



(11)

EP 2 713 052 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
27.02.2019 Patentblatt 2019/09

(51) Int Cl.:
F04C 2/18 ^(2006.01)

F04C 2/08 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13181923.7**

(22) Anmeldetag: **28.08.2013**

(54) **Zahnradmaschine mit einer Nut zur Aufnahme eines Einlaufgrates**

Geared machine with a groove for holding an entry ridge

Machine à roue dentée pourvue d'une rainure pour le logement d'une nervure d'entrée

(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: **26.09.2012 DE 102012217400**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.04.2014 Patentblatt 2014/14

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Laetzel, Marc**
70563 Stuttgart (DE)
• **Kessler, Christoph**
71034 Boeblingen (DE)

- **Wilhelm, Michael**
71665 Vaihingen/Enz (DE)
- **Breuninger, Juergen**
70806 Kornwestheim (DE)
- **Schwuchow, Dietmar**
70569 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **Maiß, Harald**
Bosch Rexroth AG
Patentabteilung
Ernst-Sachs-Straße 100
97424 Schweinfurt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 1 963 981 FR-A1- 2 198 805
GB-A- 2 039 998 JP-A- 2003 161 270

EP 2 713 052 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 eine Zahnradmaschine gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Aus der DE 10 2009 012 853 A1 ist eine Zahnradmaschine bekannt, die als Pumpe oder als Motor ausgebildet sein kann. Die Zahnradmaschine besitzt zwei Zahnräder, die im Außeneingriff miteinander kämmen, wobei deren Drehachsen parallel zu einer Längsrichtung ausgerichtet sind. Die Zahnräder sind von einem Gehäuse umgeben, welches einen Hauptkörper, einen Antriebsdeckel und einen Enddeckel aufweist. Der Hauptkörper weist eine Innenumfangsfläche auf, die entlang der Längsrichtung in einem ersten Abschnitt mit einer konstanten Querschnittsform ausgebildet ist. Diese Querschnittsform ist mit sehr geringem Spiel an den Kopfkreisdurchmesser der genannten Zahnräder angepasst. Weiter ist jedem Zahnrad ein zweiter Abschnitt der Innenumfangsfläche zugeordnet, der auch als Einlaufspur bezeichnet wird. Dieser ist quer zur Längsrichtung gegenüber dem ersten Abschnitt der Innenumfangsfläche nach außen versetzt angeordnet. Bezüglich der Längsrichtung neben wenigstens einem Zahnrad ist wenigstens ein zugeordneter Lagerkörper angeordnet, welcher an der Innenumfangsfläche anliegt, wobei das wenigstens eine Zahnrad drehbar in dem wenigstens einen zugeordneten Lagerkörper gelagert ist.

[0003] Das Gehäuse weist einen Hoch- und einen Niederdruckanschluss auf. Wenn die Zahnradmaschine als Pumpe betrieben wird, fließt Druckfluid, beispielsweise Hydrauliköl, vom Niederdruck- zum Hochdruckanschluss, wobei die Zahnräder beispielsweise durch einen Elektromotor in Drehbewegung versetzt werden. Wenn die Zahnradmaschine als Motor betrieben wird, fließt das Druckfluid vom Hochdruckanschluss zum Niederdruckanschluss, wodurch die Zahnräder in Drehbewegung versetzt werden.

[0004] Bei der Herstellung wird die Zahnradmaschine einem Einlaufprozess unterzogen. Dabei wird eine Zahnradmaschine hergestellt, bei der die zweiten Abschnitte der Innenumfangsfläche des Hauptkörpers noch fluchtend zu dem ersten Abschnitt ausgebildet sind, d.h. die Innenumfangsfläche weist entlang der Längsrichtung überall eine konstante Querschnittsform auf. Beim Einlaufen wird die Zahnradmaschine mit Druckfluid gefüllt, wobei sie an eine Druckfluidquelle und an eine Druckfluidsenke angeschlossen wird. Die Zahnräder werden nun in Drehbewegung versetzt, so dass sich in der Zahnradmaschine der maximale Betriebsdruck ausbildet. Dies führt dazu, dass die Zahnräder vom Druck des Druckfluids im Bereich des Niederdruckanschlusses gegen die Innenumfangsfläche des Hauptkörpers gerückt werden. Die Relativbewegung zwischen den Zahnrädern und dem Hauptkörper bewirkt, dass an der Innenumfangsfläche des Hauptkörpers Material abgetragen wird, so dass sich die zweiten Abschnitte der Innenumfangsfläche ausbilden, die gegenüber den ersten Abschnitten radial nach außen versetzt sind. Hierbei ist anzumerken, dass die

Zahnräder typischerweise aus gehärtetem Stahl bestehen, wobei der Hauptkörper aus Aluminium oder Grauguss besteht.

[0005] Bei dem Einlaufprozess ergibt sich das Problem, dass an den Seitenrändern der zweiten Abschnitte bzw. der Einlaufspuren Grate entstehen. Diese drücken sich zwischen die Seitenflächen der Zahnräder und den daran anliegenden Lagerkörpern, so dass diese Teile nicht mehr optimal dichtend aneinander anliegen. Insbesondere bei schräg verzahnten Zahnrädern sind die genannten Grate oft nur auf einer Seite der zweiten Abschnitte zu beobachten.

[0006] Weiter wird auf DE 19 63 981 A1 verwiesen, welche die Merkmale des Oberbegriffs von Anspruch 1 offenbart, wobei insbesondere der Einlaufprozess einer Zahnradpumpe beschrieben ist.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die dichtende Anlage des Lagerkörpers an den Zahnrädern auch nach dem Einlaufprozess sicherzustellen. Diese Aufgabe wird durch das Verfahren nach Anspruch 1 gelöst, wobei als Verfahrensergebnis eine Zahnradmaschine nach Anspruch 1 entsteht.

[0008] Demnach wird an der Innenumfangsfläche des Hauptkörpers vor dem Einlaufprozess eine Nut vorgesehen, die den genannten Grat aufnehmen kann. Im Bereich der zweiten Abschnitte der Innenumfangsfläche wird die Nut während des Einlaufprozesses teilweise wieder abgetragen, wobei der verbleibende Rest der Nut mit dem Material der Grate vollständig aufgefüllt wird. Im Ergebnis werden die Grate nur noch in die erfindungsgemäße Nut gedrückt, wobei sie nicht mehr zwischen den Lagerkörper und die zugeordnete Zahnradmaschine gelangen können. An der fertigen Zahnradmaschine ist die in den zweiten Abschnitten ursprünglich vorhandene Nut kaum noch zu erkennen.

[0009] Nur die Abschnitte der Nut, die in den ersten Abschnitt der Innenumfangsfläche des Hauptkörpers hineinragen und daher vom Einlaufprozess nicht erfasst werden, sind an der fertigen Zahnradpumpe noch zu erkennen. Hierbei ist anzumerken, dass sich die Lage des Randes der zweiten Abschnitte der Innenumfangsfläche des Hauptkörpers in Umfangsrichtung nicht genau vorherbestimmen lässt, da seine Lage von den genauen Maßen der beteiligten Bauteile innerhalb ihrer Herstellungstoleranz abhängt. Die erfindungsgemäße Nut wird daher vor dem Einlaufen vorzugsweise so lange ausgeführt, dass sie sich auch bei ungünstigster Toleranzlage über die gesamte Länge des späteren zweiten Abschnitts der Innenumfangsfläche erstreckt, da am gesamten Seitenrand des zweiten Abschnitts die schädlichen Grate entstehen können.

