

(19)



(11)

EP 3 309 394 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
30.12.2020 Patentblatt 2020/53

(51) Int Cl.:
F04B 1/20 (2020.01)

(21) Anmeldenummer: **17193758.4**

(22) Anmeldetag: **28.09.2017**

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES KUGELGELENKS ZWISCHEN EINEM KOLBEN UND EINEM GLEITSCHUH EINER HYDROSTATISCHE VERDRÄNGERMASCHINE**

METHOD OF MANUFACTURING A SPHERICAL BEARING BETWEEN A PISTON AND A SLIDING BLOCK OF A HYDROSTATIC FLUID DISPLACEMENT MACHINE

PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN JOINT PIVOTANT ENTRE UN PISTON ET PATIN DE CROSSE D'UNE MACHINE À DÉPLACEMENT VOLUMÉTRIQUE HYDROSTATIQUE

(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: **12.10.2016 DE 102016119412**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.04.2018 Patentblatt 2018/16

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

(72) Erfinder:
• **KRITTIAN, Lukas
63739 Aschaffenburg (DE)**

• **LÖFFLER, Thomas
63857 Waldaschaff (DE)**
• **LASAAR, Rolf
63762 Großostheim (DE)**

(74) Vertreter: **Patentship
Patentanwaltsgesellschaft mbH
Schertlinstraße 29
86159 Augsburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A1- 4 214 765 DE-A1- 19 712 838
DE-A1- 19 911 121 DE-A1-102010 036 199
US-A1- 2004 174 014**

EP 3 309 394 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kugelgelenks zwischen einem Kolben und einem Gleitschuh einer hydrostatischen Verdrängermaschine, insbesondere einer Axialkolbenmaschine, wobei der Gleitschuh mittels des Kugelgelenks an dem Kolben gelenkig befestigt ist, wobei das Kugelgelenk aus einer Kugel und einer Kalotte besteht, und die Befestigung der Kugel in der Kalotte durch eine formschlüssige Verbindung erfolgt, in dem ein Randbereich der Kalotte verformt wird, um die Kugel formschlüssig zu umschließen.

[0002] Hydrostatische Verdrängermaschinen, insbesondere Axialkolbenmaschinen, weisen im Bereich der Abstützung der Kolben an einer huberzeugenden Lauf-
fläche Gleitschuhe auf. Die Gleitschuhe sind an den druckbeaufschlagten Kolben jeweils mittels eines Kugelgelenks gelenkig befestigt. Das Kugelgelenk, mit dem der Gleitschuh an dem entsprechenden Kolben gelenkig befestigt ist, besteht aus einer Kugel und einer Kalotte. Die Befestigung der Kugel in der Kalotte erfolgt bei bekannten hydrostatischen Verdrängermaschinen durch eine formschlüssige Verbindung, indem ein Randbereich der Kalotte verformt und somit umgeformt wird, um die Kugel formschlüssig zu umschließen. Das Verformen und somit Umformen des Randbereichs der Kalotte, um die Kugel in der Kalotte gelenkig zu befestigen, erfolgt bei bekannten hydrostatische Verdrängermaschinen durch Bördeln oder durch Rollieren, wobei der Randbereich der Kalotte nach radial Innen eingerollt wird. Die Herstellung der formschlüssigen Verbindung zwischen Kolben und Gleitschuh durch Einrollen des Randbereichs der Kalotte, beispielsweise durch Bördeln oder durch Rollieren, erfordert jedoch eine aufwändige Handhabung der Bauteile Kolben und Gleitschuh. Weiterhin weist das Bördeln oder Rollieren eine hohe Taktzeit auf, so dass die formschlüssige Verbindung zwischen Kolben und Gleitschuh entsprechend aufwändig ist. Zudem sind die Walzen, die zum Umformen des Randbereichs der Kalotte durch Bördeln oder durch Rollieren als Werkzeug verwendet werden, hohen mechanischen Kräften ausgesetzt, so dass diese einem Verschleiß ausgesetzt sind und die Standzeit der Walzen begrenzt ist. Die Herstellung der formschlüssigen Verbindung zwischen Kolben und Gleitschuh bei bekannten hydrostatischen Verdrängermaschinen mittels Bördeln oder Rollieren führt somit zu einem hohen Herstellaufwand der formschlüssigen Verbindung zwischen Kolben und Gleitschuh.

