

(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
9. April 2015 (09.04.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/048950 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16H 57/04 (2010.01) F16C 33/10 (2006.01)
F16C 17/02 (2006.01) F16C 17/04 (2006.01)
F16C 33/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2014/200407

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. August 2014 (20.08.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 220 063.3
2. Oktober 2013 (02.10.2013) DE

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

(72) Erfinder: GÜTTLER, Alexander; Im Gewend 8, 91346
Wiesenttal (DE). PLOGMANN, Michael; Reytherstr. 16,
91074 Herzogenaurach (DE). FORSTNER, Christian;
Deutschhöferstrasse 57a, 97422 Schweinfurt (DE).
CLAUS, Sven; Mathildenstraße 7, 90489 Nürnberg (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, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

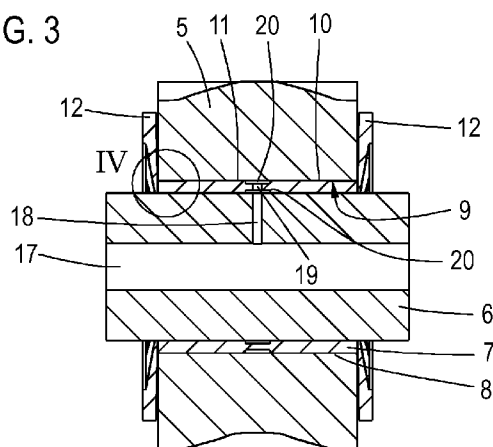
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: PLANETARY GEAR BEARING ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung : PLANETENRADLAGERANORDNUNG

FIG. 3



(57) Abstract: The invention concerns a planetary gear bearing arrangement, comprising a planetary carrier on which a fixed bearing shaft is provided, a planetary gear being rotatably mounted on the bearing shaft by means of a sliding bearing, the sliding bearing (9) comprising a first sliding layer, provided at the shaft end, and a second sliding layer, provided at the wheel end, the first sliding layer being a deposited hard material layer (8) and the second sliding layer being a hardened surface layer (11).

(57) Zusammenfassung: Planetenradlageranordnung, umfassend einen Planetenradträger, an dem eine feste Lagerachse vorgesehen ist, auf welcher Lagerachse ein Planetenrad über ein Gleitlager drehgelagert ist, wobei das Gleitlager (9) eine achsseitig vorgesehene erste Gleitschicht und eine radseitig vorgesehene zweite Gleitschicht aufweist, wobei die erste Gleitschicht eine abgeschiedene Hartstoffschicht (8) und die zweite Gleitschicht eine gehärtete Oberflächenschicht (11) ist.

Bezeichnung der Erfindung

5

Planetenradlageranordnung

Beschreibung

10

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Planetenradlageranordnung, umfassend einen Planetenradträger, an dem eine feste Lagerachse vorgesehen ist, auf welcher Lagerachse ein Planetenrad über ein Gleitlager drehgelagert ist.

Hintergrund der Erfindung

Eine Planetenradlageranordnung kommt üblicherweise in einem Planetengetriebe zur Anwendung. Ein solches Planetengetriebe besteht üblicherweise aus zumindest einem Sonnenrad, einem Hohlrad und einem Planetenradträger, auf dem mindestens ein Planetenrad auf einer Lagerachse drehbar gelagert ist. Das Sonnenrad treibt beispielsweise das Planetenrad an, wobei zumeist mehrere, beispielsweise drei Planetenräder äquidistant verteilt sind, die gemeinsam über das Sonnenrad angetrieben werden. Das oder die Planetenräder kämmen mit dem Hohlrad, so dass die entsprechende Übersetzung gegeben ist.

Es ist bekannt, das Planetenrad über ein Gleitlager auf der Lagerachse drehzulagern. Üblicherweise kommen Wälzlager zum Einsatz. Insbesondere bei großen Planetengetrieben sind auch hydrodynamische Gleitlager bekannt, die über ein entsprechendes Schmiermittel, beispielsweise Öl, geschmiert werden. Bei hohen Lasten und bei niedrigen Relativgeschwindigkeiten bewegen sich die Reibpartner des Gleitlagers im sogenannten Mischreibungsbetrieb. Der rotierende Reibpart-

ner wird hierbei nicht vollständig vom zwischenliegenden Schmierfilm getragen, vielmehr ist eine – zumindest teilweise – Oberflächenberührung zwischen dem rotierenden Reibpartner und dem Gegenlaufpartner gegeben.

- 5 Generell sollte der Reibpartner, der die Umfangslast trägt, also in der Regel die (drehende) Welle, eine höhere Mikrohärtigkeit aufweisen als der Gegenlaufpartner. Aufgrund dieser Ausgestaltung passt sich die Oberflächenkontur des Gegenlaufpartners der Kontur des in der Regel als Welle ausgestalteten Reibpartners an. Nach anfänglichem Einlaufverschleiß bewirkt diese Konturanpassung einen re-
- 10 duzierten Verschleiß durch Verringerung des Mischreibungsbereichs bzw. Verschiebung des Mischreibungsbereichs zu kleineren Drehzahlen hin. Die Einlaufphase ist für Gleitlager, wie sie hierbei zum Einsatz kommen, zwingend erforderlich. Im hydrodynamischen Betrieb hingegen wird der eine Reibpartner des Gleitlagers vollständig vom Schmierfilm getragen. Er ist über diesen Schmierfilm vom
- 15 Gegenlaufpartner getrennt. Der hydrodynamische Zustand ist, verglichen mit dem Mischreibungszustand, bei höheren Relativgeschwindigkeiten (Druck konstant) oder geringeren Drücken (Relativgeschwindigkeit konstant) gegeben.
- 20 Grundsätzlich wäre ein Betrieb im Mischreibungszustand zweckmäßig, da in diesem Bereich üblicherweise das Minimum der Stribeck-Kurve, die den Verlauf der Reibkraft (bzw. des Reibkoeffizienten) in Abhängigkeit der Reibgeschwindigkeit im Falle einer hydrodynamischen Reibung beschreibt, gegeben ist. Ausgehend vom Minimum der Stribeck-Kurve steigt bei höheren Reibgeschwindigkeiten die
- 25 Reibkraft auf Grund der zunehmenden Ausprägung der Flüssigkeitsreibung wieder an.

- Üblicherweise ist bei bekannten Gleitlageranordnungen ein Reibpartner der Gleitlagerwerkstoffpaarung mit einer Oberflächenschicht aus Weißmetall oder Bronze
- 30 versehen bzw. besteht hieraus, während der andere Reibpartner der Werkstoffpaarung eine Oberfläche aus ungehärtetem oder gehärtetem Stahl bzw. eine hartverchromte Oberfläche aufweist. Bei dieser Materialpaarung führt ein häufiger Betrieb des Gleitlagers im Mischreibungsbereich aufgrund des hohen Oberflä-

chenverschleißes am Reibpartner bestehend aus Weißmetall oder Bronze zu einer frühzeitigen Ausschöpfung des vom System vorgegebenen Verschleißvolumens, ggf. auch zur Schädigung und damit zu einem frühzeitigen Ausfall des Gleitlagers. Das Gebiet der Mischreibung wird insbesondere mit jedem Anlaufen und Auslaufen des Gleitlagers durchlaufen. Wird also das Planetengetriebe in Anwendungen eingesetzt, wo häufig ein Lageranlauf gegeben ist, wie beispielsweise bei großen Planetengetrieben, wie sie z. B. im Bereich von Windkraftanlagen verwendet werden, so sind entsprechende, starke Lagerbelastungen gegeben, die verschleißfördernd sind. Dies ist insbesondere bei großen Planetengetrieben problematisch, als sich ein verschlissenes Lagerbauteil nicht ohne weiteres bzw. wenn überhaupt nur mit sehr hohem Aufwand austauschen lässt.

Um einen möglichst guten Verschleißschutz zu bieten, ist es insbesondere bei großen Planetengetrieben bekannt, eine aktive Schmierung vorzusehen, beispielsweise eine Druckschmierung mittels einer geeigneten Pumpe. Hierbei sind entsprechende Vorkehrungen getroffen, um kontinuierlich Schmiermittel in den Gleitlagerbereich zu fördern, diese also aktiv einzubringen, um den Mischreibungsbetrieb möglichst weit einzuschränken, so dass dieser verschleißfördernde Zustand im Falle eines Lageranlaufs möglichst kurz gegeben ist. Die Vorrichtung respektive Integration entsprechender, der aktiven Schmierung dienender Anordnungen ist jedoch aufwändig.

Zusammenfassung der Erfindung

Der Erfindung liegt damit das Problem zugrunde, eine Planetenradlageranordnung anzugeben, die sich durch einen hohen Verschleißschutz bei gleichzeitiger Tauglichkeit zum Mischreibungsbetrieb ohne aktive Schmierung auszeichnet.

