

(19)



(11)

EP 2 035 701 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.05.2010 Patentblatt 2010/19

(51) Int Cl.:
F04B 1/04 (2006.01) F04B 1/053 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07729697.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/055285

(22) Anmeldetag: **31.05.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/147707 (27.12.2007 Gazette 2007/52)

(54) **KOLBENPUMPE**

PISTON PUMP

POMPE À PISTON

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(72) Erfinder: **TISCH, Siegfried**
70839 Gerlingen (DE)

(30) Priorität: **23.06.2006 DE 102006028851**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 247 711 EP-A2- 0 699 836
DE-A1- 19 650 274 DE-A1- 19 830 890
US-A- 4 861 234 US-A- 5 348 382

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.03.2009 Patentblatt 2009/12

(73) Patentinhaber: **Schaeffler KG**
91074 Herzogenaurach (DE)

EP 2 035 701 B1

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

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine mit einer zur Kraftstoffhochdruckversorgung der Brennkraftmaschine dienenden Kolbenpumpe, die ein Pumpengehäuse und eine Antriebswelle zur Betätigung eines oder mehrerer Pumpenstößel, die bezüglich der Antriebswelle radial im Pumpengehäuse ausgerichtet sind, aufweist, wobei die Antriebswelle an einer oder mehreren Lagerstellen, die zwischen einer Welleneingangsöffnung des Pumpengehäuses und einer der Welleneingangsöffnung gegenüberliegenden Häuserückwand verlaufen, drehgelagert und mit einer zur Betätigung von Einlass- und/oder Auslassventilen der Brennkraftmaschine dienenden Nockenwelle coaxial drehverbunden ist.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Kolbenpumpen für Einspritzsysteme von Brennkraftmaschinen sind in mannigfaltigen Ausgestaltungen im Stand der Technik bekannt. So geht beispielsweise aus der DE 102 08 574 A1 eine Radialkolbenpumpe hervor, die als Antriebselement für die Pumpenstößel einen auf einem exzentrischen Abschnitt der Antriebswelle angeordneten Hubring aufweist. Die Antriebswelle ist im Pumpengehäuse über ein in der Welleneingangsöffnung angeordnetes Kugellager und im Bereich der Häuserückwand in einem Gleitlager drehbar gelagert.

[0003] In der US 2003/0145835 A1 ist ebenfalls eine Radialkolbenpumpe mit einem auf einem exzentrischen Abschnitt der Antriebswelle angeordneten Hubring vorgeschlagen, wobei die Antriebswelle hier jedoch über ein im Bereich der Häuserückwand angeordnetes Nadelager drehbar im Pumpengehäuse gelagert ist.

[0004] Eine weitere Ausführungsform einer Kolbenpumpe geht aus der DE 198 27 926 A1 hervor, welche auch eine Brennkraftmaschine mit allen Merkmalen des Oberbegriffs von Patentanspruch 1 offenbart. Anstelle des auf der Antriebswelle exzentrisch gelagerten Hubrings ist dort ein mit der Antriebswelle umlaufender Mehrfachnocken zur Betätigung eines Pumpenstößels vorgesehen, und die mit der Nockenwelle coaxial drehverbundene Antriebswelle ist über ein an der Häuserückwand angeordnetes Kugellager drehbar im Pumpengehäuse gelagert.

[0005] Ein den beispielhaft genannten Ausführungsformen der Kolbenpumpe gemeinsames Merkmal besteht darin, dass jeweils die im Bereich der Häuserückwand angeordnete Lagerstelle einen endseitigen Wellenzapfen der Antriebswelle benötigt, welcher sich an das eigentliche Antriebselement in Form des exzentrisch gelagerten Hubringes oder des Nockens anschließt. Jedoch kann der vom Wellenzapfen benötigte axiale Bauraum hinsichtlich der Pumpenlänge kritisch sein, wenn die Kolbenpumpe im Zylinderkopfbereich der

Brennkraftmaschine angeordnet ist. Dies liegt neben dem permanenten Bestreben, die Brennkraftmaschine möglichst kompakt und bauraumsparend zu gestalten, aktuell auch darin begründet, dass der zur Erfüllung verschärfter Fußgängerschutzvorschriften erforderliche Freiraum zwischen der Motorhaube eines Fahrzeugs einerseits und der in das Fahrzeug eingebauten Brennkraftmaschine einschließlich ihren Anbauteilen andererseits unbedingt einzuhalten ist. So kann die Einhaltung dieser Vorschriften unter anderem dann erheblich erschwert werden, wenn ein Längseinbau der Brennkraftmaschine im Fahrzeug mit in Verlängerung des Zylinderkopfs angeordneter Kolbenpumpe herkömmlicher Bauweise vorgesehen ist, welche aufgrund ihrer Baulänge in den vorgeschriebenen Freiraum unterhalb der Motorhaube des Fahrzeugs eindringt.

[0006] Wie es in der DE 196 50 246 A1 vorgeschlagen ist, wäre es zwar möglich, die Baulänge der Kolbenpumpe durch Entfall der Lagerstelle im Bereich der Häuserückwand zu verkürzen. Jedoch ist eine derartige fliegende Lagerung des Antriebselements hinsichtlich ihrer Betriebsstabilität grundsätzlich als ungünstig einzustufen und erfordert zur ausreichenden Stabilisierung weitergehende Maßnahmen bei der Lagerung der Antriebswelle. Dementsprechend handelt es sich bei der Kolbenpumpe dieser Druckschrift auch um eine Ausführung ohne eigene Antriebswelle, die allenfalls in Verbindung mit einer verlängerten, in der Brennkraftmaschine bereits ausreichend stabil gelagerten Nockenwelle verwendbar ist.

[0007] Aus der EP 1 247 711 A1 ist eine von der Antriebswelle eines Elektromotors angetriebene Kolbenpumpe bekannt, wobei die Antriebswelle auf einer von der Rückwand des Pumpengehäuses ausgehenden Stützachse gelagert ist. Die Kolbenpumpe und der Elektromotor bilden ein Motor-Pumpen-Aggregat für elektronisch geregelte Bremsanlagen von Kraftfahrzeugen.

Aufgabe der Erfindung

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kolbenpumpe der eingangs genannten Art im Hinblick auf eine möglichst geringe Baulänge bei bestmöglicher Stabilität der Antriebswellenlagerung und gleichzeitiger Gewichtsersparnis so fortzubilden, dass die zitierten Nachteile bzw. konstruktiven Einschränkungen mit einfachen Mitteln vermieden werden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0009] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die eine Lagerstelle zwischen einer Innenmantelfläche eines hohlzylindrischen Abschnitts der Antriebswelle und einer Außenmantelfläche eines von der Häuserückwand ausgehenden und sich in den hohlzylindrischen Abschnitt erstreckenden Lagerzapfens verläuft. Demnach kann die Baulänge der Kolbenpumpe bei gleichzeitiger Gewichtsreduzierung erheblich da-

durch reduziert werden, dass die im Bereich der Gehäuserückwand angeordnete Lagerstelle in das Innere des hohlzylindrischen Abschnitts der Antriebswelle verlegt wird und insofern der üblicherweise vorgesehene und die Baulänge der Kolbenpumpe maßgeblich beeinflussende Wellenzapfen einschließlich der Anschlusskonstruktion für die Lagerstelle entfällt. Bei dieser Anordnung der Lagerstelle ist gleichzeitig sichergestellt, dass die Lagerungsqualität der Antriebswelle im Pumpengehäuse gegenüber herkömmlichen Lagerungen zumindest beibehalten oder, wie nachfolgend noch erläutert wird, sogar erheblich verbessert werden kann.

[0010] Diese Verbesserung wird gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung dadurch erzielt, dass die eine Lagerstelle und die Pumpenstößel in axialer Richtung der Antriebswelle so zueinander positioniert sind, dass die von der einen Lagerstelle abgestützte Radialkraft wenigstens eines der Pumpenstößel hebelarmfrei innerhalb der Längserstreckung der einen Lagerstelle verläuft. So kann es beispielsweise vorgesehen sein, dass die resultierenden Reaktionskräfte eines oder mehrerer in derselben Querebene zur Antriebswelle angeordneter Pumpenstößel genau mittig durch die in den hohlzylindrischen Abschnitt der Antriebswelle verlegte Lagerstelle verlaufen. Durch diese hebelarmfreie oder unmittelbare Abstützung der auf die Antriebswelle wirkenden Radialkräfte kann sowohl ein durch Lagerspiel als auch ein durch Bauteilelastizitäten bedingtes ungleichmäßiges Verkippen der Antriebswelle innerhalb ihrer Lagerung weitgehend vermieden werden. Für den Fall, dass die gesamte von den Pumpenstößeln erzeugte Radiallast von der im hohlzylindrischen Abschnitt verlaufenden Lagerstelle abgestützt wird, kann darüber hinaus eine weitere Lagerstelle für die Antriebswelle besonders kleinbauend dimensioniert werden, da diese weitere Lagerstelle dann lediglich zur Abstützung vergleichsweise kleiner Axialkräfte dient.

[0011] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung soll der Lagerzapfen einstückig mit dem Pumpengehäuse ausgebildet sein. Während dies einen weiteren Beitrag zur Baulängenreduzierung der Kolbenpumpe liefert, ist es alternativ selbstverständlich auch möglich, den Lagerzapfen als separates, wahlweise auch hohlzylindrisches Bauteil an der Gehäuserückwand zu befestigen. Diese Befestigung kann über die bekannten Verbindungstechniken, wie Einpressen, Ein- oder Anschrauben, Schweißen, Kleben, Löten, Nieten, etc. bei gegebenenfalls erforderlicher Abdichtung gegen Schmiermittelaustritt aus dem Pumpengehäuse erfolgen.

[0012] Die Antriebswelle soll mit einer zur Betätigung von Einlass- und/oder Auslassventilen der Brennkraftmaschine dienenden Nockenwelle koaxial drehverbunden sein. Eine derartige Anordnung der Kolbenpumpe ist insbesondere von Brennkraftmaschinen mit Benzindirekteinspritzung in Verbindung mit einem Common-Rail-Einspritzsystem bekannt und unterliegt aufgrund der motorhaubennahen Lage der Kraftstoffhochdruckpumpe im besonderen Maße den eingangs erwähnten

Anforderungen an die Bauraumbeschränkung.

[0013] Die Drehverbindung zwischen der Antriebswelle und der Nockenwelle kann gemäß einer ersten vorteilhaften Variante als formschlüssig wirkende Kupplung ausgestaltet sein, in dem die Antriebswelle eine durchgehende Längsöffnung aufweist, in welcher der hohlzylindrische Abschnitt und eine zu diesem benachbarte Innenlängsverzahnung verläuft, die mit einer Außenlängsverzahnung auf einem der Kolbenpumpe zugewandten Endabschnitt der Nockenwelle im Eingriff steht.

