



(11)

EP 1 814 678 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
27.08.2014 Patentblatt 2014/35

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

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
21.05.2008 Patentblatt 2008/21

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/002429

(21) Anmeldenummer: **06723474.0**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/097311 (21.09.2006 Gazette 2006/38)

(22) Anmeldetag: **16.03.2006**

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ENTZUNDERN EINES METALLBANDES**

METHOD AND DEVICE FOR DESCALING A METAL STRIP

PROCEDE ET DISPOSITIF DE DECALAMINAGE D'UNE BANDE METALLIQUE

(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**

(30) Priorität: **17.03.2005 DE 102005012296**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.08.2007 Patentblatt 2007/32

(73) Patentinhaber: **SMS Siemag AG
40237 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:
• **BEHRENS, Holger**
40699 Erkrath (DE)
• **BRISBERGER, Rolf**
A-8724 Spielberg (AT)
• **FROMMANN, Klaus**
40479 Düsseldorf (DE)
• **KRETSCHMER, Matthias**
50939 Köln (DE)
• **ZERBE, Rüdiger**
41468 Neuss (DE)
• **SENOKOSOV, Evgeny Stepanovich**
193168 St. Petersburg (RU)
• **SENOKOSOV, Andrei Evgenievich**
193168 St. Petersburg (RU)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 117 083 EP-A1- 0 397 952

EP-A1- 0 418 166 EP-A1- 0 879 897
EP-A1- 1 069 193 EP-A2- 0 159 806
WO-A-01/09410 WO-A-02/090624
WO-A1-2004/044257 AU-A- 8 000 498
DE-A1- 10 252 178 FR-A- 1 526 302
JP-A- S5 993 826 JP-A- H04 297 561
JP-A- H08 325 689 JP-A- H10 330 899
JP-A- H11 209 860 JP-A- 2001 049 470
JP-A- 2001 234 252 US-A- 2 890 037

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1995, Nr. 01, 28. Februar 1995 (1995-02-28) -& JP 06 279842 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 4. Oktober 1994 (1994-10-04) in der Anmeldung erwähnt**
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 017, Nr. 458 (C-1100), 20. August 1993 (1993-08-20) -& JP 05 105941 A (NIPPON STEEL CORP), 27. April 1993 (1993-04-27) in der Anmeldung erwähnt**
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 018, Nr. 647 (C-1283), 8. Dezember 1994 (1994-12-08) -& JP 06 248355 A (KAWASAKI STEEL CORP), 6. September 1994 (1994-09-06) in der Anmeldung erwähnt**
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2000, Nr. 22, 9. März 2001 (2001-03-09) -& JP 2001 140051 A (KAWASAKI STEEL CORP), 22. Mai 2001 (2001-05-22) in der Anmeldung erwähnt**
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1995, Nr. 08, 29. September 1995 (1995-09-29) -& JP 07 132316 A (KAWASAKI STEEL CORP), 23. Mai 1995 (1995-05-23) in der Anmeldung erwähnt**
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 015, Nr. 317 (C-0858), 13. August 1991 (1991-08-13) -& JP 03 120346 A (NKK CORP), 22. Mai 1991 (1991-05-22) in der Anmeldung erwähnt**

EP 1 814 678 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entzundern eines Metallbandes, insbesondere eines warmgewalzten Bandes aus Normalstahl oder eines warm- oder kaltgewalzten Bandes aus austenitischem oder ferritischem rostfreien Stahl, bei dem das Metallband in eine Förderrichtung durch mindestens eine Plasma-Entzundervorrichtung geführt wird, in der er einer Plasmaentzunderung unterzogen wird. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Entzundern eines Metallbandes.

[0002] Die EP 0 879 897 A1 offenbart eine Plasmaentzunderung; nach Durchführung derselben wird das entzundernde Band durch eine Kühlvorrichtung geführt. Die Kühlvorrichtung umfaßt zwei Kühlwalzen.

[0003] Für die Weiterverarbeitung - z. B. durch Kaltwalzen, für eine metallische Beschichtung oder die direkte Verarbeitung zu einem Endprodukt - muss Stahlband eine zunderfreie Oberfläche haben. Daher muss der beispielsweise 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 eingeölt 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 entzundernten Oberfläche für die indus-

trielle 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. Solche Verfahren und Vorrichtungen der eingangs genannten Art zum Entzundern von Metallsträngen mit unterschiedlicher Geometrie, beispielsweise von Metallbändern oder von Metaldraht, sind im Stand der Technik bereits in verschiedener Ausgestaltung bekannt. Es wird exemplarisch auf die WO 2004/044257 A1, auf die WO 2000/056949 A1 und auf die RU 2 145 912 C1 hingewiesen. 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] Bei der Plasmaentzunderung läuft das Band also zwischen oberhalb und unterhalb des Bandes angeordneten Elektroden durch eine Vakuumkammer. Das Plasma befindet sich zwischen den Elektroden und der Bandoberfläche auf beiden Seiten des Bandes. Dabei ergibt sich durch das auf den Zunder einwirkende Plasma die Entfernung der Oxide auf der Bandoberfläche, die mit einer Temperaturerhöhung des Bandes verbunden ist; diese kann sehr nachteilig sein. Die Temperaturerhöhung kann beim Austreten des entzundernten Bandes aus dem Vakuum an Luft zur Bildung eines Oxidfilms auf der Bandoberfläche führen, der für weitere Verarbeitungsstufen wie Kaltwalzen oder die direkte Verarbeitung von Warmband nicht zulässig ist.

[0009] Dass zur Verbesserung dieser Situation eine der Plasmaentzunderung nachfolgende Kühlung des Metallbandes erfolgen kann, ist aus verschiedenen Lösungen bekannt geworden, beispielsweise aus der JP 07132316 A, der JP 06279842 A, der JP 06248355 A, der JP 03120346 A, der JP 2001140051 A und der JP 05105941 A. Die aus diesem Schrifttum hervorgehenden Konzepte stellen jedoch auf Maßnahmen zum Kühlen ab, die zum Teil mit erheblichen Nachteilen verbunden oder relativ uneffizient sind. So kommt beispielsweise ein zur Kühlung aufgespritztes Medium zum Einsatz, was es erforderlich macht, eine anschließende Trocknung des Metallbandes durchzuführen. Bei der Behandlung des Metallbandes mit Kühlgas ist die Abkühlgeschwindigkeit sehr gering, außerdem ist diese Lösung im Vakuum nicht möglich. Die ansonsten vorgeschlage-

nen Lösungen bieten kaum Möglichkeiten, eine spezifische Temperaturführung des Metallbandes zu erreichen.

[0010] Für die meisten Anwendungen ist eine kontrollierte Abkühlung des Metallbandes während bzw. nach der Entzunderung erforderlich, bevor das Band mit der Luft in Berührung kommt. Eine solche gezielte Abkühlung ist mit den Lösungen nicht möglich, die aus dem Stand der Technik bekannt sind.

[0011] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine zugehörige Vorrichtung zum Entzundern eines Metallbandes zu schaffen, mit dem bzw. mit der es möglich ist, eine Qualitätserhöhung bei der Herstellung des Metallbandes zu erreichen, indem insbesondere Oxidationsprozesse verhindert werden, ohne die Gefügestruktur des Metallbandes negativ zu beeinflussen.

[0012] Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist verfahrensgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gekennzeichnet.

[0013] Bevorzugt wird zwecks Erzielung einer vollständigen Entzunderung vorgesehen, dass das Metallband einer mindestens zweimaligen Plasmaentzunderung mit jeweils anschließender geregelter Kühlung unterzogen wird.