Zur Lösung dieses Problems ist bei einer Planetenradlageranordnung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Gleitlager eine achsseitig vorgesehene erste Gleitschicht und eine radseitig vorgesehene zweite Gleitschicht aufweist, wobei die erste Gleitschicht eine abgeschiedene Hartstoffschicht und die zweite Gleitschicht eine gehärtete Oberflächenschicht ist.

- Die erfindungsgemäße Planetenradlageranordnung zeichnet sich durch eine besondere Werkstoffpaarung im Gleitlager aus. Die erste Gleitschicht ist mittels einer abgeschiedenen Hartstoffschicht gebildet, die beispielsweise mittels PVD- oder PACVD-Verfahren aufgebracht wird. Bei dieser Hartstoffschicht kann es sich beispielsweise um eine diamantähnliche bzw. diamantartige Beschichtung handeln. Insbesondere ist sie als amorphe Kohlenstoffschicht, als sogenannte DLC-Schicht, ausgestaltet. Alternativ zur Verwendung amorpher Kohlenstoffschichten können auch metallocidierte Kohlenstoffschichten Verwendung finden.
- Die <Hartstoffschicht auch durch Karbonitrieren hergestellt werden. Insbesondere geeignet ist eine harte diamantartige Beschichtung mit der Bezeichnung „Triondur®“ der Anmelderin. Hierunter sind unterschiedliche Schichten wie beispielsweise eine nitridische Chromschicht, eine wasserstofffreie amorphe Kohlenstoffschicht oder auch kohlenstoffbasierte Schichtsysteme bekannt, die sich jeweils durch extremen Verschleißwiderstand wie auch eine sehr gute Ölenetzung auszeichnen.

- Der zweite Werkstoff des erfindungsgemäß vorgeschlagenen tribologischen Systems ist eine gehärtete Oberflächenschicht. Diese wird bevorzugt durch entsprechende thermische Behandlung und gegebenenfalls Einbringung zusätzlicher, schichthärtender Elemente wie beispielsweise Kohlenstoff und Ähnliches in die üblicherweise als Wälzlagerstahl oder Einsatzstahl wie 18CrNiMo7-6 gebildete Oberflächenschicht des jeweiligen Gleitlagerreibpartners erzeugt. Es sind folglich im erfindungsgemäßen tribologischen System bestehend aus Hartstoffschicht und gehärteter Oberflächenschicht zwei extrem harte Reibpartner gegeben. Aufgrund der geringen Adhäsionsneigung der Hartstoffschicht im Kontakt mit der gehärteten Oberflächenschicht, also der gehärteten Stahlschicht, ist ein sehr geringer Reibbeiwert unter Ölschmierung gegeben. In dessen Folge entsteht beim Gleiten eine sehr geringe Reibarbeit und daraus resultierend eine geringere Wärmeentwicklung im Vergleich zu konventionellen hydrodynamisch ausgelegten Gleitlagersystemen auf Basis von Bronze- und Weißmetallwerkstoffen. Darüber hinaus zeichnet sich das erfindungsgemäß vorgeschlagene tribologische System durch einen äußerst hohen Verschleißschutz aus, da beide Partner innerhalb der

Werkstoffpaarung extrem hart und damit verschleißfest sind. Hierdurch ergibt sich im Betrieb des Gleitlagers eine sehr hohe Mischreibungstauglichkeit, verbunden mit der Möglichkeit, den Betriebspunkt nahe an das Minimum der Striebeck-Kurve zu legen, wo also das optimale Verhältnis aus Rotationsgeschwindigkeit zur Reibkraft gegeben ist. Selbst höhere Anteile an Festkörperreibung können ohne Verschleiß aufgrund der Parameter der beteiligten Schichten ertragen werden.

Ein weiterer Vorteil ist, dass aufgrund der hohen Verschleißfestigkeit das klassische Einlaufen bei dem erfindungsgemäß in der Planetenradlageranordnung integrierten Gleitlager nicht mehr stattfindet. Das tribologische System läuft nicht ein, eine Einglättung von Rauheitsspitzen findet in wesentlich geringerem Maße statt. Hieraus resultiert eine bessere Führungsgenauigkeit, das Betriebsreibmoment steht hier von Beginn an bereit und verändert sich nicht anlagenwirksam. Unterstützt wird dies durch die bevorzugte Einstellung der Substratoberflächen mit Rauheiten $R_z < 1$, was insbesondere für die Hartstoffschicht, vorzugsweise aber auch für die gehärtete Oberflächenschicht gilt.

Ein weiterer nennenswerter und sich aus den sehr geringen Reibungsverlusten ergebender Vorteil ist wie beschrieben die deutlich geringere Wärmeentwicklung, die folglich einen wesentlich geringeren Kühlaufwand erfordert. Das Schmiermittel, also das Öl, im Reibkontakt wird nur noch zur Benetzung benötigt, nicht aber zum Kühlen. Infolgedessen sind die benötigten Schmiermittelmengen deutlich geringer, eine aktive Schmiermittelversorgung durch Druckschmierung oder Ähnliches ist folglich nicht mehr erforderlich. Eine Schmierung der Gleitkontakte allein durch Tauchen der Planetenlagerachse mit dem Gleitlager und dem Planetenrad in das Tauchbad des Getriebes ist bereits ausreichend, hierbei ist ein hinreichender Zulauf gegeben. Mit Wegfall der aktiven Schmiermittelversorgung sinkt des Weiteren auch die Störanfälligkeit im Planetengetriebe, die Betriebssicherheit und Anlagenverfügbarkeit steigt. Aufgrund der Verwendung von Stählen und vorzugsweise mittels PVD und/oder PACVD-Verfahren aufgetragenen Hartstoffschichten ist auch eine hohe zulässige Betriebstemperaturgrenze von $> 200^\circ \text{C}$ gegeben, das heißt, dass das tribologische Systeme thermisch sehr robust ist

und keine technisch relevanten Entfestigungen innerhalb der Werkstoffe, wie dies im Stand der Technik bei Verwendung von Weißmetallen und Bronzen mitunter der Fall ist, auftreten. Da eine Ermüdung der Werkstoffe ausgeschlossen ist, bietet sich ferner die Möglichkeit zum Downsizing sowie zur Erhöhung der

5 Leistungsdichte.

Die Hartstoffschicht sollte eine Härte von wenigstens 800 HV, insbesondere von mindestens 1000 HV bis zu 4000 HV, vorzugsweise von 1100 HV bis 3000 HV, aufweisen, während die gehärtete Oberflächenschicht eine Härte von wenigstens

10 45 HRC, insbesondere mindestens 53 HRC und vorzugsweise von 55 HRC bis zu 65 HRC aufweisen sollte.

Die Hartstoffschicht ist bevorzugt auf der Achse direkt abgeschieden, das heißt, die Lagerachse selbst wird unmittelbar im PVD- oder PACVD-Verfahren mit der

15 Hartstoffschicht belegt. Alternativ ist es denkbar, die Hartstoffschicht auf einer Hülse, die auf der Lagerachse befestigt ist, abzuscheiden. Unabhängig davon, ob der Hartstoffschichtauftrag nun direkt auf der Lagerachse oder einer Hülse erfolgt, findet sich folglich die Hartstoffschicht achsseitig.

Die gehärtete Oberflächenschicht demgegenüber kann entweder direkt an der Innenseite einer Lagerbohrung des Planetenrades erzeugt sein, oder an der Innenseite einer Hülse, die in der Lagerbohrung des Planetenrads angeordnet ist. Durch die Auslegung des tribologischen Systems in dieser beschriebenen Art, bei der das „verschleißende“ Element, nämlich das Planetenrad oder die darin ein-

25 gesetzte Hülse als Partner des Gleitlagers die Umfangslast trägt, während das vor Verschleiß „geschützte“ Element, nämlich die Lagerachse mit der Hartstoffbeschichtung, Punktlast aufweist, ergibt sich der Effekt, dass das erfindungsgemäß integrierte Gleitlager selbst im Falle geringen Verschleißes einen in Umfangsrichtung gleichmäßigen Verschleiß aufweist. Hieraus ergibt sich eine

30 deutlich bessere Führungsgenauigkeit und ein – wenn überhaupt – nur sehr gering wachsendes Betriebsspiel. Erfindungsgemäß ist im vorliegenden Fall also am Kontaktpartner, der die Punktlast trägt, nämlich die Lagerachse, die extrem harte und verglichen mit der gehärteten Oberflächenschicht, härtere Hartstoff-

schicht vorgesehen, während der demgegenüber „weichere“ Kontaktpartner, nämlich die gehärtete Oberflächenschicht, am Umfangslast-tragenden Reibpartner vorgesehen ist, anders als im Stand der Technik, wo dies genau umgekehrt ist.

