

(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
15. Januar 2015 (15.01.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/003696 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F16C 33/58 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2014/200253
- (22) Internationales Anmeldedatum:
10. Juni 2014 (10.06.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2013 213 332.4 8. Juli 2013 (08.07.2013) DE
- (71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).
- (72) Erfinder: **STÖCKER, Manfred**; Gartenstr. 19, 97493 Bergheimfeld (DE). **SMOLENSKI, Witold Marek**; Mozartstr. 4, 97456 Dittelbrunn OT Hambach (DE). **DRABEK, Hans-Joachim**; Gruitener Straße 5, 40822 Mettmann (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, 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)

(54) Title: SUPPORT BEARING, IN PARTICULAR RUNNING ROLLER

(54) Bezeichnung : STÜTZLAGERUNG, INSBESONDERE LAUFROLLE

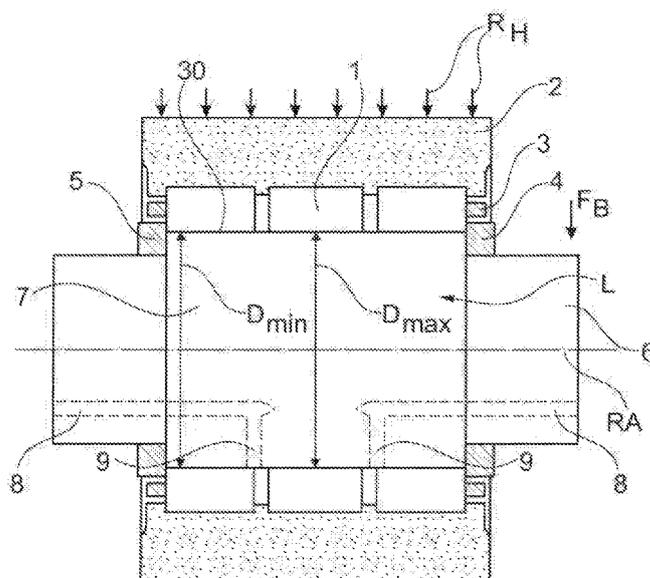


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a support bearing, for example for straighteners, having an outer ring (2, 24, 41), having an inner ring (7, 23, 31, 40) and rolling bodies (1) which can roll between the outer ring (2, 24, 41) and the inner ring (7, 23, 31, 40) on raceways, wherein a bending moment prevails between the rings (2, 24, 41, 7, 23, 31, 40) as a result of a load with a fixed direction of action. With the aim of compensating for the bending moment, it is proposed to provide an outer raceway of the inner ring (7, 23, 31) and/or an inner raceway of the outer ring with a profiling with a variable diameter in the axial width, wherein the profiling is adapted or approximated to a non-cylindrical bending line caused by the bending moment in the rolling contact, and the bending line is defined by a line, on which bending forces which are transmitted from the inner ring (7, 23, 31) to the rolling bodies (1) and are caused by the bending moment lie substantially perpendicularly. As a result, in particular, the disadvantageous edge loading in a given load direction is suppressed, with the result that more rolling bodies (1) can transmit load between the rings (2, 24, 41, 7, 23, 31, 40) at the same time.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/003696 A1



Die Erfindung betrifft eine Stützlagerung, zum Beispiel für Richtmaschinen, mit einem Außenring (2, 24, 41), mit einem Innenring (7, 23, 31, 40) und zwischen Außenring (2, 24, 41) und Innenring (7, 23, 31, 40) auf Laufbahnen abrollbaren Wälzkörpern (1), wobei durch eine Last mit fester Wirkrichtung ein Biegemoment zwischen den Ringen (2, 24, 41, 7, 23, 31, 40) anliegt. Mit dem Ziel das Biegemoment zu kompensieren wird vorgeschlagen, eine Außenlaufbahn des Innenrings (7, 23, 31) und/oder eine Innenlaufbahn des Außenrings eine Profilierung mit in axialer Breite veränderlichem Durchmesser zu versehen, wobei die Profilierung an eine durch das Biegemoment verursachte nichtzylindrische Biegelinie im Wälzkontakt angeglichen oder angenähert ist und die Biegelinie durch eine Linie definiert ist, auf der vom Innenring (7, 23, 3) auf die Wälzkörper (1) übertragenen und durch das Biegemoment verursachten Biegekräfte im Wesentlichen senkrecht stehen. Dadurch wird insbesondere das nachteilige Kantentragen bei gegebener Lastrichtung unterbunden, sodass mehr Wälzkörper (1) gleichzeitig Last zwischen den Ringen (2, 24, 41, 7, 23, 31, 40) übertragen können.

Bezeichnung der Erfindung

Stützlagerung, insbesondere Laufrolle

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Stützlagerung, zum Beispiel für Richtmaschinen, mit einem Außenring, mit einem Innenring und zwischen dem Außenring und dem Innenring auf Laufbahnen abrollbaren Wälzkörpern, wobei durch eine Last mit
10 fester Wirkrichtung ein Biegemoment zwischen den Ringen anliegt.

Gebiet der Erfindung

Bei der Stützlagerung (auch Trag-Stütz-Lagerung genannt) wird die axiale Ausrichtung der Welle je nach Richtung der eingeleiteten Kraft von einem oder
15 mehreren Lagern übernommen. Zu den Stützlagerungen zählen Laufrollen, insbesondere Stützrollen, Kurvenrollen oder Kugellager-Laufrollen. Stützrollen sind einbaufertige Nadel- oder Zylinderrollenlager mit besonders dickwandigem Außenring, die unter anderem in Vielwalzen-Kraftwalzgerüsten, Richtmaschi-
20 nen, Kurvengetrieben, Führungsbahnen, Förderanlagen und Linearführungssystemen eingesetzt werden (z.B. DE 10 2010 036 248 A1).

Kurvenrollen sind Stützrollen mit einer Axialführung, wobei anstelle des Innenrings ein massiver Rollenzapfen vorgesehen ist. Der Rollenzapfen weist ein
25 Befestigungsgewinde und in vielen Fällen auf beiden Seiten einen Innensechskant auf. Laufrollen hingegen gleichen in ihrem Aufbau Rillen- oder Schrägkugellagern, haben jedoch dickwandige Außenringe mit einer gerundeten Mantelfläche.

30 Stützrollen sind vorgesehen hohe radiale Belastungen, aber auch axiale Belastungen aus beiden axialen Richtungen aufzunehmen. Daher werden als Wälzkörper oft Nadelrollen oder Zylinderrollen eingesetzt.

Ferner ist problematisch, dass gerade der Bereich des Wälzkontaktes aufgrund von Kantentragen bei Biegemomenten besonders in Mitleidenschaft gezogen werden kann und die Lebensdauer des Stützagers ebenfalls erheblich leidet. Ferner können enorme Ungleichbelastungen zwischen äußeren und inneren
5 Wälzlagerreihen bestehen. Die Wälzkörper erfahren so ein sehr ungleichmäßiges Tragverhalten, wobei die geringsten Kontaktdrücke zwischen Wälzkörper und Achse in der Mitte des Stützagers und die höchsten Drücke am Rand des Stützagers auftreten.

