

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 411 140 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

21.04.2004 Patentblatt 2004/17

(51) Int Cl.7: **C22C 38/04**, C22C 38/06,

C22C 38/14, C21D 8/04,

C21D 8/02, C21D 9/48

(21) Anmeldenummer: **03018184.6**

(22) Anmeldetag: **09.08.2003**

(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

(72) Erfinder:

• **Engl, Bernhard, Dr.-Ing.**

44267 Dortmund (DE)

• **Horn, Klaus-Dieter**

44369 Dortmund (DE)

(30) Priorität: **15.10.2002 DE 10247998**

(74) Vertreter: **COHAUSZ & FLORACK**

Patent- und Rechtsanwälte

Bleichstrasse 14

40211 Düsseldorf (DE)

(71) Anmelder: **ThyssenKrupp Stahl AG**

47166 Duisburg (DE)

(54) **Verfahren zum Herstellen eines besonders gut verformbaren kaltgewalzten Stahlbands oder -blechs**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines kaltgewalzten Stahlbands oder -blechs, welches folgende Schritte umfasst: Vergießen einer (in Gew.-%) C: $\leq 0,1$ %, Mn: $\leq 0,5$ %, P: $< 0,03$ %, S: $< 0,03$ %, Al: $\leq 0,1$ %, N: $< 0,01$ %, Ti: $< 0,1$ %, Nb: $< 0,05$ %, B: $\leq 0,01$ %, Rest Eisen und übliche Verunreinigungen enthaltenden Stahlschmelze zu einem Vormaterial, wie Brammen oder Dünnbrammen, Durchwärmen des Vormaterials auf eine mindestens 1000 °C betragende Vorwärmtemperatur, Warmwalzen des Vormaterials in einer mindestens vier Walzgerüste umfassenden Fertigwarmwalzstaffel zu einem Warmband, wobei der über die letzten vier vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad ϵ_{h4} mindestens 80 %, der über die letzten drei vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad

ϵ_{h3} mindestens 65 %, der über die letzten beiden vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad ϵ_{h2} mindestens 50 %, der über das letzte vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad ϵ_{h1} mindestens 25 % beträgt, das Warmwalzen in den letzten vier vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüsten bei einer 880 °C bis 950 °C betragenden Walztemperatur erfolgt, das Warmwalzen bei Warmwalzendtemperatur beendet wird, die $\geq$ der A_{r3} -Temperatur ist, und die Bandendgeschwindigkeit des erhaltenen Warmbands beim Verlassen der Warmwalzstaffel mindestens 10 m/s beträgt, Haspeln des Warmbandes, Kaltwalzen des Warmbandes zu einem Kaltband, Rekristallisationsglühen des Kaltbands.

EP 1 411 140 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines kaltgewalzten Stahlbands oder -blechs. Beispielsweise wird derartige Band oder Blech für die Herstellung von im Fahrzeugbau benötigten Karosserieteilen verwendet.

[0002] An die Umformigenschaften derartiger Stahlflachprodukte werden immer höhere Anforderungen gestellt, um auch komplexe Formgestaltungen bei vermindertem Arbeitsaufwand verwirklichen zu können. Eine gute Umformbarkeit ist dabei gekennzeichnet durch einen hohen, die Streckziehbarkeit charakterisierenden n-Wert und einen gleichfalls hohen, die Tiefziehbarkeit kennzeichnenden r-Wert.

[0003] Aus der Fachliteratur ("Herstellung von warmgewalzten Flacherzeugnissen", Verein deutscher Eisenhüttenleute, 1972, Seiten 271 - 303; "Herstellung von kaltgewalztem Band", Verein deutscher Eisenhüttenleute, 1970, Teil 2, Seiten 33 - 54; "Werkstoffkunde der gebräuchlichen Stähle", Verein deutscher Eisenhüttenleute, 1977, Teil 1, Seiten 237 - 258) ist es bekannt, dass bei konventioneller Herstellweise neben der Auswahl einer geeigneten Stahlzusammensetzung die Verformungseigenschaften entscheidend durch die Einstellung der Bedingungen beim Vorwalzen der Brammen beeinflusst werden können. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass auch mit Stahlblechen, die unter Anwendung dieser Maßnahmen erzeugt worden sind, die gesteigerten Anforderungen nicht ohne weiteres erfüllt werden können.