[0003] Aus der DE 197 12 838 A1 ist ein gattungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines Kugelgelenks zwischen Kolben und Gleitschuh einer hydrostatischen Verdrängermaschine bekannt, bei dem der Randbereich der Kalotte verformt wird, um den Kugelkopf der Kugel formschlüssig zu umschließen. Hierzu wird der Randbereich der Kalotte elastisch verformt und aufgeweitet, wenn der Kugelkopf nach Art eines Schnappverschlusses in die Kalotte hineingedrückt wird.

[0004] Die DE 42 14 765 A1 offenbart eine Kugelge-

lenkverbindung zwischen Kolben und Gleitschuh einer hydrostatische Verdrängermaschine, bei der die Kugel partiell zu einem Zylinder abgeflacht ist und unter einem bestimmten Montagewinkel in die Kalotte eingeführt werden kann. Nach anschließendem Verkippen des Gleitschuhs ist die Kugel dann in der Kalotte formschlüssig gehalten.

[0005] Die DE 10 2010 036 199 A1 offenbart eine hydrostatische Verdrängermaschine mit einer Kugelgelenkverbindung zwischen Kolben und Gleitschuh.

[0006] Die DE 199 11 121 A1 offenbart einen Lenkerarm mit zwei Zylinderbuchsen oder Kugelgelenken als Gelenke an den Enden. Der Lenkerarm ist für ein Kraftfahrzeug und weist einen verformbaren Abschnitt auf, der bei einem Zusammenstoß/Aufprall des Kraftfahrzeugs leicht verformen kann, um Energie zu absorbieren. Der verformbare Abschnitt ist als gequetschter Wandabschnitt im mittleren Bereich - in Längsrichtung gesehen - des Lenkerarms ausgebildet, der durch ein plastisches Umformen hergestellt wird, beispielsweise elektromagnetisches Formen. An den beiden Enden des Lenkerarms werden die Halter der Zylinderbuchsen mittels Schmelzschweißen, Laserschweißen oder Reibschweißvorgangs befestigt.

[0007] Die US 2004/0174014 A1 offenbart in der Figur 6 die Verbindung zweier Rohrleitungen mittels eines Kugelgelenks. Das Kugelgelenk weist eine äußere Haube mit einer ersten zylindrischen Hülse auf, wobei die zylindrische Hülse am axialen Ende mittels Magnetpuls-schweißen (Magnetic Pulse Welding MPW) an der ersten Rohrleitung befestigt ist, um eine Abdichtung zu erzeugen, und eine innere Haube mit einer zweiten zylindrischen Hülse auf, wobei die zylindrische Hülse am axialen Ende mittels Magnetpulsschweißen an der zweiten Rohrleitung befestigt ist, um eine Abdichtung zu erzeugen.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Kugelgelenks zwischen einem Kolben und einem Gleitschuh einer hydrostatische Verdrängermaschine der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, bei dem die formschlüssige Verbindung zwischen Kolben und Gleitschuh mit geringem Herstellaufwand erzeugt wird.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die formschlüssige Verbindung der Kugel in der Kalotte durch Magnetpulsumformen erzeugt wird, wobei zur Erzeugung der formschlüssigen Verbindung zwischen Kolben und Gleitschuh die Kugel in die Kalotte eingeführt wird und anschließend durch Magnetpulsumformen der äußere Randbereich der Kalotte nach radial innen verformt und umgeformt wird, so dass die Kugel formschlüssig umschlossen wird und in der Kalotte gelenkig gehalten ist. Erfindungsgemäß wird somit die formschlüssige Verbindung zwischen Kolben und Gleitschuh der hydrostatischen Verdrängermaschine durch Magnetpulsumformen erzeugt. Beim Magnetpulsumformen wird ein magnetischer Puls erzeugt, durch dessen Energieeintrag der äußere Randbereich der Kalotte ver-

