



(11) **EP 2 848 806 B9**

(12) **KORRIGIERTE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(15) Korrekturinformation:
Korrigierte Fassung Nr. 1 (W1 B1)
Korrekturen, siehe
Beschreibung 37

(51) Int Cl.:
F04B 1/20 (2006.01) **F03C 1/06** (2006.01)

(48) Corrigendum ausgegeben am:
15.03.2017 Patentblatt 2017/11

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.12.2016 Patentblatt 2016/51

(21) Anmeldenummer: **14179558.3**

(22) Anmeldetag: **01.08.2014**

(54) **Hydrostatische Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise mit einem Gleichlaufgelenk zur Mitnahme der Zylindertrommel**

Hydrostatic axial piston engine with inclined axes, with a constant velocity joint for driving the cylinder barrels

Machine à piston axial hydrostatique dans une construction à axe oblique dotée d'un joint homocinétique destiné à l'entraînement d'un tambour cylindrique

(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

(30) Priorität: **05.08.2013 DE 102013108408**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.03.2015 Patentblatt 2015/12

(73) Patentinhaber: **Linde Hydraulics GmbH & Co. KG**
63743 Aschaffenburg (DE)

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

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 158 084 EP-A1- 2 817 164
WO-A1-85/03554 WO-A1-03/046380
WO-A1-2005/057009 DE-A1-102007 011 441

EP 2 848 806 B9

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

[0001] Die Erfindung betrifft eine hydrostatische Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise mit einer um eine Rotationsachse drehbar angeordneten Triebwelle, die mit einem Triebflansch versehen ist, und einer um eine Rotationsachse drehbar angeordneten Zylindertrommel, wobei die Zylindertrommel mit mehreren konzentrisch zur Rotationsachse der Zylindertrommel angeordneten Kolbenausnehmungen versehen ist, in denen jeweils ein Kolben längsverschiebbar angeordnet ist, wobei die Kolben an dem Triebflansch gelenkig befestigt sind, und wobei zwischen der Triebwelle und der Zylindertrommel ein als Gleichlaufgelenk ausgebildetes Mitnahmegelenk zur drehsynchronen Drehung der Zylindertrommel und der Triebwelle angeordnet ist, wobei das Mitnahmegelenk und die Zylindertrommel mit einer konzentrisch zur Rotationsachse der Zylindertrommel angeordneten Längsausnehmung versehen sind, durch die sich die mit dem Triebflansch versehene Triebwelle durch die Zylindertrommel hindurcherstreckt.

[0002] Bei nicht gattungsgemäßen Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibenbauweise ist es bekannt, die Triebwelle durch die Axialkolbenmaschine hindurchzuführen, um eine universelle Anwendbarkeit des Triebwerks zu ermöglichen. Bei Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibenbauweise stützen sich die in der Zylindertrommel längsverschiebbaren Kolben jeweils mittels eines Gleitschuhs auf einer Schrägscheibe ab. Aufgrund der hohen Massenkkräfte der Kolben und der an den Kolben angeordneten Gleitschuhe im Betrieb der Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise bei einer rotierenden Zylindertrommel sind jedoch Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibenbauweise in Bezug auf die maximal zulässigen Drehzahlen begrenzt. Die begrenzte maximale zulässige Drehzahl einer Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise führt für eine Anwendung als Hydromotor zu Nachteilen.

[0003] Gattungsgemäße Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise weisen gegenüber Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibenbauweise deutlich höhere maximal zulässige Drehzahlen auf, so dass Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise für eine Anwendung als Hydromotor Vorteile bieten.

[0004] 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 erfolgt prinzipbedingt bei einer Drehung keine Mitnahme der Zylindertrommel mit den darin angeordneten Kolben. Für die Mitnahme der Zylindertrommel ist eine zusätzliche Einrichtung erforderlich.

[0005] Gewünscht ist, dass während einer Drehung der Triebwelle eine möglichst synchrone Mitnahme und

Drehung der Zylindertrommel erfolgt. Bei einer ungleichförmigen Drehung der Zylindertrommel würde durch das Trägheitsmoment der Zylindertrommel mit den darin angeordneten Kolben ein ungleichförmiges Drehmoment an der Triebwelle bei einer Anwendung der Axialkolbenmaschine als Hydromotor entstehen. Ein ungleichförmiges Drehmoment kann zu fertigungskritischen Bauteilbelastungen der Axialkolbenmaschine führen. Zudem können aufgrund eines ungleichförmigen Drehmoments in einem mit der Axialkolbenmaschine versehenen Antriebsstrang unerwünschte Geräusche auftreten.

[0006] Bei Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise ist es bereits bekannt, die Mitnahme der Zylindertrommel über Pleuel durchzuführen, die jeweils zumindest teilweise im Kolben angeordnet sind und mit dem Kolben sowie dem Triebflansch durch ein Kugelgelenk gelenkig verbunden sind. Die Pleuel stützen sich hierbei zur Mitnahme der Zylindertrommel an den Kolbeninnenwänden der Kolbenausnehmungen der Zylindertrommel ab. Eine derartige Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise mit einer Mitnahme der Zylindertrommel über Pleuel ist aus der DE 28 05 492 C2 bekannt.

[0007] Weiterhin ist es bereits bei Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise bekannt, die Mitnahme der Zylindertrommel direkt über die in den Kolbenausnehmungen der Zylindertrommel längsverschiebbaren Kolben durchzuführen, die hierzu kegelförmig ausgebildet sind und mit einer keglig geformten Mantelfläche versehen sind. Die Kolben stützen sich hierbei zur Mitnahme der Zylindertrommel mit den keglichen Abschnitten an den Innenwänden der Kolbenausnehmungen der Zylindertrommel ab. Eine derartige Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise mit einer Mitnahme der Zylindertrommel über keglig ausgeführte Kolben ist aus der DE 10 2009 005 390 A1 bekannt.

[0008] Bei Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise mit einer Mitnahme der Zylindertrommel über Pleuel oder über die Kolben erfolgt jedoch aufgrund der begrenzten Anzahl von Kolben bzw. Pleuel keine exakte drehsynchrone Mitnahme der Zylindertrommel und es tritt eine Ungleichförmigkeit der Drehbewegung bei der Mitnahme der Zylindertrommel auf. Dies ist für Anwendungen als Hydromotor nachteilig. Ein weiterer Nachteil von Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise mit einer Mitnahme der Zylindertrommel über Pleuel oder die Kolben besteht darin, dass bei einer Ausführung der Axialkolbenmaschine als Verstellmaschine beim Zurückschwenken der Zylindertrommel auf ein kleineres Verdrängervolumen ein Losespiel zwischen der Zylindertrommel und der Triebwelle entsteht. Mit dem auftretenden Losespiel entsteht eine unerwünschte Verdrehung zwischen der Triebwelle und der Zylindertrommel, welche zu einer zusätzlichen tangentialen Ausrichtung der Pleuel bzw. der keglig ausgeführten Kolben führt. Mit der tangentialen Ausrichtung der Pleuel bzw. der keglig ausgeführten Kolben entstehen tangentiale Kraftkomponenten, die zu einem hohen Blinddrehmoment führen,

die über die Pleuel bzw. Kolben zu übertragen sind, so dass hohe Bauteilbelastungen hinsichtlich der Festigkeit und der Tribologie entstehen.

[0009] Um eine für Anwendungen als Hydromotor synchrone Drehung der Zylindertrommel und der Triebwelle zu erzielen, werden bei Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise Gleichlaufgelenke als Mitnahmege-
lenk zur drehsynchronen Mitnahme der Zylindertrommel eingesetzt. Bei bekannten Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise werden hierzu Gleichlaufgelenke nach dem Rzeppa-Prinzip, bei denen als Kugeln ausgeführte Wälzkörper, die in nutenförmigen Laufbahnen des Triebflansches und der Zylindertrommel laufen, das Drehmoment zwischen Triebwelle und Zylindertrommel zur Mitnahme der Zylindertrommel übertragen, oder nach dem Tripoden-Prinzip eingesetzt, bei dem zwischen der Zylindertrommel und der Triebwelle eine Koppelwelle angeordnet ist, die an den beiden Wellenenden mit fingerartigen Lagerzapfen versehen ist, an den Wälzkörper in Form von Rollen gelagert sind, die in entsprechenden Laufbahnen an dem Triebflansch und der Zylindertrommel laufen und das Drehmoment zur Mitnahme der Zylindertrommel übertragen. Eine Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise mit einem Gleichlaufgelenk nach dem Rzeppa-Prinzip ist beispielsweise aus der DE 38 00 031 C2 bekannt. Derartige Gleichlaufgelenke nach dem Rzeppa-Prinzip oder nach dem Tripoden-Prinzip ermöglichen zwar eine drehsynchrone Mitnahme der Zylindertrommel, verursachen jedoch aufgrund der aufwändig herzustellenden Laufbahnen für die Kugeln bzw. Rollen einen hohen Bauaufwand. Zudem können bei entsprechende hohen zu übertragenden Drehmomenten bei der Mitnahme der Zylindertrommel an den als Kugeln oder Rollen ausgebildeten Wälzkörpern bei derartigen Gleichlaufgelenken hohe Hertzsche Pressungen auftreten, die eine tiefe Aufhärtung der Laufbahnen erfordern. Bei der erforderlichen Aufhärtung der mit den Laufbahnen für die Wälzkörper versehenen Bauteile durch eine geeignete Wärmebehandlung tritt eine Maßänderung an den gehärteten und mit den Laufbahnen versehenen Bauteilen auf, die eine aufwändige mechanische Nacharbeit der gehärteten Bauteilen nach sich zieht, so dass derartige Gleichlaufgelenke nach dem Rzeppa-Prinzip oder Tripoden-Prinzip zu einem hohen Herstelleraufwand der Schrägachsenmaschine führen.

[0010] Bei Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise mit einem Gleichlaufgelenk zur Mitnahme der Zylindertrommel besteht ein weiterer Nachteil darin, dass die Triebwelle nicht durch die Axialkolbenmaschine hindurchgeführt werden kann, da die Gleichlaufgelenke nach dem Rzeppa-Prinzip oder nach dem Tripoden-Prinzip im Schnittpunkt der Rotationsachse der Zylindertrommel mit der Rotationsachse der Triebwelle angeordnet sind. Bei bekannten Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise mit einem Gleichlaufgelenk zur Mitnahme der Zylindertrommel kann somit bei der Ausführung als Motor der Abtrieb des Drehmoment bzw. bei der Ausführung als Pumpe der Antrieb durch ein Drehmo-

ment nur an einer Seite erfolgen, wodurch die Anwendungen der Axialkolbenmaschine eingeschränkt werden. Für Anwendungen einer Schrägachsenmaschine, bei denen ein Abtrieb nach beiden Seiten oder ein Drehmoment für einen weiteren Verbraucher durch die Axialkolbenmaschine hindurchgeführt werden soll, sind bei bekannten Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise zusätzliche Bauteile, beispielsweise Verteilergetriebe erforderlich, um eine universelle Anwendung der Axialkolbenmaschine zu ermöglichen.

[0011] Bei bekannten Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise, bei denen ein Gleichlaufgelenk nach dem Rzeppa-Prinzip oder nach dem Tripoden-Prinzip zur Mitnahme der Zylindertrommel eingesetzt wird, ist weiterhin nachteilig, dass die mit dem Triebflansch versehene Lagerung der Triebwelle in einem Gehäuse der Axialkolbenmaschine fliegend ausgeführt werden muss, wodurch die Baulänge der Axialkolbenmaschine durch die erforderliche Lagerbasis der beiden Lager der Triebwelle vergrößert wird.

[0012] Aus der EP 0 158 084 A1 ist eine gattungsgemäße Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise bekannt, bei der eine Triebwelle durch die Zylindertrommel hindurchgeführt ist und die Triebwelle beidseitig der Zylindertrommel im Gehäuse gelagert ist. Zur Mitnahme der Zylindertrommel ist zwischen dem Triebflansch und der Zylindertrommel eine Mitnahmeverzahnung ausgebildet.

[0013] Aus der WO 85/03554 A1 ist eine hydrostatische Kolbenmaschine bekannt, bei der eine Zylindertrommel und eine Triebwelle eine gemeinsame Drehachse aufweisen. Die Zylindertrommel ist an einem Ende an einer Steuerfläche abgestützt und an einem gegenüberliegenden Ende über hydrostatische Lager an einem hülsenartigen Bauteil abgestützt, das am Gehäuse befestigt ist. Das hülsenartige Bauteil erstreckt sich durch die Zylindertrommel. Eine Mitnehmerplatte koppelt die Zylindertrommel mit der Triebwelle gekoppelt. Gemäß der Figur 4 kann die Triebwelle als Hohlwelle ausgebildet sein, durch die ein Durchtriebsschaft hindurchgeführt ist.

[0014] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise mit einem Gleichlaufgelenk zur Mitnahme der Zylindertrommel der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, die bei geringem Bauraumbedarf auf einfache Weise für universelle Anwendungen einsetzbar ist.

[0015] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zur Lagerung und Zentrierung der Zylindertrommel zwischen der Zylindertrommel und der Triebwelle eine kugelförmige Führung ausgebildet ist, die von einem kugelförmigen Abschnitt der Triebwelle gebildet ist, auf dem die Zylindertrommel mit einem im Bereich der Längsausnehmung angeordneten hohlkugelförmigen Abschnitt angeordnet ist, und im Bereich der Triebwelle ein Durchtrieb eines Drehmoments zu einem zylindertrommelseitigen Ende der Axialkolbenmaschine vorgesehen ist. Durch eine konzentrisch zur Rotatio-

nachse der Zylindertrommel angeordneten Längsausnehmung in dem als Gleichlaufgelenk ausgebildete Mitnahmegelenk und in der Zylindertrommel wird es ermöglicht, die Triebwelle durch die Zylindertrommel und die Axialkolbenmaschine hindurchzuführen, um eine Durchtriebsmöglichkeit bei der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine zu erzielen. Der Durchtrieb des Drehmoments zu dem zylindertrommelseitigen Ende der Axialkolbenmaschine ermöglicht es, bei einer Anwendung der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise als Hydromotor das Drehmoment an beiden Seiten der Axialkolbenmaschine abzuführen und abzugreifen. Bei einer Anwendung der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise als Hydropumpe ermöglicht die Durchtriebsmöglichkeit des Drehmoments mehrere als Hydropumpen ausgebildete erfindungsgemäße Axialkolbenmaschinen hintereinander anzuordnen und anzutreiben, ohne ein aufwändiges Verteilergetriebe einsetzen zu müssen. Zudem ermöglicht es die Durchtriebsmöglichkeit des Drehmoments mehrere als Hydromotoren ausgebildete erfindungsgemäße Axialkolbenmaschinen in Schrägachsenbauweise hintereinander anzuordnen, um das Abtriebsdrehmoment zu erhöhen. Durch die Durchtriebsmöglichkeit des Drehmoments mit der durch das Axialkolbentriebwerk hindurchgeführten Triebwelle ist somit die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise für universelle Anwendungen geeignet, bei denen durch eine Durchtriebsmöglichkeit ein Drehmomentabgriff an beiden Seiten der Triebwelle gewünscht ist oder ein Drehmoment zum Antrieb eines weiteren Verbrauchers durch die Axialkolbenmaschine hindurchgeführt werden soll. Mit einer kugelförmigen Führung, die von einem kugelförmigen Abschnitt an der Triebwelle und einem hohlkugelförmigen Abschnitt an der Zylindertrommel gebildet ist, kann auf einfache Weise bei einer erfindungsgemäßen mit einem Durchtrieb des Drehmoments versehenen Axialkolbenmaschine die Zylindertrommel zentriert und gelagert werden.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die Triebwelle in einem Gehäuse der Axialkolbenmaschine beidseitig der Zylindertrommel gelagert. Die Längsausnehmung in dem Gleichlaufgelenk und der Zylindertrommel und die dadurch ermöglichte Durchführung der Triebwelle durch die Zylindertrommel ermöglicht es, die mit dem Triebflansch versehene Triebwelle an beiden Seiten der Zylindertrommel im Gehäuse zu lagern. Hierdurch wird eine breite Lagerbasis der Triebwelle erzielt, wodurch gegenüber einer einseitigen, fliegenden Lagerung der mit dem Triebflansch versehenen Triebwelle eine kompakte Baulänge der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine erzielbar ist.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist zum Durchtrieb des Drehmoments die Triebwelle an beiden Enden zur Drehmomentübertragung mit jeweils einem Drehmomentübertragungsmittel versehen. Hierdurch ist eine universelle Anwendung der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine erzielbar, bei

der ein Drehmoment an beiden Seiten der Triebwelle abgegriffen werden kann bzw. ein Drehmoment zum Antrieb eines weiteren Verbrauchers durch die Axialkolbenmaschine hindurchgeführt werden kann. An dem triebflanschseitigen Ende ist die Triebwelle in der Regel mit einer Keilwellenverzahnung als Drehmomentübertragungsmittel versehen. An dem gegenüberliegenden, zylindertrommelseitigen Ende der Triebwelle kann zum Durchtrieb des Drehmoments bei einer als Hydropumpe oder als Hydromotor eingesetzten erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine bzw. zum Abtrieb des Drehmoments bei einer als Hydromotor eingesetzten Axialkolbenmaschine zu beiden Seiten hin als Drehmomentübertragungsmittel ebenfalls eine Keilwellenverzahnung oder eine Polygonverbindung oder eine Passfederverbindung vorgesehen werden.

[0018] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Triebwelle als Hohlwelle ausgebildet, durch die zum Durchtrieb eines Drehmoments ein die Axialkolbenmaschine durchsetzender Drehmomentstab hindurchgeführt ist. Die Ausführung der Triebwelle als Hohlwelle ermöglicht es, durch die Triebwelle einen Drehmomentstab hindurchzuführen, über den ein von dem Drehmoment der Triebwelle unabhängiges Drehmoment durch die Axialkolbenmaschine hindurchgeführt werden kann. Hierdurch wird die universelle Anwendung der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine weiter verbessert.

[0019] Besondere Vorteile ergeben sich, wenn gemäß einer Weiterbildung der Erfindung der Drehmomentstab keine mechanische Wirkverbindung zur Triebwelle aufweist. Sofern der durch die Axialkolbenmaschine hindurchgeführte Drehmomentstab keine feste Verbindung zur der Triebwelle der Axialkolbenmaschine aufweist, ergeben sich weitere Vorteile hinsichtlich der universellen Anwendbarkeit der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine, da an der als Hohlwelle ausgebildeten Triebwelle und an dem durch die als Hohlwelle ausgeführte Triebwelle hindurchgeführten Drehmomentstab unterschiedliche Drehzahlen und/oder unterschiedliche Drehrichtungen herrschen können. An der Triebwelle und dem Drehmomentstab können somit zwei unterschiedliche Drehmomente mit unterschiedlichen Drehzahlen und/oder unterschiedlichen Drehrichtungen herrschen.

