

(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
29. November 2012 (29.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/160147 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F16C 33/34 (2006.01) *F16C 19/36* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/059736
- (22) Internationales Anmeldedatum:
24. Mai 2012 (24.05.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 076 329.5 24. Mai 2011 (24.05.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **AKTIEBOLAGET SKF** [SE/SE]; S-415 50 Göteborg (SE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LIANG, Baozhu** [CN/DE]; Kapellenstraße 7, 97456 Hambach (DE).
REUGELS, Michael [DE/DE]; Moosanger 9, 97437 Hassfurt (DE).
- (74) Anwalt: **SCHONECKE, Mitja**; Gunnar-Wester-Straße 12, 97421 Schweinfurt (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: GEOMETRIC CONCEPT FOR A ROLLING ELEMENT ROLLER OF A ROLLER BEARING

(54) Bezeichnung : GEOMETRIEKONZEPT FÜR EINE WÄLZKÖRPERROLLE EINES ROLLENLAGERS

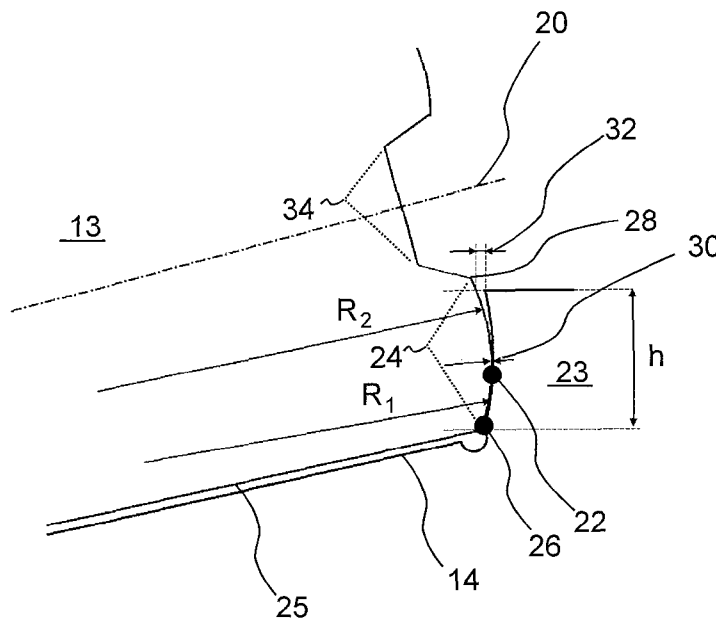


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a rolling element roller (13) for a roller bearing, comprising a front surface (21) which closes a raceway (25), said rolling element roller comprising a stop surface (24) for an edge (23) of a bearing ring (11) on the front surface (21), the curvature thereof increasing monotonously from a start point (26) on the stop surface (24) to an end (28) of the stop surface (24).

(57) Zusammenfassung: Eine Wälzkörperrolle (13) für ein Rollenlager mit einer eine Laufbahn (25) abschließenden Stirnfläche (21) weist eine Anlaufläche (24) für einen Bord (23) eines Lagerringes (11) auf der Stirnfläche 21 auf, deren Krümmung von einem Startpunkt (26) auf der Anlaufläche (24) bis zu einem Ende (28) der Anlaufläche (24) monoton steigt.



WO 2012/160147 A1



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)

5

B e s c h r e i b u n g

Geometrie-konzept für eine Wälzkörperrolle eines Rollenlagers

10 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Geometrie-konzept für eine Wälzkörperrolle eines Rollenlagers, insbesondere für ein Kegelrollenlager.

Führungsborde bei Rollenlagern, wie z. B. Kegelrollenlagern, können entweder gerade oder sphärisch ausgeführt werden. Gerade Borde werden hauptsächlich für Rollenlager
15 kleinerer Durchmesser und somit auch kleinerer Bordbreiten eingesetzt. Hierbei ist eine Bordbreite oft zu gering, um ein definiertes Profil auf einer zur Verfügung stehenden Bordfläche herzustellen. Sphärische Borde, d.h. Borde mit konstanter Krümmung, finden ihre Anwendung größtenteils bei Rollenlagern mit größeren Durchmessern und somit auch mit größeren Bordbreiten. Ein sphärischer Bord ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Radi-
20 us, der eine einer Rollenlaufbahn zugewandte Bordform beschreibt, seinen Ursprung im Wesentlichen auf einer Rotationsachse der Rollen (Rollenrotationsachse) hat, wobei geringe Abweichungen aufgrund von Fluchtungsfehlern erlaubt sind.

Zur Verringerung der Gleitreibung zwischen den Borden und den Stirnflächen der Wälz-
25 körperrollen eines Rollenlagers sind die den Borden gegenüberliegenden Abschnitte der Stirnflächen herkömmlicher Wälzkörperrollen sphärisch, um eine kleine Kontaktfläche zu erreichen. Im Falle eines ebenfalls sphärischen Bordes ist die Krümmung des Bordes geringer ist als die Krümmung an der Stirnfläche der Wälzkörperrolle.

30 Zur näheren Erläuterung von Rollenlagern mit sphärischen Borden zeigt Fig. 1 in einer schematischen Darstellung einen Längsschnitt eines Rollenlagers 10, welches beispielhaft als Kegelrollenlager ausgebildet ist. Das Rollenlager 10 weist einen Lagerinnenring 11, einen Lageraußenring 12 und eine Mehrzahl von Rollen 13 auf, welche auf durch Innensei-

ten der Lagerringe 11, 12 gebildeten Laufflächen bzw. -bahnen 14, 15 abrollen können. Im Falle eines Kegelrollenlagers handelt es sich bei den Rollen bzw. Wälzkörpern 13 entsprechend um Kegelrollen.

