



(11)

EP 1 819 840 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.08.2012 Patentblatt 2012/35

(51) Int Cl.:
C23C 2/02 (2006.01) **C23C 2/06 (2006.01)**
C23C 2/40 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05812469.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/012942

(22) Anmeldetag: **02.12.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/061151 (15.06.2006 Gazette 2006/24)

(54) **VERFAHREN ZUM SCHMELZTAUCHBESCHICHTEN EINES BANDES AUS HOEHERFESTEM STAHL**

METHOD FOR HOT DIP COATING A STRIP OF HEAVY-DUTY STEEL

PROCEDE DE GALVANISATION A CHAUD D'UNE BANDE D'ACIER DE RESISTANCE SUPERIEURE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

- **ULLMANN, Michael**
44797 Bochum (DE)
- **SCHAFFRATH, Norbert**
59075 Hamm (DE)

(30) Priorität: **09.12.2004 DE 102004059566**

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patent- und Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.08.2007 Patentblatt 2007/34

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 285 972 GB-A- 1 231 478
US-A- 3 925 579 US-A1- 2004 177 903

(73) Patentinhaber: **ThyssenKrupp Steel Europe AG**
47166 Duisburg (DE)

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 015, Nr. 056 (C-0804), 8. Februar 1991 (1991-02-08) & JP 02 285057 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 22. November 1990 (1990-11-22)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1997, Nr. 01, 31. Januar 1997 (1997-01-31) & JP 08 246121 A (KAWASAKI STEEL CORP), 24. September 1996 (1996-09-24)**

(72) Erfinder:

- **LEUSCHNER, Ronny**
44263 Dortmund (DE)
- **MEURER, Manfred**
47495 Rheinberg (DE)
- **WARNECKE, Wilhelm**
46499 Hamminkeln (DE)
- **ZEIZINGER, Sabine**
45478 Mülheim (DE)
- **NOTHACKER, Gernot**
44143 Dortmund (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Im Automobilkarosseriebau werden aus Gründen des Korrosionsschutzes warm- oder kaltgewalzte, oberflächenveredelte Bleche aus Stahl eingesetzt. Die an solche Bleche gestellten Anforderungen sind vielfältig. Sie sollen einerseits gut verformbar sein und andererseits eine hohe Festigkeit haben. Die hohe Festigkeit erreicht man durch Zusatz von bestimmten Legierungsbestandteilen, wie Mn, Si, A1 und Cr, zum Eisen. Um das Eigenschaftsprofil solcher Stähle zu optimieren, ist es üblich, die Bleche unmittelbar vor dem Beschichten mit Zink und/oder Aluminium im Schmelzbad zu glühen. Während das Schmelztauchbeschichten von Stahlbändern, die nur geringe Anteile an den genannten Legierungsbestandteilen enthalten, unproblematisch ist, gibt es beim Schmelztauchbeschichten von Stahlblech mit höheren Legierungsanteilen Schwierigkeiten. An der Oberfläche des Stahlbleches ergeben sich Haftungsängel des Überzugs, und es bilden sich sogar unbeschichtete Stellen.

[0002] Im Stand der Technik gibt es eine Vielzahl von Versuchen, diese Schwierigkeiten zu vermeiden. Eine optimale Lösung des Problems scheint es allerdings noch nicht zu geben.

[0003] Bei einem bekannten Verfahren zum Schmelztauchbeschichten eines Bandes aus Stahl mit Zink durchläuft das zu beschichtende Band einen direkt beheizten Vorräumer (DFF = Direct Fired Furnace). An den eingesetzten Gasbrennern kann durch Veränderung des Gas-Luft-Gemisches eine Erhöhung des Oxidationspotentials in der das Band umgebenden Atmosphäre erzeugt werden. Das erhöhte Sauerstoffpotential führt zu einer Oxidation des Eisens an der Bandoberfläche. In einer anschließenden Ofenstrecke wird die so gebildete Eisenoxidschicht reduziert. Eine gezielte Einstellung der Oxidschichtdicke an der Bandoberfläche ist sehr schwierig. Bei großer Bandgeschwindigkeit ist sie dünner als bei kleiner Bandgeschwindigkeit. Folglich lässt sich in der reduzierenden Atmosphäre keine eindeutig definierte Beschaffenheit der Bandoberfläche erzeugen. Das kann wiederum zu Haftungsproblemen des Überzugs an der Bandoberfläche führen.