[0020] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist das als Gleichlaufgelenk ausgebildete Mitnahmegelenk als Kegelstrahl-Halbwalzen-gelenk ausgebildet, wobei das Kegelstrahl-Halbwalzen-gelenk von zumindest einem Walzenpaar mit zwei halbzyklindrischen Halbwalzen gebildet ist, wobei die halbzyklindrischen Halbwalzen bis zu einer Rotationsachse abgeflacht sind und die Halbwalzen an den abgeflachten Seiten ebene Gleitflächen bilden, an denen die Halbwalzen des Walzenpaares unter Ausbildung einer Flächenberührung aneinanderliegen. Mit einem als Kegelstrahl-Halbwalzen-gelenk ausgebildeten Mitnahmegelenk kann mit geringem Bauaufwand für das Mitnahmegelenk eine Mitnahme der Zylindertrommel bei einer Axialkolbenmaschine

in Schrägachsenbauweise erzielt werden. Ein derartiges Kegelstrahl-Halbwalzengeelenk zwischen der Triebwelle und der Zylindertrommel kann auf einfache Weise durch entsprechende geometrische Auslegung als homokinetisches Gleichlaufgeelenk ausgeführt werden, bei dem eine exakte und gleichförmige Mitnahme der Zylindertrommel erfolgt. Zudem kann bei einem zwischen der Triebwelle und der Zylindertrommel angeordneten Kegelstrahl-Halbwalzengeelenk als Mitnahmegelenk für die Mitnahme der Zylindertrommel auf einfache Weise die Triebwelle durch die Axialkolbenmaschine in axialer Richtung hindurchgeführt werden, um eine Durchtriebsmöglichkeit des Drehmoments zu erzielen, so dass die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine für universelle Anwendungen geeignet ist, bei denen durch eine Durchtriebsmöglichkeit ein Drehmomentabgriff an beiden Seiten der Triebwelle gewünscht ist oder ein Drehmoment zum Antrieb eines weiteren Verbrauchers durch die Axialkolbenmaschine hindurchgeführt werden soll. Bei einem Kegelstrahl-Halbwalzengeelenk sind die Halbwalzen jedes Walzenpaares jeweils paarweise angeordnet. Die Halbwalzen eines Walzenpaares des Kegelstrahl-Halbwalzengeelenks sind im Wesentlichen von bis zur Rotationsachse und somit bis zu der Längsachse abgeflachten zylindrischen Körpern gebildet. Durch die Abflachung entstehen an den abgeflachten Seiten der Halbwalzen ebene Gleitflächen als Kontaktflächen, an denen die beiden Halbwalzen eines Walzenpaares aneinanderliegen und die Kraftübertragung über eine Flächenberührung zwischen den ebenen Flächen erfolgt. Mit derartigen Walzenpaaren, die jeweils aus zwei halbzyklindrischen Halbwalzen bestehen, deren Halbwalzen bis zu einer Rotationsachse und somit der Längsachse der Halbwalzen abgeflacht sind und die an den abgeflachten Seiten unter Ausbildung einer Flächenberührung aneinander liegen und ebene Gleitflächen bilden, können die Kräfte und somit das Drehmoment zur Mitnahme der Zylindertrommel mit geringem Bauaufwand übertragen werden, da die Halbwalzen einfach und kostengünstig herstellbar sind. Dadurch dass die Kontaktflächen zwischen den beiden Halbwalzen eines Walzenpaares als ebene Gleitflächen ausgebildet sind und eine Flächenberührung zwischen den beiden Halbwalzen eines Walzenpaares zur Kraftübertragung auftritt, entstehen auch bei hohen zu übertragenden Kräften bei der Mitnahme der Zylindertrommel geringe Hertzsche Pressungen. Das von entsprechenden Walzenpaaren gebildete Kegelstrahl-Halbwalzengeelenk ist somit weiterhin robust gegen eine Überlast, die beispielsweise durch eine hohe Drehbeschleunigung entstehen kann. Bei der Ausführung der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine als Hydromotor kann somit die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine auch bei Anwendungen mit hohen Drehbeschleunigungen eingesetzt werden. Durch die Ausbildung einer Flächenberührung im Bereich der Kontaktflächen der beiden Halbwalzen eines Walzenpaares genügt an den Halbwalzen des Kegelstrahl-Halbwalzengeelenks eine Behandlung der abgeflachten Seiten hinsichtlich eines

Verschleißschutzes. Bei einer derartigen Behandlung mit einer begrenzten Oberflächenhärtung treten lediglich geringfügige, verfahrensbedingte Änderung der Bauteilmaße der Halbwalzen auf, so dass eine mechanische Nacharbeit der Halbwalzen nicht erforderlich ist. Der Herstelleraufwand für die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine in Schrägachsenmaschine kann somit aufgrund des einfach herzustellenden Kegelstrahl-Halbwalzengeelenks gesenkt werden.

[0021] Besondere Vorteile ergeben sich, wenn gemäß einer Ausführungsform der Erfindung die Halbwalzen in radialer Richtung innerhalb der Kolben und beabstandet von den Rotationsachsen der Triebwelle und der Zylindertrommel angeordnet sind. Das Kegelstrahl-Halbwalzengeelenk ist somit innerhalb des Kranzes und des Teilkreises der Kolben angeordnet, wodurch eine baumsparende Ausführung der Axialkolbenmaschine erzielbar ist. Zudem weisen die Halbwalzen der Walzenpaare senkrechte Abstände zu der Rotationsachse der Triebwelle und der Rotationsachse der Zylindertrommel auf, so dass an den von den ebenen Gleitflächen gebildeten Kontaktflächen das Drehmoment zur Mitnahme der Zylindertrommel übertragen werden kann. Diese Anordnung der Halbwalzen des Kegelstrahl-Halbwalzengeelenks ermöglicht es ebenfalls auf einfache Weise, das Kegelstrahl-Halbwalzengeelenk mit einer konzentrisch zur Rotationsachse der Zylindertrommel angeordneten Längsausnehmung zu versehen, um die Triebwelle durch die Zylindertrommel und die Axialkolbenmaschine hindurchzuführen und eine Durchtriebsmöglichkeit zu schaffen.

[0022] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist jedes Walzenpaar eine zu der Zylindertrommel gehörige zylindertrommelseitige Halbwalze und eine zu der Triebwelle gehörige triebwellenseitige Halbwalze auf, wobei die zylindertrommelseitige Halbwalze eines Walzenpaares in einer zylindrischen, insbesondere teilzylindrischen, zylindertrommelseitigen Aufnahme und die triebwellenseitige Halbwalze eines Walzenpaares in einer zylindrischen, insbesondere teilzylindrischen, triebwellenseitigen Aufnahme aufgenommen ist. Mit derartigen Walzenpaaren können die Kräfte und ein Drehmoment zur Mitnahme der Zylindertrommel auf einfache Weise übertragen werden. Die zylindrischen Aufnahmen, in denen die entsprechende Halbwalze aufgenommen und gebettet ist, können auf einfache Weise und mit geringem Herstelleraufwand hergestellt werden, wodurch in Verbindung mit den einfach und kostengünstig herzustellenden Halbwalzen das Mitnahmegelenk für die Mitnahme der Zylindertrommel einen geringen Herstellungs-aufwand verursacht.

[0023] Die Rotationsachse der triebwellenseitigen Halbwalze gemäß einer Ausgestaltungsform der Erfindung zur Rotationsachse der Triebwelle um einen Neigungswinkel geneigt und schneidet die Rotationsachse der Triebwelle. Sofern mehrere triebwellenseitige Halbwalzen vorgesehen sind, bilden deren Rotationsachsen einen Kegelstrahl bezüglich der Triebwelle. Entspre-

chend ist die Rotationsachse der zylindertrommelseitigen Halbwalze zur Rotationsachse der Zylindertrommel um einen Neigungswinkel geneigt und schneidet die Rotationsachse der Zylindertrommel. Sofern mehrere zylindertrommelseitige Halbwalzen vorgesehen sind, bilden deren Rotationsachsen ebenfalls einen Kegelstrahl bezüglich der Zylindertrommel

[0024] Besondere Vorteile ergeben sich, wenn gemäß einer Ausführungsform der Erfindung die Neigungswinkel betragsmäßig identisch sind und sich die Rotationsachse der zylindertrommelseitigen Halbwalze und die Rotationsachse der triebwellenseitigen Halbwalze jedes Walzenpaares in einer Ebene schneidet, die senkrecht zu der Winkelhalbierenden zwischen der Rotationsachse der Triebwelle und der Rotationsachse der Zylindertrommel ist, und die Halbwalzen eines Walzenpaares im Bereich des Schnittpunktes der Rotationsachsen der Halbwalzen angeordnet sind. Sofern die Neigungswinkel der Rotationsachsen der Halbwalzen für die Triebwelle und für die Zylindertrommel und somit für die beiden miteinander zu koppelnden Bauteile gleich groß und somit betragsmäßig identisch, wird erzielt, dass sich paarweise und somit für jedes Walzenpaar die jeweiligen Rotationsachsen der zur Triebwelle gehörenden Halbwalzen mit den Rotationsachsen der zur Zylindertrommel gehörenden Halbwalzen des Kegelstrahl-Halbwalzgelenks in einer mit dem halben Schwenkwinkel geneigten Ebene schneiden. Der Schwenkwinkel entspricht hierbei dem Neigungswinkel der Rotationsachse der Zylindertrommel zur Rotationsachse der Triebwelle. Die Schnittpunkte der Rotationsachsen der Walzenpaare liegen somit in einer Ebene, die senkrecht zu der Winkelhalbierenden zwischen der Rotationsachse der Triebwelle und der Rotationsachse der Zylindertrommel ist. In diesen Schnittpunkten erfolgt an den beiden, mit den ebenen Gleitflächen aneinanderliegenden Halbwalzen jedes Walzenpaares die Kraftübertragung zur Mitnahme der Zylindertrommel. Die Lage der Schnittpunkte der Rotationsachsen der Halbwalzen eines jeden Walzenpaares auf der Winkelhalbierenden führt dazu, dass die senkrechten und somit radialen Abstände der Schnittpunkte zu der Rotationsachse der Zylindertrommel und zu der Rotationsachse des Triebflansches gleich sind. Durch die von den gleichen Abständen gebildeten gleichen Hebelarme entstehen somit gleiche Winkelgeschwindigkeiten und somit eine gleichförmige Drehung. Durch die Ausbildung gleicher Neigungswinkel der Halbwalzen der Walzenpaare des Kegelstrahl-Walzgelenks wird somit eine Ausführung des Kegelstrahl-Walzgelenks als Gleichlaufgelenk erzielt, das mit geringem Bauaufwand eine exakte drehsynchrone Mitnahme der Zylindertrommel ermöglicht.

[0025] Die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine kann lediglich in einer Rotationsrichtung betrieben werden, wobei es ausreichend ist, für diese Rotationsrichtung ein oder mehrere Walzenpaare vorzusehen, die eine Übertragung eines Mitnahmedrehmoments in der gewünschten Rotationsrichtung zwischen der Triebwelle

und der Zylindertrommel ermöglichen.

[0026] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform der Erfindung ist die Axialkolbenmaschine in beide Rotationsrichtungen betreibbar, wobei für jede Drehrichtung jeweils zumindest ein Walzenpaar zur drehsynchronen Mitnahme der Zylindertrommel vorgesehen ist. Hierdurch wird auf einfache Weise eine Übertragung eines Mitnahmedrehmoments in beiden Rotationsrichtungen zwischen der Triebwelle und der Zylindertrommel erzielt. Das als Kegelstrahl-Halbwalzgelenk ausgebildete Mitnahmegelenk ist somit für Anwendungen der Axialkolbenmaschine als Hydromotor geeignet, der in beiden Drehrichtungen betrieben wird.

[0027] Entsprechend des zu übertragenden Drehmoments zwischen der Triebwelle und der Zylindertrommel kann es bei kleinen zu übertragenden Drehmomenten ausreichend sein, für jede Rotationsrichtung und somit jede Momentenrichtung des Mitnahmedrehmoments nur ein einziges Walzenpaar vorzusehen. Für höhere zu übertragenden Drehmomente zwischen der Triebwelle und der Zylindertrommel kann die Anzahl der Walzenpaare für die entsprechende Rotationsrichtung erhöht werden. Sofern über den Umfang mehrere Walzenpaare, insbesondere mindestens zwei Walzenpaare, verteilt, bevorzugt gleichmäßig verteilt, angeordnet sind, wird ein radialer Kraftausgleich für jede Richtung des Mitnahmedrehmoments erzielt.

[0028] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist die jeweilige in einer zylindrischen Aufnahme aufgenommene Halbwalze in der Aufnahme in Längsrichtung der Rotationsachse gesichert. Hierdurch kann im Betrieb der Axialkolbenmaschine ein Herausgleiten der Halbwalzen aus der jeweiligen zylindrischen Aufnahme sicher verhindert werden.

[0029] Eine derartige Sicherung der Halbwalzen in Längsrichtung kann mit geringem Bauaufwand erzielt werden, wenn die Halbwalzen am zylindrischen Abschnitt mit einem Bund versehen sind, der in eine Nut der Aufnahme eingreift. Ein beispielsweise als Ringbund ausgebildeter Bund bzw. eine als Ringnut ausgebliebene Nut kann an der entsprechenden Halbwalze bzw. der entsprechenden Aufnahme auf einfache Weise und mit geringem Herstelleraufwand hergestellt werden und ermöglicht eine axiale Sicherung der jeweiligen Halbwalze in der zugeordneten Aufnahme.

[0030] Die triebwellenseitigen Aufnahmen für die triebwellenseitigen Halbwalzen der entsprechenden Walzenpaare des Kegelstrahl-Halbwalzgelenks können in der Triebwelle oder in dem Triebflansch ausgebildet sein, so dass die Abstützung der triebwellenseitigen Halbwalzen der entsprechenden Walzenpaare direkt auf der Triebwelle erfolgt.

[0031] Alternativ zu einer direkten Abstützung der triebwellenseitigen Halbwalzen der entsprechenden Walzenpaare auf der Triebwelle können die triebwellenseitigen Aufnahmen in einem mit der Triebwelle drehfest verbundenen Bauteil ausgebildet sein. Hierdurch können Vorteile hinsichtlich einer einfachen Herstellung und Fer-

tigung der triebwellenseitigen Aufnahmen erzielt werden. Das mit den triebwellenseitigen Aufnahmen versehene Bauteil kann hierbei auf einfache Weise durch eine formschlüssige oder kraftschlüssige Drehmomentverbindung mit der Triebwelle drehfest verbunden werden.

[0032] Der Triebflansch kann gemäß einer Ausgestaltungsform der Erfindung an der Triebwelle einstückig angeformt sein. Zudem ist es alternativ möglich, den Triebflansch und die Triebwelle geteilt auszuführen, wobei der Triebflansch mit der Triebwelle drehmomentfest verbunden ist. Der Triebflansch ist somit getrennt von der Triebwelle ausgeführt und kann über eine geeignete Drehmomentverbindung, beispielsweise eine Welle-Nabe-Verbindung, die von einer Keilverzahnung gebildet sein kann, mit der Triebwelle drehfest verbunden sein.

[0033] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die zylindertrommelseitige Aufnahme in einem hülsenförmigen Mitnehmerelement angeordnet, das in der Längsausnehmung der Zylindertrommel angeordnet ist und mit der Zylindertrommel drehfest verbunden ist, wobei sich die Triebwelle durch das hülsenförmigen Mitnehmerelement hindurcherstreckt. Durch die Anordnung und Ausbildung der zylindertrommelseitigen Aufnahmen für die zylindertrommelseitigen Halbwalzen des Kegelstrahl-Halbwalzengetriebs in einem hülsenförmigen Mitnehmerelement, das mit der Zylindertrommel drehfest verbunden ist, können Vorteile hinsichtlich einer einfachen Herstellung und Fertigung der zylindertrommelseitigen Aufnahmen erzielt werden. Das mit den zylindertrommelseitigen Aufnahmen versehene Mitnehmerelement kann hierbei auf einfache Weise durch eine formschlüssige oder kraftschlüssige Drehmomentverbindung mit der Zylindertrommel drehfest verbunden werden. Zudem kann durch das Innere des hülsenförmigen Mitnehmerelements auf einfache Weise die Triebwelle durch das als Kegelstrahl-Halbwalzengetriebs ausgebildete Mitnahmegelenk die Zylindertrommel und die Axialkolbenmaschine hindurchgeführt werden.

[0034] Das hülsenförmige Mitnehmerelement ist hierbei vorteilhafterweise in der Längsausnehmung der Zylindertrommel drehfest angeordnet. Hierdurch wird eine koaxiale Anordnung der Zylindertrommel und des Mitnehmerelements erzielt, die es bei geringem Bauaufwand ermöglicht, die Triebwelle durch das hülsenförmige Mitnehmerelement und somit durch das als Kegelstrahl-Halbwalzengetriebs ausgebildete Mitnahmegelenk hindurchzuführen.

[0035] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die von dem kugelförmigen Abschnitt und dem hohlkugelförmigen Abschnitt gebildete kugelförmige Führung zur Lagerung der Zylindertrommel zwischen der Triebwelle und dem hülsenförmigen Mitnehmerelement ausgebildet. Mit einer kugelförmigen Führung, die von einem kugelförmigen Abschnitt an der Triebwelle und einem hohlkugelförmigen Abschnitt an dem hülsenförmigen Mitnehmerelement gebildet ist, kann auf einfache Weise bei einer erfindungsgemäßen mit einem Durchtrieb des Drehmoments versehenen Axialkolben-

maschine die Zylindertrommel zentriert und gelagert werden. Zudem wird hierdurch erzielt, dass die zwischen dem Mitnahmegelenk und der Triebwelle angeordneten Walzenpaare des Kegelstrahl-Halbwalzengetriebs im Bereich der kugelförmigen Führung angeordnet sind, wodurch eine bauraumsparende Ausführung der Axialkolbenmaschine erzielt wird.

[0036] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist das Mitnehmerelement mit mindestens einer fingerförmigen Erhebung versehen, die sich in Richtung zur Triebwelle erstreckt und in der jeweils eine zylindertrommelseitige Aufnahme für eine zylindertrommelseitige Halbwalze ausgebildet ist. Mit derartigen fingerförmigen Erhebungen an dem hülsenförmigen Mitnehmerelement wird auf einfache Weise ermöglicht, die beiden Halbwalzen des Walzenpaares zur Übertragung des Mitnahmemoments zwischen der Zylindertrommel und der Triebwelle anzuordnen.

[0037] Mit besonderem Vorteil ist gemäß einer Weiterbildung der Erfindung die Triebwelle bzw. der Triebflansch bzw. das mit der Triebwelle drehfest verbundene Bauteil mit mindestens einer taschenförmigen Ausnehmung versehen, in die das Mitnehmerelement mit jeweils einer fingerförmigen Erhebung eingreift, wobei in der taschenförmigen Ausnehmung jeweils eine triebwellenseitige Aufnahme für eine triebwellenseitige Halbwalze ausgebildet ist. Die fingerförmigen Erhebung an dem Mitnehmerelement bzw. der Zylindertrommel greifen somit jeweils in eine taschenförmige triebwellenseitige Ausnehmung ein, wodurch eine bauraumsparende Anordnung des als Kegelstrahl-Halbwalzengetriebs ausgebildeten Mitnahmegelenks zwischen der Triebwelle und der Zylindertrommel erzielt wird.

