Fig. 7 eine isometrische Darstellung eines Sicherungsringes für ein Umschaltventil nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 8 eine schematische Draufsicht auf ein in den Pleuel nach Figur 1 eingebautes Umschaltventil mit Körnungen im Ventilgehäuse nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 9 eine schematische Draufsicht auf ein in den Pleuel nach Figur 1 eingebautes Umschaltventil mit Körnungen im Pleueldeckel nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung und
- Fig. 10 eine schematische Draufsicht auf ein in den Pleuel nach Figur 1 eingebautes Umschaltventil mit Sicherungselementen nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Ausführungsformen der Erfindung

[0034] In den Figuren sind gleiche oder gleichartige Komponenten mit gleichen Bezugszeichen beziffert. Die Figuren zeigen lediglich Beispiele und sind nicht beschränkend zu verstehen.

[0035] Die Figuren 1 und 2 zeigen einen erfindungsgemäßen Pleuel 1 für eine variable Verdichtung einer Brennkraftmaschine, wobei Figur 1 eine Seitenansicht auf den Pleuel 1 und Figur 2 einen vergrößerten Schnitt durch den Pleueldeckel 10 zeigt. Der Pleuel 1 weist einen Pleuelkörper 2 und eine zumindest abschnittsweise in einem Pleuellagerauge 3 angeordnete verstellbare Exzenter-Verstelleinrichtung 6 mit einem Exzenter 4 auf. An dem entgegengesetzten Ende des Pleuelkörpers 2 ist ein Hublagerauge 5 angeordnet, welches mit dem Pleueldeckel 10 geschlossen wird. Die Exzenter-Verstelleinrichtung 6 dient zur Verstellung einer effektiven Pleuelstangenlänge. Als Pleuelstangenlänge ist der Abstand einer Mittelachse des Hublagerauges 5 zu einer Mittelachse des Pleuellagerauges 3 definiert. Grundsätzlich sind auch andersartige Verstelleinrichtungen zur Verstellung einer effektiven Pleuelstangenlänge im Rahmen der Erfindung denkbar, so dass die Erfindung nicht auf diese konkrete Ausführungsform beschränkt ist.

[0036] Eine Verdrehung der verstellbaren Exzenter-

Verstelleinrichtung 6 wird durch Einwirken von Massen- und Lastkräften der Brennkraftmaschine eingeleitet, die bei einem Arbeitstakt der Brennkraftmaschine auf die Exzenter-Verstelleinrichtung 6 wirken. Während eines Arbeitstaktes verändern sich die Wirkungsrichtungen der auf die Exzenter-Verstelleinrichtung 6 wirkenden Kräfte kontinuierlich. Die Drehbewegung oder Verstellbewegung wird durch mit Hydraulikflüssigkeit, insbesondere mit Motoröl, beaufschlagte, im Pleuel 1 integrierte Kolben unterstützt. Die Kolben verhindern dabei ein Rückstellen der Exzenter-Verstelleinrichtung 6 aufgrund variierender Kraftwirkungsrichtungen der auf die Exzenter-Verstelleinrichtung 6 wirkenden Kräfte.

[0037] Die Kolben sind mittels Exzenterstangen 7, 8 beidseitig mit einem Hebel 9 der Exzentereinrichtung 6 wirkverbunden. Die Kolben sind in Hydraulikkammern verschiebbar angeordnet und über nicht gezeigte Hydraulikflüssigkeitsleitungen mit Hydraulikflüssigkeit über nicht sichtbare Rückschlagventile beaufschlagt. Diese verhindern dabei ein Rückfließen der Hydraulikflüssigkeit aus den Hydraulikkammern zurück in die Hydraulikflüssigkeitsleitungen und ermöglichen ein Nachsaugen von Hydraulikflüssigkeit in die Hydraulikkammern. Die mit den Hydraulikkammern verbundenen Hydraulikflüssigkeitsleitungen wirken alle oder wenigstens teilweise mit einem Umschaltventil 11 zusammen.

[0038] Das Umschaltventil 11, welches in Figur 2 in einem vergrößerten Ausschnitt in der Schnittebene E-E dargestellt ist, weist ein in einem Ventilgehäuse 12 angeordnetes Abgriffselement 13 auf, welches in einer axialen Richtung verschiebbar wahlweise in eine erste Schaltstellung oder eine zweite Schaltstellung verlagerbar und mittels eines federbeaufschlagten Rastelementes wahlweise in der ersten oder der zweiten Schaltstellung arretierbar ist.

[0039] Für die konstruktive Umsetzung eines Hydraulikschaltplans des Pleuels 1 ist es notwendig, ein Umschaltventil 11 in den Pleuelkörper 2 oder den Pleueldeckel 10 einzubringen. Eine gängige Möglichkeit ist die Nutzung von Pressverbänden, in der Umschaltventile 11 mit kreisförmiger Außengeometrie (Drehteile) in Bohrungen 23 quer zur Pleuelmittelebene eingepresst werden. Um den hohen Belastungen des Pleuels 1 gerecht zu werden, müssen die Umschaltventile 11 derart positioniert werden, dass die Bohrungen 23 möglichst geringen Belastungen, die sich im Motorbetrieb ergeben und eine ovale Verformung bewirken können, ausgesetzt sind. Einerseits führen starke Verformungen bei schwachen Pressverbänden zu Leckage und verringern die axiale Haltekraft des Pressverbands, sodass das Umschaltventil 11 axial aus der Bohrung 23 austreten kann. Andererseits kann ein Pressverband nur mit einem so starken Übermaß ausgelegt werden, wie es die Strukturmechanik des Pleuels 1 und des Umschaltventils 11 auf Grund von Montagespannungen zulässt. Hinzu kommt, dass sich die Umschaltventile 11 bei schwachen Pressverbänden und zu geringer Reibung axial verdrehen können. Die Orientierung des Umschaltventils 11 in der Bohrung