[0004] In modernen Schmelztauchbeschichtungslinien mit einem RTF-Vorräumer (RTF = Radiant Tube Furnace) werden im Gegensatz zur vorbeschriebenen bekannten Anlage keine gasbeheizten Brenner verwendet. Eine Voroxidation des Eisens über eine Veränderung des Gas-Luft-Gemisches kann daher nicht erfolgen. In diesen Anlagen erfolgt vielmehr die komplette Glühbehandlung des Bandes in einer Schutzgasatmosphäre. Bei einer solchen Glühbehandlung eines Bandes aus Stahl mit höheren Legierungsbestandteilen können jedoch diese Legierungsbestandteile an die Bandoberfläche diffundieren und hier nicht reduzierbare Oxide bilden. Diese Oxide behindern eine einwandfreie Beschichtung mit Zink und/oder Aluminium im Schmelzbad.

Aus der Patentliteratur sind verschiedene Verfahren zum

Schmelztauchbeschichten eines Stahlbandes mit verschiedenen Beschichtungsmaterialien bekannt.

[0005] Aus der DE 689 12 243 T2 ist ein Verfahren zur kontinuierlichen Heisstauchbeschichtung eines Stahlbandes mit Aluminium bekannt, bei dem das Band in einem Durchlaufofen erwärmt wird. In einer ersten Zone werden Oberflächenverunreinigungen entfernt. Dafür hat die Ofenatmosphäre eine sehr hohe Temperatur. Da das Band diese Zone aber mit hoher Geschwindigkeit durchläuft, wird es nur etwa auf die halbe Temperatur der Atmosphäre erwärmt. In der anschließenden zweiten Zone, die unter Schutzgas steht, wird das Band auf die Temperatur des Beschichtungsmaterials Aluminium erwärmt.

[0006] Aus der DE 695 07 977 T2 ist ein zweistufiges Heisstauchbeschichtungsverfahren eines Chrom enthaltenden Stahllegierungsbandes bekannt, hier wird das Band in einer ersten Stufe geglüht, um an der Bandoberfläche eine Eisenanreicherung zu erhalten. Anschließend wird das Band in einer nicht oxydierenden Atmosphäre auf die Temperatur des Beschichtungsmetalls erhitzt.

[0007] Aus der JP 02285057 A ist bekannt, ein Stahlband in einem mehrstufigen Verfahren zu verzinken. Dafür wird das zuvor gereinigte Band in einer nicht oxydierenden Atmosphäre bei einer Temperatur von etwa 820 °C behandelt. Dann wird das Band bei etwa 400 °C bis 700 °C in einer schwach oxydierenden Atmosphäre behandelt, bevor es an seiner Oberfläche in einer reduzierenden Atmosphäre reduziert wird. Abschließend wird das auf etwa 420 °C bis 500 °C abgekühlte Band in üblicher Weise verzinkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Schmelztauchbeschichten eines Bandes aus höherfestem Stahl mit Zink und/oder Aluminium zu entwickeln, mit dem ein Stahlband mit einer optimal veredelten Oberfläche in einer RTF-Anlage produziert wird.

