



(11) **EP 1 558 779 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
31.12.2008 Patentblatt 2009/01

(51) Int Cl.:
C23C 2/02 (2006.01) **C23C 2/40** (2006.01)
B21B 45/06 (2006.01) **B08B 7/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03753485.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/010852

(22) Anmeldetag: **30.09.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/044257 (27.05.2004 Gazette 2004/22)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ENTZUNDERN UND/ODER REINIGEN EINES METALLSTRANGS**

METHOD AND DEVICE FOR DESCALING AND/OR CLEANING A METAL CASTING

PROCEDE ET DISPOSITIF DE DECALAMINAGE ET/OU DE LAVAGE D'UNE BARRE METALLIQUE

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

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

(30) Priorität: **09.11.2002 DE 10252178**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.08.2005 Patentblatt 2005/31

(56) Entgegenhaltungen:
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 1996, no. 02, 29. Februar 1996 (1996-02-29) -& JP 07 275920 A (NIPPON STEEL CORP), 24. Oktober 1995 (1995-10-24)
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 018, no. 034 (M-1544), 19. Januar 1994 (1994-01-19) -& JP 05 269517 A (NIPPON STEEL CORP), 19. Oktober 1993 (1993-10-19)
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 018, no. 127 (M-1569), 2. März 1994 (1994-03-02) -& JP 05 317950 A (NIPPON STEEL CORP), 3. Dezember 1993 (1993-12-03)

(73) Patentinhaber: **SMS Demag Aktiengesellschaft**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **FROMMANN, Klaus**
40479 Düsseldorf (DE)
• **BLOCK, Bodo**
51503 Rösrath (DE)
• **BRISBERGER, Rolf**
8724 Spielberg (AT)
• **HARTUNG, Hans, Georg**
50259 Pulheim (DE)

EP 1 558 779 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 Entzundern und/oder Reinigen eines Metallstrangs, insbesondere eines warmgewalzten Bandes aus Normalstahl oder aus nicht rostendem Stahl, bei dem der Metallstrang in eine Förderrichtung durch eine Vorrichtung geführt wird, in der er einer Plasma-Entzunderung und/oder einer Plasma-Reinigung unterzogen wird. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Entzundern und/oder Reinigen eines derartigen Metallstrangs.

[0002] Ein Verfahren der gattungsgemäßen Art ist aus der JP 03207518 A bekannt.

[0003] Für die Weiterverarbeitung - z. B. durch Kaltwalzen, für eine metallische Beschichtung oder die direkte Verarbeitung zu einem Endprodukt - muss warmgewalztes Stahlband eine zunderfreie Oberfläche haben. Daher muss der beim Warmwalzen und während der nachfolgenden Abkühlung entstandene Zunder restlos entfernt werden. Dies erfolgt bei vorbekannten Verfahren durch einen Beizprozess, wobei der aus den verschiedenen Eisenoxiden (FeO , Fe_3O_4 , Fe_2O_3) oder bei nichtrostenden Stählen auch aus chromreichen Eisenoxiden bestehende Zunder je nach Stahlqualität mittels verschiedener Säuren (z.B. Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure oder Mischsäure) bei erhöhten Temperaturen durch chemische Reaktion mit der Säure gelöst wird. Vor dem Beizen ist bei Normalstahl noch eine zusätzliche mechanische Behandlung durch Streckbiegerichten erforderlich, um den Zunder aufzubrechen und somit ein schnelleres Eindringen der Säure in die Zunderschicht zu ermöglichen. Bei den wesentlich schwieriger zu beizenden nichtrostenden, austenitischen und ferritischen Stählen sind ein Glühen und eine mechanische Vorentzunderung des Bandes beim Beizprozess vorgeschaltet, um eine möglichst gut beizbare Bandoberfläche zu erzielen. Nach dem Beizen muss das Stahlband gespült, getrocknet und je nach Bedarf eingeeölt werden, um eine Oxidation zu verhindern.

[0004] Das Beizen von Stahlband wird in kontinuierlichen Linien durchgeführt, deren Prozessteil in Abhängigkeit von der Bandgeschwindigkeit eine sehr große Länge haben kann. Derartige Anlagen erfordern daher sehr hohe Investitionen. Der Beizprozess erfordert außerdem sehr viel Energie und einen hohen Aufwand für die Entsorgung der Abwässer und die Regenerierung der Salzsäure, die bei Normalstahl meistens verwendet wird.

[0005] Es gibt daher im Stand der Technik verschiedenartige Ansätze, die Entzunderung von metallischen Strängen ohne Einsatz von Säuren zu bewerkstelligen. Bisher bekannte Entwicklungen basieren hier zumeist auf einer mechanischen Entfernung des Zunders (z. B. Ishiclean-Verfahren, APO-Verfahren). Allerdings sind derartige Verfahren hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit und Qualität der entzunderten Oberfläche für die industrielle Entzunderung von breitem Stahlband nicht geeignet. Daher wird bei der Entzunderung derartigen Bandes nach wie vor auf den Einsatz von Säuren gesetzt.

[0006] Die Nachteile hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und der Umweltbelastung müssen daher bislang in Kauf genommen werden.

[0007] Neuere Ansätze für das Entzundern von metallischen Strängen setzen auf die Plasma-Technologie. Dieses Verfahren ist in der bereits eingangs genannten JP 03207518 A sowie in der WO 00/56949 A1, der WO 01/00337 A1, der RU 2153025 C1 und der RU 2139151 C1 beschrieben. Bei der dort offenbarten Plasma-Entzunderungstechnologie läuft das zu entzundernde Gut zwischen speziellen Elektroden, die sich in einer Vakuumkammer befinden. Die Entzunderung erfolgt durch das zwischen Stahlband und Elektroden erzeugte Plasma, wobei eine metallische blanke Oberfläche ohne Rückstände erzeugt wird. Die Plasma-Technologie stellt damit eine wirtschaftliche, qualitativ einwandfreie und umweltfreundliche Möglichkeit der Entzunderung und Reinigung von Stahloberflächen dar. Sie ist einsetzbar für Normalstahl und für nichtrostenden, austenitischen und ferritischen Stahl. Eine spezielle Vorbehandlung ist nicht erforderlich.

[0008] Der genannte Stand der Technik stellt dabei primär auf die Entzunderung von Draht und von Rohren ab. Hierbei ergibt sich der Vorteil, dass aufgrund der Geometrie des zu entzundernden Gutes eine relativ einfache Führung der Elektroden möglich ist, so dass die Entzunderung effizient erfolgen kann.

