



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 039 744 A1** 2008.02.28

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 039 744.4**

(22) Anmeldetag: **24.08.2006**

(43) Offenlegungstag: **28.02.2008**

(51) Int Cl.⁸: **C23C 8/00** (2006.01)

(71) Anmelder:
Schaeffler KG, 91074 Herzogenaurach, DE

(72) Erfinder:
Gierl, Jürgen, Dr.-Ing., 91056 Erlangen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

EP 16 34 978 A1

WO 00/09 775 A2

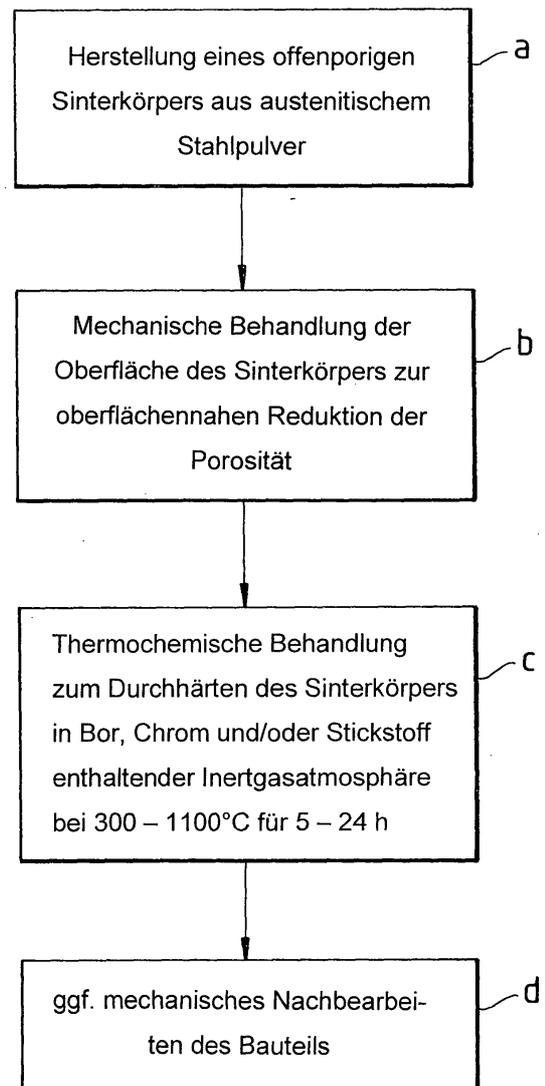
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines nichtmagnetischen und/oder korrosionsbeständigen Wälzlagerbauteils**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Herstellung eines nichtmagnetischen und/oder korrosionsbeständigen Wälzlagerbauteils, umfassend folgende Schritte:

- Verwendung eines das Wälzkörperbauteil bildenden porösen Sinterkörpers aus einem nichtmagnetischen und/oder korrosionsbeständigen Stahlpulver und -thermochemische Behandlung des Sinterkörpers in einer Bor, Chrom und/oder Stickstoff enthaltenden Inertgasatmosphäre zum Härten des Sinterkörpers.



