



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.11.2015 Patentblatt 2015/45

(51) Int Cl.:
F04B 1/12 (2006.01) **F03C 1/28** (2006.01)
F04B 53/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15160440.2**

(22) Anmeldetag: **24.03.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(71) Anmelder: **Linde Hydraulics GmbH & Co. KG**
63743 Aschaffenburg (DE)

(72) Erfinder: **Bergmann, Martin**
64850 Schaafheim (DE)

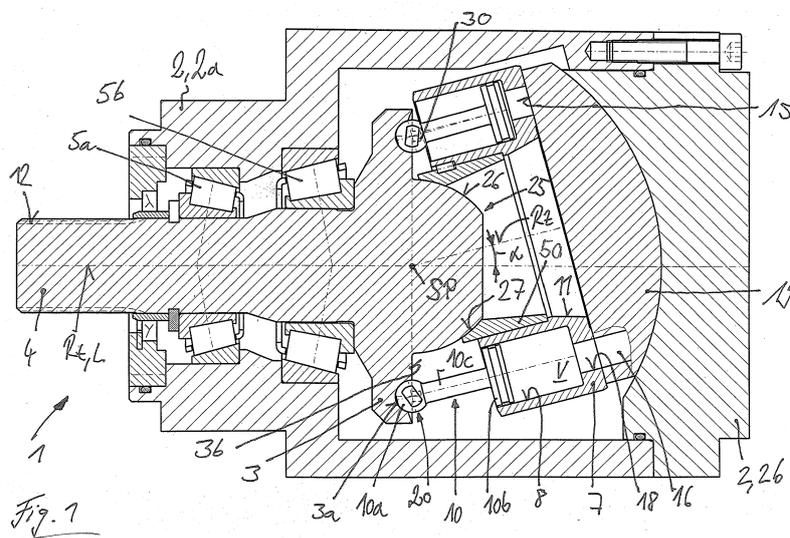
(74) Vertreter: **Geirhos, Johann**
Geirhos & Waller Partnerschaft
Patent- und Rechtsanwälte
Landshuter Allee 14
80637 München (DE)

(30) Priorität: **08.04.2014 DE 102014104951**

(54) **AXIALKOLBENMASCHINE IN SCHRÄGACHSENBAUWEISE**

(57) Die Erfindung betrifft eine hydrostatische Axialkolbenmaschine (1) in Schrägachsenbauweise mit einer um eine Rotationsachse (R_1) drehbar innerhalb eines Gehäuses (2) angeordneten Triebwelle (4), mit einem um eine Rotationsachse (R_1) drehbar innerhalb des Gehäuses (2) angeordneten Triebflansch (3), und mit einer um eine Rotationsachse (R_2) drehbar innerhalb des Gehäuses (2) der Axialkolbenmaschine (1) angeordneten Zylindertrommel (7), wobei die Zylindertrommel (7) mit mehreren Kolbenausnehmungen (8) versehen ist, in denen jeweils ein Kolben (10) längsverschiebbar angeordnet ist, wobei die Kolben (10) an dem Triebflansch (3) gelenkig befestigt sind und zur gelenkigen Befestigung

der Kolben (10) an dem Triebflansch (3) jeweils eine Kugelgelenkverbindung (20) vorgesehen ist, die aus einer kugelkalottenförmigen Aufnahmeschale (3a) in einer Stirnseite (3b) des Triebflansches (3) und einem Kugelkopf (10b) gebildet ist, der mit dem Kolben (10) in Wirkverbindung steht. Erfindungsgemäß sind die Aufnahmeschalen (3a) jeweils als sich bis zu dem Kugeläquator erstreckende Halbkugeln ausgebildet und ist an einer Stirnseite (3b) des Triebflansches (3) im Bereich der Aufnahmeschalen (3a) ein Rückhaltesteg (30) ausgebildet, der sich über den Kugeläquator der Halbkugel erstreckt, um den Kugelkopf (10b) mit einem Winkel von größer 180° Grad zu umgreifen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine hydrostatische Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise mit einer um eine Rotationsachse drehbar innerhalb eines Gehäuses angeordneten Triebwelle, mit einem um eine Rotationsachse drehbar innerhalb des Gehäuses angeordneten Triebflansch, und mit einer um eine Rotationsachse drehbar innerhalb des Gehäuses der Axialkolbenmaschine angeordneten Zylindertrommel, wobei die Zylindertrommel mit mehreren Kolbenausnehmungen versehen ist, in denen jeweils ein Kolben längsverschiebbar angeordnet ist, wobei die Kolben an dem Triebflansch gelenkig befestigt sind und zur gelenkigen Befestigung der Kolben an dem Triebflansch jeweils eine Kugelgelenkverbindung vorgesehen ist, die aus einer kugelkalottenförmigen Aufnahmeschale in einer Stirnseite des Triebflansches und einem Kugelkopf gebildet ist, der mit dem Kolben in Wirkverbindung steht.

[0002] Bei hydrostatischen Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise sind die in der Zylindertrommel längsverschiebbar angeordneten Kolben in der Regel mittels eines Kugelgelenks an dem Triebflansch einer Triebwelle befestigt. Die Kolbenkräfte stützen sich hierbei über die Kolben auf dem an der Triebwelle befindlichen Triebflansch ab und erzeugen ein Drehmoment. Bei Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise ist es erforderlich, die Kolben an dem Triebflansch gelenkig zu befestigen. Hierzu wird Kugelgelenkverbindung eingesetzt, die aus einer kugelkalottenförmigen Aufnahmeschale in einer Stirnseite des Triebflansches und einem Kugelkopf bestehen, der an dem Kolben angeordnet ist und in die Aufnahmeschale des Triebflansches eingesetzt ist.

[0003] Im Betrieb sind die Kugelköpfe der Kolben in der jeweiligen Aufnahmeschale des Triebflansches zu arretieren.

[0004] Hierzu ist es aus der WO 2004/109107 A1 bekannt, eine Niederhalteplatte mit Durchbrüchen für die Kolbenköpfe und an den Durchbrüchen angeformten Kugelkalotten über die Kolben einzufädeln und mit dem Triebflansch zu verschrauben. Aufgrund der erforderlichen Niederhalteplatte, die aufgrund der Kugelkalotten einen hohen Herstellungsaufwand aufweist, und der Verschraubungen zum Verschrauben der Niederhalteplatte mit dem Triebflansch weisen derartige Axialkolbenmaschinen einen hohen Bauaufwand auf.

[0005] Um den Bauaufwand für die zusätzliche Niederhalteplatte zu vermeiden, ist es bereits aus der EP 0 567 805 B1, der EP 1 071 884 B1, der DE 40 24 319 A1 und der EP 0 697 520 B1 bekannt, die Kugelköpfe in der kugelkalottenförmigen Aufnahmeschale formschlüssig zu sichern. Hierzu werden die kugelkalottenförmigen Aufnahmeschale mit einer Umschlingung von größer als 180° Grad ausgeführt, so dass die Aufnahmeschalen den Kugeläquator umschlingen, und die Kugelköpfe mit einer zylindrischen Fläche, beispielsweise durch Abplattungen bzw. Abarbeitungen des Kugelkopfes, versehen, so

dass der Kugelkopf in einer bestimmten Stellung mittels der zylindrischen Flächen in die kugelkalottenförmigen Aufnahmeschale eingeführt und anschließend durch Verkippen in der Aufnahmeschale gesichert werden kann. Die Herstellung der Bauteile vereinfacht sich hierbei und es ergibt sich eine einfache Montage der Kolben mit den Kugelköpfen in den Aufnahmeschalen des Triebflansches.

[0006] Bei der EP 0 567 805 B1 und der EP 1 071 884 B1 sind die zylindrischen Flächen parallel zur Längsachse der Kolben angeordnet, so dass die Kolben bei der Montage coaxial zu der Rotationsachse des Triebflansches in die Aufnahmeschalen eingefädelt werden und mit dem Verkippen der Kolben zu dem Arbeitswinkel die Kolbenköpfe in den Aufnahmeschalen arretiert werden. Bei als Verstellmaschinen ausgebildeten Schrägachsenmaschinen kann jedoch bei einer derartigen Arretierung der Kolben in den Aufnahmeschalen das Problem auftreten, dass die Überdeckung der Kugelköpfe in den Aufnahmeschalen mit abnehmendem Schwenkwinkel der Zylindertrommel zu gering wird, so dass derartige Arretierungen der Kugelköpfe der Kolben in dem Triebflansch nur bedingt für Verstellmaschinen mit veränderbarem Schwenkwinkel der Zylindertrommel geeignet sind. Für Verstellmaschine mit einem Schwenkwinkel von 0° Grad sind diese Arretierungen nicht geeignet, da die Kolben in Aufnahmeschalen nicht mehr sicher gehalten werden können und aus den Aufnahmeschalen herausfallen können.

[0007] Bei der DE 40 24 319 A1 und der EP 0 697 520 B1 sind die zylindrischen Flächen schräg zur Längsachse der Kolben angeordnet, wobei der Neigungswinkel der zylindrischen Flächen derart ausgeführt ist, dass dieser Winkel im Betrieb der Axialkolbenmaschine nicht auftritt. Dadurch ist diese Arretierung für Verstellmaschinen geeignet und ermöglicht auch bei einem Schwenkwinkel von 0° Grad eine Arretierung der Kolben in den Aufnahmeschalen des Triebflansches. Zur Montage der Kolben in dem Triebflansch müssen die Kolben entsprechend stark gekippt werden, so dass es erforderlich werden kann, an jeder Aufnahmeschale eine aufwändig herzustellende Aussparung als Freiarbeitung für die Kolbenstange des Kolbens vorzusehen. Je nach Montagewinkel der Kolben kann sich diese für die Montage der Kolben erforderliche Aussparung an der Aufnahmeschale des Triebflansches bis zu dem Kugeläquator erstrecken, wodurch die kugelkalottenförmige Aufnahmeschale in der Fläche entsprechend stark verringert wird.

