

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 804 300 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**06.05.1999 Patentblatt 1999/18**

(21) Anmeldenummer: **95932632.3**

(22) Anmeldetag: **21.09.1995**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B21B 1/46**, C21D 8/04

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE95/01347**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 96/12573 (02.05.1996 Gazette 1996/20)**

### (54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON STAHLBAND MIT KALTWALZEIGENSCHAFTEN

PROCESS AND DEVICE FOR PRODUCING A STEEL STRIP WITH THE PROPERTIES OF A COLD-ROLLED PRODUCT

PROCEDE ET DISPOSITIF DE PRODUCTION D'UNE FEUILLE D'ACIER PRESENTANT LES PROPRIETES D'UN PRODUIT LAMINE A FROID

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT CH DE FR GB IT LI**

(30) Priorität: **20.10.1994 DE 4438783**  
**31.05.1995 DE 19520832**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.11.1997 Patentblatt 1997/45**

(73) Patentinhaber:  
**MANNESMANN Aktiengesellschaft**  
**40213 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:  
• **PLESCHIUTSCHNIGG, Fritz-Peter**  
**D-47269 Duisburg (DE)**  
• **VON HAGEN, Ingo**  
**D-47800 Krefeld (DE)**  
• **BLECK, Wolfgang**  
**D-52072 Aachen (DE)**  
• **SPLINTER, Paul**  
**D-52066 Aachen (DE)**

(74) Vertreter:  
**Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**  
**Meissner & Meissner,**  
**Patentanwaltsbüro,**  
**Hohenzollerndamm 89**  
**14199 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 306 076** **EP-A- 0 370 575**  
**EP-A- 0 611 610** **WO-A-92/00815**  
**DE-A- 1 903 554**

- **SHEET METAL INDUSTRIES, Bd. 50, Nr. 5, Mai 1973 REDHILL GB, Seiten 297-302, OKAMOTO ET AL 'Manufacture of deep-drawing sheet by warm rolling'**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10 no. 280 (C-374), 24. September 1986 & JP,A,61 099631 (KAWASAKI) 15. Mai 1986,**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 0 804 300 B1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Stahlband mit Kaltwalzeigenschaften entsprechend dem Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Anlage zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0002] Aus der EP 0 541 574 B1 ist ein gattungsgemäßes Verfahren bekannt, bei dem Fertigband mit Kaltwalzeigenschaften direkt in einer Warmwalzstraße aus einem durch endabmessungsnahes Gießen erzeugten Vormaterial hergestellt wird. Es sieht vor, daß in einer Stranggießanlage zunächst ein Dünnbrammenstrang mit einer Dicke von maximal 100 mm erzeugt wird, wobei unmittelbar hinter der Stranggießkokille eine Walzeinrichtung angeordnet ist, auf der der Gießstrang mit flüssigem und festem Kern auf die Erstarrungsdicke gewalzt wird (Gießwalzen). Anschließend wird der Dünnbrammenstrang entzundert und bei Temperaturen oberhalb 1100 °C auf einer Walzeinrichtung mit z.B. drei Gerüsten bis auf eine Dicke von 10 - 30 mm warmgewalzt. Das auf diese Weise warmgewalzte Zwischenband wird mittels einer Bandschere in Teillängen aufgeteilt. Vorzugsweise werden diese Teillängen zu Coils aufgewickelt und später zum weiteren Warmwalzen wieder abgewickelt und bei Bedarf erneut entzundert. Vor dem weiteren Warmwalzen, vorzugsweise noch vor dem Aufcoilen, wird das bandförmige Material durch induktive Erwärmung wieder auf eine Warmwalztemperatur oberhalb 1100 °C aufgeheizt. Das zweite Warmwalzen wird bei einer Temperatur oberhalb Ar<sub>3</sub> durchgeführt. Unmittelbar danach erfolgt eine Abkühlung auf eine Temperatur unterhalb Ar<sub>3</sub>, vorzugsweise auf eine Temperatur im Bereich 600 - 250 °C. Anschließend wird das so erzeugte Bandmaterial durch Kaltwalzen auf einem oder mehreren hintereinander geschalteten Gerüsten fertiggewalzt und zu Coils aufgewickelt.

[0003] Das bekannte Verfahren bezweckt die Herstellung von Kaltwalzband mit einem möglichst geringen Energieaufwand. Hierzu bedient man sich einerseits der Methoden des endabmessungsnahen Gießens (Dünnbrammenherzeugung) und des Gießwalzens, d.h. der Dickenreduktion des heißen Gießstrangs mit teilweise noch flüssigem Kern. Andererseits wird das Warmwalzen zu einem Teil bei der aus dem Stranggießprozeß verbliebenen Wärme ausgeführt. Nachteilig hierbei ist die Notwendigkeit, trotz der Nutzung der Wärme aus dem Stranggießen eine induktive Aufheizung des bandförmigen Zwischenproduktes für den zweiten Teil des Warmwalzens vorsehen zu müssen.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Anlage zu dessen Durchführung anzugeben, bei dem eine gesonderte Wiederaufheizung des bandförmigen Zwischenproduktes und der damit verbundene Energie- und Anlagenaufwand vermieden werden. Außerdem soll möglichst eine Verbesserung der Eigenschaften des erzeugten Materials in Richtung Kaltwalzeigenschaften erreicht werden.

