



(10) **DE 10 2015 104 308 A1** 2016.09.29

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 104 308.4**

(22) Anmeldetag: **23.03.2015**

(43) Offenlegungstag: **29.09.2016**

(51) Int Cl.: **F16C 43/06 (2006.01)**

**F16H 1/32 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Harmonic Drive AG, 65555 Limburg, DE**

(72) Erfinder:  
**Antrag auf Nichtnennung**

(74) Vertreter:  
**Dr. Müller Patentanwälte, 65597 Hünfelden, DE**

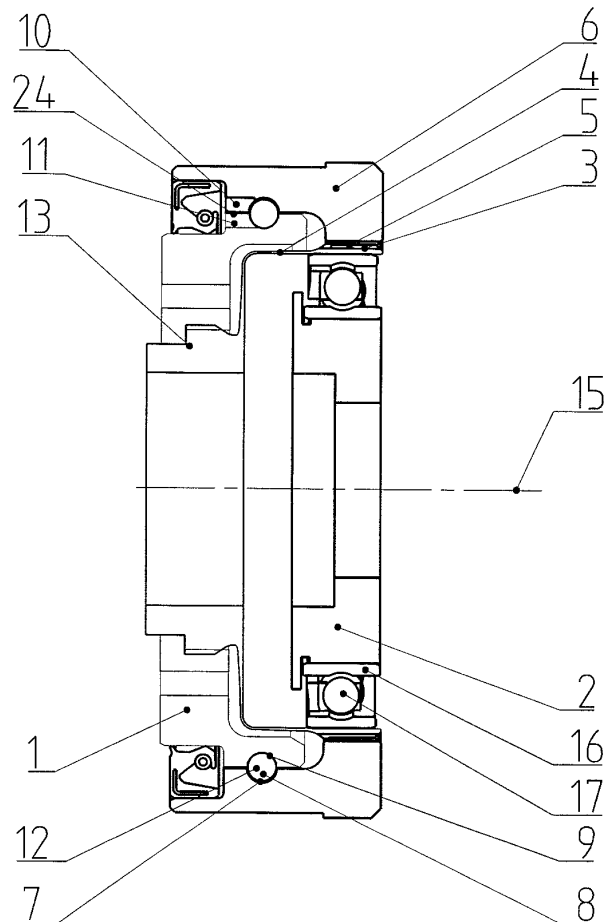
(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**siehe Folgeseiten**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Getriebeeinbausatz mit einem Abtriebslager und einem darin lagerbaren Spannungswellengetriebe**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Getriebeeinbausatz mit einem Lagerring (1) und einem darin 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.



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	196 81 201	B4
DE	00002407477	A1
DE	10 2007 025 353	A1
DE	11 2009 005 020	T5
US	7 905 326	B2
US	2005 / 0 135 720	A1
US	6 050 155	A
WO	2014/ 203 295	A1
JP	2010- 127 452	A

<http://harmonicdrive.de/technologie/harmonic-driver-wellgetriebe/>

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Getriebeeinbausatz mit einem Abtriebslager und einem darin lagerbaren Spannungswellengetriebe nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Derartige Getriebeeinbausätze werden in vielfältiger Weise in vielen Technologiebereichen eingesetzt. Insbesondere finden derartige Getriebeeinbausätze in der Robotertechnik und auch in der Prothetik vermehrt Anwendung. Beispielfhaft sei hier auf das Harmonic Drive® Getriebe verwiesen, welches zur Gruppe der Spannungswellengetriebe gehört und dessen Funktionsweise beispielhaft unter <http://harmonicdrive.de/technologie/harmonic-driver-wellgetriebe/> beschrieben ist.

**[0003]** Das dort als elliptischer Wave Generator ausgebildete Antriebsbauteil verformt 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 in einem Lagerring fixierbar angeordnet sein.

**[0004]** 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 linea-

rer 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 und erreichen weitaus höhere MTBF-Werte als andere Getriebetypen.

**[0005]** Derartige Spannungswellengetriebe werden zur Realisierung einer Drehbewegung zwischen zwei Bauteilen auf einen Lagerring aufgesetzt, auf 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.

**[0006]** 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 Getriebeeinbausätze 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.

**[0007]** Es ist daher nicht möglich, mit den bekannten Getriebeeinbausätzen, welche mit einem Lagerring und einem darin 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.

**[0008]** 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.

**[0009]** Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Getriebeeinbausatz mit den Merkmalen des Patentan-

spruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung finden sich in den Unteransprüchen.

**[0010]** Der erfindungsgemäße Getriebeeinbausatz weist dabei einen Lagerring und ein in dem Lagerring lagerbares Spannungswellengetriebe auf. Das Spannungswellengetriebe besteht im Wesentlichen aus einem Antriebsbauteil, einem mit einer Außenverzahnung versehenen, elastischen Übertragungsbauteil und einem mit einer Innenverzahnung versehenem Rad. Das Übertragungsbauteil ist auf das Antriebsbauteil aufsteckbar, wobei das Übertragungsbauteil durch das Antriebsbauteil elliptisch verformbar ist, sodass die Außenverzahnung des Übertragungsbauteils in gegenüberliegenden Bereichen einer großen Ellipsenachse mit der Innenverzahnung des Rades in Eingriff bringbar ist. Dabei ist das Rad oder das Übertragungsbauteil mit einer Lagerfläche mittels Wälzkörper an einer Lagerfläche des Lagerrings lagerbar. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass das Rad beziehungsweise das Übertragungsbauteil und der Lagerring jeweils mit wenigstens einer Aufnahme versehen sind, durch welche in einer korrespondierenden Stellung der beiden Aufnahmen zueinander Wälzkörper in ein Wälzlager zwischen der Lagerfläche des Rades beziehungsweise des Übertragungsbauteils und der Lagerfläche des Lagerrings einbringbar sind.