[0010] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung angegeben.

[0011] In Verlängerung jeder Nut kann im zugeordneten zweiten Abschnitt der Innenumfangsfläche ein geradliniger Materialbereich vorgesehen sein, der gegenüber dem verbleibenden Hauptkörper eine veränderte

Gefügestruktur aufweist. Bei dem Materialbereich handelt es sich um die in den zweiten Abschnitten vor dem Einlaufprozess vorhandene Nut, die nach dem Einlaufprozess vollständig mit dem während des Einlaufprozesses entstehenden Grat aufgefüllt ist. Das Gratmaterial wird dabei erheblichen plastischen Verformungen ausgesetzt, so dass sich seine Gefügestruktur erheblich ändert. Diese veränderte Gefügestruktur kann man beispielsweise nachweisen, indem man den Hauptkörper quer zum genannten Materialbereich aufschneidet, wobei man die Schnittfläche poliert und anätzt. Wenn man nun den Materialbereich mit einem Mikroskop betrachtet, kann man die Gefügeunterschiede zwischen dem Materialbereich und dem verbleibenden Hauptkörper leicht erkennen.

[0012] Die Nut kann quer zur Längsrichtung verlaufen, damit sie in Flucht mit dem Seitenrand des zugeordneten zweiten Abschnitts der Innenumfangsfläche des Hauptkörpers angeordnet ist.

[0013] Die Tiefe der Nut an dem Ende, das dem zweiten Abschnitt der Innenumfangsfläche zugeordnet ist, kann am größten sein, wobei die Tiefe der Nut zum gegenüberliegenden Ende hin stetig auf Null abnimmt. Wie bereits angesprochen, nimmt auch die Tiefe der zweiten Abschnitte bzw. der Einlaufspuren von einer Maximaltiefe stetig auf Null ab. Die Tiefe der zweiten Abschnitte ist im Wesentlichen proportional zu dem Volumen, welches der Grat an der betreffenden Stelle hat. Damit das Volumen der Nut immer genau so groß ist, dass es das Volumen des Grates aufnehmen kann, wird die Tiefe der Nut wie oben vorgeschlagen ausgebildet.

[0014] Die Nut kann eine konstante kreisförmige Querschnittsform aufweisen. Eine derartige Nut kann leicht mit einer Schneidplatte hergestellt werden, deren Schneidkante einen Eckenradius aufweist. Dieser Eckenradius kann beispielsweise 0,8 mm betragen. Versuche der Anmelderin haben gezeigt, dass eine derartige Nut das gewünschte Ergebnis liefert. Die entsprechende Nut nimmt den Grat so auf, dass an der fertigen Zahnradpumpe in den zweiten Abschnitten der Innenumfangsfläche des Hauptkörpers keine Reste der vor dem Einlaufen vorhandenen Nut stehen bleiben.

[0015] Die Länge der wenigstens einen Nut kann zwischen 5 mm und 50 mm betragen. Dieser Längenbereich entspricht in etwa der Längentoleranz der zweiten Abschnitte in Umfangsrichtung um die Zahnräder.

[0016] Die wenigstens eine Nut kann in dem Bereich angeordnet sein, in dem sich der wenigstens eine Lagerkörper und das zugeordnete Zahnrad berühren. In diesem Bereich entsteht der oben angesprochene schädliche Grat am Hauptkörper. Wenn die Nut im vorgeschlagenen Bereich angeordnet ist, kann sich das Material der Grate besonders leicht in die Nut hineindrücken und diese auffüllen.

[0017] Der wenigstens eine Lagerkörper und das zugeordnete Zahnrad können sich in einer Dichtebene berühren, welche senkrecht zur Längsrichtung ausgerichtet ist, wobei die Dichtebene die Nut schneidet. Es ist üblich,

dass sich die Lagerkörper und die zugeordneten Zahnräder in einer Dichtebene berühren. Wenn diese Dichtebene die erfindungsgemäße Nut schneidet, kann sich das Material der Grate besonders leicht in die Nut hineindrücken und diese auffüllen. Die Dichtebene schneidet die Nut auch dann im obigen Sinne, wenn sie genau mit einem Seitenrand der Nut zusammenfällt.

[0018] Die Nut kann zu mehr als der Hälfte ihrer Breite auf der Seite der Dichtebene angeordnet sein, welche dem Zahnrad zugeordnet ist. Hierdurch wird sichergestellt, dass einer der beiden Seitenränder der Nut unterhalb des Zahnrades angeordnet ist. Dieser Seitenrand ist der Ort, an dem der Grat entstehen soll, damit sein Material leicht in die Nut hineingerückt werden und diese auffüllen kann.

[0019] Der wenigstens eine Lagerkörper kann eine Druckausgleichsfase aufweisen, die sowohl dem zugeordneten Zahnrad als auch der Innenumfangsfläche des Hauptkörpers gegenüber liegt, wobei die Nut und die Druckausgleichsfase zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig, in unterschiedlichen Bereichen am Umfang des zugeordneten Zahnrades angeordnet sind. Die Druckausgleichsfase steht dabei vorzugsweise in Fluidverbindung mit dem Hochdruckanschluss der Zahnradmaschine. Dies hat zur Folge, dass im Bereich der Druckausgleichsfase überall der Druck am Hochdruckanschluss in den Zahnzwischenräumen des zugeordneten Zahnrades wirkt. Dies hat wiederum zur Folge, dass die Zahnräder beim Einlaufen der Zahnradmaschine mit einer gut vorausberechenbaren Kraft gegen die Innenumfangsfläche des Hauptkörpers gedrückt werden. In der Folge lässt sich die Länge der zweiten Abschnitte in Umfangsrichtung um die Zahnräder in einer praktikablen Größenordnung vorherbestimmen. Diese Funktion der Druckausgleichsfase soll durch die erfindungsgemäße Nut möglichst wenig gestört werden.

[0020] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es stellt dar:

Fig. 1 einen Längsschnitt einer erfindungsgemäßen Zahnradmaschine;

Fig. 2 die Ansicht nach Fig. 1 ohne die Zahnräder und die Lagerkörper;

Fig. 3 einen grobschematischen Teillängsschnitt der Nut im Bereich des zweiten Abschnitts vor dem Einlaufprozess;

Fig. 4 die Ansicht nach Fig. 3 während des Einlaufprozesses; und

Fig. 5 die Ansicht nach Fig. 3, nachdem der Einlaufprozess abgeschlossen ist.

[0021] Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt einer erfindungsgemäßen Zahnradmaschine 10. Die Zahnradmaschine 10 umfasst ein Gehäuse 20, das aus einem

Hauptkörper 30; einem Antriebsdeckel 21 und einem Enddeckel 22 zusammengesetzt ist, die vorzugsweise aus Aluminium oder aus Grauguss bestehen. Der Antriebs- und der Enddeckel 21; 22 liegen an ebenen Stirnflächen an den gegenüberliegenden Enden des Hauptkörpers 30 an, wobei an den Stirnflächen O-Ringe 24 aus einem Elastomer vorgesehen sind, damit aus der entsprechenden Fuge kein Druckfluid austreten kann. Der Antriebs- und der Enddeckel 21; 22 sind über Zylinderstifte 26 relativ zum Hauptkörper 30 ausgerichtet und über (nicht dargestellte) Schraubbolzen mit diesen fest verschraubt.

