

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 505 699 A1 2009-03-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 1371/2007**

(22) Anmeldetag: **03.09.2007**

(43) Veröffentlicht am: **15.03.2009**

(51) Int. Cl.⁸: **C22C 1/04** (2006.01),
C22C 38/18 (2006.01),
B22F 3/12 (2006.01)

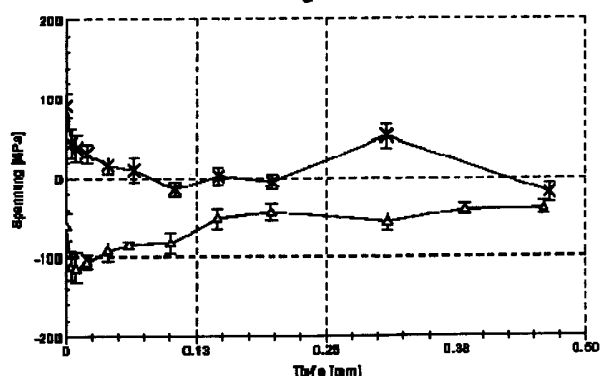
(73) Patentinhaber:

MIBA SINTER AUSTRIA GMBH
A-4663 LAAKIRCHEN (AT)

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES SINTERGEHÄRTETEN BAUTEILS

(57) Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zum Herstellen eines sintergehärteten Bauteils aus einem, insbesondere vorlegierten, chromhaltigen metallischen Pulver, umfassend die Schritte Verdichten des Pulvers zu einem Grünling und anschließendes Sintern des Grünlings in einer reduzierenden Sinteratmosphäre bei einer Sinter Temperatur die höher als 1100 °C ist. Der Sinteratmosphäre wird ein kohlenstoffhaltiges Gas zugesetzt.

Vergleich



AT 505 699 A1 2009-03-15

010001

Z u s a m m e n f a s s u n g

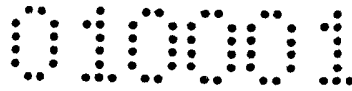
Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zum Herstellen eines sintergehärteten Bauteils aus einem, insbesondere vorlegierten, chromhaltigen metallischen Pulver, umfassend die Schritte Verdichten des Pulvers zu einem Grünling und anschließendes Sintern des Grünlings in einer reduzierenden Sinteratmosphäre bei einer Sintertemperatur die höher als 1100 °C ist. Der Sinteratmosphäre wird ein kohlenstoffhaltiges Gas zugesetzt.

(Fig. 1)



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines sintergehärteten Bauteils aus einem, insbesondere vorlegierten, chromhaltigen metallischen Pulver, umfassend die Schritte Verdichten des Pulvers zu einem Grünling und anschließendes Sintern des Grünlings in einer reduzierenden Sinteratmosphäre, bei einer Sintertemperatur die höher als 1.100 °C ist, sowie einen Bauteil zumindest teilweise bestehend aus einem chrom- und kohlenstoffhaltigen Sinterwerkstoff aus einem metallischen, gesinterten Pulver, wobei der Chromgehalt ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0,5 Gew.-% und einer oberen Grenze von 7 Gew.-% und der Kohlenstoffgehalt mindestens 0,1 Gew.-% beträgt.

Die Verwendung hochfest gesinterner Legierungen sowie Verfahren zu deren Herstellung für Bauteile im Kfz-Bereich ist schon seit Längerem bekannt. So beschreibt z.B. die EP 0 835 329 B ein Verfahren zur Herstellung eines Teils nach der pulvermetallurgischen Technologie, das Folgendes umfasst: Mischen von 0,8 bis 2,0 Masse-% Graphit und Schmiermittel mit einem vorlegierten Pulver auf Eisenbasis mit einem Gehalt von 0,5 bis 3,0 Masse-% Molybdän, wobei die Mischung kein elementares Eisen enthält, Pressen der hergestellten Mischung zum Formen in einer Einfachpressstufe, anschließend Hochtemperatursintern des gepressten Teils in einer reduzierenden Atmosphäre zur Gewinnung eines Sinterteils mit einer Dichte von mehr als 7,4 g/cm³, schnelles Abkühlen des Sinterteils aus der austenitischen Phase und Erwärmen des Teils auf nahezu die Temperatur A₁ zur raschen Sphäroidisierung der Karbide und zur Minimierung der Abscheidung derselben entlang der Korngrenzen. Durch das Zumischen des Graphit bereits zum Ausgangspulver für den Grünling enthält der nach diesem Verfahren hergestellte Bauteil über seinen gesamten Querschnitt einen zumindest annähernd gleich bleibenden Anteil an Kohlenstoff. Derartige hochkohlenstoffhaltige Stähle weisen eine hohe Härte auf, die dynamischen Kennwerte



dieser Werkstoffe können aber den Anforderungen an Hochleistungswerkstoffe, wie sie in jüngeren Motorengenerationen eingesetzt werden, nicht Folge leisten.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines sintergehärteten Bauteils, das einfacher durchzuführen ist, sowie einen damit hergestellten Bauteil selbst zur Verfügung zu stellen.

