

(19)



(11)

EP 2 389 260 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.11.2016 Patentblatt 2016/46

(51) Int Cl.:
B21B 45/06^(2006.01) C21D 1/26^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09837223.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2009/001832

(22) Anmeldetag: **22.12.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/083797 (29.07.2010 Gazette 2010/30)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM GLÜHEN UND ENTZUNDERN VON BAND AUS NICHTROSTENDEM STAHL**

METHOD AND DEVICE FOR ANNEALING AND DESCALING STRIPS OF STAINLESS STEEL

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF POUR RECUIRE ET DÉCALAMINER UNE BANDE D'ACIER INOXYDABLE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **22.01.2009 DE 102009005797**
15.04.2009 DE 102009017701

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.11.2011 Patentblatt 2011/48

(73) Patentinhaber: **SMS group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **BEHRENS, Holger**
40699 Erkrath (DE)

- **FROMMANN, Klaus**
40479 Düsseldorf (DE)
- **HARTUNG, Hans-Georg**
50259 Pulheim (DE)
- **KRETSCHMER, Matthias**
50939 Köln (DE)
- **KÜMMEL, Lutz**
41363 Jüchen (DE)

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 814 678

EP 2 389 260 B1

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] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Glühen und Entzundern von warmgewalzten oder kaltgewalzten Band aus nichtrostendem Stahl.

[0002] Für die Weiterverarbeitung sowohl von warmgewalzten als auch von kaltgewalzten Band aus nichtrostendem Stahl, z. B. durch Kaltwalzen beim Warmband und für die Herstellung der Endprodukte beim Kaltband, muss das Stahlband gegläht werden und eine zunderfreie Oberfläche haben. Daher muss der beim Warmwalzen bzw. beim Glühen entstandene Zunder vollständig entfernt werden. Das Glühen und Entzundern von nichtrostendem Stahlband außer ferritischen Warmband erfolgt bei den bekannten Verfahren in-line in kombinierten Glüh- und Beizlinien. Das Glühen von Warmband oder Kaltband aus austenitischen nichtrostenden Stahl sowie von Kaltband aus ferritischen nichtrostenden Stahl erfolgt in einem horizontalen Durchlaufofen mit anschließender Kühlzone zur Abkühlung des Bandes auf Temperaturen unter 100 °C

[0003] Warmband aus ferritischen nichtrostenden Stahl wird dagegen aus metallurgischen Gründen außerhalb der Glüh- und Beizlinie als Bund einer Langzeit-Haubenglühung mit nachfolgender Luftabkühlung des Bundes unterzogen. Die Entzunderung dieses Materials erfolgt üblicherweise in den oben genannten kombinierten Glüh- und Beizlinien, wobei wegen der bereits erfolgten Haubenglühung nur die Entzunderung erforderlich ist, oder in speziellen Beizlinien ohne Glühofen.

[0004] Besonders die Entzunderung von warmgewalztem nichtrostenden austenitischen und ferritischen Stahlband ist sehr aufwändig, wozu bei den bekannten Verfahren mehrere Stufen erforderlich sind. Dabei wird das Band zunächst durch Strahlen mit Stahlkorn und durch Bürsten mechanisch vorentzundert, womit ein großer Teil des Zunders entfernt wird. Danach wird es elektrolytisch und anschließend chemisch mittels verschiedener Säuren bei erhöhten Temperaturen gebeizt, wobei der noch vorhandene Zunder vollständig entfernt wird. Bei kaltgewalzten Band aus austenitischen und ferritischen nichtrostenden Stahl ist eine mechanische Vorentzunderung wegen der wesentlich dünneren Zunderschicht nicht erforderlich, außerdem wird damit die Rauheit zu stark erhöht.

[0005] Die z. Z. benutzten Verfahren sind sehr aufwändig, weil die Zunderschicht beim Warmband relativ dick ist und die chromreichen Eisenoxide schwer löslich und deshalb schwer zu entfernen sind. Außerdem ist ein großer Aufwand für die Entsorgung der gebrauchten Säuren, der Abwässer und der beim Beizen entstehenden giftigen Abgase erforderlich.

