

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **90102922.3**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **C23C 8/70**

22 Anmeldetag: **15.02.90**

30 Priorität: **14.03.89 DE 3908200**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**19.09.90 Patentblatt 90/38**

64 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

71 Anmelder: **Degussa Aktiengesellschaft**  
**Weissfrauenstrasse 9**  
**D-6000 Frankfurt am Main 1(DE)**

72 Erfinder: **Karojet, Peter, Dipl.-Ing.**  
**Hauffstrasse 6**  
**D-7448 Wolfschlugen(DE)**  
Erfinder: **Kunst, Helmut, Dr. Chem.**  
**Nordring 42**  
**D-6458 Rodenbach I(DE)**

54 **Verfahren zum Borieren von Eisenteilen.**

57 Um gleichmäßige und einheitliche Schichten aus Fe<sub>2</sub>B auf Teilen aus Eisenwerkstoffen zu bekommen, werden die Teile mit dem Borierungsmittel zuerst nur auf 550 bis 600° C erhitzt, dann abgewartet, bis ein Temperaturausgleich innerhalb der Charge erfolgt ist, und abschließend möglichst rasch auf die Boriertemperaturen von 850° C und höher hochgeheizt.

**EP 0 387 536 A1**

## Verfahren zum Borieren von Eisenteilen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Borieren von Teilen aus Eisenwerkstoffen durch Bedecken der zu borierenden Oberflächen mit einem Pulver, einem Granulat oder einer Paste eines Borierungsmittels und Erhitzen der Charge unter Schutzgas auf Temperaturen von 850° C und höher in einem Durchlaufofen.

Das Borieren zum Verschleißschutz von Teilen aus Eisen und Stahl ist ein schon lange bekanntes Verfahren. Durch Eindiffusion des Elementes Bor in die Oberfläche des behandelten Werkstückes und Reaktion mit dem Grundwerkstoff entstehen dichte, gleichmäßige Schichten des jeweiligen Borides, auf Eisen z.B. die Boride FeB und Fe<sub>2</sub>B. Die Boride besitzen gegenüber den reinen Metallen erheblich veränderte Eigenschaften, insbesondere sind die meisten Boride sehr hart, korrosionsbeständig und damit überaus verschleißfest. Durch Diffusion sind die Boridschichten mit dem Grundwerkstoff fest verbunden.

Die Borierungstemperaturen liegen bei Eisenwerkstoffen normalerweise zwischen 850 und 950° C, die üblichen Schichtdicken bei 30 bis 150 µm. Da die beiden Boride Fe<sub>2</sub>B und FeB unterschiedliche Eigenschaften besitzen und mehrphasige Schichten meist schlechtere Eigenschaften aufweisen als monophasige, ist man bemüht, beim Borieren monophasige Schichten zu erzeugen.

In der Praxis wird fast ausschließlich das Borieren in festen Boriermitteln angewendet. Dabei werden die zu behandelnden Teile in eiserne Kästen in ein borabgebendes Pulver, meist Mischungen aus Borcarbid, Aluminiumoxid, Siliziumoxid und dgl., mit aktivierenden Zusätzen, wie Ammoniumfluorid oder Kaliumborfluorid, eingepackt (z. B. DE-PS 1 796.216). Die Kästen werden dicht verschlossen und eine zeitlang geglüht, wobei in direkten Festkörper-Feststoff-Reaktionen oder durch Transport des Bors über die Gasphase die erwünschten Boridschichten gebildet werden.

Bekannt ist auch das Borieren mit einer Paste, wobei das Boriermittel in Pastenform auf die Teile aufgebracht wird. Ein solches Verfahren ist beispielsweise in der DE-PS 26 33 137 beschrieben. Das Pastenborieren erfolgt unter Schutzgas vorzugsweise in einem Durchlaufofen, wobei die Teile Temperaturen bis 900° C ausgesetzt werden.