Gelöst wird diese Aufgabe durch das eingangs genannte Verfahren, bei dem der Sinteratmosphäre ein kohlenstoffhaltiges Gas zugesetzt wird, sowie durch ein Bauteil, bei dem zumindest im Bereich der Bauteiloberfläche ein Gradient für den Kohlenstoffgehalt ausgebildet ist. Von Vorteil ist dabei, dass es keines zusätzlichen Schrittes zur Einmischung eines Kohlenstoffträgers in das metallische Pulver bedarf, da die Erhöhung der Kohlenstoffkonzentration in dem Bauteil bzw. Grünling während des Sinterns selbst, gleichzeitig mit diesem durchgeführt werden kann. Es ist auf diese Weise auch möglich, den Gehalt an Kohlenstoff durch einfache Mengenregulierung bzw. Stromregulierung für das kohlenstoffhaltige Gas je nach Bedarf einzustellen, sodass die Vorbereitungsschritte zur Herstellung des Grünlings hiervon unbeeinflusst bleiben und im Prinzip je nach Bedarf unterschiedlich harte, pulvermetallurgische Bauteile hergestellt werden können. Es ist darüber hinaus von Vorteil, dass mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens auch Bauteile hergestellt werden können, die oberflächlich bzw. in oberflächennahen Bereichen einen höheren Anteil an Kohlenstoff enthalten, als dies in der gesamten Grundmasse des Bauteils der Fall ist. Selbstverständlich ist es hierbei möglich, bereits vorlegierte Metallpulver zu verwenden, die bereits einen bestimmten Anteil an Kohlenstoff enthalten, insbesondere chromhaltige Stahlpulver. Durch diese Abstufung des Kohlenstoffanteils im Bauteil selbst ist es möglich, dass dieser mit einer hohen Härte im Oberflächenbereich ausgestattet werden kann, wohingegen die Härte in den darunter liegenden Schichten geringer ist. Es können damit pulvermetallurgische Bauteile zur Verfügung gestellt werden, die hohe dynamische Kennwerte aufweisen, insbesondere Bauteile, die verbesserte Werte bezüglich der Biegewechselbeanspruchung aufweisen. Es können somit Bauteile hergestellt werden, die hinsichtlich ihrer Verschleißigenschaften entsprechend gut ausgestattet sind, andererseits aber auch Wechselbeanspruchungen besser Stand halten können.



Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass der Anteil des kohlenstoffhaltigen Gases an der Sinteratmosphäre ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 50 NI/h und einer oberen Grenze von 300 NI/h. Es hat sich innerhalb dieser Grenzen herausgestellt, dass die Aufkohlung von oberflächennahen Bereichen des Bauteils mit ausreichend hoher Geschwindigkeit erfolgt, sodass damit keine Prozessverlängerung an sich bzw. nur eine unwesentliche Prozessverlängerung die Folge ist. Die jeweilige auszuwählende Menge kann sich dabei unter anderem nach dem verwendeten Aufkohlungsgas, d.h. kohlenstoffhaltigen Gas richten, andererseits auch an den Querschnitt des Sinterofens selbst angepasst sein. Beispielsweise werden Mengenströme der reduzierenden Sinteratmosphäre zugesetzt, die zwischen 5 NI/h und ca. 25 NI/h für Propan und zwischen 50 NI/h bis 300 NI/h für Methan betragen. Insbesondere richtet sich die zuzusetzende Menge nach dem Anteil des Kohlenstoffs am Aufkohlungsgas selbst. Unterhalb von 5 NI/h ist normalerweise die Aufkohlung zu langsam bzw. nicht ausreichend. Oberhalb von 300 NI/h konnte keine weitere Verbesserung des Verfahrens beobachtet werden.

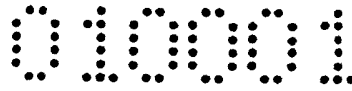
Die Angabe NI/h (Normliter/Stunde) ist auf einen Druck von 1 bar (abs.) und eine Temperatur von 20 °C bezogen.