[0006] Die Entzunderung von nichtrostendem Stahlband ist nach wie vor mit Umweltbelastungen verbunden, deren Minimierung mit hohen Kosten verbunden ist.

[0007] Ein neues umweltfreundliches Verfahren zur Entzunderung von Band aus nichtrostendem Stahl ist die Plasma-Technologie, Es wird exemplarisch auf die EP 1

814 678 B1, auf die WO 00/056949 A1 und auf die RU 2 145 912 C1 hingewiesen.

Bei der dort offenbarten Plasma-Entzunderungstechnologie läuft das zu entzundernde Stahlband zwischen speziellen Elektroden, die sich in einer Vakuumkammer befinden. Die Entzunderung erfolgt durch das zwischen Elektroden und Stahlband befindliche Plasma, wobei nach Beendigung des Entzunderungsprozesses eine metallisch saubere Bandoberfläche vorhanden ist.

10 Nach der Plasmaentzunderung wird das Stahlband im Vakuum mittels Kühlrollen gekühlt, um die bei der Plasmaentzunderung entstehende Banderwärmung vor dem Austritt aus der Vakuumkammer auf eine Temperatur von maximal 100 °C zu reduzieren.

15 **[0008]** Aufgabe der Erfindung ist es, diese Plasmaentzunderung für den Einsatz bei Band aus nichtrostendem Stahl zu verbessern.

[0009] Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß mit den Merkmalen der Patentansprüche 1, 2 und 4 sowie mit einer Vorrichtung zur Durchführung der Verfahren nach Anspruch 8.

[0010] Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

25 **[0011]** Die Plasma-Technologie stellt insbesondere für Band aus nichtrostendem Stahl eine umweltfreundliche, qualitativ einwandfreie und wirtschaftliche Technologie der Entzunderung dar. In einer kombinierten Glüh- und Entzunderungslinie kann das gekühlte warmgewalzte oder kaltgewalzte Band aus nicht rostendem Stahl allein mit der Plasma-Technologie vollständig entzundert werden. Eine Variante für warmgewalztes Band aus austenitischen und ferritischen nichtrostendem Stahl ist die Kombination der Vorentzunderung durch Strahlen mit Stahlkorn mit nachfolgender Plasmaentzunderung, womit die für die Plasmaentzunderung erforderliche Prozesszeit stark reduziert werden kann.

35 **[0012]** Für kaltgewalztes Band aus nichtrostendem Stahl kommt eine mechanische Vorentzunderung nicht in Frage, weil die Zunderschicht wesentlich dünner ist als bei warmgewalzten Band.

40 **[0013]** Die Erfindung soll nachfolgend mit Bezug auf die Zeichnung erläutert werden.

[0014] In Fig. 1 ist eine Vorrichtung zum Glühen und Entzundern von nichtrostendem Stahlband schematisch dargestellt.

45 **[0015]** Das Stahlband 1 wird dabei von einem Ablaufhaspel 11 abgewickelt. Mit der Schweißmaschine 12 werden die Bandenden der jeweils folgenden Bunde aneinander geschweißt. Danach läuft das Band durch einen Bandspeicher 13, von dort über einen S-Rollenstand 14 zur Erzeugung des Bandzuges, von diesem durch den horizontalen Glühofen 2, in welchem es kurzzeitig bei Temperaturen bis zu maximal 1200°C gegläht wird. Nach dem Glühen läuft das Stahlband 1 durch die Kühlzone 3, in der es mit Luft oder Luft und Wassersprühnebel auf Temperaturen unter 100 °C abgekühlt wird. Danach läuft das Stahlband 1 in der Transportrichtung R um die Umlenkrolle 15 und über den S-Rollenstand 16 durch die

Streckbiegerichtvorrichtung 4 zur Erzeugung eines planen Bandes. Von dort läuft es durch die Stahlkorn-Strahlvorrichtung 5. Mit dieser kann warmgewalztes nichtrostendes Stahlband 1 vorentzündet werden. Die Stahlkorn-Strahlvorrichtung 5 ist bei entsprechend leistungstärkerer Auslegung der nachfolgenden Plasmaentzündungsanlage 6 nicht erforderlich.

