

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 364/2008**

(22) Anmeldetag: **06.03.2008**

(43) Veröffentlicht am: **15.09.2009**

(51) Int. Cl.⁸: **C22C 1/04** (2006.01),
B22F 3/12 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

MIBA SINTER AUSTRIA GMBH
A-4655 VORCHDORF (AT)

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES GESINTERTEN WERKSTÜCKES AUF EISEN-
BASIS**

(57) Es wird ein Verfahren zum Herstellen eines gesinterten Werkstückes auf Eisenbasis beschrieben, wobei ein Formung aus einem Sinterpulver gepresst und zu einem Rohling gesintert wird, bevor der Rohling im Bereich einer Oberflächenschicht verdichtet wird. Um eine Oberflächenverdichtung ohne Drückerwerkzeug zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass der gesinterte Rohling im zu verdichtenden Oberflächenbereich mit Kohlenstoff und/oder Bor angereichert und über der Solidustemperatur der angereicherten Oberflächenschicht nachgesintert wird.

AT 506 444 A1 2009-09-15

000828

Patentanwälte
Dipl.-Ing. Helmut Hübscher
Dipl.-Ing. Karl Winfried Hellmich
Dipl.-Ing. Friedrich Jell
Spittelwiese 7, 4020 Linz

(35 620) II

Zusammenfassung:

Es wird ein Verfahren zum Herstellen eines gesinterten Werkstückes auf Eisenbasis beschrieben, wobei ein Formling aus einem Sinterpulver gepresst und zu einem Rohling gesintert wird, bevor der Rohling im Bereich einer Oberflächenschicht verdichtet wird. Um eine Oberflächenverdichtung ohne Drückerwerkzeug zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass der gesinterte Rohling im zu verdichtenden Oberflächenbereich mit Kohlenstoff und/oder Bor angereichert und über der Solidustemperatur der angereicherten Oberflächenschicht nachgesintert wird.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines gesinterten Werkstückes auf Eisenbasis, wobei ein Formling aus einem Sinterpulver gepresst und zu einem Rohling gesintert wird, bevor der Rohling im Bereich einer Oberflächenschicht verdichtet wird.

Um eine höhere Dauerbiegefestigkeit im Bereich der Zahnfüße und eine höhere Verschleißfestigkeit im Bereich der Zahnflanken bei pulvermetallurgisch hergestellten Zahnrädern zu erreichen, ist es bekannt (EP 0 552 272 B1, AT 406 836B), die gesinterten Pulvermetallrohlinge der Zahnräder im Flanken- und im Fußbereich der Zähne zu verdichten, sodass eine weitgehend porenfreie Oberflächenschicht erhalten wird, die im Eingriffsbereich des Zahnrades eine erhebliche Steigerung der zulässigen Belastbarkeit mit sich bringt. Die Verdichtung der Oberflächenschicht im Eingriffsbereich des Zahnrades erfolgt über ein Drückerwerkzeug in Form wenigstens eines Zahnrades, das entweder eine in die Verzahnung des Pulvermetallrohlings eingreifende Außenverzahnung (EP 0 552 B1) oder eine Innenverzahnung (AT 406 836 B) aufweist, mit deren Hilfe die Gleitgeschwindigkeit zwischen den Zahnflanken des Pulvermetallrohlings und des Drückerwerkzeuges verringert werden kann. Diese Drückerwerkzeuge bedingen jedoch im Allgemeinen einen erheblichen Konstruktionsaufwand und sind einem entsprechenden Verschleiß unterworfen. Außerdem besteht unabhängig von der Art des jeweils eingesetzten Drückerwerkzeuges die Gefahr einer über die Oberflächenverdichtung hinausgehenden Verformung des Werkstückes.

Durch ein Sintern mit einer weitgehend flüssigen Phase kann zwar die Porosität der Rohlinge wesentlich verringert und damit eine Festigkeitssteigerung erzielt werden, doch ist mit einem solchen Flüssigphasensintern ein erhebliches Schwinden des

Sinterwerkstoffes verbunden. Abgesehen davon, dass sich das Schwindverhalten nachteilig auf die Fertigungstoleranzen des Werkstückes auswirkt, ist es häufig aus Gewichtsgründen erwünscht, nur die entsprechend belasteten Werkstückbereiche durch ein Verdichten einer Oberflächenschicht zu verstärken.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs geschilderten Art zum Herstellen eines gesinterten Werkstückes auf Eisenbasis so auszugestalten, dass trotz eines Verzichts auf aufwändige Drückerwerkzeuge eine auf eine Oberflächenschicht begrenzte Verdichtung des Werkstückes gewährleistet werden kann, und zwar bei einer vergleichsweise geringen Fertigungstoleranz.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass der gesinterte Rohling im zu verdichtenden Oberflächenbereich mit Kohlenstoff und/oder Bor angereichert und über der Solidustemperatur der angereicherten Oberflächenschicht nachgesintert wird.