[0009] Bei der Entzunderung von Stahlband hat es sich jedoch gezeigt, dass das in den genannten Schriften offenbarte Verfahren zu keinem brauchbaren Ergebnis führt, d. h. dass das entsprechend behandelte Stahlband, zumindest wenn es eine gewisse Breite aufweist, nicht in der benötigten Qualität entzundert werden kann.

[0010] Zwar offenbart die JP 07 275920 A ein gattungsgemäßes Verfahren, bei dem vor der Plasma-Entzunderungskammer ein Satz Biegerollen angeordnet ist, mit denen das in die Kammer einlaufende Band behandelt wird. Allerdings sind damit die erreichbaren Bänderheiten nicht ausreichend, um die angestrebte Qualität der Entzunderung zu erreichen.

[0011] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine zugehörige Vorrichtung zum Entzundern und/oder zum Reinigen eines Metallstrangs zu schaffen, mit dem bzw. mit der es möglich ist, auch breite Metallstränge über ihre gesamte Breitenerstreckung in gleichbleibender Qualität effizient und wirkungsvoll mittels der Plasma-Technologie zu entzundern, wobei sowohl die ökonomischen als auch die ökologischen Vorteile dieses Verfahrens nutzbar sein sollen.

[0012] Diese Aufgabe wird durch die Erfindung verfahrensgemäß dadurch gelöst, dass der Metallstrang in Förderrichtung vor der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung einem Streck-Richtprozess oder einem Streckbiege-Richtprozess unterzogen wird, der dem Metallstrang einen hohen Planheitsgrad verleiht.

[0013] Mit diesem Prozess kann auf den Metallstrang nämlich eine Zugkraft ausgeübt werden, die eine solche

Höhe hat, dass die Planheit des in die Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung einlaufenden Metallstrangs so hoch ist, dass der Strang die Vorrichtung als ebenes Blech durchlaufen kann. Das Resultat der Entzunderung bzw. Reinigung wird dadurch wesentlich verbessert, so dass das gefertigte Metallband eine hohe Qualität aufweist.

[0014] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, dass die Zugkraft beim Richtprozess so gewählt wird, dass im Metallstrang eine Zugspannung auftritt, die mindestens 10 % der Streckgrenze des Materials des Metallstrangs entspricht.

[0015] Das Verfahren kann bei kontinuierlich durchlaufendem Metallstrang betrieben werden; es ist aber auch genauso möglich, den Strang diskontinuierlich, also mit nicht konstanter Geschwindigkeit, durch die Entzunderungs- bzw. Reinigungsanlage zu führen. Der zuletzt genannte Fall ist vor allem für kleine Anlagen interessant.

[0016] Eine besonders hohe Qualität des gefertigten Metallstrangs kann erreicht werden, wenn nach der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung eine Prüfung der Oberfläche des Metallstrangs durchgeführt wird; es ist dann vorgesehen, dass die Geschwindigkeit, mit der der Metallstrang durch die Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung geführt wird, in Abhängigkeit von der Prüfung im geschlossenen Regelkreis so vorgegeben wird, dass eine gewünschte Entzunderungsqualität bzw. Reinigungsqualität erzielt wird. Dies bedeutet, dass namentlich bei noch ungenügender Entzunderungsqualität bzw. Reinigungsqualität die Durchlaufgeschwindigkeit des Metallstrangs durch die Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung herabgesetzt wird, so dass das Plasma eine längere Einwirkungszeit auf den Metallstrang hat. Dadurch lässt sich die Qualität des Entzunderungs- bzw. Reinigungsvorgangs an die speziellen Bedürfnisse anpassen.

[0017] Besonders bevorzugt kann sich direkt an das Entzundern und/oder Reinigen des Metallstrangs eine Beschichtung des Strangs mit flüssigem Metall anschließen, insbesondere eine Feuerverzinkung. Hierfür finden die bekannten Beschichtungsverfahren Anwendung. Eine Möglichkeit besteht darin, den Metallstrang durch einen Kessel, der mit dem flüssigen Beschichtungsmetall gefüllt ist, zu führen, wobei eine Umlenkung des Metallstrangs im Kessel stattfindet. Alternativ kann aber auch das CVGL-Verfahren (Continuous Vertical Galvanizing Line) zum Einsatz kommen, bei dem der Metallstrang durch einen Kessel, der mit dem flüssigen Metall gefüllt ist, von unten hindurchgeführt wird, wobei das Beschichtungsmetall im Kessel durch einen elektromagnetischen Verschluss zurückgehalten wird. Nach dem Entzundern und/oder Reinigen und vor dem Beschichten mit flüssigem Metall erfolgt bevorzugt eine Erwärmung des Metallstrangs, vorzugsweise durch Induktionserwärmung.

[0018] Im unmittelbaren Anschluss an das Entzundern und/oder Reinigen des Metallstrangs kann vorteilhaft ein Kaltwalzen des Metallstrangs erfolgen.

[0019] Die Vorrichtung zum Entzundern und/oder Reinigen des Metallstrangs weist eine Anordnung auf, durch die der Metallstrang in Förderrichtung geführt wird und in der der Metallstrang einer Plasma-Entzunderung und/oder einer Plasma-Reinigung unterzogen wird. Die Vorrichtung ist erfindungsgemäß gekennzeichnet durch Mittel, mit denen dem Metallstrang in Förderrichtung vor der Anordnung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung ein hoher Planheits-Grad verliehen werden kann, wobei vor und/oder hinter dem Mittel mindestens eine Spannvorrichtung zur Erzeugung einer Zugkraft im Metallstrang angeordnet ist. Diese Mittel bestehen aus mindestens einer Streckricht- oder Streckbiegericht-Maschine. Als Spannvorrichtung hat sich der S-Rollenstand bewährt.

[0020] Eine besonders gute Führung des Metallstrangs durch die Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung kann erreicht werden, wenn in Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung eine Spannvorrichtung zur Erzeugung einer Zugkraft im Metallstrang angeordnet ist, wobei auch hier bevorzugt an einen S-Rollenstand gedacht ist. Dadurch wird der Metallstrang beim Passieren der Plasma-Vorrichtung sehr eben gehalten, was die Qualität der Entzunderung bzw. Reinigung erhöht.

[0021] Die Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung kann eine unter Vakuum stehende Behandlungskammer aufweisen, in der in Förderrichtung des Metallstrangs eine Anzahl modular aufgebauter Elektroden angeordnet sind. Dabei kann vorgesehen werden, dass die einzelnen Elektroden in Abhängigkeit vom Grad der Verzunderung und/oder dem Grad der Verschmutzung der Oberfläche des Metallstrangs sowie in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, mit der der Metallstrang die Plasma-Vorrichtung passiert, unabhängig voneinander ein- und abgeschaltet werden. Es können namentlich genau so viele Elektroden bei der Entzunderung bzw. Reinigung eingeschaltet werden, dass ein gewünschtes Ergebnis erreicht wird.