formt und somit umgeformt wird, um die Kugel formschlüssig zu umschließen. Durch Magnetpulsumformen kann gegenüber einem Rollieren oder Bördeln eine kürzere Taktzeit bei der Herstellung der formschlüssigen Verbindung zwischen Kolben und Gleitschuh erzielt werden. Zudem tritt beim Magnetpulsumformen kein Verschleiß an Werkzeugen auf. Weiterhin kann der sphärische Spalt in dem Kugelgelenk zwischen Kugel und Kalotte zur formschlüssigen Verbindung zwischen Kolben und Gleitschuh optimiert und reproduzierbar erzeugt werden. Insgesamt ermöglicht somit das Magnetpulsumformen die Herstellung der formschlüssigen Verbindung zwischen Kolben und Gleitschuh mit geringem Herstellungsaufwand.

[0010] Bei einer hydrostatische Verdrängermaschine, insbesondere einer Axialkolbenmaschine, mit einer um eine Drehachse drehbar angeordneten Zylindertrommel, die mit mindestens einer Kolbenausnehmung versehen ist, in der jeweils ein Kolben längsverschiebbar angeordnet ist und durch einen mittels eines Kugelgelenks am Kolben gelenkig befestigten Gleitschuh an einer hubzeugenden Lauffläche abgestützt ist, wobei das Kugelgelenk aus einer Kugel und einer Kalotte besteht, und die Befestigung der Kugel in der Kalotte durch eine formschlüssige Verbindung mittels Magnetpulsumformen erfolgt, kann die Kalotte an dem Kolben und die Kugel an dem Gleitschuh ausgebildet sein oder alternativ die Kalotte an dem Gleitschuh und die Kugel an dem Kolben ausgebildet sein.

[0011] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigt

Figur 1 eine hydrostatische Verdrängermaschine mit erfindungsgemäß hergestellten formschlüssigen Verbindungen an den Kugelgelenken zwischen Kolben und Gleitschuhen in einem Längsschnitt,

Figur 2 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäß hergestellten formschlüssigen Verbindung an dem Kugelgelenk zwischen Kolben und Gleitschuh und

Figur 3 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäß hergestellten formschlüssigen Verbindung an dem Kugelgelenk zwischen Kolben und Gleitschuh.

[0012] In der Figur 1 ist eine hydrostatische Verdrängermaschine 1 mit erfindungsgemäß hergestellten formschlüssigen Verbindungen an Kugelgelenken 25 zwischen Kolben 5 und Gleitschuhen 6 in einem Längsschnitt dargestellt. Das dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt eine Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise als Beispiel einer hydrostatischen Verdrängermaschine 1. Erfindungsgemäß hergestellte formschlüssi-

gen Verbindungen an den Kugelgelenken zwischen Kolben und Gleitschuhen können ebenfalls bei Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise oder bei Radialkolbenmaschinen Verwendung finden.

[0013] Die Verdrängermaschine 1 weist eine um eine Drehachse 2 drehbar gelagerte Zylindertrommel 3 auf, die mit mehreren konzentrisch zur Drehachse 2 angeordneten Kolbenausnehmungen 4 versehen ist, die bevorzugt von Zylinderbohrungen gebildet sind und in denen jeweils ein Kolben 5 längsverschiebbar gelagert ist.

[0014] Die Kolben 5 stützen sich in dem aus der Zylindertrommel 3 herausragenden Bereich mittels jeweils eines Gleitschuhs 6 als Abstützelements auf einer hubzeugenden Lauffläche 7 ab, die von einer um die Drehachse 2 drehfest angeordneten Schrägscheibe 8 gebildet ist.

[0015] Die Schrägscheibe 8 kann an einem Gehäuse 9 der Verdrängermaschine 1 - wie in der Figur 1 dargestellt ist - angeformt oder drehfest befestigt sein, wobei die Verdrängermaschine 1 ein festes Verdrängungsvolumen aufweist.

