

(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
03. Mai 2018 (03.05.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/077331 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16H 49/00 (2006.01) *F16C 33/14* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2017/100852

(22) Internationales Anmeldedatum:

09. Oktober 2017 (09.10.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2016 220 918.3

25. Oktober 2016 (25.10.2016) DE

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

(72) Erfinder: **HEISE, Daniel**; Egkstraße 4, 91074 Herzogenaurach (DE). **PREUSS, Tobias**; Friedrich Bauer Str. 3, 91058 Erlangen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) Title: HARMONIC DRIVE, AND VEHICLE HAVING THE HARMONIC DRIVE

(54) Bezeichnung: WELLGETRIEBE SOWIE EIN FAHRZEUG MIT DEM WELLGETRIEBE

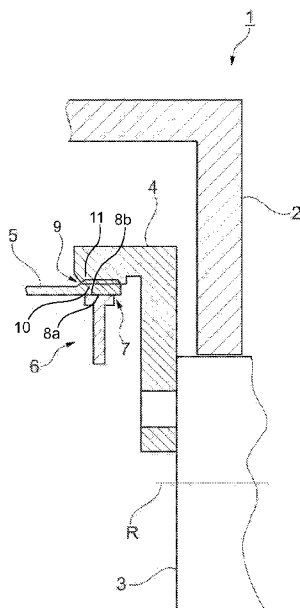


Fig. 1

(57) Abstract: Harmonic drive devices are reduction mechanisms and have three main components. An adjusting moment is introduced via a wave generator unit which is rotated about a rotational axis. The wave generator unit has an oval, in particular elliptical output surface. A wave bush unit which is elastically deformable is arranged coaxially with respect to the wave generator unit. The wave bush unit supports an external toothed system. To this end, a harmonic drive (1) is proposed, having a spur gear device (4), wherein the internal gear (4) has an internal toothed section (11), wherein the spur gear device (5), wherein the internal toothed section (11) is in engagement in regions with the external toothed section (10), having a wave generator (6), wherein the wave generator (6) deforms the spur gear device (5) in such a way that the engagement in regions is formed, having a plain bearing (7), wherein the wave generator (6) interacts with the spur gear device (5) via the plain bearing (7), wherein the wave generator (6) has, on an outer circumferential face, a first plain bearing surface (8a), and the spur gear device (5) has, on an inner circumferential surface, a second plain bearing surface (8b), wherein the first and/or the second plain bearing surface (8a, b) are/is smoothed mechanically.

(57) Zusammenfassung: Wellgetriebeeinrichtungen sind Untersetzungsgetriebe und weisen drei Hauptkomponenten auf. Ein Verstellmoment wird über eine Wellgeneratoreinheit eingeleitet, welche um eine Rotationsachse gedreht wird. Die Wellgeneratoreinheit hat eine ovale, insbesondere elliptische Abtriebsfläche. Koaxial zu der Wellgeneratoreinheit ist eine Wellbüchsenereinheit angeordnet, welche elastisch verformbar ist. Die Wellbüchsenereinheit trägt eine Außenverzahnung. Hierzu wird ein Wellgetriebe (1), mit einem Hohlrad (4), wobei das Hohlrad (4) einen Innenverzahnungsabschnitt (11) aufweist, mit einer Stirnradereinrichtung (5), wobei die Stirnradereinrichtung (5) einen Außenverzahnungsabschnitt (10) aufweist, wobei der Innenverzahnungsabschnitt (11) bereichsweise mit dem (Außenverzahnungsabschnitt 10) in Eingriff steht, mit einem Wellgenerator (6), wobei der Wellgenerator (6) die Stirnradereinrichtung (5) derart verformt, so dass der bereichsweise Eingriff gebildet ist, mit einem Gleitlager (7), wobei der Wellgenerator (6) über das Gleitlager (7) mit der Stirnradereinrichtung (5) zusammenwirkt, wobei der

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)*

Wellgenerator (6) an einer Außenmantelfläche eine erste Gleitlagerfläche (8a) und die Stirnradeinrichtung (5) an einer Innenmantelfläche eine zweite Gleitlagerfläche (8b) aufweist, vorgeschlagen, wobei die erste und/oder die zweite Gleitlagerfläche (8a, b) mechanisch geglättet ist.

Wellgetriebe sowie ein Fahrzeug mit dem Wellgetriebe

Die Erfindung betrifft ein Wellgetriebe mit den Merkmalen des Oberbegriffs des
5 Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung ein Fahrzeug mit dem Wellgetriebe mit dem
Merkmal des Anspruchs 10.

Wellgetriebe sind Übersetzungs- oder Transmissionsgetriebe, welche aus drei
Unterbaugruppen aufgebaut sind. Eine Wellgeneratoreinrichtung bildet oftmals einen
10 Eingang oder einen Ausgang in das Wellgetriebe und weist eine ovale oder elliptische
geformte und in radialer Richtung umlaufende Außenfläche auf. Diese greift in eine
meist als Flexspline bezeichnete Komponente als zweite Unterbaugruppe ein, welche
derart elastisch ausgebildet ist, dass diese durch die Wellgeneratoreinrichtung in
radialer Richtung verformt werden kann. Auf der radialen Außenseite des Flexsplines
15 ist eine Außenverzahnung angeordnet. Als dritte Unterbaugruppe weist das
Wellgetriebe ein Hohlrad auf, welches eine Innenverzahnung trägt. Die
Außenverzahnung des Flexsplines greift üblicherweise an zwei gegenüberliegenden
Positionen in die Innenverzahnung des Hohlrades ein. Durch eine Rotationsbewegung
der Wellgeneratoreinrichtung werden die Eingriffspositionen zwischen
20 Außenverzahnung und Innenverzahnung in Umlaufrichtung bewegt. Durch eine
unterschiedliche Anzahl von Zähnen zwischen der Außenverzahnung und der
Innenverzahnung ergibt sich eine Relativbewegung zwischen dem Wellgenerator und
dem Flexspline.