[0022] Eine weitere Qualitätsverbesserung der Entzunderung bzw. Reinigung kann erreicht werden, wenn in Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Prüfmittel zur Prüfung der Oberfläche des Metallstrangs angeordnet werden; diese stehen dann mit Regelmitteln in Verbindung, wobei diese Regelmittel die Geschwindigkeit, mit der der Metallstrang durch die Vorrichtung geführt wird, in Abhängigkeit von der Prüfung so vorgeben, dass eine gewünschte Entzunderungsqualität bzw. Reinigungsqualität des Metallstrangs erzielt wird.

[0023] Mit Vorteil wird - wie bereits ausgeführt - die erfindungsgemäße Entzunderungs- bzw. Reinigungsanlage in Kombination mit weiteren Behandlungseinrichtungen für den Metallstrang eingesetzt. In Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung können dabei Mittel zum Beschichten des Metallstrangs mit flüssigem Metall, ins-

besondere zum Feuerverzinken, angeordnet werden. Diese Mittel können einen Kessel für flüssiges Metall und mindestens eine in diesen integrierte Umlenkrolle aufweisen. Alternativ können die Mittel zum Beschichtung eines Kessel für flüssiges Metall und unter dem Kessel elektromagnetische Mittel zum Zurückhalten des flüssigen Metalls im Kessel aufweisen. In Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung und in Förderrichtung vor den Mitteln zum Beschichtung des Metallstrangs können Mittel zum Erwärmen des Metallstrangs, insbesondere Induktionsheizmittel, angeordnet sein.

[0024] Alternativ oder additiv zu den Beschichtungsmitteln können in Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Mittel zum Walzen des Metallstrangs angeordnet werden; bei diesen kann es sich um eine mehrgerüstige Kaltwalz-Tandemstrasse handeln.

[0025] Ein kontinuierlicher Betrieb der gesamten Anlage wird dadurch begünstigt, dass in Förderrichtung vor der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung ein Bandspeicher angeordnet wird.

[0026] Vorteilhaft für eine hohe Produktivität der Anlage ist es weiterhin, wenn in Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Mittel zum Besäumen des Metallstrangs (Besäumschere) angeordnet sind.

[0027] Die Produktivität der Anlage wird weiterhin auch dadurch verbessert, dass in Förderrichtung hinter der Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Mittel zum Einölen des Metallstrangs angeordnet werden.

[0028] Insgesamt ergibt sich eine hochproduktive Anlage zur Verarbeitung eines Metallstrangs, bevorzugt für warmgewalztes Band aus Normalstahl oder aus nicht rostendem Stahl, die eine ökonomische und ökologische Entzunderung und/oder Reinigung des Metallstrangs sicherstellen kann und die sich vor allem in der Kombination mit nachgeschalteten Behandlungseinrichtungen bewährt hat.

[0029] Die beschriebene Technologie bietet vor allem im Vergleich mit dem Beizen große Vorteile hinsichtlich des Umweltschutzes, dem Energieverbrauch und der Qualität. Ferner sind die Investitionskosten für entsprechende Anlagen wesentlich geringer als bei bekannten Entzunderungs- und/oder Reinigungsanlagen.

[0030] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Vorrichtung zur Entzunderung und nachfolgenden Feuerverzinkung eines Metallstrangs,

Fig. 2 schematisch eine Vorrichtung zur Entzunderung und zum nachfolgenden Walzen des Metallstrangs und

Fig. 3 schematisch eine Vorrichtung zur Entzunderung

des Metallstrangs.

[0031] In Figur 1 ist schematisch eine Vorrichtung skizziert, mit der ein Metallstrang 1 zunächst entzundert und anschließend feuerverzinkt werden kann. Der Metallstrang 1 tritt mit vorgegebener Fördergeschwindigkeit v in Förderrichtung R in die Anlage ein und wird zunächst zwischen zwei S-Rollenständen 5 und 6 geführt, die auf den Metallstrang 1 eine Zugkraft F ausüben. Zwischen den beiden S-Rollenständen 5, 6 ist ein Mittel 4 zum Richten des Metallstrangs 1 angeordnet. Es handelt sich bei diesem Mittel 4 um eine Streckbiege-Richtmaschine. Schematisch ist angedeutet, dass der Metallstrang 1 in der Streckbiege-Richtmaschine 4 durch anstellbare Walzen unter hoher Spannung durch die Zugkraft F so gebogen bzw. gerichtet wird, dass der Metallstrang 1 einen hohen Planheits-Grad aufweist, nachdem er die Streckbiege-Richtmaschine 4 verlassen hat.

[0032] Im Anschluss an die Streckbiege-Richtmaschine 4 wird der Metallstrang 1 der Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. -Reinigung zugeführt. Diese Vorrichtung 2 weist eine Behandlungskammer 8 auf, die unter einem Vakuum gehalten wird. Am Ein- bzw. Austritt des Metallstrangs 1 in die bzw. aus der Behandlungskammer 8 ist je eine Schleuse 19 bzw. 20 vorgesehen.

[0033] In Förderrichtung hinter der Vorrichtung 2 ist ebenfalls ein S-Rollenstand 7 angeordnet; im Zusammenwirken mit dem S-Rollenstand 6 ist es somit möglich, den Metallstrang 1 beim Passieren der Vorrichtung 2 unter Zug zu halten (Zugkraft F), so dass in Synergie mit der Streckbiege-Richtmaschine 4 sichergestellt ist, dass der Metallstrang 1 die Vorrichtung 2 mit einem extrem hohen Grad an Planheit durchläuft. Diese ist zur Erzielung eines guten Ergebnisses der Entzunderung bzw. Reinigung erforderlich.

[0034] Wie in Figur 1 gesehen werden kann, sind in der Behandlungskammer 8 eine Anzahl Elektroden 9 angeordnet, die erforderlich sind, um das Plasma zu erzeugen, mit dem die Oberfläche des Metallstrangs 1 entzundert bzw. gereinigt wird. Details hierzu sind im vorgenannten Schrifttum zu finden.

[0035] In Förderrichtung R sind - wie es Figur 1 entnommen werden kann - mehrere Elektroden 9 hintereinander angeordnet. Diese können alle gleichzeitig zum Entzundern bzw. Reinigen aktiviert, d. h. mit elektrischer Energie versorgt werden. Es ist jedoch auch möglich, die einzelnen modularartig ausgebildeten Elektroden 9 wahlweise so zu schalten, dass nur eine solche Anzahl Elektroden aktiviert wird, wie es zur Erzielung eines gewünschten Entzunderungs- bzw. Reinigungsergebnisses erforderlich ist.

