

(19)



(11)

**EP 3 941 655 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**27.12.2023 Patentblatt 2023/52**

(21) Anmeldenummer: **20712883.6**

(22) Anmeldetag: **13.03.2020**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B21B 45/02<sup>(2006.01)</sup>**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B21B 45/0218; C21D 8/0205; B21B 37/74**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2020/056930**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2020/187774 (24.09.2020 Gazette 2020/39)**

(54) **ANLAGE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON METALLISCHEM WARBAND**  
SYSTEM AND METHOD FOR PRODUCING METAL HOT-ROLLED STRIP  
INSTALLATION ET PROCÉDÉ POUR FABRIQUER UN FEUILLARD À CHAUD MÉTALLIQUE

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

(30) Priorität: **18.03.2019 DE 102019203654**  
**18.12.2019 DE 102019220033**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**26.01.2022 Patentblatt 2022/04**

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

(72) Erfinder:  

- **FUCHS, Wolfgang**  
57271 Hilchenbach (DE)
- **BERG, Henning**  
57223 Kreuztal (DE)
- **SPROCK, August**  
40237 Düsseldorf (DE)
- **CRAMER, Ulrich**  
57439 Attendorn (DE)

- **HASSEL, Christoph**  
47249 Duisburg (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 3 434 383**      **WO-A1-2011/138159**  
**DE-A1-102013 019 698**

- **MOREL M ET AL: "RESULTATS OPERATIONNELS LIES AUX RECENTS DEVELOPPEMENTS DU GROUPE KVAERNER METALS DANS LE DOMAINE DES TRAINS A BANDE", REVUE DE METALLURGIE- CAHIERS D'INFORMATIONS TECHNIQUES,, Bd. 94, Nr. 3, 1. März 1997 (1997-03-01), Seiten 379-385, XP000689369, ISSN: 0035-1563**

**EP 3 941 655 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 vorliegende Erfindung betrifft eine Anlage und ein Verfahren zur Herstellung von metallischem Warmband mit verbesserten mechanischen Eigenschaften durch eine feine Kornstruktur des Gefüges.

**[0002]** Beim Warmwalzen in einem Walzwerk wird warmes Walzgut in einem Walzspalt zwischen zwei Arbeitswalzen eines Walzgerütes plastisch verformt, wodurch die Dicke des Walzguts reduziert wird. Nach dem Warmwalzen wird das gewalzte Walzgut typischerweise in einer Kühlstraße abgekühlt und anschließend aus der Walzstraße ausgefördert, z.B. als Bund oder Blech.

**[0003]** Die Materialeigenschaften eines warmgewalzten Bands sind nicht nur abhängig von dessen chemischer Zusammensetzung, sondern hängen auch in einem hohen Maße von der zeitlichen Abfolge der Bearbeitungsschritte im Walzwerk ab. Bei der Einstellung des Gefüges und der Phasenanteile des gewalzten Bands kommt es insbesondere auf das zeitliche Intervall zwischen dem letzten Walzstich in einem Walzgerüst der Walzstraße und dem Beginn der Abkühlung des Bandes an. In vielen Fällen sollte diese Zeitspanne so kurz wie möglich sein.

**[0004]** Üblicherweise weisen Warmwalzwerke eine Walzstraße mit einer fixen Anzahl von Walzgerüsten auf. Es ist in der Regel nicht möglich, bei der Produktion dicker Bänder ein oder mehrere Walzgerüste zu entfernen und bei der Produktion dünner Bänder diese wieder hinzuzufügen.

**[0005]** Dicke Bänder erfahren in einem Walzwerk eine geringere Dickenreduktion als dünne Bänder. Demzufolge wird ein dickes Band oftmals bereits vor dem letzten Walzgerüst fertiggewalzt, wohingegen ein dünnes Band in demselben Walzwerk erst im letzten Walzgerüst fertiggewalzt wird. Das dicke Band durchläuft im Zuge seiner Herstellung die n'ten Walzgerüste einer Walzstraße folglich ungewalzt.

**[0006]** Durch die relativ langsame Transportgeschwindigkeit dicker Bänder und die Tatsache, dass die letzte Umformung dieser Bänder vor dem letzten Walzgerüst erfolgt, ergibt sich eine relative lange Zeitspanne, bis das fertig gewalzte Band die Kühlstrecke hinter dem letzten Walzgerüst erreicht und dort mit einer bestimmten Intensität abgekühlt wird. Diese lange Zeitspanne kann dazu führen, dass dicke Bänder bestimmte Materialeigenschaften nicht mehr erreichen können.

**[0007]** Hiervon ausgehend wird in der EP 3 434 383 A1 ein Gerüstkühler vorgeschlagen, der anstelle der bei dicken Bändern nicht benötigten Arbeitswalzen eines Walzgerütes eingebaut werden kann.

**[0008]** Es hat sich gezeigt, dass bei einem Einsatz des bekannten Gerüstkühlers im letzten Walzgerüst das Warmband häufig erst nach einigen Sekunden abgekühlt wird. Somit kann regelmäßig keine ausreichend feine Kornstruktur des Gefüges erzielt werden kann. Darüber hinaus wird die Anlagenverfügbarkeit durch den Umbaufwand in unvorteilhafter Weise verringert.

**[0009]** Eine weitere Anlage und ein weiteres Verfahren zum Warmwalzen von Stahlband wird in der DE 10 2013 107 010 A1 beschrieben. Die bekannte Anlage weist eine Warmwalzstraße, die mehrere in Förderrichtung des warmzuwalzenden Stahlbands nacheinander zu durchlaufende Walzgerüste umfasst, und eine Kühlstrecke zum intensiven Kühlen des aus dem letzten Walzgerüst der Walzstraße austretenden warmgewalzten Stahlbands auf. Der Beginn der Kühlstrecke ist in Förderrichtung des warmzuwalzenden Stahlbands gesehen vor das Ende der Warmwalzstraße verlagert und die Kühlstrecke beginnt im Anschluss an das letzte durchlaufene Walzgerüst, in dem eine Warmwalzung des jeweils warmzuwalzenden Stahlbands erfolgt.

**[0010]** Bei der bekannten Anlage werden Kompaktkühlaggregate eingesetzt, die jeweils einen auf einen bestimmten Abschnitt konzentrierten Kühlfluidstrahl auf das Warmband ausbringen. Die in Förderrichtung des warmzuwalzenden Stahlbands gemessene Länge, über die das in Förderrichtung jeweils hinter einem der Walzgerüste innerhalb der Walzstraße angeordnete Kühlaggregat das Stahlband jeweils mit Kühlfluid beaufschlagt, wird bei der bekannten Anlage auf höchstens 25% des Abstands, in dem die jeweils benachbart zueinander angeordneten Walzgerüste der Walzstraße in Förderrichtung aufeinander folgend aufgestellt sind, begrenzt. Durch die Begrenzung auf 25 % des Abstands müssen sehr große Mengen an Kühlwasser in unmittelbare Nähe des Gerüsts transportiert werden. Die Einwirkzeit des Kühlfluids ist sehr begrenzt. Durch die begrenzte Einwirkzeit kommt es zwar zu einem Temperaturabfall an den Bandoberflächen, das Innere des Bandes hingegen kühlt nicht ausreichend ab. Die unmittelbare Rückerwärmung verhindert einen nachhaltigen Temperaturabfall. Dazu sind bei der bekannten Anlage Abspritzeinrichtungen vorgesehen, die einen quer zur Förderrichtung in Richtung des jeweiligen Kühlaggregats ausgerichteten Hochdruckstrahl mindestens auf die Oberseite des Stahlbands richten, um dort stehendes Kühlfluid von der betreffenden Oberfläche zu treiben.