Der Chromanteil des Sinterpulvers begünstigt dabei die Härbarkeit des Bauteils. Durch die Bildung von Cr – Karbiden erhält das Bauteil eine hohe Oberflächenhärte, welche auch den Widerstand gegen Verschleiß erhöht.

Als kohlenstoffhaltiges Gas, d.h. Aufkohlungsgas, wird bevorzugt ein Gas ausgewählt aus einer Gruppe umfassend Methan, Propan oder Acetylen verwendet. Insbesondere diese Gase haben den Vorteil eines hohen Kohlenstoffgehaltes bzw. einer einfachen Handhabbarkeit, wobei auch im Hinblick auf Acetylen aufgrund der reduzierenden Sinteratmosphäre während des Sinterns keine Probleme auftreten.

Es sei jedoch erwähnt, dass im Rahmen der Erfindung auch andere kohlenstoffhaltige Gase für diesen Zweck verwendet werden können, bevorzugt Gase, die keinen Sauerstoff enthalten bzw. keine oxidierenden Elemente enthalten.

Als reduzierende Sinteratmosphäre kann ein Gemisch aus Stickstoff und Wasserstoff verwendet werden, wie dies an sich bereits aus dem Stand der Technik bekannt ist, wobei aber



das Verhältnis von N_2 zu H_2 ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 80 : 20 und einer oberen Grenze von 95 : 5. Der hohe Stickstoffanteil begünstigt dabei die Ausbildung der reduzierenden Sinteratmosphäre.

Es ist weiters von Vorteil, wenn das Bauteil nach dem Sintern mit einer Abkühlrate von mindestens $2\text{ }^{\circ}\text{C/s}$ abgekühlt wird, wodurch durch diese rasche Abkühlung (Schnellabkühlung) Gefügestrukturen eingefroren werden können, sodass in dem Gefüge selbst ein Eigenspannungsprofil mit Druckspannungen an der Bauteiloberfläche aufgebaut werden kann.

Insbesondere bei der Verwendung von chromhaltigen Stahlpulvern bzw. Ferrolegierungen erweisen sich Abkühlraten vorteilhaft, die ausgewählt sind aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von $3\text{ }^{\circ}\text{C/s}$ und einer oberen Grenze von $10\text{ }^{\circ}\text{C/s}$. Mit diesen schnellen Abkühlraten innerhalb dieses Bereiches wird das eben genannte Eigenschaftsprofil der Bauteile noch verbessert. Insbesondere werden damit Bauteile mit sehr guten Biegewechselbeanspruchbarkeiten erzeugt.

Zur weiteren Verbesserung dieses Eigenschaftsprofils ist es im Rahmen der Erfindung möglich, Abkühlraten zu verwenden, die ausgewählt sind aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von $4\text{ }^{\circ}\text{C/s}$ und einer oberen Grenze von $8\text{ }^{\circ}\text{C/s}$ bzw. ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von $5\text{ }^{\circ}\text{C/s}$ und einer oberen Grenze von $7\text{ }^{\circ}\text{C/s}$.

Bevorzugt wird die Abkühlgeschwindigkeit der Schnellabkühlung so gewählt, dass das Gefüge des Bauteils zumindest annähernd über den gesamten Querschnitt martensitisch umgewandelt wird. Die martensitische Umwandlung hat den Vorteil, dass damit Bauteile mit hoher Härte zur Verfügung gestellt werden können.

Während der Abkühlungsphase wird bevorzugt der Atmosphäre kein Aufkohlungsgas zugesetzt, sondern wird diese Abkühlung unter Schutzgasatmosphäre durchgeführt, sodass die Herstellung definierter Zustände bzw. definierter Anteile an Kohlenstoff einfach durchgeführt werden kann. Als Schutzgas wird z.B. N_2 , NH_3 , Edelgase, etc., verwendet.

Zur weiteren Verbesserung des Eigenschaftsprofils, insbesondere zur Erhöhung des martensitischen Anteils, sofern die martensitische Umwandlung nicht vollständig während des Schnellabkühlens erfolgte, wird vorzugsweise der Bauteil nach dem Abkühlen angelassen,

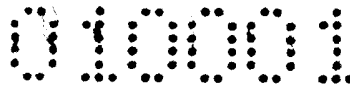


insbesondere bei einer Temperatur im Bereich zwischen 150 °C und 250 °C. Es können damit auch ungewünschte Spannungen, wie dies aus dem Anlassen von metallischen Bauteilen bereits bekannt ist, abgebaut werden. Zwar kann dabei die Härte sinken, allerdings kann die Zähigkeit des Bauteils verbessert werden, wobei der Härteabfall im oberflächennahen Bereich durch den erhöhten Anteil an Kohlenstoff in diesem Bereich zumindest ausgeglichen bzw. verbessert wird. Die so behandelten Bauteile weisen wegen ihrer entsprechenden Zähigkeit in einem Großteil des Bauteils entsprechend hohe dynamische Kennwerte auf, insbesondere eine verbesserte Biegewechselbeanspruchbarkeit.