5

Wie beschrieben kann bei der erfindungsgemäßen Planetenradlageranordnung auf eine aktive Schmierung aufgrund der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Gleitlagers verzichtet werden, da es grundsätzlich ausreichend ist, wenn das Gleitlager während einer vollständigen 360°-Bewegung relativ zum Hohlrad durch
10 das Ölbad läuft. Dennoch ist natürlich stets eine kontinuierliche Schmiermittelversorgung zweckmäßig, was erfindungsgemäß dadurch erfolgen kann, dass wenigstens ein dem Planetenrad zugeordnetes, beispielsweise mit dem Planetenrad rotierendes Rückhalteelement zum Rückhalten und/oder Führen eines Schmiermittels im Bereich des Gleitlagers vorgesehen ist. Dieses Rückhalteelement dient einzig und allein dazu, Schmiermittel im Gleitlagerbereich zumindest
15 zum Teil während der Zeit, während welcher das Gleitlager nicht im Ölbad eintaucht, vorrätig zu halten, so dass es in den Gleitlagerbereich fließen kann. Dieses etwaigen Zufließen geschieht jedoch in keinem Fall aktiv, vielmehr steht das Schmiermittel letztlich am Kontaktbereich an und wird auf Grund der sich aus
20 dem Zusammenspiel der Geometrien der am Tribosystem beteiligten Elemente ergebenden Keilspaltgeometrien mehr oder weniger nach Bedarf in den Kontaktbereich gezogen. Das Rückhalteelement kann mit dem Planetenrad mitdrehen, das heißt, dass die Rotation des Planetenrades zwangsläufig zur Rotation des Rückhalteelements führt. Denkbar ist es aber auch, wenn das Rückhalteelement
25 nur mit dem Planetenträger umläuft.

Ein solches Rückhalteelement kann erfindungsgemäß scheibenförmig ausgeführt und derart ausgebildet sein, dass es beim Eintauchen in einen Schmiermittelsumpf das Schmiermittel aufnimmt und bei weiterer Bewegung des Planetenrades das Schmiermittel in den Bereich des Gleitlagers fließt. Das heißt, dass das
30 Rückhalteelement quasi Schmiermittel, also Öl, schöpft, und bei weiterer Rotation das Schmiermittel vom Rückhalteelement zum Gleitlager fließt.

Dabei kann ein solches scheibenförmiges Element beispielsweise mehrere symmetrisch um den Umfang verteilt angeordnete, axial vorspringende und gebogene Stege aufweisen, die also flügelartig konzipiert sind und als Schöpfstege dienen. Alternativ kann das scheibenförmige Element einen mit einem Radial-

5 bund hinterschnittenen Axialflansch aufweisen, so dass sich eine Ringscheibe ergibt, die ebenfalls Schmiermittel schöpfen und bevorraten kann. Eine weitere Alternative sieht vor, dass das scheibenförmige Element eine axiale Ausbiegung, die in einer Durchbrechung mündet, aufweist. Auch dieses scheibenförmige Element schöpft beim Durchlauf durch den Ölsumpf Schmiermittel und führt dieses

10 quasi hinter die Scheibe in einen Spalt, der bei dieser Ausgestaltung zwischen der Ebene des Planetenrades und dem scheibenförmigen Element gegeben ist.

Vor allem bei groß auszulegenden Planetengetrieben ist es zweckmäßig, wenn das oder jedes Planetenrad auch axial gelagert ist. Zu diesem Zweck ist bei der

15 Planetenradlageranordnung erfindungsgemäß wenigstens ein Axialgleitlager vorgesehen, über das das Planetenrad gegen den Planetenradträger gelagert ist, wobei das Axiallager mindestens eine Axialscheibe umfasst, die eine Gleitschicht in Form einer abgeschiedenen Hartstoffschicht aufweist, wobei die Axialscheibe entweder mit dem Planetenrad verbunden ist und auf einer am Planetenradträger

20 ausgebildeten Gleitschicht in Form einer gehärteten Oberflächenschicht läuft, oder wobei die Axialscheibe mit dem Planetenradträger verbunden ist und auf einer am Planetenrad ausgebildeten Gleitschicht in Form einer gehärteten Oberflächenschicht läuft. Auch hier kommt zur Axiallagerung das erfindungsgemäß vorgesehene tribologische System aus Hartstoffschicht und gehärteter Oberflächenschicht zum Einsatz. Die Hartstoffschicht ist in jedem Fall an einer Axial-

25 scheibe, die Teil des Axialgleitlagers ist, ausgebildet. Diese Axialscheibe kann entweder am Planetenrad angeordnet sein und mit diesem rotieren, die gehärtete Oberflächenschicht ist in diesem Fall am Planetenradträger ausgebildet, der – wie natürlich das Planetenrad auch – auf einfache Weise gehärtet werden kann.

30 Diese Axialscheibe kann beispielsweise in eine entsprechende eingetiefte Aufnahme am Planetenrad eingesetzt werden. Alternativ kann die Axialscheibe auch am Planetenradträger angeordnet sein, die gehärtete Oberflächenschicht ist am

Planetenrad ausgebildet, wobei das Planetenrad als solches in der Regel ohne hin gehärtet wird.

Auch im Bereich dieser Axiallagerung ist folglich ein extrem hoher Verschleiß-
5 schutz gegeben, resultierend aus dem verwendeten tribologischen System. Wiederum ist keine spezielle Schmierung vorgesehen, das Durchlaufen des Ölsumpfes reicht zur Schmierung völlig aus. Selbstverständlich sind, sofern zwei scheibenförmige separate Planetenradträgerhälften vorgesehen sind, zwischen denen die Lagerachse verbindend angeordnet ist, an beiden Seiten entsprechende Axiallager vorgesehen.
10

Die Hartstoffschicht selbst ist bevorzugt eine Kohlenstoffschicht oder eine Keramikschicht oder eine Metallcarbid- oder Metallnitridschicht, oder eine Mischschicht aus den genannten Schichten, wobei wie bereits ausgeführt besonders
15 bevorzugt eine unter dem Handelsnamen „Triondur®“ bekannte Hartstoffschicht aufgebracht wird. Denkbar ist es, zusätzlich eine Nanolagendeckschicht aus Si aufzubringen respektive schichtseitig zu integrieren. Dies bewirkt, dass im Betrieb Nanopartikel aus Si ausgerieben werden, die wiederum der Funktion der Reibungsreduzierung im Kontakt nachkommen.

20

Die Hartstoffschicht sollte eine Oberflächenrauigkeit R_z von weniger als 2, vorzugsweise von weniger als 1 aufweisen. Auch die Oberflächenrauigkeit der zugeordneten gehärteten Oberflächenschicht liegt vorzugsweise unter $R_z = 2$, vorzugsweise unter $R_z = 1$. Die Schichtdicke der Hartstoffschicht sollte vorzugsweise kleiner als $20\text{ }\mu\text{m}$ sein, bevorzugt liegt sie im Bereich von $1 - 10\text{ }\mu\text{m}$.
25 Die Dicke der gehärteten Oberflächenschicht sollte – nachdem diese etwas weicher ist als die Hartstoffschicht und folglich etwas stärker beansprucht wird – mindestens ebenso dick, wenn nicht sogar dicker sein.

30 Neben der Planetenradlageranordnung selbst betrifft die Erfindung ferner ein Planetengetriebe, umfassend eine Planetenradlageranordnung der beschriebenen Art. Sofern planetengetriebeseitig mehrere Planetenräder vorgesehen sind, so sind diese selbstverständlich in entsprechender Anordnung an einem

gemeinsamen Planetenradträger oder – sofern zwei scheibenförmige Planetenradträger vorgesehen sind – an diesen über entsprechende Lagerachsen vorgesehen. Jede dieser Lageranordnungen ist in der erfindungsgemäßen Weise konzipiert respektive tribologisch aufgebaut. Gleiches gilt für die jeweiligen separaten Axiallagerungen der einzelnen Planetenräder.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen Planetengetriebes,
- 15 Figur 2 ein Planetenrad nebst Lagerachse in einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform,
- Figur 3 eine Schnittansicht durch die Lageranordnung nach Figur 2,
- 20 Figur 4 eine vergrößerte Detailansicht aus Figur 3 im Bereich IV,
- Figur 5 eine Schnittansicht durch eine Planetenradlageranordnung einer zweiten Ausführungsform,
- 25 Figur 6 eine Perspektivansicht einer auf der Lagerachse zu befestigenden Hülse,
- Figur 7 eine Schnittansicht durch eine Planetenradlageranordnung einer dritten Ausführungsform,
- 30 Figur 8 eine Schnittansicht durch eine Planetenradlageranordnung einer vierten Ausführungsform,

- Figur 9 eine Schnittansicht durch eine Planetenradlageranordnung einer fünften Ausführungsform,
- Figur 10 eine Schnittansicht durch eine Planetenradlageranordnung einer sechsten Ausführungsform,
- Figur 11 eine Perspektivansicht eines Rückhalteelements einer weiteren Ausführungsform,
- Figur 12 eine Aufsicht auf ein Rückhalteelement einer weiteren Ausführungsform, und
- Figur 13 eine Teilschnittansicht des Rückhalteelements aus Figur 12.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnung

Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Planetenradgetriebe 1, umfassend ein Hohlrad 3 mit einer Innenverzahnung sowie einen Planetenradträger 4 mit im gezeigten Beispiel drei daran drehgelagerten Planetenrädern 5, die mit ihren Außenverzahnungen in bekannter Weise mit dem Hohlrad 3 kämmen. Jedes Planetenrad 5 ist an einer fest mit dem Planetenradträger 4 verbundenen Lagerachse 6 in der erfindungsgemäßen Weise gelagert. Angetrieben wird das Planetengetriebe über ein nicht näher gezeigtes, mit den Planetenrädern 5 kämmendes Sonnenrad.

