

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 121 208 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
22.01.2003 Patentblatt 2003/04

(51) Int Cl.7: **B21B 37/24**, B21B 37/74,
B21B 37/62

(21) Anmeldenummer: **99948880.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP99/07178

(22) Anmeldetag: **28.09.1999**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/021695 (20.04.2000 Gazette 2000/16)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM HERSTELLEN EINES METALLBANDES FÜR
ABZULÄNGENDE TAILORED BLANKS**

METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A METAL STRIP FOR TAILORED BLANKS TO BE CUT
TO LENGTH

PROCEDE ET DISPOSITIF PERMETTANT DE PRODUIRE UNE BANDE METALLIQUE DESTINEE
A DES FLANS SUR MESURE A DECOUPER

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

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 1 602 197 DE-A- 2 336 459
DE-A- 2 930 005 DE-C- 83 944
DE-C- 820 287 FR-A- 2 262 726

(30) Priorität: **12.10.1998 DE 19846900**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.08.2001 Patentblatt 2001/32

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

(72) Erfinder:
• **KAWALLA, Rudolf**
D-46244 Bottrop (DE)
• **BEHR, Friedrich**
D-47804 Krefeld (DE)
• **SCHMITZ, Hans-Peter**
D-45289 Essen (DE)

(74) Vertreter: **Knauf, Rudolf, Dipl.-Ing.**
Cohausz & Florack,
Kanzlerstrasse 8a
40472 Düsseldorf (DE)

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 257 (M-719), 20. Juli 1988 (1988-07-20) -& JP 63 040604 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 22. Februar 1988 (1988-02-22)**
- **DATABASE WPI Section Ch, Week 198320 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M21, AN 1983-48776K [20] XP002129081 -& SU 940 980 A (DNEPR METAL INST), 7. Juli 1982 (1982-07-07)**
- **SCHWARZ N ET AL: "Flexibel gewalzte Bleche für belastungsangepasste Werkstücke" WERKSTATT UND BETRIEB, DE, CARL HANSER VERLAG, MÜNCHEN, Bd. 131, Nr. 5, 1. Mai 1998 (1998-05-01), Seiten 424-427, XP000776752 ISSN: 0043-2792 in der Anmeldung erwähnt**
- **HACHMANN B, KOPP R: "Walzen belastungsoptimierter Längsprofile" UMFORMTECHNIK, 7. AACHENER STAHLKOLLOQUIUM, DE, AACHEN, 26. - 27. März 1992, Seiten 4.2-1-4.2-6, XP000856454 in der Anmeldung erwähnt**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 114 (M-473), 26. April 1986 (1986-04-26) -& JP 60 244411 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA JUKOGYO KK), 4. Dezember 1985 (1985-12-04)**

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 1 121 208 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Metallbandes, insbesondere aus Stahl, mit abschnittsweise unterschiedlicher Dicke durch Walzen für abzulängende Tailored Blanks.

[0002] Aus Gründen eines sparsamen Materialeinsatzes und einer belastungsabhängigen Dimensionierung von Bauteilen werden schon seit längerem Bauteile eingesetzt, die über ihre Fläche und/oder ihre Länge eine unterschiedliche Dicke und/oder Materialzusammensetzung haben (Umformtechnik, 7. Aachener Stahlkolloquium vom 26. - 27. März 1992, "4.2 Walzen belastungsoptimierter Längsprofile" von B. Hachmann, R. Kopp, Aachen). Die Vorprodukte solcher Bauteile werden als "Tailored Blanks" bezeichnet. In der Praxis gibt es für die Herstellung solcher Tailored Blanks zwei prinzipiell unterschiedliche Fertigungsverfahren.

[0003] Bei einem in der Praxis sehr verbreiteten ersten Herstellungsverfahren wird von zwei Blechen unterschiedlicher Dicke und/oder unterschiedlicher Materialzusammensetzung ausgegangen, die im Stumpfstoß aneinander geschweißt werden. Der Vorteil eines solchen Herstellungsverfahrens besteht in dem geringen vorrichtungstechnischen Aufwand für dessen Durchführung. Wegen des keine hohen Produktionsgeschwindigkeiten erlaubenden Schweißverfahrens ist diese Herstellungsart aber nur für kleine Stückzahlen geeignet. Von Nachteil ist auch, daß die Übergänge an der Schweißnaht von dem einen Blech auf das andere Blech sprunghaft sind. Dadurch treten im Belastungsfall starke und sprunghafte Spannungsanstiege auf. Tailored Blanks mit einer optimalen belastungsabhängigen Dimensionierung über die gesamte Fläche sind deshalb mit einem solchen Verfahren nicht zu erhalten.

[0004] Bei einem anderen bekannten Verfahren, das in der Praxis aber bis heute praktisch keine Bedeutung erlangt hat, wird ein Band abschnittsweise mit unterschiedlichem Walzspalt kaltgewalzt. Ein solches Verfahren ist als "flexibles Walzen" bekannt ("Flexibel gewalzte Bleche für belastungsangepaßte Werkstücke" von Schwarz, Kopp, Ebert und Hauger in der Zeitschrift "Werkstatt und Betrieb" 131 (1998) 5). Im Gegensatz zu dem ersten Verfahren lassen sich mit diesem Verfahren durch Veränderung des Walzspaltes sanfte Übergänge von einem dickeren Bandabschnitt zu einem dünneren Bandabschnitt und umgekehrt erreichen. Deshalb ergibt sich bei aus einem solchen Band hergestellten Tailored Blanks eine bessere Belastungsoptimierung als bei aus im Stumpfstoß zusammengeschweißten Blechen unterschiedlicher Dicke erhaltenen Tailored Blanks. Nachteilig bei diesem Verfahren ist jedoch, daß für die Verkleinerung des Walzspaltes extrem hohe Walzkräfte erforderlich sind. Untersuchungen für eine konkrete Walzaufgabe haben gezeigt, daß bei einer Zustellung des Walzspaltes um 1,5 mm die Walzkraft um 23000 kN gesteigert werden muß. Bei einer geschätzten Walzgerüststeifigkeit von etwa 6000 kN pro mm er-

