

(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
31. Januar 2013 (31.01.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/013844 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16C 19/46 (2006.01) F16C 33/34 (2006.01)
F16C 27/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/057742

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. April 2012 (27.04.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 080 018.2 28. Juli 2011 (28.07.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO.
KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach
(DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DURING, Tom-Michel**
[DE/DE]; Haydnstraße 6, 91052 Erlangen (DE).
BIEDENBACH, Jürgen [DE/DE]; Konstanzenstraße 56,
90439 Nürnberg (DE). **PLICKA, Stefan** [DE/DE];
Schillengraben 6d, 90768 Fürth (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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: TUNNEL ROLLER

(54) Bezeichnung : TUNNELROLLE

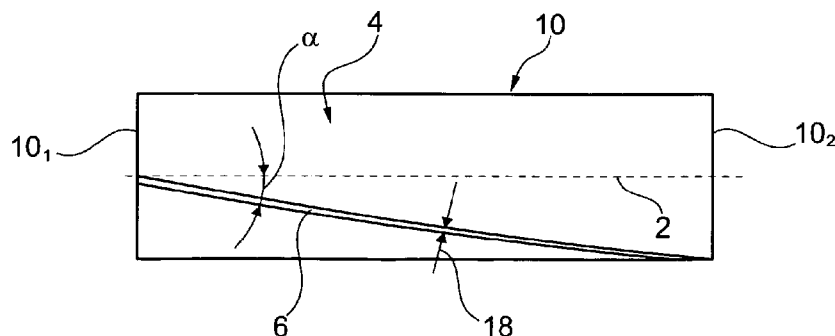


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a tunnel roller. In particular, the invention relates to a tunnel roller having a longitudinal slot extending at an angle to an axis of the tunnel roller in the wall thereof. The longitudinal slot in the tunnel roller here extends in the wall of the tunnel roller. The longitudinal slot in the wall of the tunnel roller extends from a first end of the tunnel roller to a second end of the tunnel roller.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Tunnelrolle. Im Besonderen bezieht sich die Erfindung auf eine Tunnelrolle mit einem unter einem Winkel zu einer Achse der Tunnelrolle in deren Wandung verlaufenden Längsschlitz. Der Längsschlitz in der Tunnelrolle verläuft dabei in der Wandung der Tunnelrolle. Der Längsschlitz in der Wandung der Tunnelrolle erstreckt sich von einem ersten Ende der Tunnelrolle zu einem zweiten Ende der Tunnelrolle.



WO 2013/013844 A1

Bezeichnung der Erfindung

Tunnelrolle

5

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Tunnelrolle. Im Besonderen bezieht sich die Erfindung auf eine Tunnelrolle mit einem unter einem Winkel zu einer Achse der Tunnelrolle in deren Wandung verlaufenden Längsschlitz. Der Längsschlitz in
10 der Tunnelrolle verläuft dabei in der Wandung der Tunnelrolle. Der Längsschlitz in der Wandung der Tunnelrolle erstreckt sich von einem ersten Ende der Tunnelrolle zu einem zweiten Ende der Tunnelrolle.

Hintergrund der Erfindung

15 Tunnelrollen besitzen ein Übermaß und eine Hohlbohrung. Die im Durchmesser leicht vergrößerten Tunnelrollen führen zu einer Vorspannung im Lager und übernehmen den Antrieb des Lagerkäfigs und damit des gesamten Rollensatzes bei niedriger Last, also bei Unterschreiten einer gewissen Mindestlast, auf die das Lager ausgelegt ist. Ein in den Tunnelrollen eingebrachter Längsschlitz
20 sorgt dafür, dass bei höheren Lasten die vergrößerten Tunnelrollen leicht einfedern, also nachgeben und dadurch keine Überlast tragen müssen. Die Belastung ist dann wie in einem konventionellen Lager gleichmäßig auf alle Wälzkörper im Lager verteilt.

Die schweizerische Patentschrift CH 278692 offenbart ein elastisch-
25 nachgiebiges Rollenlager. Hierbei sind sämtliche im Rollenlager angeordnete Rollen als Tunnelrollen ausgebildet. Zwischen einem Lagerring und einer als Hohlwelle ausgebildeten Welle sind Tunnelrollen angeordnet. Die Tunnelrollen sind mit einem Längsschlitz versehen, welcher sich schraubenlinienförmig von einem Ende des Lagers nach dem anderen Ende des Lagers hinzieht. In der
30 hier dargestellten Ausführungsform überstreicht der schraubenlinienförmige

Längsschlitz einen Mittelpunktswinkel bezüglich des Querschnitts der Tunnelrolle von mehr als 180 Winkelgraden bei dem Verlauf von einem Ende des Lagers zum anderen Ende des Lagers hin. Wird ein Lager der beschriebenen Art von der Achse oder dem Lagerring her belastet, so wird die Belastung von den
5 Tunnelrollen elastisch-nachgiebig auf die Gegendruck haltende Seite des Lagers übertragen. Da die Tunnelrollen mit leichter Vorspannung im Lager eingefügt sind, entspricht der Durchmesserverkleinerung der gepressten Tunnelrolle auf der einen Seite eine Vergrößerung des Durchmessers der entlasteten Tunnelrolle auf der gegenüberliegenden Seite des Lagers. Die Welle wird somit in
10 jedem Fall allseitig spielfrei gehalten.

