

(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
11. Januar 2018 (11.01.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/006898 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16C 33/44 (2006.01) *F16C 33/42* (2006.01)
F16C 33/38 (2006.01) *F16C 19/06* (2006.01)
F16C 33/54 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2017/100509

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Juni 2017 (19.06.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 212 124.3
04. Juli 2016 (04.07.2016) DE

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

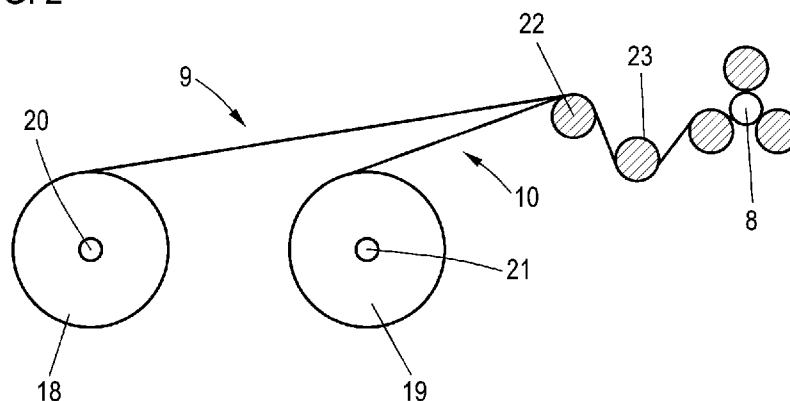
(72) Erfinder: **HOCK, Tobias**; Luitpoldstr. 3, 97421 Schweinfurt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A ROLLING ELEMENT CAGE, ROLLING ELEMENT CAGE AND ROLLING BEARING

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES WÄLZKÖRPERKÄFIGS, WÄLZKÖRPERKÄFIG UND WÄLZLAGER

FIG. 2



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a rolling element cage (7) for a rolling bearing (1), comprising the steps of: - providing at least two different webs (9, 10) made of respective fibre materials preimpregnated with respective matrix materials, which differ from one another in terms of the fibre material and/or the matrix material, - winding the webs (9, 10) to form a multilayer tube (8), wherein, during at least one period of the winding operation, the webs (9, 10) are simultaneously fed to a winding device by which the simultaneously fed webs (9, 10) are wound to form layers (11-16) of the tube (8) that are located radially one immediately on top of another, - forming a cohesive connection between the matrix materials of respectively adjacent layers (11-16) during or after the winding of the tube (8), and - machining the tube (8) to prepare the rolling element cage (7).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Wälzkörperkäfigs (7) für ein Wälzlager (1), umfassend die Schritte: - Bereitstellen von wenigstens zwei voneinander verschiedenen Bahnen (9, 10) aus einem mit einem jeweiligen Matrixmaterial vorimprägnierten jeweiligen Fasermaterial, die sich bezüglich des Fasermaterials und/oder des Matrixmaterials voneinander unterscheiden, - Wickeln der Bahnen (9, 10) zu einem mehrschichtigen Rohr (8), wobei die Bahnen (9, 10) während zumindest eines Zeitabschnitts des Wickelvorgangs gleichzeitig einer Wickeleinrichtung zugeführt werden, durch die die gleichzeitig zugeführten Bahnen (9, 10) zu radial unmittelbar übereinanderliegenden Schichten (11-16) des Rohres (8) gewickelt werden, - Ausbilden einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen den Matrixmaterialien jeweils benachbarter Schichten (11-16) während oder nach dem Wickeln

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

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

- 1 -

Bezeichnung der Erfindung

Verfahren zur Herstellung eines Wälzkörperkäfigs, Wälzkörperkäfig und
Wälzlager

5

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Wälzkörperkäfigs für
ein Wälzlager. Daneben betrifft die Erfindung einen Wälzkörperkäfig und ein
10 Wälzlager.

Hintergrund der Erfindung

Wälzlager umfassen mehrere Wälzkörper, beispielsweise Kugeln, Rollen oder
15 Nadeln, die zwischen zwei Laufbahnen laufen. Um die Wälzkörper in Umfangs-
richtung des Lagers voneinander zu beabstanden, werden Wälzkörperkäfige
genutzt. Wälzkörperkäfige können beispielsweise gefertigt werden, indem ein
mit Phenolharz imprägniertes Baumwollgewebe zu einem Rohr gewickelt wird,
welches, insbesondere durch Spanen, weiterverarbeitet wird, um den Wälzkör-
20 perkäfig herzustellen. Ein derartiger Käfig weist gute Notlaufeigenschaften, bei-
spielsweise bei einem Ausfall der Schmierung des Lagers, auf. Seine Ausdeh-
nung ist jedoch stark wärmeabhängig, er kann bei Feuchtigkeitsaufnahme quel-
len und er weist eine relativ geringe Steifigkeit auf. Aus diesen Gründen sind
entsprechende Käfige nur für relativ geringe Drehzahlen geeignet, da für hohe
25 Drehzahlen ein kleines Führungsspiel, das heißt ein kleiner Abstand zwischen
dem Käfig und den Laufflächen, gewünscht ist. Dies ist aufgrund der beschrie-
benen Eigenschaften jedoch nur bedingt möglich. Zudem sind die Gestal-
tungsmöglichkeiten des Käfigs eingeschränkt, da aufgrund der Werkstoffeigen-
schaften ein relativ massiver Käfig erforderlich ist, um die benötigte Stabilität,
30 Bruch- und Reißfestigkeit zu gewährleisten.