[0014] Ein Oxidieren des entzundernten Metallbandes an der Umgebungs-Atmosphäre wird dadurch verhindert, dass die in Förderrichtung letzte geregelte Kühlung so erfolgt, dass das Metallband die in Förderrichtung letzte Kühlvorrichtung mit einer Temperatur von weniger oder gleich 100 °C verlässt.

[0015] Andererseits wird die Gefügestruktur des Metallbandes dadurch nicht nachteilig beeinflusst, dass die Plasmaentzunderung in jeder der Plasma-Entzundervorrichtung so erfolgt, dass das Metallband hinter der Plasma-Entzundervorrichtung eine Temperatur von höchstens 200 °C aufweist.

[0016] Als besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Kühlens des Metallbandes hat es sich erwiesen, dass die Kühlung des Metallbandes in der mindestens einen Kühlvorrichtung dadurch erfolgt, dass das Metallband über einen vorgebbaren Umschlingungswinkel mit einer Kühlwalze in Kontakt gebracht wird. Die gekühlte Walze leitet Wärme beim Kontakt mit dem Metallband aus diesem ab. Um die Wärmeübertragung zu optimieren, hat es sich bewährt, dass das Metallband zumindest im Bereich der Kontaktnahme mit der Kühlwalze unter Zug gehalten wird.

[0017] Mit Vorteil wird das Metallband bei jeder der sich an die Plasmaentzunderung anschließenden Kühlung zumindest im wesentlichen auf dieselbe Temperatur abgekühlt. Vorteilhaft ist es ferner, wenn das Metallband alternativ oder additiv hierzu bei jeder der sich an die Plasmaentzunderung anschließenden Kühlung zumindest im wesentlichen um die gleiche Temperaturdifferenz abgekühlt wird.

[0018] Die Kühlung des Metallbandes in der oder den Kühlvorrichtungen erfolgt bevorzugt unter gegenüber dem Umgebungsdruck vermindertem Druck, insbeson-

dere unter Vakuum. Indes kann vorgesehen werden, dass die Kühlung des Metallbandes in der in Förderrichtung letzten Kühlvorrichtung unter einem Schutzgas, insbesondere unter Stickstoff, erfolgt.

[0019] Die Vorrichtung zum Entzundern des Metallbandes weist die Merkmale des Anspruchs 10 auf.

[0020] Bevorzugt ist in Förderrichtung des Metallbandes am Ende oder hinter der oder jeder Kühlvorrichtung ein Temperatursensor angeordnet, der mit einer Regelungseinrichtung in Verbindung steht, die zur Beeinflussung der Kühlvorrichtung hinsichtlich der von ihr erzeugten Kühlleistung und/oder der Fördergeschwindigkeit des Metallbandes geeignet ist.

[0021] Bevorzugt sind mindestens zwei Plasma-Entzundervorrichtungen vorgesehen, an die sich je eine Kühlvorrichtung anschließt.

[0022] Über die Veränderung des Umschlingungswinkels kann die Kühlleistung beeinflusst werden, die die Kühlvorrichtung auf das Metallband aufbringt, d. h. wie stark die Kühlvorrichtung das Metallband kühlt. Bevorzugt sind daher Bewegungsmittel vorgesehen, mit denen mindestens eine Kühlwalze relativ zu einer anderen Kühlwalze senkrecht zu den Drehachsen der Kühlwalzen bewegt werden kann.

[0023] Die Kühlwalzen sind bevorzugt flüssigkeitsgeköhlt, insbesondere wassergeköhlt.

[0024] Ferner können Mittel zum Erzeugen einer Zugkraft im Metallband vorgesehen sein, zumindest im Bereich der Kühlvorrichtungen. Damit wird eine gute Anlage des Metallbandes an den Kühlwalzen sichergestellt.

[0025] Gemäß eines Anlagenkonzepts sind mindestens zwei Plasma-Entzundervorrichtungen sowie mindestens zwei nachgeordnete Kühlvorrichtungen in gerader Linie angeordnet. Eine Alternative hierzu, die platzsparend ist, sieht vor, dass eine Plasma-Entzundervorrichtung so angeordnet ist, dass das Metallband in ihr vertikal nach oben (oder nach unten) geführt wird, und eine weitere Plasma-Entzundervorrichtung so angeordnet ist, dass das Metallband in ihr vertikal nach unten (oder nach oben) geführt wird, wobei zwischen den beiden Plasma-Entzundervorrichtung eine Kühlvorrichtung angeordnet ist.

[0026] Eine gute Kühlwirkung der Kühlwalzen kann erreicht werden, wenn sie auf ihrer Mantelfläche eine Beschichtung mit einem verschleißfesten und gut wärmeleitenden Material, insbesondere mit Hartchrom oder Keramik, aufweisen.

[0027] Die beschriebene Technologie bietet im Vergleich mit dem Beizen große Vorteile hinsichtlich des Umweltschutzes, des Energieverbrauchs und der Qualität.

[0028] Ferner sind die Investitionskosten für entsprechende Anlagen wesentlich geringer als bei bekannten Entzunderungs- und/oder Reinigungsanlagen.

[0029] Besonders vorteilhaft ist, dass das zu entzundernde Metallband im Anschluss an die Entzunderung eine sehr gute und nicht-oxidierte Oberfläche aufweist, so dass die Nachfolgeoperationen mit hoher Qualität

durchgeführt werden können.

[0030] Die Erfindung stellt damit sicher, dass das Metallband während bzw. nach der Entzunderung kontrolliert auf eine Temperatur abgekühlt wird, die unterhalb der Temperatur liegt, bei der an Luft eine Oxidation bzw.

[0031] Bei einem Verfahren zum Entzundern eines Metallbandes, insbesondere eines warmgewalzten Bandes aus Normalstahl, bei dem das Metallband in eine Förderrichtung durch mindestens eine Plasma-Entzundervorrichtung geführt wird, in der er einer Plasmaentzunderung unterzogen wird, kann vorgesehen werden, dass der Plasmaentzunderung direkt oder indirekt eine Beschichtung des Metallbandes mit einem Überzugsmetall nachgeschaltet ist, insbesondere eine Feuerverzinkung des Metallbandes.

[0032] In vorteilhafter Weise kann dabei die durch die Plasmaentzunderung in das Metallband eingebrachte Energie zur Vorerwärmung des Metallbandes vor der Beschichtung genutzt werden.

[0033] Das Metallband wird dabei bevorzugt in einer gekoppelten Anlage zunächst plasmaentzündet und dann beschichtet, insbesondere feuerverzinkt. Das durch die Plasmaentzunderung vorerwärmte Metallband wird dabei bevorzugt ohne Luftzutritt von der Plasmaentzunderung in die Schutzgasatmosphäre eines für die Beschichtung erforderlichen Durchlaufofens geführt, wo das Band auf die für die Beschichtung erforderliche Temperatur weiter erwärmt wird. Die Banderwärmung kann dabei nach der Plasmaentzunderung induktiv nach dem "Heat-to-Coat"-Verfahren erfolgen. Dabei kann das Band, insbesondere das zu verzinkende Warmband, sehr schnell unter reduzierter Atmosphäre auf 440 °C bis 520 °C, insbesondere auf etwa 460 °C, erwärmt werden, bevor es in das Beschichtungsbad eintritt.

[0034] Die der Plasmaentzunderung nachgeschaltete Beschichtung kann nach dem konventionellen Verfahren mit Umlenkrolle im Beschichtungsbehälter oder nach dem Vertikalverfahren (Continuous Vertical Galvanizing Line - CVGL-Verfahren) erfolgen, bei dem das Beschichtungsmetall im Beschichtungsbehälter durch einen elektromagnetischen Verschluss zurückgehalten wird. Das Metallband taucht dabei nur sehr kurz ins Beschichtungsmetall ein.

