

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
07. September 2018 (07.09.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/157910 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16H 49/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/054549

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Februar 2017 (28.02.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder: HARMONIC DRIVE AG [DE/DE]; Hoenbergstraße 14, 65555 Limburg/Lahn (DE).

(72) Erfinder: MENDEL, Matthias; Im Rosengarten 15, 65549 Limburg (DE). SCHAFFER, Michael; Bahnhofstraße 25, 65611 Niederbrechen (DE). GÖBEL, Dominik; Im Wiesengrund 6, 56495 Kaden (DE). ARTHEN, Alex-

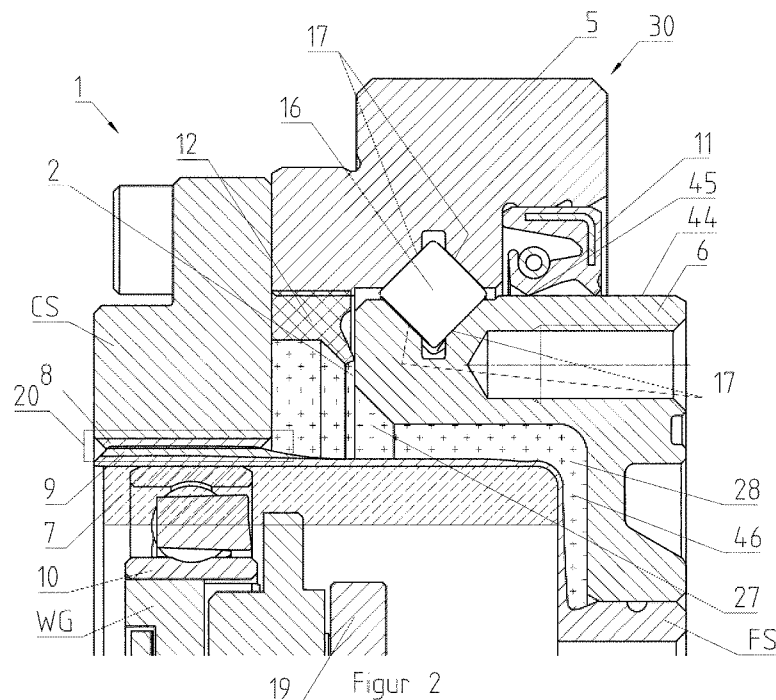
ander; Hinter Hahn 12, 65611 Brechen (DE). KOENEN, Johannes Petrus; Falterstraße 16, 65555 Limburg (DE).

(74) Anwalt: MÜLLER, Eckhard; Mühlstraße 9a, 65597 Hünfelden-Dauborn (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: STRAIN WAVE GEAR MECHANISM WITH AN INNER SEAL

(54) Bezeichnung: SPANNUNGSWELLENGETRIEBE MIT INNENDICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a strain wave gear mechanism (1) with a gear mechanism component (CS) and an elastically deformable transmission component (FS) which is at least partially in alignment therewith in the radial direction (29) and can be deformed elliptically by way of a drive component (WG) which interacts therewith, in such a way that internal or external toothing systems (8, 9) which are provided on the gear mechanism component (CS) and the transmission component (FS) can be brought into engagement in opposite regions of an elliptical axis, in order to rotate the transmission component (FS) and the gear mechanism component (CS) relative to one another, wherein the transmission component (FS) and the gear mechanism component (CS) are mounted such that they can be rotated relative to one another by means of a pivot bearing (30) which has a bearing intermediate space (16). In



WO 2018/157910 A1

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

order that the risk of a lubricant leak and/or premature dry running of the gear mechanism can be reduced reliably, there is a strain wave gear mechanism, in the case of which an interior space (28) of the strain wave gear mechanism (1), which interior space (28) is enclosed at least partially by the transmission component (FS) and the internal or external toothing system (8, 9) and adjoins the pivot bearing (30), is sealed by means of an inner seal (12) with respect to the bearing intermediate space (16) of the pivot bearing.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Spannungswellengetriebe (1) mit einem Getriebebauteil (CS) und einem damit in Radialrichtung (29) wenigstens teilweise in Deckung befindlichen, elastisch verformbaren Übertragungsbauteil (FS), das durch ein damit zusammenwirkendes Antriebsbauteil (WG) derart elliptisch verformbar ist, dass an dem Getriebebauteil (CS) und dem Übertragungsbauteil (FS) vorgesehene Innen- oder Außenverzahnungen (8, 9) in gegenüberliegenden Bereichen einer Ellipsenachse in Eingriff bringbar sind, um das Übertragungsbauteil (FS) und das Getriebebauteil (CS) relativ zueinander zu verdrehen, wobei das Übertragungsbauteil (FS) und das Getriebebauteil (CS) mittels eines einen Lagerzwischenraum (16) aufweisenden Drehlagers (30) relativ zueinander drehbar gelagert sind. Damit die Gefahr einer Schmiermittelleckage und/oder eines vorzeitigen Trockenlaufens des Getriebes zuverlässig reduziert werden kann, ist ein Spannungswellengetriebe, bei welchem ein von dem Übertragungsbauteil (FS) und der Innen- oder Außenverzahnung (8, 9) wenigstens teilweise umschlossener und an das Drehlager (30) angrenzender Innenraum (28) des Spannungswellengetriebes (1) mittels einer Innendichtung (12) gegenüber dem Lagerzwischenraum (16) des Drehlagers (30) abgedichtet ist.

Bezeichnung: Spannungswellengetriebe mit Innendichtung

Beschreibung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Spannungswellengetriebe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Derartige Getriebe werden in vielfältiger Weise in vielen Technologiebereichen eingesetzt, sie finden insbesondere in der Robotertechnik und auch in der Prothetik vermehrt Anwendung. Beispielfhaft sei hier auf das Harmonic Drive® Getriebe der Anmelderin verwiesen, welches zur Gruppe der Spannungswellengetriebe gehört und dessen Funktionsweise beispielhaft unter <http://harmonicdrive.de/technologie/harmonic-drive-wellgetriebe/> beschrieben ist; Harmonic Drive® ist eine eingetragene Marke der Harmonic Drive AG, Limburg an der Lahn.

15 In der herkömmlichen Bauweise des Spannungswellengetriebes verformt das dort als elliptischer „Wave Generator“ bezeichnete Antriebsbauteil über ein Wälzlager das als außenverzahnte Flexspline bezeichnete Übertragungsbauteil, welches sich in den gegenüberliegenden Bereichen der großen Ellipsenachse mit dem innenverzahnten, als Circular Spline bezeichneten Getriebebauteil im Eingriff befindet. Mit Drehen des Wave Generators verlagert sich die große Ellipsenachse und damit der Zahneingriffsbereich. Da der Flexspline des Spannungswellengetriebes zwei Zähne weniger als der Circular Spline besitzt, vollzieht sich während einer halben Umdrehung des Wave Generators eine Relativbewegung zwischen Flexspline und Circular Spline um einen Zahn und während einer ganzen Umdrehung um zwei Zähne, wodurch sich ein hohes Übersetzungsverhältnis realisieren lässt. Bei fixiertem Circular Spline dreht sich der Flexspline als Abtriebsselement entgegengesetzt zum Antrieb. Der Circular Spline kann dabei an einem Lagerring fixierbar angeordnet sein.

30 Bei der Flachbauweise ist der Flexspline als ein dünnwandiger, elastisch verformbarer Ring ausgeführt, der durch den Wave Generator eine elliptische Form annimmt. Die Außenverzahnung des Flexspline befindet sich im Eingriff mit der Innenverzahnung des

Circular Splines sowie mit einer Innenverzahnung eines zusätzlich vorgesehenen Dynamic Splines. Der Dynamic Spline ist ein innenverzahntes Hohlrad mit gleicher Zähnezahzahl wie der Flexspline. Er rotiert in gleicher Drehrichtung und mit gleicher Drehzahl wie der Flexspline und wird im Untersetzungsbetrieb als Abtriebselement eingesetzt.

Das Spannungswellengetriebe kann neben einer herkömmlichen Bauweise auch in einer sogenannten Flachbauweise oder in inverser Bauweise, als sogenannter Außenläufer ausgeführt sein.

Hierüber ist der Flexspline als flexibles, innenverzahntes Bauteil ausgeführt, welches von elliptisch geformten Wave Generator sowie einem Wälzlager im Verzahnungsbereich umgeben ist. Die Innenverzahnung des Flexsplines greift dabei in die Außenverzahnung des als Zahnrad ausgeführten Circular Splines ein. Im Gegensatz zum herkömmlichen Spannungswellengetriebe tritt der gegenseitige Zahnkontakt zwischen dem hier innenverzahnten Flexspline und dem Wave Generator an der abgeflachten Seite seiner elliptischen Form, also im Bereich der kleinen Halbachse auf.

Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung werden die Begriffe Getriebebauteil Circular Spline und die Abkürzung „CS“ synonym verwendet. Ferner werden die Begriffe Antriebsbauteil, Wave Generator, Wellgenerator sowie die Abkürzung „WG“ synonym verwendet. Außerdem werden die Begriffe Übertragungsbauteil, Flexspline sowie die Abkürzung „FS“ synonym verwendet.

Besonders vorteilhaft an den Spannungswellengetrieben ist, dass sie über ihre gesamte Lebensdauer praktisch keine Spielzunahme in der Verzahnung aufweisen und eine hervorragende Positioniergenauigkeit von weniger als einer Winkelminute und eine Wiederholgenauigkeit von nur wenigen Winkelsekunden besitzen. Zudem sind Spannungswellengetriebe wesentlich kompakter und leichter als konventionelle Getriebe, sodass sie besonders für den Einsatz in der Robotik, Prothetik und dergleichen technischen Gebiete geeignet sind, in welchen hochgenaue Drehbewegung

auf kleinstem Raum realisiert werden müssen. Zur Realisierung einer Drehbewegung zwischen zwei Bauteilen des Getriebes wird es entweder mit einem Drehlager verbunden oder bildet selbst zumindest einen Teil eines Drehlagers.