[0008] Die Lösung dieser Aufgabe besteht in dem in Anspruch 1 angegebenen Verfahren.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird im max. 250 s dauernden ersten Schritt verhindert, dass bei der Erwärmung wesentliche Legierungsbestandteile an die Oberfläche des Bandes diffundieren. Optimal wäre es, wenn eine Diffusion von Legierungsbestandteilen an die Oberfläche des Bandes ganz verhindert werden könnte, was allerdings aus praktischen Gründen kaum möglich ist. Entscheidend ist, dass die Diffusion von Legierungsbestandteilen an die Oberfläche so weit unterdrückt wird, dass im folgenden Schritt eine wirksame Eisenoxidschicht gebildet werden kann, die verhindert, dass bei der erhöhten Glühtemperatur weitere Legierungsbestandteile an die Oberfläche diffundieren. So kann bei der länger als 50 s dauernden Glühbehandlung in der reduzierenden Atmosphäre eine Reineisenschicht entstehen, die für eine vollflächige und fest haftende Beschichtung aus Zink und/oder Aluminium sehr gut geeignet ist.

[0009] Optimal ist das Ergebnis dann, wenn die in der

oxidierenden Atmosphäre erzeugte Eisenoxidschicht vollständig in Reineisen reduziert wird, weil dann der Überzug auch bezüglich seiner Verformungs- und Festigkeitseigenschaften optimiert ist.

[0010] Nach einer Ausgestaltung der Erfindung wird bei der Behandlung des Bandes auf der Strecke mit der oxidierenden Atmosphäre die Dicke der sich bildenden Oxidschicht gemessen und in Abhängigkeit von dieser Dicke und der von der Durchlaufgeschwindigkeit des Bandes abhängigen Behandlungszeit der O₂-Gehalt derart eingestellt, dass die Oxidschicht anschließend vollständig reduziert werden kann. Die Änderung der Durchlaufgeschwindigkeit des Bandes z.B. infolge von Störungen lässt sich auf diese Art und Weise ohne Nachteil für die Oberflächenqualität des schmelztauchbeschichteten Bandes berücksichtigen.

[0011] Gute Ergebnisse bei der Durchführung des Verfahrens wurden erzielt, wenn eine Oxidschicht mit einer Dicke von maximal 300 Nanometer erzeugt wird.

[0012] Als Legierungsbestandteile sollte der höherfeste Stahl mindestens eine Auswahl folgender Bestandteile enthalten: Mn > 0,5%, Al > 0,2%, Si > 0,1%, Cr > 0,3%. Weitere Bestandteile wie z.B. Mo, Ni, V, Ti, Nb und P können beigefügt werden.

[0013] Ein wesentliches Charakteristikum der Erfindung ist, dass die Wärmebehandlung des Bandes in der reduzierenden Atmosphäre sowohl beim Aufwärmen als auch späteren Glühen im Vergleich zur Wärmebehandlung in der oxidierenden Atmosphäre um ein Vielfaches länger dauert. Das führt dazu, dass das Volumen der oxidierenden Atmosphäre im Vergleich zum übrigen Volumen der reduzierenden Atmosphäre sehr klein ist. Das hat den Vorteil, dass auf Veränderungen des Behandlungsprozesses, insbesondere der Durchlaufgeschwindigkeit und der Bildung der Oxidationsschicht schnell reagiert werden kann. In diesem Sinne erfolgt die Wärmebehandlung des Bandes in der reduzierenden Atmosphäre in einem Durchlaufofen mit einer integrierten Kammer mit der oxidierenden Atmosphäre, wobei das Volumen der Kammer zu dem übrigen Volumen des Durchlaufofens um ein Vielfaches kleiner ist.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders gut für das Feuerverzinken geeignet. Das Schmelzbad kann aber auch aus Zink-Aluminium oder Aluminium mit Silizium-Zusätzen bestehen. In jedem Fall, ob Zink oder Aluminium allein oder gemeinsam, sollte deren Anteil an der Schmelze in der Summe mindestens 85% ausmachen. Dafür bekannte, charakteristische Überzüge sind z.B. :

Z: 99%Zn

ZA: 95%Zn + 5%Al

AZ: 55%Al + 43,4%Zn + 1,6%Si

AS: 89-92%Al + 8-11%Si

[0015] Im Falle eines Zinküberzugs (Z) kann dieser durch Wärmebehandlung (Diffusionsglühen) in eine verformungsfähige Zink-Eisenschicht (galvanealed Über-

zug) umgewandelt werden.

