

(19)



(11)

EP 4 455 374 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.10.2024 Patentblatt 2024/44

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C25F 1/06 (2006.01) C25F 3/24 (2006.01)
B21B 45/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23169519.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C25F 1/06; C25F 3/24

(22) Anmeldetag: **24.04.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

- **Krebs, Dr. Stefan**
44135 Dortmund (DE)
- **Bendick, Oliver**
58313 Herdecke (DE)
- **Oster, Sascha**
46562 Voerde (DE)
- **Gerlich, Christian**
44149 Dortmund (DE)
- **Evers, Sven**
46535 Dinslaken (DE)

(71) Anmelder: **ThyssenKrupp Steel Europe AG**
47166 Duisburg (DE)

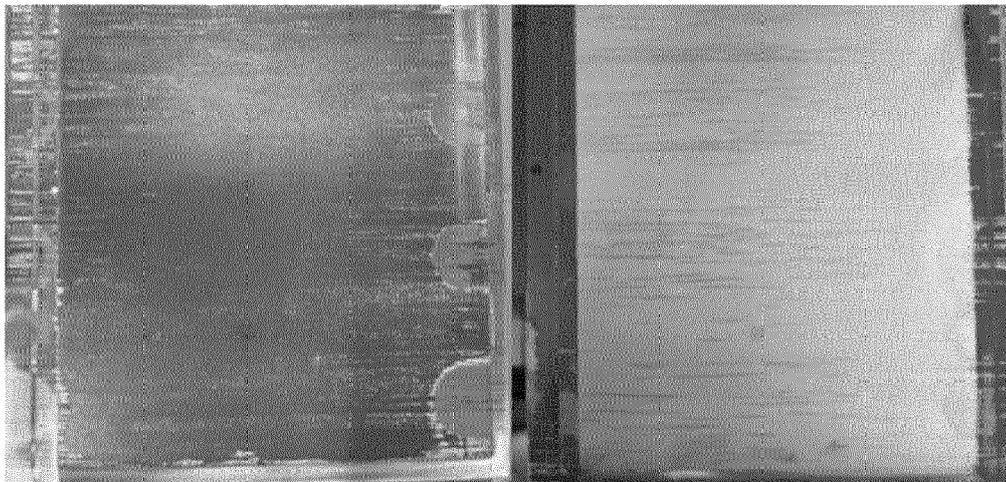
(74) Vertreter: **ThyssenKrupp Steel Europe AG**
Patente/Patent Department
Kaiser-Wilhelm-Straße 100
47166 Duisburg (DE)

- (72) Erfinder:
- **Körner, Martin**
46145 Oberhausen (DE)
 - **Kisker, Lisa**
58802 Balve (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM ELEKTROLYTISCHEN BEIZEN EINES WARBANDS**

(57) Verfahren zum elektrolytischen Beizen eines Warmbands, wobei das Warmband zuerst in einem ersten, ein saures Medium enthaltenden Beizbad mit einer

kathodischen Polarisation und anschließend in einem zweiten, ein saures Medium enthaltenden Beizbad mit einer anodischen Polarisation gebeizt wird.



Figur 1

EP 4 455 374 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum elektrolytischen Beizen eines Warmbands, wobei das Warmband mindestens zwei Beizbäder durchläuft.

[0002] Die Entfernung von Oberflächenfehlern, wie zum Beispiel Zunder, bei der Herstellung von Warmbändern ist essenziell, um eine nahezu fehlerfreie Oberfläche an einem Warmband für eine gute (Weiter-) Verarbeitbarkeit in der Produktionsfolge und/oder als Produkt zur Verfügung stellen zu können. Eine nahezu fehlerfreie Oberfläche kann von Vorteil sein, da die Menge an Flaps, somit Rückstände bzw. Erhebungen vom Warmwalzen und/oder an Überwalzungen aus der Warmbandstufe reduziert werden können und in der Folge zu einer Minimierung von Oberflächenfehlern im walzarten oder geglähten und optional beschichteten Warmband führen kann. Je nach Konzept, insbesondere zur Herstellung von höher- und höchstfesten Stählen, kann auch eine vermehrte Korngrenzenoxidation neben Flaps bzw. Überwalzungen an der Oberfläche des Warmbands stattfinden. Die aus der Warmbandstufe erzeugten Oberflächenfehler lassen sich durch langes Beizen minimieren, können aber zu einem andersartigen Fehler in Form einer zerklüfteten Oberfläche durch die zu lange Beizzeit führen.

