

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 371 737 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

17.12.2003 Patentblatt 2003/51(51) Int Cl.7: **C21D 8/06**(21) Anmeldenummer: **03012209.7**(22) Anmeldetag: **06.06.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK(30) Priorität: **10.06.2002 CH 9812002**(71) Anmelder: **Von Moos Stahl AG****6021 Emmenbrücke (CH)**

(72) Erfinder:

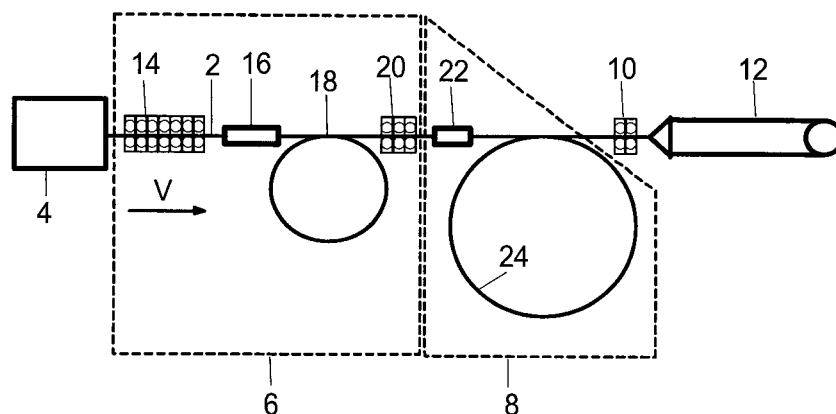
- **Heldt, Jens, Dr.-Ing.**
6010 Kriens (CH)

• **Kühnemund, Martin****6003 Luzern (CH)**• **Nussbaum, Georg, Dr.-Ing.****6004 Luzern (CH)**• **Urlau, Ulrich, Dr.-Ing.****6010 Kriens (CH)**• **Kawalla, Rudolf, Prof. Dr.-Ing.****09627 Bobritzsch (DE)**(74) Vertreter: **Felder, Peter et al****Schmauder & Partner AG****Zwängiweg 7****8038 Zürich (CH)**

(54) **Verfahren zur Herstellung von Draht- oder Stabstahl und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Bei einem Verfahren zur Herstellung von Draht- oder Stabstahl wird in einer ersten Verfahrensstufe ein Stahl mit einem Gewichtsanteil von 0,01 bis 0,65% auf 1000 bis 1300°C erhitzt. Anschliessend wird eine erste Warmverformung durch Walzen bei einer Temperatur oberhalb A_{r3} durchgeführt, wobei der Gesamtumformgrad bei der ersten Warmverformung mindestens 30% beträgt. In einer zweiten Verfahrensstufe wird eine kontrollierte Abkühlung des Walzgutes und danach eine zweite Warmverformung bei einer Temperatur im Bereich von A_{r1} bis A_{r3} durchgeführt. Die kontrollierte Ab-

kühlung wird derart durchgeführt, dass im Walzgut vor der zweiten Warmverformung eine nur teilweise Umwandlung der Austenit-Phase in die Ferrit-Phase oder weitergehend in die Ferrit/Perlit-Phase stattfindet und dabei ein Mischgefüge gebildet wird, welches bei Beginn der zweiten Warmverformung einen vorgegebenen Restanteil (x) an Austenit-Phase aufweist, und wobei der Gesamtumformgrad bei der zweiten Warmverformung 15 bis 35% beträgt. In einer dritten Verfahrensstufe wird eine Nachbehandlung des Walzgutes bis zur vollständigen Umwandlung der Austenit-Phase vorgenommen.

**Fig. 1****EP 1 371 737 A1**

Beschreibung

Technisches Gebiet

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Draht- oder Stabstahl, eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sowie einen mit dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Walzdraht oder Stabstahl.

Stand der Technik

10 **[0002]** Die US 5,252,153 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Draht- oder Stabstahl, welches die folgenden Verfahrensstufen beinhaltet:

15 a) in einer ersten Verfahrensstufe wird ein Stahl mit einem Gewichtsanteil von 0,1 bis 1,5% Kohlenstoff, 0,25 bis zu 2% Mangan, 0,03 bis 1,0% Silizium, 0,015 bis 0,05% Aluminium, bis zu 2,0% Chrom, bis zu 1,0% Molybdän, bis zu 3,5% Nickel, bis zu 0,1% Niob, bis zu 0,3% Vanadium, bis zu 0,04% Titan, bis zu 0,02% Stickstoff und bis zu 0,15% Schwefel sowie weiteren stahlüblichen Beimengungen auf 900 bis 1250°C erhitzt, anschliessend wird eine erste Warmverformung durch Walzen bei einer Temperatur im Bereich von A_{r3} bis $A_{r3} + 200^{\circ}\text{C}$ durchgeführt, wobei der Gesamtumformgrad bei der ersten Warmverformung mindestens 30% beträgt;

20 b) in einer weiteren Verfahrensstufe wird eine Abkühlung des Walzgutes vorgenommen derart, dass eine komplette Umwandlung der Austenit-Phase in die Ferrit/Perlit-Phase stattfindet, und danach wird eine abschliessende Warmverformung bei einer Temperatur im Bereich von $A_{c1} - 400^{\circ}\text{C}$ bis A_{c1} durchgeführt,

wobei der Gesamtumformgrad bei der abschliessenden Warmverformung 10 bis 70% beträgt.

25 **[0003]** Im Gegensatz zur sonst üblichen Warmverformung des austenitischen Walzgutes wird beim obigen Verfahren die abschliessende Warmverformung nach der kompletten Umwandlung der Austenit-Phase in die Ferrit/Perlit-Phase durchgeführt. Auf diese Weise lässt sich ein Zerbrechen der Perlitlamellen bewirken, womit sich im Ergebnis die Kaltverformungseigenschaften der Verfahrenserzeugnisse nach dem Glühen verbessern lassen.

30 **[0004]** Die WO86/01231 beschreibt ein verbessertes Verfahren zur Herstellung von Stählen verschiedener Formen, bei welchem ein Stahl zunächst bis zur vollständigen Austenitisierung aufgeheizt und danach einer ersten Warmverformung unterzogen wird. Anschliessend wird der warmverformte Stahl auf eine Temperatur knapp unterhalb A_{r3} gekühlt, wodurch ein Austenit-Ferrit-Mischgefüge gebildet wird, das anschliessend einer zweiten Warmverformung unterzogen wird. Schliesslich wird eine Abschreckung des Stahls vorgenommen, wobei ein Mischgefüge aus Martensit oder Bainit in einer duktilen Ferritmatrix gebildet wird. Die US 4,604,145 und die CN 1 088 265 A beschreiben weitere Verfahren zur Herstellung von Draht- oder Stabstahl, in welchen nach einem austenitischen Walzen ebenfalls eine Warmverformung im Austenit-Ferrit-Mischphasengebiet durchgeführt wird. Keine der oben genannten Veröffentlichungen enthält jedoch irgendwelche Angaben darüber, welcher Restanteil an Austenitphase für die Warmverformung im Mischphasengebiet zu wählen ist.

Darstellung der Erfindung

40 **[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zur Herstellung von Stab- oder Drahtstahl anzugeben, welche eine bessere Kontrolle der Eigenschaften der Verfahrenserzeugnisse erlauben. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, Walzdraht oder Stabstahl mit verbesserten Eigenschaften bereitzustellen.

45 **[0006]** Gelöst werden diese Aufgaben durch das im Anspruch 1 definierte Verfahren, die im Anspruch 8 definierte Vorrichtung sowie das im Anspruch 13 definierte Erzeugnis.