[0035] Die Plasmaentzunderungsanlage kann mit einem Durchlaufofen für die Feuerverzinkung von warmgewalzten Stahlband gekoppelt sein, wobei sich auf der Auslaufseite der Plasmaentzunderungsanlage eine Vakuumschleuse und auf der Einlaufseite des Durchlaufofens eine Ofenschleuse üblicher Bauart befinden können, die gasdicht miteinander verbunden sind.

[0036] Die letztgenannte Kopplung der Plasmaentzunderung und der Beschichtung hat deshalb besondere Vorteile, weil warmgewalztes Stahlband vor der Feuerverzinkung vollständig frei von Oxiden sein muss, um eine gut anhaftende Zinkschicht zu erhalten.

[0037] Außerdem muss das Band auf eine Temperatur erwärmt werden, die in Abhängigkeit von der Aufheizge-

schwindigkeit etwa 460 °C bis 650 °C beträgt. Dabei kann die bei der Plasmaentzunderung entstehende Banderwärmung als Vorerwärmung des Bandes vor dem Eintritt in den Durchlaufofen genutzt werden, wodurch eine Energieeinsparung und eine Verkürzung des Ofens erzielt wird.

[0038] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Vorrichtung zur Entzunderung eines Metallbandes in der Seitenansicht gemäß einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2 eine zu Fig. 1 analoge Darstellung einer zweiten Ausführungsform der Vorrichtung,

Fig. 3 schematisch drei Kühlwalzen einer Kühlvorrichtung bei geringer Kühlleistung,

Fig. 4 die zu Fig. 3 analoge Darstellung bei hoher Kühlleistung der Kühlvorrichtung und

Fig. 5 schematisch eine Vorrichtung zur Entzunderung und nachfolgenden Feuerverzinkung des Metallbandes in der Seitenansicht.

[0039] In Fig. 1 ist eine Vorrichtung zur Entzunderung eines Stahlbandes 1 zu sehen, wobei diese Anlage in horizontaler Bauart ausgeführt ist. Das von einem Abhaspel 19 kommende Stahlband 1 wird in einer Streckbiegerichtmaschine 20 mit den dazu gehörigen S-Rollenständen 21 und 22 gerichtet, so dass eine höchstmögliche Planheit des Metallbandes 1 vorliegt, bevor das Band unter hohem Zug in den Prozessteil der Anlage eintritt.

[0040] Durch mehrere Vakuumschleusen 23 tritt das Band 1 in eine erste Plasma-Entzundervorrichtung 2 ein, in der das für die Plasmaentzunderung erforderliche Vakuum mittels bekannter Vakuumpumpen erzeugt und aufrecht erhalten wird. In der Plasma-Entzundervorrichtung 2 befinden sich die auf beiden Seiten des Bandes 1 angeordneten Elektroden 24, die das für die Entzunderung erforderliche Plasma erzeugen.

[0041] Durch das Plasma wird die Bandoberfläche auf beiden Seiten erwärmt, was zu einer Aufheizung des gesamten Bandquerschnitts auf eine Temperatur von max. 200 °C am Ende der Plasma-Entzundervorrichtung 2 führen kann. Die Höhe der Banderwärmung über den Gesamtquerschnitt hängt bei gleicher Energie des Plasmas hauptsächlich von der Fördergeschwindigkeit v des Metallbandes 1 und der Banddicke ab, wobei mit zunehmender Bandgeschwindigkeit v und Banddicke die Banderwärmung geringer wird.

[0042] Von der Plasma-Entzundervorrichtung 2 läuft das noch nicht vollständig entzünderte Band 1 in eine mit Kühlwalzen 6, 7, 8 versehene Kühlvorrichtung 4, die gasdicht mit der Plasma-Entzundervorrichtung 2 verbun-

den ist und in der dasselbe Vakuum wie in der Plasma-Entzündervorrichtung 2 herrscht.

[0043] Das Band 1 läuft um die Kühlwalzen 6, 7, 8, deren Umfang von innen mit Wasser gekühlt wird, das die Wärme über einen Kühlkreislauf abführt. Der hohe Bandzug bewirkt, dass das Band 1 - die Kühlwalzen 6, 7, 8 umschlingend - gut an diesen anliegt, um einen möglichst hohen Wärmeübergang zu gewährleisten.

[0044] Die Kühlwalzen 6, 7, 8 umschlingen dabei abwechselnd das Metallband 1 von oben und von unten. Vorgesehen werden vorzugsweise drei bis sieben Kühlwalzen. Das Kühlwasser zur Kühlung der Kühlwalzen wird über Drehdurchführungen kontinuierlich zugeführt und wieder abgeführt.

[0045] Bei der in Fig. 1 dargestellten Anordnung befinden sich drei Kühlwalzen 6, 7, 8 in der Kühlvorrichtung 4, die einzeln angetrieben werden. Je nach Leistung und maximaler Bandgeschwindigkeit v der Anlage sind auch mehr Kühlwalzen möglich und sinnvoll. Auf der Einlaufseite und der Auslaufseite der Kühlvorrichtung 4 befinden sich Temperatursensoren 12 zur kontinuierlichen Messung der Temperatur des Metallbandes 1. Durch Anstellung einer (oder mehrerer) der Kühlwalzen 6, 7, 8 (s. Fig. 3 und Fig. 4) beispielsweise in vertikale Richtung kann der Umschlingungswinkel α (s. Fig. 3 und Fig. 4) und damit die Kühlleistung der Kühlvorrichtung 4 geregelt werden, die auf das Metallband 1 wirkt. Am Ende der Kühlvorrichtung 4 soll die maximale Bandtemperatur etwa 100 °C betragen.

[0046] Von der Kühlvorrichtung 4 läuft das abgekühlte Band 1 in eine zweite Plasma-Entzündervorrichtung 3, die gasdicht mit der Kühlvorrichtung 4 verbunden ist und in der mittels Vakuumpumpen das gleiche Vakuum wie in der ersten Plasma-Entzündervorrichtung 2 erzeugt wird. In der zweiten Plasma-Entzündervorrichtung 3, die ähnlich wie die erste aufgebaut ist, erfolgt die vollständige Entzündung des in der ersten Plasma-Entzündervorrichtung 2 noch nicht vollständig entzünderten Bandes 1. Dabei erwärmt sich das Band 1 ähnlich wie bereits in der Plasma-Entzündervorrichtung 2 auf eine Endtemperatur, die abhängig von der Bandgeschwindigkeit v und vom Bandquerschnitt etwa 100 °C bis 200 °C über der Einlauftemperatur in die Plasma-Entzündervorrichtung 3 liegt. Von dort läuft das Band 1 durch eine gasdichte Schleuse 25 in die mit Schutzgas (z. B. Stickstoff) gefüllte zweite Kühlvorrichtung 5, die mit Kühlwalzen 9, 10, 11 wie die erste Kühlvorrichtung 4 versehen ist.

[0047] Bevorzugt sind die einzelnen Plasma-Entzündervorrichtungen 2 und 3 bzw. weitere dieser Vorrichtungen alle gleich lang ausgelegt.