[0036] In Förderrichtung R hinter der Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. -Reinigung ist ein Prüfmittel 10 angeordnet, das in der Lage ist, die Oberfläche des Metallstrangs 1 zu inspizieren und das Ergebnis der Prüfung an ein Regelmittel 11 weiterzugeben. Abhängig von der gewünschten Qualität der Entzunderung bzw. Reinigung kann vorgesehen werden, dass das Regelmittel 11

auf den nicht dargestellten Antrieb der Gesamtvorrichtung derart einwirkt, dass die Fördergeschwindigkeit v des Metallstrangs 1 so beeinflusst wird, dass das Ergebnis der Entzunderung bzw. Reinigung einer gewünschten Vorgabe entspricht.

[0037] Reicht die Qualität der Entzunderung bzw. Reinigung nicht aus, können die Regelmittel 11 die Fördergeschwindigkeit v herabsetzen; dadurch ist die Oberfläche des Metallstrangs 1 einer längeren Einwirkzeit des Plasmas ausgesetzt, wodurch sich das Entzunderungs- bzw. Reinigungsergebnis verbessert. Liegt indes bereits eine übermäßig große, nicht benötigte Qualität vor, können die Regelmittel 11 eine Erhöhung der Fördergeschwindigkeit v vorsehen, so dass die Qualität der Entzunderung bzw. Reinigung zwar herabgesetzt, die Produktivität der Gesamtanlage jedoch erhöht wird.

[0038] Wie Figur 1 weiter entnommen werden kann, befindet sich in Förderrichtung R hinter der Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. -Reinigung ein Induktionsheizmittel 14, das den Metallstrang 1 erwärmen kann. Es kann sich hierbei insbesondere um einen induktiv beheizten Glühofen mit einer Schutzgasatmosphäre handeln, mit es möglich ist, in sehr kurzer Zeit den Metallstrang 1 auf eine Temperatur von etwa 500 °C zu erhitzen. Anschließend wird der Metallstrang 1 unter Schutzgas und über einen nicht dargestellten Rüssel in einen Kessel 3 mit flüssigem Beschichtungsmetall geführt. Im Kessel 3 ist eine Umlenkrolle 13 angeordnet, die den Metallstrang 1 nach der Beschichtung mit flüssigem Beschichtungsmetall vertikal nach oben umlenkt. Die Induktionsheizmittel 14, der Kessel 3 und die Umlenkrolle 13 bilden die schematisch dargestellten Mittel 12 zum Beschichten des Metallstrangs 1.

[0039] Eine alternative Ausgestaltung der Anlage ist in Figur 2 zu sehen. Der Unterschied zu Figur 1 besteht darin, dass in Figur 2 der Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. -Reinigung Mittel 15 zum Walzen des entzundernden bzw. gereinigten Metallstrangs 1 nachgeschaltet sind. Bei diesen Mitteln handelt es sich um eine mehrgerüstige Kaltwalz-Tandemstraße, auf der der Metallstrang 1 auf die gewünschte Enddicke gewalzt wird.

[0040] In Figur 3 ist eine Vorrichtung skizziert, die lediglich der Entzunderung des Metallstrangs 1 dient, die jedoch nach Art der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Lösungen auch mit nachfolgenden Einrichtungen kombiniert werden kann.

[0041] Der Metallstrang 1 wird in aufgewickelter Form von einem Abhaspel 21 einer Schweißmaschine 22 zu-geführt, wo der Metallstrang 1 mit dem vorhergehenden Metallstrang zusammengeschweißt wird. Vor dem Schweißen werden die Bandenden mit einer Schere 23 geschnitten, um eine einwandfreie Schweißung zu ermöglichen.

[0042] Der Metallstrang 1 wird dann der Streck-Richtmaschine bzw. Streckbiege-Richtmaschine 4 zugeführt, in der der Strang 1 durch Biegung und Aufbringung einer Zugkraft so gerichtet werden kann, dass er eine optimale Planheit hat, bevor er in die Vorrichtung 2 zur Plasma-

Entzunderung bzw. Plasma-Reinigung einläuft. Zunächst durchtritt der Metallstrang 1 die Schleuse 19, woraufhin er sich in der Behandlungskammer 8 befindet, in der ein Vakuum herrscht. Das Vakuum wird durch die Vakuumpumpe 24 erzeugt. In der Behandlungskammer 8 erfolgt die Entzunderung bzw. Reinigung durch das sich zwischen den Elektroden 9 und dem Metallstrang 1 befindliche Plasma. Die Zahl der Elektroden 9 hängt dabei von der Bandgeschwindigkeit v ab, um die erforderliche Verweilzeit des Metallstrangs 1 im Plasma zu gewährleisten.

[0043] Nach der vollständigen Entzunderung bzw. hinreichenden Reinigung läuft der Metallstrang 1 durch die Vakuumschleuse 20 zum S-Rollenstand 7, der - wie bereits erläutert - den erforderlichen hohen Bandzug für einen möglichst horizontalen Banddurchlauf im Zusammenwirken mit dem S-Rollenstand 6 erzeugt. Bei längeren Behandlungskammern 8 und für hohe Bandgeschwindigkeiten v sind Tragrollen 25 zwischen den Elektroden 9 angeordnet, die einen Durchhang des Metallstrangs 1 verhindern.

[0044] Mit der Besäumschere 17 wird die genaue Breite des Metallstrangs 1 erzielt. Falls erforderlich, wird der Metallstrang 1 anschließend mit der Einölmachine 18 elektrostatisch eingeölt, um die Oberfläche des Metallstrangs 1 vor Korrosion zu schützen. Mit einer Schere 26 wird der Metallstrang 1 vor dem Abschieben des fertigen Bundes zerteilt. Es kann auch mit je zwei Haspeln 21 und 27 im Einlauf und im Auslauf gearbeitet werden, um möglichst kurze Bundwechselzeiten zu erreichen.

[0045] Mit einem Bandspeicher 16 und einem Bandspeicher 28 ist ein kontinuierlicher Bandlauf im Prozess teil der Anlage möglich. Für Anlagen mit geringer Leistung ist ein diskontinuierlicher Betrieb ohne Bandspeicher möglich, wobei die Anlage während der Bundwechsel angehalten wird. Im Gegensatz zum Beizen ist dies bei der Plasma-Entzunderung ohne Ausbringverluste möglich.