[0016] Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Skizze näher erläutert, die eine Verzinkungsanlage mit einem Durchlaufofen schematisch zeigt, wobei für den Durchlaufofen über der Durchlaufzeit die Temperatur aufgetragen ist.

[0017] Ein warmgewalztes oder kaltgewalztes Band 1 aus höherfestem Stahl mit Gehalten an Mn, Al, Si und Cr oder einigen dieser Legierungsbestandteile, gegebenenfalls aber auch mit weiteren Legierungsbestandteilen, insbesondere TRIP-Stahl, wird von einem Coil 2 abgezogen und durch eine Beize 3 und/oder eine andere Anlage 4 zur Oberflächenreinigung geleitet. Das gereinigte Band 1 gelangt dann in einen Durchlaufofen 5. Aus

dem Durchlaufofen 5 gelangt das Band 1 über eine zur Atmosphäre abgeschlossene Schleuse 6 in ein Schmelztauchbad 7 mit Zink. Von dort gelangt es über eine Kühlstrecke 8 oder eine Einrichtung zur Wärmebehandlung zu einer Aufwickelstation 9 in Form eines Coils.

Anders als in der Skizze dargestellt, durchläuft das Band 1 in Wirklichkeit nicht in gerader Linie den Durchlaufofen 5, sondern mäanderförmig, um bei praktikabler Länge des Durchlaufofens 5 ausreichend lange Behandlungszeiten erreichen zu können.

[0018] Der Durchlaufofen 5 ist in drei Zonen 5a, 5b, 5c aufgeteilt. Die mittlere Zone 5b bildet eine Reaktionskammer und ist gegenüber der ersten und letzten Zone 5a, 5c atmosphärisch abgeschlossen. Ihre Länge beträgt nur etwa 1/100 der gesamten Länge des Durchlaufofens 5. Aus Gründen der besseren Darstellung ist die Zeichnung insoweit nicht maßstabgerecht. Entsprechend der unterschiedlichen Längen der Zonen sind auch die Behandlungszeiten des durchlaufenden Bandes 1 in den einzelnen Zonen 5a, 5b, 5c unterschiedlich.

[0019] In der ersten Zone 5a herrscht eine reduzierende Atmosphäre. Eine typische Zusammensetzung dieser Atmosphäre besteht aus 2% bis 8% H₂ und Rest N₂. In dieser Zone 5a des Durchlaufofens 1 erfolgt eine Erwärmung des Bandes auf 650 bis 750°C. Bei dieser Temperatur diffundieren die genannten Legierungsbestandteile in nur geringen Mengen an die Oberfläche des Bandes 1.

[0020] In der mittleren Zone 5b wird die Temperatur der ersten Zone 5a im wesentlichen nur gehalten. Ihre Atmosphäre ist aber sauerstoffhaltig. Der O₂-Gehalt liegt zwischen 0,01% bis 1%. Er kann eingestellt werden. Er hängt davon ab, wie lang die Behandlungszeit ist. Ist die Behandlungszeit kurz, ist der O₂-Gehalt hoch, während er bei langer Behandlungszeit gering ist. Bei dieser Behandlung bildet sich an der Oberfläche des Bandes eine Eisenoxidschicht. Die Dicke dieser Eisenoxidschicht kann durch optische Mittel gemessen werden. In Abhängigkeit von der gemessenen Dicke und der Durchlaufgeschwindigkeit wird der O₂-Gehalt der Atmosphäre eingestellt.

Da die mittlere Zone 5b im Vergleich zur gesamten Ofenlänge sehr kurz ist, ist das Kamervolumen entsprechend klein. Deshalb ist die Reaktionszeit für eine Änderung der Zusammensetzung der Atmosphäre klein.

