

(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
18. Oktober 2018 (18.10.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/188686 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C21D 9/40 (2006.01) **C23C 8/36** (2006.01)
C23C 8/26 (2006.01) **F16C 33/64** (2006.01)
C23C 8/32 (2006.01)

SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2018/100230

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. März 2018 (15.03.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 107 931.9
12. April 2017 (12.04.2017) DE

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

(72) Erfinder: **LACHNIT, Sven**; Am Buck 7, 91074 Herzogenaurach (DE). **KRUPPA, Martin**; Kunigundenstraße 3, 91074 Herzogenaurach (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.

(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,

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)

(54) **Title:** CARBONITRIDING OF ROLLING BEARINGS PRODUCED BY NON-CUTTING PROCESSES

(54) **Bezeichnung:** CARBONITRIEREN VON SPANLOS HERGESTELLTEN WÄZLAGERN

(57) **Abstract:** A rolling bearing produced by non-cutting processes, having an outer ring and/or inner ring which has a surface layer formed by means of at least one measure for diffusion of an element into regions close to the surface of the rolling bearing, wherein the surface layer of the outer ring and/or inner ring comprises nitrogen. The invention also relates to methods for producing a rolling bearing produced by non-cutting processes and/or for increasing the wear resistance of a rolling bearing which is produced by non-cutting processes and which has a surface layer comprising nitrogen.

(57) **Zusammenfassung:** Spanlos hergestelltes Wälzlager mit einem Außenring und/oder Innenring, der eine durch wenigstens eine Maßnahme zur Eindiffusion eines Elements in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagers gebildete Randschicht aufweist, wobei die Randschicht des Außenrings und/oder Innenrings Stickstoff umfasst. Ferner betrifft die Erfindung Verfahren zur Herstellung eines spanlos hergestellten Wälzlagers und/oder zur Steigerung der Verschleißfestigkeit eines spanlos hergestellten Wälzlagers mit einer Stickstoff enthaltenden Randschicht.



WO 2018/188686 A1

Carbonitrieren von spanlos hergestellten Wälzlagern

Die Erfindung betrifft ein spanlos hergestelltes Wälzlager.

Die aus dem Stand der Technik bekannten und verwendeten spanlos hergestellten

- 5 Wälzlager sind konventionell einsatzgehärtet. Jedoch sind diese bei kleinen Schwenkwinkel und gleichzeitig hohen Schwenkfrequenzen erhöhtem Verschleiß unterworfen, insbesondere auf Seiten der Wälzkörperlaufbahn, auf welche die Wälzkörper abrollen. In der Folge entstehen Lagerschäden, die ein Auswechseln des Lagers notwendig machen.
- 10 Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein spanlos hergestelltes Lager anzugeben, deren Außenring bzw. Innenring einen optimierten Verschleißschutz bzw. Verschleißwiderstand aufweist. Ferner ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Lagers anzugeben, bei welchem der Außenring bzw. Innenring im Ergebnis einen optimierten Verschleißschutz aufweist.
- 15 Diese Aufgaben werden erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weitere vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß umfasst bei einem ersten Aspekt ein spanlos hergestelltes Wälzlager einen Außenring und/ oder Innenring. Auf genanntem Außenring und/ oder Innenring rollen Wälzkörper ab. In der Konsequenz bildet also vorzugsweise der Außenring und/ oder der Innenring eine Wälzkörperlaufbahn für das entsprechende Lager.

Günstigerweise weist der Außenring und/ oder Innenring eine durch wenigstens eine Maßnahme zur Eindiffusion eines Elements in oberflächennahe Bereiche gebildete Randschicht auf. Hierbei ist es von Vorteil, wenn die Randschicht des Außenrings und/ oder Innenring Stickstoff umfasst. Auf diese Weise kann die Leistungsfähigkeit von spanlos hergestellten Wälzlagern mittels Stickstoff (bzw. mittels Carbonitrieren) gesteigert werden.