23 kann aber von Bedeutung sein, wenn beispielsweise der Abgreifer außerhalb einer Achse in das Umschaltventil eingebracht ist. Dadurch ergibt sich ein Zielkonflikt für die Pressverbandsauslegung, nämlich ausreichende axiale Haltekraft, Positionsfixierung und geringe Leckage gegen eine unzulässig hohe Montagespannung überlagert von Betriebsspannungen.

[0040] Um den gegensätzlichen Anforderungen gerecht zu werden, können sehr enge Toleranzbereiche für die Pressverbände ausgewählt werden. Jedoch steigen bei dieser Maßnahme die Fertigungskosten signifikant an, was sie für Serienanwendungen wenig attraktiv macht.

[0041] Erfindungsgemäß ist daher das Ventilgehäuse 12 des Umschaltventils 11 in einer Bohrung 23 des Pleuels 1 axial gesichert vorgesehen.

[0042] Wie insbesondere in der Draufsicht in Figur 3 und in dem entsprechenden Schnitt in Figur 4 zu erkennen ist, kann der Pleuel 1, bzw. der Pleueldeckel 10, gemäß einem Ausführungsbeispiel eine oder mehrere axiale Senkungsbohrungen 14 aufweisen, deren zum Ventilgehäuse 12 gerichteten Überstände 15 zur axialen Sicherung des Umschaltventils 11 in eine oder mehrere stirnseitige Ausnehmungen 16 des Ventilgehäuses 12 umgeformt werden. Alternativ ist es auch möglich, die axialen Senkungsbohrungen 14 im Ventilgehäuse 12 und die Ausnehmungen 16 im Pleuel vorzusehen.

[0043] Die Überstände 15 der Senkungsbohrungen 14 werden mittels eines Umformwerkzeuges in die Ausnehmungen 16 eingedrückt. Die Senkungsbohrungen 14 dienen dabei als Zentrierung für das Umformwerkzeug, beispielsweise für einen harten Kugelkopf, welcher die Überstände 15 verformt und in die Ausnehmungen 16 drückt, so dass das Ventilgehäuse 12 in der Bohrung des Pleuels 1 axial gesichert und verdrehgesichert fixiert ist.

[0044] Eine nicht gezeigte Ausführungsform sieht vor, dass in die Senkungsbohrungen 14 des Pleuels 1 Kugeln eingepresst werden, wodurch die Überstände 15 in die Ausnehmungen 16 eingedrückt werden.

[0045] In einer weiteren nicht gezeigten Ausführungsform können die Ausnehmungen 16 als auf einem Außenrand 30 des Ventilgehäuses 12 umlaufende Fase vorgesehen sein. Auch dabei kann bei genügend fester Anpressung der Überstände 15 der Senkungsbohrungen 14 eine axiale Sicherung wie auch eine Verdrehsicherung des Ventilgehäuses 12 im Pleuel 1 erreicht werden.

[0046] Gemäß einer weiteren Ausführungsform, welche in der Draufsicht in Figur 5 und in dem entsprechenden Schnitt in Figur 6 dargestellt ist, kann das Umschaltventil 11 auf einer ersten Stirnseite 20 einen axialen Anschlag in Form eines Absatzes 17 aufweisen, welcher am Pleuel 1 und in der in den Figuren 5 und 6 dargestellten Ausführungsform an dem Pleueldeckel 10 zur Anlage kommt. Auf einer zweiten Stirnseite 21 weist das Ventilgehäuse 12 einen axialen Überstand 18 auf, wobei zur axialen Sicherung des Umschaltventils 11 der Überstand 18 mit einem Sicherungsring 19 fixiert ist.

[0047] Der Sicherungsring 19 kann beispielsweise auf

den Überstand 18 verpresst, geschweißt oder mittels eines Gewindes befestigt werden. Andere Befestigungsmöglichkeiten sind ebenfalls im Rahmen der Erfindung denkbar. Gemäß einer nicht gezeigten Ausführungsform kann der Sicherungsring 19 in eine Nut des Ventilgehäuses 12 eingreifen und darin fixiert werden.

[0048] In einer weiteren nicht gezeigten Ausführungsform kann das Ventilgehäuse 12 auch ohne den Absatz 17 ausgebildet sein. Wird der an dem Überstand 18 angeordnete Sicherungsring 19 sowohl an dem Ventilgehäuse 12 als auch am Pleuelkörper 2 oder Pleueldeckel 10 fest fixiert, beispielsweise verschweißt, so lässt sich auch darüber eine axiale Sicherung wie auch eine Verdrehsicherung des Ventilgehäuses 12 im Pleuel 1 erreichen.

[0049] Gemäß einer weiteren nicht gezeigten Ausführungsform kann der Überstand 18 des Ventilgehäuses 12 zur axialen Sicherung des Umschaltventils 11 umgeformt werden. Hierzu wird das Ventilgehäuse 12 nach der Montage im Pleuel 1 im Bereich des Überstandes 18 wärmebehandelt, um den Umformprozess des Überstandes 18 an der zweiten Stirnseite 21 durchführen zu können.

