

(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
19. April 2018 (19.04.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/068786 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16C 33/34 (2006.01) F16C 33/52 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2017/100821

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. September 2017 (26.09.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 220 052.6
14. Oktober 2016 (14.10.2016) DE

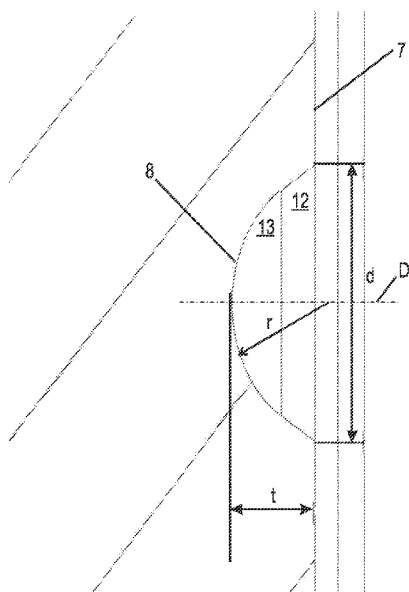
(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) **Erfinder: WEIDNER, Alexander**; Conrad-Stutz-Weg 11, 90766 Fürth (DE). **DOLLINGER, Andreas**; Reichenberger Str. 2, 91325 Adelsdorf (DE). **END, Silvio**; Nezuenkruger Weg 1 C, 90562 Heroldsberg (DE). **WALCH, Manfred**; Oberer Markt 7, 91346 Wiesenttal-Muggendorf (DE). **WELSCHER, Carolin**; Siechenstr. 2, 96114 Hirschaid (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,

(54) **Title:** ROLLER FOR A ROLLING BEARING, AND ROLLING BEARING COMPRISING THE ROLLER

(54) **Bezeichnung:** ROLLE FÜR EIN WÄLZLAGER SOWIE WÄLZLAGER MIT DER ROLLE



Figur 3b

(57) **Abstract:** Conventionally designed rolling bearings comprise a first raceway partner, a second raceway partner, and a plurality of rolling bodies which are arranged between the raceway partners. Rollers and balls in particular are used in rolling body designs. The rollers can vary between cylindrical rollers, needle rollers, barrel rollers, tapered rollers, etc. but share an elongated shape with end faces. The rollers rotate about a rotational axis during operation when the rollers are rolling between the raceway partners. The invention relates to a roller for a rolling bearing, said roller having an end surface (7) on each side, and a recess (8) is introduced into the end surface. The roller defines a rotational axis (D), and the recess is contoured along the rotational axis in a longitudinal section. The recess has a centering portion (12) for receiving a centering pin and an adjacent curved portion (13), and the transition between the centering portion and the curved portion can be differentiated and/or is designed to be continuous in a tangential manner.

(57) **Zusammenfassung:** Wälzlager in üblicher Bauweise umfassen einen ersten Laufbahnpartner und einen zweiten Laufbahnpartner sowie eine Mehrzahl von Wälzkörpern, welche zwischen den Laufbahnpartnern angeordnet sind. An Bauformen für die Wälzkörper sind insbesondere Rollen und Kugeln in Verwendung. Bei den Rollen kann zwischen Zylinderrollen, Nadelrollen, Tonnenrollen, Kegelrollen etc. unterschieden werden. Den Rollen gemeinsam ist jedoch, dass diese eine langgestreckte Form mit Endseiten aufweisen. Die Rollen rotieren um eine Rollenachse im Betrieb, wenn diese zwischen den Laufbahnpartnern abwälzen. Es wird eine Rolle für ein Wälzlager vorgeschlagen, wobei die Rolle auf jeder Seite eine Endfläche (7) aufweist, wobei in der Endfläche eine Ausnehmung (8) eingebracht ist, wobei die Rolle eine Drehachse (D) definiert und wobei die Ausnehmung in einem Längsschnitt entlang der Drehachse eine Kontur aufweist, wobei die Ausnehmung einen Zentrierabschnitt (12) zur Aufnahme einer Zentrier Spitze und einen daran anschließenden Krümmungsabschnitt (13) aufweist, wobei der Übergang zwischen dem Zentrierabschnitt und dem Krümmungsabschnitt differenzierbar und/oder tangential übergehend ausgebildet ist.



WO 2018/068786 A1



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).

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)*

Rolle für ein Wälzlager sowie Wälzlager mit der Rolle

Die Erfindung betrifft eine Rolle für ein Wälzlager mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Wälzlager mit dieser Rolle.

Wälzlager in üblicher Bauweise umfassen einen ersten Laufbahnpartner und einen zweiten Laufbahnpartner sowie eine Mehrzahl von Wälzkörpern, welche zwischen den Laufbahnpartnern angeordnet sind. An Bauformen für die Wälzkörper sind insbesondere Rollen und Kugeln in Verwendung. Bei den Rollen kann zwischen Zylinderrollen, Nadelrollen, Tonnenrollen, Kegelrollen etc. unterschieden werden. Den Rollen gemeinsam ist jedoch, dass diese eine langgestreckte Form mit Endseiten aufweisen. Die Rollen rotieren um eine Rollenachse im Betrieb, wenn diese zwischen den Laufbahnpartnern abwälzen.

In der Druckschrift DE 10 2011 079 391 A1, die wohl den nächstkommenden Stand der Technik bildet, wird eine Rotorhauptlagerung vorgeschlagen, welche einen Kunststoffkäfig aufweist, in die Wälzkörper in Form von Rollen eingelegt sind. In der Druckschrift wird vorgeschlagen, dass zumindest mehrere der Wälzkörper mindestens eine sich zu einer ersten Stirnseite und/oder zu einer zweiten Stirnseite der Wälzkörper öffnende Ausnehmung aufweisen. Die Ausnehmungen sind eingebracht, um das Gewicht der Wälzkörper und damit die schwerkraftbedingten Stöße benachbarter Segmente aufeinander zu verringern.

Die Druckschrift EP 2309143B1 offenbart ein Wälzlager mit Wälzkörpern, wobei in den Wälzkörpern an den Stirnseiten Zentrieröffnungen für Zentrierspitzen eingebracht sind.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Rolle für ein Wälzlager sowie ein Wälzlager mit derartigen Rollen vorzuschlagen, welche zum einen fertigungstechnisch einfach hergestellt werden können und zum anderen besonders hoch belastbar sind. Diese Aufgabe wird durch eine Rolle mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Wälzlager mit dem Merkmal des Anspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte oder

bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den beigelegten Figuren.

Gegenstand der Erfindung ist eine Rolle, welche für ein Wälzlager geeignet und/oder ausgebildet ist. Vorzugsweise ist die Rolle als eine Metallrolle, ausgebildet. Besonders bevorzugt ist der Werkstoff der Rolle ein Stahl, insbesondere ein Wälzlagerstahl. Die Rolle kann als eine Zylinderrolle ausgebildet sein. Alternativ hierzu ist die Rolle als eine Tonnenrolle, Kegelrolle oder als eine Pendelrolle realisiert.

Die Rolle definiert durch die konstruktive Ausgestaltung und/oder durch die Eigenrotation im Betrieb eine Drehachse. Die Rolle weist auf jeder axialen Seite eine Endfläche auf. Die Endfläche kann plan oder gestuft ausgebildet sein. Bei einer gestuften Endfläche kann z.B. eine äußere Ringfläche über eine Stufe zu einer zentralen Kreisfläche führen. Alternativ kann die Endfläche torusballig ausgebildet sein.

In der Endfläche ist jeweils eine Ausnehmung eingebracht. Vorzugsweise ist die Ausnehmung koaxial und/oder konzentrisch zu der Drehachse angeordnet. Die Ausnehmung weist in einem Längsschnitt entlang der Drehachse eine Kontur auf. Die Ausnehmung ist vorzugsweise trennend, insbesondere materialabtragend, in die Rolle eingebracht.

Im Rahmen der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Ausnehmung, insbesondere in axialer Erstreckung, einen Zentrierabschnitt zur Aufnahme einer Zentrierspitze und einen daran anschließenden Krümmungsabschnitt aufweist. Der Zentrierabschnitt ist vorzugsweise konvergierend und/oder trichterförmig ausgebildet, sodass sich der freie Durchmesser der Ausnehmung ausgehend von der Endfläche in Richtung des Rollenmittelpunkts verringert. Vorzugsweise ist die Ausnehmung in der Gesamtheit konvergierend, insbesondere streng monoton konvergierend, und/oder trichterförmig ausgebildet. In dem Krümmungsabschnitt ist die Kontur der Ausnehmung in dem besagten Längsschnitt gekrümmt, insbesondere gekrümmt und zugleich konvergierend ausgebildet.