Die Erfindung nützt die Erkenntnis, dass das Sinterverhalten von gepressten Formlingen aus einem Sinterpulver auf Eisenbasis vom Gehalt bestimmter Einlagerungselemente, insbesondere von Gehalt an Kohlenstoff und Bor, abhängt. Während unterhalb eines kritischen Kohlenstoff- oder Borgehalts beim Sintern keine ausgeprägte Verdichtung des Sinterwerkstoffes beobachtet werden kann, nimmt die Verdichtung eines Sinterwerkstoffes mit entsprechend hohen Kohlenstoff- und Borgehalten beim Sintern stark zu. Mit einem Kohlenstoff- und Borgehalt über den jeweils kritischen Bereichen bildet sich nämlich eine flüssige Phase aus, die beim Überschreiten der Solidustemperatur spontan aus den jeweiligen Mischkristallen des Eisens mit Kohlenstoff und Bor entsteht und einen weitgehend porenfreien Sinterkörper ermöglicht. Da erfindungsgemäß lediglich eine Oberflächenschicht des gesinterten Rohlings mit Kohlenstoff und/oder Bor in einem die diesbezüglich kritischen Werte übersteigenden Ausmaß angereichert und der Rohling einer Nachsinterung bei einer Temperatur über der Solidustemperatur der angereicherten Oberflächenschicht unterworfen wird, bleibt die flüssige Phase bei der Nachsinterung auf die mit Kohlenstoff bzw. Bor angereicherte Oberflächenschicht mit der Folge beschränkt,

dass lediglich diese Oberflächenschicht der Verdichtung durch das Flüssigphasensintern unterworfen wird, während in den übrigen Teilen des Rohlings nur ein normales Festphasensintern auftritt. Die Anreicherung der Oberflächenschicht mit Kohlenstoff und/oder Bor kann in herkömmlicher Weise vorgenommen werden. So ist beispielsweise eine Kohlenstoffanreicherung in der Oberflächenschicht mit Hilfe einer Gasaufkohlung oder einer Niederdruckaufkohlung möglich. Zur Boranreicherung kann der vorgesinterte Rohling in an sich bekannter Weise in pulver- oder pastenförmig vorliegendes Bor eingelegt oder einem Plasmaborieren unterworfen werden. Es kommt ja lediglich auf die Anreicherung der Einlagerungselemente Kohlenstoff und Bor, nicht aber auf die dafür eingesetzten Verfahren an.

Die für das Flüssigphasensintern erforderliche Anreicherung der Einlagerungselemente Kohlenstoff und Bor in einer Oberflächenschicht des Rohlings birgt die Gefahr einer Versprödung der Oberflächenschicht mit sich. Um dieser Gefahr zu begegnen, empfiehlt es sich, die für das Verdichten erforderliche Nachsinterung isotherm durchzuführen, um insbesondere den Kohlenstoffgehalt der Oberflächenschicht durch ein Abdiffundieren des Kohlenstoffes in das Innere des Rohlings zu senken und dadurch die Ausscheidung von Korngrenzcarbiden zu vermeiden.

Damit das spontane Entstehen der flüssigen Phase aus den Eisen-Kohlenstoff-Mischkristallen sichergestellt wird, soll der Kohlenstoffgehalt in der zu verdichtenden Oberflächenschicht größer als 1 Massen% gewählt werden. Dies bedeutet aber im Hinblick auf den späteren Werkstückeinsatz eine Überkohlung der Oberflächenschicht bis in eine Tiefe von typischerweise 1 bis 1,5 mm. Wird die isotherme Sinterung über der Solidustemperatur solange durchgeführt, bis der Kohlenstoffgehalt unter 1 Massen% gesunken ist, so ist die Gefahr einer Versprödung der Oberflächenschicht durch überschüssigen Kohlenstoff weitgehend gebannt. Der mit der Nachsinterung über der Solidustemperatur einhergehenden Kornvergrößerung kann durch ein Normalglühen des nachgesinterten Rohlings in an sich bekannter Weise begegnet werden.