Die Figuren 2 – 4 zeigen eine erste Ausführungsform einer Planetenradlagerung. Figur 2 zeigt das Planetenrad 5 sowie die Lagerachse 6, die in an sich bekannter Weise am aus Figur 1 bekannten Planetenradträger 4 befestigt ist. Auf der Lagerachse 6 ist eine Hülse 7 befestigt. Die Hülse 7 weist an ihrer Außenseite eine erste Gleitschicht in Form einer darauf abgeschiedenen Hartstoffschicht 8, beispielsweise eine unter dem Namen „Triondur“ bekannte Schicht der Anmelderin auf. Diese Schicht, die beispielsweise mittels PVD oder PACVD-Verfahren abgeschieden wird, weist eine Härte von wenigstens 800

HV, insbesondere von mindestens 1000 HV bis zu 4000 HV, vorzugsweise von 1100 HV bis 3000 HV, auf. Sie gilt als der eine Reibpartner eines Gleitlagers 9. Der andere Reibpartner ist die an der Innenfläche der Bohrung 10 des Planetenrads 5 erzeugte zweite Gleitschicht in Form einer gehärteten Oberflächenschicht 11, die durch an sich bekannte Härteverfahren hergestellt wird. Die gehärtete Oberflächenschicht weist eine Härte von wenigstens 45 HRC auf, vorzugsweise von mindestens 53 HRC, insbesondere von mindestens 55 HRC bis zu 65 HRC auf. Das Gleitlager 9 wird hier also über die Hülse 7 mit ihrer ersten Gleitschicht in Form der Hartstoffschicht 8 sowie das Planetenrad 5 mit seiner zweiten Gleitschicht in Form der gehärteten Oberflächenschicht 11 gebildet. Da beide Reibpartner respektive Gleitschichten extrem hart sind, kommt es zu vernachlässigbarem Verschleiß, verglichen mit bisher bekannten Gleitlagersystemen im Bereich der Planetenradlagerung. Das Planetenrad 5 selbst ist z.B. aus Wälzlagerstahl, der sich in bekannter Weise extrem gut härten lässt. Die Hülse 7 kann ebenfalls z.B. aus Wälzlagerstahl sein, wesentlich jedoch ist hier wie beschrieben die aufgebrachte Hartstoffschicht.

Infolge des verwendeten Schichtsystems ist keine aktive Schmierung des Gleitlagers, also des Gleitbereichs erforderlich. Vielmehr ist der Ölzufuss ausreichend, der gegeben ist, wenn das Planetenrad 5 samt Lagerachse 6 bei einer Drehung des Planetenradträgers 4 durch einen Ölsumpf läuft, hierüber wird hinreichend Schmiermittel geschöpft, das der Gleitschmierung dient. Um die Schöpfwirkung und damit die Schmiermittelversorgung zu verbessern, ist im gezeigten Beispiel ein Rückhalteelement 12 vorgesehen, das hier als auf die Lagerachse 6 aufgesetztes scheibenförmiges Element 13 ausgeführt ist. Dieses weist an einer Seite mehrere Eintiefungen 14 und dazwischen befindliche Stege 15 auf, die auch gebogen ausgeführt sein können und quasi eine Art Schöpfwirkung liefern. Das während der Getriebebewegung einerseits selbst rotierende Planetenrad 5 und andererseits über den Planetenradträger 4 bewegte Planetenrad 5 taucht in den Ölsumpf ein. Dabei sammelt sich Öl in den Taschen 14 an. Dieses kann nun einerseits über hier nicht näher gezeigte, kleine Ausnehmungen im Bereich des Innenumfangs des scheibenförmigen Elements 13, mit welchem es auf der Lagerachse 6 aufsitzt, hinter dieses schei-

benförmige Element in den Bereich des Gleitlagers 9 fließen. Auf der anderen Seite kann das Öl auch, fliehkraftbedingt, nach außen fließen und auf diese Weise hinter das scheibenförmige Element 13 gelangen. Dieses ist, radial gesehen, mit etwas abnehmender Dicke ausgeführt, so dass sich ein etwas verbreiternder Radialspalt 16 zwischen dem scheibenförmigen Element 13 und dem Planetenrad 5 ergibt, siehe Figur 4. In diesen kann das Öl eintreten und in den Bereich des Gleitlagers 9 gelangen.

Ersichtlich ist auf beiden Seiten des Planetenrads 5 ein solches Rückhalteelement 12 vorgesehen, so dass beidseits eine Schmiermittelzufuhr gegeben ist.

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, über die zentrale Bohrung 17 der Lagerachse 6 Schmiermittel zuzuführen. Über eine Radialbohrung 18 kommuniziert diese Bohrung 17 mit einer Bohrung 19 in der Hülse 7, welche Bohrung 19 in den Bereich des Gleitlagers 9 führt. Wie Figur 3 zeigt, können in dem der Bohrung 19 vor- und nachgeschalteten Bereich verbreiterte Reservoirbereiche 20 vorgesehen sein, die einen Ölsammelraum bilden. Da sich auch im Bereich der Bohrung 17 Schmiermittel ansammeln kann, kann auch hierüber eine entsprechende Zufuhr zum Gleitlager 9 erfolgen, wenngleich dies nicht zwingend ist.

Figur 5 zeigt eine weitere Ausführungsform einer entsprechenden Planetenradlageranordnung, wobei für gleiche Bauteile gleiche Bezugszeichen verwendet werden. Auch hier ist auf die Lagerachse 6 eine Hülse 7 fest aufgesetzt, wobei die Hülse 7 wiederum eine Gleitschicht in Form einer Hartstoffschicht 8 aufweist. Die Fläche der Bohrung 10 des Planetenrads 5 weist die zweite Gleitschicht auf, wiederum eine gehärtete Oberflächenschicht 11, so dass auch hier über die entsprechende Werkstoff- respektive Schichtpaarung das Gleitlager 9 gebildet ist. Bei dieser Ausführungsform ist kein Rückhalteelement 12 vorgesehen, vielmehr erfolgt hier die Ölzufuhr direkt in den Bereich des Gleitlagers 9 von den Stirnseiten her.

Zusätzlich zur Ausgestaltung gemäß Figur 3 im Bereich der Schmiermittelzufuhr über die Lagerachsbohrung 17 ist hier eine Längsnut 21 an der Lagerach-

se 6 vorgesehen, in der die Radialbohrung 18 mündet. In dieser Längsnut 21 mündet auch die hülsenseitige Bohrung 19. Die Längsnut 21 bildet ein großes Aufnahmereservoir für Schmiermittel, das über die Bohrung 19 in den Bereich des Gleitlagers 9 gelangen kann.

5

Bei dieser Erfindungsausgestaltung ist des Weiteren beidseits des Planetenrads 5 jeweils eine Axialscheibe 22 gezeigt, die in einer entsprechenden umlaufenden Nut 23 des Planetenrads 5 aufgenommen ist. Über diese Axialscheibe 22 stützt sich das Planetenrad 5 beispielsweise am jeweiligen Planetenradträger 4, der jeweils an einer Radseite vorgesehen ist, ab, wobei die beiden Planetenradträger 4 über die Lagerachse 6 verbunden sind. Es ist also ein axial abstützendes Axialgleitlager realisiert. Auch an diesem Axialgleitlager kann das gleiche Gleitschichtsystem wie im Bereich des Gleitlagers 9 realisiert sein. Bevorzugt weist die Axialscheibe 22 eine entsprechende Hartstoffschicht auf, wobei hier der gleiche Hartstoff wie zur Bildung der Hartstoffschicht 8 verwendet werden kann. Die entsprechende Gegenlagerfläche am Planetenradträger 4 ist ebenfalls eine gehärtete Oberflächenschicht, der Planetenradträger 4 kann ebenfalls z.B. aus Wälzlagerstahl oder dergleichen bestehen, so dass seine großflächige Härtung ebenfalls ohne weiteres möglich ist. Das heißt, dass sich auch im Bereich dieser Axiallagerung entsprechende Gleitverhältnisse einstellen, die einer sehr geringen Schmierung bedürfen. Wiederum ist hier der reine Durchlauf durch das Ölbad ausreichend, die Schmiermittelversorgung sicherzustellen.

