

(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
23. Januar 2014 (23.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/012748 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16C 33/32 (2006.01) F16C 33/44 (2006.01)
F16C 33/34 (2006.01) F16C 33/62 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/063186

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juni 2013 (25.06.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 212 426.8 16. Juli 2012 (16.07.2012) DE

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

(72) Erfinder: SCHULTE-NÖLLE, Christian; Zollner Str.
28, 96052 Bamberg (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, 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, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

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

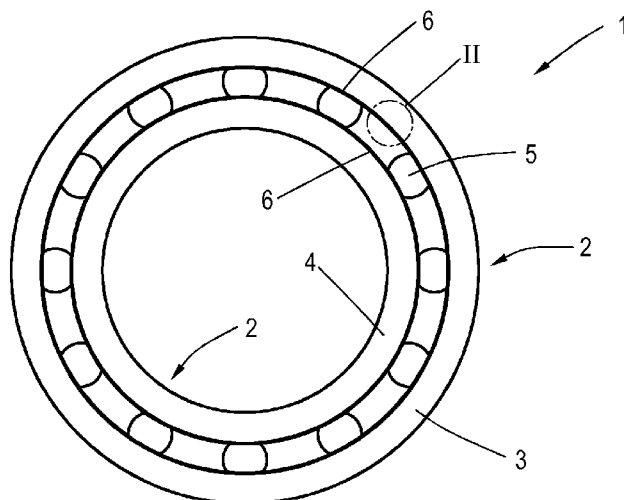
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: ROLLING BEARING ELEMENT, IN PARTICULAR ROLLING BEARING RING

(54) Bezeichnung : WÄZLAGERELEMENT, INSBESONDERE WÄZLAGERRING

FIG. 1



(57) Abstract: The invention relates to a rolling bearing element (2), in particular a rolling bearing ring (3, 4), said rolling bearing element being made of an austenitic steel which has a composition of 16 - 21 mass percent chromium, 16 - 21 mass percent manganese, 0.5 to 2.0 mass percent molybdenum, a total of 0.8 to 1.1 mass percent carbon and nitrogen, wherein the ratio of carbon to nitrogen is 0.5 to 1.1, up to 2.5 mass percent melting-related impurities, and a remaining mass percent of iron. The sum of all the components equals 100 mass percent, and the rolling bearing element has a surface layer (6) which is produced by means of at least one measure for diffusing carbon and/or nitrogen into regions near the surface of the rolling bearing element and which contains carbon and/or nitrogen.

(57) Zusammenfassung: Wälzlagererelement (2), insbesondere Wälzlagerring (3, 4), welches Wälzlagererelement aus einem austenitischen Stahl, welcher eine Zusammensetzung von 16 - 21 Masseprozent Chrom, 16 - 21 Masseprozent Mangan, 0,5 bis 2,0 Masseprozent Molybdän, insgesamt 0,8 bis 1,1 Masseprozent Kohlenstoff

und Stickstoff, wobei das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff 0,5 bis 1,1 beträgt, bis zu

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/012748 A1

2,5 Masseprozent erschmelzungsbedingten Verunreinigungen und einem Rest an Masseprozent aus Eisen, wobei die Summe aller Bestandteile 100 Masseprozent ergibt, aufweist, gebildet ist, wobei es eine durch wenigstens eine Maßnahme zur Eindiffusion von Kohlenstoff und/ oder Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagerelements gebildete Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht (6) aufweist.

Bezeichnung der Erfindung

Wälzlagererelement, insbesondere Wälzlagerring

5

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

- 10 Die Erfindung betrifft ein Wälzlagererelement, insbesondere einen Wälzlagerring, welches Wälzlagererelement aus einem austenitischen Stahl gebildet ist.

Hintergrund der Erfindung

15

Wälzlager bzw. Wälzlagererelemente, wie insbesondere Wälzlagerringe, Wälzkörper, Wälzkörper aufnehmende Wälzkörperkäfige etc., werden bekanntermaßen in unterschiedlichen Gebieten der Technik eingesetzt. Dabei werden entsprechende Wälzlagererelemente im Betrieb regelmäßig hohen mechanischen und/oder korrosiven Beanspruchungen ausgesetzt.

20

Bekannte Wälzlagererelemente werden beispielsweise aus nichtrostenden, martensitischen Wälzlagerstählen mit darin eingelagerten Karbidphasen gebildet, welche jedoch gegenüber korrosiven Medien keine ausreichende Korrosionsbeständigkeit aufweisen. Wälzlagererelemente aus höher legierten Stählen zeigen gegenüber korrosiven Medien eine verbesserte Korrosionsbeständigkeit, allerdings weisen diese im Vergleich in der Regel schlechtere mechanische Eigenschaften, insbesondere betreffend die Verschleißfestigkeit, auf, was auf deren homogene austenitische oder bei so genannten Duplexstählen ferritisch-austenitische Gefügestruktur zurückzuführen ist.

25

30

Sonach ist das Eigenschaftsprofil bekannter Wälzlagererelemente im Hinblick auf deren mechanische Eigenschaften, wie insbesondere Verschleißfestigkeit, Überrollfestigkeit, als auch auf deren Korrosionsbeständigkeit gegenüber korrosiven Umgebungen häufig nicht zufriedenstellend.

5

Zusammenfassung der Erfindung

Der Erfindung liegt damit das Problem zugrunde, ein demgegenüber verbessertes Wälzlagererelement anzugeben.

10

Zur Lösung dieses Problems ist bei einem Wälzlagererelement der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass es eine durch wenigstens eine Maßnahme zur Diffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagererelements ausgebildete Stickstoff (N) und/oder Kohlenstoff (C) enthaltende Randschicht aufweist.

15

Durch die Ausbildung einer Stickstoff und/oder Kohlenstoff enthaltenden Randschicht weist das erfindungsgemäße Wälzlagererelement sowohl im Hinblick auf seine mechanischen Eigenschaften, wie insbesondere Oberflächenhärte, Verschleißfestigkeit, Überrollfestigkeit etc., als auch auf seine Korrosionsbeständigkeit gegenüber korrosiven Medien, das heißt insbesondere in Chloridhaltigen Medien, wie in Meerwasser oder dergleichen, ein hervorragendes Eigenschaftsprofil auf.