gibt sich dabei ein Federweg von 3,8 mm, um den sich das Walzgerüst dehnt. Eine hydraulische Zustellung des Walzspaltes muß demzufolge sowohl die 3,8 mm Dehnung als auch den 1,5 mm Dickenunterschied nachstellen können. Dies ist anlagentechnisch sehr aufwendig und deshalb auch sehr teuer. Ein weiterer Nachteil des flexiblen Walzens für die Herstellung von abzulängenden Tailored Blanks besteht darin, daß wegen der extrem hohen Walzkräfte kurze Dickenübergänge von zum Beispiel 20 mm Länge nur dann herstellbar sind, wenn die Walzgeschwindigkeit sehr klein ist. Es wurde gefunden, daß bei den vorgenannten Walzkräften Zustellgeschwindigkeiten von etwa 10 mm/sek realisierbar sind, was bei den vorgenannten Stellwegen eine Stellzeit von 0,53 sek ergibt. Bei einer Walzgeschwindigkeit von 40 m/min ergibt sich dann ein rampenförmiger Übergang vom dickeren Abschnitt auf den dünneren Abschnitt von etwa 353 mm Länge. Eine solch lange Rampe ist für die meisten Anwendungsfälle von Tailored Blanks deutlich zu lang. Als Konsequenz ergibt sich, daß höhere Walzgeschwindigkeiten von mehr als 100 m/min mit diesem Verfahren des flexiblen Walzens schon gar nicht realisierbar sind, wenn kurze Übergangsstücke gefordert werden.

[0005] Bei einem ganz anderen bekannten Walzverfahren (DE-PS 505 468), bei dem es nicht um die Herstellung von von einem Band abzulängenden Tailored Blanks, sondern um die Herstellung eines glatten Bandes geht, ist vorgesehen, daß das Band zunächst zwischen Walzen gewalzt wird, von denen mindestens eine eine in Umfangsrichtung wellenförmige Mantelfläche aufweist. Ein so hergestelltes quer zur Bandlängsrichtung ein- oder beidseitig gewelltes Band wird abschließend glatt gewalzt. Sinn und Zweck des wellenförmigen Walzens ist es, Bänder mit im Durchmesser verhältnismäßig kleinen Walzen ohne nachteilige Durchbiegung der Walzen zu walzen.

[0006] Schließlich sind weitere Verfahren bekannt (Patent Abstracts of Japan vol. 012, no. 257 (M-719), 20. Juli 1988 (1988-07-20) -& JP 63 040604 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 22. Februar 1988 (1988-02-22) und DATABASE WPI Section Ch, Week 198320 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M21, AN 1983-48776K (20) XP002129081 -& SU 940 980 A (DNEPR METAL INST), 7. Juli 1982 (1982-07-07)), bei denen Metallplatten, insbesondere dicke Stahlplatten durch Walzen bei Kaltwalztemperaturen in der Dicke abschnittsweise reduziert werden. Um eine solche Dickenreduktion durchführen zu können, werden die Platten abschnittsweise auf eine erhöhte, entsprechend dem gewünschten Verformungsgrad unterschiedliche Temperatur gebracht.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Walzverfahren für vom Band abzulängende Tailored Blanks und eine dafür geeignete Vorrichtung zu schaffen, mit dem beziehungsweise mit der bei hohen Walzgeschwindigkeiten kurze und sanft ansteigende Übergänge zwischen verschiedenen dicken Bandabschnitten

hergestellt werden können, ohne daß dafür extrem hohe Walzkraften nötig sind.

[0008] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die unterschiedlich dicken Abschnitte durch Warmwalzen des Bandes hergestellt werden, indem das Band warmgewalzt wird, wobei es vor dem Warmwalzstich abschnittsweise durch Kühlen oder Erwärmen auf eine unterschiedliche Temperatur eingestellt wird. Die erfindungsgemäße zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung ist gekennzeichnet durch ein Walzwerk mit hydraulischer Zustellung, die auf eine konstante Walzkraft einstellbar ist und durch eine vor dem Walzwerk angeordnete Bandkühl- oder -heizeinrichtung.

[0009] Bei der Erfindung wird die physikalische Eigenschaft eines Metallbandes ausgenutzt, daß die Fließspannung von der Temperatur abhängt. Durch gezieltes Erhöhen oder Erniedrigen der Temperatur des Bandes in bestimmten Abschnitten ergeben sich dann bei im wesentlichen konstanter Walzkraft Abschnitte unterschiedlicher Dicke. Das Temperaturniveau des Bandes, bei dem gewalzt wird, ist dabei in jedem Fall so hoch, daß sich das Band mit im Vergleich zum Kaltwalzen wesentlich verminderter Walzkraft walzen läßt. Diese verminderte Walzkraft ermöglicht dann auch kurze Übergänge von Abschnitten dickeren Bandes auf Abschnitte dünneren Bandes und umgekehrt. Da die Walzkraft insgesamt vergleichsweise klein sind, ergeben sich auch wesentlich kleinere Werte für die Auffederung des Walzgerüsts, so daß auch nicht entsprechend aufwendige Kompensationsvorrichtungen benötigt werden. Ob das zu walzende Band entweder erwärmt oder gekühlt wird, um die Fließspannung des Metalls zu vermindern, hängt von mehreren Parametern ab, insbesondere von der Temperatur des Metallbandes, der Metallbandqualität, den Walzbedingungen und der Korngröße des zu walzenden Metallbandes. Vorzugsweise erfolgt die Kühlung beziehungsweise Erwärmung des Metallbandes in einem Temperaturbereich mit einem möglichst großen temperaturabhängigen Fließspannungsgradienten, weil kleine und deshalb bei kurzer Behandlungszeit zu erreichende Temperaturänderungen zu verhältnismäßig großen Änderungen der Fließspannung und damit auch zu verhältnismäßig großen Banddickenänderungen führen. Von diesem Grundsatz kann im Einzelfall abgewichen werden, und zwar dann, wenn bei einem etwas kleinerem Fließspannungsgradienten das Fließspannungsniveau wesentlich kleiner ist. Bei vielen Stählen der beiden Stahlqualitäten liegt der möglichst große temperaturabhängige Fließspannungsgradient zwischen dem α - und γ -Bereich. Der Unterschied zwischen den härtesten und weichen Stählen besteht darin, daß bei härtesten Stählen die γ/α -Umwandlung über ein größeres Temperaturintervall als bei weichen Stählen stattfindet. Bei härtesten Stählen ist mit wenigen Ausnahmen das Temperaturintervall für die Umwandlung $\Delta A_r = A_{r3} - A_{r1} > 150$ K, während das Temperaturintervall für die Umwandlung bei weichen Stäh-

len $\Delta A_r = A_{r3} - A_{r1} < 130$ K ist. Daneben oder zusätzlich lassen sich härtere und weiche Stähle auch mit Hilfe des Kohlenstoffäquivalentes nach Yurioka (Australian Weld. Res. Ass. Melbourne 19.-20.03.81, Paper 10, p. 1-18) nach folgender Formel unterscheiden:

$$\text{CEN} = \text{C} + [0,75 + 0,25 \cdot \tanh(20 + (\text{C} - 0,12))] \cdot \{\text{Si}/24 + \text{Mn}/6 + \text{Cu}/15 + \text{Ni}/20 + (\text{Cr} + \text{Mo} + \text{V} + \text{Nb} + \text{Ti})/5 + 5 \cdot \text{B}\}$$

wobei die Legierungsgehalte in Massenprozent zu berücksichtigen sind. Der Grenzwert CEN für weiche und härteste Stähle liegt bei $\text{CEN} = 0,1$. Härteste Stähle liegen oberhalb dieses Grenzwertes, während weiche Stähle unterhalb dieses Grenzwertes liegen. Charakteristisch für harte Stahlqualitäten ist schließlich auch, daß sie in der Regel einen Kohlenstoffgehalt von $> 0,05$ Gewichtsprozent haben, während er bei weichen Stählen darunter liegt.