- 2 -

Die beschriebenen Eigenschaften können teilweise verbessert werden, wenn andere Gewebe genutzt werden. Hierbei gehen jedoch zugleich die Vorteile der Bauwollfasern, insbesondere die guten Notlaufeigenschaften, verloren.

5

Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Wälzkörperkäfigs anzugeben, das eine weitere Verbesserung der Eigenschaften der Wälzkörper bei einer niedrigen Herstellungskomplexität ermöglicht.

10

Beschreibung der Erfindung

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zur Herstellung eines Wälzkörperkäfigs für ein Wälzlager gelöst, das die folgenden Schritte umfasst:

- 15 - Bereitstellen von wenigstens zwei voneinander verschiedenen Bahnen aus einem mit einem jeweiligen Matrixmaterial vorimprägnierten jeweiligen Fasermaterial, die sich bezüglich des Fasermaterials und/oder des Matrixmaterials voneinander unterscheiden,
- Wickeln der Bahnen zu einem mehrschichtigen Rohr, wobei die Bahnen wäh-
20 rend zumindest eines Zeitabschnitts des Wickelvorgangs gleichzeitig einer Wickeleinrichtung zugeführt werden, durch die die gleichzeitig zugeführten Bahnen zu radial unmittelbar übereinanderliegenden Schichten des Rohres gewickelt werden,
- Ausbilden einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen den Matrixmaterialien
25 jeweils benachbarter Schichten während oder nach dem Wickeln des Rohres, und
- Bearbeiten des Rohres zur Bereitstellung des Wälzkörperkäfigs.

Erfindungsgemäß wird somit vorgeschlagen, statt eines einzigen vorimprägnierten Gewebes mehrere vorimprägnierte Fasermaterialien, vorzugsweise Gewe-
30 be, zu verwenden. Vorimprägnierte Fasermaterialien, die auch Prepreg genannt werden, sind flexible Bahnen von Halbzeug zur Herstellung von Bauteilen, die

durch Temperaturerhöhung und/oder Druck ausgehärtet werden können. Erfindungsgemäß werden mehrere dieser vorimprägnierten Fasermaterialien gemeinsam gewickelt, um ein mehrschichtiges Rohr auszubilden. Dies hat den Vorteil, dass verschiedene Fasermaterialien und/oder Matrixmaterialien genutzt werden können und somit die Vorteile unterschiedlicher Materialien kombiniert werden können. Zugleich kann das bekannte Herstellungsverfahren für Wälzkörperkäfige nahezu unverändert bleiben, da ausschließlich die Zuführung der vorimprägnierten Fasermaterialien angepasst werden muss, um eine gleichzeitige Zuführung zu ermöglichen.

10

Beispielsweise kann eine der Bahnen ein Fasermaterial aufweisen, das einen hohen Elastizitätsmodul und/oder eine hohe Zugfestigkeit aufweist und eine weitere der Bahnen kann ein Fasermaterial aufweisen, das günstige Reibungseigenschaften und/oder eine hohe Ölspeicherfähigkeit aufweist, um die Notlaufeigenschaften des Wälzkörperkäfigs zu verbessern. Bei dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren ist es zudem möglich, die Käfigeigenschaften durch eine entsprechende Auswahl vorimprägnierter Fasermaterialien anzupassen, womit keine Anpassungen im Rahmen der Herstellung der vorimprägnierten Fasermaterialien erforderlich sind. Es kann somit auf vorhandene Ausgangsmaterialien zurückgegriffen werden, was einen Entwicklungsaufwand bei der Anpassung von Eigenschaften des Wälzkörperkäfigs reduziert. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn Sonderbauformen in kleinen Stückzahlen bereitgestellt werden sollen. Durch das erfindungsgemäße Vorgehen, bei dem ein schichtweises Wickeln des zu verarbeitenden Rohrs erfolgt, wird zudem erreicht, dass der Materialaufbau über den Querschnitt einheitlich ist, womit aus den gewickelten Rohren verschiedene Käfiggrößen gefertigt werden können.

20

Bei dem Fasermaterial kann es sich um ein Gewebe, ein Gelege oder um parallel geführte Fasern handeln. Unterschiedliche Fasermaterialien können sich beispielsweise dadurch unterscheiden, dass sie unterschiedlich gewebt sind. Vorzugsweise werden jedoch verschiedene Materialien für die Fasern verwendet. Beispielsweise kann wenigstens eines der Fasermaterialien Baumwollfasern, Kohlefasern, Aramidfasern, Glasfasern, PTFE-Fasern, PTFE/PET-Fasern,

25

30

- 4 -

PEEK-Fasern, Borfasern, Basaltfasern, Nylon-Fasern, Polyimid-Fasern, Polyethylen-Fasern, Flachsfasern, Hanffasern, Jutefasern, Sisalfasern, Bambusfasern und/oder Ramiefasern umfassen.

- 5 Das Matrixmaterial kann ein Matrixkunststoff, beispielsweise ein Phenolharz, sein. Die stoffschlüssige Verbindung der Matrixmaterialien kann während des Wickelns oder nach dem Wickeln erfolgen. In Abhängigkeit des Matrixmaterials kann dieses beispielsweise durch ein Härten eines zunächst fluiden Matrixmaterials, beispielsweise durch Aufbringen eines erhöhten Drucks und/oder einer
- 10 erhöhten Temperatur und/oder durch Bestrahlung, zum Beispiel durch UV-Strahlung, erfolgen. Alternativ kann ein bereits festes Matrixmaterial zur Ausbildung der stoffschlüssigen Verbindung angeschmolzen werden.

