

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Januar 2022 (20.01.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/012713 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2021/100522

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Juni 2021 (17.06.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 118 799.8
16. Juli 2020 (16.07.2020) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) **Erfinder:** **JUNGINGER, Uwe**; Heckenweg 5a, 91217 Hersbruck (DE). **BOERSCH, Oliver**; Am Auwald 13, 97520 Röthlein (DE). **SMETANA, Tomas**; 3-13-9 Chigasaki-Minami, Tsuzuki-ku, Yokohama, 224-0037 (JP).

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

(54) **Title:** HARMONIC DRIVE FOR A ROBOT, AND ROBOT COMPRISING A HARMONIC DRIVE

(54) **Bezeichnung:** WELLGETRIEBE FÜR EINEN ROBOTER SOWIE ROBOTER MIT EINEM WELLGETRIEBE

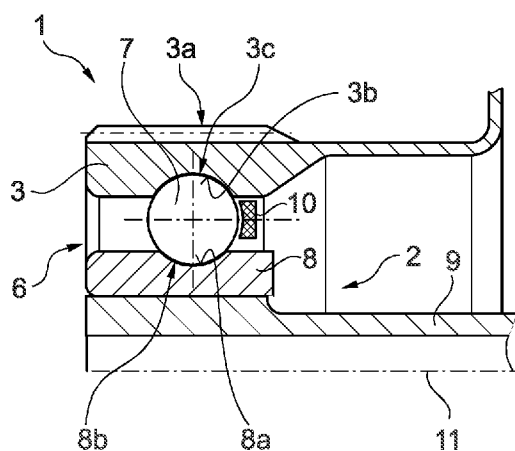


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a harmonic drive (1) for a robot (12), said harmonic drive comprising: a flexible ring element (3) which can be deformed peripherally in a radial direction by a wave generator (2) and has external toothing (3a); and a rigid ring element (4) which has internal toothing (4a), wherein the external toothing (3a) of the flexible ring element (3) meshes with the internal toothing (4a) of the rigid ring element (4) in order to transmit a torque at at least one tooth engagement region (5a, 5b), wherein the wave generator (2) has a non-circular bearing element (6) comprising at least rolling elements (7) and an inner ring (8) having a first raceway (8a) for the rolling elements (7), wherein at least part of the bearing element (6) projects axially into the flexible ring element (3), and wherein the inner ring (8) is connected to a shaft (9) for conjoint rotation therewith, wherein a second raceway (3b) for the rolling elements (7) is formed on the flexible ring element (3). The invention also relates to a robot (12) comprising such a harmonic drive (1).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Wellgetriebe (1) für einen Roboter (12), umfassend ein von einem Wellgenerator (2) umlaufend in radialer Richtung verformbares, flexibles Ringelement (3) mit einer Außenverzahnung (3a) und ein starres Ringelement (4) mit einer Innenverzahnung (4a), wobei die Außenverzahnung (3a) des flexiblen Ringelements (3) zur Übertragung eines Drehmoments an mindestens einem Zahneingriffsbereich (5a, 5b) mit der Innenverzahnung (4a) des starren Ringelements (4) im Zahneingriff steht, wobei der Wellgenerator (2) ein unrund ausgebildetes Lagerelement (6) aufweist, umfassend zumindest Wälzkörper (7) und einen Innenring (8) mit einer ersten Laufbahn (8a) für die Wälzkörper (7), wobei das Lagerelement (6) zumindest teilweise in das flexible

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

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Ringelement (3) axial hineinragt, und wobei der Innenring (8) drehfest mit einer Welle (9) verbunden ist, wobei an dem flexiblen Ringelement (3) eine zweite Laufbahn (3b) für die Wälzkörper (7) ausgebildet ist. Ferner betrifft die Erfindung einen Roboter (12), umfassend ein solches Wellgetriebe (1).

Wellgetriebe für einen Roboter sowie Roboter mit einem Wellgetriebe

Die Erfindung betrifft ein Wellgetriebe für einen Roboter, umfassend ein von einem Wellgenerator umlaufend in radialer Richtung verformbares, flexibles Ringelement mit einer Außenverzahnung und ein starres Ringelement mit einer Innenverzahnung. Das flexible Ringelement steht mit dem starren Ringelement zur Übertragung eines Drehmoments im Zahneingriff. Ferner betrifft die Erfindung auch einen Roboter mit einem Wellgetriebe.