**[0011]** Die gemäß DE 10 2013 107 010 A1 erforderlichen, seitlichen Abspritzeinrichtungen machen die Konstruktion und Regelung der bekannten Kühleinrichtung verhältnismäßig aufwendig. Zudem tritt ein relativ hoher Anteil des Kühlmittels seitlich aus, so dass entsprechende zusätzliche Spritzschutzeinrichtungen vorzusehen sind.

**[0012]** Ausgehend von dem aus den Druckschriften DE 10 2013 107 010 und EP 3 434 393 A1 bekannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung folglich die Aufgabe zugrunde, eine vielseitig verwendbare Anlage zur Herstellung von metallischem Warmband mit verbesserten mechanischen Eigenschaften durch eine feine Kornstruktur des Gefüges sowie ein entsprechendes Verfahren anzugeben.

**[0013]** Die WO 2011 / 138 159 A1 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Warmwalzen von Stahlbändern in mehreren aufeinanderfolgenden Walzgerüs-

ten, wobei die Stahlbänder in einem oder mehreren Walzgerüsten zunächst im austenitischen und anschließend nach einer Flüssigkeitsabkühlung im ferritischen Zustand auf die Enddicke fertiggewalzt werden. Um sicherzustellen, dass das Stahlband nach der Abkühlung tatsächlich den ferritischen Zustand erreicht, ist vorgesehen, dass die Enddicke des Stahlbandes weniger als 3 mm beträgt. Die Differenz zwischen der Austrittstemperatur des Stahlbandes aus dem letzten Walzgerüst vor der Flüssigabkühlung und der Gleichgewichts-Austenit-Grenztemperatur wird durch die Vorsteuerung oder Regelung der Austrittstemperatur auf höchstens 70 K, vorzugsweise nicht mehr als 50 K, vorzugsweise weniger als 25 K, eingestellt.

**[0014]** Die Druckschrift DE 10 2013 019 698 A1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines metallischen Bandes, bei dem das Band in einem mehrgerüstigen Walzwerk gewalzt, hinter dem letzten Walzgerüst des Walzwerks in Förderrichtung ausgebracht und in einer Kühlvorrichtung gekühlt wird. Um eine günstige Kornstruktur und einen hohen Planheitsgrad zu erreichen, sieht die Erfindung vor, dass das Band oder Blech unmittelbar nach Passieren der Arbeitswalzen des letzten Walzgerüsts einer zusätzlichen Schnellkühlung unterzogen wird, wobei das Kühlen des Bandes oder Bleches zumindest teilweise noch innerhalb der Erstreckung des letzten Walzgerüsts in Förderrichtung erfolgt, wobei das Schnellkühlen erfolgt, indem ein Kühlmedium von oben und von unten auf das Band oder Blech aufgebracht wird, wobei der von unten auf das Band oder Blech aufgebrauchte Volumenstrom an Kühlmedium mindestens 120% des oben auf das Band oder Blech aufgebrauchten Volumenstroms an Kühlmedium beträgt. Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird durch den Gegenstand des Haupt- und Nebenanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0015]** Vorgeschlagen wird eine Anlage zur Herstellung von metallischem Warmband mit einer Warmwalzstraße zur Vornahme eines oder mehrerer Walzstiche aufweisend wenigstens ein in Förderrichtung des Warmbands n'tes Walzgerüst und wenigstens ein in Förderrichtung des Warmbands vorgelagertes n-1'tes Walzgerüst, mit einer Kühlvorrichtung, wobei die Kühlvorrichtung wenigstens einen ersten oberen Schnellkühlungs-Spritzbalken zur Ausbringung eines Kühlmediums auf die Oberseite des Warmbands zwischen dem n-1'ten Walzgerüst und dem n'ten Walzgerüst aufweist, wobei die Kühlvorrichtung wenigstens einen ersten unteren Schnellkühlungs-Spritzbalken zur Ausbringung des Kühlmediums auf die Unterseite des Warmbands zwischen dem n-1'ten Walzgerüst und dem n'ten Walzgerüst aufweist, und wobei die Kühlvorrichtung zur Bedeckung von wenigstens 30 Prozent der Länge L des Warmbandes zwischen dem n-1'ten Walzgerüst und dem n'ten Walzgerüst mit dem Kühlmedium eingerichtet ist.

**[0016]** Die Bedeckung von > 30 % der Länge L des Warmbandes zwischen dem n-1'ten und n'ten Walzge-

rüst hat den Vorteil, dass die Abkühlung sowohl schnell als auch kontinuierlich erfolgen kann, so dass es zwischen verschiedenen Kühlabschnitten nicht zu einem erneuten Kornwachstum kommen kann.

**[0017]** Die ersten oberen und/oder die ersten unteren Schnellkühlungs-Spritzbalken sind unmittelbar hinter dem Auslauf des n-1'ten oder n'ten Walzgerüsts angeordnet, um das Warmband unmittelbar nach Verlassen des auslaufseitigen Walzspaltes zu kühlen.

**[0018]** Unter Schnellkühlungs-Spritzbalken werden dabei Kühleinrichtungen verstanden, die zur Ausbringung einer großen Menge eines Kühlmediums unter hohem Druck zur schnellen Abkühlung des Warmbands eingerichtet sind. Sie unterscheiden sich damit unter anderem von den zur Kühlung der Walzen der Walzgerüste verwendeten Kühleinrichtungen.

**[0019]** Bei dem Kühlmedium kann es sich insbesondere um Wasser handeln, welches in einer Anlage zur Herstellung von metallischem Warmband üblicherweise bereits in großer Menge zur Verfügung steht. Die hohe Wärmekapazität von Wasser kann eine besonders schnelle Abkühlung des Warmbandes erlauben.