- Die Bearbeitung des Rohrs kann durch Spanen, also beispielsweise durch Drehen, Fräsen und/oder Bohren, erfolgen. Beispielsweise kann das Rohr in Axialrichtung in mehrere Längsabschnitte geteilt werden und es können Ausnehmungen in das Rohr gefräst und/oder gebohrt werden, um die Wälzkörper aufzunehmen.
- 15

- 20 Die Bahnen können vor dem Wickeln separat voneinander vorgehalten werden, wobei die Bahnen im Rahmen des Wickelns derart geführt werden, dass sie der Wickeleinrichtung aufeinander- oder übereinanderliegend zugeführt werden. Die Führung kann bis zum Wickeln berührungsfrei übereinander erfolgen, es ist jedoch auch möglich, die Bahnen im Rahmen der Führung bereits vor dem Wickeln zusammenzuführen und aufeinander liegend weiter zu verarbeiten. Die
- 25 Bereitstellung kann insbesondere derart erfolgen, dass jede der Bahnen auf einer separaten Rolle bereitgestellt wird. Das beschriebene Vorgehen ermöglicht eine einfache Anpassung der genutzten Bahnen und somit der genutzten Fasermaterialien beziehungsweise Matrixmaterialien.

30

Alternativ ist es möglich, dass die Bahnen vor dem Wickeln derart auf eine gemeinsame Rolle aufgewickelt werden, dass sie aufeinander aufliegen. In diesem Fall können Einrichtungen zum Wickeln mehrschichtiger Rohre aus einem

- 5 -

einzigsten vorimprägnierten Fasermaterial im wesentlich unverändert weiter verwendet werden, da die mehreren Bahnen über eine gemeinsame Rolle zugeführt werden.

- 5 Während wenigstens einem weiteren Zeitabschnitt des Wickelvorgangs kann genau eine der Bahnen oder bei einer Verwendung von mehr als zwei Bahnen nur eine Untergruppe der Bahnen der Wickelvorrichtung zugeführt werden. Insbesondere ist es möglich, einen radial innen und/oder außen liegenden Abschnitt des Rohres ausschließlich aus einem Fasermaterial beziehungsweise
- 10 einem einzigen Matrixmaterial zu bilden. Dies kann die Weiterverarbeitung des Rohres zur Bereitstellung des Wälzkörperkäfigs erleichtern und/oder die Eigenschaften des Wälzkörperkäfigs weiter verbessern. Ein derartiges Verfahren kann beispielsweise durchgeführt werden, indem Bahnen unterschiedlicher Länge genutzt werden. Wird das Rohr beispielsweise von einem Innendurch-
- 15 messer zu einem Außendurchmesser gewickelt und werden zu Beginn des Wickelvorgangs zwei Bahnen der Wickeleinrichtung zugeführt, wobei eine der Bahnen kürzer ist, so ist die kürzere Bahn früher vollständig auf das Rohr aufgewickelt, so dass das nachfolgende Wickeln nur noch mit der verbleibenden längeren Bahn erfolgt.

20

- Neben dem erfindungsgemäßen Verfahren betrifft die Erfindung einen Wälzkörperkäfig für ein Wälzlager, der aus mehreren, in Radialrichtung des Wälzkörperkäfigs übereinanderliegenden, in wenigstens ein Matrixmaterial eingebetteten Schichten wenigstens eines Fasermaterials besteht, wobei die Schichten in
- 25 Form von mehreren Schichtarten ausgebildet sind, die sich bezüglich des jeweiligen Fasermaterials und/oder des jeweiligen Matrixmaterials voneinander unterscheiden, wobei für zumindest eine Untergruppe der Schichten die in Radialrichtung aufeinanderfolgenden Schichten abwechselnd verschiedenen Schichtarten angehören. Beispielsweise kann eine erste und eine zweite Schichtart
- 30 genutzt werden und für die gesamte Wandstärke oder einen Teil der Wandstärke des Wälzkörperkäfigs können sich die erste und die zweite Schichtart abwechseln. Ebenso können sich auch mehr als zwei Schichtarten über die gesamte Wandstärke oder Teile der Wandstärke abwechseln. Der Wälzkörperkä-

- 6 -

fig kann vorzugsweise durch das erfindungsgemäße Verfahren hergestellt sein. Die einzelnen Schichten entsprechen in diesem Fall jeweils einer Wicklung einer der Bahnen.

- 5 Die zum erfindungsgemäßen Verfahren erläuterten Merkmale des Wälzkörperkäfigs beziehungsweise des Rohrs, aus dem der Wälzkörperkäfing hergestellt, vorzugsweise gespannt, ist, lassen sich auch auf den erfindungsgemäßen Wälzkörperkäfing übertragen.
- 10 Ebenso lassen sich die zum Wälzkörperkäfing erläuterten Merkmale auf das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren übertragen.

Ein einen Innenrand und/oder einen Außenrand des Wälzkörperkäfigs in Radialrichtung bildender Abschnitt des Wälzkörperkäfigs kann mehrere in Radialrichtung aufeinanderfolgende Schichten der gleichen Schichtart aufweisen. Dies
15 kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass bei einer Herstellung durch ein erfindungsgemäßes Verfahren während der Wicklung des entsprechenden Bereichs genau eine der Bahnen der Wickelvorrichtung zugeführt wird.