Die bekannten Borierv Verfahren haben den Nachteil, daß es verfahrenstechnisch sehr schwierig ist, mit ihnen monophasige Eisenboridschichten zu erhalten.

Es war daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Borieren von Teilen aus Eisenwerkstoffen zu entwickeln, durch Bedecken der zu borierenden Oberflächen mit einem Pulver, einem Granulat oder einer Paste eines Borierungsmittels und Erhitzen der Charge unter Schutzgas auf Temperaturen von 850° C und höher in einem Durchlaufofen, bei dem die Teile mit einer gleichmäßig dicken monophasigen Schicht aus Eisenborid (Fe<sub>2</sub>B) bedeckt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Teile zuerst nur auf eine Temperatur von 550 bis 600° C aufgeheizt werden, dann ohne weitere Temperaturerhöhung ein Temperatenausgleich innerhalb der Charge abgewartet wird und anschließend möglichst schnell auf die Boriertemperatur von 850° C und höher erhitzt wird.

Vorzugsweise wird die Charge 8 bis 20 Minuten bei einer Temperatur von 550 bis 600° C gehalten und das anschließende Aufheizen der Charge auf die Boriertemperatur von 850° C und höher erfolgt vorteilhafterweise in einem Zeitraum von höchstens 15 Minuten.

Eine Fe<sub>2</sub>B-Schicht mit nur sehr geringen Beimengungen an FeB kann man erreichen, wenn der Temperaturbereich zwischen 600 und 850° C möglichst rasch durchschritten wird. Dabei muß man aber darauf achten, daß die Temperaturdifferenzen innerhalb der Charge möglichst gering sind. Es ist daher wichtig, die Chargen gleichmäßig von allen Seiten zu beheizen und vor dem Überschreiten einer Temperatur von 600° C einen Temperatenausgleich innerhalb der Charge stattfinden zu lassen. Dieser Temperatenausgleich kann beispielsweise mittels einer Temperaturmeßeinrichtung innerhalb der Charge kontrolliert werden. Die anschließende Aufheizgeschwindigkeit ist von dem zur Verfügung stehenden Ofen abhängig, sollte jedoch möglichst groß sein.

Mit diesem Verfahren erhält man sehr gleichmäßige monophasige Fe<sub>2</sub>B-Schichten, die sehr gute Verschleißigenschaften zeigen. Folgende Beispiele sollen das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutern:

### 50 Beispiel 1

Blechteile (Messer für landwirtschaftliche Geräte) aus dem Stahl C 45 wurden in Kästen aus hitzebeständigem Material in ein Boriermittel eingepackt, das aus Borcarbid, Siliciumcarbid und Kaliumborfluorid bestand. Die mit dem Boriermittel und den darin befindlichen Teilen gefüllten und mit einem Deckel

verschlossenen Kästen wurden auf das Transportband eines Durchlaufofens gesetzt und folgendermaßen erwärmt: Von Raumtemperatur auf 580° C innerhalb von 30 Minuten. Halten bei dieser Temperatur bis zum Temperaturausgleich im Kasteninneren (9 Minuten) Erwärmen auf 880° C innerhalb von 8 Minuten, Halten oberhalb dieser Temperatur 32 Minuten, dann Abkühlung auf Raumtemperatur innerhalb von 68 Minuten. Im Durchlaufofen wurde als Schutzgas ein Gemisch von Stickstoff und Wasserstoff verwendet. Die auf die beschriebene Weise erzielte Schicht hatte eine Dicke von im Mittel 33 µm mit Streuungen von ±3 µm. Die Schicht wies lediglich an den Kanten einzelne FeB-Zähne auf und war ansonsten FeB-frei.

