

(19)



(11)

EP 3 309 394 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.04.2018 Patentblatt 2018/16

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

(21) Anmeldenummer: **17193758.4**

(22) Anmeldetag: **28.09.2017**

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

(72) Erfinder:
• **KRITTIAN, Lukas**
63739 Aschaffenburg (DE)
• **LÖFFLER, Thomas**
63857 Waldaschaff (DE)
• **LASAAR, Rolf**
63762 Großostheim (DE)

(30) Priorität: **12.10.2016 DE 102016119412**

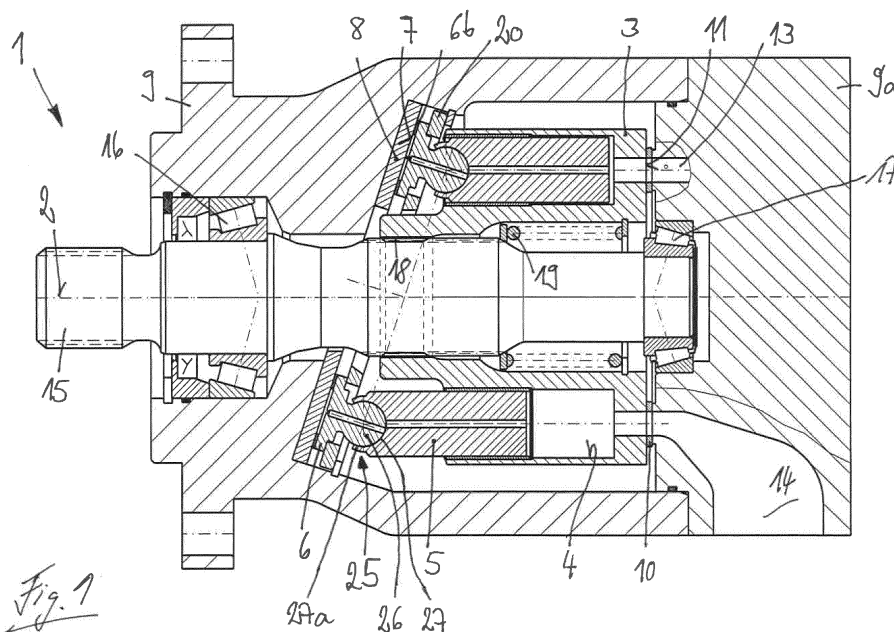
(74) Vertreter: **Patentship**
Patentanwaltsgesellschaft mbH
Eisenheimerstraße 65
80687 München (DE)

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

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

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kugelgelenks (25) zwischen einem Kolben (5) und einem Gleitschuh (6) einer hydrostatische 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 Ka-

lotte (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. Die formschlüssige Verbindung der Kugel (26) in der Kalotte (27) wird durch Magnetpulsumformen erzeugt.

**EP 3 309 394 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Kugelgelenks zwischen einem Kolben und einem Gleitschuh einer hydrostatische 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 Laufläche 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] 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.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die formschlüssige Verbindung der Kugel in der Kalotte durch Magnetpulsumformen erzeugt wird. Er-

findungsgemäß 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 verformt 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 Herstellaufwand.

[0005] 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 huberzeugenden Laufläche 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.

[0006] 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.

[0007] In der Figur 1 ist eine hydrostatische Verdrängermaschine 1 mit erfindungsgemäß hergestellten formschlüssigen Verbindungen an Kugelgelenken 25 zwi-

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

[0008] 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.

[0009] Die Kolben 5 stützen sich in dem aus der Zylindertrommel 3 herausragenden Bereich mittels jeweils eines Gleitschuhs 6 als Abstützelements auf einer huberzeugenden Lauffläche 7 ab, die von einer um die Drehachse 2 drehfest angeordneten Schrägscheibe 8 gebildet ist.

[0010] 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.

[0011] Es ist alternativ möglich, die Schrägscheibe 8 in der Neigung verstellbar anzuordnen, wodurch die Verdrängermaschine 1 ein veränderbares Verdrängungsvolumen aufweist.

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] Die Steuerfläche 11 kann wie in der Figur 1 dargestellt eben oder auch sphärisch sein.

[0015] 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.

[0016] 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 ab-

stützt.

[0017] 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 mitrotierenden 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.

[0018] 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.