- 5 Die Kegelrollen 13 können auf einer inneren Laufbahn 14, welche in den Lagerinnenring 11 eingeformt ist, und einer äußeren Laufbahn 15, welche in den Lageraußenring 12 eingeformt ist, abrollen. Die Laufbahnen 14, 15 sind bei einem Kegelrollenlager als Konusmänn-
10 teln ausgebildet. In dem in Fig. 1 gezeigten Längsschnitt des Kegelrollenlagers 10 definieren die Laufbahnen 14, 15 in einer gedachten Verlängerung eine innere Gerade 16 und eine
äußere Gerade 17, welche sich auf einer Dreh- bzw. Rotationsachse 18 des Rollenlagers 10
idealerweise an einem Drehpunkt 19 treffen.

Während eines Betriebs des Lagers 10 rotiert jede (Kegel-)Rolle 13 um eine eigene Rollenachse 20, wobei eine gedachte Verlängerung der Rollenachse 20 idealerweise ebenfalls
15 den Drehpunkt 19 schneidet. Durch eine relative Lage von innerer Gerade 16, äußerer Gerade 17, Lagerdrehachse 18 und Rollenachse 20, welche sich alle in dem Drehpunkt 19 schneiden, ist für die Kegelrollen 13 eine Rollbedingung auf den Laufbahnen 14, 15 realisiert, so dass bei einer Relativdrehung von Lagerinnenring 11 und Lageraußenring 12 die Kegelrollen 13 auf den Laufbahnen 14, 15 im Wesentlichen ohne Schlupf abrollen und ein
20 Anteil an diesbezüglicher Gleitreibung minimiert ist.

Um auch in axialer Richtung, d. h. in Richtung der Lagerdrehachse 18, bei einer Aufnahme von Axialkräften auftretende Reibung zu optimieren, können bei Rollenlagern die verwendeten Rollen 13 an ihrer Stirnseite 21 eine durch einen Radius R bestimmte Krümmung
25 aufweisen, sodass die den Borden gegenüberliegenden Abschnitte der Stirnseitenfläche der Rollen 13 die Form einer Kugeloberfläche aufweisen, die, wie es in der Vergrößerung von Fig. 1. angedeutet ist, an einem Kontaktpunkt 22 in Kontakt mit einem geraden bzw. sphärisch ausgeführten Bord 23 beispielsweise des Lagerinnenrings 11 steht.

30 Abseits des Bereiches eines möglichen Kontaktpunktes 22, kann die Stirnseite auch eben sein oder eine andere Form aufweisen, während die den Borden gegenüberliegenden Abschnitte der Stirnflächen der Rolle 13 eine konstante Krümmung aufweisen. Als Krümmung wird allgemein die Richtungsänderung pro durchlaufene Länge eines infinitesimal kurzen Kurvenstücks verstanden. Ein Kreis mit dem Radius r hat somit überall die gleiche,

konstante Krümmung $1/r$, seine Richtung ändert sich überall gleich stark. Bei allen anderen Kurven kann die Krümmung von Kurvenpunkt zu Kurvenpunkt bzw. entlang eines Weges auf der einer 3-dimensionalen Oberfläche variieren. Den Kehrwert der Krümmung nennt man Krümmungsradius. Dies ist der Radius desjenigen Kreises (Krümmungskreis), der in
5 einer Umgebung des Berührungspunkts die beste Näherung an die betrachtete Kurve darstellt.

Bei Rollenlagern, wie beispielsweise Zylinder-, Tonnen- oder Kegellagern, die mit geraden bzw. ebenen Borden ausgeführt sind, weist der Rolle-Bord-Kontakt im Vergleich zu sphärisch ausgeführten Borden eine höhere Flächenpressung (Hertzsche Pressung)
10 zwischen der Rollenstirnseite 21 und der dieser zugewandten Bordfläche auf. Dabei versteht man unter der Hertzschen Pressung die größte Spannung, die in der Mitte der Berührungsfläche zweier elastischer Körper herrscht. Werden, wie bei Rollenlagern mit geraden Borden, zwei elastische Körper (gewölbte Rollenstirnseite und gerader bzw. ebener Bord) gegeneinander gepresst, dann berühren sie sich im idealisierten Fall nur punktförmig.
15 Durch die Elastizität entsteht aber im realen Fall an dem Kontaktpunkt 22 eine Abplattung und somit eine Berührungsfläche. Auf der Berührungsfläche entsteht in beiden Körpern eine charakteristische Spannungsverteilung (Flächenpressung), wobei die Spannung stets in der Mitte am höchsten ist. Berühren sich, wie hier, eine Kugeloberfläche und eine ebene Bordfläche, so entsteht eine Berühr- oder Kontaktellipse. Aufgrund der vergleichsweise
20 hohen Flächenpressung kommt es bei Rollenlagern mit geraden Borden im Allgemeinen zu einem relativ schlechten Schmierfilmaufbau bei höheren wirkenden Kräften. Des Weiteren führen gerade bzw. ebene Borde im Vergleich zu sphärischen Borden zu kleineren Kontaktellipsen zwischen Rollenstirnseite und der dieser zugewandten Bordfläche, weshalb es zu einer Überschneidung der Kontaktellipse mit den Bordkanten nur bei extremen Belastungen kommen kann. Ebenso besteht im Allgemeinen bei gerade bzw. eben ausgeführten
25 Borden eine geringe Empfindlichkeit des Kontaktpunktes 22 gegenüber Fluchtungsfehlern, sodass ein definierter Kontaktpunkt 22 zwischen Rolle 13 und Bord möglich ist. Während bei eben ausgeführten Borden einerseits eine größere Schiefstellung der Rollen 13 ermöglicht wird, ergibt sich andererseits eine vergleichsweise schlechte Führung der Rollen
30 während des Laufs.