25 Figur 6 zeigt eine Perspektivansicht einer Hülse 7, die an ihrer Außenseite eine Längsnut 24 aufweist, in welcher die Radialbohrung 19 mündet. Wird eine solche Hülse 7 bei der Ausgestaltung nach Figur 5 verwendet, so kann dort auf die Längsnut 21 einer Lagerachse 6 verzichtet werden. Denn diese Längsnut 24 ersetzt die Längsnut 21. Sofern natürlich auch eine Längsnut 21 vorgesehen ist, ist quasi beidseits der Hülse 7 ein entsprechendes Schmiermittelreservoir gegeben.

30

Figur 7 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Planetenradlagerung, ebenfalls umfassend ein Planetenrad 5 sowie eine Lagerachse 6 und eine Hülse 7, die hier jedoch fest in der Bohrung 10 des Planetenrads 5 aufgenommen ist. Die Hülse 7 trägt hier nicht die Hartstoffschicht, sondern ist innenseitig mit der gehärteten Oberflächenschicht 11 versehen. Die Hartstoffschicht 8 ist unmittelbar auf der Lagerachse 6 außenseitig aufgebracht. Wiederum ist das erfindungsgemäße Gleitsystem zur Bildung des Gleitlagers 9 realisiert, das hier jedoch über die Innenmantelfläche der Hülse 7 mit der gehärteten Oberflächenschicht 11 sowie die Außenmantelfläche der Lagerachse 6 mit der Hartstoffschicht 8 gebildet ist.

Da hier die Hülse 7 mit dem Planetenrad 5 umläuft, ist hülsenseitig keine Schmiermittelversorgungsbohrung vorzusehen, vielmehr ist es ausreichend, einerseits über einen stirnseitigen Zufluss die Schmierung zu realisieren, andererseits über die Bohrung 17 in Verbindung mit der Radialbohrung 18, die wiederum in einer Längsnut 21 der Lagerachse 6 mündet. Das heißt, die Längsnut 21 befindet sich unmittelbar im Gleitlagerbereich. Da sie sich über nahezu die gesamte axiale Länge des Gleitlagers 9 erstreckt, ist eine großflächige Schmierung gegeben. Auch hier können selbstverständlich entsprechende Axialscheiben 22 vorgesehen sein, wenngleich hier nicht dargestellt.

Eine weitere Ausführungsform einer Planetenradlageranordnung ist in Figur 8 gezeigt. Diese Ausgestaltung entspricht im Wesentlichen der Ausführung gemäß Figur 3, weshalb auf die dortige Beschreibung verwiesen wird. Jedoch sind hier keine Rückhalteelemente 12 vorgesehen, vielmehr erfolgt hier der Ölzufuß direkt stirnseitig in den Bereich des Gleitlagers 9.

Figur 9 zeigt eine Planetenradlageranordnung, bei der auf der Lagerachse 6 wiederum eine Hülse 7 mit einer Hartstoffschicht 8 an der Außenseite feststehend angeordnet ist. Am Planetenrad 5 ist in seiner Bohrung 10 eine weitere Hülse 25 eingepresst, die bei dieser Ausgestaltung die gehärtete Oberflächenschicht 11 als zweite Gleitschicht trägt. Wiederum ist ein Gleitlager 9 realisiert, hier jedoch zwischen den beiden Hülsen 7 und 25, jedoch wiederum über das

gleiche Schichtsystem, nämlich Hartstoffschicht und gehärtete Oberflächenschicht.

Wie gezeigt kann auch hier einerseits die Ölzufuhr direkt stirnseitig axial erfolgen, nachdem keine Rückhalteelemente vorgesehen sind, die jedoch – dies gilt für alle Ausgestaltungen – natürlich vorgesehen werden können. Gezeigt ist eine Schmiermittelzufuhr auch durch die Lagerachse 6 selbst über die Bohrung 17, die Radialbohrung 18 und die an der Hülse 7 vorgesehene Bohrung 19. Diese Möglichkeit kann gegeben sein, muss jedoch nicht. Selbstverständlich bestünde auch die Möglichkeit, noch entsprechende Längsnuten an der Lagerachse 6 und/oder der Hülse 7 vorzusehen, wie zu den vorherigen Ausführungsformen beschrieben.

Figur 10 zeigt eine Ausgestaltung einer Planetenradlageranordnung, bei der in die Bohrung 10 des Planetenrads 5 eine Hülse 7 eingesetzt ist, die hier die gehärtete Oberflächenschicht 11 innenseitig aufweist, während an der Lagerachse 6 die Hartstoffschicht 8 aufgebracht ist. Bei dieser Ausgestaltung weist die Hülse 7 am Innenumfang zwei umlaufende Nuten 26 auf, die als Schmiermittelreservoir für den Bereich des Gleitlagers 9, hier realisiert zwischen der Lagerachse 6 und der Hülse 7, dienen.

Figur 11 eine zweite Ausführungsform eines Rückhalteelements 12, das hier als Scheibe mit einem Axialflansch 27 und einem nach innen gerichteten Radialflansch 28 ausgeführt ist, so dass sich ein Schmiermittelreservoir ergibt. Dieses scheibenförmige Element 13 schöpft beim Durchlauf durch den Ölsumpf Öl, das sich in dieser Ringnut ansammelt und bei weiterer Rotation respektive Umlauf zum Gleitlager läuft. Um einen Durchtritt hierzu zu ermöglichen, sind am Innenumfang der mittigen Bohrung entsprechende Ausnehmungen 29 vorgesehen, durch die das Öl hinter dieses scheibenförmige Element strömen kann.

Figur 12 zeigt schließlich eine weitere Ausführungsform eines Rückhalteelements 12 in Form eines scheibenförmigen Elements 13, das eine im gezeigten

Beispiel quasi halbmondförmige Durchbrechung 30 aufweist, realisiert über eine Ausbiegung 31. Durch diese kann beim Durchlauf durch den Ölsumpf Öl geschöpft werden, es gelangt über die Durchbrechung 30 hinter das scheibenförmige Element 13. Ist dieses nun, ähnlich wie in Figur 4 gezeigt, über einen
5 sich leicht nach außen öffnenden Radialspalt vom Planetenrad 5 beabstandet, so kann das Öl ohne weiteres in den Bereich des Gleitlagers gelangen.

Das Planetenrad 5 kann aus Wälzlagerstahl oder Einsatzstahl, z.B. 18CrNiMo7-6 bestehen. Die jeweilige Hülse, die das Substrat für die Hartstoffschicht bildet, oder die gehärtet wird, kann ebenfalls aus Wälzlagerstahl oder
10 thermochemisch behandeltem Einsatzstahl (z.B. 16MnCr5) bestehen, aber auch Vergütungsstahl (z.B. 42CrMo4), durchhärtender Stahl (z.B. 100Cr6) oder Nitrierstahl können verwendet werden. Die Lagerachse kann aus beliebigem, hinreichend gehärtetem Stahl bestehen, wie auch der Planetenradträger, der
15 aber auch aus Gusswerkstoffen wie GG70, GG50 oder GG40 gefertigt sein kann.

Bezugszahlenliste

- | | | |
|----|----|-------------------------------|
| | 1 | Planetenradgetriebe |
| | 2 | - |
| 5 | 3 | Hohlrad |
| | 4 | Planetenradträger |
| | 5 | Planetenrad |
| | 6 | Lagerachse |
| | 7 | Hülse |
| 10 | 8 | Außenseite |
| | 9 | Gleitlager |
| | 10 | Bohrung |
| | 11 | Gleitschicht |
| | 12 | Rückhalteelement |
| 15 | 13 | scheibenförmiges Element |
| | 14 | Eintiefung |
| | 15 | Steg |
| | 16 | Radialspalt |
| | 17 | Bohrung |
| 20 | 18 | Radialbohrung |
| | 19 | Bohrung |
| | 20 | Reservoirbereich |
| | 21 | Längsnut |
| | 22 | Axialscheibe |
| 25 | 23 | Nut |
| | 24 | Längsnut |
| | 25 | Hülse |
| | 26 | Nut |
| | 27 | Axialflansch |
| 30 | 28 | Radialflansch |
| | 29 | Ausnehmung |
| | 30 | halbmondförmige Durchbrechung |
| | 31 | Ausbiegung |

5

Patentansprüche

1. Planetenradlageranordnung, umfassend einen Planetenradträger, an dem eine feste Lagerachse vorgesehen ist, auf welcher Lagerachse ein Planetenrad über ein Gleitlager drehgelagert ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitlager (9) eine achsseitig vorgesehene erste Gleitschicht und eine radseitig vorgesehene zweite Gleitschicht aufweist, wobei die erste Gleitschicht eine abgeschiedene Hartstoffschicht (8) und die zweite Gleitschicht eine gehärtete Oberflächenschicht (11) ist.
2. Planetenradlageranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hartstoffschicht (8) eine Härte von wenigstens 800 HV, insbesondere von mindestens 1000 HV bis zu 4000 HV und die gehärtete Oberflächenschicht (11) eine Härte von wenigstens 45 HRC, insbesondere mindestens 53 HRC bis zu 65 HRC aufweist.
3. Planetenradlageranordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Hartstoffschicht (8) direkt auf der Lagerachse (6) abgeschieden ist, oder dass die Hartstoffschicht (8) auf einer Hülse (7), die auf der Lagerachse (6) befestigt ist, abgeschieden ist.
4. Planetenradlageranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die gehärtete Oberflächenschicht (11) direkt an der Innenseite einer Lagerbohrung (10) des Planetenrades (5) erzeugt ist, oder dass die gehärtete Oberflächenschicht (11) an der Innenseite einer Hülse, die in der Lagerbohrung (10) des Planetenrads (5) angeordnet ist, erzeugt ist.

5. Planetenradlageranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein dem Planetenrad (5) zugeordnetes, vorzugsweise mit dem Planetenrad rotierendes Rückhalteelement (12) zum Rückhalten und/oder Führen eines Schmiermittels im Bereich des Gleitlagers (9) vorgesehen ist.
6. Planetenradlageranordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Rückhalteelement (12) ein scheibenförmiges Element (13) ist und derart ausgebildet ist, dass es beim Eintauchen in einen Schmiermittelsumpf das Schmiermittel aufnimmt und bei weiterer Bewegung des Planetenrads (5) das Schmiermittel in den Bereich des Gleitlagers (9) fließt.
7. Planetenradlageranordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das scheibenförmige Element (13) mehrere symmetrisch um den Umfang verteilt angeordnete, axial vorspringende und gebogene Stege (15) aufweist, oder dass das scheibenförmige Element (13) einen mit einem Radialbund hinterschnittenen Axialflansch aufweist, oder dass das scheibenförmige Element (13) eine axiale Ausbiegung (31), die in einer Durchbrechung (30) mündet, aufweist.
8. Planetenradlageranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Axialgleitlager vorgesehen ist, über das das Planetenrad (5) gegen den Planetenradträger (4) gelagert ist, wobei das Axiallager mindestens eine Axialscheibe (22) umfasst, die eine Gleitschicht in Form einer abgeschiedenen Hartstoffschicht aufweist, wobei die Axialscheibe (22) entweder mit dem Planetenrad (5) verbunden ist und auf einer am Planetenradträger (4) ausgebildeten Gleitschicht in Form einer gehärteten Oberflächenschicht läuft, oder wobei die Axialscheibe (22) mit dem Planetenradträger (4) verbunden ist und auf einer am Planetenrad (5) ausgebildeten Gleitschicht in Form einer gehärteten Oberflächenschicht läuft.

9. Planetenradlageranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hartstoffschicht (8) eine Kohlenstoffschicht oder eine Keramikschicht oder eine Metallcarbid- oder Metallnitridschicht, oder eine Mischschicht aus den genannten Schichten ist.