[0003] Aus der WO 2021/105738 A1 ist ein Verfahren zum elektrolytischen Beizen von Stahlflachprodukten bekannt. Wesentlich ist, dass das Beizen mit einem Wechselstrom beaufschlagt wird, wodurch im Vergleich zu einem mit Gleichstrom beaufschlagten Beizen der Zunder auf der Oberfläche des Stahlflachprodukts schneller, mit geringer Beizzeit, entfernt werden kann.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum elektrolytischen Beizen anzugeben, mit welchem eine im Wesentlichen technisch reine Oberfläche des Warmbands erzeugt werden kann, insbesondere frei von Zunder sowie frei von geschädigten Kornlagen, wie zum Beispiel Korngrenzenoxidation, Ungänzen, Kohlenstoff-Belegungen, oberflächennahe Defekte etc., und/oder eingelagerte Prozessgase, insbesondere diffusibler Wasserstoff, an der Oberfläche gesenkt werden können.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Weiterführende Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen beschrieben.

[0006] Erfindungsgemäß wird das Warmband zuerst in einem ersten, ein saures Medium enthaltenden Beizbad mit einer kathodischen Polarisation und anschließend in einem zweiten, ein saures Medium enthaltenden Beizbad mit einer anodischen Polarisation gebeizt.

[0007] Ein sehr gutes Ergebnis mit dem Ziel einer im Wesentlichen technisch reinen Oberfläche wird erzielt, indem zuerst ein elektrolytisches Beizen in einem ersten, ein saures Medium enthaltenden Beizbad erfolgt. In diesem ersten Beizen wird gezielt Wasserstoff an der zu beizenden Oberfläche durch die kathodische Polarisati-

on (kathodisches Beizen) erzeugt, so dass durch die Wasserstoffherzeugung ein im Wesentlichen "mechanisches" Abplatzen des Zunders begünstigt wird. Die durch die kathodische Polarisation bedingte große Wasserstoffmenge kann somit zu einer vorteilhaften Beschleunigung der Zunderentfernung führen. Bei einem stromlosen Beizen in einem, eine Säure enthaltenden Beizbad hingegen wäre bei gleicher Zeitdauer der Beizvorgang noch nicht abgeschlossen und damit ein Abtrag des Zunders unvollständig. Anschließend erfolgt ein elektrolytisches Beizen in einem zweiten, ein saures Medium enthaltenden Beizbad mit einer anodischen Polarisation (anodisches Beizen). Dabei werden oberflächennahe Defekte, insbesondere geschädigte Kornlagen sowie Ungänzen, an der Oberfläche entfernt. Bei "nur" einem anodischen Beizen und einem Verzicht auf ein vorgelagertes kathodisches Beizen würde die Zunderschicht quasi temporär als Barriere-Schicht fungieren und den anodischen Materialabtrag verzögern.

[0008] Um beispielsweise eine gezielte Senkung des diffusiblen Wasserstoffs herbeizuführen, führt das kathodische Beizen trotz einer verstärkten Wasserstoffherzeugung oberflächennah bzw. an der Oberfläche des Warmbands nicht zu einem weiteren Eintrag von Wasserstoff in das Warmband, sondern bewirkt im Gegenteil eine Absenkung des eingelagerten Wasserstoffs durch Entweichen im Zuge des "Abplatzens".