Die Wärmebehandlung erfolgt beispielsweise durch Anlassen des Werkstoffes, beispielsweise mittels eines Laserprozesses oder einer induktiven Erwärmung.

Eine Eindringtiefe der Wärmebehandlung kann vorteilhaft so gewählt werden, dass nur der Überstand 18 wärmebehandelt wird.

Das Umformen des Überstandes 18 erfolgt beispielhaft durch ein Bördelverfahren.

[0050] Der Sicherungsring 19 kann, wie in der isometrischen Darstellung in Figur 7 gezeigt, zusätzlich eine Verdrehsicherung 26 aufweisen. Denkbar sind beispielsweise Haltelaschen 25, welche in entsprechende Ausnehmungen im Pleuel 1 eingreifen. Die Verdrehsicherung 26 kann wenigstens eine von dem Sicherungsring 19 radial nach außen stehende Lasche 25 umfassen, welche an dem Pleuel 1, insbesondere an dem Pleueldeckel 10 fixiert ist. Das Ausführungsbeispiel in Figur 7 weist zwei einander gegenüber liegende radial nach außen stehende Laschen 25 auf. Die Laschen 25 können in entsprechende Aussparungen des Pleuels 1 eingreifen und so eine wirksame Verdrehsicherung 26 darstellen.

[0051] Figur 8 zeigt eine schematische Draufsicht auf ein in den Pleuel 1 nach Figur 1 eingebautes Umschaltventil 11 mit Körnungen 22 auf einer Stirnseite 20, 21 des Ventilgehäuses 12 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Durch die Körnungen 22 wird zur axialen Sicherung des Umschaltventils 11 mittels eines Umformwerkzeugs Material des Ventilgehäuses 12 in einen Bohrungsspalt 27 zwischen Ventilgehäuse 12 und Pleuel 1 verlagert. Die Pfeilrichtungen 24 in Figur 8 zeigen die Verformungsrichtungen des verlagerten Materials dar. Das Material wird von der Körnung 22 weg nach radial außen in den Bohrungsspalt 27 verlagert, wodurch das Ventilgehäuse 12 wirksam in dem

Bohrungsspalt 27 des Pleueldeckels 10 fixiert und damit sowohl axial gesichert als auch verdrehgesichert ist. Die Stirnseiten 20, 21 des Ventilgehäuses 12 schließen mit den Stirnseiten 28, 29 des Pleueldeckels 10 ab.

[0052] In Figur 9 ist als alternatives Ausführungsbeispiel ein Umschaltventil 11 mit Körnungen 22 im Pleueldeckel 10 dargestellt. In diesem Fall wird das Material des Pleueldeckels 10 zur axialen Sicherung des Umschaltventils 11 entsprechend der dargestellten Verformungsrichtung 24 nach radial innen in den Bohrungsspalt 27 verlagert.

[0053] Als Varianten zur Axialsicherung und/oder Verdrehesicherung sind weitere Ausführungen denkbar. Eine einfache Axialsicherung kann auch über eine Schweißnaht oder Schweißpunkte erfolgen. Ebenso kann ein Klebstoff oder eine stirnseitige Beschichtung (Lack) als Sicherung gegen ein Herausfallen oder Verdrehen des Ventilgehäuses 12 im Pleuel 1 herangezogen werden.

[0054] Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung eines Sicherungselements 31, beispielsweise einer Passfeder, eines Konus, oder eines Keil, welcher beispielsweise als DIN-Normteil ausgeführt sein kann, und das stirnseitig zwischen Ventilgehäuse 12 und Bohrung getrieben wird. Dieses kann zusätzlich geschweißt, geklebt oder in ähnlicher Weise gefügt werden.

[0055] Figur 10 zeigt dazu in einer schematischen Draufsicht ein in den Pleuel 1 nach Figur 1 eingebautes Umschaltventil 11 mit derartigen Sicherungselementen 31 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist wenigstens ein, in Figur 10 drei Sicherungselemente 31 zur axialen Sicherung des Umschaltventils 11 in dem Bohrungsspalt 27 zwischen Ventilgehäuse 12 und Pleuel 1 angeordnet.

[0056] Eine Kombination aus Verwendung eines Sicherungsrings 19 und der Axialsicherung mittels Sicherungselement 31 stellt die Axialsicherung mittels Stiften dar. Hierbei wird pro Seite mindestens ein Stift in eine Tasche im Pleuelkörper oder Pleueldeckel und dem Ventilgehäuse 12 eingepresst, verschweißt, verklebt oder anderweitig gefügt.

Patentansprüche

1. Pleuel (1) für eine Brennkraftmaschine mit variabler Verdichtung mit einer Verstelleinrichtung (6) zur Verstellung einer effektiven Pleuelstangenlänge, wobei ein Verstellweg der Verstelleinrichtung (6) mittels eines Umschaltventils (11) verstellbar ist, wobei ein Ventilgehäuse (12) des Umschaltventils (11) in einer Bohrung (23) des Pleuels (1) axial gesichert vorgesehen ist.
2. Pleuel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Pleuel (1) eine oder mehrere axiale Senkungsbohrungen (14) aufweist, deren Überstände (15) zur axialen Sicherung des Umschaltventils (11)

in eine oder mehrere stirnseitige Ausnehmungen (16) des Ventilgehäuses (12) umgeformt sind.