10

Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde die Effekte eines Biegemoments, wie zum Beispiel einer Bolzenbiegung, zumindest zu verringern ohne andere Eigenschaften der Stützagerung zu verschlechtern.

15

Beschreibung der Erfindung

Diese Aufgabe wird bei einer Stützagerung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass eine Außenlaufbahn des Innenrings und/oder eine Innen-
20 laufbahn des Außenrings eine Profilierung mit in axialer Richtung veränderlichem Durchmesser aufweist, wobei die Profilierung an eine durch das Biegemoment verursachte Biegelinie im Wälzkontakt angeglichen oder angenähert ist und die Biegelinie eine Linie ist, auf der vom jeweiligen Ring auf die Wälzkörper übertragenen und durch das Biegemoment verursachten Biegekräfte im
25 Wesentlichen senkrecht stehen. Auf diese Weise können die Biegekräfte weitgehend gleichmäßig über den Wälzkontakt verteilt werden, wobei unter Wälzkontakt die Fläche gemeint ist, auf der sich Wälzkörper und Laufbahn insbesondere unter Berücksichtigung der Elastizität des Wälzkörpers berühren.

30 Unter axialer Richtung wird eine Richtung verstanden, die parallel zur Drehachse der Stützagerung verläuft. Dabei kann der Innenring in eine massive Achse, in einen massiven Bolzen oder in einen massiven Achszapfen integriert sein, wobei an der massiven Achse, beziehungsweise am massiven Bolzen,

beziehungsweise am massiven Achszapfen, die Profilierung der Außenlaufbahn ausgebildet ist. Massiv bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der Innenring in ein Bauteil integriert ist, welches im Wesentlichen keine Hohlräume aufweist, wenn man von einer Schmiermittelversorgung oder von Schmiermittelbohrungen oder dergleichen absieht.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist der Innenring auf eine Achse, einen Bolzen oder einen Achszapfen aufbringbar oder aufpressbar und ist gegen eine Verdrehung gegenüber der Achse, dem Bolzen oder dem Achszapfen gesichert. Dies kann sowohl bei einem drehenden als auch bei einem feststehenden Innenring der Fall sein.

Die Profilierung der Außenlaufbahn des Innenrings kann durch eine radiale Korrekturfunktion $w(x)$ definiert sein, wobei der lokale Durchmesser $D(x)$ des Innenrings von $w(x)$ und einem konstanten Durchmesser D_0 in der folgenden Weise abhängt:

$$D(x) = D_0 - 2 \cdot w(x);$$
$$w(x) = R_{K2} - (R_{K2}^2 - x^2)^{-0,5}$$

20

wobei x eine axiale Position am Innenring ist, und der zweite Krümmungsradius R_{K2} in Abhängigkeit von Richtung und/oder Betrag des Biegemomentes und insbesondere auch der Stützlagereigenschaften, gewählt ist. Der zweite Krümmungsradius R_{K2} kann durch Schätzung, Lagerverschleißanalysen oder durch eine Computersimulation der Stützlagerung, beziehungsweise dessen Wälzverhaltens, ermittelt werden. Der zweite Krümmungsradius R_{K2} beträgt beispielsweise zwischen 5000 bis 30000 Millimetern. Dabei muss die Biegelinie nicht genau nachgebildet werden, sondern eine Annäherung an die Biegelinie kann bereits zu einer Lebensdauerverlängerung führen, die für den üblichen Gebrauch ausreicht. Dabei kann die Profilierung auch zylindrische und gerundete Bereiche aufweisen, weil diese sich gegebenenfalls der Stützlagergeometrie oder den Wälzkörpern anpassen muss.

30

Vorteilhafterweise ist der Innenring oder der Außenring mittelbar oder unmittelbar mit einem Lagerblock fest verbunden. Der Lagerblock hat die Funktion eines Sockels oder einer Verankerung, die die Last, die über das Stützlager geleitet wird, aufzufangen.

5

Wenn die Wälzkörper in zwei, drei oder vier Wälzkörperreihen angeordnet sind, kann insgesamt eine größere Wälzkontaktfläche erzielt werden, womit die Stützlagerung mehr Last tragen kann. Hierbei kann die Biegelinie für die jeweilige Wälzkörperreihe einen anderen Verlauf aufweisen, weil normalerweise die
10 außen liegenden Wälzkörperreihen anders gerichtete Biegekräfte aufnehmen müssen, als innen liegende Wälzkörperreihen. Daher kann es von Vorteil sein innere Wälzkörperreihen auf zylindrischen Bereichen und äußere Wälzkörperreihen auf gerundeten der Profilierung vorzusehen, um die Last auf die Wälzkörperreihen gleichmäßig zu verteilen.

15

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist jeder Wälzkörperreihe einem zylindrischen oder einem gerundeten Bereich der Profilierung zugeordnet.

Bei einem feststehenden Innen- oder Außenring ist es vorteilhaft, wenn dieser
20 Zuführungs- oder Einleitungsöffnungen für ein Schmiermittel, insbesondere Schmieröl oder Schmierfett, aufweist.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform weist eine Außenlaufbahn des Innenrings oder eine Innenlaufbahn des Außenrings im Bereich einer Lastzone in
25 Umfangsrichtung eine geringere Krümmung (Abflachung) auf als die jeweilige Laufbahn außerhalb der Lastzone. Unter Lastzone wird hierbei ein Bereich zwischen Außenlaufbahn und Innenlaufbahn verstanden, durch den die Wälzkörper hindurchrollen können und dabei in höherem Maße Stützlast zwischen den Laufbahnen übertragen. Diese Lastzone richtet sich nach der Richtung der
30 Stützlast aus. Unter Umfangsrichtung wird eine Wälzrichtung verstanden, in die die Wälzkörper abrollen können, oder deren Gegenrichtung.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform übertragen mindestens drei, vier oder fünf Wälzkörper einer Wälzkörperreihe gleichzeitig einen erhöhten Anteil der Stützkraft zwischen Außenring und Innenring. Dank einer erfindungsgemäßen Profilierung können aufgrund des minimierten oder eliminierten Kantentrags mehr Wälzkörper, insbesondere bei einer Vielzahl von Wälzkörperreihen, gleichzeitig eine tragende Funktion übernehmen. Die Stützlagerung leidet nicht unter der durch das Biegemoment eingebrachten Verformung.