[0008] Bei den aus der EP 0 567 805 B1, der EP 1 071 884 B1, der DE 40 24 319 A1 und der EP 0 697 520 B1 bekannten Axialkolbenmaschinen ergibt sich durch die Umschlingung von größer als 180° Grad der kugelkalottenförmigen Aufnahmeschalen eine entsprechende große Dicke des Triebflansches, der zu einem entsprechenden Bauraumbedarf in axialer Richtung der Axialkolbenmaschine führt, da die rotierende Zylindertrommel mit der die Kolbenaustrittsöffnungen enthaltenden Stirnseite nicht an die Stirnseite des Triebflansches anschlagen

darf, in der die Aufnahmeschalen angeordnet sind.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise zur Verfügung zu stellen, bei der die Arretierung der Kolben im Triebflansch eine einfache Herstellung aufweist und ermöglicht, die axialen Abmessungen der Axialkolbenmaschine zu verringern.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Aufnahmeschalen jeweils als sich bis zu dem Kugeläquator erstreckende Halbkugeln ausgebildet sind und an einer Stirnseite des Triebflansches im Bereich der Aufnahmeschalen ein Rückhaltesteg ausgebildet ist, der sich über den Kugeläquator der Halbkugel erstreckt, um den Kugelkopf mit einem Winkel von größer 180° Grad zu umgreifen. Bei der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine sind die hohlkugelförmigen Aufnahmeschalen im Triebflansch lediglich als Halbkugeln ausgebildet, die sich bis zu dem Kugeläquator erstrecken. Um die Kugelköpfe in diesen halbkugelförmigen Aufnahmeschalen formschlüssig zu sichern, ist an der Stirnseite des Triebflansches im Bereich der Aufnahmeschalen ein aus der Stirnseite der Triebwelle hervorstehender Rückhaltesteg ausgebildet, der sich über den Kugeläquator der Halbkugel erstreckt. Die Umschlingung der Kugelköpfe über den Kugeläquator hinaus erfolgt somit nur in dem Bereich des Rückhaltesteseges, so dass nur der an der Stirnseite des Triebflansches angeordnete Rückhaltesteg die Kolben in den Aufnahmeschalen sichert und die Rückhaltung der Kolben bildet. Durch die räumliche Begrenzung der Rückhaltung der Kugelköpfe auf den Bereich des an der Stirnseite des Triebflansches angeordneten Rückhaltesteseges wird es ermöglicht, den restlichen Bereich der Stirnseite des Triebflansches gegenüber dem Rückhaltesteg in der Dicke zu verringern, so dass ein Freiraum erzielt wird und die Zylindertrommel mit der die Kolbenaustrittsöffnungen enthaltenden Stirnseite näher an den Triebflansch herangeführt werden kann. Dies ermöglicht es, den axialen Bauraumbedarf der Axialkolbenmaschine zu verringern. Gegenüber den bekannten Axialkolbenmaschinen in Schrägsachsenbauweise ergibt sich bei der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine durch die räumliche Begrenzung der Rückhaltung der Kolben in den Aufnahmeschalen auf den Rückhaltesteg zudem ein geringer Bauaufwand.

[0011] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform der Erfindung bildet der Rückhaltesteg an jeder Aufnahmeschale jeweils zwei Rückhalteabschnitte, die an der Aufnahmeschale gegenüberliegend angeordnet sind und über die Halbkugel hinausgehen. Mit zwei gegenüberliegenden Rückhalteabschnitten wird es auf einfache Weise ermöglicht, den Kugelkopf im Äquatorbereich zu umgreifen, um den Kugelkopf in der Aufnahmeschale formschlüssig zu halten.

[0012] Hinsichtlich eines geringen Bauaufwandes ergeben sich besondere Vorteile, wenn der Rückhaltesteg von einer kreisringförmigen Erhöhung an der Stirnseite des Triebflansches gebildet ist. Eine kreisringförmige Erhöhung an der Stirnseite weist einen geringen Bauauf-

wand auf. Zudem kann die ringförmige Erhöhung bei der Herstellung der halbkugelförmigen Aufnahmeschalen im Triebflansch auf einfache Weise unterbrochen werden, um an jeder Aufnahmeschale zwei gegenüberliegend angeordnete Rückhalteabschnitte zu bilden.

[0013] Mit besonderem Vorteil ist der Mittelpunkt der den Rückhaltesteg bildenden kreisringförmigen Erhöhung auf der Rotationsachse des Triebflansches angeordnet. Durch eine derartige konzentrische Anordnung der kreisringförmigen Erhöhung zur Rotationsachse des Triebflansches kann die Kontur der kreisringförmigen Erhöhung auf einfache und kostengünstige Weise durch eine Drehbearbeitung hergestellt werden.

[0014] Vorteilhafterweise ist die kreisringförmige Erhöhung im Bereich eines Teilkreises angeordnet, auf dem die Mittelpunkte der Halbkugeln angeordnet sind. Dadurch kann eine sichere Halterung der Kugelköpfe in den Aufnahmeschalen mittels des Rückhaltesteseges erzielt werden. Zudem wird hierdurch ein entsprechender Freiraum geschaffen, der es ermöglicht, die Zylindertrommel nahe an den Triebflansch heranzuführen, um kompakte axiale Abmessungen der Axialkolbenmaschine zu erzielen.

[0015] Hinsichtlich einer einfachen Herstellung des Triebwerks ergeben sich besondere Vorteile, wenn der Rückhaltesteg einstückig an der Stirnseite des Triebflansches ausgebildet ist. Sofern der Rückhaltesteg mit einem entsprechenden Aufmaß an einem Rohteil des Triebflansches herausgeformt, kann der Triebflansch und der Rückhaltesteg auf einfache und kostengünstige Weise als Drehteil durch eine Drehbearbeitung hergestellt werden.

[0016] Um die Kugelköpfe in die zugeordnete Aufnahmeschalen montieren zu können, ist gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung jeder Kugelkopf mit zwei gegenüberliegend angeordneten Nuten versehen, wobei der Abstand zwischen den Nutgründen der beiden Nuten kleiner als die Öffnungsweite der beiden Rückhalteabschnitte an der jeweiligen Aufnahmeschale ist. Hierdurch wird auf einfache Weise ermöglicht, die Kugelköpfe mittels der beiden Nuten zwischen den Rückhalteabschnitten in die Aufnahmeschale einzufädeln, so dass eine einfache Montage der Kolben in den Aufnahmeschalen erzielt wird.

[0017] Zweckmäßigerweise ist hierbei die Nutbreite der Nuten größer als die Breite des Rückhaltesteseges. Durch die beiden gegenüberliegenden Nuten, die wie der Rückhaltesteg nur eine geringe Breite aufweisen, wird somit weiterhin erzielt, dass die Kugelhälfte des Kugelkopfes, welche die Kolbenkraft abstützt, durch die relativ geringe Breite der beiden Nuten nur geringfügig in der Fläche verringert wird, so dass hohe Zylinderkräfte abgestützt werden können.

[0018] Die Nuten können senkrecht oder parallel zur Längsachse des Kolbens angeordnet werden. Mit besonderem Vorteil sind die Nuten an dem Kugelkopf schräg geneigt zur Längsachse des Kolbens angeordnet sind. Je nach Neigungswinkel der Nuten kann es bei der

erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine möglich sein, auf Freiarbeitungen an den Aufnahmeschalen für die Kolbenstangen zur Montage der Kolben zu verzichten, da durch die gegenüber dem Rückhaltesteg zurückversetzte Stirnseite des Triebflansches bereits ein entsprechender Freiraum für die Kolbenstangen zur Montage der Kolben geschaffen wird. Sofern bei einem entsprechend hohen Neigungswinkel der Nuten eine Ausnehmung als Freiarbeitung an der Stirnseite des Triebflansches im Bereich der Aufnahmeschalen für den Kolben erforderlich ist, um eine Montage der Kolben im Triebflansch zu ermöglichen, ergibt sich bei der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine gegenüber bekannten Axialkolbenmaschinen eine geringere Tiefe der Ausnehmung und somit eine kleinere Freiarbeitung in der Stirnseite des Triebflansches. Bevorzugt sind die Nuten nicht senkrecht zur Längsachse der Kolben angeordnet, wodurch sich gegenüber senkrecht angeordneten Nuten kleinere Freiarbeitungen an den Aufnahmeschalen für die Kolbenstangen zur Montage der Kolben ergeben. Durch kleinere Freiarbeitungen für die Kolbenstange der Kolben wird erzielt, dass die Fläche der Kugelklotte der Aufnahmeschale, in der die Kolbenkraft abgestützt wird, bei der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine nur geringfügig in der Fläche verringert wird. Zudem ist durch schräg angeordnete Nuten die Arretierung der Kolben im Triebflansch für Schrägachsenmaschinen mit einem Schwenkwinkel von 0° Grad geeignet.

[0019] Der Neigungswinkel der Nuten ist vorteilhafterweise derart ausgeführt, dass der Neigungswinkel von den im Betrieb der Axialkolbenmaschine auftretenden Kippwinkeln der Kolben verschieden ist. Vorteilhafterweise ist der Neigungswinkel derart ausgeführt, dass während der Montage die Neigung der Kolben zur Rotationsachse des Triebflansches hin größer als die im Betrieb der Schrägachsenmaschine maximal auftretende Neigung der Kolben, so dass die Kolben im Betrieb der Axialkolbenmaschine sicher mit den Kugelköpfen in den Aufnahmeschalen des Triebflansches formschlüssig gehalten werden können.

[0020] Vorteilhafterweise ist an dem Triebflansch an jeder Aufnahmeschale eine Ausnehmung für eine Kolbenstange des Kolbens ausgebildet, um bei schräg angeordneten Nuten eine einfache Montage des Kolbens in dem Triebflansch zu erzielen.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist zur Führung der Zylindertrommel zwischen dem Triebflansch und der Zylindertrommel eine kugelförmige Führung ausgebildet. Mit einer derartigen kugelförmigen Führung, die bevorzugt von einem kugelförmigen Abschnitt des Triebflansches bzw. der Triebwelle und einem hohlkugelförmigen Abschnitt der Zylindertrommel gebildet ist, kann eine einfache, kostengünstige und bauraumsparende Führung und Lagerung der Zylindertrommel erzielt werden.

[0022] Zweckmäßigerweise sind hierbei die Ausnehmungen am radial äußeren Bereich der Aufnahmeschalen in der Stirnseite des Triebflansches ausgebildet.