25 Die Druckschrift DE 11 2004 002 831 B4, die wohl den nächstkommenden Stand der
Technik bildet, beschreibt ein Wellgetriebe, umfassend ein kranzförmiges starres
Innenzahnrad; ein kranzförmiges flexibles Außenzahnrad, angeordnet im Inneren des
starren Innenzahnrad; ein Wellengenerator zum Durchbiegen des flexiblen
Außenzahnrad in radialer Richtung, damit es zu einem teilweise Kämme mit dem
30 starren Innenzahnrad kommt und die Stelle des Eingriffs der beiden Zahnräder in
Umfangsrichtung zum Drehen gebracht wird; und einen Lagermechanismus zum

Halten des flexiblen Außenzahnrads und des Wellengenerators, während eine Relativ-Drehung des Zahnrads und des Generators zueinander ermöglicht wird, wobei der Lagermechanismus reversibel umschaltet zwischen einem Rolllagerzustand, der durch Rollelemente hervorgerufen wird, und einem Gleitlagerzustand, hervorgerufen
5 durch einen Ölfilm oder einen anderen Fluidschmiermittel-Film, abhängig von der Drehzahl des Wellengenerators, wobei der Wellengenerator einen starren Block und Wälzlager enthält und das Wälzlager einen die Außenumfangsfläche des starren Blocks angesetzten Innenring, einen über einen Fluidschmiermittel-Film in Kontakt mit der Innenumfangsfläche des flexiblen Außenzahnrads stehenden Außenring, und
10 zwischen Innenring und Außenring angeordnete Rollelemente aufweist; und der Lagermechanismus die Wälzlager, den Fluidschmiermittel-Film und ein Rückhalteglied zum Zurückhalten der Rollelemente in der Weise aufweist, dass diese integral zusammen mit dem starren Block umlaufen, wenn die Drehzahl des Wellengenerators eine vorbestimmte Drehzahl erreicht oder über dieser liegt.

15

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Wellgetriebe vorzuschlagen, welches sich durch ein verbessertes Betriebsverhalten und eine kostengünstigen Fertigung auszeichnet.

20 Diese Aufgabe wird durch ein Wellgetriebe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Fahrzeug mit dem Wellgetriebe mit dem Merkmal des Anspruchs 10 gelöst. Bevorzugte oder vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den beigelegten Figuren.

25 Gegenstand der Erfindung ist ein Wellgetriebe, welches für ein Fahrzeug, vorzugsweise ein Kraftfahrzeug, geeignet und/oder ausgebildet ist. Das Wellgetriebe wird insbesondere als Harmonic-Drive-Getriebe bezeichnet. Beispielsweise ist das Wellgetriebe getriebetechnisch mit einer Nockenwelle und/oder einer Kurbelwelle verbunden. Insbesondere weist das Wellgetriebe einen Innenrotor und einen
30 Außenrotor, z.B. ein Kettenrad, auf, wobei der Innenrotor und der Außenrotor relativ zueinander verdrehbar sind.

Das Wellgetriebe weist ein Hohlrad auf, wobei das Hohlrad einen Innenverzahnungsabschnitt aufweist. Insbesondere ist das Hohlrad als ein starres, innenverzahntes Getriebeelement ausgebildet. Das Hohlrad bildet den Innenrotor und ist beispielsweise mit einer Antriebscheibe und/oder einer Nockenwelle gekoppelt
5 oder mit diesen einstückig verbunden.

Das Wellgetriebe weist eine Stirnradanordnung – oftmals auch als Flexspline bezeichnet – auf, wobei die Stirnradanordnung einen Außenverzahnungsabschnitt aufweist, wobei der Innenverzahnungsabschnitt bereichsweise mit dem
10 Außenverzahnungsabschnitt in Eingriff steht. Insbesondere steht der Innenverzahnungsabschnitt nur und/oder ausschließlich bereichsweise mit dem Außenverzahnungsabschnitt in Eingriff. Vorzugsweise stehen der Innenverzahnungsabschnitt und der Außenverzahnungsabschnitt in genau zwei Eingriffsbereichen miteinander im Eingriff und sind in dazwischenliegenden
15 Zwischenbereichen voneinander getrennt und/oder stehen dort außer Eingriff. Besonders bevorzugt sind die beiden Eingriffsbereiche diametral gegenüberliegend angeordnet.

Das Wellgetriebe weist einen Wellgenerator auf, wobei der Wellgenerator die
20 Stirnradanordnung derart verformt, so dass der bereichsweise Eingriff gebildet ist. Die Funktion des Wellgenerators ist es, die Stirnradanordnung zu kontaktieren, anzutreiben und/oder zu verformen. Der Wellgenerator bildet vorzugsweise einen Antrieb und weist einen ovalen, insbesondere elliptischen Grundkörper auf. Der Grundkörper ist um eine Rotationsachse des Wellgetriebes drehbar. Die
25 Stirnradanordnung ist derart verformbar ausgebildet, dass diese durch den Wellgenerator insbesondere in eine ovale und/oder elliptische Form insbesondere bestimmungsgemäß verformt werden kann.