Insbesondere kann das Anlassen zur Verbesserung dieser Eigenschaften bei Temperaturen zwischen 150 °C und 200 °C durchgeführt werden, wobei der martensitische Anteil zumindest teilweise in ϵ -Karbid (Fe_xC) und in so genannten kubischen Martensit umgewandelt wird, wenn der Kohlenstoffgehalt über 0,2 % beträgt.

Hierbei ist der Chromanteil von Vorteil, da durch den Chromanteil das Anlassen bei höheren Temperaturen erfolgen kann, insbesondere da die Umwandlung von Restaustenit in Karbide und Ferrit zu höheren Temperaturen verschoben wird. Es kann also damit das Anlassen rascher, d.h. in kürzerer Zeit durchgeführt werden, ohne Gefahr zu laufen, dass ferritische Anteile im Bauteil enthalten sind.

Es ist weiters möglich, dass das Verfahren so gestaltet wird, dass in dem Bauteil zumindest in oberflächennahen Bereichen ein Gradient für den Kohlenstoffgehalt ausgebildet wird. Dies kann einerseits dadurch erreicht werden, dass nach dem Aufkohlungsprozess während des Sinterhärtens in Folge der Schnellabkühlung dem Kohlenstoff nicht ausreichend Zeit zur Verfügung gestellt wird, um durch Diffusionsvorgänge einen Ausgleich des Kohlenstoffgehaltes zu ermöglichen. Andererseits kann dies durch gezielte Temperatursteuerung beispielsweise einer höheren Anfangstemperatur während des Sinterhärtens, wodurch die Aufkohlung in den oberflächennahen Bereichen sehr rasch und auch in Folge der Diffusion des Kohlenstoffes diese Aufkohlung in tiefere oberflächennahen Bereiche erfolgt, und dass danach die Temperatur abgesenkt wird, um gerade diese Diffusion und damit den Ausgleich der Kohlenstoffkonzentration zu behindern. Andererseits kann diese ebenfalls durch gezielte Mengenanteile bzw. gezielte Gasströme mit unterschiedlichen Anteilen an Aufkohlungsgasen in der reduzierenden Sinteratmosphäre durchgeführt werden. Die Ausbil-



derung eines Kohlenstoffgradienten ist wiederum im Hinblick auf Bauteile mit hohen dynamischen Kennwerten, insbesondere einer hohen Biegewechselbeanspruchbarkeit von Vorteil, da die höhere Härte im Wesentlichen auf oberflächennahe Bereiche beschränkt wird, wobei der Bauteil in seiner Tiefe eine höhere Zähigkeit aufgrund eines im Vergleich zu den oberflächennahen Bereichen verringerten Kohlenstoffgehaltes aufweist.

Die Schnellabkühlung kann einerseits bis zur Anlasstemperatur durchgeführt werden, andererseits ist es möglich, die Bauteile auf Raumtemperatur abzukühlen und anschließend wiederum auf Anlasstemperatur zu erwärmen.

Bevorzugt wird der Gradient für den Kohlenstoffgehalt ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0,3 Gew.-%/mm Schichtdicke und einer oberen Grenze von 1,5 Gew.-%/mm Schichtdicke des Bauteils. Zur weiteren Verbesserung des Eigenschaftsprofils des Bauteils ist es möglich, diesen Gradient an Kohlenstoffgehalt auszuwählen aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0,5 Gew.-%/mm Schichtdicke und einer oberen Grenze von 1 Gew.-%/mm Schichtdicke, insbesondere ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0,6 Gew.-%/mm Schichtdicke und einer oberen Grenze von 0,75 Gew.-%/mm Schichtdicke.

Bevorzugt wird der Gradient für den Kohlenstoffgehalt, ausgehend von der Bauteiloberfläche bis eine Bauteiltiefe von 0,8 mm ausgebildet, um damit diesen Bauteil im Inneren die bessere Zähigkeit zu verleihen. Insbesondere ist es möglich, dass der Gradient für den Kohlenstoffgehalt ausgehend von der Bauteiloberfläche bis eine Bauteiltiefe von 0,5 mm, vorzugsweise 0,3 mm bis 0,4 mm ausgebildet wird.