Durch radial Außen angeordnete Ausnehmungen ist bei einer Axialkolbenmaschine mit einer kugelförmigen Führung der Zylindertrommel eine einfache Montage der Kolben durch ein Verkippen der Kolben nach radial Außen möglich.

[0023] Sofern der Triebflansch an der Außenkante der Stirnseite mit einer Fase versehen ist, kann die für die Kolbenstange der Kolben gegebenenfalls erforderliche Ausnehmung als Freiarbeitung ohne zusätzlichen Herstellungsaufwand hergestellt werden, wenn die Fase derart bemessen ist, dass die Fase die Ausnehmung für die Kolbenstange des Kolbens bildet.

[0024] Die Nuten in den Kugelköpfen der Kolben können einen geradlinigen Verlauf aufweisen.

[0025] Besondere Vorteile sind erzielbar, wenn die Nuten einen abgeknickten Verlauf aufweisen. Gegenüber geradlinig verlaufenden Nuten wird durch Nuten mit einem abgeknickten Verlauf erzielt, dass die lasttragende Kugelhälfte des Kugelkopfes eine größere Fläche aufweist, so dass höhere Kolbenkräfte übertragen werden können.

[0026] Die Nuten weisen hierbei zweckmäßigerweise einen ersten Abschnitt auf, der schräg geneigt zur Längsachse des Kolbens angeordnet ist, und einen zweiten Abschnitt auf, der gegenüber dem ersten Abschnitt abgeknickt ist, insbesondere senkrecht zur Längsachse des Kolbens angeordnet ist.

[0027] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigt

Figur 1	eine erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise in einem Längsschnitt,
Figur 2	einen Ausschnitt der Figur 1 in einer vergrößerten Darstellung,
Figur 3	eine Draufsicht auf die Stirnseite des Triebflansches,
Figur 4	einen Schnitt entlang der Linie B-B der Figur 3,
Figur 5	einen Schnitt entlang der Linie A-A der Figur 4,
Figuren 6a-6d	Darstellungen zur Verdeutlichung der Montage der Kolben,
Figuren 7a-7d	perspektivische Darstellungen zur Verdeutlichung der Montage der Kolben,
Figuren 8a-8d	weitere perspektivische Darstellungen zur Verdeutlichung der Montage der Kolben,
Figuren 9a-9c	mehrere Darstellungen gemäß einer Linie C-C der Figur 3 mit unterschiedlichen Neigungswinkeln der Kolben,
Figuren 10a-10c	mehrere perspektivische Darstellungen eines in der Aufnahmeschale montierten Kolbens,

- Figur 11a eine erste Ausführungsform eines Kolbens und
 Figur 11b eine zweite Ausführungsform eines Kolbens.

[0028] Die erfindungsgemäße als Schrägachsenmaschine ausgebildete hydrostatische Axialkolbenmaschine 1 gemäß der Figur 1 weist ein Gehäuse 2 auf, das aus einem Gehäusebauteil 2a und einem Gehäusedeckel 2b besteht, der an dem Gehäusebauteil 2a befestigt ist. In dem Gehäuse 2 ist ein Triebflansch 3 und eine Triebwelle 4 um eine Rotationsachse R_t drehbar angeordnet, die einer Längsachse L der Axialkolbenmaschine 2 entspricht. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Triebwelle 4 mittels Lagereinrichtungen 5a, 5b um die Rotationsachse R_t drehbar gelagert. Der Triebflansch 3 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel einstückig an der Triebwelle 4 angeformt.

[0029] Axial benachbart zu dem Triebflansch 3 ist eine Zylindertrommel 7 in dem Gehäuse 2 angeordnet, die um eine Rotationsachse R_z drehbar angeordnet und mit mehreren Kolbenausnehmungen 8 versehen ist, die im dargestellten Ausführungsbeispiel konzentrisch zu der Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 angeordnet sind. In jeder Kolbenausnehmung 8 ist ein Kolben 10 längsverschiebbar angeordnet.

[0030] Die Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 schneidet die Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 im Schnittpunkt SP.

[0031] Die Triebwelle 4 ist an dem triebflanschseitigen Ende mit einem Drehmomentübertragungsmittel 12, beispielsweise einer Keilverzahnung, zum Einleiten eines Antriebsdrehmoments bzw. zum Abgriff eines Abtriebsdrehmoments ausgeführt.

[0032] Die Zylindertrommel 7 liegt zur Steuerung der Zu- und Abfuhr von Druckmittel in den von den Kolbenausnehmungen 8 und den Kolben 10 gebildeten Verdrängerräumen V an einer Steuerfläche 15 an, die mit nicht mehr dargestellten nierenförmigen Steuerausnehmungen versehen ist, die einen Einlassanschluss 16 und einen Auslassanschluss der Axialkolbenmaschine 1 bilden. Zur Verbindung der von den Kolbenausnehmungen 8 und den Kolben 10 gebildeten Verdrängerräumen V mit den Steuerausnehmungen ist die Zylindertrommel 7 an jeder Kolbenausnehmung 8 mit einer Steueröffnung 18 versehen.

[0033] Die Axialkolbenmaschine 1 der Figur 1 ist als Verstellmaschine mit einem veränderbaren Verdrängervolumen ausgebildet. Bei der Verstellmaschine ist der Neigungswinkel α und somit der Schwenkwinkel der Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 bezüglich der Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 zur Veränderung des Verdrängervolumens verstellbar. Die Steuerfläche 15, an der die Zylindertrommel 7 anliegt, ist hierzu an einem Wiegenkörper 19 ausgebildet, der im Gehäuse 2 um eine Schwenkachse verschwenkbar angeordnet ist, die im Schnittpunkt SP der Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 und der Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 liegt

und senkrecht zu den Rotationsachsen R_t und R_z angeordnet ist.

[0034] Je nach Stellung des Wiegenkörpers 19 ändert sich der Neigungswinkel α der Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 zur Rotationsachse R_t der Triebwelle 4. Die Zylindertrommel 7 kann in eine Nullstellung mit Schwenkwinkel 0° Grad verschwenkt werden, in der die Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 koaxial zur Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 ist. Ausgehend von dieser Nullstellung kann die Zylindertrommel 7 zu einer oder zu beiden Seiten verschwenkt werden, so dass die Axialkolbenmaschine der Figur 1 als einseitig verschwenkbare oder als zweiseitig verschwenkbare Verstellmaschine ausgeführt werden kann. Eine Einrichtung zum Verschwenken des Wiegenkörpers 19 und somit der Zylindertrommel 7 ist in der Figur 1 nicht näher dargestellt.

[0035] Die Kolben 10 sind jeweils an dem Triebflansch 3 gelenkig befestigt. Hierzu ist zwischen dem jeweiligen Kolben 10 und dem Triebflansch 3 jeweils eine als sphärisches Gelenk ausgebildete Kugelgelenkverbindung 20 ausgebildet. Die Gelenkverbindung 20 ist - wie in Verbindung mit der Figur 2 näher ersichtlich ist - von einem Kugelkopf 10a des Kolbens 10 und einer kugelkalottenförmigen und somit hohlkugelförmigen Aufnahmeschale 3a in der der Zylindertrommel 7 zugewandten Stirnseite 3b des Triebflansch 3 gebildet ist, in der der Kolben 10 mit dem Kugelkopf 10a befestigt ist.

[0036] Die Kolben 10 können weiterhin jeweils mit einer den Kolben 10 durchsetzenden Längsbohrung 13 versehen sein, die mit dem Verdrängerraum V in Verbindung steht und sich durch den Kugelkopf 10b erstreckt, um die Kugelgelenkverbindung 20 hydrostatisch zu entlasten.

[0037] Die Kolben 10 weisen jeweils einen Bundabschnitt 10b auf, mit dem der Kolben 10 in der Kolbenausnehmung 8 angeordnet ist. Eine Kolbenstange 10c des Kolbens 10 verbindet den Bundabschnitt 10b mit dem Kugelkopf 10b.

[0038] Um eine Ausgleichsbewegung der Kolben 10 bei einer Rotation der Zylindertrommel 7 zu ermöglichen, ist der Bundabschnitt 10b des Kolbens 10 mit Spiel in der Kolbenausnehmung 8 angeordnet. Der Bundabschnitt 10b des Kolbens 10 kann hierzu sphärisch ausgeführt sein. Zur Abdichtung der Kolben 10 gegenüber den Kolbenausnehmungen 8 ist an dem Bundabschnitt 10b des Kolbens 10 ein Dichtungsmittel 21, beispielsweise ein Kolbenring, angeordnet.

[0039] Zur Lagerung und Zentrierung der Zylindertrommel 7 ist zwischen der Zylindertrommel 7 und dem Triebflansch 3 bzw. der Triebwelle 4 eine kugelförmige Führung 25 ausgebildet. Die kugelförmige Führung 25 ist von einem kugelförmigen Abschnitt 26 des Triebflansches 3 bzw. der Triebwelle 4 gebildet, auf dem die Zylindertrommel 7 mit einem hohlkugelförmigen Abschnitt 27 angeordnet ist. Der Mittelpunkt der Abschnitte 26, 27 liegt auf dem Schnittpunkt SP der Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 und der Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der

hohlkugelförmige Abschnitt 26 an der Stirnseite einer hülsenartigen Buchse 50 ausgebildet, die in einer zentralen Längsausnehmung 11 der Zylindertrommel 7 und somit im Inneren der Zylindertrommel 7 angeordnet und befestigt ist.

[0040] Um im Betrieb der Axialkolbenmaschine 1 eine Mitnahme der Zylindertrommel 7 zu erzielen, ist eine nicht näher dargestellte Mitnahmeeinrichtung vorgesehen, die die Triebwelle 4 und die Zylindertrommel 7 in Drehrichtung koppelt, beispielsweise eine Mitnahmegeelenk, das bevorzugt als Gleichlaufgeelenk ausgebildet ist.