[0016] Das Stahlband 1 läuft dann über einen weiteren S-Rollenstand 17, der zur Erzeugung des Bandzuges erforderlich ist, durch eine mehrstufige Vakuumschleuse 7 in die Prozesskammer 8 der Plasmaentzündungsanlage 6 ein, in der die Plasmaentzündung stattfindet. Oberhalb und unterhalb des Bandes 1 sind über die gesamte Bandbreite in einem vorgegebenen Abstand zum Band Elektroden 9 zur Erzeugung des Plasmas angeordnet. Die hier schematisch gezeigte Plasmaentzündungsanlage 6 hat 2 Prozesskammern 8. Je nach Leistung der Anlage kann die Anzahl und Länge der Prozesskammern 8 unterschiedlich sein. Zwischen den Prozesskammern ist eine Kühlzone mit anstellbaren Kühlrollen 10 zur Bandkühlung angeordnet, die sich ebenfalls im Vakuum befinden. Das Stahlband wird mit den Kühlrollen 10 vorzugsweise auf eine Temperatur unter 100 °C gekühlt und läuft danach durch die zweite Prozesskammer 8, in der ebenfalls oberhalb und unterhalb des Stahlbandes 1 Elektroden zur Erzeugung des Plasmas angeordnet sind. In dieser Prozesskammer erfolgt die vollständige Entfernung des noch vorhandenen Zunders auf beiden Seiten des Stahlbandes. Danach läuft das entzündete Stahlband durch die zweite Kühlzone mit 3 Kühlrollen 10, in der es auf eine Temperatur unter 100 °C abgekühlt wird. Von dort läuft es durch die mehrstufige Vakuumschleuse 7 und tritt danach in die Luftatmosphäre ein.

[0017] Über einen S-Rollenstand 18 und über einen Bandspeicher 19 läuft das Stahlband 1 zum Aufwickelhaspel 20, wo es zu dem fertigen Bund 21 aufgewickelt wird. Insgesamt ergibt sich mit dem beschriebenen Verfahren und der Anlage zum Glühen und Entzünden von Band aus nichtrostendem Stahl eine wirtschaftliche und ökologisch sehr vorteilhafte Technologie zur Herstellung von qualitativ hochwertigen nichtrostendem Stahlband, das die Anforderungen des Marktes erfüllt.

Bezugszeichenliste

[0018]

R	Transportrichtung
1	Stahlband
2	Durchlaufofen
3	Kühlzone
4	Streckrichtvorrichtung
5	Stahlkorn-Strahlvorrichtung
6	Plasmaentzündungsanlage
7	Vakuumschleuse
8	Prozesskammer
9	Plasmaelektroden

10	Kühlrollen
11	Abhaspel
12	Schweißmaschine
13	Einlaufbandspeicher
5 14	Bandzugstation
15	Umlenkrolle
16	Bandzugstation
17	Bandzugstation
18	Bandzugstation
10 19	Auslaufbandspeicher
20	Aufwickelhaspel
21	fertiges Stahlband

15 Patentansprüche

1. Verfahren zum Glühen und Entzünden von warmgewalztem Band aus austenitischem nichtrostendem Stahl,
dadurch gekennzeichnet,

- dass das Stahlband (1) in einer kontinuierlichen Linie zunächst bei einer Temperatur von maximal 1200 °C in einem Durchlaufofen (2) kurzzeitig gegläht wird,
- danach in einer anschließenden Kühlstrecke (3) auf eine Temperatur unter 100 °C abgekühlt wird,
- danach in einer Streckbiegerichtvorrichtung (4) gerichtet wird und
- anschließend in einer gekoppelten Plasmaentzündungsanlage (6) entzündet wird, wobei die Plasmaentzündung unter Vakuum in mehreren Stufen erfolgt und das Stahlband zwischen diesen Stufen und nach der letzten Stufe einer geregelten Kühlung mittels Kühlrollen (10) unterzogen wird, so dass das Stahlband beim Austritt aus der Plasmaentzündungsanlage eine Temperatur von unter 100 °C hat.

