

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 228 255 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
25.08.2004 Patentblatt 2004/35

(51) Int Cl.7: **C21D 8/04**
// B22D11:124

(21) Anmeldenummer: **00966035.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2000/009063

(22) Anmeldetag: **16.09.2000**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2001/029273 (26.04.2001 Gazette 2001/17)

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES WARMBANDES**

METHOD FOR PRODUCING A HOT STRIP

PROCEDE POUR PRODUIRE UN FEUILLARD A CHAUD

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB NL

(30) Priorität: **20.10.1999 DE 19950502**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.08.2002 Patentblatt 2002/32

(73) Patentinhaber: **ThyssenKrupp Stahl AG**
47166 Duisburg (DE)

(72) Erfinder:
• **KAWALLA, Rudolf**
09627 Niederbobritzsch (DE)
• **ENGL, Bernhard**
44267 Dortmund (DE)

- **HELLER, Thomas**
47229 Duisburg (DE)
- **RASIM, Wolfgang**
46485 Wesel (DE)
- **SOWKA, Eberhard**
46535 Dinslaken (DE)

(74) Vertreter: **Simons, Johannes, Dipl.-Ing.**
COHAUSZ & FLORACK
Patent- und Rechtsanwälte
Bleichstrasse 14
40211 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 101 740 **EP-A- 0 345 206**
EP-A- 0 686 702 **FR-A- 2 294 236**
FR-A- 2 544 333

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 1 228 255 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Warmbandes, insbesondere zum Herstellen eines für die Erzeugung eines gut tiefziehfähigen Kaltbandes bestimmten Warmbandes, aus einem kohlenstoffarmen, niedriglegierten Stahl, bei dem durch Strangguß Dünnbrammen erzeugt werden, bei dem der während des Stranggießens aus einer Gießkokille austretende Strang eine Kühlstrecke durchläuft und bei dem der gegossene Strang selbst oder von dem Strang abgeteilte Dünnbrammen in einem Ausgleichsofen wiedererwärmt werden, bevor sie zu Warmband warmgewalzt werden.

[0002] Bei einem bekannten Verfahren der voranstehend genannten Art, welches unter der Bezeichnung "CSP-Verfahren" bekannt geworden ist, werden Dünnbrammen von einem in einer Stranggießanlage erzeugten Stahlstrang abgeteilt und kontinuierlich nach einem Temperatursgleich in einem Tunnelofen in einer mehrgerüstigen Walzstraße zu Warmband gewalzt. Die Dünnbrammen treten bei dem bekannten Verfahren in der Regel mit einer Temperatur zwischen 950 °C und 1100 °C in den Ausgleichsofen ein und werden darin auf Temperaturen wiedererwärmt, welche zwischen 1100 °C und 1200 °C liegen.

[0003] Das bekannte Verfahren ermöglicht unter Ausnutzung der nach dem Gießen im Strang vorhandenen Wärme die Herstellung von Warmband mit einem Energieaufwand, welcher gegenüber anderen herkömmlichen Verfahren dieser Art vermindert ist. Allerdings muß der Ausgleichsofen dazu bei sehr hohen Temperaturen betrieben werden. Diese hohen Temperaturen führen zu einem frühzeitigen Verschleiß des Ofens, dessen Wartung daher die erzielten Energieeinsparungen aufzehrt. Die hohen Temperaturen des Ausgleichsofens werden im Stand der Technik jedoch benötigt, um die Legierungsbestandteile des Stahlstrangs in Lösung zu bringen bzw. zu halten, welche im Laufe der weiteren Verfahrensschritte bei der Herstellung des Warmbandes bzw. des daraus gefertigten Kaltbandes die Entstehung von Ausscheidungen verursachen, welche die Ausbildung einer bestimmten Gefügestruktur des fertigen warm- bzw. des daraus erzeugten Kaltbandes entscheidend beeinflussen.

[0004] Aus der EP 0 686 702 A1 ist eine Modifizierung des voranstehend erläuterten Verfahrens bekannt, bei der die Oberflächentemperatur der Bramme zwischen der Gießkokille und dem Ausgleichsofen in ausreichender Weise so stark abgesenkt wird, daß sich in der Bramme eine Gefügewandlung von Austenit in Ferrit/Perlit einstellt. Weiter wird angegeben, daß die dabei erreichten Temperaturen in einer Tiefe von 2 mm unterhalb der Brammenoberfläche vorzugsweise weniger als 600 °C betragen.

[0005] Das Ziel der in der EP 0 686 702 A1 beschriebenen Maßnahmen besteht darin, daß auch Brammen, welche im Zuge der Zugabe von größeren Mengen von

Sekundärschrott zur Schmelze im nennenswerten Umfang Kupfer enthalten, in einem Zustand in den Ausgleichsofen gelangen, durch welchen eine übermäßige Ansammlung von Kupfer im Bereich der Korngrenzen des Primäraustenits verhindert wird. Diese Ansammlungen verursachen andernfalls eine starke Zunderbildung und können im weiteren Verlauf der Warmbandherstellung zu einem sogenannten "Lötbruch" führen. Durch die Abkühlung der Brammen auf Temperaturen unterhalb der A_{r3} -Temperatur (der Temperatur, mit deren Unterschreiten die Umwandlung des Austenits in Ferrit einsetzt) wird eine Gefügewandlung mit einer Neuorientierung der Austenit-Korngrenzen im Zuge der Wiedererwärmung im Ausgleichsofen erzwungen.