[0048] Die Anzahl der Kühlwalzen 6, 7, 8, 9, 10, 11 richtet sich nach der Leistung der Anlage. In der Kühlvorrichtung 5 wird das Band 1 durch die Kühlwalzen 9, 10, 11 auf eine Endtemperatur abgekühlt, die nicht über 100 °C beträgt. Wie bei der ersten Kühlvorrichtung 4 befinden sich an der Einlaufseite und Auslaufseite der Kühlvorrichtung 5 wieder Temperatursensoren 13 zur Messung der Bandtemperatur. Am Ende der Kühlvorrichtung

5 befindet sich eine weitere gasdichte Schleuse 26, die den Eintritt von Luft in die Kühlvorrichtung 5 verhindert. Durch diese Maßnahme wird sichergestellt, dass das Band 1 mit einer Temperatur von maximal 100 °C aus dem Prozessteil der Linie austritt und dass die blanke Oberfläche des Bandes nicht durch den Luftsauerstoff oxidieren kann.

[0049] Hinter dem Prozessteil der Anlage befindet sich ein aus zwei oder drei Rollen bestehender Zugrollenstand 18, der den erforderlichen Bandzug aufbringt bzw. zusammen mit dem S-Rollenstand 22 hält. Die mit den Bezugsziffern 17 und 18 markierten Elemente stellen also Mittel zum Erzeugen einer Zugkraft im Band 1 dar. Die erzeugte Zugkraft im Band 1 dient dazu, ein gutes Anliegen des Bandes 1 an den Kühlwalzen 6, 7, 8, 9, 10, 11 zu gewährleisten. Danach läuft das Band 1 über die erforderlichen weiteren Einrichtungen, wie Bandspeicher und Besäumschere, zum Aufhaspel 27 (wie dargestellt) oder zu weiteren gekoppelten Einrichtungen, z. B. zu einem Tandem-Walzwerk.

[0050] In Abhängigkeit der berechneten erforderlichen Kühlleistung kann die vorgeschlagene Plasma-Entzündervorrichtung 2, 3 mit sich anschließenden Kühlvorrichtungen 4, 5 aufweisen. Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 stellt auf zwei solche Einheiten ab. Falls nur eine Kühlvorrichtung 4 verwendet wird, wird diese ähnlich zu der hier beschriebenen zweiten Kühlvorrichtung 5 mit den dazu gehörigen Schleusen 25 und 26 ausgebildet.

[0051] Fig. 2 zeigt eine alternative Ausgestaltung der Anlage zur Entzündung von Stahlband 1, bei der die Plasma-Entzündervorrichtungen 2 und 3 senkrecht (vertikal) angeordnet sind. Alle Funktionen in dieser Anlage sind identisch mit denen der in Fig. 1 erläuterten Anlage. Eine vertikale Anordnung kann unter bestimmten Bedingungen wegen ihrer kürzeren Baulänge günstiger sein als eine horizontale Anordnung.

[0052] In den Figuren 3 und 4 ist zu sehen, wie durch vertikale Verschiebung der Kühlwalze 7 (s. Doppelpfeil), die sich zwischen den beiden Kühlwalzen 6 und 7 befindet, der Umschlingungswinkel α des Bandes 1 um die Walzen 6, 7, 8 verändert werden kann (eingetragen für den Umschlingungswinkel um die Walze 7), wodurch sich auch der vom Metallband 1 auf die Kühlwalzen 6, 7, 8 übertragene Wärmestrom ändert. Die vertikale Verschiebung der mittleren Kühlwalze 7 erfolgt durch Bewegungsmittel 16, die schematisch dargestellt und vorliegend als hydraulisches Kolben-Zylinder-System ausgebildet sind.

[0053] Durch die Messung der Bandtemperatur in oder am Ende der Kühlvorrichtungen 4, 5 durch die Temperatursensoren 12, 13 kann mittels in Fig. 1 nur schematisch dargestellten Regelungseinrichtungen 14 und 15 auf die Kühlleistung in den Kühlvorrichtungen 4, 5 Einfluss genommen werden, so dass eine gewünschte Austrittstemperatur des Bandes 1 erzielt werden kann. Bei zu hoher gemessener Temperatur kann durch Ansteuerung der Bewegungsmittel 16 ein höherer Umschlin-

gungswinkel α eingestellt werden, so dass das Band 1 besser gekühlt wird. Grundsätzlich kann auch die Fördergeschwindigkeit v des Bandes 1 durch die Anlage herabgesetzt bzw. erhöht werden, um die Kühlleistung zu erhöhen bzw. zu reduzieren. Hier ist freilich dann eine Abstimmung zwischen den beiden Regelungseinrichtungen 14 und 15 erforderlich.

[0054] In Fig. 5 ist eine Lösung skizziert, bei der die durch das Plasmaentzünden in das Metallband eingebrachte Wärme dafür genutzt wird, um das Band in unmittelbarem Anschluss an die Entzunderung mit einem Beschichtungsmetall zu versehen. Fig. 5 zeigt den Verfahrensteil einer gekoppelten Plasmaentzunderungs- und Feuerverzinkungslinie für warmgewalztes Stahlband. Das Band 1 läuft nach dem Streckrichten in der Streckbiegerichtmaschine 20 (Streckrichteinheit) durch eine Vakuumschleuse 23 in die Plasma-Entzunderungsvorrichtung 2, wo es entzündet und dabei - in Abhängigkeit von der Bandgeschwindigkeit und von der Banddicke - auf etwa 200 °C bis 300 °C erwärmt wird.

[0055] Anschließend läuft das Band 1 durch eine Vakuumauslauf-Schleuse 25 und durch die mit dieser verbundenen Ofeneinlaufschleuse 29 in einen Durchlaufofen 28. Auf der Einlaufseite des Ofens 28 befindet sich ein Zugrollenpaar 30 (hot bridge), das den erforderlichen hohen Bandzug in der Plasma-Entzunderungsvorrichtung 2 erzeugt.

[0056] Hinter dem Zugrollenpaar 30 wird die Bandtemperatur mit einem Temperatursensor 12 gemessen, über welches die erforderliche weitere Banderwärmung im Durchlaufofen 28 geregelt wird. Von der Stelle des Sensors 12 läuft das Band 1 durch den induktiv beheizten Durchlaufofen 28, in dem es sehr schnell nach dem "Heat-to-Coat"-Verfahren auf etwa 460 °C aufgeheizt wird. Anschließend läuft das Band über einen Rüssel 31 in den Beschichtungsbehälter 32, wo es feuerverzinkt wird. Mit den Abstreifdüsen 34 wird die Schichtdicke geregelt. In der sich anschließenden Luftkühlstrecke 35 wird das Metallband 1 abgekühlt und danach den weiteren erforderlichen Verfahrensschritten zugeführt, beispielsweise dem Dressieren, dem Streckrichten und dem Chromatieren.

Bezugszeichenliste

[0057]

- | | |
|----|---------------------------------|
| 1 | Metallband |
| 2 | Plasma-Entzunderungsvorrichtung |
| 3 | Plasma-Entzunderungsvorrichtung |
| 4 | Kühlvorrichtung |
| 5 | Kühlvorrichtung |
| 6 | Kühlwalze |
| 7 | Kühlwalze |
| 8 | Kühlwalze |
| 9 | Kühlwalze |
| 10 | Kühlwalze |
| 11 | Kühlwalze |

- | | |
|----------|------------------------------------|
| 12 | Temperatursensor |
| 13 | Temperatursensor |
| 14 | Regelungseinrichtung |
| 15 | Regelungseinrichtung |
| 5 16 | Bewegungsmittel |
| 17 | Mittel zum Erzeugen einer Zugkraft |
| 18 | Mittel zum Erzeugen einer Zugkraft |
| 19 | Abhaspel |
| 20 | Streckbiegerichtmaschine |
| 10 21 | S-Rollenstand |
| 22 | S-Rollenstand |
| 23 | Vakuumschleuse |
| 24 | Elektroden |
| 25 | Schleuse |
| 15 26 | Schleuse |
| 27 | Aufhaspel |
| 28 | Durchlaufofen |
| 29 | Ofeneinlaufschleuse |
| 30 | Zugrollenpaar |
| 20 31 | Rüssel |
| 32 | Beschichtungsbehälter |
| 33 | Umlenkrolle |
| 34 | Abstreifdüsen |
| 35 | Luftkühlstrecke |
| 25 R | Förderrichtung |
| α | Umschlingungswinkel |
| v | Fördergeschwindigkeit |