[0021] In der anschließenden letzten Zone 5c findet eine weitere Erwärmung bis auf ca. 900°C statt, bei der das Band 1 gegläut wird. Diese Wärmebehandlung erfolgt in einer reduzierenden Atmosphäre mit einem H₂-Gehalt von 2% bis 8% und Rest N₂. Während dieser Glühbehandlung verhindert die Eisenoxidschicht, dass Legierungsbestandteile an die Bandoberfläche diffundieren. Da die Glühbehandlung in einer reduzierenden Atmosphäre erfolgt, wird die Eisenoxidschicht in eine Reineisenschicht umgewandelt. Das Band 1 wird dabei auf seinem weiteren Weg in Richtung des Schmelztauchbades 7 weiter abgekühlt, so dass es bei Verlassen des Durchlaufofens 5 etwa die Temperatur des Schmelztauchbades 7 von etwa 480°C hat. Da das Band 1 nach Verlassen des Durchlaufofens 5 an seiner Oberfläche aus Reineisen besteht, bietet es für das Zink des Schmelztauchbades 7 eine optimale Grundlage für eine haftfeste Verbindung.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schmelztauchbeschichten eines Bandes aus höherfestem Stahl mit verschiedenen Legierungsbestandteilen, insbesondere Mn, Al, Si und/oder Cr, in einem Schmelzbad aus insgesamt mindestens 85% Zink und/oder Aluminium im Durchlauf mit folgenden Verfahrensschritten und Bedingungen:

- a) Das Band wird innerhalb von max. 250 sec in einer reduzierenden Atmosphäre mit einem H₂-Gehalt von mindestens 2% bis 8% auf eine Temperatur von 650°C bis 750°C erwärmt, bei der die Legierungsbestandteile noch nicht oder nur in geringen Mengen an die Oberfläche diffundieren.
- b) Die überwiegend aus Reineisen bestehende Oberfläche wird durch eine 1 bis 10 sec dauernde Wärmebehandlung des Bandes bei einer Temperatur von 650°C bis 750°C in einer im Durchlaufofen integrierten Reaktionskammer mit einer oxidierenden Atmosphäre mit einem O₂-Gehalt von 0,01% bis 1% in eine Eisenoxidschicht umgewandelt.
- c) Das Band wird anschließend in einer reduzierenden Atmosphäre mit einem H₂-Gehalt von 2% bis 8% durch weitere Erwärmung bis auf maximal 900°C gegläut und anschließend bis auf Schmelzbadtemperatur abgekühlt, um die Eisenoxidschicht mindestens an ihrer Oberfläche in Reineisen zu reduzieren, wobei die weitere Erwärmung mit anschließender Abkühlung des Bandes länger als 50 sec dauert.
- d) Die Wärmebehandlung des Bandes in der reduzierenden Atmosphäre dauert sowohl beim Aufwärmen (Arbeitsschritt a)) als auch beim späteren Glühen (Arbeitsschritt c)) im Vergleich

zur Wärmebehandlung in der oxidierenden Atmosphäre (Arbeitsschritt b)) um ein Vielfaches länger.

- 5 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erzeugte Eisenoxidschicht vollständig in Reineisen reduziert wird.
- 10 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der höherfeste Stahl mindestens eine Auswahl folgender Legierungsbestandteile enthält: Mn > 0,5%, Al > 0,2%, Si > 0,1%, Cr > 0,3%.
- 15 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmebehandlung des Bandes in der reduzierenden Atmosphäre in einem Durchlaufofen mit einer integrierten Kammer mit der oxidierenden Atmosphäre erfolgt, wobei das Volumen der Kammer zu dem übrigen Volumen des Durchlaufofens um ein Vielfaches kleiner ist.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band nach dem Feuerverzinken wärmebehandelt wird.