Beschreibung

Beschreibung der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines nicht magnetischen und/oder korrosionsbeständigen Wälzlagerbauteils.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Bei bestimmten Anwendungen von Wälzlagern ist es erwünscht, dass diese nicht magnetisierbar sind. Solche Anwendungen umfassen beispielsweise Wälzlager für Kernspintomographen, empfindliche Kreiselnavigationssysteme oder andere Messgeräte sowie Lagerungen von Elektromotoren. Dabei dürfen die Wälzlagerwerkstoffe keine magnetische Eigenpermeabilität aufweisen, da eine solche Eigenpermeabilität die Arbeitsmagnetfelder der jeweiligen Geräte bei diesen Anwendungen beeinflussen und daher beispielsweise Messergebnisse verfälschen würde. Nicht magnetisierbare Wälzlager können dadurch erhalten werden, dass die Wälzlagerwerkstoffe aus nicht magnetisierbaren Werkstoffen ausgewählt werden. Zu nennen sind hier insbesondere austenitische Stähle, die neben der unmagnetischen Eigenschaft auch korrosionsbeständig sind. Die Korrosionsbeständigkeit eines Wälzlagerbauteils ist in manchen Anwendungen ebenfalls gewünscht, entweder alternativ zur Nichtmagnetisierbarkeit oder zusätzlich hierzu. Ein austenitischer Stahl zeigt wie beschrieben beide Eigenschaften. Dennoch sind austenitische Stähle aufgrund ihrer Härte und Härteannahme für Wälzlageranwendungen mit höherer Tragzahl nicht geeignet. Das liegt insbesondere an der chemischen Zusammensetzung, die für die Stabilität der austenitischen Phase unvermeidlich ist, und die gleichzeitig ein Härten mit konventionellen Technologien auf Basis der martensitischen Phasenumwandlung ausschließt.

[0003] Zwar ist aus DE 35 37 658 A1 ein Verfahren zur Herstellung eines gehärteten, aus einem austenitischen Werkstoff bestehenden unmagnetisierbaren Wälzlagerbauteils bekannt, bei dem die oberflächennahe Bauteilschicht bei hoher Temperatur in einer Sauerstoff freien Atmosphäre aufgekohlt und das Wälzlagerbauteil anschließend abgekühlt wird. Hierdurch entsteht im Oberflächenbereich des Wälzlagerbauteils ein Gefüge, das aus einer zementitreichen Phase besteht, die metallkundlich kristallographisch mit Ledeburit vergleichbar ist, weitgehend unmagnetisierbar ist und eine Härte von bis zu 700 HV aufweisen kann. Der Kernbereich des Bauteils besteht aus dem austenitischen Ausgangswerkstoff. Wenngleich hierüber eine gewisse Härtung des Bauteils erreicht werden kann, ist diese dennoch mit einer Gefügeänderung im Randbereich, hervorgerufen

durch den Härteschritt, verbunden, wobei mit dieser Gefügeänderung auch ein gewisser Verlust an Korrosionswiderstand einhergeht.

Zusammenfassung der Erfindung

[0004] Der Erfindung liegt damit das Problem zugrunde, ein Verfahren anzugeben, das ein Härten, insbesondere ein Durchhärten eines Wälzlagerbauteils ohne Beeinflussung der nichtmagnetischen und/oder korrosionsbeständigen Eigenschaften des Bauteilwerkstoffs ermöglicht.

[0005] Zur Lösung dieses Problems sind bei einem Verfahren zur Herstellung eines nicht magnetischen und/oder korrosionsbeständigem Bauteils folgende Schritte vorgesehen:

- Verwendung eines das Wälzkörperbauteil bildenden porösen Sinterkörpers aus einem nichtmagnetischen und/oder korrosionsbeständigen Stahlpulver, und
- Thermochemische Behandlung des Sinterkörpers in einer Bor, Chrom und/oder Stickstoff enthaltenden Inertgasatmosphäre zum Härten des Sinterkörpers.