20

25

Insbesondere ist das erfindungsgemäße Wälzlagererelement sonach auch für eine so genannte Mediensmierung, bei welcher die Schmierung des das erfindungsgemäße Wälzlagererelement umfassenden Wälzlagers nicht über Schmiermittel wie Schmierfette bzw. Schmieröle, sondern über die jeweilige Systemflüssigkeit des Einsatzorts des Wälzlagers erfolgt, geeignet. Mediengeschmierte Wälzlager werden z. B. eingesetzt, wenn das Wälzlager abdichtende Dichtungen unerwünscht sind und/oder aufgrund von Kontaminationsgefahr auf

30

gängige Schmiermittel verzichtet werden soll. Bisher war insbesondere die Mediensmierung mit wässrigen Lösungen problematisch, als mit wässrigen Lösungen, insbesondere auch unter hochdynamischen Bedingungen, die Bildung eines ausreichend tragfähigen Schmierfilms zwischen den Wälzkörpern und den Wälzlagerlagerringen des Wälzlagers kaum möglich ist.

Sonach kann das erfindungsgemäße Wälzlagererelement aus einem austenitischen Stahl mit einer Zusammensetzung von 16 – 21 Masseprozent Chrom, 16 – 21 Masseprozent Mangan, 0,5 bis 2,0 Masseprozent Molybdän, insgesamt 0,8 bis 1,1 Masseprozent Kohlenstoff und Stickstoff, wobei das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff 0,5 bis 1,1 beträgt, bis zu 2,5 Masseprozent erschmelzungsbedingten Verunreinigungen und einem Rest an Masseprozent aus Eisen, wobei die Summe aller Bestandteile 100 Masseprozent ergibt, gebildet sein.

15

Das erfindungsgemäße Wälzlagererelement ist aus von Haus aus aus einem korrosionsbeständigen austenitischen Stahl gebildet. Zwei mögliche Stahlvarianten werden im Folgenden beschrieben.

Zwei Beispiele für konkrete Zusammensetzungen des vorgenannten Stahls ergeben sich aus nachfolgender Tabelle. Die Angaben beziehen sich jeweils auf Masseprozent.

Cr	Mn	Ni	Mo	C	N
18,80	18,90	0,40	0,60	0,49	0,58
18,20	18,90	0,30	0,70	0,35	0,61

Ferner ist jeweils ein Rest an Eisen (Fe) und erschmelzungsbedingten Verunreinigungen, wobei Letztere einen Gesamtgehalt von nicht größer als 2,5 Masseprozent aufweisen, enthalten, so dass sich jeweils insgesamt 100 Masseprozent ergeben.

Alternativ kann das erfindungsgemäße Wälzlagererelement aus einem austenitischen Stahl mit einer Zusammensetzung von 16 – 21 Masseprozent Chrom, 16 – 21 Masseprozent Mangan, entweder größer 2 Masseprozent Molybdän oder kleiner gleich 2 Masseprozent Kupfer, oder größer gleich 2 Masseprozent Molybdän und 0,25 bis 2 Masseprozent Kupfer, sowie insgesamt mehr als 0,5 Masseprozent Kohlenstoff und Stickstoff, wobei das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff größer 0,5 ist, bis zu 2,5 Masseprozent erschmelzungsbedingten Verunreinigungen und einem Rest an Masseprozent aus Eisen, wobei die Summe aller Bestandteile 100 Masseprozent ergibt, gebildet sein.

10

Vier Beispiele für konkrete Zusammensetzungen des vorgenannten Stahls sind in folgender Tabelle gegeben. Die Angaben beziehen sich jeweils auf Masseprozent.

15

C	N	S	Si	Cr	Mn	Mo	Cu	Ni	V	C+N	C/N
0,3	0,3	<	0,3	17,8	19,9	4,1	0,0	0,3	0,0	0,60	1,0
0	0	0,001	0	9	3	0	2	1	7		0
0,3	0,5	<	0,3	19,7	18,1	2,9	0,0	0,3	0,0	0,93	0,6
5	8	0,001	1	9	6	3	3	2	7		0
0,3	0,4	<	0,3	19,2	18,5	1,9	1,5	0,3	0,0	0,81	0,8
6	5	0,001	2	4	6	7	0	3	7		0
0,3	0,3	0,003	0,3	19,3	18,7	0,0	2,0	0,3	0,0	0,74	0,9
6	8		3	8	3	6	0	3	7		5

Ferner ist jeweils ein Rest an Eisen (Fe) sowie erschmelzungsbedingten Verunreinigungen, wobei Letztere einen Gesamtgehalt von bis zu 2,5 Masseprozent aufweisen, enthalten, so dass sich jeweils insgesamt 100 Masseprozent ergeben.

20

Die genannten Stähle zeichnen sich, wie erwähnt, einerseits durch eine von Haus auf gute Korrosionsbeständigkeit aus, indes zeigen diese von Haus aus

eine vergleichsweise geringe Verschleißfestigkeit. Für die vorliegende Erfindung wesentlich ist die hohe Löslichkeit der Stähle für Fremdatome. Sonach ist es möglich, dass unter geeigneten Bedingungen Fremdatome, insbesondere Kohlenstoff und/oder Stickstoff, in die Gefügestruktur der Stähle eindiffundieren können. Derart lässt sich die eingangs genannte Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht in den rand- bzw. oberflächennahen Bereichen des Wälzlagerelements bilden.

Die durch die Eindiffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in die Gefügestruktur gebildete Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht führt zu einer Art Mischkristallverfestigung im Bereich der Randschicht, welche insbesondere auf eine Aufweitung der austenitischen Gefügestruktur durch die Einbringung der Kohlenstoff und/oder Stickstoffatome zurückzuführen ist. Derart ist eine hohe Härte der Randschicht gegeben.

15

Eine Gefügeveränderung des Wälzlagerelements im Bereich der wie beschrieben ausgebildeten Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht ist in der Regel nicht gegeben, da die in die Stähle eindiffundierten Fremdatome Kohlenstoff und/oder Stickstoff dort insbesondere als Interstitutionsatome zwischen den eigentlichen Gitterplätzen der Gefügestruktur vorliegen bzw. angeordnet sind. Mithin bleibt die austenitische Gefügestruktur der Stähle auch im Bereich der gebildeten Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht im Wesentlichen erhalten.

Grundsätzlich lässt sich die Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht von dem übrigen Gefügematerial des Wälzlagerelements sonach durch entsprechende auf Zwischengitterplätzen angeordnete Kohlenstoffatome und/oder Stickstoffatome abgrenzen. Die Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht kann auch als der Bereich des Wälzlagerelements verstanden werden, in welchem durch die Durchführung der wenigstens einen Maßnahme zur Eindiffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagerelements eine zusätzliche Eindiffusion von Koh-

lenstoff und/oder Stickstoff erfolgt ist, wobei die eindiffundierten Kohlenstoffatome und/oder Stickstoffatome bevorzugt auf Zwischengitterplätzen lokalisiert sind.

- 5 Der Unterschied zwischen der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht und dem übrigen Gefüge des Wälzlagerelements zeigt sich besonders deutlich im Schliffbild.