Ergänzend wird beansprucht, dass der Übergang zwischen dem Zentrierabschnitt und dem Krümmungsabschnitt, insbesondere in der Kontur, im Speziellen in einem Konturverlauf, differenzierbar und/oder tangential übergehend ausgebildet ist. Mathematisch bedeutet dies insbesondere, dass eine Steigung des Zentrierabschnitts sich am Übergang an eine Steigung des Krümmungsabschnitts annähert bzw. diese beiden Steigungen gleich sind. Die Steigungen können beispielsweise bei einer liegenden Rolle gemessen werden, wobei die Drehachse gedanklich eine X-Achse bildet und eine Y-Achse senkrecht zu der Drehachse ausgerichtet ist. Die Kontur, insbesondere der Konturverlauf, bildet einen Graphen in dem derart konstruierten Hilfskoordinatensystem, wobei der Graph an dem Übergang zwischen dem Zentrierabschnitt und dem Krümmungsabschnitt insbesondere in beschriebener Weise differenzierbar und/oder tangential übergehend ausgebildet ist.

Bei der Fertigung werden die erfindungsgemäßen Rollen in Zentrierspitzen beidseitig eingespannt. Folglich müssen die Rollen zur Aufnahme der Zentrierspitzen Ausnehmungen für die Zentrierspitzen aufweisen. Es wurde jedoch erkannt, dass diese Ausnehmungen - auch wenn diese im Vergleich mit der Gesamtgröße der Rolle sehr klein sind - eine Schwächung der Rolle darstellen können. Insbesondere kantige Übergänge in den Ausnehmungen können zu einem Versagen der Rolle im Betrieb führen. Dadurch, dass erfindungsgemäß der Übergang zwischen dem Zentrierabschnitt und dem Krümmungsabschnitt differenzierbar und/oder tangential übergehend ausgebildet ist und damit kantenfrei und/oder glatt realisiert ist, können sich an der Position des Übergangs keine oder im Gegensatz zu einem kantigen Übergang nur verminderte Spannungserhöhungen ausbilden, sodass die Rolle und damit das Wälzlager höher belastbar ist.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die Ausnehmung die Form eines Rotationskörpers auf, welcher durch eine Rotation der Kontur um die Drehachse gebildet ist. Die Kontur ist differenzierbar ausgebildet alternativ oder ergänzend sind alle Übergänge tangential übergehend realisiert. Damit wird der kantenfreie und/oder glatte Übergang nicht nur bei dem Übergang zwischen dem Zentrierabschnitt und dem Krümmungsabschnitt beansprucht, sondern über den gesamten Verlauf der Kontur und/oder der Ausnehmung.

Es ist besonders bevorzugt, dass der Zentrierabschnitt eine konstante Krümmung oder eine konstante Steigung und/oder dass der Krümmungsabschnitt eine konstante Krümmung aufweist. Durch eine konstante Krümmung bzw. Steigung werden weitere Spannungserhöhungen im Bereich der Ausnehmung vermieden. Außerdem wird die Fertigung der Ausnehmung in der Rolle vereinfacht.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Krümmungsabschnitt als ein Kugelsegment, als eine Kugelschicht oder als eine Torusschicht ausgebildet. In der Ausbildung als Kugelsegment bildet der Krümmungsabschnitt ein Ende oder einen Boden der Ausnehmung. In der Ausnehmung als Kugelschicht schließt sich an dem Krümmungsabschnitt noch ein weiterer Abschnitt, insbesondere ein Endabschnitt wie dieser nachfolgend noch beschrieben wird, an. Bei der Ausbildung als Kugelschicht weist der Krümmungsabschnitt einen einheitlichen Krümmungsmittelpunkt auf. Die Torusschicht wird gebildet, indem eine gekrümmte, vorzugsweise kreisförmig gekrümmte Kurve um die Drehachse rotiert wird. Insbesondere wird die Torusschicht durch die Rotation der Kontur, insbesondere einer halbseitigen Kontur, des Krümmungsabschnitts als Erzeugende um die Drehachse erzeugt.

Alternativ und/oder ergänzend ist der Zentrierabschnitt wahlweise als eine Kegelstumpfschicht oder als eine Torusschicht ausgebildet. Bei der Ausbildung als eine Kegelstumpfschicht sind die begrenzenden Wände mit einer konstanten Steigung realisiert. Die Torusschicht wird wie zuvor beschrieben erzeugt. Vorzugsweise schließt sich der Zentrierabschnitt unmittelbar an die Endfläche an. Es ist jedoch auch möglich, dass in fertigungstechnisch üblicher Weise der Übergang zwischen der Endfläche und dem Zentrierabschnitt durch eine Fase gebrochen ist.

Bei einer möglichen Weiterbildung der Erfindung weist die Ausnehmung einen Endabschnitt auf, wobei sich der Endabschnitt an den Krümmungsabschnitt anschließt. Der Endabschnitt kann beispielsweise als ein Anbohrabschnitt, in diesem Fall besonders bevorzugt als ein Kegelabschnitt, ausgebildet sein. Alternativ hierzu ist der Endabschnitt als ein Kugelsegment ausgebildet. Beide Varianten sind

fertigungstechnisch einfach herstellbar und aufgrund der gleichmäßigen Konturverläufe werden durch diese keine Schwächungen in die Rolle eingebracht.

Es ist in diesem Zusammenhang besonders bevorzugt, dass der Krümmungsabschnitt tangential in den Endabschnitt übergeht und/oder dass der Übergang differenzierbar ist. Diese Ausgestaltung führt den erfinderischen Gedanken weiter, die Ausnehmung so zu gestalten, dass keine Schwächungen in die Rolle eingebracht werden.

Es ist bevorzugt, dass das Verhältnis zwischen der Rollenlänge und der Tiefe der Ausnehmung zwischen 10 und 150, bevorzugt zwischen 13 und 100, insbesondere zwischen 15 und 30 liegt. Bei einer bevorzugten praktischen Realisierung der Erfindung ist die Tiefe der Ausnehmung kleiner als 4 Millimeter, vorzugsweise kleiner als 2 Millimeter ausgebildet. Ferner ist es bevorzugt, dass das Verhältnis zwischen dem Rollendurchmesser und dem Eingangsdurchmesser und/oder dem freien Durchmesser der Ausnehmung an der Endfläche zwischen 3 und 55, vorzugsweise zwischen 5,7 und 39,5 liegt. Bei einer oder der praktischen Realisierung ist der Eingangsdurchmesser kleiner als 6 mm, vorzugsweise kleiner als 3 mm und insbesondere kleiner als 2 mm. Bei einer oder der praktischen Realisierung ist es ferner besonders bevorzugt, dass der Durchmesser und/oder die Länge der Rolle größer als 25 Millimeter ausgebildet ist. Diese Ausgestaltungen unterstreichen nochmals, dass die Funktion der Ausnehmung auf die Zentrierung beschränkt ist.

Eine mögliche Ausgestaltung sieht vor, dass der Zentrierabschnitt einen Kegelwinkel von 60 Grad einnimmt. Der Krümmungsabschnitt ist als eine Torusschicht realisiert, wobei die erzeugende Kontur als ein Kreisabschnitt mit einem Radius r zwischen 0,1 Millimeter und 1,5 Millimeter ausgebildet ist. Der Endabschnitt ist als ein Kugelsegment mit einem Radius $r > 10$ mm ausgebildet.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft ein Wälzlager, wobei das Wälzlager als ein Radiallager oder als ein Axiallager oder als ein Axial-Radiallager ausgebildet sein kann. Das Wälzlager weist eine erste und eine zweite Laufbahn sowie eine Mehrzahl von Wälzkörpern auf, wobei die Wälzkörper zwischen der ersten und der zweiten Laufbahn abwälzend angeordnet sind. Die Wälzkörper sind als Rollen ausgebildet,

welche zuvor beschrieben wurden bzw. nach einem der vorhergehenden Ansprüche. Es ist vorgesehen, dass die Ausnehmungen in den Wälzkörpern unbesetzt und/oder unbenutzt und/oder leer und/oder eingriffsfrei sind. Durch diese Ausgestaltung wird nochmals unterstrichen, dass die Ausnehmungen als Zentrierausnehmungen ausgebildet sind und insbesondere keine Funktion wie zum Beispiel eine Führungsfunktion durch den Eingriff eines Bolzens in die Ausnehmung übernehmen. Ein weiterer optionaler Gegenstand der Erfindung kann ein Verfahren zum Fertigen des Wälzlagers betreffen, wobei zunächst die Ausnehmungen in die Rollen eingebracht werden, nachfolgend die Rollen zwischen den Zentrierspitzen eingespannt werden und bearbeitet werden und schließlich die Rollen in das Wälzlager eingebaut werden.

Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkung der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung sowie der beigefügten Figuren. Dabei zeigen:

Figur 1 eine schematische dreidimensionale Darstellung eines Wälzlagers als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figur 2 einen Längsschnitt einer Rolle nach dem Stand der Technik mit eingesetzten Zentrierspitzen;

Figuren 3a, b einen Längsschnitt in dreidimensionaler Darstellung bzw. einen Längsschnitt in zweidimensionaler Darstellung einer Rolle als ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figuren 4a, b in gleicher Darstellung wie die vorhergehende Figur eine Rolle als ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figuren 5a, b in gleicher Darstellung wie die vorhergehenden Figuren ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figuren 6a, b in gleicher Darstellung wie die vorhergehenden Figuren ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figuren 7a, b Simulationsergebnisse von der Spannungsverteilung bei der Rolle in konventioneller Bauweise (Figur 7a) sowie in optimierter Form (Figur 7b).

Die Figur 1 zeigt in einer schematischen dreidimensionalen Darstellung ein Wälzlager 1 als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung. Das Wälzlager 1 ist als ein Radialwälzlager ausgebildet und weist einen Innenring 2 mit einer Innenlaufbahn 3 sowie einen Außenring 4 mit einer Außenlaufbahn 5 auf. Zwischen dem Innenring 2 und dem Außenring 4 sind eine Mehrzahl von Wälzkörpern 6 angeordnet, welche zwischen der Innenlaufbahn 3 und der Außenlaufbahn 5 abwälzen. Die Wälzkörper 6 sind als Rollen ausgebildet und bei diesem Ausführungsbeispiel als Zylinderrollen realisiert. Das Wälzlager 1 ist als ein Großwälzlager dimensioniert, wobei die Rollen 6 einen Durchmesser und/oder eine Länge von größer als 25 Millimeter aufweisen. Das Wälzlager 1 kann wie dargestellt einreihig ausgebildet sein, es kann jedoch auch mehrreihig realisiert sein. Die Rollen 6 sind in dem Wälzlager 1 vollrollig angeordnet.

Jeder der Rollen 6 weist auf jeder Seite eine Endfläche 7 auf, in der mittig eine Ausnehmung 8 eingebracht ist. Die Ausnehmung 8 ist koaxial und/oder konzentrisch zu einer Drehachse D (Figur 2 ff.) angeordnet. In dem eingebauten Zustand der Rollen 6, wie dieser in der Figur 1 dargestellt ist, haben die Ausnehmungen 8 keine Funktion und sind somit unbesetzt.

Das Wälzlager 1 in der Figur 1 ist im Betrieb hoch belastbar. Dies kann zu sehr hohen Wälzkörperbelastungen mit einer Hertzsche Pressung zwischen der Laufbahn 3 oder 5 und den Rollen 6 mit mehr als 4.000 MPa führen, so dass sehr hohe Spannungen in der Zentrierungsgeometrie auftreten. Diese Spannungen können dazu führen, dass die belasteten Rollen 6 beim dynamischen Betrieb nicht dauerhaft sind, sodass ein Rollenbruch nicht ausgeschlossen werden kann.

Die Figur 2 zeigt eine der Rollen 6 gemäß des Stands der Technik in einer schematischen dreidimensionalen Längsschnittdarstellung. Es ist zu erkennen, dass

die Endflächen 7 einen äußeren Kreisringbereich 9 sowie einen inneren Kreisscheibenbereich 10 aufweisen, wobei der Kreisringbereich 9 und der Kreisscheibenbereich 10 zueinander abgestuft angeordnet sind. In dem Kreisringbereich 10 ist die Ausnehmung 8 eingebracht. In axialer Richtung greifen zwei Zentrierspitzen 11 in die Ausnehmungen 8 ein, um die Rolle 6 zentriert zu halten, damit diese bei der Fertigung bearbeitet werden kann. Diese Art des Haltens wird auch als „Zwischen Spitzen“ bezeichnet. Die in der Figur 2 dargestellte, gestufte Zentrierungsgeometrie ist gemäß der DIN332 ausgebildet.

Durch eine verbesserte Geometrie der Zentrierung kann eine wesentlich höhere dynamische Belastbarkeit der Rollen 6 erreicht werden, da die Spannungen unter Rollenlast innerhalb der Zentrierungsgeometrie deutlich geringer sind als bei der in der Figur 2 beschriebenen Form.

In den Figuren 3a, b ist in einer schematischen, dreidimensionalen Längsschnittdarstellung bzw. in einer Längsschnittdarstellung eine Rolle 6 als ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Rolle 6 sowie die nachfolgend beschriebenen Rollen 6 weisen die Endflächen 7 mit dem Kreisringbereich 9 und dem Kreisscheibenbereich 10 auf, in den die Ausnehmung 8 coaxial und/oder konzentrisch zu der Drehachse D eingebracht ist. Alternativ hierzu kann bei dem Ausführungsbeispiel in den Figuren 3a, b oder in den nachfolgenden Figuren die Endfläche 7 plan oder torusballig ausgebildet sein. Der Durchmesser und/oder die Länge der Rolle 6 in den Figuren 3a, b und in den nachfolgenden Figuren ist größer als 25 mm.

Die Ausnehmung 8 weist eine Tiefe t auf, wobei die Tiefe t kleiner als 2 Millimeter ausgebildet ist. Ausgehend von der Endfläche 7 schließt sich in Tiefenerstreckung zunächst ein Zentrierabschnitt 12 und nachfolgend ein Krümmungsabschnitt 13 an. Die Tiefe t teilt sich in etwa hälftig zwischen dem Zentrierabschnitt 12 und dem Krümmungsabschnitt 13 auf. Der freie Eingangsdurchmesser d öffnet sich an der Endfläche 7 und ist kleiner als 5 mm und in diesem Ausführungsbeispiel 4,25 mm.

Der Zentrierabschnitt 12 ist als eine Kegelstumpfschicht ausgebildet mit einem Kegelwinkel, welcher gemessen relativ zu einer Radialebene zu der Drehachse D zwischen 30 und 75 Grad betragen kann und bei diesem Ausführungsbeispiel mit 60 Grad bemaßt ist. Die Wände des Zentrierabschnitts 12 haben eine konstante Steigung. Der Krümmungsabschnitt 13 ist dagegen als ein Kugelsegment mit einem Spitzenradius r ausgebildet. Insbesondere bildet der Krümmungsabschnitt 13 eine Kugelkappe, welche die Ausnehmung 8 abschließt. Der Spitzenradius r ist kleiner als 5 mm und beträgt in diesem Beispiel 2 mm.

Der Übergang zwischen dem Zentrierabschnitt 12 und dem Krümmungsabschnitt 13 ist bei dem Ausführungsbeispiel in den Figuren 3a, b sowie bei allen weiteren Ausführungsbeispielen tangential ausgeführt, sodass sich keine Stufe oder kein Knick zwischen den beiden Abschnitten ergibt. Alternativ ausgedrückt ist der Übergang der Kontur in dem gezeigten Längsschnitt differenzierbar ausgebildet. Wie in Zusammenhang mit den Figuren 8a, b noch erläutert wird, ergeben sich durch die Zentrierungsgeometrie der Ausnehmung 8 bei dem Ausführungsbeispiel in den Figuren 3a,b bzw. in den nachfolgenden Figuren geringere Spannungen bei einer Belastung der Rolle 6 im Betrieb als bei der Rolle 6 der Figur 2.

Die Figuren 4a, b zeigen in gleicher Darstellung wie die vorhergehende Figur ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei im Vergleich zu dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung der Zentrierabschnitt 12 als eine Torusschicht ausgebildet ist. Die Krümmung R der Kontur der Torusschicht beträgt das 20 bis 30-fache der Krümmung r des Krümmungsabschnitts 13. Insbesondere gilt $R = (20 \dots 30) \cdot r$ wobei r der Spitzenradius des Krümmungsabschnitts 13 ist.