[0007] Das erfindungsgemässe Verfahren beinhaltet gemäss Anspruch 1 die folgenden Verfahrensstufen:

50 a) in einer ersten Verfahrensstufe wird ein Stahl mit einem Gewichtsanteil von 0,01 bis 0,65% Kohlenstoff und bis zu 1,50% Silizium, bis zu 2% Mangan, bis zu 1,5% Chrom, bis zu 0,5% Molybdän, bis zu 1,5% Nickel, bis zu 0,2% Vanadium, bis zu 0,1% Niob, bis zu 0,01% Bor, bis zu 0,1% Titan und bis zu 0,06% Aluminium sowie weiteren stahlüblichen Beimengungen auf 1000 bis 1300°C erhitzt, anschliessend wird eine erste Warmverformung durch Walzen bei einer Temperatur oberhalb A_{r3} durchgeführt, wobei der Gesamtumformgrad bei der ersten Warmverformung mindestens 30% beträgt;

55 b) in einer zweiten Verfahrensstufe wird eine kontrollierte Abkühlung des Walzgutes und danach eine zweite Warmverformung bei einer Temperatur im Bereich von A_{r1} bis A_{r3} durchgeführt, wobei die kontrollierte Abkühlung derart

durchgeführt wird, dass im Walzgut vor der zweiten Warmverformung eine nur teilweise Umwandlung der Austenit-Phase in die Ferrit-Phase oder weitergehend in die Ferrit/Perlit-Phase stattfindet und dabei ein Mischgefüge gebildet wird, wobei der Gesamtumformgrad bei der zweiten Warmverformung 15 bis 35% beträgt; und

c) in einer dritten Verfahrensstufe wird eine Nachbehandlung des Walzgutes bis zur vollständigen Umwandlung der Austenit-Phase vorgenommen;

wobei die kontrollierte Abkühlung so durchgeführt wird, dass im Mischgefüge bei Beginn der zweiten Warmverformung ein vorgegebener Restanteil an Austenit-Phase vorhanden ist.

[0008] Überraschenderweise wurde gefunden, dass der bei Beginn der zweiten Warmverformung vorliegende Restanteil an Austenit-Phase eine Schlüsselgrösse darstellt, um die Eigenschaften des erzeugten Walzgutes zu beeinflussen. Mit dem erfindungsgemässen Verfahren können demnach die Eigenschaften der Verfahrenserzeugnisse in vorteilhafter Weise durch die Wahl des Restanteils an Austenit-Phase, aber auch durch die Temperatur bei der zweiten Warmverformung sowie anhand der Nachbehandlung des Walzgutes kontrolliert werden. Insbesondere ist damit Stab- oder Drahtstahl herstellbar, der einerseits eine hohe Zähigkeit und gute Umformeigenschaften aufweist und andererseits eine auf den Verwendungszweck des Erzeugnisses abgestimmte Festigkeit aufweist.

[0009] Die erfindungsgemässe Vorrichtung gemäss Anspruch 8 weist Vortriebsmittel für den Walzdraht oder Stabstahl sowie folgende, in Vortriebsrichtung nacheinander angeordnete Bestandteile auf:

Ofen;
erste Warmverformungsvorrichtung;
Vorrichtung zur kontrollierten Umwandlung von austenitischer Phase im Walzgut;
zweite Warmverformungsvorrichtung; und
Nachbehandlungsvorrichtung;

wobei die Umwandlungsvorrichtung mindestens eine Kühlstrecke mit nachfolgend angeordneter Wartevorrichtung beinhaltet.

[0010] Bevorzugte Ausführungsformen des Verfahrens sind in den Ansprüchen 2 bis 7, vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung in den Ansprüchen 9 bis 12 definiert.

[0011] Besonders gute Ergebnisse lassen sich mit dem Verfahren nach Anspruch 2 erreichen, bei welchem die erste Warmverformung einen ersten Walzvorgang bei einer Temperatur oberhalb 950°C sowie einen zweiten Walzvorgang bei einer Temperatur im Bereich zwischen A_{r3} und $A_{r3} + 150^\circ\text{C}$ umfasst.

[0012] Der bei Beginn der zweiten Warmverformung vorliegende Restanteil an Austenit-Phase ist in Abhängigkeit der gewünschten Eigenschaften der Verfahrenserzeugnisse vorzugeben. Gemäss der im Anspruch 3 definierten bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens beträgt der Restanteil an Austenit-Phase 30 bis 80%.

[0013] Gemäss der besonders bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens nach Anspruch 4 beinhaltet die kontrollierte Abkühlung mindestens eine Kühlungsphase mit zugehöriger nachgeschalteter Umwandlungsphase. Beispielsweise wird in der Kühlungsphase das Walzgut mit Wasser beaufschlagt, während die Umwandlungsphase im wesentlichen eine Wartephase beinhaltet, in deren Verlauf die teilweise Umwandlung der Austenit-Phase in die Ferrit-Phase oder weitergehend in die Ferrit/Perlit-Phase stattfindet. Dabei wird entweder die Kühlwirkung der Kühlungsphase oder die Dauer der Umwandlungsphase oder beides so eingestellt, dass der vorgegebene Restanteil an Austenit-Phase erreicht wird. Die Einstellung der Kühlwirkung kann insbesondere anhand der Kühlleistung und der Kühldauer erfolgen. Gewünschtenfalls kann die zweite Abkühlung aus einer Mehrzahl von Kühlungsphasen mit jeweils zugehörigen Umwandlungsphasen ausgestaltet sein.

[0014] Durch geeignete Wahl der in der dritten Verfahrensstufe bei der Nachbehandlung des Walzgutes verwendeten Abkühlgeschwindigkeit lassen sich die Eigenschaften der Verfahrenserzeugnisse weiter beeinflussen. Wird gemäss Anspruch 5 eine vergleichsweise langsame Abkühlgeschwindigkeit von 0,01 bis 0,5°C/s, vorzugsweise ungefähr 0,1°C/s gewählt, so führt dies zu Erzeugnissen mit einer vergleichsweise geringen Festigkeit und einer vergleichsweise hohen Kaltumformbarkeit. Wird hingegen gemäss Anspruch 6 eine vergleichsweise schnelle Abkühlgeschwindigkeit von mindestens 1°C/s, vorzugsweise ungefähr 8°C/s gewählt, so führt dies zu Erzeugnissen mit einer vergleichsweise hohen Festigkeit und einer vergleichsweise geringen Kaltumformbarkeit. Bei der im Anspruch 7 definierten Ausführungsform umfasst die Nachbehandlung ein Auskühlen des Walzgutes mit einer variablen Abkühlgeschwindigkeit. Insbesondere kann dabei ein stufenartiges Abkühlprogramm durchlaufen werden, welches beispielsweise zunächst eine vergleichsweise schnelle und danach eine vergleichsweise langsame Abkühlgeschwindigkeit umfasst.

[0015] Gemäss der bevorzugten Ausgestaltung nach Anspruch 9 ist die Kühlstrecke mit Mitteln zur Einstellung einer vordefinierten Kühlintensität ausgestattet. Gemäss Anspruch 10 ist die Wartevorrichtung als Durchlaufstrecke für das Walzgut ausgestaltet, wobei diese gemäss Anspruch 11 eine einstellbare Länge aufweist. Gemäss Anspruch 12 sind die Vortriebsmittel mit einer einstellbaren Vortriebsgeschwindigkeit betreibbar. Dies erlaubt es, für eine Durchlaufstrecke

ke vorgegebener Länge die Durchlaufzeit für das Walzgut einzustellen.

