

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft einen Getriebeeinbausatz mit einem Lagering (1) und einem daran lagerbaren Spannungswellengetriebe, welches ein Antriebsbauteil (2), ein mit einer Außenverzahnung (3) versehenes, elastisches Übertragungsbauteil (4) und ein mit einer Innenverzahnung (5) versehenes Rad (6) aufweist, wobei das Übertragungsbauteil (4) auf das Antriebsbauteil (2) aufsteckbar und dabei durch das Antriebsbauteil (2) derart elliptisch verformbar ist, dass die Außenverzahnung (3) des Übertragungsbauteils (4) in gegenüberliegenden Bereichen einer großen Ellipsenachse mit der Innenverzahnung (5) des Rades (6) in Eingriff bringbar ist, wobei das Rad (6) oder das Übertragungsbauteil (4) mit einer Lagerfläche (7) mittels Wälzkörper (8) an einer Lagerfläche (9) des Lagerrings (1) lagerbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Rad (6) beziehungsweise das Übertragungsbauteil (4) und der Lagerring (1) jeweils mit wenigstens einer Aufnahme (10, 11) versehen sind, durch welche in einer korrespondierenden Stellung der beiden Aufnahmen (10, 11) zueinander Wälzkörper (8) in ein Wälzlager zwischen der Lagerfläche (7) des Rades (6) beziehungsweise des Übertragungsbauteils (4) und der Lagerfläche (9) des Lagerrings (1) einbringbar sind.

Bezeichnung: Getriebeeinbausatz mit einem Abtriebslager und einem daran lagerbaren Spannungswellengetriebe

Die Erfindung betrifft einen Getriebeeinbausatz mit einem Abtriebslager und einem daran lagerbaren Spannungswellengetriebe nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Derartige Getriebeeinbausätze werden in vielfältiger Weise in vielen Technologiebereichen eingesetzt. Insbesondere finden derartige Getriebeeinbausätze in der Robotertechnik und auch in der Prothetik vermehrt Anwendung. Beispielhaft sei hier auf das Harmonic Drive® Getriebe verwiesen, welches zur Gruppe der Spannungswellengetriebe gehört und dessen Funktionsweise beispielhaft unter <http://harmonicdrive.de/technologie/harmonic-drive-wellgetriebe/> beschrieben ist. Das Harmonic Drive Getriebe kann neben einer herkömmlichen Bauweise auch in einer sog. Flachbauweise ausgeführt sein.

In der herkömmlichen Bauweise verformt das dort als elliptischer Wave Generator ausgebildete Antriebsbauteil über ein Kugellager das als außenverzahnter Flexspline ausgebildete Übertragungsbauteil, welches sich in den gegenüberliegenden Bereichen der großen Ellipsenachse mit dem innenverzahnten, als Circular Spline ausgebildeten Rad im Eingriff befindet. Mit Drehen des Wave Generators verlagert sich die große Ellipsenachse und damit der Zahneingriffsbereich. Da der Flexspline des Harmonic Drive® Getriebes 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. Bei fixiertem Circular Spline dreht sich der Flexspline als Abtriebsselement entgegengesetzt zum Antrieb. Der Circular Spline kann dabei an einem Lagerring fixierbar angeordnet sein.

Bei der Flachbauweise ist der Flexspline als ein dünnwandiger, elastisch verformbarer Ring ausgeführt, der durch den Wave Generator eine elliptische Form annimmt. Die Außenverzahnung 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 Untersatzungsbetrieb als Abtriebsselement eingesetzt.

Besonders vorteilhaft ist, dass Harmonic Drive® Getriebe über ihre gesamte Lebensdauer 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 Harmonic Drive® Getriebe wesentlich kompakter und leichter als konventionelle Getriebe, sodass sie prädestiniert für den Einsatz in der Robotik, Prothetik und dergleichen technischen Gebiete sind, bei denen Drehbewegung auf kleinstem Raum realisiert werden müssen. Da die Kraftübertragung über einen großen Zahneingriffsbereich erfolgt, können Harmonic Drive® Getriebe höhere Drehmomente als konventionelle Getriebe übertragen. Mit nur drei Bauteilen werden Untersetzungen von 30:1 bis 320:1 in einer Stufe erreicht. Im Nennbetrieb werden Wirkungsgrade bis zu 85 % erreicht. Harmonic Drive® Getriebe sind nicht selbsthemmend und weisen kein Stick-Slip-Verhalten auf. Weiterhin weisen Harmonic Drive® Getriebe über den gesamten Drehmomentbereich eine hohe Torsionssteifigkeit mit nahezu linearer Kennlinie auf. Zudem bieten Harmonic Drive® Getriebe die Möglichkeit einer zentralen Hohlwelle. Kabel, Wellen, Laserstrahlen usw. können so auf einfache Weise durch die Hohlwelle geführt werden. Harmonic Drive® Getriebe zeichnen sich durch eine hohe Zuverlässigkeit und lange Lebensdauer aus.

Derartige Spannungswellengetriebe werden zur Realisierung einer Drehbewegung zwischen zwei Bauteilen auf einen Lagerring aufgesetzt, auf oder an dem sie drehbar gelagert sind. Dabei kann einerseits das Rad des Spannungswellengetriebes drehfest zu dem Lagerring angeordnet sein, wobei dann Wälzkörper zwischen Lagerflächen des Lagerrings und des Übertragungsbauteils angeordnet sind, wodurch die Drehbarkeit des Spannungswellengetriebes gegenüber dem Lagerring gewährleistet ist. Andererseits kann aber auch das Übertragungsbauteil des Spannungswellengetriebes drehfest zu dem Lagerring angeordnet sein, wobei dann Wälzkörper zwischen Lagerflächen des Lagerrings und des Rades angeordnet sind, wodurch die Drehbarkeit des Spannungswellengetriebes gegenüber dem Lagerring ebenfalls gewährleistet ist.

Aufgrund der gängigen Bauweise derartiger Getriebeeinbausätze bauen Roboter, Prothesen und andere Vorrichtungen, welche derartige Spannungswellengetriebe zur Realisierung von Drehbewegungen verwenden, zwar schon verhältnismäßig klein. Allerdings sind diese gängigen Getriebebausätze für einige Anwendungen in ihrer axialen Auslegung immer noch zu groß und

in Ihrer Montage mit separatem Lagerring zu aufwendig, sodass sie für derartige Anwendungen wirtschaftlich und technisch ungeeignet sein können.

Aus der JP 2010-127452 A ist ein Wellgetriebe für eine Roboteranwendung bekannt, bei welchem ein Wälzlager mittels Bolzen an das Rad des Wellgetriebes angeschraubt ist. Das Wälzlager selbst weist eine axiale Länge auf, die der axialen Länge des Wellgetriebes selbst entspricht, so dass diese Anordnung für die o.g. Zwecke ungeeignet ist.

Aus der DE 24 07 477 A1 ist ein Wälzlager und ein Verfahren zu seiner Herstellung bekannt. Die Druckschrift beschreibt Wälzkörper mit Stirnseiten, also Rollen und damit ein radial zu belastendes Wälzlager. Zur Herstellung des Wälzlagers werden Verschlussstücke nach dem fertigen Bearbeiten der Lagerringe von den Borden abgetrennt, so dass diese ohne Nachbearbeitung ganz genau in eine durch das Abtrennen geschaffene Einfüllöffnungen für die Wälzkörper hineinpassen.

Die DE 196 81 201 D4 offenbart eine Drehmomenterfassungseinrichtung für ein elastisches Verzahnungs-Wellgetriebe.

Die DE 10 2007 025 353 A1 offenbart eine Untersetzungsgetriebeeinheit mit Drehstellungssensor.

Die WO 2014/203295 A1 offenbart ein Wellgetriebe, bei welchem das Rad gegenüber einem Lagerring gelagert ist. In der praktischen Umsetzung solcher Getriebe ist hier eine Kreuzrollenlagerung vorgesehen, bei der Wälzkörper in Form von Rollen abwechselnd in senkrechter Orientierung zueinander in die Lauffläche eingefügt werden. Dazu ist eine sich radial erstreckende Einfüllöffnung vorzusehen, durch die die Rollen in der Praxis manuell eingeführt werden, damit sie in der richtigen Orientierung in der Lauffläche angeordnet sind.

Die US 6,050, 155 A offenbart ein Harmonic-Drive Getriebe, bei welchem ein separates Wälzlager an dem Rad angeordnet und damit verschraubt wird. Auch hier vergrößert die Anordnung des separaten Wälzlagers die axiale Länge der gesamten Getriebeeinheit.

Aus der US 7,905,326, B2 ist eine Drehtischvorrichtung bekannt, bei der die Drehbewegung

mittels eines Wellgetriebes von einer Antriebseinheit auf den Drehtisch selbst übertragen wird. Dabei ist das Getriebeaußenzahnrad drehfest mit dem dem Drehtisch verbunden. Der Drehtisch wiederum ist durch einen Lagermechanismus gegenüber dem feststehenden Rad gelagert, wobei der Lagermechanismus separat zu dem Drehtisch und separat zu dem Rad dazwischenliegend vorgesehen ist.

Aus der US 2005/0135720 A1 ist ein Kreuzrollenlager bekannt, bei welchem die Wälzkörper in Form von Rollen kreuzweise in einer Laufläche gelagert werden. Wie bereits im Zusammenhang mit der WO 2014/203295 A1 beschrieben, ist eine sich radial erstreckende Einfüllöffnung für die Wälzkörper vorgesehen, welche nach dem Einfüllen der Wälzkörper mit einem Stopfen radial verschlossen wird.

Aus der DE 10 2009 005 020 T5 ist ein nicht kreisförmiges Lager für einen Wellgenerator eines Wellgetriebes bekannt, wobei eine Kugeleinfüllöffnung am äußeren Umfangsrand einer steifen Nockenplatte in einem Bereich oberhalb der Nebenachse des Ovals ausgebildet ist, wo im Wesentlichen keine Belastung auftritt. Von hier aus werden die Kugeln in die Laufbahn eingefügt und danach wird die Öffnung durch einen Verschluss verschlossen.

Insgesamt gestaltet sich die Montage solcher Wellgetriebe aufwendig, wobei die Wellgetriebe großbauend sind. Es ist daher nicht möglich, mit den bekannten Getriebeeinbausätzen, welche mit einem Lagerring und einem daran lagerbaren Spannungswellengetriebe ausgestattet sind, Roboter und Prothesen oder auch anderer Vorrichtungen technisch in wirtschaftlich sinnvoller Weise zu realisieren, bei denen die Drehbewegungen auch auf kleinstem Bauraum durchgeführt werden kann.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Getriebeeinbausatz der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass eine Minimierung der axialen Länge des Getriebeeinbausatzes erreicht werden kann, sodass der Einsatz derartiger Getriebeeinbausätze auch dann erfolgen kann, wenn dafür in axialer Richtung nur sehr wenig Bauraum zu Verfügung steht. Dabei soll zudem eine einfache Montage des Getriebeeinbausatzes gewährleistet werden.

Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Getriebeeinbausatz mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung finden sich in den Unteransprüchen.

Der erfindungsgemäße Getriebeeinbausatz weist dabei einen Lagerring und ein an dem Lager-
ring lagerbares Spannungswellengetriebe auf. Das Spannungswellengetriebe besteht im We-
sentlichen aus einem Antriebsbauteil, einem mit einer Außenverzahnung versehenes, elasti-
5 sches Übertragungsbauteil und einem mit einer Innenverzahnung versehenem Rad. Bei einem
Getriebeeinbausatz in Flachbauweise ist als Abtriebsbauteil ein sog. Dynamic Spline vorgese-
hen, welcher als ein innenverzahntes Hohlrad mit gleicher Zähnezahl wie das Übertragungs-
bauteil vorgesehen ist. Die Außenverzahnung des Übertragungsbauteils greift dabei gleichzeitig
10 in die Innenverzahnung des Rads und in die Innenverzahnung des Abtriebsbauteils ein, so dass
eine Verdrehung des Übertragungsbauteils auf Grund des Eingriffs in das innenverzahnte Rad
gleichzeitig eine Drehbewegung bei dem zu dem Rad coaxial angeordneten Abtriebsbauteil
hervorrufft.

Das Übertragungsbauteil ist auf das Antriebsbauteil aufsteckbar, wobei das Übertragungsbauteil
15 durch das Antriebsbauteil elliptisch verformbar ist, sodass die Außenverzahnung des Übertra-
gungsbauteils in gegenüberliegenden Bereichen einer großen Ellipsenachse mit der Innenver-
zahnung des Rades in Eingriff bringbar ist. Dabei ist das Rad oder das Übertragungsbauteil mit
einer Lagerfläche mittels Wälzkörper an einer Lagerfläche des Lagerrings lagerbar. Hierbei ist
vorgesehen, dass das Rad oder das Übertragungsbauteil bzw. der Lagerring selbst die entspre-
20 chende Lagerfläche aufweisen, d.h., dass die Lagerfläche in das jeweilige Bauteil eingebracht
oder daran angeformt ist. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass das Rad beziehungs-
weise das Übertragungsbauteil und der Lagerring jeweils mit wenigstens einer Aufnahme ver-
sehen sind, durch welche in einer korrespondierenden Stellung der beiden Aufnahmen zuei-
nander Wälzkörper in ein Wälzlager zwischen der Lagerfläche des Rades beziehungsweise des
25 Übertragungsbauteils und der Lagerfläche des Lagerrings einbringbar sind. Bei der Flachbau-
weise kann der Lagerring einstückig mit dem Abtriebsbauteil ausgeführt sein, so dass in einem
solchen Fall eine der beiden Aufnahmen an dem einstückig mit dem Abtriebsbauteil verbunde-
nen Lagerring, also an dem Abtriebsbauteil selbst, vorgesehen sein kann.

30 Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Getriebeeinbausatzes ist es ermöglicht, eine
besonders kompakte und extrem flache Bauform eines derartigen Getriebeeinbausatzes zur
Verfügung zu stellen, der insbesondere in der Kleinrobotik und Prothetik einsetzbar ist, wo zur
Realisierung von Drehbewegungen in der Regel nur geringer Bauraum zur Verfügung steht. Die

Wälzkörper, deren primäre Funktion die Lagerung des Rades auf dem Lagerring ist, können dabei – auch automatisiert – bei der Montage des Getriebeeinbausatzes in einfacher Weise in das Wälzlager zwischen der Lagerfläche des Rades beziehungsweise Übertragungsbauteils und der Lagerfläche des Lagerrings eingebracht werden. Dazu werden die beiden Aufnahmen
5 des Rades beziehungsweise Übertragungsbauteils und des Lagerrings derart zueinander positioniert, dass sie die Einführung von Wälzkörpern in das Wälzlager zwischen der Lagerfläche des Rades beziehungsweise Übertragungsbauteils und der Lagerfläche des Lagerrings über eine axiale Stirnseite des Getriebeeinbausatzes ermöglichen. Nach der Montage des Getriebeeinbausatzes kann dieser zwischen zwei gegeneinander zu drehenden Bauteilen, beispielsweise
10 se zwei Roboterarmen platziert werden.

Dabei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass das Rad beziehungsweise Übertragungsbauteil auf seiner Lagerfläche und der Lagerring auf seiner Lagerfläche Laufbahnen für die Wälzkörper aufweisen. Durch derartige Laufbahnen können die Wälzkörper in besonders geeigneter Weise
15 eine Lagerung zwischen Lagerring und Rad beziehungsweise Übertragungsbauteil realisieren, wobei nur sehr geringe Reibungskräfte zwischen Lagerring und Rad beziehungsweise Übertragungsbauteil auftreten.

Erfindungsgemäß sind dabei die Wälzkörper als Kugeln ausgebildet, die besonders reibungsarm auf derartigen Lauflächen abrollen. Mit derartigen Wälzkörpern und Lauflächen ausgebildete Wälzlager lassen sich in besonders einfacher Weise an die jeweiligen Anwendungen in ihrer geometrischen Ausdehnung und Form anpassen. Insbesondere können hierbei auch sehr kleine Kugeln und damit auch sehr kleine Aufnahmen im Rad beziehungsweise Übertragungsbauteil und Lagerring verwendet werden, die auf den Laufbahnen des Lagerrings und des Rades beziehungsweise Übertragungsbauteils abrollen. Insofern können durch die Verwendung
25 von kleinen Kugeln und Aufnahmen die axialen Ausmaße des Lagerrings und des Rades und somit des gesamten Getriebeeinbausatzes bereits deutlich verringert werden.

In Weiterbildung der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Form der Lagerflächen bzw. der Wälzkörper zum Aufbau einer Vorspannung der Lagerung ausgebildet ist. Die Lagerung ist dabei durch die einander gegenüberliegenden Lagerflächen und die dazwischen geführten Wälzkörper gebildet. Zur Anpassung an unterschiedliche Lastzustände wird eine Vorspannung in der Lagerung aufgebaut, und so das Reibungs- und Verschleißverhalten des Ge-
30

triebeeinbausatzes verbessert. Dazu kann die Form der Wälzkörper und/oder der Laufbahnen, bspw. der Kugeldurchmesser, derart angepasst werden, dass in montiertem Zustand das Lager unter Vorspannung steht.

- 5 Nach einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes ist es vorgesehen, dass die Aufnahmen des Rades beziehungsweise Übertragungsbauteils und des Lager-
rings in einer Position des Übertragungsbauteils gegenüber dem Rad derart zueinander positio-
nierbar sind, dass die Wälzkörper außer Eingriff mit den Aufnahmen in den Laufbahnen gehalten
10 sind, um einen Austritt der Wälzkörper zu vermeiden. Wird in einer derartigen Position des
montierten Getriebeeinbausatzes mittels des Antriebsbauteils das Übertragungsbauteil ange-
trieben, so erfolgt auch hierbei eine Relativbewegung des Übertragungsbauteils gegenüber
dem Rad, da die Wälzkörper auf den Laufbahnen des Rades beziehungsweise Übertragungs-
bauteils und des Lagerrings abrollen können. Sofern die Laufbahn für die Wälzkörper dabei an
15 dem Übertragungsbauteil angeordnet ist, ist das Rad gegenüber dem Lagerring drehfest gehalten.
Sofern die Laufbahn für die Wälzkörper jedoch an dem Rad angeordnet ist, ist das Über-
tragungsbauteil gegenüber dem Lagerring drehfest gehalten.

- In einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung ist wenigstens ein Verschlusselement, vor-
zugsweise ein Stopfen vorgesehen, mit dem wenigstens eine der Aufnahmen des Rades bezieh-
20 ungsweise Übertragungsbauteils oder des Lagerrings verschließbar ist. Hierdurch können die
Aufnahmen des Rades beziehungsweise des Übertragungsbauteils und/oder des Lagerrings
unter Bildung eines Zufuhrkanals entsprechend zueinander positioniert werden, durch welchen
das Wälzlager zwischen Rad beziehungsweise Übertragungsbauteil und Lagerring mit Wälz-
körper befüllbar ist. Nach dem Befüllen des Wälzlagers können die Aufnahmen des Rades be-
25 ziehungsweise des Übertragungsbauteils und/oder des Lagerrings und damit der Zufuhrkanal
durch ein derartiges Verschlusselement verschlossen werden. Hierdurch sind die eingebrachten
Wälzkörper unverlierbar in dem zwischen den Lagerflächen des Rades beziehungsweise Über-
tragungsbauteils und des Lagerrings angeordneten Wälzlager gehalten.

- 30 Die Verschlusselemente sind dabei vorteilhafterweise derart ausgeformt, dass damit genau eine
Aufnahme verschlossen wird und damit noch eine Drehung des Rades beziehungsweise Über-
tragungsbauteils zum Lagerring und damit die Funktion des Spannungswellengetriebes ermög-
licht bleibt. Derartige Verschlusselemente werden in die als Zufuhrkanäle für die Wälzkörper des

Wälzlagers ausgebildeten Aufnahmen des Rades beziehungsweise Übertragungsbauteils und des Lagerings eingeführt und verschließen diese.

Die Zufuhrkanäle sind nach einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung parallel ausgebildet.

5 Dabei soll unter „parallel“ zu verstehen sein, dass eine Mittellängsachse des jeweiligen Zufuhrkanals parallel zur Mittellängsachse des Getriebeeinbausatzes verläuft. Andererseits können diese Zufuhrkanäle auch derart ausgebildet sein, dass ihre Mittellängsachsen die Mittellängsachse des Getriebeeinbausatzes schneiden. Eine weitere vorteilhafte Ausführung ist möglich, indem die parallele Mittellängsachse des Zufuhrkanals tangential gekippt wird.

10

Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass das Übertragungsbauteil bzw. das Rad ein Abtriebsbauteil aufweist oder damit verbunden ist, welches gegenüber dem Lagerring drehfest anordenbar ist. Auf diese Weise lässt sich die untersetzte Drehbewegung des Getriebeeinbausatzes auf dahinter liegende Bauteile übertragen.

15

Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass das Abtriebsbauteil drehfest in das Rad bzw. das Übertragungsbauteil bzw. in den Lagerring eingreift. Durch einen solchen, bevorzugt formschlüssig ausgebildeten Eingriff lässt sich die Drehbewegung besonders einfach auf nachgeschaltete Bauteile übertragen.