[0016] Es ist alternativ möglich, die Schrägscheibe 8 in der Neigung verstellbar anzuordnen, wodurch die Verdrängermaschine 1 ein veränderbares Verdrängungsvolumen aufweist.

[0017] Die Zylindertrommel 3 stützt sich in axialer Richtung der Verdrängermaschine 1 gegenüberliegend zu der Lauffläche 7 an einem gehäuseseitigen Verteiler 10 ab, der eine Steuerfläche 11 bildet. Die Steuerfläche 11 ist mit nierenförmigen Steuerausnehmungen versehen, die die Verbindung eines Einlasskanals 14 und eines Auslasskanals 13 im Gehäuse 9 mit den Kolbenausnehmungen 4 ermöglichen.

[0018] Der Verteiler 10 kann von einem scheibenförmigen Bauteil gebildet werden, das an dem Gehäuse 9, beispielsweise einem Gehäusedeckel 9a des Gehäuses 9, drehfest befestigt ist. Alternativ kann der Verteiler 10 an dem Gehäuse 9, beispielsweise einem Gehäusedeckel 9a des Gehäuses 9 einstückig angeformt werden, so dass die Funktion der Steuerfläche 11 in das Gehäuse 9, 9a integriert ist.

[0019] Die Steuerfläche 11 kann wie in der Figur 1 dargestellt eben oder auch sphärisch sein.

[0020] Die Zylindertrommel 3 ist von einer zentrischen Bohrung durchsetzt, durch die eine konzentrisch zur Drehachse 2 angeordnete Triebwelle 15 durch die Zylindertrommel 3 geführt ist. Die Triebwelle 15 ist mittels Lagerungen 16, 17 im Gehäuse 9, 9a drehbar gelagert.

[0021] Die Zylindertrommel 3 ist mittels einer Mitnahmeverzahnung 18 mit der Triebwelle 15 drehfest, jedoch axial verschiebbar verbunden. Weiterhin dargestellt ist eine Anpressfeder 19, die die Zylindertrommel 3 in axialer Richtung an die Steuerfläche 11 anpresst und abstützt.

[0022] Im Betrieb der Verdrängermaschine 1 bei rotierender Zylindertrommel 3 bilden die Gleitschuhe 6 und die Lauffläche 7 eine Gleitlagerstelle, an der zwischen den mit der Zylindertrommel 3 und den Kolben 5 mitro-

tierenden Gleitschuhen 6 und der drehfest am Gehäuse 9 befestigten Lauffläche 7 eine Relativbewegung auftritt. Zur Verringerung der Reibung und des Verschleißes ist an den Gleitschuhen 6 an der der Lauffläche 7 zugewandten Stirnseite jeweils eine Lagermetallschicht 6b, beispielsweise eine Messingplatte, als tribologisch günstiger Lagermetallwerkstoff gefügt. Zusätzlich sind die Gleitschuhe 6 an der Lauffläche 7 hydrostatisch entlastet.

[0023] Ein Abheben und/oder Abkippen der Gleitschuhe 6 von der Lauffläche 7 wird durch eine Niederhaltevorrichtung 20 vermieden. Die Niederhaltevorrichtung 20 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als Niederhaltescheibe ausgebildet, die mit Anlageflächen an dem Gleitschuh 6 zusammenwirkt.

[0024] Die Gleitschuhe 6 sind mittels eines als Kugelgelenk 25 ausgebildeten Gleitschuhgelenks mit dem jeweiligen Kolben 5 gelenkig verbunden.

[0025] Das Kugelgelenk 25 zwischen dem Kolben 5 und dem Gleitschuh 6 besteht aus einer Kugel 26 und einer Kalotte 27. Die Befestigung der Kugel 26 in der Kalotte 27 erfolgt durch eine formschlüssige Verbindung, in dem ein Randbereich 27a der Kalotte 27 verformt wird, um die Kugel 26 formschlüssig zu umschließen.