Vorteilhafterweise weist der Innenring, welcher an seiner jeweiligen Laufbahn im Bereich der Lastzone in Umfangsrichtung die geringere Krümmung auf als die jeweilige Laufbahn außerhalb der Lastzone. Dazu muss der Innenring ein in Bezug auf die Stützlast feststehender Ring sein. Denn die geringere Krümmung muss in der Lastzone während des Wälzlagerbetriebes verbleiben, also in Bezug auf die Lastrichtung ausgerichtet, insbesondere zur Last hin oder von der Last weg orientiert, sein.

Von daher ist es vorteilhaft an der Stützlagerung außen eine Hilfsvorrichtung (zum Beispiel eine Markierung) anzubringen, an der zu erkennen ist, wie das Stützlager beim Einbau, beispielsweise eine Stützrolle, orientiert werden soll. Idealerweise kann diese Hilfsvorrichtung bei optimaler Position eine Fluchtung hervorrufen oder über eine Nut korrekt ausrichtbar sein. Diese Hilfsvorrichtung ist nur für einen feststehenden Innenring mit unterschiedlicher Krümmung in Umfangsrichtung erforderlich.

Bei einer Stützlagerung, wie zum Beispiel einer Laufrolle, kann in einem vorinstallierten Zustand (ohne Last) in der Lastzone der Stützlagerung eine geringere Vorspannung der Wälzkörper entstehen, da die geringere Krümmung an der Außenlaufbahn des Innenrings ausgebildet ist und eine Materialrücknahme am Innenring vorliegt. Wichtig ist, dass die Anordnung der Lastzone der Stützlagerung durch die Anbringung der Krümmung am Innenring für die Stützlagerung vorgegeben ist.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Krümmung in Umfangsrichtung durch einen ersten Krümmungsradius R_{K1} vorgegeben, wobei der erste Krümmungsradius R_{K1} durch eine Summe aus der Radiusvergrößerung Δr und dem Radius R der jeweiligen Laufbahn definiert ist:

5

$$R_{K1} = R + \Delta r;$$
$$E = \Delta r + F,$$

wobei die Exzentrizität E der jeweiligen Laufbahn aus einer Summe aus der Radiusvergrößerung Δr und einer maximalen Materialrücknahme F gebildet ist, die für die Ausbildung einer geringeren Krümmung erforderlich ist. Mit anderen Worten, der radiale Abstand der Außenlaufbahn zur Drehachse ist im Bereich der Krümmung kleiner als an der übrigen Außenlaufbahn. Je größer die Radiusänderung Δr gewählt wird, desto größer muss die maximale Materialrücknahme F sein. Die Radiusvergrößerung Δr und die Materialrücknahme F sollen einer optimalen Lastverteilung in Umfangsrichtung angepasst werden: zum Beispiel werden bei zu starker Abflachung seitliche Wälzkörper höhere Belastungen aufnehmen als mittlere Wälzkörper.

Beste Ergebnisse erzielt eine Krümmung in Umfangsrichtung - nachfolgend auch vereinfachend Abflachung genannt – deren geringere Krümmung in Umfangsrichtung durch einen ersten Krümmungsradius R_{K1} definiert ist, der um 0,2% bis 0,8 % des Laufbahndurchmessers D größer ist als der Laufbahnradius R , also zwischen $R_{K1} = 0,002 * D + R$ bis $R_{K1} = 0,008 * D + R$ liegt.

25

Die maximale Materialrücknahme F sollte für beste Ergebnisse zwischen 0,1% bis 0,6% des Laufbahndurchmessers D liegen, also zwischen $F = 0,001 * D$ und $F = 0,006 * D$.

Vorteilhafterweise weist der Innen- oder Außenring im Bereich der Lastzone in Umfangsrichtung eine geringere Krümmung auf als außerhalb der Lastzone, wobei der jeweilige Ring mittels einer Verdrehsicherung in Bezug zur Stützkraft fixierbar ist. Diese Verdrehsicherung kann auf verschiedene Weisen implemen-

tiert werden, wobei diese teilweise oder ganz durch eine zusätzliche Abflachung oder eine Nut realisiert ist. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die Krümmung nur dann lastverteilend wirkt, wenn die Wälzkörper auch Last tragen sollen.

5

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform weist die Innen- oder Außenlaufbahn, eine Profilierung mit in axialer Breite veränderlichem Außendurchmesser auf, wobei die Profilierung an eine durch das Biegemoment verursachte Biegelinie im Wälzkontakt angeglichen oder angenähert ist und die Biegelinie durch eine
10 Linie definiert ist, auf der vom Innenring auf die Wälzkörper übertragenen und durch das Biegemoment verursachten Biegekräfte im Wesentlichen senkrecht stehen. Auf diese Weise können die Biegekräfte weitgehend gleichmäßig über den Wälzkontakt verteilt werden, wobei unter Wälzkontakt die Fläche verstanden wird, auf der sich Wälzkörper und Laufbahn insbesondere unter Berücksichtigung der Elastizität des Wälzkörpers berühren.
15

Beachtlich ist, dass die erfindungsgemäße Profilierung im Gegensatz zur Krümmung in axialer Richtung variiert und unabhängig von einer Krümmung in Umfangsrichtung ausgelegt werden kann. Die Krümmung in Umfangsrichtung
20 kann durchaus variieren, beispielsweise mehr als zwei Krümmungen aufweisen. Damit lassen sich Krümmungen in Umfangsrichtung und auch in axialer Richtung hervorragend kombinieren. Zum einen kann die Profilierung auch am drehenden Innen- oder Außenring angebracht werden, insbesondere auch an einem stehenden Innenring, bei dem die Außenlaufbahn im Bereich der Lastzone in Umfangsrichtung eine geringere Krümmung aufweist als außerhalb der
25 Lastzone. Somit können sich Profilierung und Krümmung ohne weiteres überlagern.

Vorteilhafterweise sind die Wälzkörper Nadelrollen, Zylinderrollen oder Kegellrollen, logarithmisch profilierte Nadelrollen, logarithmisch profilierte Zylinderrollen oder logarithmisch profilierte Kegellrollen. Die Form der Wälzkörper muss nicht verändert werden, womit die Bauteilvielfalt gering gehalten werden kann. Die Wälzkörper können in einem festgelegten Standard, auch für andere Lager
30

hergestellt werden. Die Berücksichtigung des Biegemoments zwischen Außen- und Innenring wird über die Annäherung oder Angleichung der Profilierung der Außenlaufbahn des Innenrings an die dort durch das Biegemoment verursachte Biegelinie realisiert. Auch die Richtung der Stützlast muss bei der Wälzkörperwahl nicht berücksichtigt werden.

Mögliche Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Stützlagerung sind als Laufrollen, insbesondere Stützrollen oder Kurvenrollen ausführbar.