- 5 Da die Kraftübertragung über einen großen Zahneingriffsbereich erfolgt, können Spannungswellengetriebe bei ähnlicher Baugröße in der Regel höhere Drehmomente als konventionelle Getriebe übertragen. Im einfachsten Fall mit nur drei wesentlichen Bauteilen, nämlich dem Flexspline, den Circular Spline und dem Wave Generator, werden Untersetzungen von 30:1 bis 320:1 in einer Stufe erreicht. Im Nennbetrieb
10 werden Wirkungsgrade bis zu 85 % erreicht. Spannungswellengetriebe sind in der Regel nicht selbsthemmend und weisen gewöhnlich kein oder nahezu kein Stick-Slip-Verhalten auf. Zum Erreichen dieser besonderen Vorteile werden derartige Getriebe oftmals mit einer teilweise als Lebensdauerschmierung vorgesehenen Schmiermittelmenge versehen, die insbesondere zur Schmierung der Verzahnung
15 sowie des Antriebsbauteillagers dient.

Hierzu wird das Schmiermittel beispielsweise auf die der Verzahnung gegenüberliegende Seite des flexiblen Übertragungsbauteils aufgebracht. Unterstützt durch die bei Betrieb von dem Übertragungsbauteil ausgeführte „Walkbewegung“,
20 gelangt das Schmiermittel zu den gewünschten Schmierstellen an der Verzahnung und dem Antriebsbauteillager. Aufgrund der ebenfalls an der Verzahnung auftretenden Walkbewegung tritt das „verbrauchte“ Schmiermittel aus dem Bereich der Verzahnung aus und lagert sich innerhalb des Getriebes ab.

- 25 In bestimmten Anwendungsfällen kann es vorkommen, dass das verbrauchte Schmiermittel innerhalb des Getriebes wandert, beispielsweise bis zu dem Drehlager des Getriebes gelangt und durch den dort vorhandenen Lagerzwischenraum hindurchtritt. Der Lagerzwischenraum kann bei Bedarf mittels eines äußeren Radialwellendichtrings gegen den Eintritt unerwünschter Materialien oder den Austritt
30 von Wälzlagerfett abgedichtet werden. Ein solcher Dichtring hält jedoch einer Beaufschlagung mit einer großen Menge Getriebeschmiermittel häufig nicht stand, so dass es zu einer unerwünschten Schmiermitteleckage kommen kann. Eine derartige

Schmiermittelleckage kann dazu führen, dass innerhalb des Getriebes jenseits der Verzahnung kaum Rückstau verbrauchten Schmiermittels auftritt, wodurch sich die aufgrund der Walkbewegung nachgeführte Schmiermittelmenge erhöht und das Getriebe vorzeitig trockenlaufen kann.

5

Ausgehend von den zuvor beschriebenen Nachteilen liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Spannungswellengetriebe anzugeben, bei welchen die Gefahr einer Schmiermittelleckage und/oder die Gefahr eines vorzeitigen Trockenlaufens zuverlässig reduziert werden kann.

10

Diese Aufgabe wird gelöst mit einem Spannungswellengetriebe nach Anspruch 1.

Danach ist ein Spannungswellengetriebe mit einem Getriebebauteil und einem damit in Radialrichtung wenigstens teilweise in Deckung befindlichen, elastisch verformbaren Übertragungsbauteil vorgesehen. Das Übertragungsbauteil ist durch ein damit zusammenwirkendes Antriebsbauteil derart elliptisch verformbar ist, dass an dem Getriebebauteil und dem Übertragungsbauteil vorgesehene Innen- oder Außenverzahnungen in gegenüberliegenden Bereichen einer Ellipsenachse in Eingriff bringbar sind, um das Übertragungsbauteil und das Getriebebauteil relativ zueinander zu verdrehen. Das Übertragungsbauteil und das Getriebebauteil sind mittels eines einen Lagerzwischenraum aufweisenden Drehlagers relativ zueinander drehbar gelagert. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass ein von dem Übertragungsbauteil sowie der Innen- oder Außenverzahnung wenigstens teilweise umschlossener und an das Drehlager angrenzender Innenraum des Spannungswellengetriebes mittels einer Innendichtung gegenüber dem Lagerzwischenraum des Drehlagers abgedichtet ist.

Dies hat den Vorteil, dass in dem Getriebeinnenraum etwaig befindliche und für das Drehlager möglicherweise nachteilige Stoffe in dem Innenraum gesammelt werden und ein Eintreten dieser Stoffe in das Drehlager oder ein Hindurchtreten durch das Drehlager verhindert oder zumindest stark herabgesetzt wird. So können etwa Schmierfett, Zahnabrieb, Späne oder andere Fremdkörper, die sich in dem Innenraum

30

des Getriebes ansammeln, an einem Eintritt in das Drehlager gehindert werden. Außerdem wird eine dadurch mögliche, durch das Drehlager hindurchtretende Leckage verhindert oder zumindest stark herabgesetzt. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Innendichtung dabei sogar zu einem gewissen Grad insbesondere für Schmiermittel

5 durchlässig ist, so dass Schmiermittel aus dem Innenraum des Spannungswellengetriebes in kontrollierter Weise hindurchtreten und für die Schmierung des Drehlagers genutzt werden kann. Die Abdichtung kann auch in der Weise erfolgen, dass so gut wie kein Getriebeschmiermittel in das Drehlager eintritt. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das Drehlager im Unterschied zu der

10 Getriebeverzahnung trockenlaufend ausgebildet ist, beispielsweise als trockengeschmiertes Gleit- oder Wälzlager oder aber als Magnetlager ausgebildet ist. Von besonderem Vorteil kann eine Abdichtung gegen den Durchtritt von Getriebeschmiermittel durch das Drehlager auch dann sein, wenn das Getriebeschmiermittel und ein in dem Drehlager verwendetes Lagerschmiermittel

15 chemisch oder aus einem anderen Grund inkompatibel sind.

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Innendichtung als dynamische Dichtung ausgebildet ist, vorzugsweise als Wellendichtring, insbesondere als Axialwellendichtring oder Radialwellendichtring oder Dichtscheibe. Es hat sich

20 herausgestellt, dass diese Alternativen als Innendichtung besonders langlebig und verschleißarm sind. Axialwellendichtringe und Dichtscheiben eignen sich zudem besonders gut, da der erforderliche Bauraum bei gleichzeitig guter Dichtwirkung klein ausfällt.

25 Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass die Innendichtung im Wesentlichen aus einem Elastomer oder einem schmiermittelgetränktem Filzmaterial besteht. Die Verwendung eines Elastomers erlaubt es, die Innendichtung kostengünstig herzustellen und außerdem widerstandsfähig gegenüber den in dem Getriebe verwendeten Chemikalien wie etwa Schmiermitteln zu machen. Eine Innendichtung aus

30 schmiermittelgetränktem Filzmaterial erlaubt es hingegen, die in dem Dichtbereich erforderlichen Fertigungstoleranzen aufzuweiten, da das Filzmaterial eine

Nachgiebigkeit aufweist, die etwa auftretende Fertigungsgenauigkeiten ausgleichen kann.

5 In Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Innendichtung abschnittsweise auch als statische Dichtung ausgebildet ist und zwischen zwei rotationsfest miteinander verbundenen Teilen des Spannungswellengetriebes eingesetzt ist. Auf diese Weise kann die Innendichtung gleichzeitig mehrere Abdichtungsfunktionen erfüllen, wodurch der Montageaufwand und gleichzeitig auch die Baugröße verringert werden. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass die
10 Innendichtung mit wenigstens einem O-Ring ausgebildet ist, so dass die Innendichtung durch die Festlegung des O-Rings innerhalb des Getriebes bereits in der gewünschten Einbauposition gehalten wird.

Vorteilhafterweise kann vorgesehen sein, dass die Innendichtung zwischen dem
15 Übertragungsbauteil und einem Lagerring des Drehlagers angeordnet ist und vorzugsweise dichtend an dem Lagerring anliegt, insbesondere mit wenigstens einem Dichtvorsprung und/oder einer Dichtlippe und/oder einer Dichtfläche. Hierdurch kann die Abdichtung während der Montage mit geringem Aufwand in das
Spannungswellengetriebes integriert werden.

20 Bevorzugt kann die Innendichtung unter Vorspannung, vorzugsweise unter federnder Vorspannung, insbesondere unter Eigenvorspannung an einer Dichtfläche des Spannungswellengetriebes anliegen. Auf diese Weise kann die Zuverlässigkeit der Dichtwirkung noch weiter erhöht und gezielt eingestellt werden.

25 Die Innendichtung kann zudem in einem Bereich eine Überdeckung gegenüber einer Dichtfläche des Spannungswellengetriebes aufweisen. Eine Überdeckung ähnlich einer Presspassung ermöglicht eine besonders gute und zuverlässige Dichtwirkung, da hierdurch das Zusammenspiel zwischen Dichtfläche und Innendichtung genau
30 eingestellt werden kann.

Ferner kann die Innendichtung einen Grundkörper aufweisen, der im eingebauten Zustand innerhalb des Spannungswellengetriebes festgelegt ist, wobei eine von dem Grundkörper abstehende Dichtlippe unter Aufbau einer im Wesentlichen durch Biegung erzeugten Eigenvorspannung an der Dichtfläche anliegt. Dies hat den Vorteil, dass die Innendichtung die für die Dichtwirkung erforderliche Vorspannung als Eigenspannung selbst auf bringt. Durch entsprechende Formgebung der Innendichtung, insbesondere der Dichtlippe kann die Überdeckung und die dadurch bewirkte Vorspannung gezielt eingestellt werden.