[0046] In obiger Beschreibung wurde stets sowohl von der Entzunderung als auch von der Reinigung des Metallstrangs gesprochen. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass die Plasma-Technologie nicht nur für die Entzunderung, sondern auch sehr gut für die Reinigung metallischer Oberflächen von organischen oder anorganischen Substanzen (z. B. Öl) geeignet ist.

[0047] Kaltgewalztes geöltes Stahlband muss beispielsweise vor einer metallischen Beschichtung spezielle alkalische und elektrolytische Reinigungstanks mit nachfolgendem Spülen und teilweise auch Bürsten durchlaufen, um die erforderliche metallisch blanke Oberfläche zu erzielen. Vorbekannte Anlagen setzen auch hierfür chemische Mittel ein, bei denen sich die eingangs genannten Umweltprobleme stellen. Der Einsatz der Plasma-Technologie für die Reinigung des Metallstrangs bringt auch hier große Vorteile.

[0048] Bei der Koppelung der in Figur 3 skizzierten Anlage mit Nachfolgebehandlungseinrichtungen gemäß der Figuren 1 und 2 ergeben sich - wie bereits erwähnt

- hohe wirtschaftliche Vorteile. Die Zwischenlagerung des entzunderten bzw. gereinigten Bandes entfällt, so dass sowohl Produktions- als auch Qualitätsverbesserungen erzielt werden können. Dem Bandspeicher 28 (siehe Figur 3) hinter der Vorrichtung 2 zur Plasma-Entzunderung bzw. -Reinigung kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Das entzunderte und vorzugsweise bereits besäumte Band kann dann ohne Zwischenlagerung unter gleichmäßigem Bandzug kontinuierlich in die Nachfolgeeinrichtung (Feuerverzinkungsanlage, Kaltwalz-Tandemstraße) einlaufen. Das fertige Band kann dabei hinter der Nachfolgeeinrichtung, insbesondere hinter der Kaltwalz-Tandemstraße, wechselweise mit zwei Haspeln aufgewickelt und mit einer Schere unterteilt werden.

Bezugszeichenliste:

[0049]

1	Metallstrang
2	Vorrichtung zur Plasma-Entzunderung/-Reinigung
3	Kessel mit flüssigem Beschichtungsmetall
4	Mittel zum Richten des Metallstrangs (Streckrichtmaschine, Streckbiegerichtmaschine)
5	Spannvorrichtung (S-Rollenstand)
6	Spannvorrichtung (S-Rollenstand)
7	Spannvorrichtung (S-Rollenstand)
8	Behandlungskammer
9	Elektroden
10	Prüfmittel
11	Regelmittel
12	Mittel zum Beschichtung des Metallstrangs
13	Umlenkrolle
14	Mittel zum Erwärmen des Metallstrangs (Induktionsheizmittel)
15	Mittel zum Walzen des Metallstrangs
16	Bandspeicher
17	Mittel zum Besäumen des Metallstrangs (Besäumschere)
18	Mittel zum Einölen des Metallstrangs (Einölmachine)
19	Schleuse
20	Schleuse
21	Abhaspel
22	Schweißmaschine
23	Schere
24	Vakuumpumpe
25	Tragrolle
26	Schere
27	Aufhaspel
28	Bandspeicher
R	Förderrichtung
v	Fördergeschwindigkeit
F	Zugkraft

Patentansprüche

- Verfahren zum Entzundern und/oder Reinigen eines Metallstrangs (1), insbesondere eines warmgewalzten Bandes aus Normalstahl oder aus nicht rostendem Stahl, bei dem der Metallstrang (1) in Förderrichtung (R) durch eine Vorrichtung (2) geführt wird, in der er einer Plasma-Entzunderung und/oder einer Plasma-Reinigung unterzogen wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Metallstrang (1) in Förderrichtung (R) vor der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung einem Streck-Richtprozess oder einem Streckbiege-Richtprozess unterzogen wird, der dem Metallstrang (1) einen hohen Planheits-Grad verleiht.
- Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Zugkraft (F) so ausgeübt wird, dass im Metallstrang (1) eine Zugspannung auftritt, die mindestens 10 % der Streckgrenze des Materials des Metallstrangs (1) entspricht.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet
dass der Metallstrang (1) kontinuierlich durch die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung geführt wird.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Metallstrang (1) diskontinuierlich durch die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung geführt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung eine Prüfung der Oberfläche des Metallstrangs (1) durchgeführt wird, wobei die Geschwindigkeit (v), mit der der Metallstrang (1) durch die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung geführt wird, in Abhängigkeit von der Prüfung im geschlossenen Regelkreis so vorgegeben wird, dass eine gewünschte Entzunderungsqualität bzw. Reinigungsqualität erzielt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Metallstrang (1) im Anschluss an das Entzundern und/oder Reinigen des mit flüssigem Metall beschichtet wird, insbesondere in einer Feuerverzinkung.
- Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,

dass der Metallstrang (1) nach dem Entzundern und/oder Reinigen und vor dem Beschichten mit flüssigem Metall einer Erwärmung, insbesondere einer Induktionserwärmung, unterzogen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Metallstrang (1) im Anschluss an das Entzundern und/oder Reinigen kaltgewalzt wird.

9. Vorrichtung zum Entzundern und/oder Reinigen eines Metallstrangs (1), insbesondere eines warmgewalzten Bandes aus Normalstahl oder aus nicht rostendem Stahl, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, die eine Vorrichtung (2) aufweist, durch die der Metallstrang (1) in eine Förderrichtung (R) geführt wird und in der der Metallstrang (1) einer Plasma-Entzunderung und/oder einer Plasma-Reinigung unterzogen wird,

gekennzeichnet durch

Mittel (4), die in Förderrichtung (R) vor der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung angeordnet sind und dem Metallstrang (1) einen hohen Planheits-Grad verleihen, wobei vor und/oder hinter dem Mittel (4) mindestens eine Spannvorrichtung (5, 6) zur Erzeugung einer Zugkraft (F) im Metallstrang (1) angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung eine unter Vakuum stehende Behandlungskammer (8) aufweist, in der in Förderrichtung (R) des Metallstrangs (1) eine Anzahl modularartig aufgebauter Elektroden (9) angeordnet sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die einzelnen Elektroden (9) in Abhängigkeit vom Grad der Verzunderung und/oder dem Grad der Verschmutzung der Oberfläche des Metallstrangs (1) sowie in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit (v), mit der der Metallstrang (1) die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung passiert, unabhängig voneinander ein- und abschaltbar sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** in Förderrichtung (R) hinter der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Prüfmittel (10) zur Prüfung der Oberfläche des Metallstrangs (1) angeordnet sind, die mit Regelmitteln (11) in Verbindung stehen, wobei die Regelmittel (11) die Geschwindigkeit (v), mit der der Metallstrang (1) durch die Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunde-

rung und/oder Plasma-Reinigung geführt wird, in Abhängigkeit von der Prüfung zur Erzielung der gewünschten Entzunderungsqualität bzw. Reinigungsqualität des Metallstrangs (1) vorgeben.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** in Förderrichtung (R) hinter der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Mittel (12) zum Beschichten des Metallstrangs (1) mit flüssigem Metall, insbesondere zum Feuerverzinken, angeordnet sind.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** in Förderrichtung (R) hinter der Vorrichtung (2) zur Plasma-Entzunderung und/oder Plasma-Reinigung Mittel (15) zum Kaltwalzen des Metallstrangs (1) angeordnet sind.

