

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 970 256 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
07.02.2001 Patentblatt 2001/06

(51) Int Cl.7: **C21D 8/02**
// B21B1/46

(21) Anmeldenummer: **98912456.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP98/01338

(22) Anmeldetag: **07.03.1998**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/42881 (01.10.1998 Gazette 1998/39)

(54) **WARMWALZEN VON STAHLBAND**

HOT-ROLLING STEEL STRIP

LAMINAGE A CHAUD DE FEUILLARD D'ACIER

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

(30) Priorität: **26.03.1997 DE 19712616**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.01.2000 Patentblatt 2000/02

(73) Patentinhaber: **Thyssen Krupp Stahl AG**
40211 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **PIRCHER, Hans**
D-45481 Mülheim (DE)
• **ESPENHAHN, Manfred**
D-45259 Essen (DE)

- **KAWALLA, Rudolf**
D-46422 Bottrop (DE)
- **WOLPERT, Waldemar**
D-46539 Dinslaken (DE)

(74) Vertreter: **Simons, Johannes et al**
Cohausz & Florack
Patentanwälte
Kanzlerstrasse 8 A
40472 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 067 374	EP-A- 0 306 076
BE-A- 807 881	DE-A- 3 437 637
DE-A- 19 520 832	DE-A- 19 600 990

EP 0 970 256 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung von stranggegossenen und/oder im Austenitgebiet vorgewalzten Bändern mit homogenen Gefügen und Eigenschaften aus unlegiertem und niedriglegiertem Stahl durch kontinuierliches Warmwalzen jeweils in zwei oder mehreren Stichen im Austenitgebiet, ausgehend von einer Temperatur $T \geq A_{r3} + 30^\circ\text{C}$, mit einem Gesamtumformgrad $e_h \geq 30\%$ und anschließend in mehreren Stichen im Ferritgebiet mit einem Gesamtumformgrad $e_h \geq 60\%$ sowie Haspeln.

[0002] Verschiedene Schriften, z.B. EP 0 306 076 B1, DE 692 02 088, WO 96/12573, EP 0 504 999 A3, EP 0 541 574 B1 und EP 0 370 575 B1, offenbaren Verfahrensweisen, nach denen das Warmwalzen im Austenitgebiet durch Zwischenschalten einer Kühlstrecke ggf. mit Temperatur-Ausgleichsstrecke vor der Fertigstaffel vom Warmwalzen im Ferritgebiet getrennt wird. Das hat den Nachteil einer verhältnismäßig langen Abkühldauer. Dazu muß entweder die Kühlstrecke zwischen Vor- und Fertigstaffel entsprechend lang ausgebildet sein, was platzaufwendig ist, oder das Band muß bis zum Abschluß der Gefügeumwandlung angehalten werden. Beides ist zeitaufwendig und verlängert in unerwünschtem Maß den Produktionsablauf.

[0003] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, auf platz- und zeitaufwendige sowie kostenintensive Zusatzinstallationen durch eine Verstärkung der Kühlstrecke vor und zwischen den Fertiggerüsten weitgehend zu verzichten.

[0004] Gelöst wird diese Aufgabe bei dem gattungsgemäßen Verfahren dadurch, durch die Merkmale des Anspruchs 1.

[0005] Mit Vorteil läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren bei Stählen mit (in Masse-%) max. 0,06 % C, max. 1,5 % Si, max. 0,6 % Mn, 0,005 bis 0,25 % P, max. 0,03 % S, max. 0,008 % N sowie gegebenenfalls bis insgesamt 1,5 % von einem oder mehreren der Elemente Al, Ti, Nb, Zr, Cu, Sn, Rest Eisen, einschließlich unvermeidbarer Verunreinigungen durchführen.

[0006] Bei dem erfindungsgemäßen Warmwalzen im Austenit- und Ferritgebiet wird das werkstoff- und umformungstechnisch schwierige Zweiphasengebiet Austenit/Ferrit in den Walzprozeß mit einbezogen, aber durch intensives In-line-Kühlen des Walzgutes problemlos überwunden.

[0007] Das erfindungsgemäß vorgesehene kontinuierliche Walzen im Austenit-, im Zweiphasen- und im Ferritgebiet kann sowohl in einer für das konventionelle Austenitwalzen benutzten mehrgerüstigen Fertigstaffel als auch in Fertigstaffeln von Warmbandwerken, die Dünnbrammen direkt aus der Gießhitze verarbeiten, angewendet werden.

[0008] Die Temperatureinstellung im Walzgut erfolgt zielsicher und genau durch den variablen und schrittweisen Einsatz von Kühlgruppen, die beispielsweise im Zunderwäscher vor Einlauf in die Fertigstaffel und hinter

den Fertiggerüsten jeweils zur Verfügung stehen. Beim Einlauf in die Fertigstaffel wird das Warmband bevorzugt mittels Hochdruckwasser auf eine Einlauftemperatur im Bereich von $T \geq A_{r3} + 30^\circ\text{C}$ einreguliert.