**[0011]** 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 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 zwei Roboterarmen platziert werden.

**[0012]** 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 Wälz-

körper in besonders geeigneter Weise eine Lagerung zwischen Lagerring und Rad beziehungsweise Übertragungsbauteil realisieren, wobei nur sehr geringe Reibungskräfte zwischen Lagerring und Rad beziehungsweise Übertragungsbauteil auftreten.

**[0013]** Vorteilhafterweise sind dabei die Wälzkörper als Kugeln oder Zylinder ausgebildet, die besonders reibungsarm auf derartigen Laufflächen abrollen. Mit derartigen Wälzkörpern und Laufflächen 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 von kleinen Kugeln und Aufnahmen die axialen Ausmaße des Lagerrings und des Rades und somit des gesamten Getriebeeinbausatzes bereits deutlich verringert werden.

**[0014]** Nach einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes ist es vorgesehen, dass die Aufnahmen des Rades beziehungsweise Übertragungsbauteils und des Lagerrings in einer Position des Übertragungsbauteils gegenüber dem Rad derart zueinander positionierbar sind, dass die Wälzkörper außer Eingriff mit den Aufnahmen in den Laufbahnen gehalten sind, um einen Austritt der Wälzkörper zu vermeiden. Wird in einer derartigen Position des montierten Getriebeeinbausatzes mittels des Antriebsbauteils das Übertragungsbauteil angetrieben, so erfolgt auch hierbei eine Relativbewegung des Übertragungsbauteils gegenüber dem Rad, da die Wälzkörper auf den Laufbahnen des Rades beziehungsweise Übertragungsbauteils und des Lagerrings abrollen können. Sofern die Laufbahn für die Wälzkörper dabei an 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 Übertragungsbauteil gegenüber dem Lagerring drehfest gehalten.

**[0015]** In einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung ist wenigstens ein Verschlusselement, vorzugsweise ein Stopfen vorgesehen, mit dem wenigstens eine der Aufnahmen des Rades beziehungsweise 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 Wälzkörper befüllbar ist. Nach dem Befüllen des Wälzlagers können die Aufnahmen des Rades be-

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 Übertragungsbauteils und des Lagerrings angeordneten Wälzlager gehalten.

**[0016]** Die Verschlusselemente sind dabei vorteilhafterweise derart ausgeformt, dass damit genau eine Aufnahme verschlossen wird und damit noch eine Drehung des Rades beziehungsweise Übertragungsbauteils zum Lagerring und damit die Funktion des Spannungswellengetriebes ermöglicht bleibt. Derartige Verschlusselemente werden in die als Zufuhrkanäle für die Wälzkörper des Wälzlagers ausgebildeten Aufnahmen des Rades beziehungsweise Übertragungsbauteils und des Lagerrings eingeführt und verschließen diese.

**[0017]** Die Zufuhrkanäle sind nach einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung parallel ausgebildet. 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.

**[0018]** 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 die axiale Länge des größten Bauteils kein Bauteil des Getriebeeinbausatzes herausragt.

**[0019]** 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.

**[0020]** 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.

**[0021]** 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.

**[0022]** Es zeigen:

**[0023]** Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in montiertem Zustand in einer Draufsicht entlang einer Mittellängsachse des Getriebeeinbausatzes,

**[0024]** Fig. 2 ein Roboter mit einem erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatz in einer perspektivischen Ansicht,

**[0025]** Fig. 3 eine Ausschnittdarstellung des Roboters gemäß Fig. 2,

**[0026]** Fig. 4 eine Schnittdarstellung des Ausschnitts gemäß Fig. 3,

**[0027]** Fig. 5 eine Schnittdarstellung des in dem Roboter der Fig. 2 bis Fig. 5 eingesetzten Getriebebauesatzes,

**[0028]** Fig. 6 eine Detaildarstellung eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer ersten Position,

**[0029]** Fig. 7 eine Detaildarstellung eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer zweiten Position,

**[0030]** Fig. 8 eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes,

**[0031]** Fig. 9 ein Ausführungsbeispiel eines Rades eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer perspektivischen Teildarstellung,

**[0032]** Fig. 10 ein Ausführungsbeispiel eines Lagerrings eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer perspektivischen Teildarstellung,

**[0033]** Fig. 11–Fig. 13 das Rad gemäß Fig. 9 und der Lagerring gemäß Fig. 10 in unterschiedlichen Darstellungen einer Montagestellung während des Befüllens des zwischen Rad und Lagerring angeordneten Wälzlagers,

**[0034]** Fig. 14: ein zweites Ausführungsbeispiel eines Rades und eines Lagerrings eines erfindungsgemäßen Getriebereinbausatzes in einer Detailschnitt-darstellung,

**[0035]** Fig. 15 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Getriebereinbausatzes in einer Flachbauweise.

**[0036]** In der Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Getriebereinbausatzes in montiertem Zustand in einer Draufsicht entlang einer Mittellängsachse des Getriebereinbausatzes 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 in einem Lagerring 1 gelagert. In der Draufsicht gemäß Fig. 1 unterscheidet sich der erfindungsgemäße Getriebereinbausatz im Wesentlichen nicht von den aus dem Stand der Technik bekannten Getriebereinbausätzen.