Beschreibung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Tunnelrolle für ein spielfreies Nadellager zu schaffen, welche Abrollgeräusche im Nadellager minimiert und
15 selbst eine hohe Lebensdauer besitzt.

Die Aufgabe wird durch eine Tunnelrolle gelöst, die die Merkmale des Anspruchs 1 umfasst.

Als Tunnelrolle sind in diesem Fall hohle Rollen, vorzugsweise hohlzylindrisch ausgebildete Rollen, zu verstehen. Zumindest eine dieser Tunnelrollen ist pro
20 Wälzkörperreihe in Umfangsrichtung zwischen den Rollen des Rollenlagers angeordnet. Da die Tunnelrollen hohlzylindrisch ausgebildet sind, sind diese elastischer als die anderen Rollen, deren Grundkörper von ihrem Material ausgefüllt ist. Tunnelrollen weisen deshalb Geräusche dämpfende Eigenschaften auf.

25 Die erfindungsgemäße Tunnelrolle ist mit einem unter einem Winkel zu einer Achse der Tunnelrolle in einer Wandung der Tunnelrolle verlaufenden Längsschlitz versehen. Der Längsschlitz verläuft dabei von einem ersten Ende der Tunnelrolle zu einem zweiten Ende der Tunnelrolle. Der Verlauf des Längsschlitzes vom ersten Ende zum zweiten Ende der Tunnelrolle entlang der Wan-

derung der Tunnelrolle ist dabei derart ausgestaltet, dass er einen Mittelpunktswinkel bezüglich des Querschnitts der Tunnelrolle von 360°, vorzugsweise von weniger als 180°, an der äußeren Wandung der Tunnelrolle überstreicht.

Der gesamte Umfang der Mantelfläche ist in beliebigen Querschnitten (quer zur Rotationsachse der Tunnelrolle) durch einen Vollwinkel von 360° beschrieben. Die Erfindung sieht also vor, dass der Schlitz in seinem Verlauf vom Anfang zum Ende so verläuft, dass er die Mantelfläche in Umfangsrichtung einmal überstreicht. Die Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Schlitz sich über weniger als die Hälfte der Mantelfläche erstreckt, also vom ersten Ende zum zweiten Ende der Tunnelrolle entlang der Wandung der Tunnelrolle einen Mittelpunktswinkel (μ) bezüglich des Querschnitts der Tunnelrolle von weniger als 180° überstreicht. Der Mittelpunktswinkel kann auch als Teilwinkel vom Vollwinkel oder Vollwinkels eines Kreises bezeichnet werden. Wobei die Kreislinie die Umfangslineie der Rolle ist. Vorzugsweise erstreckt sich der Schlitz innerhalb der Hälfte des Umfangs der Mantelfläche, so dass der Teilwinkel vom Vollwinkel 360° abweichend nur $\leq 180^\circ$ ist. Durch den Schlitz ist die Tunnelrolle elastisch nachgiebig und deren Dämpfungsverhalten noch besser als das einer geschlossenen Hohlrolle.

Unregelmäßigkeiten an der vorzugsweise sehr glatten Oberfläche von Wälzkörpern verursachen im Wälzkontakt Spannungsspitzen und fördern Verschleiß an Rollen und Wälzlaufbahnen. Das trifft auch auf Schlitzze bzw. auf deren Kanten zu. Der spiralförmig ausgebildete Schlitz der Rollen nach DE 197 34 980 A1 steht permanent an mehreren Stellen und mit beiden Laufbahnen im Wälzkontakt, so dass die zuvor genannten Nachteile besonders zum Tragen kommen.

Die erfindungsgemäße Anordnung weist durch die Begrenzung des Winkels auf max. 360°, vorzugsweise 180°, mit dem der Schlitz die Rolle überstreicht, den Vorteil auf, dass die Anzahl der Kontaktstellen gegenüber diesem bekannten Stand der Technik stark reduziert ist und damit die Risiken erhöhten Verschleißes geringer sind.