Claims

- 30 1. Process for melt dip coating a strip of higher-tensile steel with various alloy constituents, in particular Mn, Al, Si and/or Cr, in a molten bath of in total at least 85% zinc and/or aluminium in a through-feed method involving the following process steps and conditions:
 - 35 a) the strip is heated in a reductive atmosphere having an H₂ content of at least 2% to 8% to a temperature of from 650°C to 750°C within at most 250 sec, at which the alloy constituents have not yet diffused to the surface or have done so merely in small amounts;
 - 40 b) the surface, consisting predominantly of pure iron, is converted into an iron oxide layer by heat treatment, lasting from 1 to 10 sec, of the strip at a temperature of from 650°C to 750°C in a reaction chamber which is integrated in the continuous furnace and has an oxidising atmosphere having an O₂ content of from 0.01% to 1%;
 - 45 c) the strip is then annealed in a reductive atmosphere having an H₂ content of from 2% to 8% by further heating up to at most 900°C and then cooled down to the temperature of the molten bath, in order to reduce the iron oxide layer to pure iron at least at its surface, wherein further heating up with subsequent cooling down of the strip lasts longer than 50 sec.
 - 50 d) the heat treatment of the strip in the reductive atmosphere lasts longer by a multiple, during

both the heating process (Work step a)) and the subsequent annealing (Work step c)), compared to the heat treatment in the oxidising atmosphere (Work step b)).

2. Process according to claim 1, **characterised in that** the iron oxide layer produced is reduced completely to pure iron.

3. Process according to claim 1 or 2, **characterised in that** the higher-tensile steel contains at least a selection of the following alloy constituents: Mn > 0.5%, Al > 0.2%, Si > 0.1%, Cr > 0.3%.

4. Process according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the heat treatment of the strip in the reductive atmosphere is carried out in a continuous furnace with an integrated chamber having the oxidising atmosphere, the volume of the chamber being smaller by a multiple than the remaining volume of the continuous furnace.

5. Process according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the strip is heat-treated after the hot dip galvanising process.

5

10

15

20

25

30

35

45

50

55

au moins sur sa surface, sachant que la poursuite du chauffage, avec refroidissement consécutif de la bande, dure plus de 50 secondes ; d) la durée du traitement à chaud de la bande sous l'atmosphère réductrice, aussi bien lors du chauffage (étape a) que lors du recuit ultérieur (étape c), est supérieure d'un multiple à celle du traitement à chaud sous l'atmosphère oxydante (étape b);

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la couche d'oxyde de fer produite est complètement réduite en fer pur.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'acier de résistance supérieure contient au moins un choix des composants d'alliage suivants : Mn > 0,5% , Al > 0,2% , Si > 0,1% , Cr > 0,3 %

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le traitement à chaud de la bande est effectué sous l'atmosphère réduite, dans un four continu avec une chambre intégrée sous atmosphère oxydante, sachant que le volume de la chambre par rapport au reste du volume du four continu est plus petit d'un multiple.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la bande est traitée à chaud après la galvanisation à chaud.

Revendications

1. Procédé de galvanisation à chaud au trempé, en continu, d'une bande en acier de résistance supérieure avec différents composants d'alliage, en particulier Mn, Al, Si et / ou Cr, dans un bain de fusion d'au moins 85 % de zinc et / ou d'aluminium au total, au cours des étapes et dans les conditions suivantes :

a) la bande est chauffée en 250 secondes au maximum, sous une atmosphère réductrice, avec une teneur en H₂ de 2 % à 8 % au minimum, à une température de 650 °C à 750 °C, à laquelle les composants d'alliage ne diffusent pas encore ou seulement en faibles quantités ;

b) la surface, consistant en plus grande partie en fer pur, est transformée par un traitement à chaud de la bande pendant une durée de 1 à 10 secondes, à une température de 650 °C à 750 °C, dans une chambre de réaction, intégrée dans un four continu, sous une atmosphère oxydante, avec une teneur en O₂ de 0,01 % à 1 %, en une couche d'oxyde de fer ;