[0019] Die Gleitschuhe 6 sind mittels eines als Kugelgelenk 25 ausgebildeten Gleitschuhgelenks mit dem jeweiligen Kolben 5 gelenkig verbunden.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

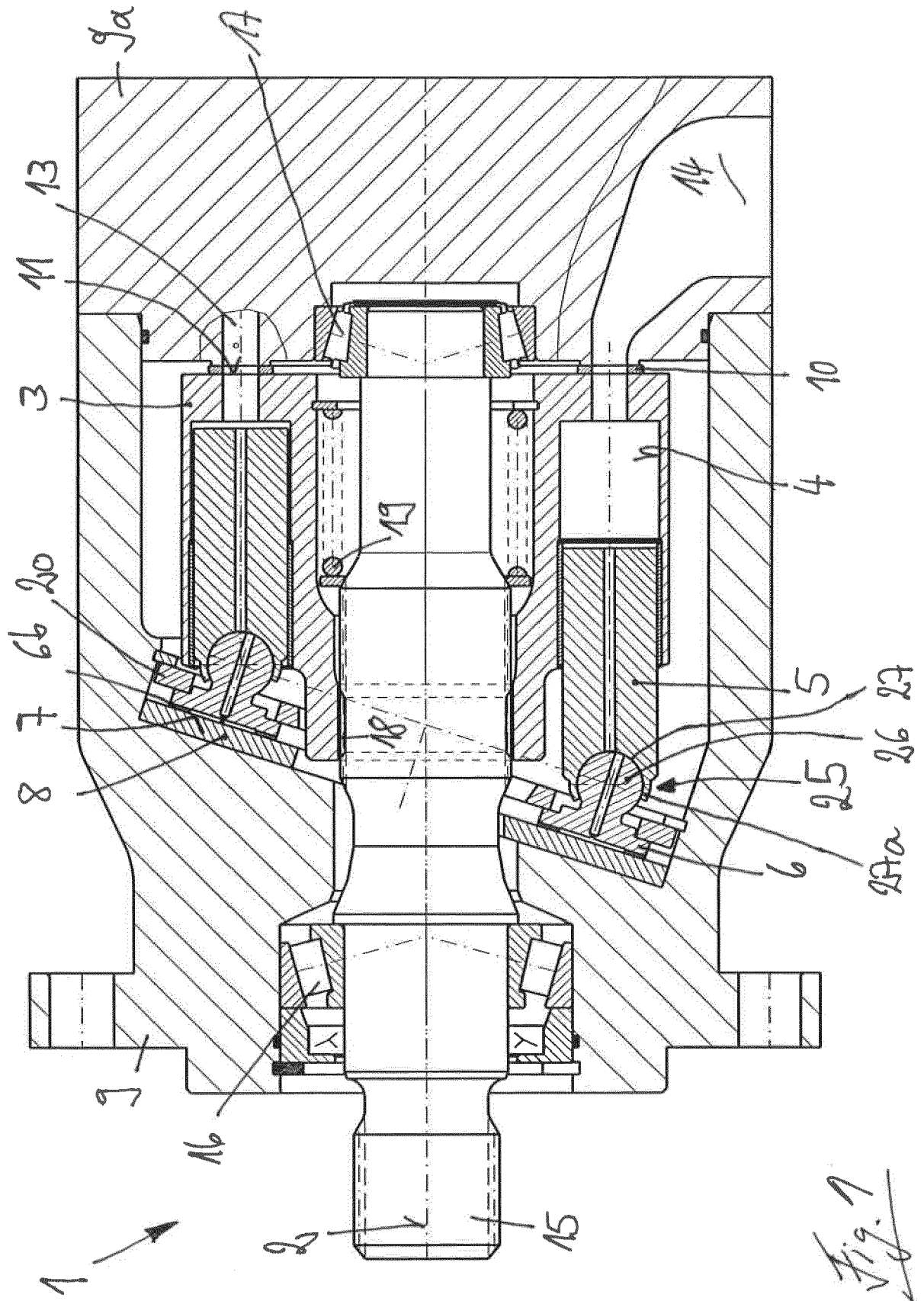
[0025] Zur Erzeugung der formschlüssigen Verbindung zwischen Kolben 5 und Gleitschuh 6 wird die Kugel 26 in die Kalotte 27 eingeführt und anschließend durch Magnetpulsumformen der äußere Randbereich 27a der Kalotte 27 nach radial Innen verformt und somit umgeformt, so dass die Kugel 26 formschlüssig umschlossen wird und in der Kalotte 27 gelenkig gehalten ist.