2. Verfahren zum Glühen und Entzünden von warmgewalztem Band aus ferritischem nichtrostendem Stahl,
dadurch gekennzeichnet,

- dass das Stahlband zunächst als Bund in einer Haubenglühvorrichtung einer Langzeitglühung mit nachfolgender Abkühlung des Bundes auf eine Temperatur unter 100 °C unterzogen wird, und
- dass das Band anschließend in einer gekoppelten Plasmaentzündungsanlage (6) entzündet wird, wobei die Plasmaentzündung unter Vakuum in mehreren Stufen erfolgt und das Stahlband zwischen diesen Stufen und nach der letzten, Stufe einer geregelten Kühlung mittels Kühlrollen (10) unterzogen wird, so dass das Stahlband beim Austritt aus der Plasmaentzündungsanlage eine Temperatur von unter 100 °C hat.

derungsanlage eine Temperatur von unter 100 °C hat

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass vor der Plasmaentzunderung eine mechanische Vorentzunderung durch Strahlen mit Stahlkorn in einer Strahlvorrichtung (5) erfolgt. 5
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Produktionsleistung der Plasmaentzunderungsanlage der erforderlichen Bandgeschwindigkeit im Glühofen und den Erfordernissen unterschiedlicher Zunderschichten verschiedener Materialien anpassbar ist, indem die Gesamtlänge der aktiven Plasmaentzunderungsstrecke durch das Einschalten und Abschalten von Plasmaelektroden (9) so gesteuert wird, dass sich eine möglichst hohe Produktion bei einwandfreier Entzunderung beider Bandseiten ergibt. 10 20
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach der Plasmaentzunderung ein Streckrichten und /oder Dressieren des entzundernten Stahlbandes kontinuierlich in Linie erfolgen. 25
6. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei der Plasmaentzunderung die Bewegung der Kathodenbrennflecke über die beiden Bandoberflächen mittels bewegter elektromagnetischer Felder gesteuert wird. 30
7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Förderrichtung (R) des Stahlbandes (1) ein vorzugsweise horizontaler Durchlauföfen (2) mit nachfolgender Kühlstrecke (3), eine Vorrichtung zum Streckbiegerichten (4), eine Vorrichtung zur mechanischen Vorentzunderung (5) durch Strahlen mit Stahlkorn, eine Plasmaentzunderungsanlage (6) mit Vorrichtungen zur Bandkühlung (10) angeordnet ist. 35 40 45

Claims

1. Method of annealing and descaling hot-rolled strip of austenitic stainless steel, **characterised in that**

- the steel strip (1) is briefly annealed in a continuous line initially at a temperature of at most 1200° C in a continuous furnace (2),
- thereafter cooled in a succeeding cooling path (3) to a temperature below 100° C, 50 55

- thereafter straightened in a stretch-bend straightening device (4) and
- subsequently descaled in a coupled plasma descaling installation (6), wherein the plasma descaling is carried out under vacuum in several stages and the steel strip between these stages and after the last stage is subjected to a regulated cooling by means of cooling rollers (10) so that the steel strip on exit from the plasma descaling installation has a temperature of below 100° C.

2. Method of annealing and descaling hot-rolled strip of ferritic stainless steel, **characterised in that**

- the steel strip initially as a coil in a hood annealing device is subjected to long-duration annealing with succeeding cooling of the coil to a temperature below 100° C and
- the strip is subsequently descaled in a coupled plasma descaling installation (6),

wherein the plasma descaling is carried out under vacuum in several stages and the steel strip between these stages and after the last stage is subjected to a regulated cooling by means of cooling rollers (10) so that the steel strip on exit from the plasma descaling installation has a temperature of below 100° C.