10 Dabei kann die die Eigenvorspannung erzeugende Biegung der Dichtlippe einer Überdeckung von etwa 0 mm bis 1,5 mm entsprechen. Dieser Wertebereich hat sich als besonders vorteilhaft herausgestellt.

Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Innendichtung im Bereich wenigstens eines Dichtvorsprungs zwischen der Dichtfläche und einem weiteren Bauteil des Spannungswellengetriebes mit Übermaß eingefügt ist, so dass der wenigstens eine Dichtvorsprung die Dichtfläche unter Vorspannung kontaktiert. Von Vorteil ist hierbei insbesondere, dass die Vorspannung der Dichtfläche durch das Übermaß der Innendichtung gezielt einstellbar ist. Diese Lösung eignet sich besonders für kleine Einbauräume und ist aufgrund der vorwiegend auf Druck beanspruchten Dichtkanten weitgehend unempfindlich gegenüber einem Kriechen des Dichtungsmaterials.

Als besonders vorteilhaft hat sich herausgestellt, das Übermaß der Innendichtung im Bereich des wenigstens einen Dichtvorsprungs so einzustellen, dass es einer Überdeckung von etwa 0 bis etwa 0,4 mm, vorzugsweise einer Überdeckung von etwa 80 µm bis etwa 240 µm entspricht. Dieser Wertebereich hat sich als besonders vorteilhaft hinsichtlich der Dichtwirkung und des Kriechverhaltens in dem Dichtungsmaterial herausgestellt.

30 Die Innendichtung kann alternativ auch als Dichtscheibe ausgebildet sein, die einem Dichtabschnitt der Dichtfläche gegenüberliegt. Diese Variante der Erfindung funktioniert entsprechend dem Dichtkonzept einer „Spaltdichtung“. Eine Vorspannung der

Innendichtung in Richtung der Dichtfläche ist nicht erforderlich, da die Dichtwirkung auf einer Verlängerung des theoretischen Strömungsweges durch den abzudichtenden Spalt beruht. Dadurch wird der einem Hindurchtreten bspw. des Schmierstoffes entgegenstehende Strömungswiderstand wesentlich erhöht wird. Diese Variante ist
5 besonders für sehr kleine Bauräume geeignet. Dabei liegt der Dichtabschnitt vorzugsweise mit einem Abstand zwischen etwa 0 mm bis etwa 0,2 mm der Dichtfläche gegenüber.

Als vorteilhaft hat sich auch eine Ausgestaltung des Spannungswellengetriebes
10 herausgestellt, nach welcher die Innendichtung selbsttragend, insbesondere reibschlüssig innerhalb des Spannungswellengetriebes gehalten ist. Die Innendichtung übt dabei eine eigene Vorspannung auf ihre Abstützung innerhalb des Spannungswellengetriebes aus, so dass auf eine separat vorzusehende Vorspannung verzichtet werden kann, welche ansonsten durch weitere Teile des
15 Spannungswellengetriebes bewirkt werden müsste.

Das Spannungswellengetriebe kann bevorzugt auch derart ausgebildet sein, dass der Innenraum ein Reservoir zur Aufnahme von in den Innenraum eintretendem Material, insbesondere von Schmiermittel bildet. Etwa durch die Verzahnung in den Innenraum
20 des Spannungswellengetriebes eintretendes Material kann sich in dem Innenraum sammeln. Sofern der Innenraum ausreichend groß dimensioniert wird, etwa durch das Vorsehen von Ausnehmungen, Fasen, Absätzen oder Taschen, kann eine große Menge anfallenden Materials, vorwiegend Schmiermittel, aufgenommen werden, ohne dass dies die Innendichtung unnötig beaufschlagt und damit die Dichtwirkung
25 beeinträchtigt. Auf diese Weise kann eine über die Lebensdauer des Spannungswellengetriebes vorgesehene Dichtwirkung noch zuverlässiger ermöglicht werden.

Dabei kann auch vorgesehen werden, dass eine Schmiermittelmenge zum Schmieren
30 der Innen- und Außenverzahnung und/oder des Drehlagers und/oder eines Wellgeneratorlagers in und/oder an dem Spannungswellengetriebe vorgesehen ist, wobei das Volumen der Schmiermittelmenge kleiner oder gleich oder höchstens um den

Faktor von etwa 1,1 größer ist als das Volumen des Innenraums. Auf diese Weise kann der Innenraum als Reservoir für verbrauchtes oder unverbrauchtes Schmierfett dienen und eine übermäßige Beaufschlagung der Innendichtung mit Schmierfett zuverlässig vermieden oder zumindest deutlich verringert werden.

5

Zur Vermeidung oder Verminderung einer Verschlechterung des Wirkungsgrades des Spannungswellengetriebes aufgrund der an der Innendichtung auftretenden Reibungskräfte kann vorgesehen sein, die Innendichtung und/oder eine mit der Innendichtung zusammenwirkende Dichtfläche zumindest bereichsweise reibungsmindernd zu behandeln. Das durch die Innendichtung verursachte Schleppmoment kann durch die Verwendung einer Oberflächenbehandlung zumindest deutlich herabgesetzt werden. Beispielsweise kann eine Beschichtung vorgesehen werden oder auch reibungsvermindernde Gleitlacke auf der Innendichtung und/oder der damit korrespondierenden Dichtfläche. Möglich ist auch die Verwendung reibungsoptimierter Werkstoffe für die Innendichtung als komplettes Bauteil, z.B. Polytetrafluoräthylen (PTFE) als Dichtungsmaterial. Alternativ kann ein reibungsoptimierendes Material auch partiell, also beispielsweise nur im Dichtlippen- bzw. Dichtkantenbereich aufgebracht werden, so dass die Innendichtung als Zweikomponentendichtung ausgebildet ist. Denkbar ist hier, beispielsweise etwa nur im Dichtlippenbereich zusätzlich Polytetrafluoräthylen (PTFE) vorzusehen. Alternativ kann auch die Oberfläche des metallischen Getriebebauteils reibungsoptimierend behandelt sein. Beispielsweise kann die Oberfläche gasnitriert, ionenimplantiert oder silbertitannitriert werden, um die im Zusammenspiel mit der Dichtung auftretende Reibung zu minimieren. Bei der Ionenimplantation können beispielsweise Stickstoff oder Argon als Ionengas verwendet werden.

25

Reibungsverändernde Oberflächenbehandlung der Innendichtung und/oder der Dichtfläche wirken sich insbesondere auch positiv auf den Übergang zwischen Haft- und Gleitreibung, den so genannten Stick-Slip-Effekt aus, was gerade bei Anwendungen in der Robotik von Vorteil ist.

30

Gemäß einer Variante der Erfindung kann dass die Innendichtung mindestens eine, vorzugsweise zwei als Doppeldichtung wirkende O-Ringe und/oder Dichtvorsprünge und/oder Dichtlippen aufweisen. Hierdurch kann die Zuverlässigkeit und auch die Lebensdauer der Abdichtung erhöht werden. Auch lässt sich die Dichtwirkung deutlich
5 erhöhen, wenn die Innendichtung mit ihren Dichtlippen zwischen zwei Bauteilen angeordnet ist, die durch die wiederkehrende, elastische Verformung an dem Übertragungsbauteil relativ zueinander beweglich sind.

Darstellung der Erfindung

10

Weitere Ziele, Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger sinnvoller Kombination den
15 Gegenstand der vorliegenden Erfindung, auch unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehung.

Dabei zeigen zum Teil schematisch:

- 20 Figur 1 eine Schnittansicht eines Spannungswellengetriebes nach einer ersten Ausführungsform,
- Figur 2 einen vergrößerten Ausschnitt des Spannungswellengetriebes gemäß Figur 1,
- 25 Figur 3 eine Schnittansicht eines Spannungswellengetriebes gemäß einer zweiten Ausführungsform,
- Figur 4 einen vergrößerten Ausschnitt des Spannungswellengetriebes
30 gemäß Figur 3,

- Figur 5 eine seitliche Schnittansicht eines Spannungswellengetriebes gemäß einer dritten Ausführungsform,
- Figur 6 einen vergrößerten Ausschnitt des Spannungswellengetriebes gemäß Figur 5,
- Figur 7 eine Ausschnittsvergrößerung des Spannungswellengetriebes gemäß Figur 1 im Bereich der Innendichtung,
- Figur 8 eine Ausschnittsvergrößerung des Spannungswellengetriebes gemäß Figur 3 im Bereich der Innendichtung und
- Figur 9 zeigt eine Ausschnittsvergrößerung des Spannungswellengetriebes gemäß Figur 5 im Bereich der Innendichtung.
- Gleiche oder gleichwirkende Bauteile werden in den nachfolgend dargestellten Figuren der Zeichnung mit Bezugszeichen versehen, um die Lesbarkeit zu verbessern.
- Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines Spannungswellengetriebes 1 mit einem als Innenzahnrad ausgebildeten Getriebebauteil CS, welches im Bereich seiner Innenverzahnung 8 mit der Außenverzahnung 9 eines Übertragungsbauteils FS in Deckung und bereichsweise in Eingriff ist. Das Übertragungsbauteil FS ist drehfest mit einem inneren Lagerring 6 eines Drehlagers 30 verbunden, welcher das Übertragungsbauteil FS und das Getriebebauteil CS drehbar zueinander lagert. Der äußere Lagerring 5 des Drehlagers 30 ist drehfest mit dem Getriebebauteil CS verbunden. Ebenfalls drehfest mit dem Übertragungsbauteil FS ist ein Stopfen 41 vorgesehen, der das Spannungswellengetriebe 1 zur in der Figur 1 rechts befindlichen Abtriebsseite des Spannungswellengetriebes 1 abschließt.
- Entlang einer Getriebeachse 26, um die sich die Bauteile des Spannungswellengetriebes 1 bei Betrieb drehen, liegt dem Stopfen 41 eine

Getriebeeingangswelle 19 gegenüber, auf welche das Antriebsbauteil WG aufgesetzt ist. Zur Anbindung an eine äußere nicht gezeigte Eingangswelle verfügt die Getriebeeingangswelle 19 über eine oder mehrere Madenschrauben 18, mit welchen ein Wellenstumpf innerhalb einer Durchgangsbohrung 42 der

5 Getriebeeingangswelle 19 festgelegt werden kann.

Das auf die Getriebeeingangswelle 19 aufgesetzte Antriebsbauteil WG weist in Richtung der Getriebeachse 26 gesehen eine elliptische Form auf, die in ein dazu korrespondierend geformtes Lager 10 des Wellengenerators eingepasst ist. Das

10 Wellgeneratorlager 10 liegt innenseitig an dem Übertragungsbauteil FS derart an, dass das Übertragungsbauteil FS die elliptische Form annimmt und im Bereich der großen Ellipsenachse mit der Innenverzahnung 8 des Getriebebauteils CS in Eingriff kommt.