20

Bevorzugt kann das Abtriebsbauteil mit einer sich in axialer Richtung erstreckenden Verzahnung in eine dazu korrespondierende Verzahnung in dem Lagerring eingreifen. Auf diese Weise ist die Herstellung des für den Formschlusseingriff notwendigen geometrischen Aufbaus der Bauteile besonders einfach herstellbar.

25

Vorzugsweise kann das Abtriebsbauteil in axialer Richtung wenigstens teilweise in dem Lagerring angeordnet sein. Auf diese Weise ist eine besonders kompakte Bauweise hinsichtlich der axialen Länge des Getriebeeinbausatzes erreichbar.

30

In einer bevorzugten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der Lagerring einstückig mit dem Abtriebsbauteil ausgebildet ist. Besonders geeignet ist diese Ausführung für die sog. Flachbauweise des Harmonic Drive Getriebes, bei welcher ein einziges Bauteil als Abtriebsbauteil dient und gleichzeitig die Funktion des Lagerrings übernimmt.

In Ausgestaltung der Erfindung kann ferner vorgesehen sein, dass das Abtriebsbauteil eine Innenverzahnung aufweist, welche insbesondere dieselbe Zähnezahl aufweist wie das Übertragungsbauteil, und in die vorzugsweise die Außenverzahnung des Übertragungsbauteils eingreift.

5 Auf diese Weise lässt sich die axiale Länge des Getriebeeinbausatzes besonders gut verringern.

In Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Lagerring und das Rad oder das Übertragungsbauteil mit ihren Lagerflächen und den darin angeordneten Wälzkörpern ein Kugellager, insbesondere Radial-/Kugellager bilden, das vorzugsweise axial in entgegengesetzte Richtungen beanspruchbar ist. Auf diese Weise lässt sich der Getriebeeinbausatz besonders gut auf unterschiedlich vorliegende Belastungszustände auslegen und wirkt wie ein Vierpunkt-
lager.

Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass der Getriebeeinbausatz sich im Gebrauch um einen Winkel von $< 360^\circ$, vorzugsweise $< 270^\circ$, insbesondere $\leq 140^\circ$ verdrehen lässt. Eine solche Ausgestaltung ist besonders vorteilhaft für Anwendungen, bei denen Drehwinkel an der Abtriebsseite des Getriebeeinbausatzes von kleiner als einer vollen Umdrehung erwünscht sind. Insbesondere ist dies bei der Verwendung des erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in der Robotik, Mikrorobotik oder Prosthese von Vorteil. Die Verwendung des Getriebeeinbausatzes mit Drehwinkeln an der Abtriebsseite von kleiner als einer vollen Umdrehung sorgt dafür, dass die Wälzkörper nach der Montage nicht mehr von selbst aus der Lagerfläche austreten können, da die Aufnahmen während des Betriebs nicht in Deckung zueinander kommen und so kein Zufuhrkanal entsteht.

25 Nach einem besonders vorteilhaften Gedanken der Erfindung ist dabei die axiale Länge des Getriebeeinbausatzes beziehungsweise des Antriebsbauteils, Übertragungsbauteils und des Rades kleiner oder gleich der axialen Länge des Bauteils mit der größten axialen Länge ist. Bei dieser speziellen geometrischen Ausgestaltung ist die axiale Länge des erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes durch die axiale Länge des Bauteils mit der größten axialen Länge definiert. Alle weiteren Bauteile des Getriebeeinbausatzes sind dann derart anordenbar, dass über
30 die axiale Länge des größten Bauteils kein Bauteil des Getriebeeinbausatzes herausragt. Vorzugsweise ist das Übertragungsbauteil das Bauteil mit der größten Länge, insbesondere in einstückiger Ausführung mit daran angeformtem Abtriebsbauteil.

Um eine besonders effektive und genaue Relativbewegung zwischen Übertragungsbauteil und Rad zu ermöglichen, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass die Geometrie der Aufnahmen des Rades und des Lagerrings mit der Geometrie der Wälzkörper korrespondiert. Hierdurch ist ermöglicht, dass die Wälzkörper spielfrei in den Aufnahmen des Rades und des Lagerrings einbringbar sind, sodass nur die dafür vorgesehenen Wälzkörper in das Wälzlager zwischen den Lagerflächen des Rades beziehungsweise Übertragungsbauteils und des Lagerrings einbringbar sind. Bei kugelförmigen Wälzkörpern kann die Geometrie der Lagerflächen vorzugsweise rund, insbesondere kreisabschnittsförmig sein.

Weiterhin können in dem Spannungswellengetriebe des erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes auch Sensoreinheiten vorgesehen sein, mit welcher beispielsweise eine Positions- beziehungsweise Lagerkennung der einzelnen Elemente des Spannungswellengetriebes oder auch Kräfte beziehungsweise Drehmomentbestimmungen oder dergleichen ermöglicht sind.

Dazu kann insbesondere vorgesehen sein, dass das Getriebeeinbausatz nach einer Variante der vorstehenden Beschreibung sich dadurch auszeichnet, dass wenigstens eine Sensoreinheit vorgesehen ist, mit welcher eine Positions- beziehungsweise Lageerkennung einzelner Elemente des Spannungswellengetriebes und/oder eine Kräfte- beziehungsweise Drehmomentbestimmung oder dergleichen möglich ist.

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

Es zeigen:

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in montiertem Zustand in einer Draufsicht entlang einer Mittellängsachse des Getriebeeinbausatzes,

Figur 2 ein Roboter mit einem erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatz in einer perspekti-

vischen Ansicht,

Figur 3 eine Ausschnittdarstellung des Roboters gemäß Figur 2,

5 Figur 4 eine Schnittdarstellung des Ausschnitts gemäß Figur 3,

Figur 5 eine Schnittdarstellung des in dem Roboter der Figuren 2 bis 5 eingesetzten Getriebebausatzes,

10 Figur 6 eine Detaildarstellung eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer ersten Position,

Figur 7 eine Detaildarstellung eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer zweiten Position,

15 Figur 8 eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes,

Figur 9 ein Ausführungsbeispiel eines Rades eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer perspektivischen Teildarstellung,

20 Figur 10 ein Ausführungsbeispiel eines Lagerings eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer perspektivischen Teildarstellung,

Figuren

25 11-13 das Rad gemäß Figur 9 und der Lagerring gemäß Figur 10 in unterschiedlichen Darstellungen einer Montagestellung während des Befüllens des zwischen Rad und Lagerring angeordneten Wälzlagers,

30 Figur 14: ein zweites Ausführungsbeispiel eines Rades und eines Lagerings eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer Detailschnittdarstellung,

Figur 15 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer Flachbauweise.

In der Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in montiertem Zustand in einer Draufsicht entlang einer Mittellängsachse des Getriebeeinbausatzes gezeigt. Dabei ist auf einem als elliptischer Wave-Generator ausgebildeten Antriebsbauteil 2, das auf einer Hohlwelle 14 gelagert ist, ein als Flexspline ausgebildetes Übertragungsbauteil 4 aufgesteckt, wobei das Übertragungsbauteil 4 durch das elliptische Antriebsbauteil 2 ebenfalls elliptisch verformt ist. Das elliptisch verformte Übertragungsbauteil 4 greift mit einer Außenverzahnung 3 in den gegenüberliegenden Bereichen der großen Ellipsenachse in eine Innenverzahnung 5 eines als Circular Spline ausgebildeten Rades 6 ein. Das Rad 6 ist über einen hier nicht besonders gekennzeichneten Lagerring an einem Lagerring 1 gelagert. In der Draufsicht gemäß Figur 1 unterscheidet sich der erfindungsgemäße Getriebeeinbausatz im Wesentlichen nicht von den aus dem Stand der Technik bekannten Getriebeeinbausätzen.

Die Figuren 2 und 3 zeigen weiter einen Roboter 18 mit verschwenkbar zueinander gehaltenem ersten und zweiten Roboterarm 19 und 20, zwischen denen ein erfindungsgemäßer Getriebeeinbausatz einsetzbar ist. Figur 2 zeigt dabei den Roboter 18 in einer Gesamtansicht, während Figur 3 einen Ausschnitt des Roboters 18 mit dem Bereich zwischen erstem und zweitem Roboterarm 19 und 20 zeigt, in dem der erfindungsgemäße Getriebeeinbausatz zur Anwendung kommt. Selbstverständlich ist es auch möglich alle Gelenke des Roboters mit einem derartigen Getriebeeinbausatz zu versehen, sodass der Roboter auch in allen anderen Roboterachsen Drehungen mit einem erfindungsgemäßer Getriebeeinbausatz durchführen kann.

Der Unterschied zu den aus dem Stand der Technik bekannten Getriebeeinbausätzen wird insbesondere dann deutlich, wenn der erfindungsgemäße Getriebeeinbausatz in einer Seitenansicht senkrecht zu einer Mittellängsachse 15 des Getriebeeinbausatzes gezeigt wird, wie dies beispielhaft in den Figuren 4 und 5 dargestellt ist.

Insbesondere aus Figur 5 ist zu erkennen, dass das dortige Übertragungsbauteil 4 mit den daran angeformten Abtriebsbauteil 13 die größte axiale Ausdehnung aller Bauteile des Getriebeeinbausatzes aufweist. Der Getriebeeinbausatz kann aber auch so ausgestaltet sein, dass das Rad 6 die größte axiale Ausdehnung aller Bauteile aufweist. Bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel ist das Antriebsbauteil 2 als elliptischer Wave-Generator ausgebildet. Auf diesem Antriebsbauteil 2 ist über ein mehrere Kugeln 17 aufweisendes Kugellager 16 das als Flex-

spline ausgebildete elastische Übertragungsbauteil 4 aufgesetzt. Aufgrund der Elastizität im Bereich seiner Außenverzahnung 3 wird dieses Übertragungsbauteil 4 aufgrund der elliptischen Form des Antriebsbauteils 2 ebenfalls elliptisch verformt.