Das Wellgetriebe weist ein Gleitlager auf, wobei der Wellgenerator über das Gleitlager
30 mit der Stirnradanordnung zusammenwirkt, wobei der Wellgenerator an einer Außenmantelfläche eine erste Gleitlagerfläche und die Stirnradanordnung an einer Innenmantelfläche eine zweite Gleitlagerfläche aufweist. Die Außenmantelfläche

und/oder die Innenmantelfläche ist in axialer Draufsicht vorzugsweise gekrümmt ausgebildet. Insbesondere liegt die Gleitlagerfläche zumindest bereichsweise an der Außenmantelfläche des Wellengenerators an. Vorzugsweise erstreckt sich die erste Gleitlagerfläche in axialer Richtung über die gesamte Außenmantelfläche des Wellengenerators. Besonders bevorzugt erstreckt sich die zweite Gleitlagerfläche in axialer Richtung im Bereich des Außenverzahnungsabschnitts und/oder im Bereich der ersten Gleitlagerfläche. Im Speziellen erstreckt sich die erste Gleitlagerfläche vollständig in Umlaufrichtung über die Außenmantelfläche und/oder die zweite Gleitlagerfläche vollständig in Umlaufrichtung über die gesamte Innenmantelfläche.

10

Im Rahmen der Erfindung ist die erste und/oder die zweite Gleitlagerfläche mechanisch geglättet. Die mechanische Glättung der Gleitlagerflächen dient insbesondere zur Reduzierung der Reibung des Gleitlagers und/oder zur Reduzierung des Verschleißes des Gleitlagers. Insbesondere werden die erste und/oder die zweite Gleitlagerfläche durch Umformen und/oder Trennen geglättet. Vorzugsweise werden die erste und/oder die zweite Gleitlagerfläche durch Walzen und/oder durch Zerspannen geglättet. Beispielsweise sind der Wellgenerator und die Stirnradeinrichtung aus unterschiedlichen Werkstoffen gebildet.

15

Optional ergänzend kann die erste oder die zweite Gleitlagerfläche zusätzliche eine verschleißmindernde und/oder reibungsmindernde Beschichtung, z.B. Keramik aufweisen. Besonders bevorzugt ist jedoch mindestens eine der beiden Gleitlagerflächen mechanisch geglättet und/oder beschichtungsfrei ist und insbesondere die Funktionsfläche bildet.

25

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass durch die mechanische Glättung der ersten und/oder zweiten Gleitlagerfläche die Reibung des Gleitlagers reduziert wird. Durch die einfache Gestaltung des Gleitlagers werden zum einen die Herstellkosten stark reduziert, zum anderen wird das Betriebsverhalten des Wellgetriebes verbessert.

30

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass durch die erfindungsgemäße Behandlung der Gleitlagerflächen das Wellgetriebe schmiermittelfrei betrieben werden kann. Ferner können durch die Behandlung der Oberfläche ebenfalls die Festigkeit des

Wellgenerators bzw. der Stirnradeinrichtung im Bereich der beiden Gleitlagerflächen verbessert werden, so dass dies ebenfalls positiv zum Betriebsverhalten beiträgt.

- 5 In einer ersten konkreten Realisierung ist die erste und/oder die zweite Gleitlagerfläche durch Rollieren mechanisch geglättet. Insbesondere wird durch das Rollieren die Reibung des Gleitlagers reduziert und zugleich die Verschleißfestigkeit erhöht. Vorzugsweise weist die erste und/oder die zweite Gleitlagerfläche eine Oberflächengüte mit einer gemittelten Rauhtiefe von weniger als 1 Mikrometer, 10 vorzugsweise weniger als 0,5 Mikrometer auf. Insbesondere wird unter Rollieren eine Oberflächengütung durch ein feines Spanen verstanden, vorzugsweise nach der Richtlinie VDI/VDE 2032.

- In einer alternativen oder optional ergänzenden konkreten Realisierung ist die erste 15 und/oder die zweite Gleitlagerfläche durch Glattwalzen mechanisch geglättet. Insbesondere wird durch das Glattwalzen die Reibung des Gleitlagers reduziert. Vorzugsweise weist die erste und/oder die zweite Gleitlagerfläche eine Oberflächengüte mit einer gemittelten Rauhtiefe von weniger als 10 Mikrometer, besonders bevorzugt von weniger als 1 Mikrometer auf. Insbesondere wird unter 20 Glattwalzen ein Umformverfahren zur Erzeugung spiegelglatter Oberflächen oder Oberflächen mit einer definierten Oberflächenstruktur verstanden, vorzugsweise nach der Richtlinie VDI/VDE 2032.

- In einer alternativen oder optional ergänzenden konkreten Realisierung ist die erste 25 und/oder die zweite Gleitlagerfläche durch Festwalzen mechanisch geglättet. Insbesondere wird durch das Festwalzen die Verschleißfestigkeit des Gleitlagers erhöht. Unter Festwalzen wird ein Umformverfahren zur positiven Beeinflussung von Randzoneneigenschaften, insbesondere durch Kaltverfestigen, verstanden, vorzugsweise nach der Richtlinie VDI 3177.

30

In einer bevorzugten konstruktiven Umsetzung weist die Stirnradeinrichtung eine Topf-Form oder eine Kragenhülsen-Form oder eine Ring-Form auf. Insbesondere weist die

Topf-Form einen nach innen gerichteten Flansch oder Kragen auf. Insbesondere weist die Kragenhülsen-Form einen nach außen gerichteten Flansch oder Kragen auf. Vorzugsweise ist der Flansch bzw. der Kragen mit einer Antriebseinheit, z.B. Außenrotor, Kettenrad etc., und/oder einer Abtriebseinheit, z.B. Innenrotor, Anschlagscheibe, Nockenwelle etc., verbunden. Insbesondere weist die die Ring-Form keinen Flansch auf. Besonders bevorzugt ist die Stirnradeinrichtung einteilig z.B. als ein Blechformteil ausgebildet. Im Speziellen weist die Stirnradeinrichtung in einem ausgebauten Zustand eine zylindrische Form auf.