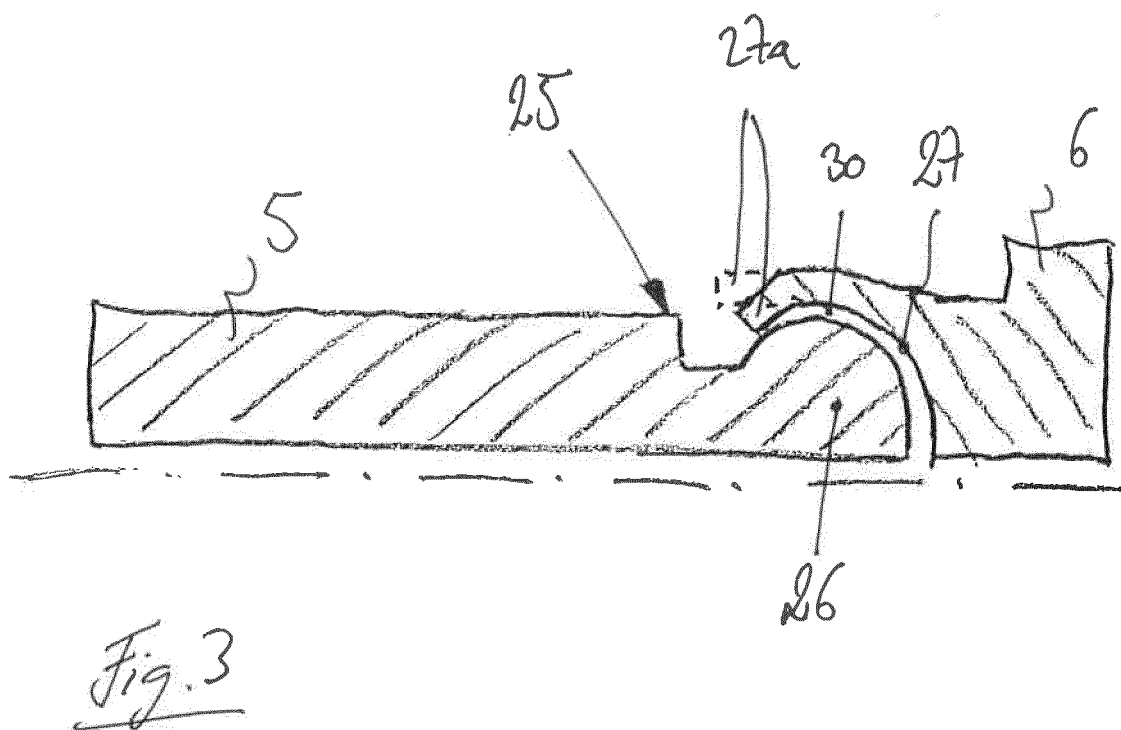
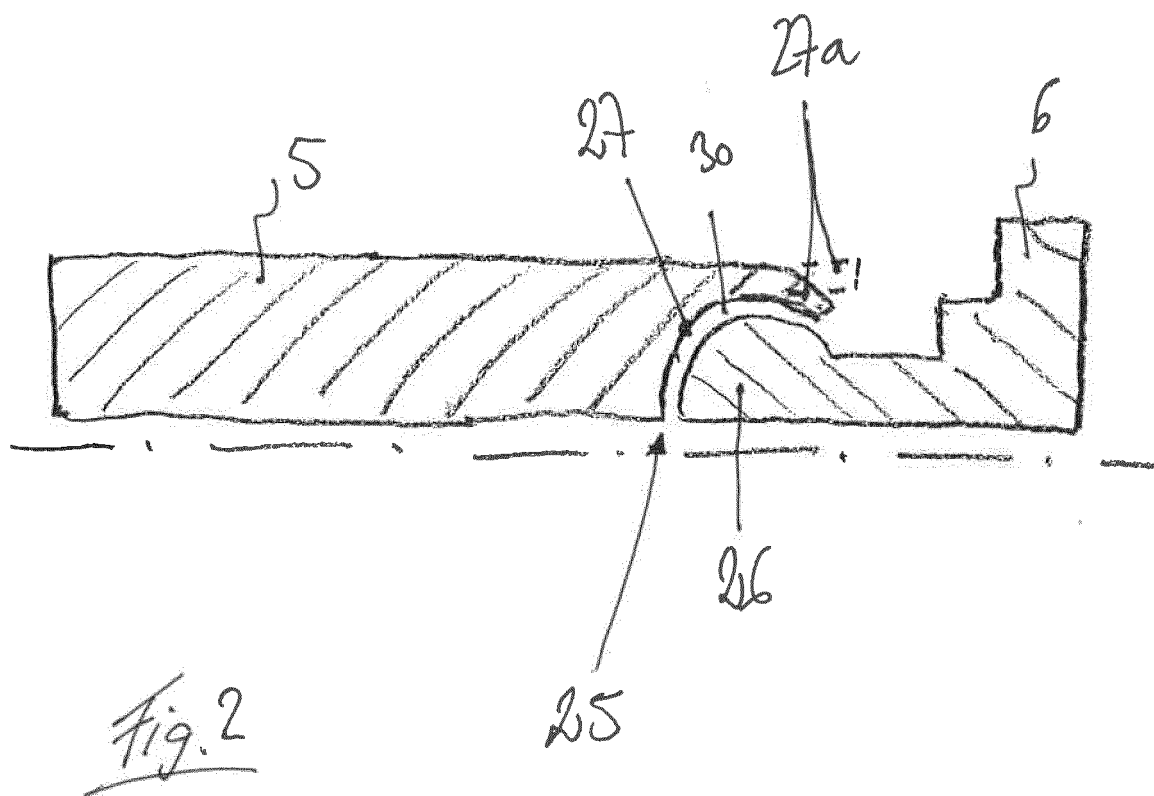
[0026] Der Kolben 5 mit dem Gleitschuh 6 wird hierzu im Bereich des äußeren Randbereich 27a der Kalotte 27 in eine ringförmige Spule eingeführt, an der beim Magnetpulsumformen ein Magnetfeld (elektromagnetischer Puls) erzeugt wird. Durch Aufbringen des Magnetfeldes beim Magnetpulsumformen wird der äußere Randbereich 27a der Kalotte 27 nach radial Innen umgeformt.