Wird Bor zum Verdichten der Oberflächenschicht eingesetzt, so empfiehlt sich eine Boranreicherung in einem Ausmaß von 0,01 bis 0,6 Massen%. Dabei kann die Versprödungsgefahr dadurch vermieden werden, dass die Nachsinterung unter einer entborierenden Atmosphäre durchgeführt wird. Hierfür eignet sich insbesondere eine Wasserstoffatmosphäre, weil in einer solchen Wasserstoffatmosphäre das Bor, nachdem es seine Wirkung auf die spontane Entstehung einer flüssigen Phase entfaltet hat, aus der Oberflächenschicht des Rohlings zum Teil wieder entfernt wird und nicht weiter stört. Während die Nachsinterung auch in einer nicht entborierenden Atmosphäre, wie Argon, oder in Vakuum durchgeführt werden kann, ist eine Nachsinterung in einer Stickstoffatmosphäre nicht zu empfehlen. In einer Stickstoffatmosphäre bildet sich nämlich Bornitrid, wodurch die flüssige Sinterphase aktivierende Wirkung des Bors verloren geht.

Ausführungsbeispiel 1:

Ein vorlegiertes Eisenpulver mit 1,5 Massen% Molybdän wird mit 0,3 Massen% Graphit und 0,8 Massen% Äthylendisstearylamid als Gleitmittel versetzt und mit 600 MPa zu einem Formling gepresst, der bei 800° C über eine Zeitspanne von 30 Minuten entwächst und zugleich einer Festphasensinterung unterworfen wird. Der gesinterte Rohling wird in einem herkömmlichen Gasaufkohlöfen aufgekühlt, wobei ein Kohlenstoffgehalt von 1,2 Massen% in der Oberflächenschicht eingestellt wird. Danach wird der Rohling in einem Hubbalkenofen unter einer Stickstoffatmosphäre 45 min bei 1320° C gesintert, wobei die Aufheizrate auf diese Sinter Temperatur 15 K/min beträgt. Nach der isothermen Sinterung wird der Rohling mit durchschnittlich 10 K/min auf 400° C abgekühlt und anschließend einem Normalglühen bei 900° C unterworfen, welche Glüh Temperatur für 10 Minuten aufrechterhalten wird. Danach wird das Werkstück in einer Stickstoffatmosphäre mit einer Kühlrate von 10 K/min auf Raumtemperatur abgekühlt. Die Porosität des Werkstückes wurde im Kern mit 9 bis 11 % und im Bereich der verdichteten Oberflächenschicht bis in eine Tiefe von 0,3 mm mit weniger als 2 % gemessen.

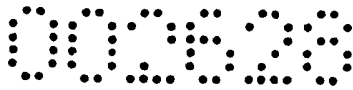
Ausführungsbeispiel 2:

Ein vorlegiertes Eisenpulver mit 3 Massen% Chrom und 0,5 Massen% Molybdän wird mit 0,35 Massen% Graphit und 0,6 Massen% eines Gleitmittels gemischt, bevor ein Formling mit einem Pressdruck von 400 MPa gepresst wird. Der Formling wird in einem Bandofen entwacht und bei 1120° C 30 min gesintert. Zum Aufkohlen wird der gesinterte Rohling in einem Niederdruck-Carbonitrierofen bei 900° C aufgekohlt, wobei als Kohlenstoffträger Acetylen verwendet wird, dass pulsweise in den Ofen eingebracht wird. Der in einer Oberflächenschicht aufgekohlte Rohling wird in einem Vakuumofen mit einer Heizrate von 10 K/min auf eine Nachsintertemperatur von 1300° C erwärmt und auf dieser Temperatur für 60 min gehalten, um dann zunächst unter Vakuumbedingungen und dann ab 1100° C in einer Stickstoffatmosphäre mit einer Kühlrate von 10 K/min auf 300° C abgekühlt zu werden. Zum Normalglühen wird der Rohling wieder auf 900° C erwärmt und anschließend mit Stickstoff abgeschreckt. Das auf diese Weise gehärtete Werkstück wird bei 180° C angelassen. Die Restporosität betrug in einer verdichteten Oberflächenschicht bis in eine Tiefe von 0,5 mm weniger als 2 % und zeigte eine Härte größer als 500 HV3. Die Kernporosität wurde mit 13 % gemessen.