[0022] In dem Gehäuse 20 sind zwei Zahnräder 50 bezüglich einer zugeordneten Drehachse 51 drehbar aufgenommen, wobei die Zahnräder 50 im Außeneingriff miteinander kämmen. Die genannten Drehachsen 51 verlaufen parallel zu einer Längsrichtung 12. Die Zahnräder 50 sind vorliegend schräg verzahnt, sie können aber auch gerade verzahnt ausgebildet sein.

[0023] Die beiden Zahnräder 50 weisen auf beiden Seiten einen kreiszylindrischen Lagerzapfen 52 auf, der in einer Lagerschale 61 aus einem Gleitlagerwerkstoff wie Messing oder Bronze, drehbar gelagert ist, wobei die Lagerschale 61 wiederum in einem zugeordneten Lagerkörper 60 aus Aluminium fest aufgenommen ist. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist jedem Lagerzapfen 52 ein gesonderter Lagerkörper 60 zugeordnet, wobei zwei benachbarte Lagerkörper 60 an ebenen Flächen aneinander anliegen und mittels eines Zylinderstiftes 26 zueinander ausgerichtet sind. Die beiden vorstehend genannten Lagerkörper 60 können auch einstückig ausgebildet sein. Die Lagerkörper 60 werden von dem Druck des Druckfluids, beispielsweise Hydrauliköl, in der Zahnradmaschine gegen die ebenen Seitenflächen der Zahnräder 50 gedrückt, um eine seitliche Abdichtung der Zahnräder zu bewirken. Hierdurch werden zwei Dichtebenen 71 definiert. Das Druckfluid wirkt dabei in einem Druckfeld auf den Lagerkörper 60 ein, welches von einer zugeordneten Axialdichtung 62 begrenzt wird.

[0024] Einer der Lagerzapfen 52 eines Zahnrades 50 ist einstückig mit einem Antriebszapfen 53 ausgebildet, der durch den Antriebsdeckel 21 hindurch aus dem Gehäuse 20 herausragt. Die entsprechende Durchtrittsöffnung ist mit einem Radialwellendichtring 25 dicht verschlossen, so dass kein Druckfluid austreten kann. Der Antriebszapfen 53 kann beispielsweise mit der Antriebswelle eines (nicht dargestellten) Elektromotors drehfest verbunden werden, wenn die Zahnradmaschine 10 als Pumpe betrieben wird.

[0025] Die Innenumfangsfläche 31 des Hauptkörpers 30 weist vor dem Einlaufprozess entlang der Längsrichtung 12 eine konstante Querschnittsform auf, die mit sehr geringem Spiel an den kreiszylindrischen Kopfkreisdurchmesser der Zahnräder 50 angepasst ist. Weiter ist auf die Druckausgleichsfase 64 an den in Fig. 1 linken Lagerkörper 60 hinzuweisen. Diese Druckausgleichsfase 64 erstreckt sich am Umfang des zugeordneten Zahnrades vom Hochdruckanschluss in Richtung des Nieder-

druckanschlusses, wobei sie etwa zwei Zahnteilungen vor dem Niederdruckanschluss endet. Über die Druckausgleichsfase wird eine Fluidverbindung zwischen den Zahnkammern der Zahnräder und dem Hochdruckanschluss hergestellt, so dass in allen Zahnkammern, die sich im Bereich der Druckausgleichsfase 64 befinden, der Druck am Hochdruckanschluss herrscht. In dem Bereich in der Nähe des Niederdruckanschlusses, in dem keine Druckausgleichsfase 64 vorhanden ist, sollen die Zahnköpfe fluiddicht an der Innenumfangsfläche 31 des Hauptkörpers 30 anliegen. Die Druckausgleichsfase 64 kann wie vorliegend dargestellt nur auf einer Seite der Zahnräder 50 vorhanden sein, sie kann aber auch auf beiden Seiten der Zahnräder 50 vorgesehen sein. Im letzteren Fall ist bei schräg verzahnten Zahnrädern 50 zu berücksichtigen, dass die beiden Druckausgleichsfasen 64 unterschiedlich lang ausgebildet sein müssen, damit sie am gleichen Zahn des zugeordneten Zahnrades 50 enden.

[0026] Fig. 2 zeigt die Ansicht nach Fig. 1 ohne die Zahnräder und die Lagerkörper. An dem Hauptkörper 30 ist ein Niederdruckanschluss 23 vorgesehen, der in Form eines kreiszylindrischen Durchbruchs ausgebildet ist, der die Innenumfangsfläche des Hauptkörpers 30 mit seiner Außenumfangsfläche verbindet, so dass dort eine Druckfluidquelle oder -senke angeschlossen werden kann. 180° um die Längsrichtung gegenüberliegend am Hauptkörper 20 ist der Hochdruckanschluss vorgesehen, der in Fig. 2 nicht sichtbar ist. Der Hochdruckanschluss ist ebenfalls in Form eines kreiszylindrischen Durchbruchs ausgebildet, der typischerweise einen kleineren Durchmesser aufweist als der Niederdruckanschluss 23.

[0027] Die Innenumfangsfläche 31 des Hauptkörpers 30 weist einen ersten Abschnitt 32 auf, der wiederum aus zwei Bereichen 36, die an die Zahnräder angepasst sind, und einem Anschlussbereich 37 zusammengesetzt ist. Die Bereiche 36 werden mit einer (nicht dargestellten) Bohrstange hergestellt, deren Drehachse mit der Drehachse des zugeordneten Zahnades zusammenfällt. Die Bohrstange weist vorzugsweise eine einzige Schneidplatte auf, deren kreisrunde Schneidkante auf einem Durchmesser umläuft, der dem Kopfkreisdurchmesser der Zahnräder entspricht. Zur Herstellung der Bereiche 36 wird die sich schnell drehende Bohrstange in Längsrichtung 12 durch den Hauptkörper 30 bewegt. Dabei wird in einem ersten Grobschnitt ein Durchmesser hergestellt, der minimal kleiner als der Enddurchmesser, nämlich der Kopfkreisdurchmesser des zugeordneten Zahnades, ist. Hierbei wird eine große Materialmenge in kurzer Zeit abgetragen. In dem anschließenden Feinschnitt wird der etwas größere Enddurchmesser mit einer vergleichsweise langsamen Vorschubbewegung in Längsrichtung 12 hergestellt, so dass die Bereiche 37 eine sehr hohe Genauigkeit aufweisen. Anschließend wird beispielsweise mit der Bohrstange für den Grobschnitt die erfindungsgemäße Nut 70 hergestellt. Hierfür wird die Drehachse der Bohrstange anfangs mit der

Drehachse des zugeordneten Zahnrades zur Deckung gebracht, wobei die Bohrstange anschließend in Längsrichtung 12 so verfahren wird, dass sich die Schneidkante im Bereich einer Dichtebene 71 befindet. Zur genauen Lage der Nut 70 wird auf die Ausführungen zu den Fig. 3 bis 5 verwiesen.

[0028] Anschließend wird die sich schnell drehende Bohrstange in Richtung des Niederdruckanschlusses 23 quer zu ihrer Drehachse verfahren, so dass die Schneidkante in den Hauptkörper 30 einschneidet. Im Bereich des Niederdruckanschlusses hat die Nut 70 eine Tiefe von beispielsweise 0,05 mm, wobei die Tiefe zum anderen Ende hin stetig auf Null abnimmt. Die Länge der Nut 70 ergibt sich aus dem Durchmesser, auf dem die Schneidkante umläuft und dem Durchmesser des Bereichs 36. Sie erstreckt sich über den Materialbereich 76, der später mit dem Grat aufgefüllt wird, und über den mit Nr. 70 gekennzeichneten Bereich, der ausschließlich im ersten Abschnitt 32 der Innenumfangsfläche 31 angeordnet ist und am zugeordneten zweiten Abschnitt endet.