Die derart gebildete Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht
10 ist zudem weitgehend ausscheidungsfrei. Die Korrosionsbeständigkeit der Stähle verbessernde Legierungselemente wie insbesondere Chrom (Cr), Molybdän (Mo) oder Stickstoff (N) werden durch die zusätzliche Einbringung bzw. Eindiffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff nicht oder nur geringfügig in
15 von Kohlenstoff und/oder Stickstoff zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht keinen wesentlichen Einfluss auf die Korrosionsbeständigkeit der Stähle.

Insbesondere kann sogar eine Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit im
20 Bereich der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht möglich sein, was sich durch die Einbringung von zusätzlichem Stickstoff und/oder der Ausbildung einer stabilen, eine Passivierung gegenüber korrosiven Medien gewährleistenden Passivschicht im Sinne einer zusätzlichen Oberflächenpassivierung des Wälzlagerelements erklären lässt. Entsprechende Versuche
25 zeigten z. B., dass durch die Ausbildung einer Kohlenstoff enthaltenden Randschicht eine merkliche Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit gegenüber einer 3,5%-igen NaCl-Lösung möglich ist. Im Vergleich zu Proben ohne entsprechende Randschicht wurde für Proben mit einer Kohlenstoff enthaltenden Randschicht ein Anstieg des Lochkorrosionspotentials von 500 mV (gegen
30 Ag/AgCl) auf knapp 1 V gemessen.

Unter einem erfindungsgemäßen Wälzlagererelement ist beispielsweise ein Wälzlagererring, ein zwischen entsprechenden Wälzlagererringen wälzender Wälzkörper oder ein Wälzkörperkäfig zur Aufnahme entsprechender Wälzkörper zu verstehen. Bezogen auf als Wälzlagererringe vorliegende Wälzlagererelemente ist die Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht sonach wenigstens abschnittsweise, insbesondere komplett, am Außen- und/oder Innenumfang des Wälzlagererrings und sonach insbesondere in dem im Betrieb hoch beanspruchten, die Wälzkörperlaufbahnen umfassenden Bereich des Wälzlagererrings ausgebildet.

10

Die Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht lässt sich im Übrigen von dem übrigen Material des Wälzlagererelements derart abgrenzen, dass diese einen im Vergleich höheren Anteil an Kohlenstoff und/oder Stickstoff aufweist, was sich z. B. anhand von Schlifffildern darstellen lässt.

15

Die Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht ist erfindungsgemäß durch wenigstens eine Maßnahme zur Diffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagererelements ausgebildet. Mithin kann in Abhängigkeit der jeweiligen im Rahmen der Maßnahme zur Diffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagererelements konkret ausgewählten Maßnahme zur Diffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagererelements respektive die jeweils in diesem Zusammenhang verwendeten Prozessparameter wie z. B. Temperatur, Druck, Dauer, Konzentration des Kohlenstoff und/oder Stickstoffgehalts einer gegebenenfalls notwendigen Kohlenstoff und/oder Stickstoffatmosphäre gezielt Einfluss auf die auszubildende bzw. ausgebildete Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht des Wälzlagererelements genommen werden. Insbesondere sind derart die Eindringtiefe der Kohlenstoff- und/oder Stickstoffatome sowie die Konzentration der Kohlenstoff- und/oder Stickstoffatome in der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht prozesstechnisch beeinflussbar bzw. kontrollierbar.

30

Beispielsweise ist es bei der Durchführung der Maßnahme zur Eindiffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in die oberflächennahen Bereiche des Wälzlagerelements zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht, möglich, durch die Einstellung einer geeigneten Temperatur, das
5 heißt insbesondere einer Temperatur unterhalb 500°C, keine, insbesondere auf das temperaturbedingte Wandern von Versetzungen zurückzuführende, negative Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften des das Wälzlager-element bildenden austenitischen Stahls zu riskieren. Sonach können die me-
chanischen Eigenschaften wie Härte, Verschleißfestigkeit, Überrollfestigkeit
10 etc. des eingesetzten Stahls im Wesentlichen erhalten bleiben.

Weiterhin ist durch eine geeignete, vergleichsweise niedrige Prozesstempera-
tur auch eine negative Beeinflussung der Abmessungen bzw. Maße als auch
der Oberflächengüte, das heißt insbesondere der Rauigkeit des Wälzlager-
15 elements ausgeschlossen oder nur in geringfügigem Ausmaß zu verzeichnen.

Als entsprechende Maßnahme zur Diffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff
in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagerelements kommt insbesondere eine
thermochemische Behandlung des Wälzlagerelements in Frage, das heißt die
20 Eindiffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff zur Ausbildung der Kohlenstoff
und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht beruht vorteilhaft auf einer ther-
mochemischen Behandlung des Wälzlagerelements.

Durch eine geeignete Prozessauswahl und Prozessführung der wenigstens
25 einen Maßnahme zur Eindiffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in ober-
flächennahe Bereiche des Wälzlagerelements zur Ausbildung der Kohlenstoff
und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht kann diese insbesondere Härten
im Bereich von 800 – 1500 HV (Härte Vickers), insbesondere größer 900 HV,
aufweisen. Grundsätzlich sind dabei möglichst hohe Härten der Kohlenstoff
30 und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht anzustreben, da diese einen
wesentlichen Einfluss auf die Verschleißfestigkeit des Wälzlagerelements ha-
ben. Selbstverständlich kann die Härte der Kohlenstoff und/oder Stickstoff ent-

haltenden Randschicht in Ausnahmefällen oder abschnittsweise auch unterhalb 800 HV bzw. oberhalb 1500 HV liegen.

Gleichermaßen lässt sich durch eine geeignete Prozessauswahl und Prozessführung der wenigstens einen Maßnahme zur Eindiffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagerelements zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht deren Schichtdicke einstellen. Die Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht kann sonach beispielsweise eine Schichtdicke von 1 bis 50 µm, bevorzugt von 2,5 bis 40 µm, besonders bevorzugt von 5 bis 25 µm, aufweisen. Selbstverständlich kann die Schichtdicke der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht in Ausnahmefällen oder abschnittsweise auch unterhalb 2,5 µm bzw. oberhalb 40 µm liegen.

Das erfindungsgemäße Wälzlagerelement lässt sich durch nachfolgend beschriebenes Verfahren zur Herstellung eines Wälzlagerelements, insbesondere eines Wälzlagerings, mit einer Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht herstellen, welches sonach ebenso einen Teil der vorliegenden Erfindung darstellt.