[0014] Während darüber hinaus auch weitere, formschlüssig wirkende Kupplungen zwischen der Nockenwelle und der Antriebswelle vorgesehen sein können, wie beispielsweise in Form einer unter dem Markennamen "Oldham" bekannten, radial verschiebbaren Zweiflach-Kupplung, sollen die Antriebswelle und die Nockenwelle gemäß einer zweiten Variante der Drehverbindung zu einer starr verbundenen Baueinheit zusammengefasst sein. In diesem Fall besteht einerseits die Möglichkeit, die vorgenannte weitere Lagerstelle in Form des gering belasteten Axiallagers zugunsten einer zusätzlichen axialen Baulängenreduzierung der Kolbenpumpe entfallen zu lassen, da die Nockenwelle ohnehin bereits in der Brennkraftmaschine axial gelagert ist. Andererseits besteht auch die Möglichkeit, die Nockenwelle gemeinsam mit der Antriebswelle über die weitere Lagerstelle im Pumpengehäuse axial zu lagern und das ursprüngliche Axiallager der Nockenwelle entfallen zu lassen.

[0015] Unter dem Begriff der starr verbundenen Baueinheit von Nockenwelle und Antriebswelle sind an dieser Stelle alle bekannten kraft-, form- oder stoffschlüssig wirkenden Verbindungstechniken, die zu einer axial und radial belastbaren Anbindung der Antriebswelle an die Nockenwelle führen, aber auch die einteilige Ausführung von Nockenwelle und Antriebswelle zu verstehen. So kann es unter anderem vorgesehen sein, die Antriebswelle in oder auf die Nockenwelle ein- bzw. aufzupressen oder mit dieser zu verschrauben.

[0016] Als Alternative zu einer hinsichtlich der Schmiermittelversorgung vergleichsweise anspruchsvollen Gleitlagerung soll die eine Lagerstelle in einer konstruktiv besonders einfachen und kostengünstigen Ausführung zumindest ein Radialnadellager, das wenigstens aus einem Nadelkranz mit einem Käfig und darin geführten Nadeln besteht, umfassen. Bei der Verwendung eines solchen Nadelkranzes kann die Innenmantelfläche des hohlzylindrischen Abschnitts der Antriebswelle als äußere Laufbahn für die Nadeln dienen. Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann dabei die äußere Laufbahn von einer oder zwei sich radial einwärts erstreckenden und mit der Antriebswelle einstückig ausgebildeten Schultern, die als axiale Anlaufflächen für die Nadeln dienen, einseitig beziehungsweise beidseitig begrenzt sein.

[0017] In Erweiterung des vorgenannten Nadelkranzes kann es auch vorgesehen sein, dass das Radialnadellager als Nadelhülse mit einem dünnwandigen, in die

Innenmantelfläche des hohlzylindrischen Abschnitts der Antriebswelle eingesetzten Außenring ausgebildet ist. Dabei weist der Außenring eine als äußere Laufbahn für die Nadeln dienende Innenmantelfläche sowie zwei sich radial einwärts erstreckende und als axiale Anlauffläche für den Käfig dienende Schultern auf. In diesem Fall ist es ausreichend, die Innenmantelfläche des hohlzylindrischen Abschnitts als fein bearbeitete, nicht gehärtete Bohrung der Antriebswelle auszuführen.

[0018] Im Falle des wenigstens aus dem Nadelkranz bestehenden Radialnadellagers soll außerdem die innere Laufbahn für die Nadeln durch einen auf die Außenmantelfläche des Lagerzapfens aufgezogenen Innenring gebildet sein. Dies stellt eine kostengünstige Option zur erforderlichen Feinbearbeitung und Härtung der Außenmantelfläche des Lagerzapfens dar, wenn die Außenmantelfläche unmittelbar als innere Laufbahn für die Nadeln vorgesehen ist.

[0019] Ferner sollen die Nadelhülse und der dünnwandig ausgebildete Innenring eine Baueinheit bilden, indem der Außenring der Nadelhülse von zwei sich radial auswärts erstreckenden und mit dem Innenring einstückig ausgebildeten Schultern axial eingefasst ist. Jedoch können im Falle des Nadelkranzes die beiden sich radial auswärts erstreckenden Schultern des dünnwandigen Innenrings auch als axiale Anlaufflächen für den Käfig des Nadelkranzes dienen.

[0020] Eine besonders kostengünstige Axialsicherung des Innenrings auf dem Lagerzapfen ist ferner durch eine stirnseitige und radial auswärts gerichtete Verstemmung des Lagerzapfens gegeben, welche den Innenring zumindest partiell radial überdeckt. Demnach kann der beim Verstemmen erzeugte, stirnseitige Materialaufwurf des Lagerzapfens entweder lokal, punkt- oder segmentförmig oder auch ringförmig umlaufend ausgebildet sein.

[0021] In Weiterbildung der Erfindung soll die eine Lagerstelle ein Radial-Axial-Lager mit dem Nadelkranz und einem zum Nadelkranz benachbart angeordneten und vorzugsweise als Schrägkugellager ausgebildeten Axialwälzlager umfassen, wobei das Radial-Axial-Lager zu einer von der Antriebswelle und vom Lagerzapfen separat hergestellten Baueinheit kombiniert ist. Mit Hilfe einer derartigen, integrierten Baueinheit gelingt es, die Antriebswelle an lediglich einer Lagerstelle sowohl radial als auch axial zu lagern. Je nach Axialbelastung der Antriebswelle kann diese besonders bauraumsparende Baueinheit sowohl zur Aufnahme von Axialkräften in nur eine Richtung als auch in beide Richtungen ausgeführt sein.

[0022] Als Alternative zu der vorgenannten Baueinheit besteht auch die Möglichkeit, das Radial-Axial-Lager so auszuführen, dass die Innenmantelfläche des hohlzylindrischen Abschnitts der Antriebswelle als äußere Laufbahn für die Kugeln und als äußere Laufbahn für die Nadeln dient. Einem etwaig erhöhten Montageaufwand einer solchen Lösung steht eine radiale Bauraumreduzierung infolge des dann nicht mehr erforderlichen Außenrings der kombinierten Baueinheit als Vorteil gegenüber.

[0023] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind zumindest zwei Lagerstellen für die Antriebswelle vorgesehen, wobei die zweite Lagerstelle ein Axialwälzlager umfasst. Dabei kann das Axialwälzlager gemäß einer ersten vorteilhaften Ausführungsform als in der Welleneingangsöffnung des Pumpengehäuses angeordnetes Kugellager ausgebildet sein, wobei die innere Laufbahn für die Kugeln durch eine Umfangsnut auf einem in der Welleneingangsöffnung verlaufenden Außenmantelabschnitt der Antriebswelle gebildet ist. Gemäß einer zweiten Ausführungsform kann das Axialwälzlager auch als wenigstens aus einem Käfig und darin geführten Nadeln bestehendes Axialnadellager ausgebildet und zwischen der Gehäuserückwand und einer der Gehäuserückwand zugewandten Ringstirnfläche der Antriebswelle angeordnet sein.

[0024] Insbesondere in dem Fall, in welchem die gesamte von den Pumpenstößen erzeugte Radiallast von der einen Lagerstelle zwischen dem hohlzylindrischen Abschnitt der Antriebswelle und der Außenmantelfläche des Lagerzapfens abgestützt wird, kann das an der zweiten Lagerstelle angeordnete Axialwälzlager aufgrund der vergleichsweise kleinen Axialkräfte auf die Antriebswelle äußerst schmal bauend, gewichtssparend und kostengünstig ausgeführt werden. So ist es bei der Ausführungsform als Kugellager beispielsweise möglich, dass dieses bei geringer und dennoch ausreichender Tragzahl lediglich drei Kugeln aufweist.

[0025] Im Falle der Ausführungsform als Axialnadellager und bei beidseitig auftretenden Axialkräften auf die Antriebswelle kann auch ein weiteres Axialnadellager zwischen einem die Welleneingangsöffnung begrenzenden Innenwandabschnitt des Pumpengehäuses und einer dem Innenwandabschnitt zugewandten Ringstirnfläche der Antriebswelle angeordnet sein.

[0026] Eine besonders bauraumsparende und kostengünstige Lagerung der Antriebswelle über separate Radialnadellager und Axialnadellager kann außerdem auch über die Gestaltung des auf den Lagerzapfen aufgezogenen Innenrings erfolgen. Dabei soll der Innenring dünnwandig ausgebildet sein und, ausgehend von der inneren Laufbahn für die Nadeln des Radialnadellagers, einen sich in Richtung der Gehäuserückwand gestuft vergrößernden Durchmesser aufweisen. Dabei geht die innere Laufbahn in eine Schulter über, die mit ihrer der Gehäuserückwand abgewandten Ringstirnfläche als axiale Anlauffläche für den Käfig des Radialnadellagers dient und die mit ihrer Außenmantelfläche den Käfig des Axialnadellagers zentriert. Außerdem soll die Schulter in einen sich zwischen der Gehäuserückwand und der Ringstirnfläche der Antriebswelle radial auswärts erstreckenden Kragen übergehen, der als gehäuseseitige Laufbahn für die Nadeln des Axialnadellagers dient.

[0027] Auch kann es vorgesehen sein, dass der Innenring an seiner dem Kragen gegenüberliegenden Stirnseite einen sich radial einwärts erstreckenden und den Lagerzapfen stirnseitig übergreifenden Bund aufweist. Ein solcher Bund dient als Gegenfläche für ein Monta-

gewerkzeug und erleichtert das Aufschieben des Innenrings auf den Lagerzapfen.

[0028] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung soll die Antriebswelle aus einem gehärteten Wälzlagerstahl der Sorte C16, 16MnCr5, C45, Cf53, C80 oder 100Cr6 bestehen. Hierdurch wird nicht nur die erforderliche Verschleißbeständigkeit im Nocken-Pumpenstößel-Kontakt sichergestellt, sondern die genannten Werkstoffe eignen sich auch hervorragend für die gegebenenfalls unmittelbar auf der Antriebswelle angeordneten Wälzkörperlaufbahnen.

[0029] Schließlich soll zur ausreichenden Schmiermittelversorgung der einen Lagerstelle zumindest eine die Antriebswelle quer durchsetzende Bohrung vorgesehen sein, die im Bereich der einen Lagerstelle mündet und als Schmiermittelkanal dient. Während eine oder mehrere solcher Bohrungen grundsätzlich auch zur Schmiermittelversorgung von Gleitlagern geeignet sind, stellen Sie eine besonders effektive und kostengünstige Möglichkeit zur Versorgung der vorgenannten Wälzlager mit drucklosem Spritzöl oder Ölnebel dar. Das zur Schmierung der Pumpenstößel ohnehin erforderliche Schmiermittel gelangt dann über die vergleichsweise kurze Länge der Schmiermittelbohrung in den tribologisch hoch beanspruchten Bereich der Wälzlagerung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0030] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und aus den Zeichnungen, in denen jeweils der zur Illustration der Erfindung erforderliche Ausschnitt des Antriebsbereichs einer Kolbenpumpe in verschiedenen Ausführungsvarianten offenbart ist. Die Kolbenpumpe dient in allen Ausführungsvarianten zur Kraftstoffhochdruckversorgung einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung und ist in Verlängerung einer Nockenwelle zur Betätigung von Einlass und/oder Auslassventilen der Brennkraftmaschine an deren Zylinderkopf angeflanscht.