[0010] Wegen des beschriebenen unterschiedlichen temperaturabhängigen Fließspannungsgradienten sollte bei weichen Stählen das Band sowohl im Austenit-Bereich als auch im Ferrit-Bereich gewalzt werden, und zwar im Austenit-Bereich mit der höheren Temperatur die nach dem Walzen dickeren Bandabschnitte und im Ferrit-Bereich die abgekühlten, nach dem Walzen dünneren Bandabschnitte. Diese unterschiedliche Behandlungsweise bei weichen Stählen ergibt sich aus dem Fließspannungsverlauf mit lokalen Minimum und Maximum mit steigender Temperatur zwischen dem Ferrit- und Austenit-Bereich. Wegen dieses besonderen Fließspannungsverlaufs bei weichen Stählen ergibt sich in den vor dem Warmwalzen abgekühlten Abschnitten eine geringere Banddicke als in den nicht abgekühlten Abschnitten. Das Walzen ausschließlich im Austenit- und/oder Ferrit-Bereich und nicht im Übergangsbereich ($\alpha + \gamma$) wird bei den weichen Stählen bevorzugt. Bei härtesten Stählen mit tragem Umwandlungsverhalten und relativ kleinen Fließspannungsgradienten im γ/α -Gebiet kann das Zweiphasengebiet ($\gamma + \alpha$) ebenfalls genutzt werden, weil eine schlagartige Gefügeumwandlung und Fließspannungsänderung bei geringen Temperaturänderungen nicht auftritt. Bei solchen Stahlqualitäten sollte der Startpunkt der Abkühlung des Metallbandes im Zweiphasengebiet beziehungsweise der Endpunkt der Erwärmung des Metallbandes im Zweiphasengebiet liegen. Dabei erfolgt das Warmwalzen in den in der Dicke zu reduzierenden Abschnitten des Metallbandes vorzugsweise im Zweiphasengebiet ($\gamma + \alpha$) und in den anderen Abschnitten im Ferrit-Gebiet (α).

[0011] Grundsätzlich ist vorgesehen, daß das Band mit im wesentlichen konstanter Walzkraft gewalzt wird. Wird gleichwohl vorgesehen, daß die Walzkraft verändert werden kann, dann kann darüber zusätzlich Einfluß auf den Grad der Dickenreduzierung genommen wer-

den. Das ist dann von Vorteil, wenn allein über die Temperaturänderung die gewünschte Dickenreduzierung nicht erreichbar ist.

[0012] Die Dickenreduzierung des Metallbandes im Warmwalzstich sollte auch in den dickeren Abschnitten mindestens 10 % betragen.

[0013] Für die Durchführung des Verfahrens eignet sich sowohl Warmband, das aus dem kalten Zustand wieder aufgewärmt wurde, als auch Warmband, das im Coil auf einer bestimmten Temperatur gehalten wurde, als auch von einem Double-Roller direkt aus der Hitze der Schmelze erzeugtes Warmband, das vom Double-Roller unmittelbar dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren zugeführt wird.

[0014] Obwohl nach dem Warmwalzen die Umform-eigenschaften des Bandes in den verschieden stark in der Dicke reduzierten Abschnitten nicht so unterschiedlich sind wie bei einem kaltgewalzten Band mit Kaltverfestigung, kann zum Ausgleich der unterschiedlichen Umformeigenschaften im Anschluß an das Warmwalzen das Band einer Wärmebehandlung unterworfen werden. So kann das abgekühlte Metallband auf eine Temperatur von mehr als 600°C erwärmt werden. Bevorzugt wird das Band aber bei einer Temperatur von über 600° C warmgehalten. Für das Warmhalten kann die Temperatur des Bandes ausgenutzt werden, die es nach dem Warmwalzen hat. Dies geschieht vorteilhafterweise im Coil. Eine Wärmebehandlung kann allerdings auch im Glühofen oder beim Feuerverzinken mit einer Temperatur von über 600° C erfolgen.

[0015] Sofern dagegen gewünscht wird, daß durch das Warmwalzen erhaltene unterschiedliche Materialeigenschaften in den einzelnen Abschnitten erhalten bleiben, kann das Metallband nach dem Walzstich einheitlich bis auf eine Temperatur $\leq 500^\circ \text{C}$ gekühlt werden.

[0016] Um die Umstellung des Walzspalts von dünneren Bandabschnitten auf dickere Bandabschnitte und umgekehrt ohne großen vorrichtungstechnischen Aufwand zu verwirklichen, ist bei einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß die konstante Walzkraft von der hydraulischen Zustellung über eine Federgruppe auf die Walzen übertragen wird. Die Federn dienen dann quasi als Kraft-/Energiespeicher, die schnell auf den wechselnden Umformwiderstand des Bandes reagieren, ohne daß es notwendig ist, die hydraulische Zustellung zu aktivieren.

[0017] Um dem Band abschnittsweise über die Temperatur eine unterschiedliche Fließspannung aufzuprägen, können sowohl Heizeinrichtungen, wie induktive Heizeinrichtungen, als auch Kühlvorrichtungen vorgesehen sein. Am einfachsten läßt sich die Bandkühl-einrichtung mit auf die Bandoberfläche gerichteten Düsen verwirklichen, die mit Preßluft, Wasser oder insbesondere Wasserdampf betrieben werden. Da die Einwirkungszeit der Düsen auf das Band für den Kühlungs-grad mit entscheidend ist, kann die Einwirkungszeit bei hoher Bandgeschwindigkeit dadurch im Sinne einer Verlängerung beeinflusst werden, daß die Düsen in

Bandlaufrichtung schwenk- oder drehbar sind. Insbesondere besteht die Möglichkeit, daß die Düsen in Bandlaufrichtung im wesentlichen parallel zum Band mit Bandlaufgeschwindigkeit verstellbar sind, d.h. daß sie parallel zum Band mit gleicher Geschwindigkeit mitgeführt werden.