Durch die Ausbildung einer Stickstoff enthaltenden Randschicht weist das erfindungsgemäße Wälzlager sowohl im Hinblick auf ihre mechanischen Eigenschaften, wie insbesondere Oberflächenhärte, Verschleißfestigkeit, Überrollfestigkeit etc., ein hervor-

ragendes Eigenschaftenprofil auf. Ferner bewirkt die mit Stickstoff angereicherte Randschicht eine bessere Anlassbeständigkeit und somit einen zusätzlichen Verschleißschutz/Verschleißwiderstand der Laufbahn bzw. der Wälzkörperlaufbahn und somit eine höhere Lebensdauer.

- 5 Die Stickstoff enthaltende Randschicht ist erfindungsgemäß durch wenigstens eine Maßnahme zur Diffusion von Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagers ausgebildet. In Abhängigkeit der jeweiligen im Rahmen der wenigstens einen Maßnahme zur Eindiffusion von Stickstoff in oberflächennahe Bereiche verwendeten Prozessparameter, wie z. B. Temperatur, Druck, Dauer, Konzentration des Stickstoffgehalts einer gegebenenfalls notwendigen Stickstoffatmosphäre, kann gezielt Einfluss auf die auszubildende bzw. ausgebildete Stickstoff enthaltende Randschicht des Wälzlagers genommen werden. Insbesondere können auf diese Art und Weise, die Eindringtiefe der Stickstoffatome sowie die Konzentration der Stickstoffatome in der Randschicht prozesstechnisch beeinflusst bzw. kontrolliert werden.
- 15 Des Weiteren ist es von Vorteil, wenn die Stickstoff enthaltende Randschicht eine vorbestimmte Schichtdicke aufweist, vorteilhafterweise im Bereich von 1 µm bis 1,5 mm, insbesondere im Bereich von 1 µm bis 0,3 mm, vorzugsweise im Bereich von 1 bis 50 µm. Selbstverständlich sind weitere, vorbestimmte Schichtdicken möglich. Dabei kann vorzugsweise die vorbestimmte Schichtdicke je nach Wandstärke des Außenrings und/ oder Innenrings des Wälzlagers variieren. Hierbei ist es von Vorteil, wenn z. B. bei einer Wandstärke von 6 mm eine Schichtdicke von mindestens 1,5 mm erzielt wird, wohingegen es günstig ist, wenn beispielsweise bei einer Wandstärke von 0,5 mm eine Schichtdicke von mindestens 30 µm erreicht wird. Vorteilhafterweise weist bei einem Vergleich von zwei spanlos hergestellten Wälzlager mit unterschiedlichen
- 25 Wandstärken, das spanlos hergestellte Wälzlager mit im Vergleich geringerer Wandstärke eine ebenfalls im Vergleich zum weiteren spanlos hergestellten Wälzlager geringere Schichtdicke der Randschicht auf.

Die vorbestimmte Schichtdicke, insbesondere die vorgenannten Bereiche, haben den Vorteil, einen ausreichenden Verschleißschutz bzw. Verschleißwiderstand zu bieten.

- 30 Dementsprechend kann beispielsweise mithilfe der vorbestimmten Schichtdicke das erfindungsgemäße spanlos hergestellte Wälzlager im Vergleich zu einem herkömmlichen spanlos hergestellten Wälzlager die gleichen mechanischen Kräfte aufnehmen,

wobei jedoch ein Wälzlager, angereichert mit Stickstoff in der Randschicht, eine weit-
aus höhere Lebensdauer aufweist.

Im Zusammenhang mit der erwähnten vorbestimmten Schichtdicke sei noch erwähnt,
dass diese durch geeignete Prozessauswahl und -führung der wenigstens einen

- 5 Maßnahme zur Eindiffusion von Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzla-
gers zur Ausbildung der Stickstoff enthaltenden Randschicht einstellbar ist.

- Vorzugsweise weist ein spanlos hergestelltes Wälzlager einen Kern auf, der von der
Randschicht umschlossen ist. Vorteilhafterweise weist die Randschicht gegenüber
dem Kern einen erhöhten Stickstoffgehalt auf, insbesondere einen erhöhten Stick-
10 stoffgehalt von mindestens 0,04 %. Vorgenannter Grenzwert eines erhöhten Stick-
stoffgehalts von mindestens 0,04 % in der Randschicht gegenüber dem Kern führt
idealerweise zu erhöhter Verschleißfestigkeit sowie vorzugsweise zu einer erhöhten
Überrollfestigkeit.