[0006] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht zunächst die Bereitstellung eines pulvermetallurgisch offenporig gesinterten Wälzkörperbauteils aus Edelstahl, insbesondere aus einem austenitischen Stahl, also unter Verwendung eines austenitischen Stahlpulvers, vor. Dieser Sinterkörper weist eine durchschnittliche Porengröße von bevorzugt 0,1 bis 20 µm, vorzugsweise zwischen 0,5 bis 20 µm auf. Die Porosität des Sinterkörpers ermöglicht nun die erfindungsgemäß vorgesehene thermochemische Behandlung in einer Bor, Chrom und/oder Stickstoff enthaltenden Inertgasatmosphäre zum Härten des Sinterkörpers, wobei diese Behandlung solange durchgeführt wird, bis der Sinterkörper durchgehärtet ist. Durch die Porosität des Wälzlagerbauteil-Sinterkörpers ist es möglich, dass bei dieser thermochemischen Behandlung das Bor, Chrom und/oder der Stickstoff tief in das Werkstück eindringen kann und eine harte Verbindungsschicht enthaltend FeB, Fe₂B, Fe₄N und Fe₂-3N oder Cr₂₃C₆, Cr₇C₃ und CrC mit Diffusionszone bildet. Durch die Bildung dieser Verbindungen ergibt sich eine Volumenzunahme, die dazu führt, dass die vor der thermochemischen Behandlung vorliegenden Poren geschlossen und/oder verkleinert werden. Die Diffusionszone erhöht die Festigkeit des bevorzugt verwendeten austenitischen Werkstoffs. Auf diese Weise wird eine Durchhärtung des vormals porösen Edelstahl-Sinterkörpers, insbesondere des austenitischen Stahlsinterkörpers ermöglicht. Die Durchhärtung des Sinterkörpers aus insbesondere austenitischem Stahl kommt dabei einer Durchhärtung von Teilen aus gebräuchlich verwendeten martensitischen Stählen nahe.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht die Herstellung eines Wälzlagerbauteils, das annähernd die Tragfähigkeit und Tragzahlen bekannter Wälzlagerbauteile aufweist. Zudem werden die magnetischen Eigenschaften des Grundwerkstoffs, bevorzugt des austenitischen Stahls, nicht verändert, so dass dessen nichtmagnetische und korrosionsbeständige Eigenschaften erhalten bleiben. Ein weiterer Vorteil der mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erhaltenen, durchgehärteten Wälzlagerbauteile besteht darin, dass die offenporige Struktur des Stahl zumindest teilweise erhalten bleibt, wodurch die Möglichkeit besteht, in Oberflächen der durchgehärteten austenitischen Wälzlagerbauteile einen Schmierstoff einzulagern. Dadurch können Wälzlager, die aus den erfindungsgemäß hergestellten Wälzlagerbauteilen zusammengesetzt sind, selbstschmierende Eigenschaften oder Notlaufeigenschaften aufweisen. Die erfindungsgemäß hergestellten Wälzlagerbauteile zeigen weiterhin keinen Anlasseffekt und können in einem Temperaturbereich bis +500°C eingesetzt werden, ohne dass dabei die Durchhärtung verloren geht. Abhängig von der Art des eingesetzten Grundwerkstoffs, insbesondere des eingesetzten austenitischen Grundwerkstoffs, können zudem korrosionsbeständige Wälzlagerbauteile im Bereich von $pH > 0,5$ realisiert werden.

[0008] Als Stahlpulver wird bevorzugt ein austenitisches Stahlpulver verwendet, das heißt es wird bevorzugt ein Sinterkörper aus austenitischem Stahlpulver metallurgisch hergestellt bzw. bereitgestellt. Austenitischer Stahl zeigt sowohl nicht magnetische als auch korrosionsbeständige Eigenschaften, so dass ein gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestelltes Wälzlagerbauteil ebenfalls diese beiden, häufig gemeinsam geforderten Eigenschaften aufweist. Der verwendete austenitische Stahl kann Chrom und/oder Nickel enthalten, daneben kann zusätzlich mindestens eine weitere Komponente, gewählt aus Molybdän, Kupfer, Titan, Wismut, Niob, Aluminium, Wolfram, Schwefel und Stickstoff enthalten sein.

[0009] Spezielle Beispiele für austenitisches Stahlpulver, die zur Herstellung des erfindungsgemäß verwendeten Wälzlagerbauteils-Sinterkörpers verwendet werden können, umfassen Stahlpulver mit den folgenden Werkstoffnummern (angegeben ist jeweils zunächst die Werkstoffnummer und in Klammern der DIN-Kurzname):