10 Weitere vorteilhafte Ausbildungen und bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind der Figurenbeschreibung und/oder den Unteransprüchen zu entnehmen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

15

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert. Dabei zeigen:

20 Figur 1 eine dreireihige Stützrolle mit Zylinderrollen im Längsschnitt, entlang der Drehachse als erstes Ausführungsbeispiel,

 Figur 2A eine schematische Veranschaulichung einer gleichmäßig verteilten Stützkraft,

25 Figur 2B eine schematische Veranschaulichung einer Biegelinie bei vorliegendem Biegemoment,

 Figur 3 eine geschnittene Ansicht eines dreireihigen Stützlagers mit drehendem Innenring als zweites Ausführungsbeispiel,

30

 Figur 4 eine Veranschaulichung einer Laufbahnkrümmung in Umfangsrichtung mit einem ersten Krümmungsradius,

- Figur 5 eine Veranschaulichung einer Laufbahnkrümmung in axialer Richtung mit gerundeten und zylindrischen Bereichen,
- 5
Figur 6 ein Innenring auf einem Bolzen eines dritten Ausführungsbeispiels in dreidimensionaler Ansicht,
- Figur 7 eine zweidimensionale Ansicht des Innenrings mit Bolzen aus Figur 6,
- 10
Figur 8 ein viertes Ausführungsbeispiel mit Nadellagern im Längsschnitt, und
- Figur 9 eine schematische, dreidimensionale Darstellung einer Bolzenaußenfläche mit Profilierung und Abflachung.

15

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

Figur 1 zeigt eine dreireihige Stützrolle mit als Zylinderrollen ausgeführten Wälzkörpern 1 im Längsschnitt entlang der Drehachse RA. Der profilierte Bolzenabschnitt 7 ist radial im Vergleich zum ebenfalls feststehenden Bolzen 6 vergrößert, um die drei Wälzkörperreihen bei einem größeren Teilkreisdurchmesser zu tragen. Die Profilierung ist auf der Außenfläche des Bolzenabschnittes 7 ausgeformt und ist axial variierend ausgebildet, wobei die Profilierung insgesamt eine konvexe Form aufweist, die im Bereich der mittleren Wälzkörperreihe den größten Durchmesser $D = D_{\max}$ bildet und an den Rändern den kleinsten Durchmesser $D = D_{\min}$ aufweist. In Umfangsrichtung ändert sich die Profilierung nicht.

Die Profilierung setzt sich in die Lastzone L fort. Gerade im Bereich der Lastzone L ist das Kantentragen aufgrund des Biegemomentes auch normalerweise am höchsten, sodass im Bereich der Wellenbiegung die axial variierende Profilierung besonders notwendig ist. Somit lässt sich die Wirkung des Biegemoments vorteilhaft kompensieren. Des Weiteren ist vorteilhaft, dass die Innen-

30

laufbahn des Außenrings 2 keine Profilierung oder andere Laufbahnvariationen aufweisen muss, in der Formgestaltung also ebenfalls ein hoher Freiheitsgrad herrscht.

- 5 Der Bolzen 6 steht fest und enthält diverse Bohrungen 8,9, die zur Ölleitung an den Wälzkontakt vorgesehen sind. Die Sockelringe 4,5 sorgen für einen korrekten Sitz der Dichtungen 3 und verhindern das axiale Ablaufen der Wälzkörper 1 der äußeren Reihen.
- 10 Figur 2A zeigt schematisch zur Veranschaulichung den Idealfall einer axial gleichmäßig verteilten Stützkraft 10. Eine Abnutzung des Stützlagers würde hier gleichmäßig von statten gehen, womit eine lange Lebensdauer garantiert wäre. Diese Situation läge bei einer rein senkrecht zur Drehachse RA und am Stützlager eingeleiteten Stützkraft vor, wobei auch die Biegelinie 15, die im
15 Querschnitt entlang der Drehachse RA definiert ist, bei jeder Position x 13 eine Gerade bildet. Eine Profilierung wäre also nicht notwendig. Die Außenlaufbahn des Innenrings könnte zylindrisch ausgebildet werden.

- Figur 2B zeigt eine schematische Veranschaulichung einer Biegelinie 16 bei
20 wirkendem Biegemoment. Die Korrekturfunktion $w(x)$ verursacht eine in Richtung des Haltepunktes 12 zunehmende Durchmesserfunktion $D(x) = D_0 - 2 \cdot w(x)$. Der zugehörige zweite Krümmungsradius R_{k2} der Krümmung in Axialrichtung kann hierbei in Abhängigkeit von der Biegelinie Werte zwischen 5000 und 30000 Millimeter annehmen. Der Profilierungsradius ist halb so groß wie $D(x)$
25 und ändert sich in Abhängigkeit von der axialen Position x in den gekrümmten Bereichen, in den zylindrischen Bereichen der Profilierung bleibt der Profilierungsradius konstant.

- Figur 3 zeigt ein dreireihiges Stützlager mit drehendem Innenring 23. Die Zu-
30 fuhr des Schmieröls wird durch die Öffnungen 21 bewerkstelligt, die zwischen den Außenringsegmenten 20a, 20b, beziehungsweise den Außenringsegmenten 20b, 20c angeordnet sind. Jede Wälzkörperreihe hat einen eigenen Käfig 3 und eine individuelle Profilierung 22 die dem Biegemoment der gesamten

Stützlageranordnung (es ist nur das Stützlager abgebildet) Rechnung trägt. Zusätzlich sind die Innenlaufbahnen 35a, 35b, 35c ebenfalls profiliert.

Zum erleichterten Aufpressen weist das gezeigte Stützlager, insbesondere 5 Stützrolle, einen konischen Bereich 26 am Innenring 23 auf.

Am Außenringabschnitt 20a ist eine Stirnnut 27 eingebracht, die zur Ausrichtung des Außenrings 20 verwendet werden kann.

10 Figur 4 zeigt eine Wälzkörperlaufbahn 20 eines Innenrings mit dem Radius R, ausgehend von der senkrecht zur Zeichenebene orientierten Drehachse RA, wobei es sich bei der Laufbahn 20 um eine feststehende Laufbahn 20 handelt.

Der weniger gekrümmte Bereich wird durch den ersten Krümmungsradius R_{K1} 15 definiert und beginnt beziehungsweise endet an den jeweiligen Schnittpunkten mit dem Laufbahnradius R, wobei der erste Krümmungsradius R_{K1} am Bezugspunkt B abgetragen wird, der in Bezug zur Drehachse RA gegenüber zur maximalen Materialrücknahme F angeordnet ist. Der Abstand des Bezugspunktes B zur Drehachse RA ist die Exzentrizität E, die aus der Summe der Radiendifferenz 20 und der maximalen Materialrücknahme F gebildet wird:

$$E = R_{K1} - R + F$$

Im Hinblick auf Figur 1 kann es sich bei der in Figur 4 gezeigten Laufbahn 20 um 25 die Außenlaufbahn des Bolzenabschnittes 7 der mittleren Wälzkörperreihe handeln oder alternativ um die Außenlaufbahn des Innenrings 31 der Figur 6. Die Profilierung ist aufgrund der senkrecht zur Drehachse RA orientierten Schnittfläche der Figur 4 nicht erkennbar.