15 Beim Betreiben der Getriebeeingangswelle 19 um die Getriebeachse 26 wird das Übertragungsbauteil FS durch das Antriebsbauteil WG zyklisch verformt, so dass es zu einer Relativbewegung zwischen dem Übertragungsbauteil FS und dem Getriebebauteil CS durch den sich verlagernden Zahneingriff kommt.

20 Die in Radialrichtung 29 in wesentlichen in Deckung befindlichen Innenverzahnungen 8 des Getriebebauteils CS und die Außenverzahnung 9 des Übertragungsbauteils FS bewirken durch die um zwei Zähne abweichende Zähnezahl eine hohe Untersetzung zwischen der Bewegung an der Getriebeeingangswelle 19 und der Drehbewegung des als Abtrieb dienenden inneren Lagerrings 6 des Drehlagers 30. Das Getriebebauteil CS

25 sowie der äußere Lagerring 5 sind dabei drehfest im Verhältnis zur Eingangs- und Ausgangsseite des Getriebes festgelegt. Die Drehbewegung an der Getriebeabtriebsseite ist in diesem Fall entgegengesetzt zu der Drehbewegung an der Eingangsseite.

30 Das in der Figur 1 gezeigte Spannungswellengetriebe 1 ist in der Figur 2 ausschnittsweise vergrößert dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass das Drehlager 30 an seinem äußeren Lagerring 5 und seinem inneren Lagerring 6 Lagerlaufbahnen 17 für

Wälzkörper aufweist, die in einem Lagerzwischenraum 16 zwischen den Lagerringen 5, 6 aufgenommen werden. Das Drehlager 30 kann anstelle eines Wälzlagers auch als Gleitlager oder Magnetlager ausgebildet sein. Bei der Ausbildung als Gleitlager oder als Wälzlager wird ein Lagerschmiermittel verwendet, welches zur Reibungsminderung bei der Bewegung der Wälzlagerkörper beziehungsweise der Lagerflächen verwendet wird.

Um einen Austritt von Lagerschmiermittel nach außen zu verhindern, kann, wie vorliegend gezeigt, eine Außendichtung 11 den Lagerinnenraum 16 zwischen dem äußeren Lagerring 5 und dem inneren Lagerring 6 abdichten. Im vorliegenden Fall ist die Außendichtung 11 als Radialwellendichtring ausgebildet, der sich radial außen an einem Absatz 43 innerhalb des Lagerrings 5 abstützt und gegenüberliegend mit einer Dichtkante 45 auf einer als Dichtfläche 44 ausgebildeten Mantelfläche des inneren Lagerrings 6 dichtend aufliegt.

Auf der gegenüberliegenden Seite des Lagerzwischenraums 16 ist die Stirnseite des inneren Lagerrings 6 als Dichtfläche 2 ausgebildet, gegen welche eine in dem Innenraum 28 des Spannungswellengetriebes 1 angeordnete Innendichtung 12 abdichtet. Der verbleibende, von der Innendichtung 12 gegen den Lagerzwischenraum 16 abgedichtete Teil des Innenraums 28 bildet ein Reservoir 46 für Material, welches insbesondere über den Verzahnungsbereich 20 in den Innenraum 28 eintreten kann. Das Reservoir 46 ist in den Figuren 2, 4 und 6 durch eine als kleine Kreuze dargestellte Schraffur im Innenraum 28 gekennzeichnet.

Wie in der Figur 7 näher dargestellt ist, weist diese Innendichtung 12 einen Grundkörper 32 auf, von welchem eine Dichtlippe 31 absteht. Im eingebauten Zustand ist die Dichtlippe 31 in einer Biegerichtung 33 von der Dichtfläche 2 weggebogen, um eine auf die Dichtfläche 2 gerichtete Vorspannung in Form einer Eigenvorspannung aufzubauen. Die Dichtlippe 31 liegt dann in einem Überdeckungsbereich 38 auf der Dichtfläche 2 auf und dichtet somit den Innenraum 28 gegenüber dem Lagerinnenraum 16 ab.

Auf der radial innenliegenden Seite des Übertragungsbauteils FS ist eine Schmiermittelmenge 7 aufgetragen, die als Getriebeschmiermittel bei Bewegung des

Übertragungsbauteils FS transportiert wird und so den Zahneingriff an der Innenverzahnung 8 und der Außenverzahnung 9 schmiert. Durch den fortschreitenden Zahneingriff wird das Schmiermittel in den Innenraum 28 des Spannungswellengetriebes 1 befördert und lagert sich dort ab. Hierbei nimmt das Schmiermittel auch Abrieb der Zahnflanken und bei Fehlerfall auch auftretende Späne mit, die jedoch nicht in den Lagerinnenraum 16 eintreten oder durch diesen hindurchtreten sollen.

Die Innendichtung 12 verhindert den Durchtritt des in den Innenraum 28 eintretenden, verbrauchten Schmiermittels. Um eine Beaufschlagung der Innendichtung 12 mit zu viel verbrauchten Schmiermittel zu vermeiden oder zu verringern, ist an dem inneren Lagerring 6 eine zusätzliche Kammer 27 in Form einer Fase vorgesehen, wodurch das Volumen des Innenraums 28 erhöht und an die Schmiermittelmenge 7 angepasst werden kann.

In den Figuren 3, 4 und 8 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt, welches sich von dem ersten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen dadurch unterscheidet, dass die Innendichtung 12 hier als Dichtscheibe 4 ausgebildet ist, die den Innenraum 28 gegenüber dem Lagerinnenraum 16 abdichtet. Die Dichtscheibe funktioniert im vorliegenden Fall nach dem Prinzip einer Spaltdichtung, wobei im Bereich eines Dichtabschnitts 3 der Dichtscheibe 4 ein Ringspalt von etwa 0 bis 0,2 mm vorhanden ist, der sich zwischen dem Dichtabschnitt 40 an dem inneren Lagerring 6 und dem Dichtabschnitt 3 der Dichtscheibe 4 ausbildet. Die Dichtscheibe ist durch einen zusätzlichen O-Ring 35 zwischen dem Drehlager 30 und dem Getriebebauteil CS gehalten und dichtet gleichzeitig statisch den zwischen dem Getriebebauteil CS und dem Drehlager vorhandenen Spalt ab.

Der äußere Lagerring ist im vorliegenden Fall zweiteilig mit den Lagerringhälften 15 und 25 ausgebildet. Die Lagerringhälfte 15 ist ähnlich dem ersten Ausführungsbeispiel mit einer Außendichtung 11 versehen, die die äußere Lagerringhälfte 15 gegenüber dem inneren Lagerring 6 abdichtet.

Die Figuren 5, 6 und 9 zeigen ein drittes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Das dritte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von den beiden ersten Ausführungsbeispielen im Wesentlichen darin, dass die Innendichtung 12 hier zwischen dem Übertragungsbauteil FS und dem äußeren Lagerring 5 im Bereich von zwei nebeneinander liegenden, als O-Ring 23 und O-Ring 24 ausgebildeten Abschnitten eingefügt und gehalten ist. Die Innendichtung 12 weist ein mit den O-Ringen 23, 24 verbundenen Abschnitt auf, der zwei Dichtvorsprünge 21, 22 aufweist, welche in Überdeckungsbereichen 38 an der Dichtfläche 2 des inneren Lagerrings 6 anliegen. Die O-Ringe 23, 24 sind ebenfalls in einem Überdeckungsbereich 39 in Kontakt mit dem Drehlager 30, hier mit dem äußeren Lagerring 5. Zum Ausbilden der Überdeckung sind die O-Ringe 23, 24 bzw. die Dichtkanten 21, 22 in Richtung der Getriebeachse 26 komprimiert, d.h. mit Übermaß in den Spalt zwischen dem Übertragungsbauteil FS und den Lagerringen 5, 6 eingefügt. Der die Dichtkanten 21, 22 aufweisende Abschnitt der strukturierten Dichtscheibe 37 ist biegeschlaff mit dem die O-Ringe 23, 24 aufweisenden Abschnitt verbunden. Die zum Komprimieren der Dichtkanten 21 und 22 erforderliche Vorspannung wird durch die das Übertragungsbauteil FS in Richtung der Getriebeachse 26 aufgebracht.

Denkbar ist jedoch auch, dass die strukturierte Dichtscheibe 37 in sich biegesteif ausgebildet ist und die Vorspannung zum Anlegen der Dichtkanten 21, 22 an die Dichtfläche 2 als Eigenvorspannung der Dichtscheibe 37 aufgebracht wird. Denkbar ist aber auch eine Kombination von Eigenvorspannung und Abstützung durch das Übertragungsbauteil.