- 20 Wenigstens eines der Fasermaterialien kann ein Mischgewebe sein, also ein Gewebe, das Fasern mehrerer Fasersorten umfasst. Alternativ oder ergänzend ist es möglich, dass wenigstens eines der Fasermaterialien sortenrein ist, also genau eine Fasersorte umfasst, wobei es sich insbesondere um ein sortenreines Gewebe handeln kann.

25

- Die Erfindung betrifft zudem ein Wälzlager mit mehreren zwischen zwei Laufbahnen angeordneten Wälzkörpern und einem erfindungsgemäßen Wälzkörperkäfing zur Halterung der Wälzkörper. Das Wälzlager kann ein Kugellager, ein Rolllager oder ein Nadellager sein. Insbesondere kann es sich bei dem Wälzlager
30 um ein Schrägkugellager handeln. Das Wälzlager kann derart ausgebildet sein, dass es zur Nutzung für hohe Drehzahlen geeignet ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen erläutert. Die Zeichnungen sind schematische Darstellungen und zeigen in:

- Figur 1 eine Detailansicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Wälzlagers,
- 10 Figur 2 ein Wickeln eines mehrschichtigen Rohres im Rahmen eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- Figur 3 eine geschnittene Ansicht des aus dem in Figur 2 gezeigten Verfahrensschritt resultierenden Rohres,
- 15 Figur 4 eine Detailansicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Wälzkörperkäfigs, und
- Figur 5 eine geschnittene Detailansicht des in Figur 4 gezeigten Wälzkörperkäfigs.
- 20

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

- Figur 1 zeigt eine Detailansicht eines Wälzlagers 1. Zwischen einer äußeren Lauffläche 2 eines Außenrings 3 und einer inneren Lauffläche 4 eines Innenrings 5 sind mehrere Wälzkörper 6, beispielsweise Kugeln, angeordnet. Um die Wälzkörper 6 in Umfangsrichtung des Wälzlagers 1 voneinander zu beabstan-
- 25 den, sind diese durch einen Wälzkörperkäfig 7 gehalten. Soll das Wälzlager 1 für hohe Drehzahlen genutzt werden, ist es vorteilhaft, wenn ein Führungsspiel 8, also der Abstand zwischen den Laufflächen 2, 4 und den entsprechenden Seitenflächen des Wälzkörperkäfigs 7, möglichst klein gewählt wird. Zugleich muss dieses Führungsspiel jedoch so groß gewählt werden, dass ein Kontakt zwischen den Laufflächen 2, 4 und dem Wälzkörperkäfig 7 in allen Betriebssitu-
- 30

- 8 -

ationen des Wälzlagers 1 nach Möglichkeit vermieden wird. Zugleich sollen die Notlaufeigenschaften des Wälzkörperkäfigs 7, also insbesondere die Reibeeigenschaften bei mangelhafter Schmierung und/oder eine Ölspeicherfähigkeit, möglichst gut sein, um eine Ausfallsicherheit des Wälzlagers 1 zu erhöhen.

5

Um dies zu erreichen wird im gezeigten Wälzlager 1 ein Wälzkörperkäfig 7 genutzt, der aus einem Rohr hergestellt ist, das aus verschiedenen vorimprägnierten Fasermaterialien gewickelt ist. Die Herstellung des Wälzkörperkäfigs 7 wird im Folgenden mit Bezug auf die Figuren 2 bis 5 erläutert.

10

Figur 2 zeigt das Wickeln eines Rohres 8, aus dem anschließend durch Spannen der Wälzkörperkäfig 7 herstellbar ist. Hierzu werden zunächst zwei voneinander verschiedene Bahnen 9, 10 aus einem mit einem jeweiligen Matrixmaterial vorimprägnierten jeweiligen Fasermaterial bereitgestellt. Die Bahnen 9, 10 unterscheiden sich bezüglich ihres Fasermaterials, wobei beispielsweise als Fasermaterial für die Bahn 9 eine Baumwollfaser genutzt werden kann, um günstige Reibeeigenschaften und eine gute Ölspeicherfähigkeit für das resultierende Rohr 8 und somit für den Wälzkörperkäfig 7 zu erreichen. Als Fasermaterial für die Bahn 10 kann beispielsweise Glas- oder Kohlefaser genutzt werden, um eine hohe Zugfestigkeit und/oder ein hohes Elastizitätsmodul zu erreichen. Die Bahnen 9, 10 werden vor dem Wickeln separat voneinander vorgehalten. Hierzu sind zwei Rollen 18, 19 der jeweiligen Bahnen 9, 10 vorgesehen, die über die Führungen 20, 21 drehbar gelagert sind. Die Bahnen 9, 10 werden derart geführt, dass sie durch die Führungsrolle 22 flächig aufeinander gedrückt werden und später durch die weiteren Führungselemente 23 gemeinsam zu dem Rohr 8 gewickelt werden. Die Wicklung der gemeinsam geführten Bahnen 9, 10 zu dem Rohr 8 erfolgt wie im Stand der Technik für einzelne Bahnen eines einzelnen vorimprägnierten Fasermaterials üblich und soll nicht detailliert erläutert werden. Während oder nach dem Wickeln kann ein fluides Matrixmaterial ausgehärtet werden oder ein festes Matrixmaterial angeschmolzen werden, um eine stoffschlüssige Verbindung zwischen den Bahnen 8, 9 auszubilden.