- Auch ist es von Vorteil, wenn das Wälzlager einen Einsatzstahl aufweist bzw. aus Ein-
15 satzstahl besteht. Hierbei ist es günstig, wenn der Einsatzstahl DC04, C15, 16MnCr5,
25CrMo4 und/oder SCM415 Verwendung findet. Selbstverständlich können auch wei-
tere Einsatzstähle verwendet werden. Einsatzstähle bzw. vorgenannte Stähle eignen
sich hervorragend, um die Eigenschaften des spanlos hergestellten Wälzlagers zu op-
timieren.

- 20 Vorteilhafterweise umfasst das Wälzlager bzw. dessen Außenring/ Innenring eine
Wandstärke im Bereich zwischen 0,5 mm und 6 mm. Diese Wandstärke erlaubt eine
einfache Herstellung.

- Ein zweiter Aspekt der Erfindung umfasst ein Verfahren zur Herstellung spanlosen
Wälzlagers und/oder zur Steigerung der Verschleißfestigkeit eines Wälzlagers mit ei-
25 ner Stickstoff enthaltenden Randschicht.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Merkmale des Wälzlagers wie sie
unter dem ersten Aspekt der vorliegenden Beschreibung erwähnt werden, einzeln o-
der miteinander kombinierbar bei dem nun im nachfolgenden beschriebenen Verfah-
ren Anwendung finden können.

Anders ausgedrückt, die oben unter dem ersten Aspekt der Erfindung genannten Merkmale betreffend ein spanlos hergestelltes Wälzlager können auch hier unter dem zweiten Aspekt der Erfindung mit weiteren Merkmalen kombiniert werden. Dies gilt selbst verständlich auch anders herum, d.h., dass Merkmale des zweiten Aspekts mit
5 den Merkmalen des ersten Aspekts kombiniert werden können.

Vorteilhafterweise umfasst das Verfahren nachstehende Schritte.

Ein vorteilhafter Herstellungsschritt umfasst das Bereitstellen eines Wälzlagers aus einem Einsatzstahl, insbesondere DC04, C15, 16MnCr5, 25CrMo4 und/oder SCM415. Selbstverständlich können auch weitere Einsatzstähle Verwendung finden.

- 10 Des Weiteren ist es von Vorteil, wenn ein Herstellungsschritt das Durchführen wenigstens einer Maßnahme zur Diffusion von Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagers zur Ausbildung der Stickstoff enthaltenden Randschicht umfasst. Mithilfe dieser Maßnahme wird es unter geeigneten Bedingungen Fremdatomen, insbesondere Stickstoff, ermöglicht, in die Gefügestruktur des bereitgestellten Wälzlagers einzu-
15 diffundieren. Somit lässt sich die Stickstoff enthaltende Randschicht in den rand- bzw. oberflächennahen Bereichen des Wälzlagers bilden.

- Ferner führt die Eindiffusion von Stickstoff in die Gefügestruktur des Wälzlagers, insbesondere in deren Randschicht, zu einer Art Mischkristallverfestigung, und zwar günstigerweise eben im Bereich der Randschicht. Die damit bewirkte Veränderung der
20 bestehenden atomaren Gefügestruktur im Bereich der Randschicht führt zu einer erhöhten Härte. Auch werden durch die Ausbildung einer Stickstoff enthaltenden Randschicht weitere mechanische Eigenschaften, wie insbesondere die Verschleißfestigkeit oder die Überrollfestigkeit verbessert. Mittels der mit Stickstoff angereicherten Randschicht kann auch eine bessere Anlassbeständigkeit und somit ein weitere Stei-
25 gerung hinsichtlich Verschleißschutz/Verschleißwiderstand der Laufbahn bzw. der Wälzkörperlaufbahn erzielt werden.

- Als Maßnahme zur Ausbildung der Stickstoff enthaltenden Randschicht wird vorzugsweise eine thermochemische Behandlung durchgeführt. Günstigerweise wird die thermochemische Behandlung in einem Temperaturbereich von mindestens 800°C
30 durchgeführt. Genannte thermochemische Behandlung im besagten Temperaturbereich erlaubt das Eindiffundieren von Fremdatomen, insbesondere von Stickstoff, in

die vorhandene Gefügestruktur des Wälzlagers, welche vorzugsweise einen Einsatzstahl aufweist.