Die europäische Patentanmeldung EP 1 921 334 A2 zeigt ein Nadellager. Mindestens eine Nadel des Nadellagers ist dabei elastisch-nachgiebig ausgebildet, falls eine Last auf die äußere Fläche des Nadellagers ausgeübt wird. Die elastisch-verformbare Nadel besitzt dabei einen etwas größeren äußeren Durchmesser als die anderen nicht elastisch-verformbaren Nadeln. Die elastische Nachgiebigkeit der Nadeln wird dadurch erreicht, dass die Nadeln eine Hohlbohrung aufweisen und entlang der Länge der Nadeln parallel zu den Mantellinien und zur Rotationsachse ein Längsschlitz eingebracht ist, der geradlinig entlang der Wandung der Nadel verläuft. Die so ausgebildete elastisch-nachgiebige Nadel hat den einen Nachteil, dass der gerade Schlitz bei der Rollbewegung des Lagers über seine gesamte Länge mit den Rändern des Schlitzes im Wälzkontakt mit der Wälzlaufbahn steht. Derartige Wälzlager sind nur gering belastbar und dürfen nur mit geringen Drehzahlen rotieren oder nur Schwenken, weil die Kantenberührung im Wälzkontakt sehr hohe Spannungsspitzen erzeugt, wodurch die Rollen und Wälzlaufbahn beschädigt werden kann. Darüber hinaus erzeugt der pro Umdrehung einmal auf jede der Wälzlaufbahn treffende Schlitz störende Geräusche.

Die Begrenzung auf den Umfangsbereich wirkt sich auch vorteilhaft auf die Fertigung einer Tunnelrolle dieses Typs aus, die in diesem Fall aus Flachmaterial gebogen werden kann. Dabei sind die Schnittenden des zylindrisch gebogenen Flachmaterials an dem Schlitz aufeinander zugeführt. Dem entgegen müssen Tunnelrollen mit einem Schlitz, sich über einen Vollwinkel von 360° oder mehrfach am Umfang erstrecken im Ansatz spiralförmig gewickelt werden, was sich nachteilig auf die Genauigkeit der Abmessungen der Tunnelrolle auswirken kann oder den Aufwand zur Herstellung genauer Rollen erhöht.

Rollenlager sind Wälzlager mit Rollen als Wälzkörper. Die Wälzlager weisen eine Innenlaufbahn und eine Außenlaufbahn auf, zwischen denen eine Reihe oder mehr axial benachbarte Reihen Wälzkörper in Umfangsrichtung um eine Rotationsachse aufeinander folgend angeordnet sind. Die Laufbahnen sind wahlweise an der Oberfläche von Lagerringen, d.h. die Innenlaufbahnen sind an der Oberfläche von Außenringen und die Außenlaufbahnen sind an der O-

berfläche von Innenringen, oder an direkt an Abschnitten der Oberfläche, an Innen- oder Außenflächen, ausgebildet.

Die Wälzkörper des Rollenlagers sind Rollen wie Nadeln oder Zylinderrollen.

- 5 Rollen sind in ihrer Grundform außenzylindrisch ausgebildet und mit zwei Stirnseiten versehen. Sie weisen wahlweise von der außenzylindrischen Form abweichend leicht ballige Mantelflächen auf. Die Stirnseiten sind entweder flach oder konvex bzw. konkav gewölbt. Nadeln sind rollenartige Wälzkörper mit einem Verhältnis ihrer Länge zum Nenndurchmesser der Mantelfläche, das
10 größer als oder gleich dem Zahlenwert 3 ist. Bei Zylinderrollen ist dieses Verhältnis kleiner.

- Der Längsschlitz erstreckt sich in radialer Richtung durchgängig durch die Wand, und unterbricht diese somit in Umfangsrichtung einmal vollständig. Da-
15 bei ist der Schlitz nicht achsparallel zur Rotationsachse oder Parallelen der Rotationsachse der Tunnelrolle ausgerichtet, sondern verläuft so schräg zu dieser, dass der mit Winkeln α zu der Rotationsachse der Tunnelrolle von einem ersten Ende der Tunnelrolle zu einem zweiten Ende der Tunnelrolle verläuft, welche vorzugsweise $1^\circ < \alpha \leq 45^\circ$ sind. Die Winkel müssen im Verlauf
20 des Schlitzes nicht gleich zueinander sein. Es kann also auch sein, dass der Schlitz kurvenartig oder zackenartig verläuft oder beliebig die Richtung wechselnd auslenkt weil er in beliebige Richtungen und mit verschiedenen Winkeln von der parallelen Linie auslenkt. Durch den Schlitz ist die Tunnelrolle elastisch nachgiebig und deren Dämpfungsverhalten noch besser als das einer
25 geschlossenen Hohlrolle.

- Die Tunnelrollen federn unter Last elastisch in einer Kontaktzone ein und wälzen an dieser ab, welche mit einer Kontaktlinie also mit Linienberührung an den Wälzlaufbahnen beschrieben werden kann, wobei die Kontaktlinie im Idealfall parallel zur Rotationsachse der Tunnelrolle ausgerichtet ist. Der Vorteil
30 der schrägen Ausrichtung des Schlitzes liegt darin, dass bei Rotation des Lagers und Abwälzen der Tunnelrolle nicht der gesamte Schlitz auf einmal im

Linienkontakt mit der/den jeweiligen Wälzlaufbahnen steht, sondern nur der Teil des Schlitzes am Schnittpunkt mit der Kontaktlinie. Dadurch wird Verschleiß vermieden und werden Geräusche reduziert.