[0004] Neben dem voranstehend erläuterten Stand der Technik ist aus der DE 37 04 828 C2 ein Verfahren zur Herstellung eines warmgewalzten Stahlbandes mit einem hohen r-Wert bekannt, bei dem ein nicht mehr als 0,015 Gew.-% C, 1,0 - 2,0 Gew.-% Mn, 0,005 - 0,10 Gew.-% Al, 0,01 - 0,06 Gew.-% Nb, 0,01 - 0,1 Gew.-% Ti und als Rest Eisen sowie unvermeidliche Verunreinigungen enthaltender Stahl in einem Nachwärmofen auf eine Temperatur von nicht weniger als 1150 °C erwärmt wird. Anschließend wird der so erwärmte Stahl vorgewalzt, wobei das Vorwalzen in einem Temperaturbereich von 980 °C bis 1100 °C bei einer Dickenreduktion von nicht weniger als 20 % pro Durchgang durchgeführt wird. Anschließend wird der vorgewalzte Stahl in einem Temperaturbereich von A_{r3} bis 930 °C bei Beibehaltung einer Gesamtreduktion von nicht weniger als 90 % warmendgewalzt, bevor er bei 600 °C bis 800 °C gehaspelt wird. Das derart erzeugte Warmband soll eine hohe Umformbarkeit aufweisen, wobei das wesentliche Merkmal des aus der DE 37 04 828 C2 bekannten Verfahrens darin gesehen wird, dass der erarbeitete IF-Stahl einen hohen Mn-Gehalt aufweist und frei von gelöstem C und N ist und dass der derart zusammengesetzte Stahl innerhalb eines bestimmten Temperaturbereichs einer großen Reduktion unterzogen, anschließend gekühlt und danach innerhalb eines bestimmten Temperaturbereichs wieder aufgewickelt wird.

[0005] Ein Verfahren zur Herstellung von gut umformfähigem Feinstblech mit einer Kaltband-Enddicke von höchstens 0,3 mm ist aus der DE 101 17 118 C1 bekannt. Bei diesem Verfahren wird ein Stahl der 0,0015 bis 0,008 Masse-% C, 0,15 - 0,25 Masse-% Mn, $\leq 0,02$ Masse-% P, 0,005 - 0,03 Masse-% S, $\leq 0,02$ Masse-% Si, 0,0080 - 0,06 Masse-% Al, 0,0010 - 0,020 Masse-% N, $\leq 0,05$ Masse-% Ca, $\leq 0,5$ Masse-% Ni, $\leq 0,05$ Masse-% Cu, $\leq 0,02$ Masse-% Sn, $\leq 0,01$ Masse-% Mo, $\leq 0,0005$ Masse-% Ti, $\leq 0,0005$ Masse-% Mb, $\leq 0,002$ Masse-% V, $\leq 0,007$ Masse-% B und $\leq 0,05$ Masse-% Co, sowie wahlweise weitere Elemente und als Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen enthält, zu Brammen oder Dünnbrammen vergossen. Diese Brammen oder Dünnbrammen werden anschließend nach einer Abkühlung auf eine Temperatur, die im Bereich von 1080 °C bis 1150 °C liegt einer maximal acht Stunden betragenden Haltezeit wiedererwärmt. Die wiedererwärmten Brammen oder Dünnbrammen werden dann mehreren Stichen in einer Warmwalzstraße bei einer oberhalb der A_{r3} -Temperatur liegenden Endwalztemperatur zu jeweils einem Warmband warmgewalzt und bei Temperaturen, die im Bereich von 590 °C bis 660 °C liegen, gehaspelt. Nach dem Haspeln wird das erhaltene Warmband zu Kaltband kaltgewalzt und einer im Durchlauf erfolgenden Glühung unterzogen.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung bestand daher darin, ein Verfahren zu schaffen, mit dem sich bei geringem fertigungstechnischen Aufwand Kaltbänder oder -bleche erzeugen lassen, die eine gegenüber konventionell hergestellten Produkten weiter verbesserte Umformbarkeit besitzen.