3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** prior to the plasma descaling a mechanical preliminary descaling is carried out by blasting with steel shot in a blasting device (5).

4. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the production output of the plasma descaling installation is adaptable to the required strip speed in the annealing furnace and the requirements of different scale layers of different materials **in that** the overall length of the active plasma descaling path is so controlled by switching on and switching off plasma electrodes (9) that a highest possible production with faultless descaling of the two strip sides results.

5. Method according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** after the plasma descaling a stretch-straightening and/or dressing of the descaled steel strip is carried out continuously in line.

6. Method according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the movement of the cathode focal spot over the two strip surfaces is controlled by means of moved electromagnetic fields during the plasma descaling.

7. Device for carrying out the method according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** a pref-

erably horizontal continuous furnace (2) with downstream cooling path (3), a device for stretch-bend straightening (4), a device for mechanical preliminary descaling (5) by blasting with steel shot and a plasma descaling installation (6) with devices for strip cooling (10) are arranged in the conveying direction (R) of the steel strip (1).

Revendications

1. Procédé pour le recuit et le décalaminage d'une bande laminée à chaud constituée d'acier inoxydable austénitique, **caractérisé**

- **en ce que** la bande d'acier (1), dans une ligne en continu, est d'abord soumise à un bref recuit à une température maximale de 1200 °C dans un four de passage (2) ;
- la bande en question est ensuite refroidie dans un tronçon de refroidissement (3) qui s'y raccorde, à une température inférieure à 100 °C ;
- puis elle est dirigée dans un dispositif de planage sous traction (4) ; et
- elle est ensuite soumise à un décalaminage dans une installation couplée de décalaminage au plasma (6) ; dans lequel le décalaminage au plasma a lieu sous vide en plusieurs étapes, et la bande d'acier est soumise entre ces étapes et après la dernière étape, à un refroidissement réglé au moyen de rouleaux de refroidissement (10), d'une manière telle que la bande d'acier possède, à la sortie de l'installation de décalaminage au plasma, une température qui est inférieure à 100 °C.

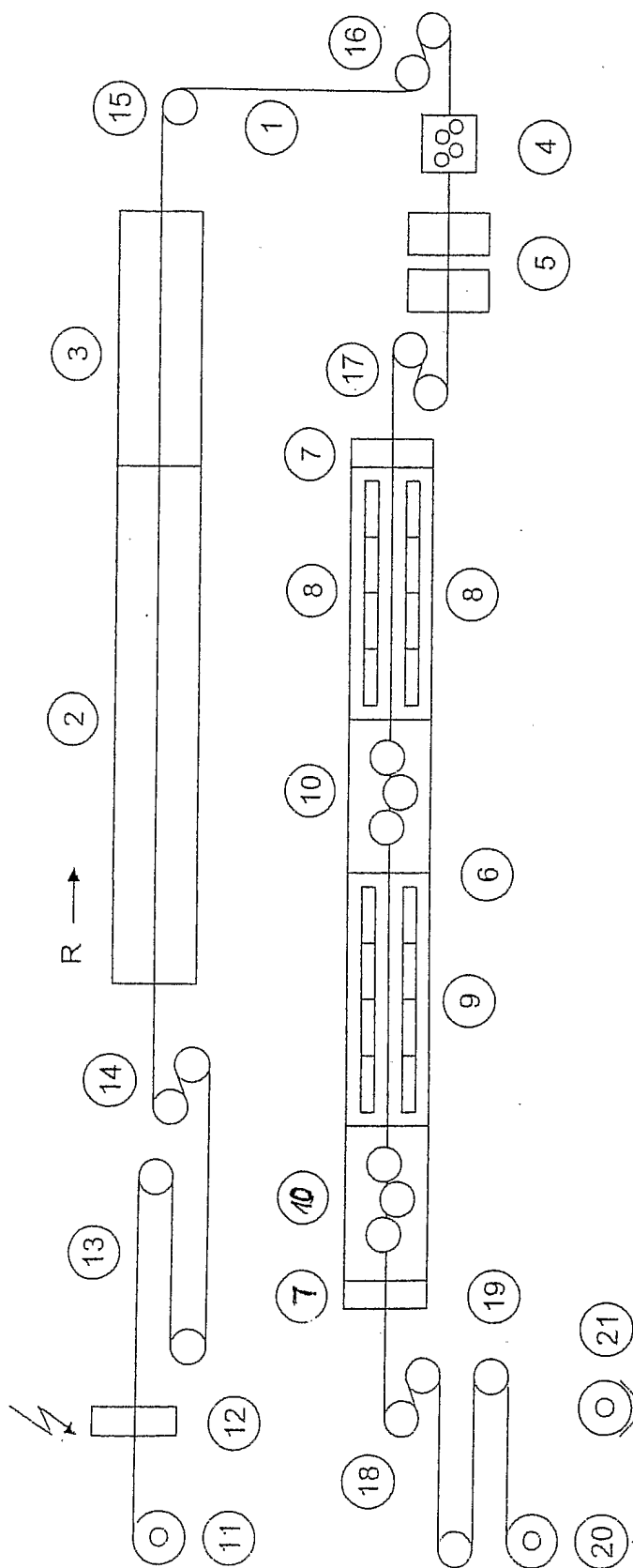
2. Procédé pour le recuit et le décalaminage d'une bande laminée à chaud constituée d'acier inoxydable ferritique, **caractérisé**