**[0020]** Der Düsenaustritt aus den Schnellkühlungs-Spritzbalken ist derart gestaltet, dass das austretende Kühlmittel unmittelbar nach Verlassen des auslaufseitigen Walzspaltes auf das Warmband einwirken kann, so dass der Kühlmittel-Strom ab einem Abstand von weniger als 500 mm, bevorzugt weniger als 400 mm, besonders bevorzugt weniger als 350 mm nach Verlassen des Walzspaltes auf das Warmband einwirkt und die Kühlung des Warmbandes unmittelbar räumlich nach Verlassen des n-1'ten Walzgerüsts eintritt. Die Walzstraße weist ein Tracking-System auf, wobei das Tracking-System die Position des Warmbandes verfolgt und die Steuereinrichtung der Schnellkühlung ein Signal zum Start erhält, sobald der Warmbandanfang den Walzspalt durchläuft und ein zeitverzögertes Signal zum Stopp erfolgt, sobald das Warmband den Walzspalt verlassen hat, so dass die Kühlung des Warmbandes unmittelbar räumlich nach Verlassen des n-1'ten Walzgerüsts eintritt.

**[0021]** Der Begriff "hinter" bezieht sich auf die Richtung des Materialflusses.

**[0022]** In einer ersten Ausgestaltung der Anlage zur Herstellung von metallischem Warmband ist der obere Schnellkühlungs-Spritzbalken und/oder der untere Schnellkühlungs-Spritzbalken (SK1u) dazu eingerichtet, das Kühlmedium mit einem Druck von 1 bis 20 bar, insbesondere 3,0 bis 10 bar, ganz besonders 3,0 bis 5 bar auszubringen. Die Ausbringung des Kühlmediums mit einem Druck von 1 bis 20 bar erleichtert eine besonders schnelle Abkühlung des Bandes durch eine turbulente Fluidströmung an der Ober- und Unterseite des Bandes. Eine Ausbringung des Kühlmediums mit einem Druck von 3,0 bis 10 bar, insbesondere 3,0 bis 5 bar kann die Regelung der Kühlvorrichtung vereinfachen.

**[0023]** Eine weitere Ausführungsform der Anlage zur Herstellung von metallischem Warmband sieht vor, dass die Kühlvorrichtung dazu eingerichtet ist, das Warmband

mit einer spezifischen Abkühlrate  $C_{Ri}$  von mindestens 300 K/s pro mm Banddicke, vorzugsweise 600 K/s pro mm Banddicke abzukühlen, insbesondere mit einer spezifischen Abkühlrate von mehr als 900 K/s pro mm Banddicke. Eine spezifische Abkühlrate von mehr als 600 K/s pro mm Banddicke führt zu einer besonders feinen Kornstruktur des Gefüges eines mit der vorgeschlagenen Anlage hergestellten Warmbandes aus Stahl. Dementsprechend kann das Stahlband verbesserte Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften aufweisen. Weiter verbessern lassen sich die mechanischen Eigenschaften des hergestellten metallischen Warmbands oder auch -blechs, wenn die Kühlvorrichtung für eine spezifische Abkühlrate von mehr als 900 K/s pro mm Banddicke eingerichtet ist. Die absolute Abkühlrate  $C_R$  bemisst sich aus der Formel

$$C_R = \frac{C_{Ri}}{d}$$

, wobei  $d$  die Banddicke des Warmbandes ist. So ergibt sich beispielsweise bei einer Banddicke von 10 mm und einer spezifischen Abkühlrate von 600 K/s pro mm eine Kühlrate  $C_R$  von 60 K/s.

**[0024]** Ferner wird ein Ausführungsbeispiel der Anlage zur Herstellung von metallischem Warmband vorgeschlagen, bei welchem die Kühlvorrichtung mehr als einen oberen Schnellkühlungs-Spritzbalken und/oder mehr als einen unteren Schnellkühlungs-Spritzbalken zur Ausbringung des Kühlmediums auf die Oberseite bzw. Unterseite des Warmbands aufweist. Die oberen Schnellkühlungs-Spritzbalken sind dabei zur Ausbringung des Kühlmediums auf die Oberseite und die unteren Schnellkühlungs-Spritzbalken entsprechend zur Ausbringung des Kühlmediums auf die Unterseite des Warmbandes vorgesehen. Die Verwendung mehrerer Schnellkühlungs-Spritzbalken kann die Regelung der Kühlvorrichtung weiter vereinfachen. Insbesondere kann die Abkühlrate in Förderrichtung des Warmbands zur Erzielung eines optimalen Gefüges variiert werden.

**[0025]** In einer anderen Ausgestaltung der Anlage zur Herstellung von metallischem Warmband weist die Kühlvorrichtung wenigstens einen nach dem  $n$ 'ten Walzgerüst angeordneten oberen Schnellkühlungs-Spritzbalken zur Ausbringung des Kühlmediums auf eine Oberseite des Warmbands auf, welcher baugleich zum ersten oberen Schnellkühlungs-Spritzbalken ist. Alternativ oder ergänzend weist die Kühlvorrichtung wenigstens einen nach dem  $n$ 'ten Walzgerüst angeordneten unteren Schnellkühlungs-Spritzbalken zur Ausbringung des Kühlmediums auf die Unterseite des Warmbands auf, welcher baugleich zum ersten unteren Schnellkühlungs-Spritzbalken ist. Die Verwendung baugleicher Schnellkühlungs-Spritzbalken nach dem  $n-1$ 'ten und  $n$ 'ten Walzgerüst vereinfacht die Konstruktion der Warmwalzstraße. Darüber hinaus kann der mit der Wartung der Anlage verbundene Aufwand verringert werden.

**[0026]** Eine weitere Ausführungsform der Anlage zur Herstellung von metallischem Warmband sieht vor, dass die Anlage einen Prozessrechner zur Bestimmung der

Kühlmediumsmenge und/oder Verteilung der Kühlmediumsmenge auf den oder die Schnellkühlungs-Spritzbalken aufweist. Mit dem Prozessrechner können abhängig von der chemischen Zusammensetzung und/oder den Abmessungen des zu walzenden metallischen Materials die Abkühlraten und Abkühlverläufe gezielt eingestellt werden, um das Gefüge des Warmbands und dessen mechanische Eigenschaften günstig zu beeinflussen. Der Prozessrechner kann mit einer nach dem  $n$ 'ten, insbesondere dem letzten Walzgerüst angeordneten Messeinrichtung verbunden sein, um die Kühlmediumsmenge und/oder Verteilung der Kühlmediumsmenge auf den oder die Schnellkühlungs-Spritzbalken im laufenden Betrieb in Abhängigkeit der von der Messeinrichtung gemessenen Werte, z.B. der Temperatur des Warmbands, zu regeln.

**[0027]** Ferner wird ein Ausführungsbeispiel der Anlage zur Herstellung von metallischem Warmband vorgeschlagen, bei welchem das  $n-1$ 'te Walzgerüst zur Vornahme des letzten Walzstiches eingerichtet ist. Es kann somit mit der Kühlvorrichtung eine sehr schnelle, frühzeitige Abkühlung des Warmbandes direkt nach dem letzten Walzstich ermöglicht werden, so dass ein sehr feines Gefüge mit entsprechenden vorteilhaften Materialeigenschaften erhalten werden kann. Weiter kann das  $n$ 'te Walzgerüst, mit welchem keine weitere Dickenreduzierung mehr durchgeführt wird, eine hinter dem  $n$ 'ten Walzgerüst angeordnete Messeinrichtung vor/von dem mit der Kühlvorrichtung ausgebrachten Kühlmedium abschirmen. Das Risiko eines Einflusses auf die Messung und/oder eine Beschädigung der Messeinrichtung durch die großen Mengen des zur schnellen Abkühlung benötigten Kühlmediums kann somit verringert werden.