[0038] Die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine kann als Konstantmaschine mit einem festen Verdrängervolumen ausgebildet sein.

[0039] Bei dem als Kegelstrahl-Halbwalzengetriebs ausgeführte Mitnahmegelenk, das auf einfache Weise als Gleichlaufgelenk ausgeführt werden kann, zur Mitnahme der Zylindertrommel ist zudem eine Veränderung des Schwenkwinkels, d.h. der Rotationsachsen der Triebwelle und der Zylindertrommel zueinander möglich, so dass das als Kegelstrahl-Halbwalzengetriebs ausgeführte Mitnahmegelenk für eine Verstellmaschine mit einem veränderbaren Verdrängervolumen geeignet ist. Das als Kegelstrahl-Halbwalzengetriebs ausgeführte Mitnahmegelenk hat als weiteren Vorteil, dass bei einer Verringerung des Schwenkwinkels durch Zurückschwenken der Zylindertrommel kein Losespiel auftritt mit den damit einhergehenden Nachteilen wie bei den Axialkolbenmaschinen in Schrägsachsenbauweise mit einer Mitnahme der Zylindertrommel über Pleuel oder über die Kolben.

[0040] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Leistungsverzweigungsgetriebe mit einer Axialkolbenmaschine nach einem der vorangegangenen Ansprüche. Insbesondere bei einer Ausführung der Triebwelle der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise als Hohlwelle, durch die ein die Axialkol-

benmaschine durchsetzender Drehmomentstab hindurchgeführt ist, der mit einer von der Drehzahl der Triebwelle unabhängigen Drehzahl und/oder der gegenüber der Triebwelle mit gleicher oder unterschiedlicher Drehrichtung betrieben werden kann, ergeben sich bei einem Leistungsverzweigungsgetriebe besondere Vorteile, da an der Triebwelle das Drehmoment des hydrostatischen Zweiges des Leistungsverzweigungsgetriebes und an dem Drehmomentstab das Drehmoment des mechanischen Zweiges des Leistungsverzweigungsgetriebes herrschen können.

[0041] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigt

- Figur 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schrägachsenmaschine in einem Längsschnitt,
- Figur 2 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schrägachsenmaschine in einem Längsschnitt,
- Figur 3 eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schrägachsenmaschine in einem Längsschnitt,
- Figur 4 einen Ausschnitt der Figuren 1 bis 3 im Bereich des als Gleichlaufgelenks ausgebildeten Mitnahmegelenks in einer vergrößerten Darstellung,
- Figur 5 einen Schnitt entlang der Linie A-A der Figur 4 mit den an dem Mitnahmegelenk auftretenden Übertragungskräften für eine erste Drehrichtung,
- Figur 6 einen Schnitt entlang der Linie A-A der Figur 4 mit den an dem Mitnahmegelenk auftretenden Übertragungskräften für eine zweite, entgegengesetzte Drehrichtung,
- Figur 7 das Mitnahmegelenk zwischen der Triebwelle und dem Mitnehmerelement der Zylindertrommel in einer dreidimensionalen Darstellung,
- Figur 8 die Darstellung der Figur 7 mit den Walzenpaaren des Mitnahmegelenks bei entferntem Mitnahmegelenk,
- Figur 9 eine Darstellung der Walzenpaare der Figuren 7 und 8,
- Figur 10 die Triebwelle in einer dreidimensionalen Darstellung,

Figur 11 das Mitnehmerelement des Mitnahmegelenks mit den Walzenpaaren in einer dreidimensionalen Darstellung und

- 5 Figur 12 eine Ansicht gemäß der Figur 11 ohne die Walzenpaare des Mitnahmegelenks.

[0042] Die erfindungsgemäße als Schrägachsenmaschine ausgebildete hydrostatische Axialkolbenmaschine 1 gemäß der Figur 1 weist ein Gehäuse 2 auf, das aus einem Gehäusetopf 2a und einem Gehäusedeckel 2b besteht. In dem Gehäuse 2 ist eine mit einem Triebflansch 3 versehene Triebwelle 4 mittels Lagern 5a, 5b um eine Rotationsachse R_L drehbar gelagert. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Triebflansch 3 einstückig an der Triebwelle 4 angeformt.

- 10 **[0043]** Axial benachbart zu dem Triebflansch 3 ist eine Zylindertrommel 7 in dem Gehäuse 2 angeordnet, die mit mehreren Kolbenausnehmungen 8 versehen ist, die konzentrisch zu einer Rotationsachse R_Z der Zylindertrommel 7 angeordnet sind. In jeder Kolbenausnehmung 8 ist ein Kolben 10 längsverschiebbar angeordnet.

15 **[0044]** Die Rotationsachse R_L der Triebwelle 4 schneidet die Rotationsachse R_Z der Zylindertrommel 7 im Schnittpunkt S.

- 20 **[0045]** Die Zylindertrommel 7 ist mit einer zentralen, konzentrisch zur Rotationsachse R_Z der Zylindertrommel 7 angeordneten Längsausnehmung 11 versehen, durch die sich die Triebwelle 4 hindurcherstreckt. Die durch die Axialkolbenmaschine 1 hindurchgeführte Triebwelle 4 ist mittels der Lager 5a, 5b beidseitig der Zylindertrommel 7 gelagert.

25 **[0046]** Hierzu ist die Triebwelle 4 mit dem Lager 5a in dem Gehäusetopf 2a und mit dem Lager 5b in dem Gehäusedeckel 2b gelagert.

- 30 **[0047]** Die Triebwelle 4 ist an dem triebflanschseitigen Ende mit einem Drehmomentübertragungsmittel 12, beispielsweise einer Keilverzahnung, zum Einleiten eines Antriebsdrehmoments bzw. Abgriff eines Abtriebsdrehmoments ausgeführt. Das gegenüberliegende, zylindertrommelseitige Ende der durch die Axialkolbenmaschine 1 hindurchgeführten Triebwelle 4 ist aus dem Gehäusedeckel 2b herausgeführt und mit einem Drehmomentübertragungsmittel 13 versehen. Das Drehmomentübertragungsmittel 13 an dem aus dem Gehäusedeckel 2b herausragenden Wellenstummel der Triebwelle 4 ist bevorzugt als Keilwellenverzahnung oder Polygonprofil oder Passfederverbindung ausgebildet. Mit der Triebwelle 4 kann somit ein Durchtrieb eines Drehmoments durch die Axialkolbenmaschine 1 erzielt werden. Mit dem Durchtrieb kann ein Drehmoment durch die Axialkolbenmaschine 1 hindurchgeführt werden oder bei einer als Hydromotor ausgebildete Axialkolbenmaschine 1 ein beidseitiger Abtrieb ermöglicht werden. In dem Gehäusedeckel 2b ist hierzu eine konzentrisch zur Rotationsachse R_L der Triebwelle 4 angeordnete Durchgangsbohrung 14 für die Triebwelle 4 ausgebildet.

[0048] Die in der Figur 1 dargestellte Axialkolbenma-

schine ist als Konstantmaschine mit einem festen Verdrängervolumen ausgeführt, wobei die Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 zur Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 einen festen Neigewinkel bzw. Schwenkwinkel α aufweist.

[0049] 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 an dem Gehäusedeckel 2b ausgebildeten 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 in dem Gehäusedeckel 2b angeordneten Steuerausnehmungen ist die Zylindertrommel 7 an jeder Kolbenausnehmung 8 mit einer Steueröffnung 18 versehen.

[0050] 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 Gelenkverbindung 20 ausgebildet. Die Gelenkverbindung 20 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als Kugelgelenk ausgebildet, das von einem Kugelkopf 10a des Kolbens 10 und einer Kugelkalotte 3a in dem Triebflansch 3 gebildet ist, in der der Kolben 10 mit dem Kugelkopf 10a befestigt ist.

[0051] 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.

[0052] 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.

[0053] Zur Lagerung und Zentrierung der Zylindertrommel 7 ist zwischen der Zylindertrommel 7 und der Triebwelle 4 eine kugelförmige Führung 25 ausgebildet. Die kugelförmige Führung 25 ist von einem kugelförmigen Abschnitt 26 der Triebwelle 4 gebildet, auf dem die Zylindertrommel 7 mit einem im Bereich der zentralen Längsausnehmung 11 angeordneten hohlkugelförmigen Abschnitt 27 angeordnet ist. Der Mittelpunkt der Abschnitte 26, 27 liegt auf dem Schnittpunkt S der Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 und der Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7.

[0054] Um im Betrieb der Axialkolbenmaschine 1 eine Mitnahme der Zylindertrommel 7 zu erzielen, ist zwischen der Triebwelle 4 und der Zylindertrommel 7 ein Mitnahmegelenk 30 angeordnet, das die Triebwelle 4 und die Zylindertrommel 7 in Drehrichtung koppelt. Das Mitnahmegelenk 30 ist als Gleichlaufgelenk ausgebildet,

das eine drehsynchrone Mitnahme der Zylindertrommel 7 mit der Triebwelle 4 ermöglicht, so dass sich eine gleichmäßige, synchrone Drehung der Zylindertrommel 7 mit der Triebwelle 4 ergibt. Das in der Zeichenebene und Schnittebene der Figur 1 nicht näher dargestellte als Gleichlaufgelenk ausgebildete Mitnahmegelenk 30 ist als Kegelstrahl-Halbwalzgelenk 31 ausgebildet.

[0055] Der Aufbau des Kegelstrahl-Halbwalzgelenks 31, mit dem die Zylindertrommel 7 und die Triebwelle 4 drehsynchron gekoppelt ist, wird im Folgenden anhand der Figuren 4 bis 12 näher beschrieben.

[0056] Das Kegelstrahl-Halbwalzgelenk 31 wird von mehreren Walzenpaaren 50, 51, 52, 53 gebildet, die zwischen der Triebwelle 4 und einem mit der Zylindertrommel 7 drehfest verbundenen hülsenförmigen Mitnehmerelement 40 angeordnet sind.

[0057] Das hülsenförmige Mitnehmerelement 40 ist in der zentralen Längsausnehmung 11 der Zylindertrommel 7 angeordnet. Das Mitnehmerelement 40 ist an der Zylindertrommel 7 in Längsrichtung der Zylindertrommel 7 in axialer Richtung sowie in Umfangsrichtung gesichert. Zur Axialsicherung liegt das Mitnehmerelement 40 mit einer Stirnseite an einem Durchmesserabsatz 11a der Längsausnehmung 11 an. Die Verdrehung erfolgt mittels eines Sicherungsmittels 45, das im dargestellten Ausführungsbeispiel von einem zwischen dem hülsenförmigen Mitnehmerelement 40 und der Zylindertrommel 7 angeordneten Verbindungsstift gebildet ist. Die durch die Axialkolbenmaschine 1 hindurchgeführte Triebwelle 4 erstreckt sich hierbei ebenfalls durch das hülsenförmige Mitnehmerelement 40. Der Innendurchmesser des hülsenförmigen Mitnehmerelements 40 ist hierzu mit einer mit der Längsausnehmung 11 der Zylindertrommel 7 fluchtenden Kontur versehen.

[0058] Jedes der mehreren Walzenpaare 50-53 des Kegelstrahl-Halbwalzgelenks 31 besteht aus jeweils zwei und somit einem Paar halbzyklischer Halbwalzen 50a, 50b, 51a, 51b, 52a, 52b, 53a, 53b. Die halbzyklischen Halbwalzen 50a, 50b, 51a, 51b, 52a, 52b, 53a, 53b sind - wie in Verbindung mit der Figur 9 verdeutlicht ist - jeweils von im Wesentlichen bis zu einer Rotationsachse RR_t , RR_z abgeflachte zylindrische Körper. An den abgeflachten Seiten bilden die paarweise angeordneten Halbwalzen 50a, 50b, 51a, 51b, 52a, 52b, 53a, 53b ebene Gleitflächen GF, an denen die beiden Halbwalzen 50a, 50b, 51a, 51b, 52a, 52b, 53a, 53b eines Walzenpaares 50, 51, 52, 53 unter Ausbildung einer Flächenberührung aneinanderliegen.

[0059] Die Halbwalzen 50a, 50b, 51a, 51b, 52a, 52b, 53a, 53b sind in radialer Richtung innerhalb des Teilkreises der Kolben 10 und beabstandet von den Rotationsachsen R_t , R_z angeordnet. Das Kegelstrahl-Halbwalzgelenk 31 kann daher bauraumsparend innerhalb des Teilkreises der Kolben 10 angeordnet werden und die Triebwelle 4 für die Durchtriebsmöglichkeit des Drehmoments radial innerhalb der Halbwalzen des Kegelstrahl-Halbwalzgelenks 31 durchgeführt werden.

[0060] Jedes Walzenpaar 50-53 weist eine zu der Zy-

lindertrommel 7 gehörige zylindertrommelseitige Halbwalze 50a, 51a, 52a, 53a und eine zu der Triebwelle 4 gehörige triebwellenseitige Halbwalze 50b, 51b, 52b, 53b auf, die an den ebenen Gleitflächen GF aneinander liegen und miteinander in Kontakt stehen.

[0061] Die zylindertrommelseitige Halbwalze 50a, 51a, 52a, 53a des entsprechenden Walzenpaares 50-53 sind jeweils in einer zylindrischen, insbesondere teilzylindrischen, zylindertrommelseitigen Aufnahme 55a, 56a, 57a, 58a und die triebwellenseitige Halbwalze 50b, 51b, 52b, 53b eines Walzenpaares 50-53 in einer zylindrischen, insbesondere teilzylindrischen, triebwellenseitigen Aufnahme 55b, 56b, 57b, 58b aufgenommen.

[0062] Die Halbwalzen 50a, 51a, 52a, 53a, 50b, 51b, 52b, 53b sind in der jeweiligen zylindrischen Aufnahme 55a, 56a, 57a, 58a, 55b, 56b, 57b, 58b in Längsrichtung der entsprechenden Rotationsachse gesichert.

[0063] Hierzu ist jede Halbwalzen 50a, 51a, 52a, 53a, 50b, 51b, 52b, 53b im zylindrischen Abschnitt mit einem Bund 60 versehen sind, der in eine Nut 61 der entsprechenden Aufnahme 55a, 56a, 57a, 58a, 55b, 56b, 57b, 58b eingreift.

[0064] In der Figur 4 ist hierbei von dem Walzenpaar 50 mit dicken Linien die triebwellenseitige Halbwalze 50b und mit dünnen Linien die auf der Halbwalze 50b aufliegende zylindertrommelseitige Halbwalze 50a dargestellt. Von dem Walzenpaar 51 ist mit dicken Linien die zylindertrommelseitige Halbwalze 51a und mit dünnen Linien die auf der Halbwalze 51a aufliegende triebwellenseitige Halbwalze 51b dargestellt. Von den Halbwalzen 50b und 51a sind die in der Schnittebene der Figur 4 liegenden abgeflachten, ebenen Gleitflächen GF dargestellt.

[0065] Bei dem Kegelstrahl-Halbwalzengetriebe 31 sind - wie in der Figur 4 verdeutlicht sind - die Rotationsachsen RR_t der triebwellenseitigen Halbwalzen 50b, 51b, 52b, 53b zur Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 um einen Neigungswinkel γ geneigt. Die Rotationsachsen RR_t der triebwellenseitigen Halbwalze 50b, 51b, 52b, 53b schneiden die Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 im Schnittpunkt S_t . Die einzelnen Rotationsachsen RR_t der mehreren triebwellenseitigen Halbwalzen 50b, 51b, 52b, 53b bilden einen in der Figur 4 dargestellten Kegelstrahl um die Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 mit der Spitze im Schnittpunkt S_t .

[0066] Entsprechend sind die Rotationsachsen RR_z der zylindertrommelseitigen Halbwalzen 50a, 51a, 52a, 53a zur Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 um einen Neigungswinkel γ geneigt. Die Rotationsachsen RR_z der zylindertrommelseitigen Halbwalzen 50a, 51a, 52a, 53a schneiden die Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 im Schnittpunkt S_z . Die einzelnen Rotationsachsen RR_z der mehreren zylindertrommelseitigen Halbwalzen 50a, 51a, 52a, 53a bilden einen in der Figur 4 dargestellten Kegelstrahl um die Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 mit der Spitze im Schnittpunkt S_z .

[0067] Die Neigungswinkel γ der Rotationsachsen RR_z

der zylindertrommelseitigen Halbwalzen 50a, 51a, 52a, 53a zur Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 und der Rotationsachsen RR_t der triebwellenseitigen Halbwalzen 50b, 51b, 52b, 53b zur Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 sind betragsmäßig identisch. Die Neigungswinkel γ der Rotationsachsen RR_z , RR_t der Halbwalzen der miteinander zu koppelnden Triebwelle 4 und Zylindertrommel 7 sind somit gleich. Hierdurch wird erzielt, dass sich an den entsprechenden Walzenpaaren 50-53 jeweils paarweise die zu der Triebwelle 4 gehörigen Rotationsachsen RR_t und die zur Zylindertrommel 7 gehörigen Rotationsachsen RR_z der ein Walzenpaar bildenden beiden Halbwalzen in einer Ebene E schneiden, die der Winkelhalbierenden zwischen der Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 und der Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 entspricht. Die in der Ebene E liegenden Schnittpunkte SP, in denen sich paarweise die jeweilige zu der Triebwelle 4 gehörige Rotationsachsen RR_t mit der zur Zylindertrommel 7 gehörigen Rotationsachse RR_z der ein Walzenpaar bildenden zwei Halbwalzen schneiden, sind in der Figur 4 verdeutlicht. Die Ebene E ist somit mit dem halben Neigungswinkel bzw. Schwenkwinkel $\alpha/2$ bezüglich einer senkrecht zur Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 stehenden Ebene E1 und einer senkrecht zur Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 stehenden Ebene E2 geneigt. Die Ebene E geht durch den Schnittpunkt S der Rotationsachsen R_t , R_z .

[0068] Die Halbwalzen 50a, 50b, 51a, 51b, 52a, 52b, 53a, 53b des jeweiligen Walzenpaares 50, 51, 52, 53 sind im Bereich der Schnittpunkte SP der Rotationsachsen RR_t , RR_z angeordnet, wodurch an den Schnittpunkten SP der beiden Halbwalzen des jeweiligen Walzenpaares 50-53 die Kraftübertragung zwischen den ebenen Gleitfläche GF zur Mitnahme der Zylindertrommel 7 stattfindet.