[0018] Damit es nicht zu einer Unterschreitung der kleinsten Banddicke kommt, sollte die hydraulische Zustellung des Walzwerkes einen Stellwegbegrenzer für die Einstellung auf einen kleinsten Walzspalt aufweisen.

[0019] Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

Figur 1 ein Walzgerüst in Vorderansicht,

Figur 2 das Walzgerüst gemäß Figur 1 mit Kühlvorrichtung und einem Aufwickelhaspel in Seitenansicht,

Figur 3 ein temperaturabhängiges Fließspannungsdiagramm für einen höherfesten Stahl und

Figur 4 ein temperaturabhängiges Fließspannungsdiagramm für einen weichen Stahl.

[0020] Das dargestellte Walzgerüst besteht aus einem Rahmen 1, in dem zwei untere Lagerböcke 3,4 für eine untere Stützwalze 5 stationär angeordnet sind. Zwei obere Lagerböcke 6,7 lagern eine obere Stützwalze 8. Diesen Lagerböcken 6,7 sind zwei Einstellvorrichtungen 9,10 für einen kleinsten Walzenspalt 11 zugeordnet, der sich zwischen zwei an den Stützwalzen 5,8 abgestützten Arbeitswalzen 12,13 befindet.

[0021] Die oberen Lagerböcke 6,7 werden von hydraulischen Zustellungen 14,15 verstellt. Zwischen diesen hydraulischen Zustellungen 14,15 und den oberen Lagerböcken 6,7 sind als Kraft- und Energiespeicher Federpakete 16,17 angeordnet.

[0022] Wie Figur 2 zeigt, ist einem solchen Walzgerüst in Durchlaufrichtung R eines Warmbandes W eine Kühlvorrichtung 18 zugeordnet, die aus oberhalb und unterhalb des Warmbandes W angeordneten und gegen das Warmband W gerichteten schwenkbaren oder umlaufenden Kühltüsen 18a,18b besteht. Die Kühltüsen 18a,18b werden vorzugsweise mit Wasserdampf betrieben. Dies geschieht intervallmäßig, um das Warmband W abschnittsweise zu kühlen. Die Abkühlung erfolgt derart, daß bei eingestellter, im wesentlichen konstanter Walzkraft das in das Walzgerüst einlaufende Warmband W das Walzgerüst mit abwechselnd dicken und dünnen Abschnitten W_1, W_2 und rampenförmigen kurzen Übergängen W_3, W_4 verläßt. In der Zeichnung sind diese Verhältnisse aus Gründen der besseren Darstellung zeichnerisch übertrieben groß dargestellt.

[0023] Die Fließspannungsdiagramme für eine hochfeste Stahlqualität gemäß Figur 3 und für eine weiche

Stahlqualität gemäß Figur 4 zeigen einen völlig unterschiedlichen Verlauf. Dieser unterschiedliche Verlauf ist bei der Einstellung der abschnittsweise unterschiedlich einzustellenden Bandtemperatur zu berücksichtigen. Bei weichen Stählen (Figur 4) sollte die Temperatur so eingestellt werden, daß nur außerhalb des Mischgebiets ($\alpha + \gamma$) gewalzt wird. Je nachdem, ob das Warmband W mit einer Temperatur im Austenit-Bereich oder im Ferrit-Bereich dem Walzwerk zugeführt wird, wird es entweder gekühlt oder erwärmt. Vorzugsweise wird die Temperaturänderung des Warmbandes in einem Bereich der Fließspannungs-/Temperaturkurve induziert, in dem der Gradient der Kurve am größten ist, das heißt also in einem Bereich, in dem mit möglichst geringer Temperaturänderung möglichst große Änderungen der Fließspannung erreicht werden können. Dabei ist außerdem zu berücksichtigen, daß der Warmwalzstich vorteilhaft bei einem möglichst hohen Temperaturniveau erfolgen soll, damit die benötigte Walzkraft möglichst gering bleibt.

[0024] Wird von einer hochfesten Stahlsorte gemäß Figur 3 ausgegangen und wird das Band mit einer Temperatur im Zweiphasengebiet dem Walzwerk zugeführt, dann wird es vor dem Walzstich durch die Kühlvorrichtung 18 auf dem gesamten Abschnitt, in dem das Band nach dem Walzstich die größere Dicke haben soll, auf eine Temperatur bis in den Ferrit-Bereich abgekühlt. Der ungekühlte Bandabschnitt erfährt dann eine stärkere Dickenreduzierung. Für alle Bandabschnitte soll aber eine Dickenabnahme um mindestens 10 % im Walzwerk erfolgen. Bei einer weichen Stahlqualität gemäß Figur 4 dagegen wird der Bandabschnitt, der am Ausgang des Walzwerkes am dünnsten sein soll, durch die Kühleinrichtung 18 bis auf eine Temperatur im Ferrit-Bereich gekühlt. Wegen des besonderen Verlaufs der Fließspannungskurve mit einem auf die Temperatur bezogenen steilen Abfall der Fließspannung braucht der zu kühlende Abschnitt nur um einen vergleichsweise kleinen Betrag abgekühlt zu werden.

[0025] Auch in diesem Fall sollte die Dickenreduzierung in den nach dem Walzen dickeren Abschnitten mindestens 10 % betragen.

[0026] Das so erhaltene Band mit dünnen und dicken Abschnitten W_1, W_2 und rampenförmigen kurzen Übergängen W_3, W_4 verläßt das Walzwerk mit einer Temperatur von knapp 600° C im einen Fall und etwas über 800° C im anderen Fall. Diese Walzhitze kann ausgenutzt werden, um das Band wärmezubehandeln. Im Ausführungsbeispiel der Figur 2 ist dargestellt, daß das Band von einer Aufwickelvorrichtung 19 zu einem Coil 20 aufgewickelt wird. Die unterschiedlich warmen Bandabschnitte gleichen sich dabei in ihrer Temperatur aus. Dabei kommt es auch zum Ausgleich von beim Walzen entstandenen unterschiedlichen Materialeigenschaften in den mehr oder weniger stark gewalzten Abschnitten.