30 Figur 5 zeigt eine Profilierung in axialer Richtung mit einem zylindrischen Bereich der Länge L_z und mit zwei sich lateral anschließenden, gekrümmten Bereichen der Länge L_x . Der zweite Krümmungsradius R_{K2} wird auf den Punkt P bezogen und ist übertrieben dargestellt. Die Krümmungen erlauben eine Annä-

herung an die Biegelinie der äußeren beiden Laufbahnen 30a und 30c. Die mittlere Laufbahn 30b ist aufgrund ihrer Lage nicht kritisch und von daher zylindrisch ausgebildet. Von einer Krümmung in axialer Richtung kann abgesehen werden.

5

Figur 6 und 7 zeigen eine Ausführungsform eines Innenrings 31 mit Bolzen 36 in einem dritten Ausführungsbeispiel in dreidimensionaler, beziehungsweise zweidimensionaler Ansicht. Die Außenlaufbahnen 30a,b,c des Innenrings 31 sind in axialer Richtung profiliert und weisen zusätzlich in der Lastzone L, die durch die Hauptrichtung der Stützkraft R_H definiert ist, jeweils eine Krümmung und eine Profilierung auf. Interessanterweise kann der Bolzen 36 aus einem weniger teurem Stahl gefertigt werden, wobei der aus Wälzlagerstahl hergestellte Innenring 31 auf dem Bolzen 36 aufgesetzt ist. Dabei ist die Außenform des Bolzens 36 im Bereich des Innenringsitzes an den Innenring 31 angepasst und wirkt axial positionierend. Diese Bolzen-Innenring Anordnung kann den einstückigen Bolzen 6 des Ausführungsbeispiels der Figur 1 kostengünstig ersetzen.

10
15

Im montierten Zustand haben die Wälzkörperreihen unterschiedliche Radialluftwerte. Dies bedeutet, dass die Wälzkörper in einem Niedriglast-Zustand zwischen den Ringen ohne Biegung ungleichmäßig belastet werden. Dies ist jedoch unproblematisch, weil sowohl das Kantentragen in der Stützlagerung, als auch die ungleichmäßige Belastung der Wälzkörperreihen in Bezug auf die Lebensdauer kaum Einfluss haben.

20

25

Figur 8 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel im Längsschnitt entlang der Drehachse RA. Die gezeigte Stützlagerung basiert auf Nadeln als Wälzkörper 42, die auf der profilierten, feststehenden Achse 40 abrollen, die in ihrem Innern eine Schmierölversorgung 46 enthält. Die Wälzkörper 42 werden axial durch die Halteringe 48 gehalten, die zur Aufnahme einer Lippendichtung 45 vorgesehen sind und mit einem O-Ring 48 zusätzlich zum Außenring 41 hin abgedichtet sind. Des Weiteren weisen die Halteringe 48 eine radial innen gelegene Nut 44 auf.

30

Die gesamte Anordnung ist mit den beidseitig angebrachten Schnappringen 47 gesichert und kompensiert mittels einer Profilierung am Bolzen 40 die Biegung desselben. Optional können an den Innenlaufbahnen des Außenrings 41 noch Profilierungen vorgesehen werden.

5

Figur 9 zeigt eine schematische Darstellung einer Bolzenaußenfläche, wie sie im Ausführungsbeispiel der Figuren 6 und 7 vorliegen könnte.

Die gezeigte Bolzenaußenfläche ist für drei Außenlaufbahnen 30a, b, c vorgesehen, nämlich zwei äußere Laufbahnen 30a, c und eine mittlere Laufbahn 10 30b. Die äußeren Laufbahnen 30a, c sind im profilierten Bereich des Bolzens angeordnet, wobei die Profilierung zur besseren Illustration schematisch dargestellt ist (mit einem übertrieben kleinen Profilierungsradius R_{K2}). Die mittlere Laufbahn 30b verläuft auf einem mittleren, zylindrischen Abschnitt des Bolzens. Alle Laufbahnen sind jedoch integral mit der Profilierung in Umfangsrichtung (Abflachung) 15 50 ausgebildet. Dies bedeutet, dass die axialen Profilierungen im Lastbereich zumindest teilweise in die Profilierung in Umfangsrichtung 50 übergehen, zumal diese nicht vollumfänglich sondern nur im Lastbereich ausgebildet ist.

20

Alle Krümmungsradien müssen genügend groß ausgelegt sein, so dass die Übergänge zwischen der Abflachung 50 und dem rein profilierten Bereich keine Schäden während des Wälzbetriebes verursachen.

25 Des Weiteren gilt es allgemein für alle Ausführungsbeispiele festzuhalten, dass sowohl der Innenring als auch der Außenring eine Ringform in Bezug auf die jeweilig ausgebildete Laufbahn aufweist. Der Innenring muss radial nach innen jedoch nicht notwendigerweise eine Ringform aufweisen, sondern kann massiv sein, jede andere erdenkliche Form ausbilden oder in ein anderes Bauteil teilweise oder ganz integriert sein, wobei das Bauteil selbst keine Ringform aufweist. Entsprechendes gilt für die Ausgestaltung des Außenrings in 30 radialer Richtung nach außen von dessen Innenlaufbahn weg.

Bezugszeichenliste

B	Bezugspunkt
E	Exzentrizität
F	maximale Materialrücknahme
F_B	zur Generierung des Biegemoments
L	Lastzone
R	Laufbahnradius
RA	Drehachse
R_H	Haupttrichtung der Stützkraft
R_{K1}	erster Krümmungsradius der Krümmung in Umfangsrichtung (Abflachung)
R_{K2}	zweiter Krümmungsradius der Profilierung in axialer Richtung
1	Wälzkörper
2	Außenring
3	Wälzlagerkäfig
4	rechter Sockelring
5	linker Sockelring
6	Bolzen
7	profiliertes Bolzenabschnitt
8	axiale Bohrung zur Schmiermittelleitung
9	radiale Bohrung zur Schmiermittelleitung
10	Stützkraft
11	Begrenzung
12	Haltepunkt
13	axiale Position x
14	Kraftrichtung
15	Biegelinie
16	Biegelinie
17	radiale Korrekturfunktion $w(x)$
18	Materialrücknahme
19	Laufbahnbereich mit reduzierter Krümmung
20a	äußeres Ringsegment