30

- 9 -

Das in Figur 2 gezeigte Vorgehen erfordert eine Anpassung der Einrichtung zum Wickeln des Rohrs 8, die es ermöglicht, mehrere separate Bahnen 9, 10 vorimprägnierten Fasermaterials zuzuführen. Sollen übliche Einrichtungen zum Wickeln mehrschichtiger Rohre aus einem vorimprägnierten Fasermaterial genutzt werden, ist es auch möglich, die Bahnen 9, 10 in einem vorbereiteten Schritt auf eine gemeinsame Rolle aufzurollen, wonach sie genauso weiterverarbeitet werden können, wie eine einzelne Bahn vorimprägnierten Fasermaterials.

Die Bahnen 9, 10 werden zu dem mehrschichtigen Rohr 8 gewickelt, das in Figur 3 geschnitten dargestellt ist. Wie in dieser Figur zu erkennen ist, wird durch die gleichzeitige Zuführung der Bahnen 9, 10 zu der Wickeleinrichtung erreicht, dass die zugeführten Bahnen 9, 10 zu radial unmittelbar übereinanderliegenden Schichten 11 bis 16 gewickelt werden. Die Schichten 11, 13 und 15 werden hierbei durch die Bahn 9 gebildet und die Schichten 12, 14 und 16 durch die Bahn 10.

Das in Figur 3 gezeigte Rohr wird in Längsrichtung des Rohrs, also in Richtung senkrecht zur Bildebene in Figur 3, in mehrere Abschnitte unterteilt, aus denen jeweils ein Wälzkörperkäfig 7 herstellbar ist. Die Figuren 4 und 5 zeigen Detailansichten des fertiggestellten Wälzkörperkäfigs 7. Um zu diesem fertiggestellten Wälzkörperkäfig 7 zu gelangen, werden in die Abschnitte des Rohrs 8 Ausnehmungen 17 für die Wälzkörper 6 eingebracht. Dies kann beispielsweise durch ein Bohren und/oder Fräsen erfolgen.

Figur 4 zeigt eine Detaildarstellung einer Seitenansicht auf den Wälzkörperkäfig 7, das heißt die Radialrichtung des Wälzkörperkäfigs 7 beziehungsweise des Wälzlagers 1 verläuft senkrecht zur Bildebene.

Figur 5 zeigt eine Detailansicht eines Schnitts entlang der Linie V - V in Figur 4. In dieser Darstellung sind einerseits die Ausnehmungen 17 für die Wälzkörper 6 und andererseits der geschichtete Aufbau des Wälzkörperkäfigs 7 aus den Schichten 11 bis 16 zu erkennen.

- 10 -

Durch das beschriebene Vorgehen ist es möglich, trotz einer relativ einfachen Herstellung einen geschichteten Aufbau des Wälzkörperkäfigs 7 zu erreichen, wodurch mehrere vorteilhafte Materialeigenschaften verschiedener Fasermaterialien und/oder verschiedener Matrixmaterialien kombinierbar sind. Ausgehend von diesem einfachen Beispiel sind zahlreiche Varianten möglich. Beispielsweise ist es möglich, den gezeigten abwechselnden Schichtaufbau der Schichten 11 bis 16 nur für einen Teil der Schichten eines Wälzkörperkäfigs vorzusehen. Beispielsweise kann eine vorgegebene Anzahl radial außenliegender oder radial innenliegender Schichten des Wälzkörperkäfigs aus dem gleichen Matrixmaterial gebildet werden, beispielsweise indem diese durch die gleiche Bahn gewickelt werden. Dies ist besonders einfach möglich, indem Bahnen mit verschiedener Länge genutzt werden. Somit werden zunächst zwei oder mehr Bahnen parallel zu dem Rohr gewickelt, wobei nach einer gewissen Wickelzeit eine oder mehrere dieser Bahnen aufgebraucht sind, womit nur die verbleibenden Bahnen weitergewickelt werden.

Bezugszeichenliste

1	Wälzlager
2	Lauffläche
3	Außenring
4	Lauffläche
5	Innenring
6	Wälzkörper
7	Wälzkörperkäfig
8	Führungsspiel
9	Bahn
10	Bahn
11	Schicht
12	Schicht
13	Schicht
14	Schicht
15	Schicht
16	Schicht
17	Ausnehmung
18	Rolle
19	Rolle
20	Führung
21	Führung
22	Führungsrolle
23	Führungselement

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Wälzkörperkäfigs (7) für ein Wälzlager (1), umfassend die Schritte:
 - 5 - Bereitstellen von wenigstens zwei voneinander verschiedenen Bahnen (9, 10) aus einem mit einem jeweiligen Matrixmaterial vorimprägnierten jeweiligen Fasermaterial, die sich bezüglich des Fasermaterials und/oder des Matrixmaterials voneinander unterscheiden,
 - 10 - Wickeln der Bahnen (9, 10) zu einem mehrschichtigen Rohr (8), wobei die Bahnen (9, 10) während zumindest eines Zeitabschnitts des Wickelvorgangs gleichzeitig einer Wickeleinrichtung zugeführt werden, durch die die gleichzeitig zugeführten Bahnen (9, 10) zu radial unmittelbar übereinanderliegenden Schichten (11 – 16) des Rohres (8) gewickelt werden,
 - 15 - Ausbilden einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen den Matrixmaterialien jeweils benachbarter Schichten (11-16) während oder nach dem Wickeln des Rohres (8), und
 - Bearbeiten des Rohrs (8) zur Bereitstellung des Wälzkörperkäfigs (7).
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bahnen (9, 10) vor dem Wickeln separat voneinander vorgehalten werden, wobei die Bahnen (9, 10) im Rahmen des Wickelns derart geführt werden, dass sie der Wickeleinrichtung aufeinander- oder übereinanderliegend zugeführt werden.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bahnen (9, 10) vor dem Wickeln derart auf eine gemeinsame Rolle aufgewickelt werden, dass sie aufeinander aufliegen.
- 30 4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass während wenigstens einem weiteren Zeitabschnitt des Wickelvorgangs genau eine der Bahnen oder bei Verwendung von mehr als