20

Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die Schritte:

- Bereitstellen eines Wälzlagerelements aus einem austenitischen Stahl, welcher eine Zusammensetzung von 16 – 21 Masseprozent Chrom, 16 – 21 Masseprozent Mangan, 0,5 bis 2,0 Masseprozent Molybdän, insgesamt 0,8 bis 1,1 Masseprozent Kohlenstoff und Stickstoff, wobei das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff 0,5 bis 1,1 beträgt, bis zu 2,5 Masseprozent erschmelzungsbedingten Verunreinigungen und einem Rest an Masseprozent aus Eisen, wobei die Summe aller Bestandteile 100 Masseprozent ergibt, aufweist oder
- Bereitstellen eines Wälzlagerelements, aus einem austenitischen Stahl, welcher eine Zusammensetzung von 16 – 21 Masseprozent Chrom, 16 – 21 Masseprozent Mangan, entweder größer 2 Masseprozent Molybdän oder kleiner gleich 2 Masseprozent Kupfer, oder größer gleich 2 Masseprozent Molybdän

- und 0,25 bis 2 Masseprozent Kupfer, sowie insgesamt mehr als 0,5 Masseprozent Kohlenstoff und Stickstoff, wobei das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff größer 0,5 ist, bis zu 2,5 Masseprozent erschmelzungsbedingten Verunreinigungen und einem Rest an Masseprozent aus Eisen, wobei die Summe
- 5 aller Bestandteile 100 Masseprozent ergibt, aufweist, und
- Durchführen wenigstens einer Maßnahme zur Diffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagerelements zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht.
- 10 Zu dem erfindungsgemäßen Verfahren gelten grundsätzlich obige Ausführungen zu dem erfindungsgemäßen Wälzlagerelement, das heißt insbesondere sämtliche Ausführungen im Zusammenhang mit der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht respektive deren Ausbildung, das heißt der oder den Maßnahmen zur Diffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in
- 15 oberflächennahe Bereiche des Wälzlagerelements analog.

Als Maßnahme zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht wird bevorzugt eine thermochemische Behandlung des Wälzlagerelements durchgeführt. Hierzu kommen insbesondere folgende Prozesse

20 zur Eindiffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in rand- bzw. oberflächennahe Bereiche des Wälzlagerelements in Frage: Kolsterisieren, Plasmaaufkohlen, Plasmanitrieren, Gasnitrieren, Gasnitrocarburieren. Die Prozesse können gegebenenfalls auch kombiniert bzw. zeitlich nacheinander durchgeführt werden.

25

Unter Kolsterisieren wird im Allgemeinen eine Eindiffusion von Kohlenstoff in das zu behandelnde Material bei Temperaturen unterhalb 300°C verstanden, wobei der Kohlenstoff in Zwischengitterplätzen des Ausgangsmaterials gelöst wird, was zu Druckspannungen und derart zu einer hohen Härte (größer 1000

30 HV (Härte Vickers)) führt.

Eine Plasmaaufkohlung dient unter Einsatz eines Plasmas zur Eindiffusion von Kohlenstoff in rand- bzw. oberflächennahe Bereiche des aufzukohlenden Materials. Gleichmaßen kann derart aufgrund der Einbringung von auf die Einlagerung von Kohlenstoff zurückzuführenden Druckspannungen eine hohe Härte
5 erreicht werden.

Gleiches gilt im Wesentlichen für eine Plasmanitrierung, wobei hier selbstverständlich nicht Kohlenstoff, sondern Stickstoff in das zu behandelnde Ausgangsmaterial eindiffundiert wird.

10

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

15

Beim Gasnitrocarburieren, bei welchem eine Eindiffusion von Kohlenstoff und Stickstoff in das zu behandelnde Material erreicht wird, wird das zu behandelnde Material zusätzlich einem Kohlenstoff enthaltenden Gas wie z. B. CO_2 , das heißt insgesamt einem Gasgemisch aus einem Stickstoff und einem Kohlenstoff enthaltenden Gas ausgesetzt und entsprechend temperiert.
20

Im Rahmen von Versuchen zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht an entsprechenden Wälzlagererelementen zeigte sich, dass durch Plasmanitrieren besonders gute Ergebnisse im Hinblick auf die
25 Ausbildung einer Stickstoff enthaltenden Randschicht an entsprechenden Wälzlagererelementen erzielbar sind.

Es ist dabei vorteilhaft, wenn die thermochemische Behandlung in einem Temperaturbereich von 250 bis 550°C, insbesondere unterhalb 500°C, vorzugsweise unterhalb von 450°C oder von 400°C durchgeführt wird. Durch die Einstellung der im Rahmen der thermochemischen Behandlung anliegenden Temperatur kann gezielt Einfluss auf die Kinetik der Eindiffusion von Kohlenstoff
30

und/oder Stickstoff in den Rand- bzw. Oberflächenbereich des Wälzlagerelements genommen und so gezielt ein bestimmtes Eigenschaftsspektrum der zu bildenden Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht eingestellt werden. Durch die vergleichsweise niedrigen Temperaturen können temperaturbedingte Einflüsse auf die Maßhaltigkeit und/oder Oberflächengüte bzw. 5 Rauigkeit des Wälzlagerelements ausgeschlossen oder zumindest in einem tolerierbaren Ausmaß gehalten werden. Selbstverständlich kann die thermochemische Behandlung in Ausnahmefällen und/oder zeitweise auch unterhalb 200°C oder oberhalb 550°C durchgeführt werden.

10

Die thermochemische Behandlung kann insbesondere für eine Dauer von zwei bis 24 Stunden, insbesondere 4 bis 16 Stunden, durchgeführt werden. Ähnlich wie bei der Einstellung der im Rahmen der Durchführung der thermochemischen Behandlung anliegenden Temperatur kann auch durch die Einstellung 15 der Dauer bzw. Prozesszeit gezielt Einfluss auf die Eindiffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in den Rand- bzw. Oberflächenbereich des Wälzlagerelements genommen und so gezielt ein bestimmtes Eigenschaftsspektrum der zu bildenden Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht eingestellt werden. Selbstverständlich kann die thermochemische Behandlung in Ausnahmefällen auch kürzer als zwei Stunden oder länger als 24 Stunden durchgeführt 20 werden.

Grundsätzlich kann die Maßnahme zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht derart durchgeführt werden, dass sich eine 25 Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht mit einer Schichtdicke von 1 bis 50 µm, bevorzugt von 2,5 bis 40 µm, besonders bevorzugt von 5 bis 25 µm, ausbildet. In Ausnahmefällen kann die Schichtdicke der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht auch unterhalb 1 µm oder oberhalb 40 µm liegen.