[0007] Diese Aufgabe ist gemäß der Erfindung durch ein Verfahren zum Herstellen von kaltgewalztem Stahlband oder -blech gelöst worden, welches folgende Schritte umfasst:

- Vergießen einer (in Gew.-%) $\leq 0,1$ % C, $\leq 0,5$ % Mn, $< 0,03$ % P, $< 0,03$ % S, $\leq 0,1$ % Al, $< 0,01$ % N, $< 0,1$ % Ti, $< 0,05$ % Nb, $\leq 0,01$ % B, Rest Eisen und übliche Verunreinigungen enthaltenden Stahlschmelze zu einem Vormaterial, wie Brammen oder Dünnbrammen,
- Durchwärmen des Vormaterials auf eine mindestens 1000 °C betragende Vorwärmtemperatur,
- Warmwalzen des Vormaterials in einer mindestens vier Walzgerüste umfassenden Fertigwarmwalzstaffel zu einem Warmband, wobei
- der über die letzten vier vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passiert Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad ε_{H4} mindestens 80 %,

- der über die letzten drei vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad ε_{h3} mindestens 65 %,
- 5 - der über die letzten beiden vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad ε_{h2} mindestens 50 %,
- der über das letzte vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad ε_{h1} mindestens 25 %,
- 10 - das Warmwalzen in den letzten vier vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüsten bei einer 880 °C bis 950 °C betragenden Walztemperatur erfolgt,
- das Warmwalzen bei Warmwalzendtemperatur beendet wird, die $\geq$ der A_{r3} -Temperatur ist, und
- 15 - die Bandendgeschwindigkeit des erhaltenen Warmbands beim Verlassen der Warmwalzstaffel mindestens 10 m/s beträgt,
- Haspeln des Warmbandes,
- 20 - Kaltwalzen des Warmbandes zu einem Kaltband,
- Rekristallisationsglühen des Kaltbands.

25 **[0008]** Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass nicht nur durch eine geeignete, dem Fertigwarmwalzen vorgeschaltete Bearbeitung des jeweils eingesetzten Vorproduktes, sondern insbesondere durch die erfindungsgemäße Wahl der Warmwalzbedingungen eine entscheidende Verbesserung der Umformbarkeit von Stahlbändern und Stahlblechen der in Rede stehenden Art erreicht werden kann. So zeichnen sich erfindungsgemäß erzeugte Kaltbleche durch hervorragende r-Werte und eine dementsprechend ausgezeichnete Tiefziehbarkeit aus.

