

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 919 635 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

02.06.1999 Patentblatt 1999/22

(51) Int. Cl.⁶: **C22C 33/02**

(21) Anmeldenummer: **98121445.5**

(22) Anmeldetag: **11.11.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **27.11.1997 DE 19752505**

(71) Anmelder:

**BT MAGNET-TECHNOLOGIE GMBH
D-44601 Herne (DE)**

(72) Erfinder:

- **Moellersmann, Bernhard
45665 Recklinghausen (DE)**

• **Schneider, Rudolf**

58730 Froendenberg (DE)

• **Rudzinski-Lorenzen, Ralf**

59379 Selm-Bork (DE)

• **Matke, Ralf**

45739 Oer Erkenschwick (DE)

(74) Vertreter:

Voss, Klaus, Dipl.-Ing.

c/o Robert Bosch GmbH

Postfach 30 02 20

70442 Stuttgart (DE)

(54) Verfahren zum Herstellen eines Formteils aus Sinterstahlpulver

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines hochfesten und verschleißbeständigen Formteils mit geringer Maßstreuung aus niedriglegiertem Stahlpulver, bei dem das Stahlpulver mit Beimengungen formgepreßt, gesintert und das gesinterte Formteil einer Wärmenachbehandlung unterzogen wird. Der Sinterschwund und das Abmaß vom Nennmaß läßt sich für die Sinterteile dadurch wesentlich reduzieren, daß das mit Chrom, Molybdän, Vanadium legierte und mit Kohlenstoff gemischten Stahlpulver in einem Warmpreßvorgang zu Grünlingen oder Pulverpreßlingen bis zu einer gleichförmigen Ausgangsdichte von $\geq 7,2 \text{ g/cm}^3$ formgepreßt werden, daß die formgerechten Grünlinge oder Pulverpreßlinge zum Erreichen einer geschlossenen Porosität bei einer Temperatur von 1150°C bis 1300°C gesintert werden und daß die Sinterteile in einem abschließenden HIP-Vorgang auf Dichten $> 99 \%$ der theoretischen Dichte nachverdichtet werden.