[0029] Zwischen den Bereichen 36 ist der Anschlussbereich 37 vorgesehen, der beispielsweise mit einem Fräser hergestellt wird. Der Anschlussbereich 37 ist gegenüber den kreiszylindrischen Bereichen 36 nach radial außen versetzt, so dass sich das Druckfluid vom Nieder- bzw. Hochdruckanschluss 23 an den Lagerkörpern vorbei auf die gesamte Breite des Gehäuses 20 verteilen kann.

[0030] Nachdem die vorstehend beschriebenen Herstellungsschritte durchgeführt wurden, wird die Zahnradmaschine 10 komplett zusammengebaut. Zur Durchführung des Einlaufprozesses wird sie an eine Druckfluidquelle und an eine Druckfluidsenke angeschlossen und mit Druckfluid, beispielsweise Hydrauliköl, gefüllt. Anschließend werden die Zahnräder so in Drehbewegung versetzt, dass sich in der Zahnradmaschine 10 der maximale Betriebsdruck einstellt. Bei einer Pumpe werden die Zahnräder von außen, beispielsweise mit einem Elektromotor, in Bewegung versetzt, wobei die Druckfluidquelle ein Tank und die Druckfluidsenke eine mit dem Tank verbundene Drossel ist. Bei einem Motor werden die Zahnräder durch das am Hochdruckanschluss unter Druck zugeführte Druckfluid in Bewegung versetzt. Die Druckfluidsenke ist dabei ein Tank, wobei die Druckfluidquelle eine Pumpe ist, welche Druckfluid aus dem Tank ansaugt.

[0031] Der Druck des Druckfluids bewirkt, dass die Zahnräder im Bereich des Niederdruckanschlusses 23 gegen die Innenumfangsfläche des Hauptkörpers 30 gedrückt werden, wobei in den dortigen zweiten Abschnitten 33 Material abgetragen wird, so dass die Innenumfangsfläche 31 quer zur Längsrichtung gegenüber dem ersten Abschnitt 32 nach außen versetzt ist. Der genannte Versatz beträgt an der tiefsten Stelle beispielsweise 0,05 mm, wobei er in Umfangsrichtung vom Niederdruckanschluss weg stetig auf Null abnimmt. Der Rand 35 des zweiten Abschnitts 33 in Umfangsrichtung ist typischerweise sehr unregelmäßig geformt. Seine Lage ist insbe-

sondere von den genauen Maßen der beteiligten Bauteile innerhalb ihrer Herstellungstoleranz abhängig. Die Länge der Nut 70 wird dabei so gewählt, dass auch bei ungünstigster Toleranzlage ein kleiner Nutrest im ersten Abschnitt 32 der Innenumfangsfläche 31 des Hauptkörpers 30 vorhanden ist.

[0032] Fig. 3 zeigt einen grobschematischen Teillängsschnitt der Nut 70 im Bereich des zweiten Abschnitts der Innenumfangsfläche 31 des Hauptkörpers 30 vor dem Einlaufprozess, wobei die Lage der Schnittebene in Fig. 2 mit A-A gekennzeichnet ist. Die Nut 70 ist im Querschnitt betrachtet kreisrund ausgebildet, wobei der entsprechende Radius 75 beispielsweise 0,8 mm beträgt. Dieser Radius wird durch den Eckenradius an der Schneidkante der oben angesprochenen Schneidplatte definiert.

[0033] Die Breite 74 der Nut 70 beträgt beispielsweise 0,5 mm, wobei die Tiefe 73 der Nut 70 beispielsweise 0,05 mm beträgt. Die Lage der Nut 70 ist so gewählt, dass die Dichtebene 71, an der sich der Lagerkörper 60 und das zugeordneten Zahnrad 50 dichtend berühren, die Nut 70 schneidet. Da die Lagerkörper 60 mit den Zahnrädern 50 innerhalb des Hauptkörpers 30 in Längsrichtung 12 minimal beweglich sind, ist die Relativlage der Nut 70 gegenüber der Dichtebene 71 nicht exakt vorhersehbar. Die Abmessungen und Toleranzen der entsprechenden Bauteile sind jedoch so festgelegt, dass die Dichtebene im günstigsten Fall den in Fig. 3 linken Seitenrand 72a der Nut 70 schneidet, wobei sie im ungünstigsten Fall durch die Mitte der Nut 70 verläuft. Damit ist in jedem Fall sichergestellt, dass sich der in Fig. 3 rechte Seitenrand 72b der Nut 70 unterhalb des Zahnrades 50 befindet.

[0034] Vor dem Einlaufen weist die Innenumfangsfläche 31 des Hauptkörpers 30 entlang der Längsrichtung 12 eine konstante Querschnittsform auf, so dass der Lagerkörper 60 und das zugeordnete Zahnrad 50 genau in einer Flucht angeordnet sind.

[0035] Fig. 4 zeigt die Ansicht nach Fig. 3 während des Einlaufprozesses. Dabei wird das Zahnrad 50 durch den Druck des Druckfluids in Fig. 4 nach unten gegen die Innenumfangsfläche 31 des Hauptkörpers 30 gedrückt. Die Drehbewegung des Zahnrades 50 bewirkt einen Materialabtrag am Hauptkörper 30, so dass sich das Zahnrad 50 in Fig. 4 gegenüber dem Lagerkörper 60 etwas nach unten verschiebt. Dabei entsteht an dem in Fig. 4 rechten Seitenrand 72b der Nut, der sich unterhalb des Zahnrades 50 befindet, ein Grat 77, der von dem Zahnrad in die Nut 70 gedrückt wird.

[0036] Fig. 5 zeigt die Ansicht nach Fig. 3, nachdem der Einlaufprozess abgeschlossen ist. Nunmehr ist ein deutlicher Versatz zwischen dem Lagerkörper 60 und dem Zahnrad 50 festzustellen, welcher der Tiefe des zweiten Abschnitts 33 der Innenumfangsfläche 31 des Hauptkörpers 30 entspricht, die beispielsweise 0,05 mm beträgt. Die ehemalige Nut ist nunmehr vollständig mit dem Material der Grate aufgefüllt, so dass sich ein Materialbereich 76 ergibt, dessen Gefügestruktur sich von

der des verbleibenden Hauptkörpers 30 unterscheidet. Dieser Materialbereich 76 liegt dichtend an den Zahnköpfen des Zahnrades 50 an, so dass dort kein Druckfluid zwischen zwei benachbarten Zahnkammern ausgetauscht werden kann. Die Tiefe der Nut (Nr. 73 in Fig. 3) muss durch Versuch so ermittelt werden, dass sich der vorstehend beschriebene Zustand ergibt.