[0006] Die derart abgekühlten Brammen werden im Ausgleichsofen auf die hohen, üblicherweise im Ausgleichsofen eingestellten Temperaturen erwärmt. Um für die Wiedererwärmung möglichst wenig Energie aufwenden zu müssen, werden bei dem aus der EP 0 686 702 A1 bekannten Verfahren die Tiefe der Abkühlung und die dafür vorgesehene Zeit auf ein Minimum reduziert, so daß die Temperatur im Innern der Bramme bei Eintritt in den Ausgleichsofen möglichst hoch liegt.

[0007] Gemäß EP-A-345 206 wird der Strang nach dem Gießen und vor dem Wiedererwärmen und Warmwalzen bis unter Ar_1 , vorzugsweise auf weniger als $Ar_1 - 200^\circ\text{C}$, abgekühlt.

[0008] Versuche, den Verschleiß des Ausgleichsofens den für seinen Betrieb erforderlichen Energieaufwand durch Absenkung der Ofentemperatur zu minimieren, haben ergeben, daß eine solche Temperatursenkung insbesondere bei der Verarbeitung niedriglegierter, kohlenstoffarmer Stähle die Bildung von Ausscheidungen im nachfolgenden Prozeß der Warm- und Kaltbandherstellung negativ beeinflusst.

[0009] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, bei einem Verfahren der eingangs genannten Art im Zuge der Verarbeitung niedriglegierter, kohlenstoffarmer Stähle die erforderlichen Temperaturen im Ausgleichsofen so zu senken, daß die Belastung des Ofens vermindert ist, ohne daß es zu Einbußen der Qualität des erzeugten Warmbandes bzw. eines daraus gefertigten Kaltbandes kommt.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Herstellen eines Warmbandes, insbesondere zum Herstellen eines für die Erzeugung eines gut tiefziehfähigen Kaltbandes bestimmten Warmbandes, gelöst, bei dem eine Stahlschmelze, welche (in Masse-%) C: $\leq 0,07$ %, Si: $\leq 0,5$ %, Mn: $\leq 2,5$ %, Al: $\leq 0,1$ %, N: $\leq 0,01$ %, P: $\leq 0,025$ %, B: $\leq 0,05$ %, gegebenenfalls bis insgesamt 0,35 % an Nb, Ti und V, und als Rest Eisen und übliche Verunreinigungen enthält, bei dem die Stahlschmelze in einem Strang kontinuierlich aus einer Gießkokille ausgebracht wird, bei dem der gegossene Strang unmittelbar nach dem Austritt aus der Gießkokille durch eine Kühlstrecke geleitet wird, in welcher der gesamte Strang mit einer Abkühlrate von mindestens 3 K/s auf eine Temperatur von $A_{r1} \pm 25$ K intensiv abge-

kühlt wird, bei dem der Strang im Anschluß an seine intensive Abkühlung für mindestens 30 Sekunden an Luft gekühlt wird, und bei der Strang selbst oder von dem Strang abgeteilte Dünnbrammen in einem Ausgleichsofen wiedererwärmt werden, bevor der Strang oder die Dünnbrammen zu Warmband warmgewalzt werden.

[0011] Indem gemäß der Erfindung der aus der Gießkokille austretende Strang einer intensiven Kühlung mit Abkühlraten von mindestens 3 K/s ausgesetzt wird, bei welcher der Strang unterhalb der A_{r1} -Temperatur (der Temperatur, bei welcher die Umwandlung des Austenits in Ferrit abgeschlossen ist) abgekühlt wird, werden die für die Ausbildung der gewünschten Materialeigenschaften des Warmbands benötigten Ausscheidungen gezielt schon in dem Bereich induziert, welche dem Ausgleichsofen vorgelagert werden sollen. Dabei steht während der sich an die intensive Abkühlung anschließenden Abkühlung an Luft so viel Zeit zur Verfügung, daß die Ausscheidungsvorgänge beim Eintritt in den Ausgleichsofen im wesentlichen abgelaufen sind. Gleichzeitig findet in dieser Zeit eine Homogenisierung der Temperatur im Strang statt, so daß beim Eintritt in den Ofen eine gleichmäßige Temperaturverteilung vorliegt.

[0012] Da die Bildung von Ausscheidungen vor dem Eintritt in den Ausgleichsofen im wesentlichen abgeschlossen sind, kann die Ofentemperatur auf Temperaturen beschränkt werden, welche niedriger sind als die bei herkömmlicher Vorgehensweise erforderlichen Wiedererwärmungstemperaturen. Zweckmäßigerweise liegt die erfindungsgemäß einzuhaltende Ausgleichsofen-Temperatur in einem Bereich, dessen untere Grenze durch die A_{r3} -Temperatur festgelegt ist und dessen obere Grenze 1150 °C beträgt.

[0013] Wiedererwärmungstemperaturen von maximal 1050 °C sind ausreichend, wenn aus dem erfindungsgemäß erzeugten Warmband ein Kaltband erzeugt wird, welches nach dem Kaltwalzen in einem Durchlaufofen geglüht wird. In diesem Fall finden vorzugsweise während sämtlicher mit der Erzeugung des Warm- und Kaltbandes verbundener, auf die Wiedererwärmung folgender Arbeitsschritte keine Ausscheidungsvorgänge mehr statt, so daß es nicht mehr erforderlich ist, an der Bildung von Ausscheidungen beteiligte Legierungsbestandteile in Lösung zu bringen.