3. Pleuel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilgehäuse (12) axiale Senkungsbohrungen aufweist, deren Überstände zur axialen Sicherung des Umschaltventils (11) in eine oder mehrere stirnseitige Ausnehmungen des Pleuels (1) umgeformt sind.
4. Pleuel nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überstände (15) der Senkungsbohrungen (14) mittels eines Umformwerkzeuges in die Ausnehmungen (16) eingedrückt sind.
5. Pleuel nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Senkungsbohrungen (14) Kugeln eingepresst sind, wodurch die Überstände (15) in die Ausnehmungen (16) eingedrückt sind.
6. Pleuel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmungen (16) als auf einem Außenrand (30) des Ventilgehäuses (12) umlaufende Fase vorgesehen sind.
7. Pleuel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilgehäuse (12) auf wenigstens einer Stirnseite (20, 21) einen axialen Überstand (18) aufweist, wobei zur axialen Sicherung des Umschaltventils (11) der Überstand (18) mit einem Sicherungsring (19) fixiert ist.
8. Pleuel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilgehäuse (12) auf einer ersten Stirnseite (20) einen axialen Absatz (17) und auf einer zweiten Stirnseite (21) einen axialen Überstand (18) aufweist, wobei zur axialen Sicherung des Umschaltventils (11) der Überstand (18) mit einem Sicherungsring (19) fixiert ist.
9. Pleuel nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sicherungsring (19) auf dem Überstand (18) mittels einer Presspassung, einer Verschweißung oder eines Gewindes befestigt ist.
10. Pleuel nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sicherungsring (19) wenigstens eine Verdrehesicherung (26) aufweist.
11. Pleuel nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrehesicherung (26) wenigstens eine von dem Sicherungsring (19) radial nach außen stehende Lasche (25) umfasst, welche an dem Pleuel (1), insbesondere an dem Pleueldeckel (10) fixiert ist.
12. Pleuel nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lasche (25) in eine Aussparung des

Pleuels (1) eingreift.

13. Pleuel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilgehäuse (12) auf wenigstens einer Stirnseite (20, 21) einen axialen Überstand (18) aufweist, wobei zur axialen Sicherung des Umschaltventils (11) der Überstand (18) nach der Montage des Ventilgehäuses (12) umgeformt vorgesehen ist. 5
14. Pleuel nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventilgehäuse (12) im Bereich des Überstandes (18) wärmebehandelt ist. 10
15. Pleuel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf wenigstens einer Stirnseite (20, 21) des Ventilgehäuses (12) wenigstens eine Körnung (22) zur axialen Sicherung des Umschaltventils (11) angebracht ist, wodurch Material des Ventilgehäuses (12) in einen Bohrungsspalt (27) zwischen Ventilgehäuse (12) und Pleuel (1) verlagert ist. 15
20
16. Pleuel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf wenigstens einer Stirnfläche (28, 29) des Pleuels (1) wenigstens eine Körnung (22) zur axialen Sicherung des Umschaltventils (11) angebracht ist, wodurch Material des Pleuels (1) in den Bohrungsspalt (27) zwischen Ventilgehäuse (12) und Pleuel (1) verlagert ist. 25
30
17. Pleuel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Sicherungselement (31) zur axialen Sicherung des Umschaltventils (11) in dem Bohrungsspalt (27) zwischen Ventilgehäuse (12) und Pleuel (1) angeordnet ist. 35
40
18. Brennkraftmaschine mit wenigstens einem Pleuel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 45
50
55