[0031] Unabhängig von der Ankopplung der in der Kolbenpumpe drehgelagerten Antriebswelle an die Nockenwelle erfolgt die Hubbetätigung eines oder mehrerer im Pumpengehäuse längsbeweglich gelagerter Pumpenstößel stets über eine oder mehrere Nockenerhebungen an der Außenmantelfläche der Antriebswelle. Wie bereits eingangs erwähnt, besteht im Falle mehrerer Pumpenstößel weitgehender konstruktiver Gestaltungsfreiraum, wonach die Pumpenstößel je nach Anwendungsfall der Kolbenpumpe axial in Reihe, radial in einer Ebene oder sowohl axial als auch radial versetzt angeordnet werden können. Als Ausführungsform der letztgenannten Möglichkeit sei beispielsweise eine Kolbenpumpe mit V-förmig angeordneten Pumpenstößeln, die von axial hintereinander liegenden Pumpennocken betätigt sind, genannt.

[0032] Sofern nicht anders bezeichnet, sind funktionsgleiche Bauteile oder Merkmale der Kolbenpumpe mit gleichen Bezugszahlen versehen. Es zeigen:

- Figur 1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Kolbenpumpe gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;
- 5 Figur 2 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Kolbenpumpe gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;
- Figur 3 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Kolbenpumpe gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel;
- 10 Figur 4 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Kolbenpumpe gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel;
- 15 Figur 5 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Kolbenpumpe gemäß einem fünften und einem sechsten Ausführungsbeispiel jeweils im Halbschnitt;
- 20 Figur 6 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Kolbenpumpe gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel und
- 25 Figur 7 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Kolbenpumpe gemäß einem achten und neunten Ausführungsbeispiel jeweils im Halbschnitt.
- 30

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0033] In Figur 1 ist eine Kolbenpumpe 1 a mit einem Pumpengehäuse 2, einer im Pumpengehäuse 2 drehbar gelagerten Antriebswelle 3a sowie einem in einer Stößelführung 4 des Pumpengehäuses 2 längsbeweglich gelagerten Pumpenstößel 5, der bezüglich der Antriebswelle 3a radial im Pumpengehäuse 2 ausgerichtet ist, dargestellt. Der Pumpenstößel 5 besitzt eine wälzgelagerte Nockenrolle 6 als reibungsarmes Abgriffselement für einen Pumpennocken 7, dessen Erhebung von dem gestrichelt eingezeichneten Nockengrundkreis 8 ausgeht. Die Antriebswelle 3a weist eine durchgehende Längsöffnung 9 mit einem hohlzylindrischen Abschnitt 10 zur Aufnahme einer radialen Lagerstelle 11 und eine dazu benachbarte Innenlängsverzahnung 12 auf. Eine hierzu korrespondierende Außenlängsverzahnung 13 befindet sich auf einem der Kolbenpumpe 1a zugewandten Endabschnitt einer zur Antriebswelle 3a coaxial angeordneten Nockenwelle 14a, welche die Antriebswelle 3a über die formschlüssig ineinander greifenden Verzahnungen 12 und 13 antreibt. Ein um eine Welleneingangsöffnung 15 des Pumpengehäuses 2 verlaufender Dichtungsring 16 dient zur Abdichtung der Kolbenpumpe 1 a gegenüber der Stirnseite des Zylinderkopfs.

[0034] Die radiale Lagerstelle 11 ist zwischen einer Innenmantelfläche 17 des hohlzylindrischen Abschnitts 10 der Antriebswelle 3a und einer Außenmantelfläche 18

eines Lagerzapfens 19 angeordnet, der von einer Gehäuserückwand 20 ausgeht und hier einstückig mit dem Pumpengehäuse 2 ausgebildet ist. Die Lagerstelle 11 umfasst einen auf die Außenmantelfläche 18 des Lagerzapfens 19 aufgezogenen und durch einen gehäuseseitigen Sicherungsring 21a fixierten Innenring 22a sowie ein als Nadelhülse 23 ausgebildetes Radialnadellager 24, bestehend aus einem Nadelkranz 25 mit Käfig 26 und darin geführten Nadeln 27 sowie einem dünnwandigen Außenring 28 mit zwei sich radial einwärts erstreckenden und als axiale Anlauffläche für den Käfig 26 dienenden Schultern 29. Zur Schmiermittelversorgung des Radialnadellagers 24 dient eine die Antriebswelle 3a quer durchsetzende Bohrung 30, die im Bereich der Lagerstelle 11 mündet und in der Stößelführung 4 anfallendes Schmiermittel in das Radialnadellager 24 leitet.

[0035] Zur Abstützung etwaig auftretender Axialkräfte an der Antriebswelle 3a ist in diesem Ausführungsbeispiel eine zweite, axiale Lagerstelle 31 vorgesehen, die hier ein in der Welleneingangsöffnung 15 zwischen einem wellenseitigen Sicherungsring 21 b und einem gehäuseseitigen Absatz 32a abgestütztes und als Rillenkugellager ausgebildetes Axialwälzlager 33a umfasst. Dieses

[0036] Dadurch, dass die Innenmantelfläche 34 des in den hohlzylindrischen Abschnitt 10 der Antriebswelle 3a eingesetzten Außenrings 28 als äußere Laufbahn für die Nadeln 27 dient und gleichzeitig das Rillenkugellager als handelsübliche Baueinheit ausgebildet ist, kann eine Oberflächenhärtung der Antriebswelle 3a auf den Pumpennocken 7 beschränkt werden und beispielsweise im Induktionsverfahren erfolgen.

[0037] Die erfindungsgemäße Lagerung der Antriebswelle 3a auf dem Lagerzapfen 19 ermöglicht es, die radiale Lagerstelle 11 und den Pumpenstößel 5 in axialer Richtung der Antriebswelle 3a so zueinander zu positionieren, dass eine mit 35 bezeichnete Radialkraft, die als resultierende Reaktionskraft bei der Hubbetätigung des Pumpenstößels 5 erzeugt und von der Lagerstelle 11 abgestützt wird, hebelarmfrei und hier mittig innerhalb der Längserstreckung der Lagerstelle 11 verläuft. Neben der axialen Bauraumeinsparung führt diese Lageranordnung zu einer beträchtlichen Steifigkeitserhöhung der Wellenlagerung und darüber hinaus zu einer deutlichen Entlastung des Rillenkugellagers, das nunmehr allenfalls geringfügig auftretende Axialkräfte abstützen muss und bei kleiner erforderlicher Tragzahl entsprechend schmalbauend ausgeführt werden kann.

[0038] Der Lagerzapfen 19 ist sowohl bei diesem als auch bei den nachfolgend erläuterten Ausführungsbeispielen einteilig mit dem Pumpengehäuse 2 ausgebildet. Dabei ist es zur Herstellung des Lagerzapfens 19 vorgesehen, dass dessen Funktionsflächen für die Lagerstelle 11 mit einem durch die Welleneingangsöffnung 15 eintretenden Zerspanwerkzeug fertig bearbeitet werden.

[0039] Die Ausführungsbeispiele gemäß den Figuren 2 bis 8 vermitteln einen - nicht abschließenden - Überblick über weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten der erfin-

dungsgemäßen Kolbenpumpe, wobei sich die nachfolgenden Erläuterungen, sofern nicht anders erwähnt, auf die Variationen der Antriebswellenlagerung beschränken. Dabei steht es dem Konstrukteur selbstverständlich frei, Gestaltungsmerkmale einzelner Ausführungsbeispiele, insbesondere je nach Anzahl und Anordnung mehrerer Pumpenstößel, in geeigneter Weise fachmännisch zu modifizieren, miteinander zu kombinieren oder entfallen zu lassen.

[0040] Bei einer in Figur 2 dargestellten Kolbenpumpe 1 b beschränkt sich das Radialnadellager 24 auf den zwischen dem Lagerzapfen 19 und einer Antriebswelle 3b angeordneten Nadelkranz 25, so dass die Innenmantelfläche 17 des hohlzylindrischen Abschnitts 10 unmittelbar die äußere Laufbahn für die Nadeln 27 bildet. Als axiale Anlaufflächen für die Nadeln 27 dienen dabei zwei sich radial einwärts erstreckende und mit der Antriebswelle 3b einstückig ausgebildete Schultern 36. Zur Axialsicherung des auf die Außenmantelfläche 18 des Lagerzapfens 19 aufgezogenen Innenrings 22a ist in diesem Fall eine stirnseitige und radial auswärts gerichtete Verstemmung 37 des Lagerzapfens 19 vorgesehen. Der dabei erzeugte und die Stirnseite des Innenrings 22a radial überdeckende Materialaufwurf ist hier ringförmig umlaufend ausgebildet.

[0041] Die in der Welleneingangsöffnung 15 des Pumpengehäuses 2 angeordnete zweite Lagerstelle 31 umfasst wiederum ein als Kugellager ausgebildetes Axialwälzlager 33b, das wie das Axialwälzlager 33a gemäß Figur 1 nicht nur zur Abstützung etwaig auftretender Axialkräfte, sondern auch zur Zentrierung des Pumpengehäuses gegenüber der Antriebswelle 3b bzw. 3a dient. Das Axialwälzlager 33b ist hier jedoch mit der Antriebswelle 3b zu einer Baueinheit zusammengefasst, indem die innere Laufbahn für die Kugeln 38 durch eine auf einem Außenmantelabschnitt 39 der Antriebswelle 3b verlaufende Umfangsnut 40a gebildet ist. Dadurch, dass die Antriebswelle 3b nicht nur am Pumpennocken 7 sondern auch an der äußeren Laufbahn für die Nadeln 27 (Innenmantelfläche 17) und an der inneren Laufbahn für die Kugeln 38 (Umfangsnut 40a) tribologisch beansprucht wird, ist es besonders zweckmäßig, die Antriebswelle 3b aus einem einsatz- oder durchhärtenden Wälzlagerstahl der eingangs genannten Sorten auszuführen.

[0042] Ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kolbenpumpe 1 c ist aus Figur 3 ersichtlich. Deren Antriebswelle 3c ist wie bei den vorherigen Ausführungsbeispielen ebenfalls an zwei Lagerstellen 11 und 31 drehgelagert, wobei die zweite, axiale Lagerstelle 31 in diesem Fall zwischen der Gehäuserückwand 20 und einer der Gehäuserückwand 20 zugewandten Ringstirnfläche 41 der Antriebswelle 3c angeordnet ist. Die Lagerstelle 31 umfasst ein Axialwälzlager 33c in Form eines auch als Axial-Nadelkranz bezeichneten, kurz bauenden Axialnadellagers 42 mit einem durch den Innenring 22a zentrierten Käfig 43 und darin geführten Nadeln 44 sowie eine an der Gehäuserückwand 20 anliegende Anlaufscheibe 45 als gehäuseseitige Laufbahn

für die Nadeln 44.