[0014] Wird dagegen aus dem erfindungsgemäß erzeugten Warmband ein Kaltband gewalzt, welches nach dem Kaltwalzen in einem Haubenofen geglüht wird, so sollte die Temperatur bei der Erwärmung des Strangs oder der Dünnbrammen im Ausgleichsofen im Bereich von 1100 °C bis 1150 °C liegen. Bei einer Erwärmungstemperatur von oberhalb 1100 °C geht Al-Nitrid in einem Umfang in Lösung, welcher ausreicht, um im Zuge des Haubenglühens ein erwünschtes "Pancake"-Gefüge zu erzeugen.

[0015] Es ist festgestellt worden, daß ein in erfindungsgemäßer Weise hergestelltes Band ein feinkörniges Gefüge besitzt, welches sich günstig auf die Tiefziehfähigkeit eines aus dem Warmband hergestellten Kaltbandes auswirkt. Im Ergebnis stellt die Erfindung somit ein Verfahren zur Verfügung, welches es ermöglicht, die Temperatur im Ausgleichsofen herabzusetzen, so daß dessen Lebensdauer erhöht ist und die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens gegenüber der herkömmlichen Vorgehensweise verbessert ist. Zusätzlich liefert ein erfindungsgemäßes Verfahren ein Produkt, welches sich hervorragend für eine Verarbeitung durch Tiefziehen eignet.

[0016] Vorzugsweise werden während des Warmwalzens mehrere Walzstiche durchgeführt, wobei das fertig gewalzte Warmband eine Dicke von 2 bis 5 mm aufweist. Dabei sollte im letzten Stich des Walzens eine Dickenabnahme $\epsilon_h > 15\%$ erreicht werden. Das so gewalzte Warmband weist eine besonders feinkörnige Gefügestruktur auf, wodurch seine Tiefziehfähigkeit weiter verbessert wird. Unter der "Formänderung ϵ_h " wird in diesem Zusammenhang das Verhältnis der Dickenabnahme während des letzten Stiches zur Dicke des Bandes beim Eintritt in das letzte Walzgerüst der Warmwalzstraße verstanden. Dem entsprechend weist ein Warmband beispielsweise vor dem letzten Stich eine Dicke h_0 auf. Nach dem letzten Stich ist die Dicke des Bandes auf h_1 reduziert. Definitionsgemäß ergibt sich damit die Formänderung im letzten Stich ϵ_h zu $(h_0 - h_1) / h_0 > 15\%$ mit h_0 = Dicke des Warmbandes beim Eintritt in das letzte Walzgerüst und h_1 = Dicke des fertig gewalzten Warmbandes.

[0017] Soll das Warmwalzen bei austenitischem Gefüge des Warmbandes durchgeführt werden, so liegt die Endwalztemperatur bei Beendigung des Warmwalzens vorzugsweise um mindestens 20 °C oberhalb der A_{r3} -Temperatur. Soll dagegen nach dem Warmwalzen ein im wesentlichen ferritisches Gefüge des Warmbandes vorliegen, so beträgt die Endwalztemperatur zweckmäßigerweise bei Beendigung des Warmwalzens weniger als die A_{r1} -Temperatur + 50 °C.

[0018] Eine im Hinblick auf die Tiefzieheigenschaften weitere Verbesserung der Gefügestruktur eines aus dem erfindungsgemäß erzeugten Warmband hergestellten Kaltbandes kann dadurch erreicht werden, daß die während des Kaltwalzens des Warmbandes erreichte Gesamtformänderung ϵ_{ges} mindestens 60 % beträgt. Unter der "Gesamtformänderung ϵ_{ges} " wird hier das Verhältnis der Dickenabnahme während des Kaltwalzens zur Dicke des ungewalzten Bandes beim Eintritt in das Kaltwalzgerüst verstanden. Dieser Definition entsprechend weist ein gemäß der Erfindung hergestelltes Warmband beispielsweise nach dem Warmwalzen eine Dicke h_0 auf. Nach dem Kaltwalzen ist die Dicke des Bandes auf h_1 reduziert. Definitionsgemäß ergibt sich damit die Gesamtformänderung ϵ_{ges} zu $(h_0 - h_1) / h_0$ mit h_0 = Dicke des Warmbandes beim Eintritt in das Kaltwalzgerüst und h_1 = Dicke des fertig gewalzten Kaltbandes.

[0019] Wird, wie oben erwähnt, das aus dem Warm-

band hergestellte Kaltband nach dem Kaltwalzen in einem Durchlaufofen gegläht, so sollte das fertig gewalzte Warmband bei einer Haspeltemperatur von mindestens 650 °C gehaspelt werden. Durch Einhaltung dieser Mindesttemperatur wird die Bildung von Ausscheidungen im gehaspelten Warmband gefördert, so daß die Rekristallisation des Kaltbandes während des Durchlaufglühens von Ausscheidungen ungehindert ablaufen kann.

[0020] Wird dagegen ein Kaltband hergestellt, daß nach dem Kaltwalzen in einem Haubenofen gegläht wird, so sollte zuvor das fertig gewalzte Warmband bei einer Haspeltemperatur von höchstens 625 °C gehaspelt werden. Auf diese Weise wird der Rest der noch im gelösten Zustand vorliegenden, an der Entstehung von Ausscheidungen beteiligten Legierungsbestandteile in Lösung gehalten. Während des Haubenglühens, während dessen das Kaltband für eine längere Zeit einer gegenüber dem Durchlaufglühen niedrigeren Temperatur ausgesetzt wird, bilden sich in dem Kaltband die Ausscheidungen, welche für die Entstehung der erwünschten Pancake-Gefügestruktur des Kaltbandes benötigt werden.

