

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 433 264 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **90890293.5**

(51) Int. Cl.⁵: **C22C 1/10**

(22) Anmeldetag: **05.11.90**

(30) Priorität: **16.11.89 AT 2617/89**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.06.91 Patentblatt 91/25

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: **BÖHLER Gesellschaft m.b.H.**
Mariazellerstrasse 25
A-8605 Kapfenberg(AT)

(72) Erfinder: **Hribernik, Bruno, Dipl. -Ing.**
Postwiese 15
A-8600 Bruck/Mur(AT)
Erfinder: **Hackl, Gerhard, Dipl.-Ing.**
Birkensiedlung 18
A-8605 Kapfenberg(AT)

(54) **Verfahren zur Herstellung von Vormaterial für Werkstücke mit hohem Anteil an Metallverbindungen.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Vormaterial für Werkstücke, vorzugsweise Werkzeuge, insbesondere aus Schnellarbeitsstahl, mit hohem Anteil an Metallverbindungen. Zur Erreichung einer guten Warmverformbarkeit bei hohem Anteil an Metallverbindungen des Materials und zur Verbesserung der Härtebarkeit der daraus gefertigten Werkstücke mit guten mechanischen Eigenschaften ist das Verfahren gekennzeichnet durch Zerlegung einer flüssigen Schmelze in Einzelpartikel und Bildung eines Metallsprühstromes, in welchen aus hochschmelzenden Metallverbindungen bestehendes und/oder diese enthaltendes Pulver eingeleitet und mit den Einzelpartikeln auf eine Unterlage aufgebracht und erstarren gelassen wird und der erhaltene Körper heißisostatisch gepreßt und/oder warmverformt wird.

EP 0 433 264 A2

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON VORMATERIAL FÜR WERKSTÜCKE MIT HOHEM ANTEIL AN METALLVERBINDUNGEN

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Vormaterial nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei den bekannten schmelzmetallurgischen Verfahren der genannten Gattung ist der in einer Matrix einlagerbare Anteil an Metallverbindungen, zum Beispiel Karbide, Nitride, Karbonitride und/oder Boride, auf Grund der Bildungsmechanismen vor und während der Erstarrung einer Schmelze begrenzt, weil die Eigenschaften des

Werkstoffes, insbesondere die Warmverformbarkeit und die Zähigkeit mit steigendem Anteil an Metallverbindungen stark verschlechtert werden. Eine einen bestimmten Wert überschreitende Konzentration von obige Verbindungen bildenden Elementen, insbesondere solchen der IV., V. und VI. Gruppe des Periodensystems, führt bei Vorhandensein von Kohlenstoff und/oder Stickstoff und/oder Bor in der Schmelze zu primären Ausscheidungen. Diese Ausscheidungen können als Erstausscheidungen aus der homogenen Schmelze und/oder als interdendritische Ausscheidungen aus der Restschmelze entstehen und sind auf Grund eines weitgehend ungehinderten Wachstums grob und/oder strukturiert ausgebildet. Beispielsweise können sich aus einer einen Kohlenstoffgehalt von 1 Gew.-% aufweisenden Schmelze bei einer Niobkonzentration von größer als ca. 2,5 Gew.-% primäre grobe Niobkarbide mit einem Durchmesser von größer als 50 µm ausscheiden.

Grobe und entsprechend der interdendritischen Resterstarrung strukturiert ausgeschiedene Verbindungen verschlechtern entscheidend die Warmverformbarkeit des Materials und die mechanischen Eigenschaften von daraus hergestellten Werkstücken, insbesondere von Werkzeugen und Werkzeugteilen, sodaß erhebliche Schwierigkeiten bei der Warmumformung und Härtung sowie hohe Bruchgefahr bei der Verwendung gegeben sind.

Um in eine Matrix höhere Anteile von Metallverbindungen bei Verminderung der nachteiligen Wirkung einbringen zu können, wurden pulvermetallurgische Herstellverfahren vorgeschlagen. Mit derartigen Verfahren gelingt es zwar, die Anisotropie im Werkstück zu vermeiden und die Korngröße der Metallverbindungen wesentlich zu verkleinern, der Anteil an Metallverbindungen in der Matrix ist jedoch aus Gründen der Ausscheidungskinetik begrenzt. Werden nämlich höhere Konzentrationen von Metallverbindungen bildenden Elementen einer Schmelze zulegiert, so entstehen in dieser Erstausscheidungen, die auf Grund ihres freien Wachstums sehr grob dendritisch und/oder scharfkantig ausgebildet sind. Wird nun eine derartige Schmel-

ze z.B. verdüst, so enthält auch das Pulver diese erstausgeschiedenen grobkörnigen Verbindungen, welche auch mit ihren, die Güte des Materials verschlechternden Wirkungen den aus einem derartigen Pulver hergestellten Werkstoff kennzeichnen.