[0026] Erfindungsgemäß wird die formschlüssige Verbindung der Kugel 26 in der Kalotte 27 durch Magnetpulsumformen erzeugt, wobei durch Magnetpulsumformen der Randbereich 27a der Kalotte 27 nach radial Innen verformt wird. Beim Magnetpulsumformen wird ein magnetischer Puls erzeugt, durch dessen Energieeintrag der äußere Randbereich 27a der Kalotte 27 nach radial Innen verformt und somit umgeformt wird, um die Kugel 26 formschlüssig zu umschließen.

[0027] In der Figur 2 ist eine Ausführungsform dargestellt, bei der die Kugel 26 des Kugelgelenks 25 an dem Gleitschuh 6 und die Kugelkalotte 27 des Kugelgelenks 25 an dem Kolben 5 ausgebildet ist.

[0028] In der Figur 3 ist eine Ausführungsform dargestellt, bei der die Kugel 26 des Kugelgelenks 25 an dem Kolben 5 und die Kugelkalotte 27 des Kugelgelenks 25 an Gleitschuh 6 ausgebildet ist.

[0029] In den Figuren 2 und 3 ist jeweils der äußere Randbereich 27a der Kalotte 27 mit gestrichelten Linien im unverformten Zustand vor dem Magnetpulsumformen und in durchgezogenen Linien im verformten Zustand nach dem Magnetpulsumformen dargestellt.

[0030] Zur Erzeugung der formschlüssigen Verbindung zwischen Kolben 5 und Gleitschuh 6 wird die Kugel 26 in die Kalotte 27 eingeführt und anschließend durch Magnetpulsumformen der äußere Randbereich 27a der Kalotte 27 nach radial Innen verformt und somit umgeformt, so dass die Kugel 26 formschlüssig umschlossen wird und in der Kalotte 27 gelenkig gehalten ist.

[0031] Der Kolben 5 mit dem Gleitschuh 6 wird hierzu im Bereich des äußeren Randbereich 27a der Kalotte 27 in eine ringförmige Spule eingeführt, an der beim Magnetpulsumformen ein Magnetfeld (elektromagnetischer Puls) erzeugt wird. Durch Aufbringen des Magnetfeldes

beim Magnetpulsumformen wird der äußere Randbereich 27a der Kalotte 27 nach radial Innen umgeformt.

[0032] Durch Magnetpulsumformen kann gegenüber einem Rollieren oder Bördeln eine kürzere Taktzeit zum Erzeugen der formschlüssigen Verbindung zwischen dem Kolben 5 und dem Gleitschuh 6 erzielt werden. Zudem tritt beim Magnetpulsumformen kein Verschleiß an Werkzeugen auf. Weiterhin kann ein sphärischer Spalt 30 in dem Kugelgelenk zwischen Kugel 26 und Kalotte 26 zur formschlüssigen Verbindung zwischen Kolben 5 und Gleitschuh 5 durch Einstellen des Magnetfeldes optimiert und reproduzierbar erzeugt werden. Insgesamt ermöglicht somit das Magnetpulsumformen die Herstellung der formschlüssigen Verbindung zwischen Kolben 5 und Gleitschuh 6 mit geringem Herstelleraufwand.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Kugelgelenks (25) zwischen einem Kolben (5) und einem Gleitschuh (6) einer hydrostatischen Verdrängermaschine (1), insbesondere einer Axialkolbenmaschine, wobei der Gleitschuh (6) mittels des Kugelgelenks (25) an dem Kolben (5) gelenkig befestigt ist, wobei das Kugelgelenk (25) aus einer Kugel (26) und einer Kalotte (27) besteht, und die Befestigung der Kugel (26) in der Kalotte (27) durch eine formschlüssige Verbindung erfolgt, in dem ein Randbereich (27a) der Kalotte (27) verformt wird, um die Kugel (26) formschlüssig zu umschließen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die formschlüssige Verbindung der Kugel (26) in der Kalotte (27) durch Magnetpulsumformen erzeugt wird, wobei zur Erzeugung der formschlüssigen Verbindung zwischen Kolben (5) und Gleitschuh (6) die Kugel (26) in die Kalotte (27) eingeführt wird und anschließend durch Magnetpulsumformen der äußere Randbereich (27a) der Kalotte (27) nach radial innen verformt und umgeformt wird, so dass die Kugel (26) formschlüssig umschlossen wird und in der Kalotte (27) gelenkig gehalten ist.