[0043] Ferner wird die Antriebswelle 3c in diesem Fall nicht über eine Innenlängsverzahnung sondern über eine stirnseitig verlaufende Rechteckausnehmung 46 zur Aufnahme einer Zweiflach-Kupplung angetrieben, die einen durch Bauteiltoleranzen und elastische Verformungen bedingten Radialversatz zwischen der Nockenwelle und der Antriebswelle 3c ausgleicht.

[0044] Bei dem in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kolbenpumpe 1d ist deren Antriebswelle 3d einstückig mit einer Nockenwelle 14b ausgebildet. Da die axiale Position der Nockenwelle 14b bereits in bekannter Weise über ein im Zylinderkopf der Brennkraftmaschine angeordnetes Axiallager festgelegt ist, ist zur Lagerung der Antriebswelle 3d im Pumpengehäuse 2 lediglich die radiale Lagerstelle 11 in Form der bereits aus Figur 1 bekannten Nadelhülse 23 zwischen dem hohlzylindrischen Abschnitt 10 und dem Lagerzapfen 19 vorgesehen.

[0045] Aus den in Figur 5 dargestellten Halbschnitten gehen zwei weitere Ausführungsbeispiele für erfindungsgemäße Kolbenpumpen 1e und 1f hervor. In dem in Figur 5 unteren Halbschnitt ist erneut eine einstückig mit einer Nockenwelle 14c ausgebildete Antriebswelle 3e dargestellt, die ebenfalls nur über die radiale Lagerstelle 11 im Pumpengehäuse 2 gelagert ist. Der Außenring 28 der Nadelhülse 23 ist hier jedoch von zwei sich radial auswärts erstreckenden und mit einem dünnwandigen Innenring 22b einstückig ausgebildeten Schultern 47 axial eingefasst, so dass die Nadelhülse 23 und der Innenring 22b zu dem als Baueinheit montierbaren Radialnadellager 24 zusammengefasst sind. Zum Zusammenbau der Kolbenpumpe 1e ist es vorgesehen, zunächst diese Baueinheit in den hohlzylindrischen Abschnitt 10 einzusetzen und anschließend gemeinsam mit der Antriebswelle 3e bzw. Nockenwelle 14c über eine leichte Schiebesitzpassung auf den Lagerzapfen 19 aufzuziehen.

[0046] Der in Figur 5 obere Halbschnitt zeigt wiederum eine von der Nockenwelle separate Antriebswelle 3f mit Innenlängsverzahnung 12 gemäß Figur 1 und in der Welleneingangsöffnung 15 angeordnetem Kugellager gemäß Figur 2. Ein dünnwandig ausgebildeter, auf den Lagerzapfen 19 aufgezogener und mittels der Verstemmung 37 axial gesicherter Innenring 22c weist in diesem Fall zwei sich radial auswärts erstreckende und als axiale Anlaufflächen für den Käfig 26 des Nadelkranzes 25 dienende Schultern 48 auf. Insofern kann die auch hier als äußere Laufbahn für die Nadeln 27 dienende Innenmantelfläche 17 des hohlzylindrischen Abschnitts 10 durchgehend zylindrisch ohne die in Figur 2 dargestellten Schultern 36 ausgeführt werden, wodurch die Bearbeitung der Antriebswelle 3f vereinfacht wird.

[0047] In Figur 6 ist eine an drei Lagerstellen 11, 31 und 49 drehgelagerte Antriebswelle 3g einer Kolbenpumpe 1g dargestellt. Die Antriebswelle 3g wird analog zu dem Ausführungsbeispiel nach Figur 3 über eine in die Rechteckausnehmung 46 eingreifende Zweiflach-Kupplung von der Nockenwelle angetrieben, wobei zur

Abstützung beidseitig wirkender Axialkräfte zwei Axialnadellager 42 und 50 vorgesehen sind. Das erste Axialnadellager 42 ist zwischen der Gehäuserückwand 20 und der dieser zugewandten Ringstirnfläche 41 der Antriebswelle 3g angeordnet, während das zweite Axialnadellager 50 zwischen einem die Welleneingangsöffnung 15 begrenzenden Innenwandabschnitt 51 des Pumpengehäuses 2 und einer dem Innenwandabschnitt 51 zugewandten Ringstirnfläche 52 der Antriebswelle 3g angeordnet ist. Dabei sind die wellenseitigen Laufbahnen für die Nadeln 44 beider Axialnadellager 42 und 50 unmittelbar durch die Ringstirnflächen 41 und 52 gebildet. Als gehäusesseitige Laufbahn des an der Welleneingangsöffnung 15 angeordneten Axialnadellagers 50 dient die in den Innenwandabschnitt 51 des Pumpengehäuses 2 eingelegte Anlaufscheibe 45. Zur Montage der Anlaufscheibe 45 ist das Pumpengehäuse 2 zweiteilig ausgebildet und umfasst einen die Welleneingangsöffnung 15 begrenzenden Flansch 53. Ein solcher Flansch ist auch bei den anderen Ausführungsbeispielen insbesondere dann vorzusehen, wenn die Größe der Welleneingangsöffnung 15 ein Hindurchführen des Pumpennockens 7 nicht erlaubt.

[0048] Die gehäusesseitige Laufbahn für das an der Gehäuserückwand 20 angeordnete Nadellager 42 ist durch einen auf den Lagerzapfen 19 aufgezogenen und speziell geformten, dünnwandigen Innenring 22d gebildet. Dieser weist, ausgehend von seiner inneren Laufbahn für die Nadeln 27 des wiederum nur als Nadelkranz 25 ausgebildeten Radialnadellagers 24, einen sich in Richtung der Gehäuserückwand 20 gestuft vergrößernden Durchmesser auf. Dabei geht die innere Laufbahn in eine Schulter 54 über, die mit ihrer der Gehäuserückwand 20 abgewandten Ringstirnfläche 55 als axiale Anlauffläche für den Käfig 26 des Nadelkranzes 25 dient und die mit ihrer Außenmantelfläche 56 den Käfig 43 des Axialnadellagers 42 zentriert. Weiterhin geht die Schulter 54 in einen sich zwischen der Gehäuserückwand 20 und der Ringstirnfläche 41 der Antriebswelle 3g radial auswärts erstreckenden Kragen 57 über, an dem die Nadeln 44 des Axialnadellagers 42 abwälzen. Außerdem weist der Innenring 22d an seiner dem Kragen 57 gegenüberliegenden Stirnseite einen sich radial einwärts erstreckenden Bund 58 auf, der den Lagerzapfen 19 stirnseitig übergreift und als Angriffsfläche für ein Montagewerkzeug zum Aufschieben des Innenrings 22d auf den Lagerzapfen 19 dient.

[0049] In Figur 7 sind weitere Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Kolbenpumpen 1h und 1i mit Antriebswellen 3h und 3i und den zugehörigen Lagerstellen 11 jeweils in einem oberen und einem unteren Halbschnitt dargestellt. Jede Antriebswelle 3h und 3i weist die durchgehende Längsöffnung 9 und zwei diametral gegenüberliegende Rechteckausnehmungen 46 zur Aufnahme der genannten Zweiflach-Kupplung auf. Bei beiden Ausführungen umfassen die zwischen dem hohlzylindrischen Abschnitt 10 und dem Lagerzapfen 19 angeordneten Lagerstellen 11 ein kombiniertes Radial-Axial-Lager 59a

bzw. 59b, jeweils bestehend aus dem Nadelkranz 25 und einem als Schrägkugellager ausgebildeten Axialwälzlager 33d bzw. 33e zur Abstützung beidseitig wirkender Axialkräfte. Bei dem Radial-Axial-Lager 59a gemäß dem oberen Halbschnitt ist ein auf den Lagerzapfen 19 aufgezogener und verstemmter Innenring 22e vorgesehen. Die zwischen dem Innenring 22e und der Gehäuserückwand 20 eingelegte Anlaufscheibe 45 dient als axiale Anlauffläche für den Käfig 26 des Nadelkranzes 25, wobei die Nadeln 27 unmittelbar auf der Innenmantelfläche 17 des hohlzylindrischen Abschnitts 10 abwälzen. Die innere Laufbahn für die Kugeln 38 des Schrägkugellagers ist durch eine Umfangsnut 40b des Innenrings 22e gebildet, während deren äußere Laufbahn ebenfalls auf der Innenmantelfläche 17 des hohlzylindrischen Abschnitts 10 verläuft.

[0050] Demgegenüber ist das in dem unteren Halbschnitt dargestellte Radial-Axiallager 59b zu einer von der Antriebswelle 3i und dem Lagerzapfen 19 separat hergestellten Baueinheit 60 kombiniert. Diese auch als kombiniertes Nadellager bezeichnete Baueinheit 60 umfasst einen in die Innenmantelfläche 17 des hohlzylindrischen Abschnitts 10 eingesetzten Außenring 61 zur Bildung der äußeren Laufbahnen für die Nadeln 27 des Nadelkranzes 25 und die Kugeln 38 des Schrägkugellagers. Ein die inneren Laufbahnen für die Nadeln 27 und die Kugeln 38 bildender Innenring 22f ist zur Abstützung beidseitig wirkender Axialkräfte zweigeteilt mit einem breiten und einem schmalen Abschnitt 62 und 63 ausgeführt. Die Baueinheit 60 ist gehäuseseitig durch die stirnseitige Verstemmung 37 sowie den Absatz 32b des Lagerzapfens 19 und wellenseitig durch einen Absatz 32c und dem wellenseitigen Sicherungsring 21 b festgelegt.

[0051] Weitere Informationen und auch Anregungen zur Gestaltung und Dimensionierung der Lagerstellen, erhält der Fachmann in den einschlägigen Lagerkatalogen, wie beispielsweise im Katalog "Wälzlager" der Firma Schaeffler KG, Ausgabe Januar 2006. In diesem Zusammenhang sei abschließend noch erwähnt, dass die Radialnadellager je nach Größe der Radialkraft anstelle des Nadelkranzes auch vollrollig ohne Käfig zur Erhöhung der Tragzahl ausgebildet sein können.

