



(11)

EP 3 168 469 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.05.2017 Patentblatt 2017/20

(51) Int Cl.: *F04B 1/12* (2006.01) *F01B 3/00* (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16195273.4**

(22) Anmeldetag: **24.10.2016**

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

(30) Priorität: 11.11.2015 DE 102015119474
20.01.2016 DE 102016100920

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

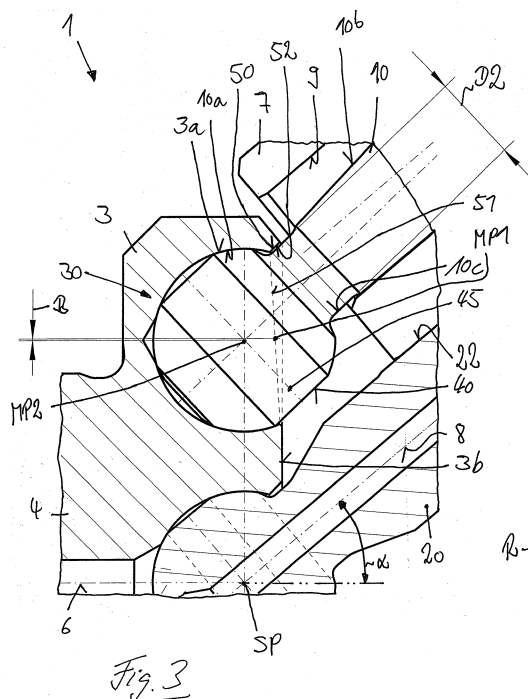
(72) Erfinder:

- **Bergmann, Martin**
64850 Schaaheim (DE)
- **Krittian, Lukas**
63739 Aschaffenburg (DE)

(74) Vertreter: **Patentship**
Patentanwalts-gesellschaft mbH
Eisenheimerstraße 65
80687 München (DE)

(54) **HYDROSTATISCHE AXIALKOLBENMASCHINE IN SCHRÄGACHSENBAUWEISE**

(57) Die Erfindung betrifft eine hydrostatische Axialkolbenmaschine (1) in Schrägachsenbauweise mit einer um eine Rotationsachse (6) drehbar innerhalb eines Gehäuses angeordneten Triebwelle (4), die mit einem Triebflansch (3) versehen ist, und mit einer um eine Rotationsachse (8) drehbar innerhalb des Gehäuses der Axialkolbenmaschine (1) angeordneten Zylindertrommel (7), wobei die Zylindertrommel (7) mit mehreren Kolbenausnehmungen (9) versehen ist, in denen jeweils ein mit dem Triebflansch (3) verbundener 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 (30) vorgesehen ist, die aus einer hohlkugelförmigen Aufnahmeschale (3a) in einer Stirnfläche (3b) des Triebflansches (3) und einem Kugelkopf (10b) an dem Kolben (10) gebildet ist, wobei die hohlkugelförmige Aufnahmeschale (3a) in der Stirnfläche (3b) des Triebflansches (3) mit einer Umschlingung von größer als 180° Grad des Kugelkopfes (10b) ausgeführt ist und an der Stirnfläche (3b) des Triebflansches (3) eine die hohlkugelförmige Aufnahmeschale (3a) begrenzen­de Fase (50) ausgebildet ist. Die Fase (50), die die hohlkugelförmige Aufnahmeschale (3a) begrenzt, ist erfindungsgemäß zur hohlkugelförmigen Aufnahmeschale (3a) nach radial Außen verschoben.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine hydrostatische Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise mit einer um eine Rotationsachse drehbar innerhalb eines Gehäuses angeordneten Triebwelle, die mit einem Triebflansch versehen ist, 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 mit dem Triebflansch verbundener 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 hohlkugelförmigen Aufnahmeschale in einer Stirnfläche des Triebflansches und einem Kugelkopf an dem Kolben gebildet ist, wobei die hohlkugelförmige Aufnahmeschale in der Stirnfläche des Triebflansches mit einer Umschlingung von größer als 180° Grad des Kugelkopfes ausgeführt ist und an der Stirnfläche des Triebflansches eine die hohlkugelförmige Aufnahmeschale begrenzende Fase ausgebildet ist.

[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 eine Kugelgelenkverbindung eingesetzt, die aus einer hohlkugelförmigen Aufnahmeschale in einer Stirnfläche des Triebflansches und einem Kugelkopf besteht, der an dem Kolben angeordnet ist und in die Aufnahmeschale des Triebflansches eingesetzt ist. Bei hydrostatischen Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise werden somit zur Übertragung der Kolbenkräfte auf den Triebflansch Kugelgelenke verwendet, wobei die Kugel an dem Kugelkopf des Kolbens angeordnet ist, beispielsweise angeformt ist, und der Triebflansch mit der die Kugel und somit den Kugelkopf des Kolbens aufnehmenden hohlkugelförmigen Aufnahmeschale versehen ist.

[0003] Im Betrieb sind die Kugelköpfe der Kolben in der jeweiligen Aufnahmeschale des Triebflansches zu arretieren, um die Kolben im Betrieb der Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise gegen ein Herausfallen aus der Aufnahmeschale des Triebflansches zu sichern.

[0004] Hierzu ist es aus der WO 2004/109107 A1 bekannt, eine Niederhalteplatte mit Durchbrüchen für die Kugelköpfe der Kolben 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 DE 44 29 053 C1 bekannt, aus der eine gattungsgemäßen hydrostatische Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise bekannt ist, die Kugelköpfe der Kolben in der hohlkugelförmigen Aufnahmeschale formschlüssig zu sichern. Für den Formschluss zwischen der Kugel an dem Kugelkopf des Kolbens und der Aufnahmeschale des Triebflansches werden die hohlkugelförmigen Aufnahmeschalen mit einer Umschlingung von größer als 180° Grad ausgeführt, so dass die Aufnahmeschalen des Triebflansches den Kugeläquator der Kugel an den Kugelköpfen der Kolben umschlingen. Um die Kolben mit den Kugeln und somit den Kugelköpfen in die hohlkugelförmigen Aufnahmeschale des Triebflansches einsetzen zu können, ist der mit der Kugel versehene Kugelkopf des Kolbens 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 aus der DE 44 29 053 C1 bekannten Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise ist weiterhin an der Stirnfläche des Triebflansches eine die hohlkugelförmige Aufnahmeschale begrenzende Fase ausgebildet. Die hohlkugelförmige Aufnahmeschale ist hierbei von einer Kreisöffnung begrenzt, die in einer zur Stirnfläche des Triebflansches parallelen und gegenüber der Stirnfläche des Triebflansches um ein geringe Maß zurückversetzten Ebene liegt. Die Fase bildet eine Kegelfläche, die die Kreisöffnung der hohlkugelförmigen Aufnahmeschale mit der Stirnfläche des Triebflansches verbindet. Die hohlkugelförmige Aufnahmeschale mit der diese begrenzenden Fase bilden somit eine formschlüssige Niederhalterung in dem Triebflansch, mit der die Kolben gegen Herausfallen gesichert werden.