- 10 Aus der DE 10 2018 123 915 A1 geht ein Wellgetriebe, umfassend ein von einem Wellgenerator umlaufend lokal radial verformbares, flexibles Ringelement mit einer Außenverzahnung und ein starres Ringelement mit einer Innenverzahnung. Die Außenverzahnung des flexiblen Ringelements steht zur Übertragung eines Drehmoments an mindestens einem Zahneingriffsbereich mit der Innenverzahnung des starren Ringelements im Zahneingriff. Der Wellgenerator umfasst ein unrund ausgebildetes Lagerelement, bestehend aus einem Innenring, einem Außenring sowie radial dazwischen angeordneten Wälzkörpern. Das Lagerelement ist als Pendelrollenlager ausgebildet und der Innenring ist drehfest mit einer Welle verbunden. Der Außenring und das flexible Ringelement sind zwei separate Bauteile, die drehfest miteinander verbunden sind.

- In der Regel weist der Außenring eine Spielpassung zu dem flexiblen Ringelement auf. Eine Veränderung der Spielpassung führt zu einer Veränderung der Steifigkeit des Wellgetriebes, insbesondere der Steifigkeit zwischen dem Außenring und dem flexiblen Ringelement sowie zwischen dem flexiblen Ringelement und dem starren Ringelement. Mit zunehmendem Spiel der Spielpassung wird das Wellgetriebe weich, wodurch Probleme bei der Regelung im Nulldurchgang und Positionierungsungenauigkeiten entstehen. Mit abnehmendem Spiel der Spielpassung kann es zu Übergangspassungen kommen, wobei sich die Reibung und der Verschleiß im Wellgetriebe erhöhen, wodurch die Effizienz des Wellgetriebes sinkt. Daher ist die Einstellung des Spiels für die Spielpassung des Wellgetriebes ein Wesentlicher Aspekt, insbesondere bei Roboteranwendungen, weil diese möglichst präzise und reibungsarme Getriebe benötigen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Wellgetriebe für einen Roboter zu entwickeln, wobei das Wellgetriebe besonders präzise sowie verschleißarm sein soll. Insbesondere soll das Wellgetriebe eine hohe Lebensdauer aufweisen. Die Aufgabe wird
5 gelöst durch den Gegenstand von Patentanspruch 1. Bevorzugte Ausführungsformen sind den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren zu entnehmen.

Ein erfindungsgemäßes Wellgetriebe für einen Roboter umfasst ein von einem Wellgenerator umlaufend in radialer Richtung verformbares, flexibles Ringelement mit ei-
10 ner Außenverzahnung und ein starres Ringelement mit einer Innenverzahnung, wobei die Außenverzahnung des flexiblen Ringelements zur Übertragung eines Drehmoments an mindestens einem Zahneingriffsbereich mit der Innenverzahnung des starren Ringelements im Zahneingriff steht, wobei der Wellgenerator ein unrund ausgebildetes Lagerelement aufweist, wobei das Lagerelement zumindest Wälzkörper und ei-
15 nen Innenring mit einer ersten Laufbahn für die Wälzkörper aufweist, wobei das Lagerelement zumindest teilweise in das flexible Ringelement axial hineinragt, und wobei der Innenring drehfest mit einer Welle verbunden ist, wobei an dem flexiblen Ringelement eine zweite Laufbahn für die Wälzkörper ausgebildet ist.

20 Der Wellgenerator, auch Wave Generator genannt, steht mit der Welle in Wirkverbindung, wobei die Welle vorzugsweise von einer elektrischen Maschine angetrieben ist, um den Wellgenerator in eine Rotationsbewegung zu versetzen. Beispielsweise weisen der Wellgenerator, insbesondere der Innenring des Lagerelements eine elliptische oder ovale Querschnittsform auf. Der Innenring und die Welle sind vorzugsweise zwei
25 separate Bauteile, wobei der Innenring zur Realisierung einer drehfesten Verbindung beispielsweise auf der Welle aufgespresst ist. Alternativ ist denkbar, den Innenring und die Welle einteilig auszubilden. Der Wellgenerator ist die Antriebseinheit des Wellgetriebes und wird, im Fall einer zweiteiligen Ausgestaltung der Welle und des Innenrings, vorzugsweise zusammen mit dem Lagerelement in das flexible bzw. elastisch
30 verformbare Ringelement eingepresst. Beispielsweise ist die Welle als Hohlwelle ausgebildet. Alternativ kann die Welle auch als Vollwelle ausgebildet sein.