Liste der Bezugszahlen

[0052]

1 a-i	Kolbenpumpe
2	Pumpengehäuse
3 a-i	Antriebswelle
4	Stößelführung
5	Pumpenstößel
6	Nockenrolle
7	Pumpennocken
8	Nockengrundkreis
9	Längsöffnung
10	hohlzylindrischer Abschnitt

11	Lagerstelle
12	Innenlängsverzahnung
13	Außenlängsverzahnung
14 a-c	Nockenwelle
5 15	Welleneingangsöffnung
16	Dichtring
17	Innenmantelfläche des hohlzylindrischen Abschnitts
18	Außenmantelfläche des Lagerzapfens
10 19	Lagerzapfen
20	Gehäuserückwand
21 a,b	Sicherungsring
22 a-f	Innenring
23	Nadelhülse
15 24	Radialnadellager
25	Nadelkranz
26	Käfig des Radialnadellagers
27	Nadeln des Radialnadellagers
28	Außenring
20 29	Schulter
30	Bohrung
31	Lagerstelle
32 a-c	Absatz
33 a-e	Axialwälzlager
25 34	Innenmantelfläche des Außenrings
35	Radialkraft
36	Schulter
37	Verstemmung
38	Kugel
30 39	Außenmantelabschnitt der Antriebswelle
40 a,b	Umfangsnut
41	Ringstirnfläche der Antriebswelle
42	Axialnadellager
43	Käfig des Axialnadellagers
35 44	Nadeln des Axialnadellagers
45	Anlaufscheibe
46	Rechteckausnehmung
47	Schulter
48	Schulter
40 49	Lagerstelle
50	Axialnadellager
51	Innenwandabschnitt des Pumpengehäuses
52	Ringstirnfläche der Antriebswelle
53	Flansch
45 54	Schulter
55	Ringstirnfläche des Innenrings
56	Außenmantelfläche der Schulter
57	Kragen
58	Bund
50 59 a,b	Radial-Axial-Lager
60	Baueinheit
61	Außenring
62	breiter Abschnitt
63	schmaler Abschnitt
55	

Patentansprüche

1. Direkteinspritzende Brennkraftmaschine mit einer zur Kraftstoffhochdruckversorgung der Brennkraftmaschine dienenden Kolbenpumpe, die ein Pumpengehäuse (2) und eine Antriebswelle (3a bis 3i) zur Betätigung eines oder mehrerer Pumpenstößel (5), die bezüglich der Antriebswelle (3a bis 3i) radial im Pumpengehäuse (2) ausgerichtet sind, aufweist, wobei die Antriebswelle (3a bis 3i) an einer oder mehreren Lagerstellen (11, 31, 49), die zwischen einer Welleneingangsöffnung (15) des Pumpengehäuses (2) und einer der Welleneingangsöffnung (15) gegenüberliegenden Gehäuserückwand (20) verlaufen, drehgelagert und mit einer zur Betätigung von Einlass-und/oder Auslassventilen der Brennkraftmaschine dienenden Nockenwelle (14a bis 14c) koaxial drehverbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eine Lagerstelle (11) zwischen einer Innenmantelfläche (17) eines hohlzylindrischen Abschnitts (10) der Antriebswelle (3a bis 3i) und einer Außenmantelfläche (18) eines von der Gehäuserückwand (20) ausgehenden und sich in den hohlzylindrischen Abschnitt (10) erstreckenden Lagerzapfens (19) verläuft.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lagerzapfen (19) einstückig mit dem Pumpengehäuse (2) ausgebildet ist.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebswelle (3a, 3b, 3f) eine durchgehende Längsöffnung (9) aufweist, in welcher Längsöffnung (9) der hohlzylindrische Abschnitt (10) und eine zu diesem benachbarte Innenlängsverzahnung (12) verläuft, die mit einer Außenlängsverzahnung (13) auf einem der Kolbenpumpe (1a, 1b, 1 f) zugewandten Endabschnitt der Nockenwelle (14a) im Eingriff steht.
4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebswelle (3d, 3e) und die Nockenwelle (14b, 14c) zu einer starr verbundenen Baueinheit zusammengefasst sind.
5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eine Lagerstelle (11) zumindest ein Radialnadellager (24), wenigstens bestehend aus einem Nadelkranz (25) mit einem Käfig (26) und darin geführten Nadeln (27), umfasst.
6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenmantelfläche (17) des hohlzylindrischen Abschnitts (10) der Antriebswelle (3b, 3c, 3f, 3g, 3h) als äußere Laufbahn für die Nadeln (27) dient.
7. Brennkraftmaschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußere Laufbahn von einer oder zwei sich radial einwärts erstreckenden und mit der Antriebswelle (3b, 3c) einstückig ausgebildeten Schultern (36), die als axiale Anlaufflächen für die Nadeln (27) dienen, einseitig beziehungsweise beidseitig begrenzt ist.
8. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Radialnadellager (24) als Nadelhülse (23) mit einem dünnwandigen, in die Innenmantelfläche (17) des hohlzylindrischen Abschnitts (10) der Antriebswelle (3a, 3d) eingesetzten Außenring (28) ausgebildet ist, welcher Außenring (28) eine als äußere Laufbahn für die Nadeln (27) dienende Innenmantelfläche (34) sowie zwei sich radial einwärts erstreckende und als axiale Anlauffläche für den Käfig (26) dienende Schultern (29) aufweist.
9. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Laufbahn für die Nadeln (27) durch einen auf die Außenmantelfläche (18) des Lagerzapfens (19) aufgezogenen Innenring (22a bis 22f) gebildet ist.
10. Brennkraftmaschine nach den Ansprüchen 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nadelhülse (23) und der dünnwandig ausgebildete Innenring (22b) eine Baueinheit bilden, indem der Außenring (28) der Nadelhülse (23) von zwei sich radial auswärts erstreckenden und mit dem Innenring (22b) einstückig ausgebildeten Schultern (47) axial einge fasst ist.
11. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenring (22c) dünnwandig ausgebildet ist und zwei sich radial auswärts erstreckende und als axiale Anlaufflächen für den Käfig (26) dienende Schultern (48) aufweist.
12. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwecks Axialsicherung des Innenrings (22a, 22c, 22e, 22f) auf dem Lagerzapfen (19) eine stirnseitige und radial auswärts gerichtete Versteimmung (37) des Lagerzapfens (19) vorgesehen ist, welche Versteimmung (37) den Innenring (22a, 22c, 22e, 22f) zumindest partiell radial überdeckt.
13. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei Lagerstellen (11, 31) für die Antriebswelle (3a, 3b, 3c, 3f) vorgesehen sind, wobei die zweite Lagerstelle (31) ein Axialwälzlager (33a bis 33c) umfasst.
14. Brennkraftmaschine nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Axialwälzlager (33b) als in der Welleneingangsöffnung (15) des Pumpenge-

häuses (2) angeordnetes Kugellager ausgebildet ist, wobei die innere Laufbahn für die Kugeln (38) durch eine Umfangsnut (40a) auf einem in der Welleneingangsöffnung (15) verlaufenden Außenmantelabschnitt (39) der Antriebswelle (3b, 3f) gebildet ist.

15. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine die Antriebswelle (3a bis 3i) quer durchsetzende Bohrung (30) vorgesehen ist, die im Bereich der einen Lagerstelle (11) mündet und als Schmiermittelkanal dient.

Claims

1. Direct-injection internal combustion engine having a piston pump which serves for providing a high-pressure supply of fuel to the internal combustion engine, which piston pump has a pump housing (2) and a drive shaft (3a to 3i) for actuating one or more pump plungers (5) which are aligned radially with respect to the drive shaft (3a to 3i) in the pump housing (2), with the drive shaft (3a to 3i) being rotatably mounted at one or more bearing points (11, 31, 49) which run between a shaft entry opening (15) of the pump housing (2) and a housing rear wall (20) situated opposite the shaft entry opening (15), and being rotationally connected coaxially to a camshaft (14a to 14c) which serves to actuate inlet and/or outlet valves of the internal combustion engine, **characterized in that** one bearing point (11) runs between an inner lateral surface (17) of a hollow cylindrical portion (10) of the drive shaft (3a to 3i) and an outer lateral surface (18) of a bearing journal (19) which proceeds from the housing rear wall (20) and which extends into the hollow cylindrical portion (10).
2. Internal combustion engine according to Claim 1, **characterized in that** the bearing journal (19) is formed in one piece with the pump housing (2).
3. Internal combustion engine according to Claim 1, **characterized in that** the drive shaft (3a, 3b, 3f) has a continuous longitudinal opening (9) in which the hollow cylindrical portion (10) and a longitudinal internal toothing (12) situated adjacent to said hollow cylindrical portion (10) run, which longitudinal internal toothing (12) engages with a longitudinal external toothing (13) on an end portion, which faces toward the piston pump (1a, 1b, 1f), of the camshaft (14a).
4. Internal combustion engine according to Claim 1, **characterized in that** the drive shaft (3d, 3e) and the camshaft (14b, 14c) are combined to form a rigidly connected structural unit.
5. Internal combustion engine according to Claim 1, **characterized in that** one bearing point (11) com-

prises at least one radial needle bearing (24) composed at least of a needle ring (25) with a cage (26) and needles (27) guided therein.

6. Internal combustion engine according to Claim 5, **characterized in that** the inner lateral surface (17) of the hollow cylindrical portion (10) of the drive shaft (3b, 3c, 3f, 3g, 3h) serves as an outer raceway for the needles (27).
7. Internal combustion engine according to Claim 6, **characterized in that** the outer raceway is delimited at one side or both sides by, respectively, one or two radially inwardly extending shoulders (36) which are formed in one piece with the drive shaft (3b, 3c) and which serve as axial stop surfaces for the needles (27).
8. Internal combustion engine according to Claim 5, **characterized in that** the radial needle bearing (24) is designed as a needle sleeve (23) with a thin-walled outer ring (28) which is inserted into the inner lateral surface (17) of the hollow cylindrical portion (10) of the drive shaft (3a, 3d), which outer ring (28) has an inner lateral surface (34), which serves as an outer raceway for the needles (27), and two radially inwardly extending shoulders (29) which serve as axial stop surfaces for the cage (26).
9. Internal combustion engine according to Claim 5, **characterized in that** the inner raceway for the needles (27) is formed by an inner ring (22a to 22f) which is pulled onto the outer lateral surface (18) of the bearing journal (19).
10. Internal combustion engine according to Claims 8 and 9, **characterized in that** the needle sleeve (23) and the thin-walled inner ring (22b) form a structural unit by virtue of the outer ring (28) of the needle sleeve (23) being bordered axially by two radially outwardly extending shoulders (47) which are formed in one piece with the inner ring (22b).
11. Internal combustion engine according to Claim 9, **characterized in that** the inner ring (22c) is of thin-walled design and has two radially outwardly extending shoulders (48) which serve as axial stop surfaces for the cage (26).
12. Internal combustion engine according to Claim 9, **characterized in that**, for the purpose of axially securing the inner ring (22a, 22c, 22e, 22f) on the bearing journal (19), an end-side, radially outwardly directed caulked portion (37) of the bearing journal (19) is provided, which caulked portion (37) at least partially radially overlaps the inner ring (22a, 22c, 22e, 22f).