[0009] Abgesehen von Platz- und Kosteneinsparungen bietet das Kühlen während des kontinuierlich ablaufenden Fertigwalzens Vorteile, die sich positiv auf die Produktqualität auswirken. Durch das Minimieren der Zeit beim kontinuierlichen Übergang vom Austenit- in das Zweiphasengebiet und vom Zweiphasengebiet in das Ferritgebiet wird ein Gefügezustand hoher Gleichmäßigkeit über die Bandbreite, die Banddicke und die Bandlänge erzielt. Das erfindungsgemäß erzeugte Warmband weist ein über den Querschnitt homogenes Gefüge auf. Die bei konventioneller Erzeugung üblicherweise zu beobachtende Inhomogenität über die Dicke entfällt. Das Gleiche gilt bezüglich der Grobkornsäume im oberflächennahen Bereich und insbesondere im Bandkantenbereich. Der Ausscheidungszustand wird darüberhinaus günstig beeinflusst.

[0010] Das neue Verfahren ist in weiten Grenzen variabel. Durch den gezielten Einsatz mehrerer Kühlgruppen vor und in der Fertigstaffel kann der Temperaturbereich des Zweiphasengebietes im Stichplan unterschiedlich positioniert werden. Durch das Kühlen im Zuge des Fertigwalzens wird die Umwandlungskinetik Austenit/Ferrit beschleunigt und das Zweiphasengebiet temperaturmäßig vorteilhaft eingeengt.

[0011] Pendelzeit wird eingespart, die sonst für eine Temperaturabsenkung zwischen Vor- und Fertigstraße notwendig wäre.

[0012] Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren können ferner die Walztemperaturen unter Berücksichtigung der A_{r3} -Temperatur und insbesondere der A_{r1} -Temperatur zielsicher und sehr genau eingestellt werden. Das ermöglicht ein Ferritwalzen leicht über A_{r1} ebenso wie unterhalb von A_{r1} . Das Ferritwalzen nahe A_{r1} bietet die Möglichkeit, Walzkräfte zu sparen und damit hohe Stichabnahmen zu fahren, die beispielsweise für Dünnband unter 2,5 mm und sogar unter 1 mm Enddicke notwendig sind. Beim Walzen von Warmband im konventionellen Dickenbereich werden die niedrigen Walzkräfte zur Erzeugung von Bändern großer Breiten vorteilhaft genutzt.

[0013] Die Kombination hoher Endwalztemperatur mit hoher Haspeltemperatur führt zu einem weichen Warmband, d.h. zu einem Warmband mit weitgehend entfestigtem Gefügezustand. Dazu wird vorteilhafterweise ein Haspel in kurzem Abstand von beispielsweise 20 m zum Auslauf des letzten Fertiggerüstes hin benutzt. Dieses Warmband weist Eigenschaften auf, die beim direkten Einsatz von Warmband als Werkstoff gefordert werden.

[0014] Bei der Kombination von hoher Endwalztemperatur mit niedriger Haspeltemperatur werden ebenso wie bei der Kombination niedriger Endwalztemperatur mit niedriger Haspeltemperatur Warmbänder entweder durch einen nachträglichen Glühvorgang entfestigt oder

durch Kaltwalzen weiterverarbeitet, um anschließend mit oder ohne Kombination mit einer Oberflächenveredelung endwärmebehandelt zu werden.

[0015] Die vorerwähnten Kombinationen von Endwalztemperatur mit Haspeltemperatur bieten vielfältige Möglichkeiten, in das Eigenschaftsprofil der Warmbänder für den Direktverbrauch bzw. in das Eigenschaftsprofil von daraus erzeugtem Kaltband steuernd einzugreifen, was durch Texturbilder einfach zu belegen ist.

[0016] Mit Vorteil wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren das Warmband bei einer Temperatur im Bereich zwischen der Umwandlungsendtemperatur des Ferrits und bis 200 °C darunter, bevorzugt weniger als 100 °C darunter, fertiggewalzt und anschließend bei einer Temperatur ≥ 650 °C gehaspelt.

[0017] Nach einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann das Warmband spätestens 2 s nach Beendigung des Walzens mit flüssigen und/oder gasförmigen Kühlmedien, wie Wasser und/oder Wasser-Luft-Gemisch, mit einer Kühlgeschwindigkeit im Kern von über 10 K/s auf eine Haspeltemperatur gekühlt werden, die um mehr als 200 °C unter der A_{r1} -Temperatur liegt.