Das flexible Ringelement wird auch Flexspline genannt und ist ein hochfestes sowie torsionssteifes Hülselement. Es ist derart flexibel ausgebildet, dass es den Wellge-

nerator mit dem Lagerelement zumindest teilweise axial aufnehmen kann, und dabei in Abhängigkeit der äußeren Form des Wellgenerators lokal verformbar ist. Insbesondere wird die äußere Form des Wellgenerators durch die Wälzkörper insbesondere durch die zweite Laufbahn für die Wälzkörper gebildet, wobei die Wälzkörper radial
5 zwischen dem flexiblen Ringelement und dem Innenring angeordnet sind. Mithin kommen die Wälzkörper des Lagerelements zum einen unmittelbar an der Außenumfangsfläche des Innenrings zur Anlage, wobei die erste Laufbahn für die Wälzkörper an der Außenumfangsfläche des Innenrings ausgebildet ist. Zum anderen kommen die Wälzkörper des Lagerelements unmittelbar an der Innenumfangsfläche des flexiblen
10 Ringelements zur Anlage, wobei die zweite Laufbahn für die Wälzkörper an der Innenumfangsfläche des flexiblen Ringelements ausgebildet ist. Weil ein Außenring nicht existent ist, entfällt eine Spielpassung zwischen dem Außenring und dem flexiblen Ringelement, wobei dies dazu führt, dass die Spielpassung nicht variabel ist und somit die Steifigkeit des Wellgetriebes konstant bleibt, wodurch die Präzision und die
15 Effizienz des Wellgetriebes erhöht werden. Mit anderen Worten entfällt der Außenring des Lagerelements bzw. die Funktion des Außenrings des Lagerelements wird in die Innenumfangsfläche des flexiblen Ringelements integriert. Das flexible Ringelement weist zumindest eine offene axiale Seite zur Aufnahme des Wellgenerators mit dem Lagerelement auf, wobei die Innenumfangsfläche des flexiblen Ringelements zur Auf-
20 nahme und zum Abwälzen der Wälzkörper des Lagerelements eingerichtet ist.

Während des Betriebs des Wellgetriebes wird der Wellgenerator rotiert, wodurch die Welle und der Innenring des Lagerelements relativ zum flexiblen Ringelement verdreht werden. Dabei verformt das flexible Ringelement analog zu der Drehrichtung
25 und Drehgeschwindigkeit des Wellgenerators elastisch. Anders gesagt wird der Wellgenerator während des Betriebs des Wellgetriebes in eine Rotationsbewegung versetzt, die bewirkt, dass das flexible Ringelement eine umlaufende Verformung erfährt.

Bevorzugt steht die Außenverzahnung des flexiblen Ringelements zur Übertragung
30 eines Drehmoments an, bezogen auf die Rotationsachse des Wellgenerators, zwei symmetrisch gegenüberliegenden Zahneingriffsbereichen zumindest teilweise mit der Innenverzahnung des starren Ringelements im Zahneingriff. Dadurch lässt sich eine gleichmäßige Krafteinleitung bzw. Kraftweiterleitung realisieren und das Wellgetriebe kann platzsparend ausgebildet werden.

Das starre Ringelement, auch Circular Spline genannt, ist ein torsionssteifer, starrer Ring, dessen Innenverzahnung mehr Zähne aufweist als die Außenverzahnung des flexiblen Ringelements. Insbesondere ist das starre Ringelement als Hohlrad ausgebildet. Die Drehung des Wellgenerators bewirkt einen permanenten, umlaufenden Zahneingriff von dem flexiblen Ringelement und dem starren Ringelement. Anders gesagt bewegen sich die gegenüberliegenden Zahneingriffsbereiche während der Rotation des Wellgenerators kontinuierlich um die Rotationsachse des Wellgenerators bzw. in Umfangsrichtung. Da das flexible Ringelement weniger Zähne aufweist als das starre Ringelement, bewirkt eine Drehung des Wellgenerators eine Relativbewegung des flexiblen Ringelements zum starren Ringelement. Dabei erfolgt ein Abrollen der Wälzkörper des Lagerelements zwischen dem Innenring und dem flexiblen Ringelement.