Das Verhältnis von Außendurchmesser zu Wanddicke bestimmt die Elastizität, mit der die Tunnelrolle ausgebildet. Einerseits muss die Tunnelrolle elastisch nachgiebig genug sein, um sich unter Vorspannung ins Lager montieren zu lassen und um unter hohen Lasten auch auf den Durchmesser der anderen Rollen einzufedern. Andererseits muss die Tunnelrolle auch steif genug ausgebildet sein um die Spielfreiheit des Radiallagers zu gewährleisten. Die Tunnelrolle hat deshalb einen Außendurchmesser und eine Wanddicke, deren Quotient aus der Wanddicke und dem Außendurchmesser einen Wert zwischen 0,04 bis 0,2 ergibt.

Der Typ der Rolle wird durch ein Verhältnis der Länge der Tunnelrolle zum Außendurchmesser bestimmt. Darüber hinaus hat dieses Verhältnis auch Einfluss auf die Steifigkeit bzw. Elastizität, wenn die Wandstärke mit berücksichtigt wird. Je länger die Rolle, um so steifer ist diese. Je kürzer umso elastischer ist deren Reaktion. So ist es denkbar, die Steifigkeit der Tunnelrollen und damit den Grad der Spieleinstellung des Rollenlagers dadurch zu beeinflussen, dass die Tunnelrolle(n) im Lager länger oder kürzer als die üblichen Rollen sind. Vorzugsweise entspricht der Quotient aus der Länge der Tunnelrolle und deren Außendurchmesser einem Wert von 0,8 bis 4,0.

Der Schlitz muss in Umfangsrichtung gerichtet so breit sein, dass die Tunnelrollen ungehindert radial und umfangsseitig auf das radiale Maß der übrigen Rollen einfedern können. Der in der äußeren Wandung der Tunnelrolle angebrachte Längsschlitz weist deshalb vorzugsweise eine Breite mit einem Wert von 0,1 mm bis 0,7 mm auf.

Das Material aus dem die Tunnelrolle gefertigt ist, kann 16mnCr5 oder Ct45- oder 100Cr6 oder 100CrMn6 sein.

Mit der erfindungsgemäßen Tunnelrolle kann ein spielfreies Rollen- oder Nadellager versehen werden. Das Lager weist einen Käfig auf, der eine Vielzahl

von Nadeln und wahlweise eine, zwei oder mindestens drei Tunnelrollen hält. Die mindestens drei Tunnelrollen sind dabei gleich verteilt am Umfang des Käfigs angeordnet.

Die Tunnelrolle reiht sich am Umfang in einer Reihe mit den üblichen Rollen ein oder ist axial neben der Reihe mit den üblichen Rollen angeordnet. Genau-
5 so ist es denkbar dass das Rollenlager zwei Reihen Rollen aufweist, von denen in wenigstens einer Reihe auch wenigstens eine Tunnelrolle angeordnet ist. Alternativ bilden mehrere Tunnelrollen eine eigene Reihe axial neben einer Reihe mit den übrigen Rollen des Rollenlagers.

10

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die geschlitzte Tunnelrolle, einen größeren Außendurchmesser als die Rollen aufweist. Das Rollenlager ist ein Radiallager, in dem im Wesentlichen nur radiale Kräfte abge-
stützt werden. Aufgrund von Fertigungstoleranzen und aus Gründen der Mon-
15 tierbarkeit sind Radiallager immer mit einem Radialspiel versehen. Nachteile der Lagerung resultieren daraus, dass die Rollen in Lagern des bisher bekannten Standes der Technik oft radial um dieses Spiel zwischen den Laufbahnen beweglich angeordnet sind - was zu ungewünschten Geräuschen und zu Verschleiß führen kann. Der Betrag, um den der Nenndurchmesser einer Tunnel-
20 rolle im Rollenlager mit nur einer Tunnelrolle größer ist als der der anderen Rollen, entspricht mindestens dem größtmöglichen radialen Spiel oder mehr. Der Betrag, um den die Tunnelrollen in einem Rollenlager mit mindestens zwei, besser drei, der Tunnelrollen jeweils größer sind als die Nenndurchmesser der übrigen Rollen, entspricht mindestens der Hälfte des radialen Spieles oder
25 mehr.

Bei der Montage des Lagers wird die Tunnelrolle oder werden die Tunnelrollen radial vorgespannt, wodurch diese einfedern und in den Ringspalt zwischen den Wälzlaufbahnen passen. Der Schlitz ist so breit, dass sich der Umfang der Tunnelrolle durch radiales Einfedern mindestens auf den Umfang der übrigen
30 Rollen des Rollenlagers reduzieren lässt, so dass wie eine Ausgestaltung der

Erfindung vorsieht, der Außendurchmesser der Tunnelrolle unter Belastung elastisch auf den Durchmesser der Rollen einfederbar ist.