[0007] Bei der aus der DE 44 29 053 C1 bekannten Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise weisen der Mittelpunkt der Fase und der Mittelpunkt der hohlkugelförmigen Aufnahmeschale zu der Rotationsachse des Triebflansches denselben radialen Abstand auf. Die Fase ist somit symmetrisch an der Aufnahmeschale angeordnet, so dass sich an der Aufnahmeschale über den Umfang gesehen eine gleich große Kegelfläche ergibt.

[0008] Bedingt durch den Schwenkwinkel der Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise und die erforderliche Umschlingung der Aufnahmeschalen des Triebflansches, um die Kolbenköpfe der Kolben gegen Herausfallen zu sichern, ist bei der aus der DE 44 29 053 C1 bekannten Axialkolbenmaschine in Schrägachsen-

bauweise zwischen einem Kegelabschnitt des Kolbens, mit dem der Kolben innerhalb der Kolbenausnehmung angeordnet ist, und dem Kugelkopf des Kolbens der Kolben mit einem eingeschnürten zylindrischen Abschnitt versehen. Der Durchmesser des zylindrischen Abschnitts des Kolbens ist durch die Umschlingung des Kugelkopfes seitens der Aufnahmeschale begrenzt, um im Betrieb der Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise einen Freigang zwischen dem zylindrischen Abschnitt des Kolbens und der formschlüssigen Niederhalterung an dem Triebflansch zu gewährleisten.

[0009] Insbesondere bei Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise mit einem großen Schwenkwinkel ergibt sich ein geringer Durchmesser des eingeschnürten zylindrischen Abschnitts des Kolbens, um noch eine entsprechenden Freigang zwischen dem Kolben und der formschlüssigen Niederhalterung an dem Triebflansch zu gewährleisten.

[0010] Im Betrieb einer Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise kommt es durch innere und äußere Anregungen der Komponenten zu Drehschwingungen zwischen dem Triebflansch und der Zylindertrommel, die aufgrund der Ausführung der Kolben mit einem Kegelabschnitt prinzipbedingt ein relatives Verdrehspiel zueinander aufweisen. Die Kraftübertragung dieser Drehschwingungen zwischen dem Triebflansch und der Zylindertrommel erfolgt über die Kolben. Da der eingeschnürte zylindrische Abschnitt der Kolben den schwächsten Punkt der Kolben darstellt, ist der Kolben an dem zylindrischen Abschnitt an den Übergängen zu dem Kugelkopf und dem Kegelabschnitt hohen Beanspruchungen ausgesetzt. Bei einem entsprechend geringen Durchmesser des zylindrischen Abschnitts der Kolben kann dies zu einem Bruch der Kolben und somit einem Ausfall der Axialkolbenmaschine führen.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine hydrostatische Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, bei der die Festigkeit der Kolben auf einfache Weise erhöht werden kann.

[0012] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die die hohlkugelförmige Aufnahmeschale begrenzende Fase zur hohlkugelförmigen Aufnahmeschale nach radial Außen verschoben ist. Bei der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise ist somit die Fase an den hohlkugelförmigen Aufnahmeschalen, die an dem Triebflansch die entsprechende hohlkugelförmige Aufnahmeschale begrenzt, nach radial Außen verschoben. Hierdurch wird erzielt, dass im radial äußeren Bereich von der Fase eine größere Kegelfläche erzeugt wird und durch die Fase mehr Material von der Stirnfläche des Triebflansches abgetragen wird. Dies ermöglicht es, den zylindrischen Abschnitt des Kolbens im Durchmesser zu vergrößern, wodurch die Festigkeit der Kolben in dem von dem zylindrischen Bereich gebildeten hoch beanspruchten Bereich gesteigert werden kann. Die Gefahr eines Bruches der Kolben und eines Ausfalls der Axialkolbenmaschine aufgrund

von Drehschwingungen zwischen dem Triebflansch und der Zylindertrommel kann somit reduziert werden.

[0013] Eine Verschiebung der die hohlkugelförmige Aufnahmeschale begrenzenden Fase nach radial Außen kann auf einfache Weise erzielt werden, wenn gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform der Erfindung der Mittelpunkt der Fase gegenüber dem Mittelpunkt der hohlkugelförmigen Aufnahmeschale bezüglich des Rotationsachse des Triebflansches nach radial Außen beabstandet ist.

[0014] Zweckmäßigerweise weist der Kolben einen Kegelabschnitt auf, mit dem der Kolben innerhalb der Kolbenausnehmung angeordnet ist, wobei zwischen dem Kegelabschnitt und dem Kugelkopf ein zylindrischer Abschnitt ausgebildet ist.

[0015] Um den Kolben mit der an dem Kugelkopf ausgebildeten Kugel in die hohlkugelförmige Aufnahmeschale des Triebflansches einsetzen zu können, ist gemäß einer bevorzugten Ausgestaltungsform der Erfindung der Kugelkopf mit einer Zylinderfläche versehen, die im Bereich des Äquators des Kugelkopfes angeordnet ist.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltungsform der Erfindung weist die Axialkolbenmaschine einen Schwenkwinkel von bis zu 40° oder einen Schwenkwinkel von mehr als 40° auf. Die Vergrößerung des Durchmessers des zylindrischen Abschnitts der Kolben aufgrund der nach radial Außen verschobenen Fase an den hohlkugelförmigen Aufnahmeschalen des Triebflansches ermöglicht es, dass bei ausreichend hoher Festigkeit der Kolben auch bei einer Axialkolbenmaschine mit einem Schwenkwinkel von bis zu 40° bzw. einen Schwenkwinkel von mehr als 40° noch ein entsprechender Freigang zwischen dem Kolben und der formschlüssigen Niederhalterung an dem Triebflansch gewährleistet ist.

[0017] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand des in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Hierbei zeigt

Figur 1 eine Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise des Standes der Technik in einem Längsschnitt,

Figur 2 einen Ausschnitt einer weiteren Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise des Standes der Technik im Bereich der gelenkigen Befestigung der Kolben an dem Triebflansch,

Figur 3 einen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise im Bereich der gelenkigen Befestigung der Kolben an dem Triebflansch,

Figur 4 einen Ausschnitt der Figur 3 mit dem Triebflansch und der hohlkugelförmigen Aufnahmeschale,

Figur 5 die Triebwelle mit dem Triebflansch einer erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine in einem Längsschnitt und

Figur 6 eine Draufsicht auf die Stirnfläche des Triebflansches gemäß Ansicht A der Figur 5.

[0018] In der Figur 1 ist eine hydrostatische Axialkolbenmaschine 1 des Standes der Technik in Schrägachsenbauweise in einem Längsschnitt dargestellt. Die als Schrägachsenmaschine ausgebildete Axialkolbenmaschine 1 weist eine Gehäuse 2 auf, in dem eine mit einem Triebflansch 3 versehene Triebwelle 4 mittels einer Lagereinrichtung 5 um eine Rotationsachse 6 drehbar gelagert ist.