Ausgehend von diesem Stand der Technik lag der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Vormaterial der eingangs genannten Art zu schaffen, das gut warmverformbar ist, einen hohen Anteil an Metallverbindungen mit kleinem Korndurchmesser aufweist, leicht gehärtet werden kann und die daraus gefertigten Werkstücke gute mechanischen Eigenschaften, insbesondere hohe Zähigkeit, besitzen.

Diese Aufgabe ist gemäß der Erfindung durch die im Patentanspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Es war durchaus überraschend, daß es gelingt, hochschmelzende Metallverbindungen, die in den Sprühstrom eingeleitet werden, mit den flüssigen Partikeln auf eine Unterlage aufzubringen, und daß nach dem Erstarren und heißisostatischen Pressen und/oder Verformen ein Vormaterial für die Werkstücke hergestellt werden kann, welches trotz hohen Anteils an Metallverbindungen gute mechanische Eigenschaften, insbesondere hohe Zähigkeit, aufweist. Dabei ist die Korngröße der erstarrten Matrix weitgehend unwesentlich, wenn die Konzentration von Metallverbindungen bildenden Elementen in der Schmelze niedrig ist und somit keine groben Ausscheidungen bei der Erstarrung gebildet werden. Der Fachmann mußte erwarten, daß schon beim Einleiten des hochschmelzenden Pulvers in den Metallsprühstrom und beim Transport in Richtung zur Unterlage Schwierigkeiten entstehen, weil zumeist die Oberfläche des Metallverbindungen enthaltenden oder aus diesen gebildeten Pulverkornes schlecht benetzbar ist. Weiters mußte der Fachmann annehmen, daß auch auf Grund eines Unterschiedes im spezifischen Gewicht zwischen Schmelze und Pulver eine Schwerkraftseigerung entsteht, welche zu einer extremen Inhomogenität des auf der Unterlage erstarrten Körpers führt. Bei Überwindung dieses Vorurteils wurde gefunden, daß nach dem erfindungsgemäßen Verfahrens auch im aus mehreren Schichten aufgebauten Körper eine weitgehend homogene Verteilung von großen Anteilen von hochschmelzenden Metallverbindungen mit geringem Korndurchmesser erreicht werden kann, wobei die Korngröße der Matrix des auf die Unterlage aufgetragenen Körpers keinen wesentlichen Einfluß auf die Zähigkeit des hergestellten Werkstückes besitzt.

Anhand eines Beispiels soll das erfindungsge-

mäße Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Gegenstandes näher erläutert werden.

Eine Schmelze mit einer Zusammensetzung von in Gew.-%

C = 0,89

Si = 0,25

Mn = 0,26

Cr = 4,10

Mo = 4,90

V = 1,84

W = 6,20

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen wurde nach dem Austreten aus einem Schmelzenbehälter mit Stickstoff in flüssige Einzelpartikel zerlegt und ein Metallsprühstrom gebildet. In diesen Metallsprühstrom wurde ein Pulver mit einer Korngröße von 14 bis 28 µm und mit einer Zusammensetzung von in Gew.-%

C = 8,5

Si = 1,8

Al = 0,4

Nb = 61

Fe = 28

Rest herstellungsbedingte Verunreinigungen einge-
leitet, mit den flüssigen Einzelpartikeln in mehreren
Schichten auf eine Unterlage aufgebracht und er-
starren gelassen. Das Verhältnis des Gewichtes
von flüssigen Einzelpartikeln zu Pulver betrug etwa
1 : 0,4. Der auf der Unterlage durch Relativbewe-
gung des Pulver/Metallsprühstromes erhaltene Kör-
per wies eine Gesamtdicke von 110 mm auf und
wurde mit einer 8,5-fachen Verformung durch
Schmieden zu einem Vormaterial für Werkzeuge
warmverformt. Ein aus dem Vormaterial gefertigtes
Werkzeug zur spanabhebenden Bearbeitung von
Gußstücken wies nach der Wärmebehandlung ei-
nen Anteil von 31 Vol.-% Niobkarbid auf, wobei die
maximale Karbidkorngröße 12 µm betrug. Die Kör-
ner aus Niobkarbid (NbC) mit einem Schmelzpunkt
von ca. 3600 °C waren in der Schnellstahlmatrix
weitgehend homogen verteilt. Als Werkstoffwerte
wurden am Werkzeug eine Härte von 65 HRC und
eine Biegebruchfestigkeit von 3600 MPa ermittelt,
die Standzeit im praktischen Einsatz war im Ver-
gleich mit einem gleichartigen Werkzeug aus ei-
nem Stahl DIN Werkstoff Nr. 1.3343 3,6-mal so
hoch.