In der Figur 6 ist die Bewegung des Schmiermittels durch das Getriebe näher dargestellt. Diese Bewegung lässt sich auf alle Ausführungsausispiele übertragen. Hierbei tritt das Schmiermittel von der Schmiermittelmenge 7 in der Fließrichtung 14 um die Stirnseite des Übertragungsbauteils FS herum und in den Verzahnungsbereich 20 zwischen der Außenverzahnung 9 und der Innenverzahnung 8 hindurch. Der Transport des Schmiermittels von der Innenseite des Übertragungsbauteils FS auf seine Außenseite

wird auch dadurch begünstigt, dass an dem Übertragungsbauteil FS und dem Getriebebauteil CS stirnseitig ein nichtgezeigter Gehäuseabschnitt vorgesehen ist. Dieser lenkt den Schmiermittelstrom in Richtung der Fließrichtung 14 um. Durch den Verzahnungsbereich 20 hindurch tritt das Schmiermittel dann in Fließrichtung 13 in den Innenraum 28 des Spannungswellengetriebes 1 ein und verbleibt dort für den Rest der Lebensdauer des Spannungswellengetriebes oder aber bis zu nächster Wartung.

Auch bei dem zweiten und dritten Ausführungsbeispiel sind zusätzliche Kammern 27 vorgesehen, die das Volumen des Innenraums 28 zur Aufnahme von Schmiermittel vergrößern. Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel hat die Kammer 27 eine Taschenform. Bei dem dritten Ausführungsbeispiel ist die Kammer 27 als Absatz in radialer Richtung 29 ausgebildet.

Die drei hier beschriebenen Ausführungsformen beziehen sich auf Spannungswellengetriebe herkömmlicher Bauart. Die vorliegende Erfindung kann aber auch in Spannungswellengetrieben in Flachbauweise oder bei Außenläufergetrieben mit den vorstehend beschriebenen Vorteilen umgesetzt werden.

Bezugszeichenliste

- | | | |
|----|----|---------------------------------------|
| | 1 | Spannungswellengetriebe (HD-Getriebe) |
| | 2 | Dichtfläche |
| 5 | 3 | Dichtabschnitt |
| | 4 | Dichtscheibe |
| | 5 | Lagerring (außen) |
| | 6 | Lagerring (innen) |
| | 7 | Schmiermittelmenge |
| 10 | 8 | Innenverzahnung |
| | 9 | Außenverzahnung |
| | 10 | Wellgeneratorlager |
| | 11 | Außendichtung |
| | 12 | Innendichtung |
| 15 | 13 | Fließrichtung |
| | 14 | Fließrichtung |
| | 15 | Lagerringhälfte |
| | 16 | Lagerzwischenraum |
| | 17 | Lagerlaufbahn |
| 20 | 18 | Madenschraube |
| | 19 | Getriebeeingangswelle |
| | 20 | Verzahnungsbereich |
| | 21 | Dichtvorsprung |
| | 22 | Dichtvorsprung |
| 25 | 23 | O-Ring |
| | 24 | O-Ring |
| | 25 | Lagerringhälfte |
| | 26 | Getriebeachse |
| | 27 | Kammer |
| 30 | 28 | Innenraum |
| | 29 | Radialrichtung |
| | 30 | Drehlager |

- 31 Dichtlippe
- 32 Grundkörper
- 33 Biegerichtung
- 34 Dichtscheibe
- 5 35 O-Ring
- 36 Dichtfläche
- 37 strukturierte Dichtscheibe (biegeschlaff)
- 38 Überdeckungsbereich
- 39 Überdeckungsbereich
- 10 40 Dichtabschnitt
- 41 Stopfen
- 42 Durchgangsbohrung
- 43 Absatz
- 44 Dichtfläche
- 15 45 Dichtkante
- 46 Reservoir

- CS Getriebebauteil (Circular Spline)
- 20 FS Übertragungsbauteil (Flexspline)
- WG Antriebsbauteil (Wellgenerator, Wave Generator)

Patentansprüche

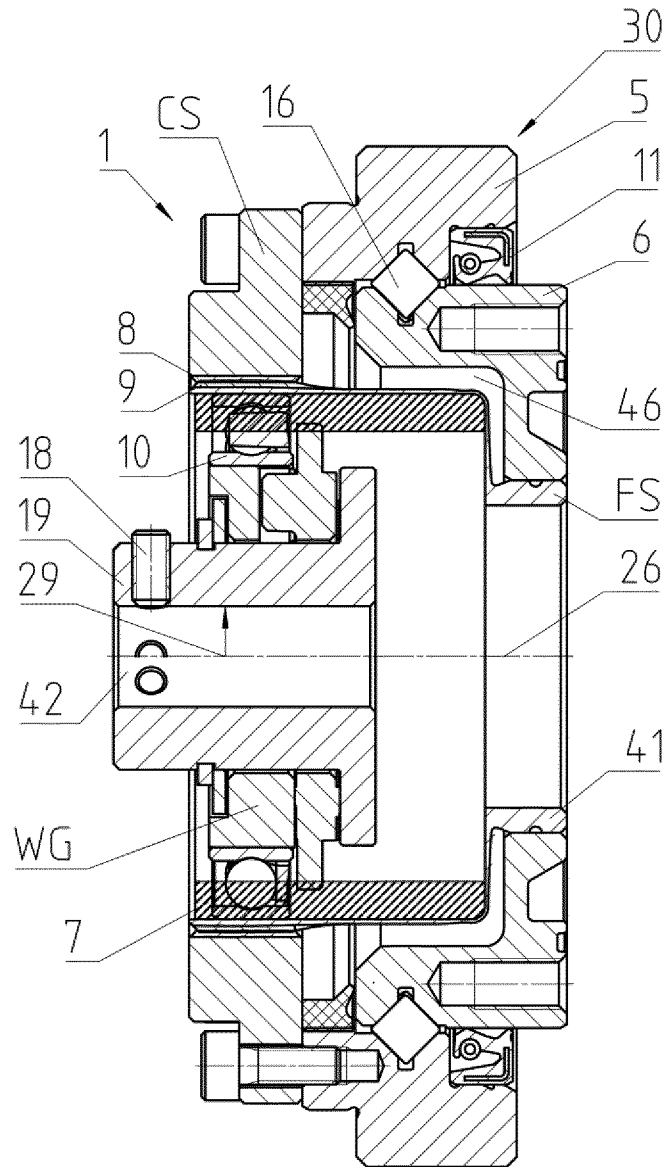
1. Spannungswellengetriebe (1) mit einem Getriebebauteil (CS) und einem damit in Radialrichtung (29) wenigstens teilweise in Deckung befindlichen, elastisch verformbaren Übertragungsbauteil (FS), das durch ein damit zusammenwirkendes Antriebsbauteil (WG) derart elliptisch verformbar ist, dass an dem Getriebebauteil (CS) und dem Übertragungsbauteil (FS) vorgesehene Innen- oder Außenverzahnungen (8, 9) in gegenüberliegenden Bereichen einer Ellipsenachse in Eingriff bringbar sind, um das Übertragungsbauteil (FS) und das Getriebebauteil (CS) relativ zueinander zu verdrehen, wobei das Übertragungsbauteil (FS) und das Getriebebauteil (CS) mittels eines einen Lagerzwischenraum (16) aufweisenden Drehlagers (30) relativ zueinander drehbar gelagert sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein von dem Übertragungsbauteil (FS) sowie der Innen- oder Außenverzahnung (8, 9) wenigstens teilweise umschlossener und an das Drehlager (30) angrenzender Innenraum (28) des Spannungswellengetriebes (1) mittels einer Innendichtung (12) gegenüber dem Lagerzwischenraum (16) des Drehlagers (30) abgedichtet ist.
2. Spannungswellengetriebe (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Innendichtung (12) als dynamische Dichtung ausgebildet ist, vorzugsweise als Wellendichtring, insbesondere als Axialwellendichtring oder Radialwellendichtring oder Dichtscheibe (34).
3. Spannungswellengetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innendichtung (12) im Wesentlichen aus einem Elastomer oder einem schmiermittelgetränktem Filzmaterial besteht.
4. Spannungswellengetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Innendichtung (12) abschnittsweise auch als statische Dichtung, insbesondere mit wenigstens

einem O-Ring (23, 24), ausgebildet ist, und zwischen zwei rotationsfest miteinander verbundenen Teilen des Spannungswellengetriebes (1) eingesetzt ist.