Claims

1. Method for producing a ball joint (25) between a piston (5) and a sliding block (6) of a hydrostatic positive-displacement machine (1), in particular an axial piston machine, wherein the sliding block (6) is fastened to the piston (5) in an articulated manner by means of the ball joint (25), wherein the ball joint (25) is composed of a ball (26) and a calotte (27), and the ball (26) is fastened in the calotte (27) by way of a positively locking connection, in which method an edge region (27a) of the calotte (27) is deformed in order to enclose the ball (26) in a positively locking manner, **characterized in that** the positively locking connection of the ball (26) in the calotte (27) is gen-

erated by magnetic pulse forming, wherein, to generate the positively locking connection between piston (5) and sliding block (6), the ball (26) is introduced into the calotte (27), and the outer edge region (27a) of the calotte (27) is subsequently radially inwardly deformed and formed, such that the ball (26) is enclosed in a positively locking manner and is held in the calotte (27) in an articulated manner.

10

Revendications

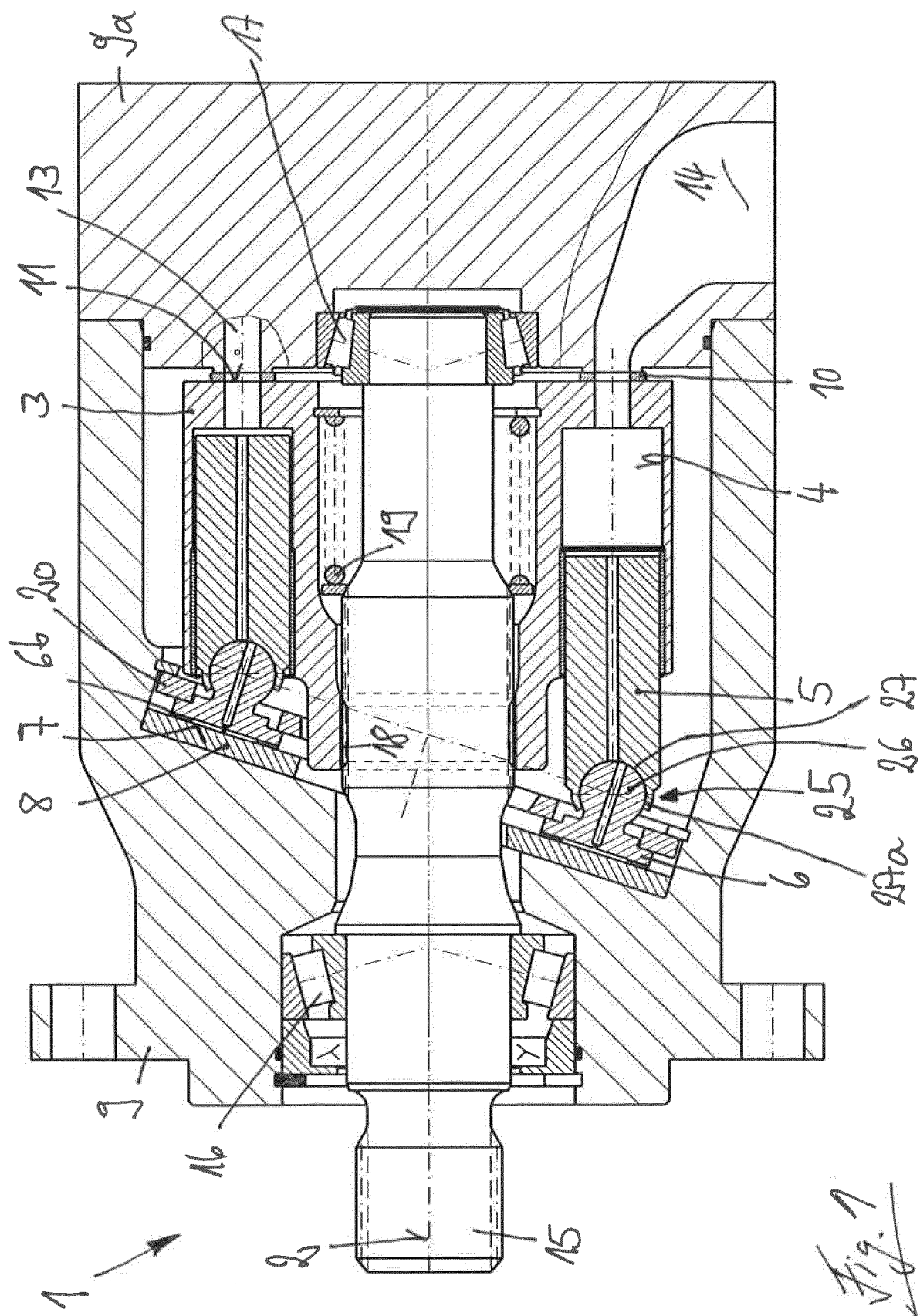
1. Procédé de fabrication d'une articulation sphérique (25) entre un piston (5) et un patin coulissant (6) d'une machine à déplacement volumétrique hydrostatique (1), en particulier d'une machine à piston axial, le patin coulissant (6) étant fixé de manière articulée au piston (5) au moyen de l'articulation sphérique (25), l'articulation sphérique (25) se composant d'une bille (26) et d'une calotte (27), et la fixation de la bille (26) dans la calotte (27) s'effectuant par une liaison par engagement par correspondance de formes dans laquelle une région de bord (27a) de la calotte (27) est déformée afin d'entourer la bille (26) par engagement par correspondance de formes, **caractérisé en ce que** la liaison par engagement par correspondance de formes de la bille (26) dans la calotte (27) est produite par façonnage par impulsions magnétiques, pour produire la liaison par engagement par correspondance de formes entre le piston (5) et le patin coulissant (6), la bille (26) étant introduite dans la calotte (27) puis, par façonnage par impulsions magnétiques, la région de bord extérieure (27a) de la calotte (27) étant déformée et façonnée radialement vers l'intérieur de telle sorte que la bille (26) soit entourée par engagement par correspondance de formes et soit maintenue de manière articulée dans la calotte (27).