Kegellager im Großlagerbereich können, wie anhand von Fig. 1 gezeigt, mit sphärischen Borden 23 ausgeführt werden, was verglichen mit geraden bzw. ebenen Borden eine geringere Flächenpressung zwischen der Rollenstirnseite 21 und der der Rolle 13 zuge-

wandten Bord- bzw. Anlauffläche zur Folge hat. Sphärisch ausgeführte Borde 23 führen, verglichen zu geraden Borden, außerdem zu größeren Kontaktellipsen zwischen Rollenstirnseite 21 und gegenüberliegender Bordfläche, sodass es häufiger zu Überschneidungen der Kontaktellipse mit den Bordkanten und damit zu Kantenspannungen kommen kann. Im
5 Allgemeinen besteht bei sphärisch ausgeführten Borden 23 eine höhere Empfindlichkeit des Kontaktpunktes 22 gegenüber Fluchtungsfehlern als es bei ebenen bzw. gerade ausgeführten Borden der Fall ist. Obwohl sphärische Borde einerseits eine geringere Schiefstellung der Rolle 13 zur Folge haben, kann andererseits aufgrund der engen Schmiegun-
10 g zwischen Rollenstirnseite 21 und der der Rolle 13 zugewandten Bordfläche die Rolle 13 während des Laufs besser geführt werden. Durch unterschiedliche Wahl der Krümmungsradien (und/oder deren Ursprüngen) von Rollenstirnfläche 21 und sphärischer Bordfläche ist auch mit sphärischen Borden theoretisch ein definierter Kontaktpunkt 22 zwischen Rolle 13 und Bord 23 möglich.

15 Einer der Hauptnachteile eines sphärischen Bords und einer sphärischen Stirnfläche der Wälzkörperrollen ist jedoch die resultierende Empfindlichkeit des Kontaktpunktes 22 zwischen Rollenstirnseite 21 und Bord 23 im Hinblick auf Fluchtungsfehler. Abweichungen im Laufbahnwinkel, Rollenwinkel, Bordradius, sowie Rollenstirnseitenradius haben hierauf einen entscheidenden Einfluss.

20

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, diese Empfindlichkeit des Kontaktpunktes zwischen Rollenstirnseite und Bord im Hinblick auf Fluchtungsfehler zu reduzieren.

25 Um dies zu erreichen, wird vorliegend eine entsprechend optimierte Geometrie der Stirnfläche der Wälzkörperrollen vorgeschlagen, insbesondere eine spezielle Geometrie einer Anlauffläche für einen Bord eines Lagerringes, mit welchem die Wälzkörperrollen mit der Anlauffläche in Kontakt kommen können.

30 Insbesondere weist die Stirnfläche eine Anlauffläche für einen Bord eines Lagerringes auf, deren Krümmung von einem Startpunkt auf der Anlauffläche bis zu einem Ende der Anlauffläche monoton steigt.

Durch die gekrümmte Oberfläche wird zum einen eine geringe Hertzsche Pressung gewährleistet, während durch die Vergrößerung der Krümmung bis zum Ende der Anlaufläche gleichzeitig das Risiko einer Überschneidung des Wälzkörpers mit der Bordkante minimiert werden kann. Das heißt, der Kontaktpunkt zwischen Stirnfläche der Rolle und Bord ist unempfindlicher gegenüber Fluchtungsfehlern. In diesem Zusammenhang ist als Anlaufläche auf der Stirnfläche der Wälzkörperrolle derjenige Teil der Stirnfläche zu verstehen, mit der die Stirnfläche der Wälzkörperrolle bei den gegebenen geometrischen Verhältnissen theoretisch mit einem Bord eines Lagerrings in Kontakt kommen kann. Zusätzlich kann die Stirnfläche weitere Stirnflächenbereiche aufweisen, deren Geometrie beliebig, beispielsweise eben oder gekrümmt, sein kann.

Bei einigen Ausführungsbeispielen der Erfindung hat also eine Wälzkörperrolle für ein Rollenlager eine die Laufbahn der Wälzkörperrolle abschließenden Stirnfläche, die eine Anlaufläche für einen Bord eines Lagerringes aufweist, deren Krümmung von einem Startpunkt auf der Anlaufläche bis zu einem Ende der Anlaufläche monoton steigt.

Bei einigen Ausführungsbeispielen ist der Startpunkt an dem äußeren, an die Laufbahn angrenzenden, Ende der Anlaufläche angeordnet. Dies kann eine maximale Kompensation von Schiefstellungen in einer Richtung bewirken.

Bei einigen Ausführungsbeispielen ist der Startpunkt zwischen einem äußeren, an die Laufbahn angrenzenden, Ende der Anlaufläche und einem inneren, von der Laufbahn abgewandten, Ende der Anlaufläche angeordnet, wobei die Krümmung der Anlaufläche von dem Startpunkt zu beiden Enden der Laufbahn hin monoton steigt. Dadurch kann eine Schiefstellung des Lagers in zwei unterschiedlichen Richtungen kompensiert werden. Die Rolle-Bordgeometrie kann bei einigen Ausführungsbeispielen so ausgelegt sein, dass der Kontaktpunkt bzw. -bereich zwischen Anlaufläche und Bord bei idealer Geometrie am Startpunkt liegt.

Bei einigen Ausführungsbeispielen steigt die Krümmung von dem Startpunkt bis zu dem jeweiligen Ende der Laufbahn streng monoton, was für jeden Punkt auf der Anlaufläche eine optimale Kontaktellipse gewährleisten kann.

Bei einigen weiteren Ausführungsbeispielen ist der monotone Krümmungsverlauf derart, dass innerhalb eines den Startpunkt umfassenden ersten Bereichs die Krümmung monoton bzw. streng monoton steigt, wobei in einem zwischen dem ersten Bereich und dem Ende der Anlauffläche liegenden zweiten Bereich die Krümmung konstant bzw. 0 ist. In dem
5 zweiten Bereich kann die Anlauffläche somit beispielsweise eben sein und die Krümmung 0 aufweisen.