Der Kohlenstoffgradient kann dabei linear abfallend ausgebildet sein oder dem Verlauf einer Kurvenfunktion folgend, wie beispielsweise einem quadratischen Verlauf, einem logarithmischem Verlauf etc.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand des nachfolgenden Beispiels näher erläutert.

Es zeigt dazu in vereinfachter schematischer Darstellung:



Fig. 1 das Messergebnis der Eigenspannungsmessung eines erfindungsgemäßen Bauteils im Vergleich zu einem Bauteil aus dem Stand der Technik.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mit umfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereich beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1 oder 5,5 bis 10.

Für die Herstellung eines pulvermetallurgischen Bauteils wird z.B. ein vorlegiertes chromhaltiges Stahlpulver verwendet. Dieses kann – abgesehen von herstellungsbedingten Verunreinigungen der Elemente - folgende Zusammensetzung aufweisen:

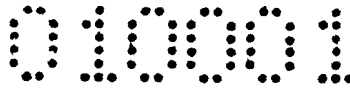
Cr	1 Gew.-% - 4 Gew.-%
C	0,2 Gew.-% - 0,7 Gew.-%
Cu	0,5 Gew.-% - 2,5 Gew.-%
Fe	Rest

Daneben können auch noch andere Legierungsbestandteile enthalten sein, wie z.B. Ni, Mo, Mn, Si, V, W oder Al in einem Gesamtanteil von maximal 10 Gew.-%, mit der Maßgabe, dass der Anteil keines Elementes 4,5 Gew.-% übersteigt.

Generell können nicht nur Stahlpulver sondern Pulver auf Basis von Ferrolegierungen oder chromhaltigen Masteralloys verwendet werden.

Für das Ausführungsbeispiel wurde ein Pulver verwendet, das bereits einen Grundkohlenstoffgehalt von ca. 0,3 Gew.-% hat, der zumindest annähernd gleich bleibend über den gesamten Querschnitt des Bauteils ist.

Dieses Pulver wurde in üblichen Pressmatrizen zu einem so genannten Grünling, wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist, verpresst. Beispielsweise ist unidirektionales Pressen oder aber auch isostatisches Pressen möglich. Ebenso sind bidirektionale Verfahren, also das Verpressen des Grünlings von oben und unten, durchführbar.



Es versteht sich von selbst, dass dem Pulver weitere Verarbeitungshilfsmittel, wie z.B. Gleitmittel, beispielsweise Zinnstearat oder dgl. zugefügt werden können, um damit eine bessere Entformbarkeit oder eine bessere Verpressbarkeit zur Erreichung höherer Sinterdichten zu ermöglichen.

Dieser Grünling wurde in der Folge auf eine Temperatur zwischen 1.120 °C und 1.300 °C in einem Bandsinterofen erhitzt.

Selbstverständlich ist es im Rahmen der Erfindung möglich, andere Sinteraggregate bzw. andere Sinteröfen, wie z.B. Hubbalkenöfen, zu verwenden.

Bandsinteröfen sind aus dem Stand der Technik bereits hinreichend bekannt und werden für eine kontinuierliche Herstellung von Sinterwerkstoffen verwendet.

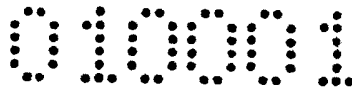
Durch das Anwenden einer höheren Sintertemperatur, also im Bereich von 1.300 °C wird einerseits durch erhöhte Diffusion eine homogenere Verteilung der Legierungselemente und andererseits eine bessere Versinterungsqualität erreicht, wodurch dichtere Bauteile hergestellt werden können.

Das Sinterhärten wurde dabei unter einer reduzierenden Atmosphäre, bestehend aus Stickstoff und Wasserstoff in einem Verhältnis von 85 : 15 durchgeführt. Dieser reduzierenden Atmosphäre wurde als Aufkohlungs gas Propan in einer Menge von 22 Nl/h zugesetzt, um damit in den oberflächennahen Bereichen die Aufkohlung während des Sinterns zu erhalten. Die Grünlinge wurden über eine Zeitspanne von 30 min gesintert und mit dem Band des Bandsinterofens anschließend in eine Schnellabkühlungszone überführt, wo sie mit einer Abkühlrate von 3 °C/s bis 5 °C/s mindestens auf, besser unter, die Anlass temperatur von 220 °C abgekühlt wurden. Hierzu verfügt der Bandsinterofen bevorzugt über eine eigene Anlasszone im Anschluss an die Schnellabkühlungszone.