Das radiale Spiel in der Lagerung wird mit der Tunnelrolle oder mit den Tunnelrollen elastisch überbrückt, so dass die störenden Geräusche vermieden werden.
5

Aufgrund dieser Ausgestaltung des Außendurchmessers der Tunnelrollen wirken bei geringer Last, das heißt bei Unterschreiten einer gewissen Mindestlast, am Nadellager die Tunnelrollen spielfrei mit der Wälzlaufbahn an einer Welle oder in einer Bohrung bzw. Lauffläche eines Lagerrings des Nadellagers zusammen. Bei Vergrößerung der Last am Nadellager, das heißt bei Überschreiten einer gewissen Mindestlast, werden die Tunnelrollen durch deren elastisch-nachgiebige Eigenschaft, welche durch den Längsschlitz gegeben ist, zusammengedrückt und die restlichen Nadeln des Nadellagers wirken mit der Wälzlaufbahn des Lagerrings zusammen.
10

15 Der Außenring und der Innenring des Rollen oder Nadellagers können sowohl spanend als auch spanlos hergestellt werden.

Nachfolgend ist die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen ausführlicher beschrieben. Es zeigen:

20 Fig. 1 eine Ansicht auf ein Ende der erfindungsgemäßen Tunnelrolle im Querschnitt;

Fig. 2 einen Längsschnitt entlang der Achse der erfindungsgemäßen Tunnelrolle;

Fig. 3 eine Seitenansicht der erfindungsgemäßen Tunnelrolle, bei der der Längsschlitz entlang der Wandung der erfindungsgemäßen Tunnelrolle verläuft:
25

Fig. 4 einen Schnitt entlang der Achse eines Nadellagers mit spanend hergestellten Außenring, bei dem die erfindungsgemäße Tunnelrolle eingesetzt ist;

5 Fig. 5 einen Schnitt senkrecht zur Achse des Nadellagers aus Figur 4, bei dem mindestens drei der erfindungsgemäßen Tunnelrollen in einem Käfig angebracht sind; und

Fig. 6 einen Schnitt parallel durch ein Nadellager mit spanlos hergestelltem Außenring, bei dem in einem Käfig die erfindungsgemäßen Tunnelrollen eingesetzt sind.

10 Für gleiche oder gleich wirkende Elemente der Erfindung werden identische Bezugszeichen verwendet. Das dargestellte Ausführungsbeispiel stellt lediglich eine Möglichkeit dar, wie die erfindungsgemäße Tunnelrolle ausgestaltet sein kann. Ebenso ist die dargestellte Verwendung der erfindungsgemäßen Tunnelrolle in einem Nadellager nur ein mögliches Ausführungsbeispiel von vielen.

15 Ein Ausführungsbeispiel eines Rollenlagers 20 ist mit den Figuren 4, 5 und 6 gezeigt, wobei Figur 6 einen Längsschnitt eines Rollenlagers 20 entlang seiner Rotationsachse zeigt, welches als Außenring 25 eine Nadelhülse mit der Innenlaufbahn 27 aufweist. Die Tunnelrollen 10 reihen sich am Umfang in einer Reihe mit den üblichen Rollen 24 ein. Alternativ oder zusätzlich dazu weist das
20 Rollenlager 20 in Figur 6 eine weitere Reihe auf, die nur durch drei der Tunnelrollen 10, welche kürzer sind als die übrigen Rollen 24, gebildet ist und die in einem gesonderten Käfig 25a in der Nadelhülse geführt sind.

Das Rollenlager 25 nach den Figuren 4 und 5, die Figur 4 zeigt dabei einen
25 Längs- und Figur 5 einen Querschnitt, weist einen Außenring 25 mit der Innenlaufbahn 27 auf, der massiv ausgebildet und spanabhebend hergestellt ist. Das Rollenlager 20 weist Rollen 24 in Form von Nadeln sowie drei gleichmäßig am Umfang verteilte Tunnelrollen 10 (Tunnelnadeln) auf, die alle in einem Käfig 22 gehalten sind.

Der Außendurchmesser 12 jeder Tunnelrolle 10 ist größer als der Außendurchmesser 13 jeder der Rollen 24. Dadurch ergibt sich unter der Voraussetzung, dass alle Rollen 10 und 24 außen an der Außenlaufbahn 27 des Außenrings 25 anliegen, eine Differenz zwischen den vom Rotationszentrum 15 des Rollenlagers 20 ausgehenden Radien 9 und 8, die mindestens der Hälfte des größtmöglichen Radialspieles des in eine Lagerstelle verbauten Rollenlagers 20 entspricht.