In den Figuren 5a, b ist ein drittes Ausführungsbeispiel gezeigt, wobei im Vergleich zu den vorhergehenden Ausführungsbeispielen der Zentrierabschnitt 12 einen größeren Kegelwinkel, in diesem Beispiel 75 Grad aufweist. Ansonsten wird auf die vorherige Beschreibung verwiesen. Der Krümmungsabschnitt 12 kann als eine Kegelstumpfschicht wie in den Figuren 3a, b oder als Torusschicht wie in den Figuren 4a, b ausgebildet sein.

Es ist zu unterstreichen, dass der Übergang zwischen dem Zentrierabschnitt 12 und dem Krümmungsabschnitt 13 stets und wie zuvor beschrieben tangential und/oder differenzierbar ausgebildet ist. Die Steigung bzw. die Krümmung ist in den Abschnitten 12, 13 jeweils konstant.

Bei der Rolle 6 in den Figuren 6a,b ist der Zentrierabschnitt 12 als eine Kegelstumpfschicht ausgebildet, der Krümmungsabschnitt 13 ist dagegen als eine Kugelschicht ausgebildet, welche in einen Endabschnitt 14 übergeht. Der Übergang zwischen dem Krümmungsabschnitt 13 und dem Endabschnitt 14 ist bei diesem Ausführungsbeispiel und dem nachfolgenden Ausführungsbeispiel tangential und/oder differenzierbar ausgebildet. Der Endabschnitt 14 ist als ein Anbohrabschnitt in Form eines Kegelabschnitts realisiert.

In den Figuren 7a, b sind Simulationsergebnisse hinsichtlich einer Spannungsverteilung bei einer Belastung der Rolle 6 dargestellt. In der Figur 7a ist die konventionelle Zentrierungsgeometrie der Figur 2 gezeigt, wobei diese einen Maximalwert von 935 und einen Minimalwert von -1436 zeigt. In der Figur 7b ist dagegen die Zentrierungsgeometrie gemäß der Figuren 3a, b dargestellt, wobei die maximale Spannung 513 und die minimale -861 beträgt. Somit ist die Spannungsdifferenz durch die erfindungsgemäße Zentrierungsgeometrie bei ansonsten gleichen Simulationsbedingungen deutlich reduziert worden, sodass die geänderte Zentrierungsgeometrie zu einer höheren Belastbarkeit der Rolle 6 führt.

Bezugszeichenliste

1	Wälzlager
2	Innenring
3	Innenlaufbahn
4	Außenring
5	Außenlaufbahn
6	Wälzkörper
7	Endfläche
8	Ausnehmung
9	Kreisringbereich
10	Kreisscheibenbereich
11	Zentrierspitze
12	Zentrierabschnitt
13	Krümmungsabschnitt
14	Endabschnitt
D	Drehachse
t	Tiefe
d	Eingangsdurchmesser
r	Spitzenradius
R	Radius

Patentansprüche

1. Rolle (6) für ein Wälzlager (1),

5

wobei die Rolle (6) auf jeder Seite eine Endfläche (7) aufweist, wobei in der Endfläche (7) eine Ausnehmung (8) eingebracht ist, wobei die Rolle (6) eine Drehachse (D) definiert und wobei die Ausnehmung (8) in einem Längsschnitt entlang der Drehachse (D) eine Kontur aufweist,

10

dadurch gekennzeichnet, dass

die Ausnehmung (8) einen Zentrierabschnitt (12) zur Aufnahme einer Zentrierspitze (11) und einen daran anschließenden Krümmungsabschnitt (13) aufweist, wobei der

15

Übergang zwischen dem Zentrierabschnitt (12) und dem Krümmungsabschnitt (13) differenzierbar und/oder tangential übergehend ausgebildet ist.

2. Rolle (6) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung (8) die Form eines Rotationskörpers aufweist, welcher durch eine Rotation der Kontur um

20

die Drehachse (D) gebildet ist, wobei die Kontur differenzierbar ausgebildet ist und/oder Übergänge von Teilabschnitten der Kontur tangential ineinander übergehen.

3. Rolle (6) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Zentrierabschnitt (12) eine konstante Krümmung oder konstante Steigung und der

25

Krümmungsabschnitt (13) eine konstante Krümmung aufweisen.

4. Rolle (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Krümmungsabschnitt (13) als ein Kugelsegment, als eine Kugelschicht oder als eine Torusschicht ausgebildet ist.

30

5. Rolle (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zentrierabschnitt (12) als ein Kegelstumpfssegment oder als eine Torusschicht ausgebildet ist.

5 6. Rolle (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung (8) einen Endabschnitt (14) aufweist, wobei sich der Endabschnitt (14) an dem Krümmungsabschnitt (13) anschließt und als ein Anbohrabschnitt und/oder als ein Kugelsegment ausgebildet ist.

10 7. Rolle (6) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Längsschnitt die Kontur des Krümmungsabschnitts (13) tangential in die Kontur des Endabschnitts (14) übergeht und/oder dass der Übergang differenzierbar ist.

8. Rolle (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
15 dass das Verhältnis zwischen der Rollenlänge und der Tiefe (t) der Ausnehmung zwischen 10 und 150, bevorzugt zwischen 13 und 100 und insbesondere zwischen 15 und 30 liegt.

9. Rolle (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
20 dass das Verhältnis zwischen dem Rollendurchmesser und dem Eingangsdurchmesser und/oder dem freien Durchmesser der Ausnehmung (8) an der Endfläche (7) zwischen 3 und 55, vorzugsweise zwischen 5,7 und 39,5 liegt.

10. Wälzlager (1)

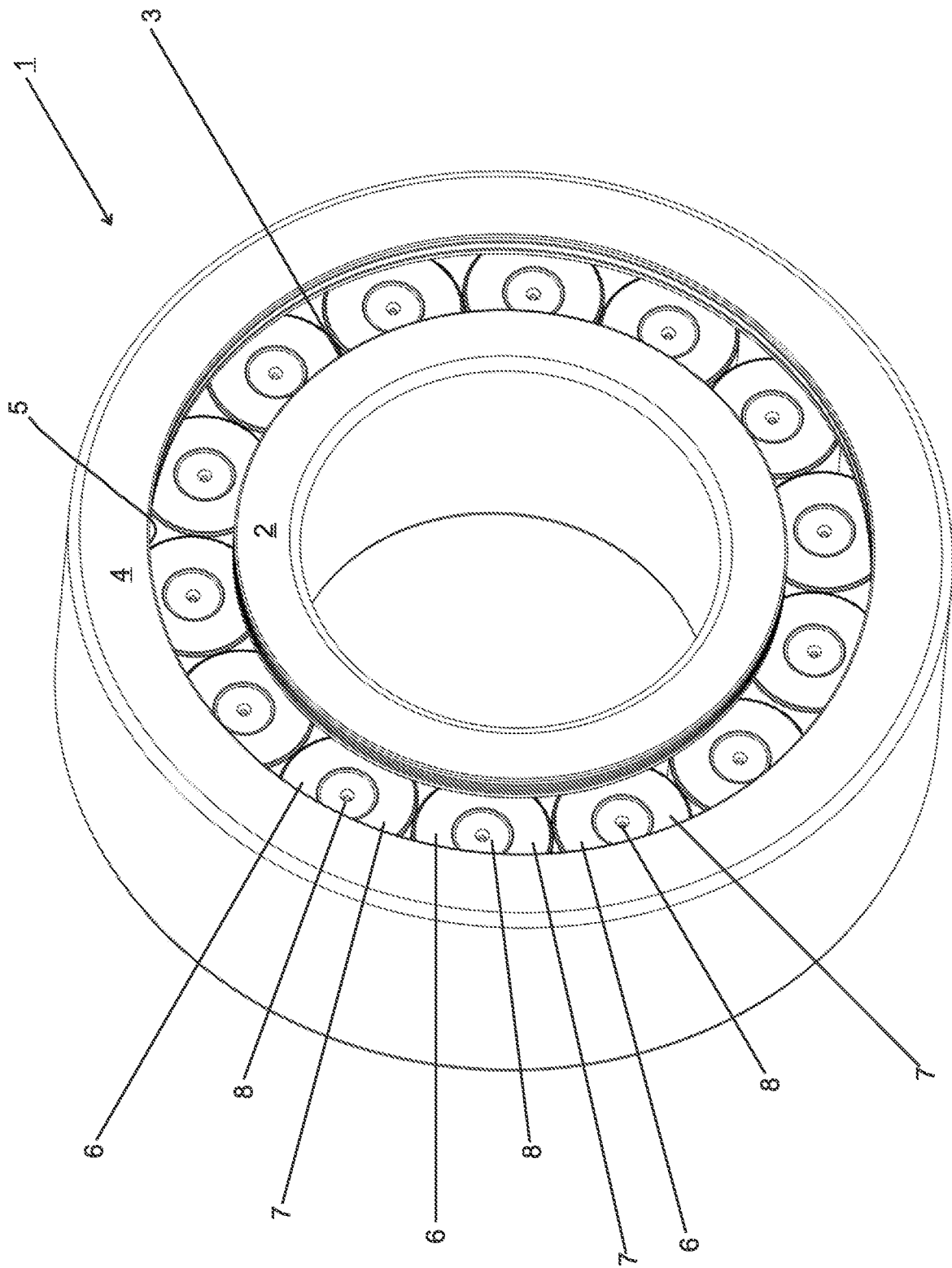
25

mit einer ersten Laufbahn (3) und mit einer zweiten Laufbahn (5) sowie mit einer Mehrzahl von Wälzkörper (6), wobei die Wälzkörper (6) zwischen der ersten (3) und der zweiten Laufbahn (5) abwälzend angeordnet sind und wobei die Wälzkörper als Rollen (6) ausgebildet sind,