[0021] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung und anhand von Diagrammen näher erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 den Anfang einer Fertigungslinie zum Herstellen eines Warmbandes aus einem gegossenen Stahlstrang in seitlicher Ansicht;

Diag. 1 den Verlauf der Ar1- und Ar3-Temperaturen in Abhängigkeit vom Kohlenstoff-Gehalt eines kohlenstoffarmen Stahls;

Diag. 2 den Verlauf der Temperatur des Strangs im Bereich des in Fig. 1 dargestellten Anfangs einer Fertigungslinie.

[0022] Eine Schmelze eines kohlenstoffarmen, niedriglegierten Stahls wird über eine Gießkokille 1 zu einem zwischen 20 und 70 mm dicken Stahlstrang S vergossen.

[0023] Unmittelbar nach Austritt aus der Gießkokille 1 wird der Stahlstrang S durch Kühlwasser, welches aus beidseits des Stahlstrangs S angeordneten Kühleinrichtungen 2 auf den Stahlstrang S gerichtet ist, im Verlauf einer "metallurgischen Länge" LM intensiv gekühlt. Die während der intensiven Abkühlung des Stahlstrangs S innerhalb der metallurgischen Länge LM erreichte Abkühlrate a_{LM} beträgt mindestens 3 K/s, wobei die tatsächlich eingestellte Abkühlrate a_{LM} abhängig von der jeweiligen Wärmeleitfähigkeit des Stahlstrangs S und der erforderlichen Temperatur T_{LM} am Ende der metallurgischen Länge LM ist. Der Umfang der intensiven Abkühlung ist in jedem Fall so bemessen, daß der Stahlstrang S am Ende der metallurgischen Länge LM eine Temperatur T_{LM} von $A_{r1} \pm 25$ °C, beispielsweise 710 °C,

aufweist. In Diag. 1 ist die Lage der A_{r1} -Temperatur in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt der Zusammensetzung des Stahlstrangs S angegeben.

[0024] Im Anschluß an die metallurgische Länge LM mit den an dieser positionierten Kühleinrichtungen 2 durchläuft der Stahlstrang S auf einem Rollgang 3 eine Abkühlstrecke LT, in welcher eine Abkühlung des Stahlstrangs S an Luft erfolgt. Für die Abkühlstrecke LT benötigt der Stahlstrang S mindestens 30 Sekunden, so daß am Ende der Abkühlstrecke LT die Bildung von Ausscheidungen in dem Stahlstrang S im wesentlichen abgeschlossen ist und eine homogene Temperaturverteilung vorliegt. Nach Durchlauf der Abkühlstrecke LT treten, je nach Ausgestaltung der Fertigungslinie, der Stahlstrang S selbst oder von ihm mittels einer Abteileinrichtung 4 abgeteilte Dünnbrammen D in einen Ausgleichsofen 5 ein.

[0025] Im als Tunnelofen ausgebildeten Ausgleichsofen 5 werden der Stahlstrang S bzw. die Dünnbrammen D auf eine Wiedererwärmungstemperatur T_W erwärmt, welche oberhalb der A_{r3} -Temperatur, jedoch unterhalb 1100 °C liegt. Die Lage der A_{r3} -Temperatur ist ebenfalls in Diag. 1 in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt der Stahlzusammensetzung angegeben.

[0026] Die bei der Wiedererwärmung im Ausgleichsofen 5 erreichte Temperatur T_W hängt ab von der Glühbehandlung, die während der weiteren Verarbeitung des aus dem Stahlstrang S oder den Dünnbrammen D erzeugten Warmbands zu Kaltband durchgeführt wird. Wird das aus dem Warmband kaltgewalzte Kaltband einer Haubenglühung unterzogen, so liegt die Wiedererwärmungstemperatur T_W im Bereich von 1100 °C. Durchläuft das Kaltband dagegen nach dem Kaltwalzen eine Durchlaufglühe, so beträgt die Wiedererwärmungstemperatur T_W ca. 1000 °C.

[0027] In Diag. 2 ist zusätzlich zum in einer durchgezogenen Linie dargestellten Verlauf der Temperatur des Stahlstrangs S bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise der in gestrichelten Linien dargestellte Verlauf des Stahlstrangs S eingezeichnet, welcher sich bei herkömmlicher Arbeitsweise einstellt. Es ist deutlich zu erkennen, daß bei herkömmlicher Verarbeitung eines Stranges aus einem kohlenstoffarmen, niedriglegierten Stahl die Abkühlrate a_{LMSdT} im Bereich der metallurgischen Länge LM wesentlich kleiner ist als beim erfindungsgemäßen Verfahren, daß die A_{r3} -Temperatur nicht unterschritten wird und daß die Obergrenze der Wiedererwärmungstemperatur T_{WStd} deutlich höher liegt als die Obergrenze der Wiedererwärmung von 1100 °C bei der Erfindung.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0028]

- | | |
|---|-------------------|
| 1 | Gießkokille |
| 2 | Kühleinrichtungen |
| 3 | Rollgang |