30 **[0009]** Dabei lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren basierend auf konventionell zusammengesetzten weichen Kohlenstoffstählen oder IF-Stählen durchführen. Dementsprechend sieht eine Ausgestaltung der Erfindung vor, dass eine weiche Stahllegierung verarbeitet wird, die jeweils (in Gew.-%) 0,01 - 0,1 % C, 0,1 - 0,5 % Mn, bis zu 0,03 % P, bis zu 0,03 % S, 0,01 - 0,1 % Al, weniger als 0,005 % Ti, weniger als 0,005 % Nb und bis zu 0,01 % B sowie als Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen enthalten kann. Wird ein IF-Stahl verarbeitet, so kann dieser (in Gew.-%) typischerweise jeweils weniger als 0,01 % C, weniger als 0,2 % Mn, weniger als 0,02 % S, weniger als 0,02 % P, weniger als 0,05 % Al, weniger als 0,005 % N, 0,02 - 0,1 % Ti, bis zu 0,05 % Nb und weniger als 0,001 % B enthalten. Selbstverständlich lassen sich die einzelnen Legierungskomponenten dabei innerhalb der durch die Erfindung allgemein vorgegebenen Bereiche so aufeinander abstimmen, dass ein optimales Arbeitsergebnis erzielt wird. So kann es in einzelnen Fällen günstig sein, jeweils nur eine der in den abhängigen Ansprüchen angegebenen Modifikationen der Legierung aufzugreifen, um die durch das jeweilige Element beeinflusste Eigenschaft besonders hervorzuheben bzw. zu unterdrücken, während die anderen Legierungselemente nach wie vor in den weiter gefassten Bereichen variiert werden.

40 **[0010]** Die in geeigneter Weise legierte Stahlschmelze wird zu einem warmwalzbaren Vormaterial, wie Brammen oder Dünnbrammen, vergossen. Diese werden auf eine Vorwärmtemperatur erwärmt, die bevorzugt im Bereich von 1000 °C bis 1300 °C liegt. Anschließend wird das Vormaterial in eine Warmwalzstaffel geleitet, in der es zu Warmband gewalzt wird. Dieses Warmwalzen umfasst ein in mehreren Stufen durchgeführtes Fertigwalzen, dem erforderlichenfalls ein Vorwalzen vorgeschaltet sein kann.

45 **[0011]** Unabhängig davon, welche der im erfindungsgemäß vorgegebenen Rahmen möglichen Legierungen eingesetzt werden, wird die durch die Erfindung angestrebte Verbesserung jeweils dadurch erreicht, dass in den letzten vier Stufen des Fertigwarmwalzens der verbleibende, über diese vier Stufen zu bewältigende Gesamtumformgrad möglichst hoch ist. Unter dem "Gesamtumformgrad ε_{h4} " wird allgemein in diesem Zusammenhang das Verhältnis der Differenz aus der Warmbanddicke d_{e4} beim Einlaufen in das viertletzte Gerüst und der Warmbanddicke d_{e7} beim Verlassen des letzten Gerüsts zur Warmbanddicke d_{e4} beim Einlaufen in das viertletzte Gerüst verstanden ($\varepsilon_{h4} = (d_{e4} - d_{e7}) / d_{e4}$).

50 **[0012]** Die Erfindung schreibt vor, dass über die letzten vier Gerüste der Warmwalzstaffel der Gesamtumformgrad mindestens 80 % betragen soll. Bei einer klassischen, sieben Walzgerüste umfassenden Walzstaffel ist gemäß der Erfindung daher über die Gerüste 4, 5, 6 und 7 ein Gesamtumformgrad von mindestens 80 %, bevorzugt 85 % einzustellen, um die gewünschte Steigerung des r-Wertes zu erreichen.

55 **[0013]** Die Aufteilung der einzelnen Dickenabnahmen auf die einzelnen zuletzt vom Warmband durchlaufenen Walzgerüste ist jedoch nicht beliebig, sondern folgt einem exakt abgestuften Plan. So schreibt die Erfindung neben der

über die letzten vier Gerüste zu erzielenden Gesamtumformung vor, dass der über die letzten drei Walzgerüste insgesamt zu bewältigende Gesamtumformgrad immer noch mindestens 65 %, bevorzugt 75 %, der über die letzten beiden Gerüste der Walzstaffel mindestens 50 %, bevorzugt 60 % und der über das letzte Gerüst der Staffel erreichte Umformgrad mindestens 25 %, bevorzugt mindestens 30 % oder sogar mindestens 35 %, betragen muss. Überraschend hat sich gezeigt, dass die Auswirkung der erfindungsgemäßen Vorgehensweise umso günstiger ist, je höher