Insbesondere ist das flexible Ringelement zumindest mit der Außenverzahnung und der zweiten Laufbahn einteilig ausgebildet. Mithin ist das flexible Ringelement zumindest mit der Außenverzahnung und der zweiten Laufbahn monolithisch ausgebildet und bündelt zumindest die Verzahnungsfunktionen für das starre Ringelement an der Außenumfangsfläche des flexiblen Ringelements mit den Laufbahnfunktionen für die Wälzkörper an der Innenumfangsfläche des flexiblen Ringelements.

Vorzugsweise ist das Lagerelement als einreihiges Kugellager ausgebildet. Mithin sind die Wälzkörper des Lagerelements kugelförmig ausgebildet. Das Kugellager ermöglicht große Verformungen des flexiblen Ringelements im Umfang ebenso wie radiale Kippbewegungen eines Kragens des flexiblen Ringelements. Mit anderen Worten hat das Kugellager eine Gelenkfunktion. Das als Kugellager ausgebildete Lagerelement weist eine Vielzahl von als Kugeln ausgebildeten Wälzkörpern auf, die räumlich zwischen einer Außenumfangsfläche des Innenrings und der Innenumfangsfläche des flexiblen Ringelements beabstandet zueinander angeordnet sind und abrollen. Durch die Ausbildung des Lagerelements als einreihiges Kugellager wird insbesondere die Reibung des Wellgetriebes verringert und somit die Effizienz erhöht.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Wälzkörper in einem Käfig geführt. Vorzugsweise ist der Käfig aus einem Polymerwerkstoff ausgebildet. Dadurch wird insbesondere der Verschleiß an den Wälzkörpern gesenkt.

- 5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Wälzkörper in einer ersten Nut an der Außenumfangsfläche des Innenrings geführt. Insbesondere ist die erste Nut dazu eingerichtet, die Wälzkörper des Lagerelements zumindest teilweise aufzunehmen, wobei die Geometrie der ersten Nut zumindest teilweise korrespondierend zu der Geometrie der Wälzkörper ausgebildet ist. Insbesondere ist die erste
- 10 Laufbahn für die Wälzkörper des Lagerelements zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig in der ersten Nut ausgebildet.

- Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Wälzkörper in einer zweiten Nut an der Innenumfangsfläche des flexiblen Ringelements geführt. Insbesondere ist die zweite Nut dazu eingerichtet, die Wälzkörper des La-
- 15 gerelements zumindest teilweise aufzunehmen, wobei die Geometrie der zweiten Nut zumindest teilweise korrespondierend zu der Geometrie der Wälzkörper ausgebildet ist. Insbesondere ist die zweite Laufbahn für die Wälzkörper des Lagerelements zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig in der zweiten Nut ausgebildet.

20

- Vorzugsweise ist die zweite Laufbahn für die Wälzkörper in einem Bereich des flexiblen Ringelements ausgebildet, der radial entgegengesetzt und in axialer Richtung mittig zu der Außenverzahnung angeordnet ist. Mit anderen Worten wälzen die Wälzkörper in axialer Richtung mittig zu der Außenverzahnung am flexiblen Ringelement.
- 25 Vorliegend ist unter einer in axialer Richtung mittig zu der Außenverzahnung angeordneten zweiten Laufbahn zu verstehen, dass diese nur einen geringfügigen axialen Versatz zu einer axialen Mitte eines Zahnes aufweisen darf, und somit höchstens einen axialen Versatz aufweist, der nicht höher als ein Radius der Wälzkörper ist. Dadurch wird ein besonders sauberer und effizienter Zahneingriff realisiert.

30

Die Erfindung betrifft auch einen Roboter, umfassend ein erfindungsgemäßes Wellgetriebe. Insbesondere ist das erfindungsgemäße Wellgetriebe in einem Gelenk für einen Roboterarm angeordnet und wirkt zumindest mittelbar zwischen zwei Roboterarmsegmenten.

Weitere die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Dabei zeigt

5

Figur 1 eine vereinfachte schematische Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Wellgetriebes,

10

Figur 2 eine vereinfachte schematische Teillängsschnittdarstellung des Wellgetriebes gemäß Figur 1, und

Figur 3 eine vereinfachte schematische Darstellung eines nur teilweise dargestellten Roboters mit einem erfindungsgemäßen Wellgetriebe.

