



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

(11) DD 291 674 A7

5(51) C 25 D 15/00
C 23 F 17/00
C 25 D 5/50

DEUTSCHES PATENTAMT

(21)	DD C 25 D / 296 111 0	(22)	10.11.86	(45)	11.07.91
(71)	Technische Universität Dresden, Mommsenstraße 13, O - 8027 Dresden, DE				
(72)	Gittel, Hans-Jürgen, Dipl.-Ing.; Riehle, Manfred, Prof. Dr. sc. techn.; Pursche, Günter, Prof. Dr.-Ing. habil.; Steinhäuser, Siegfried, Dr.-Ing., DE				
(73)	Technische Universität Dresden, O - 8027 Dresden; Technische Universität Karl-Marx-Stadt, O - 9010 Chemnitz, DE				
(54)	Verfahren zum Schichtauftrag auf metallischen Werkstoffen durch elektrolytische Abscheidung				

(55) Schichtauftrag; Dispersionsschicht; elektrolytische Abscheidung; Eisenelektrolyt; Wärmebehandlung; Regenerierung; Verschleißbeständigkeit; Borcarbid; Durchdringungsgefüge; Hartstoffphase
(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schichtauftrag auf metallischen Werkstoffen durch elektrolytische Abscheidung aus einem Eisenelektrolyten mit dispergierten Feststoffteilchen und anschließender Wärmebehandlung zur Erzeugung (Regenerierung) einer Randschicht hoher Verschleißbeständigkeit mit in weitem Bereich variierbaren Verschleiß- und Zähigkeitseigenschaften. Die erfindungsgemäße Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die aus einem 400 g/l $\text{FeCl}_2 \times 4 \text{H}_2\text{O}$ enthaltenden Elektrolyten abgeschiedene Eisenschicht mindestens 9 Vol.-% Borcarbid enthält und bis zur Ausbildung eines Durchdringungsgefüges gegläht wird. Bei hohen Borcarbidanteilen und längeren Glühzeiten ist es grundsätzlich möglich, Schichten zu erzeugen, die vollständig aus Hartstoffphasen bestehen. Die galvanisch aufgetragene Dispersionsschicht bildet bei der Wärmebehandlung ein mehrphasiges Diffusionssystem, das in der Metallmatrix ein räumlich zusammenhängendes Netzwerk aus Hartstoffen über den gesamten Schichtquerschnitt erzeugt und bis zur vollständigen Umwandlung in eine Hartstoffschicht führen kann.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Schichtauftrag auf metallischen Werkstoffen durch elektrolytische Abscheidung einer Eisen-Schicht mit dispergiertem Borcarbid und anschließendem Diffusionsglühen, **gekennzeichnet dadurch**, daß die aus einem 400 g/l $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ enthaltenden Elektrolyten abgeschiedene Eisschicht mindestens 9 Vol.-% Borcarbid enthält und bis zur Ausbildung eines Durchdringungsgefüges gegläut wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Elektrolyt 75 g/l Borcarbid enthält und die Beschichtung bei 20 A/dm² und 25–75°C erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Elektrolyt 100 g/l Borcarbid enthält und die Beschichtung bei 5–40 A/dm² und 50°C erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Elektrolyt 150 g/l Borcarbid enthält und die Beschichtung bei 20 A/dm² und 50°C erfolgt.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schichtauftrag auf metallischen Werkstoffen durch elektrolytische Abscheidung in einem Eisenelektrolyten mit dispergierten Feststoffteilchen und anschließender Wärmebehandlung zur Erzeugung oder Regenerierung einer Randschicht hoher Verschleißbeständigkeit mit in weitem Bereich variierbaren Verschleiß- und Zähigkeitseigenschaften.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Nach SU 307 114 ist ein o. g. Verfahren zur Herstellung einer verschleißfesten Randschicht bekannt. Dem Elektrolyten wird feindispersiertes amorphes Bor in einer Korngröße von 1–3 µm zugesetzt. Nach der Beschichtung wird das Werkstück bei 950°C bis 1 150°C gegläut. Es entstehen Schichten, in die vereinzelt Boride eingelagert sind. Die Schichten enthalten 2–5 Ma.-% Bor. Sie sind verschleißfest.

In GB-PS 1 358 538 ist ein Verfahren zur Herstellung einer verschleißfesten Schicht durch elektrolytische Abscheidung einer Schicht mit Carbideinlagerungen und anschließende Wärmebehandlung beschrieben. Die Matrixschichten bestehen zu mindestens 50% aus Cobalt und enthalten Partikel, die zu wenigstens 50% aus Cr_3C_2 bestehen. Im Verlauf der Wärmebehandlung bei 500°C bis 1 100°C über 2 bis 24 Stunden werden die Cr_3C_2 -Teilchen in $(\text{Cr}, \text{Co})_7\text{C}_3$ -Teilchen umgewandelt. Durch die relative Verringerung der Kohlenstoffkonzentration in der Carbidgephase vergrößert sich deren Volumenanteil an der Schicht auf 30 bis maximal 65%.