**[0028]** In einer anderen Ausgestaltung der Anlage zur Herstellung von metallischem Warmband werden die Walzen des  $n$ 'ten, insbesondere des letzten Walzgerüsts als Abquetschrollen oder als Treibrollen verwendet. Die Walzen des  $n$ 'ten Walzgerüsts können folglich die auf dem Warmband befindliche Menge an Kühlmedium deutlich reduzieren. Darüber hinaus kann durch die Verwendung der Walzen des  $n$ 'ten Walzgerüsts als Abquetschrollen oder Treibrollen das Warmband nach dem  $n$ 'ten Walzstich weitergeführt werden und der Bandlauf stabilisiert werden. Dies kann die Qualität des hergestellten Warmbands weiter erhöhen.

**[0029]** In einer anderen Ausgestaltung der Anlage zur Herstellung von metallischem Warmband werden die Walzen des  $n$ 'ten Walzgerüsts zur Ausführung eines Dressierwalzstiches mit einer Verlängerung kleiner 10% eingesetzt (bevorzugt kleiner 3%), um mögliche Planheitsfehler zu beseitigen.

**[0030]** Eine weitere Ausführungsform der Anlage zur Herstellung von metallischem Warmband sieht vor, dass wenigstens einer der oberen und unteren Schnellkühlungs-Spritzbalken ausfahrbar angeordnet ist. Dies kann die Wartung im Bereich zwischen den Walzgerüsten vereinfachen. Die Anlage kann beispielsweise so ausgestaltet sein, dass die Schnellkühlungs-Spritzbalken seitlich,

d.h. in der Ebene des Warmbands und senkrecht zur Förderrichtung, ausgefahren werden können. Prinzipiell ist es auch denkbar, die Anlage so zu gestalten, dass die Schnellkühlungs-Spritzbalken in einer Richtung senkrecht zum Warmband ausgefahren werden können.

**[0031]** In einer weiteren Ausführungsform der Anlage setzt die Kühlung des Walzgutes bzw. des Warmbandes unmittelbar räumlich und zeitlich nach Verlassen des n-1'ten Walzgerüsts ein.

**[0032]** Dazu wird der Düsenaustritt aus den Schnellkühlungsspritzbalken derart gestaltet, dass das austretende Kühlmittel unmittelbar nach Verlassen des auslaufseitigen Walzspalts auf das Warmband einwirken kann. Der Kühlmittel-Strom wirkt ab einem Abstand von weniger als 500 mm, bevorzugt weniger als 400 mm, besonders bevorzugt weniger als 350 mm nach Verlassen des Walzspalts auf das Walzgut ein.

**[0033]** In zeitlicher Hinsicht setzt die Schnellkühlung ebenfalls unmittelbar mit Verlassen des n-1'ten Walzgerüsts ein. Über ein Tracking-System des Warmbandes wird dessen Position verfolgt. Sobald der Bandanfang den Walzspalt durchläuft, erhält die Steuereinrichtung der Schnellkühlung ein Signal zum Start. Ein zeitverzögertes Signal zum Stopp erfolgt, sobald das Walzgut bzw. das Warmband den Walzspalt verlassen hat.

**[0034]** Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung von metallischem Warmband unter Verwendung einer vorbeschriebenen Anlage vorgeschlagen. Die Verwendung der vorgeschlagenen Anlage kann die Herstellung von metallischem Warmband mit besonders feinem Gefüge und verbesserten mechanischen Eigenschaften ermöglichen.

**[0035]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigt schematisch:

Fig. 1 eine Anlage A zur Herstellung von metallischem Warmband B.

**[0036]** Die Anlage A zur Herstellung von metallischem Warmband B umfasst eine Warmwalzstraße zur Vornahme eines oder mehrerer Walzstiche. Das Warmband B wird in Förderrichtung F durch die n Walzgerüste, insbesondere das n-1'te Walzgerüst und das n'te Walzgerüst gefördert. Dabei bezeichnet im vorliegenden Ausführungsbeispiel das Gerüst n-1 das vorletzte und n das letzte Walzgerüst.

**[0037]** In weiteren, nicht gezeigten Ausführungsbeispielen kann n das 4. bis 8. Walzgerüst einer Walzstraße sein.

**[0038]** Das n-1'te Walzgerüst ist zur Vornahme des letzten Walzstiches eingerichtet.

**[0039]** Zwischen dem n-1'ten und n'ten Walzgerüst, im sogenannten Zwischengerüstbereich, befinden sich vorzugsweise weitere Baugruppen. Diese sind dem Fachmann bekannt. In der Figur sind exemplarisch und andeutungsweise Walzenkühlungen, Bandleitische, Lopper, seitliche Führungen in strichpunktierter Linie schematisch dargestellt, um den begrenzten Raum zu zeigen. Eine einfache geometrische Anpassung von Baugrup-

pen hinter einem letzten Walzgerüst auf dem Zwischengerüstbereich ist nicht möglich

**[0040]** Weiter weist die Anlage A eine Kühlvorrichtung auf, die in dem in der Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel vier obere Schnellkühlungs-Spritzbalken SK1o, SK2o, SK3o, SK4o und vier untere Schnellkühlungs-Spritzbalken SK1u, SK2u, SK3u, SK4u umfasst. Es ist jedoch auch denkbar, mehr oder weniger Schnellkühlungs-Spritzbalken vorzusehen. Insbesondere kann die Anzahl der Schnellkühlungs-Spritzbalken, welche Kühlmedium W auf die Oberseite O des Warmbands B ausbringen, von der Anzahl der Schnellkühlungs-Spritzbalken, welche Kühlmedium W auf die Unterseite U des Warmbands B ausbringen, abweichen. Es ist auch denkbar, dass die Bauform eines oberen Schnellkühlungs-Spritzbalkens von der Bauform eines unteren Schnellkühlungs-Spritzbalkens abweicht, wie es in der Fig. 1 in Bezug auf das Paar Schnellkühlungs-Spritzbalken SK3o/SK3u angedeutet ist.

**[0041]** Die gezeigten Schnellkühlungs-Spritzbalken SK1o, SK2o, SK3o, SK4o, SK1u, SK2u, SK3u, SK4u sind dazu eingerichtet, Kühlmedium mit einem Druck von 1 bis 20 bar, insbesondere 3,0 bis 10 bar, ganz besonders bevorzugt 3,0 bis 5 bar, auszubringen. Als Kühlmedium W wird bei der gezeigten Anlage A Wasser verwendet, welches in einem Walzwerk typischerweise in großer Menge zur Verfügung steht. Um eine schnelle Abkühlung des Warmbands zu ermöglichen, ist die Kühlvorrichtung zur Bedeckung von wenigstens 30 Prozent der Länge L des Warmbands B zwischen dem n-1'ten Walzgerüst und dem n'ten Walzgerüst mit dem Kühlmedium W eingerichtet.