[0041] Bei der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine 1 in Schrägachsenbauweise sind - wie in den Figuren 3 bis 5 näher dargestellt ist - die kugelkalottenförmigen Aufnahmeschalen 3a jeweils lediglich als sich bis zu dem Kugeläquator erstreckende Halbkugeln ausgebildet. Die Mittelpunkte M der als Halbkugeln ausgebildeten kugelkalottenförmigen Aufnahmeschalen 3a liegen somit in der von der Stirnseite 3b des Triebflansches 3 aufgespannten Ebene. Die als Halbkugeln ausgebildeten kugelkalottenförmigen Aufnahmeschalen 3a umschlingen somit den Kugelkopf 10a um 180° Grad. In der Figur 3 ist hierbei eine Draufsicht auf die Stirnseite 3b des Triebflansches 3 im Bereich einer Aufnahmeschale 3a dargestellt, wobei der entsprechende Kolben 10 nicht dargestellt ist.

[0042] Um die Kugelköpfe 10a der Kolben 10 in der als Halbkugel ausgeführten hohlkugelförmigen Aufnahmeschalen 3a formschlüssig zu sichern, ist an der Stirnseite 3b des Triebflansches 3 im Bereich der Aufnahmeschalen 3a ein Rückhaltesteg 30 ausgebildet, der sich - wie in der Figur 5 dargestellt ist - über den Kugeläquator der Halbkugel erstreckt, um den Kugelkopf 10b mit einem Winkel von größer 180° Grad zu umgreifen und zu umschlingen. Der Rückhaltesteg 30 ist hierzu an der Innenkontur mit einer die Kugelkontur der kugelkalottenförmigen Aufnahmeschalen 3a fortsetzenden Kugelkontur 31 versehen.

[0043] Der Rückhaltesteg 30 bildet an jeder Aufnahmeschale 3a jeweils zwei Rückhalteabschnitte 30a, 30b, die - wie in den Figuren 3 und 5 ersichtlich ist - an der Aufnahmeschale 3a gegenüberliegend angeordnet sind und jeweils mit der Kugelkontur 31 versehen sind.

[0044] Der Rückhaltesteg 30 ist von einer kreisringförmigen, umlaufenden Erhöhung 32 an der Stirnseite 3b des Triebflansches 3 gebildet. Die kreisringförmige Erhöhung 32 und somit der Rückhaltesteg 30 ist konzentrisch zur Rotationsachse R_r des Triebflansches 3 angeordnet, so dass der Mittelpunkt der den Rückhaltesteg 30 bildenden kreisringförmigen Erhöhung 32 auf der Rotationsachse R_r des Triebflansches 3 angeordnet ist.

[0045] Die kreisringförmige Erhöhung 32 ist an der Stirnseite 3b des Triebflansches 3 im Bereich eines Teilkreisdurchmessers T_K angeordnet, auf dem die Mittelpunkte M der hohlkugelförmigen Aufnahmeschalen 3a angeordnet sind.

[0046] Die kreisringförmige Erhöhung 32 ist somit der Zylindertrommel 7 zugewandt an der Stirnseite 3b des

Triebflansches 3 angeordnet.

[0047] Der Rückhaltesteg 30 weist in radialer Richtung eine Breite B auf, die deutlich geringer als der Durchmesser der Halbkugel ist, beispielsweise maximal 1/3 des Durchmessers der Halbkugel und somit des Durchmessers des Kugelkopfes 10b ist. Die radiale Außenumfangsfläche 30d des Rückhaltesteges 30 ist von der radialen Außenumfangsfläche 3d des Triebflansches 3 nach radial Innen beabstandet.

[0048] Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Rückhaltesteg 30 einstückig an der Stirnseite 3b des Triebflansches 3 ausgebildet. Die Kontur des Triebflansches 4 ist somit mit dem Rückhaltesteg 30 und somit der ringförmige Erweiterung 32, die aus der Stirnseite 3b herausragt, versehen. Bevorzugt ist der Rückhaltesteg 30 bereits an einem Rohteil des Triebflansches 3 mit einem bestimmten Übermaß herausgeformt, so dass die Kontur des Rückhaltestegs 30 auf kostengünstige Weise in einer Drehbearbeitung des Triebflansches 3 hergestellt werden kann.

[0049] Bei der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine 1 ist die Rückhaltung der Kolbenköpfe 10b in den hohlkugelförmigen Aufnahmeschalen 3a auf den Bereich der Rückhaltesteges 30 beschränkt. Da der umlaufende Rückhaltesteg 30 von der radialen Außenumfangsfläche 3d des Triebflansches 3 nach radial Innen beabstandet angeordnet ist, entsteht ein Freiraum, der es ermöglicht, die Zylindertrommel 7 mit der die Kolbenaustrittsöffnungen enthaltenden Stirnseite 7a nahe an die Stirnseite 3a des Triebflansches 3 heranzuführen, so dass in axialer Richtung der Längsachse L kompakte Abmessungen der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine 1 ermöglicht werden. In der Figur 2 ist ein möglicher, kleiner Abstand s zwischen der die Kolbenaustrittsöffnungen enthaltenden Stirnseite 7a enthaltenden Zylindertrommel 7 und den Mittelpunkten M der hohlkugelförmigen Aufnahmeschalen 3a dargestellt, die auf der Stirnseite 3b des Triebflansches angeordnet sind. Um einen möglichst geringen Abstand s zu erzielen, ist die der Zylindertrommel 7 zugewandte Stirnseite des Rückhaltestegs 30 im radial äußeren Bereich mit einer Fase 33 versehen, die zur Stirnseite 3b des Triebflansches 3 geneigt ist.

[0050] Um die Kolben 10 mit den Kugelköpfen 10b in die Aufnahmeschalen 3a einführen zu können, ist jeder Kugelkopf 10b - wie in der Figur 5 verdeutlicht ist - mit zwei gegenüberliegend angeordneten Nuten 40a, 40b versehen. Die Nuten 40a, 40b sind als Abarbeitungen der Kugeloberfläche im Bereich des Äquatorbereichs der Kugelköpfe 10b ausgebildet. Der Abstand D zwischen den parallel zueinander angeordneten und zylindrischen Nutgründen der beiden Nuten 40a, 40b ist kleiner als die Öffnungsweite E zwischen den beiden Rückhalteabschnitten 30a, 30b des Rückhaltestegs 30 an der jeweiligen Aufnahmeschale 3a.

[0051] Die Nutbreite F der Nuten 40a, 40b ist - wie in der Figur 4 verdeutlicht ist - jeweils größer als die Breite B des Rückhaltesteges 30.

[0052] Die Nuten 40a, 40b sind an dem Kugelkopf 10a

mit der Längsachse L_N geneigt zur Längsachse L_K des Kolbens 10 angeordnet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Längsachse L_N der Nuten 40a, 40b gegenüber der Längsachse L_K des Kolbens 10 um einen einen Montagewinkel bildenden Neigungswinkel β_M schräg angeordnet. Der Montagewinkel β_M ist kleiner als 90° Grad.

[0053] In den Figuren 1 bis 11a weisen die Nuten 40a, 40b einen geradlinigen Verlauf auf.

[0054] Der Neigungswinkel β_M der Nuten 40a, 40b ist derart ausgeführt, dass der Neigungswinkel β_M zur Montage der Kolben 10 von den im Betrieb der Axialkolbenmaschine 1 auftretenden maximalen Kippwinkeln β_1 der Kolben 10 verschieden ist.

[0055] Zur Montage der Kolben 10 in den Aufnahmeschalen 3a ist an dem Triebflansch 3 an jeder Aufnahmeschale 3a eine Ausnehmung 45 für die Kolbenstange 10c des Kolbens 10 ausgebildet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Ausnehmungen 45 am radial äußeren Bereich der Aufnahmeschalen 3a in der Stirnseite 3b des Triebflansches 3 ausgebildet und erstrecken sich von der Aufnahmeschale 3a nach radial Außen in Richtung zu der radialen Außenumfangsfläche 3d des Triebflansches 3 erstrecken. Die Ausnehmungen 45 sind - in radialer Richtung nach Innen gesehen - ausgehend von der radialen Außenumfangsfläche 3d mit einer zu der Aufnahmeschale 3a zunehmenden Tiefe versehen.

[0056] An der Außenkante zwischen der radialen Außenumfangsfläche 3d und der Stirnseite 3b ist der Triebflansch 3 weiterhin mit einer Fase 46 versehen. Die Ausnehmungen 45 erstrecken sich in den Bereich der Fase 46.

[0057] In den Figuren 6a bis 8d ist der Montageprozess der Kolben 10 in den Aufnahmeschalen 3a näher dargestellt. Die Indizes "a" bis "d" in den Figuren 6a bis 8d entsprechend jeweils den gleichen Montagezuständen.

[0058] Zur Montage des Kolbens 10 in die Aufnahmeschale 3a wird der Kolben 10 unter dem Montagewinkel β_M in die Aufnahmeschale 3a eingeführt, wie in den Figuren 6a, 7a, 8a dargestellt ist. Da bei dem unter dem Montagewinkel β_M gekippten Kolben 10 die Längsachse L_N der Nuten 40a, 40b parallel zu dem Rückhalteesteg 30 angeordnet ist, kann der Kolben 10 mit den beiden Nuten 40a, 40b zwischen die beiden Rückhalteabschnitte 30a, 30b des Rückhalteestegs 30 in die Aufnahmeschale 3a eingeführt werden - wie in den Figuren 6b, 7b, 8b und 6c, 7c, 8c dargestellt ist. Bei vollständig in die Aufnahmeschale 3a unter dem Montagewinkel β_M eingeführten Kolben 10 gelangt die Kolbenstange 10b mit der Ausnehmung 45 in Kontakt. Sofern der Kugelkopf 10b vollständig in die Aufnahmeschale 3a eingeführt wurde, kann der Kolben 10 ausgehend von dem Montagewinkel β_m in den Neigungswinkel β_1 zurückgekippt werden - wie in der Figur 6c durch den Pfeil 60 und in den Figuren 6d, 7d, 8d dargestellt ist - , so dass der Kugelkopf 10b mittels des Rückhalteestegs 30 formschlüssig in der Aufnahmeschale 3a gesichert ist.

[0059] Im Betrieb der Axialkolbenmaschine 1 treten an

den Kolben 10 - wie in den Figuren 6d und 9a bis 9c dargestellt - die maximalen Kippwinkel β_1 auf, so dass der Kolbenkopf 10b in den Aufnahmeschalen 3c während des Betriebs der Axialkolbenmaschine 1 sicher gesichert ist.