Ausführungsbeispiel 3:

Ein mit 1,5 Massen% Chrom und 0,2 Massen% Molybdän vorlegiertes Eisenpulver wird mit 0,2 Massen% Graphit und 0,6 Massen% Gleitmittel gemischt und mit 700 MPa zu einem Formling gepresst. Die Sinterung und Entwachsung dieses Formlings erfolgt bei 800° C. Anschließend wird der Formling in ein Pulvergemisch aus Ferrobör, Ferromangan und Aluminiumoxid eingelegt und in einem Ofen 30 min bei 1000° C in einer Wasserstoffatmosphäre gleichzeitig gesintert und boriert. Im Anschluss daran wird der gesinterte Rohling in einem Sinterofen während 1 h isotherm bei 1250° C in strömendem Wasserstoff nachgesintert. Die verdichtete Oberflächenschicht wies eine Dicke von 0,5 bis 0,7 mm auf und zeigte eine Restporosität kleiner als 1 %, während die Kernporosität 9 % betrug.

Müller



Patentanwälte
Dipl.-Ing. Helmut Hübscher
Dipl.-Ing. Karl Winfried Hellmich
Dipl.-Ing. Friedrich Jell
Spittelwiese 7, 4020 Linz

(35 620) II

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Herstellen eines gesinterten Werkstückes auf Eisenbasis, wobei ein Formling aus einem Sinterpulver gepresst und zu einem Rohling gesintert wird, bevor der Rohling im Bereich einer Oberflächenschicht verdichtet wird, dadurch gekennzeichnet, dass der gesinterte Rohling im zu verdichtenden Oberflächenbereich mit Kohlenstoff und/oder Bor angereichert und über der Solidustemperatur der angereicherten Oberflächenschicht nachgesintert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Rohling isotherm nachgesintert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Anreicherung der Oberflächenschicht mit Kohlenstoff der Kohlenstoffgehalt in der zu verdichtenden Oberflächenschicht größer als 1 Massen% ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die isotherme Sinterung über der Solidustemperatur solange durchgeführt wird, bis der Kohlenstoffgehalt unter 1 Massen% gesunken ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der nachgesinterte Rohling einem Normalglühen unterworfen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Anreicherung der Oberflächenschicht mit Bor der Borgehalt in der zu verdichtenden Oberflächenschicht zwischen 0,01 und 0,6 Massen% liegt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Anreicherung der Oberflächenschicht mit Bor der Rohling unter einer entborierenden Atmosphäre, vorzugsweise in einer Wasserstoffatmosphäre, nachgesintert wird.

Linz, am 5. März 2008

Miba Sinter Austria GmbH
durch:



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : C22C 1/04 (2006.01); B22F 3/12 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: C22C 1/04I , B22F 3/12B6B		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): C22C , B22F		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC , WPI , X-FULL , IPDL		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 6. März 2008 eingereichten Ansprüchen 1 - 7 erstellt.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	JP 06-279916 A (Agency of Industrial Science & Technology) 4. Oktober 1994 (04.10.1994) (Computerunterstützte Übersetzung [online] [Abgerufen am 27.11.2008] Abgerufen von: http://www19.ipdl.inpit.go.jp/) <i>Zusammenfassung; Beschreibung, [0009] - [0012]; Anspruch 2</i> --	1 - 2
A	JP 2005-320582 A (Nissan Motor Co., Ltd.) 17. November 2005 (17.11.2005) (Computerunterstützte Übersetzung [online] [Abgerufen am 27.11.2008] Abgerufen von: http://www19.ipdl.inpit.go.jp/) <i>Zusammenfassung; Beschreibung, [0008] - [0012]; Ansprüche 1, 3</i> --	1 - 2, 4, 6
A	DE 19756608 A1 (Ford Global Technologies, Inc.) 6. August 1998 (06.08.1998) <i>Zusammenfassung; Beschreibung, Sp. 3, Z. 39 - 68, Sp. 4, Sp. 5, Z. 1 - 16; Ansprüche 1 - 2, 4, 7, 10 - 12, 14</i> --	1 - 2, 6 - 7
A	JP 05-263181 A (Mitsubishi Materials Corp.) 12. Oktober 1993 (12.10.1993) (Computerunterstützte Übersetzung [online] [Abgerufen am 27.11.2008] Abgerufen von: http://www19.ipdl.inpit.go.jp/) <i>Zusammenfassung; Beschreibung, [0005] - [0009]; Anspruch 1</i> --	1 - 2, 5
Datum der Beendigung der Recherche: 2. Dezember 2008		☒ Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): Dr. AIGNER
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	WO 2005/087418 A1 (Sanalloy Industry Co., Ltd.) 22. September 2005 (22.09.2005) <i>Zusammenfassung</i>	1 - 2, 6
A	-- US 4002471 A1 (Sarnes et al.) 11. Jänner 1977 (11.01.1977) <i>Zusammenfassung; Beschreibung, Sp. 2, Z. 11 - 68, Sp. 3, Z. 1 - 18; Ansprüche 1, 3</i> ----	1 - 2