**[0042]** Gemäß der Darstellung der Figur wird deutlich, dass der Spritzbereich der Schnellkühlung SK10 und SK1u so dicht wie möglich am auslaufseitigen Walzspalt einsetzt.

**[0043]** Mittels der Kühlvorrichtung kann das Warmband B mit einer spezifischen Abkühlrate von mehr als 600 K/s pro mm Banddicke, insbesondere mit mehr als 900 K/s pro mm Banddicke, abgekühlt werden. Zur Abkühlung des Warmbands B werden vorliegend alle vier Paare von Schnellkühlungsspritzbalken SK1o/SK1u, SK2o/SK2u, SK3o/SK3u, SK4o/SK4u verwendet. In vielen Fällen kann es sich jedoch auch als zweckmäßig erweisen, die schnelle Abkühlung des Warmbands nur mit zwischen dem n-1'ten Walzgerüst und dem n'ten Walzgerüst angeordneten Schnellkühlungs-Spritzbalken vorzunehmen. Auf diese Weise kann die Menge des nach dem n'ten Walzgerüst ausgebrachten Kühlmediums reduziert werden.

**[0044]** Das zur Abkühlung des Warmbands B direkt hinter dem Walzspalt des n-1'ten Walzgerüsts vorgesehene Paar Schnellkühlungs-Spritzbalken SK1o/SK1u ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel baugleich zum Paar-Schnellkühlungs-Spritzbalken SK4o/SK4u.

**[0045]** Die Anlage A weist eine Steuerungseinrichtung S, sowie einen Prozessrechner P zur Bestimmung der Wassermenge und Verteilung der Wassermenge auf die

Schnellkühlungs-Spritzbalken SK1o, SK2o, SK3o, SK4a, SK1u, SK2u, SK3u, SK4u auf. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel greift der Prozessrechner P auf Messdaten einer Messeinrichtung M zurück, welche kurz hinter dem n'ten, insbesondere hinter dem letzten Walzgerüst der Walzstraße angeordnet ist. Mittels der Messeinrichtung können beispielsweise die Temperatur und Temperaturverteilung, die Dicke des Warmbands und der Dickenverlauf des Warmbands quer zur Transportrichtung bestimmt werden. Die Messeinrichtung M kann beispielsweise als sogenanntes Messhaus ausgestaltet sein. Das n'te Walzgerüst schirmt einen Großteil des zur Kühlung des Warmbands Kühlmediums M von der Messeinrichtung M ab. Zu diesem Zweck können die Walzen des n'ten Walzgerüsts als Abquetschrollen oder Treibrollen verwendet werden und das auf dem Warmband B befindliche Kühlmedium entfernen. Durch die Verwendung der Walzen des n'ten Walzgerüsts als Abquetschrollen oder Treibrollen kann drüber hinaus der Bandlauf stabilisiert werden.

**[0046]** Die Steuerungseinrichtung S in Form eines Trackingsystems ist signaltechnisch mit dem Walzgerüst verbunden, um mit Erhalt des Signals, dass das Warmband im Walzspalt ist, die Einwirkung des Kühlmittels auf das Warmband zu starten und um mit Erhalt des Signals, dass das Warmband den Walzspalt verlassen hat, die Einwirkung des Kühlmittels auf das Warmband zeitverzögert zu stoppen.

**[0047]** Die Schnellkühlungs-Spritzbalken SK1o/SK1u, SK2o/SK2u, SK3o/SK3u, SK4o/SK4u können bei der dargestellten Anlage paarweise seitlich ausgefahren werden, um den Zwischengerüstbereich für Wartungs- und Reparaturzwecke zugänglicher zu gestalten. Dies kann die Wartungs- und Reparaturzeiten verkürzen und folglich eine höhere Auslastung der Anlage A ermöglichen. Ein seitliches Ausfahren im Austausch mit anderen, nur temporär im Einsatz befindlichen Aggregaten, z. B. Induktionsheizung oder Richtaggregaten ist ebenfalls möglich.

**[0048]** Durch die zwischen dem n-1'ten Walzgerüst und dem n'ten Walzgerüst angeordneten Schnellkühlungs-Spritzbalken SK1o/SK1u, SK2o/SK2u, SK3o/SK3u der Kühlvorrichtung kann eine besonders schnelle Abkühlung des Warmbands B nach dem n'ten Umformstich ermöglicht und somit ein Warmband B mit besonders feiner Kornstruktur des Gefüges erhalten werden. Dieses zeichnet sich durch verbesserte Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften aus.

Bezugszeichenliste

**[0049]**

A Anlage  
 B Warmband  
 O Oberseite des Warmbands  
 U Unterseite des Warmbands

F Förderrichtung

n-1 n-1'tes Walzgerüst

n n'tes Walzgerüst

5 L Abstand zwischen den Walzgerüsten n-1 und n

SK1o, ..., SK4o obere Schnellkühlungs-Spritzbalken

SK1u, ..., SK4u untere Schnellkühlungs-Spritzbalken

W Kühlmedium

10 P Prozessrechner

M Messvorrichtung

15 S Steuerungseinrichtung

### Patentansprüche

20 1. Anlage (A) zur Herstellung von metallischem Warmband (B)

mit einer Warmwalzstraße zur Vornahme eines oder mehrerer Walzstiche, wobei die Warmwalzstraße wenigstens zwei in Förderrichtung (F) des Warmbands (B) hintereinander angeordnete Walzgerüste n-1, n aufweist, und mit einer Kühlvorrichtung,

25 wobei die Kühlvorrichtung wenigstens einen ersten oberen Schnellkühlungs-Spritzbalken (SK1o) zur Ausbringung eines Kühlmediums (W) auf die Oberseite (O) des Warmbands (B) zwischen dem n-1'ten Walzgerüst und dem n'ten Walzgerüst aufweist, und

30 wobei die Kühlvorrichtung wenigstens einen ersten unteren Schnellkühlungs-Spritzbalken (SK1u) zur Ausbringung des Kühlmediums (W) auf eine Unterseite (U) des Warmbands (B) zwischen dem n-1'ten Walzgerüst und dem n'ten Walzgerüst aufweist,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Kühlvorrichtung zur Bedeckung von > 30 Prozent der Länge (L) des Warmbandes (B) zwischen dem n-1'ten Walzgerüst und dem n'ten Walzgerüst mit dem Kühlmedium (W) eingerichtet ist; und

der erste obere Schnellkühlungsspritzbalken (SK1o) und/oder der erste untere Schnellkühlungsspritzbalken (SK1u) unmittelbar hinter dem Auslauf des n-1'ten Walzgerüsts angeordnet ist; und

der Düsenaustritt aus den Schnellkühlungsspritzbalken (SK1o, SK1u) derart gestaltet ist, dass das austretende Kühlmittel unmittelbar nach Verlassen des auslaufseitigen Walzspalts auf das Warmband (B) einwirken kann, so dass der Kühlmittel-Strom ab einem Abstand von weniger als 500 mm, bevorzugt weniger als 400