**[0037]** Die Fig. 2 und Fig. 3 zeigen weiter einen Roboter 18 mit verschwenkbar zueinander gehaltenem ersten und zweiten Roboterarm 19 und 20, zwischen denen ein erfindungsgemäßer Getriebereinbausatz einsetzbar ist. Fig. 2 zeigt dabei den Roboter 18 in einer Gesamtansicht, während Fig. 3 einen Ausschnitt des Roboters 18 mit dem Bereich zwischen erstem und zweitem Roboterarm 19 und 20 zeigt, in dem der erfindungsgemäße Getriebereinbausatz zur Anwendung kommt. Selbstverständlich ist es auch möglich alle Gelenke des Roboters mit einem derartigen Getriebereinbausatz zu versehen, sodass der Roboter auch in allen anderen Roboterachsen Drehungen mit einem erfindungsgemäßer Getriebereinbausatz durchführen kann.

**[0038]** Der Unterschied zu den aus dem Stand der Technik bekannten Getriebereinbausätzen wird insbesondere dann deutlich, wenn der erfindungsgemäße Getriebereinbausatz in einer Seitenansicht senkrecht zu einer Mittellängsachse 15 des Getriebereinbausatzes gezeigt wird, wie dies beispielhaft in den Fig. 4 und Fig. 5 dargestellt ist.

**[0039]** Insbesondere aus Fig. 5 ist zu erkennen, dass das dortige Rad 6 die größte axiale Ausdehnung aller Bauteile des Getriebereinbausatzes 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 Flexspline 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.

**[0040]** 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 Lagerrings 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.

**[0041]** Um die erfindungsgemäße, sehr schmale und kompakte Bauweise des Getriebereinbausatzes 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 Fig. 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 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.

**[0042]** 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.

**[0043]** Mittels des an dem Übertragungsbauteil 4 angeordneten Abtriebsbauteil 13 kann die Drehbewegung des Übertragungsbauteils 4 an weitere Bauele-

mente innerhalb der Einrichtung, in welcher der Getriebeeinbausatz eingesetzt werden soll, übertragen werden.

**[0044]** In der **Fig. 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 Mittel-längsachse **15** des Getriebeeinbausatzes angeordnet sind.

**[0045]** Mittels der in der **Fig. 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.

**[0046]** In **Fig. 4** ist dabei nochmals der Getriebeeinbausatz der **Fig. 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.

**[0047]** In den **Fig. 6** und **Fig. 7** sind zwei unterschiedliche Positionen der Aufnahmen **10** und **11** des Rades **6** und des Lagerrings **1** dargestellt.

**[0048]** In der Darstellung der **Fig. 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 **Fig. 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.

**[0049]** Im Gegensatz dazu sind in der Darstellung gemäß **Fig. 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 **Fig. 8** gezeigt.

**[0050]** Hierbei ist in **Fig. 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.

**[0051]** Um die mittels des durch die Aufnahmen **10** und **11** des Rades **6** und des Lagerrings **1** gebildeten 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 Zufuhrkanäle **24** einbringbar sind. Die Zufuhrkanäle **24** können, wie in **Fig. 8** verdeutlicht, derart angeordnet sein, dass deren Mittellängsachse parallel zu der Mittellängsachse **15** des Getriebeeinbausatzes verläuft.

**[0052]** In **Fig. 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.

**[0053]** Analog dazu ist in **Fig. 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 Ver-

schlusselements **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 **Fig. 9** dargestellten Stopfens **22** und der Aufnahme **10** des Rades **6**.

**[0054]** **Fig. 11** zeigt nunmehr das Rad **6** der **Fig. 9** und den Lagerring **1** der **Fig. 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 halbkreisförmigen 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 vorgesehene Wälzlagers bilden. Lagerring **1** und Rad **6** sind dabei ausgestaltet, dass ihre als Laufbahnen **12** ausgebildeten Lagerflächen **7** und **9** ein spielfreies Abwälzen der Wälzkörper **8** ermöglichen. In das Wälzlager zwischen Rad **6** und Lagerring **1** ist in der Darstellung der **Fig. 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.

**[0055]** In der Darstellung der **Fig. 12** ist das Rad **6** der **Fig. 9** und der Lagerring **1** der **Fig. 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.

**[0056]** In der Darstellung der **Fig. 13** ist das Rad **6** der **Fig. 9** und der Lagerring **1** der **Fig. 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** passiert hat und zwischen den Laufbahnen **12** der Lagerflächen **7** und **9** des Rades **6** und des Lagerrings **1** im Wälzlager positioniert ist.

**[0057]** In **Fig. 14** ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines Rades **6** und eines Lagerrings **1** eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer Detailschnittdarstellung dargestellt. Dieses Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem der **Fig. 9** bis **Fig. 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.

**[0058]** In **Fig. 15** ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Getriebeeinbausatzes in einer Flachbauweise dargestellt. Im Wesentlichen entspricht dieser Getriebeeinbausatz hinsichtlich seiner Funktionsweise den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen. Allerdings ist das Übertragungsbauteil **13** 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.

#### Bezugszeichenliste

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

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- <http://harmonicdrive.de/technologie/harmonic-driver-wellgetriebe/> [0002]

### Patentansprüche

1. Getriebeeinbausatz mit einem Lagering (1) und einem darin 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.

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.

3. Getriebeeinbausatz nach Anspruch 1 oder 2, **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) außer Eingriff mit den Aufnahmen (10, 11) in den Laufbahnen (12) gehalten sind.