10 In einer weiteren bevorzugten Umsetzung ist der Wellgenerator als ein Gleitwellgenerator ausgebildet ist, wobei das Gleitlager unmittelbar durch die erste und die zweite Gleitlagerfläche gebildet. Insbesondere ist die die erste Gleitlagerfläche durch eine radiale Außenseite des Grundkörpers des Wellgenerators bzw. des Gleitwellgenerators gebildet. Vorzugsweise ist der Gleitwellgenerator einteilig z.B. aus
15 einem Guss, pulvermetallurgisch etc. gefertigt. Dies bedeutet, dass der Gleitkontakt des Gleitlagers zwischen der ersten und der zweiten Gleitlagerfläche gegeben ist. Der Vorteil besteht darin, dass durch den Gleitwellgenerator eine einfache und robuste Bauform des Wellgetriebes realisierbar ist, wobei insbesondere das Betriebsverhalten verbessert wird und/oder ein wartungsarmer Betrieb des Wellgetriebes ermöglicht
20 wird.

In einer Realisierung der Erfindung ist das Gleitlager trockengeschmiert. Insbesondere weist die erste und/oder die zweite Gleitlagerfläche selbstschmierende Eigenschaften auf. Vorzugsweise erfolgt in dem Gleitlager eine Festkörperreibung. Beispielsweise
25 sind der Wellgenerator oder die Stirnradeinrichtung, insbesondere die erste oder die zweite Gleitlagerfläche, aus Kunststoff z.B. PE, PTFE, PFA und/oder aus einer Metalllegierung, z.B. Kupfer-Sinn, Blei-Zinn, Aluminium, Messing etc. gebildet. Besonders bevorzugt ist jedoch mindestens eine der beiden Gleitlagerflächen mechanisch geglättet.

30

In einer alternativen oder optional ergänzenden Realisierung ist das Gleitlager durch ein Schmiermittel geschmiert. Vorzugsweise erfolgt in dem Gleitlager eine

- 7 -

Mischreibung oder eine Flüssigkeitsreibung. Insbesondere ist das Schmiermittel ein fester oder ein fettiger oder ein öliger Schmierstoff.

- In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Wellgetriebe als ein
- 5 Nockenwellenversteller oder als ein Kompressionssteller ausgebildet. Insbesondere dient der Nockenwellenversteller dazu die Phasenlage der Nockenwelle, vorzugsweise eine Einlass- und/oder eine Auslassnockenwelle, relativ zu der Phasenlage der Kurbelwelle des Fahrzeugs zu verstellen. Insbesondere ist der Nockenwellenversteller ein elektrischer oder ein elektromechanischer
- 10 Nockenwellenversteller. Vorzugsweise weist der Nockenwellenversteller eine Aktorik zur Verstellung der Phasenlage auf, wobei besonders bevorzugt das Wellgetriebe als die Aktorik ausgebildet ist. Insbesondere ist der Nockenwellenversteller ein VCT-System.
- 15 Insbesondere dient der Kompressionssteller dazu ein Verdichtungsverhältnis einer Hubkolbenmaschine zu verändern. Insbesondere ist der Kompressionssteller ein elektrischer oder ein elektromechanischer Kompressionssteller. Vorzugsweise weist der Kompressionssteller eine Aktorik zur Veränderung des Verdichtungsverhältnisses auf, wobei besonders bevorzugt das Wellgetriebe als die Aktorik ausgebildet ist.
- 20 Insbesondere ist der Kompressionssteller ein VCR-System.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft ein Fahrzeug mit einem Wellgetriebe, wie diese zuvor beschrieben wurde beziehungsweise nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

25

Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung. Dabei zeigen:

- 30 Figur 1 zeigt ein Wellgetriebe in einer schematischen Schnittdarstellung als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figur 2 zeigt Getriebeelemente des Wellgetriebes in einer Schnittdarstellung;

Figur 3 zeigt ein vergrößertes, schematisiertes Detail der Anordnung der Getriebeelemente nach Figur 3;

5

Figur 4a zeigt eine Stirnradanordnung des Wellgetriebes in einer Schnittdarstellung in einer ersten Ausführungsform;

Figur 4b zeigt in gleicher Darstellung wie in Figur 4a die Stirnradanordnung in einer zweiten alternativen Ausführungsform;

10

Figur 4c zeigt in gleicher Darstellung wie in Figur 4a die Stirnradanordnung in einer dritten alternativen Ausführungsform;

15 Einander entsprechende oder gleiche Teile sind in den Figuren jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Figur 1 zeigt grob schematisiert ein insgesamt mit dem Bezugszeichen 1 gekennzeichnetes Wellgetriebe. Das Wellgetriebe 1 ist bzw. kann in ein Gehäuse 2 eingebaut sein, welches nicht Teil des Wellgetriebes 1 ist. Im Fall der Verwendung des Wellgetriebes 1 als Stellgetriebe eines elektrischen Nockenwellenverstellers handelt es sich bei dem Gehäuse 2 um ein drehbares, durch ein Zugmittel, insbesondere eine Kette, antreibbares Gehäuse des Nockenwellenverstellers. Normalerweise wird das Gehäuse im Falle des Nockenwellenverstellers als Antriebswelle zum Wellgetriebe dazugezählt. Eine mit 3 bezeichnete Welle, welche ein Abtriebsselement des Wellgetriebes 1 darstellt, ist hierbei mit einer Nockenwelle identisch oder fest verbunden. Bei Verwendung des Wellgetriebes 1 innerhalb einer Vorrichtung zur Variation des Verdichtungsverhältnisses eines Hubkolbenmotors ist das Gehäuse 2 mit einem Motorblock fest verbunden oder integraler Bestandteil des Motorblocks, das heißt, in jedem Fall nicht rotierbar. Bei der Welle 3 handelt es sich in diesem Fall um eine Exzenterwelle, die über ein Nebenpleuel mit dem Kurbeltrieb der Brennkraftmaschine zusammenwirkt.

