



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
30.06.93 Patentblatt 93/26

⑤① Int. Cl.⁵ : **C23C 8/70**

②① Anmeldenummer : **90102922.3**

②② Anmeldetag : **15.02.90**

⑤④ **Verfahren zum Borieren von Eisenteilen.**

③⑩ Priorität : **14.03.89 DE 3908200**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
19.09.90 Patentblatt 90/38

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
30.06.93 Patentblatt 93/26

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
DE-A- 1 796 212
DE-A- 2 633 137
SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED, Woche
K08, 06 April 1983, Derwent Publications Ltd,
London, GB; & SU-A-962 487

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED, Woche
8609, 17 März 1986, Derwent Publications Ltd,
London, GB; & SU-A-618 190
CHEMICAL ABSTRACTS, Band 101, Nr. 24,
Dezember 1984, Seite 199, Zusammenfassung
Nr. 214 618k, Columbus, Ohio, US; L.A.SHCHE-
GLOVITOV et al.: "Boronizing of stamping die
inserts"

⑦③ Patentinhaber : **Degussa Aktiengesellschaft**
Weissfrauenstrasse 9
W-6000 Frankfurt am Main 1 (DE)

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

EP 0 387 536 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

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 Fe₂B. 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 Fe₂B und FeB unterschiedliche Eigenschaften besitzen und mehrphasige Schichten meist schlechtere Eigenschaften aufweisen als monphasige, ist man bemüht, beim Borieren monphasige 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-A-1 796 212). 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-A-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 monphasige 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 monphasigen Schicht aus Eisenborid (Fe₂B) 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 Temperaturnausgleich 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 Fe₂B-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 Temperaturnausgleich innerhalb der Charge stattfinden zu lassen. Dieser Temperaturnausgleich 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 monphasige Fe₂B-Schichten, die sehr gute Verschleißigenschaften zeigen. Folgende Beispiele sollen das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutern:

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 Temperaturnausgleich 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 $\pm 3 \mu\text{m}$. Die Schicht wies lediglich an den Kanten einzelne FeB-Zähne auf und war ansonsten FeB-frei.

5 **Beispiel 2**

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:

10

Erwärmung von 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	

15

20

Resultate: Schichtdicke an Zahngrund, Zahnflanke und Zahnkopf im Mittel 32 μm , Streuungen $\pm 2 \mu\text{m}$, die Schichten waren völlig frei von FeB.

25 **Patentansprüche**

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 Borier-Temperaturen von 850° C und höher in einem Durchlaufofen, 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.
- 30 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Charge 8 bis 20 Minuten bei einer Temperatur von 550 bis 600° C gehalten wird.
- 35 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufheizen der Charge von 600 auf 850° C in einem Zeitraum von höchstens 15 Minuten erfolgt.

35

40

Claims

45

50

55

1. A process for treating parts of iron work pieces with boron by covering the surfaces to be borided with a powder, a granulate or a paste of a boriding agent and heating the batch under protective gas to boriding temperatures of 850°C and higher in a continuous heating furnace, characterised in that the parts are initially heated only to a temperature of from 550 to 600°C and the batch is then left without further increase of temperature until equalization of temperature has taken place within the batch and it is then heated as rapidly as possible to the boriding temperature.
2. A process according to Claim 1, characterised in that the batch is maintained at a temperature of from 550 to 600°C for 8 to 20 minutes.
3. A process according to Claim 1 or Claim 2, characterised in that heating of the batch from 600°C to 850°C takes place within a period of at most 15 minutes.

Revendications

- 5
1. Procédé de boruration de pièces en matériau ferreux par revêtement des surfaces à borurer avec une poudre, un granulé ou une pâte d'un agent de boruration et chauffage de la charge sous gaz protecteur à des températures de boruration de 850°C et plus dans un four continu, caractérisé en ce qu'on chauffe d'abord les pièces seulement à une température de 550 à 600°C, puis sans élévation supplémentaire de température on attend un équilibre de température dans la charge et ensuite on porte la température le plus vite possible à la température de boruration.
- 10
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on maintient la charge entre 8 et 20 minutes à une température comprise entre 550 et 600°C.
- 15
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'échauffement de la charge de 600 à 850°C se fait dans un intervalle de temps de 15 minutes au plus.

15

20

25

30

35

40

45

50

55