[0005] Gelöst wird diese Aufgabe bei einem gattungsgemäßen Verfahren durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 14. Eine erfindungsgemäße Anlage zur Durchführung dieses Verfahrens weist die Merkmale des Patentanspruchs 15 auf und ist durch die kennzeichnenden Merkmale der Unteransprüche 16 bis 25 in vorteilhafter Weise weiter ausgestaltbar.

[0006] Im Unterschied zu dem aus der EP 0 541 574 B1 bekannten Verfahren sieht die vorliegende Erfindung lediglich einen einzigen zusammenhängenden Warmwalzvorgang vor, verzichtet also auf einen zweiten Warmwalzvorgang und die dafür erforderliche induktive Zwischenerwärmung. Statt dessen erfolgt erfindungsgemäß das Warmwalzen in einem einzigen Durchgang, an dessen Ende eine beschleunigte Abkühlung auf eine Temperatur im Bereich 850 bis 600 °C steht. Bei dieser erreichten Temperatur wird dann durch isothermes Walzen in mindestens drei Walzstichen, bei denen jeweils eine Dickenreduzierung um mindestens 35 % erfolgt, das fertige Stahlband erzeugt und im Anschluß an dieses Fertigwalzen beschleunigt auf eine Temperatur von höchstens nur noch 100 °C abgekühlt. Demgegenüber erfolgt bei dem bekannten Verfahren das Fertigwalzen bei einer vergleichsweise deutlich niedrigeren Temperatur (ca. 250 bis 600 °C). Während des isothermen Walzens gemäß der vorliegenden Erfindung bleibt die Temperatur des Stahlbandes zwar nicht im strengen Sinn konstant, sondern verändert sich im Rahmen eines relativ schmalen Toleranzbandes (z.B.  $\Delta T = 0$  bis 20 °C). Während des isothermen Walzens muß sichergestellt sein, daß die Temperatur einen kritischen Wert nie unterschreitet und daß der unvermeidbare Wärmeverlust durch Abstrahlung durch die in das Stahlband eingebrachte Verformungsarbeit zumindestens ausgeglichen wird. Zweckmäßigerweise sollte das Verfahren so betrieben werden, daß der Wärmeeintrag durch eine speziell eingebrachte Verformungsarbeit ("speed up") stets über dem zu erwartenden Wärmeverlust durch Abstrahlung liegt und die Temperaturregelung über eine gezielte Kühlung zwischen den Walzstichen sichergestellt wird. Wenn nämlich die tatsächliche Temperatur des Stahlbandes während des Walzprozesses einmal einen kritischen Wert unterschritten hat, ist es kaum noch sinnvoll möglich, durch Veränderung der Walzparameter eine Wiederanhebung auf den gewünschten Wert zu erreichen.

[0007] Anhand des in der einzigen Figur dargestellten Anlagenschemas wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert.

[0008] Aus einer Pfanne 10 wird eine Schmelze aus einem Stahl, vorzugsweise aus einem Tiefziehstahl, in ein Zwischengefäß (Tundish) 11 eingefüllt. Das Zwischengefäß 11 läßt die enthaltene Stahlschmelze in einem kontinuierlichen Fluß in eine darunter angeordnete Stranggießkokille 12 einströmen, die eine nicht dargestellte Flüssigkeitskühlung aufweist und zur Aus-