30

Patentansprüche

1. Verfahren zum Entzünden eines Metallbandes (1), insbesondere eines warmgewalzten Bandes aus Normalstahl oder eines warm- oder kaltgewalzten Bandes aus austenitischem oder ferritischem rostfreien Stahl, bei dem das Metallband (1) in eine Förderrichtung (R) durch mindestens eine Plasma-Entzunderungsvorrichtung (2, 3) geführt wird, in der er einer Plasmaentzunderung unterzogen wird, wobei das Metallband (1) im Anschluss an das Plasmaentzünden in der mindestens einen Plasma-Entzunderungsvorrichtung (2, 3) in einer Kühlvorrichtung (4, 5) derart einer geregelten Kühlung unterzogen wird, dass es hinter der Kühlvorrichtung (4, 5) eine definierte Temperatur aufweist, wobei die Kühlung des Metallbandes (1) in der mindestens einen Kühlvorrichtung (4, 5) dadurch erfolgt, dass das Metallband (1) über einen vorgebbaren Umschlingungswinkel (α) mit einer Kühlwalze (6, 7, 8, 9, 10, 11) in Kontakt gebracht wird, wobei in der Kühlvorrichtung (4, 5) mindestens drei Kühlwalzen (6, 7, 8, 9, 10, 11) angeordnet sind, die relativ zueinander beweglich angeordnet sind, so dass der Umschlingungswinkel (α) zwischen dem Metallband (1) und der Walzenoberfläche veränderbar und somit die Kühlleistung beeinflussbar ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

- dadurch gekennzeichnet,**
dass das Metallband (1) einer mindestens zweimaligen Plasmaentzündung mit jeweils anschließender geregelter Kühlung unterzogen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die in Förderrichtung (R) letzte geregelte Kühlung so erfolgt, dass das Metallband (1) die in Förderrichtung (R) letzte Kühlvorrichtung (5) mit einer Temperatur von weniger oder gleich 100 °C verlässt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Plasmaentzündung in jeder der Plasma-Entzündervorrichtung (2, 3) so erfolgt, dass das Metallband (1) hinter der Plasma-Entzündervorrichtung (2, 3) eine Temperatur von höchstens 200 °C aufweist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Metallband (1) zumindest im Bereich der Kontaktnahme mit der Kühlwalze (6, 7, 8, 9, 10, 11) unter Zug gehalten wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Metallband (1) bei jeder der sich an die Plasmaentzündung anschließenden Kühlung zumindest im wesentlichen auf dieselbe Temperatur abgekühlt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Metallband (1) bei jeder der sich an die Plasmaentzündung anschließenden Kühlung zumindest im wesentlichen um die gleiche Temperaturdifferenz abgekühlt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kühlung des Metallbandes (1) in der oder den Kühlvorrichtungen (4, 5) unter gegenüber dem Umgebungsdruck vermindertem Druck, insbesondere unter Vakuum, erfolgt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kühlung des Metallbandes (1) in der in Förderrichtung (R) letzten Kühlvorrichtung (5) unter einem Schutzgas, insbesondere unter Stickstoff, erfolgt.
10. Vorrichtung zum Entzünden eines Metallbandes (1), insbesondere eines warmgewalzten Bandes aus Normalstahl oder eines warm- oder kaltgewalzten Bandes aus austenitischem oder ferritischem rost-
- freien Stahl, die mindestens eine Plasma-Entzündervorrichtung (2, 3) aufweist, durch die das Metallband (1) in eine Förderrichtung (R) geführt wird, wobei mindestens eine in Förderrichtung (R) hinter der Plasma-Entzündervorrichtung (2, 3) angeordnete Kühlvorrichtung (4, 5) vorgesehen ist, die zum geregelten Kühlen des Metallbandes (1) auf eine definierte Temperatur geeignet ist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die oder zumindest eine der Kühlvorrichtungen (4, 5) mindestens drei Kühlwalzen (6, 7, 8, 9, 10, 11) aufweist, die so angeordnet und relativ zueinander beweglich sind, dass der Umschlingungswinkel (α) zwischen dem Metallband (1) und der Walzenoberfläche veränderbar ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass in oder in Förderrichtung (R) des Metallbandes (1) am Ende oder hinter der oder jeder Kühlvorrichtung (4, 5) mindestens ein Temperatursensor (12, 13) angeordnet ist, der mit einer Regelungseinrichtung (14, 15) in Verbindung steht, die zur Beeinflussung der Kühlvorrichtung (4, 5) hinsichtlich der von ihr erzeugten Kühlleistung und/oder der Fördergeschwindigkeit (v) des Metallbandes (1) geeignet ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11,
gekennzeichnet durch
mindestens zwei Plasma-Entzündervorrichtungen (2, 3), an die sich je eine Kühlvorrichtung (4, 5) anschließt.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
gekennzeichnet durch
Bewegungsmittel (16), mit denen mindestens eine Kühlwalze (6, 7, 8, 9, 10, 11) relativ zu einer anderen Kühlwalze (6, 7, 8, 9, 10, 11) senkrecht zu den Drehachsen der Kühlwalzen (6, 7, 8, 9, 10, 11) bewegt werden kann.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kühlwalzen (6, 7, 8, 9, 10, 11) flüssigkeitsgekühlt, insbesondere wassergekühlt, sind.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
gekennzeichnet durch
Mittel (17, 18) zum Erzeugen einer Zugkraft im Metallband (1), zumindest im Bereich der Kühlvorrichtungen (4, 5).
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens zwei Plasma-Entzündervorrichtungen (2, 3) sowie mindestens zwei nachgeordnete Kühlvorrichtungen (4, 5) in gerader Linie angeordnet sind.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Plasma-Entzundervorrichtung (2) so angeordnet ist, dass das Metallband (1) in ihr vertikal nach oben oder nach unten geführt wird, und eine Plasma-Entzundervorrichtung (3) so angeordnet ist, dass das Metallband (1) in ihr vertikal nach unten oder nach oben geführt wird, wobei zwischen den beiden Plasma-Entzundervorrichtung (2, 3) eine Kühlvorrichtung (4) angeordnet ist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlwalzen (6, 7, 8, 9, 10, 11) der mindestens einen Kühlvorrichtung (4, 5) auf ihrer Mantelfläche eine Beschichtung mit einem verschleißfesten und gut wärmeleitenden Material, insbesondere mit Hartchrom oder Keramik, aufweisen.