Bei einigen Ausführungsbeispielen weist ein erster, den Startpunkt umfassender Bereich der Anlauffläche eine konstante erste Krümmung auf, die geringer ist als eine zweite
10 Krümmung der Anlauffläche in einem an den ersten Bereich angrenzenden zweiten Bereich. Mit anderen Worten ist in dem ersten Bereich die Krümmung konstant und in dem an den ersten Bereich angrenzenden und zwischen dem erstem Bereich und dem Ende der Anlauffläche zweiten Bereich ist die Krümmung ebenfalls konstant, jedoch größer als im
15 ersten Bereich. Dies kann bei gleichen Vorteilen eine Vereinfachung der Produktion der Wälzkörperrollen bewirken. Selbstverständlich können in weiteren Ausführungsbeispielen mehrere Bereiche jeweils konstanter Krümmung einander benachbart sein, wobei die Krümmung eines weiter in Richtung des Endes der Anlauffläche liegenden Bereichs jeweils größer ist als die Krümmung des benachbarten, in Richtung des Startpunkts liegenden Bereichs.

20 Bei einigen Ausführungsbeispielen ist der Krümmungsverlauf so gewählt, dass ein Winkel (α) zwischen einer Tangentialebene an das Ende der Anlauffläche und einer zweiten Tangentialebene an eine von dem Startpunkt bis zu dem Ende der Anlauffläche verlängerten Kugeloberfläche mit einer der Krümmung am Startpunkt entsprechenden Krümmung in
25 einem Bereich von größer als 0° bis 30° liegt. Diese Vergrößerung der Krümmung kann bei üblichen Bordgeometrien die Empfindlichkeit bezüglich Fluchtungsfehlern hinreichend verbessern.

Gemäß einigen Ausführungsbeispielen handelt es sich bei der Wälzkörperrolle um eine
30 Kegelrolle eines Kegelrollenlagers.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend, bezugnehmend auf die beiliegenden Figuren, detaillierter erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch ein Rollenlager mit sphärischen Borden;

5

Fig. 2 einen schematischen Längsschnitt durch eine Wälzkörperrolle mit einer Stirnfläche gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 einen schematischen Längsschnitt durch eine Wälzkörperrolle mit einer Stirnfläche gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

10

Fig. 4 eine Ausschnittsvergrößerung eines schematischen Längsschnitts durch eine Wälzkörperrolle mit einer Stirnfläche gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

15

Fig. 5 ein schematisches Flussdiagramm für ein Ausführungsbeispiel eines Herstellungsverfahrens für eine Wälzkörperrolle.

Fig. 2 zeigt in einem schematischen Längsschnitt durch eine Wälzkörperrolle gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

20

Dargestellt ist ein Teil einer Wälzkörperrolle 13. Die Rolle 13 weist eine Rollenstirnfläche 21 auf, die eine gekrümmte Anlaufläche 24 umfasst, mit der die Wälzkörperrolle 13 mit dem Bord 23 in Kontakt steht, bzw. mit diesem aufgrund der geometrischen Randbedingungen prinzipiell in Kontakt kommen kann. Der Bord 23 hat im dargestellten Beispiel eine rein sphärische Geometrie, d.h. die der Rolle zugewandte Oberfläche des Bordes hat in radialer Richtung über die gesamte Bordhöhe h eine konstante Krümmung.

25

Wie es neben Fig. 2 auch in der vergrößernden Ansicht der Fig. 3 dargestellt ist, vergrößert sich eine Krümmung einer dem Bord 23 zugewandte Anlaufläche 24 auf der Stirnseite 21 von einem Startpunkt 26 auf der Anlaufläche 24 bis zu einem Ende 28 der Anlaufläche 24 monoton, d.h. diese wird bis zum Ende kontinuierlich größer. Der Startpunkt 26 befindet sich an dem äußeren, an die Laufbahn 25 angrenzenden, Ende der Anlaufläche 24, sodass die Krümmung R_1 geringer ist als die Krümmung R_2 .

30

Liegt der Kontaktpunkt 22 wie in Figur 2 dargestellt, ergibt sich aus dem Krümmungsverlauf der Anlaufläche 24, dass ein erstes Spaltmaß 30 in der Nähe des Kontaktpunktes 22 kleiner ist als ein weiter entferntes zweites Spaltmaß 32, was zu einer erhöhten Unempfindlichkeit gegenüber Fluchtungsfehlern führt.

Zusätzlich zur Anlaufläche 24 weist die Stirnfläche des dargestellten Ausführungsbeispiels einen weiteren Stirnflächenbereich 34 auf, der eben ist, bei weiteren Ausführungsbeispielen jedoch beliebige andere Geometrien aufweisen kann.

10

Wie bereits erwähnt, soll unter der Krümmung vorliegend eine Richtungsänderung pro Längeneinheit verstanden werden. Als ein Maß für eine vorzeichenunabhängige Richtungsänderung ist die Krümmung positiv oder Null. Die Krümmung z. B. einer Geraden ist überall gleich null, weil sich ihre Richtung nicht ändert. Ein Kreis mit einem Radius r hat überall gleiche Krümmung (nämlich $1/r$), denn seine Richtung ändert sich überall gleich stark. Bei allen anderen Kurven wechselt die Krümmung von Kurvenpunkt zu Kurvenpunkt. Die Krümmung einer Kurve in einem Punkt gibt also an, wie stark die Kurve in der unmittelbaren Umgebung des Punktes von einer Geraden abweicht. Ein Maß für die Krümmung einer gewölbten Fläche, wie beispielsweise die Anlaufläche 24, kann beispielsweise auch die zunehmende Abweichung der Fläche von einer Tangentialebene an die Fläche in einem gegebenen Punkt sein. Eine verstärkte Krümmung macht sich dann als stärkere Abweichung von der Ebene bemerkbar. Ein monoton steigender Krümmungsverlauf bedeutet somit, dass die Krümmung, wenn man sich entlang einer Ortskurve entlang einer Oberfläche bewegt, bei jedem infinitesimalen Schritt entlang der Ortskurve entweder größer wird oder gleich bleibt. Ein streng monoton fallender Krümmungsverlauf bedeutet entsprechend, dass die Krümmung bei jedem infinitesimalen Schritt entlang der Ortskurve größer wird.