[0016] Für eine gute Zähigkeit ist gemäss der Hall-Petch-Gleichung ein Gefüge mit kleinen Korngrössen erforderlich. Ziel des Verfahrens ist deshalb das Einstellen eines Gefüges mit kleinen Korngrössen nach dem Abkühlen des Walzgutes auf Raumtemperatur. Als Gefüge der hier angegebenen Stähle stellt sich ein Gefüge mit Anteilen von Ferrit, Perlit und teils auch mit Anteilen von Bainit und Martensit ein. Die Korngrösse dieses Gefüges nach der Umwandlung der Austenit-Phase wird bei gleichem Umformgrad im wesentlichen von der Austenit-Korngrösse vor der Umwandlung beeinflusst. Je feiner das Austenit-Korn ist, desto kleiner sind die Körner des umgewandelten Gefüges. Die Austenit-Korngrösse nach der Rekristallisation wiederum hängt hauptsächlich von der Umformtemperatur ab. Je niedriger die Umformtemperatur ist, desto feiner ist das rekristallisierte Austenit-Gefüge und desto feiner ist das Gefüge nach der Umwandlung. Rekristallisiert der Austenit nach einer Verformung aufgrund einer zu niedrigen Temperatur nicht mehr, so ist aufgrund der verbliebenen Verfestigung das Gefüge nach der γ/α -Umwandlung feiner als dasjenige des rekristallisierten Austenits mit gleicher Korngrösse. Eine abschliessende Umformstufe im Temperaturbereich des Ferrits und Austenits führt zu einer weiteren Kornfeinung des Umwandlungsgefüges hin.

[0017] Zum Erreichen eines sehr feinkörnigen Gefüges werden die genannten Möglichkeiten zur Kornfeinung in dem hier beschriebenen Verfahren kombiniert eingesetzt. Nach der anfänglichen Austenitisierung wird in der ersten Verfahrensstufe eine Rekristallisation zur Kornfeinung veranlasst. In der zweiten Verfahrensstufe wird die Temperatur weiter abgesenkt und eine Umwandlung des Austenits abgewartet, wobei bei dieser Temperatur einerseits die Rekristallisation im Austenit nicht mehr stattfindet und andererseits sich vor einer zweiten Warmverformung bereits Ferrit (und/oder Perlit) gebildet hat, der durch die Verformung und anschliessende Rekristallisation eine weitere Kornverfeinerung erfährt. Wird nach der zweiten Warmverformung der Stahl in der dritten Verfahrensstufe sehr langsam abgekühlt, so kommt es zu einem Kornwachstum des Ferrits und damit zu einem Verlust an Festigkeit. Dieser Verlust an Festigkeit ist zum Erreichen einer guten Kaltumformbarkeit bei Stählen, die nach einer Kaltverformung vergütet werden, erwünscht.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher beschrieben, dabei zeigen:

Figur 1 eine Vorrichtung zur Herstellung von Draht- oder Stabstahl, in schematischer Darstellung;

Figur 2 Bruchdehnung A, Brucheinschnürung Z, Zugfestigkeit R_M und Dehngrenze $R_{p_{0,2}}$ der Verfahrenserzeugnisse des Ausführungsbeispiels 1 als Funktion des Restanteils an Austenitphase X, in diagrammatischer Darstellung;

Figur 3 Bruchdehnung A, Brucheinschnürung Z, Zugfestigkeit R_M und Dehngrenze $R_{p_{0,2}}$ der Verfahrenserzeugnisse des Ausführungsbeispiels 2 als Funktion des Restanteils an Austenitphase X, in diagrammatischer Darstellung; und

Figur 4 Bruchdehnung A, Brucheinschnürung Z, Zugfestigkeit R_M und Dehngrenze $R_{p_{0,2}}$ der Verfahrenserzeugnisse des Ausführungsbeispiels 3 als Funktion der Abkühlgeschwindigkeit dT/dt in der dritten Verfahrensstufe, in diagrammatischer Darstellung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0019] Die in der Figur 1 gezeigte Vorrichtung weist nicht näher dargestellte Vortriebsmittel für den Walzdraht oder Stabstahl 2 auf, welche diesen in einer Vortriebsrichtung V durch die Vorrichtung hindurch befördern. Ausgehend von einem Ofen 4 gelangt der Stahl zu einer ersten Warmverformungsvorrichtung 6, passiert danach eine Vorrichtung 8 zur kontrollierten Umwandlung von austenitischer Phase, durchläuft anschliessend eine zweite Warmverformungsvorrichtung 10 und erreicht schliesslich eine Nachbehandlungsvorrichtung 12.

[0020] Im gezeigten Beispiel beinhaltet die erste Warmverformungsvorrichtung 6 - in Vortriebsrichtung V nacheinander angeordnet - eine Vor- und Zwischenstrasse 14, eine Kühlvorrichtung 16, eine Temperatenausgleichsstrecke 18 sowie eine Fertigstrasse 20.

[0021] Die Vorrichtung 8 zur kontrollierten Umwandlung von austenitischer Phase - nachfolgend "Umwandlungsvorrichtung" genannt - beinhaltet eine Kühlstrecke 22 und eine nachfolgend angeordnete Wartevorrichtung 24. Vorteilhafterweise ist die Kühlstrecke 22 mit Luft- oder Wasserstrahl-Beaufschlagungsmitteln ausgestattet, um am durchlaufenden Walzgut eine vordefinierte Kühlintensität einzustellen. Im gezeigten Beispiel ist die Wartevorrichtung 24 als schlaufenartige Durchlaufstrecke vorgegebener Länge ausgestaltet. Gewünschtenfalls ist die Länge der Durchlauf-

strecke in einem gewissen Längenbereich einstellbar. Aus dem Vorangehenden wird ersichtlich, dass das Ausmass der Umwandlung von austenitischer Phase, welches sowohl von der Kühlintensität in der Kühlstrecke sowie von der zum Passieren der Durchlaufstrecke benötigten Zeit abhängig ist, durch geeignete Wahl der Kühlintensität und/oder der Länge der Durchlaufstrecke einstellbar ist. Im Prinzip lässt sich hierfür auch die Vortriebsgeschwindigkeit des Walzgutes als weiterer Steuerungsparameter heranziehen.

[0022] Die Nachbehandlungsvorrichtung 12, welche dem Auskühlen des Walzgutes 2 bis zur vollständigen Umwandlung der Austenit-Phase dient, erlaubt zweckmässigerweise die Einstellung unterschiedlicher Abkühlgeschwindigkeiten. Beispielsweise kann hierfür eine Ofenkammer vorgesehen sein, in welche das Walzgut nach Verlassen der zweiten Warmverformungsvorrichtung 10 eingelagert wird, um eine sehr langsame Abkühlung vorzunehmen. Demgegenüber ist eine schnelle Abkühlung des Walzgutes beispielsweise mittels Pressluft- oder Kühlwassergebläsen erreichbar.

[0023] Bei der Herstellung von Draht- oder Stabstahl werden mittels der beschriebenen Vorrichtung die folgenden Verfahrensstufen durchgeführt.