Claims

1. Method for descaling a metal strip (1), particularly a hot-rolled strip of normal steel or a hot-rolled or cold-rolled strip of austenitic or ferritic stainless steel, in which the metal strip (1) is led in a conveying direction (R) through at least one plasma descaling device (2, 3), in which it is subjected to plasma descaling, wherein the metal strip (1) subsequently to the plasma descaling in the at least one plasma descaling device (2, 3) is subjected to a regulated cooling in a cooling device (4, 5) in such a manner that it has a defined temperature behind the cooling device (4, 5), wherein the cooling of the metal strip (1) is carried out in the at least one cooling device (4, 5) in such a manner that the metal strip (1) is brought into contact with a cooling roller (6, 7, 8, 9, 10, 11) over a predeterminable angle (α) of looping, wherein at least three cooling rollers (6, 7, 8, 9, 10, 11), which are arranged to be movable relative to one another so that the angle (α) of looping between the metal strip (1) and the roller surface is variable and thus the cooling performance can be influenced, are arranged in the cooling device (4, 5).
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the metal strip (1) is subjected to at least one double plasma descaling each with a respective subsequent regulated cooling.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the regulated cooling which is last in conveying direction (R) is carried out in such a manner that the metal strip (1) leaves the last cooling device (5) at a temperature of less than or equal to 100° C.
4. Method according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the plasma descaling in each of the

plasma descaling devices (2, 3) is so carried out that the metal strip (1) behind the plasma descaling device (2, 3) has a temperature of at most 200° C.

5. Method according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the metal strip (1) is held under tension at least in the region of contact with the cooling roller (6, 7, 8, 9, 10, 11).
6. Method according to one of claims 2 to 5, **characterised in that** the metal strip (1) is cooled to at least substantially the same temperature in each cooling subsequent to the plasma descaling.
7. Method according to one of claims 2 to 5, **characterised in that** the metal strip (1) in each cooling subsequent to the plasma descaling is cooled substantially by the same temperature difference.
8. Method according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** the cooling of the metal strip (1) in the cooling device or cooling devices (4, 5) is carried out under a pressure reduced relative to ambient pressure, particularly under vacuum.
9. Method according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** the cooling of the metal strip (1) in the cooling device (5) which is last in conveying direction (R) is carried out in a protective gas, particularly in nitrogen.
10. Device for descaling a metal strip (1), particularly a hot-rolled strip of normal steel or a hot-rolled or cold-rolled strip of austenitic or ferritic stainless steel, which comprises at least one plasma descaling device (2, 3), through which the metal strip (1) is led in a conveying direction (R), wherein at least one cooling device (4, 5) arranged behind the plasma descaling device (2, 3) in conveying direction (R) and suitable for regulated cooling of the metal strip (1) to a defined temperature is provided, particularly for carrying out the method according to one of claims 1 to 9, wherein the cooling device or at least one of the cooling devices (4, 5) comprises at least three cooling rollers (6, 7, 8, 9, 10, 11) which are so arranged and movable relative to one another that the angle (α) of looping between the metal strip (1) and the roller surface is variable.
11. Device according to claim 10, **characterised in that** at least one temperature sensor (12, 13) is arranged in or in the conveying direction (R) of the metal strip (1) at the end or behind the or each cooling device (4, 5) and is connected with a regulating device (14, 15) suitable for influencing the cooling device (4, 5) with respect to the cooling performance it produces and/or the transport speed (v) of the metal strip (1).

12. Device according to claim 10 or 11, **characterised by** at least two plasma descaling devices (2, 3) with each of which a respective cooling device (4, 5) is connected.
13. Device according to one of claims 10 to 12, **characterised by** movement means (16) by which at least one cooling roller (6, 7, 8, 9, 10, 11) can be moved relative to another cooling roller (6, 7, 8, 9, 10, 11) perpendicularly to the axes of rotation of the cooling rollers (6, 7, 8, 9, 10, 11).
14. Device according to one of claims 10 to 13, **characterised in that** the cooling rollers (6, 7, 8, 9, 10, 11) are liquid-cooled, in particular water-cooled.
15. Device according to one of claims 10 to 14, **characterised by** means (17, 18) for generating a tension force in the metal strip (1) at least in the region of the cooling devices (4, 5).
16. Device according to one of claims 10 to 15, **characterised in that** at least two plasma descaling devices (2, 3) as well as at least two downstream cooling devices (4, 5) are arranged in a straight line.
17. Device according to one of claims 10 to 15, **characterised in that** a plasma descaling device (3) is so arranged that the metal strip (1) is guided vertically upwardly or downwardly therein and a plasma descaling device (3) is so arranged that the metal strip (1) is guided vertically downwardly or upwardly therein, wherein a cooling device (4) is arranged between the two plasma descaling devices (2, 3).
18. Device according to one of claims 10 to 17, **characterised in that** the cooling rollers (6, 7, 8, 9, 10, 11) of the at least one cooling device (4, 5) have on the circumferential surface thereof a coating with a wear-resistant and good thermally conductive material, particularly with hard chrome or ceramic.

Revendications

1. Procédé de décalaminage d'un feillard métallique (1), en particulier d'un feillard en acier normal laminé à chaud ou d'un feillard en acier inoxydable austénitique ou ferritique laminé à chaud ou à froid, dans lequel le feillard métallique (1) est mené dans une direction de transport (R) à travers au moins un dispositif de décalaminage au plasma (2, 3) dans lequel il est soumis à un décalaminage au plasma, le feillard métallique (1) étant soumis, suite au décalaminage au plasma dans ledit au moins un dispositif de décalaminage au plasma (2, 3), à un refroidissement régulé dans un dispositif de refroidissement (4, 5) de manière à présenter, en arrière du dispositif

de refroidissement (4, 5), une température définie, dans lequel

le refroidissement du feillard métallique (1) dans ledit au moins un dispositif de refroidissement (4, 5) s'effectue par le fait que le feillard métallique (1) est mis en contact avec un cylindre de refroidissement (6, 7, 8, 9, 10, 11) sur un angle de cerclage prédéterminé (α), dans lequel dans le dispositif de refroidissement (4, 5) sont agencés au moins trois cylindres de refroidissement (6, 7, 8, 9, 10, 11), qui sont agencés de manière déplaçable les uns par rapport aux autres, de telle façon que l'angle de cerclage (α) entre le feillard métallique (1) et la surface des cylindres est variable et ainsi qu'il est possible d'influencer la performance de refroidissement.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le feillard métallique (1) est soumis à un décalaminage au plasma au moins double suivi d'un refroidissement régulé respectif.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le dernier refroidissement régulé dans la direction de transport (R) s'effectue de telle sorte que le feillard métallique (1) quitte le dernier dispositif de refroidissement (5) dans la direction de transport (R) à une température inférieure ou égale à 100°C.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le décalaminage au plasma dans chacun des dispositifs de décalaminage au plasma (2, 3) s'effectue de telle sorte que le feillard métallique (1) en arrière du dispositif de décalaminage au plasma (2, 3) présente une température de 200°C au maximum.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le feillard métallique (1) est maintenu sous traction au moins dans la zone de la venue en contact avec le cylindre de refroidissement (6, 7, 8, 9, 10, 11).
6. Procédé selon l'une des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** le feillard métallique (1) est refroidi au moins sensiblement à la même température lors de chaque refroidissement qui suit le décalaminage au plasma.
7. Procédé selon l'une des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** le feillard métallique (1) est refroidi au moins sensiblement de la même différence de température lors de chaque refroidissement qui suit le décalaminage au plasma.
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7,

caractérisé en ce que

le refroidissement du feuillard métallique (1) dans le ou dans les dispositifs de refroidissement (4, 5) s'effectue à une pression réduite par rapport à la pression ambiante, en particulier sous vide.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8,

caractérisé en ce que

le refroidissement du feuillard métallique (1) dans le dernier dispositif de refroidissement (5) dans la direction de transport (R) s'effectue sous un gaz inerte, en particulier sous azote.