1.430 (X 10 CrNi 18 8), 1.4319 (X 3 CrNiN 17 8), 1.4567 (X 3 CrNiCu 18 9), 1.4305 (X 12 CrNiS 18 9), 1.4501 (X 5 CrNi 18 9), 1.4401 (X 5 CrNiMo 17 12 2), 1.4571 (X 6 CrNiMoTi 17 12 2), 1.4404 (X 2 CrNiMo 17 13 2), 1.4429 (X 2 CrNiMoN 17 13 3), 1.4435 (X 2 CrNiMo 18 14 2), 1.4539 (X 1 NiCrMoCu 25 20 5), 1.4547 (X 1 CrNiMoCu 20 18 7), 1.4563 (X 1 NiCrMoCuN 31 27 4), 1.4591 (X 1 CrNiMoCuN 33 32 1), 1.4552, 1.4362 (X 2 CrNiN 23 4), 1.4460 (X 3 CrNi-

MON 27 5 2), 1.4462 (X 2 CrNiMoN 22 5 3), 1.4410 (X 2 CrNiMo 25 7 4), 1.4501 (X 2 CrNiMoCuWN 25 74), 2.4616 (EL NiMo 29), 2.4612 (EL NiMo 15 Dr 15 Ti), 2.4602 (NiCr 21 Mo 14 W), 2.4819 (NiMo 16 Cr 15 W), 2.4856 (NiCr 22 Mo 9 Nb), 2.4668 (NiCr 19 NbMo), 2.4857 (NiCr 21 Mo), 1.4847 (X 8 CrNiAlTi 2020), 1.494411.3980 (X 4 NiCrTi 26 15), 1.4534 (X 3 CrNiMoAl 13 8 2), 1.4542, 1.4568, 1.4545 oder 1.4108 (X30 CrMoN151) gemäß DIN 10088-3 (1 95-8).

[0010] Wie beschrieben sollte die Porengröße des verwendeten Sinterkörpers zwischen 0,1–20 µm, vorzugsweise zwischen 0,5–20 µm liegen. Die Dichte des Sinterkörpers sollte zwischen 6,25–7,5 kg/dm³ betragen. Die Restporosität des Sinterkörpers kann dabei über den Grad der Verpressung, die Feinkörnigkeit des einzusetzenden austenitischen Stahlpulvers und die Temperatur des anschließenden Sintervorgangs in bekannter Weise eingestellt werden.

[0011] Die thermochemische Behandlung in der Bor, Chrom und/oder Stickstoff enthaltenden, gegebenenfalls kohlenstoffhaltigen Inertgasatmosphäre sollte bei einer Temperatur zwischen 300–1100° C erfolgen. Die Behandlung wird so lange durchgeführt, bis eine vollständige Durchhärtung des Sinterkörpers gegeben ist, bevorzugt beträgt die Behandlungsdauer zwischen 5–24 Stunden.

[0012] Weiterhin kann erfindungsgemäß vor der thermochemischen Behandlung eine zumindest abschnittsweise erfolgende mechanische Behandlung der Oberfläche des Sinterkörpers erfolgen. Die mechanische Behandlung dient der Verdichtung einer oberflächennahen Zone, die ca. 0,5 mm tief sein kann, durch beispielsweise Rollieren, Pressen, Drücken oder Kalibrieren, gegebenenfalls auch Kaltwalzen. Durch diese mechanische Verdichtung werden in der oberflächennahen Zone Poren teilweise oder weitgehend geschlossen. Hieran schließt sich die thermochemische Behandlung zur Eindiffusion von Bor, Chrom und/oder Stickstoff, wobei Bor/Chrom/Stickstoff trotz der durch die mechanische Behandlung oberflächennah veränderte Porosität ohne weiteres tief in den Sinterkörper eindiffundieren kann

[0013] Insgesamt lässt das erfindungsgemäße Verfahren die Herstellung von Wälzlagerbauteilen mit nichtmagnetischen und/oder korrosionsbeständigen Eigenschaften zu, wobei bevorzugt ein austenitischer Stahl als Ausgangsmaterial verwendet wird. Das erfindungsgemäß hergestellte Bauteil behält trotz des Härtevorgangs die dem Ausgangswerkstoff zugeordneten Eigenschaften, gleichwohl kann eine hinreichende Härte und damit hinreichende Tragfestigkeit für einen Einsatz bei Wälzlageranwendungen auch mit hoher Tragzahl erreicht werden.