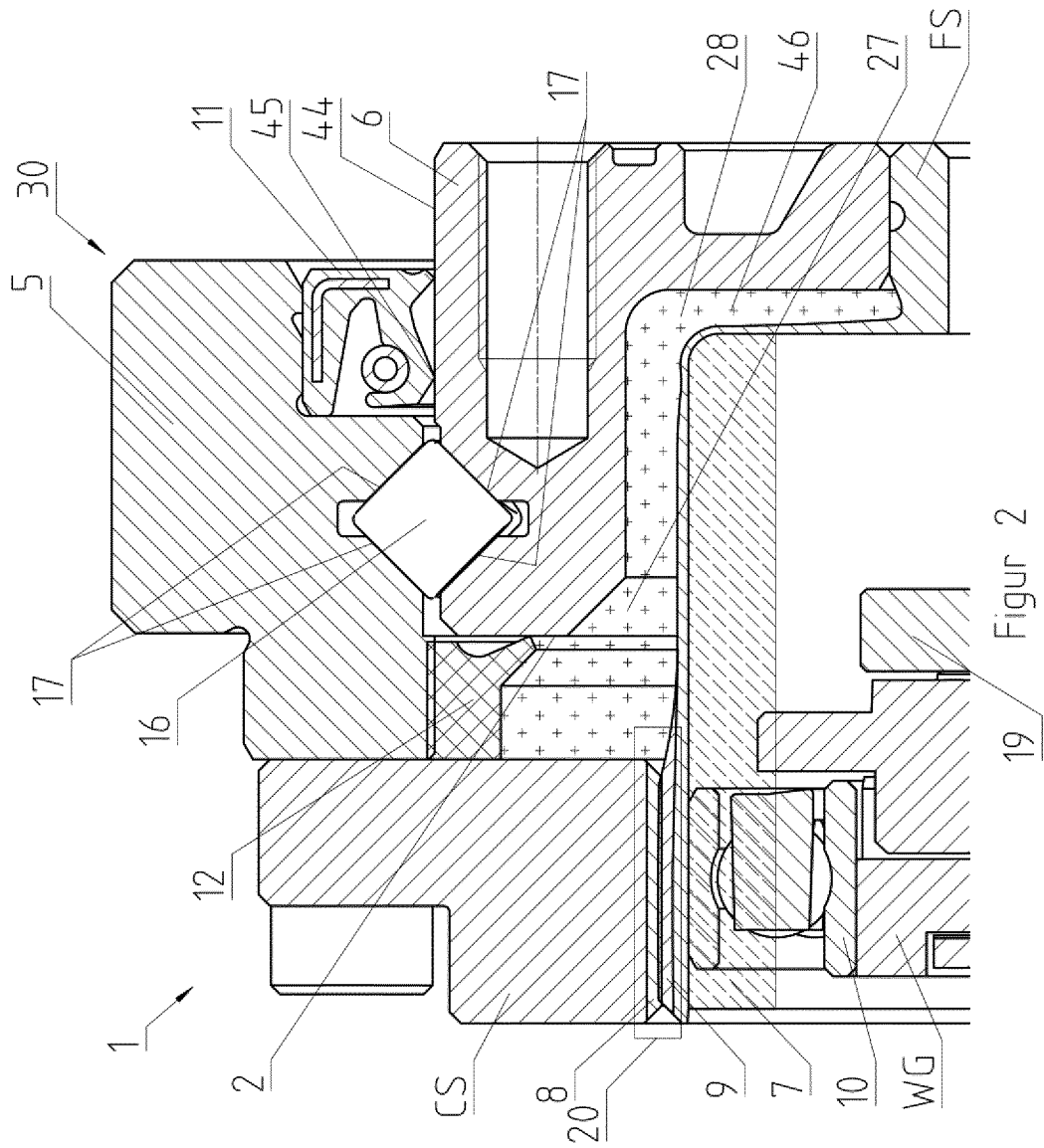
- 5 5. Spannungswellengetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innendichtung (12) zwischen dem Übertragungsbauteil (FS) und einem Lagerring (5, 6) des Drehlagers (30) angeordnet ist und vorzugsweise dichtend an dem Lagerring (5, 6) anliegt, insbesondere mit wenigstens einem Dichtvorsprung (21, 22) und/oder einer
- 10 Dichtlippe (31) und/oder einer Dichtfläche (36).
6. Spannungswellengetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innendichtung (12) unter Vorspannung, vorzugsweise unter federnder Vorspannung, insbesondere unter
- 15 Eigenvorspannung an einer Dichtfläche (2) des Spannungswellengetriebes (1) anliegt.
7. Spannungswellengetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innendichtung (12) in einem Bereich (38)
- 20 eine Überdeckung gegenüber einer Dichtfläche (2) des Spannungswellengetriebes (1) aufweist.
8. Spannungswellengetriebe (1) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Innendichtung (12) einen Grundkörper (32)
- 25 aufweist, der im eingebauten Zustand innerhalb des Spannungswellengetriebes (1) festgelegt ist, wobei eine von dem Grundkörper (32) abstehende Dichtlippe (31) unter Aufbau einer im Wesentlichen durch Biegung erzeugten Eigenvorspannung an der Dichtfläche (2) anliegt.

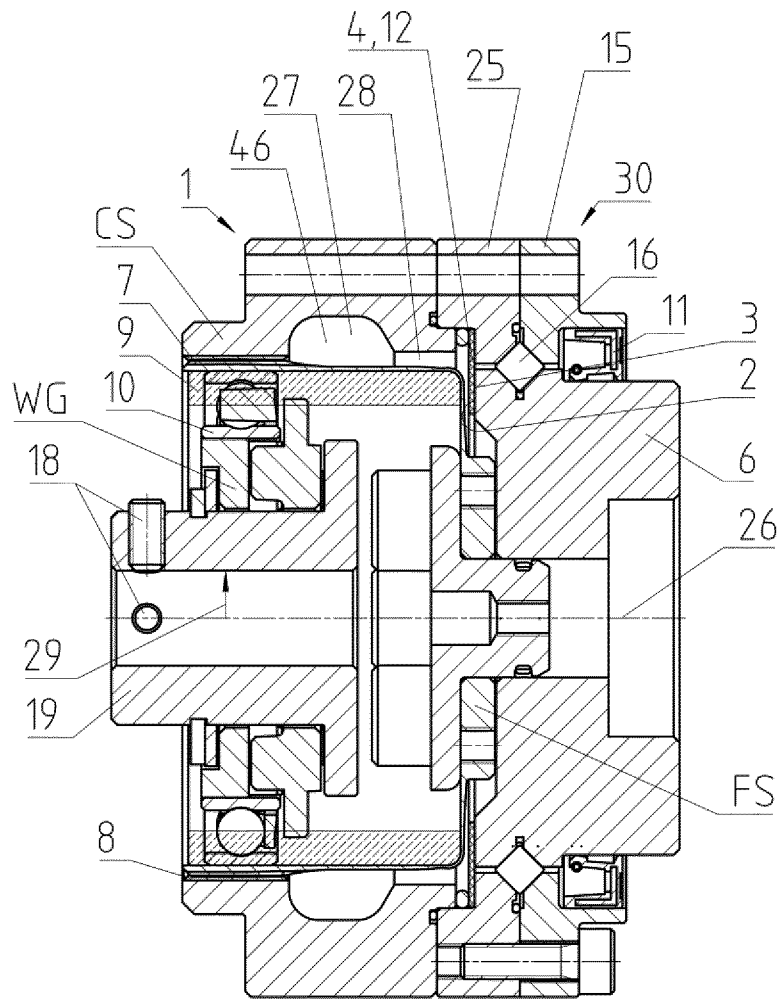
9. Spannungswellengetriebe (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die die Eigenvorspannung erzeugende Biegung der Dichtlippe (31) einer Überdeckung von etwa 0 mm bis 1,5 mm entspricht.
- 5 10. Spannungswellengetriebe (1) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Innendichtung (12) im Bereich wenigstens eines Dichtvorsprungs (21, 22) zwischen der Dichtfläche (2) und einem weiteren Bauteil des Spannungswellengetriebes (1) mit Übermaß eingefügt ist, so dass der wenigstens eine Dichtvorsprung (21, 22) die Dichtfläche (2) unter
10 Vorspannung kontaktiert.
11. Spannungswellengetriebe (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Übermaß der Innendichtung (12) im Bereich des wenigstens einen Dichtvorsprungs (21, 22) einer Überdeckung von etwa 0 bis etwa 0,4
15 mm, vorzugsweise einer Überdeckung von etwa 80 µm bis etwa 240 µm entspricht.
12. Spannungswellengetriebe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Innendichtung (12) als Dichtscheibe (34)
20 ausgebildet ist, die einem Dichtabschnitt (40) der Dichtfläche (2), vorzugsweise mit einem Abstand zwischen etwa 0 mm bis etwa 0,2 mm gegenüberliegt.
13. Spannungswellengetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innendichtung (12) selbsttragend,
25 insbesondere reibschlüssig innerhalb des Spannungswellengetriebes (1) gehalten ist.
14. Spannungswellengetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenraum (28) ein Reservoir (46) zur
30 Aufnahme von in den Innenraum (28) eintretenden Materials, insbesondere von Schmiermittel bildet.

15. Spannungswellengetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schmiermittelmenge (7) zum Schmieren der Innen- und Außenverzahnung (8, 9) und/oder des Drehlagers (30) und/oder eines Wellgeneratorlagers (10) in und/oder an dem Spannungswellengetriebe (1) vorgesehen ist, wobei das Volumen der Schmiermittelmenge (7) kleiner oder gleich oder höchstens um den Faktor von etwa 1,1 größer ist als das Volumen des Innenraums (8) ist.
- 5
16. Spannungswellengetriebe (1) nach einem der Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innendichtung (12) und/oder eine mit der Innendichtung (12) zusammenwirkende Dichtfläche (2) zumindest bereichsweise reibungsmindernd behandelt, vorzugsweise beschichtet ist.
- 10
17. Spannungswellengetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innendichtung (12) mindestens ein, vorzugsweise zwei als Doppeldichtung wirkende O-Ringe (23, 24) und/oder Dichtvorsprünge (21, 22) und/oder Dichtlippen (31) aufweist.
- 15