15 Gemäß den Figuren 1 und 2 umfasst ein erfindungsgemäßes Wellgetriebe 1 einen Wellgenerator 2, der ein Lagerelement 6 mit einem Innenring 8 und mit einer Vielzahl von Wälzkörpern 7 aufweist. Die Wandstärke des Innenrings 8 ist übertrieben dargestellt. Die Wälzkörper 7 sind beabstandet zueinander in einem Käfig 10 geführt, wobei der Käfig 10 aus einem Polymerwerkstoff ausgebildet ist. Das Lagerelement 6 ist als
20 einreihiges Kugellager ausgebildet, sodass die Wälzkörper 7 kugelförmig geformt sind. Der Innenring 8 weist eine erste Laufbahn 8a für die Wälzkörper 7 auf. Die erste Laufbahn 8a ist in einer ersten Nut 8b umlaufend an der Außenumfangsfläche des Innenrings 8 ausgebildet. Mithin wälzen die Wälzkörper 7 in der ersten Nut 8b an der Außenumfangsfläche des Innenrings 8 ab. Der Wellgenerator 2 umfasst ferner eine
25 Welle 9, auf die der Innenring 8 zur Ausbildung einer drehfesten Verbindung aufgeschraubt ist, wobei der Wellgenerator 2 über die Welle 9 von einem – hier nicht dargestellten – Elektromotor in eine Rotationsbewegung versetzbar ist. Vorliegend ist die Welle 9 als Hohlwelle ausgebildet.

30 Ferner weist das Wellgetriebe 1 ein von dem Wellgenerator 2 umlaufend in radialer Richtung verformbares, flexibles Ringelement 3 mit einer Außenverzahnung 3a und ein starres Ringelement 4 mit einer Innenverzahnung 4a auf. Die Außenverzahnung 3a des flexiblen Ringelements 3 steht zur Übertragung eines Drehmoments an, bezogen auf eine Rotationsachse 11 des Wellgenerators 2, zwei symmetrisch gegenüber-

liegenden Zahneingriffsbereichen 5a, 5b mit der Innenverzahnung 4a des starren Ringelements 4 im Zahneingriff. Das starre Ringelement 4 ist als Hohlrad ausgebildet. An dem flexiblen Ringelement 3 ist eine zweite Laufbahn 3b für die Wälzkörper 7 ausgebildet. Das flexible Ringelement 3 ist mit der Außenverzahnung 3a und der zweiten
5 Laufbahn 3b einteilig ausgebildet. Ferner ist an der Innenumfangsfläche des flexiblen Ringelements 3 eine zweite Nut 3c ausgebildet, wobei die Wälzkörper 7 in der zweiten Nut 3c an der Innenumfangsfläche des flexiblen Ringelements 3 geführt sind. Die zweite Laufbahn 3b ist in der zweiten Nut 3c an der Innenumfangsfläche des flexiblen Ringelements 3 ausgebildet. Mithin wälzen die Wälzkörper 7 in der zweiten Nut 3c an
10 der Innenumfangsfläche des flexiblen Ringelements 3 ab. Die Wälzkörper 7 folgen der exzentrischen Form der ersten Laufbahn und verformen dadurch das flexible Ringelement 3 mit der Außenverzahnung 3a. Aufgrund der geringfügig unterschiedlichen Anzahl von Zähnen zwischen der Außenverzahnung 3a des flexiblen Ringelements 3 und der Innenverzahnung 4a des starren Ringelements 4, entsteht eine hohe Über-
15 setzung zwischen der Welle 9 und dem starren Ringelement 4.

Gemäß Figur 2 ragt das Lagerelement 6 vollständig in das flexible Ringelement 3 axial hinein. Ferner ist die zweite Laufbahn 3b für die Wälzkörper 7 in einem Bereich des flexiblen Ringelements 3 ausgebildet, der radial entgegengesetzt und in axialer Rich-
20 tung mittig zu der Außenverzahnung 3a angeordnet ist. Mit anderen Worten ist ein axialer Versatz der zweiten Laufbahn 3b für die Wälzkörper 7 von der axialen Mitte der Außenverzahnung 3a am flexiblen Ringelement 3 nicht größer als ein Radius der Wälzkörper 7. Dadurch wird ein besonders effizienter Zahneingriff realisiert. In Figur 2 wurde zur Vereinfachung auf die Darstellung des starren Ringelements 4 verzichtet.
25 Ferner ist die Wandstärke des flexiblen Ringelements 3 übertrieben dargestellt.