bildung eines Gießstrangs, bestehend aus Strang-  
 schale und flüssigem Kern führt. In diesem Zustand  
 gelangt der heiße Gießstrang in eine unterhalb der  
 Stranggießkille 12 angeordnete Gießwalzeinrichtung,  
 die den Gießstrang mit dem teilweise flüssigen Kern in  
 der Dicke weiter reduziert. Im Ergebnis tritt der Dünn-  
 brammenstrang 1 mit einer Dicke von 30 bis 100 mm,  
 vorzugsweise 40 bis 70 mm aus der Gießwalzeinrich-  
 tung 13 aus. Die Dickenreduktion beim Gießwalzen  
 beträgt mindestens 10 %, vorzugsweise mindestens 30  
 %. Danach gelangt der Strang in eine Entzunderungs-  
 einrichtung 19, die vorzugsweise als hydromechanische  
 Entzunderung ausgebildet ist. Nach der Entzunderung  
 weist der Dünnbrammenstrang 1 eine Temperatur im  
 Bereich von 1150 bis 900 °C auf. In diesem Zustand  
 wird der Dünnbrammenstrang 1 einer der Entzunde-  
 rungseinrichtung 19 unmittelbar nachgeschalteten  
 Warmwalzeinrichtung 15 zugeführt, in der eine Dicken-  
 reduktion des Dünnbrammenstrangs 1 um mindestens  
 50 % zu einem Zwischenband von maximal 20 mm, vor-  
 zugsweise 10 bis 20 mm Dicke erfolgt. In manchen Fäl-  
 len kann es auch vorteilhaft sein, unmittelbar vor der  
 Warmwalzeinrichtung 15 einen (nicht dargestellten)  
 Ausgleichsofen vorzusehen, der den zweckmäßiger-  
 weise in Teillängen getrennten Dünnbrammenstrang 1  
 auf der gewünschten Warmwalztemperatur hält. Hinter  
 der Warmwalzeinrichtung 15, die zweckmäßigerweise  
 zwei oder drei Gerüste oder aber auch ein Reversier-  
 walzwerk aufweist empfiehlt sich im Normalfall die Ein-  
 schaltung eines Trennaggregats, z.B. in Form einer  
 Bandschere 17 um das erzeugte Zwischenband in die  
 bereits erwähnten Teillängen aufzuteilen. Das warmge-  
 walzte Zwischenband wird erfindungsgemäß beschleu-  
 nigt abgekühlt auf eine Temperatur im Bereich 850 bis  
 600 °C. Die jeweils zweckmäßig zu wählende Abkühl-  
 temperatur richtet sich nach der chemischen  
 Zusammensetzung des eingesetzten Stahls sowie nach  
 der angestrebten Gefügezusammensetzung und nach  
 den zu erzielenden mechanisch-technologischen  
 Eigenschaften im Fertigband. Die Abkühlung findet in  
 einer ersten Abkühlereinrichtung 18 statt, die im darge-  
 stellten Schema unmittelbar an die Bandschere 17  
 angeschlossen ist. In vielen Fällen empfiehlt es sich aus  
 Platzgründen die auf der für das nachfolgende Fertig-  
 walzen gewünschten Temperatur befindlichen Teil-  
 stücke des Zwischenbandes in einer  
 Aufwickleinrichtung 20 zu Zwischenbandcoils aufzu-  
 wickeln und diese in einem Ausgleichsofen 21 auf der  
 gewünschten Temperatur zu halten. Auf einer diesem  
 Ausgleichsofen 21 unmittelbar nachgeschalteten  
 Abwickleinrichtung 22 wird das Zwischenband zur  
 Durchführung des anschließenden Fertigwalzens wie-  
 der abgewickelt. Vor dem Fertigwalzen ist es zweckmä-  
 ßig, eine erneute Entzunderung in einer  
 Entzunderungseinrichtung 23 vorzunehmen, um Quali-  
 tätsbeeinträchtigungen durch zwischenzeitlich u.U.  
 gebildeten Zunder zu vermeiden. Für das Fertigwalzen,  
 das in Form des isothermen Walzens im Temperaturbe-

reich von 600 bis 850 °C durchgeführt wird, ist eine  
 Walzeinrichtung 24 vorgesehen, die mindestens drei  
 Gerüste aufweist. In vielen Fällen empfiehlt sich eine  
 Walzeinrichtung mit vier oder maximal fünf Gerüsten.  
 Eine noch größere Anzahl von Fertigwalzgerüsten ist im  
 allgemeinen nicht zweckmäßig. Die Walzgerüste wer-  
 den so betrieben, daß pro Walzstich eine Reduktion der  
 Banddicke um mindestens 25 % erfolgt. Das die Walz-  
 einrichtung verlassende Fertigband hat eine Dicke von  
 maximal 2 mm, vorzugsweise eine Dicke von 0.5 bis 1,5  
 mm. Zur Sicherstellung der (annähernd) isothermen  
 Walzbedingungen empfiehlt es sich, zwischen den ein-  
 zelnen Walzgerüsten der Walzeinrichtung 24 (nicht dar-  
 gestellte) Kühleinrichtungen z.B. in Form von  
 Spritzkühlungen vorzusehen, die überschüssige  
 Wärme kontrolliert abführen. Die Ist-Temperatur des  
 Stahlbandes in der Walzeinrichtung 24 wird durch (nicht  
 dargestellte) Temperatursensoren überwacht. Das aus  
 der Walzeinrichtung 24 austretende Stahlband wird  
 unmittelbar danach in einer zweiten Abkühlereinrichtung  
 25 beschleunigt bis auf eine Temperatur von höchstens  
 noch 100 °C abgekühlt. Die beschleunigte Abkühlung  
 erfolgt zweckmäßigerweise mit einer Abkühlrate im  
 Bereich von 10 bis 25 °C/s. Hierzu kann beispielsweise  
 das Fertigband durch ein Flüssigkeitskühlbad geleitet  
 werden. Es können aber auch in an sich bekannter  
 Weise Spritzkühlereinrichtungen im Verlauf des Roll-  
 gangs mit möglichst kleinen Rollenabständen von unter  
 250 mm Verwendung finden. Das so erzeugte Fertig-  
 band sollte zweckmäßigerweise zum Abtransport in  
 Form von Coils aufgewickelt werden. Hierzu ist im Anla-  
 genschema eine entsprechende Aufwickleinrichtung  
 26 vorgesehen.