Durch Festlegung bzw. Einstellung der im Rahmen der thermochemischen Behandlung anliegenden Temperatur kann Einfluss auf die Kinetik der Eindiffusion von Stickstoff in die Randschicht des Wälzlagers genommen werden. Auf diese Weise können gezielt bestimmte Eigenschaften der zu bildenden Stickstoff enthaltenden Randschicht eingestellt werden. So können sich beispielsweise temperaturbedingte Einflüsse auf die Maßhaltigkeit und/oder Oberflächengüte bzw. Rauigkeit des Wälzlagers auswirken, wobei selbstverständlich in deren Kenntnis den genannten Eigenschaften entgegengewirkt werden kann bzw. diese in einem tolerierbaren Ausmaß gehalten werden können.

Des Weiteren ist es von Vorteil, wenn die wenigstens eine Maßnahme zur Ausbildung der Stickstoff enthaltenden Randschicht derart durchgeführt wird, dass sich eine Stickstoff enthaltende Randschicht mit einer vorbestimmten Schichtdicke, vorzugsweise von 1 µm bis 0,3 mm, bevorzugt von 1 bis 50 µm, ausbildet. Dabei kann vorzugsweise die vorbestimmte Schichtdicke je nach Wandstärke des Wälzlagers bzw. dessen Außenring und/ oder Innenring variieren. Hierbei ist es von Vorteil, wenn z. B. bei einer Wandstärke von 6 mm eine Schichtdicke von mindestens 1,5 mm erzielt wird, wohingegen es günstig ist, wenn beispielsweise bei einer Wandstärke von 0,5 mm eine Schichtdicke von mindestens 30µm erreicht wird. Vorteilhafterweise weist bei einem Vergleich von zwei Wälzlager mit unterschiedlichen Wandstärken, das Wälzlager mit im Vergleich geringerer Wandstärke eine ebenfalls im Vergleich zum weiteren Wälzlager geringere Schichtdicke der Randschicht auf.

Die vorbestimmte Schichtdicke, insbesondere die vorgenannten Bereiche, weisen den Vorteil auf, dass ein ausreichender Verschleißschutz geboten wird. Dementsprechend kann ein Wälzlager mithilfe der vorbestimmten Schichtdicke, erstellt nach dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Wälzlagers, im Vergleich zu einem herkömmlich spanlos hergestellten Wälzlager nach einem bekannten Verfahren die gleichen mechanischen Kräfte aufnehmen. Jedoch weist das Wälzlager, angereichert mit Stickstoff in der Randschicht, nach dem hier vorgestellten Verfahren, eine weitaus höhere Lebensdauer auf.

Vorteilhafterweise wird als Maßnahme zur Ausbildung der Stickstoff enthaltenden Randschicht Einsatzhärten, vorzugsweise unter zusätzlicher Zugabe von Stickstoff, insbesondere ein Carbonitrier-Verfahren und/oder Plasmanitrieren und/oder Gasnitrieren und/oder Gasnitrocarburieren durchgeführt. Die Prozesse können gegebenenfalls
5 auch kombiniert bzw. zeitlich nacheinander durchgeführt werden.

Unter dem Verfahren Plasmanitrierung wird herkömmlicherweise eine Eindiffusion von Stickstoff in das zu behandelnde Ausgangsmaterial verstanden.

Beim Gasnitrieren handelt es sich um ein thermochemisches Verfahren, bei dem das zu behandelnde, das heißt insbesondere zu härtende Material temperiert und dabei
10 einem Stickstoff enthaltenden Gas wie z. B. Ammoniak (NH_3) ausgesetzt wird, welches sodann zur Eindiffusion von Stickstoff in das Ausgangsmaterial führt.

Das Gasnitrocarburieren erlaubt die Eindiffusion von Stickstoff in das zu behandelnde Material, wobei das zu behandelnde Material zusätzlich einem Kohlenstoff enthaltenden Gas (z. B. CO_2), das heißt insgesamt einem Gasgemisch aus einem Stickstoff
15 und einem Kohlenstoff enthaltenden Gas ausgesetzt und entsprechend temperiert wird.