Figur 3 zeigt einen Ausschnitt eines Roboters 12. Zwischen einem ersten Roboterarmsegment 12a und einem zweiten Roboterarmsegment 12b ist ein Gelenk 13 angeordnet, das die beiden Roboterarmsegmente 12a, 12b gelenkig miteinander verbindet.
30 Zur Veränderung der Position der beiden Roboterarmsegmente 12a, 12b zueinander weist der Roboter 12 eine Antriebseinheit 14 auf, umfassend einen Elektromotor 15 und ein Wellgetriebe 1 gemäß den Figuren 1 und 2.

Bezugszeichenliste

	1	Wellgetriebe
	2	Wellgenerator
5	3	flexibles Ringelement
	3a	Außenverzahnung an dem flexiblen Ringelement
	3b	zweite Laufbahn an dem flexiblen Ringelement
	3c	zweite Nut an dem flexiblen Ringelement
	4	starres Ringelement
10	4a	Innenverzahnung an dem starren Ringelement
	5a, 5b	Zahneingriffsbereich
	6	Lagerelement
	7	Wälzkörper
	8	Innenring
15	8a	erste Laufbahn an dem Innenring
	8b	erste Nut an dem Innenring
	9	Welle
	10	Käfig
	11	Rotationsachse
20	12	Roboter
	12a	erster Roboterarmsegment
	12b	zweiter Roboterarmsegment
	13	Gelenk
	14	Antriebseinheit
25	15	Elektromotor

Patentansprüche

1. Wellgetriebe (1) für einen Roboter (12), umfassend ein von einem Wellgenerator (2) umlaufend in radialer Richtung verformbares, flexibles Ringelement (3) mit einer Außenverzahnung (3a) und ein starres Ringelement (4) mit einer Innenverzahnung (4a), wobei die Außenverzahnung (3a) des flexiblen Ringelements (3) zur Übertragung eines Drehmoments an mindestens einem Zahneingriffsbereich (5a, 5b) mit der Innenverzahnung (4a) des starren Ringelements (4) im Zahneingriff steht, wobei der Wellgenerator (2) ein unrund ausgebildetes Lagerelement (6) aufweist, umfassend
- 5 Wälzkörper (7) und einen Innenring (8) mit einer ersten Laufbahn (8a) für die Wälzkörper (7), wobei das Lagerelement (6) zumindest teilweise in das flexible Ringelement (3) axial hineinragt, und wobei der Innenring (8) drehfest mit einer Welle (9) verbunden ist,
- 10 **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem flexiblen Ringelement (3) eine zweite Laufbahn (3b) für die Wälzkörper (7) ausgebildet ist.
- 15
2. Wellgetriebe (1) nach Anspruch 1,
- dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible Ringelement (3) zumindest mit der Außenverzahnung (3a) und der zweiten Laufbahn (3b) einteilig ausgebildet ist.
- 20
3. Wellgetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- dadurch gekennzeichnet, dass** das Lagerelement (6) als einreihiges Kugellager ausgebildet ist.
- 25
4. Wellgetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- dadurch gekennzeichnet, dass** die Wälzkörper (7) des Lagerelements (6) in einem Käfig (10) geführt sind.
- 30
5. Wellgetriebe (1) nach Anspruch 4,
- dadurch gekennzeichnet, dass** der Käfig (10) des Lagerelements (6) aus einem Polymerwerkstoff ausgebildet ist.
6. Wellgetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Wälzkörper (7) des Lagerelements (6) in einer ersten Nut (8b) an der Außenumfangsfläche des Innenrings (8) geführt sind.

7. Wellgetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- 5 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wälzkörper (7) des Lagerelements (6) in einer zweiten Nut (3c) an der Innenumfangsfläche des flexiblen Ringelements (3) geführt sind.

8. Wellgetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- 10 **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Laufbahn (3b) für die Wälzkörper (7) in einem Bereich des flexiblen Ringelements (3) ausgebildet ist, der radial entgegengesetzt und in axialer Richtung mittig zu der Außenverzahnung (3a) angeordnet ist.

9. Wellgetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- 15 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenverzahnung (3a) des flexiblen Ringelements (3) zur Übertragung eines Drehmoments an, bezogen auf eine Rotationsachse (11) des Wellengenerators (2), zwei symmetrisch gegenüberliegenden Zahneingriffsbereichen (5a, 5b) zumindest teilweise mit der Innenverzahnung (4a) des starren Ringelements (4) im Zahneingriff steht.