In der Anlasszone wurden die gesinterten Bauteile für eine Zeitspanne von 20 min bis 30 min, abhängig von der Bauteilmasse, auf der Anlass temperatur gehalten.

Danach wurden diese Bauteile auf Raumtemperatur abgekühlt.

Es wurden damit Bauteile hergestellt, die ausschließlich ein martensitisches Gefüge aufweisen, mit einem gradierten Kohlenstoffverlauf im oberflächennahen Bereich bis zu einer



Bauteiltiefe von 0,4 mm. Der Kohlenstoffgehalt wurde dabei im oberflächennahen Bereich mit 0,5 bis 0,6 Gew.-% erhalten und dieser fällt nach der Tiefe von 0,3 bis 0,4 mm auf den Ausgangsgehalt von 0,3 Gew.-% entsprechend dem vorlegierten Stahlpulver ab.

Dieses Bauteil wurde in der Folge einer Eigenspannungsmessung unterzogen und mit einem Bauteil aus dem Stand der Technik ohne Kohlenstoffgradient verglichen. Das Ergebnis dieser Eigenspannungsmessung an ungekerbten Biegewechselproben ist aus Fig. 1 ersichtlich.

In dieser Fig. 1 zeigt der untere Kurvenverlauf die Eigenspannung über die Bauteiltiefe in mm im Vergleich zur Spannung in MPa. Es ist deutlich ersichtlich, dass der untere Kurvenverlauf des erfindungsgemäßen Bauteils ein besseres Eigenspannungsprofil aufweist, als dies der Bauteil aus dem Stand der Technik, entsprechend dem oberen Kurvenverlauf aufweist.

Ähnliche Ergebnisse haben Proben gezeigt, die 0,4 Gew.-% C (Sintertemperatur 1280 °C), 0,6 Gew.-% C und 2,0 Gew.-% Cu (Sintertemperatur 1280 °C) bzw. 0,7 Gew.-% C und 1,0 Gew.-% Cu (Sintertemperatur 1120 °C). Der Chromanteil kann dabei zwischen 1 Gew.-% und 5 Gew.-% betragen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können verschiedenste Sinterbauteile, insbesondere Sinterstahlbauteile, beispielsweise für Komponenten aus dem Kfz-Bereich, insbesondere Getriebebereich, wie beispielsweise Synchronringe, Synchronnaben etc. hergestellt werden. Die Bauteile können neben dem Sinterwerkstoff auch noch andere Werkstoffe umfassen, beispielsweise indem der Sinterwerkstoff auf einem metallischen Träger angeordnet ist.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt. Es sind also auch sämtliche denkbaren Ausführungsvarianten, die durch Kombinationen einzelner Details der darge-



- 10 -

stellten und beschriebenen Ausführungsvariante möglich sind, vom Schutzzumfang mit umfasst.

Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrunde liegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.



P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Herstellen eines sintergehärteten Bauteils aus einem, insbesondere vorlegierten, chromhaltigen metallischen Pulver, umfassend die Schritte Verdichten des Pulvers zu einem Grünling und anschließendes Sintern des Grünlings in einer reduzierenden Sinteratmosphäre bei einer Sintertemperatur die höher als 1100 °C ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Sinteratmosphäre ein kohlenstoffhaltiges Gas zugesetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil des kohlenstoffhaltigen Gases an der Sinteratmosphäre ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 50 Nl/h und einer oberen Grenze von 300 Nl/h.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als kohlenstoffhaltiges Gas zumindest ein Gas ausgewählt aus einer Gruppe umfassend Methan, Propan, Acetylen verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als reduzierende Sinteratmosphäre ein Gemisch aus Stickstoff und Wasserstoff verwendet wird mit einem Verhältnis von N_2/H_2 ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 80/20 und einer oberen Grenze von 95/5.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Bauteil nach dem Sintern mit einer Abkühlrate von mindestens 2 °C/s abgekühlt wird.



6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abkühlrate ausgewählt wird aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 3 °C/s und einer oberen Grenze von 10 °C/s.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Abkühlung das Gefüge des Bauteils zumindest annähernd über den gesamten Querschnitt martensitisch umgewandelt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Abkühlung unter Schutzgasatmosphäre durchgeführt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Abkühlen der Bauteil angelassen wird, insbesondere bei einer Temperatur im Bereich zwischen 150 °C und 250 °C.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Bauteil zumindest in oberflächennahen Bereichen ein Gradient für den Kohlenstoffgehalt ausgebildet wird.