Unter einem Carbonitrier-Verfahren bzw. unter Carbonitrieren wird vorzugsweise ein thermochemisches Verfahren verstanden, bei dem günstigerweise die Randschicht von Bauteilen durch Eindiffusion von Kohlen- und/oder Stickstoff angereichert wird.

20 Dadurch kann eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften der Bauteilrandschicht erzielt werden.

Vorteilhafterweise basiert das Carbonitrier-Verfahren bzw. das Carbonitrieren auf einer modifizierten Einsatzhärtung, wobei vorzugsweise ein abgestimmtes Anlassen die Randschicht bzgl. der Gefügezusammensetzung auf die anwendungsspezifische Belastung eingestellt werden kann.
25

Insbesondere bietet das Carbonitrier-Verfahren bzw. das Carbonitrieren den Vorteil einer Erhöhung der Oberflächen- und Randschichthärte sowie eine Erhöhung der Anlassbeständigkeit (=Beständigkeit gegen thermischen Stress) und eine Verbesserung des Verhaltens bei Gleitverschleiß.

Idealerweise wirkt das Carbonitrier-Verfahren bzw. das Carbonitrieren an der Oberfläche eines behandelten Bauteiles und innerhalb dessen bis zur sogenannten Case Hardening Depth (CHD), wobei idealerweise der Kern des Bauteils nicht beeinflusst wird.

- 5 Nachstehend wird beispielhaft in einem Verfahrensablauf das Verfahren Carburieren/Carbonitrieren bzw. das Carbonitrier-Verfahren dargestellt, bei welchem idealerweise Diffusions-Verschleißschutzschichten an bzw. auf Wälzlagern erstellt werden.

Das Ziel des Carbonitrier-Verfahrens bzw. des Carburierens/Carbonitrierens (thermochemisches Verfahren) ist die Erzeugung einer hoch C (Kohlenstoff) und/oder C+N-martensitischen (Kohlenstoff und Stickstoff) und/oder N- (Stickstoff) Randschicht hoher Härte und vorzugsweise eine bessere Anlassbeständigkeit.

10

Hierbei werden vorzugsweise Trägermedien, wie beispielsweise Trägergas + Propan + NH₄ oder Plasma (Glimmsaum) plus CH₄ oder C₂H₆, eingesetzt.

Vorzugsweise findet der Einsatz der Trägermedien bei einer Temperatur von 850°C bis 1050°C statt, wobei dies bevorzugterweise über eine Dauer von 0,5 bis 8 Stunden geschieht. Anschließend wird günstigerweise das behandelte Wälzlager an Luft abgekühlt.

15

Idealerweise weisen derartig behandelte Wälzlager Einsatzhärtetiefen (mindestens 700HV) von 0,05 mm bis mehrere Millimeter auf.

- 20 Vorzugsweise werden Wälzlager, die einem Carbonitrier-Verfahren bzw. einem Carburieren/Carbonitrieren unterzogen werden, vorbehandelt, und zwar bevorzugterweise durch Einsatzhärten oder Vergüten zur Einstellung der Kernfestigkeit bzw. Randhärte-tiefe.

Auch können Schleifen und/oder intensives Reinigen der Funktionsflächen als Vorbe-handlung durchgeführt werden.

25

Das Carbonitrier-Verfahren bzw. das Carburieren/Carbonitrieren kann in unterschiedlichen Anlagen durchgeführt werden, unter anderen beispielsweise in kontinuierlich arbeitenden Banddurchlauföfen, diskontinuierlich arbeitenden Kammeröfen, diskontinuierlich arbeitenden Plasmaanlagen und/oder Mehrkammer Plasmaanlagen im

- 30 Durchstoßbetrieb.

Im Rahmen des vorgestellten, erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, dass vor dem Durchführen der wenigstens einen Maßnahme zur Ausbildung der Stickstoff enthaltenden Randschicht wenigstens eine Maßnahme zur Kaltverfestigung, wie beispielsweise ein Kaltumformen, des Wälzlagers durchgeführt wird.