30

dadurch gekennzeichnet, dass

die Rollen (6) gemäß einer der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet sind und dass die Ausnehmungen (8) in dem Wälzlager (1) unbesetzt und/oder unbenutzt und/oder leer und/oder eingriffsfrei sind.



Figur 1

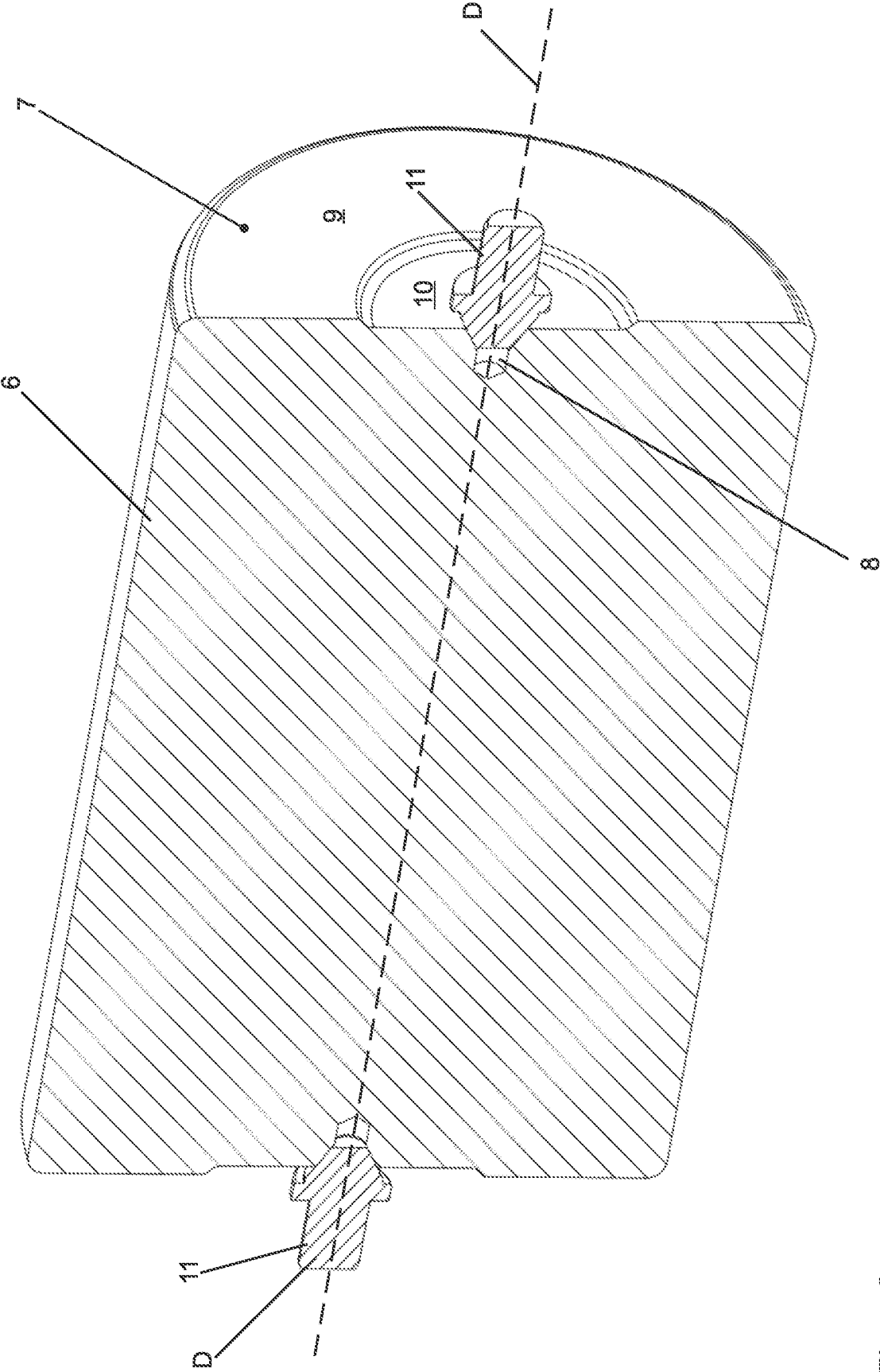
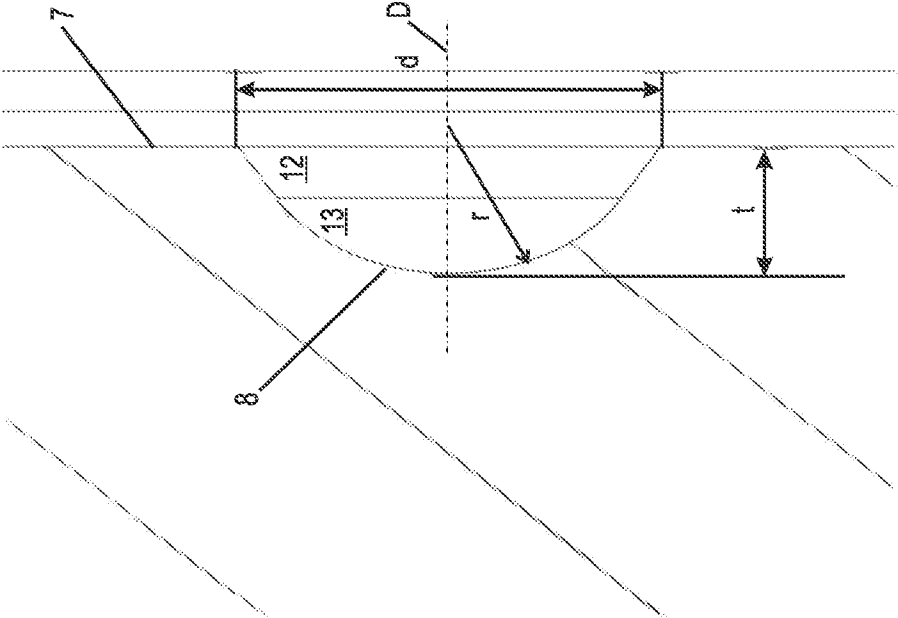
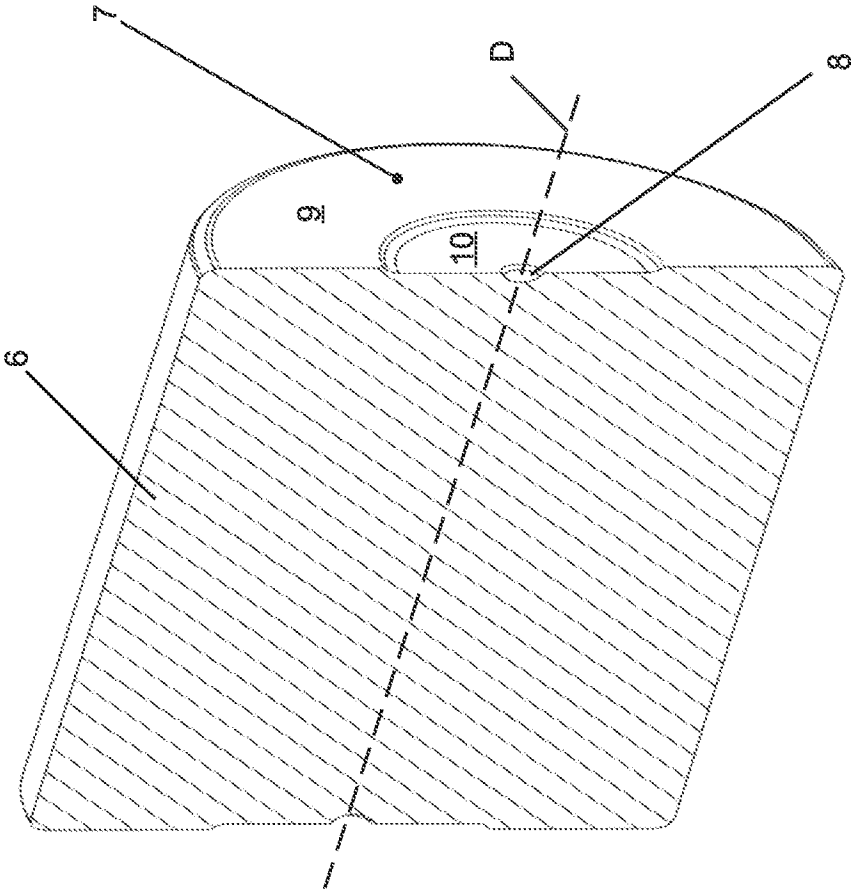