Bezugszeichenliste

[0037]

10	Zahnradmaschine	5
12	Längsrichtung	10
20	Gehäuse	15
21	Antriebsdeckel	
22	Enddeckel	
23	Niederdruckanschluss	
24	O-Ring	20
25	Radialwellendichtring	
26	Zylinderstift	
30	Hauptkörper	
31	Innenumfangsfläche	25
32	erster Abschnitt	
33	zweiter Abschnitt	
34	Seitenrand eines zweiten Abschnitts	
35	Rand eines zweiten Abschnitts in Umfangsrichtung	30
36	an die Zahnräder angepasster Bereich des ersten Abschnitts	
37	Anschlussbereich des ersten Abschnitts	
50	Zahnrad	35
51	Drehachse des Zahnrades	
52	Lagerzapfen	
53	Antriebszapfen	
60	Lagerkörper	
61	Lagerschale	40
62	Axialdichtung	
63	Zylinderstift	
64	Druckausgleichsfase	
70	Nut	45
71	Dichtebene	
72a	erster Seitenrand der Nut	
72b	zweiter Seitenrand der Nut	
73	Tiefe der Nut	
74	Breite der Nut	50
75	Radius der Querschnittsform der Nut	
76	Materialbereich	
77	Grat	

Patentansprüche

1. Zahnradmaschine (10), insbesondere Pumpe oder

Motor, mit wenigstens zwei Zahnrändern (50), die im Außeneingriff miteinander kämmen, wobei deren Drehachsen (51) parallel zu einer Längsrichtung (12) ausgerichtet sind, wobei die Zahnräder (50) von einem Gehäuse (20) umgeben sind, welches einen Hauptkörper (30) umfasst, wobei der Hauptkörper (30) eine Innenumfangsfläche (31) mit einem ersten Abschnitt (32) aufweist, der entlang der Längsrichtung (12) mit einer konstanten Querschnittsform ausgebildet ist, wobei jedem Zahnrad (50) ein zweiter Abschnitt (33) der genannten Innenumfangsfläche (31) zugeordnet ist, der quer zur Längsrichtung (12) gegenüber dem ersten Abschnitt (32) nach außen versetzt angeordnet ist, wobei in Längsrichtung (12) neben wenigstens einem Zahnrad (50) wenigstens ein zugeordneter Lagerkörper (60) angeordnet ist, welcher an der genannten Innenumfangsfläche (31) anliegt, wobei das wenigstens eine Zahnrad (50) in dem wenigstens einen zugeordneten Lagerkörper (60) drehbar gelagert ist,

dadurch gekennzeichnet, dass an der genannten Innenumfangsfläche (31) im ersten Abschnitt (32) wenigstens eine geradlinige Nut (70) vorgesehen ist, welche an einem zugeordneten zweiten Abschnitt (33) endet.

2. Zahnradmaschine nach Anspruch 1,

wobei in Verlängerung jeder Nut (70) im zugeordneten zweiten Abschnitt (33) der Innenumfangsfläche ein geradliniger Materialbereich (76) vorgesehen ist, der gegenüber dem verbleibenden Hauptkörper (30) eine veränderte Gefügestruktur aufweist.

3. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche,

wobei die Nut (70) quer zur Längsrichtung (12) verläuft.

4. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche,

wobei die Tiefe (73) der Nut (70) an dem Ende, das dem zweiten Abschnitt (33) der Innenumfangsfläche (31) zugeordnet ist, am größten ist, wobei die Tiefe (73) der Nut (70) zum gegenüberliegenden Ende hin stetig auf Null abnimmt.

5. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche,

wobei die Nut (70) eine konstante kreisförmige Querschnittsform aufweist.

6. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden

Ansprüche,

wobei die Länge der wenigstens einen Nut (70) zwischen 5 mm und 50 mm beträgt.

7. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche,

wobei die wenigstens eine Nut (70) in dem Bereich angeordnet ist, in dem sich der wenigstens eine Lagerkörper (60) und das zugeordnete Zahnrad (50) berühren.

8. Zahnradmaschine nach Anspruch 7,

wobei sich der wenigstens eine Lagerkörper (60) und das zugeordnete Zahnrad (50) in einer Dichtebene (71) berühren, welche senkrecht zur Längsrichtung (12) ausgerichtet ist, wobei die Dichtebene (71) die Nut (70) schneidet.

9. Zahnradmaschine nach Anspruch 8,

wobei die Nut (70) zu mehr als der Hälfte ihrer Breite (74) auf der Seite der Dichtebene (71) angeordnet ist, welche dem Zahnrad (50) zugeordnet ist.

10. Zahnradmaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche,

wobei der wenigstens eine Lagerkörper (60) eine Druckausgleichsfase (64) aufweist, die sowohl dem zugeordneten Zahnrad (50) als auch der Innenumfangsfläche (31) des Hauptkörpers (30) gegenüber liegt, wobei die Nut (70) und die Druckausgleichsfase (64) zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig, in unterschiedlichen Bereichen am Umfang des zugeordneten Zahnrades (50) angeordnet sind.

11. Verfahren zur Herstellung einer Zahnradmaschine (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, umfassend folgende Schritte in der angegebenen Reihenfolge:

- Bereitstellen einer Zahnradmaschine (10) mit wenigstens zwei Zahnrändern (50), die im Außeneingriff miteinander kämmen, wobei deren Drehachsen (51) parallel zu einer Längsrichtung (12) ausgerichtet sind, wobei die Zahnräder (50) von einem Gehäuse (20) umgeben sind, welches einen Hauptkörper (30) umfasst, wobei der Hauptkörper (30) eine Innenumfangsfläche (31) mit einem ersten Abschnitt (32) aufweist, der entlang der Längsrichtung (12) mit einer konstanten Querschnittsform ausgebildet ist, wobei jedem Zahnrad (50) ein zweiter Abschnitt (33)

der genannten Innenumfangsfläche (31) zugeordnet ist, der fluchtend mit dem ersten Abschnitt (32) ausgebildet ist, wobei in Längsrichtung (12) neben wenigstens einem Zahnrad (50) wenigstens ein zugeordneter Lagerkörper (60) angeordnet ist, welcher an der genannten Innenumfangsfläche (31) anliegt, wobei das wenigstens eine Zahnrad (50) in dem wenigstens einen zugeordneten Lagerkörper (60) drehbar gelagert ist, wobei an der genannten Innenumfangsfläche (31) im ersten Abschnitt (32) wenigstens eine geradlinige Nut (70) vorgesehen ist, welche sich in den zugeordneten zweiten Abschnitt (33) hinein erstreckt;

- Anschließen der Zahnradmaschine (10) an eine Druckfluidquelle und eine Druckfluidsenke und Befüllen der Zahnradmaschine (10) mit Druckfluid;

- Drehen der wenigstens zwei Zahnräder (50), so dass das Druckfluid den maximalen Betriebsdruck aufweist, wobei durch die Zahnräder (50) Material an der Innenumfangsfläche (31) des Hauptkörpers (30) abgetragen wird, um die zweiten Abschnitte (33) der Innenumfangsfläche (31) auszuformen.

Claims

1. Geared machine (10), in particular a pump or motor, having at least two gearwheels (50) which mesh in external engagement with one another, wherein their axes of rotation (51) are oriented parallel to a longitudinal direction (12), wherein the gearwheels (50) are enclosed by a housing (20) which comprises a main body (30), wherein the main body (30) has an inner peripheral surface (31) with a first portion (32) which is formed with a constant cross-sectional shape along the longitudinal direction (12), wherein each gearwheel (50) is assigned a second portion (33) of said inner peripheral surface (31), which second portion is arranged outwardly offset with respect to the first portion (32) transversely to the longitudinal direction (12), wherein at least one assigned bearing body (60) is arranged in the longitudinal direction (12) next to at least one gearwheel (50) and bears on said inner peripheral surface (31), wherein the at least one gearwheel (50) is rotatably mounted in the at least one assigned bearing body (60), **characterized in that** at least one rectilinear groove (70) is provided on said inner peripheral surface (31) in the first portion (32) and terminates at an assigned second portion (33) .
2. Geared machine according to Claim 1, wherein a rectilinear material region (76) is provided in the extension of each groove (70) in the assigned second portion (33) of the inner peripheral surface

and has a changed microstructure with respect to the remaining main body (30).