10 Beispiel

Werkzeuge zum Lochen von Stahlblech, gefertigt aus dem Stahl X 210CrW 12, Länge 220 mm, Durchmesser 16 mm, wurden bis zur Hälfte der Länge mit einer Borierpaste eingestrichen, die aus Borcarbid, Siliciumcarbid, Kaliumborfluorid, hochdispenser Kieselsäure und Wasser bestand. Ohne einen Trocknungsvorgang wurden die eingestrichenen Werkzeuge auf das Transportband eines Durchlaufofens gelegt. Behandlungsbedingungen:

Erwärmung Raumtemperatur auf 595° C:	35 Minuten
Haltezeit bei dieser Temperatur:	11 Minuten
Erwärmen auf 920° C:	6 Minuten
Haltezeit bei dieser Temperatur:	40 Minuten
Abkühlen auf Raumtemperatur:	76 Minuten
Schutzgas: Stickstoff + Wasserstoff	

Resultat: Schichtdicke 10 µm, Streuung ±1 µm  
 Schichtzusammensetzung: FeB und Fe<sub>2</sub>B  
 ca. 50:50 (bedingt durch die Stahlzusammensetzung) , nur schwach mit dem Grundmaterial verzahnt. Dieses Resultat entspricht hinsichtlich der Schichtzusammensetzung den Erwartungen, die Gleichmäßigkeit ist mit den bisher bekannten Verfahren nicht zu erreichen.

35 Beispiel 3

Schraubenräder aus dem Stahl 42 CrMo4 wurden wie bei Beispiel 1 in einem Kasten in das Boriermaterial eingepackt und die Kästen auf das Transportband des Durchlaufofens gesetzt. Behandlungsbedingungen:

Erwärmung Raumtemperatur auf 580° C:	43 Minuten
Halten bei dieser Temperatur:	12 Minuten
Erwärmung von 580 auf 900° C:	14 Minuten
Halten bei dieser Temperatur:	38 Minuten
Abkühlen auf Raumtemperatur:	85 Minuten
Schutzgas. Stickstoff + Wasserstoff	

Resultate: Schichtdicke an Zahngrund, Zahnflanke und Zahnkopf im Mittel 32 µm, Streuungen ± 2 µm, die Schichten waren völlig frei von FeB.

55 **Ansprüche**

1. Verfahren zum Borieren von Teilen aus Eisenwerkstoffen durch Bedecken der zu borierenden Oberflächen mit einem Pulver, einem Granulat oder einer Paste eines Borierungsmittels und Erhitzen der Charge unter Schutzgas auf Temperaturen von 850° C höher in einem Durchlaufofen,

## EP 0 387 536 A1

dadurch gekennzeichnet,  
daß die Teile zuerst nur auf eine Temperatur von 550 bis 600° C aufgeheizt werden, dann ohne weitere  
Temperaturerhöhung ein Temperatúrausgleich innerhalb der Charge abgewartet wird und anschließend  
möglichst schnell auf die Boriertemperatur erhitzt wird.

5 2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,  
daß die Charge 8 bis 20 Minuten bei einer Temperatur von 550 bis 600° C gehalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,  
10 daß das Aufheizen der Charge von 600 auf 850° C in einem Zeitraum von höchstens 15 Minuten erfolgt.

15

20

25

30

35

40

45

50

55



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED, Woche K08, 6. April 1983, Derwent Publications Ltd, London, GB; & SU-A-962 487 (ROST AGRIC. ENG. INST.) 16-04-1982 ---		C 23 C 8/70
A	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED, Woche 8609, 17. März 1986, Derwent Publications Ltd, London, GB; & SU-A-618 190 (PERM OIL IND. RES. DE) 07-08-1985 ---		
A	CHEMICAL ABSTRACTS, Band 101, Nr. 24, Dezember 1984, Seite 199, Zusammenfassung Nr. 214618k, Columbus, Ohio, US; L.A. SHCHEGLOVITOV et al.: "Boronizing of stamping die inserts", & TEKHNOL. ORGAN. PROIZVOD. 1984, (3), 30-1 -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			C 23 C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 13-06-1990	Prüfer ELSEN D.B.A.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			