zwei Bahnen (8,9) nur eine Untergruppe der Bahnen (9, 10) der Wickelvorrichtung zugeführt wird.

5. Wälzkörperkäfig für ein Wälzlager, der aus mehreren, in Radialrichtung des Wälzkörperkäfigs (7) übereinanderliegenden, in wenigstens ein Matrixmaterial eingebetteten Schichten (11 – 16) wenigstens eines Fasermaterials besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichten (11 – 16) in Form von mehreren Schichtarten ausgebildet sind, die sich bezüglich des jeweiligen Fasermaterials und/oder des jeweiligen Matrixmaterials voneinander unterscheiden, wobei für zumindest eine Untergruppe der Schichten (11 – 16) die in Radialrichtung aufeinanderfolgenden Schichten (11 – 16) abwechselnd den verschiedenen Schichtarten angehören.
6. Wälzkörperkäfig nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein einen Innenrand und/oder einen Außenrand des Wälzkörperkäfigs in Radialrichtung bildender Abschnitt des Wälzkörperkäfigs mehrere in Radialrichtung aufeinanderfolgende Schichten der gleichen Schichtart aufweist.
7. Wälzkörperkäfig nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eines der Fasermaterialien ein Mischgewebe ist.
8. Wälzlager, mit mehreren zwischen zwei Laufflächen (2, 4) angeordneten Wälzkörpern (6), **dadurch gekennzeichnet**, dass es einen Wälzkörperkäfig (7) nach einem der Ansprüche 5 bis 7 zur Halterung der Wälzkörper (6) umfasst.