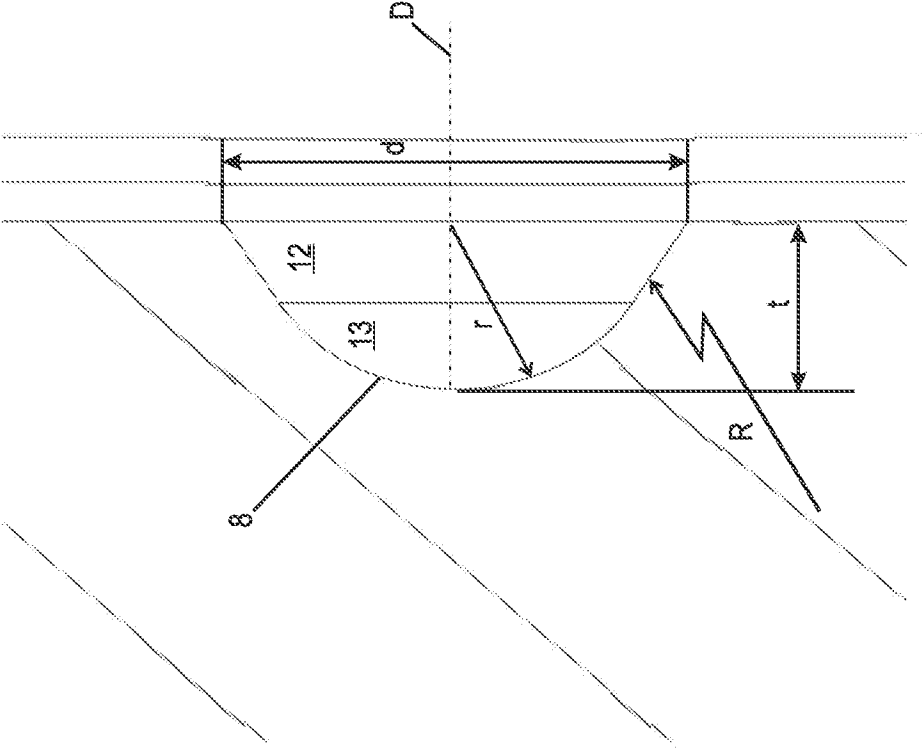
Figure 2



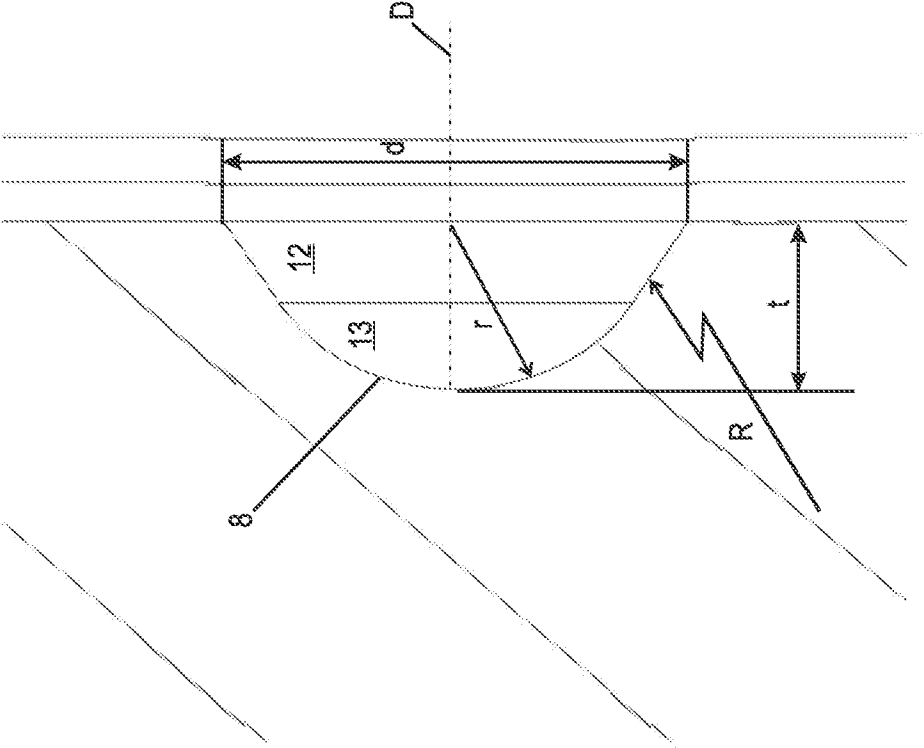
Figur 3b



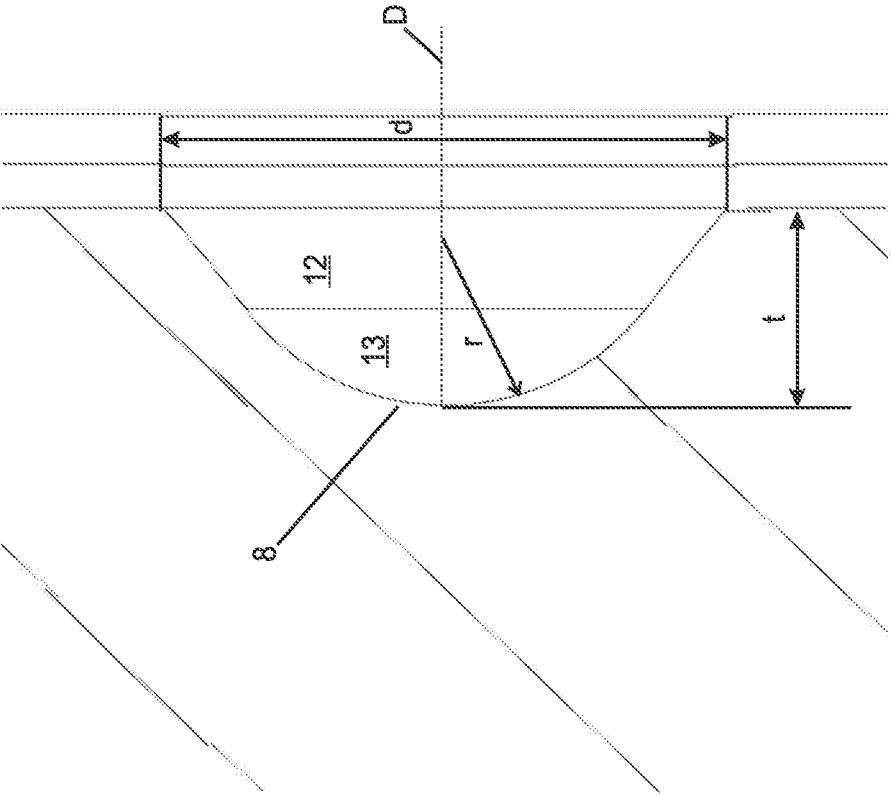
Figur 3a



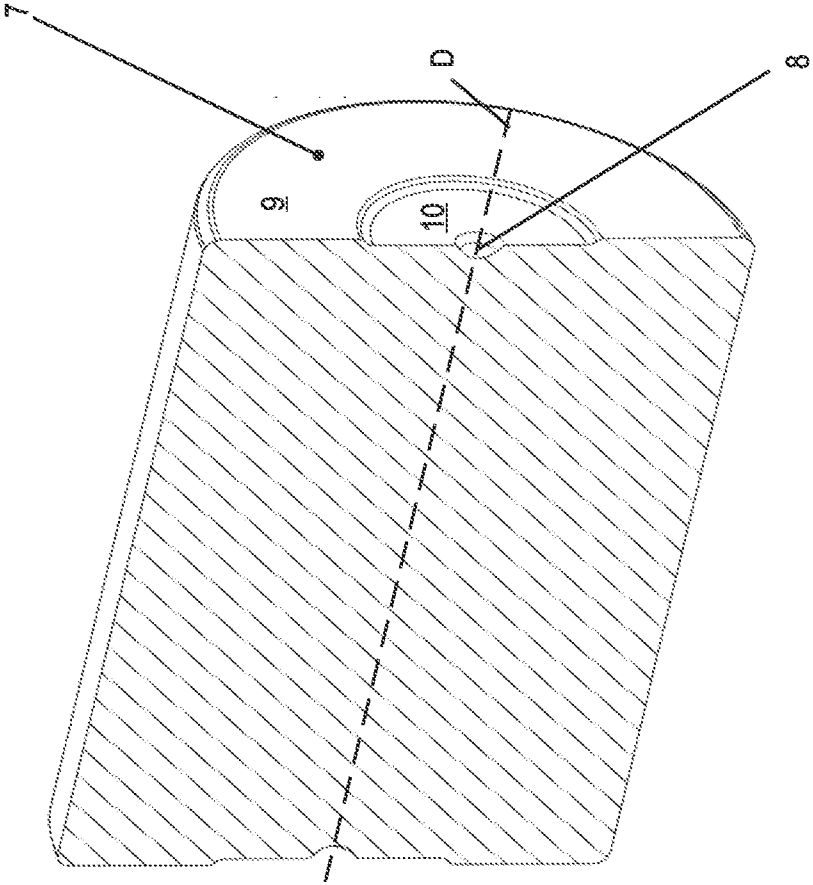
Figur 4a



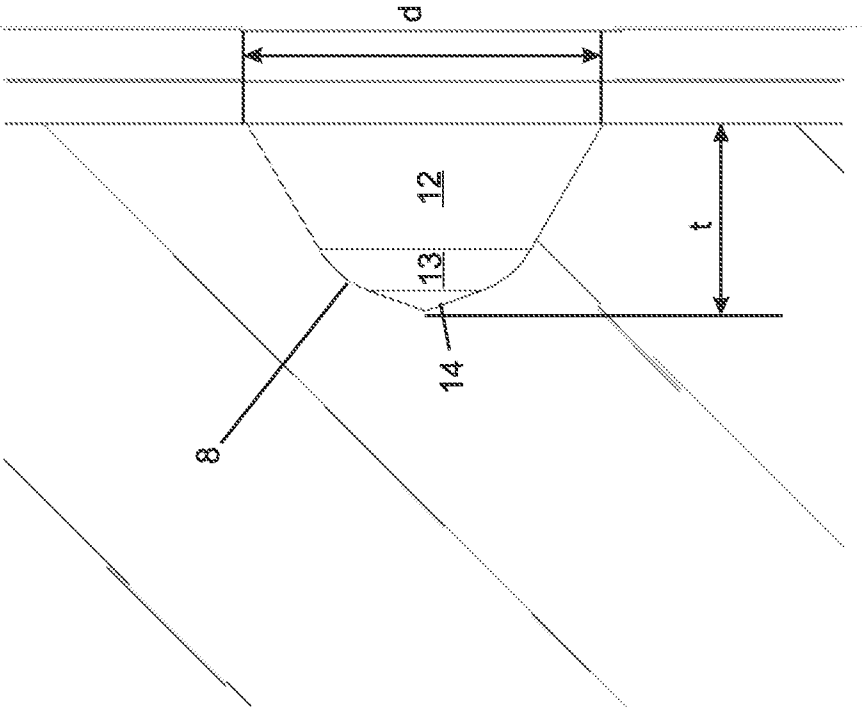
Figur 4b



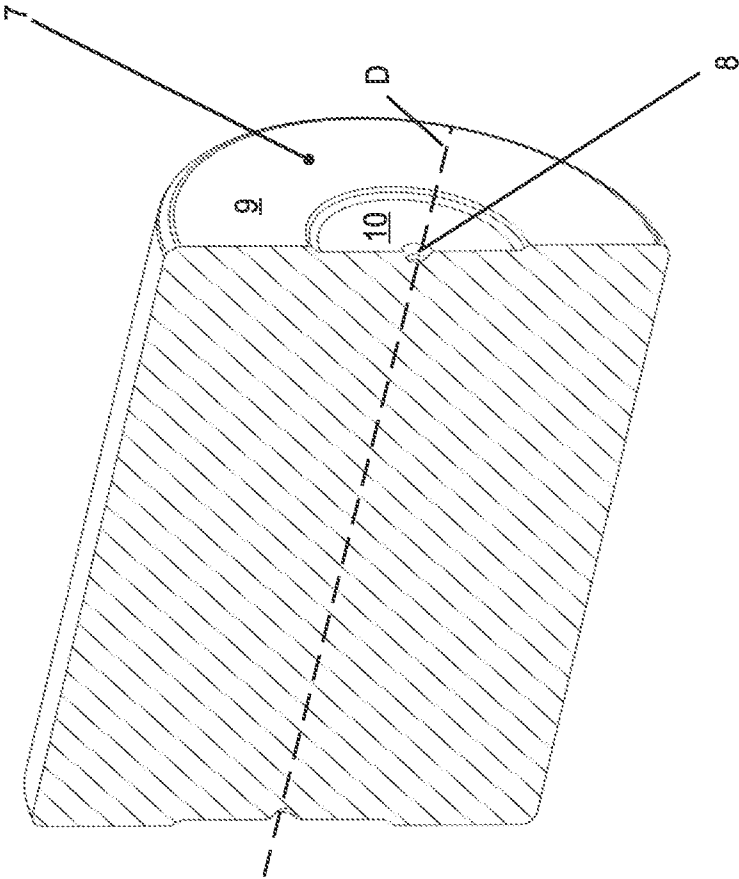
Figur 5b



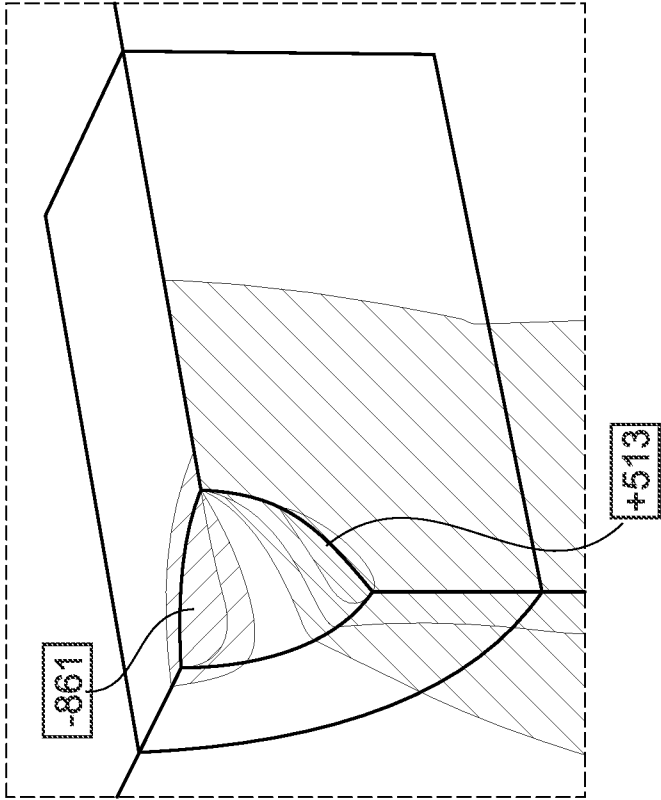
Figur 5a



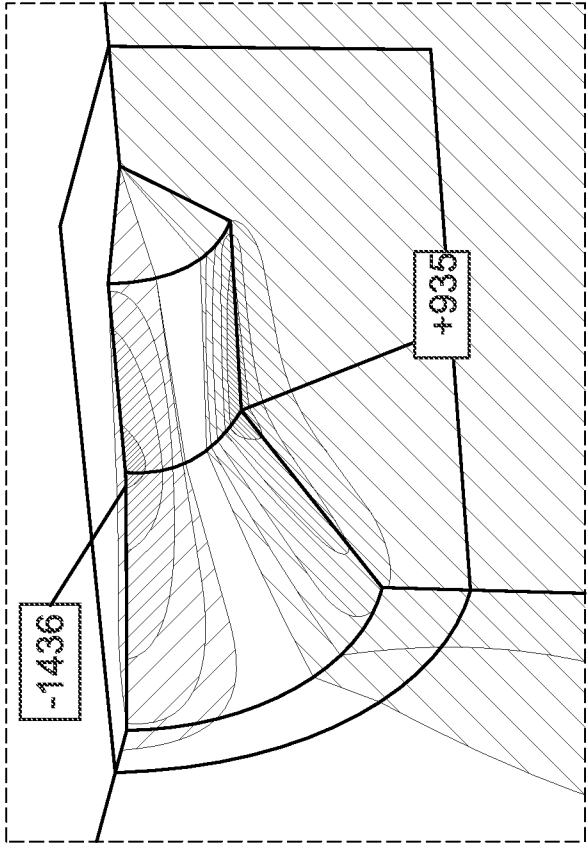
Figur 6b



Figur 6a



Figur 7b



Figur 7a

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/100821

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16C33/34 F16C33/52
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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 21 52 905 A1 (ROLLWAY BEARING CO. INC. [US]) 26 October 1972 (1972-10-26) figures 1,2	1-10
X	US 3 527 513 A (HEWKO LUBOMYR O) 8 September 1970 (1970-09-08) figures 2,5	1-10
X	EP 2 309 143 B1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 6 April 2016 (2016-04-06) cited in the application figure 1	1-10
X	US 2012/114279 A1 (BLANCHIN OLIVIER [FR]) 10 May 2012 (2012-05-10) figures 1-3b	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

22 December 2017

Date of mailing of the international search report

11/01/2018

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

Hutter, Manfred

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2017/100821

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2010/116058 A1 (SNR ROULEMENTS SA [FR]; BLANCHIN OLIVIER [FR]; PAILLET STEPHANE [FR];) 14 October 2010 (2010-10-14) figure 2a -----	1-10
X	WO 2013/129645 A1 (THK CO LTD [JP]) 6 September 2013 (2013-09-06) figure 8 -----	1-10
X	DE 20 2015 101836 U1 (GRASS GMBH [DE]) 18 July 2016 (2016-07-18) figure 5 -----	1-6,8-10
X	WO 2013/146362 A1 (THK CO LTD [JP]) 3 October 2013 (2013-10-03) figure 5 -----	1-5,8-10
X	GB 181 156 A (KARL OSCAR LEON) 15 June 1922 (1922-06-15) figure 7 -----	1-3,10
X	CN 105 252 223 A (BAOTA INDUSTRY CO LTD) 20 January 2016 (2016-01-20) figure 10 -----	1,2,10