[0019] Axial benachbart zu dem Triebflansch 3 ist eine Zylindertrommel 7 in dem Gehäuse 2 angeordnet, die um eine Rotationsachse 8 drehbar angeordnet ist mit mehreren konzentrisch zu einer Rotationsachse 8 der Zylindertrommel 7 angeordneten Kolbenausnehmungen 9 versehen ist, in denen jeweils ein Kolben 10 längsverschiebbar angeordnet ist.

[0020] Die Rotationsachse 6 der Triebwelle 4 schneidet die Rotationsachse 8 der Zylindertrommel 7 im Schnittpunkt SP.

[0021] Die Zylindertrommel 7 liegt mit einer Stirnfläche 7a an einem mit einer Steuerfläche 11 versehenen Steuerkörper 12 an. Zwischen der Steuerfläche 11 des Steuerkörpers 12 und der Stirnfläche 7a der Zylindertrommel 7 ist ein Gleitlager ausgebildet, wobei die Zylindertrommel 7 im Betrieb der Schrägachsenmaschine bei um die Rotationsachse 8 rotierender Zylindertrommel 7 mit der Stirnfläche 7a an der Steuerfläche 11 des um die Rotationsachse 8 drehfest im Gehäuse 2 angeordneten Steuerkörpers 12 entlangleitet.

[0022] In der Steuerfläche 11 des Steuerkörpers 12 sind zur Steuerung der Zu- und Abfuhr von Druckmittel in den von den Kolbenausnehmungen 9 und den Kolben 10 gebildeten Verdrängerräumen V nierenförmige Steuerausnehmungen ausgebildet, die einen Einlassanschluss 13 und einen Auslassanschluss 14 der Axialkolbenmaschine 1 bilden. Zur Verbindung der von den Kolbenausnehmungen 9 und den Kolben 10 gebildeten Verdrängerräumen mit den in dem Steuerkörper 12 angeordneten Steuerausnehmungen ist die Zylindertrommel 7 an jeder Kolbenausnehmung 9 mit einer Steueröffnung 15 versehen.

[0023] Die in der Figur 1 dargestellte Axialkolbenmaschine 1 ist als Konstantmaschine mit einem konstanten Verdrängervolumen ausgebildet. Bei der Konstantmaschine ist der Neigungswinkel der Rotationsachse 8 der Zylindertrommel 7 bezüglich der Rotationsachse 6 der Triebwelle 4 fest.

[0024] Die Zylindertrommel 7 ist an einem mit dem Triebflansch 3 durch ein Kugelgelenk gelenkig verbundenen Tragzapfen 20 abgestützt, wobei an dem Tragzapfen 20 weiterhin eine Feder 21 abgestützt ist, die die Zylindertrommel 7 an den mit der Steuerfläche 11 ver-

sehenen Steuerkörper 12 anpresst. Der Tragzapfen 20 ist konzentrisch zur Rotationsachse 8 der Zylindertrommel 7 angeordnet und in einer entsprechenden Aufnahmebohrung 22 der Zylindertrommel 7 angeordnet.

[0025] In der Figur 1 ist die mit dem Triebflansch 3 versehene Triebwelle 4 mittels der Lagereinrichtung 5 fliegend in dem Gehäuse 2 gelagert. Die Lagereinrichtung 5 umfasst zwei Wälzlager 5a, 5b, die in axialer Richtung zwischen dem Triebflansch 3 und einem aus dem Gehäuse 2 herausragenden Wellenende der Triebwelle 4 angeordnet sind. An dem aus dem Gehäuse 2 herausragenden Wellenende ist die Triebwelle 4 mit einem Drehmomentübertragungsmittel 23, beispielsweise einer Keilverzahnung, versehen. Das Wälzlager 5a ist hierbei der Zylindertrommel 7 zugewandt angeordnet. Das Wälzlager 5b ist dem aus dem Gehäuse 2 herausragenden Wellenende der Triebwelle 4 zugewandt angeordnet.

[0026] 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 30 ausgebildet. Die Kugelgelenkverbindung 20 ist von einem mit einer Kugel versehenen Kugelkopf 10a des Kolbens 10 und einer hohlkugelförmigen Aufnahmeschale 3a in der der Zylindertrommel 7 zugewandten Stirnfläche 3b des Triebflansch 3 gebildet, in der der Kolben 10 mit dem Kugelkopf 10a befestigt ist.

[0027] Die Kolben 10 weisen jeweils einen Kegelabschnitt 10b mit einer als Kegelfläche ausgebildeten Mantelfläche auf, mit dem der Kolben 10 in der Kolbenausnehmung 9 der Zylindertrommel 7 angeordnet ist. Zwischen dem Kegelabschnitt 10b und dem mit der Kugel versehenen Kugelkopf 10 weist der Kolben 10 einen zylindrischen Abschnitt 10c auf.

[0028] Zur Abdichtung der Kolben 10 gegenüber den Kolbenausnehmungen 9 ist an dem Kegelabschnitt 10b des Kolbens 10 ein Dichtungsmittel 33, beispielsweise ein Kolbenring oder mehrere Kolbenringe, angeordnet.

[0029] Um bei der Axialkolbenmaschine 1 des Standes der Technik der Figur 1 die Kolben 10 im Betrieb der Axialkolbenmaschine 1 gegen ein Herausfallen aus der Aufnahmeschale 3a des Triebflansches 3 zu sichern, sind eine Niederhalteplatte 35 mit Durchbrüchen 36 für die Kugelköpfe 10a der Kolben 10 und speziell an die Kugelköpfe 10a der Kolben 10 angepasste Ringe 37 vorgesehen. Die Ringe 37 werden in eine Nut 38 eingelegt, die an den Aufnahmeschale 3a des Triebflansches 3 ausgebildet ist, und über die Niederhalteplatte 35 in der Nut 38 gehalten. Die Niederhalteplatte 35 ist hierzu mittels Schraubverbindungen 39 an dem Triebflansch 3 befestigt.

[0030] In der Figur 2 ist ein Ausschnitt einer weiteren Axialkolbenmaschine 1 in Schrägachsenbauweise des Standes der Technik im Bereich der gelenkigen Befestigung der Kolben 10 an dem Triebflansch 3 dargestellt. Mit der Figur 1 gleiche Bauteile sind mit gleichen Bezugsziffern versehen. Die Axialkolbenmaschine 1 der Figur 2

unterscheidet sich von der Axialkolbenmaschine 1 der Figur 1 durch die Niederhalteeinrichtung, mit der die Kolben 10 im Betrieb der Axialkolbenmaschine 1 in Schrägachsenbauweise gegen ein Herausfallen aus der hohlkugelförmigen Aufnahmeschale 3a des Triebflansches 3 gesichert sind.

[0031] Bei der Axialkolbenmaschine 1 der Figur 2 ist eine formschlüssige Niederhalteeinrichtung vorgesehen, bei der die hohlkugelförmige Aufnahmeschale 3a in der Stirnfläche 3b des Triebflansches 3 mit einer Umschlingung von größer als 180° Grad des Kugelkopfes 10a des Kolbens 10 ausgeführt ist.