Die Figuren 1, 2 und 3 zeigen eine einzelne der Tunnelrollen 10 in Figur 1 in einer Frontalansicht, in Figur 2 in einem Längsschnitt entlang ihrer Rotationsachse 2 und in Figur 3 in einer Seitenansicht. Die Tunnelrolle 10 mit der Länge 16 ist hohlzylindrisch mit einer Wandstärke 14 und weist einen Schlitz 6 der Breite 18 auf, der sich durchgängig radial und axial von einem Ende 101 der Tunnelrolle 10 zum anderen Ende 102 der Tunnelrolle 10 in der Wandung 4 erstreckt, so dass der Schlitz 6 auch an den axialen Enden 61 und 62 stirnseitig der Tunnelrolle 10 offen ist – wodurch die Wandung 4 einmal am Umfang durch den Schlitz 6 geteilt ist.

Das Verhältnis der Länge 16 der Tunnelrolle 10 zu deren nicht elastisch eingefederten Außendurchmesser 12 ist 0,8 bis 0,4 mm. Das Verhältnis der Wanddicke 14 zum nicht elastisch eingefederten Außendurchmesser 12 der Tunnelrolle 10 ist 0,04 bis 0,2. Die Breite 18 des Schlitzes 6 ist an schmalster Stelle 0,1 mm bis 0,7 mm.

Der Längsschlitz 6 ist zwischen dem ersten Ende (101) dem zweiten Ende (102) an beliebiger Stelle seines Verlaufes mit Winkeln (α) zu der Rotationsachse (2) geneigt, die von Stelle zu Stelle einander gleichen oder unterschiedlich groß zueinander sein können. Der Umfang der Mantelfläche der Tunnelrolle 10 schließt im Querschnitt der Tunnelrolle 10 betrachtet einen Vollwinkel von 360°. Der Schlitz 6 erstreckt sich von seinem Ende 61 zu seinem anderen Ende 62 über einen Teilumfangsbereich, der maximal durch einen Vollwinkel und in diesem Fall von einem Teilwinkel (μ) vom Vollwinkel, der weniger als 180° ist, beschrieben ist.

Patentansprüche

- 5 1. Tunnelrolle (10), mit einem unter einem Winkel (α) zu einer Achse (2) der Tunnelrolle (10) in einer Wandung (4) der Tunnelrolle (10) verlaufenden Längsschlitz (6), wobei der Längsschlitz (6) von einem ersten Ende (10₁) der Tunnelrolle (10) zu einem zweiten Ende (10₂) der Tunnelrolle (10) verläuft, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Längsschlitz (6) vom ersten
10 Ende (10₁) zum zweiten Ende (10₂) der Tunnelrolle (10) entlang der Wandung (4) einen Mittelpunktswinkel (μ) bezüglich des Querschnitts der Tunnelrolle (10) bis 360° überstreicht.
2. Tunnelrolle (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der
15 Längsschlitz (6) vom ersten Ende (10₁) zum zweiten Ende (10₂) der Tunnelrolle (10) entlang der Wandung (4) einen Mittelpunktswinkel (μ) von weniger als 180° überstreicht.
3. Tunnelrolle (10) nach Anspruch 1, wobei ein Quotient aus einer Wanddicke (14) der Tunnelrolle (10) und einem Außendurchmesser (12) der Tunnelrolle (10) einen Wert von 0,04 bis 0,2 besitzt.
20
4. Tunnelrolle (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein Quotient aus einer Länge (16) der Tunnelrolle (10) und des Außendurchmessers (12) einen Wert von 0,8 bis 4,0 besitzt.
25
5. Tunnelrolle (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine Breite (18) des Längsschlitzes (6) von 0,1 mm bis 0,7 mm aufweist.
- 30 6. Tunnelrolle (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Längsschlitz zu parallel zur Rotationsachse der Tunnelrolle (10) ausge-

richteten Mantellinien mit Winkeln (α) geneigt verläuft, deren Wert von 1° und 45° liegt.

- 5 7. Tunnelrolle (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei der Außendurchmesser (12) einen Wert von 2 mm bis 10 mm aufweist.
8. Tunnelrolle (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein Material der Tunnelrolle (10) 16mnCr5 oder Ct45-75 oder Ck80M oder 100Cr6 oder 100CrMn6 ist.
- 10 9. Nadellager (20) mit einem Käfig (22), der eine Vielzahl von Nadeln (24) und mindestens drei Tunnelrollen (10) rollend haltet, wobei die mindestens drei Tunnelrollen (10) gemäß den vorangehenden Ansprüchen ausgebildet sind, die Tunnelrollen (10) gleich verteilt am Umfang (26) des Käfigs (22) angeordnet sind und einen größeren Außendurchmesser als die
- 15 Nadeln (24) besitzen.