A	GB 648 532 A (MEYER SCHLIOMA FRENKEL) 10 January 1951 (1951-01-10) figures 1-7 -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2017/100821

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2152905	A1	26-10-1972	AU 466944 B2 25-10-1973
		CA 947802 A 21-05-1974	
		DE 2152905 A1 26-10-1972	
		FR 2131331 A5 10-11-1972	
		GB 1327646 A 22-08-1973	
		IT 950598 B 20-06-1973	
		US 3713712 A 30-01-1973	
US 3527513	A	08-09-1970	NONE
EP 2309143	B1	06-04-2016	CN 102076980 A 25-05-2011
			EP 2309143 A1 13-04-2011
			JP 5661235 B2 28-01-2015
			JP 2010014154 A 21-01-2010
			KR 20110020866 A 03-03-2011
			WO 2010001706 A1 07-01-2010
US 2012114279	A1	10-05-2012	CN 102444673 A 09-05-2012
			EP 2441973 A1 18-04-2012
			FR 2965869 A1 13-04-2012
			JP 2012097900 A 24-05-2012
			US 2012114279 A1 10-05-2012
WO 2010116058	A1	14-10-2010	EP 2417371 A1 15-02-2012
			FR 2944330 A1 15-10-2010
			WO 2010116058 A1 14-10-2010
WO 2013129645	A1	06-09-2013	JP 5890514 B2 22-03-2016
			JP WO2013129645 A1 30-07-2015
			TW 201400721 A 01-01-2014
			WO 2013129645 A1 06-09-2013
DE 202015101836	U1	18-07-2016	NONE
WO 2013146362	A1	03-10-2013	JP 5908580 B2 26-04-2016
			JP WO2013146362 A1 10-12-2015
			TW 201411000 A 16-03-2014
			WO 2013146362 A1 03-10-2013
GB 181156	A	15-06-1922	NONE
CN 105252223	A	20-01-2016	NONE
GB 648532	A	10-01-1951	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F16C33/34 F16C33/52
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F16C

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 21 52 905 A1 (ROLLWAY BEARING CO. INC. [US]) 26. Oktober 1972 (1972-10-26) Abbildungen 1,2	1-10
X	US 3 527 513 A (HEWKO LUBOMYR O) 8. September 1970 (1970-09-08) Abbildungen 2,5	1-10
X	EP 2 309 143 B1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 6. April 2016 (2016-04-06) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 1	1-10
X	US 2012/114279 A1 (BLANCHIN OLIVIER [FR]) 10. Mai 2012 (2012-05-10) Abbildungen 1-3b	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

22. Dezember 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/01/2018

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