30

Es ist im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich, dass vor dem Durchführen der wenigstens einen Maßnahme zur Ausbildung der Kohlenstoff

und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht wenigstens eine Maßnahme zur Kaltverfestigung, insbesondere ein Kaltumformen, des Wälzlagerelements durchgeführt wird. Unter dem zu den Maßnahmen zur Kaltverfestigung eines metallischen Materials zählenden Kaltumformen ist das plastische Umformen

5 metallischer Materialien bei einer Temperatur deutlich unterhalb deren jeweiliger Rekristallisationstemperatur zu verstehen. Die plastische Umformung des Materials erhöht die Versetzungsdichte innerhalb des Materials und bedingt derart eine Erhöhung der Härte. Derart können bereits vor der im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführenden Durchführung der wenig-

10 tens einen Maßnahme zur Diffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagerelements zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht die mechanischen Eigenschaften des Wälzlagerelements erhöht werden, welche sodann, das heißt nach Durch-

15 führung der wenigstens einen Maßnahme zur Diffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagerelements zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht nochmals erhöht bzw. verbessert werden.

20

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

25 Figur 1 ein Wälzlager, umfassend mehrere Wälzlagerelemente gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung und

Figur 2 eine Vergrößerung der in Figur 1 gezeigten Einzelheit.

30

Ausführliche Beschreibung der Zeichnung

Figur 1 zeigt ein Wälzlager 1, umfassend mehrere Wälzlagererelemente 2 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung. Ersichtlich liegt das Wälzlager 1 als Kugellager vor. Die Wälzlagererelemente 2 sind als Wälzlagererlinge 3, 4 ausgebildet zwischen welchen Wälzkörper 5 wälzen.

5

Die als Wälzlagererlinge 3, 4 ausgebildeten Wälzlagererelemente 2 sind aus einem austenitischen Stahl gefertigt, welcher Stahl eine Zusammensetzung von 16 – 21 Masseprozent Chrom, 16 – 21 Masseprozent Mangan, 0,5 bis 2,0 Masseprozent Molybdän, insgesamt 0,8 bis 1,1 Masseprozent Kohlenstoff und
10 Stickstoff, wobei das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff 0,5 bis 1,1 beträgt, 0,1 bis 2,5 Masseprozent erschmelzungsbedingten Verunreinigungen und einem Rest an Masseprozent aus Eisen, wobei die Summe aller Bestandteile 100 Masseprozent ergibt, aufweist.

15 Alternativ kann eines der Wälzlagererelemente 2 oder können beide Wälzlagererelemente 2 auch aus einem austenitischen Stahl, welcher eine Zusammensetzung von 16 – 21 Masseprozent Chrom, 16 – 21 Masseprozent Mangan, entweder größer 2 Masseprozent Molybdän oder kleiner gleich 2 Masseprozent Kupfer, oder größer gleich 2 Masseprozent Molybdän und 0,25 bis 2 Masse-
20 prozent Kupfer, sowie insgesamt mehr als 0,5 Masseprozent Kohlenstoff und Stickstoff, wobei das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff größer 0,5 ist, 0,1 bis 2,5 Masseprozent erschmelzungsbedingten Verunreinigungen und einem Rest an Masseprozent aus Eisen, wobei die Summe aller Bestandteile 100 Masseprozent ergibt, aufweist, gebildet sein.

25

Konkrete Zusammensetzungen beispielhafter austenitischer Stähle können aus den oben genannten Tabellen entnommen werden.

Die die Laufflächen für die Wälzkörper 5 bildenden oder diese umfassenden
30 Innen- bzw. Außenumfänge der Wälzlagererelemente 2 weisen eine durch wenigstens eine Maßnahme zur Eindiffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in

oberflächennahe Bereiche des Wälzlagerelements gebildete Stickstoff und/oder Kohlenstoff enthaltende Randschicht 6 auf.

Die Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht 6 ist besonders
5 deutlich auch aus der die vergrößerte Darstellung der in Figur 1 gezeigten Einzelheit zeigenden Figur 2 ersichtlich. Es zeigt sich, dass sich eine Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht 6 mit einer weitgehend homogenen Schichtdicke d gebildet hat. Die Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht 6 hat beispielsweise eine Schichtdicke d von ca. 20 μm . Das
10 austenitische Grundgefüge 7 des das Wälzlagerelement 2 bildenden Stahls ist ebenso dargestellt.

Die Randschicht 6 ist insbesondere mittels einer thermochemischen Behandlung respektive eines thermochemischen Prozesses zur Eindiffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in rand- bzw. oberflächennahe Bereiche der Wälzlagerelemente 2 gebildet. Beispielsweise ist die Randschicht durch Plasmaaufkohlung oder Plasmanitrieren gebildet.
15

Die Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht 6 weist sonach
20 durch den eindiffundierten, insbesondere auf Zwischengitterplätzen der ursprünglichen Gefügestruktur 7 des jeweiligen austenitischen Stahls im Sinne von Interstitutionsatomen angeordneten Kohlenstoff bzw. Stickstoff eine hohe Härte oberhalb 1000 HV, insbesondere im Bereich von 1200 HV, und somit eine ausgezeichnete Verschleißfestigkeit auf.

25

Der Verbund zwischen der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht 6 und dem übrigen Material bzw. Grundgefüge 7 des jeweiligen Wälzlagerelements 2 ist sehr gut, da die Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht 6 nicht als Beschichtung auf das Wälzlagerelement 2 aufgebracht,
30 sondern unmittelbar aus dem das Wälzlagerelement 2 bildenden Stahl bzw. Grundgefüge 7 des Stahls gebildet wurde.

Ein entsprechendes Wälzlagererelement 2 kann beispielsweise durch ein nachfolgend beschriebenes Herstellungsverfahren zur Herstellung eines Wälzlagererelements 2, insbesondere eines Wälzlagerrings 3, 4, mit einer Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht 6 hergestellt werden.

5

Gemäß dem Verfahren wird zunächst ein Wälzlagererelement 2 aus einem austenitischen Stahl, welcher eine Zusammensetzung von 16 – 21 Masseprozent Chrom, 16 – 21 Masseprozent Mangan, 0,5 bis 2,0 Masseprozent Molybdän, insgesamt 0,8 bis 1,1 Masseprozent Kohlenstoff und Stickstoff, wobei das Ver-
10 hältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff 0,5 bis 1,1 beträgt, 0,1 bis 2,5 Masseprozent erschmelzungsbedingten Verunreinigungen und einem Rest an Masseprozent aus Eisen, wobei die Summe aller Bestandteile 100 Masseprozent ergibt, aufweist, bereitgestellt.