[0009] Das Warmband durchläuft mindestens zwei Beizbäder, so dass in der einfachsten Ausgestaltung zuerst das kathodische Beizbad und im Anschluss das anodische Beizbad aufeinanderfolgend durchlaufen werden. In weiteren Ausgestaltungen kann das kathodische Beizbad (K) auch in zwei kathodischen Beizbädern (2K) oder drei kathodischen Beizbädern (3K) oder mehr durchgeführt werden. So kann in weiteren Ausgestaltungen auch das anodische Beizbad (A) in zwei anodischen Beizbädern (2A) oder drei anodischen Beizbädern (3A) oder mehr durchgeführt werden. Mithin kann das Warmband in weiteren Ausgestaltungen in folgenden Reihenfolgen gebeizt werden: K + 2A; K + 3A; 2K + A; 3K + A; 2K + 2A; 3K + 2A und weitere analoge Kombinationen. Weitere Bäder, insbesondere stromlose oder auch strombehaftete, beispielsweise alkalische Bäder, können durchlaufen werden. Das kathodische Beizbad und das anodische Beizbad können bevorzugt an letzter Stelle oder an vorletzter Stelle, wenn ein Spülschritt mit optionalem Trocknungsschritt vorgesehen ist, in der Reihenfolge eines mehrere Bäder durchlaufenden Warmbands sein.

[0010] Die Mithilfe des elektrolytischen Beizens erzielten Oberflächeneigenschaften verbessern die Umformeigenschaften, Vermeidung von Flaps für die weitere Prozessfolge, wie zum Beispiel Kaltwalzen (Kaltband), die Flüssigmetallversprödung (LME), die Beschichtbarkeit/gleichmäßigere Verteilung sowie die Rauheit/wsa-Wert oder weitere. Mit anderen Worten lässt sich die Oberfläche am Warmband durch das erfindungsgemäße Beizen so konditionieren, dass Prozess- und Produkt-

vorteile resultieren, insbesondere die Dauerfestigkeit bzw. die Betriebsfestigkeit/Lebensdauer verbessert/erhöht werden kann.

[0011] Das Warmband besteht aus einem Stahlwerkstoff in ebener Form als warmgewalztes Stahlflachprodukt. Insbesondere eignet sich die Erfindung für hoch-, höher- und höchstfeste Stahlwerkstoffe, welche u.a. eine hohe Neigung zu LME haben und dadurch eine Verbesserung erzielt werden kann. Vorzugsweise wird ein Warmband für den Einsatz als Mehrphasenstähle eingesetzt, welche für die Herstellung von Bauteilen mittels Kaltverformung vorgesehen sind, mit einer Zugfestigkeit von mindestens 800 MPa, insbesondere mindestens 900 MPa, vorzugsweise mindestens 950 MPa und mehr, beispielsweise bis zu 1800 MPa, insbesondere bis zu 1600 MPa, vorzugsweise bis zu 1400 MPa. Die Erfindung eignet sich bevorzugt für sogenannte und bekannte DP-, CP- und Q&P-Stähle mit Zugfestigkeiten zwischen 980 und 1400 MPa. Darüber hinaus und alternativ lassen sich auch andere Güten aus dem Warmband mit geeigneter Chemie herstellen, insbesondere mit Zugfestigkeiten unterhalb von 800 MPa, beispielsweise BHZ-Güten aus Kaltband.

[0012] Gemäß einer Ausgestaltung kann das saure Medium im ersten Beizbad und im zweiten Beizbad eine wässrige Lösung einer organischen oder anorganischen Säure umfassen, ausgewählt aus der Gruppe enthaltend oder bestehend aus Salzsäure, phosphorige Säure, Phosphorsäure, Perchlorsäure, salpetrige Säure, Salpetersäure, Flusssäure, schwefelige Säure, Schwefelsäure oder eine Mischung von zwei oder mehrerer dieser Säuren. Die anorganische Säure kann einzeln oder in Summe eine Konzentration zwischen 50 und 600 g/l enthalten, Rest Wasser und unvermeidbare Verunreinigungen. Die Konzentration kann insbesondere mindestens 80 g/l, vorzugsweise mindestens 100 g/l und insbesondere maximal 550 g/l, vorzugsweise maximal 500 g/l betragen.