20

10. Roboter (12), umfassend ein Wellgetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

1/1

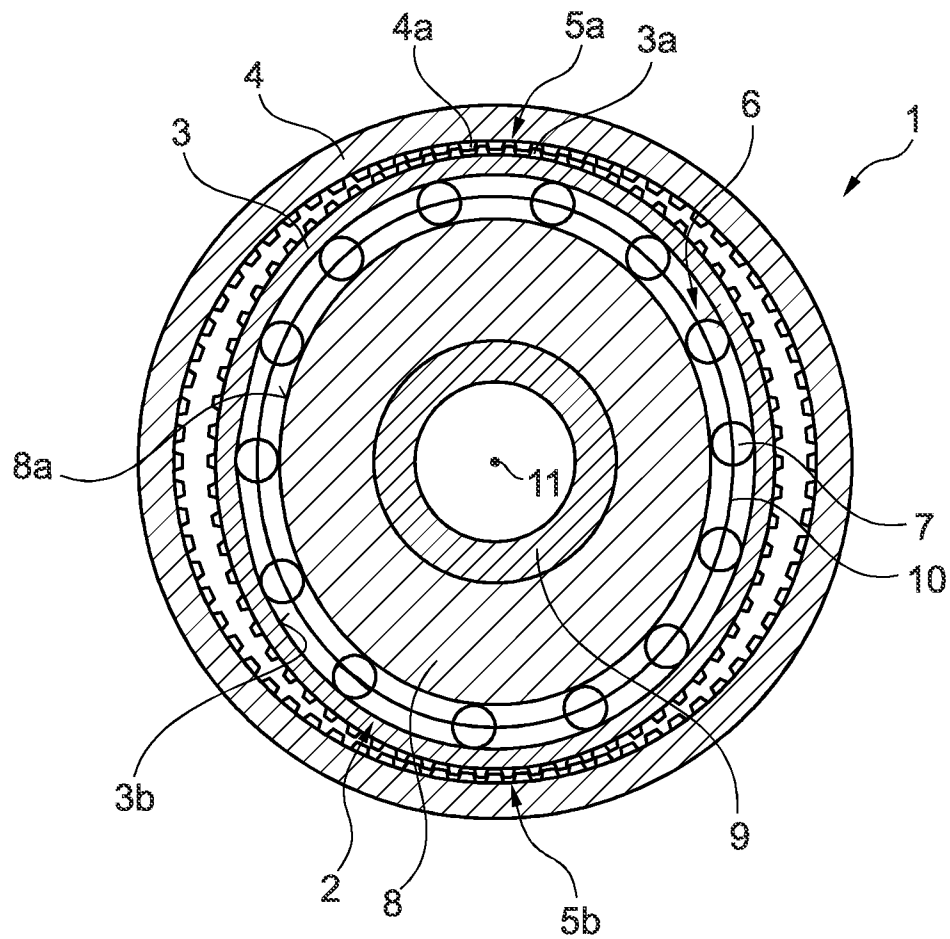


Fig. 1

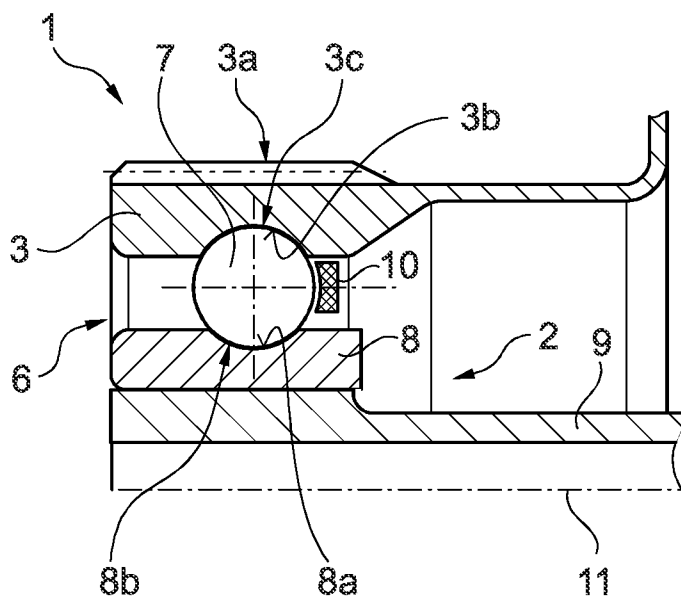


Fig. 2

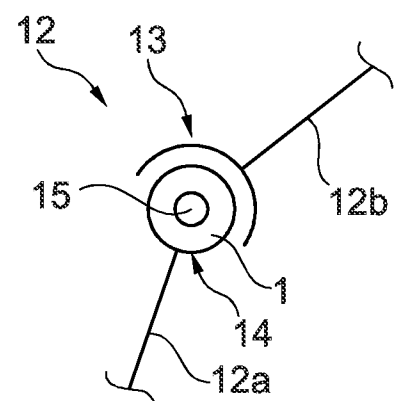


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2021/100522

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F16H 49/00**(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16H; B25J