[0024] In einer ersten Verfahrensstufe wird ein Stahl mit einem Gewichtsanteil von 0,01 bis 0,65% Kohlenstoff und bis zu 1,50% Silizium, bis zu 2% Mangan, bis zu 1,5% Chrom, bis zu 0,5% Molybdän, bis zu 1,5% Nickel, bis zu 0,2% Vanadium, bis zu 0,1% Niob, bis zu 0,01% Bor, bis zu 0,1% Titan und bis zu 0,06% Aluminium sowie weiteren stahlüblichen Beimengungen im Ofen 2 auf 1000 bis 1300°C erhitzt. Anschliessend wird mittels der ersten Warmverformungsvorrichtung 6 eine erste Warmverformung durch Walzen bei einer Temperatur oberhalb A_{r3} durchgeführt. Die erste Warmverformung wird im gezeigten Beispiel mehrstufig vorgenommen. Zuerst wird in der Vor- und Zwischenstrasse 14 bei Temperaturen um 950°C der Querschnitt des Walzgutes schrittweise reduziert. Durch Rekristallisationsvorgänge während und nach den einzelnen Walzenstichen wird das grobe Austenit-Ausgangsgefüge gefeint. Danach wird in der Kühlvorrichtung 16 das Walzgut durch Beaufschlagung mit Wasser gekühlt. Dabei stellt sich ein erheblicher Temperaturgradient zwischen der gekühlten Oberfläche und dem Kern des Walzgutes ein. In der anschliessenden Temperaturengleichsstrecke 18 wird dieser Temperaturgradient durch Wärmeleitung innerhalb des Walzgutes abgebaut. Die Länge der Temperaturengleichsstrecke 18 ist konstant und die Aufenthaltszeit des Walzgutes ist von der Geschwindigkeit des Walzgutes abhängig. Die mittlere Temperatur des Walzgutes nach dem Verlassen der Temperaturengleichsstrecke ist über die Kühlintensität der Kühlvorrichtung 16 einstellbar, wobei abhängig von der verwendeten Stahlsorte und den gewünschten Eigenschaften eine Temperatur im Bereich von 750 bis 900°C gewählt wird. In der Fertigstrasse 20 wird anschliessend das Walzgut bei kontrollierter Temperatur nochmals warmverformt, wobei der Gesamtumformgrad am Ende der ersten Verfahrensstufe, d.h. nach Durchlaufen der Fertigstrasse 20, mindestens 30% betragen muss. Ziel dieser Verformung bei abgesenkter Temperatur ist eine weitere Feinung des Austenitgefüges und damit eine Beschleunigung der Phasenumwandlungen in der Ferrit-, Perlit und Bainitstufe in der nachfolgenden zweiten Verfahrensstufe. Das Ergebnis sind wesentlich feinere und homogenere Gefüge nach der Umwandlung. Verbunden damit kann eine Reduktion der Festigkeiten und eine Verbesserung der Umformbarkeit sein.

[0025] In einer zweiten Verfahrensstufe wird eine kontrollierte Abkühlung des Walzgutes und danach eine zweite Warmverformung bei einer Temperatur im Bereich von A_{r1} bis A_{r3} durchgeführt. Nach dem Verlassen der Fertigstrasse 20 wird das Walzgut in der Kühlstrecke 22 weiter abgekühlt und durchläuft die nachfolgend angeordnete Wartevorrichtung 24, wobei es im Walzgut zu einer Gefügeumwandlung der γ -Phase (Austenit) in die α -Phase (Ferrit) kommt. In der zweiten Warmverformungsvorrichtung 10, auch Mehrphasen-Walzstufe genannt, wird durch Walzen eine weitere Querschnittreduktion vorgenommen, wobei der Umformgrad 15 bis 35% beträgt. Die Temperatur beim Walzen im Mehrphasengebiet liegt zwischen 625 und 725°C. Wesentlich in der zweiten Verfahrensstufe ist, dass die Abkühlung des Walzgutes kontrolliert durchgeführt wird derart, dass im Walzgut vor der zweiten Warmverformung eine nur teilweise Umwandlung der Austenit-Phase in die Ferrit-Phase oder weitergehend in die Ferrit/Perlit-Phase stattfindet und dabei ein Mischgefüge gebildet wird, welches bei Beginn der zweiten Warmverformung einen vorgegebenen Restanteil an Austenit-Phase aufweist.

[0026] Die Eigenschaften des Stahls werden über die Walztemperatur und besonders den Umwandlungsgrad von γ nach α eingestellt. Der Umwandlungsgrad selbst ist abhängig vom Beginn der Umwandlung und der Umwandlungsgeschwindigkeit, welche ihrerseits abhängen von:

- der chemischen Zusammensetzung: durch Legierungselemente wie C, Mn, Cr, Mo, B, Nb wird die Umwandlung verzögert;
- dem Umformungsgrad und der Umformtemperatur in der Fertigstrasse: ein grösserer Umformgrad und eine tiefere Umformtemperatur beschleunigen den Beginn der Umwandlung;
- der Kühlung in der Kühlstrecke: ein Kühlen des Walzgutes auf tiefere Temperaturen führt zuerst zu einer Verschiebung der A_{r3} -Temperatur, aber kann dennoch bei ausreichend hohen Umwandlungstemperaturen die Umwandlungsgeschwindigkeit merklich beschleunigen.

[0027] Sind diese Faktoren festgelegt, so ist der Umwandlungsgrad eine Funktion der Zeit.

[0028] Ein zentraler Punkt ist die Kontrolle des Umwandlungsgrads zum Zeitpunkt des Walzens in der Mehrphasen-Walzstufe. Anlagentechnisch bestehen hierfür drei Möglichkeiten:

1. Die Umwandlungsstrecke hat eine feste Länge. Der Umwandlungsgrad beim Walzen in der Mehrphasen-Walzstufe wird allein durch die Temperatur des Walzgutes nach dem Verlassen der Fertigstrasse und der Kühlung in der Kühlstrecke 22 so eingestellt, dass der Umwandlungsgrad beim Walzen in der Mehrphasen-Walzstufe den für die gewünschte Gefügeeinstellung optimalen Wert aufweist. Umwandlungsfreudige Stähle werden für eine langsamere Umwandlung mit hohen Temperaturen in der Fertigstrasse gewalzt, umwandlungsträge Stähle werden zur Beschleunigung der Umwandlung mit niedrigen Temperaturen gewalzt.

2. Die Umwandlungsstrecke hat eine feste Länge mit mehreren Kühlstrecken dazwischen. Durch eine geeignete Kühlstrategie wird die Temperatur des Walzgutes und damit der Beginn und die Geschwindigkeit der Umwandlung so gesteuert, dass der Umwandlungsgrad beim Walzen in der Mehrphasen-Walzstufe den für die gewünschte Gefügeeinstellung optimalen Wert aufweist.

3. Die Umwandlungsstrecke hat eine variable Länge. Die Länge wird im Zusammenspiel mit der Kühlung in der Kühlstrecke 22 so abgestimmt, dass der Umwandlungsgrad des Walzgutes beim Eintritt in die Mehrphasen-Walzstufe den für die gewünschte Gefügeeinstellung optimalen Wert aufweist.

[0029] Werden Stähle mit hohen Gehalten an umwandlungshemmenden Elementen wie zum Beispiel C, Mo, Cr, B gewalzt, kann die zur Ferritbildung nötige Umwandlungszeit so lang sein, dass das Walzgut in der Umwandlungsstrecke zu stark abkühlt. In diesen Fällen ist das Wiederaufheizen des Walzgutes zum Beispiel mit einer Induktionsheizung erforderlich. Diese kann sich innerhalb der Umwandlungsstrecke wie direkt vor der Mehrphasen-Walzstufe befinden.

[0030] In einer dritten Verfahrensstufe wird eine Nachbehandlung des Walzgutes bis zur vollständigen Umwandlung der Austenit-Phase vorgenommen. Nach der Endverformung kann das Walzgut unterschiedlich schnell abgekühlt werden. Durch geeignete anlagentechnische Massnahmen sind Abkühlgeschwindigkeiten von 0,01 bis 20°C/s einstellbar. Durch eine gezielte Abkühlung kann der resultierende Gefügezustand des Walzgutes massgeblich beeinflusst werden.

- Bei langsamer bzw. verzögerter Abkühlung mit Abkühlgeschwindigkeiten bis 0,5°C/s kommt es zu einer weiteren Eiformung des Perlits und zu einem Ferritkornwachstum. Die Festigkeit wird dadurch gesenkt und die Kaltumformbarkeit des Materials wesentlich erhöht.
- Bei schneller Abkühlung mit mindestens 1°C/s lassen sich neben dem Ferrit bestimmte festigkeitssteigernde Gefügezustände, wie etwa Bainit oder Martensit, einstellen.