30

Bei den in den Fig. 2 und 3 skizzierten Ausführungsbeispiel befindet sich der Startpunkt 26 unmittelbar an einem an die Laufbahn 25 angrenzenden Ende der Anlaufläche 24. Somit nimmt die Krümmung von dem Startpunkt 26 bis zu dem von der Laufbahn 25 abgewandten Ende 28 der Anlaufläche 24 monoton zu.

Fig. 3 zeigt schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem die Krümmung nicht streng monoton sondern abschnittsweise zunimmt. Das heißt, in einem ersten, den Startpunkt 26 umfassenden Bereich 36 der Anlauffläche 24 weist diese eine konstante erste Krümmung R_1 auf, die geringer ist als eine zweite Krümmung R_2 der Anlauffläche in einem an den ersten Bereich angrenzenden zweiten Bereich 38.

Nachdem anhand der Figuren 2 und 3 Ausführungsbeispiele beschrieben wurden, bei denen der Startpunkt 26 am Rand der Laufbahn 25 der Wälzkörperrolle 13 angeordnet ist, wird nachfolgend anhand der Figur 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel beschrieben, bei dem der Startpunkt 26 zwischen einen äußeren, an die Laufbahn 25 angrenzenden, Ende 40 der Anlauffläche 24 und einem inneren, von der Laufbahn 25 abgewandten, Ende 28 der Anlauffläche 24 angeordnet ist, wobei die Krümmung der Anlauffläche von dem Startpunkt 26 zu beiden Enden der Laufbahn 24 hin monoton steigt oder sich streng monoton vergrößert.

15

Die Krümmungsänderung der Anlauffläche 24 kann beispielsweise beschrieben werden, indem man den Winkel α zwischen einer Tangentialebene 42 an das Ende 40 oder 28 der Anlauffläche 24 und einer zweiten Tangentialebene 44 an eine von dem Startpunkt 26 bis zu dem Ende der Anlauffläche 24 verlängerten Kugeloberfläche 46 mit einer der Krümmung am Startpunkt 26 entsprechenden Krümmung bestimmt, wie in Figur 4 illustriert.

20

Gemäß einigen Ausführungsbeispielen ermöglicht die monoton bzw. streng monoton steigende Krümmung der Anlauffläche 24 Krümmungsänderung der Anlauffläche 24 in einem Winkelbereich α von größer als 0° bis 30° , vorzugsweise in einem Bereich $0^\circ 0' 6'' \leq \alpha \leq 30^\circ$.

25

Anhand von Fig. 5 wird nun der Vollständigkeit halber noch ein Ausführungsbeispiel eines Herstellungsverfahrens zum Herstellen einer Wälzkörperrolle für ein Rollenlager dargestellt.

30

In einem Vorbereitungsschritt 50 wird eine Wälzkörperrolle für ein Rollenlager mit einer eine Laufbahn abschließende Stirnfläche bereitgestellt; und

In einem Optimierschritt 52 wird eine Anlaufläche 24 für einen Bord eines Lagerringes auf der Stirnfläche erzeugt, deren Krümmung von einem Startpunkt 26 auf der Anlaufläche 24 bis zu einem Ende 28 der Anlaufläche 24 monoton steigt

- 5 Zusammenfassend sind die vorgeschlagenen Wälzkörperrollen geeignet, um die Empfindlichkeit des Rolle-Bord-Kontaktpunktes gegenüber Fluchtungsfehlern und Schiefstellungen des Lagers in der Anwendung zu reduzieren, aber dennoch eine ausreichende Führung der Rolle während des Laufs auf der Laufbahn gewährleisten zu können. Die erfindungsgemäßen Wälzkörperrollen gewährleisten eine gute Rollenführung bei geringer Hertzchen
10 Pressung, sowie ein geringes Risiko für Kantenüberschneidungen und der daraus resultierenden unerwünschten Kantenspannungen.

Die erfindungsgemäße Wälzkörperrollen-Geometrie weist mit anderen Worten folgende vorteilhafte Eigenschaften auf:

15

- Aufgrund der gekrümmten Anlaufläche bleibt die Rollenführung während des Laufs erhalten,
- Geringe Hertzsche Pressung aufgrund der gekrümmten Anlaufläche,
- Die sich zum Ende vergrößernde Krümmung der Anlaufläche reduziert die Größe
20 der Kontaktellipse im Vergleich zu rein sphärischen Borden, wodurch eine Überschneidung der Kontaktellipse mit den Bordkanten vermieden wird,
- Aufgrund der sich zum Ende vergrößernden Krümmung der Anlaufläche besteht eine geringere Empfindlichkeit der Lage des Kontaktpunktes zwischen Bord und Anlaufläche bzw. Rollenstirnseite im Hinblick auf Fluchtungsfehler,
- 25 • Ein definierter Kontaktpunkt zwischen Rollenstirnseite und Bord ist möglich.

Die vorgeschlagene Rollengeometrie ist so ausgelegt, dass der Kontaktpunkt zwischen Rollenstirnseite und Bord in der Nähe des Startpunktes liegen kann. Verschiebt sich der Kontaktpunkt aufgrund von Fluchtungsfehlern in Richtung der Enden der Anlaufläche, so
30 ist die Empfindlichkeit stark reduziert, was ein „wandern“ des theoretischen Kontaktpunktes über die Bordkanten hinaus und somit auch hohe Kantenspannungen verhindern kann.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand einer Ausführungsform mit Kegelrollen und Kegelrollenlagern beschrieben wurde, sind Ausführungsbeispiele nicht auf derartige Ausgestaltungen beschränkt. Prinzipiell kann die vorliegende Erfindung auch auf andere Rollen und Rollenlager, wie z.B. auf Zylinder- und Tonnenlager, angewendet werden.