13. Internal combustion engine according to Claim 1, **characterized in that** at least two bearing points (11, 31) for the drive shaft (3a, 3b, 3c, 3f) are provided, with the second bearing point (31) comprising an axial rolling bearing (33a to 33c).
14. Internal combustion engine according to Claim 13, **characterized in that** the axial rolling bearing (33b) is designed as a ball bearing which is arranged in the shaft entry opening (15) of the pump housing (2), with the inner raceway for the balls (38) being formed by a circumferential groove (40a) on an outer casing portion (39), which runs in the shaft entry opening (15), of the drive shaft (3b, 3f).
15. Internal combustion engine according to Claim 1, **characterized in that** at least one bore (30) which extends transversely through the drive shaft (3a to 3i) is provided, which bore (30) opens out in the region of one bearing point (11) and serves as a lubricant duct.

Revendications

1. Moteur à combustion interne à injection directe comprenant une pompe à piston servant à l'alimentation de carburant haute pression au moteur à combustion interne, qui présente un carter de pompe (2) et un arbre d'entraînement (3a à 3i) pour l'actionnement d'un ou de plusieurs poussoirs de pompe (5) qui sont orientés radialement dans le carter de pompe (2) par rapport à l'arbre d'entraînement (3a à 3i), l'arbre d'entraînement (3a à 3i) étant monté à rotation sur un ou plusieurs points de palier (11, 31, 49) qui s'étendent entre une ouverture d'entrée d'arbre (15) du carter de pompe (2) et une paroi arrière de carter (20) opposée à l'ouverture d'entrée d'arbre (15), et étant connecté en rotation de manière coaxiale à un arbre à cames (14a à 14c) servant à l'actionnement de soupapes d'admission et/ou d'échappement du moteur à combustion interne, **caractérisé en ce que** l'un des points de palier (11) s'étend entre une surface d'enveloppe intérieure (17) d'une portion cylindrique creuse (10) de l'arbre d'entraînement (3a à 3i) et une surface d'enveloppe extérieure (18) d'un tourillon de palier (19) partant de la paroi arrière du carter (20) et s'étendant dans la portion cylindrique creuse (10).
2. Moteur à combustion interne selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le tourillon de palier (19) est réalisé d'une seule pièce avec le carter de pompe (2).
3. Moteur à combustion interne selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'arbre d'entraînement (3a, 3b, 3f) présente une ouverture longitudinale conti-

nue (9), dans laquelle ouverture longitudinale (9) s'étend la portion cylindrique creuse (10) et une denture longitudinale intérieure (12) adjacente à celle-ci, qui est en prise avec une denture longitudinale extérieure (13) sur une portion d'extrémité de l'arbre à cames (14a) tournée vers la pompe à piston (1a, 1b, 1f).

4. Moteur à combustion interne selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'arbre d'entraînement (3d, 3e) et l'arbre à cames (14b, 14c) sont réunis pour former une unité constructive connectée rigidement.
5. Moteur à combustion interne selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'un des points de palier (11) comprend au moins un palier à aiguilles radial (24), au moins constitué d'une couronne d'aiguilles (25) avec une cage (26) et des aiguilles (27) guidées à l'intérieur.
6. Moteur à combustion interne selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la surface d'enveloppe intérieure (17) de la portion cylindrique creuse (10) de l'arbre d'entraînement (3b, 3c, 3f, 3g, 2h) sert de piste de roulement extérieure pour les aiguilles (27).
7. Moteur à combustion interne selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la piste de roulement extérieure est limitée d'un côté ou des deux côtés par un ou deux épaulements (36), qui servent de surfaces d'entrée axiales pour les aiguilles (27), réalisés d'une seule pièce avec l'arbre d'entraînement (3b, 3c) et s'étendant radialement vers l'intérieur.
8. Moteur à combustion interne selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le palier à aiguilles radial (24) est réalisé sous forme de douille à aiguilles (23) avec une bague extérieure (28) à parois minces, insérée dans la surface d'enveloppe intérieure (17) de la portion cylindrique creuse (10) de l'arbre d'entraînement (3a, 3e), laquelle bague extérieure (28) présente une surface d'enveloppe intérieure (34) servant de piste de roulement extérieure pour les aiguilles (27) ainsi que deux épaulements (29) s'étendant radialement vers l'intérieur et servant de surface d'entrée axiale pour la cage (26).
9. Moteur à combustion interne selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la piste de roulement intérieure pour les aiguilles (27) est formée par une bague intérieure (22a à 22f) montée sur la surface d'enveloppe extérieure (18) du tourillon de palier (19).
10. Moteur à combustion interne selon les revendications 8 et 9, **caractérisé en ce que** la douille à aiguilles (23) et la bague intérieure (22b) réalisée avec des parois minces forment une unité construc-

tive, la bague extérieure (28) de la douille à aiguilles (23) étant enchâssée axialement par deux épaulements (47) s'étendant radialement vers l'extérieur et réalisés d'une seule pièce avec la bague intérieure (22b).

5

11. Moteur à combustion interne selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la bague intérieure (22c) est réalisée avec des parois minces et présente deux épaulements (48) s'étendant radialement vers l'extérieur et servant de surfaces d'entrée axiales pour la cage (26). 10

12. Moteur à combustion interne selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** pour la fixation axiale de la bague intérieure (22a, 22c, 22e, 22f) sur le tourillon de palier (19), on prévoit un matage (37) du tourillon de palier (19), du côté frontal et orienté radialement vers l'extérieur, lequel matage (37) recouvre radialement au moins en partie la bague intérieure (22a, 22c, 22e, 22f). 15 20

13. Moteur à combustion interne selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on prévoit au moins deux points de palier (11, 31) pour l'arbre d'entraînement (3a, 3b, 3c, 3f), le deuxième point de palier (31) comprenant un palier à roulement axial (33a à 33c). 25

14. Moteur à combustion interne selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le palier à roulement axial (33b) est réalisé sous forme de roulement à billes disposé dans l'ouverture d'entrée d'arbre (15) du carter de pompe (2), la piste de roulement intérieure pour les billes (38) étant formée par une rainure périphérique (40a) sur une portion d'enveloppe extérieure (39) de l'arbre d'entraînement (3b, 3f) s'étendant dans l'ouverture d'entrée d'arbre (15). 30 35

15. Moteur à combustion interne selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au moins un alésage (30) traversant transversalement l'arbre d'entraînement (3a à 3i) est prévu, lequel débouche dans la région de l'un des points de palier (11) et sert de canal pour lubrifiant. 40