Es ist allgemein bekannt, die Oberfläche von Eisenwerkstoffen zu borieren. Es entstehen intermetallische Phasen. Wegen ihrer hohen Sprödigkeit müssen die Diffusionsschichten relativ dünn ausgebildet werden. Die Schichtwachstumsgeschwindigkeit ist im übrigen auch nicht so hoch, daß dickere Schichten effektiv ausgebildet werden könnten. Die Boridschichten wachsen im wesentlichen in den Werkstoff hinein. Das Verfahren eignet sich deswegen auch nicht zur Regenerierung einer stark verschlissenen Randschicht. Das galvanische Verfahren bietet diese Möglichkeit grundsätzlich an. Hierzu dürfte die Schicht aber nicht so spröde sein, damit sie auch stoßartiger Beanspruchung ausgesetzt werden kann.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, auf Eisenwerkstoffen im elektrolytischen Auftrag verschleißfeste Randschichten herzustellen oder verschlissene Teile zu regenerieren.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, auf galvanischem Weg und mit anschließender Wärmebehandlung Randschichten mit eingelagerten Boriden und unterschiedlichen Verschleiß- und Zähigkeitseigenschaften herzustellen, darunter insbesondere solche, die ein Durchdringungsgefüge aufweisen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die aus einem 400 g/l $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ enthaltenden Elektrolyten abgeschiedene Eisschicht mindestens 9 Vol.-% Borcarbid enthält und bis zur Ausbildung eines Durchdringungsgefüges gegläut wird.

Bei hohen Borcarbidanteilen und längeren Glühzeiten ist es grundsätzlich möglich, Schichten zu erzeugen, die vollständig aus Hartstoffphasen bestehen.

Wie in den Ansprüchen und Ausführungsbeispielen näher gezeigt, können auf diesem Wege durch Variation der Parameter sprödere und zähere Verschleißschichten hergestellt werden. Die galvanisch aufgetragene Dispersionsschicht bildet bei der Wärmebehandlung ein mehrphasiges Diffusionssystem, das in der Metallmatrix ein räumlich zusammenhängendes Netzwerk aus Hartstoffen über den gesamten Schichtquerschnitt erzeugt und bis zur vollständigen Umwandlung in eine Hartstoffschicht führen kann. Der mittlere Härte-Tiefe-Verlauf weist keinen signifikanten Abfall auf, d. h. ein gewollter oder ungewollter Schichtabtrag ändert die Härte der Schicht nicht. Die Schicht kann maßlich aufgetragen werden. Das Verfahren ist dadurch auch zur Regenerierung verschlissener Randschichten einsetzbar.

Ausführungsbeispiele

1. Beispiel

Nach üblicher Vorbehandlung (Entfetten, Beizen) wurde ein kohlenstoffarmer Stahl C 10 galvanisch beschichtet. Der Elektrolyt enthielt 400 g/l $\text{FeCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ und 75 g/l Borcarbid mit einer Korngröße um $8 \mu\text{m}$. Die katodische Stromdichte betrug 20 A/dm^2 . Die Temperatur wurde zwischen und $25\text{--}70^\circ\text{C}$ variiert. Im zweistündigen Auftrag entstand bei ständigem mechanischen Rühren des Bades eine Schicht mit einer Dicke von $330\text{--}350 \mu\text{m}$. Der Borcarbid-Anteil betrug bis zu 10 Vol.-%. Das beschichtete Werkstück wurde bei einer Temperatur von 680°C wärmebehandelt. Die Schichten bestanden zu ca. 70 % aus Eisenboriden und Borzementit in einem Durchdringungsgefüge mit der modifizierten Stahlmatrix. Sie waren fest mit dem Grundmaterial verbunden.

2. Beispiel

Nach üblicher Vorbehandlung (Entfetten, Beizen) wurde ein kohlenstoffarmer Stahl C 10 galvanisch beschichtet. Der Elektrolyt enthielt 400 g/l $\text{FeCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ und 100 g/l Borcarbid mit einer Korngröße um $8 \mu\text{m}$. Die katodische Stromdichte wurde zwischen 5 und 40 A/dm^2 variiert. Die Temperatur lag bei 50°C . Im zweistündigen Auftrag entstand bei ständigem mechanischen Rühren des Bades eine Schicht mit einer Dicke von 120 bis $400 \mu\text{m}$. Der Borcarbid-Anteil betrug 9–12 Vol.-%. Das beschichtete Werkstück wurde bei einer Temperatur von 680 und 500°C wärmebehandelt. Die Schichten bestanden zu 70–80 % aus Eisenboriden und Borzementit in einem Durchdringungsgefüge mit der modifizierten Stahlmatrix. Sie waren fest mit dem Grundmaterial verbunden.

3. Beispiel

Nach üblicher Vorbehandlung (Entfetten, Beizen) wurde ein kohlenstoffarmer Stahl C 10 galvanisch beschichtet. Der Elektrolyt enthielt 400 g/l $\text{FeCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ und 150 g/l Borcarbid mit einer Korngröße um $8 \mu\text{m}$. Die katodische Stromdichte lag bei 20 A/dm^2 . Die Temperatur betrug 50°C . Im zweistündigen Auftrag entstand bei ständigem mechanischen Rühren des Bades eine Schicht mit einer Dicke von $310 \mu\text{m}$. Der Borcarbid-Anteil betrug 30 Vol.-%. Das beschichtete Werkstück wurde bei einer Temperatur von 680°C wärmebehandelt. Die Schicht enthielt 85 % Eisenboride und Borzementit, 10 % Borcarbid und 5 % modifizierte Stahlmatrix. Sie war fest mit dem Grundmaterial verbunden. Bei längeren Glühzeiten ist es möglich, eine Schicht zu erzeugen, die vollständig aus Hartstoffphasen besteht.