3. Geared machine according to one of the preceding claims,
wherein the groove (70) extends transversely to the longitudinal direction (12). 5
4. Geared machine according to one of the preceding claims,
wherein the depth (73) of the groove (70) is greatest at the end which is assigned to the second portion (33) of the inner peripheral surface (31), wherein the depth (73) of the groove (70) constantly decreases to zero towards the opposite end. 10 15
5. Geared machine according to one of the preceding claims,
wherein the groove (70) has a constant circular cross-sectional shape. 20
6. Geared machine according to one of the preceding claims,
wherein the length of the at least one groove (70) is between 5 mm and 50 mm. 25
7. Geared machine according to one of the preceding claims,
wherein the at least one groove (70) is arranged in the region in which the at least one bearing body (60) and the assigned gearwheel (50) contact one another. 30
8. Geared machine according to Claim 7,
wherein the at least one bearing body (60) and the assigned gearwheel (50) contact one another in a sealing plane (71) which is oriented perpendicularly to the longitudinal direction (12), wherein the sealing plane (71) intersects the groove (70). 35
9. Geared machine according to Claim 8,
wherein the groove (70) is arranged with more than half of its width (74) on the side of the sealing plane (71) which is assigned to the gearwheel (50). 40
10. Geared machine according to one of the preceding claims,
wherein the at least one bearing body (60) has a pressure-compensating bevel (64) which is situated opposite both the assigned gearwheel (50) and the inner peripheral surface (31) of the main body (30), wherein the groove (70) and the pressure-compensating bevel (64) are arranged at least partially, preferably completely, in different regions on the periphery of the assigned gearwheel (50). 45 50 55
11. Method for producing a geared machine (10) according to one of the preceding claims, comprising the

following steps in the order indicated:

- providing a geared machine (10) having at least two gearwheels (50) which mesh in external engagement with one another, wherein their axes of rotation (51) are oriented parallel to a longitudinal direction (12), wherein the gearwheels (50) are enclosed by a housing (20) which comprises a main body (30), wherein the main body (30) has an inner peripheral surface (31) with a first portion (32) which is formed with a constant cross-sectional shape along the longitudinal direction (12), wherein each gearwheel (50) is assigned a second portion (33) of said inner peripheral surface (31), which second portion is formed in alignment with the first portion (32), wherein at least one assigned bearing body (60) is arranged in the longitudinal direction (12) next to at least one gearwheel (50) and bears on said inner peripheral surface (31), wherein the at least one gearwheel (50) is rotatably mounted in the at least one assigned bearing body (60), wherein at least one rectilinear groove (70) is provided on said inner peripheral surface (31) in the first portion (32) and extends into the assigned second portion (33);
- connecting the geared machine (10) to a pressurized-fluid source and a pressurized-fluid sink and filling the geared machine (10) with pressurized fluid;
- rotating the at least two gearwheels (50) such that the pressurized fluid has the maximum operating pressure, wherein material on the inner peripheral surface (31) of the main body (30) is removed by the gearwheels (50) in order to form the second portions (33) of the inner peripheral surface (31).

40 Revendications

1. Machine à roues dentées (10), en particulier pompe ou moteur, avec au moins deux roues dentées (50), qui engrènent en prise extérieure l'une avec l'autre, dans laquelle leurs axes de rotation (51) sont orientés parallèlement à une direction longitudinale (12), dans laquelle les roues dentées (50) sont enveloppées par un boîtier (20) qui comprend un corps principal (30), dans laquelle le corps principal (30) présente une surface périphérique intérieure (31) avec une première partie (32), qui est réalisée avec une section transversale de forme constante le long de la direction longitudinale (12), dans laquelle une seconde partie (33) de ladite surface périphérique intérieure (31) est associée à chaque roue dentée (50) et est disposée de façon décalée vers l'extérieur transversalement à la direction longitudinale (12) par rapport à la première partie (32), dans laquelle au

moins un corps de palier associé (60) est disposé en direction longitudinale (12) à côté d'au moins une roue dentée (50) et s'applique sur ladite surface périphérique intérieure (31), dans laquelle ladite au moins une roue dentée (50) est montée de façon rotative dans ledit au moins un corps de palier associé (60),

caractérisée en ce qu'il est prévu sur ladite surface périphérique intérieure (31) dans la première partie (32) au moins une rainure rectiligne (70), qui se termine à une seconde partie associée (33).

2. Machine à roues dentées selon la revendication 1, dans laquelle il est prévu dans le prolongement de chaque rainure (70) dans la seconde partie associée (33) de la surface périphérique intérieure une région de matière rectiligne (76), qui présente une structure de texture modifiée par rapport au reste du corps principal (30).
3. Machine à roues dentées selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la rainure (70) s'étend transversalement à la direction longitudinale (12) .
4. Machine à roues dentées selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la profondeur (73) de la rainure (70) est la plus grande à l'extrémité qui est associée à la seconde partie (33) de la surface périphérique intérieure (31), dans laquelle la profondeur (73) de la rainure (70) diminue de façon continue jusqu'à zéro en direction de l'extrémité opposée.
5. Machine à roues dentées selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la rainure (70) présente une section transversale de forme circulaire constante.
6. Machine à roues dentées selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la longueur de ladite au moins une rainure (70) vaut entre 5 mm et 50 mm.
7. Machine à roues dentées selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ladite au moins une rainure (70) est disposée dans la région, dans laquelle ledit au moins un corps de palier (60) et la roue dentée associée (50) se touchent.
8. Machine à roues dentées selon la revendication 7, dans laquelle ledit au moins un corps de palier (60) et la roue dentée associée (50) se touchent dans un plan d'étanchéité (71), qui est orienté perpendiculairement à la direction longitudinale (12), dans laquelle le plan d'étanchéité (71) coupe la rainure (70).
9. Machine à roues dentées selon la revendication 8,

dans laquelle la rainure (70) est disposée à raison de plus de la moitié de sa largeur (74) sur le côté du plan d'étanchéité (71), qui est associé à la roue dentée (50).

10. Machine à roues dentées selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle ledit au moins un corps de palier (60) présente un chanfrein d'équilibrage de pression (64), qui est opposé aussi bien à la roue dentée associée (50) qu'à la surface périphérique intérieure (31) du corps principal (30), dans laquelle la rainure (70) et le chanfrein d'équilibrage de pression (64) sont disposés au moins partiellement, de préférence entièrement, dans des régions différentes à la périphérie de la roue dentée associée (50) .