4	Abteileinrichtung
5	Ausgleichsofen
D	Dünnbrammen
LM	metallurgische Länge
LT	Abkühlstrecke
L	Wegachse des Diag. 2
S	Stahlstrang
T	Temperaturachse des Diag. 2
T _{LM}	Temperatur am Ende der metallurgischen Länge LM
T _W	Wiedererwärmungstemperatur
T _{WStdT}	Wiedererwärmungstemperatur beim Stand der Technik

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Warmbandes, insbesondere zum Herstellen eines für die Erzeugung eines gut tiefziehfähigen Kaltbandes bestimmten Warmbandes,

- bei dem eine Stahlschmelze, welche (in Masse-%)
C: $\leq 0,07$ %
Si: $\leq 0,5$ %
Mn: $\leq 2,5$ %
Al: $\leq 0,1$ %
N: $\leq 0,01$ %
P: $\leq 0,025$ %
B: $\leq 0,05$ %
gegebenenfalls bis insgesamt 0,35 % an Nb, Ti und V, und
als Rest Eisen und übliche Verunreinigungen enthält, erschmolzen wird,

- bei dem die Stahlschmelze in einem Strang (S) kontinuierlich aus einer Gießkokille (1) ausgebracht wird,

- bei dem der gegossene Strang (S) unmittelbar nach dem Austritt aus der Gießkokille (1) durch eine Kühlstrecke (2) geleitet wird, in welcher der gesamte Strang (S) mit einer Abkühlrate (a_{LM}) von mindestens 3 K/s auf eine Temperatur von $A_{r1} \pm 25$ K intensiv abgekühlt wird,

- bei dem der Strang (S) im Anschluß an seine intensive Abkühlung für mindestens 30 Sekunden an Luft gekühlt wird,

- bei dem der Strang (S) selbst oder von dem Strang (S) abgeteilte Dünnbrammen (D) in einem Ausgleichsofen (5) wiedererwärmt werden, bevor der Strang (S) oder die Dünnbrammen (D) zu Warmband warmgewalzt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**

zeichnet, daß der Strang (S) oder die Dünnbrammen (D) in dem Ausgleichsofen (5) auf eine oberhalb der A_{r3} -Temperatur liegende, jedoch 1100 °C nicht überschreitende Temperatur (T_W) wiedererwärmt werden.

3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Dicke der Dünnbrammen 20 - 70 mm beträgt.

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** während des Warmwalzens mehrere Walzstiche durchgeführt werden und **daß** das fertig gewalzte Warmband eine Dicke von 2 bis 5 mm aufweist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** im letzten Stich des Warmwalzens eine Dickenabnahme $\epsilon_h > 15$ % erreicht wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Endwalztemperatur bei Beendigung des Warmwalzens um mindestens 20 °C oberhalb der A_{r3} -Temperatur liegt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Endwalztemperatur bei Beendigung des Warmwalzens weniger als die A_{r1} -Temperatur + 50 °C beträgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** aus dem Warmband ein Kaltband kaltgewalzt wird und **daß** die während des Kaltwalzens erreichte Gesamtformänderung ϵ_{ges} mindestens 60 % beträgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kaltband in einem Durchlaufofen gegläht wird und **daß** die Temperatur bei der Erwärmung des Strangs (S) oder der Dünnbrammen (D) im Ausgleichsofen (5) 1050 °C nicht überschreitet.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** das fertig gewalzte Warmband bei einer Haspeltemperatur von mindestens 650 °C gehaspelt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Kaltband in einem Haubenofen gegläht wird und **daß** die Temperatur bei der Erwärmung des Strangs (S) oder der Dünnbrammen (D) im Ausgleichsofen (5) im Bereich von 1100 °C bis 1150 °C liegt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** das fertig gewalzte Warmband bei einer Haspeltemperatur von höchstens 625 °C ge-

haspelt wird.

Claims

1. A method for producing a hot strip, in particular for producing a hot strip intended for the production of a cold strip with good deep-drawing characteristics,

- in which a steel melt comprising (in % by weight)
C: ≤ 0.07 %
Si: ≤ 0.5 %
Mn: ≤ 2.5 %
Al: ≤ 0.1 %
N: ≤ 0.01 %
P: ≤ 0.025 %
B: ≤ 0.05

where appropriate up to a total of 0.35 % of Nb, Ti and V, with the remainder being iron and the usual impurities; is melted

- in which the steel melt is continually output from a permanent casting mould (1) to form a strand (S);

- in which the cast strand (S) immediately after discharging from the permanent casting mould (1) is led through a cooling line (2); in which the entire strand (S) is intensively cooled down to a temperature of $A_{r1} \pm 25$ K at a cooling rate (a_{LM}) of at least 3 K/s;

- in which, following its intensive cooling, the strand (S) is cooled by exposure to air for at least 30 seconds; and

- in which the strand (S) itself or thin slabs (D) divided off the strand (S) are reheated in a soaking furnace (5) before the strand (S) or the thin slabs (D) are hot rolled to form hot strip.

2. The method according to claim 1, **characterised in that** the strand (S) or the thin slabs (D) are reheated in the soaking furnace (5) to a temperature (T_W) which is above the A_{r3} temperature, but does not exceed 1100 °C.

3. The method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the thin slabs measure 20 to 70 mm in thickness.

4. The method according to one of the preceding claims, **characterised in that** several roll passes are carried out during hot rolling,

and **in that** the finish-rolled hot strip is 2 to 5 mm in thickness.

5. The method according to claim 4, **characterised in that** in the last roll pass of hot rolling a thickness reduction of $\epsilon_h > 15\%$ is attained.