die für die letzten vier durchlaufenen Gerüste jeweils verbleibende Gesamtumformung ist.
[0014] Neben dem hohen über die einzelnen Warmwalzgerüste jeweils zu bewältigenden Gesamtumformgrad ist die Temperatur von Bedeutung, bei der das Warmwalzen in den letzten vier durchlaufenen Gerüsten der Warmwalzstaffel durchgeführt wird. Diese soll gemäß der Erfindung so gewählt werden, dass die betreffenden Stiche des Warmwalzens im tiefen Austenit durchgeführt werden. Daher sieht die Erfindung vor, die letzten vier Stiche bei Temperaturen zu walzen, die im Bereich von 950 °C bis 880 °C in enger Nachbarschaft zur Umwandlungstemperatur Ar_3 angesiedelt sind. Vorteilhaft sind dabei besonders eng an der Ar_3 -Temperatur angesiedelte Walztemperaturen, die von 930 °C bis herab zur Ar_3 -Temperatur reichen. In diesem Fall liegen die jeweiligen Warmwalztemperaturen in einem Bereich, in dem der jeweils verarbeitete Stahl noch sicher austenitisch ist, der gleichzeitig aber auf einem Niveau liegt, welches gewährleistet, dass im für die Effekte der Erfindung günstigen tiefen Austenit gearbeitet wird.

[0015] Ein gemäß der Erfindung ebenfalls zu beachtender Betriebsparameter, der von Bedeutung für die Eigenschaften des erhaltenen Produktes ist, ist die Bandendgeschwindigkeit. Diese beträgt mindestens 10 m/s, bei unlegiertem sehr weichen Stahl, bevorzugt jedoch mindestens 15 m/s, um eine Rekristallisation in der Fertigstaffel zwischen den Walzstichen zu vermeiden. Die hohe Walz- bzw. Walzendgeschwindigkeit ist erforderlich, damit es besonders bei sehr rekristallisationsfreudigem Stahl nach den Walzstichen zwischen den einzelnen Walzgerüsten zu keiner Rekristallisation in der Fertigstaffel kommt. Auf diese Weise wird ein hoher kumulativer Warmverformungsgrad erreicht, wodurch die Texturgrundlage für die sehr hohen r-Werte am erfindungsgemäß erzeugten Warmband eingestellt wird.

[0016] Soll das Kaltband nach dem Kaltwalzen in einem Durchlaufofen rekristallisierend gegläht werden, so hat es sich im Hinblick auf die angestrebten hohen r-Werte erfindungsgemäß erzeugter Stahlbleche oder -bänder als vorteilhaft erwiesen, wenn die Haspeltemperatur mindestens 700 °C beträgt. Soll dagegen ein für bestimmte Verformungsaufgaben günstiges "Pan-Cake-Gefüge" in dem kaltgewalzten Blech durch eine im Bund unter der Haube erfolgende rekristallisierende Glühung erzeugt werden, so ist es günstig, eine möglichst niedrige, maximal 550 °C betragende Haspeltemperatur zu wählen. "Pan-Cake-Gefüge" zeichnet sich durch ein gestrecktes, verhältnismäßig grobes Korn aus. Das derart beschaffene Gefüge und die damit verbundene Textur ist insbesondere dann günstig, wenn bei der Kaltverformung des Kaltbleches zu einem Bauteil hohe Umformgrade erreicht werden müssen. Eine hohe Haspeltemperatur bewirkt grobe, eine niedrige Haspeltemperatur dagegen feine Karbide und Nitride. Für die Kaltbandrekristallisation sind grundsätzlich wenige grobe Ausscheidungen günstiger als viele feine, da sie beim Rekristallisationsablauf weniger störend wirken. Zur Erzeugung eines Pan-Cake-Gefüges auf Kaltband über die Haubenglühung ist es allerdings erforderlich, dass die Nitridausscheidungen (AlN) am Warmband durch eine tiefe Haspeltemperatur unterdrückt werden, da die AlN-Ausscheidung bei der Kaltbandrekristallisationsglühung während der langsamen Aufheizphase als Störung zur Kornorientierung benötigt wird und sich auf diese Weise noch höhere r-Werte einstellen. Die Glühung des Stahlbands in einer Durchlaufglühe erweist sich dann als besonders wirtschaftlich, wenn eine solche Durchlaufglühe mit einer Schmelztaucheredelungsanlage, insbesondere einer Bandfeuerverzinkungsanlage, gekoppelt ist.