[0069] Durch die Lage der Schnittpunkte SP der beiden Halbwalzen der jeweiligen Walzenpaare 50-53 auf der winkelhalbierenden Ebene E ergibt sich, dass die senkrechten, radialen Abstände r_1 , r_2 der Schnittpunkte SP zu der Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 und zu der Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 betragsmäßig gleich groß sind. Durch die gleich großen, von den radialen Abständen r_1 , r_2 gebildeten Hebelarme der Schnittpunkte SP entstehen gleiche Winkelgeschwindigkeiten ω_1 der Triebwelle 4 und ω_2 der Zylindertrommel 7, wodurch das Kegelstrahl-Halbwalzengetriebe 31 ein Gleichlaufgetriebe bildet, das eine exakte drehsynchrone und gleichmäßige Mitnahme und Drehung der Zylindertrommel 7 ermöglicht.

[0070] Im Betrieb der Axialkolbenmaschine 1 bei einer Drehung der Triebwelle 4 findet bei einer Neigung der Rotationsachse R_z der Zylindertrommel 7 zu der Rotationsachse R_t der Triebwelle 4 mit dem Neigungswinkel bzw. Schwenkwinkel α ein Gleiten der beiden Gleitflächen GF der beiden Halbwalzen jedes Walzenpaares 50-53 zueinander statt. Zudem findet eine Rotation der jeweiligen halbzyklindrischen Halbwalze um die jeweilige Rotationsachse RR_t bzw. RR_z in der von der zylindri-

schen Aufnahme 55a, 56a, 57a, 58a, 55b, 56b, 57b, 58b gebildeten Bettung der entsprechenden Halbwalze statt. Aufgrund der Neigung der Rotationsachsen RR_1 , RR_2 der jeweils paarweise angeordneten Halbwalzen 50a, 50b, 51a, 51b, 52a, 52b, 53a, 53b zueinander können sich durch Drehung in den entsprechenden Aufnahmen 55a, 56a, 57a, 58a, 55b, 56b, 57b, 58b die ebenen Flächen und somit die Gleitflächen GF der aneinander liegenden Halbwalzen zueinander ausrichten.

[0071] Die in der Figur 1 dargestellte Axialkolbenmaschine 1 ist in beiden Drehrichtungen betreibbar. Um in beiden Drehrichtungen eine drehsynchrone Mitnahme der Zylindertrommel 7 zu erzielen, ist für jede Drehrichtung und somit Momentenrichtung des Mitnahmedrehmoments für die Mitnahme der Zylindertrommel 7 jeweils zumindest ein Walzenpaar 50-53 vorgesehen.

[0072] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel dienen die Walzenpaare 50, 51 zur Mitnahme der Zylindertrommel 7 bei einer Drehung der Triebwelle 4 im Gegenurzeigersinn. In der Figur 5 sind für diese Drehrichtung der Triebwelle 4 die an den ebenen Gleitflächen GF der Halbwalzen 50a, 50b und 51a, 51b der Walzenpaare 50, 51 übertragenen Kräfte F_1 , F_2 , die das Mitnahmedrehmoment M_2 zur Mitnahme der Zylindertrommel 7 erzeugen, dargestellt. Über die Triebwelle 4 wird das Drehmoment M_1 und an den triebwellenseitigen Halbwalzen 50b, 51b die Kräfte F_1 aufgebracht, die über die an den zylindertrommelseitigen Halbwalzen 50a, 51a auftretenden Kräfte F_2 das Mitnahmedrehmoment M_2 zur Mitnahme der Zylindertrommel 7 erzeugen.

[0073] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel dienen die Walzenpaare 52, 53 zur Mitnahme der Zylindertrommel 7 bei einer entgegengesetzten Drehung der Triebwelle 4 im Uhrzeigersinn. In der Figur 6 sind für diese Drehrichtung der Triebwelle 4 die an den ebenen Gleitflächen GF der Halbwalzen 52a, 52b und 53a, 53b der Walzenpaare 52, 53 aus dem an der Triebwelle 4 wirkenden Drehmoment M_1 übertragenen Kräfte F_1 , F_2 , die das Mitnahmedrehmoment M_2 zur Mitnahme der Zylindertrommel 7 erzeugen, dargestellt. Über die Triebwelle 4 wird das Drehmoment M_1 und an den triebwellenseitigen Halbwalzen 52b, 53b die Kräfte F_1 aufgebracht, die über die an den zylindertrommelseitigen Halbwalzen 52a, 53a auftretenden Kräfte F_2 das Mitnahmedrehmoment M_2 zur Mitnahme der Zylindertrommel 7 erzeugen.

[0074] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind für jede Drehrichtung jeweils zwei Walzenpaare 50, 51 bzw. 52, 53 vorgesehen, wobei die Walzenpaare 50, 51 für die erste Drehrichtung und die Walzenpaare 52, 53 für die zweite Drehrichtung über den Umfang gleichmäßig verteilt sind. Hierdurch kann ein radialer Kraftausgleich erzielt werden. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit zwei Walzenpaaren pro Drehrichtung sind die Walzenpaare 50, 51 um einen Drehwinkel von 180° versetzt angeordnet und die Walzenpaare 52, 53 um einen Drehwinkel von 180° versetzt angeordnet. Die Walzenpaare 50, 51 für die erste Drehrichtung sind zu den

Walzenpaaren 52, 53 für die zweite Drehrichtung um einen Drehwinkel von 90° versetzt.

[0075] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die triebwellenseitigen Aufnahmen 55b, 56b, 57b, 58b für die triebwellenseitigen Halbwalzen 50b, 51b, 52b, 53b in der Triebwelle 4 ausgebildet. Im Bereich des kugelförmigen Abschnitts 26 ist die Triebwelle 4 hierzu mit taschenförmigen Ausnehmung 70, 71, 72, 73 versehen, an deren Seitenflächen jeweils eine triebwellenseitigen Aufnahme 55b, 56b, 57b, 58b ausgebildet ist.

[0076] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die zylindertrommelseitigen Aufnahmen 55a, 56a, 57a, 58a für die zylindertrommelseitigen Halbwalzen 50a, 51a, 52a, 53a in dem hülsenförmigen Mitnehmerelement 40 ausgebildet. Das hülsenförmige Mitnehmerelement 40 ist hierzu mit fingerförmigen Erhebungen 41, 42, 43, 44 versehen ist, die sich in Richtung zur Triebwelle 4 erstrecken und in denen jeweils eine zylindertrommelseitige Aufnahme 55a, 56a, 57, 58a ausgebildet ist. Das hülsenförmige Mitnehmerelement 40 ist weiterhin mit dem hohlkugelförmigen Abschnitt 27 der kugelförmigen Führung 25 versehen.

[0077] Jede fingerförmige Erhebung 41, 42, 43, 44 des Mitnehmerelements 40 greift hierbei in eine zugeordnete taschenförmigen Ausnehmung 70, 71, 72, 73 der Triebwelle 4 ein.

[0078] In den Figuren 2 und 3 sind weitere Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise dargestellt, wobei mit der Figur 1 identische Bauteile mit identischen Bezugsziffern versehen sind. Die in den Figuren 2 und 3 dargestellten Ausführungsformen sind hinsichtlich der Ausführung des als Gleichlaufgelenk ausgebildeten Kegelstrahl-Halbwalzenengelenks 31 zur Mitnahme der Zylindertrommel 7 mit den Figuren 4 bis 132 identisch.

[0079] Bei der Axialkolbenmaschine 1 der Figur 2 ist die Triebwelle 4 als Hohlwelle ausgebildet, die mit einer konzentrisch und koaxial zur Rotationsachse R_1 angeordneten Längsbohrung 100 versehen ist. In der Längsbohrung 100 ist ein Drehmomentstab 105 konzentrisch zur Rotationsachse R_1 angeordnet, der durch die Triebwelle 4 hindurchgeführt ist. Über den Drehmomentstab 105 kann ein Drehmoment M_t übertragen und ein Drehmomentdurchtrieb durch die Axialkolbenmaschine 1 erzielt werden. Der Drehmomentstab 105 weist zu der Triebwelle 4 keine mechanische Wirkverbindung auf. Dadurch kann die Triebwelle 4 und der Drehmomentstab 105 mit unterschiedlichen Drehzahlen und/oder unterschiedlichen Drehrichtungen rotieren.

[0080] Bei dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 ist die Triebwelle 4 nur an dem triebflanschseitigen Ende mit dem Drehmomentübertragungsmittel 12 zum Einleiten bzw. Abgriff eines Drehmoments versehen. Das zylindertrommelseitige Ende der Triebwelle 4 endet im Bereich des Gehäusedeckels 2b.

[0081] In der Figur 3 ist ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine 1 dargestellt, bei der die Triebwelle 4 analog zu der Figur 2 als Hohl-

welle ausgebildet und mit der coaxialen Längsbohrung 100 zur Durchführung des Drehmomentstabes 105 ausgebildet ist, und die Triebwelle 4 analog zu der Figur 1 an dem triebflanschseitigen Ende mit dem Drehmomentübertragungsmittel 12 und an dem aus dem Gehäusedeckel 2b herausgeführten zylindertrommelseitigen Wellende mit einem Drehmomentübertragungsmittel 13 versehen ist.

[0082] Eine erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine 1 mit einem Gleichlaufgelenk zur Mitnahme der Zylindertrommel 7 und einer Drehmomentdurchtriebsmöglichkeit weist eine Reihe von Vorteilen auf.

[0083] Das als Kegelstrahl-Halbwalzengelenk 31 ausgebildete Gleichlaufgelenk ermöglicht auf einfache Weise durch die Anordnung der Halbwalzen über die Längsausnehmung 11 eine Durchtriebsmöglichkeit für eine Drehmoment auf die zylindertrommelseitige Seite der Axialkolbenmaschine 1 zu schaffen. Das als Kegelstrahl-Halbwalzengelenk 31 ausgebildete Gleichlaufgelenk kann durch entsprechende Wahl der Neigungswinkel γ der Rotationsachsen RR_z , RR_t der Halbwalzen auf einfache Weise als homokinetisches Gleichlaufgelenk ausgeführt werden. Das als Gleichlaufgelenk ausgebildete Kegelstrahl-Halbwalzengelenk 31 ist für Axialkolbenmaschinen 1 mit einem konstanten oder einem verstellbaren Verdrängervolumen geeignet. Bei einer Verstellmaschine tritt beim Zurückschwenken der Zylindertrommel 7 auf ein verringertes Verdrängervolumen kein Losespiel auf. Zudem wird als wesentlicher Vorteil des Kegelstrahl-Halbwalzengelenk 31 ermöglicht, die Triebwelle 4 durch die Zylindertrommel 7 und die Axialkolbenmaschine 1 hindurchzuführen, um eine Durchtriebsmöglichkeit zu schaffen. Die Triebwelle 4 kann beidseitig der Zylindertrommel 7 im Gehäuse 2 gelagert werden, wodurch Vorteile hinsichtlich einer kompakten Bauweise der Axialkolbenmaschine 1 in axialer Richtung erzielt werden. Das Kegelstrahl-Halbwalzengelenk 31 weist eine Flächenberührung auf. Durch den Flächenkontakt an den ebenen Gleitflächen GF der beiden Halbwalzen eines Walzenpaares 51-53 treten lediglich geringe Hertzsche Pressungen auf, wodurch das Kegelstrahl-Halbwalzengelenk 31 unempfindlich und robust gegen Überlast ist, die beispielsweise durch eine hohe Drehbeschleunigung entstehen kann. Das Kegelstrahl-Halbwalzengelenk 31 ist somit für eine Axialkolbenmaschine 1, bevorzugt einen Hydromotor, bei Anwendungen mit hohen Drehbeschleunigungen geeignet. Aufgrund der geringen auftretenden Belastungen durch den Flächenkontakt an den ebenen Gleitflächen GF der Halbwalzen ist an den Halbwalzen an den ebenen und abgeflachten Gleitflächen GF lediglich eine Oberflächenbehandlung hinsichtlich eines Verschleißschutzes erforderlich. Auf eine tiefe Aufhärtung der Halbwalzen kann verzichtet werden. Durch die begrenzte Oberflächenhärtung der Halbwalzen, die beispielsweise durch Nitrieren erzielt werden kann, tritt lediglich eine geringe Maßänderung der Halbwalzen auf, so dass auf eine mechanische Nachbearbeitung der Halbwalzen verzichtet werden kann. Der

geringe Herstellaufwand für die Halbwalzen des Kegelstrahl-Halbwalzengelenks 31 führt zu einem geringen Bauaufwand für die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine 1.

[0084] Bei der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine 1 sind die Funktion Drehmomentmitnahme der Zylindertrommel 7 durch das Kegelstrahl-Halbwalzengelenk 31 und die Funktion Lagerung der Zylindertrommel 7 durch die kugelförmige Führung 25 getrennt. Beide Funktionen sind durch die erforderlichen, geometrisch einfachen Flächen und Bauteile einfach und kostengünstig herzustellen. Insbesondere können die Aufnahmen für die Halbwalzen des Kegelstrahl-Halbwalzengelenks 31 und die Halbwalzen selbst auf einfache Weise und kostengünstig hergestellt werden.

[0085] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Die Ausführungsformen der Figuren 1 bis 3 können alternativ zu den dargestellten Ausführungsformen als Konstantmaschine ebenfalls als Verstellmaschine ausgeführt werden. Bei einer Verstellmaschine ist der Neigungswinkel α 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 ausgebildet, der im Gehäuse 2 verschwenkbar angeordnet ist.

[0086] Das Kegelstrahl-Halbwalzengelenk 31 ist nicht auf die dargestellte Anzahl von Walzenpaaren beschränkt. Es versteht sich, dass für höhere zu übertragende Mitnahmedrehmomente M_2 der Zylindertrommel 7 anstelle von zwei Walzenpaaren pro Drehrichtung eine höhere Anzahl von Walzenpaaren eingesetzt werden kann. Entsprechend kann für niedrigere zu übertragende Mitnahmedrehmomente M_2 der Zylindertrommel 7 lediglich ein einzelnes Walzenpaar pro Drehrichtung vorgesehen werden.

[0087] Sofern die Axialkolbenmaschine lediglich in einer Drehrichtung betreibbar ist, sind entsprechend nur für die gewünschte Drehrichtung ein Walzenpaar oder mehrere Walzenpaare erforderlich, um das Mitnahmedrehmomente M_2 der Zylindertrommel 7 übertragen zu können.

[0088] Die triebwellenseitigen Aufnahmen 55b, 56b, 57b, 58b für die Aufnahme und Abstützung der triebwellenseitigen Halbwalzen 50b, 51b, 52b, 53b können alternativ zu einer Ausbildung in der Triebwelle 4 in dem Triebflansch 3 oder einem mit der Triebwelle 4 drehfest verbundenen Bauteil ausgebildet werden. Der Triebflansch 3 und die Triebwelle 4 können ebenfalls geteilt ausgeführt werden, wobei der Triebflansch 3 über ein geeignetes Drehmomentübertragungsmittel, beispielsweise eine Verzahnung, mit der Triebwelle 4 drehfest verbunden ist. Die triebwellenseitigen Aufnahmen 55b, 56b, 57b, 58b zur Bettung der triebwellenseitigen Halbwalzen 50b, 51b, 52b, 53b können bei einer derartigen geteilten Ausführung der Triebwelle 4 und des Triebflansches 3 ebenfalls wahlweise in dem Triebflansch 3 oder der

Triebwelle 4 angeordnet werden.

[0089] Die Axialkolbenmaschine 1 kann als Hydromotor oder als Hydropumpe ausgebildet werden.

[0090] Die Durchtriebsmöglichkeit an der mit den Drehmomentübertragungsmitteln 12, 13 an beiden Seiten versehenen Triebwelle 4 ermöglicht es, bei einer als Hydropumpe eingesetzten erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine 1 mehrere Hydropumpen hintereinander anzuordnen und über einen Durchtrieb des Drehmoments anzutreiben. Die Durchtriebsmöglichkeit an der mit den Drehmomentübertragungsmitteln 12, 13 an beiden Seiten versehenen Triebwelle 4 ermöglicht es, bei einer als Hydromotor eingesetzten erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine 1 mehrere Hydromotoren hintereinander anzuordnen und über einen Durchtrieb des Drehmoments das Abtriebsdrehmoment zu erhöhen. Die Durchtriebsmöglichkeit an der mit den Drehmomentübertragungsmitteln 12, 13 an beiden Enden versehenen Triebwelle 4 ermöglicht es bei einer als Hydromotor eingesetzten erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine 1, ein Abtriebsdrehmoment an beiden Wellenden der Triebwelle 4 abzugreifen. Hierdurch ergeben sich Vorteile bei einem Fahrtrieb, bei dem die Triebwelle 4 mit verschiedenen angetriebenen Rädern oder verschiedenen angetriebenen Achsen eines Fahrzeugs verbunden ist.

[0091] Die Ausführung der Triebwelle 4 als Hohlwelle mit einem durch die Hohlwelle hindurchgeführten Drehmomentstab 105 ermöglicht es, einen Durchtrieb durch die Axialkolbenmaschine 1 über den Drehmomentstab 105 zu erzielen und über den Drehmomentstab 105 in Drehmoment M_t im Inneren der Axialkolbenmaschine 1 durch die Axialkolbenmaschine 1 hindurchzuführen, wobei der Drehmomentstab 105 und die Triebwelle 4 unterschiedliche Drehzahlen und/oder unterschiedliche Drehrichtungen aufweisen können. Der Durchtrieb eines Drehmoments durch den im Inneren der Triebwelle 4 angeordneten Drehmomentstab 105 führt zu einer universellen Anwendbarkeit der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine 1 und ermöglicht besondere Vorteile bei der Anwendung der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine 1 in einem Leistungsverzweigungsgetriebe.

Patentansprüche

1. Hydrostatische Axialkolbenmaschine (1) in Schrägachsenbauweise mit einer um eine Rotationsachse (R_t) drehbar angeordneten Triebwelle (4), die mit einem Triebflansch (3) versehen ist, und einer um eine Rotationsachse (R_z) drehbar angeordneten Zylindertrommel (7), wobei die Zylindertrommel (7) mit mehreren konzentrisch zur Rotationsachse (R_z) der Zylindertrommel (7) angeordneten 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 wobei zwischen der Triebwelle (4) und der Zylindertrommel (7) ein als Gleichlaufgelenk

ausgebildetes Mitnahmegelenk (30) zur drehsynchronen Drehung der Zylindertrommel (7) und der Triebwelle (4) angeordnet ist, wobei das Mitnahmegelenk (30) und die Zylindertrommel (7) mit einer konzentrisch zur Rotationsachse (R_z) der Zylindertrommel (7) angeordneten Längsausnehmung (11) versehen sind, durch die sich die mit dem Triebflansch (3) versehene Triebwelle (4) durch die Zylindertrommel (7) hindurcherstreckt, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Lagerung und Zentrierung der Zylindertrommel (7) zwischen der Zylindertrommel (7) und der Triebwelle (4) eine kugelförmige Führung (25) ausgebildet ist, die von einem kugelförmigen Abschnitt (26) der Triebwelle (4) gebildet ist, auf dem die Zylindertrommel (7) mit einem im Bereich der Längsausnehmung (11) angeordneten hohlkugelförmigen Abschnitt (27) angeordnet ist, und im Bereich der Triebwelle (4) ein Durchtrieb eines Drehmoments zu einem zylindertrommelseitigen Ende der Axialkolbenmaschine (1) vorgesehen ist.

2. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Triebwelle (4) in einem Gehäuse (2) der Axialkolbenmaschine (1) beidseitig der Zylindertrommel (7) gelagert ist.

3. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Durchtrieb des Drehmoments die Triebwelle (4) an beiden Enden zur Drehmomentübertragung mit jeweils Drehmomentübertragungsmitteln (12, 13) versehen ist.

4. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Triebwelle (4) als Hohlwelle ausgebildet ist, durch die zum Durchtrieb eines Drehmoments ein die Axialkolbenmaschine (1) durchsetzender Drehmomentstab (105) hindurchgeführt ist.

5. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drehmomentstab (105) keine mechanische Wirkverbindung zur Triebwelle (4) aufweist.

6. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das als Gleichlaufgelenk ausgebildete Mitnahmegelenk als Kegelstrahl-Halbwalzen-gelenk (31) ausgebildet ist, wobei das Kegelstrahl-Halbwalzen-gelenk (31) von zumindest einem Walzenpaar (50; 51; 52; 53) mit zwei halbzyklindrischen Halbwalzen (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) gebildet ist, wobei die halbzyklindrischen Halbwalzen (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) bis zu einer Rotationsachse (RR_t ; RR_z) abgeflacht sind und die Halbwalzen (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) an den

- abgeflachten Seiten ebene Gleitflächen (GF) bilden, an denen die Halbwalzen (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) des Walzenpaares (50; 51; 52; 53) unter Ausbildung einer Flächenberührung aneinanderliegen.
7. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halbwalzen (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) in radialer Richtung innerhalb der Kolben (10) und beabstandet von den Rotationsachsen (R_1 , R_2) der Triebwelle (4) und der Zylindertrommel (7) angeordnet sind.
8. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Walzenpaar (50; 51; 52; 53) eine zu der Zylindertrommel (7) gehörige zylindertrommelseitige Halbwalze (50a; 51a; 52a; 53a) und eine zu der Triebwelle (4) gehörige triebwellenseitige Halbwalze (50b; 51b; 52b; 53b) aufweist, wobei die zylindertrommelseitige Halbwalze (50a; 51a; 52a; 53a) eines Walzenpaares (50; 51; 52; 53) in einer zylindrischen, insbesondere teilzylindrischen, zylindertrommelseitigen Aufnahme (55a; 56a; 57a; 58a) und die triebwellenseitige Halbwalze (50b; 51b; 52b; 53b) eines Walzenpaares (50; 51; 52; 53) in einer zylindrischen, insbesondere teilzylindrischen, triebwellenseitigen Aufnahme (55b; 56b; 57b; 58b) aufgenommen ist.
9. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotationsachse (RR_1) der triebwellenseitigen Halbwalze (50b; 51b; 52b; 53b) zur Rotationsachse (R_1) der Triebwelle (4) um einen Neigungswinkel (γ) geneigt ist und die Rotationsachse (R_1) der Triebwelle (4) schneidet, und die Rotationsachse (RR_2) der zylindertrommelseitigen Halbwalze (50a; 51a; 52a; 53a) zur Rotationsachse (R_2) der Zylindertrommel (7) um einen Neigungswinkel (γ) geneigt ist und die Rotationsachse (R_2) der Zylindertrommel (7) schneidet.
10. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Neigungswinkel (γ) betragsmäßig identisch sind und sich die Rotationsachse (RR_2) der zylindertrommelseitigen Halbwalze (50a; 51a; 52a; 53a) und die Rotationsachse (RR_1) der triebwellenseitigen Halbwalze (50b; 51b; 52b; 53b) jedes Walzenpaares (50; 51; 52; 53) in einer Ebene (E) schneidet, die senkrecht zu der Winkelhalbierenden zwischen der Rotationsachse (R_1) der Triebwelle (4) und der Rotationsachse (R_2) der Zylindertrommel (7) ist, und die Halbwalzen (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) eines Walzenpaares (50; 51; 52; 53) im Bereich des Schnittpunktes (SP) der Rotationsachsen (RR_2 ; RR_1) der Halbwalzen (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) angeordnet sind.
11. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Axialkolbenmaschine (1) in beide Rotationsrichtungen betreibbar ist, wobei für jede Drehrichtung jeweils zumindest ein Walzenpaar (50, 51; 52, 53) zur dreh synchronen Mitnahme der Zylindertrommel (7) vorgesehen ist.
12. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** über den Umfang mehrere Walzenpaare (50, 51, 52, 53), insbesondere mindestens zwei Walzenpaare, verteilt angeordnet sind.
13. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die jeweilige in einer zylindrischen Aufnahme (55a; 55b; 56a; 56b; 57a; 57b; 58a; 58b) aufgenommene Halbwalze (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) in der Aufnahme (55a; 55b; 56a; 56b; 57a; 57b; 58a; 58b) in Längsrichtung der Rotationsachse (RR_1 ; RR_2) der Halbwalze (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) gesichert ist.
14. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halbwalzen (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) am zylindrischen Abschnitt mit einem Bund (60) versehen sind, der in eine Nut (61) der Aufnahme (55a; 55b; 56a; 56b; 57a; 57b; 58a; 58b) eingreift.
15. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die triebwellenseitige Aufnahme (55b; 56b; 57b; 58b) in der Triebwelle (4) oder in dem Triebflansch (3) ausgebildet sind.
16. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die triebwellenseitige Aufnahme (55b; 56b; 57b; 58b) in einem mit der Triebwelle (4) drehfest verbundenen Bauteil ausgebildet ist.
17. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Triebflansch (3) an der Triebwelle (4) einstückig angeformt ist oder der Triebflansch (3) und die Triebwelle (4) geteilt ausgeführt sind, wobei der Triebflansch (3) mit der Triebwelle (4) drehmomentfest verbunden ist.
18. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zylindertrommelseitige Aufnahme (55a; 56a; 57a; 58a) in einem hülsenförmigen Mitnehmer-element (40) angeordnet ist, das in der Längsaus-

nehmung (11) der Zylindertrommel (7) angeordnet ist und mit der Zylindertrommel (7) drehfest verbunden ist, wobei sich die Triebwelle (4) durch das hülsenförmigen Mitnehmerelement (40) hindurcherstreckt.

19. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von dem kugelförmigen Abschnitt (26) und dem hohlkugelförmigen Abschnitt (27) gebildete kugelförmige Führung (25) zur Lagerung der Zylindertrommel (7) zwischen der Triebwelle (4) und dem hülsenförmigen Mitnehmerelement (40) ausgebildet ist.
20. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mitnehmerelement (40) mit mindestens einer fingerförmigen Erhebung (41; 42; 43; 44) versehen ist, die sich in Richtung zur Triebwelle (4) erstreckt und in der jeweils eine zylindertrommelseitige Aufnahme (55a; 56a; 57a; 58a) für eine zylindertrommelseitige Halbwalze (50a; 51a; 52a; 53a) ausgebildet ist.
21. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Triebwelle (4) bzw. der Triebflansch (3) bzw. das mit der Triebwelle drehfest verbundenen Bauteil mit mindestens einer taschenförmigen Ausnehmung (70; 71; 72; 73) versehen ist, in die das Mitnehmerelement (40) mit jeweils einer fingerförmigen Erhebung (41; 42; 43; 44) eingreift, wobei in der taschenförmigen Ausnehmung (70; 71; 72; 73) jeweils eine triebwellenseitige Aufnahme (55b; 56b; 57b; 58b) für eine triebwellenseitige Halbwalze (50b; 51b; 52b; 53b) ausgebildet ist.
22. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Axialkolbenmaschine (1) als Konstantmaschine mit einem festen Verdrängervolumen ausgebildet ist.
23. Hydrostatische Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Axialkolbenmaschine (1) als Verstellmaschine mit einem veränderbaren Verdrängervolumen ausgebildet ist, wobei die Neigung der Rotationsachse (R_z) der Zylindertrommel (7) bezüglich der Rotationsachse (R_y) der Triebwelle (4) veränderbar ist.
24. Leistungsverzweigungsgetriebe mit einer Axialkolbenmaschine (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche.

Claims

1. Hydrostatic axial piston machine (1) of bent axis design having a drive shaft (4) which is arranged such that it can be rotated about a rotational axis (R_y) and is provided with a drive flange (3), and a cylinder barrel (7) which is arranged such that it can be rotated about a rotational axis (R_z), the cylinder barrel (7) being provided with a plurality of piston recesses (8) which are arranged concentrically with respect to the rotational axis (R_z) of the cylinder barrel (7) and in which in each case one piston (10) is arranged longitudinally displaceably, the pistons (10) being fastened to the drive flange (3) in an articulated manner, and a driving joint (30) which is configured as a constant velocity joint being arranged between the drive shaft (4) and the cylinder barrel (7) for synchronous rotation of the cylinder barrel (7) and the drive shaft (4), the driving joint (30) and the cylinder barrel (7) being provided with a longitudinal recess (11) which is arranged concentrically with respect to the rotational axis (R_z) of the cylinder barrel (7) and through which the drive shaft (4) which is provided with the drive flange (3) extends through the cylinder barrel (7), **characterized in that** a spherical guide (25) is configured between the cylinder barrel (7) and the drive shaft (4) for mounting and centring the cylinder barrel (7), which spherical guide (25) is formed by a spherical section (26) of the drive shaft (4), on which spherical section (26) the cylinder barrel (7) is arranged with a hollow-spherical section (27) which is arranged in the region of the longitudinal recess (11), and a through-connected drive of a torque to a cylinder barrel-side end of the axial piston machine (1) is provided in the region of the drive shaft (4).
2. Hydrostatic axial piston machine according to Claim 1, **characterized in that** the drive shaft (4) is mounted in a housing (2) of the axial piston machine (1) on both sides of the cylinder barrel (7).
3. Hydrostatic axial piston machine according to Claim 1 or 2, **characterized in that**, for the through-connected drive of the torque, the drive shaft (4) is provided at both ends with in each case torque transmission means (12, 13) for the transmission of torque.
4. Hydrostatic axial piston machine according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the drive shaft (4) is configured as a hollow shaft, through which a torque rod (105) which penetrates the axial piston machine (1) is guided for the through-connected drive of a torque.
5. Hydrostatic axial piston machine according to Claim 4, **characterized in that** the torque rod (105) does

not have a mechanical operative connection to the drive shaft (4).

6. Hydrostatic axial piston machine according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the driving joint which is configured as a constant velocity joint is configured as a cone beam/half roller joint (31), the cone beam/half roller joint (31) being formed by at least one roller pair (50; 51; 52; 53) with two semicylindrical half rollers (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b), the semicylindrical half rollers (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) being flattened as far as a rotational axis (RR_t ; RR_z), and the half rollers (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) forming, on the flattened sides, planar sliding faces (GF), at which the half rollers (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) of the roller pair (50; 51; 52; 53) bear against one another with the production of full surface contact.
7. Hydrostatic axial piston machine according to Claim 6, **characterized in that** the half rollers (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) are arranged in the radial direction within the pistons (10) and spaced apart from the rotational axes (R_t , R_z) of the drive shaft (4) and the cylinder barrel (7).
8. Hydrostatic axial piston machine according to Claim 6 or 7, **characterized in that** each roller pair (50; 51; 52; 53) has a cylinder barrel-side half roller (50a; 51a; 52a; 53a) which belongs to the cylinder barrel (7) and a drive shaft-side half roller (50b; 51b; 52b; 53b) which belongs to the drive shaft (4), the cylinder barrel-side half roller (50a; 51a; 52a; 53a) of a roller pair (50; 51; 52; 53) being received in a cylindrical, in particular partially cylindrical, cylinder barrel-side receptacle (55a; 56a; 57a; 58a), and the drive shaft-side half roller (50b; 51b; 52b; 53b) of a roller pair (50; 51; 52; 53) being received in a cylindrical, in particular partially cylindrical, drive shaft-side receptacle (55b; 56b; 57b; 58b).
9. Hydrostatic axial piston machine according to one of Claims 6 to 8, **characterized in that** the rotational axis (RR_t) of the drive shaft-side half roller (50b; 51b; 52b; 53b) is inclined by an angle of inclination (γ) with respect to the rotational axis (R_t) of the drive shaft (4) and intersects the rotational axis (R_t) of the drive shaft (4), and the rotational axis (RR_z) of the cylinder barrel-side half roller (50a; 51a; 52a; 53a) is inclined by an angle of inclination (γ) with respect to the rotational axis (R_z) of the cylinder barrel (7) and intersects the rotational axis (R_z) of the cylinder barrel (7).
10. Hydrostatic axial piston machine according to Claim 9, **characterized in that** the angles of inclination (γ) are of identical magnitude, and the rotational axis

(RR_z) of the cylinder barrel-side half roller (50a; 51a; 52a; 53a) and the rotational axis (RR_t) of the drive shaft-side half roller (50b; 51b; 52b; 53b) of each roller pair (50; 51; 52; 53) intersect in a plane (E) which is perpendicular with respect to the bisector between the rotational axis (R_t) of the drive shaft (4) and the rotational axis (R_z) of the cylinder barrel (7), and the half rollers (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) of a roller pair (50; 51; 52; 53) are arranged in the region of the point of intersection (SP) of the rotational axes (RR_z ; RR_t) of the half rollers (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b).

11. Hydrostatic axial piston machine according to one of Claims 6 to 10, **characterized in that** the axial piston machine (1) can be operated in both rotational directions, in each case at least one roller pair (50; 51; 52; 53) for the rotationally synchronous driving of the cylinder barrel (7) being provided for each rotational direction.
12. Hydrostatic axial piston machine according to one of Claims 6 to 11, **characterized in that** a plurality of roller pairs (50, 51, 52, 53), in particular at least two roller pairs, are arranged distributed over the circumference.
13. Hydrostatic axial piston machine according to one of Claims 8 to 12, **characterized in that** the respective half roller (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) which is received in a cylindrical receptacle (55a; 55b; 56a; 56b; 57a; 57b; 58a; 58b) is secured in the receptacle (55a; 55b; 56a; 56b; 57a; 57b; 58a; 58b) in the longitudinal direction of the rotational axis (RR_t ; RR_z) of the half roller (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b).
14. Hydrostatic axial piston machine according to Claim 13, **characterized in that** the half rollers (50a, 50b; 51a, 51b; 52a, 52b; 53a, 53b) are provided on the cylindrical section with a collar (60) which engages into a groove (61) of the receptacle (55a; 55b; 56a; 56b; 57a; 57b; 58a; 58b).
15. Hydrostatic axial piston machine according to one of Claims 8 to 14, **characterized in that** the drive shaft-side receptacle (55b; 56b; 57b; 58b) is configured in the drive shaft (4) or in the drive flange (3).
16. Hydrostatic axial piston machine according to one of Claims 8 to 14, **characterized in that** the drive shaft-side receptacle (55b; 56b; 57b; 58b) is configured in a component which is connected fixedly to the drive shaft (4) so as to rotate with it.
17. Hydrostatic axial piston machine according to one of Claims 1 to 16, **characterized in that** the drive flange (3) is formed integrally on the drive shaft (4),

or the drive flange (3) and the drive shaft (4) are of split configuration, the drive flange (3) being connected fixedly in terms of torque to the drive shaft (4).

18. Hydrostatic axial piston machine according to one of Claims 8 to 17, **characterized in that** the cylinder barrel-side receptacle (55a; 56a; 57a; 58a) is arranged in a sleeve-shaped driver element (40) which is arranged in the longitudinal recess (11) of the cylinder barrel (7) and is connected fixedly to the cylinder barrel (7) so as to rotate with it, the drive shaft (4) extending through the sleeve-shaped driver element (40). 5
19. Hydrostatic axial piston machine according to Claim 18, **characterized in that** the spherical guide (25) which is formed by the spherical section (26) and the hollow-spherical section (27) is configured for mounting the cylinder barrel (7) between the drive shaft (4) and the sleeve-shaped driver element (40). 10
20. Hydrostatic axial piston machine according to Claim 18 or 19, **characterized in that** the driver element (40) is provided with at least one finger-shaped elevation (41; 42; 43; 44) which extends in the direction of the drive shaft (4) and in which in each case one cylinder barrel-side receptacle (55a; 56a; 57a; 58a) for a cylinder barrel-side half roller (50a; 51a; 52a; 53a) is configured. 15
21. Hydrostatic axial piston machine according to Claim 20, **characterized in that** the drive shaft (4) or the drive flange (3) or the component which is connected fixedly to the drive shaft so as to rotate with it is provided with at least one pocket-shaped recess (70; 71; 72; 73), into which the driver element (40) engages with in each case one finger-shaped elevation (41; 42; 43; 44), in each case one drive shaft-side receptacle (55b; 56b; 57b; 58b) for a drive shaft-side half roller (50b; 51b; 52b; 53b) being configured in the pocket-shaped recess (70; 71; 72; 73). 20
22. Hydrostatic axial piston machine according to one of Claims 1 to 21, **characterized in that** the axial piston machine (1) is configured as a fixed displacement machine with a fixed displacer volume. 25
23. Hydrostatic axial piston machine according to one of Claims 1 to 21, **characterized in that** the axial piston machine (1) is configured as a variable displacement machine with a variable displacer volume, the inclination of the rotational axis (R_z) of the cylinder barrel (7) with regard to the rotational axis (R_t) of the drive shaft (4) being variable. 30
24. Power-split transmission having an axial piston machine (1) according to one of the preceding claims. 35

Revendications

1. Machine à piston axial hydrostatique (1) dans une construction à axe oblique avec un arbre d'entraînement (4) disposé de façon à pouvoir tourner autour d'un axe de rotation (R_t) pourvu d'un flasque d'entraînement (3) et avec un tambour cylindrique (7) disposé de façon à pouvoir tourner autour d'un axe de rotation (R_z), le tambour cylindrique (7) étant pourvu de plusieurs évidements de piston (8) disposés concentriquement par rapport à l'axe de rotation (R_z) du tambour cylindrique (7) et dans lesquels un piston (10) est respectivement disposé de façon à pouvoir coulisser dans le sens de la longueur, les pistons (10) étant fixés de façon articulée au flasque d'entraînement (3) et une articulation d'entraînement (30) réalisée sous la forme d'un joint homocinétique étant disposée entre l'arbre d'entraînement (4) et le tambour cylindrique (7) pour la rotation synchrone en rotation du tambour cylindrique (7) et de l'arbre d'entraînement (4), l'articulation d'entraînement (30) et le tambour cylindrique (7) étant pourvus d'un évidement longitudinal (11) disposé concentriquement par rapport à l'axe de rotation (R_z) du tambour cylindrique (7) et à travers lequel l'arbre d'entraînement (4) pourvu du flasque d'entraînement (3) s'étend à travers le tambour cylindrique (7), **caractérisée en ce qu'un** guide (25) de forme sphérique est réalisé entre le tambour cylindrique (7) et l'arbre d'entraînement (4) pour le positionnement et le centrage du tambour cylindrique (7), ledit guide étant formé par une section (26) de forme sphérique de l'arbre d'entraînement (4) sur laquelle le tambour cylindrique (7) est disposé avec une section (27) en forme de sphère creuse disposée dans la région de l'évidement longitudinal (11) et un passage de prise de force d'un couple de rotation conduisant à une extrémité, située du côté de tambour cylindrique, de la machine à piston axial (1) étant prévu dans la région de l'arbre d'entraînement (4). 30
2. Machine à piston axial hydrostatique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'arbre d'entraînement (4) est disposé dans un carter (2) de la machine à piston axial (1) des deux côtés du tambour cylindrique (7). 35
3. Machine à piston axial hydrostatique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** pour le passage de prise de force du couple de rotation, l'arbre d'entraînement (4) est respectivement pourvu au niveau des deux extrémités, pour la transmission du couple de rotation, de moyens de transmission de couple de rotation (12, 13). 40
4. Machine à piston axial hydrostatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** l'arbre d'entraînement (4) est réalisé sous 45

la forme d'un arbre creux à travers lequel une tige de couple de rotation (105) chargeant la machine à piston axial (1) est introduite pour réaliser le passage de prise de force d'un couple de rotation.