[0018] Die angegebenen Vorteile gelten sowohl für Warmband zum Direktverbrauch als auch für das daraus durch anschließendes Kaltwalzen mit einem Abwalzgrad von ≥ 30 %, bevorzugt ≥ 60 %, und rekristallisierendes Glühen im Durchlauf oder im Haubenofen erzeugte Kaltband.

[0019] Dünne Bänder unter 3 mm Enddicke sollten bevorzugt unter Einsatz von Schmiermitteln im Ferritgebiet gewalzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen von Warmband aus stranggegossenen und/oder im Austenitgebiet vorgewalzten Walzgut mit homogenen Gefügen und Eigenschaften aus unlegiertem und niedriglegiertem Stahl, bei dem das Walzgut kontinuierlich in einer Fertigwalzstaffel in zwei oder mehreren Stichen im Austenitgebiet ausgehend von einer Temperatur $T \geq A_{r3} + 30$ °C mit einem Gesamtumformgrad $\epsilon_h \geq 30$ % und anschließend in mehreren Stichen im Ferritgebiet mit einem Gesamtumformgrad $\epsilon_h \geq 60$ % warmgewalzt und anschließend gehaspelt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Walzgut in der Fertigstaffel kontinuierlich aufeinanderfolgend im Austenit-, im Zweiphasen- und im Ferritgebiet warmgewalzt wird, **daß** das Walzgut während des Warmwalzens durch den gezielten Einsatz von in der Fertigstaffel angeordneten Kühlgruppen nach jedem Stich intensiv gekühlt wird und **daß** die intensive Kühlung beendet wird, nachdem die Ferritumwandlung abgeschlossen ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß die intensive Abkühlung nach jedem Stich bis zum Ende der Ferritumwandlung durch Beaufschlagung mit Wasser oder einem Wasser-Luft-Gemisch oder einem Wasser-Dampf-Gemisch mit einem Druck von ≥ 3 bar vorgenommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bänder aus einem Stahl mit (in Masse-%) max. 0,06 % C, max. 1,5 % Si, max. 0,6 % Mn, 0,005 bis 0,25 % P, max. 0,03 % S, max. 0,008 % N sowie gegebenenfalls bis insgesamt 1,5 % von einem oder mehreren der Elemente Al, Ti, Nb, Zr, Cu, Sn, Rest Eisen, einschließlich unvermeidbarer Verunreinigungen warmgewalzt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Warmband bei einer Temperatur im Bereich zwischen der Umwandlungsendtemperatur des Ferrits und 200 °C darunter im Ferritgebiet fertiggewalzt und anschließend bei einer Temperatur von ≥ 650 °C gehaspelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einer Temperatur im Bereich von Umwandlungsendtemperatur des Ferrits und 100 °C darunter im Ferritgebiet fertiggewalzt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Warmband spätestens 2 s nach Beendigung des Walzens mit flüssigen und/oder gasförmigen Kühlmedien, wie Wasser und/oder Wasser-Luft-Gemisch, mit einer Kühlgeschwindigkeit im Kern von über 10 K/s auf eine Haspeltemperatur gekühlt wird, die um mehr als 200 °C unter der A_{r1} -Temperatur liegt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Warmband mit einem Abwalzgrad von ≥ 30 % kaltgewalzt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Warmband mit einem Abwalzgrad von ≥ 60 % kaltgewalzt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Warm- oder Kaltband im Durchlauf oder in der Haube rekristallisierend gegläht und/oder oberflächenveredelt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Stahlband im Ferritgebiet unter Zusatz von Schmiermitteln auf Dicken unter 3 mm fertiggewalzt wird.

Claims

1. A process for the production of hot strip from rolling stock continuously cast and/or prerolled in the austenite range with homogeneous structures and properties from unalloyed and low-alloyed steel, wherein the rolling stock is continuously hot rolled in the austenite range in two or more passes in a finishing roll stage, starting from a temperature $T \geq Ar_3 + 30^\circ\text{C}$, with a total degree of shaping $e_h \geq 30\%$, and then hot rolled in the ferrite range in a number of passes with a total degree of shaping $E_h \geq 60\%$ and then coiled,
characterised in that the rolling stock is continuous hot rolled in the finishing stage subcessively in the austenite, biphasic and ferrite ranges, during hot rolling the rolling stock is intensively cooled after each pass by the controlled use of cooling groups arranged in the finishing stage, and the intensive cooling is terminated when the ferrite transformation is completed.
2. A process according to claim 1,
characterised in that the intensive cooling after each pass is performed up to the end of the ferrite transformation by the playing-on of water or a water/air mixture or a water/steam mixture at a pressure of ≥ 3 bar.
3. A process according to claims 1 or 2,
characterised in that the strips are hot rolled from a steel containing (in % by weight) max 0.06% C, max 1.5% Si, max 0.6% Mn, 0.005 to 0.25% P, max 0.03% S, max 0.008% N and also if necessary up to a total of 1.5% of one or more of the elements Al, Ti, Nb, Zr, Cu, Sn, residue iron, including unavoidable impurities.
4. A process according to one of claims 1 to 3,
characterised in that the hot strip is finish rolled in the ferrite range at a temperature in the range between the final transformation temperature of ferrite and 200°C therebelow and then coiled at a temperature of $\geq 650^\circ\text{C}$.
5. A process according to claim 4,
characterised in that finish rolling is performed in the ferrite range at a temperature in the range of the final transformation temperature of ferrite and 100°C therebelow.
6. A process according to one of claims 1 to 3,
characterised in that at the latest 2 sec after the termination of rolling the hot strip is cooled with liquid and/or gaseous cooling media, such as water and/or water/air mixture at a cooling speed in the core of over 10 K/sec to a coiling temperature which is more than 200°C below the Ar_1 temperature.