**[0009]** Die zwischen der Warmwalzeinrichtung 15 und  
 der Walzeinrichtung 24 vorgesehene Bildung von Zwi-  
 schenbandcoils hat den Vorteil, daß einerseits ein  
 Materialzwischenpuffer geschaffen wird, der einen  
 weniger störanfälligen Betrieb der Walzeinrichtungen  
 zuläßt, und andererseits der für die Temperaturhaltung  
 eines solchen Puffermaterials erforderliche Ausgleichs-  
 ofen 21 nur eine vergleichsweise kleine Fläche bean-  
 sprucht.

#### Verfahrensbeispiel

**[0010]** Eine Schmelze eines Tiefziehstahls mit

0,04 % C  
 0,02 % Si  
 0,21 % Mn  
 0,018 % P  
 0,006 % S  
 0,035 % Al  
 0,05 % Cu  
 0,05 % Cr  
 0,04 % Ni  
 0.0038 % N

Rest Eisen und übliche Verunreinigungen ( $T_{liq} \cong$

1520 °C)

wurde in einer Dünnbrammenstranggießanlage mit einer Temperatur von ca. 1540 °C abgegossen. Beim Austritt aus der Stranggießkokille wies der Gießstrang bei einem Format von 80 mm Dicke und 1300 mm Breite noch einen flüssigen Kern auf. Die mittlere Temperatur dieses Gießstrangs betrug am Kokillenauslauf etwa 1310 °C. In diesem Zustand wurde der Dünnbrammenstrang in eine Gießwalzeinrichtung eingeführt und in der Dicke um 25 % reduziert, so daß sich eine Erstarrungsdicke von 60 mm ergab. Nach Entzunderung mit Hilfe eines Druckwasserstrahls wurde der Dünnbrammenstrang auf einer dreigerüstigen Warmwalzstraße um ca. 66 % in der Dicke reduziert, so daß ein Zwischenband mit einer Dicke von 20 mm entstand. Die Temperatur am Eintritt in die Warmwalzstraße lag bei 1130 °C und am Austritt bei 938 °C. Unmittelbar danach wurde dieses Zwischenband in Teilstücke aufgeteilt und beschleunigt auf eine Temperatur von ca. 700 °C abgekühlt. Nach Durchlaufen eines Ausgleichsofens, der ebenfalls bei 700 °C betrieben wurde, und nach der Entzunderung wurden die aus den Teillängen erzeugten Zwischenbandcoils der Fertigwalzstraße zugeführt. Diese wies insgesamt fünf Gerüste auf, die mit einer Dickenreduzierung von insgesamt 95 % betrieben wurden. Das mit 650 °C dem ersten Walzgerüst zugeführte Zwischenband wies beim Austritt aus diesem Gerüst eine etwas erhöhte Temperatur von 658 °C auf, die durch eine vor dem zweiten Walzgerüst angeordnete Spritzkühleinrichtung wieder auf ca. 650 °C reduziert wurde. In entsprechender Weise wurde vor dem dritten Walzgerüst die Austrittstemperatur des zweiten Walzgerüsts von 664 °C durch eine weitere Spritzkühleinrichtung auf eine Eintrittstemperatur für das dritte Walzgerüst von 650 °C reduziert. Entsprechendes gilt für das vierte und fünfte Gerüst. Unmittelbar danach wurde das so erzeugte Fertigband mit 1,0 mm Dicke in einem Wasserkühlbad mit einer Abkühlrate von 21 °C/s bis auf ca. 90 °C abgekühlt und anschließend zu Fertigcoils aufgewickelt. Das auf diese Weise hergestellte Fertigband zeigte hervorragende mechanisch-technologische Eigenschaften, die dem eines Kaltbandes vergleichbar waren.

**[0011]** Der erfindungsgemäße Fertigungsweg führt zu einer besonders feinkörnigen Gefügeausbildung, die gegenüber dem Ergebnis nach dem aus der EP 0 541 574 B1 bekannten Verfahren eindeutig günstiger ist. Bei dem bekannten Verfahren kommt es durch die Wiedererwärmung auf 1100 °C vor dem zweiten Warmwalzen zu einer deutlichen Kornvergrößerung, die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wegen des gewählten Temperaturbereichs von 850 bis 600 °C ausgeschlossen ist. Ein weiterer Unterschied im Hinblick auf die Korngrößen Ausbildung kommt durch das andersartige Fertigwalzen zustande. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren findet während des isothermen Walzens, das mit an der Rekristallisationsschwelle liegenden Tempe-