Claims

1. Method of descaling and/or cleaning a metal strip (1), particularly a hot-rolled strip of normal steel or of stainless steel, in which the metal strip (1) is led in conveying direction (R) through a device (2) in which it is subjected to a plasma descaling and/or a plasma cleaning, **characterised in that** the metal strip (1) is subjected to a stretcher levelling process or a stretcher-and-roller levelling process, which imparts to the metal strip (1) a high degree of planarity, in conveying direction (R) ahead of the device (2) for plasma descaling and/or plasma cleaning.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** a tension force (F) is so exerted that a tension stress corresponding with at least 10% of the yield point of the material of the metal strip (1) arises in the metal strip (1).
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the metal strip (1) is led continuously through the device (2) for plasma descaling and/or plasma cleaning.
4. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the metal strip (1) is led discontinuously through the device (2) for plasma descaling and/or plasma cleaning.
5. Method according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** a check of the surface of the metal strip (1) is carried out after the device (2) for plasma descaling and/or plasma cleaning, wherein the speed (v) at which the metal strip (1) is led through the device (2) for plasma descaling and/or plasma cleaning is so preset in the closed regulating loop in

dependence on the check that a desired descaling quality or cleaning quality is achieved.

6. Method according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the metal strip (1) is coated, particularly in hot-dip galvanising, with liquid metal subsequently to the descaling and/or cleaning. 5
7. Method according to claim 6, **characterised in that** the metal strip (1) is subjected to heating, particularly induction heating, after the descaling and/or cleaning and prior to the coating with liquid metal. 10
8. Method according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the metal strip (1) is cold-rolled subsequently to the descaling and/or cleaning. 15
9. Device for descaling and/or cleaning a metal strip (1), particularly a hot-rolled strip of normal steel or of stainless steel, particularly for performance of the method according to any one of claims 1 to 8, comprising a device (2) through which the metal strip (1) is led in a conveying direction (R) and in which the metal strip (1) is subjected to a plasma descaling and/or a plasma cleaning, **characterised by** means (4) which are arranged in conveying direction (R) ahead of the device (2) for plasma descaling and/or plasma cleaning and which impart a high degree of planarity to the metal strip (1) wherein at least one tensioning device (5, 6) for generating a tension force (F) in the metal strip (1) is arranged in front of and/or behind the means (4). 20 25 30
10. Device according to claim 9, **characterised in that** the device (2) for plasma descaling and/or plasma cleaning comprises a treatment chamber (8) which stands under vacuum and in which a number of electrodes (9) of modular construction is arranged in conveying direction (R) of the metal strip (1). 35
11. Device according to claim 10, **characterised in that** the individual electrodes (9) are switchable on and off independently of one another in dependence on the degree of scaling and/or the degree of contamination of the surface of the metal strip (1) as well as in dependence on the speed (v) at which the metal strip (1) transits the device (2) for plasma descaling and/or plasma cleaning. 40 45
12. Device according to any one of claims 9 to 11, **characterised in that** checking means (10), which are connected with regulating means (11), for checking the surface of the metal strip (1) are arranged in conveying direction (R) behind the device (2) for plasma descaling and/or plasma cleaning, wherein for attainment of the desired descaling quality or cleaning quality the regulating means (11) preset the speed (v), at which the metal strip (1) is led through the 50

device (2) for plasma descaling and/or plasma cleaning, in dependence on the check.

13. Device according to any one of claims 9 to 12, **characterised in that** means (12) for coating the metal strip (1), particularly for hot-dip galvanising, with liquid metal are arranged in conveying direction (R) behind the device (2) for plasma descaling and/or plasma cleaning.
14. Device according to any one of claims 9 to 13, **characterised in that** means (15) for cold rolling the metal strip (1) are arranged in conveying direction (R) behind the device (2) for plasma descaling and/or plasma cleaning.