11. Bauteil zumindest teilweise bestehend aus einem chrom- und kohlenstoffhaltigen Sinterwerkstoff aus einem metallischen, gesinterten Pulver, wobei der Chromgehalt ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0,5 Gew.-% und einer oberen Grenze von 7 Gew.-% und der Kohlenstoffgehalt zumindest 0,1 Gew.-% beträgt, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest im Bereich einer Bauteiloberfläche ein Gradient für den Kohlenstoffgehalt ausgebildet ist.

12. Bauteil nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Gradient für den Kohlenstoffgehalt ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0,3 Gew.-%/mm Schichtdicke und einer oberen Grenze von 1,5 Gew.-%/mm Schichtdicke.

010001

- 3 -

13. Bauteil nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Gradient für den Kohlenstoffgehalt ausgehend von der Bauteiloberfläche bis in eine Bauteiltiefe von 0,8 mm ausgebildet ist.
14. Bauteil nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass dieser ein martensitisches Gefüge aufweist.

Miba Sinter Austria GmbH

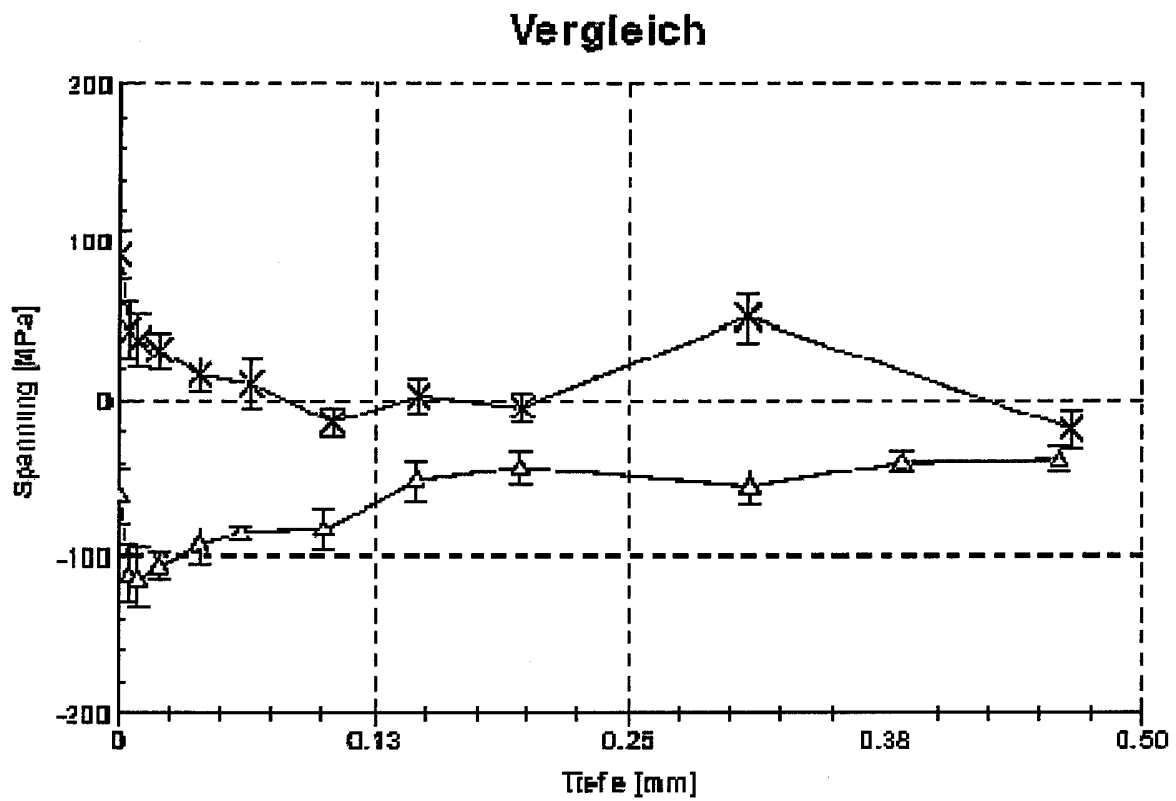
durch



Dr. Günter Secklehner

010001

Fig.1



(Neue) Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines sintergehärteten Bauteils aus einem, insbesondere vorlegierten, chromhaltigen metallischen Pulver, umfassend die Schritte Verdichten des Pulvers zu einem Grünling und anschließendes Sintern des Grünlings in einer reduzierenden Sinteratmosphäre bei einer Sintertemperatur die höher als 1100 °C ist wobei der Sinteratmosphäre ein kohlenstoffhaltiges Gas zur Aufkohlung des Bauteils zugesetzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Bauteil nach dem Sintern mit einer Abkühlrate von mindestens 2 °C/s auf mindestens eine Anlasstemperatur im Bereich zwischen 150°C und 250°C abgekühlt wird und danach der Bauteil bei der Anlasstemperatur angelassen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sinteratmosphäre ein Normvolumenstrom an kohlenstoffhaltigem Gas zugesetzt wird, der ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 50 NI/h und einer oberen Grenze von 300 NI/h.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abkühlrate ausgewählt wird aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 3 °C/s und einer oberen Grenze von 10°C/s.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Abkühlung unter Schutzgasatmosphäre durchgeführt wird.
5. Bauteil zumindest teilweise bestehend aus einem chrom- und kohlenstoffhaltigen Sinterwerkstoff aus einem metallischen, gesinterten Pulver, wobei der Kohlenstoffgehalt zumindest 0,1 Gew.-% beträgt und zumindest im Bereich einer Bauteiloberfläche ein Gradient für den Kohlenstoffgehalt ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Chromgehalt ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0,5 Gew.-% und einer oberen Grenze von 7 Gew.-% und der Bauteil zur Reduktion der Eigenspannung,