raturen erfolgt, bei dem vorgeschriebenen Gesamtumformgrad von deutlich über 90 % eine weitere dynamische Kornfeinung mit gleichzeitiger Festigkeits- und Zähigkeitserhöhung statt. Dies tritt bei dem bekannten Verfahren aufgrund der deutlich geringeren Umformungen in den einzelnen Walzstichen bei weitem nicht in dieser Deutlichkeit ein. Die bei dem bekannten Verfahren erzielbaren hohen Festigkeitswerte durch die Kaltverfestigung sind nach dem erfindungsgemäßen Verfahren durch einen entsprechend angepaßten Walzyklus ebenfalls einstellbar und sind darüber hinaus noch von deutlich besseren Zähigkeitseigenschaften begleitet. Zusammenfassend läßt sich somit sagen, daß Stahlband, das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt wird, sich dadurch auszeichnet, daß gleichzeitig sehr hohe Festigkeitswerte mit außerordentlich günstigen Verformungs- und Zähigkeitseigenschaften kombiniert sind.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Stahlband mit Kaltwalzeigenschaften bestehend aus folgenden zeitlich hintereinander liegenden Schritten:

a) Aus einer Stahlschmelze wird durch Stranggießen ein Dünnbrammenstrang in einer Dicke von 30 - 100 mm (Erstarrungsdicke) hergestellt, wobei nach Austritt des Gießstrangs aus der Kokille der Stranggießanlage ein Gießwalzen mit flüssigem Kern des Gießstrangs bei einer Reduktion der Dicke des Gießstrangs um mindestens 10 % erfolgt.

b) Der gemäß Schritt a) hergestellte Dünnbrammenstrang wird entzündet.

c) Der entzündete Dünnbrammenstrang wird bei Temperaturen im Bereich 1150 - 900 °C durch Warmwalzen mit einer Dickenreduktion um mindestens 50 % zu einem Zwischenband von maximal 20 mm Dicke verarbeitet, gekennzeichnet durch die folgenden weiteren Schritte:

d) Nach dem Warmwalzen erfolgt ein beschleunigtes Abkühlen des Zwischenbandes auf eine Temperatur im Bereich 850 - 600 °C.

e) Das gekühlte Zwischenband wird durch isothermes Walzen bei 850 - 600 °C auf einer Fertigstraße mit mindestens drei Gerüsten zu Bändern von maximal 2 mm Dicke ausgewalzt, wobei pro Walzstich eine Reduktion der Banddicke um mindestens 25 % erfolgt.

f) Abschließend wird das isotherm gewalzte Stahlband beschleunigt auf eine Temperatur

von höchstens 100 °C abgekühlt und als Fertigband vorzugsweise aufgewickelt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß der Dünnbrammenstrang mit einer Erstarrungsdicke von 40 - 70 mm erzeugt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

daß die Reduktion des Dünnbrammenstrangs beim Gießwalzen mindestens 20 %, insbesondere 30 % beträgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,

daß der Dünnbrammenstrang in einem Ausgleichsofen vor dem Warmwalzen auf Temperatur gehalten wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,

daß das Zwischenband mit einer Dicke von 10 - 20 mm erzeugt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,

daß das Zwischenband nach Schritt d) in Teillängen aufgeteilt und zu Coils aufgewickelt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,

daß das in Schritt d) abgekühlte Zwischenband in einem Ausgleichsofen vor dem isothermen Walzen auf der Abkühltemperatur gehalten wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,

daß das isotherme Walzen in vier oder fünf Stichen vorgenommen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet,

daß das Stahlband auf eine Dicke von 0,5 - 1,5 mm isotherm gewalzt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,

daß die abschließende Abkühlung des Stahlbandes mit einer Abkühlrate im Bereich von 10 - 25 °C/s erfolgt.

- 5 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet,

daß das Zwischenband unmittelbar vor dem isothermen Walzen nochmals entzündert wird.

- 10 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet,

daß die Entzunderung jeweils auf hydromechanischem Wege vorgenommen wird.

- 15 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet,

daß die Temperatur des Zwischenbandes zwischen den einzelnen Walzstichen beim isothermen Walzen durch Kühlung, insbesondere durch Spritzkühlung geregelt wird.

- 25 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet,

daß in Schritt a) eine Schmelze eines Stahls mit Tiefziehqualität eingesetzt wird.

- 30 15. Anlage zur Durchführung dieses Verfahrens nach Anspruch 1,

- mit einer Stranggießeinrichtung zur Erzeugung von Dünnbrammen (1),

- mit einer unmittelbar hinter der Kokille (12) der Stranggießeinrichtung angeordneten Gießwalzeinrichtung (13),

- mit einer hinter der Gießwalzeinrichtung (13) angeordneten Entzunderungseinrichtung (19) und

- mit einer im Anschluß an die Entzunderungseinrichtung (19) angeordneten Warmwalzeinrichtung (15), die aus mindestens zwei Gerüsten oder einem Reversiergerüst besteht, dadurch gekennzeichnet,

- daß hinter der Warmwalzeinrichtung (15) zur beschleunigten Abkühlung des in der Warmwalzeinrichtung (15) erzeugten Zwischenbandes eine erste Abkühleinrichtung (18) angeordnet ist,

- daß hinter der ersten Abkühleinrichtung (18) eine Walzeinrichtung (24) für das isotherme

Walzen mit mindestens drei Walzgerüsten angeordnet ist und

- daß unmittelbar hinter der Walzeinrichtung (24) eine zweite Abkühleinrichtung (25) zur beschleunigten Abkühlung des erzeugten Stahlbandes angeschlossen ist.