11. Procédé de fabrication d'une machine à roues dentées (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant les opérations suivantes dans l'ordre indiqué :

- préparer une machine à roues dentées (10) avec au moins deux roues dentées (50), qui engrenent en prise extérieure l'une avec l'autre, dans laquelle leurs axes de rotation (51) sont orientés parallèlement à une direction longitudinale (12), dans laquelle les roues dentées (50) sont enveloppées par un boîtier (20) qui comprend un corps principal (30), dans laquelle le corps principal (30) présente une surface périphérique intérieure (31) avec une première partie (32), qui est réalisée avec une section transversale de forme constante le long de la direction longitudinale (12), dans laquelle une seconde partie (33) de ladite surface périphérique intérieure (31) est associée à chaque roue dentée (50) en étant formée en alignement avec la première partie (32), dans laquelle au moins un corps de palier associé (60) est disposé en direction longitudinale (12) à côté d'au moins une roue dentée (50) et s'applique sur ladite surface périphérique intérieure (31), dans laquelle ladite au moins une roue dentée (50) est montée de façon rotative dans ledit au moins un corps de palier associé (60), dans laquelle il est prévu sur ladite surface périphérique intérieure (31) dans la première partie (32) au moins une rainure rectiligne (70), qui s'étend jusque dans la seconde partie associée (33) ;
- raccorder la machine à roues dentées (10) à une source de fluide sous pression et à un collecteur de fluide sous pression et remplir la machine à roues dentées (10) avec du fluide sous pression ;
- faire tourner lesdites au moins deux roues dentées (50), de telle manière que le fluide sous pression présente la pression de fonctionne-

ment maximale, dans lequel de la matière est enlevée par les roues dentées (50) à la surface périphérique intérieure (31) du corps principal (30), afin de former les secondes parties (33) de la surface périphérique intérieure (31).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