4. 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. Getriebeeinbausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an das Übertragungsbauteil (4) beziehungsweise das Rad (6) ein Abtriebsbauteil (13) aufweist, welches gegenüber dem Lagerring (1) drehfest anordnenbar ist.

6. 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.

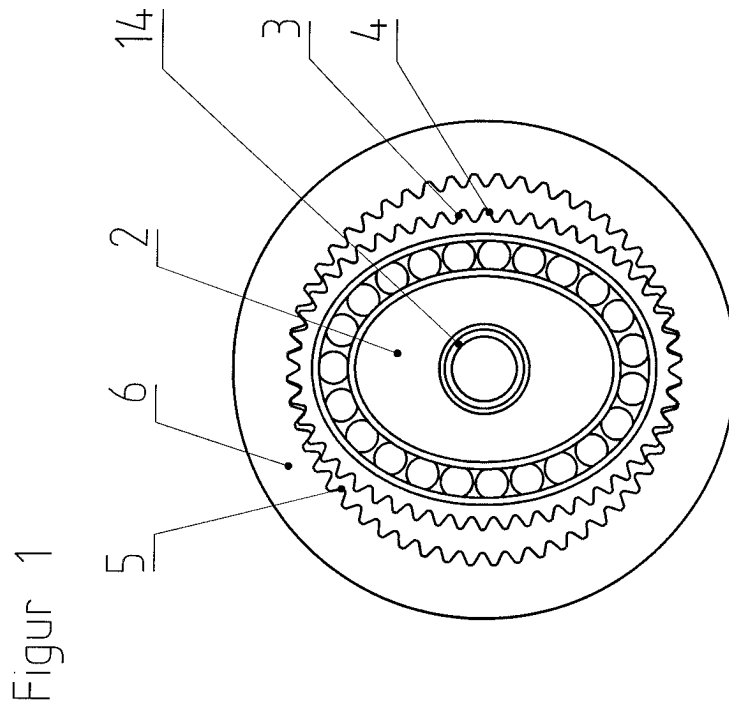
7. Getriebeeinbausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Geometrie der Aufnahmen (10, 11) des Rades (6) und des Lagerrings (1) mit der Geometrie der Wälzkörper (8) korrespondieren.

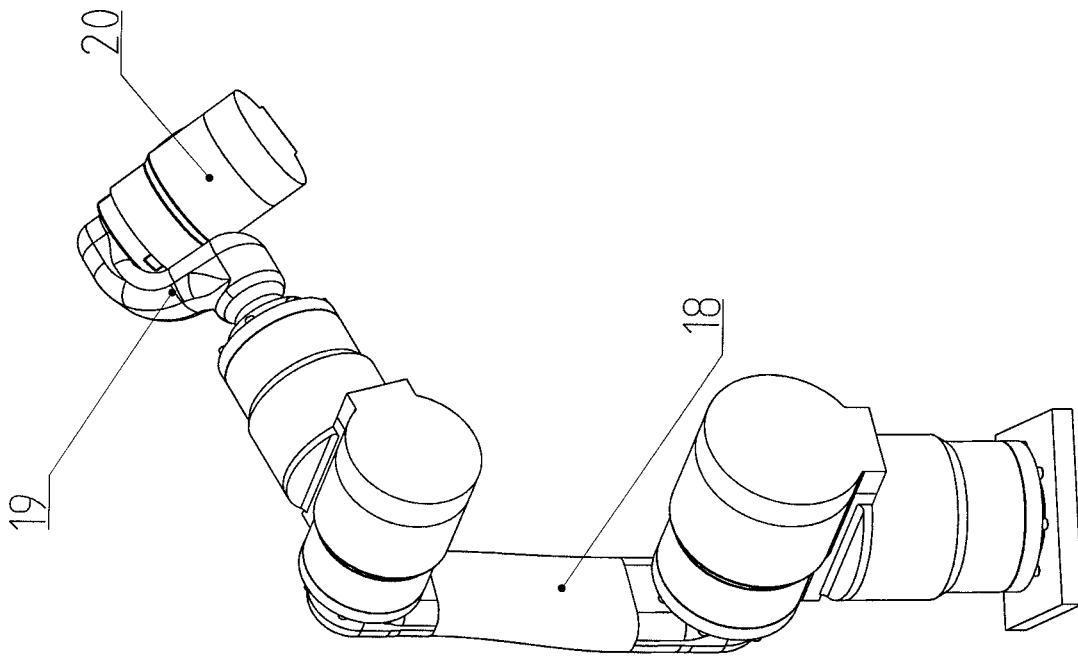
8. Getriebeeinbausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wälzkörper (8) als Kugeln oder Zylinder ausgebildet sind.

9. Getriebeeinbausatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Sensoreinheit vorgesehen ist, mit welcher eine Positions- beziehungsweise Lageerkennung einzelner Elemente des Spannungswellengetriebes, Kräfte- beziehungsweise Drehmomentbestimmung oder dergleichen ermöglicht ist.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