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Vormaterial für
Werkstücke, vorzugsweise Werkzeuge, insbeson-
dere aus Schnellarbeitsstahl mit hohem Anteil an
Metallverbindungen, dadurch gekennzeichnet, daß
eine flüssige Schmelze unmittelbar nach dem Aus-
treten aus einer Öffnung in einem Schmelzenbehäl-
ter, auf an sich bekannte Weise, durch beispiels-
weise einen oder mehrere Gasstrom(ströme) in

Einzelpartikel zerlegt und mit diesen Einzelpartikeln
ein Metallsprühstrom gebildet wird, wobei in den
Metallsprühstrom ein oder mehrere, aus
Metallverbindung(en), welche einen höheren
Schmelzpunkt als die Schmelze aufweist,
bestehendes(e), oder derartige Metallverbindung-
(en) enthaltendes(e) Pulver eingeleitet und die Pul-
verkörner von den flüssigen Partikeln in Richtung
des Metallsprühstromes transportiert werden und
die flüssigen Partikel mit den Pulverkörnern auf
eine Unterlage, gegebenenfalls in mehreren
Schichten, aufgebracht und unter Bildung eines
hochschmelzende Verbindungen enthaltenden Kör-
pers erstarren gelassen werden und dieser Körper
heißisostatisch gepreßt und/oder warmverformt
wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, daß durch den (die) Gasstrom(ströme)
flüssige Partikel mit einem Durchmesser von 5 bis
250 µm, insbesondere von höchstens 80 µm, ge-
bildet werden und daß in den Metallsprühstrom
zumindest ein aus einer hochschmelzenden Metall-
verbindung bestehendes und/oder mindestens eine
derartige Verbindung enthaltendes Pulver mit ei-
nem Korndurchmesser von 5 bis 50 µm, vorzugs-
weise von 10 bis 30 µm, insbesondere von 15 bis
30 µm, eingeleitet wird (werden).

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder, 2, dadurch
gekennzeichnet, daß ein karbidhaltiges und/oder ni-
tridhaltiges und/oder boridhaltiges und/oder Karbid-
und/oder Nitrid- und/oder Borid-Pulver in den Me-
tallsprühstrom eingeleitet wird (werden).

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis
3, dadurch gekennzeichnet, daß das (die) Pulver
Karbid und/oder Nitride der Elemente der IV., V.
oder VI. Gruppe des Periodensystems enthält
(enthalten) oder daraus gebildet ist (sind).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß in den Metallsprüh-
strom ein Pulver eingeleitet wird, welches im we-
sentlichen die Elemente Niob, Eisen und Kohlen-
stoff, herstellungsbedingte Verunreinigungen als
Rest enthält und vorzugsweise eine Konzentration
in Gew.-% von

Nb = 50 bis 70

Fe = 20 bis 40

C = 8 bis 15

aufweist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelze bzw.
die flüssigen Partikel aus einer Legierung einer
Zusammensetzung in Gew.-% von

C = 0,8 bis 3,0

Cr = 3,5 bis 14

Mn = 0,15 bis 4,0

Ni = max. 4,0

W = bis 22,0

Mo = bis 12,0

(W+2Mo) = 1,0 bis 24,0

V = 0,4 bis 6,0

Nb = max. 3,0

Co = bis 14,0

Rest Eisen und erschmelzungsbedingten Verunreinigungen gebildet wird(werden). 5

7. Gegenstand hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß dessen Anteil an Metallverbindung(en) größer als 15 Vol.-%, vorzugsweise größer als 20 Vol.-%, insbesondere größer als 30 Vol.-%, und der Korndurchmesser dieser Verbindungen wie Karbide und/oder Nitride und/oder Boride kleiner als 30/ μ m ist. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55