Beispiele

[0031] In allen Beispielen beinhaltet die kontrollierte Abkühlung der zweiten Verfahrensstufe ein Abkühlen des Walzgutes an Luft. Der Restanteil an Austenit-Phase bei Beginn der zweiten Warmverformung wurde dabei anhand der Wartezeit zwischen der ersten und zweiten Warmverformung eingestellt.

[0032] Zur Bestimmung des Restanteils an Austenit-Phase wurden in an sich bekannter Weise Abschreckproben verwendet, bei welchen anstelle der zweiten Warmverformung einer Abschreckung in Wasser vorgenommen wurde. Durch eine metallografische Untersuchung wurde anhand des Martensitanteils der Restanteil des Austenits zum Zeitpunkt des Abschreckens ermittelt.

Beispiel 1

[0033] Stabstahlproben der Stahlsorte 8MnSi7 mit der Zusammensetzung gemäss Tabelle 1 wurden bei 1050°C während 10 min austenitisiert, an Luft bis auf 900°C abgekühlt und danach einer ersten Warmverformung mit einer Querschnittsreduktion von 41% unterzogen.

Tabelle 1:

Stabstahlproben von Beispiel 1 (Gewichts-%)							
C	Mn	Si	N	Al	Cr	B	Fe*
0,10%	1,69%	1,03%	0,0066%	0,010%	0,03%	0,0000%	Rest

* und stahlübliche Beimengungen

[0034] Anschliessend wurden die Proben an Luft während einer vorgegebenen Wartezeit weiter abgekühlt und daraufhin bei der dannzumal erreichten Bearbeitungstemperatur T_B einer zweiten Warmverformung mit einer Querschnittsreduktion von 31% unterzogen. Im vorliegenden Beispiel wurden zwei unterschiedliche Abkühlzeiten verwendet und damit ein Restanteil an Austenitphase von 75% (Probe A) beziehungsweise 30% (Probe B) eingestellt.

[0035] Schliesslich wurden die Proben an Luft auf Raumtemperatur abgekühlt. Die Abkühlgeschwindigkeit bis zur vollständigen Umwandlung der Austenit-Phase betrug ungefähr 2°C/s . Die Eigenschaften der Verfahrenserzeugnisse sind in der Tabelle 2 angegeben und in der Figur 2 grafisch dargestellt.

Tabelle 2:

Eigenschaften der Verfahrenserzeugnisse von Beispiel 1			
	Symbol	Probe A	Probe B
Restanteil an Austenit-Phase [%]	x	75	30
Umwandlungsgrad [%]	100-x	25	70
Bearbeitungstemperatur [$^\circ\text{C}$]	T_B	740	655
Zugfestigkeit [MPa]	R_M	665	707
Dehngrenze [MPa]	$R_{p0,2}$	568	630
Bruchdehnung [%]	A	29,7	24,2
Brucheinschnürung [%]	Z	73,2	73,5

[0036] Mit zunehmendem Umwandlungsgrad, d.h. mit abnehmendem Restanteil an Austenit-Phase, nahm die Festigkeit von 665 MPa auf 707 MPa zu, ebenso die Dehngrenze von 568 MPa auf 630 MPa. Demgegenüber blieb die Brucheinschnürung mit einem Wert von ungefähr 73% im wesentlichen unbeeinflusst, während die Bruchdehnung von 29,7% auf 24,2% abnahm.

[0037] Wird Stahl derselben Sorte gemäss einem Verfahren nach dem Stand der Technik bei 850°C austenitisch, d. h. ohne ferritische Gefügeanteile umgeformt, so ist bei ungefähr gleicher Brucheinschnürung die Zugfestigkeit mit rund 600 MPa deutlich geringer. Der Gewinn an Festigkeit ohne Verluste bei der Brucheinschnürung durch das neue Verfahren kann bis zu 100 MPa betragen.

Beispiel 2

[0038] Stabstahlproben der Stahlsorte 32CrB4 mit der Zusammensetzung gemäss Tabelle 3 wurden bei 1200°C während 60 min austenitisiert, an Luft bis auf 800°C abgekühlt und danach einer ersten Warmverformung mit einer Querschnittsreduktion von 41% unterzogen.

Tabelle 3:

Stabstahlproben von Beispiel 2 (Gewichts-%)							
C	Mn	Si	N	Al	Cr	B	Fe*
0,34 %	0,81 %	0,08%	0,0094%	0,025%	1,08%	0,0033%	Rest

* und stahlübliche Beimengungen

[0039] Anschliessend wurden die Proben an Luft während unterschiedlichen Wartezeiten (Proben C, D, E bzw. F) mit einer mittleren Abkühlgeschwindigkeit von $2,8^\circ\text{C/s}$ weiter abgekühlt und daraufhin bei der dannzumal erreichten Bearbeitungstemperatur T_B einer zweiten Warmverformung mit einer Querschnittsreduktion von 31% unterzogen.

[0040] Schliesslich wurden die Proben an Luft auf Raumtemperatur abgekühlt. Die Abkühlgeschwindigkeit bis zur vollständigen Umwandlung der Austenit-Phase betrug ungefähr $0,5^\circ\text{C/s}$. Die Eigenschaften der Verfahrenserzeugnisse sind in der Tabelle 4 angegeben und in der Figur 3 grafisch dargestellt.

Tabelle 4:

Eigenschaften der Verfahrenserzeugnisse von Beispiel 2					
	Symbol	Probe C	Probe D	Probe E	Probe F
Restanteil an [%] Austenit-Phase [%]	x	80	60	40	30

EP 1 371 737 A1

Tabelle 4: (fortgesetzt)

Eigenschaften der Verfahrenserzeugnisse von Beispiel 2					
	Symbol	Probe C	Probe D	Probe E	Probe F
Umwandlungsgrad [%]	100-x	20	40	60	70
Bearbeitungstemperatur [°C]	TB B	670	685	700	682
Zugfestigkeit [MPa]	R _M	725	741	764	781
Dehngrenze [MPa]	Rp _{0,2}	607	604	620	641
Bruchdehnung [%]	A	21,7	22,7	21,3	19,4
Brucheinschnürung [%]	Z	68,3	67,6	68,2	66,7

[0041] Wie aus der Tabelle 4 zu entnehmen ist, nahm mit zunehmender Wartezeit und abnehmendem Restanteil an Austenit-Phase die Temperatur T_B nicht etwa monoton ab, sondern diese stieg zunächst von 670°C bis auf 700°C an und sank erst bei noch weitergehender Umwandlung wieder ab auf 682°C. Dieses Verhalten ist darauf zurückzuführen, dass die Phasenumwandlung exotherm ist.

[0042] Die Festigkeit nahm mit zunehmendem Umwandlungsgrad von 725 MPa auf 781 MPa zu, wobei die Brucheinschnürung mit einem Wert von rund 67% nahezu konstant blieb. Die Bruchdehnung blieb zunächst annähernd konstant bei rund 22% und sank erst bei einem Umwandlungsgrad von 70% auf 19,4% ab.

Beispiel 3

[0043] Stabstahlproben derselben Stahlsorte 32CrB4 wie im Beispiel 2 wurden bei 1050°C während 10 min austenitisiert, an Luft bis auf 800°C abgekühlt und danach einer ersten Warmverformung mit einer Querschnittsreduktion von 41% unterzogen.