[0027] 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 hydrostatische 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.
2. Hydrostatische Verdrängermaschine (1), insbesondere einer Axialkolbenmaschine, mit einer um eine Drehachse (2) drehbar angeordneten Zylindertrommel (3), die mit mindestens einer Kolbenausnehmung (4) versehen ist, in der jeweils ein Kolben (5) längsverschiebbar angeordnet ist und durch einen mittels eines Kugelgelenks (25) am Kolben (4) gelenkig befestigten Gleitschuh (6) an einer huberzeugenden Lauffläche (7) abgestützt 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 nach Anspruch 1 erfolgt, wobei die Kalotte (27) an dem Kolben (5) und die Kugel (26) an dem Gleitschuh (6) ausgebildet ist oder die Kalotte (27) an dem Gleitschuh (6) und die Kugel (26) an dem Kolben (5) ausgebildet ist.







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 19 3758

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 197 12 838 A1 (BRUENINGHAUS HYDROMATIK GMBH [DE]) 1. Oktober 1998 (1998-10-01)	2	INV. F04B1/20
Y	* das ganze Dokument *	1	

X	DE 42 14 765 A1 (SACHSENHYDRAULIK GMBH [DE]) 11. November 1993 (1993-11-11)	2	
Y	* Anspruch 1 *	1	

X	DE 10 2010 036199 A1 (LINDE MATERIAL HANDLING GMBH [DE]) 8. März 2012 (2012-03-08)	2	
Y	* Absätze [0004], [0005]; Ansprüche 1-7 *	1	

Y	DE 199 11 121 A1 (TOKAI RUBBER IND LTD [JP]; SHOWA ALUMINUM CORP [JP]) 16. September 1999 (1999-09-16)	1	
* Seite 1, Zeile 5 - Zeile 9 *			
* Seite 1, Zeile 49 - Zeile 53 *			

Y	US 2004/174014 A1 (STORAGE MICHAEL R [US] ET AL) 9. September 2004 (2004-09-09)	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
* Absätze [0015], [0017]; Abbildung 6 *			F04B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. Februar 2018	Prüfer Fistas, Nikolaos
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 17 19 3758

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

13-02-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19712838 A1	01-10-1998	DE 19712838 A1	01-10-1998
		DE 19716880 A1	10-12-1998
		EP 0970291 A1	12-01-2000
		EP 1138874 A2	04-10-2001
		EP 1138875 A2	04-10-2001
		JP 4093325 B2	04-06-2008
		JP 2001519007 A	16-10-2001
		US 6343888 B1	05-02-2002
		WO 9842949 A1	01-10-1998
DE 4214765 A1	11-11-1993	KEINE	
DE 102010036199 A1	08-03-2012	KEINE	
DE 19911121 A1	16-09-1999	DE 19911121 A1	16-09-1999
		US 6298962 B1	09-10-2001
US 2004174014 A1	09-09-2004	KEINE	

EPO FORM P0461

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