- mm, besonders bevorzugt weniger als 350 mm nach Verlassen des Walzspalts auf das Warmband (B) einwirkt und die Kühlung des Warmbandes (B) unmittelbar räumlich nach Verlassen des n-1'ten Walzgerüsts eintritt; und die Walzstraße ein Tracking-System aufweist, wobei das Tracking-System die Position des Warmbandes (B) verfolgt und die Steuereinrichtung der Schnellkühlungs-Spritzbalken (Sk1o, Sk1u) ein Signal zum Start erhält, sobald der Warmbandandanfang den Walzspalt durchläuft und ein zeitverzögertes Signal zum Stopp erfolgt, sobald das Warmband (B) den Walzspalt verlassen hat, so dass die Kühlung des Warmbandes (B) unmittelbar räumlich nach Verlassen des n-1'ten Walzgerüsts eintritt.
2. Anlage (A) zur Herstellung von metallischem Warmband (B) nach Patentanspruch 1, wobei der erste obere Schnellkühlungs-Spritzbalken (SK1o) und/oder der erste untere Schnellkühlungs-Spritzbalken (SK1u) dazu eingerichtet ist, das Kühlmedium mit einem Druck von 1 bis 20 bar, insbesondere 3,0 bis 10 bar, ganz besonders 3,0 bis 5 bar, auszubringen.
3. Anlage (A) zur Herstellung von metallischem Warmband (B) nach einem der Patentansprüche 1 oder 2, wobei die Kühlvorrichtung dazu eingerichtet ist, das Warmband (B) mit einer spezifischen Abkühlrate von mehr als 300 K/s pro mm Banddicke abzukühlen, insbesondere mit einer Abkühlrate von mehr als 900 K/s pro mm Banddicke.
4. Anlage (A) zur Herstellung von metallischem Warmband (B) nach einem der voranstehenden Patentansprüche, wobei die Kühlvorrichtung mehr als einen oberen Schnellkühlungs-Spritzbalken (SK1o, SK2o, SK3o, SK4o) und/oder mehr als einen unteren Schnellkühlungs-Spritzbalken (SK1u, SK2u, SK3u, SK4u) zur Ausbringung des Kühlmediums (W) auf die Oberseite (O) bzw. Unterseite (U) des Warmbands aufweist.
5. Anlage (A) zur Herstellung von metallischem Warmband (B) nach einem der voranstehenden Patentansprüche,
- wobei die Kühlvorrichtung wenigstens einen nach dem n'ten Walzgerüst angeordneten oberen Schnellkühlungs-Spritzbalken (SK4o) zur Ausbringung des Kühlmediums (W) auf eine Oberseite (O) des Warmbands (B) aufweist, welcher baugleich zum ersten oberen Schnellkühlungs-Spritzbalken (SK1o) ist, und/oder wenigstens einen nach dem n'ten Walzgerüst angeordneten unteren Schnellkühlungs-Spritzbalken (SK4u) zur Ausbringung des Kühlmediums (W) auf eine Unterseite (U) des Warmbands (B) aufweist, welcher baugleich zum ersten unteren Schnellkühlungs-Spritzbalken (SK1u) ist.
6. Anlage (A) zur Herstellung von metallischem Warmband (B) nach einem der voranstehenden Patentansprüche, wobei die Anlage (A) einen Prozessrechner (P) zur Bestimmung der Kühlmediumsmenge und/oder Verteilung der Kühlmediumsmenge auf den oder die Schnellkühlungs-Spritzbalken (SK1o, SK1u, SK2o, SK2u, SK3o, SK3u, SK4o, SK4u) aufweist.
7. Anlage (A) zur Herstellung von metallischem Warmband (B) nach einem der voranstehenden Patentansprüche, wobei das n-1'te Walzgerüst zur Vornahme des letzten Walzstiches eingerichtet ist.
8. Anlage (A) zur Herstellung von metallischem Warmband (B) nach einem der voranstehenden Patentansprüche, wobei die Walzen des n'ten Walzgerüsts in Form als Abquetschrollen oder Treibrollen eingesetzt werden.
9. Anlage (A) zur Herstellung von metallischem Warmband (B) nach einem der voranstehenden Patentansprüche, wobei wenigstens einer der oberen und unteren Schnellkühlungs-Spritzbalken (SK1o, SK1u, SK2o, SK2u, SK3o, SK3u, SK4o, SK4u) ausfahrbar angeordnet ist.
10. Verfahren zur Herstellung von metallischem Warmband (B) unter Verwendung einer Anlage nach einem der voranstehenden Ansprüche 7 bis 9, wobei der letzte Walzstich mit dem n-1'ten Walzgerüst vorgenommen wird; und wobei das Warmband (B) direkt hinter dem Walzspalt des n-1'ten Walzgerüsts mit einer spezifischen Abkühlungsrate von mehr als 600 K/s pro mm Banddicke abgekühlt wird.

## Claims

1. Plant (A) for producing metallic hot-rolled strip (B), with a hot-rolling train for undertaking one or more rolling passes, wherein the hot-rolling train comprises at least two roll stand n-1, n roll stands arranged in succession in conveying direction (F) of the hot-rolled strip (B), and with a cooling device, wherein the cooling device comprises at least one first upper fast-cooling spray bar (SK1o) for

delivery of a cooling medium (W) onto the upper side (O) of the hot-rolled strip (B) between the n-1th roll stand and the nth roll stand, and wherein the cooling device comprises at least one first lower fast-cooling spray bar (SK1u) for

**characterised in that**

the cooling device is arranged for covering > 30 percent of the length (L) of the hot-rolled strip (B) between the n-1th roll stand and the nth roll stand with the cooling medium (W); and

the first upper fast-cooling spray bar (SK1o) and/or the first lower fast-cooling spray bar (SK1u) is or arranged directly behind the outlet of the n-1th roll stand; and

the nozzle outlet from the fast-cooling spray bars (SK1o, SK1u) has such a configuration that the issuing coolant directly after leaving the outlet-side rolling gap can act on the hot-rolled strip (B) so that the coolant flow acts from a spacing of less than 500 mm, preferably less than 400 mm, particularly preferably less than 350 mm, on the hot-rolled strip (B) and the cooling of the hot-rolled strip (B) commences in terms of space directly after leaving the n-1th roll stand; and the rolling train has a tracking system, wherein the tracking system tracks the position of the hot-rolled strip (B) and the control device of the fast-cooling spray bars (SK1o, SK1u) receives a signal for the start as soon as the hot-rolled strip start transits the rolling gap and a time-delayed signal for the stop ensues as soon as the hot-rolled strip (B) has left the rolling gap so that the cooling of the hot-rolled strip (B) commences in terms of space directly after leaving the n-1th roll stand.