[0032] Durch die Umschlingung von größer als 180° Grad, mit der die hohlkugelförmige Aufnahmeschale 3a des Triebflansches 3 die Kugelköpfe 10b der Kolben 10 umgreift, wird erzielt, dass die Aufnahmeschalen 3a des Triebflansches 3 den Kugeläquator der Kugel an den Kugelköpfen 10b der Kolben 10 umschlingen. Um die Kolben 10 mit den Kugeln und somit den Kugelköpfen 10b in die hohlkugelförmigen Aufnahmeschale 3a des Triebflansches 3 einsetzen zu können, ist der mit der Kugel versehene Kugelkopf 10a des Kolbens 10 mit einer zylindrischen Fläche 40, beispielsweise durch Abplattungen bzw. Abarbeitungen des Kugelkopfes, versehen, so dass der Kugelkopf 10b in einer bestimmten Stellung mittels der zylindrischen Flächen 40 in die kugelkalottenförmigen Aufnahmeschale 3a eingeführt und anschließend durch Verkippen in der Aufnahmeschale 3a gesichert werden kann. Die zylindrische Fläche 40 ist symmetrisch zu einer Äquatorlinie 45 der Kugel an dem Kugelkopf 10a des Kolbens 10 angeordnet.

[0033] Bei der Axialkolbenmaschine 1 in Schrägachsenbauweise der Figur 2 ist weiterhin an der Stirnfläche 3b des Triebflansches 3 eine die hohlkugelförmige Aufnahmeschale 3a begrenzende Fase 50 ausgebildet. Die Fase 50 erzeugt mit der Innenkante eine die hohlkugelförmige Aufnahmeschale 3a begrenzende Kreisöffnung 51, die in einer zur Stirnfläche 3b des Triebflansches 3 parallelen und gegenüber der Stirnfläche 3b des Triebflansches 3 um ein geringe Maß zurückversetzten Ebene E1 liegt. Der Durchmesser der Kreisöffnung 51 ist kleiner als der Durchmesser der Kugel des Kugelkopfes 10a des Kolbens 10. Die Fase 50 bildet eine Kegelfläche 52, die die Kreisöffnung 51 der hohlkugelförmigen Aufnahmeschale 3a mit der Stirnfläche 3b des Triebflansches 3 verbindet. Die hohlkugelförmige Aufnahmeschale 3a mit der diese begrenzenden Fase 50 bilden somit eine formschlüssige Niederhalterung in dem Triebflansch 3, mit der die Kolben 10 gegen Herausfallen gesichert werden.

[0034] Bei der Axialkolbenmaschine 1 in Schrägachsenbauweise der Figur 2 weisen der Mittelpunkt MP1 der Fase 50 und der Mittelpunkt MP2 der hohlkugelförmigen Aufnahmeschale 3a zu der Rotationsachse 6 des Triebflansches 3 in radialer Richtung R denselben radialen Abstand auf. Die Fase 50 ist somit symmetrisch an der Aufnahmeschale 3a angeordnet, so dass sich an der Aufnahmeschale 3a - in Umfangsrichtung der Kreisöffnung 51 gesehen - eine gleich große Kegelfläche 52 ergibt.

[0035] Bedingt durch den Schwenkwinkel α der Axialkolbenmaschine 1 in Schrägachsenbauweise und die erforderliche Umschlingung der Aufnahmeschalen 3a des Triebflansches 3, um die Kugelköpfe 10a der Kolben 10 gegen Herausfallen zu sichern, ist bei der Axialkolbenmaschine 1 in Schrägachsenbauweise der Figur 2 zwischen dem Kegelabschnitt 10b des Kolbens 10, mit dem der Kolben 10 innerhalb der Kolbenausnehmung 9 der Zylindertrommel 9 angeordnet ist, und dem Kugelkopf 10a des Kolbens 10 der Kolben 10 mit dem eingeschnürten zylindrischen Abschnitt 10c versehen. Der Durchmesser D1 des zylindrischen Abschnitts 10c des Kolbens 10 ist durch die Kegelfläche 52 an der Aufnahmeschale 3a begrenzt, um im Betrieb der Axialkolbenmaschine 1 einen Freigang zwischen dem zylindrischen Abschnitt 10c des Kolbens 10 und der Kegelfläche 52, die eine Teil der formschlüssigen Niederhalterung bildet, an dem Triebflansch 3 zu gewährleisten und ein Anschlagen der Kolben 10 mit dem zylindrischen Abschnitt 10c an der Kegelfläche 52 des Triebflansches 3 zu vermeiden.

[0036] In der Figur 2 weist die Axialkolbenmaschine 1 des Standes der Technik einen Schwenkwinkel α von 40° auf. Bei einem derartigen, großen Schwenkwinkel α ergibt sich ein geringer Durchmesser D1 des eingeschnürten zylindrischen Abschnitts 10c des Kolbens 10, um noch eine entsprechenden Freigang zwischen dem Kolben 10 und der Kegelfläche 52 an dem Triebflansch 3 zu gewährleisten.

[0037] Im Betrieb der Axialkolbenmaschine 1 in Schrägachsenbauweise kommt es durch innere und äußere Anregungen der Komponenten zu Drehschwingungen zwischen dem Triebflansch 3 und der Zylindertrommel 7, die aufgrund der Ausführung der Kolben 10 mit einem Kegelabschnitt 10b prinzipbedingt ein relatives Verdrehspiel zueinander aufweisen. Die Kraftübertragung dieser Drehschwingungen zwischen dem Triebflansch 3 und der Zylindertrommel 7 erfolgt mittels der Kolben 10. Da der eingeschnürte zylindrische Abschnitt 10c der Kolben 10 den schwächsten Punkt der Kolben darstellt, ist der Kolben 10 an dem zylindrischen Abschnitt 10c an den Übergängen zu dem Kugelkopf 10a und dem Kegelabschnitt 10b hohen Beanspruchungen ausgesetzt. Bei einem entsprechend geringen Durchmesser D1 des zylindrischen Abschnitts 10b der Kolben 10 kann dies zu einem Bruch der Kolben 10 und somit zu einem Ausfall der Axialkolbenmaschine 1 führen.

[0038] In den Figuren 3 bis 6 ist eine erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine 1 dargestellt. Mit den Figuren 1 und 2 gleiche Bauteile sind mit gleichen Bezugsziffern versehen. Die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine 1 der Figuren 3 bis 6 ist mit einer formschlüssigen Niederhalteeinrichtung für die Kolben 10 analog zu der Figur 2 versehen und unterscheidet sich von der Figur 2 durch die Anordnung der Fase 50.

[0039] Bei der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine 1 der Figuren 3 bis 6 ist analog zu der Figur 2 eine formschlüssige Niederhalteeinrichtung vorgesehen, bei der die hohlkugelförmige Aufnahmeschale 3a in der

Stirnfläche 3b des Triebflansches 3 mit einer Umschlingung von größer als 180° Grad des Kugelkopfes 10a des Kolbens 10 ausgeführt ist.