5. Machine à piston axial hydrostatique selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la tige de couple de rotation (105) ne comporte pas de liaison active mécanique en direction de l'arbre d'entraînement (4).
6. Machine à piston axial hydrostatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** l'articulation d'entraînement réalisée sous la forme d'un joint homocinétique est réalisée sous la forme d'une articulation de semi-rouleaux à faisceau conique (31), l'articulation de semi-rouleaux à faisceau conique (31) étant formée par au moins une paire de rouleaux (50 ; 51 ; 52 ; 53) avec deux semi-rouleaux hémicylindriques (50a, 50b ; 51a, 51b ; 52a, 52b ; 53a, 53b), les semi-rouleaux hémicylindriques (50a, 50b ; 51a, 51b ; 52a, 52b ; 53a, 53b) étant aplatis jusqu'à un axe de rotation (RR_1 ; RR_2) et les semi-rouleaux (50a, 50b ; 51a, 51b ; 52a, 52b ; 53a, 53b) formant au niveau des côtés aplatis des surfaces de glissement (GF) planes contre lesquelles les semi-rouleaux (50a, 50b ; 51a, 51b ; 52a, 52b ; 53a, 53b) de la paire de rouleaux (50 ; 51 ; 52 ; 53) reposent l'un contre l'autre par formation d'un contact superficiel.
7. Machine à piston axial hydrostatique selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** les semi-rouleaux (50a, 50b ; 51a, 51b ; 52a, 52b ; 53a, 53b) sont disposés dans la direction radiale à l'intérieur des pistons (10) et à une certaine distance des axes de rotation (R_1 , R_2) de l'arbre d'entraînement (4) et du tambour cylindrique (7).
8. Machine à piston axial hydrostatique selon la revendication 6 ou 7, **caractérisée en ce que** chaque paire de rouleaux (50 ; 51 ; 52 ; 53) comporte un semi-rouleau (50a ; 51a ; 52a ; 53a) du côté du tambour cylindrique appartenant au tambour cylindrique (7) et un semi-rouleau (50b ; 51b ; 52b ; 53b) du côté de l'arbre d'entraînement appartenant à l'arbre d'entraînement (4), le semi-rouleau (50a ; 51a ; 52a ; 53a), du côté du tambour cylindrique, d'une paire de rouleaux (50 ; 51 ; 52 ; 53) étant logé dans un logement (55a ; 56a ; 57a ; 58a) cylindrique, notamment partiellement cylindrique, du côté du tambour cylindrique et le semi-rouleau (50b ; 51b ; 52b ; 53b), du côté de l'arbre d'entraînement, d'une paire de rouleaux (50 ; 51 ; 52 ; 53) étant logé dans un logement (55b ; 56b ; 57b ; 58b) cylindrique, notamment partiellement cylindrique, du côté de l'arbre d'entraînement.

9. Machine à piston axial hydrostatique selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, **caractérisée en ce que** l'axe de rotation (RR_1) du semi-rouleau (50b ; 51b ; 52b ; 53b) du côté de l'arbre d'entraînement est incliné selon un angle d'inclinaison (γ) par rapport à l'axe de rotation (R_1) de l'arbre d'entraînement (4) et croise l'axe de rotation (R_1) de l'arbre d'entraînement (4) et l'axe de rotation (RR_2) du semi-rouleau (50a ; 51a ; 52a ; 53a) du côté du tambour cylindrique est incliné selon un angle d'inclinaison (γ) par rapport à l'axe de rotation (R_2) du tambour cylindrique (7) et croise l'axe de rotation (R_2) du tambour cylindrique (7).
10. Machine à piston axial hydrostatique selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** les angles d'inclinaison (γ) sont de même valeur et que l'axe de rotation (RR_2) du semi-rouleau (50a ; 51a ; 52a ; 53a) du côté du tambour cylindrique et l'axe de rotation (RR_1) du semi-rouleau (50b ; 51b ; 52b ; 53b) du côté de l'arbre d'entraînement de chaque paire de rouleaux (50 ; 51 ; 52 ; 53) se croisent dans un plan (E) perpendiculaire à la moitié d'angle entre l'axe de rotation (R_1) de l'arbre d'entraînement (4) et l'axe de rotation (R_2) du tambour cylindrique (7) et les semi-rouleaux (50a, 50b ; 51a, 51b ; 52a, 52b ; 53a, 53b) d'une paire de rouleaux (50 ; 51 ; 52 ; 53) sont disposés dans la région du point d'intersection (SP) des axes de rotation (RR_2 ; RR_1) des semi-rouleaux (50a, 50b ; 51a, 51b ; 52a, 52b ; 53a, 53b).
11. Machine à piston axial hydrostatique selon l'une quelconque des revendications 6 à 10, **caractérisée en ce que** la machine à piston axial (1) peut être entraînée dans les deux directions de rotation, au moins une paire de rouleaux (50, 51 ; 52, 53) étant respectivement prévue pour l'entraînement synchrone en rotation du tambour cylindrique (7) pour chaque direction de rotation.
12. Machine à piston axial hydrostatique selon l'une quelconque des revendications 6 à 11, **caractérisée en ce que** plusieurs paires de rouleaux (50, 51, 52, 53), notamment au moins deux paires de rouleaux, sont disposées de façon répartie sur la périphérie.
13. Machine à piston axial hydrostatique selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, **caractérisée en ce que** le semi-rouleau (50a, 50b ; 51a, 51b ; 52a, 52b ; 53a, 53b) respectif logé dans un logement (55a ; 55b ; 56a ; 56b ; 57a ; 57b ; 58a ; 58b) cylindrique est fixé dans le logement (55a ; 55b ; 56a ; 56b ; 57a ; 57b ; 58a ; 58b) dans la direction longitudinale de l'axe de rotation (RR_1 ; RR_2) du semi-rouleau (50a, 50b ; 51a, 51b ; 52a, 52b ; 53a, 53b).
14. Machine à piston axial hydrostatique selon la revendication 13, **caractérisée en ce que** les semi-rou-

leaux (50a, 50b ; 51a, 51b ; 52a, 52b ; 53a, 53b) sont pourvus au niveau de la section cylindrique d'un lien (60) s'engrenant dans une rainure (61) du logement (55a ; 55b ; 56a ; 56b ; 57a ; 57b ; 58a ; 58b).

15. Machine à piston axial hydrostatique selon l'une quelconque des revendications 8 à 14, **caractérisée en ce que** le logement (55b ; 56b ; 57b ; 58b) du côté de l'arbre d'entraînement est réalisé dans l'arbre d'entraînement (4) ou dans le flasque d'entraînement (3).

16. Machine à piston axial hydrostatique selon l'une quelconque des revendications 8 à 14, **caractérisée en ce que** le logement (55b ; 56b ; 57b ; 58b) du côté de l'arbre d'entraînement est réalisé dans un composant relié solidairement en rotation à l'arbre d'entraînement (4).

17. Machine à piston axial hydrostatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, **caractérisée en ce que** le flasque d'entraînement (3) est moulé d'un seul tenant à l'arbre d'entraînement (4) ou que le flasque d'entraînement (3) et l'arbre d'entraînement (4) sont réalisés de façon séparée, le flasque d'entraînement (3) étant relié à l'arbre d'entraînement (4) avec couple de rotation fixe.

18. Machine à piston axial hydrostatique selon l'une quelconque des revendications 8 à 17, **caractérisée en ce que** le logement (55a ; 56a ; 57a ; 58a) du côté du tambour cylindrique est disposé dans un élément d'entraînement (40) en forme de douille disposé dans l'évidement longitudinal (11) du tambour cylindrique (7) et relié solidairement en rotation au tambour cylindrique (7), l'arbre d'entraînement (4) s'étendant à travers l'élément d'entraînement (40) en forme de douille.

19. Machine à piston axial hydrostatique selon la revendication 18, **caractérisée en ce que** le guidage (25) de forme sphérique formé par la section (26) de forme sphérique et la section (27) en forme de sphère creuse est réalisé pour le positionnement du tambour cylindrique (7) entre l'arbre d'entraînement (4) et l'élément d'entraînement (40) en forme de douille.

20. Machine à piston axial hydrostatique selon la revendication 18 ou 19, **caractérisée en ce que** l'élément d'entraînement (40) est pourvu d'au moins une éminence (41 ; 42 ; 43 ; 44) en forme de doigt s'étendant en direction de l'arbre d'entraînement (4) et est réalisé dans le respectivement un logement (55a ; 56a ; 57a ; 58a) du côté du tambour cylindrique pour un semi-rouleau (50a ; 51a ; 52a ; 53a) du côté du tambour cylindrique.

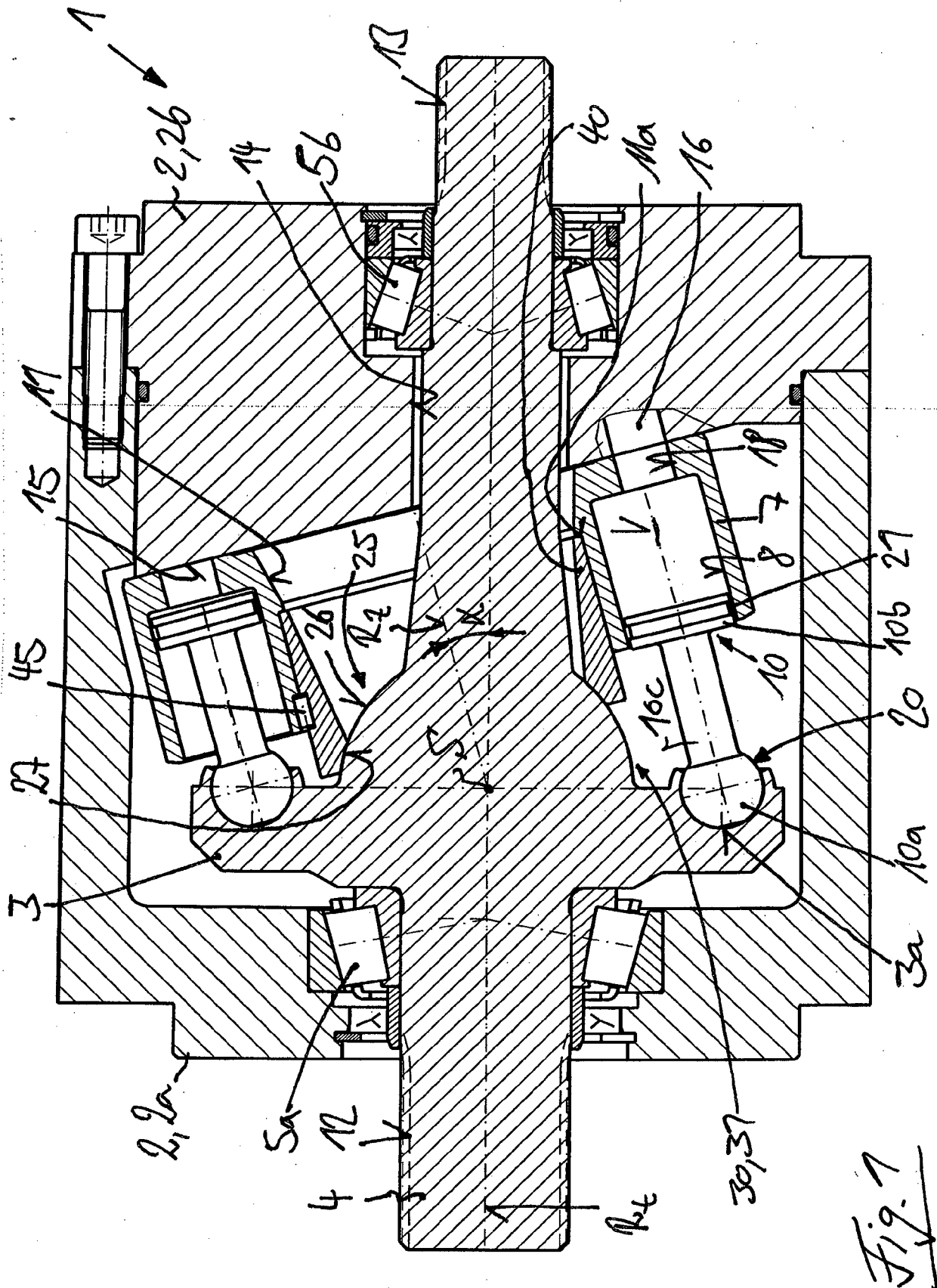
21. Machine à piston axial hydrostatique selon la reven-

dication 20, **caractérisée en ce que** l'arbre d'entraînement (4) et/ou le flasque d'entraînement (3) et/ou le composant relié solidairement en rotation à l'arbre d'entraînement sont pourvus d'au moins un évidement (70 ; 71 ; 72 ; 73) en forme de poche dans lequel l'élément d'entraînement (40) s'engrène respectivement avec une éminence (41 ; 42 ; 43 ; 44) en forme de doigt, un logement (55b ; 56b ; 57b ; 58b) du côté de l'arbre d'entraînement prévu pour un semi-rouleau (50b ; 51b ; 52b ; 53b) du côté de l'arbre d'entraînement étant respectivement réalisé dans l'évidement (70 ; 71 ; 72 ; 73) en forme de poche.

22. Machine à piston axial hydrostatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, **caractérisée en ce que** la machine à piston axial (1) est réalisée sous la forme d'une machine constante avec un volume de refoulement fixe.

23. Machine à piston axial hydrostatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, **caractérisée en ce que** la machine à piston axial (1) prend la forme d'une machine d'ajustage avec un volume de refoulement variable, l'inclinaison de l'axe de rotation (R_z) du tambour cylindrique (7) pouvant varier par rapport à l'axe de rotation (R_t) de l'arbre d'entraînement (4).

24. Transmission à dérivation de puissance avec une machine à piston axial (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.