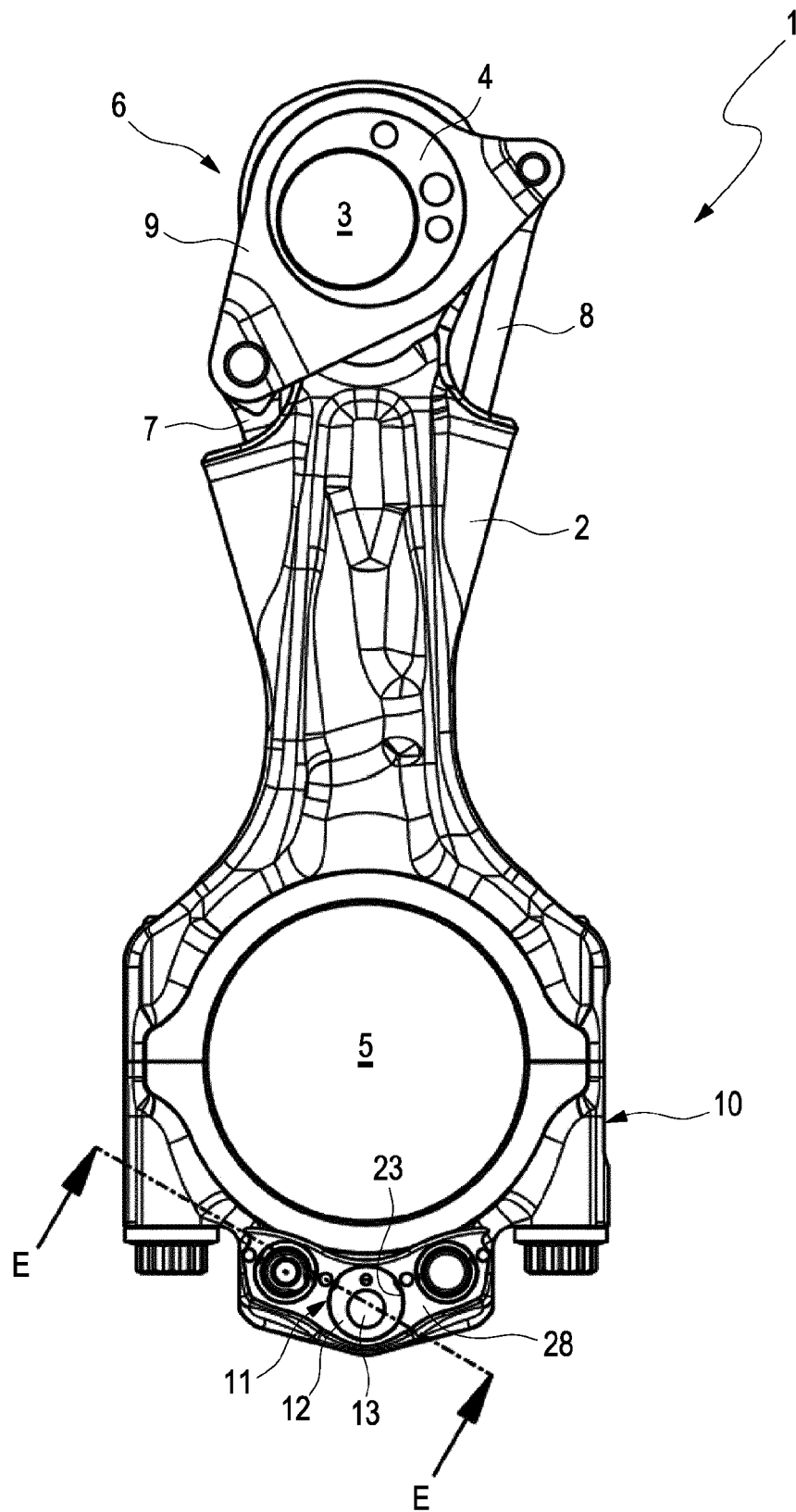
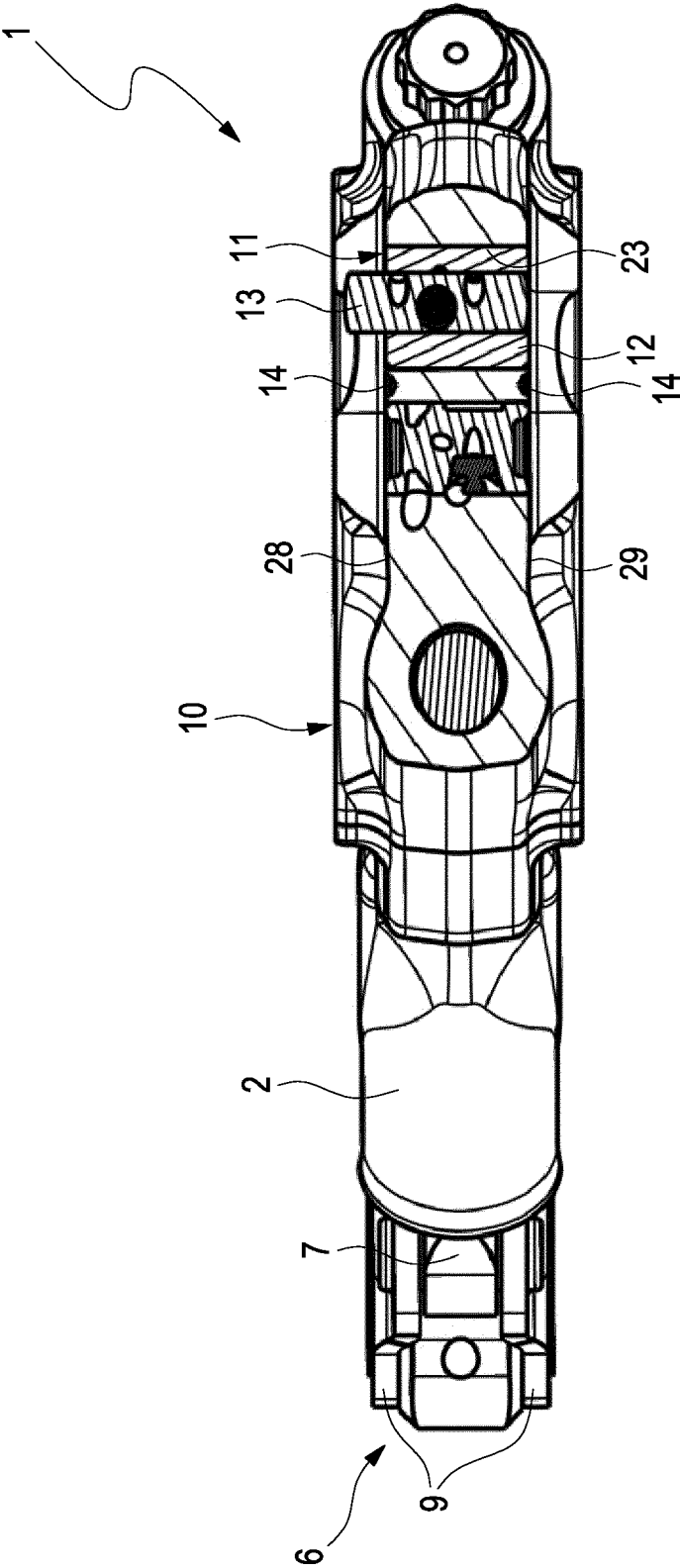