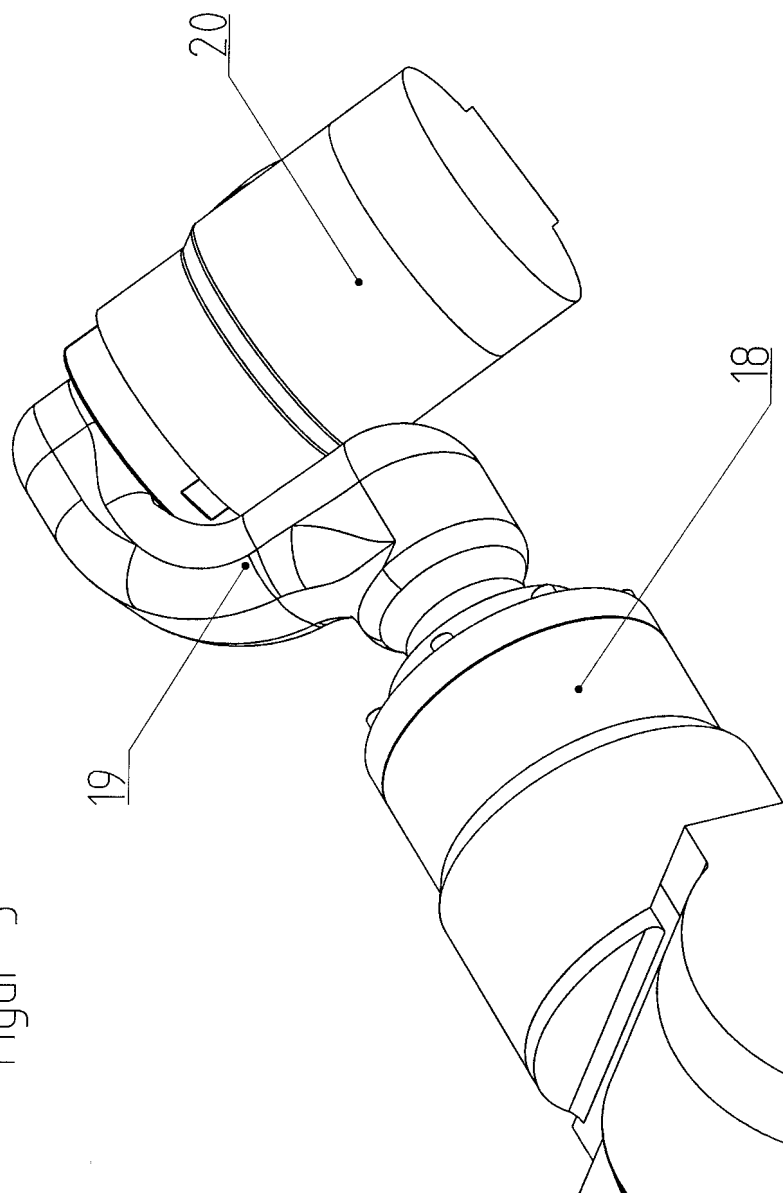
Anhängende Zeichnungen



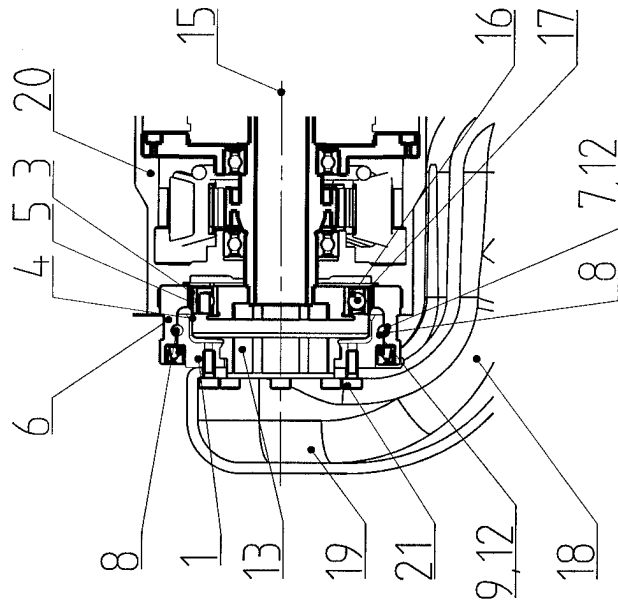


Figur 2

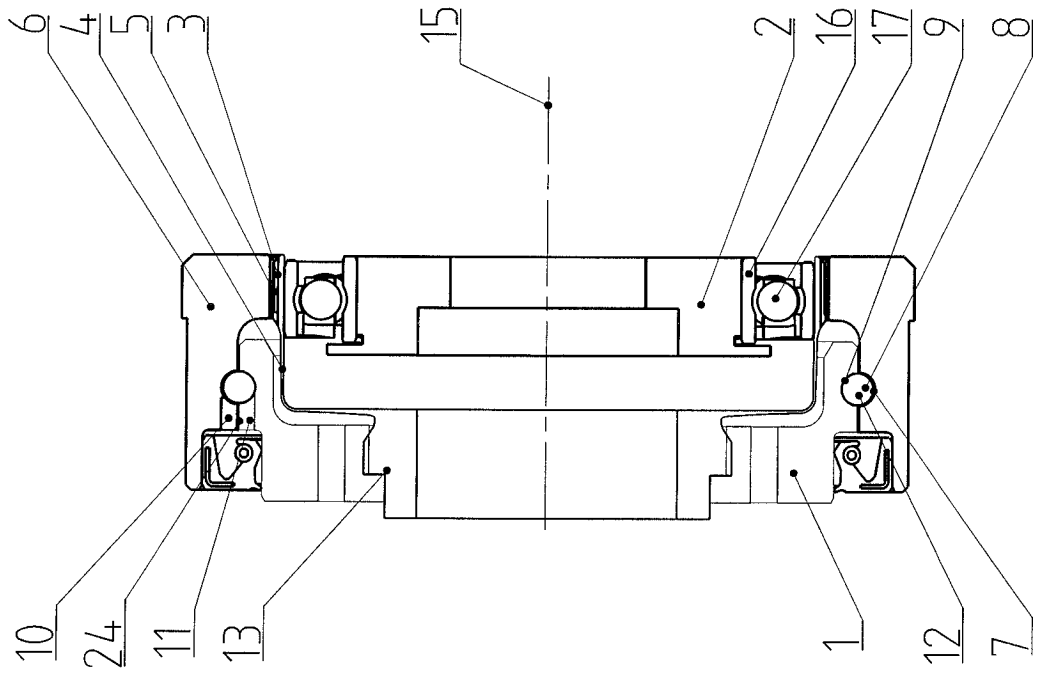
Figur 3