45

50

55

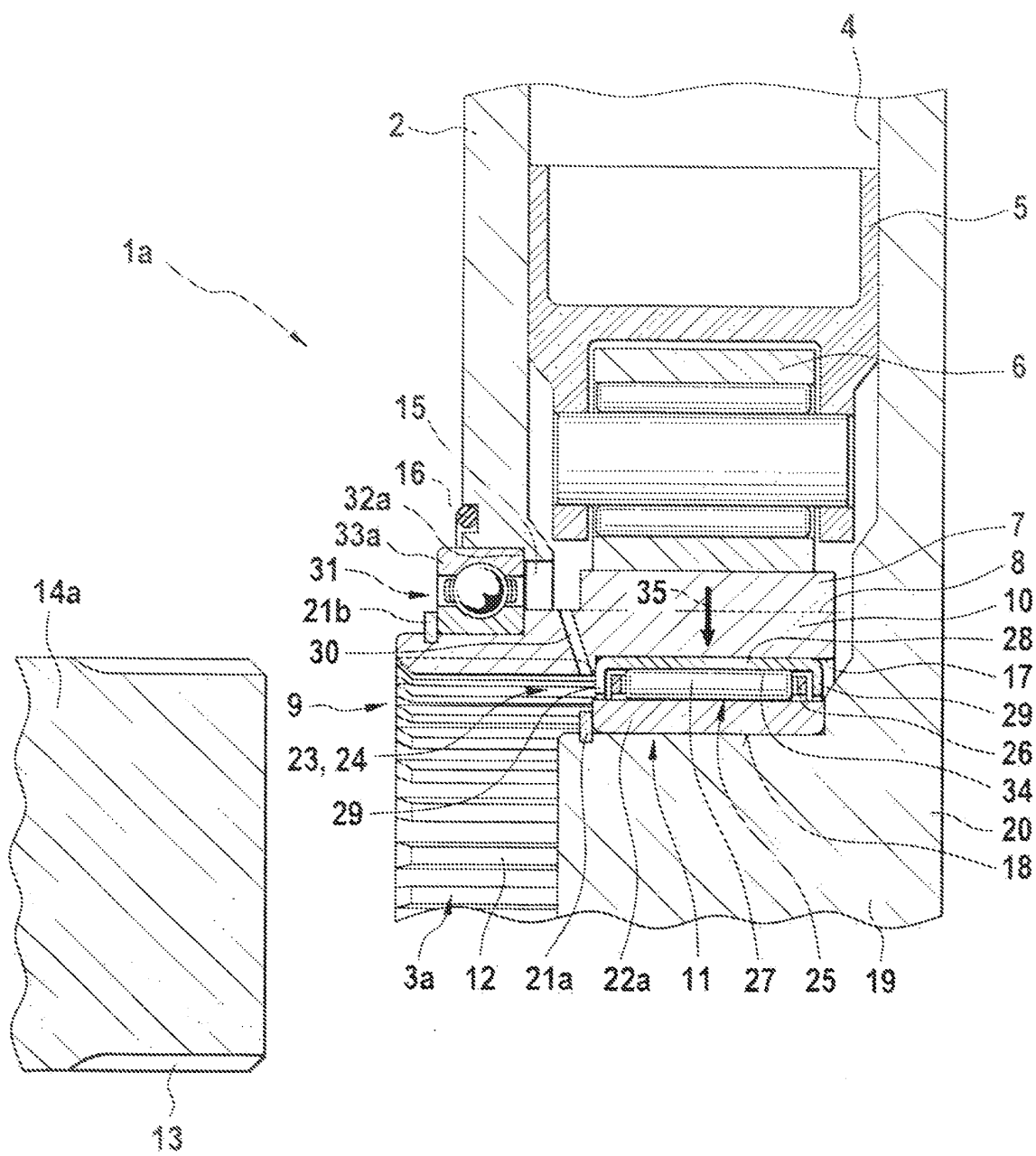


Fig. 1

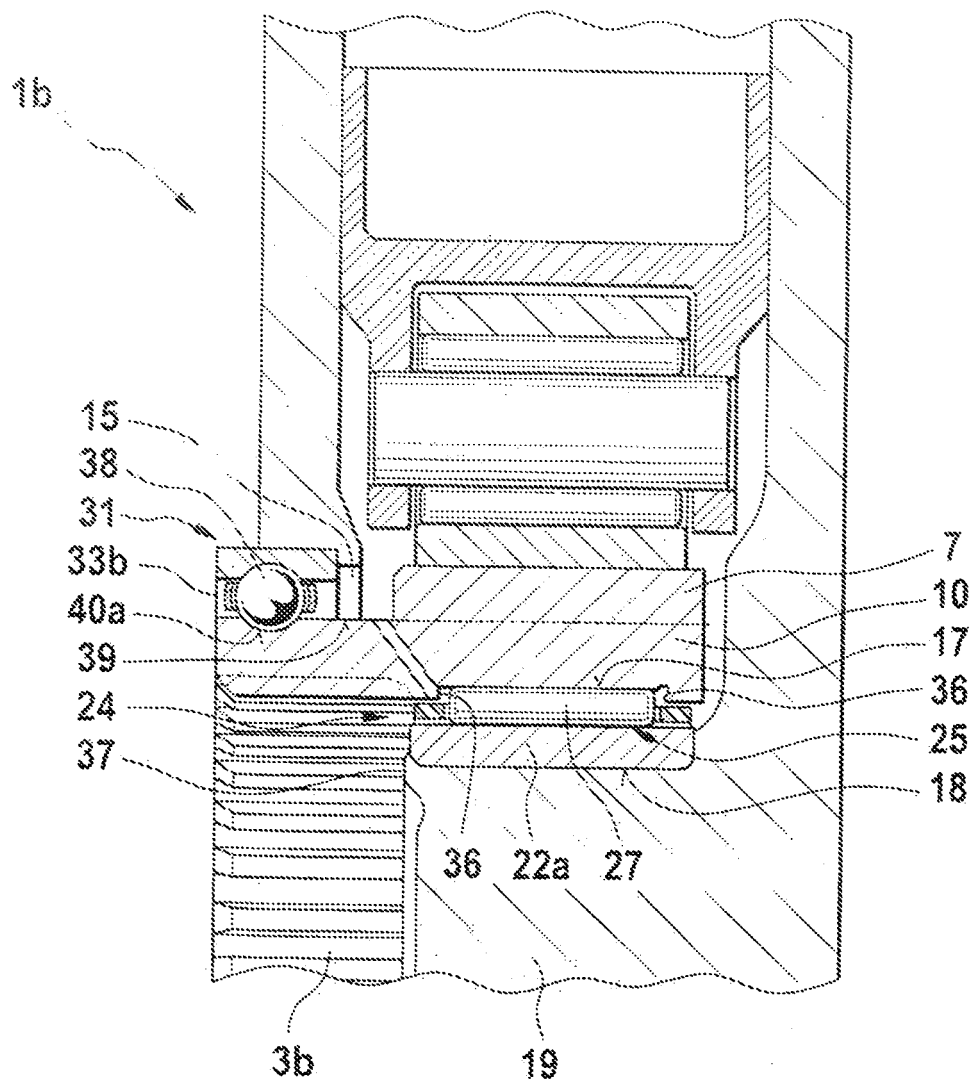


Fig. 2

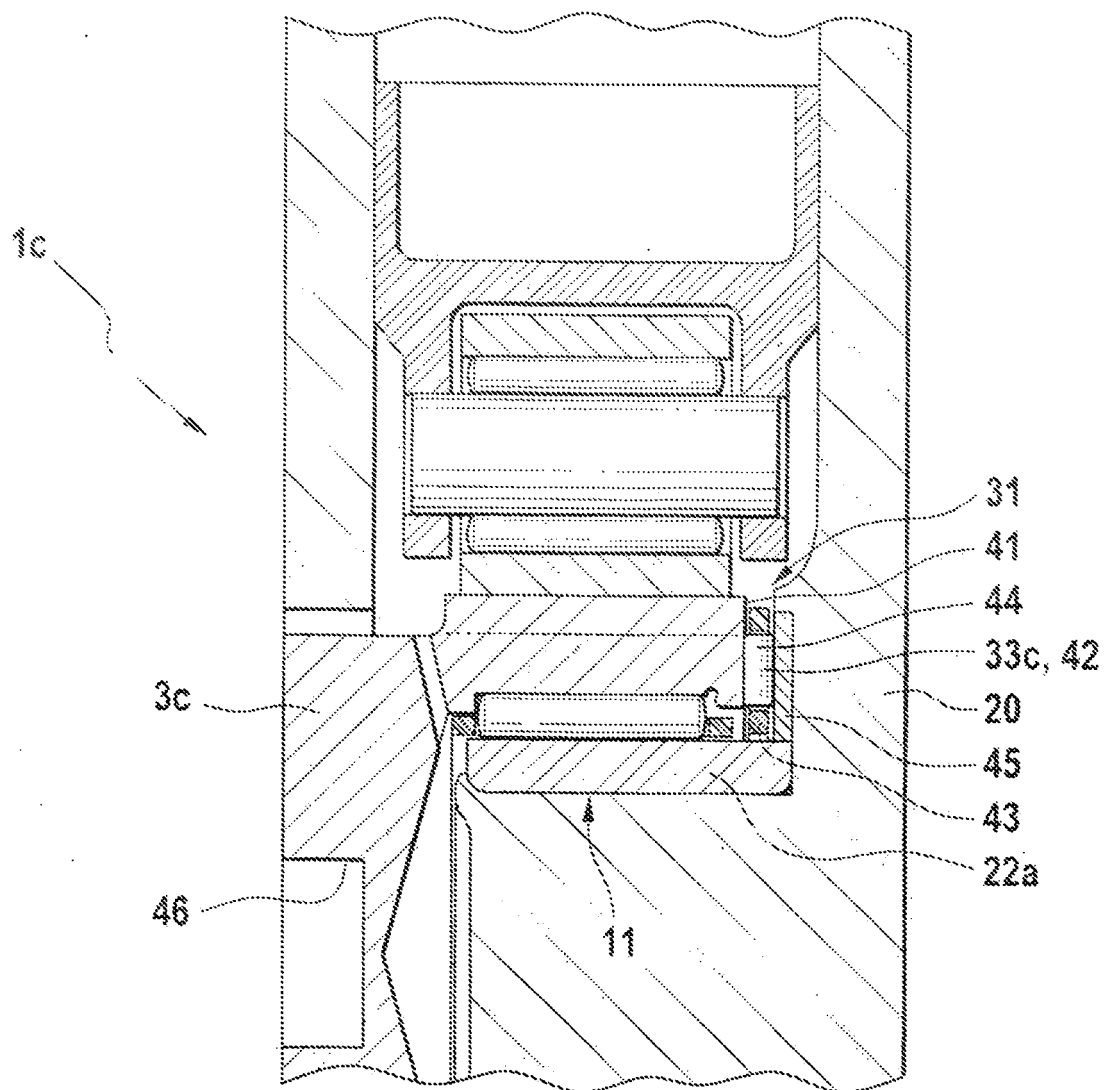


Fig. 3

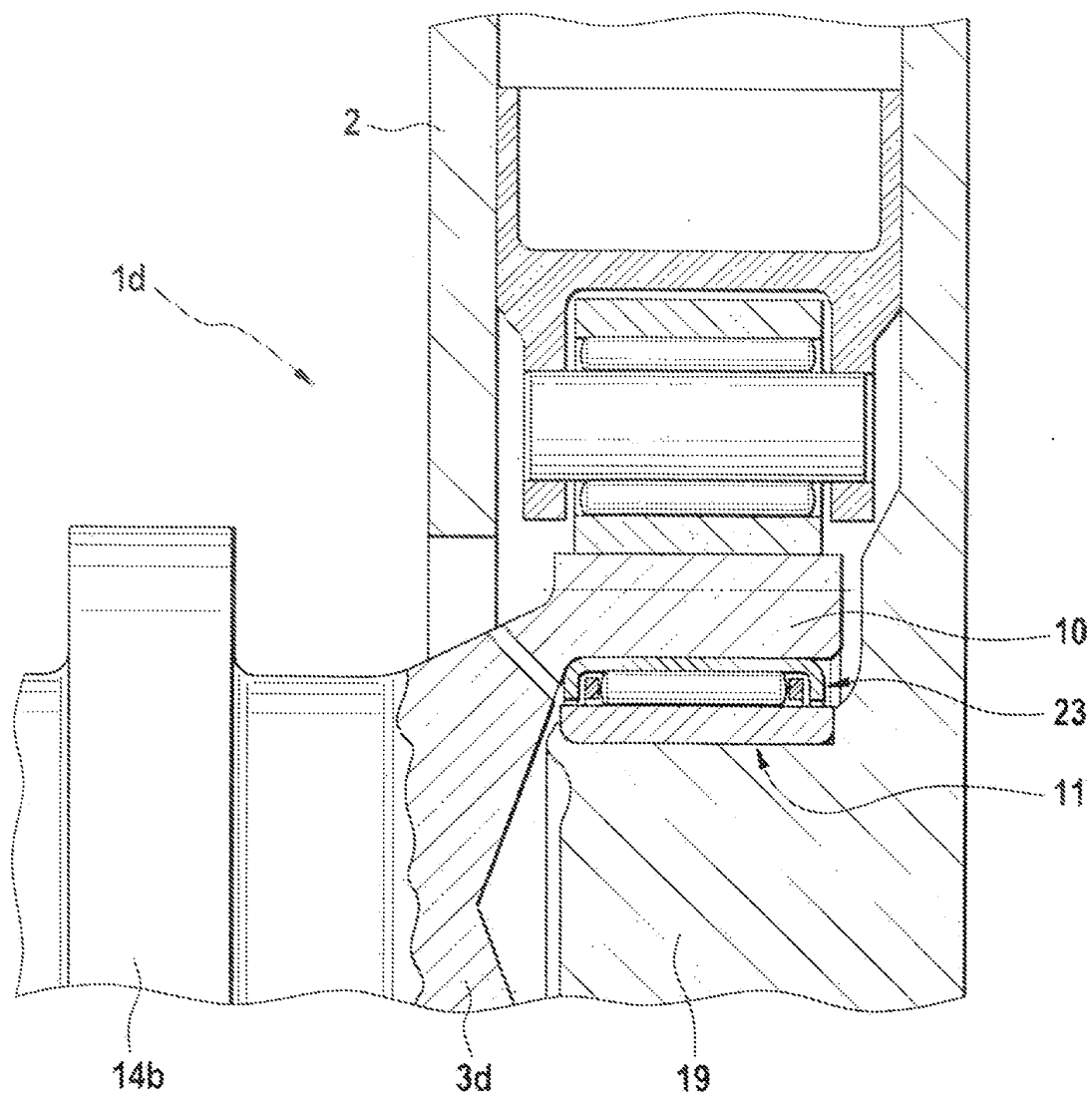


Fig. 4

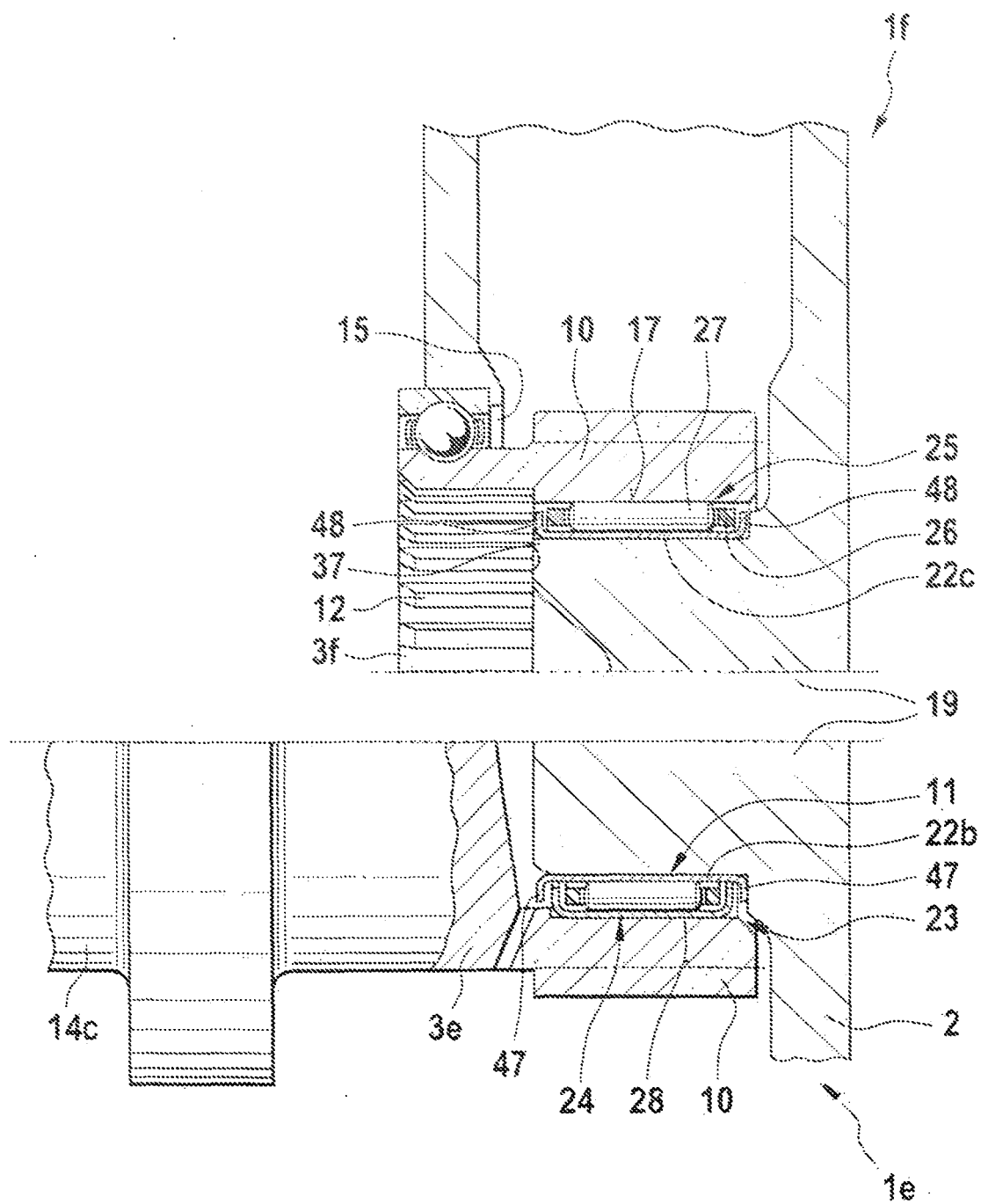


Fig. 5