5

10. Planetengetriebe, umfassend eine Planetenradlageranordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche.

10

FIG. 1

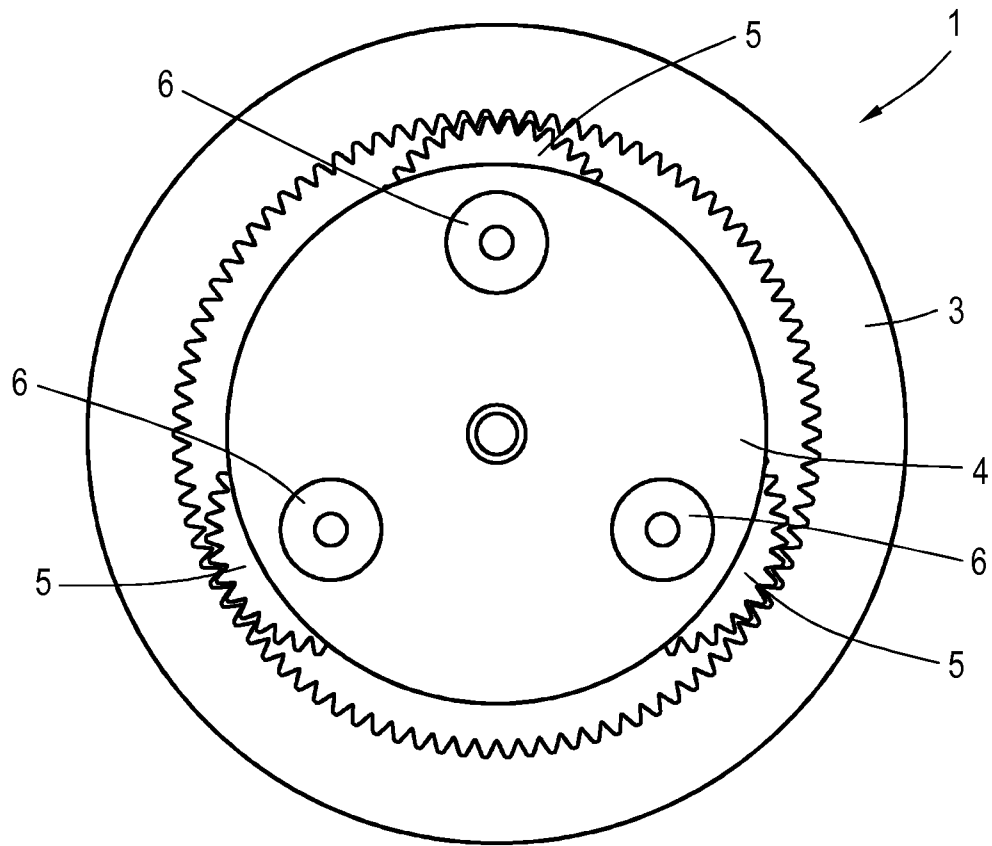


FIG. 2

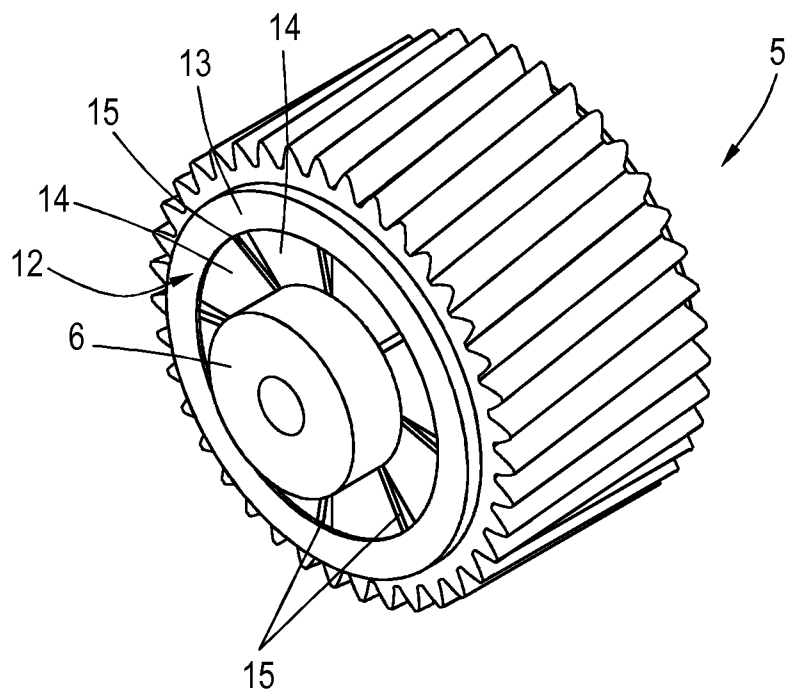


FIG. 3

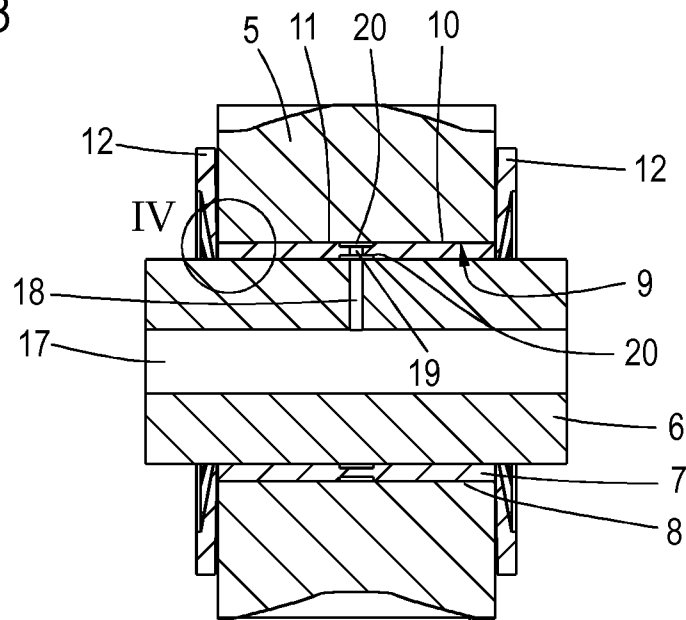


FIG. 4

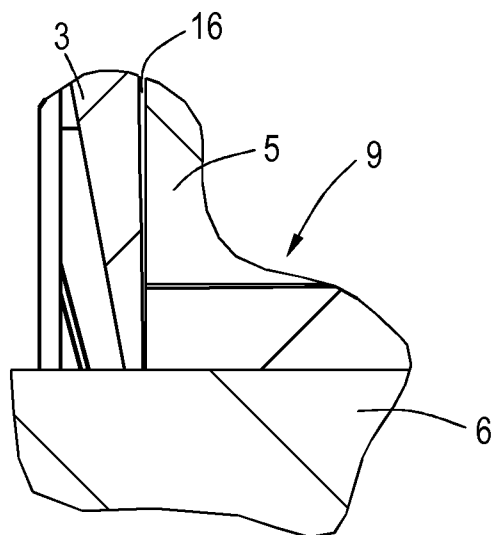


FIG. 5

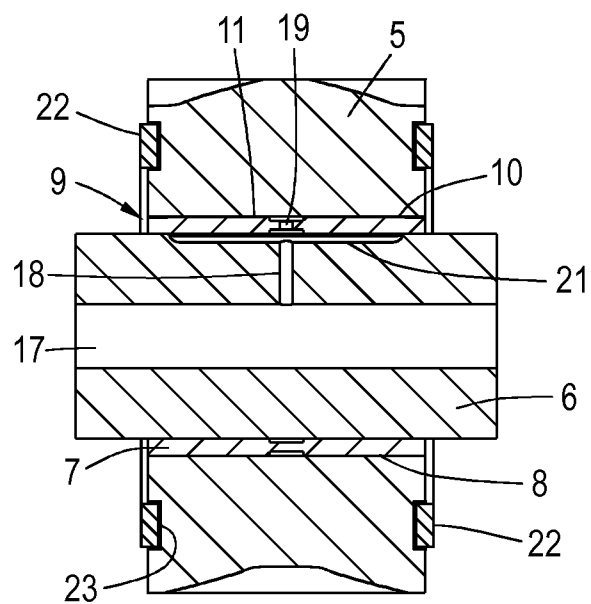


FIG. 6

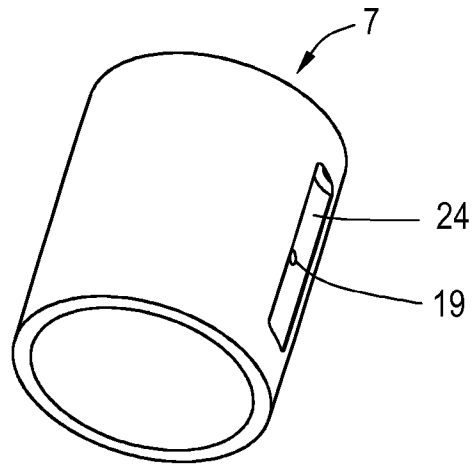


FIG. 7

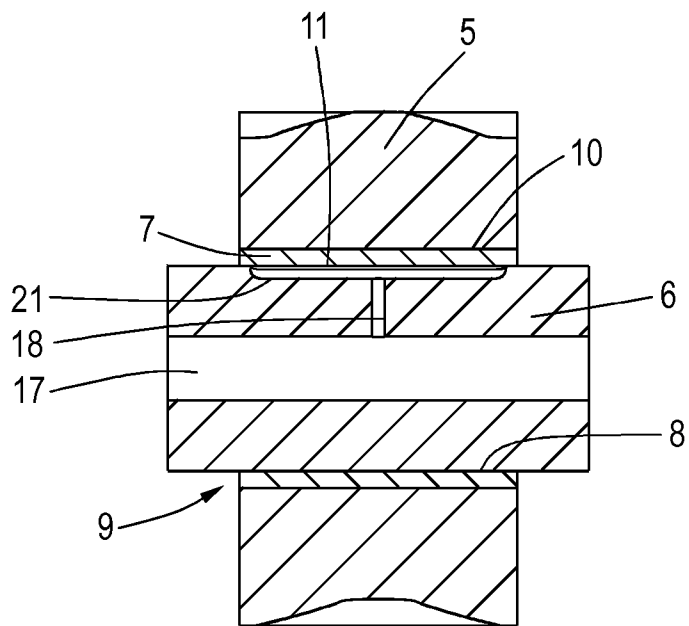


FIG. 8

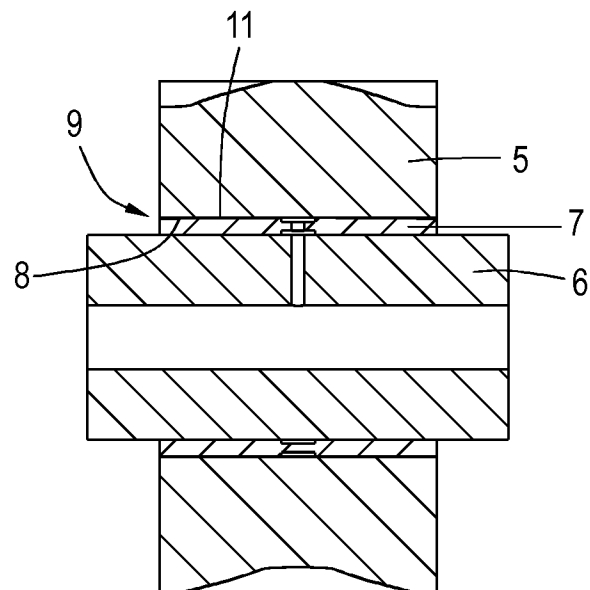


FIG. 9

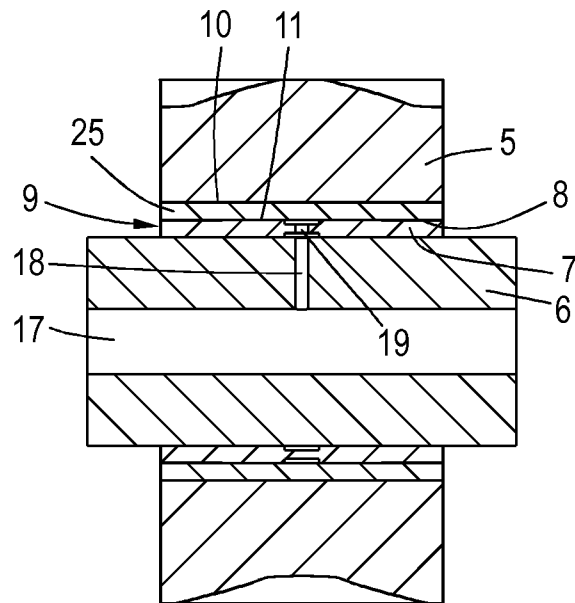


FIG. 10

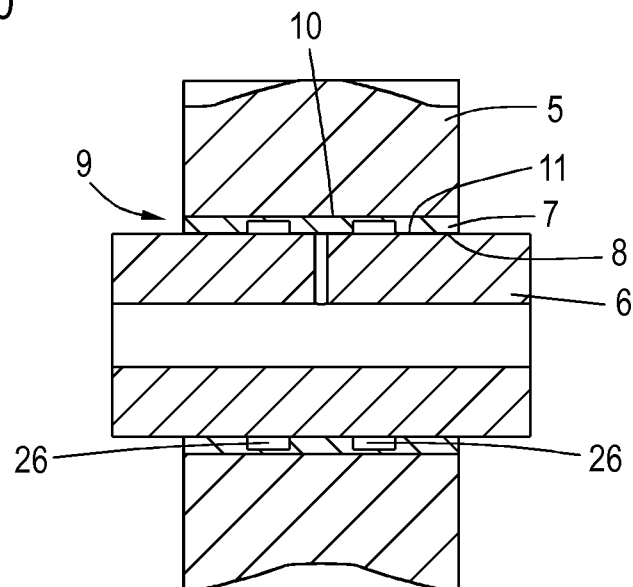


FIG. 11

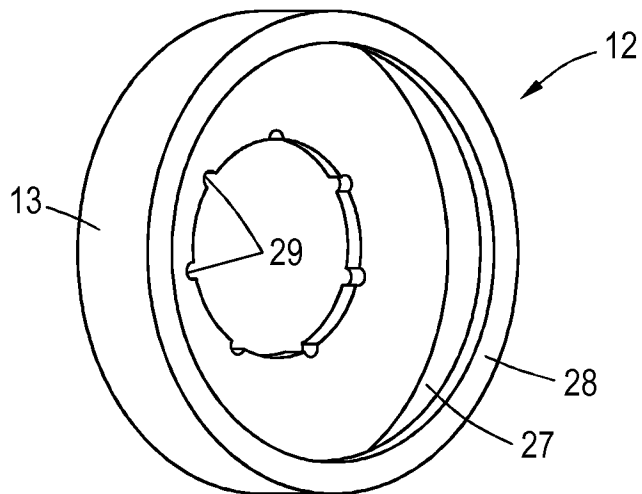


FIG. 12

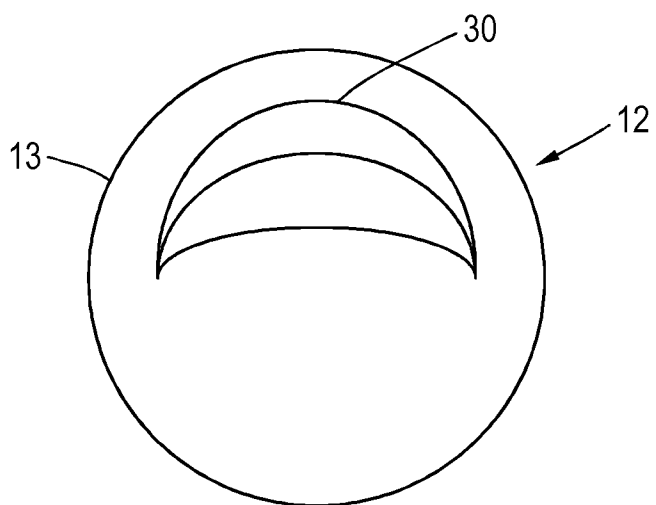
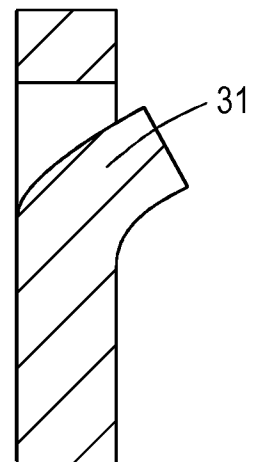


FIG. 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2014/200407

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F16H57/04 F16C17/02
ADD. F16C33/12 F16C33/10 F16C17/04

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 F16C F16N

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	EP 1 857 712 A1 (IMS GEAR GMBH [DE]) 21 November 2007 (2007-11-21)	1-4,9,10
Y	paragraphs [0008], [0020], [0023], [0024] figure	5-8
X	----- DE 100 61 397 A1 (DESCH ANTRIEBSTECHNIK GMBH & CO KG) 8 May 2002 (2002-05-08)	1,9,10
A	paragraphs [0003], [0005], [0009], [0010], [0011], [0012], [0015] column 4, lines 1-5 figure	2-4
	----- -/-	



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

16 January 2015

Date of mailing of the international search report

26/01/2015

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

Dumont, Marie-Laure

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2014/200407

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2011/172048 A1 (NISHIDA HIDEAKI [JP] ET AL) 14 July 2011 (2011-07-14)	5-7
A	paragraphs [0006], [0007], [0013], [0016], [0021], [0048], [0049], [0051], [0052], [0055], [0061], [0062] figures 1c, 3, 4, 6, 7, 13, 16, 21 -----	1,10
Y	JP 2010 156415 A (TOYOTA MOTOR CORP) 15 July 2010 (2010-07-15)	7
A	abstract figures 2, 3 -----	1,5,6,10
Y	WO 2013/106879 A1 (MIBA GLEITLAGER GMBH [AT]) 25 July 2013 (2013-07-25)	8
A	page 7, lines 12-18 figure 2 -----	1,10
A	US 2012/157256 A1 (TAKEUCHI HIROAKI [JP] ET AL) 21 June 2012 (2012-06-21) paragraphs [0047], [0048], [0050], [0068] - [0076] figures 3, 7, 8, 9 -----	1,5-7,10
A	DE 10 2007 032655 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 15 January 2009 (2009-01-15) paragraphs [0002], [0020] figures 1, 2 -----	1,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2014/200407

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1857712	A1	21-11-2007	CN 101158399 A 09-04-2008
			DE 102006023390 A1 29-11-2007
			EP 1857712 A1 21-11-2007
			US 2007266811 A1 22-11-2007

DE 10061397	A1	08-05-2002	NONE

US 2011172048	A1	14-07-2011	EP 2472146 A1 04-07-2012
			JP 5342375 B2 13-11-2013
			JP 2011047455 A 10-03-2011
			US 2011172048 A1 14-07-2011
			WO 2011024712 A1 03-03-2011