[0060] In den Figuren 10a bis 10c sind perspektivische Darstellungen des in der Aufnahmeschale 3c gesicherten Kolben 10 dargestellt.

[0061] In der Figur 11b ist eine zweite Ausführungsform eines Kolbens 10 dargestellt, bei dem die Nuten 40a, 40b im Kolbenkopf 10b einen abgelenkten Verlauf aufweisen. Die Nuten 40a, 40b weisen einen ersten Abschnitt auf, der mit der Längsachse L_N unter dem Neigungswinkel β_M schräg geneigt zur Längsachse L_K des Kolbens 10 angeordnet ist. Ein zweiter Abschnitt der Nuten 40a, 40b ist gegenüber dem ersten Abschnitt weiter abgelenkt und im dargestellten Ausführungsbeispiel mit der Längsachse L_{N2} senkrecht zur Längsachse L_K des Kolbens 10 angeordnet. Durch den abgelenkten zweiten Abschnitt der Nuten 40a, 40b wird erzielt, dass das Kugelende des Kugelkopfes 10b, das dem Kolbenschaft 10c gegenüberliegt, von der Außenkante der Nut 40a, 40b ein Maß t_2 aufweist, das gegenüber dem Maß t_1 einer geraden Ausführung der Nuten 40a, 40b vergrößert ist, so dass die lasttragende Kugelhälfte, die der Kolbenstange 10c gegenüberliegend und die Kolbenkräfte in der Aufnahmeschale 3a abstützt, eine vergrößerte Fläche aufweist.

[0062] Die Erfindung weist eine Reihe von Vorteilen auf.

[0063] Die erfindungsgemäße Arretierung der Kolben 10 in den Aufnahmeschalen 3a weist durch die halbkugelförmigen Aufnahmeschalen 3a und den Rückhalteesteg 30 an der Stirnseite 3b des Triebflansches 3, der aus der Stirnseite 3b des Triebflansches 3 herausragt, einen geringen Hersteaufwand auf. Zudem ist eine kompakte axiale Abmessung der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine mit der erfindungsgemäßen Arretierung der Kolben 10 im Triebflansch 3 erzielbar. Durch die beiden geneigten Nuten 40a, 40b ist die erfindungsgemäße Arretierung der Kolben 10 für Verstellmaschinen mit einem verstellbaren Verdrängervolumen geeignet und ermöglicht Schwenkwinkel von 0° Grad. Die beiden Nuten 40a, 40b an den Kolbenköpfen 10 führen gegenüber Abplattungen an den Kolbenköpfen 10, um zylindrische Flächen herzustellen, durch die geringe Nutbreite F der Nuten 40a, 40b zu einer geringen Verringerung der Kugelfläche an der lasttragenden Kugelhälfte, die der Kolbenstange 10c gegenüberliegt.

[0064] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine 1 kann anstelle als Verstellmaschine alternativ als Konstantmaschine ausgeführt werden. Bei einer Konstantmaschine ist der Neigungswinkel α der Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 bezüglich der Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 konstant und fest. Die Steuerfläche 15, an der die Zylindertrommel 7 anliegt, kann hierbei an dem Gehäuse 2 ausgebildet sein.

[0065] Es versteht sich, dass die Buchse 50 einstückig an der Zylindertrommel 7 ausgebildet werden kann.

[0066] Der Triebflansch 3 kann als von der Triebwelle 4 getrenntes Bauteil ausgeführt werden, das mit der Triebwelle 4 drehmomentfest verbunden ist.

[0067] Die Fase 46 an dem Triebflansch 3 kann derart vergrößert werden, dass die zusätzlichen Ausnehmungen 45 für die Montage der Kolben 10 entfallen können.

Patentansprüche

1. Hydrostatische Axialkolbenmaschine (1) in Schrägachsenbauweise mit einer um eine Rotationsachse (R_1) drehbar innerhalb eines Gehäuses (2) angeordneten Triebwelle (4), mit einem um eine Rotationsachse (R_1) drehbar innerhalb des Gehäuses (2) angeordneten Triebflansch (3), und mit einer um eine Rotationsachse (R_2) drehbar innerhalb des Gehäuses (2) der Axialkolbenmaschine (1) angeordneten Zylindertrommel (7), wobei die Zylindertrommel (7) mit mehreren Kolbenausnehmungen (8) versehen ist, in denen jeweils ein Kolben (10) längsverschiebbar angeordnet ist, wobei die Kolben (10) an dem Triebflansch (3) gelenkig befestigt sind und zur gelenkigen Befestigung der Kolben (10) an dem Triebflansch (3) jeweils eine Kugelgelenkverbindung (20) vorgesehen ist, die aus einer kugelkalottenförmigen Aufnahmeschale (3a) in einer Stirnseite (3b) des Triebflansches (3) und einem Kugelkopf (10b) gebildet ist, der mit dem Kolben (10) in Wirkverbindung steht, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufnahmeschalen (3a) jeweils als sich bis zu dem Kugeläquator erstreckende Halbkugeln ausgebildet sind und an einer Stirnseite (3b) des Triebflansches (3) im Bereich der Aufnahmeschalen (3a) ein Rückhaltesteg (30) ausgebildet ist, der sich über den Kugeläquator der Halbkugel erstreckt, um den Kugelkopf (10b) mit einem Winkel von größer 180° Grad zu umgreifen.
2. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rückhaltesteg (30) an jeder Aufnahmeschale (3a) jeweils zwei Rückhalteabschnitte (30a, 30b) bildet, die an der Aufnahmeschale (3a) gegenüberliegend angeordnet sind und über die Halbkugel hinausgehen.
3. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rückhaltesteg (30) von einer kreisringförmigen Erhöhung (32) an der Stirnseite (3b) des Triebflansches (3) gebildet ist.
4. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mittelpunkt des Rückhaltestegs (30) auf

der Rotationsachse (R_1) des Triebflansches (3) angeordnet ist.

5. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rückhaltesteg (30) im Bereich eines Teilkreises (T_k) angeordnet ist, auf dem die Mittelpunkte (M) der Halbkugeln angeordnet sind.
6. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rückhaltesteg (30) einstückig an der Stirnseite (3b) des Triebflansches (3) ausgebildet ist.
7. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kugelkopf (10b) mit zwei gegenüberliegend angeordneten Nuten (40a, 40b) versehen ist, wobei der Abstand (D) zwischen den Nutgründen der beiden Nuten (40a, 40b) kleiner als die Öffnungsweite (E) der beiden Rückhalteabschnitte (30a, 30b) an der jeweiligen Aufnahmeschale (3a) ist.
8. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nutbreite (F) der Nuten (40a, 40b) größer als die Breite (B) des Rückhaltesteges (30) ist.
9. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nuten (40a, 40b) an dem Kugelkopf (10b) schräg geneigt zur Längsachse (L_K) des Kolbens (10) angeordnet sind.
10. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Neigungswinkel (β_m) der Nuten (40a, 40b) derart ausgeführt ist, dass der Neigungswinkel (β_M) von den im Betrieb der Axialkolbenmaschine (1) auftretenden Kippwinkeln (β_1) der Kolben (10) verschieden ist.
11. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Triebflansch (3) an jeder Aufnahmeschale (3a) eine Ausnehmung (45) für eine Kolbenstange (10c) des Kolbens (10) ausgebildet ist.
12. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Führung der Zylindertrommel (7) zwischen dem Triebflansch (3) und der Zylindertrommel (7) eine kugelförmige Führung (25) ausgebildet ist.
13. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmungen (45) am radial äußeren Bereich der Aufnahmeschalen (3a) in der Stirnseite (3b) des

Triebflansches (3) ausgebildet sind.

14. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Triebflansch (3) an der Außenkante (3d) der Stirnseite (3b) mit einer Fase (46) versehen ist, die derart bemessen ist, dass die Fase (46) die Ausnehmung (45) für die Kolbenstange (10c) des Kolbens (10) bildet.
15. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nuten (40a, 40b) einen geradlinigen Verlauf aufweisen.
16. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nuten (40a, 40b) einen abgeknickten Verlauf aufweisen.
17. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nuten (40a, 40b) einen ersten Abschnitt aufweisen, der schräg geneigt zur Längsachse (L_K) des Kolbens (10) angeordnet ist, und einen zweiten Abschnitt aufweisen, der gegenüber dem ersten Abschnitt abgeknickt ist, insbesondere senkrecht zur Längsachse (L_K) des Kolbens (10) angeordnet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