20

25

30

Unabhängig von Verwendung und Einbausituation des Wellgetriebes 1 weist dieses ein mit der Welle 3 verbundenes starres Getriebebauteil ausgebildet als ein Hohlrad 4 auf. Die Rotationsachse des Hohlrades 4 ist mit R bezeichnet und mit der Symmetrieachse des Wellgetriebes 1 identisch. Das Hohlrad 4 ist innenverzahnt und wirkt direkt mit einem flexiblen, das heißt nachgiebigen, Getriebeelement, ausgebildet als eine Stirnradeinrichtung 5 beispielsweise eine Wellbüchse, zusammen. Die Stirnradeinrichtung 5 wird auch als Flexring bezeichnet.

Beim Betrieb des Wellgetriebes 1 wird die Stirnradeinrichtung 5 permanent durch einen Wellgenerator 6 verformt. In dem Schnitt nach Figur 1 ist der Wellgenerator 6 erkennbar, welcher einen T-förmigen Querschnitt aufweist und als Komponente eines Gleitlagers 7, das heißt als Lagerring, fungiert. Der Wellgenerator 6 weist an einer Außenmantelfläche eine erste Gleitlagerfläche 8a und die Stirnradeinrichtung 5 weist an einer Innenmantelfläche eine zweite Gleitlagerfläche 8b auf. Die erste Gleitlagerfläche 8a kontaktiert die zweite Gleitlagerfläche 8b, sodass hierdurch der Gleitkontakt des Gleitlagers 7 gebildet ist.

Über den Gleitkontakt des Gleitlagers 7 werden Radialkräfte - bezogen auf die Rotationsachse R - übertragen, wobei in einem mit 9 bezeichneten Verzahnungsbereich ein Außenverzahnungsabschnitt 10 der Stirnradeinrichtung 5 mit einem Innenverzahnungsabschnitt 11 des Hohlrades 4, kämmt, sodass ein Drehmoment zwischen den Getriebeelementen 4, 5 übertragbar ist.

Wie aus den Figuren 2 und 3 hervorgeht, befindet sich der Außenverzahnungsabschnitt 10 in genau zwei diametral gegenüberliegenden Umfangsabschnitten im Eingriff mit dem Innenverzahnungsabschnitt 11. Die Außenmantelfläche des Wellgenerators 6 fungiert hierbei als die erste Gleitlagerfläche 8a, auf welcher die Stirnradeinrichtung 5 als weiteres Gleitlagerelement mit der zweiten Gleitlagerfläche 8b aufliegt.

- 10 -

Der Wellgenerator 6 weist eine ovale bzw. elliptische Kontur auf, die dafür sorgt, dass an zwei exakt am Umfang des Wellgenerators 6 gegenüberliegenden Stellen, in der Anordnung nach Figur 2 am obersten und am untersten Punkt, die Verzahnungsabschnitte 10, 11 der Getriebeelemente 4, 5 in maximal möglichem Maße ineinandergreifen. Mit zunehmendem Abstand von diesen beiden Punkten am Umfang der Getriebeelemente 4, 5 ist dagegen der Außenverzahnungsabschnitt 10 zunehmend von dem Innenverzahnungsabschnitt 11 abgehoben, wie insbesondere aus Figur 3 hervorgeht.

- 10 Eine geringfügig unterschiedliche Zähnezahzahl zwischen den Verzahnungsabschnitten 10, 11 der Getriebeelemente 4, 5 sorgt dafür, dass sich beim Wandern ein Verzahnungsbereich 12, welches durch Rotation des Wellgenerators 6 relativ zur Stirnradeinrichtung 5 bewirkt wird, die Getriebeelemente 4, 5 vergleichsweise langsam gegeneinander verdrehen. Der Wellgenerator 6 ist durch einen nicht dargestellten
15 Elektromotor direkt angetrieben.

- Die Figuren 4a, b und c zeigen jeweils die Stirnradeinrichtung 5 in einem Längsschnitt entlang der Rotationsachse R in drei unterschiedlichen Ausführungsformen. Die erste Gleitlagerfläche 8a des Wellgenerators 6 ist schematisch angedeutet. Die
20 Stirnradeinrichtung 5 weist jeweils an der radialen Außenseite den Außenverzahnungsabschnitt 10 auf. Im Bereich des Außenverzahnungsabschnitts 10 ist an der Innenmantelfläche die zweite Gleitlagerfläche 8b angeordnet. Die zweite Gleitlagerfläche 8b erstreckt sich beispielsweise in axialer Richtung in Bezug auf die Rotationsachse R im Bereich des Außenverzahnungsabschnitts 10 und/oder im
25 Bereich der ersten Gleitlagerfläche 8a. Das Gleitlager 7 ist unmittelbar durch die erste und die zweite Gleitlagerfläche 8a, b gebildet ist. Die erste und/oder die zweite Gleitlagerfläche 8a, b sind z.B. durch Walzrollieren mechanisch geglättet. Die Stirnradeinrichtung 5 ist elastisch verformbar und beispielsweise als Blechformteil ausgebildet.

Figur 4a zeigt die Stirnradeinrichtung 5 in einer Ringform. Die Ringform ist beispielsweise als "Flexring", also ein außenverzahnter flexibler Ring ohne Kragen ausgebildet.

5 Figur 4b zeigt die Stirnradeinrichtung 5 in einer Topfform. Die Topfform ist beispielsweise als "Flextopf", also ein außenverzahnter flexibler Ring mit einem radial nach innen gerichteten Kragen 13. Beispielsweise ist der Kragen 13 mit einer Abtriebseinheit z.B. Nockenwelle, Anschlagscheibe, Abtriebshohlrad etc. verbunden.