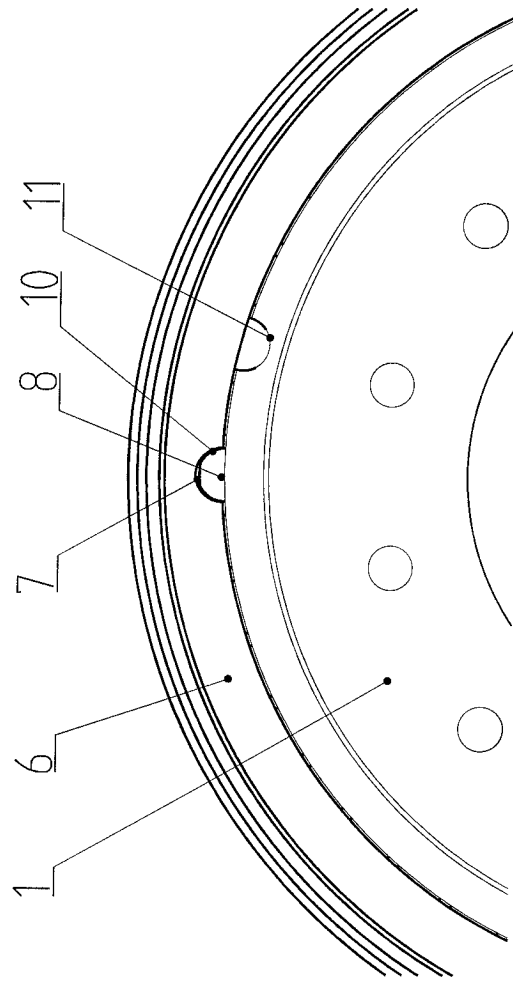
Figur 4



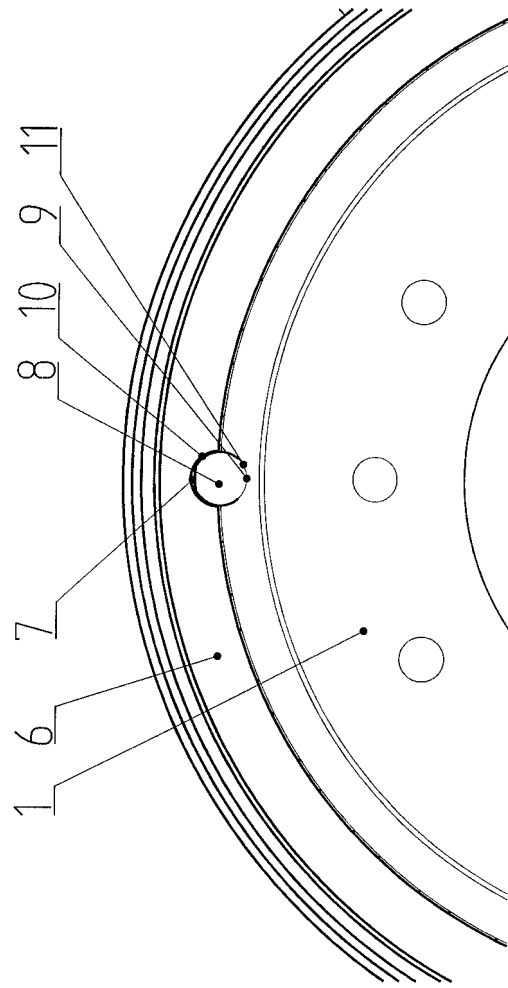
Figur 5



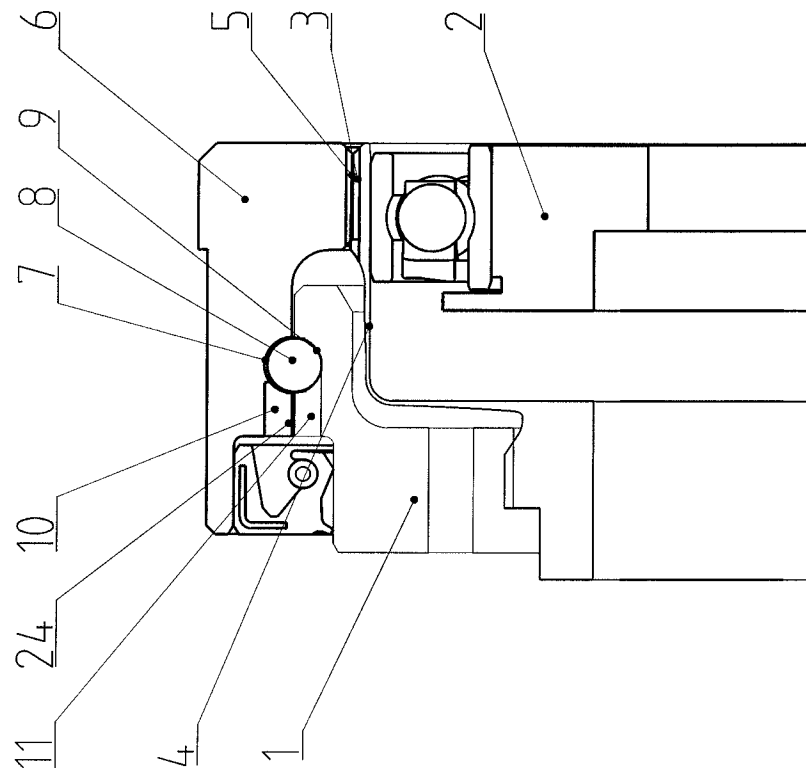
Figur 6