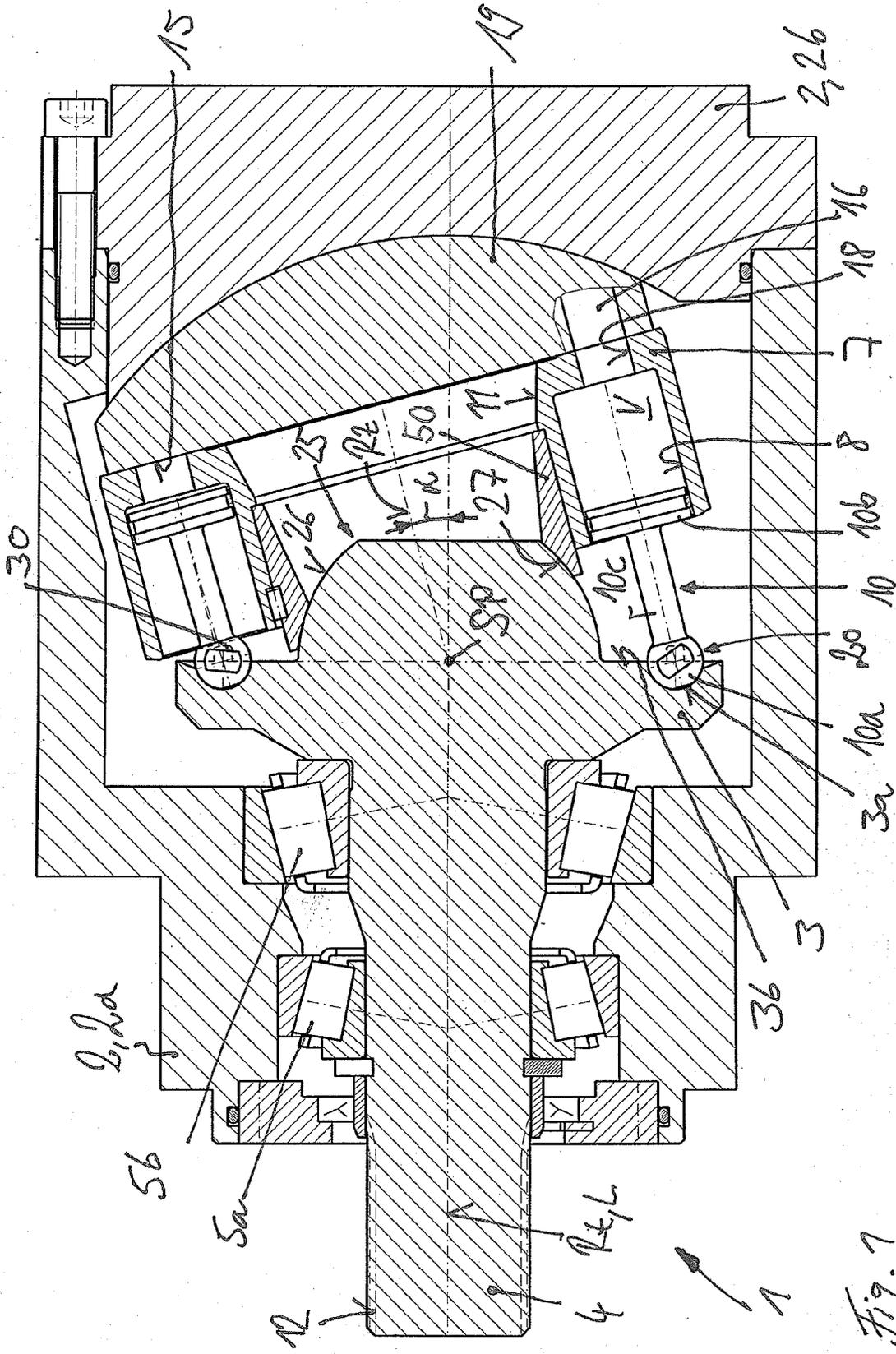


Fig. 7

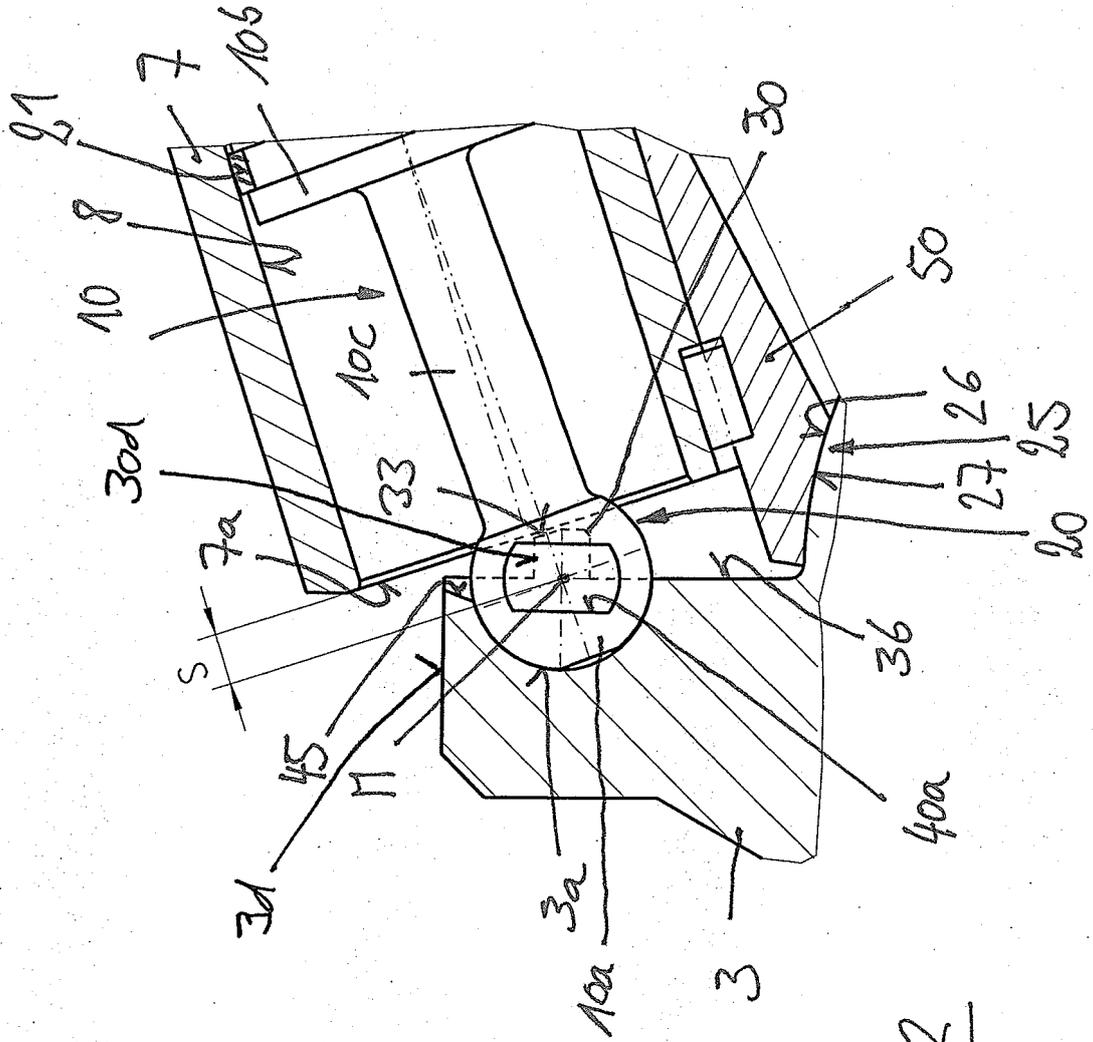


Fig. 2

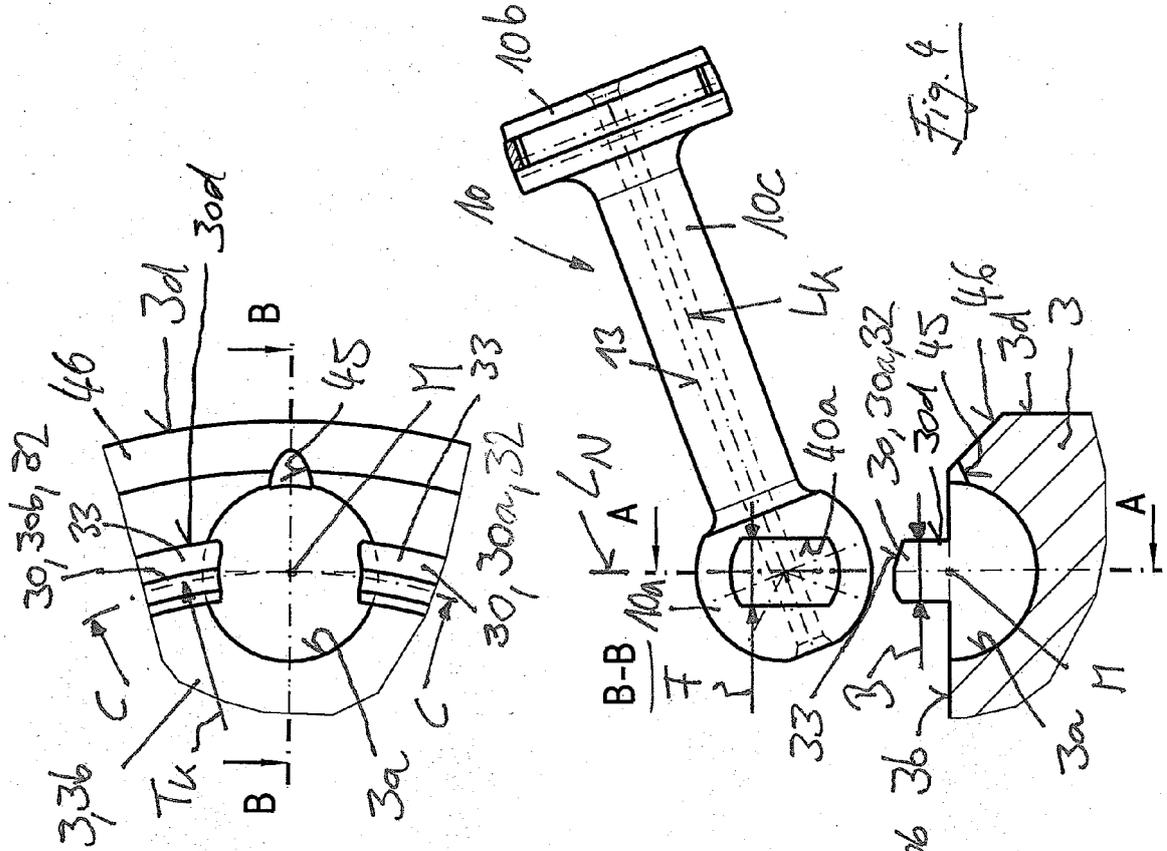


Fig. 3

Fig. 4

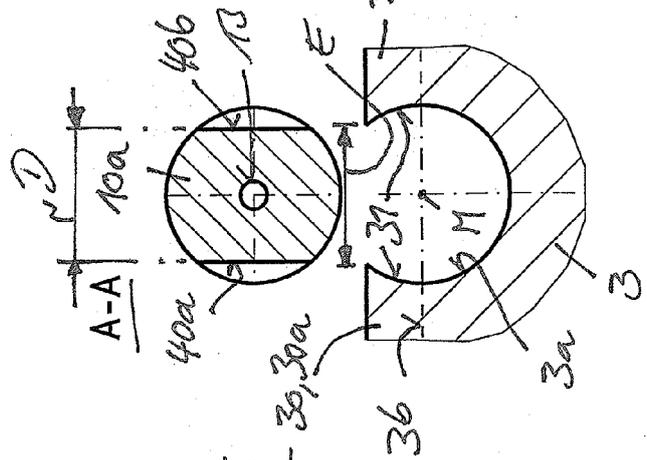
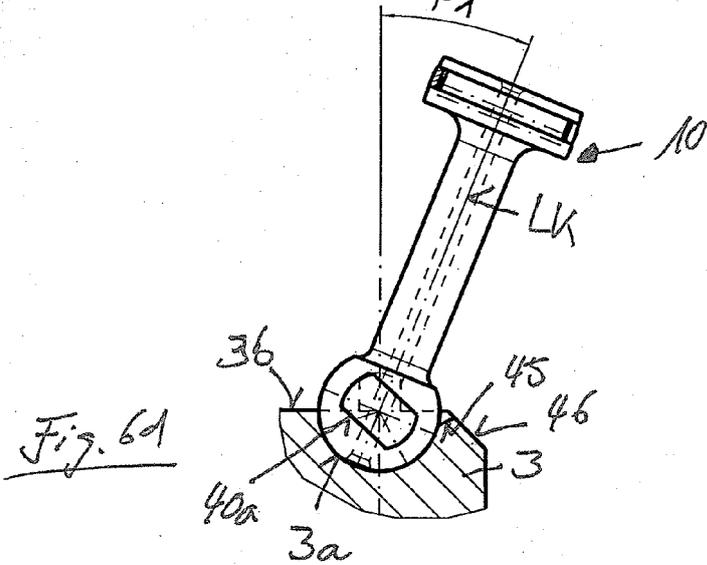
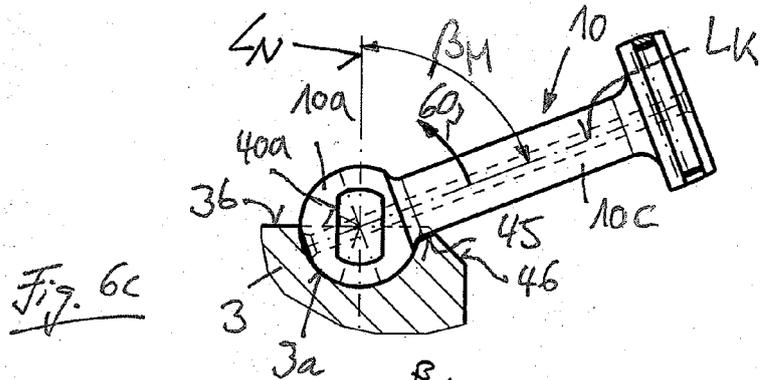