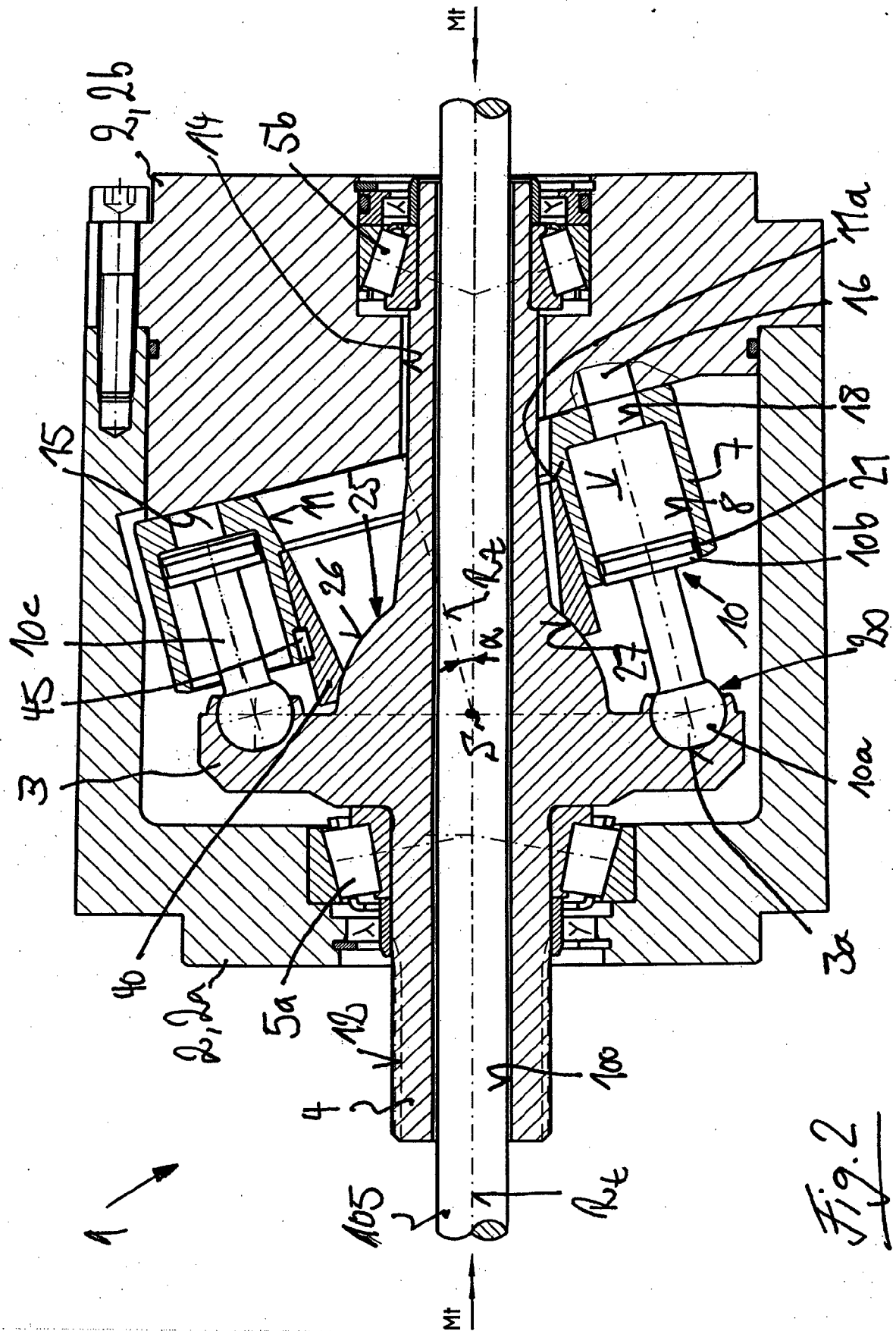


Fig. 2

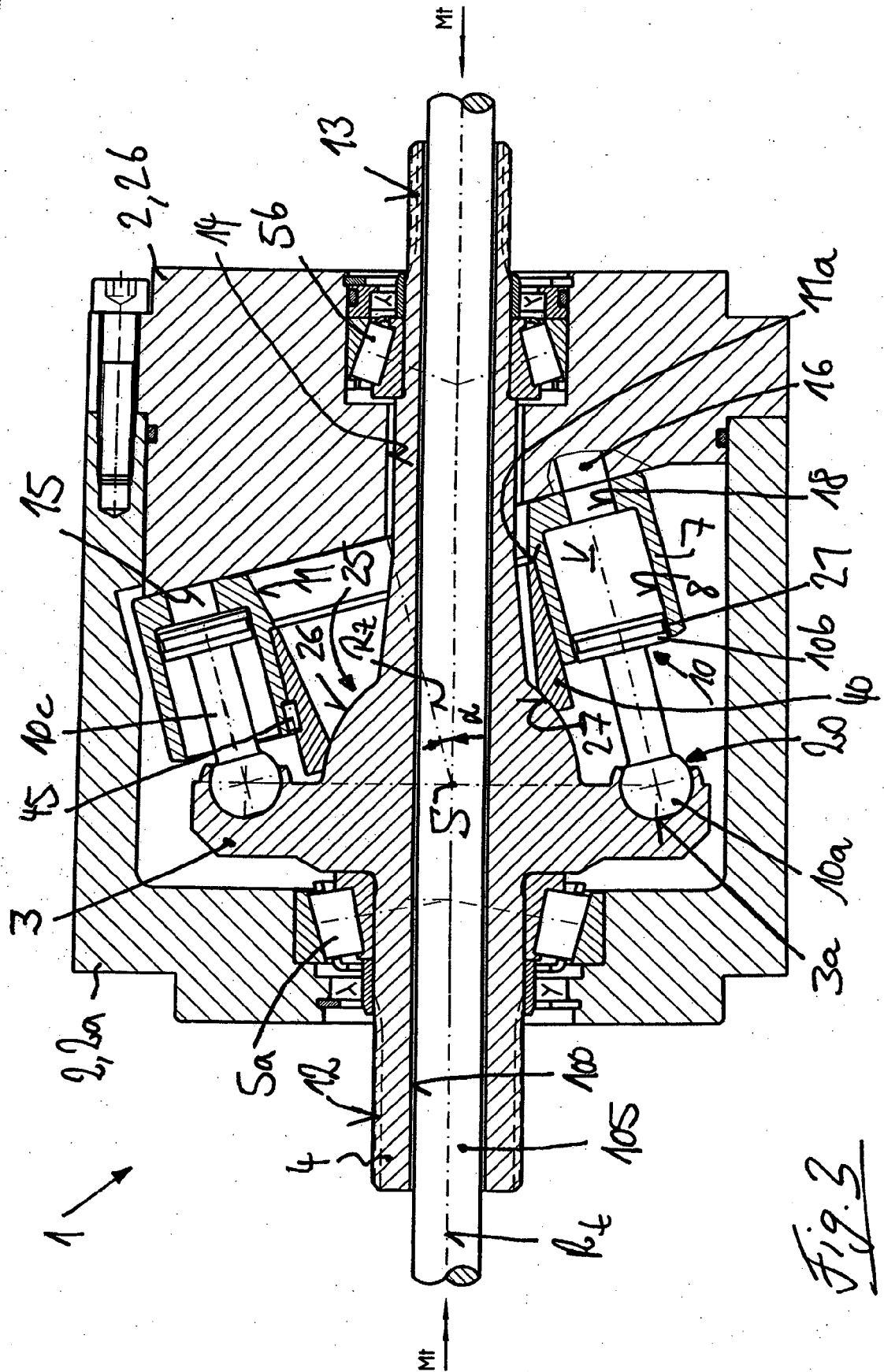
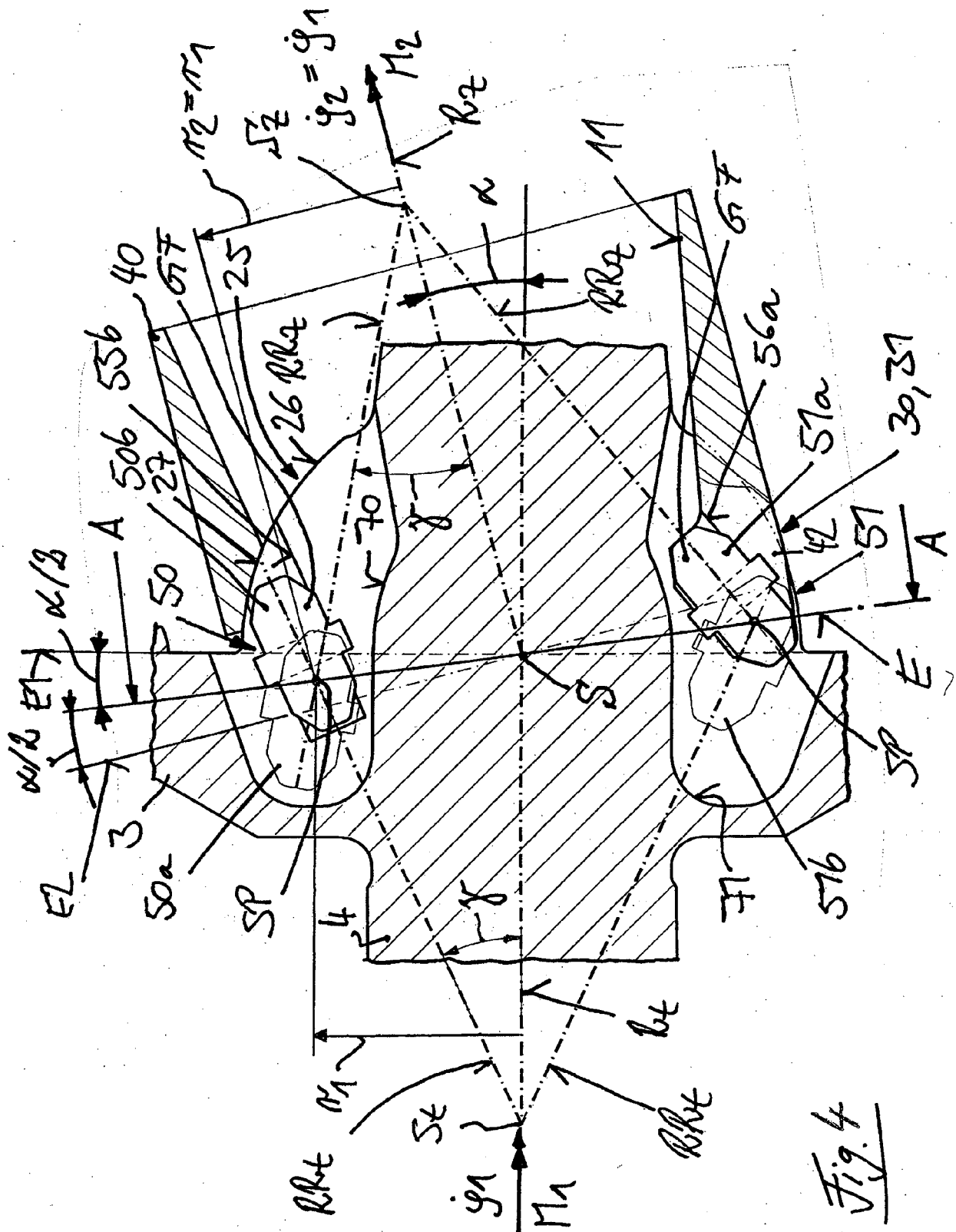