FIG. 1

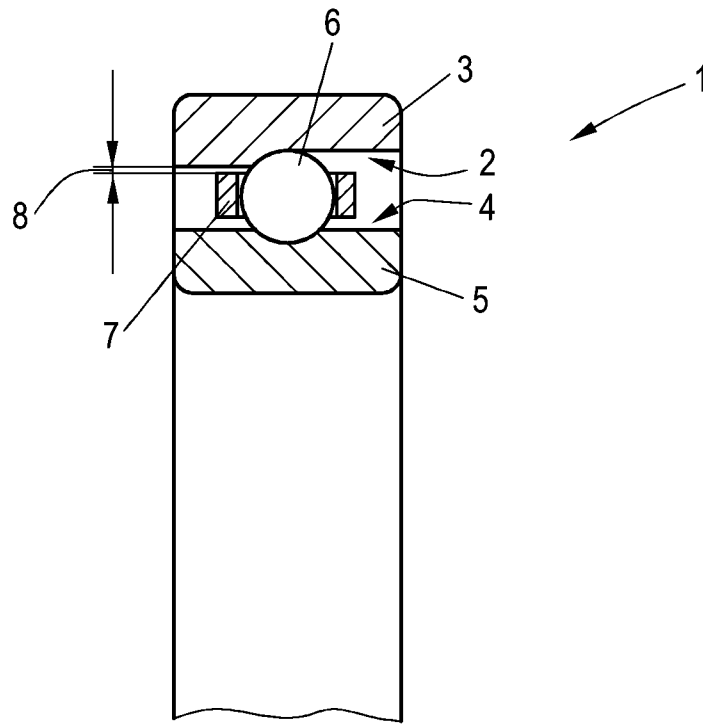


FIG. 2

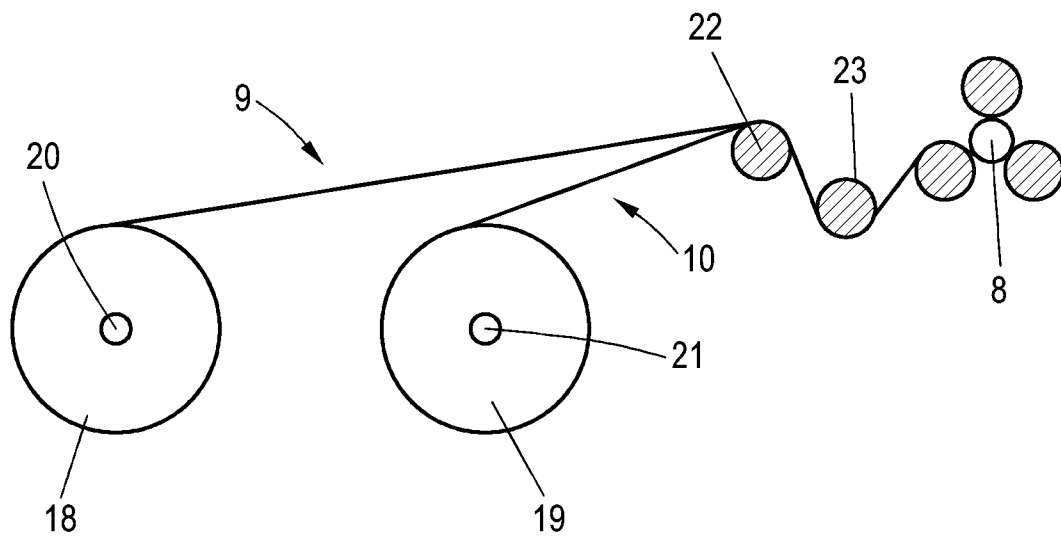


FIG. 3

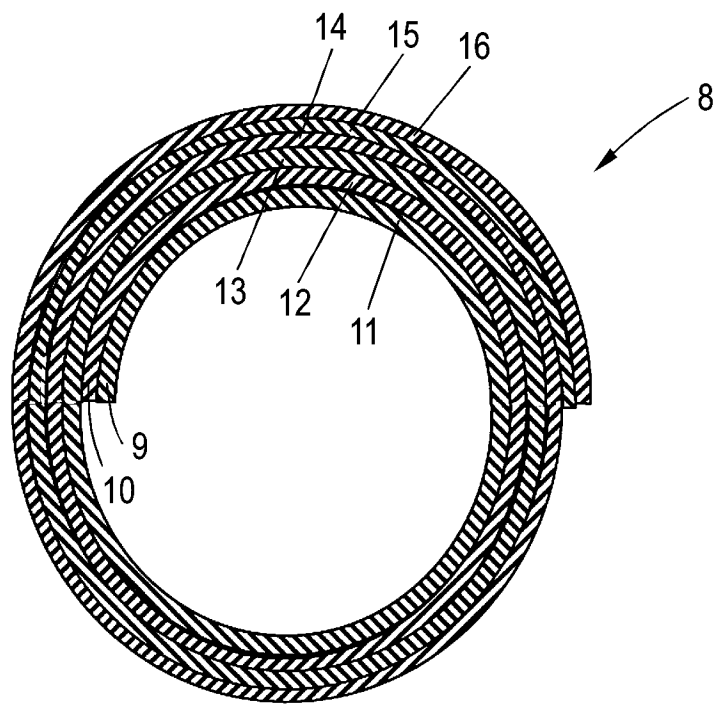


FIG. 4

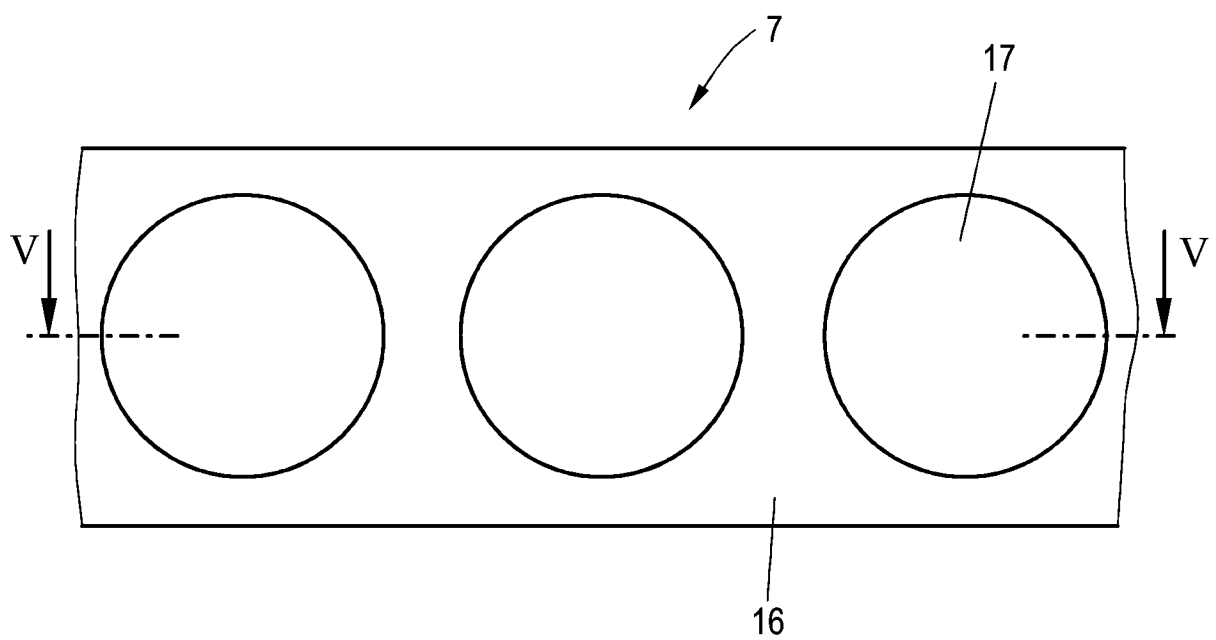
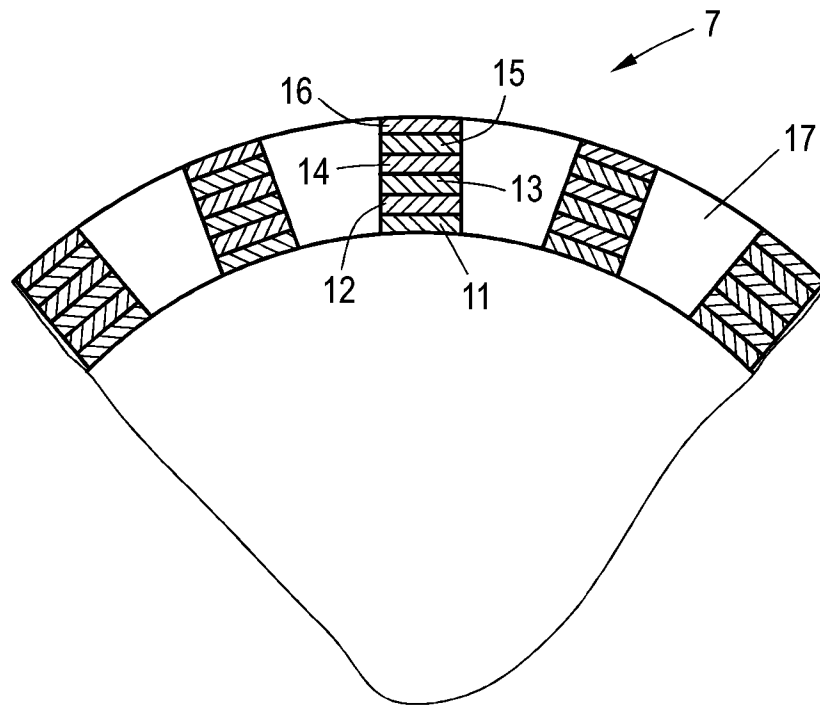