16. Anlage nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet,

daß die Entzunderungseinrichtung (19) als hydromechanische Entzunderung ausgebildet ist.

17. Anlage nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet,

daß zwischen der Gießwalzeinrichtung (13) und der Warmwalzeinrichtung (15) ein Ausgleichsofen angeordnet ist.

18. Anlage nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet,

daß hinter der Warmwalzeinrichtung (15) ein Teilaggregat (Schere 17) zur Aufteilung des warmgewalzten Zwischenbandes in Teillängen angeordnet ist.

19. Anlage nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet,

daß hinter der ersten Abkühleinrichtung (18) eine Auf- (20) und Abwickeleinrichtung (22) für Zwischenbandcoils angeordnet ist.

20. Anlage nach einem der Ansprüche 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet,

daß zwischen der ersten Abkühleinrichtung (18) und der isothermen Walzeinrichtung (24), insbesondere zwischen der Auf- (20) und Abwickeleinrichtung (22) ein Heizaggregat (Ausgleichsofen 21) zur Temperaturhaltung der Teillängen des Zwischenbandes angeordnet ist.

21. Anlage nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet,

daß unmittelbar vor der isothermen Walzeinrichtung (24) eine Entzunderungseinrichtung (23) angeordnet ist.

22. Anlage nach einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet,

daß die Warmwalzeinrichtung (15) drei Gerüste umfaßt.

23. Anlage nach einem der Ansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet,

daß die isotherme Walzeinrichtung (24) vier oder fünf Gerüste umfaßt.

24. Anlage nach einem der Ansprüche 15 bis 23, dadurch gekennzeichnet,

daß hinter der zweiten Abkühleinrichtung (25) eine Coileinrichtung (26) zum Aufwickeln des Fertigbandes angeordnet ist.

25. Anlage nach einem der Ansprüche 15 bis 24, dadurch gekennzeichnet,

daß zwischen den Walzgerüsten der Walzeinrichtung (24) für das isotherme Walzen zur Temperaturregelung Kühleinrichtungen, insbesondere Spritzkühleinrichtungen vorgesehen sind.

## Claims

1. A process for producing steel strip with the properties of a cold-rolled product, comprising the following temporally sequential steps:

a) a thin slab strand from 30 - 100 mm thick (solidification thickness) is produced from a steel melt by continuous casting, direct rolling being carried out after exit of the cast strand from the mould of the continuous casting installation while the core of said cast strand is molten, the thickness of the cast strand being reduced by at least 10 %;

b) the thin slab strand produced according to step a) is descaled;

c) the descaled thin slab strand is processed at temperatures ranging from 1150 - 900 °C by hot rolling, the thickness being reduced by at least 50 % to produce an intermediate strip at most 20 mm thick; characterized by the following additional steps:

d) after hot rolling accelerated cooling of the intermediate strip to a temperature ranging from 850 - 600 °C is carried out;

e) the cooled intermediate strip is rolled out by isothermal rolling at 850 - 600 °C on a finishing train comprising at least three stands to form strips at most 2 mm thick, the strip being