[0027] Aus einem solchen Band werden schließlich durch Ablängen die Tailored Blanks erhalten.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Metallbandes, insbesondere aus Stahl, mit Abschnitten unterschiedlicher Dicke durch Walzen für abzulängende Tailored Blanks,
dadurch gekennzeichnet, daß die unterschiedlich dicken Abschnitte des Bandes durch Warmwalzen hergestellt werden, indem das Band vor dem Warmwalzstich abschnittsweise durch Kühlen oder Erwärmen auf eine unterschiedliche Temperatur eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit von der Stahlqualität (weich oder höherfest) und der Temperatur des Metallbandes das Metallband abschnittsweise entweder erwärmt oder gekühlt wird, um die Fließspannung des Stahls zu vermindern.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlen beziehungsweise Erwärmen des Metallbandes in einem Temperaturbereich mit einem möglichst großen temperaturabhängigen Fließspannungsgradienten erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß bei höherfesten Stahlqualitäten, bei denen sich das Zweiphasengebiet ($\gamma + \alpha$) über einen größeren Temperaturbereich erstreckt, der Startpunkt der Abkühlung des Metallbandes im Zweiphasengebiet ($\gamma + \alpha$) beziehungsweise der Endpunkt der Erwärmung des Metallbandes im Zweiphasengebiet ($\gamma + \alpha$) liegt.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, daß das Warmwalzen in den in der Dicke zu reduzierenden Abschnitten des Metallbandes im Zweiphasengebiet ($\gamma + \alpha$) und in den anderen Abschnitten im Ferrit-Gebiet (α) erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, daß das Warmwalzen bei weichen Stahlqualitäten in den in der Dicke zu reduzierenden Abschnitten im Ferrit-Gebiet (α) und in den anderen Abschnitten im Austenit-Gebiet (γ) erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß beim Warmwalzen die dickeren Abschnitte des Metallbandes um mindestens 10 % dickenreduziert werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß das Warmwalzen in den dünnen und dicken Abschnitten mit im we-

sentlichen gleich großer Walzkraft erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß das Metallband nach dem Warmwalzen zum Zwecke eines Ausgleichs der beim Warmwalzen erhaltenen abschnittsweise unterschiedlichen Umformeigenschaften wärmebehandelt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, daß das Metallband nach dem Warmwalzen bei einer Temperatur $T \geq 600^\circ \text{C}$ warmgehalten wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, daß das Warmhalten im Coil erfolgt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, daß unmittelbar nach dem Warmwalzen das Metallband bis auf eine Temperatur $\leq 500^\circ \text{C}$ gekühlt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, daß das Metallband auf eine Temperatur $\geq 600^\circ \text{C}$ erwärmt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmebehandlung beim Durchlauf durch einen Glühofen oder eine Feuerverzinkungsanlage erfolgt.
15. Vorrichtung zum Herstellen eines Metallbandes, insbesondere aus Stahl, mit Abschnitten unterschiedlicher Dicke durch Walzen für abzulängende Tailored Blanks, die ein Walzgerüst mit hydraulischer Zustellung umfaßt, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die hydraulische Zustellung (14, 15) auf eine konstante Walzkraft einstellbar ist und eine vor dem Walzgerüst (1) angeordnete Bandkühl- (18) oder -heizeinrichtung vorgesehen ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, daß die konstante Walzkraft von der hydraulischen Zustellung (14, 15) über eine Federgruppe (16, 17) auf das Walzwerk übertragen wird.
17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16,
dadurch gekennzeichnet, daß die Bandkühleinrichtung (18) auf die Bandoberfläche gerichtete Düsen (18a, 18b) aufweist, die mit Preßluft, Wasser oder Wasserdampf betrieben sind.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen (18a,

18b) in Bandlaufrichtung schwenk- oder drehbar sind.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen (18a, 18b) in Bandlaufrichtung im wesentlichen parallel zum Band mit Bandlaufgeschwindigkeit verstellbar sind.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 19,
dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulische Zustellung (14, 15) einen Stellwegbegrenzer für die Einstellung auf einen kleinsten Walzspalt aufweist.

Claims

1. A process for the production of a metal strip more particularly of steel having portions of different thickness by rolling for tailored blanks to be cut to length, **characterised in that** the portions of the strip of different thickness are produced by hot rolling, the strip being adjusted in portions to a differential temperature by cooling or heating prior to the hot rolling pass.
2. A process according to claim 1, **characterised in that** in dependence on steel quality (soft or higher strength) and the temperature of the metal strip, the metal strip is either heated or cooled in portions, to reduce the yield stress of the steel.
3. A process according to claims 1 or 2, **characterised in that** the cooling/heating of the metal strip is performed in a temperature range having as high a temperature-dependent yield stress gradient as possible.
4. A process according to claim 1, **characterised in that** in the case of higher strength steel qualities, in which the biphasic zone ($\gamma + \alpha$) extends over a larger temperature range, the starting point of the cooling of the metal strip lies in the biphasic zone ($\gamma + \alpha$) and the end point of the heating of the metal strip lies in the biphasic zone ($\gamma + \alpha$).
5. A process according to claim 4, **characterised in that** hot rolling is performed in the biphasic zone ($\gamma + \alpha$) in those portions of the metal strips whose thickness is to be reduced, and in the ferrite zone (α) in the other portions.
6. A process according to claim 2, **characterised in that** in the case of soft steel qualities hot rolling is performed in the ferrite zone (α) in those portions whose thickness is to be reduced and in the austenite zone (γ) in the other portions.

7. A process according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** during hot rolling the thickness of the thicker portions of the metal strip is reduced by at least 10 %.
8. A process according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** hot rolling is performed with a substantially identical rolling force in the thin and thick portions.
9. A process according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** after hot rolling the metal strip is given a heat treatment, to even out the differential shaping properties obtained in portions during hot rolling.
10. A process according to claim 9, **characterised in that** after hot rolling the temperature of metal strip is maintained at $T \geq 600^{\circ}\text{C}$.
11. A process according to claim 10, **characterised in that** the temperature is maintained in the coil.
12. A process according to one of claims 1 to 11, **characterised in that** immediately following hot rolling the metal strip is cooled to a temperature $\leq 500^{\circ}\text{C}$.
13. A process according to one of claims 9 to 12, **characterised in that** the metal strip is heated to a temperature $\geq 600^{\circ}\text{C}$.
14. A process according to one of claims 9 to 13, **characterised in that** the heat treatment is performed during passage through an annealing furnace or a hot galvanising installation.
15. An apparatus for the production of a metal strip, more particularly of steel having portions of different thickness by rolling for tailored blanks to be cut to length comprising a rolling mill having hydraulic adjustment means for the performance of the claims 1 to 14, **characterised in that** the hydraulic adjustment means (14, 15) can be adjusted to a constant rolling force, and a strip cooling (18) or heating device disposed upstream of the rolling mill..
16. An apparatus according to claim 15, **characterised in that** the constant rolling force is transmitted from the hydraulic adjustment means (14,15) via a spring assembly to the rolling mill.
17. An apparatus according to claims 15 or 16, **characterised in that** the strip cooling device (18) has nozzles (18a, 18b) which are directed at the strip surface and operated with compressed air, water or steam.