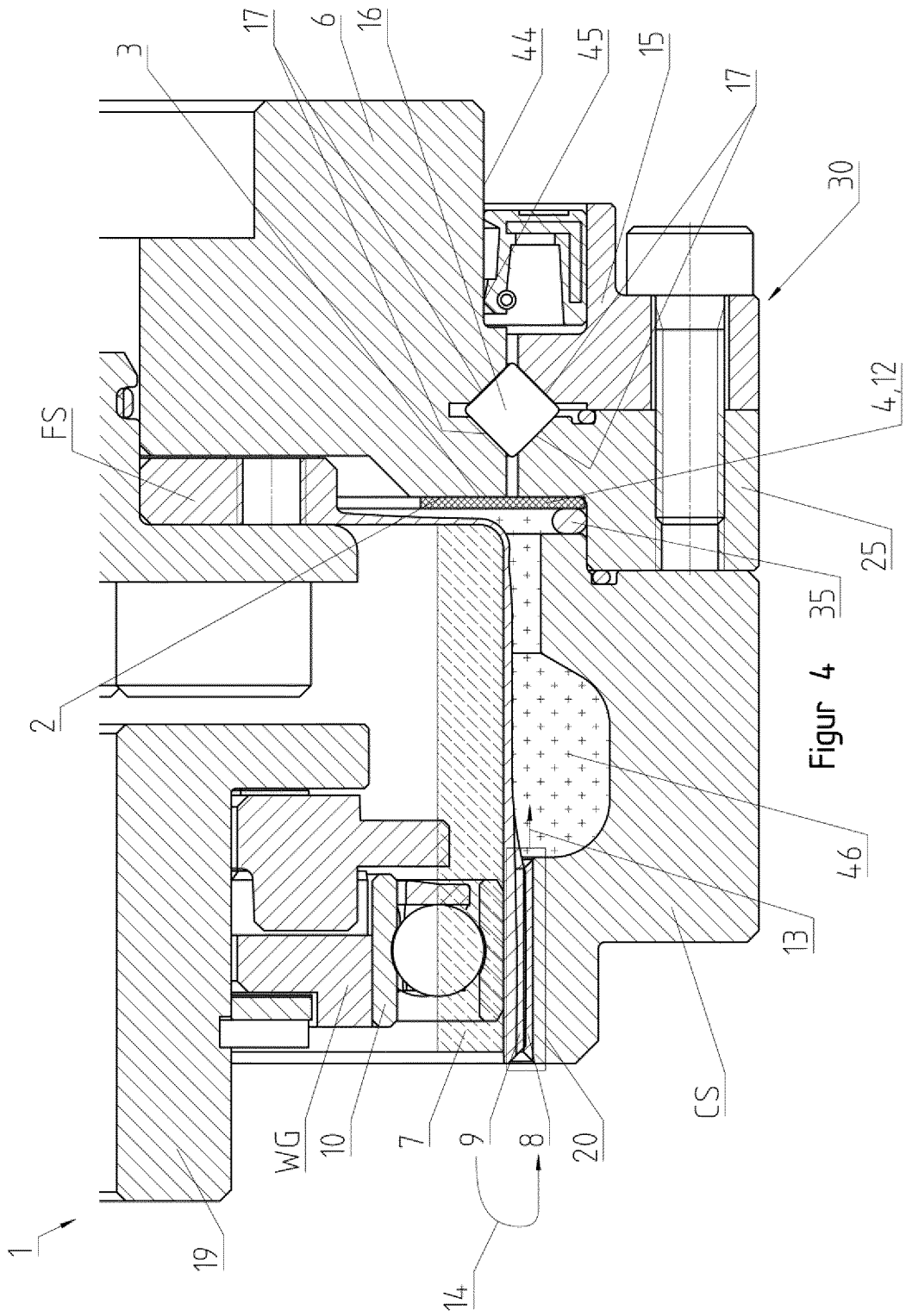


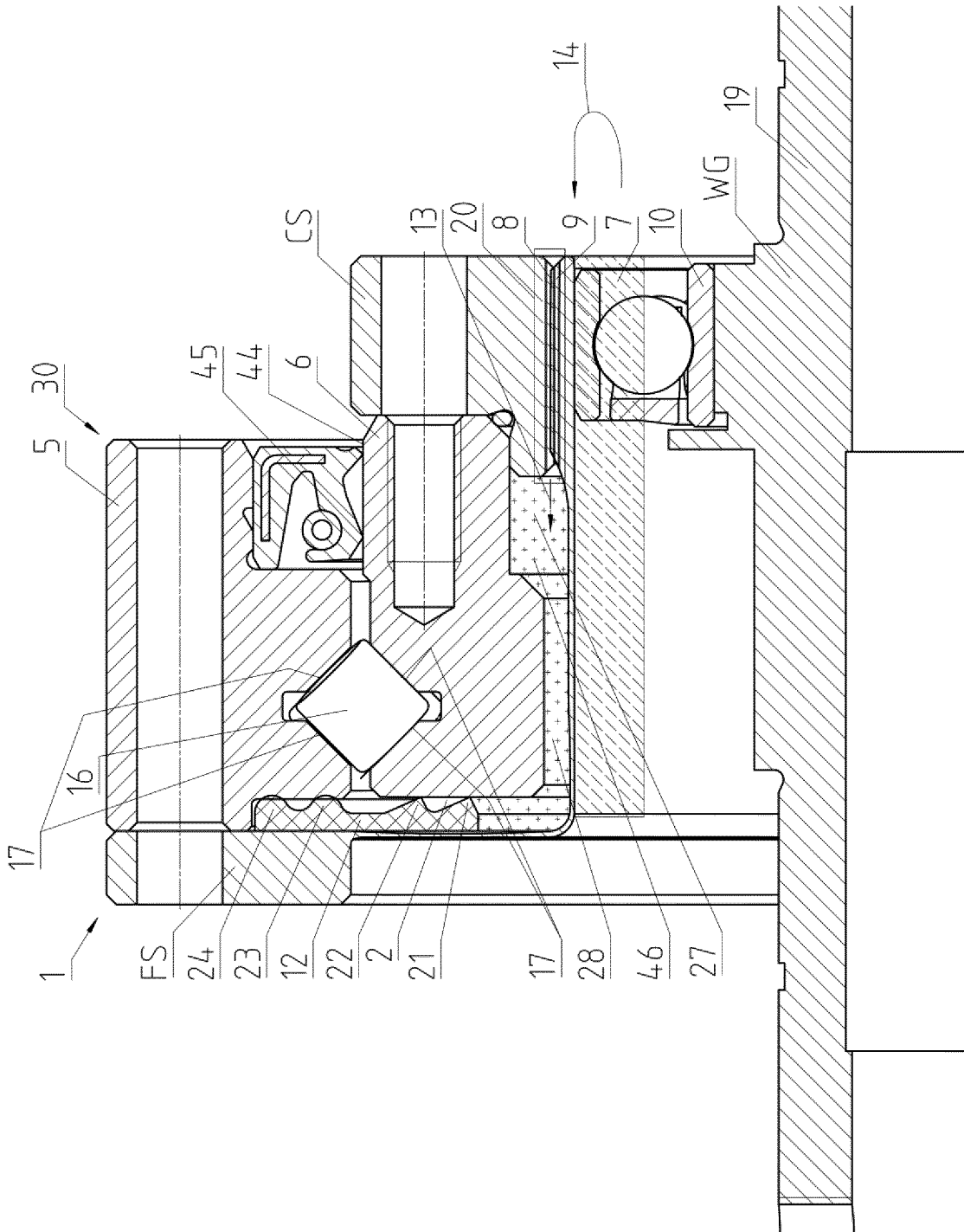
Figur 1





Figur 3





Figur 6

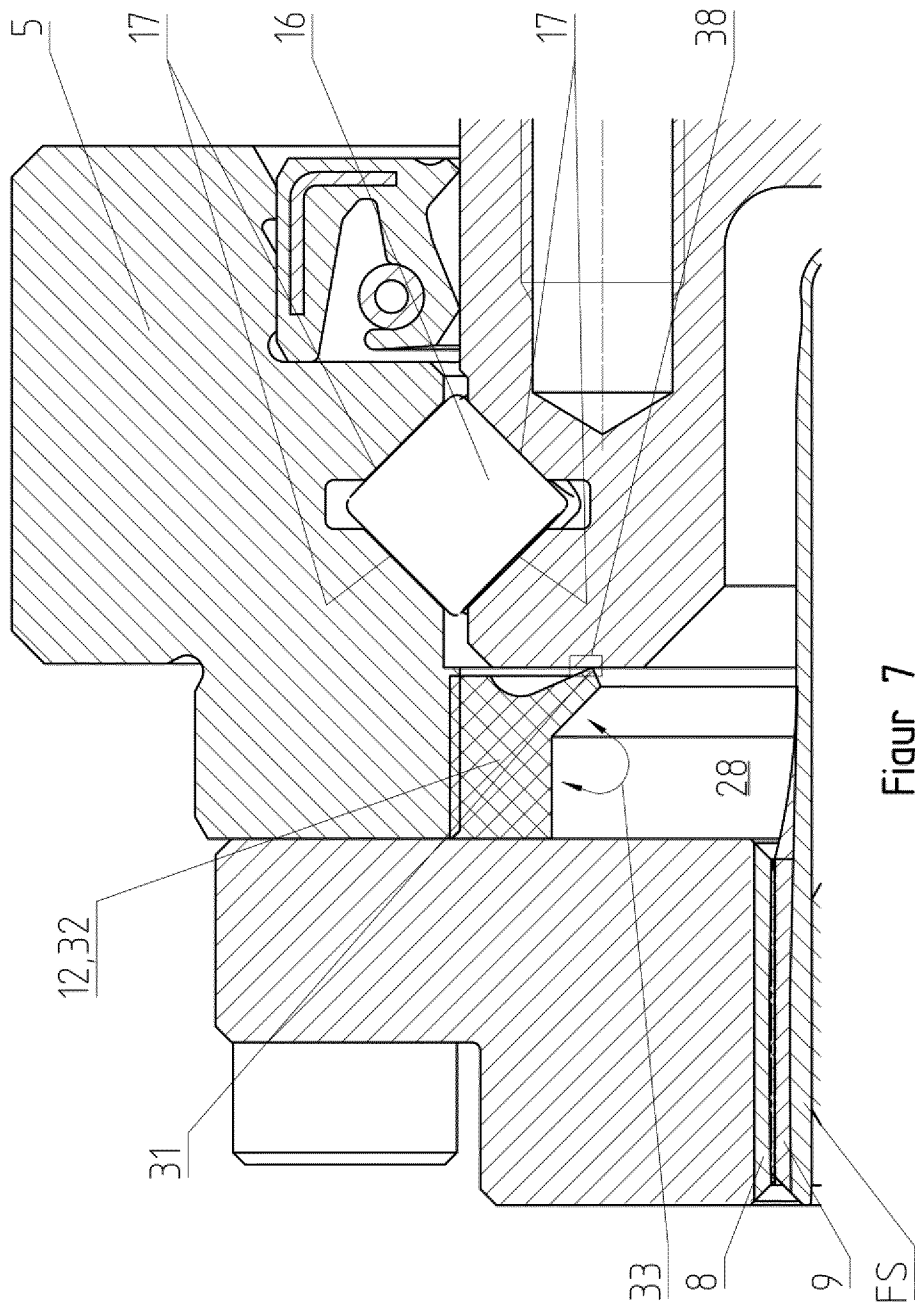


Figure 7

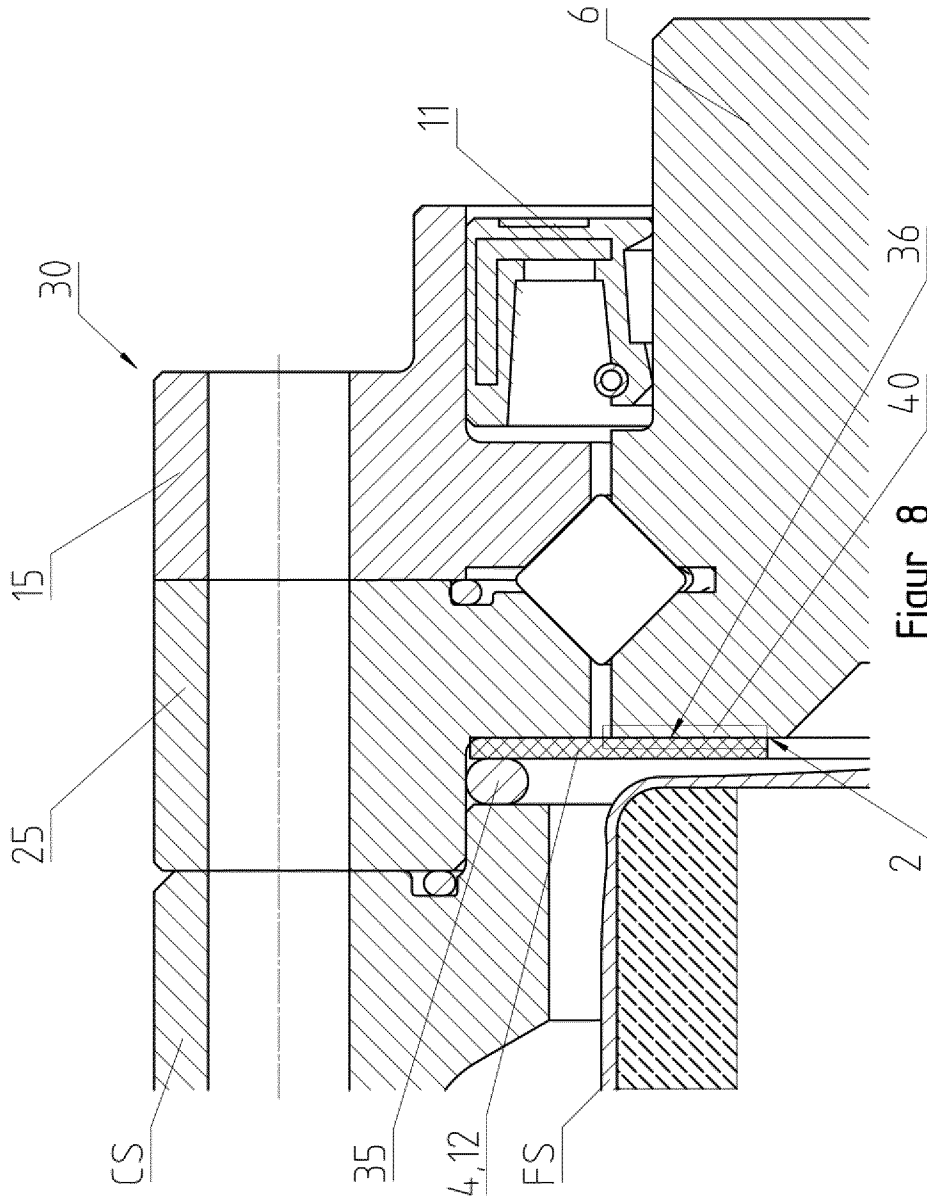
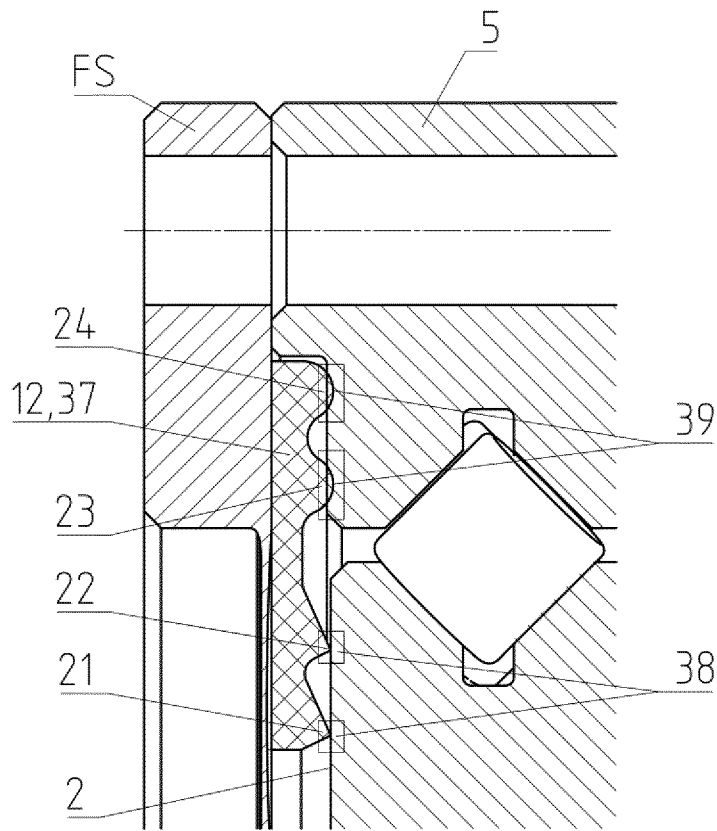


Figure 8



Figur 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/054549

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16H49/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F16H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	DE 10 2013 222454 A1 (KUKA ROBOTER GMBH [DE]) 7 May 2015 (2015-05-07) figure 2	1-3,5,7, 12-14,16 4,6, 8-11,15, 17
A	----- US 2002/135241 A1 (KOBAYASHI YUKITOSHI [JP] ET AL) 26 September 2002 (2002-09-26) figures 1,2	1-17
A	----- DE 11 2014 001512 T5 (HARMONIC DRIVE SYSTEMS [JP]) 7 January 2016 (2016-01-07) figure 1	1-17
A	----- DE 197 41 227 A1 (HARMONIC DRIVE SYSTEMS [JP]) 25 March 1999 (1999-03-25) figure 1 -----	1-17

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 January 2018

Date of mailing of the international search report

01/02/2018

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Szodfridt, Tamas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/054549

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102013222454 A1	07-05-2015	DE 102013222454 A1 EP 3066360 A2 WO 2015067623 A2	07-05-2015 14-09-2016 14-05-2015

US 2002135241 A1	26-09-2002	DE 10206748 A1 JP 2002243000 A US 2002135241 A1	31-10-2002 28-08-2002 26-09-2002

DE 112014001512 T5	07-01-2016	CN 105518345 A DE 112014001512 T5 JP 6052835 B2 JP W02015173959 A1 KR 20160009528 A TW 201604444 A US 2017051817 A1 WO 2015173959 A1	20-04-2016 07-01-2016 27-12-2016 20-04-2017 26-01-2016 01-02-2016 23-02-2017 19-11-2015