[0040] Durch die Umschlingung von größer als 180° Grad, mit der die hohlkugelförmige Aufnahmeschale 3a des Triebflansches 3 die Kugelköpfe 10b der Kolben 10 umgreift, wird erzielt, dass die Aufnahmeschalen 3a des Triebflansches 3 den Kugeläquator der Kugel an den Kugelköpfen 10b der Kolben 10 umschlingen. Um die Kolben 10 mit den Kugeln und somit den Kugelköpfen 10b in die hohlkugelförmigen Aufnahmeschale 3a des Triebflansches 3 einsetzen zu können, ist der mit der Kugel versehene Kugelkopf 10a des Kolbens 10 mit einer zylindrischen Fläche 40, beispielsweise durch Abplattungen bzw. Abarbeitungen des Kugelkopfes, versehen, so dass der Kugelkopf 10b in einer bestimmten Stellung mittels der zylindrischen Flächen 40 in die kugelkalottenförmigen Aufnahmeschale 3a eingeführt und anschließend durch Verkippen in der Aufnahmeschale 3a gesichert werden kann. Die zylindrische Fläche 40 ist symmetrisch zu einer Äquatorlinie 45 der Kugel an dem Kugelkopf 10a des Kolbens 10 angeordnet.

[0041] Bei der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine 1 in Schrägachsenbauweise der Figuren 3 bis 6 ist weiterhin an der Stirnfläche 3b des Triebflansches 3 eine die hohlkugelförmige Aufnahmeschale 3a begrenzende Fase 50 ausgebildet.

[0042] Erfindungsgemäß ist die Fase 50, die die hohlkugelförmige Aufnahmeschale 3a begrenzt, - wie in den Figuren 3, 4 und 6 näher dargestellt ist - zur hohlkugelförmigen Aufnahmeschale 3a in radialer Richtung R der Rotationsachse 6 des Triebflansches 3 gesehen nach radial Außen verschoben. Die Fase 50 ist somit exzentrisch und außermittig an der Aufnahmeschale 3a angeordnet.

[0043] Hierzu ist der Mittelpunkt MP1 der Fase 50 gegenüber dem Mittelpunkt MP2 der hohlkugelförmigen Aufnahmeschale 3a bezüglich der Rotationsachse 6 des Triebflansches 3 in radialer Richtung R nach radial Außen um den Abstand B beabstandet. Wie in der Figur 6 näher dargestellt ist, in der eine durch die Drehachse 6 des Triebflansches 3 gehende und den Mittelpunkt MP2 enthaltende Mitteleben ME einer Aufnahmeschale 3a dargestellt ist, liegt der Mittelpunkt MP1 der Fase 50 jeweils in der Mitteleben ME der entsprechenden Aufnahmeschale 3a. Die Fase 50 ist somit exzentrisch und außermittig an der Aufnahmeschale 3a angeordnet.

[0044] Die in Richtung nach radial Außen verschobene Fase 50 erzeugt mit der Innenkante eine die hohlkugelförmige Aufnahmeschale 3a begrenzende Kreisöffnung 51, die in einer Ebene E2 liegt, die geneigt zu der Ebene liegt, in der die Stirnfläche 3b des Triebflansches 3 angeordnet ist. Der Durchmesser der Kreisöffnung 51 ist kleiner als der Durchmesser der Kugel des Kugelkopfes 10a des Kolbens 10.

[0045] Die in Richtung nach radial Außen verschobene Fase 50 bildet eine Kegelfläche 52, die die Kreisöffnung 51 der hohlkugelförmigen Aufnahmeschale 3a mit der

Stirnfläche 3b des Triebflansches 3 verbindet. Die hohlkugelförmige Aufnahmeschale 3a mit der diese begrenzenden Fase 50 bilden somit eine formschlüssige Niederhalterung in dem Triebflansch 3, mit der die Kolben 10 gegen Herausfallen gesichert werden.

[0046] Die Kegelfläche 52, die von der in Richtung nach radial Außen verschobene Fase 50 erzeugt wird, ist - wie in der Figur 6 näher ersichtlich ist - an der Aufnahmeschale 3a in Umfangsrichtung der Kreisöffnung 51 gesehen unterschiedlich groß. Die Verschiebung der Fase 50 bezüglich der hohlkugelförmigen Ausnehmung 3a in radialer Richtung nach Außen führt dazu, dass die Kegelfläche 52 an der Ausnehmung 3a im radial inneren Bereich, d.h. dem der Rotationsachse 6 zugewandten Bereich, kleiner ist wie im radial äußeren Bereich, d.h. dem der Rotationsachse 6 abgewandten Bereich.

[0047] Die vergrößerte Kegelfläche 52 im radial äußeren Bereich der hohlkugelförmigen Ausnehmung 3a ermöglicht es, dass der Durchmesser D2 des zylindrischen Abschnitts 10c des Kolbens 10 der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine 1, der durch die Kegelfläche 52 an der Aufnahmeschale 3a begrenzt wird, gegenüber dem Durchmesser D1 der Axialkolbenmaschine 1 des Standes der Technik gemäß der Figur 2 vergrößert werden kann, um im Betrieb der Axialkolbenmaschine 1 einen Freigang zwischen dem zylindrischen Abschnitt 10c des Kolbens 10 und der Kegelfläche 52, die eine Teil der formschlüssigen Niederhalterung bildet, an dem Triebflansch 3 zu gewährleisten und ein Anschlagen der Kolben 10 mit dem zylindrischen Abschnitt 10c an der Kegelfläche 52 des Triebflansches 3 zu vermeiden.

[0048] Durch den gesteigerten Durchmesser D2 an dem zylindrischen Abschnitt 10c der Kolben 10 wird die Festigkeit der Kolben 10 an diesem Bereich erhöht.