Fig. 1



(E-E)
Fig. 2

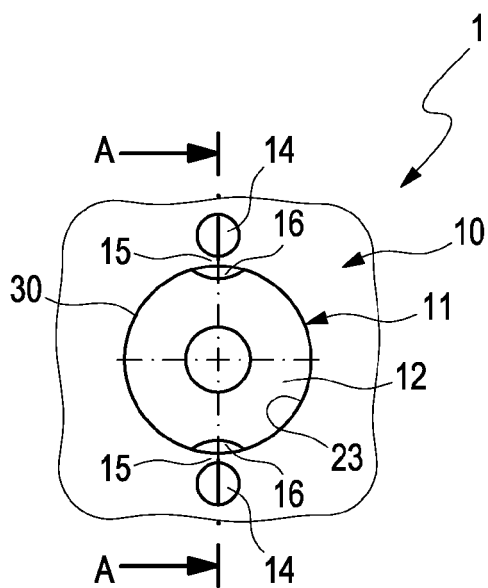
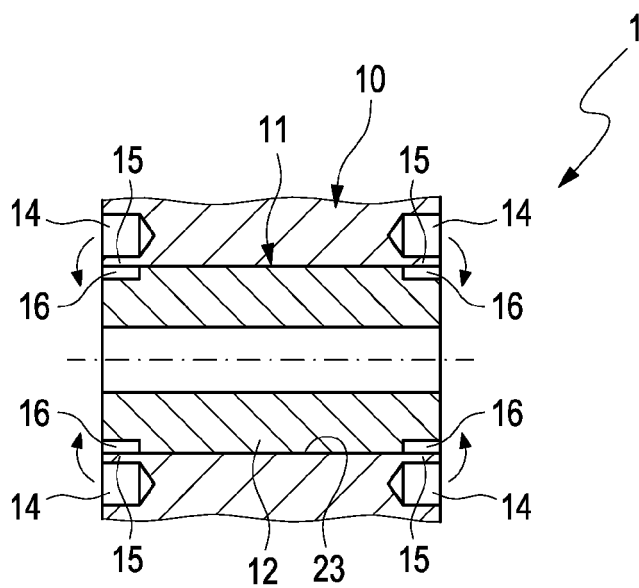


Fig. 3



(A-A)

Fig. 4

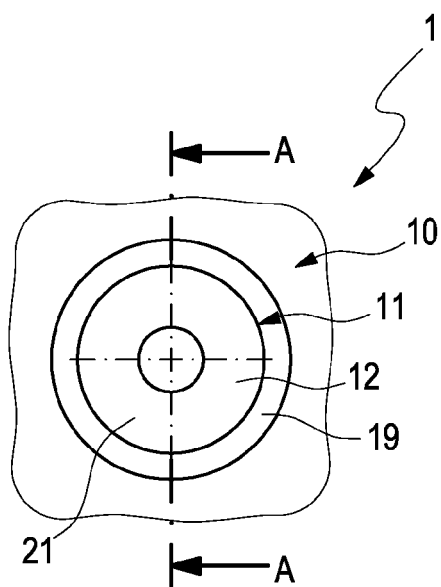
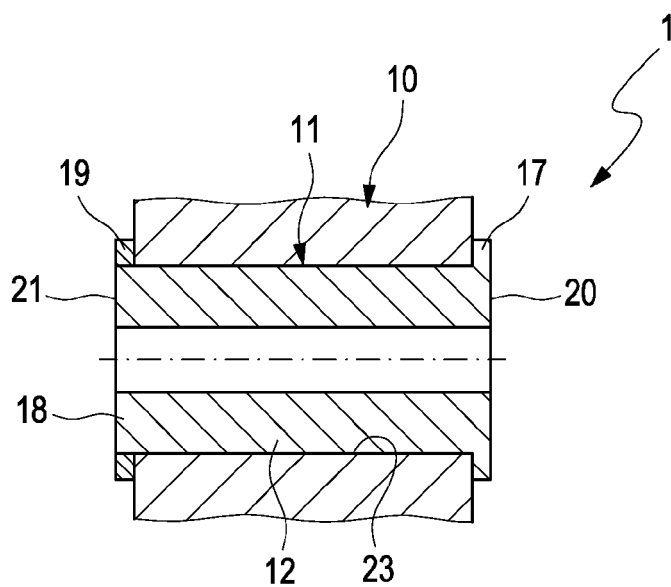


Fig. 5



(A-A)