[0013] Gemäß einer Ausgestaltung kann die kathodische als auch die anodische Polarisierung mit einer Stromdichte zwischen 10 und 200 A/dm² durchgeführt werden. Höhere Stromdichten bieten hier eine Möglichkeit u.a. den Beizprozess zu beschleunigen im Vergleich zum stromlosen klassischen Beizen. Beispielsweise kann die kathodische Polarisierung mit einer Stromdichte zwischen 40 und 200 A/dm², insbesondere zwischen 50 und 150 A/dm², vorzugsweise zwischen 60 und 120 A/dm², bevorzugt zwischen 70 und 100 A/dm² durchgeführt werden. Beispielsweise kann die anodische Polarisierung mit einer Stromdichte zwischen 10 und 200 A/dm², insbesondere zwischen 20 und 150 A/dm², vorzugsweise zwischen 30 und 100 A/dm², bevorzugt zwischen 30 und 80 A/dm² durchgeführt werden.

[0014] Gemäß einer Ausgestaltung kann die Beizzeit, welche der Verweil-/Tauchzeit des Warmbands während des Beizens entspricht, im ersten Beizbad und im zweiten Beizbad jeweils zwischen 1 und 100s beträgt. Insbesondere kann die Beizzeit mindestens 2s, vorzugsweise mindestens 3s, bevorzugt mindestens 5s und insbeson-

dere maximal 80s, vorzugsweise maximal 60s, bevorzugt maximal 50s betragen. Die Beizbäder weisen jeweils eine Temperatur zwischen -5 und 105 °C, insbesondere zwischen 10 und 90 °C, vorzugsweise eine Temperatur zwischen 25 und 75 °C, bevorzugt eine Temperatur zwischen 40 und 60 °C auf.

[0015] Gemäß einer Ausgestaltung kann das saure Medium im ersten und auch im zweiten Beizbad jeweils eine Schwefelsäure mit einer Konzentration zwischen 100 und 300 g/l enthalten, Rest Wasser und unvermeidbare Verunreinigungen. Die Konzentration kann insbesondere mindestens 130 g/l, vorzugsweise mindestens 150 g/l betragen.

[0016] Durch das kathodische und anodische Beizen, insbesondere mit einem sauren Medium enthaltend Schwefelsäure, kann die Oberfläche des Warmbands derart beeinflusst werden, dass oberflächencharakteristische Parameter, u. a. die Mittenrauheit R_a reduziert oder eingestellt sowie der Welligkeitskennwert W_{sa} , ermittelt nach SEP 1941, gesenkt werden kann, bevorzugt dann, wenn die vorgenannten Bedingungen eingehalten werden. Der W_{sa} -Wert kann somit maximal 0,3 µm, insbesondere maximal 0,25 µm, vorzugsweise maximal 0,2 µm, bevorzugt maximal 0,18 µm, besonders bevorzugt maximal 0,15 µm betragen. Dieser Wert ist > 0,01 µm.

[0017] Da die gesamte oberflächennahe Chemie durch das elektrolytische Beizen beeinflusst wird, erfolgt ein Materialabtrag bis ins Grundmaterial hinein, wobei die durch innere Oxidation geschädigten Kornlagen im Wesentlichen vollständig entfernt werden können.