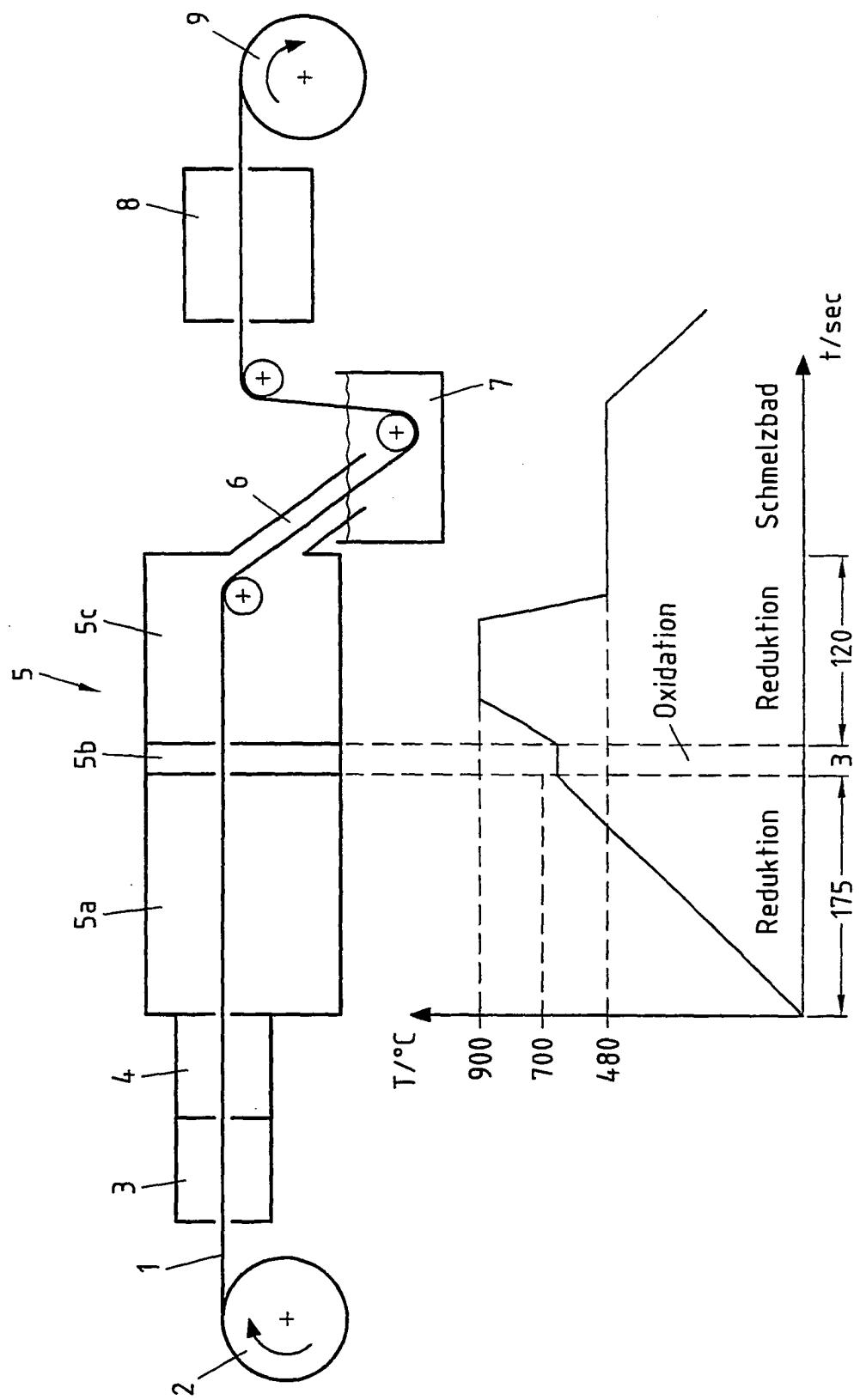
c) la bande est ensuite recuite sous une atmosphère réductrice avec une teneur en H₂ de 2 % à 8 %, par poursuite du chauffage jusqu'à une température de 900 °C au maximum et refroidie ensuite jusqu'à la température du bain de fusion pour réduire la couche d'oxyde de fer en fer pur,

40

45

50

55



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

- DE 68912243 T2 [0005]
- DE 69507977 T2 [0006]
- JP 02285057 A [0007]