- 5 Da das elastische Übertragungsbauteil 4 eine Außenverzahnung 3 aufweist und elliptisch verformt ist, steht diese Außenverzahnung 3 im Bereich der großen Ellipsenachse mit einer Innenverzahnung 5 eines als Circular Spline ausgebildeten Rades 6 in Eingriff. Dieses Rad 6 weist eine als Lagerfläche 9 ausgebildete Innenfläche auf, welche mit einer als Lagerfläche 7 ausgebildeten Außenfläche eines Lagerrings 1 korrespondiert. Dabei ist zwischen diesen beiden Lagerflächen 7 und 9 des Rades 6 und des Lagerings 1 ein Wälzlager mit einer Mehrzahl von Wälzkörpern 8 angeordnet, wobei die Lagerflächen 7 und 9 des Rades 6 und des Lagerrings 1 als Laufbahnen 12 für die Wälzkörper 8 des Wälzlagers ausgebildet sind. Die Wälzkörper 8 sind in dem vorliegenden Beispiel als Kugeln ausgebildet. Die Form der Wälzkörper 8, insbesondere deren Durchmesser, ist im Verhältnis zu den dazu im Wesentlichen korrespondierenden runden Lagerflächen 7, 9 anpassen, um die Lagerung mit einer Vorspannung zu versehen.
- 10 Die Wälzkörper 8 liegen vorzugsweise an vier Punkten der Laufbahn an, um funktionell eine Vierpunktlagerung zu bilden, die axiale Belastungen in beiden Richtungen sowie radiale Belastungen und Kippmomente aufnehmen kann.
- 15 Um die erfindungsgemäße, sehr schmale und kompakte Bauweise des Getriebeeinbausatzes zu realisieren, ist in Lagerfläche 7 des Rades 6 eine Aufnahme 10 und in die Lagerfläche 9 des Lagerrings 1 eine Aufnahme 11 eingebracht. Beide Aufnahmen 10 und 11 korrespondieren dabei derart, dass sie bei entsprechender Orientierung zueinander, wie es beispielsweise in der Figur 5 dargestellt ist, geeignet sind, unter Bildung eines Zufuhrkanals 24 einen Wälzkörper 8 formschlüssig aufzunehmen. Durch dieses formschlüssige Aufnehmen eines Wälzkörpers 8 ist das Wälzlager zwischen Rad 6 und Lagerring 1 mit Wälzkörpern 8 über den Zufuhrkanal 24 befüllbar, sodass das Rad 6 gegenüber dem Lagerring 1 insbesondere spielfrei lagerbar und Lagerring 1 und Rad 6 gegeneinander verdreht werden können. In dieser Position kann nunmehr das als Flexspline ausgebildete Übertragungsbauteil 4 mittels des als Wave Generator ausgebildeten Antriebsbauteil 2 angetrieben werden, sodass eine Relativbewegung zwischen Rad 6 und Übertragungsbauteil 2 stattfindet.
- 20
- 25
- 30

Aufgrund einer Fixierung des Übertragungsbauteils 4 mittels eines Abtriebsbauteils 13 an dem

Lagerring 1 dreht sich im vorliegenden Ausführungsbeispiel das Rad 6 gegenüber dem Übertragungsbauteil 4. Das Übertragungsbauteil 4 ist in der vorliegenden Ausführungsform durch einen Zahneingriff drehfest und unter Formschluss mit dem Lagerring 1 verbunden. Das Abtriebsbauteil 13 ist in der vorliegenden Ausführungsform einstückig an das Übertragungsbauteil 4 angeformt.

Mittels des an dem Übertragungsbauteil 4 angeordneten Abtriebsbauteil 13 kann die Drehbewegung des Übertragungsbauteils 4 an weitere Bauelemente innerhalb der Einrichtung, in welcher der Getriebeeinbausatz eingesetzt werden soll, übertragen werden.

Die in das Rad 6 bzw. den Lagerring 1 eingebrachten Laufbahnen 12 sind in der vorliegenden Ausführungsform so ausgebildet, dass die Lagerung sowohl radial wirkende Kräfte als auch Axialbelastungen entlang der Mittellängsachse 15 in beiden Richtungen aufnehmen kann.

Das Abtriebsbauteil 13 ist in axialer Richtung wenigstens teilweise innerhalb des Lagerrings 1 angeordnet und ist auf Grund seines am Umfang angebrachten radialen Zahneingriffs in den Lagerring 1 besonders platzsparend ausgeführt. Der Zahneingriff erfolgt über eine Verzahnung 28 an dem Abtriebsbauteil 13, die in eine Verzahnung 29 an dem Lagerring 1 eingreift.

In der Figur 5 ist auch sehr gut zu erkennen, dass die Bauteile des Getriebeeinbausatzes, nämlich der Lagerring 1, das Antriebsbauteil 2, das Antriebsbauteil 4 und das Rad 6 koaxial um eine Mittellängsachse 15 des Getriebeeinbausatzes angeordnet sind.

Mittels der in der Figur 5 gezeigten und zuvor beschriebenen formschlüssigen Ausgestaltung eines Wälzkörpers 8 und der Aufnahmen 10 und 11 des Rades 6 und des Lagerrings 1 ist es nunmehr möglich, einen in axialer Richtung sehr kompakten und schmalen Getriebeeinbausatz zur Verfügung zu stellen, der insbesondere dann zur Anwendung kommen kann, wenn zur Realisierung von Drehbewegungen nur sehr wenig Bauraum zur Verfügung steht, wie dies insbesondere bei vielen Anwendungen in Robotik und Prothetik der Fall ist, wobei eine einfache Montage des Getriebeeinbausatzes gegeben ist.

In Figur 4 ist dabei nochmals der Getriebeeinbausatz der Figur 5 dargestellt, allerdings nun im Zustand, in dem er bereits in einen Roboter 18 eingebaut ist. Deutlich ist hierbei zu erkennen,

dass der axiale Bauraum für den Getriebeeinbausatz sehr gering ist, sodass der erfindungsgemäße Getriebeeinbausatz insbesondere für Anwendungen geeignet ist, bei denen zur Realisierung von Drehbewegungen nur wenig Bauraum zur Verfügung steht. Das Übertragungsbauteil 4 ist dabei mit seinem Abtriebsbauteil 13 mittels Schraubverbindungen 21 und zusammen mit dem Lagerring 1 drehfest an einem ersten Roboterarm 19 des Roboters 18 gehalten, während das Rad 6 drehfest mit einem zweiten Roboterarm 20 des Roboters 18 gefügt ist.

In den Figuren 6 und 7 sind zwei unterschiedliche Positionen der Aufnahmen 10 und 11 des Rades 6 und des Lagerrings 1 dargestellt.

In der Darstellung der Figur 6 sind die Aufnahmen 10 und 11 des Rades 6 und des Lagerrings 1 derart gegeneinander positioniert, dass sie nicht miteinander korrespondieren. Auch wenn dann ein Wälzkörper 8 eine Position einnimmt, die mit der Aufnahme 10 in der Lagerfläche 7 des Rades 6 korrespondiert, wie dies in Figur 6 dargestellt ist, kann der Wälzkörper 8 nicht in diese Aufnahme 10 des Rades 6 eindringen, da er aufgrund einer dort nicht vorhandenen korrespondierenden Aufnahme in der Lagerfläche 9 des Lagerrings 1 gezwungen ist, in der Laufbahn 12 für die Wälzkörper 8 zu verbleiben. In dieser Position können Rad und Lagerring eine relative Drehbewegung gegeneinander ausführen, sodass eine relative Drehbewegung zwischen dem Rad 6 und dem Übertragungsbauteil 4 erfolgt, wenn das Antriebsbauteil 2 angetrieben beziehungsweise gedreht wird.

Im Gegensatz dazu sind in der Darstellung gemäß Figur 7 die Aufnahme 10 und 11 des Rades 6 und des Lagerrings 1 derart gegeneinander positioniert, dass ein Wälzkörper 8 wenigstens zum Teil aufnehmbar ist. Die Aufnahmen 10 und 11 des Rades 6 und des Lagerrings 1 sind dabei derart ausgestaltet, dass das Aufnehmen des Wälzkörpers 8 formschlüssig erfolgt, sodass der Lagerring 1 und das Rad 6 spielfrei gegeneinander fixierbar sind. Eine andere Darstellung dieser Positionierung der Aufnahmen 10 und 11 des Rades 6 und des Lagerrings 1 ist in Figur 8 gezeigt.

Hierbei ist in Figur 8 deutlich zu erkennen, dass der Wälzkörper 8 bei dieser Positionierung der Aufnahmen 10 und 11 in diese eindringen kann und dabei den Lagerring 1 und das Rad 6 spielfrei gegeneinander fixiert.

Um die mittels des durch die Aufnahmen 10 und 11 des Rades 6 und des Lagerrings 1 gebilde-

ten Zufuhrkanals 24 in das Wälzlager zwischen Rad 6 und Lagerrings eingebrachten Wälzkörper 8 unverlierbar zu halten, können Verschlusselemente 22, 23 vorgesehen sein. Derartige Verschlusselemente 22, 23 können beispielsweise als Stopfen 22, 23 ausgebildet sein, die in die durch die Aufnahmen 10 und 11 gebildeten Zufuhrkanälen 24 einbringbar sind. Die Zufuhrkanäle 24 können, wie in Figur 8 verdeutlicht, derart angeordnet sein, dass deren Mittellängsachse parallel zu der Mittellängsachse 15 des Getriebeeinbausatzes verläuft. Diese Stopfen können nur erforderlich werden, wenn an der Abtriebsseite des Getriebeeinbausatzes Drehwinkel von größer oder gleich 360° durchlaufen werden. Bei Verdrehungen unter 360° kann auf die Stopfen 22, 23 auch deshalb verzichtet werden, da die Aufnahmen 10, 11 während des Betriebs nicht in Deckung kommen und somit die Walzkörper 8 zwischen den Lageflächen 7, 9 gefangen sind.

In Figur 9 ist nunmehr ein Ausführungsbeispiel eines Rades 6 eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer perspektivischen Teildarstellung gezeigt. Das Rad 6 ist dabei auf seiner Innenfläche mit einer als Laufbahn 12 ausgebildeten Lagerfläche 7 für hier nicht dargestellte Wälzkörper 8 eines zwischen dem Rad 6 und einem Lagerring 1 angeordneten Wälzlagers versehen. Ferner weist das Rad 6 eine Aufnahme 10 auf, welche mittels eines als Stopfen 22 ausgebildeten Verschlusselements 22 verschließbar ist. Der Stopfen 22 und die Aufnahme 10 weisen dabei im Querschnitt dieselbe halbkreisförmige Form auf.

Analog dazu ist in Figur 10 ein Ausführungsbeispiel eines Lagerings 1 eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer perspektivischen Teildarstellung gezeigt. Der Lagerring 1 ist dabei auf seiner Außenfläche mit einer als Laufbahn 12 ausgebildeten Lagerfläche 9 für hier nicht dargestellte Wälzkörper 8 eines zwischen dem Rad 6 und dem Lagerring 1 angeordneten Wälzlagers versehen. Ferner weist der Lagerring 1 eine Aufnahme 11 auf, welche mittels eines als Stopfen 23 ausgebildeten Verschlusselements 23 verschließbar ist. Der Stopfen 23 und die Aufnahme 11 weisen dabei im Querschnitt dieselbe halbkreisförmige Form auf und entsprechen dabei auf der Form des in der Figur 9 dargestellten Stopfens 22 und der Aufnahme 10 des Rades 6.