DE 19741227 A1	25-03-1999	DE 19741227 A1 US 5984048 A	25-03-1999 16-11-1999

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F16H49/00
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F16H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	DE 10 2013 222454 A1 (KUKA ROBOTER GMBH [DE]) 7. Mai 2015 (2015-05-07) Abbildung 2	1-3,5,7, 12-14,16 4,6, 8-11,15, 17
A	----- US 2002/135241 A1 (KOBAYASHI YUKITOSHI [JP] ET AL) 26. September 2002 (2002-09-26) Abbildungen 1,2	1-17
A	----- DE 11 2014 001512 T5 (HARMONIC DRIVE SYSTEMS [JP]) 7. Januar 2016 (2016-01-07) Abbildung 1	1-17
A	----- DE 197 41 227 A1 (HARMONIC DRIVE SYSTEMS [JP]) 25. März 1999 (1999-03-25) Abbildung 1	1-17



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. Januar 2018

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

01/02/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Szodfridt, Tamas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/054549

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013222454 A1	07-05-2015	DE 102013222454 A1	07-05-2015
		EP 3066360 A2	14-09-2016
		WO 2015067623 A2	14-05-2015

US 2002135241 A1	26-09-2002	DE 10206748 A1	31-10-2002
		JP 2002243000 A	28-08-2002
		US 2002135241 A1	26-09-2002

DE 112014001512 T5	07-01-2016	CN 105518345 A	20-04-2016
		DE 112014001512 T5	07-01-2016
		JP 6052835 B2	27-12-2016
		JP W02015173959 A1	20-04-2017
		KR 20160009528 A	26-01-2016
		TW 201604444 A	01-02-2016
		US 2017051817 A1	23-02-2017
		WO 2015173959 A1	19-11-2015

DE 19741227 A1	25-03-1999	DE 19741227 A1	25-03-1999
		US 5984048 A	16-11-1999