im Vergleich zu einem nicht angelassenen Bauteil der selben Zusammensetzung, bei einer Temperatur im Bereich zwischen 150°C und 250°C angelassen ist.

6. Bauteil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Gradient für den Kohlenstoffgehalt ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0,3 Gew.-%/mm Schichtdicke und einer oberen Grenze von 1,5 Gew.-%/mm Schichtdicke.

7. Bauteil nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Gradient für den Kohlenstoffgehalt ausgehend von der Bauteiloberfläche bis in eine Bauteiltiefe von 0,8 mm ausgebildet ist.

8. Bauteil nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass dieser ein martensitisches Gefüge aufweist.

Miba Sinter Austria GmbH

durch



Dr. Günter Secklehner

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : C22C 1/04 (2006.01); C22C 38/18 (2006.01); B22F 3/12 (2006.01)
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: C22C 1/04, C22C 38/18, B22F 3/12
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): C22C, B22F
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC, X-FULL, IPDL
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 3. September 2007 eingereichten Ansprüchen 1 - 14 erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	JP 55-044567 A (Sumitomo Electric Ind., Ltd.) 28. März 1980 (28.03.1980) (Computerunterstützte Übersetzung [online] [Abgerufen am 21.02.2008] Abgerufen von: http://www19.ipdl.ncipi.go.jp/) <i>Abstract (PAJ, WPI, EPODOC)</i>	1, 3 - 4, 8
A	<i>Abstract (PAJ, WPI, EPODOC)</i> --	5 - 6
X	JP 57-073156 A (Kawasaki Steel Corp.) 7. Mai 1982 (07.05.1982) (Computerunterstützte Übersetzung [online] [Abgerufen am 21.02.2008] Abgerufen von: http://www19.ipdl.ncipi.go.jp/) <i>Abstract (PAJ, WPI, EPODOC)</i>	1, 5 - 6, 8
A	JP 62-218501 A (Sumitomo Metal Ind., Ltd.) 25. September 1987 (25.09.1987) (Computerunterstützte Übersetzung [online] [Abgerufen am 21.02.2008] Abgerufen von: http://www19.ipdl.ncipi.go.jp/) <i>Abstract (PAJ, WPI, EPODOC)</i> --	1, 3 - 4
A	EP 0105138 A1 (Federal-Mogul Corporation) 11. April 1984 (11.04.1984) <i>Abstract; Beschreibung, S. 2, Z. 26 - 36, S. 3, Z. 1 - 17, 25 - 29, S. 4, Z. 7 - 18, S. 6, Z. 29 - 34, S. 10, Z. 25 - 32, S. 12, Z. 15 - 25, S. 14, Z. 34 - 36, S. 15, Z. 1 - 15; Fig. 2 - 3; Ansprüche 1, 4</i> --	1, 10 - 13

Datum der Beendigung der Recherche:
22. Februar 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	DE 2644918 A1 (Federal-Mogul Corporation) 6. April 1978 (06.04.1978) <i>Beschreibung, S.5, 5. Abs., S. 6, 1. Abs.; Tab. 1; Ansprüche 1, 5</i> -----	1, 10 - 11