[0014] Neben dem Verfahren betrifft die Erfindung ferner ein Wälzlager, bestehend aus mehreren Wälzlagerbauteilen, die gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt wurden. Bei diesen Wälzlagerbauteilen kann es sich beispielsweise um Innen- oder Außenringe wie auch Wälzkörper handeln.

Detaillierte Beschreibung der Zeichnung

[0015] Die Figur zeigt die zentralen Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0016] Gemäß Schritt a wird zunächst ein offenporiger Sinterkörper aus einem austenitischen Stahlpulver hergestellt, wobei hierzu ein beliebiges Stahlpulver, gewählt aus den vorstehend beschriebenen Werkstoffen, verwendet werden kann. Die Herstellungsparameter, also der Grad der Verpressung, die Körnigkeit des verwendeten Stahlpulvers sowie die Temperatur während des Sintervorgangs werden bevorzugt so gewählt, dass der hergestellte Sinterkörper einen Porendurchmesser von 0,5–20 µm und eine Dichte von 6,25–7,5 kg/dm³ aufweist.

[0017] Im Schritt b erfolgt eine mechanische Behandlung der Oberfläche des Sinterkörpers zur oberflächennahen Reduktion der Porosität, beispielsweise durch Rollieren, Walzen etc. Hierüber werden oberflächennah die Poren zumindest teilweise geschlossen.

[0018] Im Schritt c erfolgt die thermochemische Behandlung zum Durchhärten des Sinterkörpers in einer Bor, Chrom und/oder Stickstoff enthaltenden, gegebenenfalls kohlenstoffreichen Inertgasatmosphäre. Die Behandlungstemperatur beträgt zwischen 300–1100° C, die Dauer 5–24 Stunden. Die Dauer richtet sich letztlich nach der Art des hergestellten Sinterkörpers. Sie wird so gewählt, dass hinreichend Diffusionszeit zur Verfügung steht, bis die einzudiffundierenden Elemente auch tatsächlich hinreichend eindiffundieren konnten.

[0019] Nach Beendigung der thermochemischen Behandlung schließt sich im Schritt d gegebenenfalls eine mechanische Nachbearbeitung des hergestellten Sinterbauteils, also des Wälzkörperbauteils, an, beispielsweise indem Laufflächen nachgeschliffen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines nichtmagnetischen und/oder korrosionsbeständigen Wälzlagerbauteils, umfassend folgende Schritte:
 – Verwendung eines das Wälzkörperbauteil bildenden porösen Sinterkörpers aus einem nichtmagnetischen und/oder korrosionsbeständigem Stahlpulver, und
 – thermochemische Behandlung des Sinterkörpers in

einer Bor, Chrom und/oder Stickstoff enthaltenden Inertgasatmosphäre zum Härten des Sinterkörpers.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Stahlpulver ein austenitisches Stahlpulver verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Chrom und/oder Nickel enthaltendes austenitisches Stahlpulver verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die durchschnittliche Porengröße des verwendeten Sinterkörpers zwischen 0,1–20 µm, vorzugsweise zwischen 0,5–20 µm beträgt.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichte des verwendeten Sinterkörpers zwischen 6,25–7,5 kg/dm³ beträgt.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die thermochemische Behandlung bei einer Temperatur zwischen 300–1100°C erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die thermochemische Behandlung für eine Dauer von 5–24 h erfolgt.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor der thermochemischen Behandlung eine zumindest abschnittsweise erfolgende mechanische Behandlung der Oberfläche des Sinterkörpers erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die mechanische Behandlung durch Rollieren, Pressen, Drücken oder Kalibrieren erfolgt.

10. Wälzlager, bestehend aus mehreren Wälzlagerbauteilen, hergestellt nach dem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