[0018] Zwischen den einzelnen Beizbädern kann ein Spülen mit Wasser und/oder einer wässrigen Lösung durchgeführt werden. Hierzu kann das Spülen mit Wasser und/oder einem Alkohol, beispielsweise ausgewählt aus der Gruppe enthaltend oder bestehend aus Methanol, Ethanol, Propanol, Isopropanol, Ethanol, insbesondere Isopropanol oder einer wässrigen Lösung, unterbrochen werden. In einer Alternative erfolgt das Spülen in zwei Teilschritten, in einem ersten Teilschritt mit Wasser; in einem zweiten Teilschritt mit einem Alkohol oder einer wässrigen Lösung eines Alkohols wie oben angegeben. In einer anderen Alternative erfolgt das Spülen mit Wasser und einem Alkohol in einem Schritt, bevorzugt als Mischung von Wasser mit einem der oben angegebenen Alkohole. Das Spülen erfolgt bevorzugt kontinuierlich, wobei insbesondere ein Verfahren ausgewählt aus der Gruppe oder bestehend aus Spritzen, Sprühen, Auftragen (Coil-Coating) und bevorzugt Tauchen eingesetzt werden kann. Vorzugsweise wird nach dem Spülen eine Trocknung durchgeführt, wobei bevorzugt die "gespülte" Oberfläche durch Temperaturerhöhung (bis maximal 100 °C) oder durch ein Gebläse getrocknet wird.

[0019] In einer Alternative kann die "gespülte" Oberfläche luftgetrocknet werden, beispielsweise ohne weitere Hilfsmittel.

[0020] Im Folgenden werden konkrete Ausgestaltungen der Erfindung im Detail näher erläutert:

Aus einem Warmband der Güte Q&P, hier speziell aus einem Q&P 1180, wurden mehrere Proben abgetrennt, welche unterschiedlich gebeizt wurden.

[0021] An einer Reihe von ersten Proben erfolgte ein elektrolytisches Beizen in zwei Prozessschritten durch jeweils aufeinanderfolgendes Tauchen oder Umströmen mit einem Elektrolyten, wobei in beiden Elektrolyten eine Schwefelsäure mit einer Konzentration von 250 g/l enthalten war. Beide Elektrolyte hatten eine Temperatur von 55 °C und wurden unter Stromeinwirkung betrieben. Beim ersten durchlaufenen Elektrolyten betrug die Tauchzeit 60s mit einer anodischen Stromdichte von 60 A/dm² und beim zweiten durchlaufenen Elektrolyten betrug die Tauchzeit 30s mit einer anodischen Stromdichte von 40 A/dm².

[0022] An einer Reihe von zweiten Proben erfolgte ein elektrolytisches Beizen in drei Prozessschritten durch jeweils aufeinanderfolgendes Tauchen oder Umspülen mit einem Elektrolyten, wobei in allen drei Elektrolyten eine Schwefelsäure mit einer Konzentration von 260 g/l enthalten war. Die Elektrolyte hatten alle eine Temperatur von 55 °C und wurden unter Stromeinwirkung betrieben. Beim ersten durchlaufenen Elektrolyten betrug die Tauchzeit 30s mit einer kathodischen Stromdichte von 80 A/dm². Beim zweiten durchlaufenen Elektrolyten betrug die Tauchzeit 60s mit einer anodischen Stromdichte von 60 A/dm² und beim dritten durchlaufenen Elektrolyten betrug die Tauchzeit 30s mit einer anodischen Stromdichte von 40 A/dm².

[0023] Nach dem Beizen erfolgte ein Tauchspülen für 2 bis 4s in Wasser mit einer Temperatur von ca. 20 °C (Raumtemperatur). Die gespülten Proben wurden anschließend mittels Warmluftgebläse für 30s getrocknet.

[0024] Ein Beiz-Ergebnis der unterschiedlich gebeizten Proben ist in **Figur 1** gezeigt, links am Beispiel einer ersten Probe, rechts am Beispiel einer erfindungsgemäß gebeizten zweiten Probe. Gut zu erkennen ist, dass die erfindungsgemäß gebeizten Proben ein besseres Beizergebnis liefern.