EP 0 919 635 A2

Beschreibung

Stand der Technik

- 5 **[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines hochfesten und verschleißbeständigen Formteils mit geringer Maßstreuung aus niedriglegiertem Stahlpulver, bei dem das Stahlpulver mit Beimengungen formgepreßt, gesintert und das gesinterte Formteil einer Wärmenachbehandlung unterzogen wird.
- [0002]** Es ist ein Verfahren bekannt, bei dem ein Schnellstahlpulver für verschleißfeste Anwendungen verwendet wird. Die Legierungselemente sind hierbei in das Eisen einlegiert, bei der Qualität S 6-5-2 sind dies hauptsächlich die Elemente 4 Masse-% Cr, 5 Masse-% Mo, 6 Masse-% W und 2 Masse-% V. Bedingt durch diese Legierungstechnik liegt 10 hier eine schlechte Verpreßbarkeit des Stahlpulvers vor, die nur eine Ausgangsdichte (Gründichte) von ca. 6,4 g/cm³ bei Mpa zuläßt. Damit sind aber für die anzustrebende th. Dichte von > 99 % hohe Schwinungen (10 bis 12 %) in Kauf zu nehmen, was gleichbedeutend mit Verlust an Maßgenauigkeit verbunden ist.
- [0003]** Diese Verfahren erfordert einerseits teure Ausgangsstoffe und andererseits immer kostenintensive mechanische Arbeitsgänge.
- 15 **[0004]** Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren so zu gestalten, daß mit kostengünstigen Ausgangsmaterialien in einfachen Verfahrensschritten hochfeste Formteile hergestellt werden können, die eine hohe Dichte und eine höhere Maßgenauigkeit bei etwa vergleichbarer Verschleißfestigkeit aufweisen.
- [0005]** Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, daß das mit Chrom, Molybdän, Vanadium legiert und mit Kohlenstoff gemischte Stahlpulver in einem Warmpreßvorgang zu Grünlingen oder Pulverpreßlingen bis zu einer 20 gleichförmigen Ausgangsdichte von $\geq 7,2 \text{ g/cm}^3$ formgepreßt werden, daß die formgepreßten Grünlinge oder Pulverpreßlinge zum Erreichen einer geschlossenen Porosität bei einer Temperatur von 1150° C bis 1300° C gesintert werden und daß die Sinterteile in einem abschließenden heißisotropischen Preßvorgang (HIP-Vorgang) auf Dichten > 99 % der theoretischen Dichte nachverdichtet werden.
- 25 **[0006]** Das mit Chrom Cr und weiteren verschleißsteigernden Beimengungen wie Molybdän Mo, Vanadium V und Kohlenstoff C versehene niedriglegierte Stahlpulver kann in dem Warmpreßvorgang bereits zu einem Grünling mit einer höheren gleichförmigen Dichte von $\geq 7,2 \text{ g/cm}^3$ gebracht werden. Im anschließenden Sintervorgang wird eine geschlossene Porosität erreicht. In dem an dem Sintervorgang anschließenden HIP-Prozeß wird eine Nachverdichtung bis zu einer Dichte > 99% der theoretischen Dichte erzielt und der Sinterschwund wird wesentlich reduziert, was sich 30 in einer kleinen Maßabweichung des gesinterten und gehippten Formteils auswirkt.
- [0007]** Die für das Verfahren notwendigen Verfahrensschritte sind in der Werkstoffverarbeitung üblich und erfordern keine besonders aufwendigen Vorrichtungen zur Durchführung des Verfahrens, so daß die Formteile auch kostengünstig hergestellt werden können. Die hergestellten Formteile haben eine erhöhte Maßgenauigkeit, so daß auch der Weiterbearbeitungsaufwand zur Erreichung einer vorgegebenen Maßgenauigkeit stark reduziert werden kann.
- 35 **[0008]** Nach einer Ausgestaltung wird dem Stahlpulver (Fe) mindestens
- 0,5 bis 1,5 Masse-% Cr
0,2 bis 0,8 Masse-% MO
0,1 bis 0,3 Masse-% V
40 0,3 bis 0,6 Masse-% C
- beigemengt.
- [0009]** Die gewünschte erhöhte Ausgangsdichte der warmgepreßten Grünlinge wird dadurch erreicht, daß der Warmpreßvorgang bei einer Temperatur von 130° C bis 150° C und einem Preßdruck > 750 MPa durchgeführt wird.
- 45 **[0010]** Der Sintervorgang wird bis zum Erreichen einer geschlossenen Porosität durchgeführt und der abschließende HIP-Prozeß zur weiteren Erhöhung der Dichte auf > 99% der theoretischen Dichte umfaßt eine Wärme-Druckbehandlung in einer Atmosphäre mit inertem Gas (z.B. Argon) bei einer Temperatur von etwa 980°C und einem Druck von etwa 1500 bar.
- [0011]** Die gesinterten und gehippten Formteile können bei Bedarf mittels mechanischer Bearbeitung oder Kaltumformung auf eingengtere Maßtoleranz gebracht werden. Der Nachbearbeitungsaufwand ist dabei sehr gering, da das Abmaß der Formteile nach dem HIP-Vorgang nur noch einen Bruchteil von dem mit den eingangs erwähnten bekannten Verfahren erreichbaren Abmaß von dem geforderten Maß der Formteile beträgt.
- [0012]** Mit einer Wärmebehandlung kann eine abschließende Oberflächenhärtung vorgenommen werden, wenn eine Erhöhung der Verschleißfestigkeit oder Wechselfestigkeit an die Formteile gestellt wird. Dabei kann die Wärmebehandlung ein Vergüten, eine Einsatzhärtung oder ein Nitrieren umfassen.
- 55 **[0013]** Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.
- [0014]** Für Formteile wird eine Mischung aus folgenden Bestandteilen bereitgestellt:

1 Masse-% Cr
0,5 Masse-% Mo
0,2 Masse-% V
0,4 Masse-% C
Rest Fe.

[0015] Mit diesem Ausgangsmaterial werden bei 135° C mit einem Preßdruck von 750 MPa Grünlinge gepreßt, die danach eine gleichförmige Dichte von $> 7,2 \text{ g/cm}^3$ aufweisen.