Figur 11 zeigt nunmehr das Rad 6 der Figur 9 und den Lagerring 1 der Figur 10 in einer ersten Montagestellung während des Befüllens des zwischen Rad 6 und Lagerring 1 angeordneten Wälzlagers mit Wälzkörpern 8. Deutlich zu erkennen ist hierbei die Positionierung der halbkreis-

förmigen Aufnahmen 10 und 11 des Rades 6 und des Lagerrings 1 zueinander, wobei sie nicht mit den Stopfen 22 und 23 verschlossen sind und einen Zufuhrkanal für die Wälzkörper 8 des zwischen Rad 6 und Lagerring vorgesehenen Wälzlagers bilden. Lagerring 1 und Rad 6 sind dabei ausgestaltet, dass ihre als Laufbahnen 12 ausgebildeten Lagerflächen 7 und 9 ein spiel-

5 freies Abwälzen der Wälzkörper 8 ermöglichen. In das Wälzlager zwischen Rad 6 und Lagerring 1 ist in der Darstellung der Figur 11 bereits ein Wälzkörper 8 eingebracht, während ein weiterer in dieser Darstellung im Querschnitt dargestellter Wälzkörper 8 dem durch die Aufnahmen 10 und 11 gebildeten Zufuhrkanal 24 angenähert wird.

10 In der Darstellung der Figur 12 ist das Rad 6 der Figur 9 und der Lagerring 1 der Figur 10 in einer zweiten Darstellung einer Montagestellung während des Befüllens des zwischen Rad 6 und Lagerring 1 angeordneten Wälzlagers gezeigt, wobei der im Querschnitt dargestellte Wälzkörper 8 nun bereits in den durch die Aufnahmen 10 und 11 gebildeten Zufuhrkanal 24 eingeführt ist.

15 In der Darstellung der Figur 13 ist das Rad 6 der Figur 9 und der Lagerring 1 der Figur 10 in einer dritten Darstellung einer Montagestellung während des Befüllens des zwischen Rad 6 und Lagerring 1 angeordneten Wälzlagers gezeigt, wobei der im Querschnitt dargestellte Wälzkörper 8 nun bereits vollständig den durch die Aufnahmen 10 und 11 gebildeten Zufuhrkanal 24

20 passiert hat und zwischen den Laufbahnen 12 der Lagerflächen 7 und 9 des Rades 6 und des Lagerrings 1 im Wälzlager positioniert ist.

In Figur 14 ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines Rades 6 und eines Lagerrings 1 eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer Detailschnittdarstellung dargestellt. Dieses

25 Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem der Figuren 9 bis 13, wobei hier allerdings der Zufuhrkanal 24 für die Wälzkörper 8 schräg in den Lagerring 1 und das Rad 6 eingelassen ist. Hierdurch können die Wälzkörper 8 beim Einfüllen in die Laufbahn 12 ihre kinetische Energie nutzen, um sich in der Laufbahn 12, welche durch die Lagerflächen 7 und 9 des Rades 6 und des Lagerings 1 begrenzt ist, zu verteilen.

30 In Figur 15 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer Flachbauweise dargestellt. Im Wesentlichen entspricht dieser Getriebebausatz hinsichtlich seiner Funktionsweise den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen. Allerdings ist

das dem Übertragungsbauteil 13 entsprechende Bauteil hier als Dynamic Spline 25 ausgebildet. Dieser Dynamic Spline 25 weist dabei eine Innenverzahnung 26 auf, die wie die Innenverzahnung 5 des Rades 6 mit der Außenverzahnung 3 des als Flexspline ausgebildeten Übertragungsbauteils 4 kämmt.

5

An dem Dynamic Spline 25 ist eine Lagerfläche 9 angeformt, in der die Wälzkörper 8 zur Lagerung des Dynamic Spline 25 an dem Rad 6 laufen können. Die Wälzkörper 8 laufen in einer zur Lagerfläche 9 gegenüberliegenden Lagerfläche 7 an dem Rad. Die Lagerfläche 7 ist in das Rad 6 eingeformt. Somit ist die Funktion und auch die Aufnahme 11 des Lagerrings 1 mit dem Dynamic Spline 25 integriert, so dass dieser auch das dem Übertragungsbauteil 3 entsprechende Abtriebsbauteil 27 bei dem Getriebeeinbausatz in Flachbauweise bildet.

10

In dieser Ausführungsform erstreckt sich das Übertragungsbauteil 4 mit seiner axialen Länge sowohl über die axiale Erstreckung der Innenverzahnung 5 des Rades 6, als auch über die axiale Erstreckung der Innenverzahnung 26 des Dynamic Spline 25, wobei die Außenverzahnung 3 des Übertragungsbauteils 4 jeweils gleichzeitig in die Innenverzahnung 5 des Rades 6 als auch in die Innenverzahnung 26 des Dynamic Spline 25 eingreift, um die durch das Antriebsbauteil 2 an dem Übertragungsbauteil 4 hervorgerufene, untersetzte Drehbewegung auf das Abtriebsbauteil 27 zu übertragen, was wiederum durch formschlüssigen Eingriff der Außenverzahnung 3 an der Innenverzahnung 26 erfolgt.

15

20

In der vorliegenden Ausführungsform ist das Rad 6 das Bauteil des Getriebeeinbausatzes, welches die größte axiale Ausdehnung aufweist.

Bezugszeichenliste

	1	Lagerring
	2	Antriebsbauteil
5	3	Außenverzahnung
	4	Übertragungsbauteil
	5	Innenverzahnung
	6	Rad
	7	Lagerfläche
10	8	Wälzkörper
	9	Lagerfläche
	10	Aufnahme
	11	Aufnahme
	12	Laufbahn
15	13	Abtriebsbauteil
	14	Hohlwelle
	15	Mittellängsachse
	16	Kugellager
	17	Kugel
20	18	Roboter
	19	erster Roboterarm
	20	zweiter Roboterarm
	21	Schraubverbindung
	22	Verschlusselement ,Stopfen
25	23	Verschlusselement, Stopfen
	24	Zufuhrkanal
	25	Dynamic Spline
	26	Innenverzahnung Dynamic Spline
	27	Abtriebsbauteil
30	28	Verzahnung
	29	Verzahnung

Patentansprüche

1. Getriebeeinbausatz mit einem Lagerring (1) und einem daran lagerbaren Spannungs-
wellengetriebe, welches ein Antriebsbauteil (2), ein mit einer Außenverzahnung (3) ver-
sehenes, elastisches Übertragungsbauteil (4) und ein mit einer Innenverzahnung (5)
versehenes Rad (6) aufweist, wobei das Übertragungsbauteil (4) auf das Antriebsbauteil
(2) aufsteckbar und dabei durch das Antriebsbauteil (2) derart elliptisch verformbar ist,
dass die Außenverzahnung (3) des Übertragungsbauteils (4) in gegenüberliegenden Be-
reichen einer großen Ellipsenachse mit der Innenverzahnung (5) des Rades (6) in Ein-
griff bringbar ist, wobei das Rad (6) oder das Übertragungsbauteil (4) eine Lagerfläche
(7) aufweist und mit der Lagerfläche (7) mittels Wälzkörper (8) an einer Lagerfläche (9)
des Lagerrings (1) lagerbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Wälzkörper kugelför-
mig ausgebildet sind und das Rad (6) beziehungsweise das Übertragungsbauteil (4) und
der Lagerring (1) jeweils mit wenigstens einer Aufnahme (10, 11) versehen sind, durch
welche in einer korrespondierenden Stellung der beiden Aufnahmen (10, 11) zueinander
Wälzkörper (8) in ein Wälzlager zwischen der Lagerfläche (7) des Rades (6) beziehungsweise
des Übertragungsbauteils (4) und der Lagerfläche (9) des Lagerrings (1) einbringbar sind.
2. Getriebeeinbausatz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Rad (6) beziehungsweise
das Übertragungsbauteil (4) auf seiner Lagerfläche (7) und der Lagerring (1) auf seiner
Lagerfläche (9) Laufbahnen (12) für die Wälzkörper (8) aufweisen, insbesondere dass die
Form der Laufflächen (7, 9) mit der Form der Wälzkörper (8) korrespondieren.
3. Getriebeeinbausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
dass die Form der Lagerflächen (7, 9) bzw. der Wälzkörper 8 zum Aufbau einer Vorspannung
der Lagerung ausgebildet sind.
4. Getriebeeinbausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet,
dass die Aufnahmen (10, 11) des Rades (6) beziehungsweise des Übertragungsbauteils
(4) und des Lagerrings (1) in einer Position des Übertragungsbauteils (4) gegenüber
dem Rad (6) derart zueinander positionierbar sind, dass die Wälzkörper (8) au-

ßer Eingriff mit den Aufnahmen (10, 11) in den Laufbahnen (12) gehalten sind.

5. Getriebeeinbausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Verschlusselement (22, 23), vorzugsweise ein Stopfen vorgesehen ist, mit dem wenigstens eine der Aufnahmen (10, 11) des Rades (6) oder des Lagerrings (1) verschließbar ist, wobei die Form des Verschlusselementes mit der Form der jeweiligen Aufnahme korrespondiert.
5
6. Getriebeeinbausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Übertragungsbauteil (4) beziehungsweise das Rad (6) ein Abtriebsbauteil (13) aufweist oder damit verbunden ist, welches gegenüber dem Lagerring (1) drehfest anordenbar ist.
10
7. Getriebeeinbausatz nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Abtriebsbauteil (13, 27) drehfest in das Rad (6) bzw. das Übertragungsbauteil (4) bzw. in den Lagerring (1) eingreift.
15
8. Getriebeeinbausatz nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Abtriebsbauteil (13) mit einer sich in axialer Richtung erstreckenden Verzahnung in eine dazu korrespondierende Verzahnung (28, 29) in dem Lagerring (1) eingreift.
20
9. Getriebeeinbausatz nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Abtriebsbauteil (13) in axialer Richtung wenigstens teilweise in dem Lagerring (1) angeordnet ist.
25
10. Getriebeeinbausatz nach Anspruch 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Lagerring (1) einstückig mit einem Abtriebsbauteil (27) ausgebildet ist.
11. Getriebeeinbausatz nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Abtriebsbauteil (27) eine Innenverzahnung (26) aufweist, welche insbesondere dieselbe Zähnezahl aufweist wie das Übertragungsbauteil (4) und in die vorzugsweise die Außenverzahnung (3) des Übertragungsbauteils (4) eingreift.
30

12. Getriebeeinbausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Länge des Getriebeeinbausatzes beziehungsweise des Antriebsbauteils (2), des Übertragungsbauteils (4) und des Rades (6) kleiner oder gleich der axialen Länge des Bauteils (1, 2, 4, 6, 13) mit der größten axialen Länge ist.