18. An apparatus according to claim 17, **characterised in that** the nozzles (18a,18b) can be pivoted or rotated in the direction in which the strip runs.

5 19. An apparatus according to claim 18, **characterised in that** in the direction in which the strip runs the nozzles (18a,18b) are adjustable substantially parallel with the strip at the strip running speed.

10 20. An apparatus according to one of claims 15 to 19, **characterised in that** hydraulic displacement limiting means comprise an adjustment device for a given minimum roll nip.

15

Revendications

1. Procédé de fabrication d'une bande métallique, en particulier en acier, avec des sections de différentes épaisseurs par laminage pour obtenir des flans sur mesure à mettre au longeur, **caractérisé en ce que** les sections d'épaisseurs différentes de la bande sont fabriquées par laminage à chaud de la bande en réglant la bande, avant la passe de laminage à chaud, à une température différente par sections par refroidissement ou chauffage.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, en fonction de la qualité d'acier (doux ou très résistant) et de la température de la bande métallique, la bande métallique est réchauffée ou refroidie par sections pour réduire la contrainte de fluage de l'acier.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le refroidissement ou le réchauffement de la bande métallique se fait dans une plage de températures avec un gradient de contrainte de fluage. le plus grand possible en fonction de la température.

4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans le cas de qualités d'aciers très résistantes, dans lesquelles le domaine à deux phases ($\gamma+\alpha$) s'étend sur une plage de températures plus grande, le point de départ du refroidissement de la bande métallique se situe dans le domaine à deux phases ($\gamma+\alpha$) ou le point final du réchauffement de la bande métallique se situe dans le domaine à deux phases ($\gamma+\alpha$).

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le laminage à chaud dans les sections de la bande métallique à réduire en épaisseur se fait dans le domaine à deux phases ($\gamma+\alpha$) et dans les autres sections dans le domaine de la ferrite (α).

6. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en**

ce que le laminage à chaud dans les qualités d'aciers doux dans les sections à réduire en épaisseur se fait dans le domaine de la ferrite (α) et dans les autres sections dans le domaine de l'austénite (γ).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que**, lors du laminage à chaud, les sections plus épaisses de la bande métallique sont réduites en épaisseur d'au moins 10%. 7
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le laminage à chaud dans les sections minces et épaisses se fait avec une force de laminage sensiblement de même grandeur. 8
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la bande métallique après laminage à chaud est traitée à chaud afin de compenser les différentes propriétés de déformation par sections obtenues lors du laminage à chaud. 9
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la bande métallique est traitée à chaud après laminage à chaud à une température T supérieure ou égale à 600°C. 10
11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le maintien à la chaleur se fait dans la bobine. 11
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que**, directement après le laminage à chaud, la bande métallique est refroidie jusqu'à une température inférieure ou égale à 500°C. 12
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce que** la bande métallique est réchauffée à une température supérieure ou égale à 600°C. 13
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, **caractérisé en ce que** le traitement à chaud se fait par passage à travers un four à recuire ou une installation de galvanisation à chaud. 14
15. Dispositif de fabrication d'une bande métallique, en particulier en acier, avec des sections de différentes épaisseurs par laminage pour des flans sur mesure à mettre au longueur, qui comprend une cage de laminoir avec un réglage par avance hydraulique, pour réaliser le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** l'avance hydraulique (14, 15) peut être réglé sur une force de laminage constante et **en ce qu'il** est prévu 15

un dispositif de refroidissement (18) ou de chauffage de la bande agencé en amont de la cage de laminoir (1).

- 5 16. Dispositif selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** la force de laminage constante est transmise par l'avance hydraulique (14, 15) à la cage de laminoir par un groupe de ressorts (16, 17).
- 10 17. Dispositif selon la revendication 15 ou 16, **caractérisé en ce que** le dispositif (18) de refroidissement de la bande présente des buses (18a, 18b) dirigées vers la surface de la bande, qui sont alimentées en air comprimé, en eau ou en vapeur d'eau.
- 15 18. Dispositif selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** les buses (18a, 18b) peuvent être soumises à un pivotement ou à une rotation dans le sens de déroulement de la bande.
- 20 19. Dispositif selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** les buses (18a, 18b) peuvent être déplacées dans le sens de déroulement de la bande sensiblement en parallèle avec la bande à la vitesse de déroulement de la bande.
- 25 20. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 15 à 19, **caractérisée en ce que** l'avance hydraulique (14, 15) présente un limiteur de trajet de réglage pour le réglage à une plus petite emprise.