Revendications

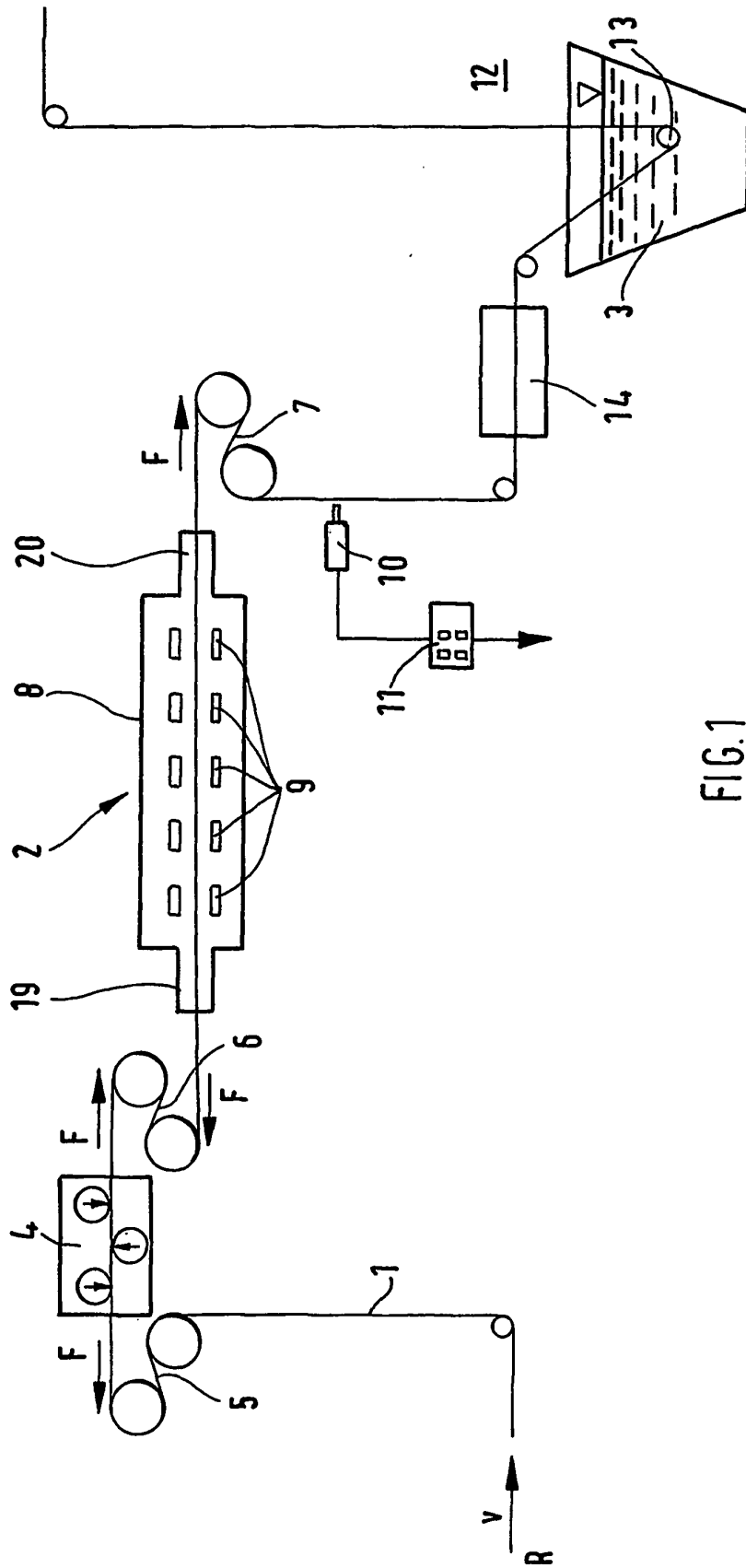
1. Procédé de décalaminage et/ou de nettoyage d'une barre métallique (1), en particulier d'une bande laminée à chaud en acier normal ou en acier inoxydable, dans lequel la barre métallique (1) est guidée en direction de convoyage (R) par un dispositif dans lequel elle est soumise à un décalaminage au plasma et/ou à un nettoyage au plasma, **caractérisé en ce que** en direction de convoyage (R) en amont du dispositif (2) de décalaminage au plasma et/ou de nettoyage au plasma, la barre métallique (1) est soumise à un processus de dressage par traction ou à un processus de dressage par traction et flexion qui confère à la barre métallique (1) un haut degré de planéité. 25 30
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** une force de traction (F) est exercée de telle sorte qu'il se produit dans la barre métallique (1) un effort de traction qui correspond au moins à 10 % de la limite d'étréage du matériau de la barre métallique (1). 35 40
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la barre métallique (1) est guidée de façon continue à travers le dispositif (2) de décalaminage au plasma et/ou de nettoyage au plasma. 45
4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la barre métallique (1) est guidée de façon discontinue à travers le dispositif (2) de décalaminage au plasma et/ou de nettoyage au plasma. 50
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** en aval du dispositif (2) de décalaminage au plasma et/ou de nettoyage au plasma est effectué un con- 55

trôle de la surface de la barre métallique (1), la vitesse (v) avec laquelle la barre métallique (1) est guidée à travers le dispositif (2) de décalaminage au plasma et/ou de nettoyage au plasma étant prédéterminée en fonction du contrôle dans le circuit d'asservissement fermé de telle sorte que l'on obtient une qualité de décalaminage ou qualité de nettoyage souhaitée.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** à la suite du décalaminage et/ou du nettoyage, la barre métallique (1) est revêtue de métal liquide, en particulier par galvanisation à chaud. 10
7. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** après le décalaminage et/ou le nettoyage et avant le revêtement avec un métal liquide, la barre métallique (1) est soumise à un réchauffement, en particulier à un réchauffement par induction. 15
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** à la suite du décalaminage et/ou du nettoyage, la barre métallique (1) est laminée à froid. 20
9. Dispositif de décalaminage et/ou de nettoyage d'une barre métallique (1), en particulier d'une bande laminée à chaud en acier normal ou en acier inoxydable, en particulier pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 8, qui présente un dispositif (2) à travers lequel la barre métallique (1) est guidée dans une direction de convoyage (R) et dans lequel la barre métallique (1) est soumise à un décalaminage au plasma et/ou à un nettoyage au plasma, **caractérisé par** des moyens (4) qui sont agencés en direction de convoyage (R) en amont du dispositif (2) de décalaminage au plasma et/ou de nettoyage au plasma et qui confèrent à la barre métallique (1) un haut degré de planéité, et en amont et/ou en aval du moyen (4) est agencé au moins un dispositif de serrage (5, 6) pour engendrer une force de traction (F) dans la barre métallique (1). 25
30
35
40
45
10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le dispositif (2) de décalaminage au plasma et/ou de nettoyage au plasma présente une chambre de traitement (8) sous vide dans laquelle un nombre d'électrodes (9) de structure modulaire sont agencées en direction de convoyage (R) de la barre métallique (1). 50
11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les électrodes (9) individuelles peuvent être mises 55

en circuit et hors circuit indépendamment les unes des autres en fonction du degré de calaminage et/ou du degré d'encrassement de la surface de la barre métallique (1) ainsi qu'en fonction de la vitesse (v) avec laquelle la barre métallique (1) passe à travers le dispositif (2) de décalaminage au plasma et/ou de nettoyage au plasma.

12. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 11, en direction de convoyage (R) en aval du dispositif (2) de décalaminage au plasma et/ou de nettoyage au plasma sont agencés des moyens de contrôle (10) de la surface de la barre métallique (1), qui sont en liaison avec des moyens d'asservissement (11), les moyens d'asservissement (11) définissant la vitesse (v) avec laquelle la barre métallique (1) est guidée à travers le dispositif (2) de décalaminage au plasma et/ou de nettoyage au plasma en fonction du contrôle pour obtenir la qualité de décalaminage et/ou de nettoyage souhaitée.
13. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce que** en direction de convoyage (R) en aval du dispositif (2) de décalaminage au plasma et/ou de nettoyage au plasma sont agencés des moyens (12) pour revêtir la barre métallique (1) avec du métal liquide, en particulier par galvanisation à chaud.
14. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 13, **caractérisé en ce que** en direction de convoyage (R) en aval du dispositif (2) de décalaminage au plasma et/ou de nettoyage au plasma sont agencés des moyens (15) pour laminier à froid la barre métallique (1).