2. Plant (A) for producing metallic hot-rolled strip (B) according to claim 1, wherein the first upper fast-cooling spray bar (SK1o) and/or the first lower fast-cooling spray bar (SK1u) is or are arranged for the purpose of delivering the cooling medium at a pressure of 1 to 20 bars, particularly 3.0 to 10 bars, more particularly 3.0 to 5 bars.
3. Plant (A) for producing metallic hot-rolled strip (B) according to one of claims 1 and 2, wherein the cooling device is arranged for the purpose of cooling down the hot-rolled strip (B) at a specific cooling-down rate of more than 300 K/s per mm of strip thickness, particularly at a cooling-down rate of more than 900 K/s per mm of strip thickness.
4. Plant (A) for producing metallic hot-rolled strip (B) according to any one of the preceding claims, wherein the cooling device comprises more than one

upper fast-cooling spray bar (SK1o, SK2o, SK3o, SK4o) and/or more than one lower fast-cooling spray bar (SK1u, SK2u, SK3u, SK4u) for delivery of the cooling medium (W) to the upper side (O) or lower side (U) of the hot-rolled strip.

5. Plant (A) for producing metallic hot-rolled strip (B) according to any one of the preceding claims, wherein the cooling device comprises at least one upper fast-cooling spray bar (SK4o), which is arranged after the nth roll stand, for delivery of the cooling medium (W) to an upper side (O) of the hot-rolled strip (B), which is constructionally identical to the first upper fast-cooling spray bar (SK1o), and/or at least one lower fast-cooling spray bar (SK4u), which is arranged after the nth roll stand, for delivery of the cooling medium (W) to a lower side (U) of the hot-rolled strip (B), which is constructionally identical to the first lower fast-cooling spray bar (SK1u)
6. Plant (A) for producing metallic hot-rolled strip (B) according to any one of the preceding claims, wherein the plant (A) comprises a process computer (P) for determining the quantity of cooling medium and/or distribution of the cooling medium quantity to the fast-cooling spray bar or bars (SK1o, SK1u, SK2o, SK2u, SK3o, SK3u, SK4o, SK4u).
7. Plant (A) for producing metallic hot-rolled strip (B) according to any one of the preceding claims, wherein the n-1th roll stand is arranged for undertaking the last rolling pass.
8. Plant (A) for producing metallic hot-rolled strip (B) according to any one of the preceding claims, wherein the rolls of the nth roll stand are used in the form of squeeze rollers or drive rollers.
9. Plant (A) for producing metallic hot-rolled strip (B) according to any one of the preceding claims, wherein at least one of the upper and lower fast-cooling spray bars (SK1o, SK1u, SK2o, SK2u, SK3o, SK3u, SK4o, SK4u) is arranged to be movable out.
10. Method of producing metallic hot-rolled strip (B) with use of a plant according to any one of the preceding claims 7 to 9, wherein the last rolling pass is undertaken with the n-1th roll stand and wherein the hot-rolled strip (B) is cooled-down directly behind the rolling gap of the n-1th roll stand at a specific cooling-down rate of more than 600 K/s per mm of strip thickness.

**55 Revendications**

1. Installation (A) pour la fabrication de tôle métallique laminée à chaud (B) dotée d'un train de laminage à



chaud pour effectuer une ou plusieurs passes de laminage, ledit train de laminage à chaud comportant au moins deux cages de laminage n-1, n disposées l'une derrière l'autre dans la direction de transport (F) de la tôle (B), et

d'un dispositif de refroidissement, dans lequel le dispositif de refroidissement comporte au moins une première barre de pulvérisation supérieure de refroidissement rapide (SK1o) permettant de pulvériser un agent de refroidissement (W) sur la face supérieure (O) de la tôle (B) entre la n-1<sup>ème</sup> cage de laminoir et la nième cage de laminoir, et

dans lequel le dispositif de refroidissement comporte au moins une première barre de pulvérisation inférieure de refroidissement rapide (SK1u) permettant de pulvériser un agent de refroidissement (W) sur la face inférieure (U) de la tôle (B) entre la n-1<sup>ème</sup> cage de laminoir et la nième cage de laminoir,

**caractérisée en ce que,**

le dispositif de refroidissement est conçu pour couvrir > 30 pour cent de la longueur (L) de la tôle (B) entre la n-1<sup>ème</sup> cage de laminoir et la nième cage de laminoir avec l'agent de refroidissement (W) ; et

la première barre de pulvérisation supérieure de refroidissement rapide (SK1o) et/ou la première barre de pulvérisation inférieure de refroidissement rapide (SK1u) est disposée immédiatement derrière la sortie de la n-1<sup>ème</sup> cage de laminoir ; et

la sortie de buses des barres de pulvérisation de refroidissement rapide (SK1o, SK1u) est conçue de telle sorte que l'agent de refroidissement sortant puisse agir sur la tôle (B) immédiatement après avoir quitté l'emprise de laminage côté sortie, de telle sorte que le flux d'agent de refroidissement agit sur la tôle (B) à partir d'une distance inférieure à 500 mm, de préférence inférieure à 400 mm, de manière particulièrement préférée inférieure à 350 mm après avoir quitté l'emprise de laminage et le refroidissement de la tôle (B) se produit immédiatement après avoir quitté la n-1<sup>ème</sup> cage de laminoir ; et

le train de laminage comporte un système de suivi, ledit système de suivi suivant la position de la tôle (B) et le dispositif de commande des barres de pulvérisation de refroidissement rapide (SK1o, SK1u) recevant un signal de démarrage dès que le début de la tôle (B) passe à travers l'emprise de laminage et un signal d'arrêt temporisé est donné dès que la tôle (B) a quitté l'emprise de laminage, de sorte que le refroidissement de la tôle (B) se produit dans l'emprise de laminage immédiatement après avoir quitté la n-1<sup>ème</sup> cage de laminoir.

2. Installation (A) pour la fabrication de tôle métallique laminée à chaud (B) selon la revendication 1, dans laquelle la première barre de pulvérisation supérieure de refroidissement rapide (SK1o) et/ou la première barre de pulvérisation inférieure de refroidissement rapide (SK1u) sont agencées de manière à pulvériser l'agent de refroidissement à une pression de 1 à 20 bars, en particulier de 3,0 à 10 bars, tout particulièrement de 3,0 à 5 bars.

3. Installation (A) pour la fabrication de tôle métallique laminée à chaud (B) selon l'une des revendications 1 ou 2, dans laquelle le dispositif de refroidissement est conçu pour refroidir la tôle (B) à un taux de refroidissement spécifique supérieur à 300 K/s par mm d'épaisseur de tôle, en particulier à un taux de refroidissement supérieur à 900 K/s par mm d'épaisseur de tôle.