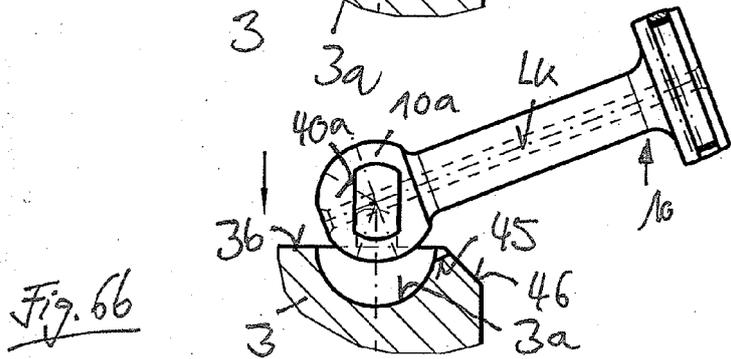
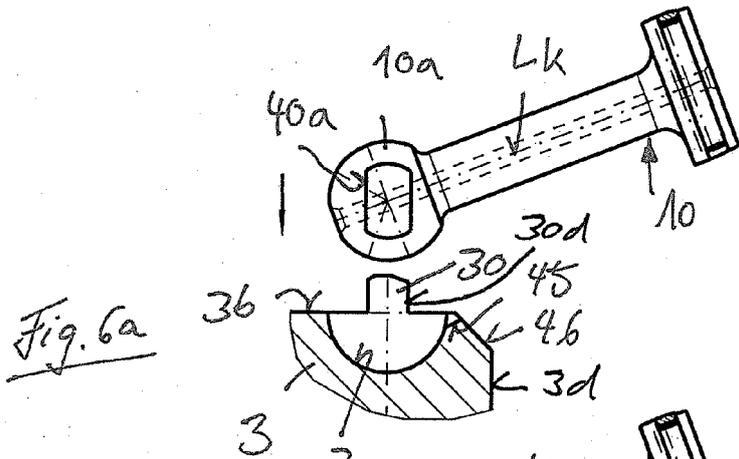
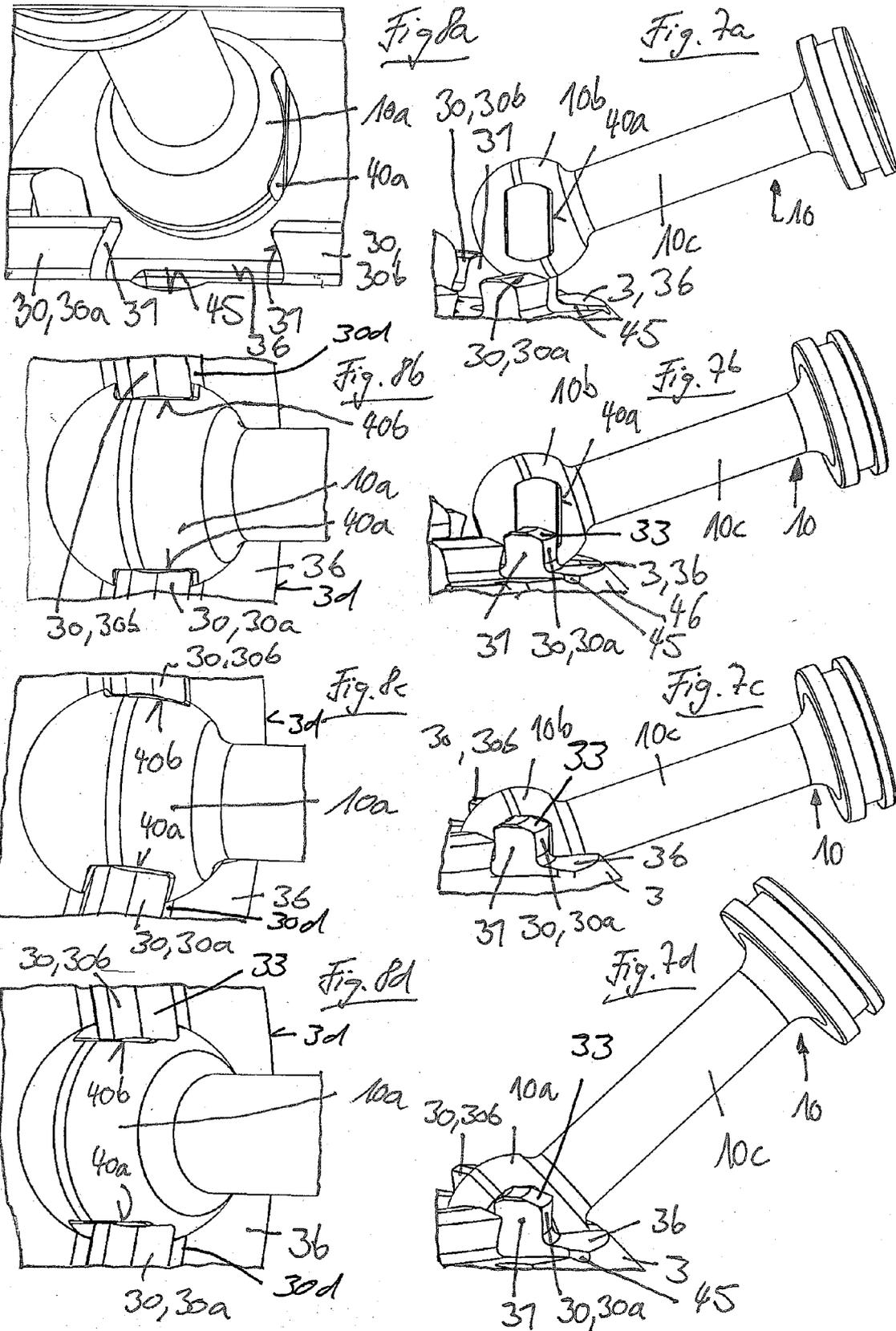
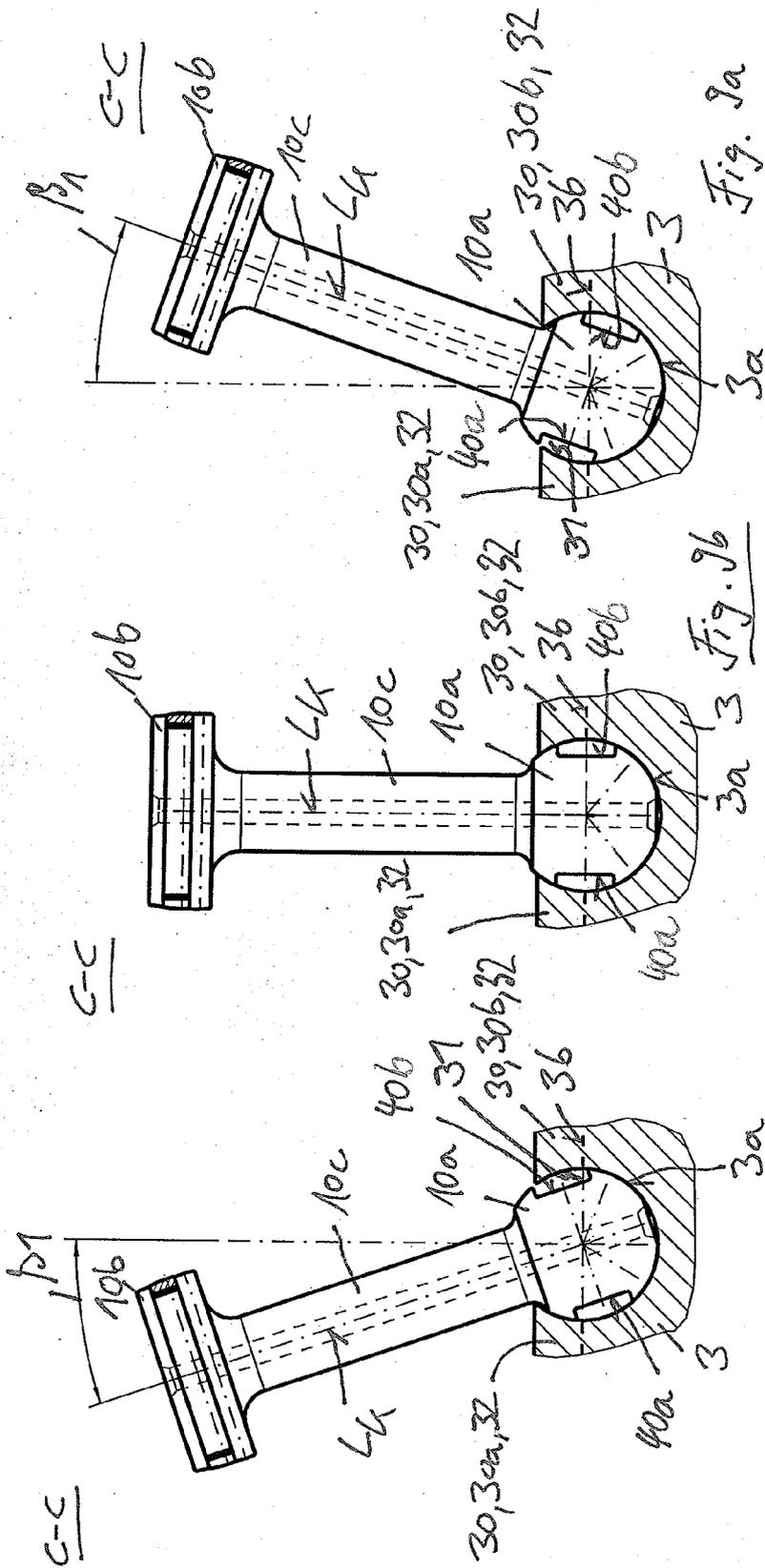
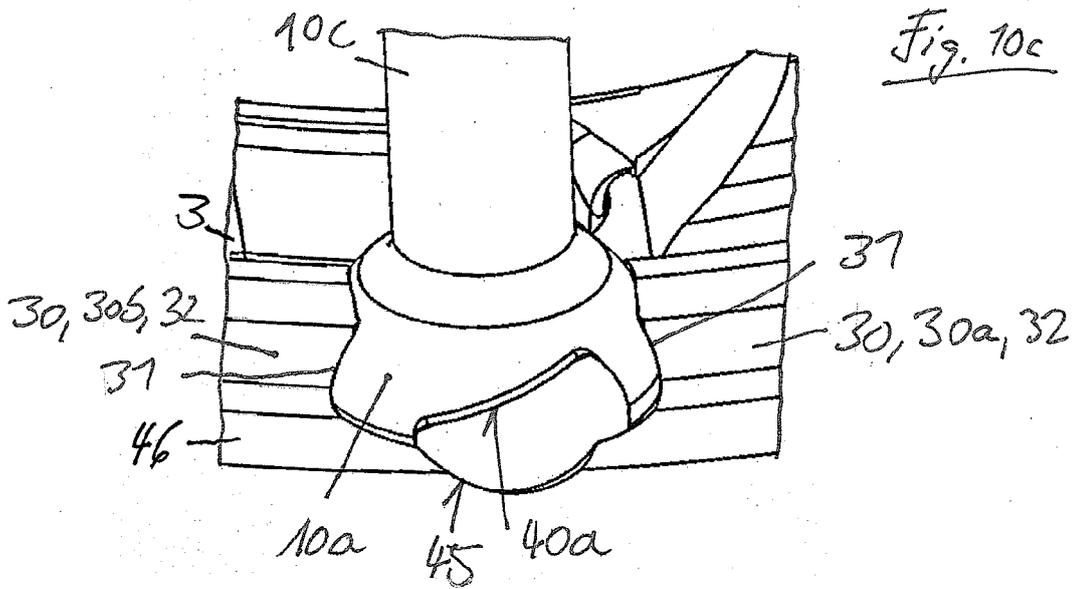
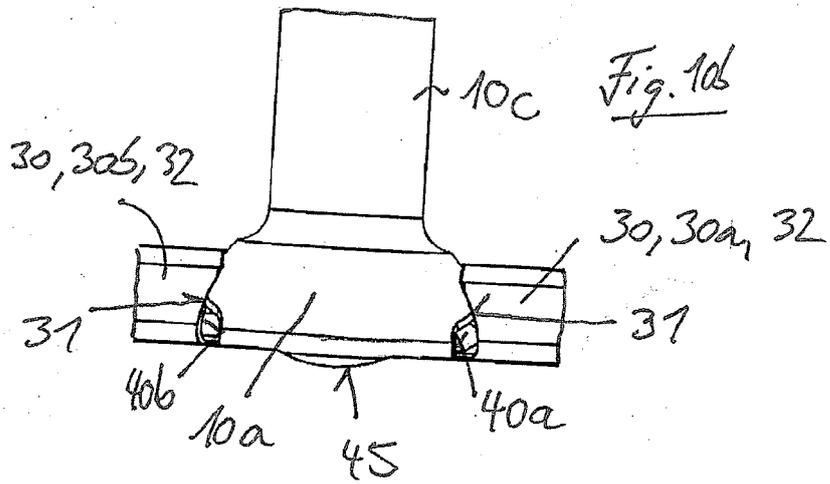
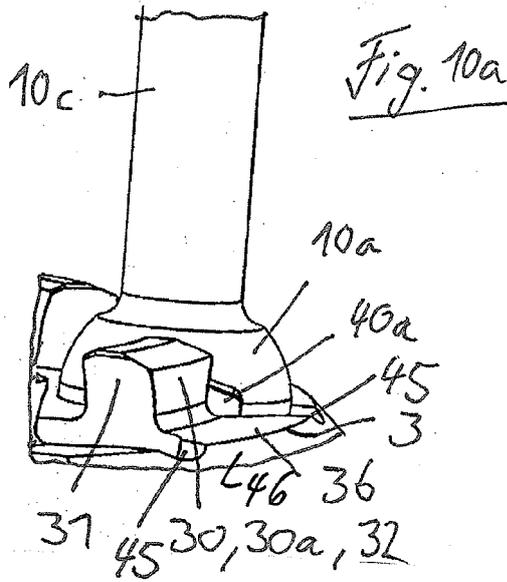