5

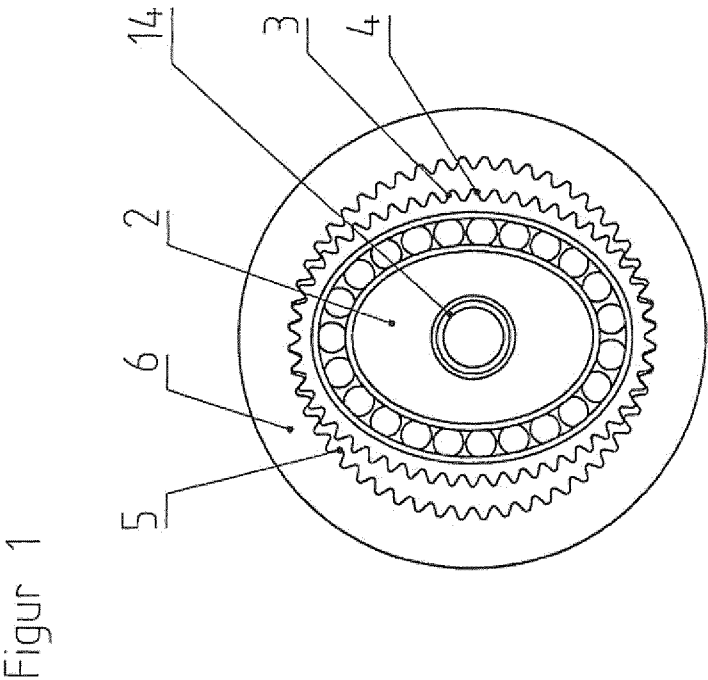
13. Getriebeeinbausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Geometrie der Aufnahmen (10, 11) des Rades (6) und des Lagerrings (1) mit der Geometrie der Wälzkörper (8) korrespondieren.

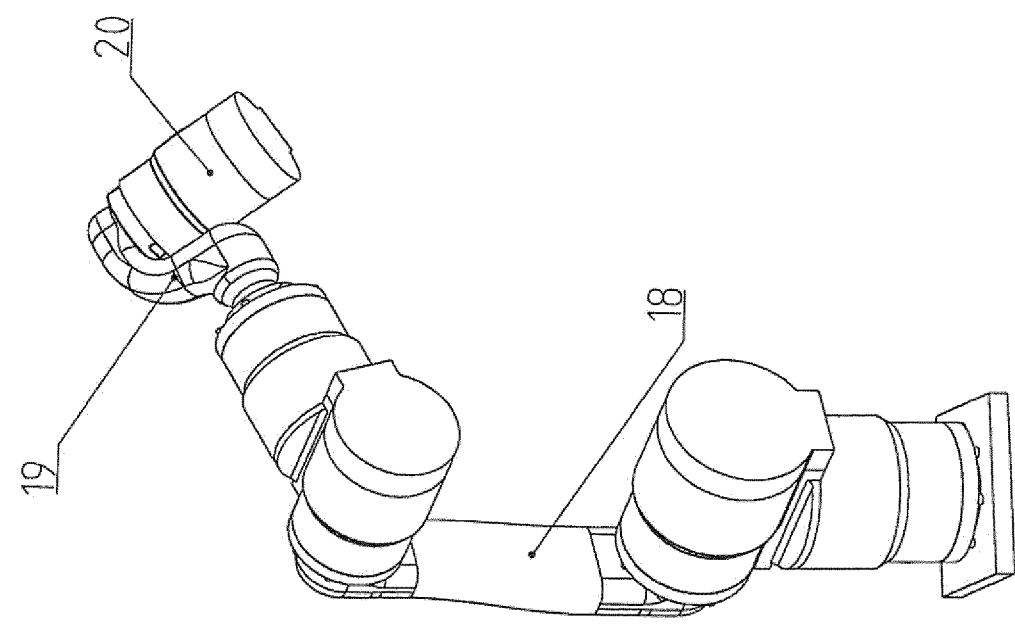
- 10 14. Getriebeeinbausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lagerring (1), das Rad (6) oder das Übertragungsbauteil (4) mit ihren Lagerflächen (7, 9) und den darin angeordneten kugelförmigen Wälzkörpern (8) ein Kugellager, insbesondere Radial-/ Kugellager bilden, das vorzugsweise axial in entgegengesetzten Richtungen beanspruchbar ist.

15

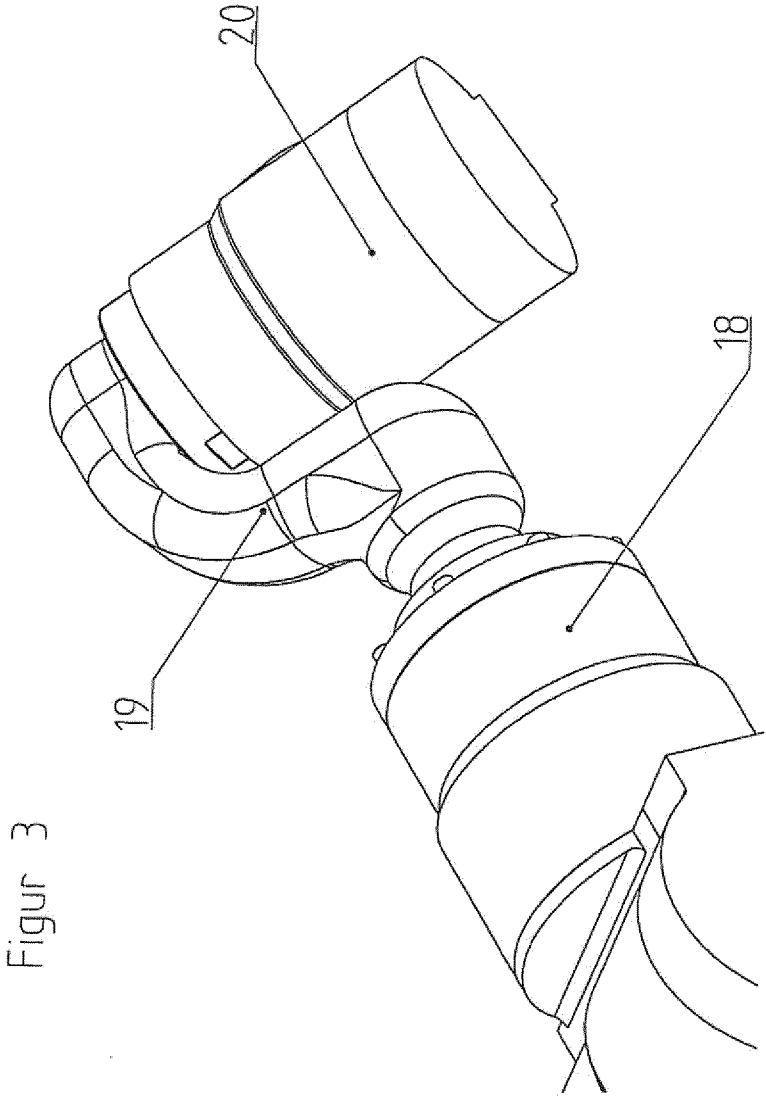
15. Getriebeeinbausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Abtriebsbauteil (13, 27) in Betriebsstellung um einen Drehwinkel von kleiner als 360°, vorzugsweise kleiner als 270°, insbesondere kleiner oder gleich 140° verdrehbar ist.