Hutter, Manfred

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2010/116058 A1 (SNR ROULEMENTS SA [FR]; BLANCHIN OLIVIER [FR]; PAILLET STEPHANE [FR];) 14. Oktober 2010 (2010-10-14) Abbildung 2a -----	1-10
X	WO 2013/129645 A1 (THK CO LTD [JP]) 6. September 2013 (2013-09-06) Abbildung 8 -----	1-10
X	DE 20 2015 101836 U1 (GRASS GMBH [DE]) 18. Juli 2016 (2016-07-18) Abbildung 5 -----	1-6,8-10
X	WO 2013/146362 A1 (THK CO LTD [JP]) 3. Oktober 2013 (2013-10-03) Abbildung 5 -----	1-5,8-10
X	GB 181 156 A (KARL OSCAR LEON) 15. Juni 1922 (1922-06-15) Abbildung 7 -----	1-3,10
X	CN 105 252 223 A (BAOTA INDUSTRY CO LTD) 20. Januar 2016 (2016-01-20) Abbildung 10 -----	1,2,10
A	GB 648 532 A (MEYER SCHLIOMA FRENKEL) 10. Januar 1951 (1951-01-10) Abbildungen 1-7 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2017/100821

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2152905	A1	26-10-1972	AU 466944 B2 25-10-1973
		CA 947802 A 21-05-1974	
		DE 2152905 A1 26-10-1972	
		FR 2131331 A5 10-11-1972	
		GB 1327646 A 22-08-1973	
		IT 950598 B 20-06-1973	
		US 3713712 A 30-01-1973	

US 3527513	A	08-09-1970	KEINE

EP 2309143	B1	06-04-2016	CN 102076980 A 25-05-2011
		EP 2309143 A1 13-04-2011	
		JP 5661235 B2 28-01-2015	
		JP 2010014154 A 21-01-2010	
		KR 20110020866 A 03-03-2011	
		WO 2010001706 A1 07-01-2010	

US 2012114279	A1	10-05-2012	CN 102444673 A 09-05-2012
		EP 2441973 A1 18-04-2012	
		FR 2965869 A1 13-04-2012	
		JP 2012097900 A 24-05-2012	
		US 2012114279 A1 10-05-2012	

WO 2010116058	A1	14-10-2010	EP 2417371 A1 15-02-2012
		FR 2944330 A1 15-10-2010	
		WO 2010116058 A1 14-10-2010	

WO 2013129645	A1	06-09-2013	JP 5890514 B2 22-03-2016
		JP WO2013129645 A1 30-07-2015	
		TW 201400721 A 01-01-2014	
		WO 2013129645 A1 06-09-2013	

DE 202015101836	U1	18-07-2016	KEINE

WO 2013146362	A1	03-10-2013	JP 5908580 B2 26-04-2016
		JP WO2013146362 A1 10-12-2015	
		TW 201411000 A 16-03-2014	
		WO 2013146362 A1 03-10-2013	

GB 181156	A	15-06-1922	KEINE

CN 105252223	A	20-01-2016	KEINE

GB 648532	A	10-01-1951	KEINE