10. Dispositif de décalaminage d'un feuillard métallique (1), en particulier d'un feuillard en acier normal laminé à chaud ou d'un feuillard en acier inoxydable austénitique ou ferritique laminé à chaud ou à froid, qui comprend au moins un dispositif de décalaminage au plasma (2, 3) à travers lequel le feuillard métallique (1) est mené dans une direction de transport (R), dans lequel est prévu au moins un dispositif de refroidissement (4, 5), agencé en arrière du dispositif de décalaminage au plasma (2, 3) dans la direction de transport (R), qui convient pour le refroidissement régulé du feuillard métallique (1) à une température définie, en particulier pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel le ou au moins un des dispositifs de refroidissement (4, 5) comprend au moins trois cylindres de refroidissement (6, 7, 8, 9, 10, 11) qui sont agencés et mobiles les uns par rapport aux autres de telle sorte que l'angle de cerclage (α) entre le feuillard métallique (1) et la surface des cylindres est variable.

11. Dispositif selon la revendication 10,

caractérisé en ce que

dans la direction de transport (R) du feuillard métallique (1) ou à la fin ou en arrière du ou de chaque dispositif de refroidissement (4, 5) en direction de transport, il est prévu au moins un capteur de température (12, 13) qui est en liaison avec un dispositif de régulation (14, 15) qui convient pour influencer le dispositif de refroidissement (4, 5) quant à la performance de refroidissement fournie par celui-ci et/ou quant à la vitesse de transport (v) du feuillard métallique (1).

12. Dispositif selon la revendication 10 ou 11,

caractérisé par

au moins deux dispositifs de décalaminage au plasma (2, 3) suivis chacun par un dispositif de refroidissement respectif (4, 5).

13. Dispositif selon l'une des revendications 10 à 12,

caractérisé par

des moyens de déplacement (16) par lesquels au moins un cylindre de refroidissement (6, 7, 8, 9, 10,

11) peut être déplacé par rapport à un autre cylindre de refroidissement (6, 7, 8, 9, 10, 11) perpendiculairement aux axes de rotation des cylindres de refroidissement (6, 7, 8, 9, 10, 11).

14. Dispositif selon l'une des revendications 10 à 13,

caractérisé en ce que

les cylindres de refroidissement (6, 7, 8, 9, 10, 11) sont refroidis au liquide, en particulier à l'eau.

15. Dispositif selon l'une des revendications 10 à 14,

caractérisé par

des moyens (17, 18) pour générer une force de traction dans le feuillard métallique (1), au moins dans la zone des dispositifs de refroidissement (4, 5).

16. Dispositif selon l'une des revendications 10 à 15,

caractérisé en ce que

au moins deux dispositifs de décalaminage au plasma (2, 3) ainsi qu'au moins deux dispositifs de refroidissement (4, 5) agencés en aval sont prévus en ligne droite.

17. Dispositif selon l'une des revendications 10 à 15,

caractérisé en ce que

un dispositif de décalaminage au plasma (2) est agencé de telle sorte que le feuillard métallique (1) est guidé dans celui-ci verticalement vers le haut ou vers le bas, et **en ce qu'**un dispositif de décalaminage au plasma (3) est agencé de telle sorte que le feuillard métallique (1) est guidé dans celui-ci verticalement vers le bas ou vers le haut, un dispositif de refroidissement (4) étant agencé entre les deux dispositifs de décalaminage au plasma (2, 3).

18. Dispositif selon l'une des revendications 10 à 17,

caractérisé en ce que

les cylindres de refroidissement (6, 7, 8, 9, 10, 11) dudit au moins un dispositif de refroidissement (4, 5) présentent sur leur surface enveloppe un revêtement avec un matériau résistant à l'usure et bon conducteur de chaleur, en particulier du chrome dur ou de la céramique.