[0025] Mittels GDOES wurden auch Elementanreicherungen von Al, Si, Cr und Cu bestimmt, die sich aufgrund des erfindungsgemäßen Beizens verschieben, zum Teil erhöhen und zum Teil senken sich die Legierungselemente Al, Si, Cr und Cu. Eine einleitende kathodische Polarisierung ist somit nötig, um ein akzeptables Zunderentfernungsbild zu erhalten. Des Weiteren wurde in einer mikroskopischen Oberflächenuntersuchung festgestellt, dass erfindungsgemäß eine ebene und gleichmäßigere (geringere Rauheit) Warmbandoberfläche sowie keine ausgebeizten Korngrenzen vorliegen, mittels Querschliffen sowie REM-Aufsichten gezeigt in **Figur 2**, links am Beispiel einer erfindungsgemäß gebeizten zweiten Probe und rechts am Beispiel einer ersten Probe.

[0026] Des Weiteren wurden bei den ersten Proben mittels GDOES Restzunder nachgewiesen, insbesondere auch eine Korngrenzenoxidation, welche sich anhand von Lichtspektren nachvollziehen lassen. Die Korngrenzenoxidation kann durch die erfindungsgemäße Kombi-

nation des kathodischen Beizens mit dem anodischen Beizen vollständig entfernt werden. Darüber hinaus ist eine vollständige Zunderentfernung gegeben, s. linke Darstellung in **Figur 3**.

[0027] Ein Teil der vorgenannten Warmband-Proben wurde kaltgewalzt und aus den kaltgewalzten Proben (Kaltband) wurden mehrere Proben abgetrennt und (wieder) gebeizt. Alle Kaltband-Proben wurden einem elektrolytischen Beizen durch Tauchen oder Umspülen mit einem Elektrolyten, enthaltend eine Schwefelsäure mit einer Konzentration von 250 g/l zugeführt. Die Temperatur des Elektrolyten lag bei 20 °C (Raumtemperatur) und die Tauchzeit betrug 60s. Das Beizen erfolgte stromlos. Nach dem Beizen erfolgte ein Tauchspülen für 2 bis 4s in Wasser mit einer Temperatur von ca. 20 °C (Raumtemperatur). Die gespülten Proben wurden anschließend mittels Warmluftgebläse für 30s getrocknet.

[0028] **Figur 4** zeigt, links am Beispiel einer ersten Probe, rechts am Beispiel einer erfindungsgemäß gebeizten zweiten Probe, die Oberflächen der Kaltband-Proben. Gut zu erkennen ist, dass durch das erfindungsgemäße Beizen des Warmbands eine nahezu fehlerfreie Oberfläche, auch am Kaltband, beibehalten werden kann.

[0029] Die Kaltband-Proben wurden in einem Schmelztauchbeschichtungsprozess mit jeweils eine ca. 7 µm dicker Zinkschicht beschichtet.

[0030] Anschließend wurden gleiche Proben MIG gelötet, um eine fügetechnische Charakterisierung durchführen zu können. Der MIG-Lötprozess zeigt u.a. als Einseitenfügeverfahren eine Neigung zur flüssigmetallinduzierten Rissbildung (LME). Die Charakterisierung der Neigung zur Rissbildung wird beispielsweise durch Lötverbindung am Überlappstoß mit anschließender röntgenografischer Durchstrahlungsprüfung durchgeführt. Eine Reduzierung der Rissmenge ist durch das erfindungsgemäße Beizen möglich, welches im Schnitt ca. 13 Risse in den Lötverbindungen im Vergleich zu den ersten Proben mit im Schnitt ca. 28 Rissen zeigte. Somit ist die Erfindung geeignet, um LME zu vermindern oder sogar zu verhindern.

[0031] Des Weiteren konnte eine Wasserstoffaufnahme durch das erfindungsgemäße Beizen um bis zu 60 % verringert werden. Dies konnte mittels Thermodesorptionsmassenspektrometrische Analyse (TD-MS) wie folgt nachgewiesen werden:

Die ersten Proben lagen bei einem diffusiblen Wasserstoffgehalt von im Mittelwert/Standardabweichung ca. 0,033 ppm/0,001 ppm und die zweiten Proben bei einem diffusiblen Wasserstoffgehalt von im Mittelwert/Standardabweichung ca. 0,010 ppm/0,005 ppm.