20



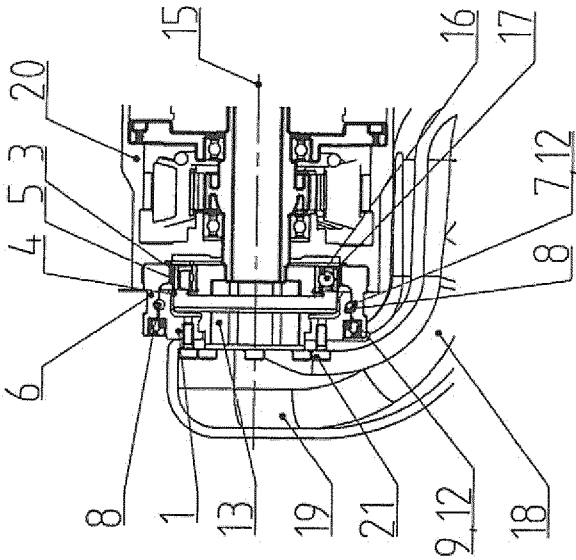


Figur 2



Figur 3

Figur 4



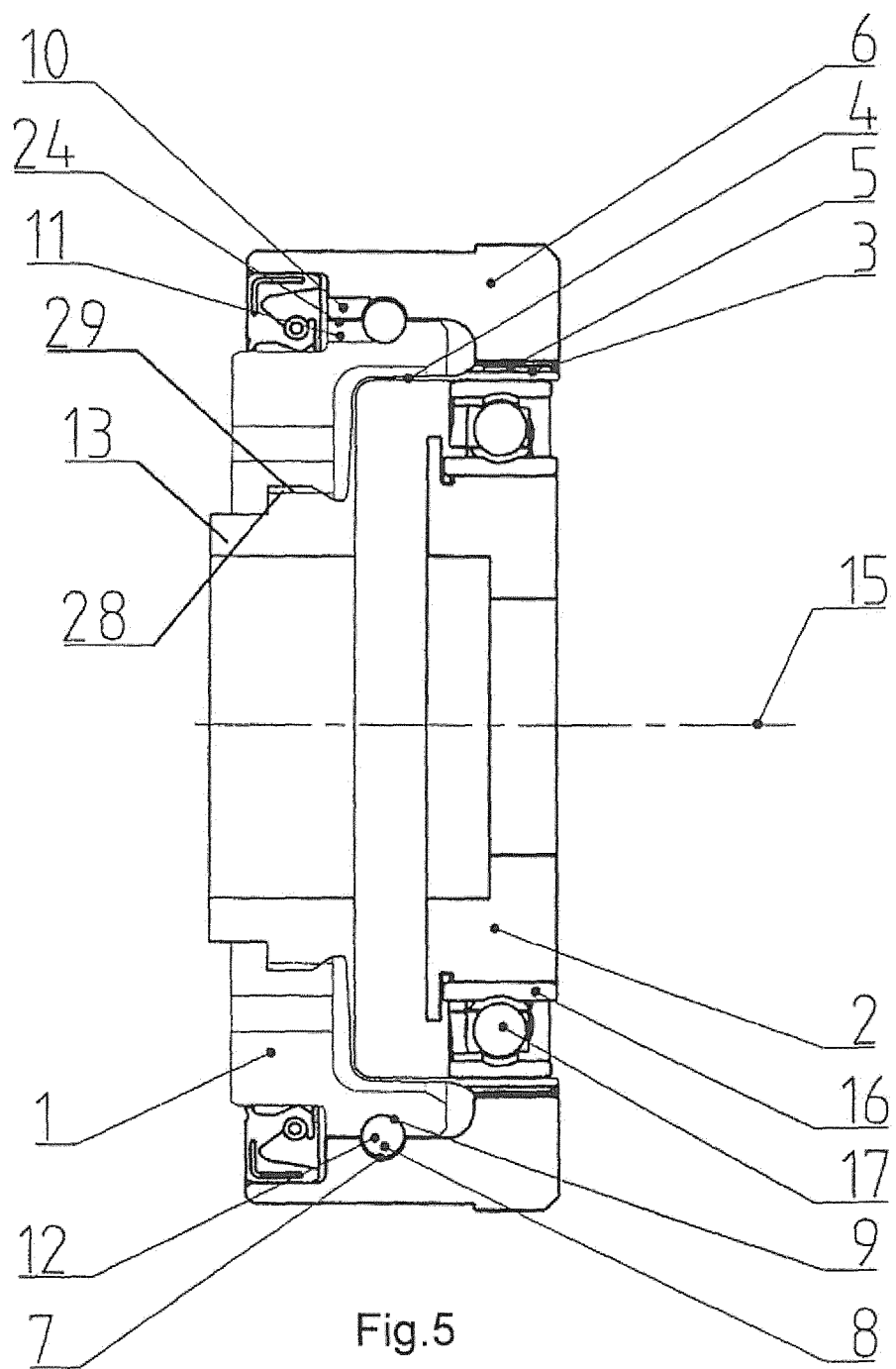
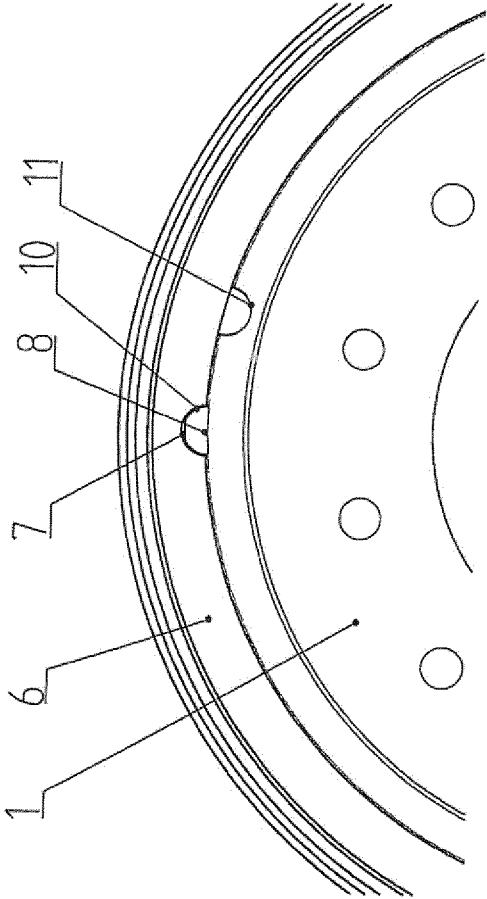
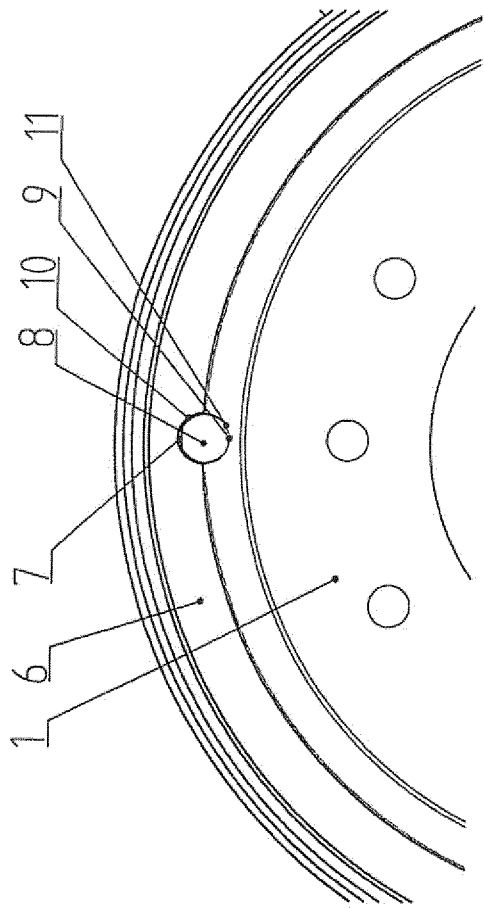