15 Denkbar ist auch die Bereitstellung eines Wälzlagererelements 2, aus einem austenitischen Stahl, welcher eine Zusammensetzung von 16 – 21 Masseprozent Chrom, 16 – 21 Masseprozent Mangan, entweder größer 2 Masseprozent Molybdän oder kleiner gleich 2 Masseprozent Kupfer, oder größer gleich 2
20 Masseprozent Molybdän und 0,25 bis 2 Masseprozent Kupfer, sowie insgesamt mehr als 0,5 Masseprozent Kohlenstoff und Stickstoff, wobei das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff größer 0,5 ist, 0,1 bis 2,5 Masseprozent erschmelzungsbedingten Verunreinigungen und einem Rest an Masseprozent aus Eisen, wobei die Summe aller Bestandteile 100 Masseprozent ergibt, aufweist.

25

Konkrete Zusammensetzungen beispielhafter austenitischer Stähle können, wie erwähnt, aus den oben genannten Tabellen entnommen werden.

Nach der Bereitstellung des Wälzlagererelements 2 wird wenigstens eine Maß-
30 nahme zur Diffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagererelements 2 zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht 6 durchgeführt.

Als Maßnahme zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht 6 wird dabei eine thermochemische Behandlung des Wälzlagererelements 2 durchgeführt. Die thermochemische Behandlung des Wälzlagererelements 2 erfolgt insbesondere in Form von Kolsterisieren und/oder Plasmaaufkohlen und/oder Plasmanitrieren und/oder Gasnitrieren und/oder Gasnitrocarburieren.

Um die Abmessungen sowie die Oberflächengüte, das heißt insbesondere die Rauigkeit des Wälzlagererelements 2 nicht negativ zu beeinflussen, wird die thermochemische Behandlung bei niedrigen Temperaturen in einem Temperaturbereich von 250 bis 550°C, insbesondere unterhalb 500°C, durchgeführt.

Die thermochemische Behandlung des Wälzlagererelements 2 wird typischerweise für eine Dauer von zwei bis 24 Stunden, insbesondere 4 bis 16 Stunden, durchgeführt. Derart lassen sich regelmäßig Schichtdicken d entsprechender Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltender Randschichten 6 von 1 bis 50 μm , bevorzugt von 2,5 bis 40 μm , besonders bevorzugt von 5 bis 25 μm , ausbilden.

Es ist möglich, dass vor dem Durchführen der wenigstens einen Maßnahme zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht 6, das heißt vor der Durchführung der thermochemischen Behandlung des Wälzlagererelements 2 wenigstens eine Maßnahme zur Kaltverfestigung, insbesondere ein Kaltumformen, des Wälzlagererelements 2 durchgeführt wird. Dieser Kaltverfestigungsschritt kann ebenfalls ein wesentlicher Teil des erfindungsgemäßen Verfahrens sein. Derart kann das Eigenschaftsprofil, das heißt insbesondere die mechanischen Eigenschaften des Wälzlagererelements 2 bereits vor Durchführung der wenigstens einen Maßnahme zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht 6 verbessert werden. Diese Maßnahmenkombination führt zu einem besonders vorteilhaften Bauteil. Der erfindungsgemäße Werkstoff bewirkt die Korrosionsbeständigkeit, die Kaltverfestigung (auf 650 – 730 HV) bewirkt die Wälzlager-Überrollfestigkeit, wäh-

rend die Randschichtbehandlung die Verschleißfestigkeit bewirkt. Im Gegensatz zu Martensiten und Standard-Austeniten kann der Austenit „Carnit“ zumindest in der Randschicht bis in eine Tiefe von ca. 1,5 mm bis zu 300 HV an Härte gewinnen. Im Gegensatz zu Martensiten kann eine weitgehend ausscheidungs-
5 freie Randschicht bis ca. 50µm thermochemisch eingestellt werden. Typisch ist die hohe Löslichkeit an Interstitutionsatomen in vielen Austeniten. Bei dem erfindungsgemäß verwendeten Werkstoff ist diese Eigenschaft aufgrund seines hohen Mn-Gehalts besonders gut ausgeprägt. Im Gegensatz zu vielen
10 Martensiten und einigen Austeniten reduziert sich die Härte aufgrund von Erhöhungen bei der thermochemischen Randbehandlung im Temperaturbereich von 250 – 550°C nicht, so dass ein hervorragende Eigenschaften aufweisendes Wälzlager-
element erhalten wird.

Bezugszahlenliste

- | | |
|---|---|
| 1 | Wälzlager |
| 2 | Wälzlagerelement |
| 5 | 3 Wälzlagerring |
| 4 | Wälzlagerring |
| 5 | Wälzkörper |
| 6 | Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht |
| 7 | Gefügestruktur |
- 10

Patentansprüche

1. Wälzlagererelement (2), insbesondere Wälzlagerring (3, 4), welches
5 Wälzlagererelement (2) aus einem austenitischen Stahl, welcher eine
Zusammensetzung von 16 – 21 Masseprozent Chrom, 16 – 21 Masse-
prozent Mangan, 0,5 bis 2,0 Masseprozent Molybdän, insgesamt 0,8
bis 1,1 Masseprozent Kohlenstoff und Stickstoff, wobei das Verhältnis
von Kohlenstoff zu Stickstoff 0,5 bis 1,1 beträgt, bis zu 2,5 Massepro-
zent erschmelzungsbedingten Verunreinigungen und einem Rest an
10 Masseprozent aus Eisen, wobei die Summe aller Bestandteile 100
Masseprozent ergibt, aufweist, gebildet ist, dadurch gekennzeichnet,
dass es eine durch wenigstens eine Maßnahme zur Eindiffusion von
Kohlenstoff und/oder Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälz-
lagererelements (2) gebildete Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende
15 Randschicht (6) aufweist.

2. Wälzlagererelement (2), insbesondere Wälzlagerring (3, 4), welches
Wälzlagererelement (2) aus einem austenitischen Stahl, welcher eine
Zusammensetzung von 16 – 21 Masseprozent Chrom, 16 – 21 Masse-
20 prozent Mangan, entweder größer 2 Masseprozent Molybdän oder
kleiner gleich 2 Masseprozent Kupfer, oder größer gleich 2 Massepro-
zent Molybdän und 0,25 bis 2 Masseprozent Kupfer, sowie insgesamt
mehr als 0,5 Masseprozent Kohlenstoff und Stickstoff, wobei das Ver-
hältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff größer 0,5 ist, bis zu 2,5 Masse-
25 prozent erschmelzungsbedingten Verunreinigungen und einem Rest an
Masseprozent aus Eisen, wobei die Summe aller Bestandteile 100
Masseprozent ergibt, aufweist, gebildet ist, dadurch gekennzeichnet,
dass es eine durch wenigstens eine Maßnahme zur Eindiffusion von
Kohlenstoff und/oder Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälz-
30 lagererelements (2) gebildete Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende
Randschicht (6) aufweist.

3. Wälzlagererelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht (6) eine Härte von 800 – 1500 HV, insbesondere größer 900 HV, aufweist.
- 5 4. Wälzlagererelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht (6) eine Schichtdicke (d) von 1 bis 50 μm , bevorzugt von 2,5 bis 40 μm , besonders bevorzugt von 5 bis 25 μm , aufweist.
- 10 5. Verfahren zur Herstellung eines Wälzlagererelements (2), insbesondere eines Wälzlagerrings (3, 4), mit einer Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht (6), gekennzeichnet durch die Schritte:
- 15 - Bereitstellen eines Wälzlagererelements (2) aus einem austenitischen Stahl, welcher eine Zusammensetzung von 16 – 21 Masseprozent Chrom, 16 – 21 Masseprozent Mangan, 0,5 bis 2,0 Masseprozent Molybdän, insgesamt 0,8 bis 1,1 Masseprozent Kohlenstoff und Stickstoff, wobei das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff 0,5 bis 1,1 beträgt, bis zu 2,5 Masseprozent erschmelzungsbedingten Verunreinigungen und einem Rest an Masseprozent aus Eisen, wobei die Summe aller Bestandteile 100 Masseprozent ergibt, aufweist oder
- 20 - Bereitstellen eines Wälzlagererelements (2), aus einem austenitischen Stahl, welcher eine Zusammensetzung von 16 – 21 Masseprozent Chrom, 16 – 21 Masseprozent Mangan, entweder größer 2 Masseprozent Molybdän oder kleiner gleich 2 Masseprozent Kupfer, oder größer gleich 2 Masseprozent Molybdän und 0,25 bis 2 Masseprozent Kupfer, sowie insgesamt mehr als 0,5 Masseprozent Kohlenstoff und Stickstoff, wobei das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff größer 0,5 ist, bis zu
- 25 2,5 Masseprozent erschmelzungsbedingten Verunreinigungen und einem Rest an Masseprozent aus Eisen, wobei die Summe aller Bestandteile 100 Masseprozent ergibt, aufweist,
- 30 - Durchführen wenigstens einer Maßnahme zur Diffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff in oberflächennahe Bereiche des Wälzlagerere-

ments (2) zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht (6).

- 5 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Maßnahme zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht (6) eine thermochemische Behandlung des Wälzlagerelements (2) durchgeführt wird.
- 10 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die thermochemische Behandlung in einem Temperaturbereich von 250 bis 550°C, insbesondere unterhalb 500°C, durchgeführt wird.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die thermochemische Behandlung für eine Dauer von zwei bis 24 Stunden, insbesondere 4 bis 16 Stunden, durchgeführt wird.
- 20 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Maßnahme zur Ausbildung der Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltenden Randschicht (6) derart durchgeführt wird, dass sich eine Kohlenstoff und/oder Stickstoff enthaltende Randschicht (6) mit einer Schichtdicke (d) von 1 bis 50 µm, bevorzugt von 2,5 bis 40 µm, besonders bevorzugt von 5 bis 25 µm, ausbildet.
- 25 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Maßnahme zur Ausbildung der Stickstoff und/oder Kohlenstoff enthaltenden Randschicht (6) Kolsterisieren und/oder Plasmaaufkohlen und/oder Plasmanitrieren und/oder Gasnitrieren und/oder Gasnitrocarbrieren durchgeführt wird.

FIG. 1

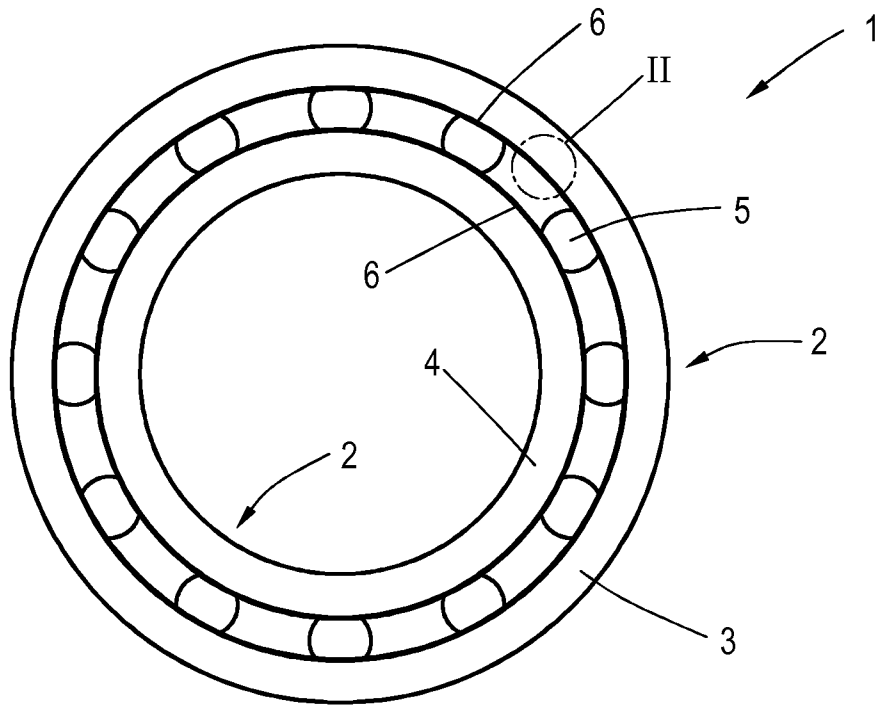
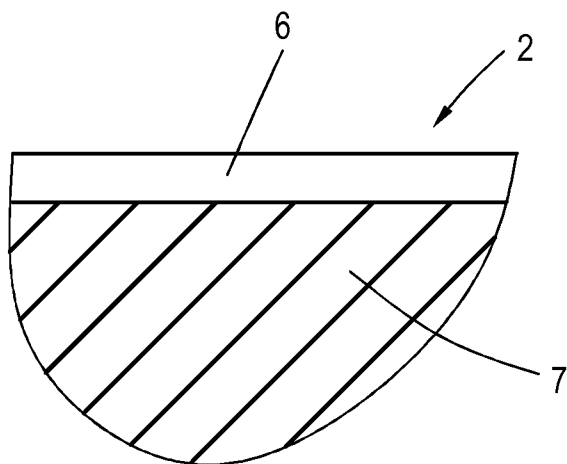


FIG. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/063186

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F16C33/32 F16C33/34 F16C33/44 F16C33/62
 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.
Y	DE 10 2004 043134 A1 (BERNS HANS [DE]) 9 March 2006 (2006-03-09) paragraph [0001] - paragraph [0048]; claims 1-18	1-10
Y	WO 2012/002868 A1 (SKF AB [SE]; DAHLMAN PATRIK [SE]) 5 January 2012 (2012-01-05) page 1, line 1 - page 8, line 2; claims 1-11; figures 1-8	1-10
A	US 4 493 733 A (YAMAMOTO MASAO [JP] ET AL) 15 January 1985 (1985-01-15) the whole document	1-10
A	GB 2 055 122 A (INST PO METALLOZNAKIE I TEKNO) 25 February 1981 (1981-02-25) the whole document	1-10
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 22 August 2013	Date of mailing of the international search report 29/08/2013
---	--