7. A process according to one of claims 1 to 6,
characterised in that the hot strip is cold rolled with a degree of reduction of $\geq 30\%$.
8. A process according to claim 7,
characterised in that the hot strip is cold rolled with a degree of reduction of $\geq 60\%$.
9. A process according to one of claims 4 to 7,
characterised in that the hot or cold strip is annealed with recrystallisation in a continuous or bell-type furnace and/ or given a surface treatment.
10. A process according to one of claims 1 to 9,
characterised in that the steel strip is finish rolled in the ferrite range to thicknesses below 3 mm with the addition of lubricants.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un feuillard laminé à chaud à partir de matières à laminier coulées en continu et/ou dégrossies dans le domaine austénitique, ayant une structure et des propriétés homogènes, constitué d'acier non allié ou peu allié, dans lequel les matières à laminier sont laminées à chaud puis bobinées en continu dans un groupe finisseur avec laminier, en deux ou plusieurs passes, dans le domaine austénitique, en partant d'une température $T \geq Ar_3 + 30^\circ\text{C}$, avec un coefficient total de corroyage $e_h \geq 30\%$, et ensuite en plusieurs passes dans le domaine ferritique avec un coefficient total de corroyage $E_h \geq 60\%$, caractérisé en ce que les matières à laminier sont laminées à chaud en continu dans le groupe finisseur, successivement dans le domaine austénitique, dans le domaine biphasé, et dans le domaine ferritique; en ce que les matières à laminier sont refroidies de façon intense après chaque passe, au cours du laminage à chaud, grâce à l'utilisation rationnelle de groupes réfrigérants placés dans le groupe finisseur; et en ce que le refroidissement intensif est arrêté après la fin de la transformation en ferrite.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le refroidissement intensif est effectué après chaque passe jusqu'à la fin de la transformation en ferrite, par injection d'eau, ou d'un mélange eau - air, ou d'un mélange eau - vapeur sous une pression ≥ 3 bar.
3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que les feuillards sont laminés à chaud à partir d'un acier contenant (en % massique) au maximum 0,06 % de C, au maximum 1,5 % de Si, au maximum 0,6 % de Mn, 0,005 à 0,25 % de P, au maximum 0,03 % de S, au maxi-

mum 0,008 % de N, ainsi qu'éventuellement jusqu'à un total de 1,5 % d'un ou de plusieurs des éléments Al, Ti, Nb, Zr, Cu, Sn, le reste étant du fer y compris les impuretés résiduelles.

5

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on termine le laminage du feuillard laminé à chaud à une température située dans l'intervalle allant de la température finale de la transformation en ferrite à 200°C en dessous dans le domaine ferritique, et qu'on le bobine ensuite à une température ≥ 650 °C. 10
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'on termine le laminage à une température située dans l'intervalle allant de la température finale de la transformation en ferrite à 100 °C en dessous dans le domaine ferritique. 15
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le feuillard laminé à chaud est refroidi, au plus tard 2 s après la fin du laminage, avec des fluides caloporteurs sous une forme liquide et/ou gazeuse, tels que de l'eau et/ou un mélange eau - air, à une vitesse de refroidissement à coeur supérieure à 10 K/s, jusqu'à une température de bobinage qui se situe plus de 200 °C en dessous de la température A_{r1} . 20 25
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le feuillard laminé à chaud est laminé à froid selon un degré d'amincissement ≥ 30 %. 30
8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le feuillard laminé à chaud est laminé à froid selon un degré d'amincissement ≥ 60 %. 35
9. Procédé selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que le feuillard laminé à chaud ou à froid est recuit avec recristallisation et/ou soumis à un traitement améliorant sa surface au cours d'une passe ou dans un dôme. 40
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'on termine le laminage du feuillard d'acier dans le domaine ferritique, avec ajout d'un lubrifiant, à une épaisseur inférieure à 3 mm. 45

50

55