- 20b mittleres Ringsegment
- 20c äußeres Ringsegment
- 21 Schmieröffnung
- 22 individuelle Profilierung
- 23 Innenring
- 24 Außenring
- 25 axiale Breite des konischen Bereichs
- 26 konischer Bereich
- 27 Stirnnut
- 30a äußere Außenlaufbahn
- 30b mittlere Außenlaufbahn
- 30c äußere Außenlaufbahn
- 31 Innenring
- 33 Schmieröffnung
- 34 Öffnung
- 35a profilierte Innenlaufbahn
- 35b profilierte Innenlaufbahn
- 35c profilierte Innenlaufbahn
- 40 Bolzen
- 41 Außenring
- 42 Nadel
- 43 O-Ring
- 44 Innennut
- 45 Lippendichtung
- 46 Schmierölversorgung
- 47 Schnapping
- 48 Haltering
- 50 Abflachung

Patentansprüche

1. Stützlagerung, zum Beispiel für Richtmaschinen, mit einem Außenring (2, 24, 41), mit einem Innenring (7, 23, 31, 40) und zwischen dem Außenring (2, 24, 41) und dem Innenring (7, 23, 31, 40) auf Laufbahnen (30, 35) abrollbaren Wälzkörpern (1), wobei durch eine Last mit fester Wirkrichtung ein Biegemoment zwischen den Ringen (2, 24, 41, 7, 23, 31, 40) anliegt, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Außenlaufbahn (30) des Innenrings (7, 31, 40) und/oder eine Innenlaufbahn (35) des Außenrings (24) eine Profilierung mit in axialer Richtung veränderlichem Durchmesser (D) aufweist, wobei die Profilierung an eine durch das Biegemoment verursachte Biegelinie (16) im Wälzkontakt angeglichen oder angenähert ist und die Biegelinie (16) eine Linie ist, auf der vom jeweiligen Ring (24, 7, 23, 31) auf die Wälzkörper (1) übertragenen und durch das Biegemoment verursachten Biegekräfte im Wesentlichen senkrecht stehen.
2. Stützlagerung nach Anspruch 1, wobei der Innenring (7, 31) in eine massive Achse, einen massiven Bolzen oder einen massiven Achszapfen integriert ist, wobei an der massiven Achse, beziehungsweise am massiven Achszapfen, die Profilierung der Außenlaufbahn (30) ausgebildet ist.
3. Stützlagerung, nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der Innenring (31) auf eine Achse, Bolzen (36) oder Achszapfen aufbringbar ist und gegen eine Verdrehung gesichert ist.
4. Stützlagerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Profilierung der Außenlaufbahn des Innenrings (7, 23, 31) zumindest in einem Bereich durch eine radiale Korrekturfunktion $w(x)$ definiert ist und der Durchmesser $D(x)$ des Innenrings (7, 23, 31) von $w(x)$ und einem konstanten Durchmesser D_0 in der folgenden Weise abhängt:

$$D(x) = D_0 - 2 \cdot w(x);$$

$$w(x) = R_{K2} - (R_{K2}^2 - x^2)^{-0,5}$$

wobei x eine axiale Position am Innenring (7, 23, 31) ist, und ein zweiter Krümmungsradius (R_{K2}) in Abhängigkeit von Richtung und/oder Betrag des Biegemomentes und insbesondere auch der Stützlagereigenschaften, gewählt ist.

5

5. Stützlagerung nach Anspruch 4, wobei der zweite Krümmungsradius (R_{K2}) zwischen 5000 bis 30000 Millimeter beträgt.

6. Stützlagerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Wälzkörper (1) in zwei, drei oder vier Wälzkörperreihen angeordnet sind.

10

7. Stützlagerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Außenlaufbahn (30) des Innenrings (7, 23, 31) im Bereich einer Lastzone (L) in Umfangsrichtung eine geringere Krümmung aufweist als die jeweilige Laufbahn (30, 35) außerhalb der Lastzone (L).

15

8. Stützlagerung nach Anspruch 7, wobei mindestens vier oder fünf Wälzkörper (1) einer Wälzkörperreihe einen erhöhten Anteil einer Stützkraft (10) zwischen Außenring (2, 24, 41) und Innenring (7, 23, 31, 40) übertragen.

20

9. Stützlagerung nach Anspruch 7, wobei die geringere Krümmung in Umfangsrichtung durch einen ersten Krümmungsradius (R_{K1}) definiert ist, der um 0,2% bis 0,8 % des Laufbahndurchmessers (D) größer ist als der Laufbahnradius (R).

25

10. Laufrolle, insbesondere Kurvenrolle oder Stützrolle, mit einer Stützlagerung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