- reduced in thickness by at least 25 % per roll pass;
- f) finally, the isothermally rolled steel strip is cooled in accelerated manner to a temperature of at most 100 °C and the finished strip is preferably coiled up. 5
2. A process according to claim 1, characterised in that 10
- the thin slab strand is produced with a solidification thickness of from 40 - 70 mm.
3. A process according to either one of claims 1 or 2, characterised in that 15
- the thin slab strand is reduced during direct rolling by at least 20 %, in particular 30 %. 20
4. A process according to any one of claims 1 to 3, characterised in that 25
- the temperature of the thin slab strand is maintained in a holding furnace prior to hot rolling.
5. A process according to any one of claims 1 to 4, characterised in that 30
- the intermediate strip is produced with a thickness of from 10 - 20 mm.
6. A process according to any one of claims 1 to 5, characterised in that 35
- after step d) the intermediate strip is subdivided into sections and wound into coils.
7. A process according to any one of claims 1 to 6, characterised in that 40
- the cooled intermediate strip cooled according to step d) is held at cooling temperature in a holding furnace prior to isothermal rolling. 45
8. A process according to any one of claims 1 to 7, characterised in that 50
- isothermal rolling is carried out in four or five passes.
9. A process according to any one of claims 1 to 8, characterised in that 55
- the steel strip is isothermally rolled to a thickness of from 0.5 - 1.5 mm.
10. A process according to any one of claims 1 to 9,
- characterised in that
- the final cooling of the steel strip is carried out at a cooling rate ranging from 10 - 25 °C/s.
11. A process according to any one of claims 1 to 10, characterised in that
- the intermediate strip is descaled again immediately prior to isothermal rolling.
12. A process according to any one of claims 1 to 11, characterized in that
- descaling is in each case carried out hydromechanically.
13. A process according to any one of claims 1 to 12, characterized in that
- the temperature of the intermediate strip between the individual roll passes of the isothermal rolling is controlled by cooling, in particular by spray cooling.
14. A process according to any one of claims 1 to 13, characterized in that
- in step a) a melt of deep-drawing quality steel is used.
15. An installation for carrying out this process according to claim 1, comprising
- a continuous casting apparatus for producing thin slabs (1),
  - a direct rolling device (13) arranged immediately downstream of the mould (12) of the continuous casting apparatus,
  - a descaling device (19) arranged downstream of the direct rolling device (13) and
  - a hot rolling device (15) arranged after the descaling device (19), which hot rolling device (19) consists of at least two stands or a reversing stand, characterised in that
  - a first cooling device (18) is arranged downstream of the hot rolling device (15) for accelerated cooling of the intermediate strip produced in the hot rolling device (15),
  - a rolling device (24) for isothermal rolling is arranged downstream of the first cooling device (18) and comprises at least three roll stands

and

- a second cooling device (25) for accelerated cooling of the steel strip produced is connected immediately downstream of the rolling device (24).

16. An installation according to claim 15, characterised in that

the descaling device (19) takes the form of a hydromechanical descaling device.

17. An installation according to either one of claims 15 or 16, characterised in that

a holding furnace is arranged between the direct rolling device (13) and the hot rolling device (15).

18. An installation according to any one of claims 15 to 17, characterized in that

a dividing unit (shears 17) for subdividing the hot-rolled intermediate strip into sections is arranged downstream of the hot rolling device (15).

19. An installation according to claim 18, characterized in that

a winding device (20) and an unwinding device (22) for intermediate strip coils are arranged downstream of the first cooling device (18).

20. An installation according to either one of claims 18 or 19, characterized in that

a heating unit (holding furnace 21) for maintaining the temperature of the sections of intermediate strip is arranged between the first cooling device (18) and the isothermal rolling device (24), in particular between the winding device (20) and the unwinding device (22).

21. An installation according to any one of claims 15 to 20, characterized in that

a descaling device (23) is arranged immediately upstream of the isothermal rolling device (24).

22. An installation according to any one of claims 15 to 21, characterized in that

the hot rolling device (15) comprises three stands.

23. An installation according to any one of claims 15 to 22, characterized in that

the isothermal rolling device (24) comprises four or five stands.

24. An installation according to any one of claims 15 to 23, characterised in that

a coiling device (26) for winding up the finished strip is arranged downstream of the second cooling device (25).

25. An installation according to any one of claims 15 to 24, characterised in that

cooling devices, in particular spray cooling devices, are provided for temperature regulation between the roll stands of the rolling device (24) for isothermal rolling.

## Revendications

1. Procédé pour fabriquer un feuillard d'acier ayant des propriétés de laminage à froid, comprenant les étapes suivantes se déroulant l'une après l'autre dans le temps :

- a) à partir d'une matière en fusion d'acier, il est fabriqué, par coulée continue, une barre de brame mince ayant une épaisseur de 30-100 mm (épaisseur de solidification), un laminage de coulée, avec noyau liquide de la barre de coulée, étant effectué pour une réduction de l'épaisseur de la barre de coulée d'au moins 10% après la sortie de la barre de coulée de la coque de l'installation de coulée continue,
- b) la barre de brame mince fabriquée selon l'étape a) est décalaminée,
- c) la barre de brame mince décalaminée est traitée à des températures dans la plage de 1150-900 °C par laminage à chaud avec une réduction d'épaisseur d'au moins 50% en un feuillard intermédiaire ayant une épaisseur maximale de 20 mm, caractérisé par les autres étapes suivantes :
- d) après le laminage à chaud, il est effectué un refroidissement accéléré du feuillard intermédiaire à une température dans la plage de 850-600 °C,
- e) le feuillard intermédiaire refroidi est laminé par laminage isotherme à 850-600 °C dans un train finisseur, ayant au moins trois cages, en feuillards ayant une épaisseur maximale de 2 mm, une réduction de l'épaisseur de feuillard d'au moins 25% ayant lieu par passe de laminage,
- f) enfin, le feuillard d'acier laminé de façon iso-