6. The method according to one of claims 4 or 5, **characterised in that** the finish-roll temperature on completion of hot rolling is at least 20 °C above the A_{r3} temperature.

7. The method according to one of claims 4 or 5, **characterised in that** the finish-roll temperature on completion of hot rolling is below the A_{r1} temperature + 50 °C.

8. The method according to one of claims 4 to 7, **characterised in that** a cold strip is cold-rolled from the hot strip, and **in that** the total deformation ϵ_{ges} , achieved during cold rolling is at least 60 %.

9. The method according to one of claims 4 to 8, **characterised in that** the cold strip is annealed in a continuous furnace and **in that** the temperature during heating of the strand (S) or of the thin slabs (D) in the soaking furnace (5) does not exceed 1050 °C.

10. The method according to claim 9, **characterised in that** the finish-rolled hot strip is coiled at a coiling temperature of at least 650 °C.

11. The method according to one of claims 4 to 8, **characterised in that** the cold strip is annealed in a hood-type furnace and **in that** the temperature during heating of the strand (S) or the thin slabs (D) in the soaking furnace (5) ranges from 1100 °C to 1150 °C.

12. The method according to claim 11, **characterised in that** the finish-rolled hot strip is coiled at a coiling temperature of max 625 °C.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un feuillard à chaud, en particulier pour la fabrication d'un feuillard à chaud déterminé pour la réalisation d'un feuillard à froid à bonne emboutissabilité,

- dans lequel est élaborée une coulée d'acier qui contient (en % en masse)

C : $\leq 0,07$ %

Si : $\leq 0,5$ %

Mn : $\leq 2,5$ %

Al : $\leq 0,1$ %

N : $\leq 0,01$ %

P : $\leq 0,025$ %

B : $\leq 0,05$ %

le cas échéant, jusqu'à un total de 0,35 % de Nb, Ti et V et pour le reste du fer et les impuretés habituelles,

- dans lequel la coulée d'acier est extrait en continu d'une lingotière (1) sous forme d'un brin (S),
- dans lequel le brin (S) coulé est acheminé directement à la sortie de la lingotière (1) à travers une zone de refroidissement (2), dans laquelle l'ensemble du brin (S) est refroidi intensivement avec une vitesse de refroidissement (a_{LM}) d'au moins 3 K/s jusqu'à une température de $A_{r1} \pm 25$ K,
- dans lequel le brin (S) à l'issue de son refroidissement intensif est refroidi à l'air pendant au moins 30 secondes,
- dans lequel le brin (S) lui-même ou des brames minces (D) tronçonnées dans le brin (S) sont réchauffés dans un four d'homogénéisation des températures (5) avant que le brin (S) ou les brames minces (D) soient laminées à chaud pour obtenir le feuillard à chaud.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le brin (S) ou les brames minces (D) sont réchauffés dans le four d'homogénéisation des températures (5) à une température (T_w) supérieure à la température A_{r3} , mais ne dépassant pas 1 100°C.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les brames minces ont une épaisseur de 20 - 70 mm.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** pendant le laminage à chaud plusieurs passes de laminage sont effectuées et **en ce que** le feuillard à chaud laminé fini a une épaisseur de 2 à 5 mm.

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que**, au cours de la dernière passe de laminage à chaud, on obtient une réduction d'épaisseur $\epsilon_h > 15$ %.

6. Procédé selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé en ce que** la température de laminage finale à la fin du laminage à chaud est d'au moins 20°C supérieure à la température A_{r3} .

7. Procédé selon la revendication 4 ou 5, **caractérisé**

en ce que la température de laminage finale à la fin du laminage à chaud est moindre que la température $A_{r1} + 50^\circ\text{C}$.

5 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, **caractérisé en ce qu'à** partir du feuillard à chaud on lamine à froid un feuillard à froid et **en ce que** la déformation totale ϵ_{ges} atteinte pendant le laminage à froid est au moins de 60 %.

10 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, **caractérisé en ce que** le feuillard à froid est soumis à un recuit dans un four continu et **en ce que** la température pendant le chauffage du brin (S) ou des brames minces (D) dans le four d'homogénéisation des températures (5) ne dépasse pas 1 050°C.

15 20 10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le feuillard à chaud laminé fini est mis en bobine à une température de bobinage de 650°C au moins.

25 30 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, **caractérisé en ce que** le feuillard à froid est recuit dans un four à cloche et **en ce que** la température pendant le chauffage du brin (S) ou des brames minces (D) dans le four d'homogénéisation des températures (5) se situe dans le domaine de 1 100°C à 1 150°C.

35 12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le feuillard à chaud laminé fini est mis en bobine à une température de bobinage de 625°C maximum.