10 Figur 4c zeigt die Stirnradeinrichtung 5 in einer Kragenhülsenform bzw. Hutform. Die Kragenhülsenform ist beispielsweise als "Flexhülse", also ein außenverzahnter flexibler Ring mit einem radial nach außen gerichteten Kragen 13. Beispielsweise ist der Kragen 13 mit einer Antriebseinheit z.B. Gehäuse, Kettenrad, etc. verbunden.

Bezugszeichenliste

1	Wellgetriebe
2	Gehäuse
3	Welle
4	Hohlrad
5	Stirnradeinrichtung
6	Wellgenerator
7	Gleitlager
8a	erste Gleitlagerfläche
8b	zweite Gleitlagerfläche
9	Verzahnungsbereich
10	Außenverzahnungsabschnitt
11	Innenverzahnungsabschnitt
12	Verzahnungsbereich
13	Kragen
R	Rotationsachse

Patentansprüche

1. Wellgetriebe (1),

5

mit einem Hohlrad (4), wobei das Hohlrad (4) einen Innenverzahnungsabschnitt (11) aufweist,

mit einer Stirnradereinrichtung (5), wobei die Stirnradereinrichtung (5) einen
10 Außenverzahnungsabschnitt (10) aufweist, wobei der Innenverzahnungsabschnitt (11) bereichsweise mit dem Außenverzahnungsabschnitt (10) in Eingriff steht,

mit einem Wellgenerator (6), wobei der Wellgenerator (6) die Stirnradereinrichtung (5) derart verformt, so dass der bereichsweise Eingriff gebildet ist,

15

mit einem Gleitlager (7), wobei der Wellgenerator (6) über das Gleitlager (7) mit der Stirnradereinrichtung (5) zusammenwirkt, wobei der Wellgenerator (6) an einer Außenmantelfläche eine erste Gleitlagerfläche (8a) und die Stirnradereinrichtung (5) an einer Innenmantelfläche eine zweite Gleitlagerfläche (8b) aufweist,

20

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste und/oder die zweite Gleitlagerfläche (8a, b) mechanisch geglättet ist.

25 2. Wellgetriebe (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite Gleitlagerfläche (8a, b) durch Rollieren mechanisch geglättet ist.

3. Wellgetriebe (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite Gleitlagerfläche (8a, b) durch Glattwalzen mechanisch geglättet
30 ist.

- 14 -

4. Wellgetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite Gleitlagerfläche (8a, b) durch Festwalzen mechanisch geglättet ist.
- 5 5. Wellgetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stirnradeinrichtung (5) eine Topf-Form oder eine Kragenhülsen-Form oder eine Ring-Form aufweist.
- 10 6. Wellgetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das der Wellgenerator (5) als ein Gleitwellgenerator ausgebildet ist, wobei das Gleitlager (7) unmittelbar durch die erste und die zweite Gleitlagerfläche (8a, b) gebildet ist.
- 15 7. Wellgetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitlager (7) trockengeschmiert ist.
8. Wellgetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitlager (7) durch ein Schmiermittel geschmiert ist.
- 20 9. Wellgetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Wellgetriebe (1) als ein Nockenwellenversteller oder als ein Kompressionssteller ausgebildet ist.
- 25 10. Fahrzeug mit dem Wellgetriebe (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