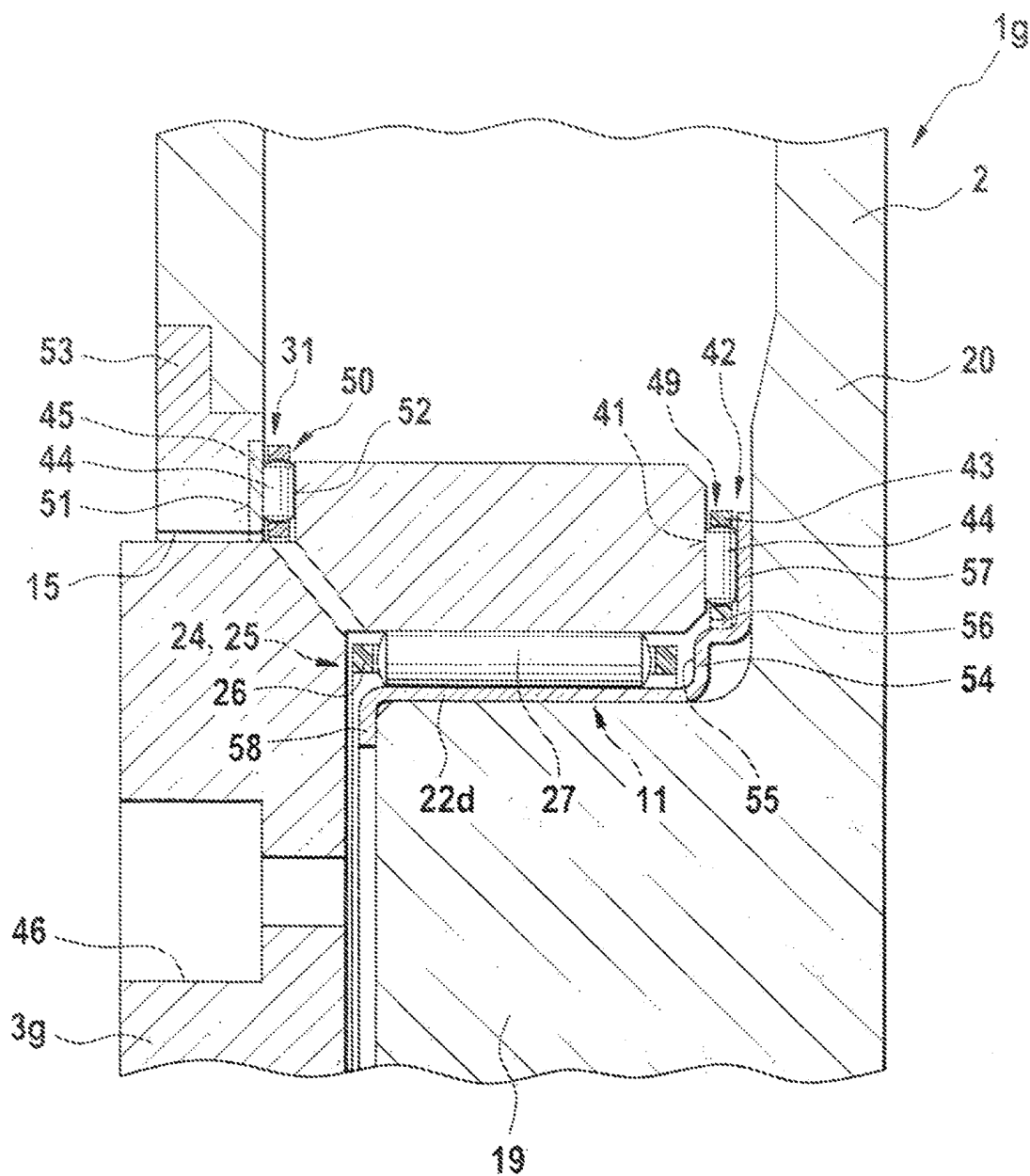


Fig. 6

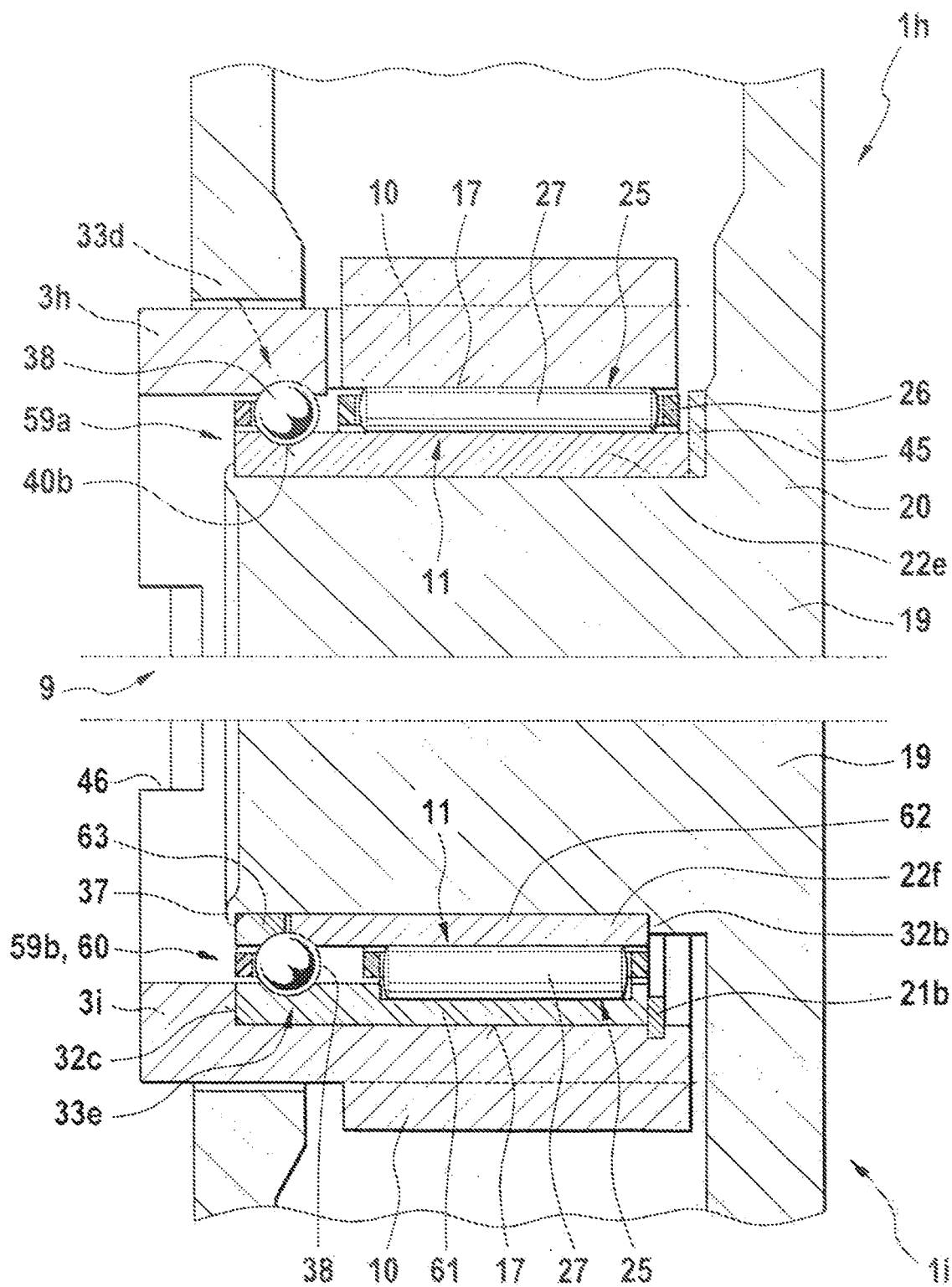


Fig. 7

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 10208574 A1 [0002]
- US 20030145835 A1 [0003]
- DE 19827926 A1 [0004]
- DE 19650246 A1 [0006]
- EP 1247711 A1 [0007]