- 5 Zu den Maßnahmen der Kaltverfestigung eines metallischen Materials werden vorzugsweise das plastische Umformen metallischer Materialien bei einer Temperatur unterhalb deren jeweiliger Rekristallisationstemperatur verstanden. Hierbei erhöht die plastische Umformung des Materials die Versetzungsdichte innerhalb des jeweiligen Materials, wodurch eine Erhöhung der Materialhärte bedingt wird.

- 10 Nachfolgend wird der oben dargestellte Erfindungsgedanke mit anderen Worten ausgedrückt.

Dieser Gedanke betrifft vorzugsweise – vereinfacht dargestellt – die Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, insbesondere der Verschleißfestigkeit bzw. des Verschleißschutzes der Laufbahn bzw. der Wälzkörperlaufbahn und somit eine höhere

- 15 Lebensdauer, von spanlos hergestellten Wälzlager.

Günstigerweise geht die Erfindung von einem Stand der Technik aus, bei welchem bekannte Wälzlager konventionell einsatzgehärtet werden.

Bei diesen herkömmlichen Wälzlager kommt es bei kleinen Schwenkwinkel und gleichzeitig hohen Schwenkfrequenzen zu einem Verschleiß auf bzw. der Wälzkörperlaufbahn. In der Folge treten Lagerschäden zu Tage.

- 20

Eben zur Steigerung der Leistungsfähigkeit von Wälzlager werden diese bzw. deren Wälzkörperlaufbahn erfindungsgemäß – und vereinfacht dargestellt – carbonitriert bzw. einem Carbonitrier-Verfahren bzw. einem Carburieren/Carbonitrieren unterzogen.

- 25 Hierbei wird bevorzugterweise gegenüber dem konventionellen Einsatzhärten der Atmosphäre zusätzlich Stickstoff hinzugefügt. Dies bewirkt eine bessere Anlassbeständigkeit und somit einen zusätzlichen Verschleißschutz der Laufbahn/Wälzkörperlaufbahn und somit eine höhere Lebensdauer eines spanlos hergestellten Wälzlagers.

Wenn im vorhergegangenen von einem Wälzlager gesprochen wird, ist im Zusammenhang mit dem Carbonitrieren das die Wälzkörperlaufbahn ausbildende Bauteil (bspw. Außenring, Innenring etc.) gemeint. Auch die auf das Wälzlager bezogenen Wandstärke bezieht sich auf diese Bauteile des Wälzlagers.

Patentansprüche

1. Spanlos hergestelltes Wälzlager mit einem Außenring und/ oder Innenring, der
5 eine durch wenigstens eine Maßnahme zur Eindiffusion eines Elements in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagers gebildete Randschicht aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Randschicht des Außenrings und/ oder Innenrings Stickstoff umfasst.
- 10 2. Spanlos hergestelltes Wälzlager nach Anspruch 1, wobei die Stickstoff enthaltende Randschicht eine vorbestimmte Schichtdicke aufweist, vorzugsweise im Bereich von 1 bis 50 µm.
- 15 3. Spanlos hergestelltes Wälzlager nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Wälzlager einen Kern aufweist, der von der Randschicht umschlossen ist, wobei die Randschicht gegenüber dem Kern einen erhöhten Stickstoffgehalt aufweist, insbesondere einen erhöhten Stickstoffgehalt von mindestens 0,04 %.
- 20 4. Spanlos hergestelltes Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Wälzlager einen Einsatzstahl aufweist, wobei vorzugsweise die Einsatzstähle DC04, C15, 16MnCr5, 25CrMo4 und/oder SCM415 Verwendung finden.
- 25 5. Spanlos hergestelltes Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Wälzlager eine Wandstärke (W0, W1, W2) im Bereich zwischen 0,5 mm und 6 mm umfasst.
6. Verfahren zur Herstellung eines spanlos hergestelltes Wälzlager und/oder zur Steigerung der Verschleißfestigkeit eines spanlos hergestelltes Wälzlager mit einer Stickstoff enthaltenden Randschicht , gekennzeichnet durch die Schritte:
30 – Bereitstellen eines Wälzlagers aus einem Einsatzstahl, insbesondere aus DC04, C15, 16MnCr5, 25CrMo4 und/oder SCM415,