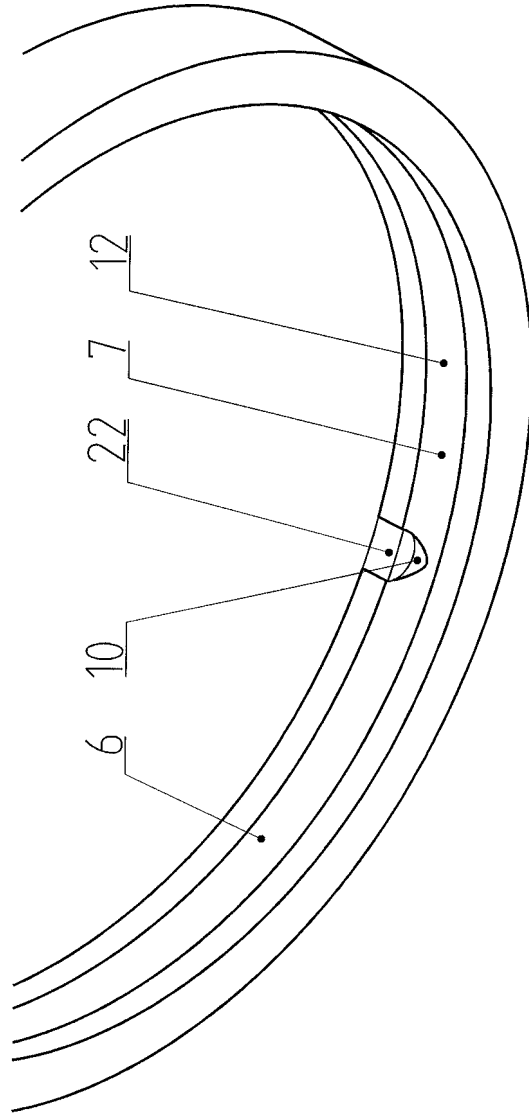
Figur 7



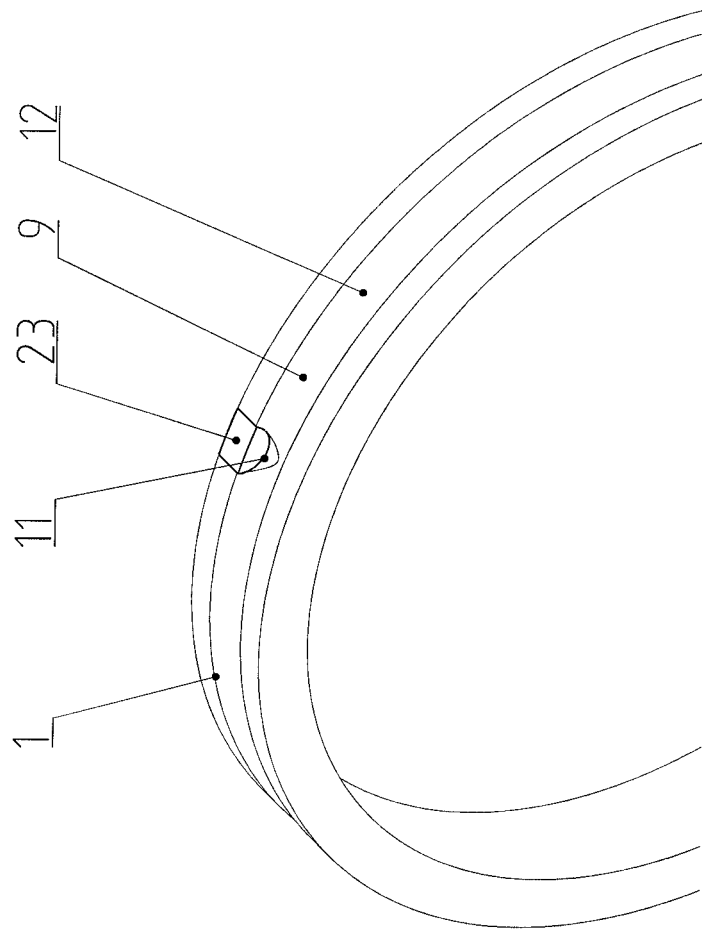
Figur 8



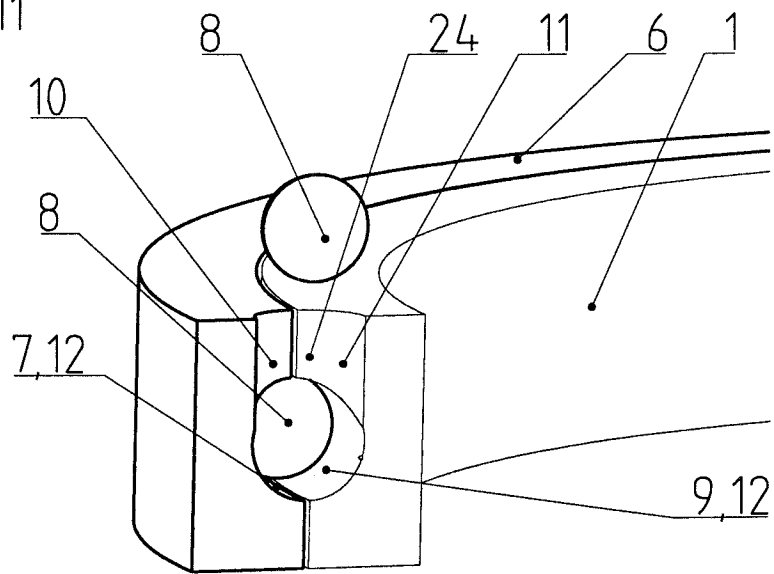
Figur 9



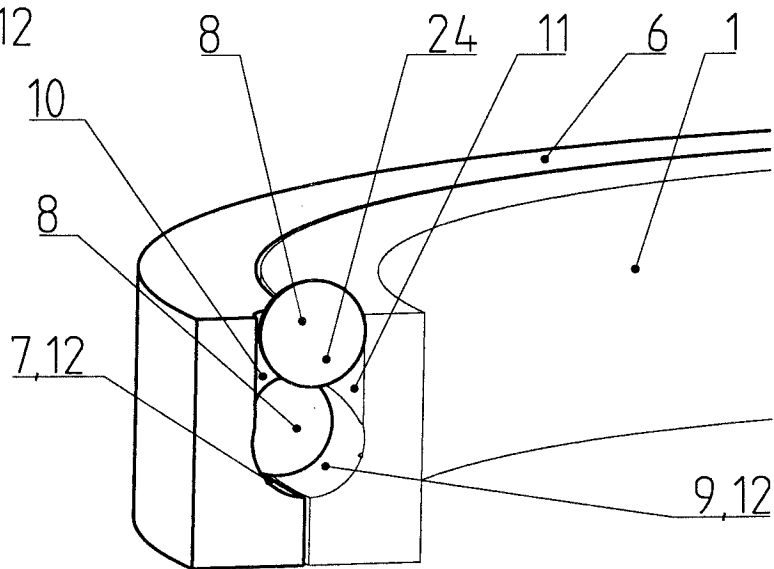