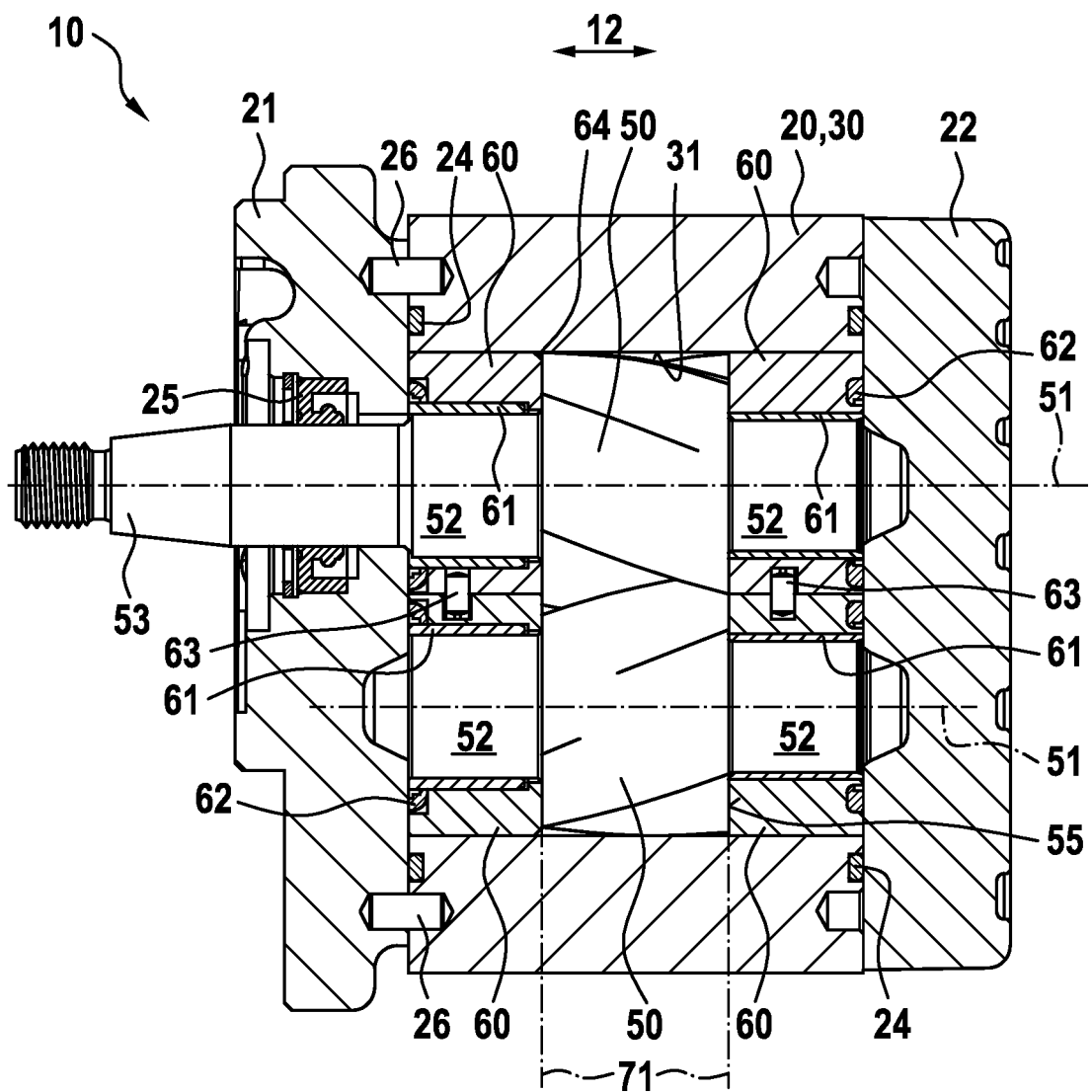


Fig. 2

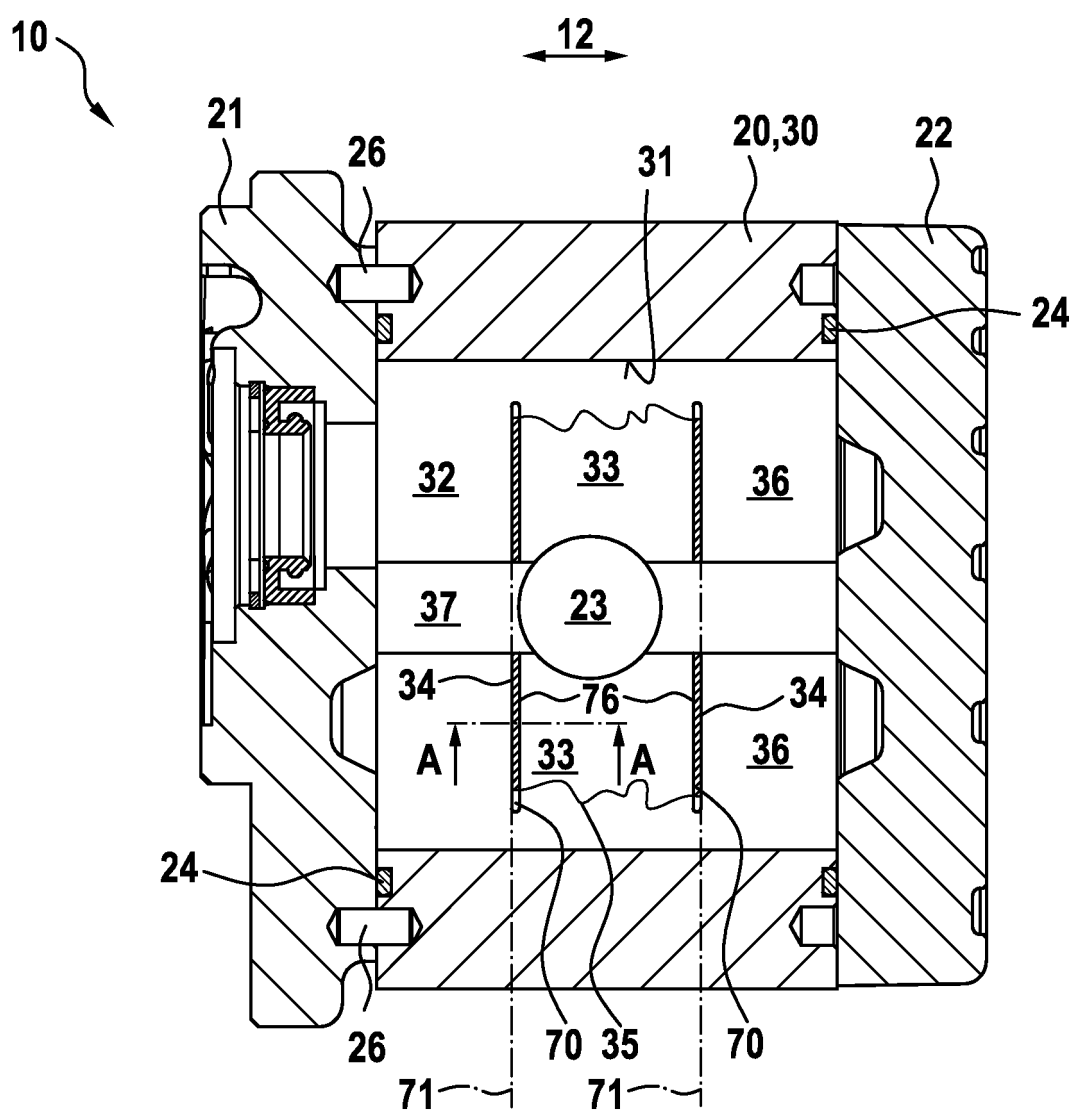


Fig. 3

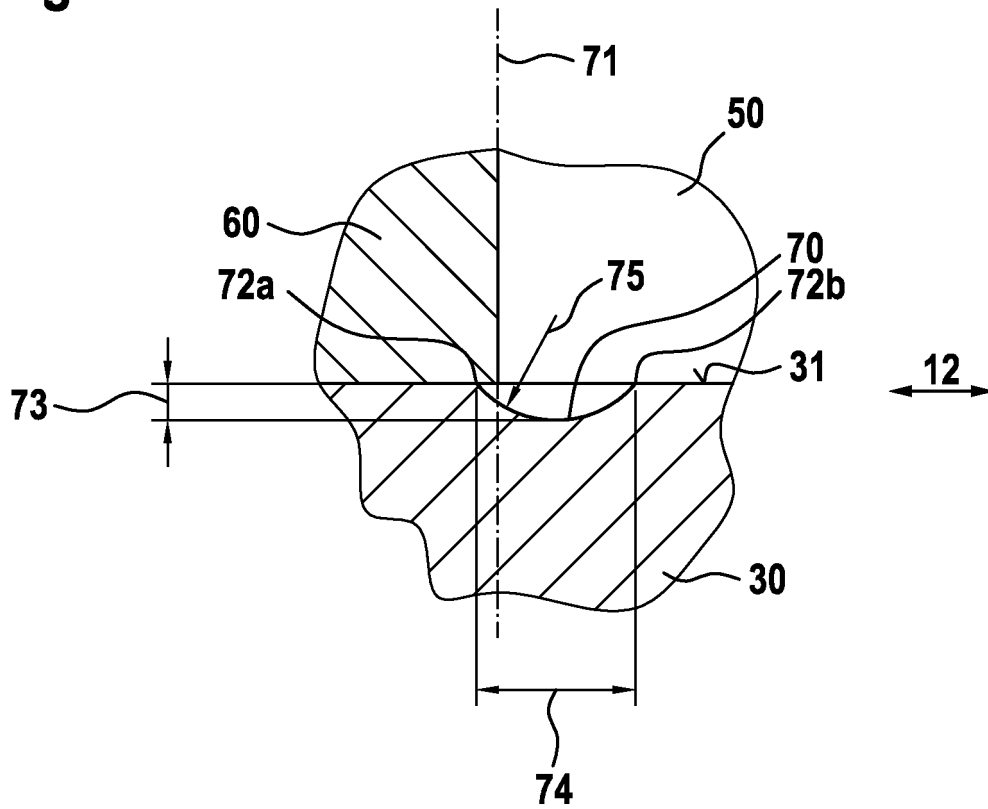


Fig. 4

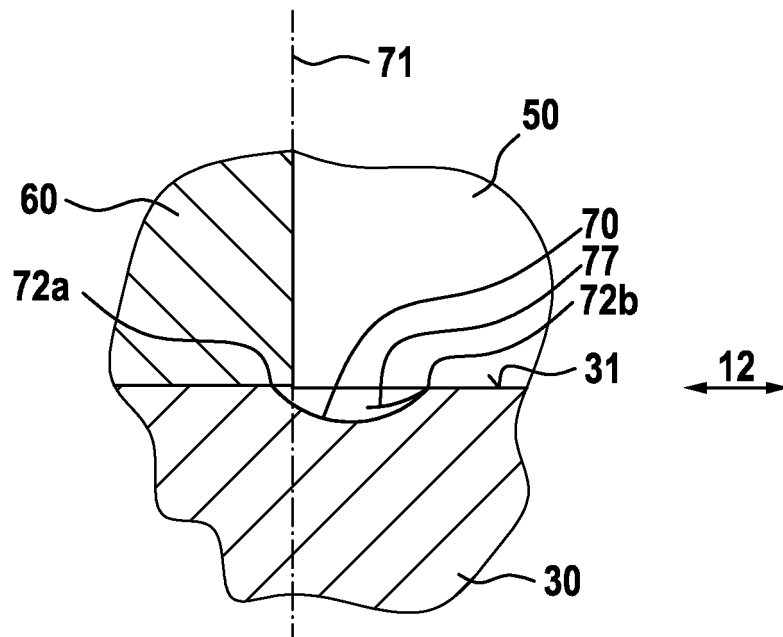
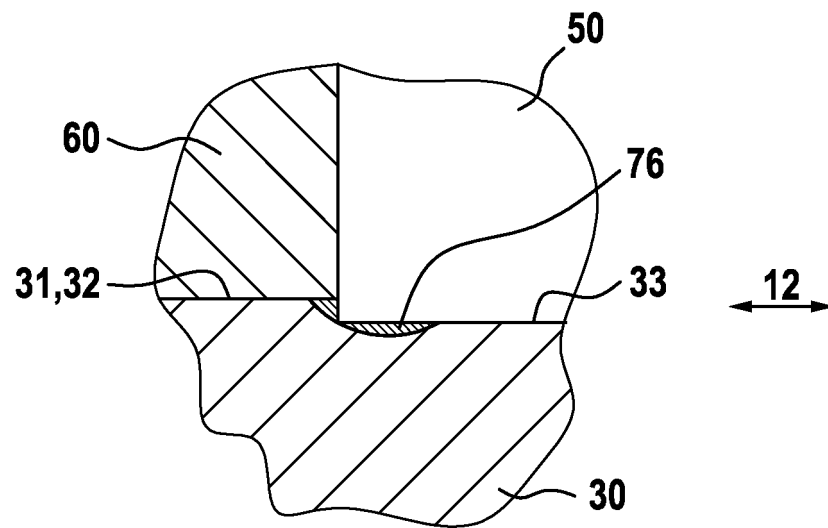


Fig. 5



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 102009012853 A1 [0002]
- DE 1963981 A1 [0006]