- **en ce que** la bande d'acier est d'abord soumise, sous la forme d'une bobine, dans un dispositif de recuit à cloche, à une calcination de longue durée avec refroidissement ultérieur de la bobine à une température inférieure à 100 °C ; et
- **en ce que** la bande est ensuite soumise à un décalaminage dans une installation couplée de décalaminage au plasma (6), dans lequel le décalaminage au plasma a lieu sous vide en plusieurs étapes, et la bande d'acier est soumise entre ces étapes et après la dernière étape, à un refroidissement réglé au moyen de rouleaux de refroidissement (10), d'une manière telle que la bande d'acier possède, à la sortie de l'installation de décalaminage au plasma, une température qui est inférieure à 100 °C.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé**

en ce que, avant le décalaminage au plasma, on procède à un décalaminage préalable de type mécanique par projection avec de la grenaille d'acier dans un dispositif de projection (5).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**on peut adapter le rendement de l'installation de décalaminage au plasma à la vitesse de bande requise dans le four de recuit et aux exigences de différentes couches de calamine constituées par des matières différentes, en réglant la longueur totale du tronçon actif de décalaminage au plasma par la mise en marche et la mise hors circuit d'électrodes plasma (9), d'une matière telle que l'on obtient une production la plus élevée possible avec décalaminage impeccable des deux côtés de la bande.
5. Procédé selon les revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que**, après le décalaminage au plasma, on procède à un planage et/ou à un dressage de la bande en acier décalaminée, en ligne en continu.
6. Procédé selon les revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que**, au cours du décalaminage au plasma, on commande le mouvement de la tache focale cathodique par-dessus les deux surfaces de la bande au moyen de champs électromagnétiques mobiles.
7. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que**, dans la direction de transport (R) de la bande d'acier (1), on dispose un four de passage (2) de préférence horizontal, comprenant un tronçon de refroidissement ultérieur (3), un dispositif pour le planage sous traction (4), un dispositif pour le décalaminage préalable (5) de type mécanique par projection avec de la grenaille d'acier, une installation de décalaminage au plasma (6) comprenant des dispositifs pour le refroidissement (10) de la bande.



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

- EP 1814678 B1 [0007]
- WO 00056949 A1 [0007]
- RU 2145912 C1 [0007]