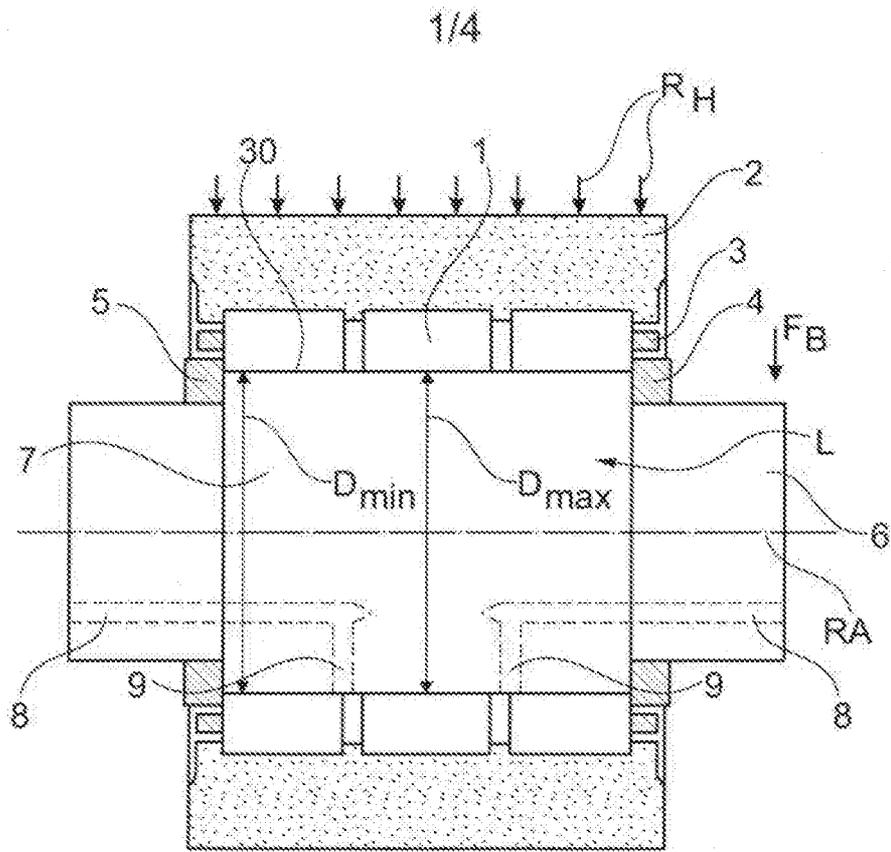


Fig. 1

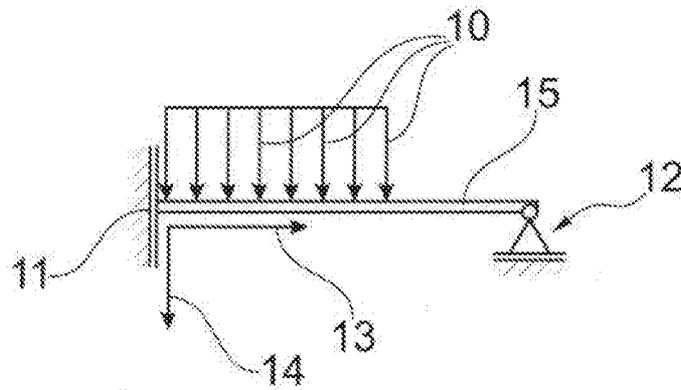


Fig. 2A

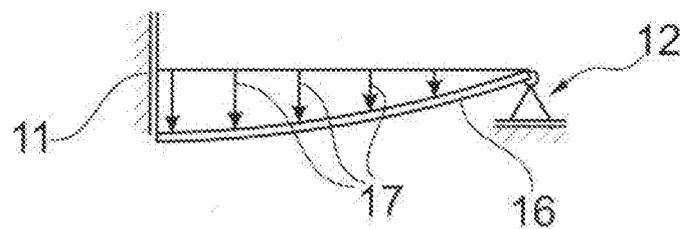


Fig. 2B

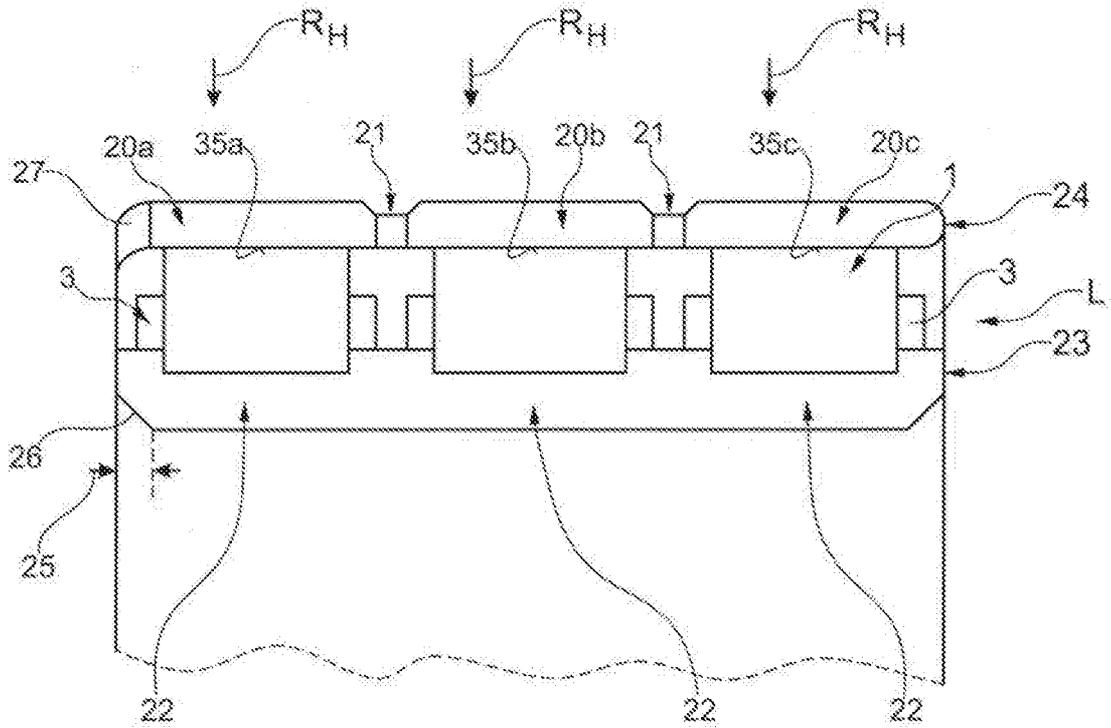


Fig. 3

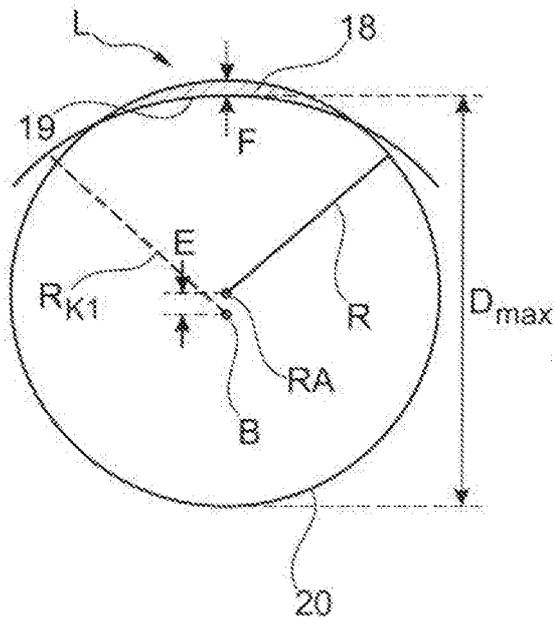


Fig. 4

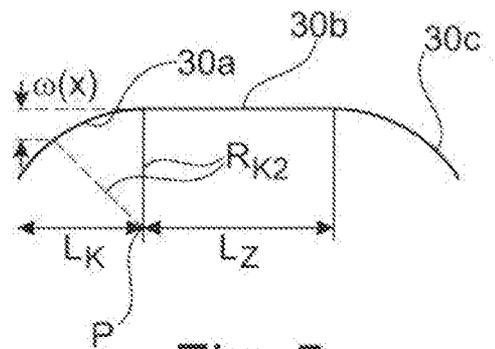


Fig. 5

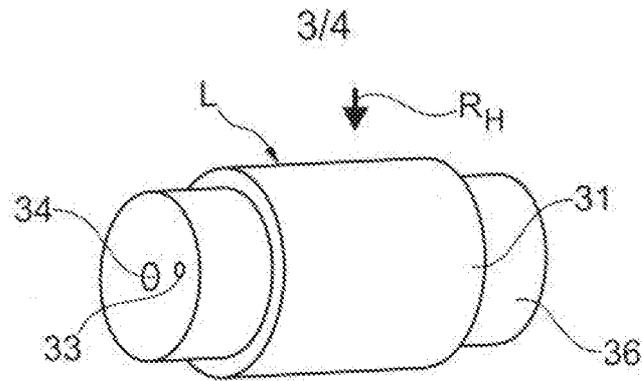


Fig. 6

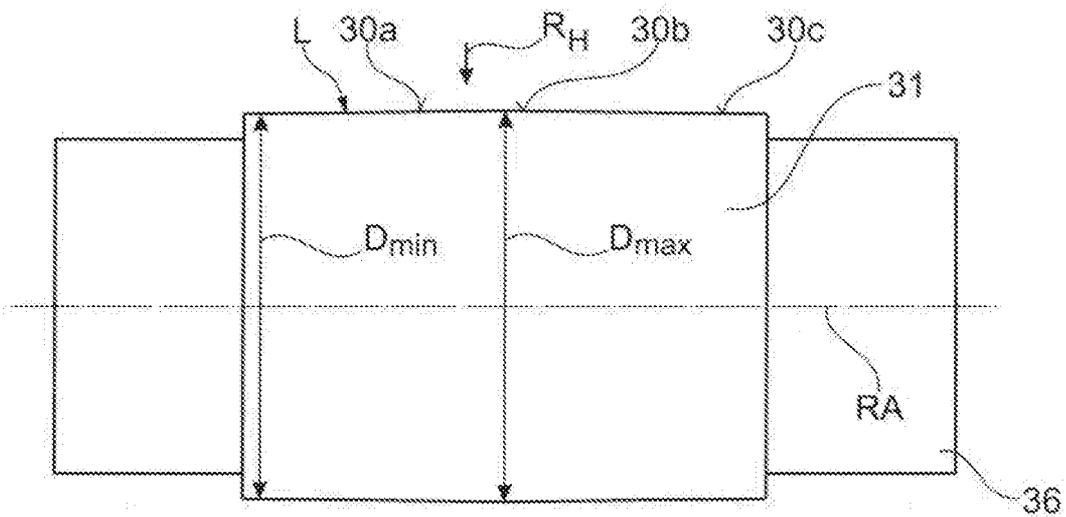


Fig. 7

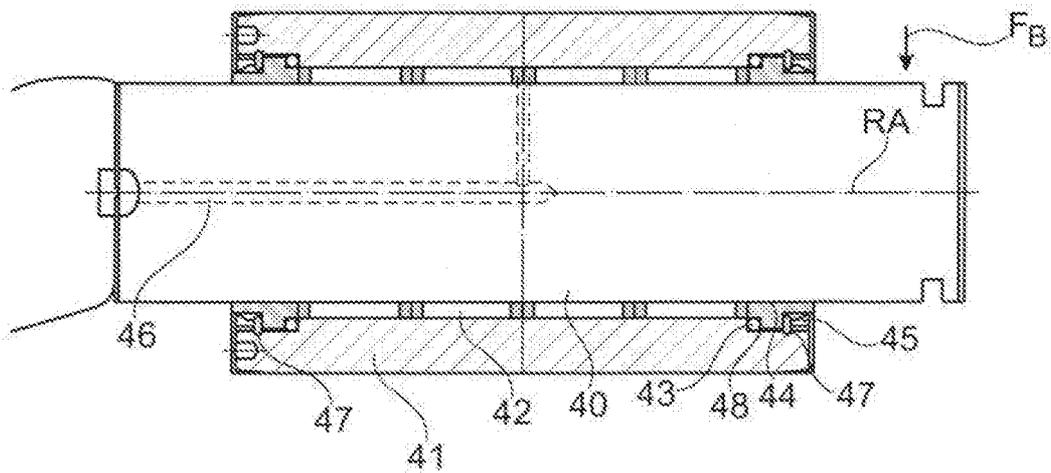


Fig. 8

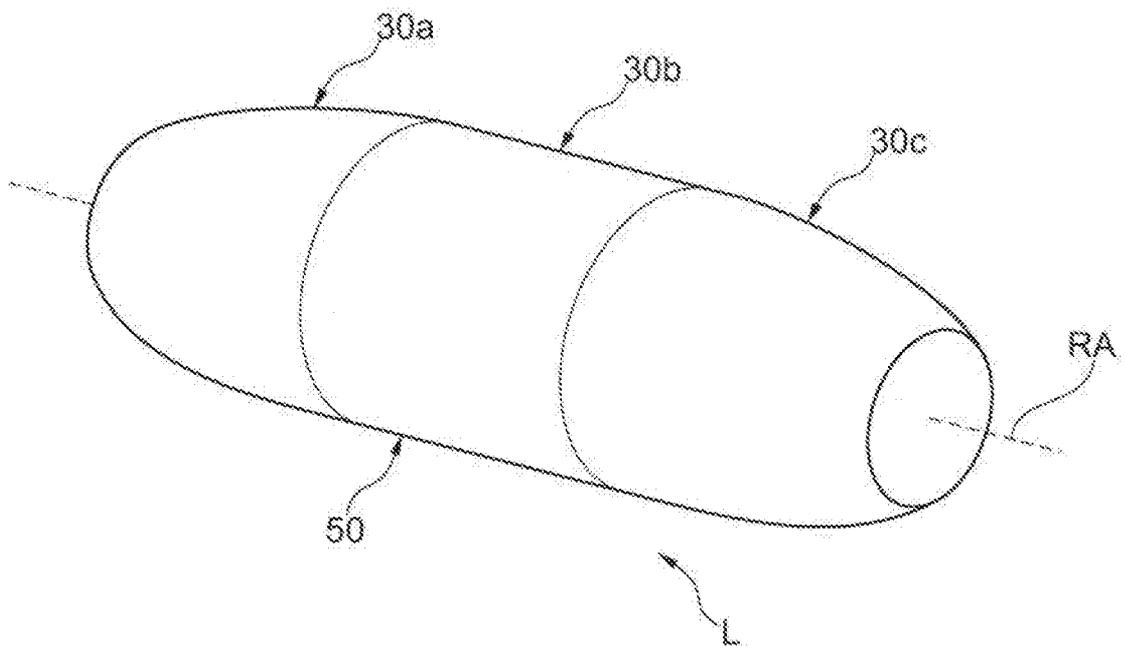


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/DE2014/200253
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F16C33/58 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 B21D		
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, PAJ, 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	JP 2002 143928 A (KOYO SEIKO CO) 21 May 2002 (2002-05-21) paragraph [0025] - paragraph [0026] paragraph [0042] - paragraph [0049]; figures 1-7 <p style="text-align: center;">-----</p>	1-3,6-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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	Date of mailing of the international search report	
24 September 2014	01/10/2014	
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 Martin, Christophe	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2014/200253

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2002143928 A	21-05-2002	JP 3934331 B2	20-06-2007
		JP 2002143928 A	21-05-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/200253

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F16C33/58
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F16C B21D

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen

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

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2002 143928 A (KOYO SEIKO CO) 21. Mai 2002 (2002-05-21) Absatz [0025] - Absatz [0026] Absatz [0042] - Absatz [0049]; Abbildungen 1-7 -----	1-3,6-10

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

24. September 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/10/2014

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

Martin, Christophe

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2014/200253

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2002143928 A	21-05-2002	JP 3934331 B2 JP 2002143928 A	20-06-2007 21-05-2002