Bezugszeichenliste

5	10	Rollenlager
	11	Lagerinnenring
	12	Lageraußenring
	13	Rolle
	14	innere Rollenlaufbahn
10	15	äußere Rollenlaufbahn
	16	innere Gerade
	17	äußere Gerade
	18	Lagerrotationsachse
	19	Drehpunkt
15	20	Rollenachse
	21	Rollenstirnseite
	22	Kontaktpunkt
	23	sphärischer Bord
	24	Anlaufläche
20	25	Laufbahn
	26	Startpunkt
	28	inneres Ende der Anlaufläche
	30	erstes Spaltmaß
	32	zweites Spaltmaß
25	34	weiterer Stirnflächenbereich
	36	erster Bereich
	38	zweiter Bereich
	40	inneres Ende der Anlaufläche
	42	Tangentialebene
30	44	zweite Tangentialebene
	46	Kugeloberfläche
	50	Vorbereitungsschritt
	52	Optimierungsschritt

5

Patentansprüche

Geometrie-konzept für eine Wälzkörperrolle eines Rollenlagers

- 10 1. Eine Wälzkörperrolle (13) für ein Rollenlager mit einer eine Laufbahn (25) abschließenden Stirnfläche (21), wobei die Wälzkörperrolle (21) eine Anlaufläche (24) für einen Bord (23) eines Lagerringes (11) aufweist, deren Krümmung von einem Startpunkt (26) auf der Anlaufläche (24) bis zu einem Ende (28) der Anlaufläche (24) monoton steigt.
- 15 2. Die Wälzkörperrolle (13) nach Anspruch 1, bei der der Startpunkt (26) zwischen einen äußeren, an die Laufbahn angrenzenden, Ende (40) der Anlaufläche (24) und einem inneren, von der Laufbahn abgewandten, Ende (28) der Anlaufläche (24) angeordnet ist, wobei die Krümmung der Anlaufläche (24) von dem Startpunkt
- 20 (26) zu beiden Enden der Anlaufläche (24) hin monoton steigt.
3. Die Wälzkörperrolle (13) nach Anspruch 1, bei dem der Startpunkt (26) an dem äußeren, an die Laufbahn (25) angrenzenden, Ende (40) der Anlaufläche (24) angeordnet ist.
- 25 4. Die Wälzkörperrolle (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein erster, den Startpunkt (26) umfassender Bereich (36) der Anlaufläche (24) eine konstante erste Krümmung aufweist, die geringer ist als eine zweite Krümmung der Anlaufläche (24) in einem an den ersten Bereich angrenzenden zweiten Bereich
- 30 (38).
5. Die Wälzkörperrolle (13) nach einem der Ansprüche, 1 bis 3 bei der die Krümmung von dem Startpunkt (26) bis zu dem jeweiligen Ende der Anlaufläche (24) streng monoton steigt.

6. Die Wälzkörperrolle (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Winkel (α) zwischen einer Tangentialebene (42) an das Ende der Anlaufläche (24) und einer zweiten Tangentialebene (44) an eine von dem Startpunkt (26) bis zu dem Ende der Anlaufläche (24) verlängerten Kugeloberfläche (46) mit einer der Krümmung am Startpunkt (26) entsprechenden Krümmung in einem Bereich von größer als 0° bis 30° liegt.
7. Die Wälzkörperrolle (13) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Wälzkörperrolle (13) eine Kegelrolle ist.
8. Rollenlager mit zumindest einer Wälzkörperrolle (13) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7.
9. Rollenlager gemäß Anspruch 8, bei dem ein sich von einer Laufbahn (14) eines Lagerringes (11) weg erstreckender Bord (13) einen der Anlaufläche (24) der Wälzkörperrolle (13) zugewandten Oberflächenbereich mit einer gekrümmten Oberfläche konstanter Krümmung aufweist.
10. Verfahren zum Herstellen einer Wälzkörperrolle (13) für ein Rollenlager, umfassend:
- Bereitstellen einer Wälzkörperrolle (13) für ein Rollenlager mit einer Laufbahn (25) abschließenden Stirnfläche (21); und
- Erzeugen einer Anlaufläche (24) für einen Bord (23) eines Lagerringes (11) auf der Wälzkörperrolle (13), deren Krümmung von einem Startpunkt (26) auf der Anlaufläche (24) bis zu einem Ende der Anlaufläche (24) monoton steigt.