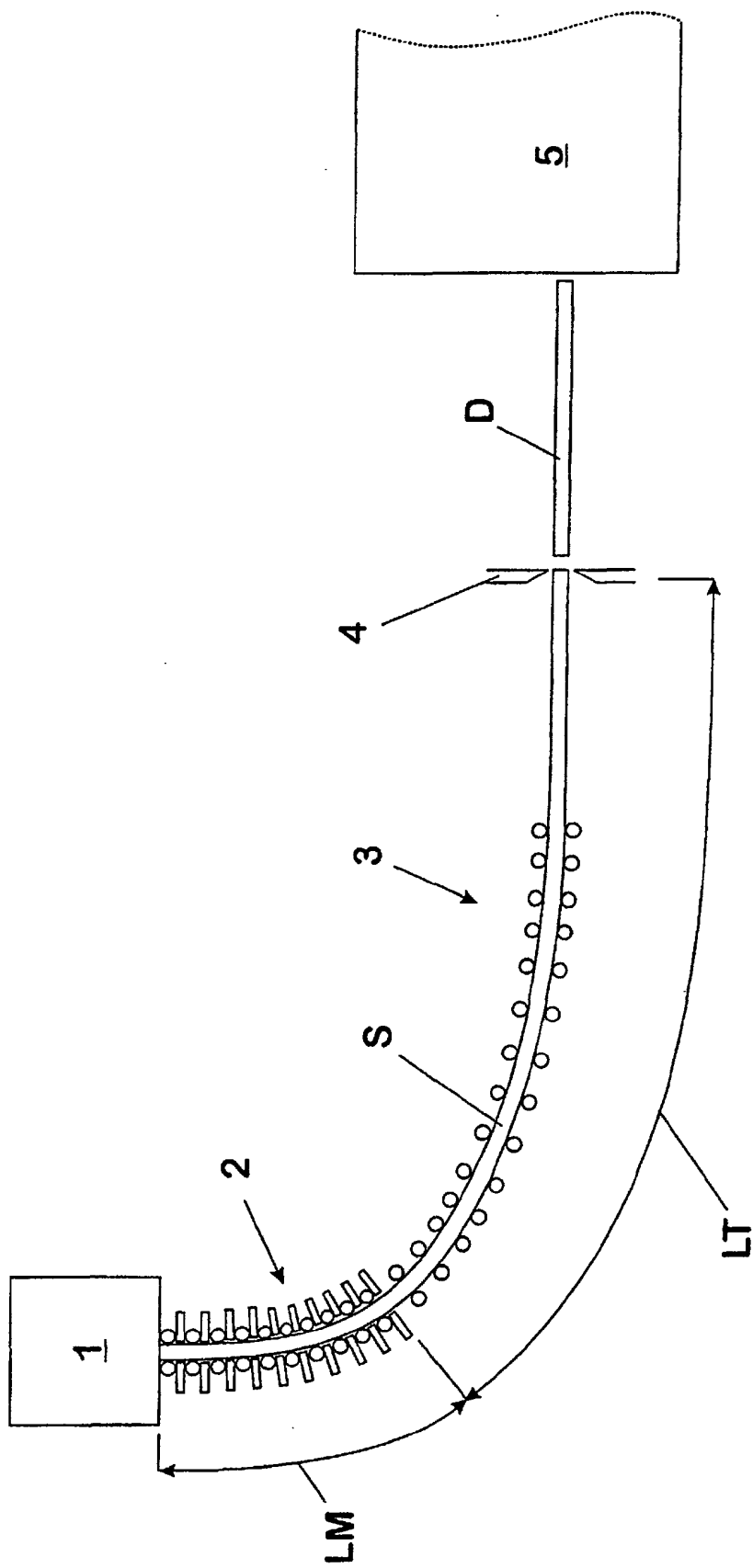
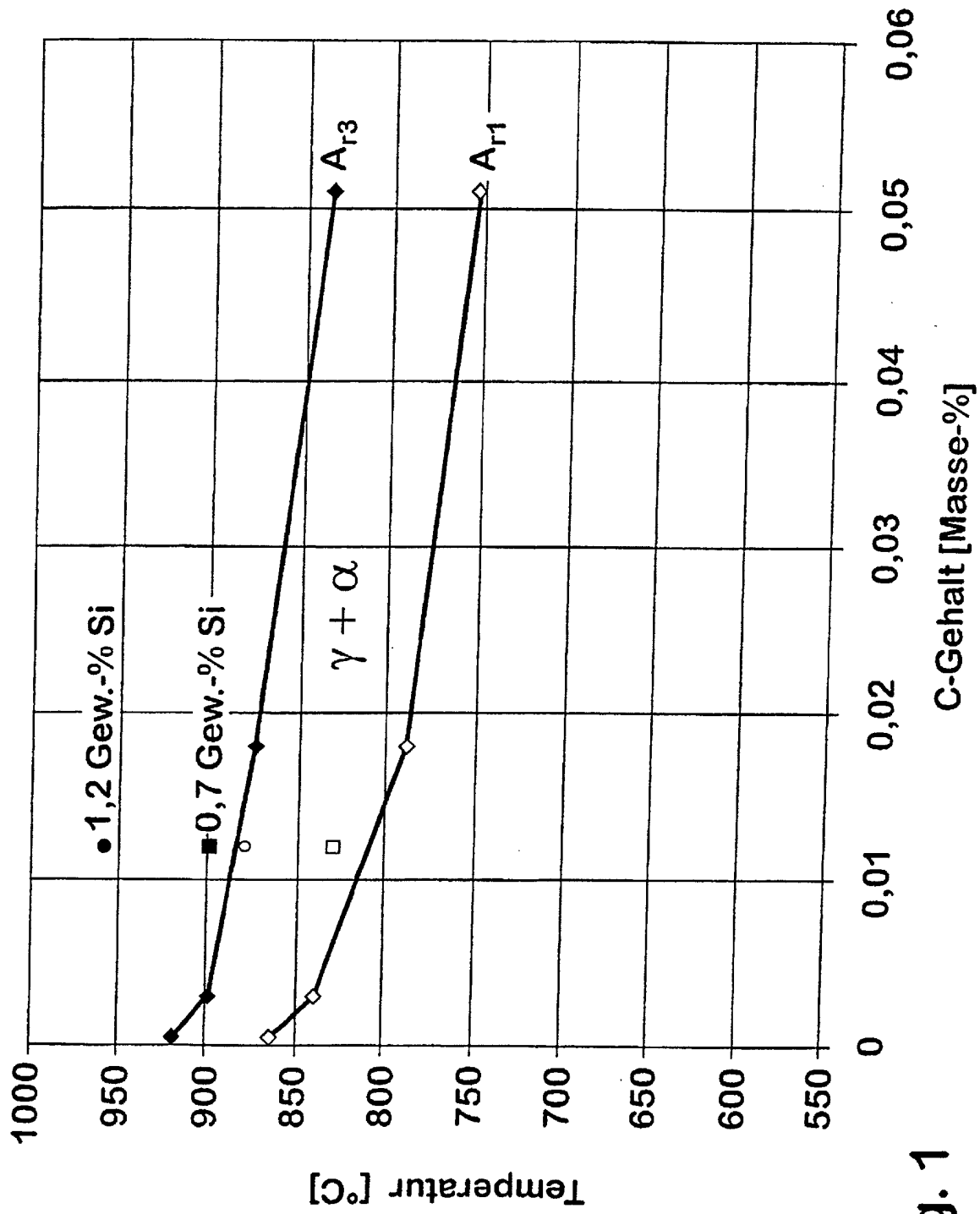