Figur 10



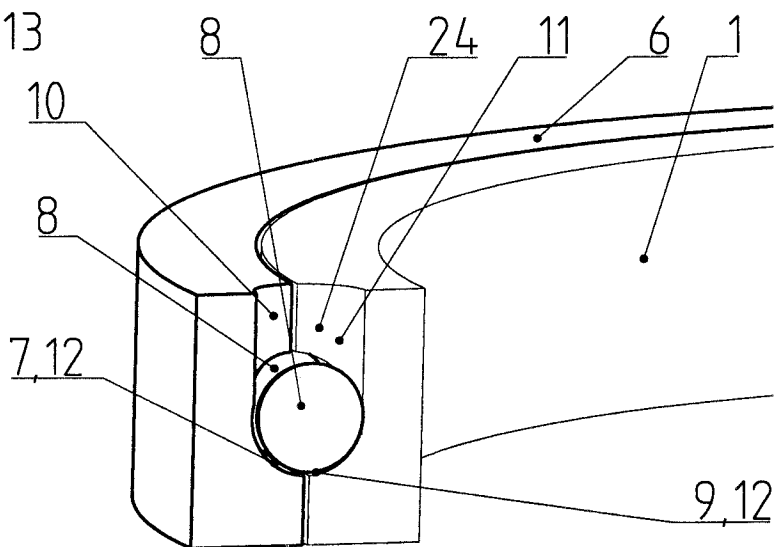
Figur 11



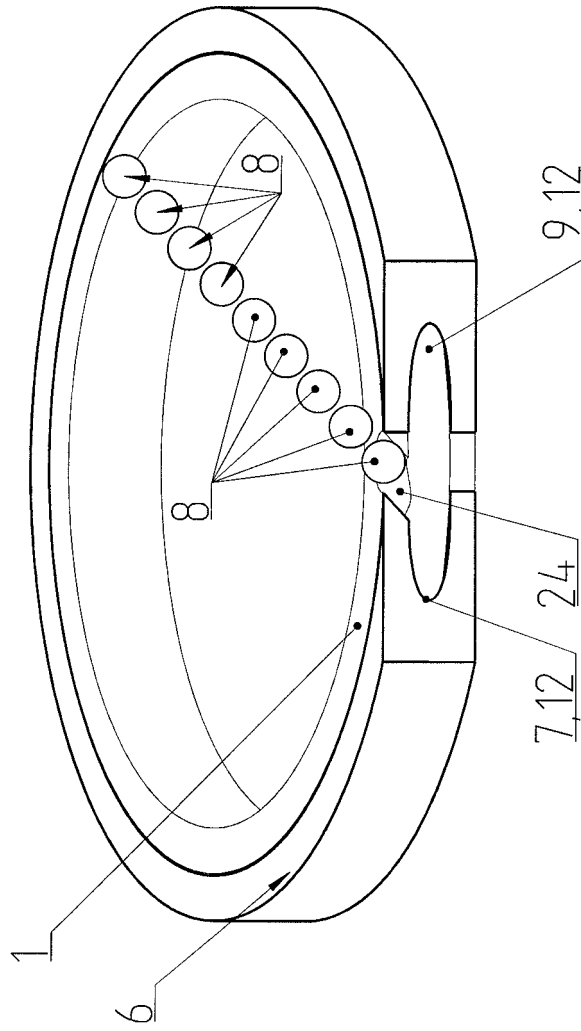
Figur 12



Figur 13



Figur 14



Figur 15