1/2

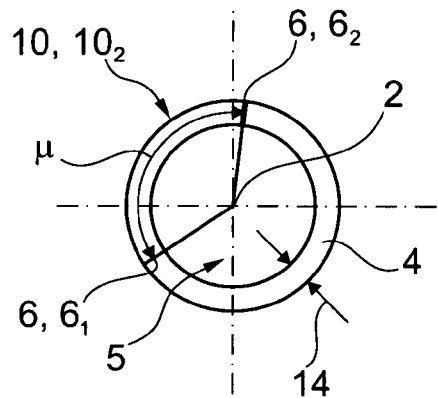


Fig. 1

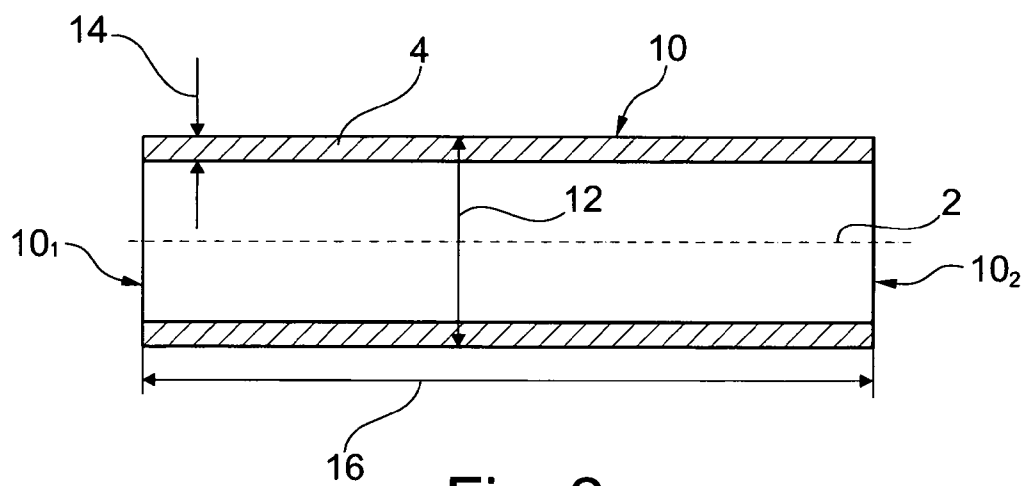


Fig. 2

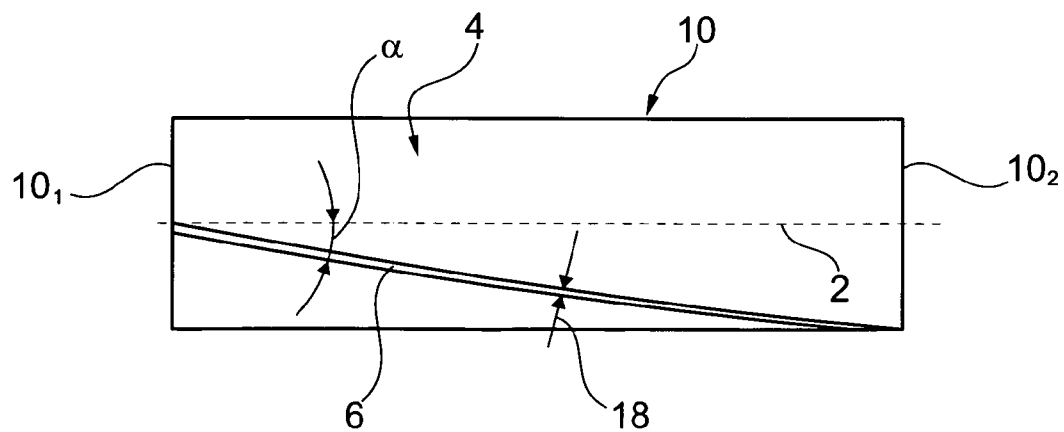


Fig. 3

2/2

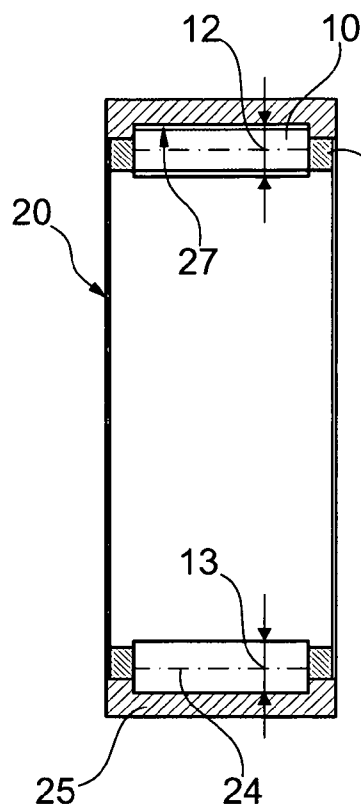


Fig. 4

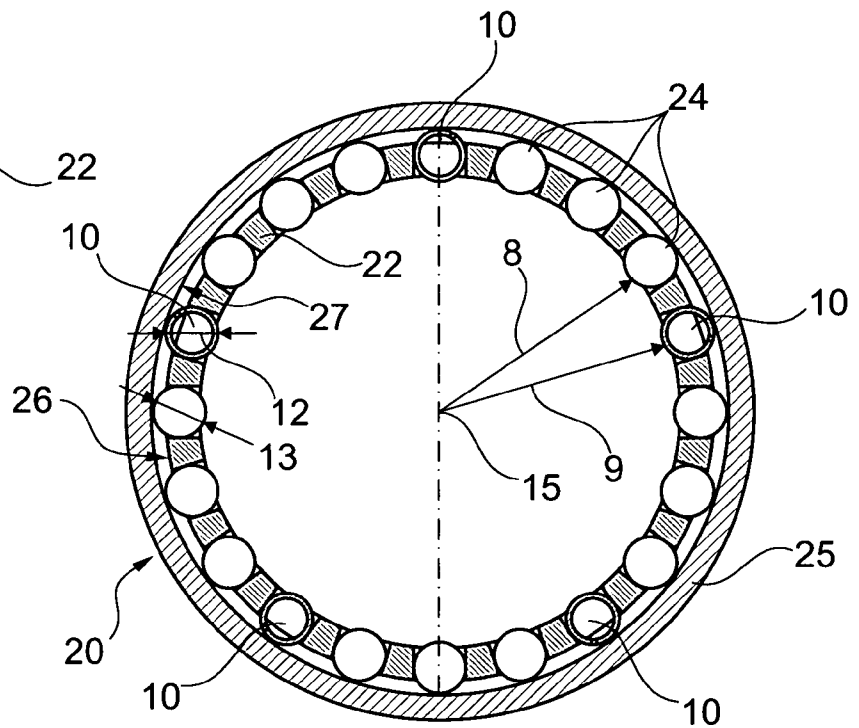


Fig. 5

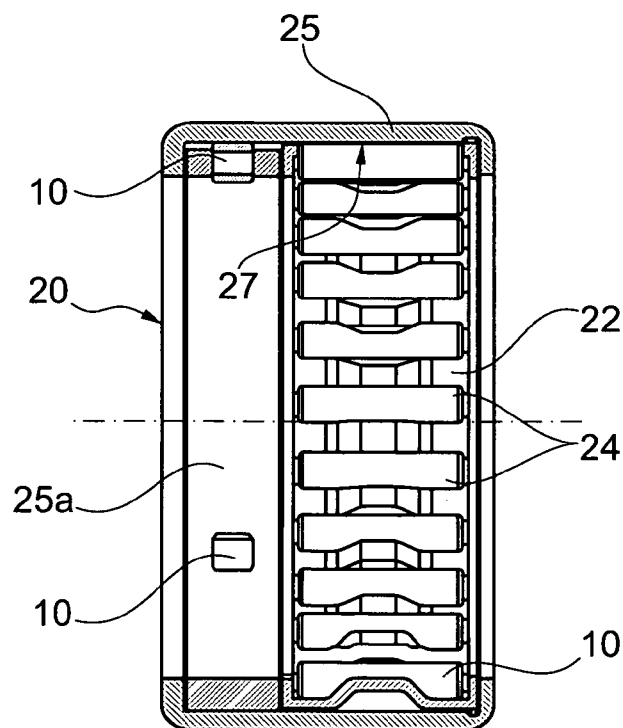


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/057742

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F16C19/46 F16C27/04 F16C33/34
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	CH 232 973 A (RHEINMETALL BORSIG AG [DE]) 30 June 1944 (1944-06-30)	1-8
Y	the whole document	9
Y	----- EP 1 921 334 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 14 May 2008 (2008-05-14)	9
A	cited in the application paragraphs [0007], [0008], [0016], [0018]; figure 4	1-8
A	----- CH 278 692 A (HEDTMANN WILHELM [DE]) 31 October 1951 (1951-10-31)	1-8
	cited in the application the whole document -----	



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 June 2012

Date of mailing of the international search report

03/07/2012

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

Daehnhardt, Andreas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/057742

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CH 232973	A	30-06-1944	NONE

EP 1921334	A2	14-05-2008	EP 1921334 A2 14-05-2008
		US 2008112662 A1	15-05-2008

CH 278692	A	31-10-1951	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F16C19/46 F16C27/04 F16C33/34
 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	CH 232 973 A (RHEINMETALL BORSIG AG [DE]) 30. Juni 1944 (1944-06-30)	1-8
Y	das ganze Dokument	9
Y	----- EP 1 921 334 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 14. Mai 2008 (2008-05-14)	9
A	in der Anmeldung erwähnt Absätze [0007], [0008], [0016], [0018]; Abbildung 4	1-8
A	----- CH 278 692 A (HEDTMANN WILHELM [DE]) 31. Oktober 1951 (1951-10-31)	1-8
	in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	



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. Juni 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/07/2012

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

Daehnhardt, Andreas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/057742

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CH 232973	A	30-06-1944	KEINE

EP 1921334	A2	14-05-2008	EP 1921334 A2 14-05-2008
		US 2008112662 A1	15-05-2008

CH 278692	A	31-10-1951	KEINE