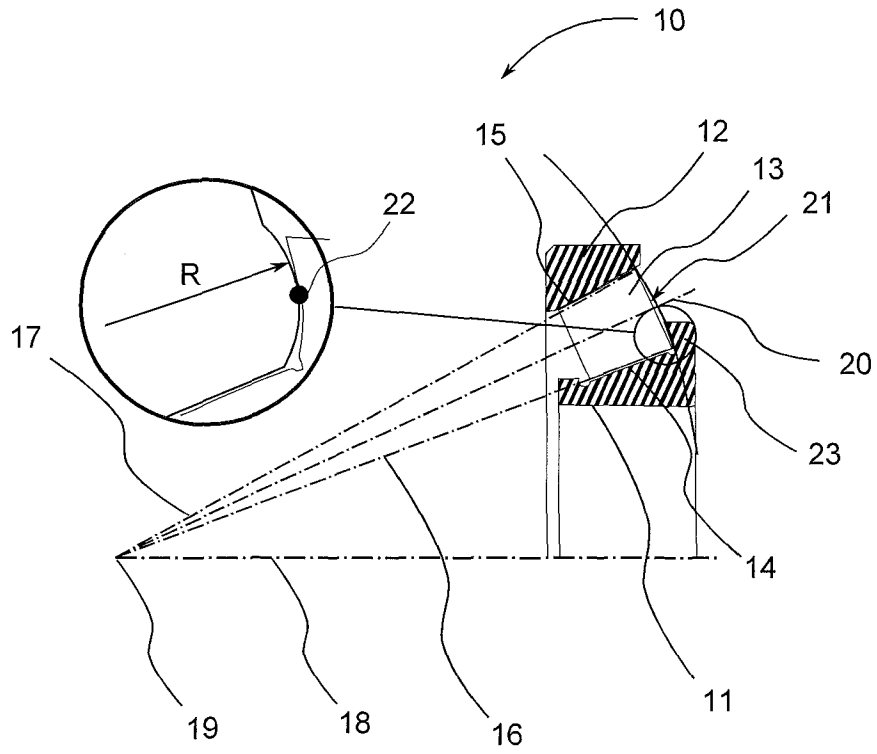


Fig. 1

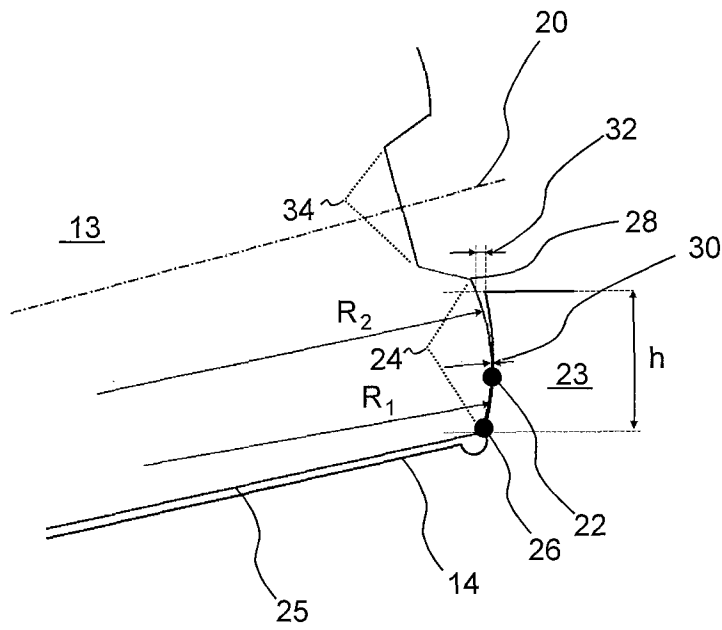
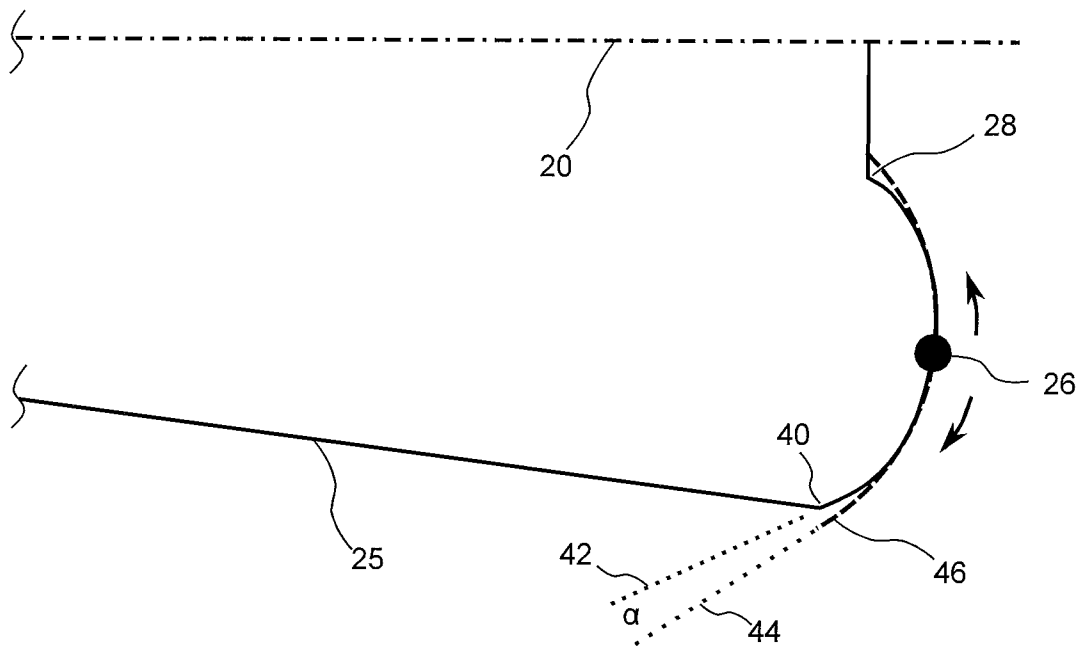
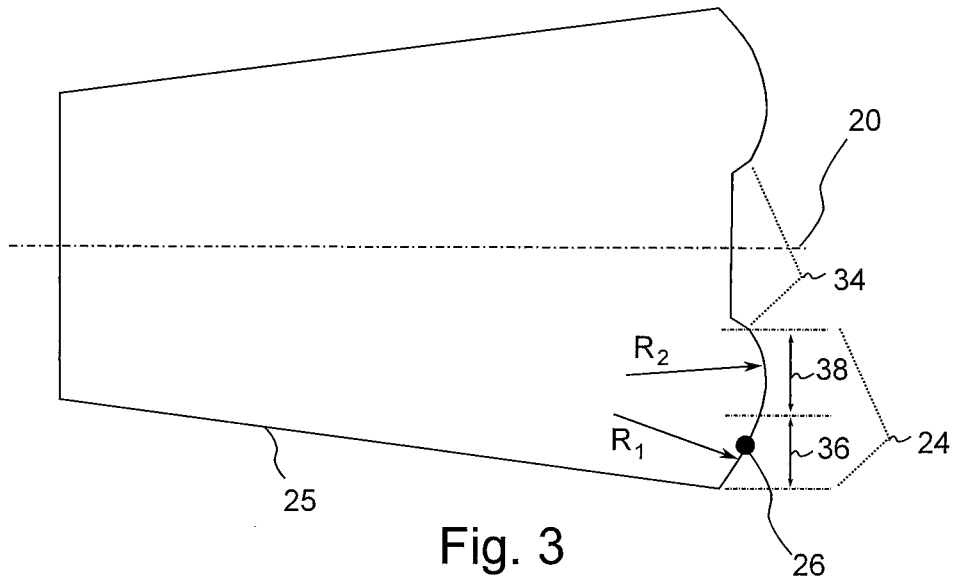