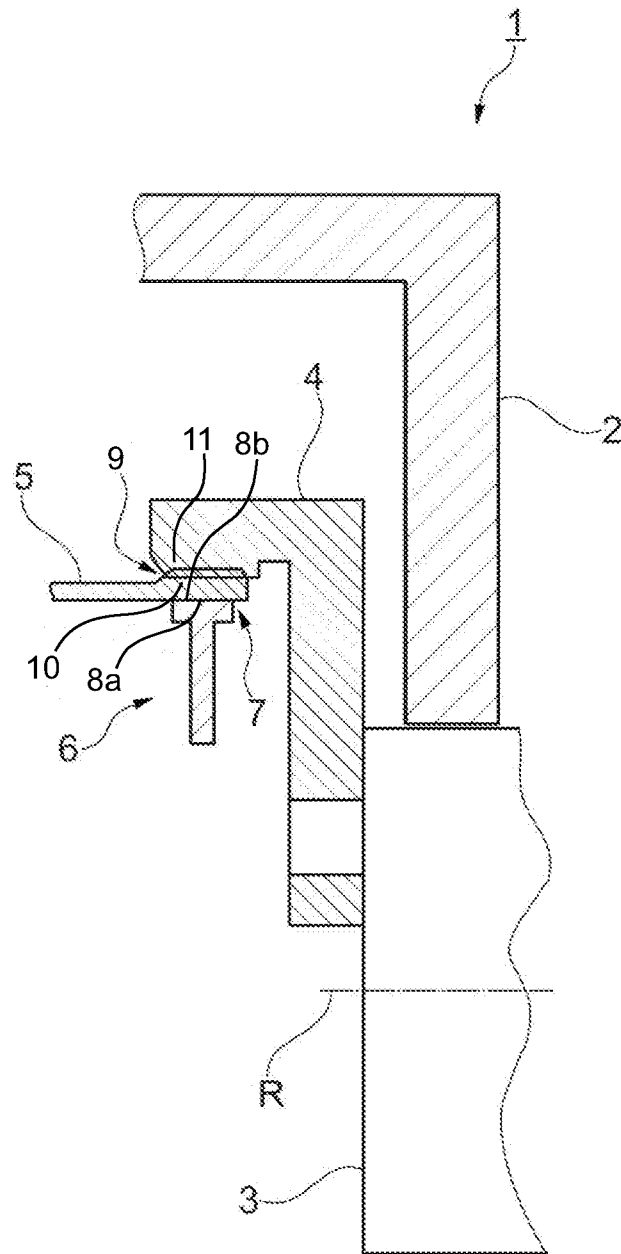


Fig. 1

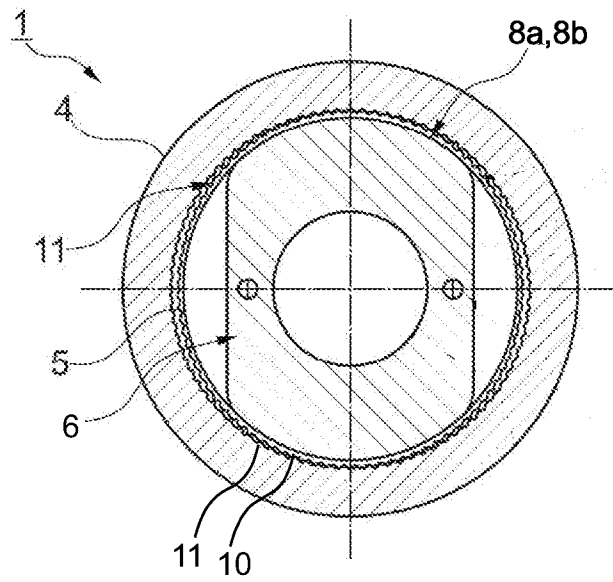


Fig. 2

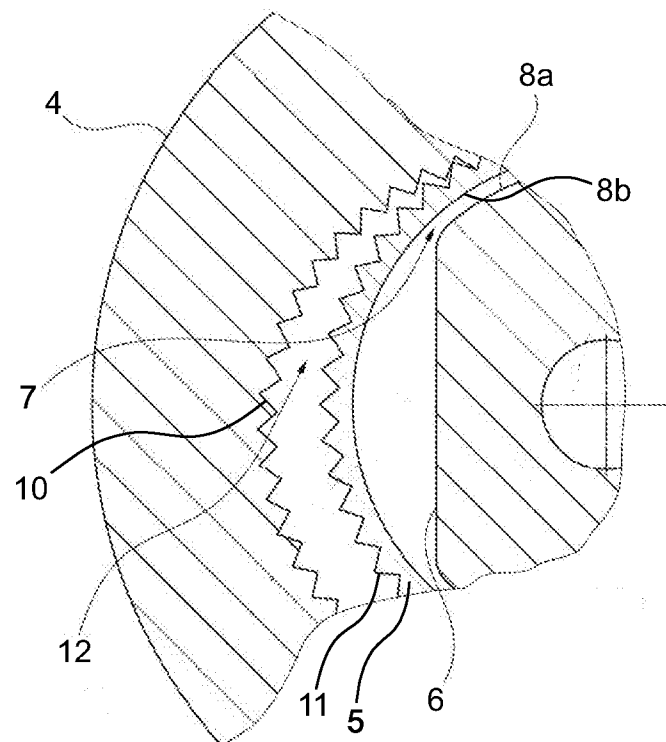


Fig. 3

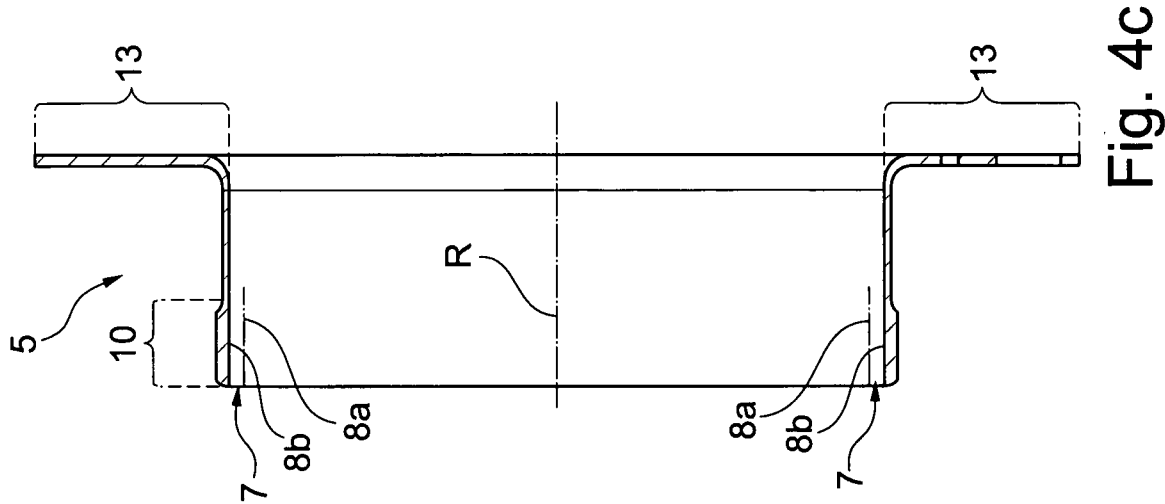


Fig. 4a

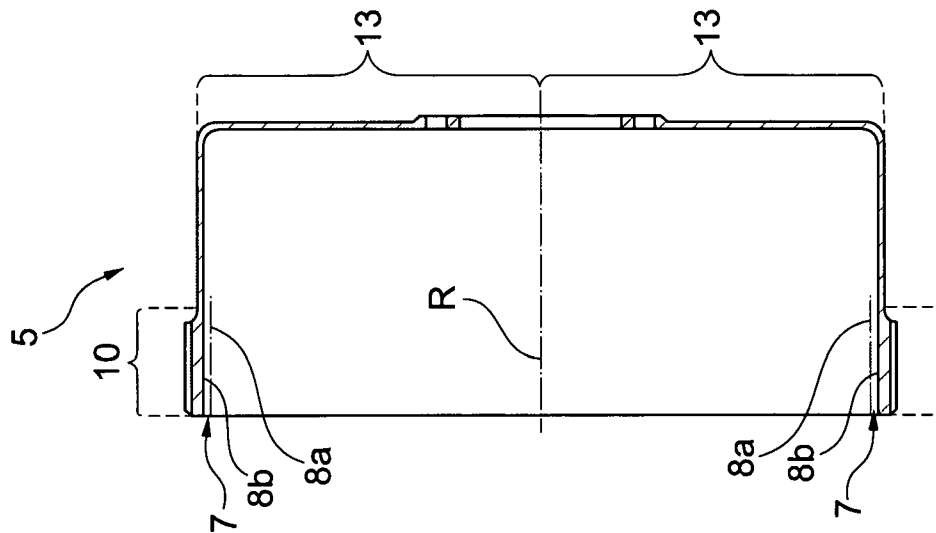


Fig. 4b

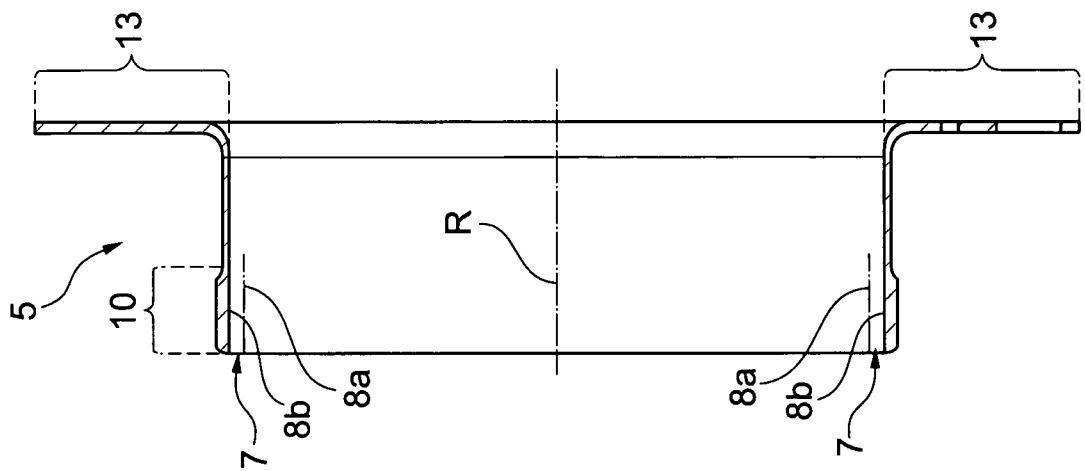


Fig. 4c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2017/100852

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F16H49/00 F16C33/14
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 B23P F16H

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 199 13 778 A1 (BUEHLER MOTOR GMBH [DE]) 28 September 2000 (2000-09-28) column 2, lines 57-60; figures -----	1-10
X	DE 11 2004 002831 B4 (HARMONIC DRIVE SYSTEMS [JP]) 16 May 2012 (2012-05-16) cited in the application paragraphs [0037] - [0039]; figures -----	1-10
A	CH 133 259 A (SIM A G [CH]) 31 May 1929 (1929-05-31) the whole document -----	1-10
A	DE 10 2011 113801 A1 (HEGENSCHEIDT MFD GMBH & CO KG [DE]) 21 March 2013 (2013-03-21) abstract; claim 2 -----	1-10



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

4 December 2017

Date of mailing of the international search report

13/12/2017

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

Meritano, Luciano

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2017/100852

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19913778	A1	28-09-2000	NONE
DE 112004002831	B4	16-05-2012	DE 112004002831 T5 01-03-2007 JP 4588023 B2 24-11-2010 JP W02005100818 A1 06-03-2008 US 2007157760 A1 12-07-2007 WO 2005100818 A1 27-10-2005
CH 133259	A	31-05-1929	NONE