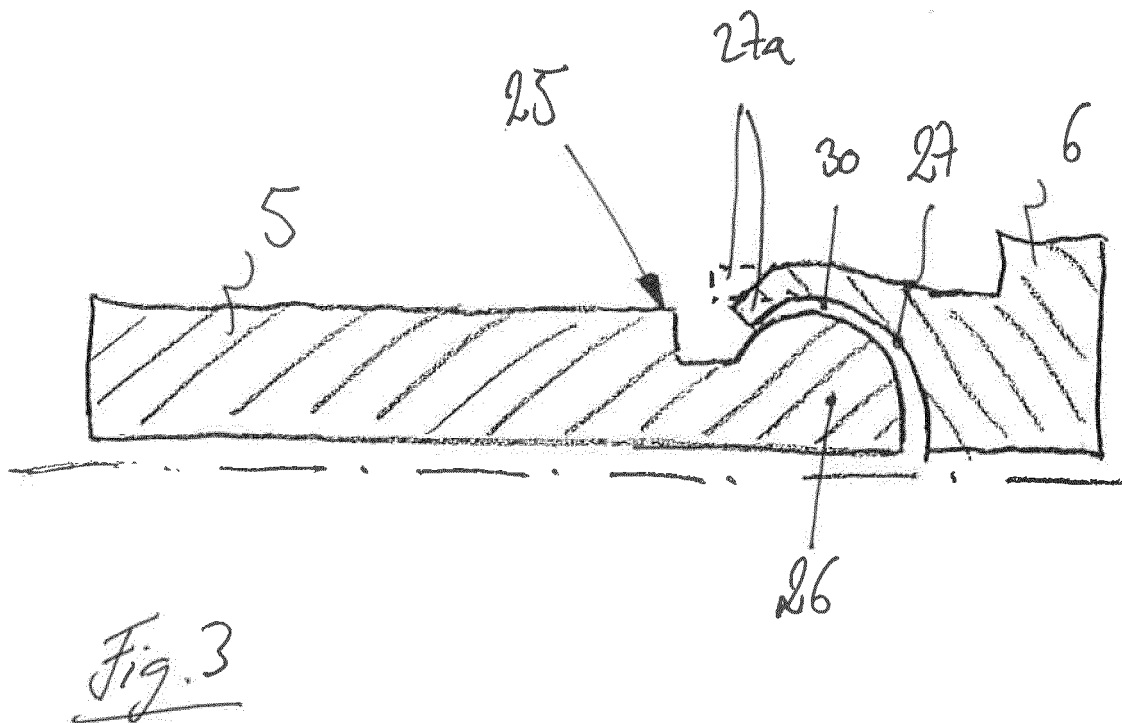
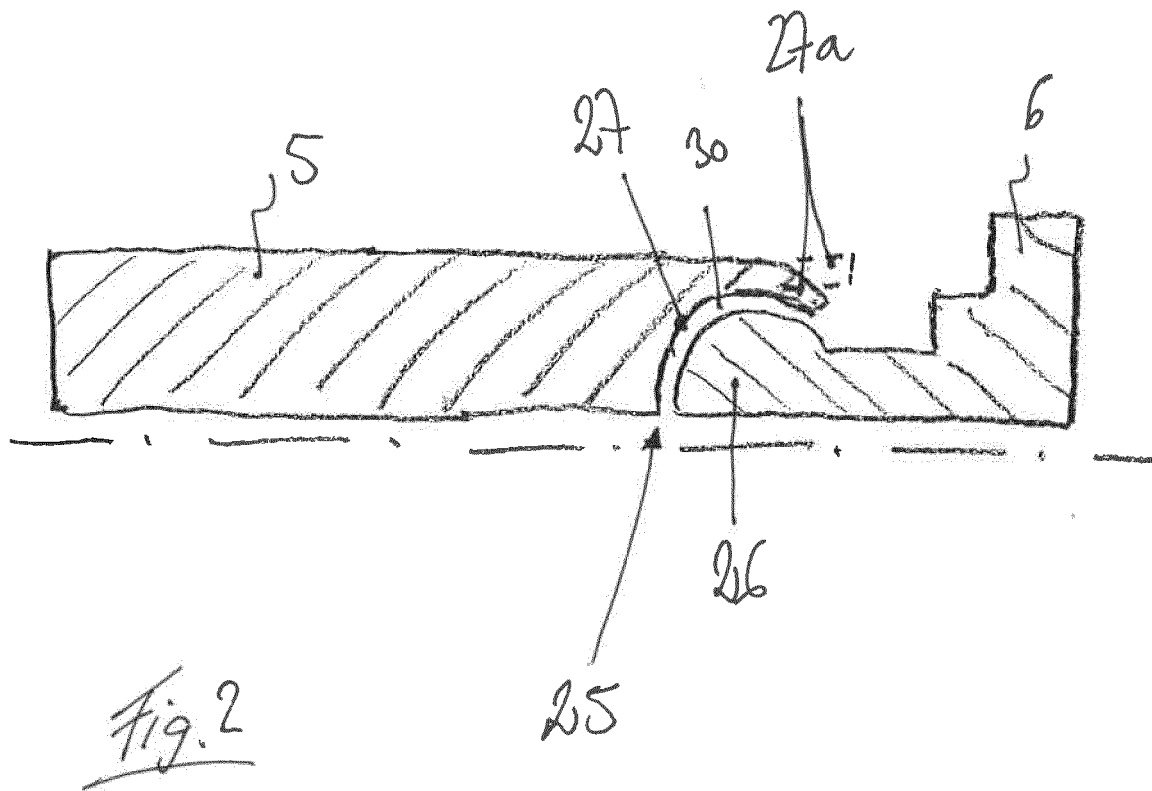
40

45

50

55





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 19712838 A1 [0003]
- DE 4214765 A1 [0004]
- DE 102010036199 A1 [0005]
- DE 19911121 A1 [0006]
- US 20040174014 A1 [0007]