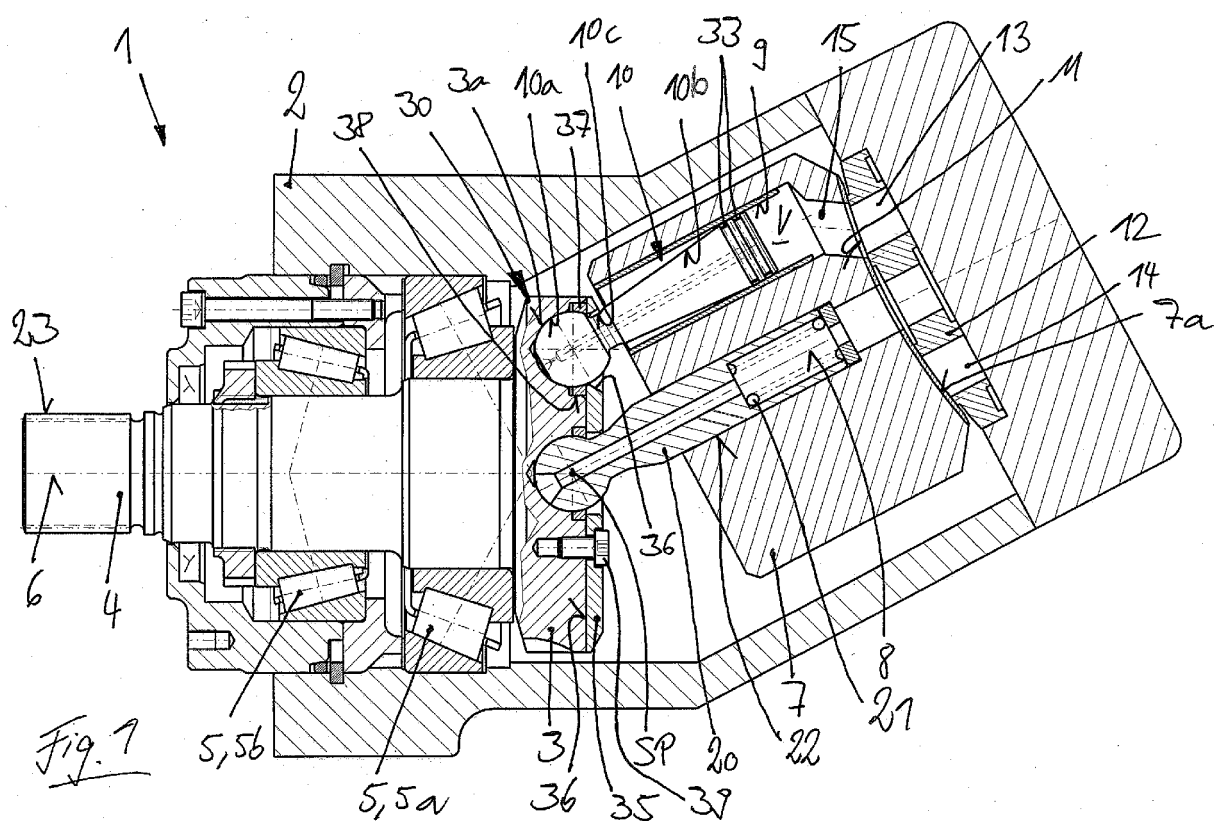
[0049] In der Figur 3 weist die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine 1 einen Schwenkwinkel α von 40° auf. Bei einem derartigen, großen Schwenkwinkel α ergibt sich durch den vergrößerten Durchmesser D2 eine erhöhte Festigkeit der Kolben 10 in dem eingeschnürten zylindrischen Abschnitt 10c.

[0050] Durch den gesteigerten Durchmesser D2 an dem zylindrischen Abschnitt 10c der Kolben 10 und die damit verbundene erhöhte Festigkeit der Kolben 10 kann die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine 1 in Schrägachsenbauweise für erhöhte innere und äußere Anregungen freigegeben werden, die Drehschwingungen zwischen dem Triebflansch 3 und der Zylindertrommel 7 verursachen.

[0051] Die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine 1 kann als Pumpe oder als Motor ausgebildet sein. Die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine 1 kann als Konstantmaschine mit einem konstanten Verdrängervolumen oder als Verstellmaschine mit einem veränderbaren Verdrängervolumen ausgebildet sein.

Patentansprüche

1. Hydrostatische Axialkolbenmaschine (1) in Schrägachsenbauweise mit einer um eine Rotationsachse (6) drehbar innerhalb eines Gehäuses (2) angeordneten Triebwelle (4), die mit einem Triebflansch (3) versehen ist, und mit einer um eine Rotationsachse (8) drehbar innerhalb des Gehäuses (2) der Axialkolbenmaschine (1) angeordneten Zylindertrommel (7), wobei die Zylindertrommel (7) mit mehreren Kolbenausnehmungen (9) versehen ist, in denen jeweils ein mit dem Triebflansch (3) verbundener 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 (30) vorgesehen ist, die aus einer hohlkugelförmigen Aufnahmeschale (3a) in einer Stirnfläche (3b) des Triebflansches (3) und einem Kugelkopf (10b) an dem Kolben (10) gebildet ist, wobei die hohlkugelförmige Aufnahmeschale (3a) in der Stirnfläche (3b) des Triebflansches (3) mit einer Umschlingung von größer als 180° Grad des Kugelkopfes (10b) ausgeführt ist und an der Stirnfläche (3b) des Triebflansches (3) eine die hohlkugelförmige Aufnahmeschale (3a) begrenzende Fase (50) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die hohlkugelförmige Aufnahmeschale (3a) begrenzende Fase (50) zur hohlkugelförmigen Aufnahmeschale (3a) nach radial Außen verschoben ist. 5
10
15
20
25
30
2. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mittelpunkt (MP1) der Fase (50) gegenüber dem Mittelpunkt (MP2) der hohlkugelförmigen Aufnahmeschale (3a) bezüglich der Rotationsachse (6) des Triebflansches (3) nach radial Außen beabstandet ist. 35
3. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (10) einen Kegelabschnitt (10b) aufweist, mit dem der Kolben (10) innerhalb der Kolbenausnehmung (9) angeordnet ist, wobei zwischen dem Kegelabschnitt (10b) und dem Kugelkopf (10a) ein zylindrischer Abschnitt (10c) ausgebildet ist. 40
45
4. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kugelkopf (10b) mit einer Zylinderfläche (40) versehen ist, die im Bereich des Äquators (45) des Kugelkopfes (10b) angeordnet ist. 50
5. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Axialkolbenmaschine (1) einen Schwenkwinkel (α) von bis zu 40° oder einen Schwenkwinkel (α) von mehr als 40° aufweist. 55