Fig.1

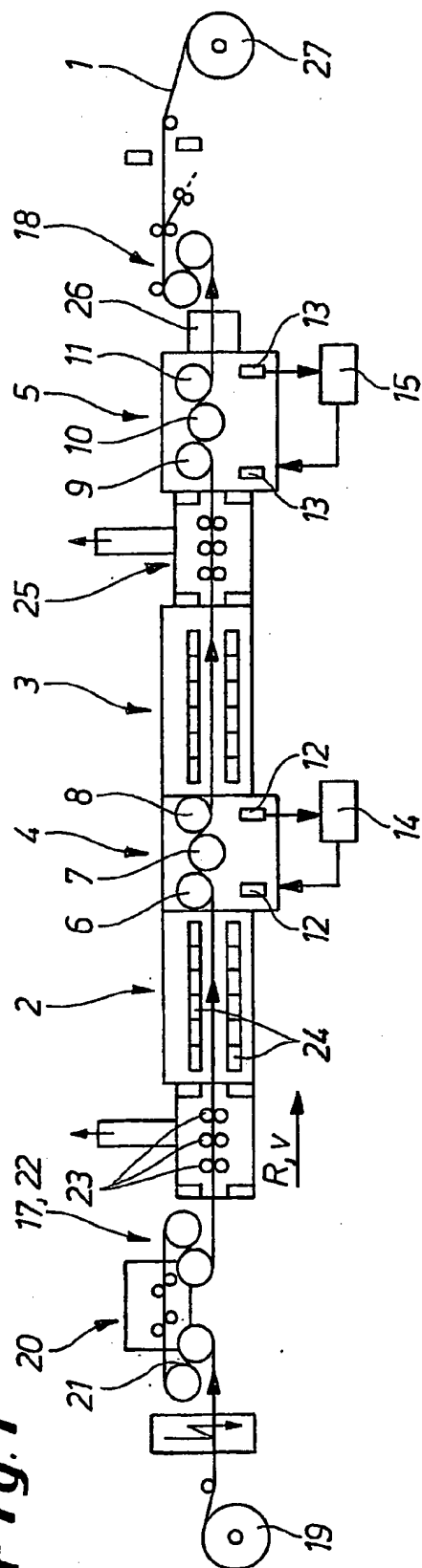


Fig.2

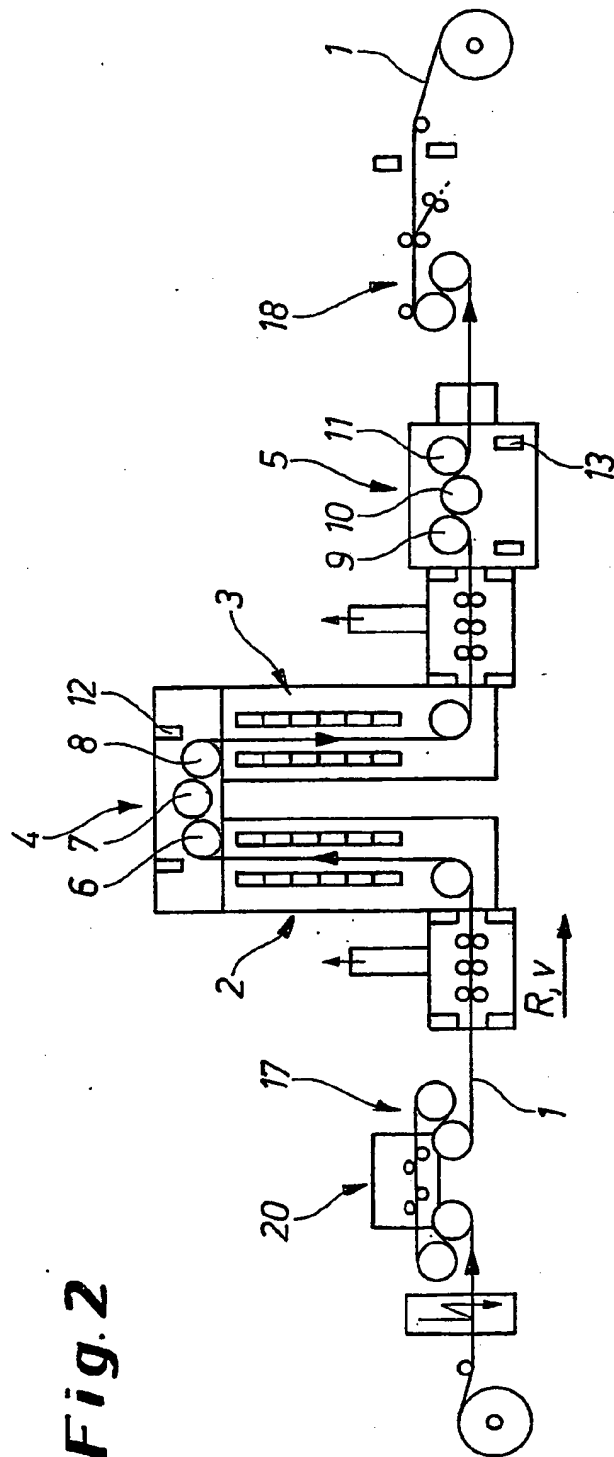


Fig.3

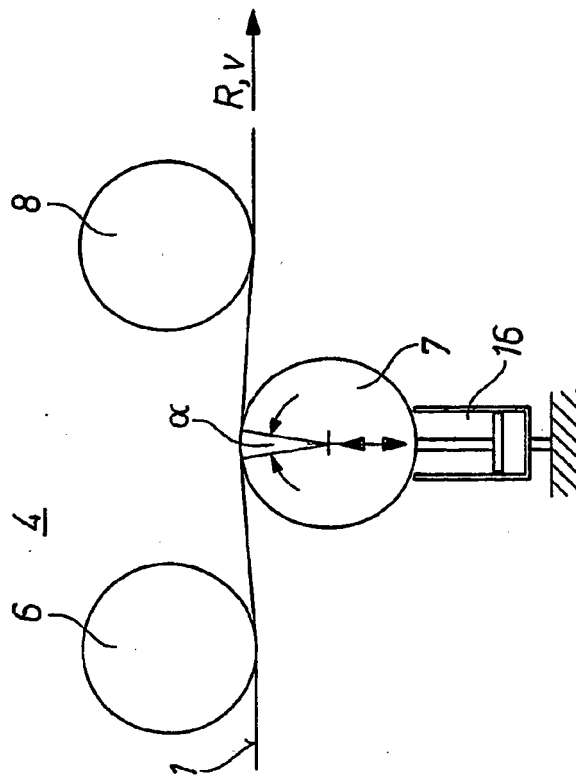


Fig.4

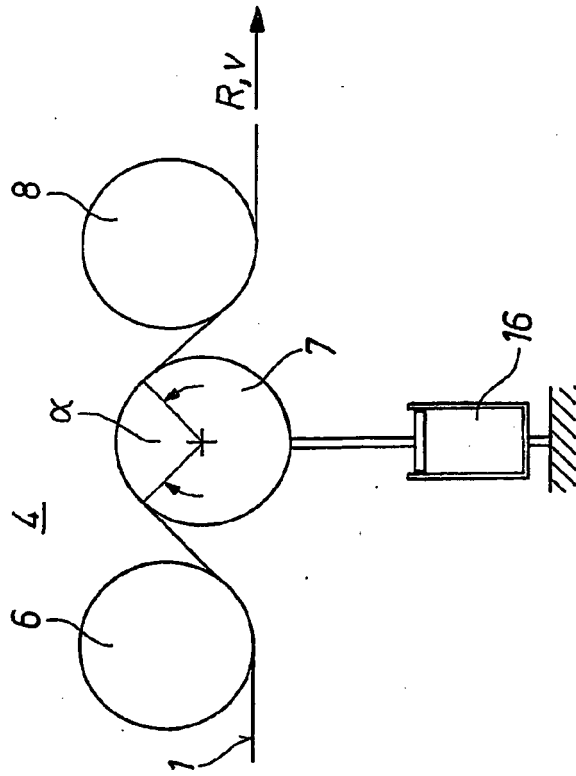
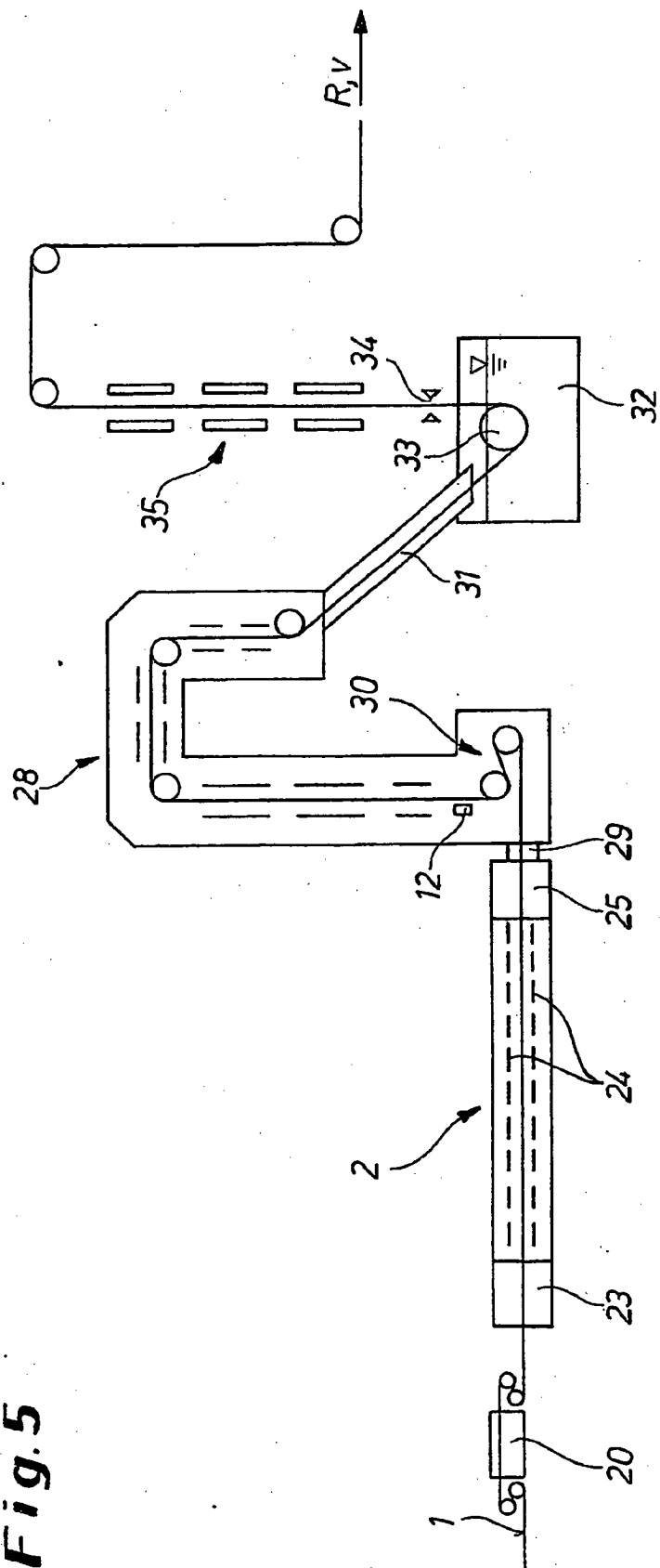


Fig.5



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 0879897 A1 [0002]
- WO 2004044257 A1 [0007]
- WO 2000056949 A1 [0007]
- RU 2145912 C1 [0007]
- JP 07132316 A [0009]
- JP 06279842 A [0009]
- JP 06248355 A [0009]
- JP 03120346 A [0009]
- JP 2001140051 A [0009]
- JP 05105941 A [0009]