Fig. 2



3/3

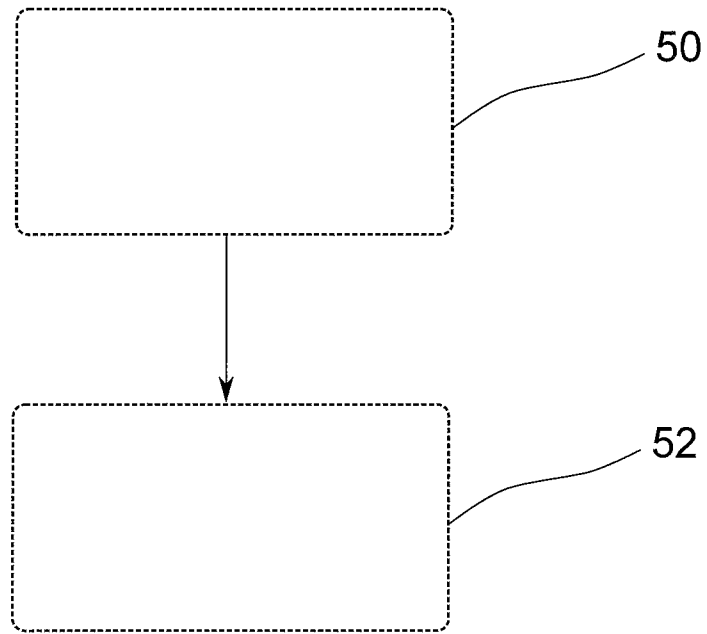


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/059736

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16C33/34 F16C19/36
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, 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 4 331813 A (NTN TOYO BEARING CO LTD) 19 November 1992 (1992-11-19) abstract; figures 1,2 -----	1,2,5-10
X	DE 10 2005 061179 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 28 June 2007 (2007-06-28) paragraphs [0021], [0045], [0048], [0051] - [0055]; figures 6,7 -----	1-6,8,10
A	DE 10 2008 020068 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 29 October 2009 (2009-10-29) paragraphs [0026] - [0030]; figures 1-5 -----	1-10
A	US 2009/003747 A1 (DE MUL JAN [DE]) 1 January 2009 (2009-01-01) paragraphs [0001], [0018], [0019], [0036] - [0041]; figures 1,2 -----	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 11 September 2012	Date of mailing of the international search report 19/09/2012
--	--

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 Gutiérrez Royo, M
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/059736

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 4331813 A	19-11-1992	JP 2951036 B2 JP 4331813 A	20-09-1999 19-11-1992

DE 102005061179 A1	28-06-2007	AT 500433 T CN 101371055 A DE 102005061179 A1 EP 1963693 A1 EP 2228554 A1 JP 2009520938 A US 2008292233 A1 WO 2007076772 A1	15-03-2011 18-02-2009 28-06-2007 03-09-2008 15-09-2010 28-05-2009 27-11-2008 12-07-2007

DE 102008020068 A1	29-10-2009	DE 102008020068 A1 WO 2009129769 A2	29-10-2009 29-10-2009

US 2009003747 A1	01-01-2009	CN 101371056 A DE 102005061102 A1 EP 1963695 A1 JP 2009520936 A US 2009003747 A1 WO 2007071228 A1	18-02-2009 05-07-2007 03-09-2008 28-05-2009 01-01-2009 28-06-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F16C33/34 F16C19/36
 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, 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 4 331813 A (NTN TOYO BEARING CO LTD) 19. November 1992 (1992-11-19) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	1,2,5-10
X	DE 10 2005 061179 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 28. Juni 2007 (2007-06-28) Absätze [0021], [0045], [0048], [0051] - [0055]; Abbildungen 6,7 -----	1-6,8,10
A	DE 10 2008 020068 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 29. Oktober 2009 (2009-10-29) Absätze [0026] - [0030]; Abbildungen 1-5 -----	1-10
A	US 2009/003747 A1 (DE MUL JAN [DE]) 1. Januar 2009 (2009-01-01) Absätze [0001], [0018], [0019], [0036] - [0041]; Abbildungen 1,2 -----	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. September 2012

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19/09/2012

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

Gutiérrez Royo, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/059736

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 4331813 A	19-11-1992	JP 2951036 B2	20-09-1999
		JP 4331813 A	19-11-1992

DE 102005061179 A1	28-06-2007	AT 500433 T	15-03-2011
		CN 101371055 A	18-02-2009
		DE 102005061179 A1	28-06-2007
		EP 1963693 A1	03-09-2008
		EP 2228554 A1	15-09-2010
		JP 2009520938 A	28-05-2009
		US 2008292233 A1	27-11-2008
		WO 2007076772 A1	12-07-2007

DE 102008020068 A1	29-10-2009	DE 102008020068 A1	29-10-2009
		WO 2009129769 A2	29-10-2009

US 2009003747 A1	01-01-2009	CN 101371056 A	18-02-2009
		DE 102005061102 A1	05-07-2007
		EP 1963695 A1	03-09-2008
		JP 2009520936 A	28-05-2009
		US 2009003747 A1	01-01-2009
		WO 2007071228 A1	28-06-2007