[0044] Anschliessend wurden die Proben an Luft während einer vorgegebenen Wartezeit mit einer Abkühlgeschwindigkeit von 3,4°C/s auf eine Bearbeitungstemperatur T_B = 650°C abgekühlt. Zu diesem Zeitpunkt waren 20% des Austenits umgewandelt. Es wurde dann eine zweite Warmverformung mit einer Querschnittsreduktion von 31% durchgeführt. Schliesslich wurden die Proben unterschiedlichen Arten von Nachbehandlung unterzogen.

- Probe G wurde während 45 min in einem Ofen bei 670°C gelagert und dann mit einer Abkühlgeschwindigkeit dT/dt von ungefähr 0,01 °C/s auf Raumtemperatur abgekühlt.
- Probe H wurde mit einer mittleren Abkühlgeschwindigkeit dT/dt von rund 0,5°C/s (im Temperaturbereich zwischen T_B und 500°C) bis auf Raumtemperatur abgekühlt.
- Probe J wurde mit einer mittleren Abkühlgeschwindigkeit dT/dt von rund 2°C/s (im Temperaturbereich zwischen T_B und 500°C) bis auf Raumtemperatur abgekühlt.

[0045] Die Eigenschaften der so erhaltenen Verfahrenserzeugnisse sind in der Tabelle 5 angegeben und in der Figur 4 grafisch dargestellt.

Tabelle 5:

Eigenschaften der Verfahrenserzeugnisse von Beispiel 3				
	Symbol	Probe G	Probe H	Probe J
Restanteil an Austenit-Phase [%]	x	80	80	80
Umwandlungsgrad [%]	100-x	20	20	20
Bearbeitungstemperatur [°C]	TB	650	650	650
Kühlgeschwindigkeit bei der Nachbehandlung	dT/dt	zuerst isotherm dann 0,5 C/s	angsam 0,5 C/s	schnell 2 C/s
Zugfestigkeit [MPa]	R _M	665	714	730
Dehngrenze [MPa]	Rp _{0,2}	555	548	614
Bruchdehnung [%]	A	25,0	23,1	22,7

Tabelle 5: (fortgesetzt)

Eigenschaften der Verfahrenserzeugnisse von Beispiel 3				
	Symbol	Probe G	Probe H	Probe J
Brucheinschnürung [%]	Z	64,4	66,8	67,6

[0046] Die Festigkeit nahm in Abhängigkeit von der Temperaturführung bei der Nachbehandlung von 665 MPa auf 730 MPa zu, ebenso die Dehngrenze von 555 MPa auf 614 MPa. Die Brucheinschnürung verbesserte sich von 64,4% auf über 67% und die Bruchdehnung sank von 25% bei den ausgelagerten Proben auf rund 23% bei den kontinuierlich abgekühlten Proben.

Schlussbemerkungen

[0047] Das beschriebene Verfahren kann auf Stähle angewendet werden, deren Zusammensetzung durch Gewichtsanteile von 0,01 bis 0,65% Kohlenstoff und bis zu 1,50% Silizium, bis zu 2% Mangan, bis zu 1,5% Chrom, bis zu 0,5% Molybdän, bis zu 1,5% Nickel, bis zu 0,2% Vanadium, bis zu 0,1% Niob, bis zu 0,01% Bor, bis zu 0,1% Titan und bis zu 0,06% Aluminium charakterisiert ist. Andere Elemente wie Kupfer, Zinn, Arsen, Antimon etc. können als stahlübliche Begleitelemente zusätzlich enthalten sein.

[0048] Die zu wählende chemische Zusammensetzung hängt von den nach der Erzeugung des Walzdrahtes oder Stabstahls vorgesehenen Verarbeitungsschritten ab. Die einzelnen Elemente wie Kohlenstoff, Silizium und Mangan dienen zur Einstellung der Festigkeit bei Stählen, die keiner Wärmebehandlung unterworfen werden. Bei Stählen, die nach der Kaltverformung schlussvergütet werden, wird die dafür nötige Fähigkeit zum Durchhärten in Abhängigkeit vom Querschnitt des Teiles durch Zugabe von Kohlenstoff, Mangan, Chrom, Molybdän, Nickel, Vanadium und Bor eingestellt.

Bezugszeichenliste

[0049]

- 2 Walzgut
- 4 Ofen
- 6 erste Warmverformungsvorrichtung
- 8 Umwandlungsvorrichtung
- 10 zweite Warmverformungsvorrichtung
- 12 Nachbehandlungsvorrichtung
- 14 Vorstrasse
- 16 Kühlvorrichtung
- 18 Temperatursausgleichsstrecke
- 20 Zwischenstrasse
- 22 Kühlstrecke
- 24 Wartevorrichtung
- V Vortriebsrichtung für 2

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Draht- oder Stabstahl, welches die folgenden Verfahrensstufen beinhaltet:

a) in einer ersten Verfahrensstufe wird ein Stahl mit einem Gewichtsanteil von 0,01 bis 0,65% Kohlenstoff und bis zu 1,50% Silizium, bis zu 2% Mangan, bis zu 1,5% Chrom, bis zu 0,5% Molybdän, bis zu 1,5% Nickel, bis zu 0,2% Vanadium, bis zu 0,1% Niob, bis zu 0,01% Bor, bis zu 0,1% Titan und bis zu 0,06% Aluminium sowie weiteren stahlüblichen Beimengungen auf 1000 bis 1300°C erhitzt, anschliessend wird eine erste Warmverformung durch Walzen bei einer Temperatur oberhalb A_{r3} durchgeführt, wobei der Gesamtumformgrad bei der ersten Warmverformung mindestens 30% beträgt;

b) in einer zweiten Verfahrensstufe wird eine kontrollierte Abkühlung des Walzgutes und danach eine zweite Warmverformung bei einer Temperatur im Bereich von A_{r1} bis A_{r3} durchgeführt, wobei die kontrollierte Ab-

kühlung derart durchgeführt wird, dass im Walzgut vor der zweiten Warmverformung eine nur teilweise Umwandlung der Austenit-Phase in die Ferrit-Phase oder weitergehend in die Ferrit/Perlit-Phase stattfindet und dabei ein Mischgefüge gebildet wird, wobei der Gesamtumformgrad bei der zweiten Warmverformung 15 bis 35% beträgt; und

c) in einer dritten Verfahrensstufe wird eine Nachbehandlung des Walzgutes bis zur vollständigen Umwandlung der Austenit-Phase vorgenommen;

dadurch gekennzeichnet, dass die kontrollierte Abkühlung so durchgeführt wird, dass im Mischgefüge bei Beginn der zweiten Warmverformung ein vorgegebener Restanteil (x) an Austenit-Phase vorhanden ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Warmverformung einen ersten Walzvorgang bei einer Temperatur oberhalb 950°C sowie einen zweiten Walzvorgang bei einer Temperatur im Bereich zwischen Ar_3 und $Ar_3 + 150^\circ C$ umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorgegebene Restanteil (x) an Austenit-Phase 30 bis 80% beträgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kontrollierte Abkühlung mindestens eine Kühlungsphase mit zugehöriger nachgeschalteter Umwandlungsphase beinhaltet, wobei man die Kühlwirkung der Kühlungsphase und/ oder die Dauer der Umwandlungsphase so einstellt, dass der vorgegebene Restanteil (x) an Austenit-Phase erreicht wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der dritten Verfahrensstufe die Nachbehandlung ein Auskühlen des Walzgutes mit einer Abkühlgeschwindigkeit von 0,01 bis 0,5°C/s, vorzugsweise ungefähr 0,1°C/s beinhaltet.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der dritten Verfahrensstufe die Nachbehandlung ein Auskühlen des Walzgutes mit einer Abkühlgeschwindigkeit von mindestens 1°C/s, vorzugsweise ungefähr 8°C/s beinhaltet.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der dritten Verfahrensstufe die Nachbehandlung ein Auskühlen des Walzgutes mit einer variablen Abkühlgeschwindigkeit beinhaltet.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit Vortriebsmitteln für den Walzdraht oder Stabstahl (2) sowie mit folgenden, in Vortriebsrichtung (V) nacheinander angeordneten Bestandteilen:

Ofen (4);
erste Warmverformungsvorrichtung (6);
Vorrichtung (8) zur kontrollierten Umwandlung von austenitischer Phase im Walzgut;
zweite Warmverformungsvorrichtung (10); und
Nachbehandlungsvorrichtung (12);

wobei die Umwandlungsvorrichtung (8) mindestens eine Kühlstrecke (22) mit nachfolgend angeordneter Wartevorrichtung (24) beinhaltet.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlstrecke (22) mit Mitteln zur Einstellung einer vordefinierten Kühlintensität ausgestattet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wartevorrichtung (24) als Durchlaufstrecke für das Walzgut (2) ausgestaltet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchlaufstrecke eine einstellbare Länge aufweist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vortriebsmittel mit einer einstellbaren Vortriebsgeschwindigkeit betreibbar sind.