Fig. 5









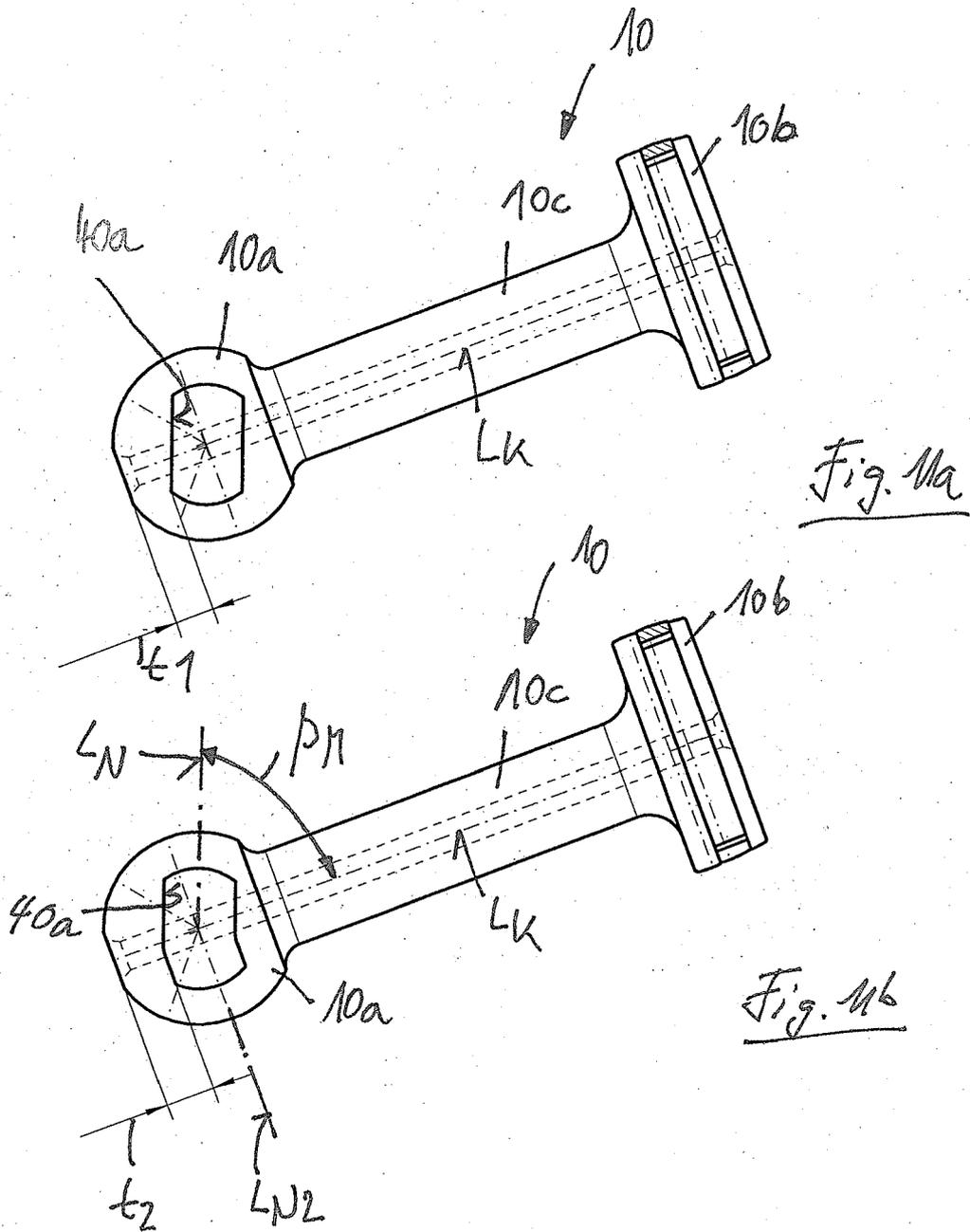


Fig. 11a

Fig. 11b

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

- WO 2004109107 A1 [0004]
- EP 0567805 B1 [0005] [0006] [0008]
- EP 1071884 B1 [0005] [0006] [0008]
- DE 4024319 A1 [0005] [0007] [0008]
- EP 0697520 B1 [0005] [0007] [0008]