JP 2010156415	A	15-07-2010	JP 5218040 B2 26-06-2013
			JP 2010156415 A 15-07-2010

WO 2013106879	A1	25-07-2013	AT 512436 A1 15-08-2013
			WO 2013106879 A1 25-07-2013

US 2012157256	A1	21-06-2012	JP 5422547 B2 19-02-2014
			JP 2012132333 A 12-07-2012
			US 2012157256 A1 21-06-2012

DE 102007032655	A1	15-01-2009	DE 102007032655 A1 15-01-2009
			EP 2179190 A1 28-04-2010
			KR 20100031598 A 23-03-2010
			US 2010209183 A1 19-08-2010
			WO 2009010340 A1 22-01-2009

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F16H57/04 F16C17/02
 ADD. F16C33/12 F16C33/10 F16C17/04

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F16H F16C F16N

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	EP 1 857 712 A1 (IMS GEAR GMBH [DE]) 21. November 2007 (2007-11-21)	1-4,9,10
Y	Absätze [0008], [0020], [0023], [0024] Abbildung	5-8

X	DE 100 61 397 A1 (DESCH ANTRIEBSTECHNIK GMBH & CO KG) 8. Mai 2002 (2002-05-08)	1,9,10
A	Absätze [0003], [0005], [0009], [0010], [0011], [0012], [0015] Spalte 4, Zeilen 1-5 Abbildung	2-4

Y	US 2011/172048 A1 (NISHIDA HIDEAKI [JP] ET AL) 14. Juli 2011 (2011-07-14)	5-7
A	Absätze [0006], [0007], [0013], [0016], [0021], [0048], [0049], [0051], [0052], [0055], [0061], [0062] Abbildungen 1c, 3, 4, 6, 7, 13, 16, 21	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

16. Januar 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/01/2015

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

Dumont, Marie-Laure

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	JP 2010 156415 A (TOYOTA MOTOR CORP) 15. Juli 2010 (2010-07-15)	7
A	Zusammenfassung Abbildungen 2, 3 -----	1,5,6,10
Y	WO 2013/106879 A1 (MIBA GLEITLAGER GMBH [AT]) 25. Juli 2013 (2013-07-25)	8
A	Seite 7, Zeilen 12-18 Abbildung 2 -----	1,10
A	US 2012/157256 A1 (TAKEUCHI HIROAKI [JP] ET AL) 21. Juni 2012 (2012-06-21) Absätze [0047], [0048], [0050], [0068] - [0076] Abbildungen 3, 7, 8, 9 -----	1,5-7,10
A	DE 10 2007 032655 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 15. Januar 2009 (2009-01-15) Absätze [0002], [0020] Abbildungen 1, 2 -----	1,8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/200407

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1857712	A1	21-11-2007	CN 101158399 A 09-04-2008
			DE 102006023390 A1 29-11-2007
			EP 1857712 A1 21-11-2007
			US 2007266811 A1 22-11-2007
DE 10061397	A1	08-05-2002	KEINE
US 2011172048	A1	14-07-2011	EP 2472146 A1 04-07-2012
			JP 5342375 B2 13-11-2013
			JP 2011047455 A 10-03-2011
			US 2011172048 A1 14-07-2011
			WO 2011024712 A1 03-03-2011
JP 2010156415	A	15-07-2010	JP 5218040 B2 26-06-2013
			JP 2010156415 A 15-07-2010
WO 2013106879	A1	25-07-2013	AT 512436 A1 15-08-2013
			WO 2013106879 A1 25-07-2013
US 2012157256	A1	21-06-2012	JP 5422547 B2 19-02-2014
			JP 2012132333 A 12-07-2012
			US 2012157256 A1 21-06-2012
DE 102007032655	A1	15-01-2009	DE 102007032655 A1 15-01-2009
			EP 2179190 A1 28-04-2010
			KR 20100031598 A 23-03-2010
			US 2010209183 A1 19-08-2010
			WO 2009010340 A1 22-01-2009