4. Installation (A) pour la fabrication de tôle métallique laminée à chaud (B) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le dispositif de refroidissement comporte plus d'une barre de pulvérisation supérieure de refroidissement rapide (SK1o, SK2o, SK3o, SK4o) et/ou plus d'une barre de pulvérisation inférieure de refroidissement rapide (SK1u, SK2u, SK3u, SK4u) permettant de pulvériser l'agent de refroidissement (W) sur la face supérieure (O) ou la face inférieure (U) de la tôle.

5. Installation (A) pour la fabrication de tôle métallique laminée à chaud (B) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le dispositif de refroidissement comporte au moins une barre de pulvérisation supérieure de refroidissement rapide (SK4o) disposée après la nième cage de laminoir permettant de pulvériser l'agent de refroidissement (W) sur une face supérieure (O) de la tôle (B), qui est de construction identique à la première barre de pulvérisation supérieure de refroidissement rapide (SK1o), et/ou comporte au moins une barre de pulvérisation inférieure de refroidissement rapide (SK4u) disposée après la nième cage de laminoir permettant de pulvériser l'agent de refroidissement (W) sur une face inférieure (U) de la tôle (B), qui est de construction identique à la première barre de pulvérisation inférieure de refroidissement rapide (SK1u).

6. Installation (A) pour la fabrication de tôle métallique laminée à chaud (B) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'installation (A) comporte un ordinateur de processus (P) permettant de déterminer la quantité d'agent de refroidissement et/ou de répartir la quantité d'agent de refroidissement sur la ou les barres de pulvérisation de refroidissement rapide (SK1o, SK1u, SK2o, SK2u, SK3o, SK3u, SK4o, SK4u).

7. Installation (A) pour la fabrication de tôle métallique laminée à chaud (B) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la n-1<sup>ère</sup> cage de laminoir est agencée de manière à effectuer la dernière passe de laminage. 5
8. Installation (A) pour la fabrication de tôle métallique laminée à chaud (B) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle les cylindres de la nième cage de laminoir sont utilisés comme cylindres presseurs ou cylindres d'entraînement. 10
9. Installation (A) pour la fabrication de tôle métallique laminée à chaud (B) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle au moins l'une des barres de pulvérisation de refroidissement rapide supérieure et inférieure (SK1o, SK1u, SK2o, SK2u, SK3o, SK3u, SK4o, SK4u) est agencée de manière à pouvoir être déployée. 15  
20
10. Procédé de fabrication de tôle métallique laminée à chaud (B) en utilisant une installation selon l'une quelconque des revendications précédentes 7 à 9, dans lequel la dernière passe de laminage est effectuée avec la n-1<sup>ère</sup> cage de laminoir ; et dans lequel la tôle (B) est refroidie directement derrière l'emprise de la n-1<sup>ère</sup> cage de laminoir à un taux de refroidissement spécifique supérieur à 600 K/s par mm d'épaisseur de tôle. 25  
30

35

40

45

50

55

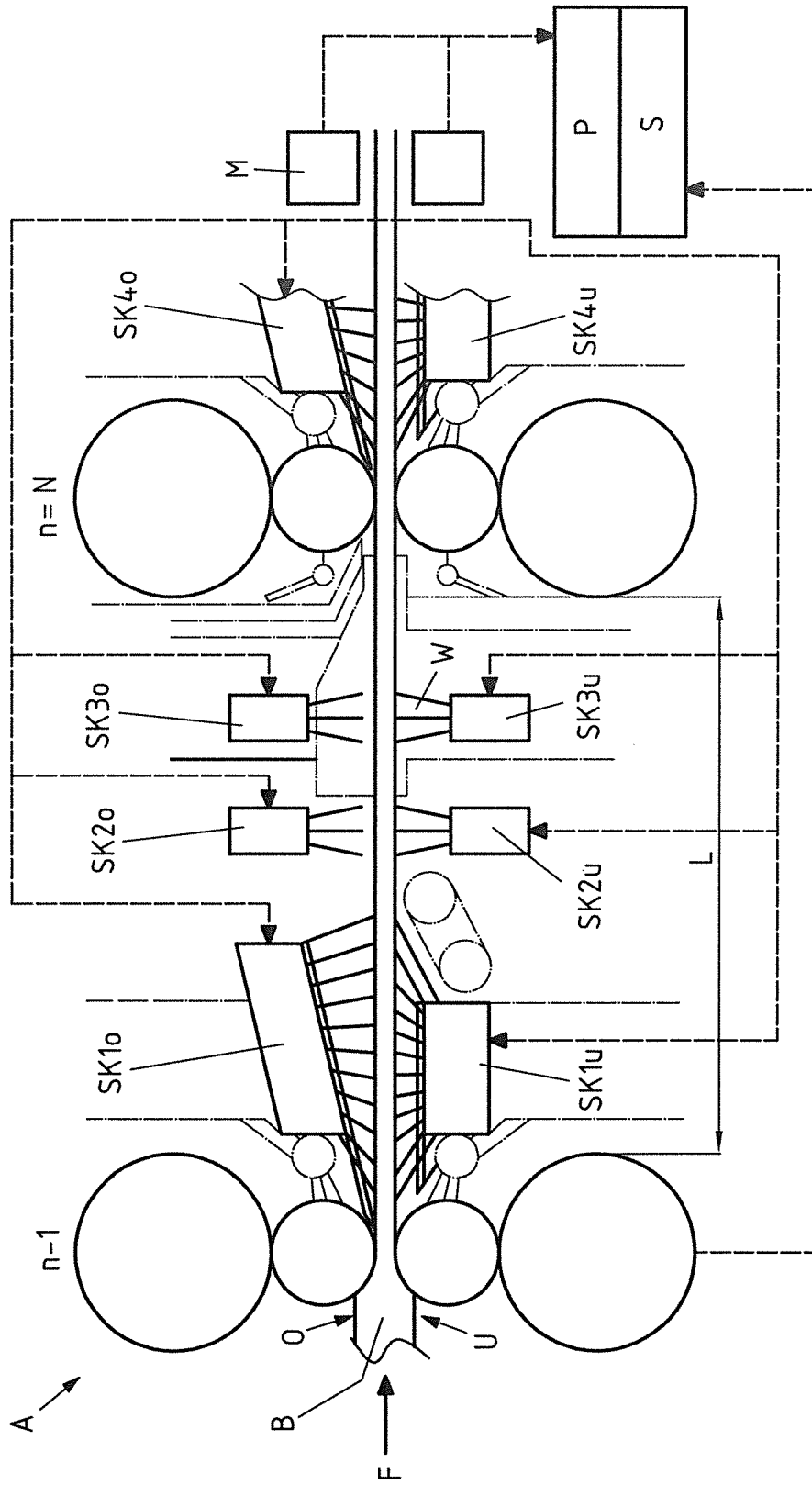


FIG.1

**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 3434383 A1 **[0007]**
- DE 102013107010 A1 **[0009] [0011]**
- DE 102013107010 **[0012]**
- EP 3434393 A1 **[0012]**
- WO 2011138159 A1 **[0013]**
- DE 102013019698 A1 **[0014]**