13. Walzdraht oder Stabstahl, hergestellt mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

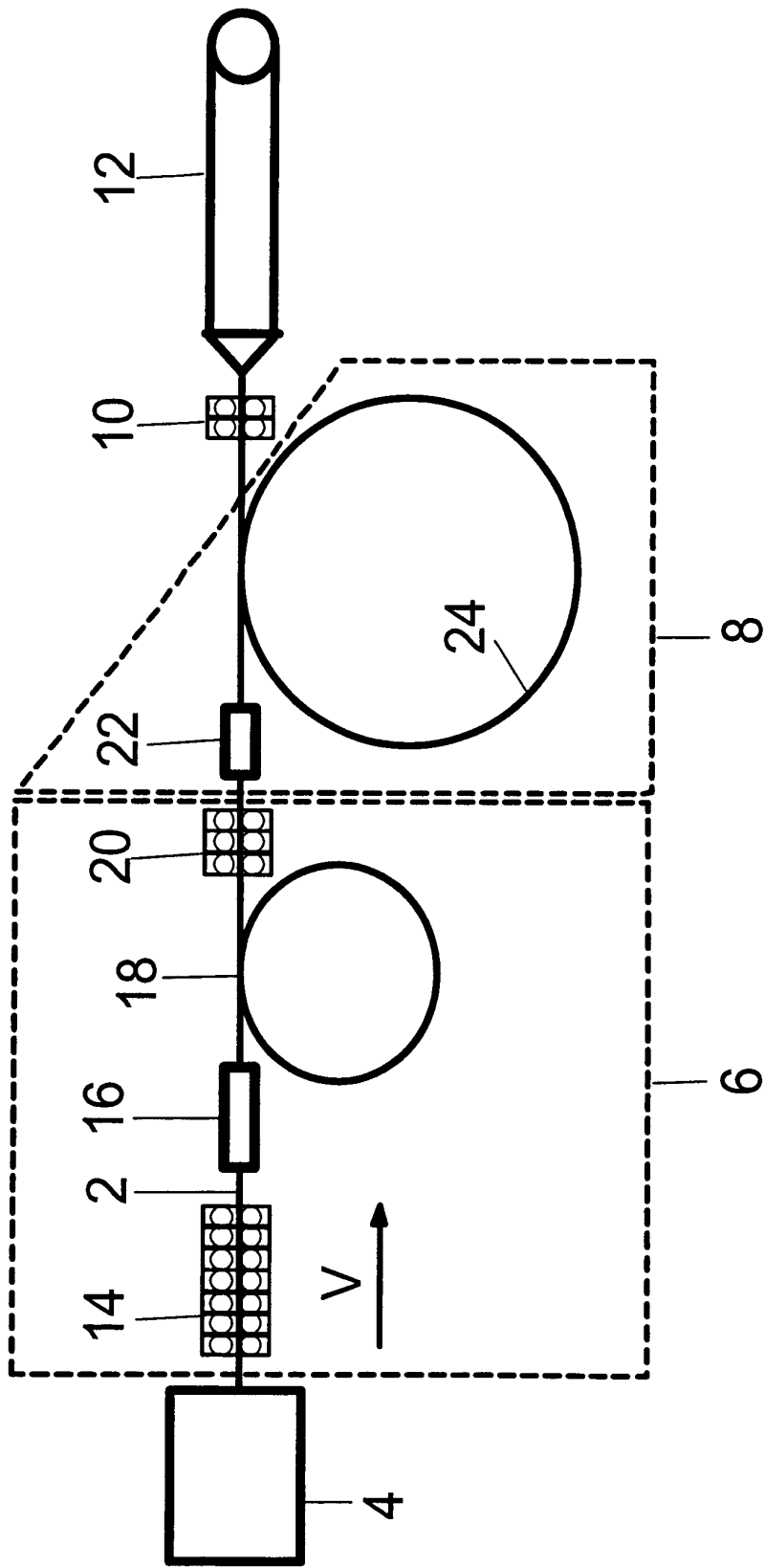


Fig. 1

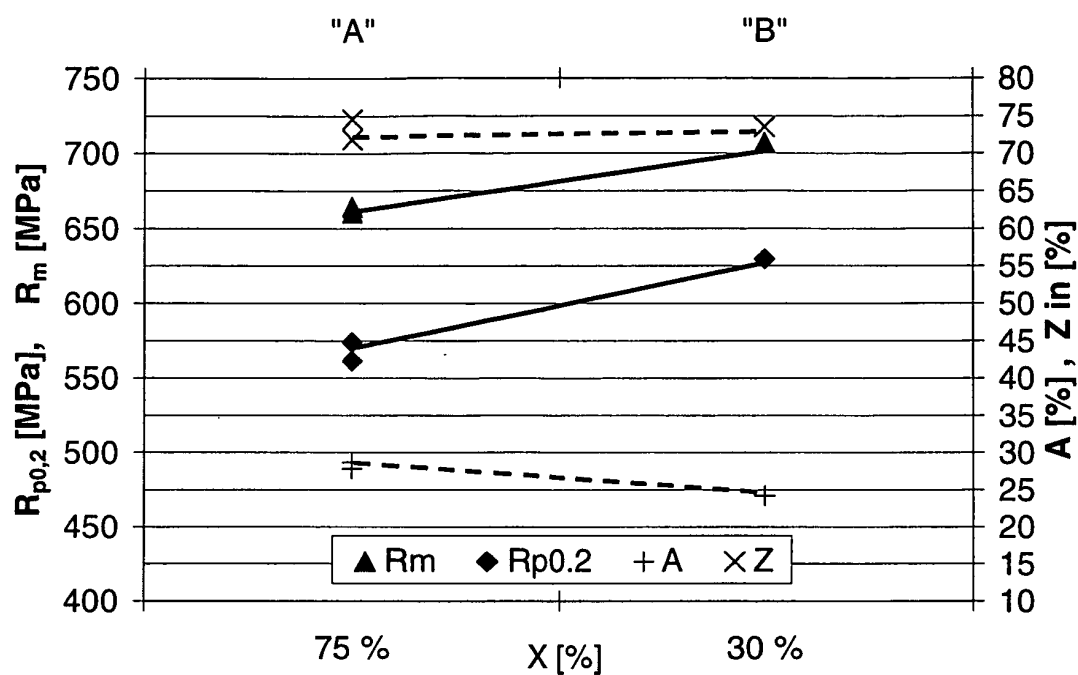


Fig. 2

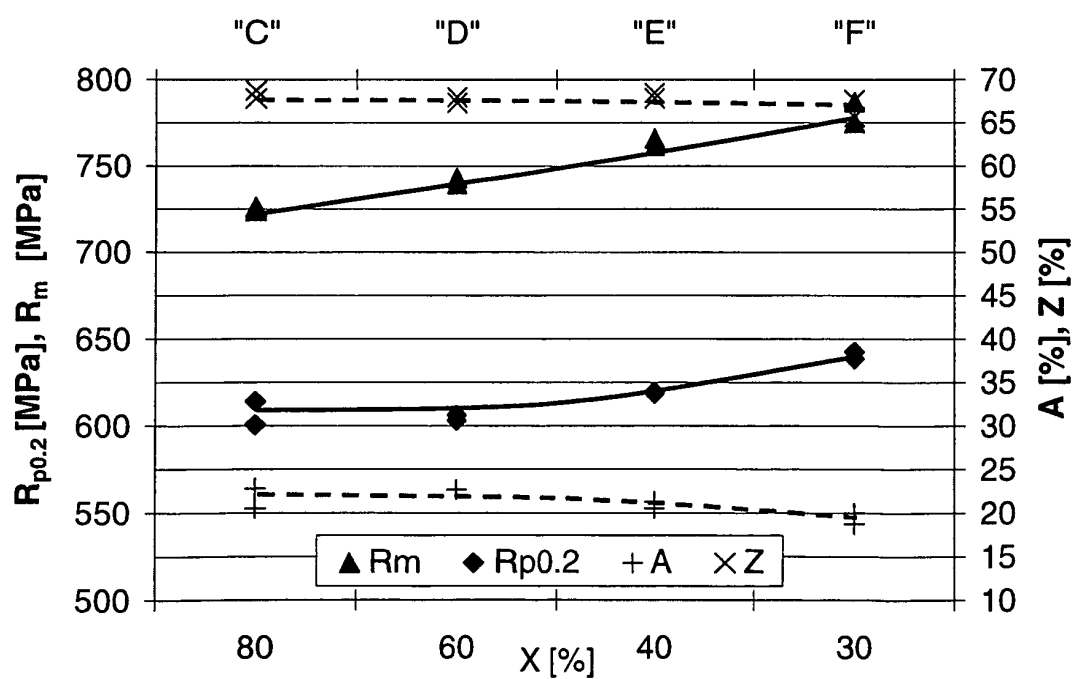


Fig. 3

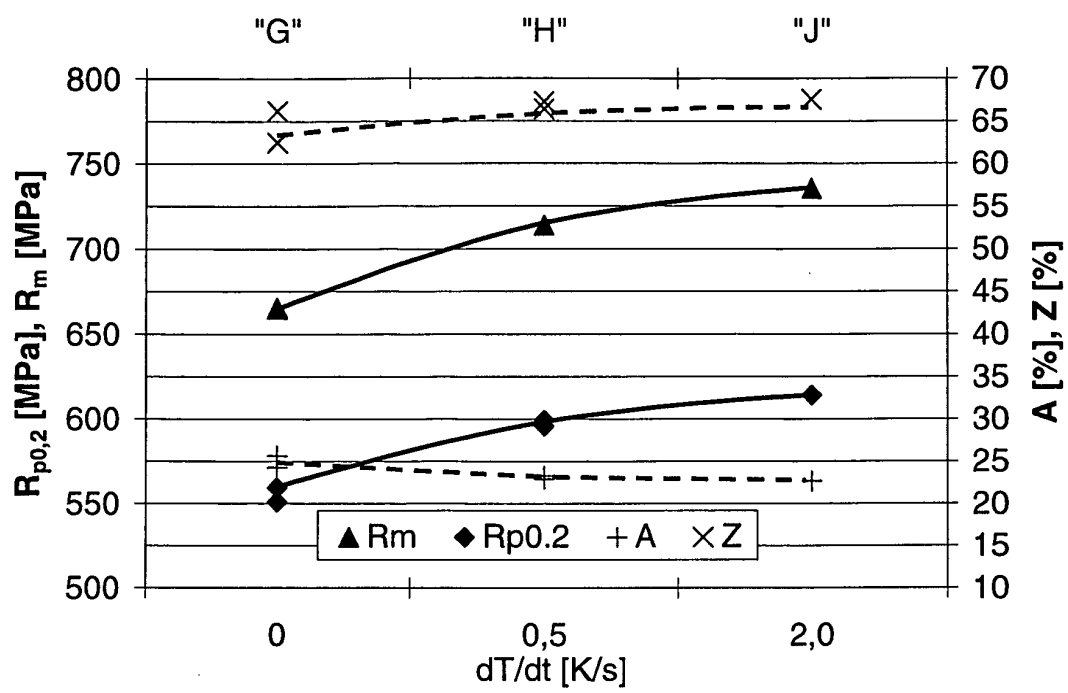


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 01 2209

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,X	WO 86 01231 A (UNIV CALIFORNIA) 27. Februar 1986 (1986-02-27) * Ansprüche; Abbildung 1; Beispiel 4 *	1	C21D8/06
A,D	US 4 604 145 A (KANABARA SUSUMU ET AL) 5. August 1986 (1986-08-05) * Ansprüche *	1,4	
A,D	DATABASE WPI Section Ch, Week 199531 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class M24, AN 1995-232286 XP002221735 & CN 1 088 265 A (UNIV NAT DEFENCE SCI & TECHNOLOGY), 22. Juni 1994 (1994-06-22) * Zusammenfassung *	1,2	
A	BE 827 605 A (CENTRE DE RECHERCHES MÉTALLURGIQUES) 31. Juli 1975 (1975-07-31)		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 246 (C-251), 10. November 1984 (1984-11-10) & JP 59 126721 A (KAWASAKI SEITETSU KK), 21. Juli 1984 (1984-07-21) * Zusammenfassung *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) C21D