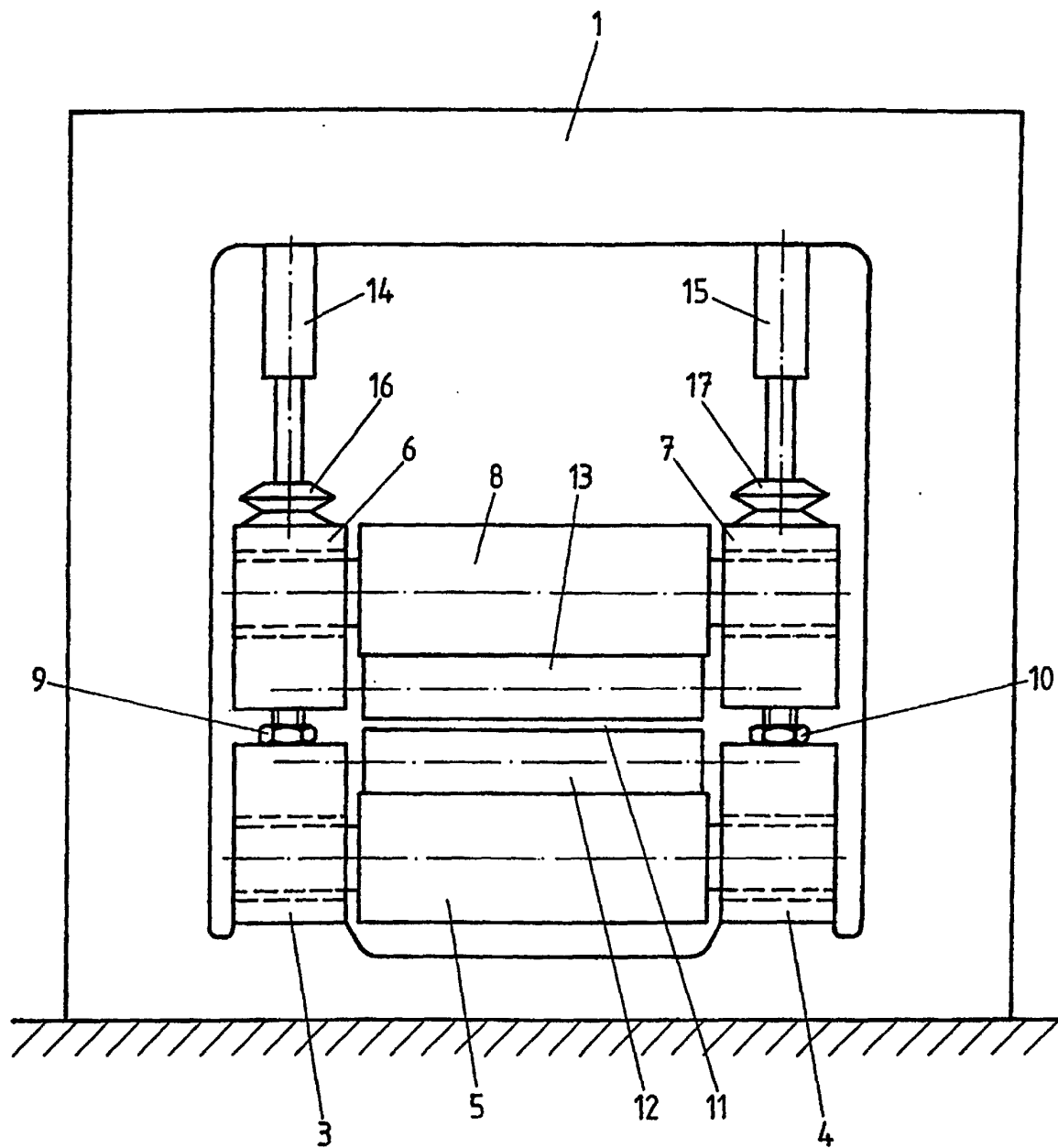


Fig.1

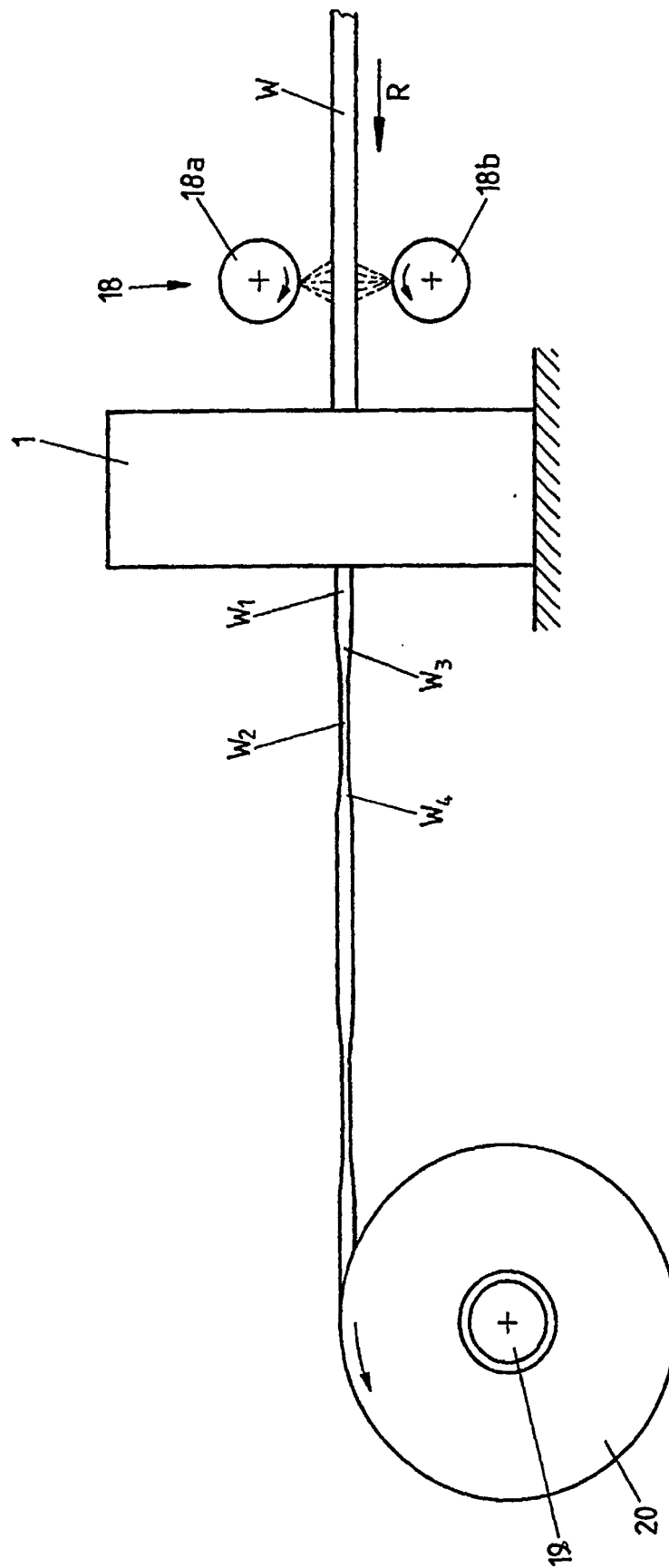


Fig.2