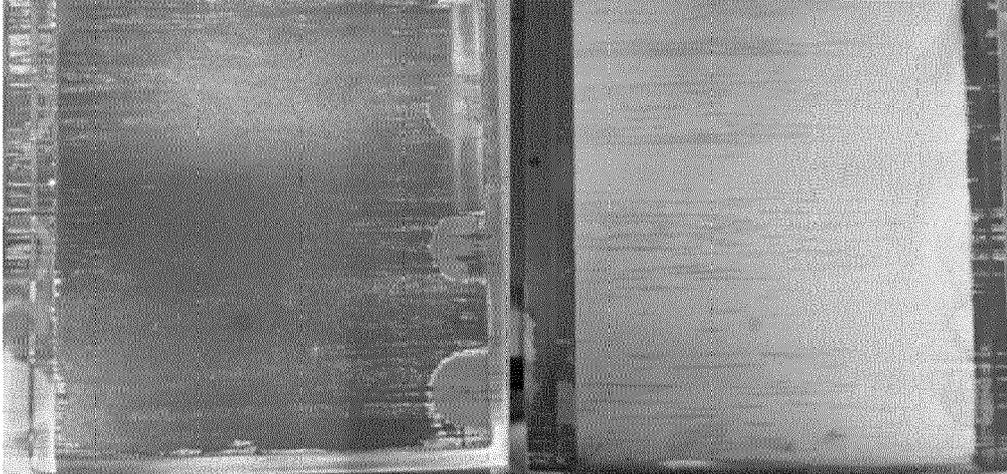
Patentansprüche

1. Verfahren zum elektrolytischen Beizen eines Warmbands, wobei das Warmband mindestens zwei Beizbäder durchläuft, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Warmband zuerst in einem ersten, ein saures

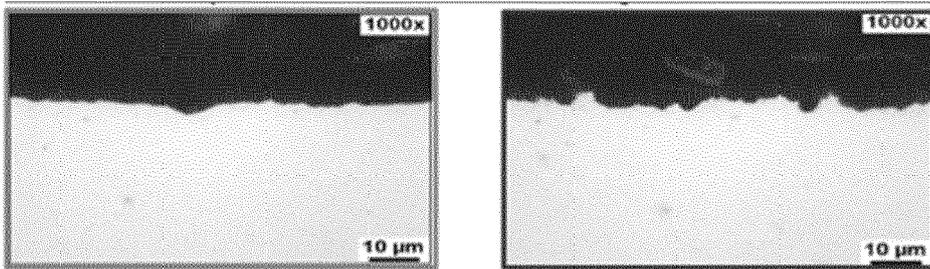
Medium enthaltenden Beizbad mit einer kathodischen Polarisation und anschließend in einem zweiten, ein saures Medium enthaltenden Beizbad mit einer anodischen Polarisation gebeizt wird.