DE 102011113801	A1	21-03-2013	CA 2884221 A1 21-03-2013 CN 104080572 A 01-10-2014 DE 102011113801 A1 21-03-2013 EP 2755794 A2 23-07-2014 KR 20140066235 A 30-05-2014 US 2015074998 A1 19-03-2015 WO 2013037353 A2 21-03-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F16H49/00 F16C33/14
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F16C B23P F16H

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 199 13 778 A1 (BUEHLER MOTOR GMBH [DE]) 28. September 2000 (2000-09-28) Spalte 2, Zeilen 57-60; Abbildungen -----	1-10
X	DE 11 2004 002831 B4 (HARMONIC DRIVE SYSTEMS [JP]) 16. Mai 2012 (2012-05-16) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0037] - [0039]; Abbildungen -----	1-10
A	CH 133 259 A (SIM A G [CH]) 31. Mai 1929 (1929-05-31) das ganze Dokument -----	1-10
A	DE 10 2011 113801 A1 (HEGENSCHEIDT MFD GMBH & CO KG [DE]) 21. März 2013 (2013-03-21) Zusammenfassung; Anspruch 2 -----	1-10



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

4. Dezember 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/12/2017

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

Meritano, Luciano

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2017/100852

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19913778 A1	28-09-2000	KEINE	
DE 112004002831 B4	16-05-2012	DE 112004002831 T5	01-03-2007
		JP 4588023 B2	24-11-2010
		JP W02005100818 A1	06-03-2008
		US 2007157760 A1	12-07-2007
		WO 2005100818 A1	27-10-2005
CH 133259 A	31-05-1929	KEINE	
DE 102011113801 A1	21-03-2013	CA 2884221 A1	21-03-2013
		CN 104080572 A	01-10-2014
		DE 102011113801 A1	21-03-2013
		EP 2755794 A2	23-07-2014
		KR 20140066235 A	30-05-2014
		US 2015074998 A1	19-03-2015
		WO 2013037353 A2	21-03-2013