Fig.5

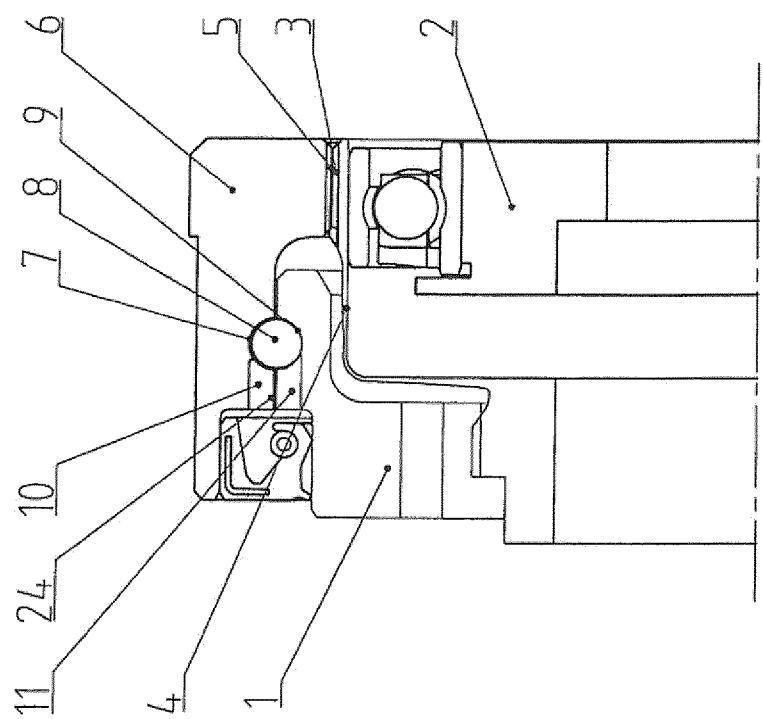
Figur 6



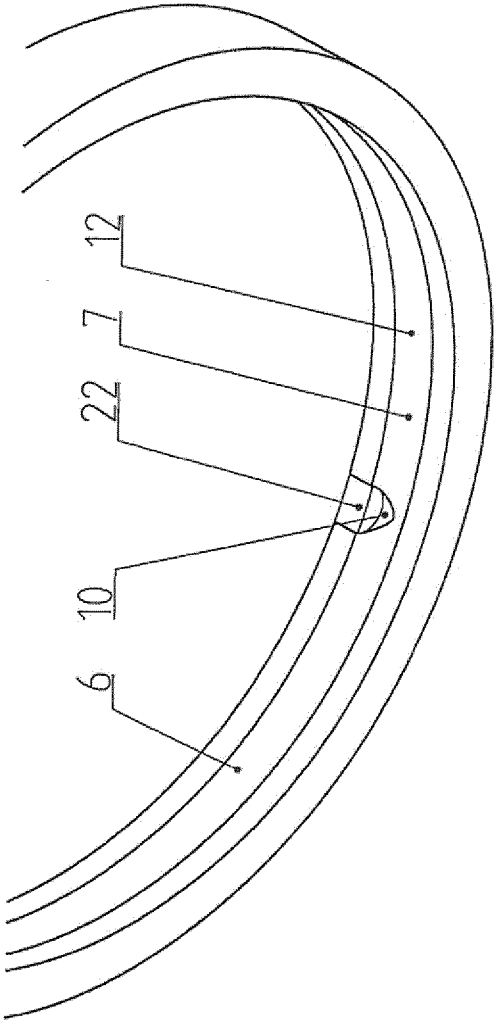
Figur 7



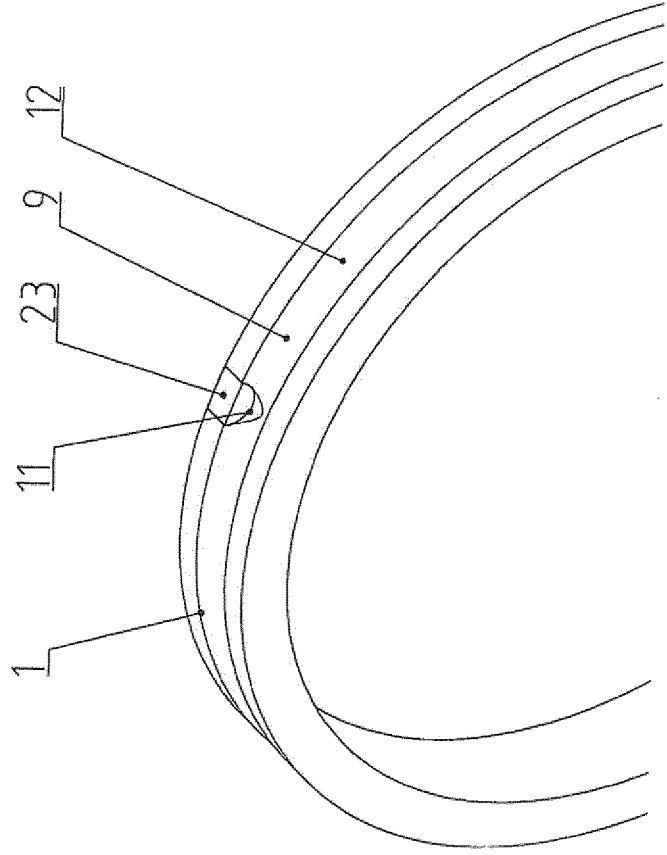
Figur 8



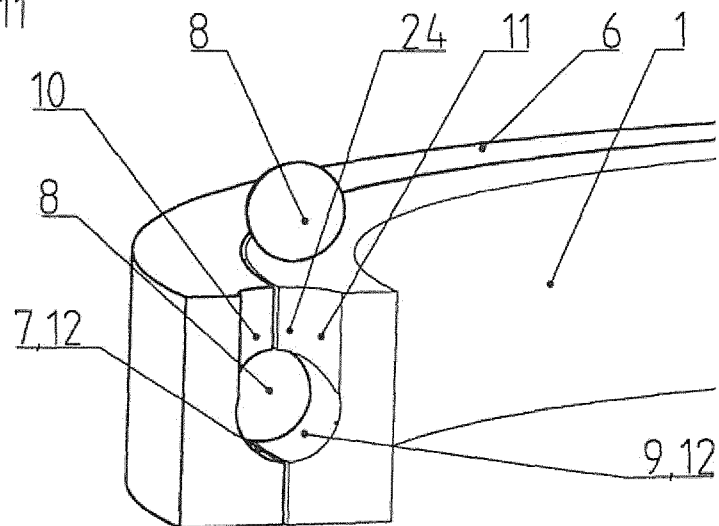
Figur 9



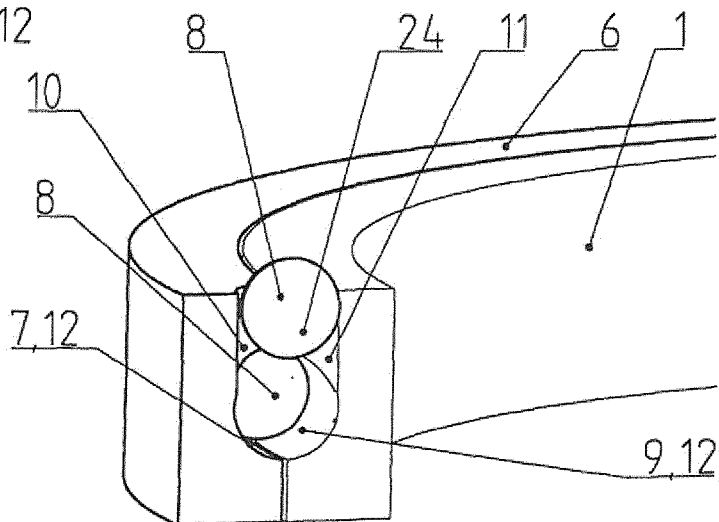
Figur 10



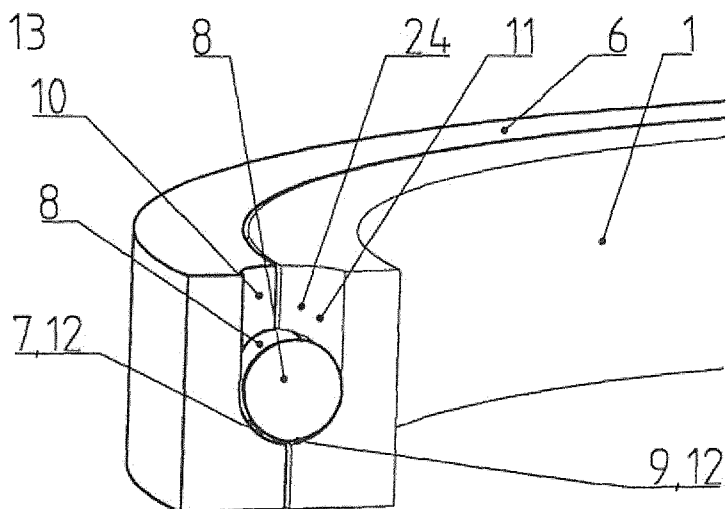
Figur 11



Figur 12



Figur 13



Figur 14

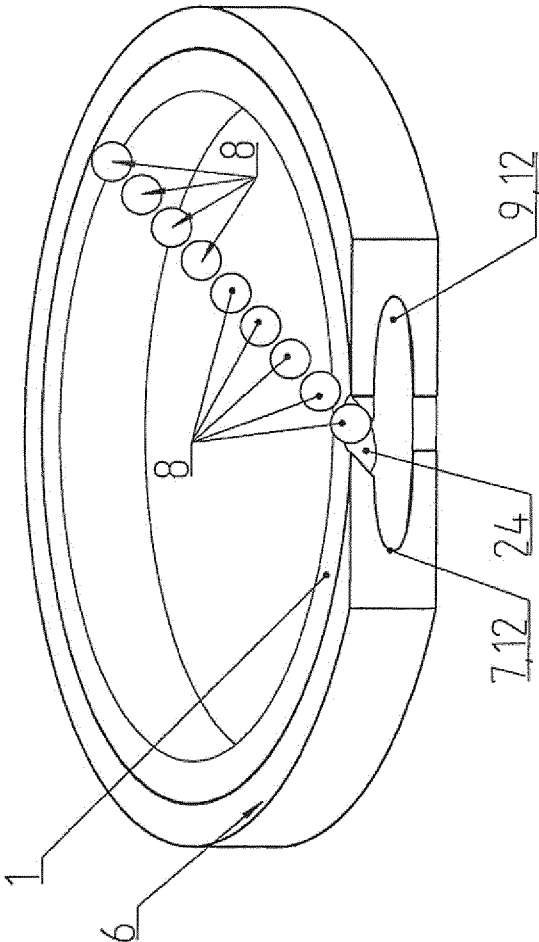
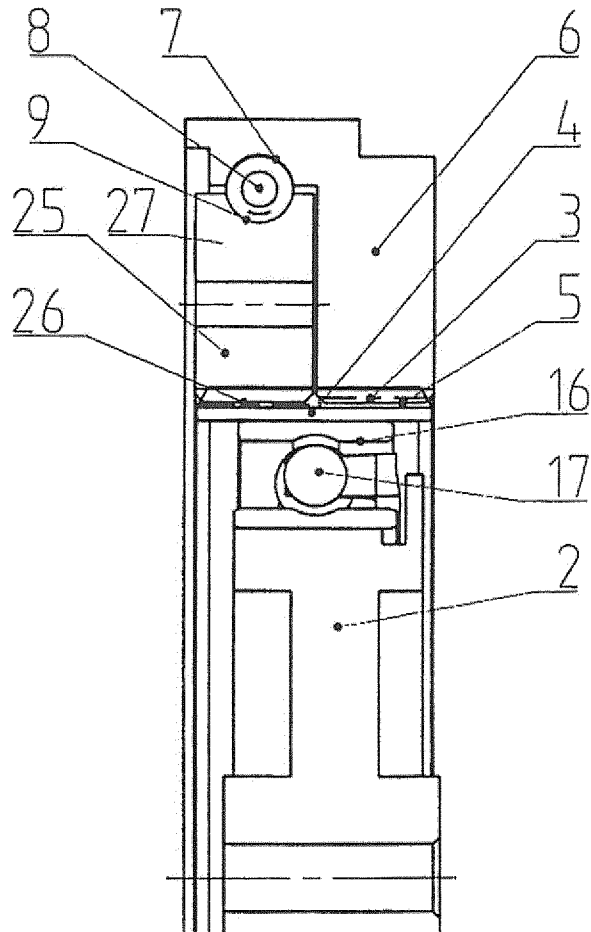


Fig.15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/055946

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F16C43/06
 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)
 F16C 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.
Y	DE 199 38 057 A1 (TEIJIN SEIKI CO LTD [JP]) 24 February 2000 (2000-02-24) figure 1	1-15
Y	DE 24 07 477 A1 (SKF KUGELLAGERFABRIKEN GMBH) 28 August 1975 (1975-08-28) page 6, paragraph 4; figure 6	1-15
A	WO 2012/157022 A1 (HARMONIC DRIVE SYSTEMS [JP]; HORIUCHI MASASHI [JP]; YOKOYAMA AKIHIRO []) 22 November 2012 (2012-11-22) page 6, paragraph 4; figure 6	1
A	US 2004/048715 A1 (SHIRASAWA NAOMI [JP]) 11 March 2004 (2004-03-11) abstract	1
	----- -/--	



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

19 May 2016

Date of mailing of the international search report

27/05/2016

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

Goeman, Frits

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/055946

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 019 518 A (YOON SUK TAE [KR]) 1 February 2000 (2000-02-01) abstract -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/055946

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19938057	A1	24-02-2000	DE 19938057 A1 24-02-2000
			JP 2000120811 A 28-04-2000
			US 6269711 B1 07-08-2001
DE 2407477	A1	28-08-1975	DE 2407477 A1 28-08-1975
			GB 1491781 A 16-11-1977
			IT 1030147 B 30-03-1979
WO 2012157022	A1	22-11-2012	CN 103534514 A 22-01-2014
			DE 112011105253 T5 13-02-2014
			JP 5774691 B2 09-09-2015
			KR 20140027312 A 06-03-2014
			TW 201248036 A 01-12-2012
			US 2014047938 A1 20-02-2014
			WO 2012157022 A1 22-11-2012
US 2004048715	A1	11-03-2004	AU 2002354088 A1 23-06-2003
			DE 10296266 T5 25-11-2004
			JP 4247898 B2 02-04-2009
			TW I252895 B 11-04-2006
			US 2004048715 A1 11-03-2004
			WO 03050435 A1 19-06-2003
US 6019518	A	01-02-2000	KR 200152266 Y1 15-07-1999
			US 6019518 A 01-02-2000

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F16C43/06
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F16C 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.
Y	DE 199 38 057 A1 (TEIJIN SEIKI CO LTD [JP]) 24. Februar 2000 (2000-02-24) Abbildung 1	1-15
Y	DE 24 07 477 A1 (SKF KUGELLAGERFABRIKEN GMBH) 28. August 1975 (1975-08-28) Seite 6, Absatz 4; Abbildung 6	1-15
A	WO 2012/157022 A1 (HARMONIC DRIVE SYSTEMS [JP]; HORIUCHI MASASHI [JP]; YOKOYAMA AKIHIRO []) 22. November 2012 (2012-11-22) Seite 6, Absatz 4; Abbildung 6	1
A	US 2004/048715 A1 (SHIRASAWA NAOMI [JP]) 11. März 2004 (2004-03-11) Zusammenfassung	1
	----- -/-	

☒ 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

19. Mai 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

27/05/2016

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

Goeman, Frits

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 019 518 A (YOON SUK TAE [KR]) 1. Februar 2000 (2000-02-01) Zusammenfassung -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/055946

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
DE 19938057	A1	24-02-2000	DE	19938057	A1		24-02-2000	
			JP	2000120811	A		28-04-2000	
			US	6269711	B1		07-08-2001	

DE 2407477	A1	28-08-1975	DE	2407477	A1		28-08-1975	
			GB	1491781	A		16-11-1977	
			IT	1030147	B		30-03-1979	

WO 2012157022	A1	22-11-2012	CN	103534514	A		22-01-2014	
			DE	112011105253	T5		13-02-2014	
			JP	5774691	B2		09-09-2015	
			KR	20140027312	A		06-03-2014	
			TW	201248036	A		01-12-2012	
			US	2014047938	A1		20-02-2014	
			WO	2012157022	A1		22-11-2012	

US 2004048715	A1	11-03-2004	AU	2002354088	A1		23-06-2003	
			DE	10296266	T5		25-11-2004	
			JP	4247898	B2		02-04-2009	
			TW	1252895	B		11-04-2006	
			US	2004048715	A1		11-03-2004	
			WO	03050435	A1		19-06-2003	

US 6019518	A	01-02-2000	KR	200152266	Y1		15-07-1999	
			US	6019518	A		01-02-2000	