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102017128879 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 06 June 2019 (2019-06-06)	1-6,8,9
Y	figures 2, 4	7
A		10
X	CN 106286763 B (UNIV HUNAN) 18 June 2019 (2019-06-18)	1,2,6,8,9
A	figures 1, 6	3-5,7,10
X	CN 111288077 A (MEIYA PREC CO LTD) 16 June 2020 (2020-06-16)	1,2,6,8,9
Y	figure 4	7
A		3-5,10
X	DE 102007055838 A1 (ZF LENKSYSTEME GMBH [DE]) 25 June 2009 (2009-06-25)	1,2,6,8,9
Y	claims 1-12; figures 1, 2	7
A		3-5,10
X	EP 3225365 A1 (SEIKO EPSON CORP [JP]) 04 October 2017 (2017-10-04)	1,2,6,8-10
A	figures 1-3, 17	3-5,7



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

09 September 2021

Date of mailing of the international search report

17 September 2021

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Szodfridt, Tamas

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2021/100522

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 2010175503 A1 (ZHANG XIN YUE [JP] ET AL) 15 July 2010 (2010-07-15) figure 2	7 1-6,8-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/DE2021/100522

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102017128879	A1	06 June 2019	NONE			
CN	106286763	B	18 June 2019	NONE			
CN	111288077	A	16 June 2020	NONE			
DE	102007055838	A1	25 June 2009	NONE			
EP	3225365	A1	04 October 2017	CN	107414788	A	01 December 2017
				EP	3225365	A1	04 October 2017
				JP	6711066	B2	17 June 2020
				JP	2017180486	A	05 October 2017
				US	2017276225	A1	28 September 2017
US	2010175503	A1	15 July 2010	DE	102010004286	A1	12 August 2010
				JP	5178542	B2	10 April 2013
				JP	2010164068	A	29 July 2010
				KR	20100083712	A	22 July 2010
				US	2010175503	A1	15 July 2010

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

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F16H B25J

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2017 128879 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 6. Juni 2019 (2019-06-06) Abbildungen 2, 4	1-6,8,9
Y		7
A		10
X	----- CN 106 286 763 B (UNIV HUNAN) 18. Juni 2019 (2019-06-18) Abbildungen 1, 6	1,2,6,8, 9
A		3-5,7,10
X	----- CN 111 288 077 A (MEIYA PREC CO LTD) 16. Juni 2020 (2020-06-16) Abbildung 4	1,2,6,8, 9
Y		7
A		3-5,10
	----- -/-	

☒ 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

9. September 2021

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/09/2021

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Szodfridt, Tamas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y A	DE 10 2007 055838 A1 (ZF LENKSYSTEME GMBH [DE]) 25. Juni 2009 (2009-06-25) Ansprüche 1-12; Abbildungen 1, 2 -----	1,2,6,8,9 7 3-5,10
X A	EP 3 225 365 A1 (SEIKO EPSON CORP [JP]) 4. Oktober 2017 (2017-10-04) Abbildungen 1-3, 17 -----	1,2,6,8-10 3-5,7
Y A	US 2010/175503 A1 (ZHANG XIN YUE [JP] ET AL) 15. Juli 2010 (2010-07-15) Abbildung 2 -----	7 1-6,8-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2021/100522

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102017128879 A1	06-06-2019	KEINE	
CN 106286763 B	18-06-2019	KEINE	
CN 111288077 A	16-06-2020	KEINE	
DE 102007055838 A1	25-06-2009	KEINE	
EP 3225365 A1	04-10-2017	CN 107414788 A	01-12-2017
		EP 3225365 A1	04-10-2017
		JP 6711066 B2	17-06-2020
		JP 2017180486 A	05-10-2017
		US 2017276225 A1	28-09-2017
US 2010175503 A1	15-07-2010	DE 102010004286 A1	12-08-2010
		JP 5178542 B2	10-04-2013
		JP 2010164068 A	29-07-2010
		KR 20100083712 A	22-07-2010
		US 2010175503 A1	15-07-2010