- Durchführen wenigstens einer Maßnahme zur Diffusion von Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagers zur Ausbildung der Stickstoff enthaltenden Randschicht,
 - wobei als Maßnahme zur Ausbildung der Stickstoff enthaltenden Randschicht (R) eine thermochemische Behandlung durchgeführt wird, und
 - wobei die thermochemische Behandlung in einem Temperaturbereich von mindestens 800°C durchgeführt wird.
- 5
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die wenigstens eine Maßnahme zur Ausbildung der Stickstoff enthaltenden Randschicht derart durchgeführt wird, dass sich eine Stickstoff enthaltende Randschicht mit einer vorbestimmten Schichtdicke, vorzugsweise von 1 bis 50 µm ausbildet.
- 10
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 7, wobei als Maßnahme zur Ausbildung der Stickstoff enthaltenden Randschicht Einsatzhärten, vorzugsweise unter zusätzlicher Zugabe von Stickstoff, insbesondere ein Carbonitrier-Verfahren und/oder Plasmanitrieren und/oder Gasnitrieren und/oder Gasnitrocarburieren durchgeführt wird.
- 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2018/100230

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. C21D9/40 C23C8/26 C23C8/32 C23C8/36 F16C33/64 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) C21D C23C 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 1 642 992 A2 (SCHAEFFLER KG [DE]) 5 April 2006 (2006-04-05) the whole document	1-8
X	DE 197 32 478 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 29 January 1998 (1998-01-29) the whole document	1,2,4-8
X	DE 10 2014 224751 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 25 May 2016 (2016-05-25) paragraph [0015]	1
X	DE 10 2008 021963 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 5 November 2009 (2009-11-05) the whole document	1,3-6,8
	- / - -	
☒ 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 25 May 2018		Date of mailing of the international search report 06/06/2018
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Cerva-Pédrin, Sonia

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2018/100230

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 43 03 884 A1 (SCHAEFFLER WAEZLAGER KG [DE]) 11 August 1994 (1994-08-11) the whole document -----	1,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2018/100230

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1642992	A2	05-04-2006	DE 102004048172 A1	06-04-2006
			EP 1642992 A2	05-04-2006
			US 2006070685 A1	06-04-2006

DE 19732478	A1	29-01-1998	DE 19732478 A1	29-01-1998
			US 5848846 A	15-12-1998

DE 102014224751	A1	25-05-2016	DE 102014224751 A1	25-05-2016
			US 2016160912 A1	09-06-2016

DE 102008021963	A1	05-11-2009	NONE	

DE 4303884	A1	11-08-1994	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	C21D9/40	C23C8/26
ADD.	C23C8/32	C23C8/36
	F16C33/64	
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
C21D C23C 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 1 642 992 A2 (SCHAEFFLER KG [DE]) 5. April 2006 (2006-04-05) das ganze Dokument	1-8
X	DE 197 32 478 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]) 29. Januar 1998 (1998-01-29) das ganze Dokument	1,2,4-8
X	DE 10 2014 224751 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 25. Mai 2016 (2016-05-25) Absatz [0015]	1
X	DE 10 2008 021963 A1 (SCHAEFFLER KG [DE]) 5. November 2009 (2009-11-05) das ganze Dokument	1,3-6,8
	-/-	
☒ 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
25. Mai 2018		06/06/2018
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Cerva-Pédrin, Sonia

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 43 03 884 A1 (SCHAEFFLER WÄELZLAGER KG [DE]) 11. August 1994 (1994-08-11) das ganze Dokument -----	1,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2018/100230

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1642992 A2	05-04-2006	DE 102004048172 A1	06-04-2006
		EP 1642992 A2	05-04-2006
		US 2006070685 A1	06-04-2006

DE 19732478 A1	29-01-1998	DE 19732478 A1	29-01-1998
		US 5848846 A	15-12-1998

DE 102014224751 A1	25-05-2016	DE 102014224751 A1	25-05-2016
		US 2016160912 A1	09-06-2016

DE 102008021963 A1	05-11-2009	KEINE	

DE 4303884 A1	11-08-1994	KEINE	