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 Hutter, Manfred
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/063186

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 904 401 A (MERTZ DAVID L ET AL) 9 September 1975 (1975-09-09) the whole document -----	1-10
A	DE 728 159 C (BOEHLER & CO AG GEB) 21 November 1942 (1942-11-21) the whole document -----	1-10
A	JP 2007 039741 A (NIPPON STEEL CORP) 15 February 2007 (2007-02-15) abstract -----	1-10
A	EP 0 422 360 A1 (VER SCHMIEDEWERKE GMBH [DE]) 17 April 1991 (1991-04-17) the whole document -----	1-10
A	JP S61 238943 A (KOBE STEEL LTD) 24 October 1986 (1986-10-24) abstract -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/063186

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102004043134 A1	09-03-2006	AT 490350 T	15-12-2010
		CN 101035922 A	12-09-2007
		DE 102004043134 A1	09-03-2006
		DK 1786941 T3	21-03-2011
		EP 1786941 A1	23-05-2007
		ES 2357189 T3	19-04-2011
		JP 4798461 B2	19-10-2011
		JP 2008512563 A	24-04-2008
		KR 20070091264 A	10-09-2007
		US 2008318083 A1	25-12-2008
		WO 2006027091 A1	16-03-2006

WO 2012002868 A1	05-01-2012	CN 103069017 A	24-04-2013
		EP 2588632 A1	08-05-2013
		US 2013209015 A1	15-08-2013
		WO 2012002868 A1	05-01-2012

US 4493733 A	15-01-1985	AU 588944 B2	28-09-1989
		AU 8171082 A	23-09-1982
		CA 1205659 A1	10-06-1986
		DE 3280179 D1	28-06-1990
		DE 3280440 D1	29-07-1993
		DE 3280440 T2	25-11-1993
		EP 0065631 A1	01-12-1982
		EP 0249117 A2	16-12-1987
		US 4493733 A	15-01-1985

GB 2055122 A	25-02-1981	BG 29797 A1	16-02-1981
		DE 3023590 A1	22-01-1981
		GB 2055122 A	25-02-1981
		JP S5620151 A	25-02-1981

US 3904401 A	09-09-1975	CA 1023580 A1	03-01-1978
		US 3904401 A	09-09-1975

DE 728159 C	21-11-1942	NONE	

JP 2007039741 A	15-02-2007	JP 4757561 B2	24-08-2011
		JP 2007039741 A	15-02-2007

EP 0422360 A1	17-04-1991	DE 4023462 C1	04-07-1991
		EP 0422360 A1	17-04-1991

JP S61238943 A	24-10-1986	JP H0542493 B2	28-06-1993
		JP S61238943 A	24-10-1986

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/063186

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F16C33/32 F16C33/34 F16C33/44 F16C33/62
ADD.
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTER 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.
Y	DE 10 2004 043134 A1 (BERNS HANS [DE]) 9. März 2006 (2006-03-09) Absatz [0001] - Absatz [0048]; Ansprüche 1-18 -----	1-10
Y	WO 2012/002868 A1 (SKF AB [SE]; DAHLMAN PATRIK [SE]) 5. Januar 2012 (2012-01-05) Seite 1, Zeile 1 - Seite 8, Zeile 2; Ansprüche 1-11; Abbildungen 1-8 -----	1-10
A	US 4 493 733 A (YAMAMOTO MASAO [JP] ET AL) 15. Januar 1985 (1985-01-15) das ganze Dokument -----	1-10
A	GB 2 055 122 A (INST PO METALLOZNAIE I TEKNO) 25. Februar 1981 (1981-02-25) das ganze Dokument -----	1-10
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
22. August 2013	29/08/2013

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 Hutter, Manfred
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 904 401 A (MERTZ DAVID L ET AL) 9. September 1975 (1975-09-09) das ganze Dokument	1-10

A	DE 728 159 C (BOEHLER & CO AG GEB) 21. November 1942 (1942-11-21) das ganze Dokument	1-10

A	JP 2007 039741 A (NIPPON STEEL CORP) 15. Februar 2007 (2007-02-15) Zusammenfassung	1-10

A	EP 0 422 360 A1 (VER SCHMIEDEWERKE GMBH [DE]) 17. April 1991 (1991-04-17) das ganze Dokument	1-10

A	JP S61 238943 A (KOBE STEEL LTD) 24. Oktober 1986 (1986-10-24) Zusammenfassung	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/063186

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102004043134 A1	09-03-2006	AT 490350 T	15-12-2010
		CN 101035922 A	12-09-2007
		DE 102004043134 A1	09-03-2006
		DK 1786941 T3	21-03-2011
		EP 1786941 A1	23-05-2007
		ES 2357189 T3	19-04-2011
		JP 4798461 B2	19-10-2011
		JP 2008512563 A	24-04-2008
		KR 20070091264 A	10-09-2007
		US 2008318083 A1	25-12-2008
		WO 2006027091 A1	16-03-2006

WO 2012002868 A1	05-01-2012	CN 103069017 A	24-04-2013
		EP 2588632 A1	08-05-2013
		US 2013209015 A1	15-08-2013
		WO 2012002868 A1	05-01-2012

US 4493733 A	15-01-1985	AU 588944 B2	28-09-1989
		AU 8171082 A	23-09-1982
		CA 1205659 A1	10-06-1986
		DE 3280179 D1	28-06-1990
		DE 3280440 D1	29-07-1993
		DE 3280440 T2	25-11-1993
		EP 0065631 A1	01-12-1982
		EP 0249117 A2	16-12-1987
		US 4493733 A	15-01-1985

GB 2055122 A	25-02-1981	BG 29797 A1	16-02-1981
		DE 3023590 A1	22-01-1981
		GB 2055122 A	25-02-1981
		JP S5620151 A	25-02-1981

US 3904401 A	09-09-1975	CA 1023580 A1	03-01-1978
		US 3904401 A	09-09-1975

DE 728159 C	21-11-1942	KEINE	

JP 2007039741 A	15-02-2007	JP 4757561 B2	24-08-2011
		JP 2007039741 A	15-02-2007

EP 0422360 A1	17-04-1991	DE 4023462 C1	04-07-1991
		EP 0422360 A1	17-04-1991

JP S61238943 A	24-10-1986	JP H0542493 B2	28-06-1993
		JP S61238943 A	24-10-1986