Fig. 3



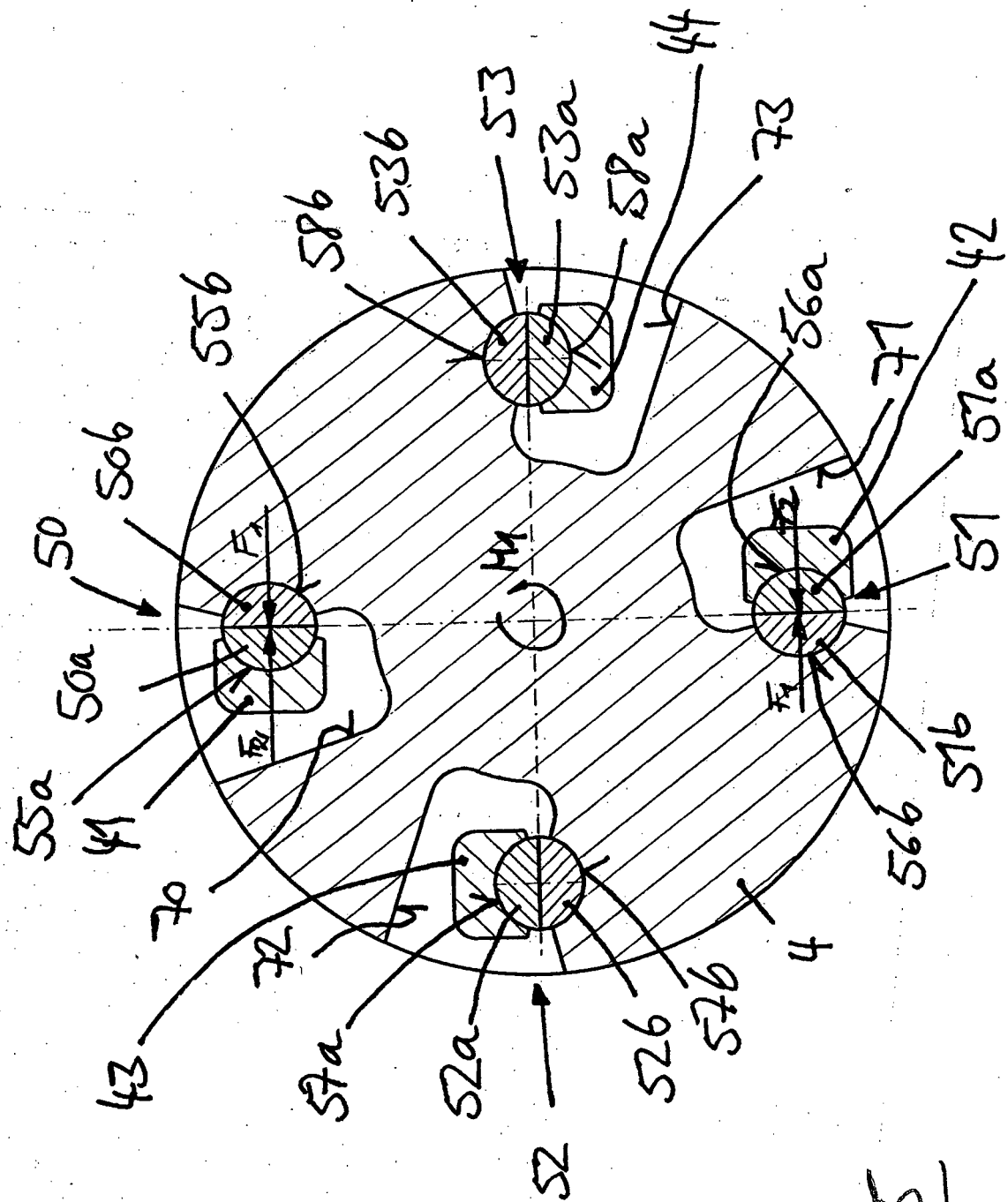


Fig. 5

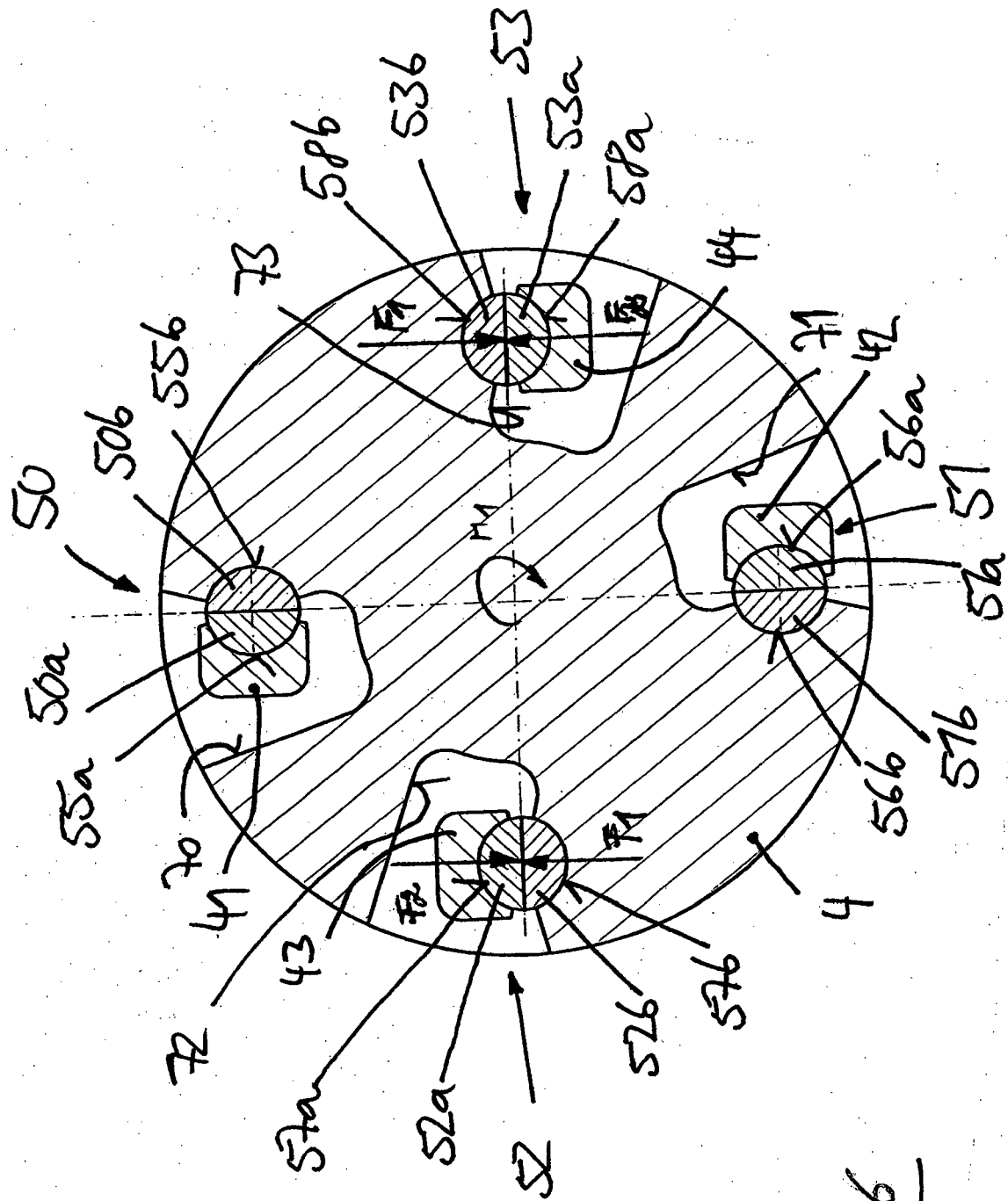
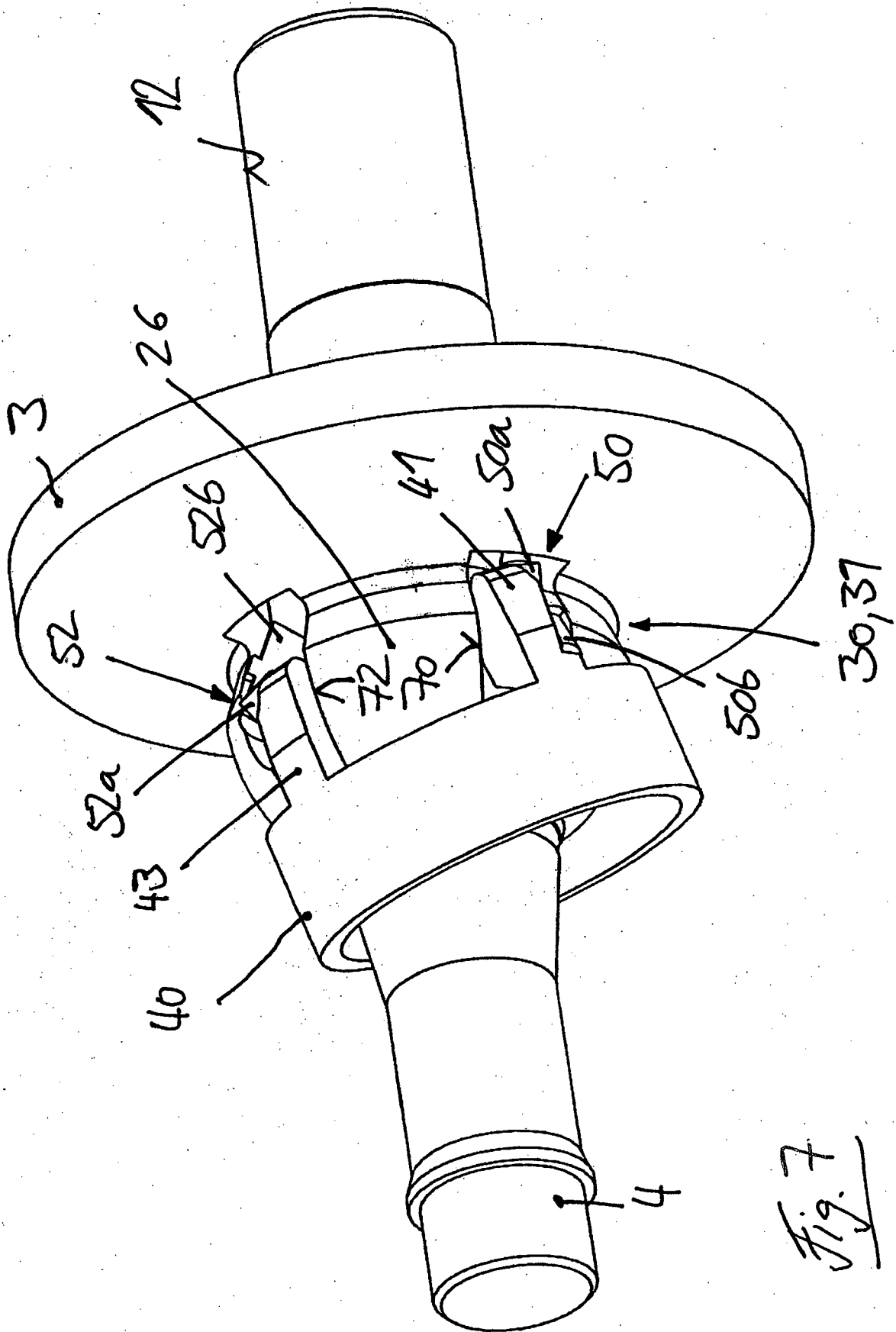
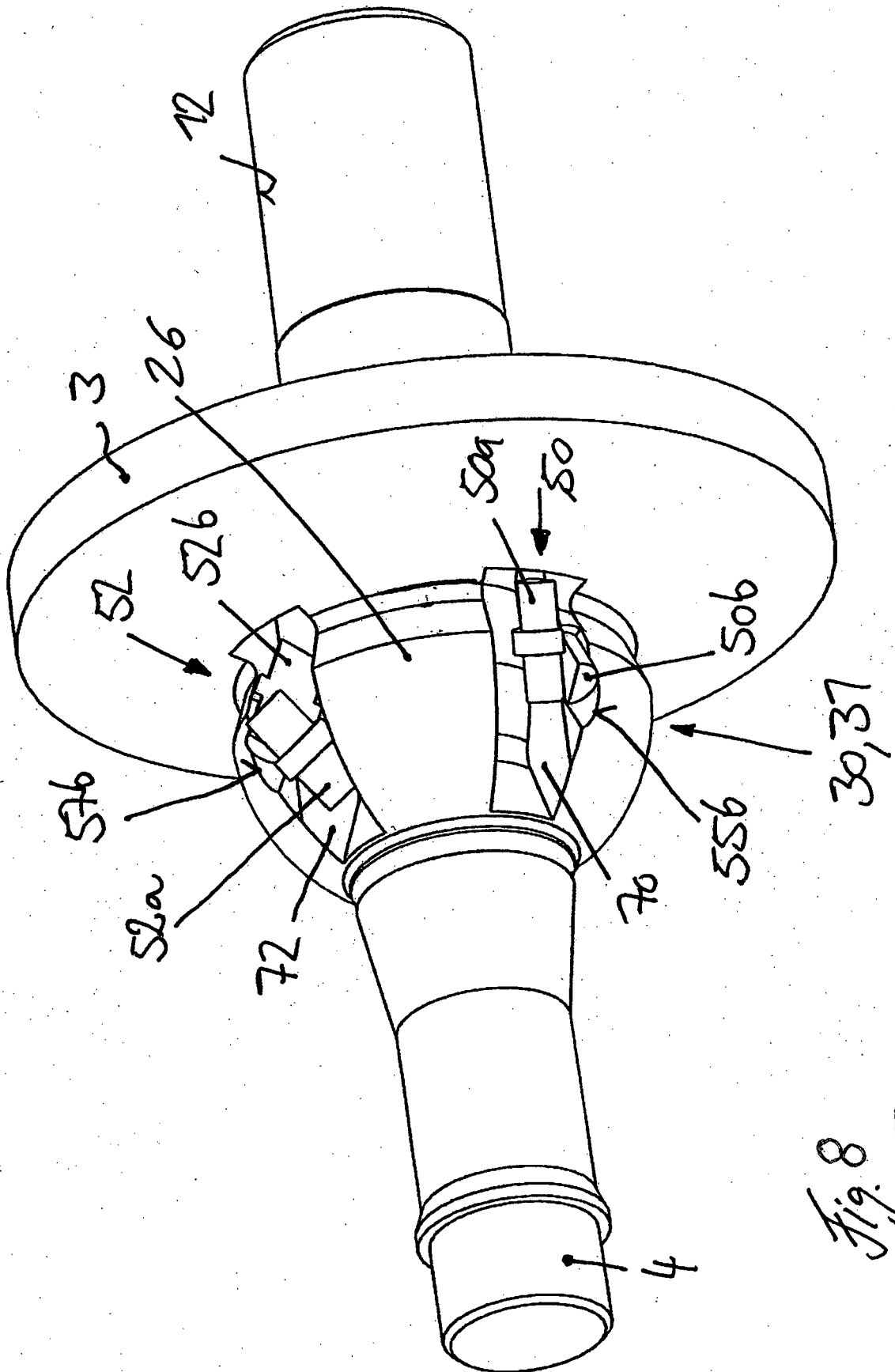
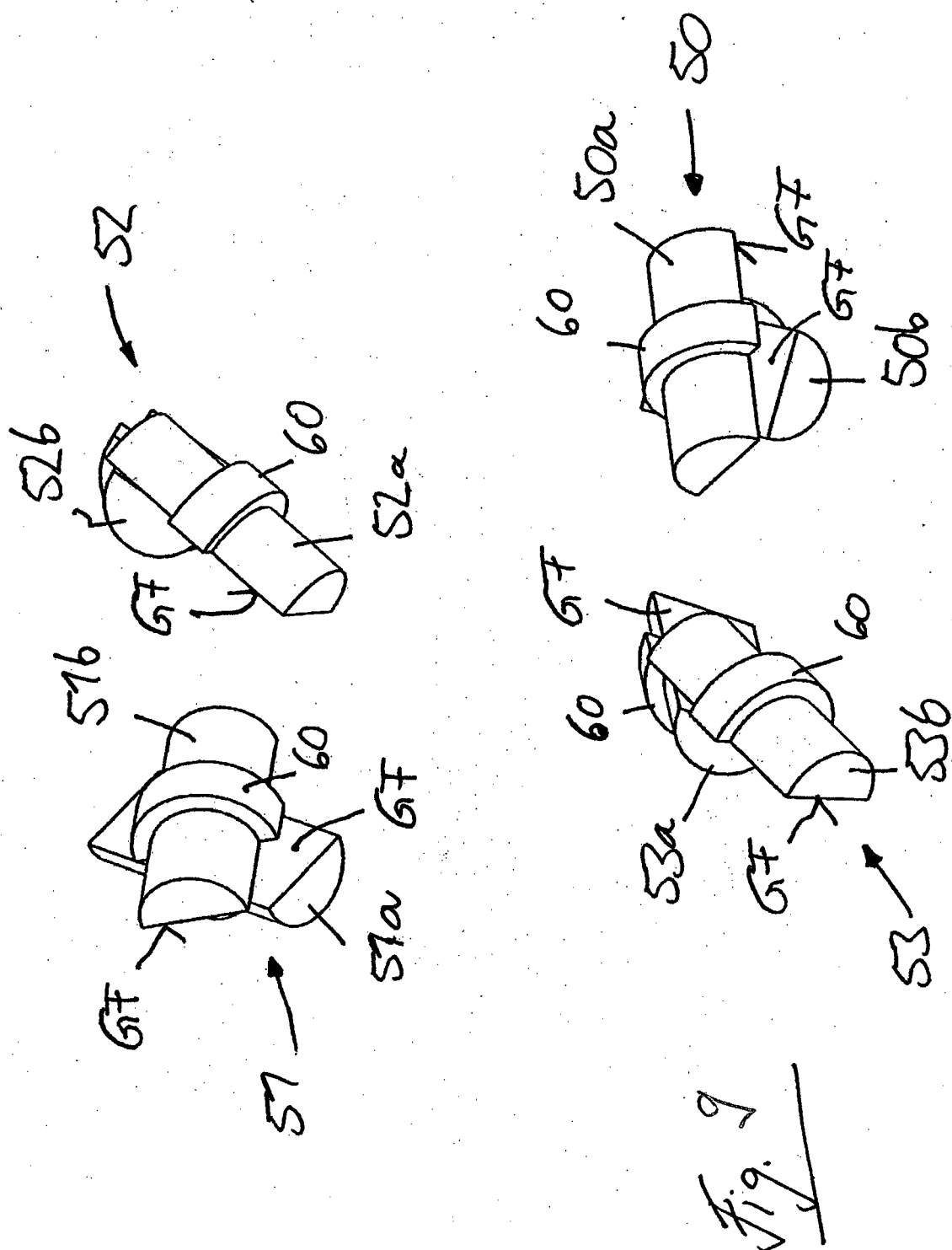
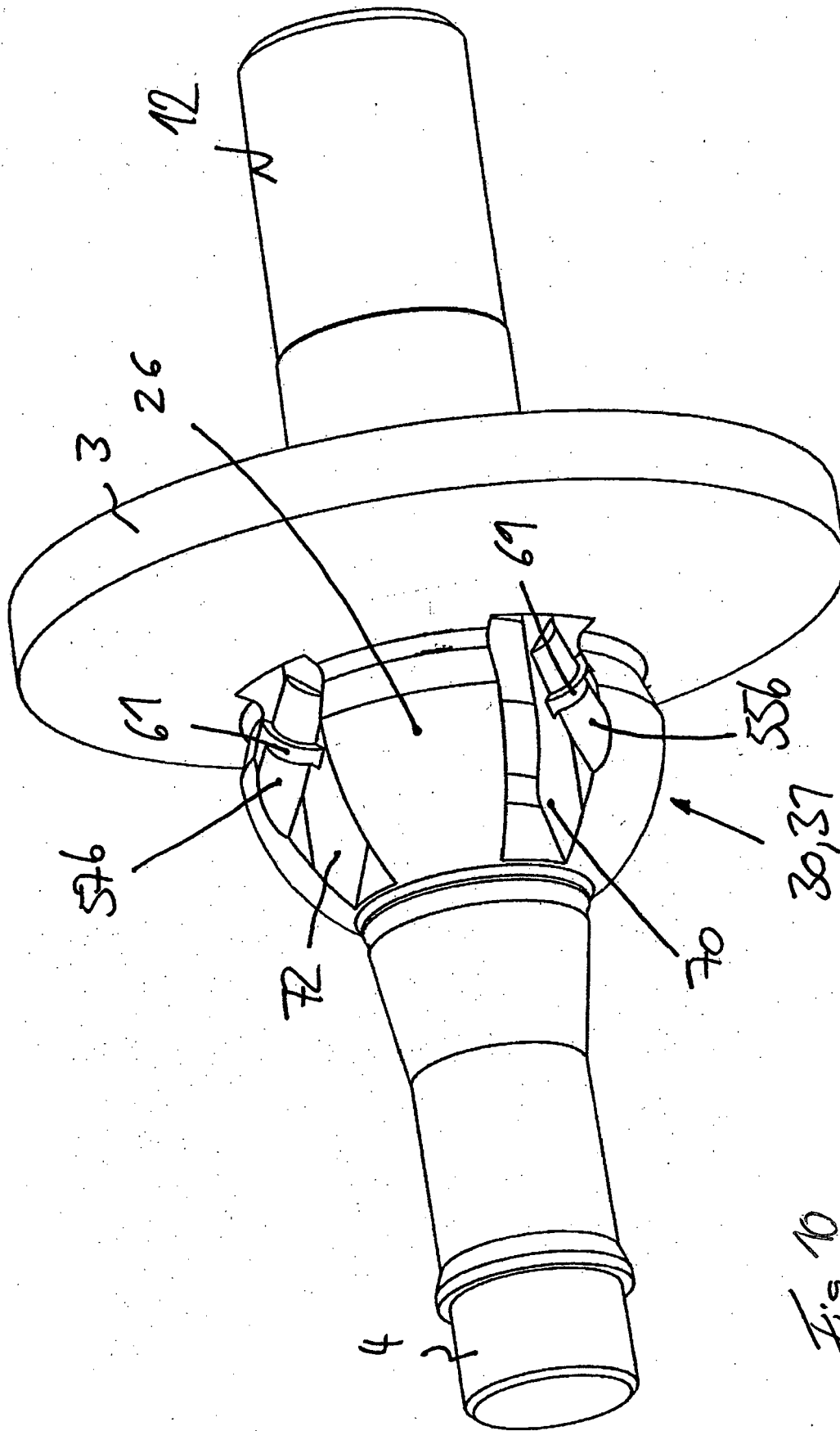


Fig. 6









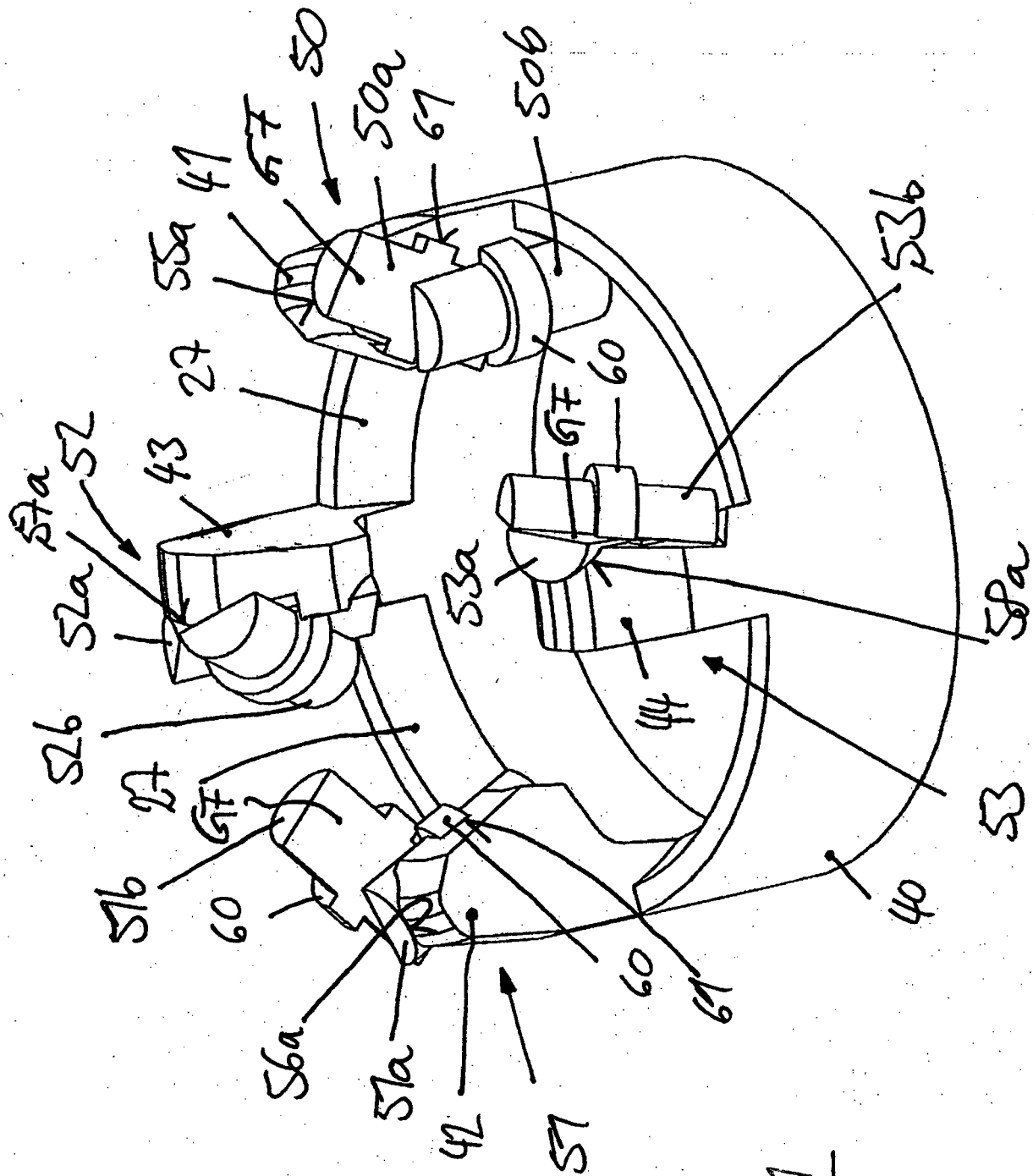
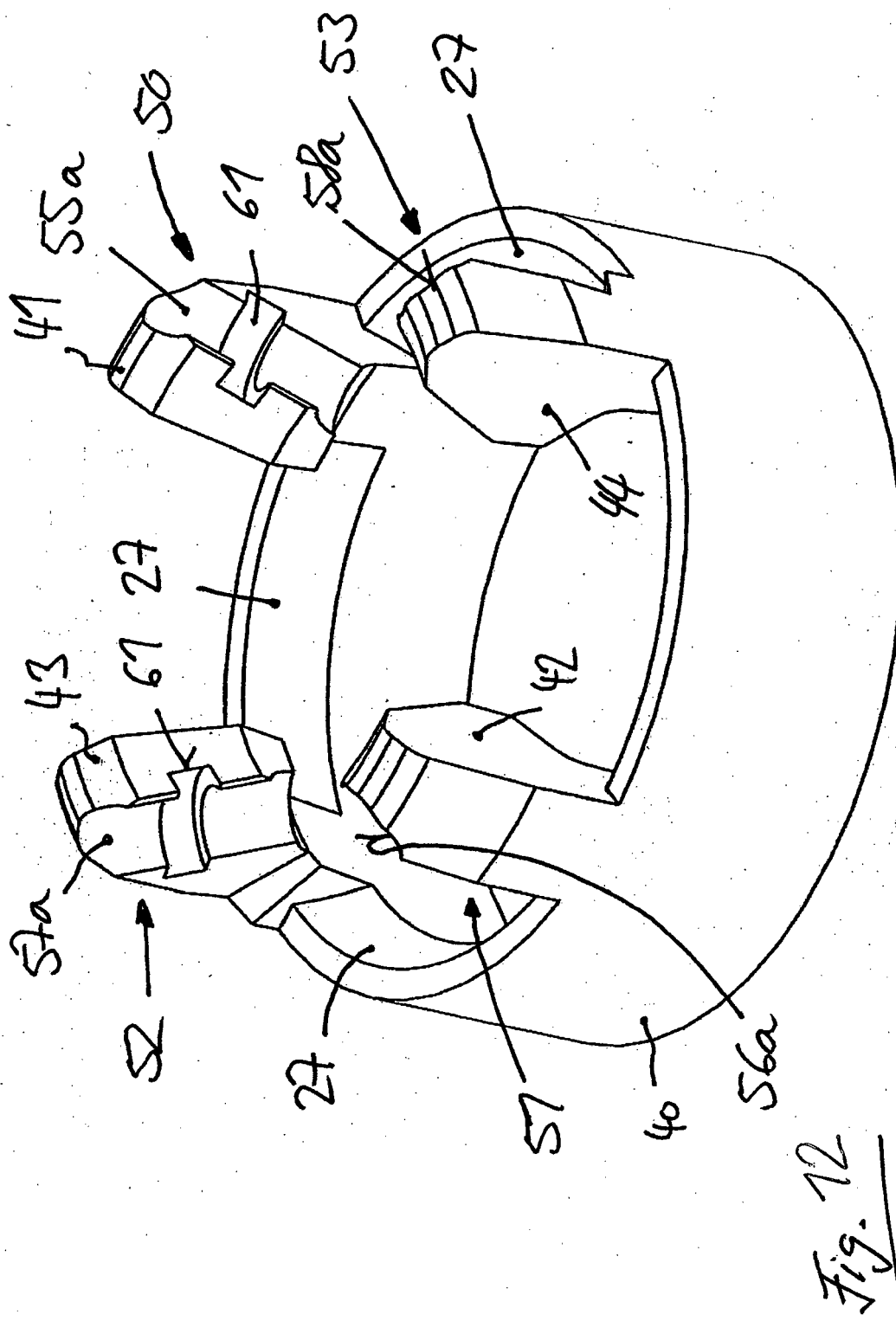


Fig. 11



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 2805492 C2 [0006]
- DE 102009005390 A1 [0007]
- DE 3800031 C2 [0009]
- EP 0158084 A1 [0012]
- WO 8503554 A1 [0013]