Fig. 6

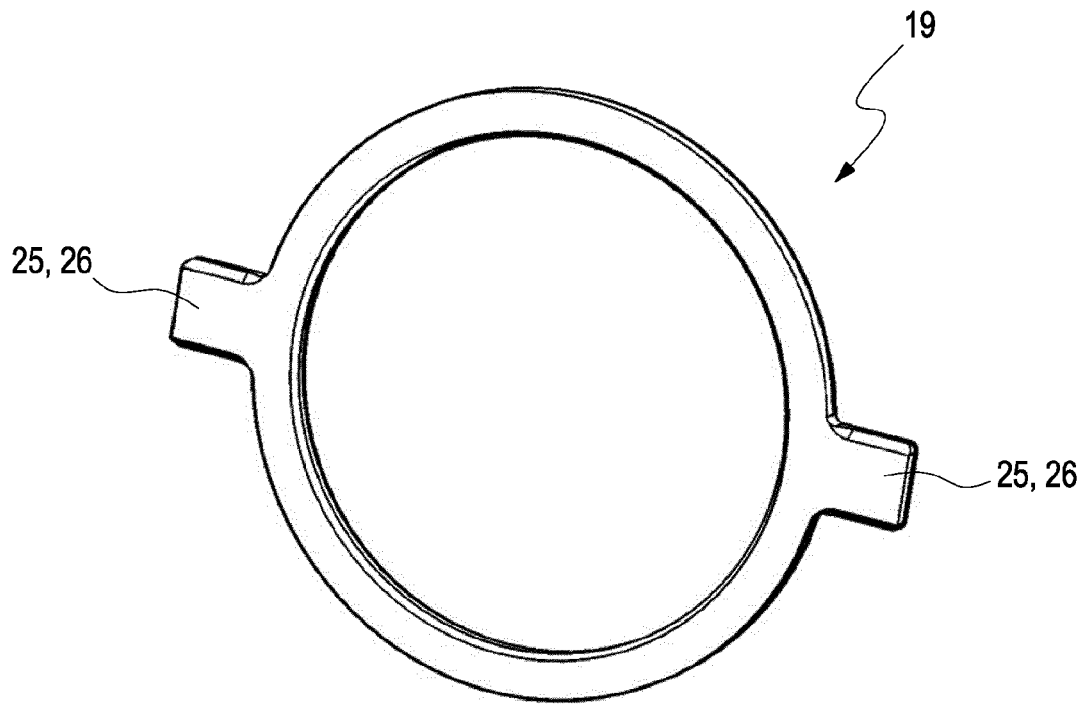


Fig. 7

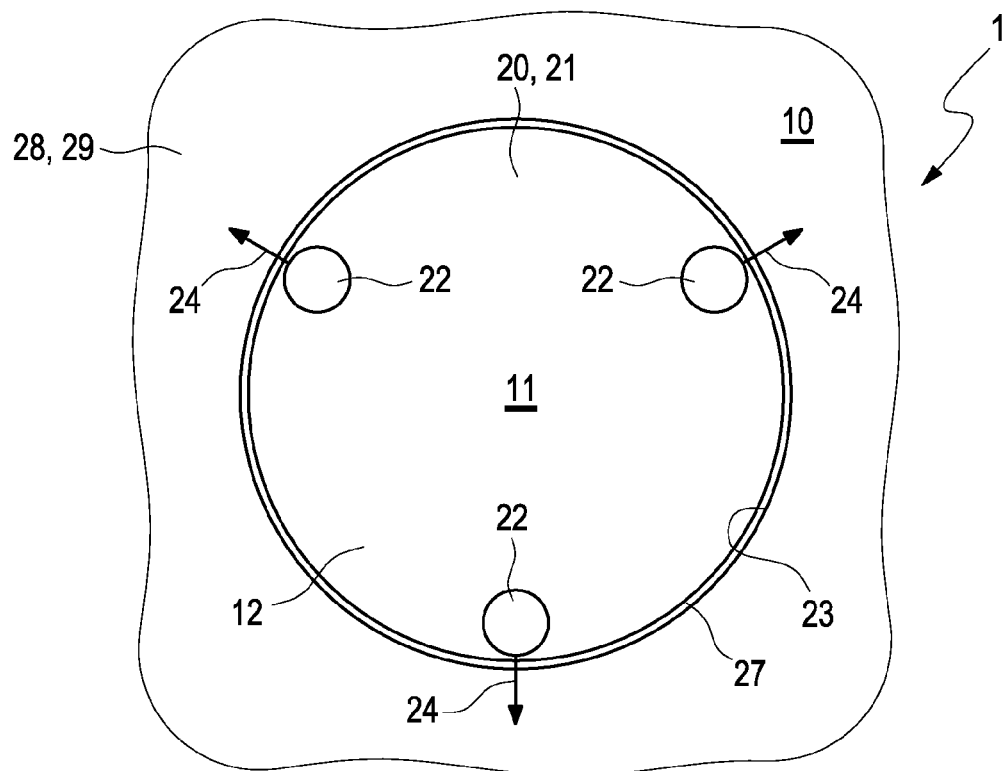


Fig. 8

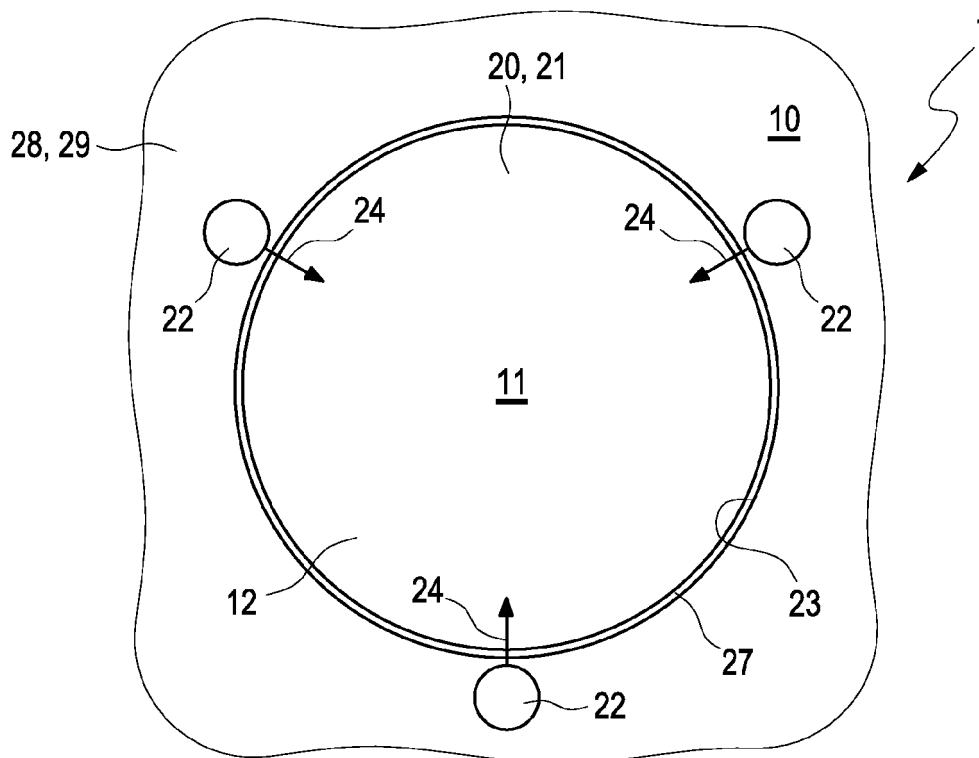


Fig. 9

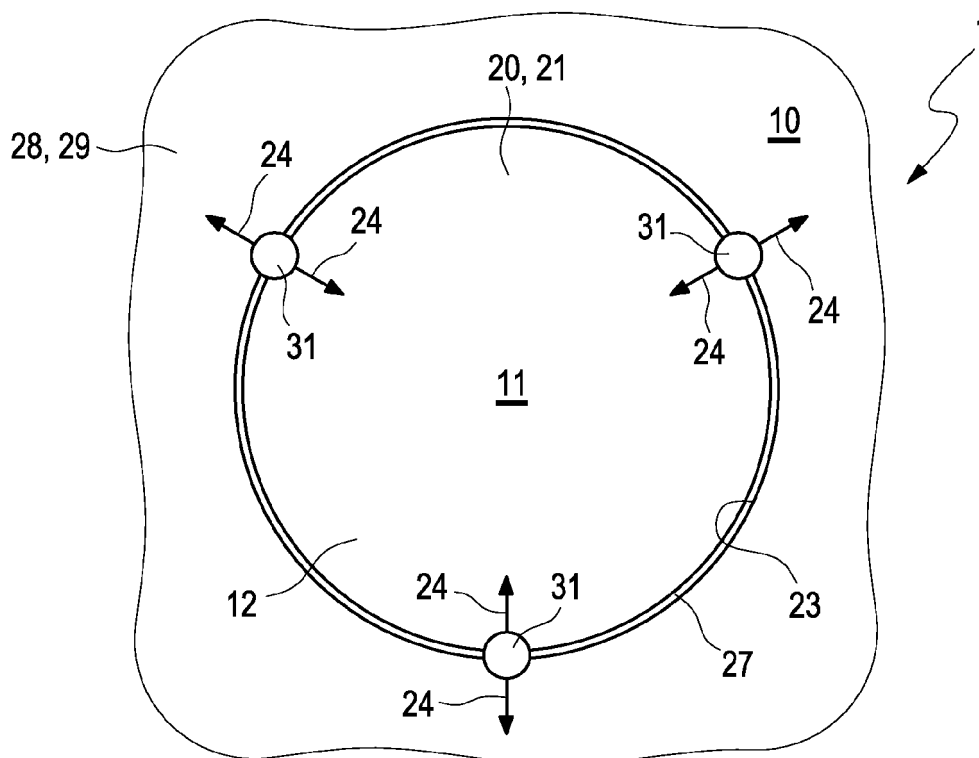


Fig. 10



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 16 3702

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	DE 10 2015 202050 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 1. September 2016 (2016-09-01) * Absatz [0056]; Abbildungen 1,2,3,11 *	1,7-9,18	INV. F02B75/04
X	DE 10 2010 016037 A1 (PORSCH AG [DE]) 22. September 2011 (2011-09-22) * Absätze [0047], [0051]; Abbildungen 8,10 *	1,7-9,18	
X	DE 10 2015 202538 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 18. August 2016 (2016-08-18) * Absätze [0033], [0036] - Absatz [0038]; Abbildungen 2-4 *	1,13,18	
X	WO 2017/162425 A1 (ECO HOLDING 1 GMBH [DE]) 28. September 2017 (2017-09-28) * Seite 6, Absatz 5 *	1,18	
X	DE 10 2016 211999 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 13. April 2017 (2017-04-13) * Absatz [0050] - Absatz [0054]; Abbildungen 1,2,4 *	1,18	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. April 2019	Prüfer Tietje, Kai
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 19 16 3702

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.

18-04-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102015202050 A1	01-09-2016	KEINE	
15	DE 102010016037 A1	22-09-2011	CN 102213332 A	12-10-2011
			DE 102010016037 A1	22-09-2011
			FR 2957648 A1	23-09-2011
			JP 5260698 B2	14-08-2013
			JP 2011196549 A	06-10-2011
20	DE 102015202538 A1	18-08-2016	KEINE	
	WO 2017162425 A1	28-09-2017	CN 108495985 A	04-09-2018
			DE 102016114976 A1	21-09-2017
25			US 2019024814 A1	24-01-2019
			WO 2017162425 A1	28-09-2017
	DE 102016211999 A1	13-04-2017	KEINE	
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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 Patentdokumente

- DE 102012112461 A1 [0003]