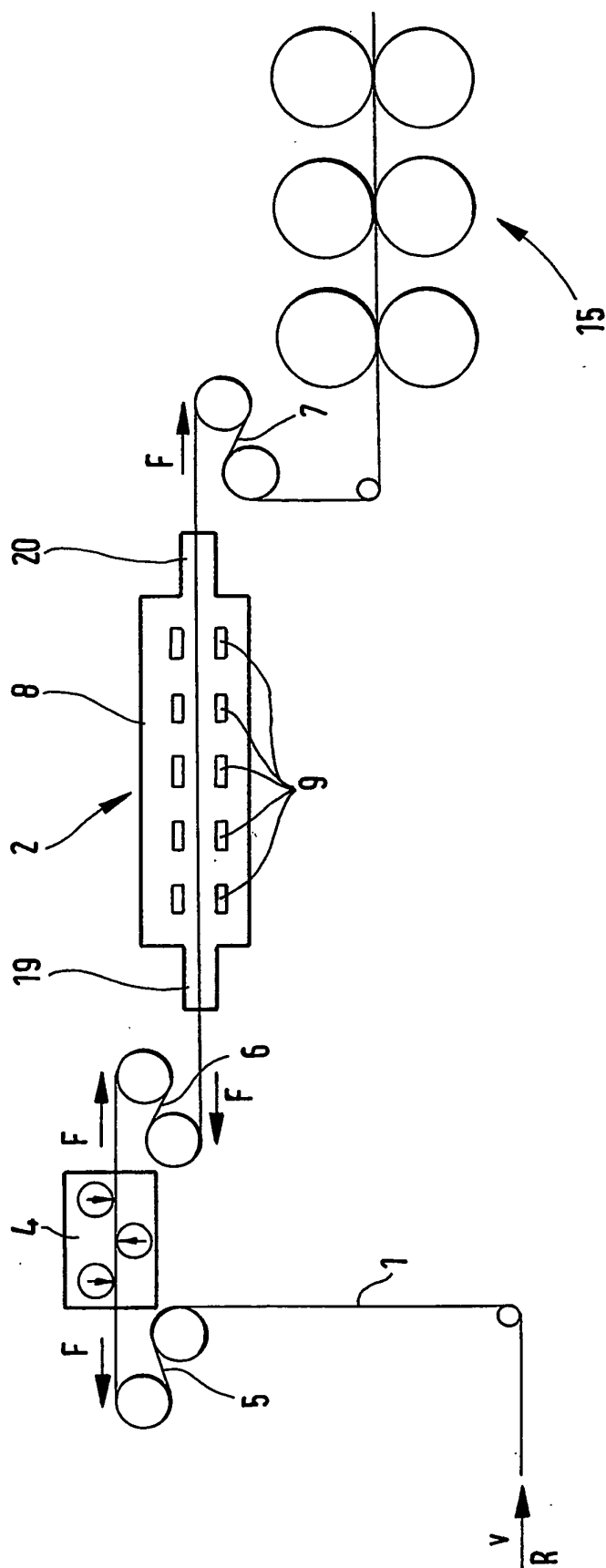


FIG. 2

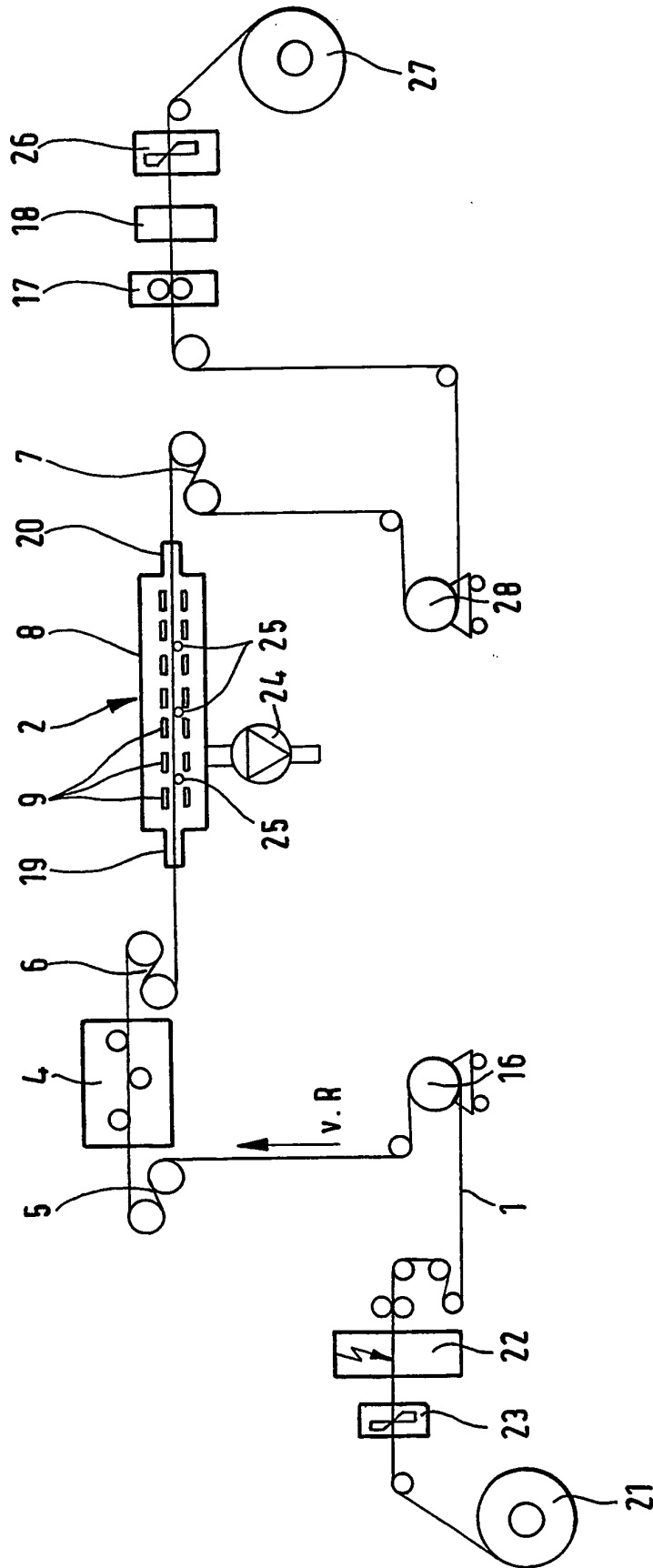


FIG. 3

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

- JP 03207518 A [0002] [0007]
- WO 0056949 A1 [0007]
- WO 0100337 A1 [0007]
- RU 2153025 C1 [0007]
- RU 2139151 C1 [0007]
- JP 7275920 A [0010]