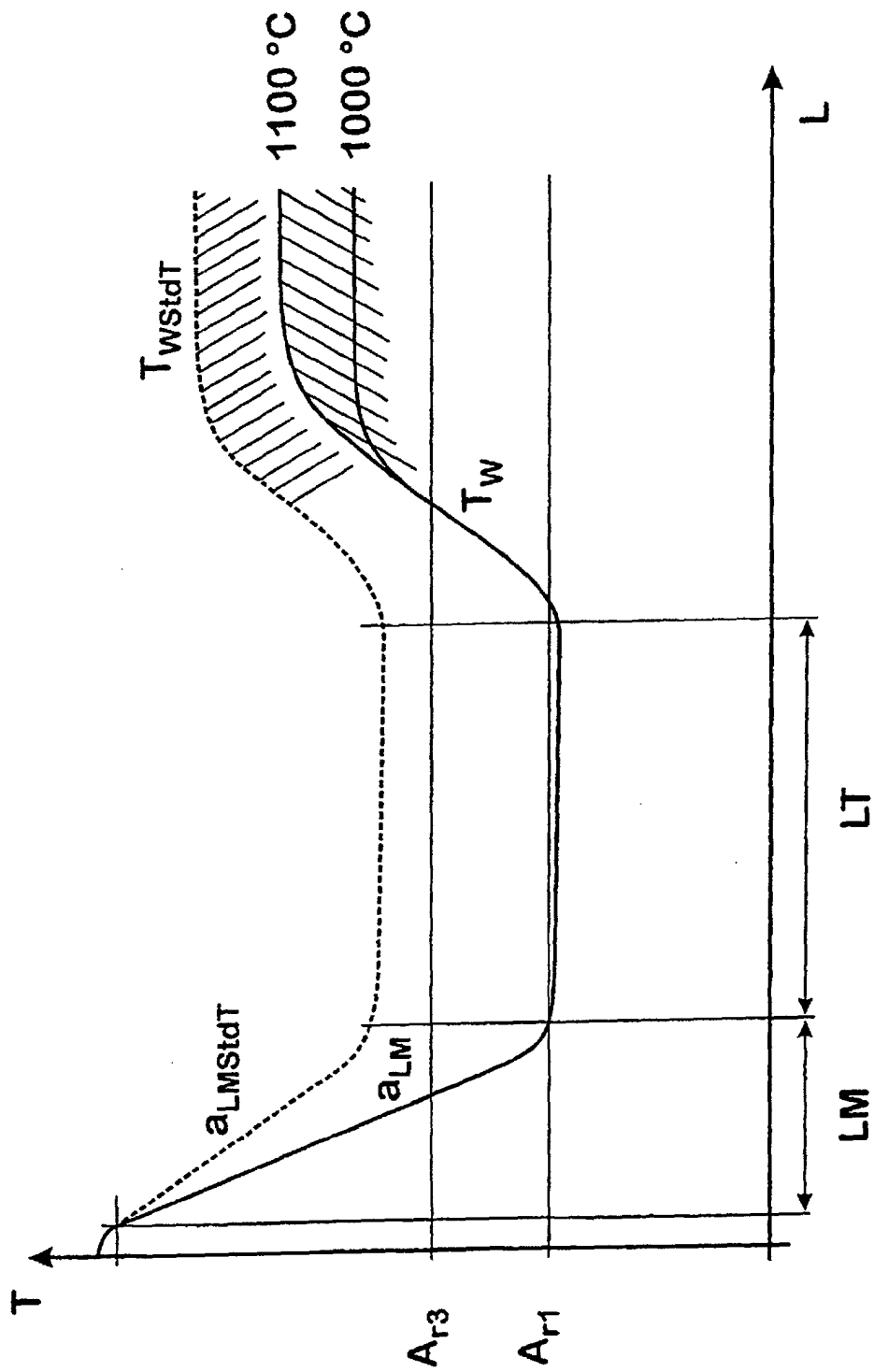


Fig. 1



Diag. 1



Diag. 2