therme est refroidi de façon accélérée à une température d'au plus 100 °C et avantageusement enroulé en bobine comme feuillard fini.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la barre de brame mince est engendrée avec une épaisseur de solidification de 40-70 mm. 5
3. Procédé selon une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la réduction de la barre de brame mince lors du laminage de coulée vaut au moins 20%, en particulier 30%. 10
4. Procédé selon une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la barre de brame mince est maintenue à température avant le laminage à chaud dans un four compensateur. 15
5. Procédé selon une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le feuillard intermédiaire est engendré avec une épaisseur de 10-20 mm. 20
6. Procédé selon une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le feuillard intermédiaire est subdivisé après l'étape d) en longueurs partielles et est enroulé en bobines. 25
7. Procédé selon une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le feuillard intermédiaire refroidi dans l'étape d) est maintenu dans un four compensateur avant le laminage isotherme à la température de refroidissement. 30
8. Procédé selon une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le laminage isotherme est effectué en quatre ou cinq passes. 35
9. Procédé selon une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le feuillard d'acier est laminé de façon isotherme à une épaisseur de 0,5-1,5 mm. 40
10. Procédé selon une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le refroidissement final du feuillard d'acier est effectué à une vitesse de refroidissement dans la plage de 10-25 °C/s. 45
11. Procédé selon une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le feuillard intermédiaire est décalaminé encore une fois directement avant le laminage isotherme. 50
12. Procédé selon une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que le décalaminage est effectué à chaque fois par une voie hydromécanique. 55
13. Procédé selon une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la température du feuillard

intermédiaire entre les passes individuelles de laminage, pour le laminage isotherme, est réglée par refroidissement, en particulier par refroidissement par projection.

14. Procédé selon une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que, dans l'étape a), une matière en fusion d'un acier ayant une qualité d'emboutissage profond est utilisée.
15. Installation pour la mise en oeuvre de ce procédé selon la revendication 1, comportant :
  - un dispositif de coulée continue pour engendrer des brames minces (1),
  - un dispositif de laminage de coulée (13) agencé directement derrière la coquille (12) du dispositif de coulée continue,
  - un dispositif de décalaminage (19) agencé derrière le dispositif de laminage de coulée (13), et
  - un dispositif de laminage à chaud (15) agencé de façon raccordée au dispositif de décalaminage (19), dispositif (15) qui est constitué d'au moins deux cages ou d'une cage réversible, caractérisée en ce que :
    - derrière le dispositif de laminage à chaud (15), il est agencé un premier dispositif de refroidissement (18) pour le refroidissement accéléré du feuillard intermédiaire engendré dans le dispositif de laminage à chaud (15),
    - derrière le premier dispositif de refroidissement (18), il est agencé un dispositif de laminage (24) pour le laminage isotherme, ayant au moins trois cages de laminoir, et
    - directement derrière le dispositif de laminage (24), il est raccordé un second dispositif de refroidissement (25) pour le refroidissement accéléré du feuillard d'acier engendré.
16. Installation selon la revendication 15, caractérisée en ce que le dispositif de décalaminage (19) est réalisé comme dispositif de décalaminage hydromécanique.
17. Installation selon une des revendications 15 ou 16, caractérisée en ce qu'un four compensateur est agencé entre le dispositif de laminage de coulée (13) et le dispositif de laminage à chaud (15).
18. Installation selon une des revendications 15 à 17, caractérisée en ce que, derrière le dispositif de laminage à chaud (15), il est agencé un appareil de coupe (cisaille 17) pour subdiviser le feuillard intermédiaire laminé à chaud en longueurs partielles.
19. Installation selon la revendication 18, caractérisée en ce que, derrière le premier dispositif de refroidissement (18), il est agencé un disposi-

tif d'enroulement (20) et un dispositif de déroulement (22) pour des bobines de feuillard intermédiaire.

20. Installation selon une des revendications 18 ou 19, caractérisée en ce que, entre le premier dispositif de refroidissement (18) et le dispositif de laminage isotherme (24), en particulier entre le dispositif d'enroulement (20) et le dispositif de déroulement (22), il est agencé un appareil de chauffage (four compensateur 21) pour maintenir en température les longueurs partielles du feuillard intermédiaire. 5 10
21. Installation selon une des revendications 15 à 20, caractérisée en ce qu'un dispositif de décalaminage (23) est agencé directement avant le dispositif de laminage isotherme (24). 15
22. Installation selon une des revendications 15 à 21, caractérisée en ce que le dispositif de laminage à chaud (15) comporte trois cages. 20
23. Installation selon une des revendications 15 à 22, caractérisée en ce que le dispositif de laminage isotherme (24) comporte quatre ou cinq cages. 25
24. Installation selon une des revendications 15 à 23, caractérisée en ce que, derrière le second dispositif de refroidissement (25), il est agencé un dispositif de bobinage (26) pour enrouler le feuillard fini. 30
25. Installation selon une des revendications 15 à 24, caractérisée en ce que des dispositifs de refroidissement, en particulier des dispositifs de refroidissement par projection, sont prévus entre les cages de laminoir du dispositif de laminage (24) pour le laminage isotherme pour le réglage en température. 35

40

45

50

55