[0016] Die warmgepreßten Grünlinge werden im Temperaturbereich von 1150° C bis 1300° C gesintert um eine geschlossene Porosität zu erhalten. Die geschlossene Porosität der Sinterteile ist für den nachfolgenden HIP-Vorgang eine zwingende Notwendigkeit.

[0017] Die gehippten Sinterteile haben einen kleinen Sinterschwund und ein geringeres Abmaß gegenüber dem geforderten Nennmaß, wie die nachstehende Tabelle im Vergleich mit einem nach dem Stand der Technik aus Schnellstahl hergestellten Formteil zeigt.

Werkstoffzusammensetzung	Sinterschwund in %	Erzielte th. Dichte in %	erreichbare Toleranzklasse	Abmaß bei Nennmaß 18-30 mm
Fe4Cr5Mo6W2V1C	10 bis 12	> 99	IT12	210 μm
Fe1Cr0,5Mo0,2V	< 1	> 99	IT10	84 μm

[0018] Der Sinterschwund läßt sich mit dem neuen Verfahren um eine Größenordnung verringern und das Abmaß vom Nennmaß beträgt bei einem Nennmaßbereich von 18 mm bis 30 mm nur noch etwa ein Drittel, was sich in erheblicher Reduzierung der Nachbearbeitung zum Erzielen der geforderten Nennmaß-Toleranz auswirkt. Die erreichbare Toleranzklasse IT10 liegt um zwei Stufen unter der Toleranzklasse IT12 bekannter Verfahren.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines hochfesten und verschleißbeständigen Formteils mit geringer Maßstreuung aus niedriglegiertem Stahlpulver, bei dem das Stahlpulver mit Beimengungen formgepreßt, gesintert und das gesinterte Formteil einer Wärmenachbehandlung unterzogen wird, dadurch gekennzeichnet,

daß das mit Chrom (Cr), Molybdän (Mo), Vanadium (V) legierte und mit Kohlenstoff (C) gemischte Stahlpulver (Fe) in einem Warmpreßvorgang zu Grünlingen oder Pulverpreßlingen bis zu einer gleichförmigen Ausgangsdichte von $\geq 7,2 \text{ g/cm}^3$ formgepreßt wird,

daß die formgepreßten Grünlinge oder Pulverpreßlinge zum Erreichen einer geschlossenen Porosität bei einer Temperatur von 1150° C bis 1300° C gesintert werden und daß die Sinterteile in einem abschließenden heißisotopischen Preßvorgang auf Dichten $> 99 \%$ der theoretischen Dichte nachverdichtet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß dem Stahlpulver (Fe) mindestens

0,5 bis 1,5 Masse-% Cr
0,2 bis 0,8 Masse-% Mo
0,1 bis 0,3 Masse-% V
0,3 bis 0,6 Masse-% C

beigemengt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

daß der Warmpreßvorgang bei einer Temperatur von 130° C bis 150° C und einem Preßdruck ≥ 750 MPa durchgeführt wird.

- 5 **4.** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,

daß der HIP-Vorgang in einer Atmosphäre mit inerten Gasen (z.B. Argon) durchgeführt wird.

- 10 **5.** Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,

daß der HIP-Vorgang bei einer Temperatur von etwa 980° C und einem Druck von 1500 bar etwa 1 Stunde lang durchgeführt wird.

- 15 **6.** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,

daß die gesinterten und gehippten Formteile mittels mechanischer Nachbearbeitung oder Kaltumformung auf eingengtere Toleranzen gebracht werden.

- 20 **7.** Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,

25 daß die auf die geforderten Toleranzen gebrachten Formteile mittels einer Wärmebehandlung, wie Vergüten, Einsatzhärten, Nitrieren mit oder ohne Aufkohlung, auf höhere Verschleißfestigkeit gebracht werden.

- 8.** Formteil hergestellt nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7.

30

35

40

45

50

55