- 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das saure Medium im ersten Beizbad und im zweiten Beizbad eine wässrige Lösung einer anorganischen Säure umfasst, ausgewählt aus der Gruppe enthaltend oder bestehend aus Salzsäure, phosphorige Säure, Phosphorsäure, Perchlorsäure, salpetrige Säure, Salpetersäure, Flusssäure, schwefelige Säure, Schwefelsäure oder eine Mischung von zwei oder mehrerer dieser Säuren.
- 10
3. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, wobei die kathodische als auch die anodische Polarisation mit einer Stromdichte zwischen 10 und 200 A/dm² durchgeführt wird.
- 15
4. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, wobei die Beizzeiten im ersten Beizbad und im zweiten Beizbad jeweils zwischen 1 bis 100s betragen, wobei die Beizbäder jeweils eine Temperatur zwischen -5 und 150 °C aufweisen.
- 20
5. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, wobei das saure Medium im ersten und auch im zweiten Beizbad jeweils eine Schwefelsäure mit einer Konzentration zwischen 100 und 300 g/l enthält, Rest Wasser und unvermeidbare Verunreinigungen.
- 25
6. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, wobei die Oberfläche des Warmbands einen Welligkeitskennwert W_{sa} , ermittelt nach SEP 1941, von maximal 0,3 μm aufweist.
- 30
7. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, wobei das Warmband aus einem Stahlwerkstoff mit einer Zugfestigkeit von mindestens 800 MPa bis zu 1800 MPa besteht.
- 35
8. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, wobei das Warmband aus einem DP- oder CP-Stahl mit einer Zugfestigkeit zwischen 980 MPa und 1400 MPa besteht.
- 40
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Warmband aus einem Q&P-Stahl mit einer Zugfestigkeit zwischen 980 MPa und 1400 MPa besteht.
- 45
- 50

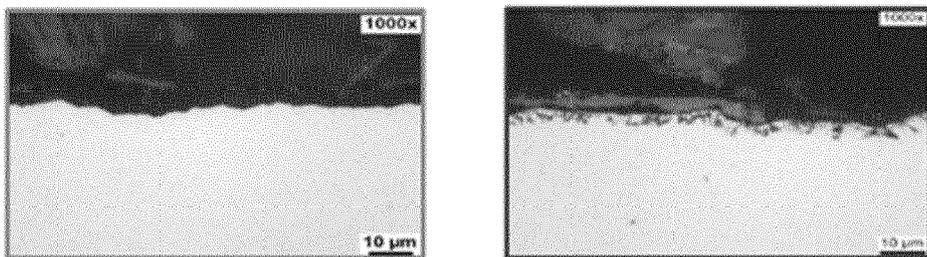
55



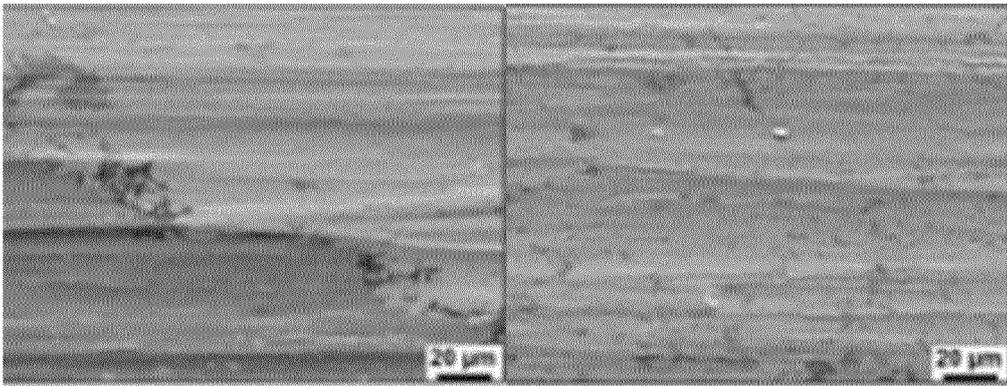
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 23 16 9519

5

10

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 (IPC)
X	JP H05 222600 A (NISSHIN STEEL CO LTD) 31. August 1993 (1993-08-31) * das ganze Dokument * -----	1-9	INV. C25F1/06 C25F3/24 B21B45/06
X	EP 0 763 609 A1 (MANNESMANN AG [DE]) 19. März 1997 (1997-03-19) * das ganze Dokument * -----	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C25F B21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. November 2023	Prüfer Ritter, Thomas
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 16 9519

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-11-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H05222600 A	31-08-1993	KEINE	

EP 0763609 A1	19-03-1997	EP 0763609 A1	19-03-1997
		ES 2142018 T3	01-04-2000
		JP H09137300 A	27-05-1997
		US 5804056 A	08-09-1998

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2021105738 A1 [0003]