FIG. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/100509

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F16C33/44 F16C33/38 F16C33/54 F16C33/42
ADD. F16C19/06

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	EP 2 871 378 A2 (SKF AB [SE]) 13 May 2015 (2015-05-13)	5,7,8
A	paragraphs [0009], [0013], [0018], [0028], [0030] - [0036], [0045], [0071] - [0073], [0079], [0081], [0082] column 8, lines 28-31 claims 1, 2, 4, 6, 10 figures 3, 4	1-4,6
X	DE 10 2010 017660 A1 (MINEBEA CO LTD [JP]) 5 January 2012 (2012-01-05) paragraphs [0001], [0003], [0005], [0007], [0014], [0018], [0027] claims 1, 7, 10, 11 figures 1, 6, 7 ----- -/-	5,7,8



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

7 November 2017

Date of mailing of the international search report

14/11/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dumont, Marie-Laure

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2017/100509

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2013 225339 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 11 June 2015 (2015-06-11) paragraphs [0008] - [0020] figures 1, 2	7
A	----- WO 2005/047719 A1 (MOESLE P) 26 May 2005 (2005-05-26) the whole document -----	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2017/100509

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2871378 A2	13-05-2015	DE 102013221682 A1 EP 2871378 A2	30-04-2015 13-05-2015
DE 102010017660 A1	05-01-2012	NONE	
DE 102013225339 A1	11-06-2015	CN 105992881 A DE 102013225339 A1 EP 3080467 A1 JP 2016540171 A US 2016305481 A1 WO 2015086007 A1	05-10-2016 11-06-2015 19-10-2016 22-12-2016 20-10-2016 18-06-2015
WO 2005047719 A1	26-05-2005	AT 455252 T BR PI0416134 A DE 10351346 A1 EP 1682784 A1 JP 2007510107 A US 2008279496 A1 WO 2005047719 A1	15-01-2010 02-01-2007 09-06-2005 26-07-2006 19-04-2007 13-11-2008 26-05-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F16C33/44	F16C33/38 F16C33/54 F16C33/42
ADD.	F16C19/06	
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	EP 2 871 378 A2 (SKF AB [SE]) 13. Mai 2015 (2015-05-13)	5,7,8
A	Absätze [0009], [0013], [0018], [0028], [0030] - [0036], [0045], [0071] - [0073], [0079], [0081], [0082] Spalte 8, Zeilen 28-31 Ansprüche 1, 2, 4, 6, 10 Abbildungen 3, 4	1-4,6
X	DE 10 2010 017660 A1 (MINEBEA CO LTD [JP]) 5. Januar 2012 (2012-01-05) Absätze [0001], [0003], [0005], [0007], [0014], [0018], [0027] Ansprüche 1, 7, 10, 11 Abbildungen 1, 6, 7	5,7,8
	----- -/-	
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
7. November 2017		14/11/2017
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Dumont, Marie-Laure

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2013 225339 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 11. Juni 2015 (2015-06-11) Absätze [0008] - [0020] Abbildungen 1, 2	7
A	----- WO 2005/047719 A1 (MOESLE P) 26. Mai 2005 (2005-05-26) das ganze Dokument -----	1-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2017/100509

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2871378 A2	13-05-2015	DE 102013221682 A1	30-04-2015
		EP 2871378 A2	13-05-2015

DE 102010017660 A1	05-01-2012	KEINE	

DE 102013225339 A1	11-06-2015	CN 105992881 A	05-10-2016
		DE 102013225339 A1	11-06-2015
		EP 3080467 A1	19-10-2016
		JP 2016540171 A	22-12-2016
		US 2016305481 A1	20-10-2016
		WO 2015086007 A1	18-06-2015

WO 2005047719 A1	26-05-2005	AT 455252 T	15-01-2010
		BR PI0416134 A	02-01-2007
		DE 10351346 A1	09-06-2005
		EP 1682784 A1	26-07-2006
		JP 2007510107 A	19-04-2007
		US 2008279496 A1	13-11-2008
		WO 2005047719 A1	26-05-2005