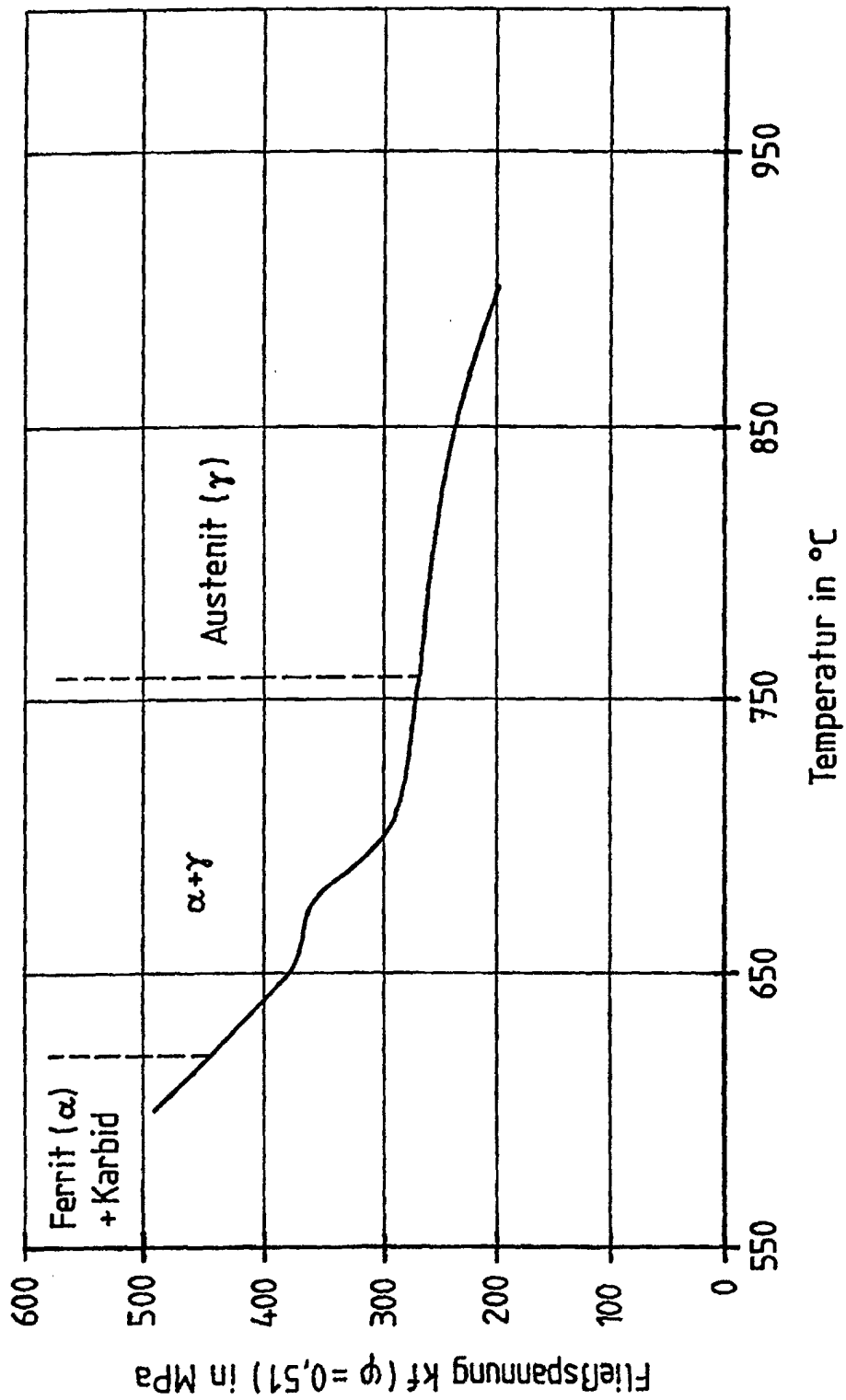


Fig.3

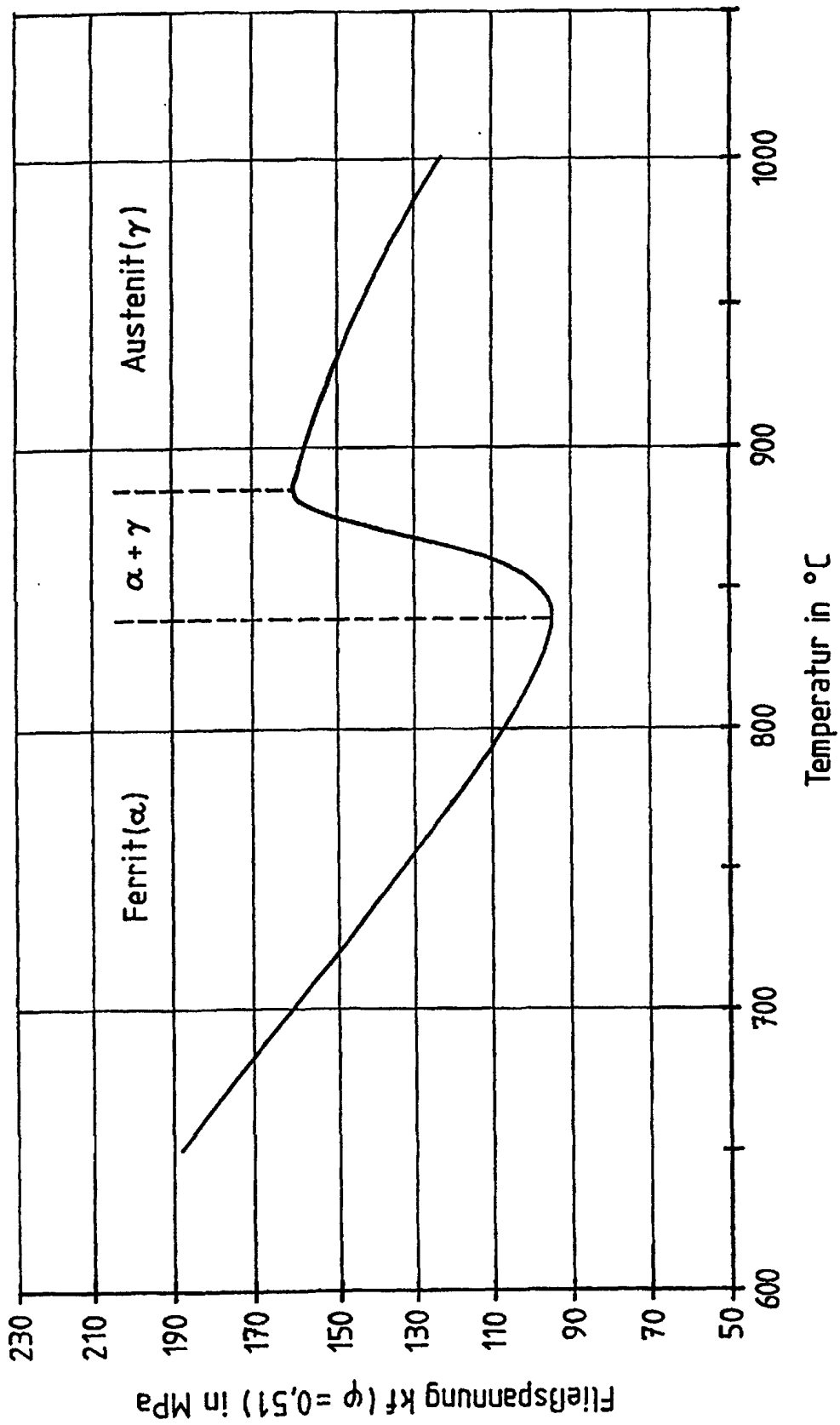


Fig.4