A	CHABBI L ET AL: "TEMPERATURKONTROLLIERTES WALZEN VON VERGUETUNGSSTAHELEN IM ZWEIPHASENGEBIET" STAHL UND EISEN, VERLAG STAHLISEN GMBH. DUSSELDORF, DE, Bd. 118, Nr. 3, 16. März 1998 (1998-03-16), Seiten 63-66, XP000739231 ISSN: 0340-4803		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 26. September 2003	Prüfer Mollet, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 01 2209

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-09-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 8601231 A	27-02-1986	US 4619714 A	28-10-1986
		AU 590212 B2	02-11-1989
		AU 4725785 A	07-03-1986
		BR 8506866 A	23-09-1986
		CA 1249207 A1	24-01-1989
		DK 155586 A	04-04-1986
		EP 0190312 A1	13-08-1986
		ES 8703530 A1	01-05-1987
		FI 861437 A	03-04-1986
		IN 165054 A1	12-08-1989
		JP 62500247 T	29-01-1987
		NO 861325 A	30-05-1986
		NZ 212916 A	30-03-1988
		PT 80918 A ,B	01-09-1985
		WO 8601231 A1	27-02-1986
		ZA 8505824 A	26-03-1986
US 4604145 A	05-08-1986	JP 1025811 B	19-05-1989
		JP 1539979 C	16-01-1990
		JP 60149723 A	07-08-1985
		JP 1004570 B	26-01-1989
		JP 1696745 C	28-09-1992
		JP 60149724 A	07-08-1985
		JP 1004568 B	26-01-1989
		JP 1525544 C	30-10-1989
		JP 60155621 A	15-08-1985
		CA 1222678 A1	09-06-1987
		ES 8505413 A1	01-09-1985
		FR 2558174 A1	19-07-1985
		GB 2154476 A ,B	11-09-1985
CN 1088265 A	22-06-1994	KEINE	
BE 827605 A	31-07-1975	BE 827605 A1	31-07-1975
		LU 74689 A1	11-11-1976
JP 59126721 A	21-07-1984	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82