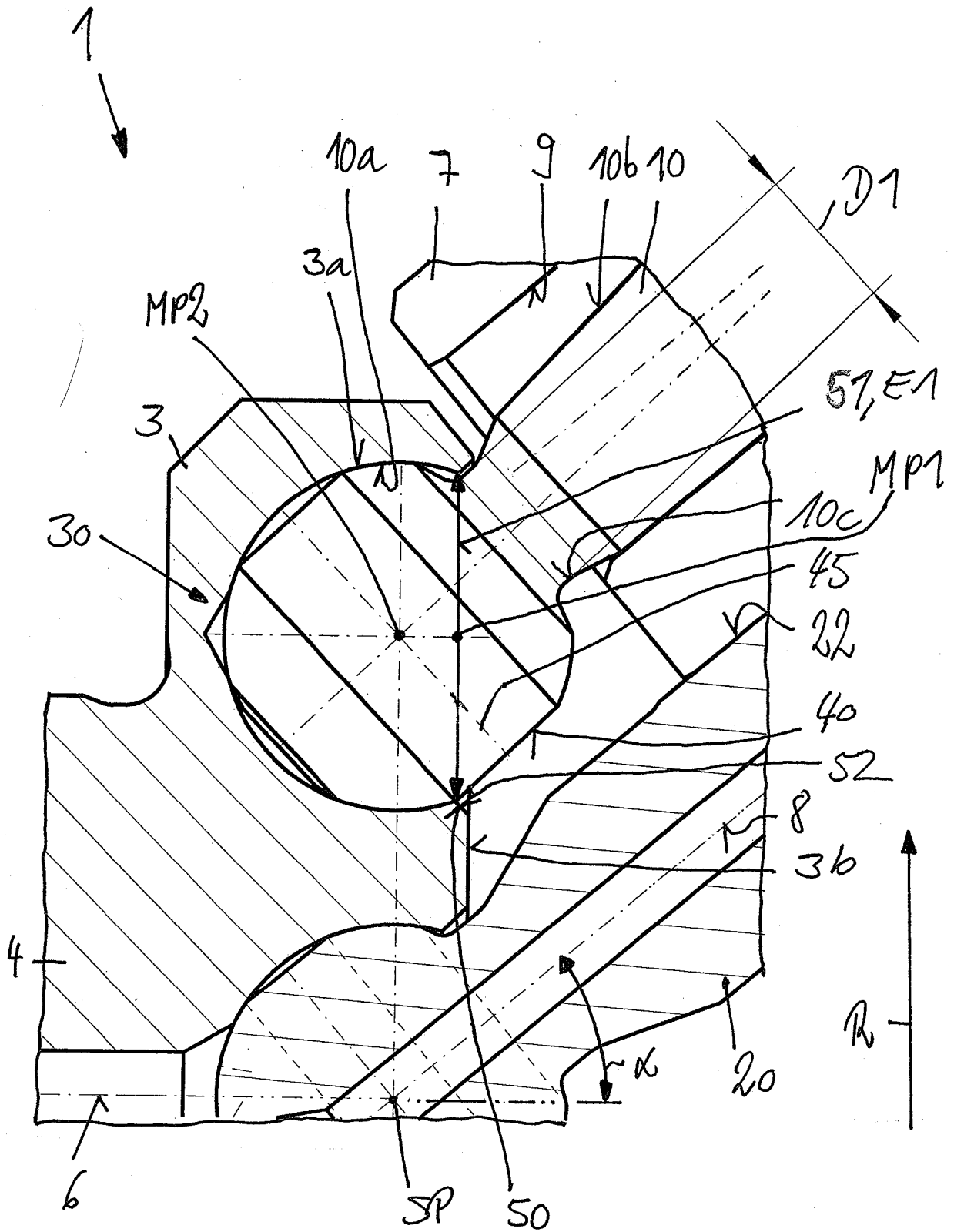


Fig. 2

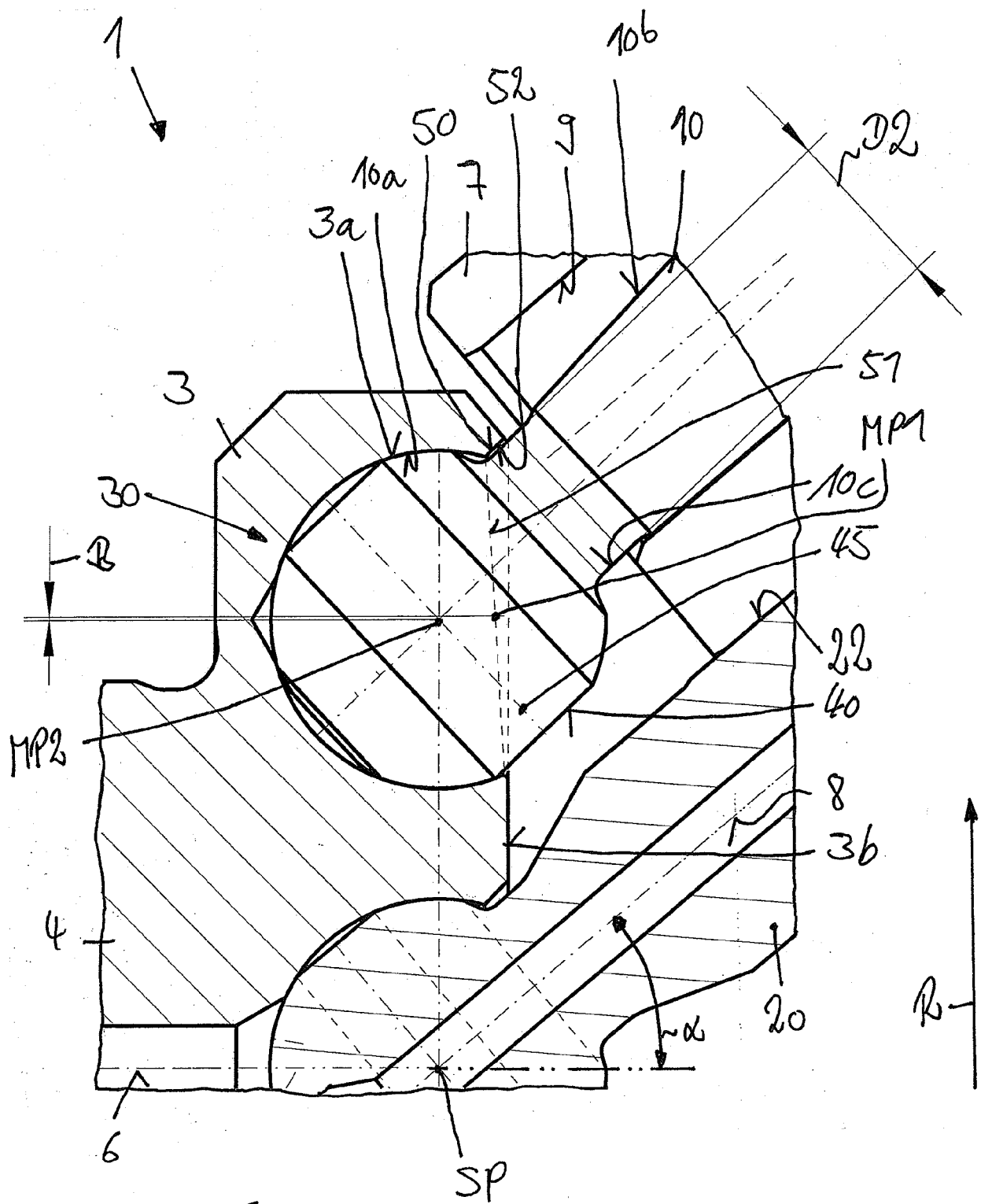


Fig. 3

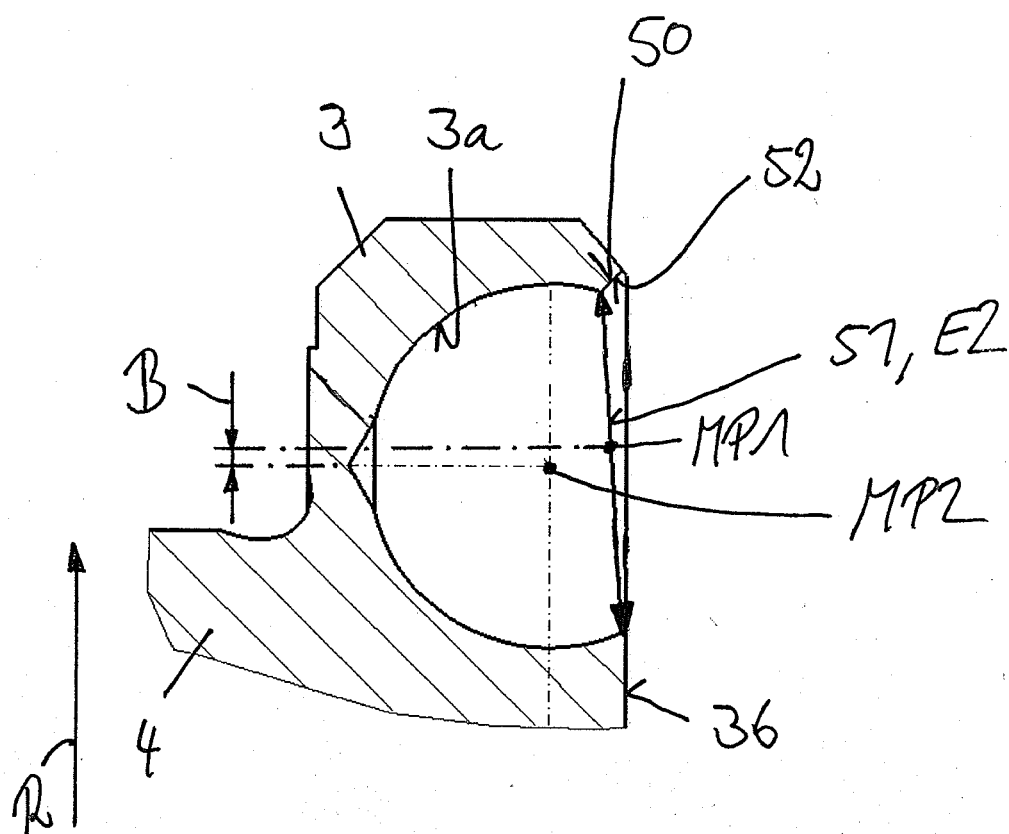


Fig. 4

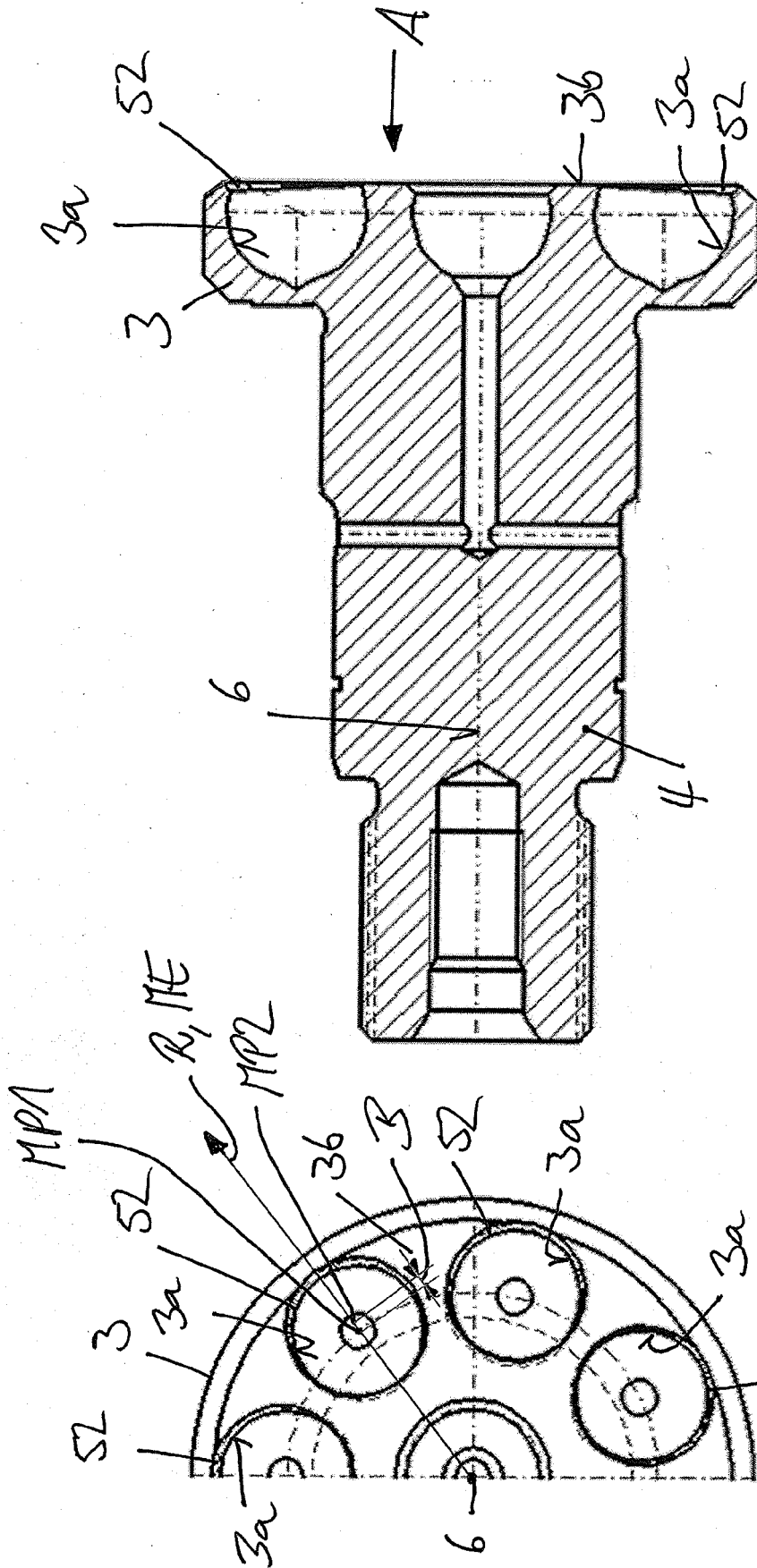


Fig. 5

Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 16 19 5273

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y,D	DE 44 29 053 C1 (BRUENINGHAUS HYDROMATIK GMBH [DE]) 2. November 1995 (1995-11-02)	1,4,5	INV.
A	* das ganze Dokument *	2,3	F04B1/12 F01B3/00
Y	EP 2 940 299 A2 (LINDE HYDRAULICS GMBH & CO KG [DE]) 4. November 2015 (2015-11-04)	1,4,5	
	* Absätze [0055] - [0058] *		
	* Abbildung 2 *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04B F01B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. April 2017	Prüfer Lange, Christian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

 1
 EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 16 19 5273

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

03-04-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 4429053	C1	02-11-1995	DE 4429053 C1	02-11-1995
				EP 0697520 A1	21-02-1996
15	EP 2940299	A2	04-11-2015	CN 104976088 A	14-10-2015
				DE 102014104951 A1	08-10-2015
				EP 2940299 A2	04-11-2015
				JP 2015200316 A	12-11-2015
20				US 2015285075 A1	08-10-2015

25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2004109107 A1 [0004]
- DE 4429053 C1 [0005] [0006] [0007] [0008]