[0017] Zudem ist es möglich, das rekristallisationsgeglühte Band einer elektrolytischen Oberflächenveredelung zu unterziehen.

[0018] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0019] In der beigefügten Figur sind schematisch eine sieben Walzgerüste 1,2,3,4,5,6,7 umfassende Warmwalzstaffel 8, ein in Förderrichtung F hinter der Warmwalzstaffel 8 angeordneter Rollgang 9 und eine am Ende des Rollgangs 9 angeordnete Haspeleinrichtung 10 dargestellt.

[0020] In der Warmwalzstaffel sind Brammen zu Warmband W warmgewalzt worden, die aus einem 0,025 Gew.-% C, 0,15 Gew.-% Mn, jeweils weniger als 0,01 Gew.-% P und S, 0,04 Gew.-% Al, 0,003 Gew.-% N, Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen enthaltenden Weichstahl abgegossen worden sind.

[0021] In einem ersten Versuch sind die Brammen auf eine Vorwärmtemperatur von 1250 °C durchgewärmt worden, bevor sie in der Warmwalzstaffel 8 zu Warmband W bei einer Warmwalzendtemperatur von 900 °C fertig warmgewalzt worden sind. Das erhaltene Warmband ist dann bei einer Haspeltemperatur von 520 °C gehaspelt und bei einem Kaltwalzgrad von 75 % zu Kaltband gewalzt worden. Nach dem Kaltwalzen ist das Kaltband im Bund im Haubenglühofen bei 700 °C rekristallisierend gegläht worden.

[0022] In einem zweiten Versuch sind die Brammen auf eine Vorwärmtemperatur von 1100 °C erwärmt, in der Warmwalzstaffel 8 bei einer Warmwalzendtemperatur von 900 °C zu Warmband W warmgewalzt worden. Das Warmband W ist bei einer 720 °C betragenden Temperatur gehaspelt, mit einem Kaltwalzgrad von 75 % kaltgewalzt und bei 800 °C in einem kontinuierlich durchlaufenen Durchlaufofen rekristallisierend gegläht worden.

[0023] Im Zuge des Warmwalzens in der Warmwalzstaffel 8 sind die über die einzelnen jeweils verbleibenden Walzgerüste 1,2,3,4,5,6,7 zu erzielenden Umformgrade ε_{h1} bis ε_{h7} jeweils so eingestellt worden, dass die für die letzten

vier Walzgerüste 4,5,6,7 der Walzstaffel verbleibenden Restumformungen deutlich höher lagen als bei konventioneller Fertigung. Dabei sind zum Nachweis der sich bei erfindungsgemäßer Einstellung einer möglichst hohen für die letzten vier Walzgerüste 4,5,6,7 verbleibenden Restumformung einstellenden Effekte jeweils drei erfindungsgemäße Warmwalzvarianten Ea, Eb und Ec einem konventionell durchgeführten Warmwalzversuch K gegenüber gestellt worden. In der nachfolgenden Tabelle sind die betreffenden für die Umformung über die letzten vier Walzgerüste 4,5,6,7 jeweils verbleibenden Umformgrade ε_{h4} , ε_{h5} , ε_{h6} , ε_{h7} für die erfindungsgemäß durchgeführten Versuche Ea,Eb,Ec und den konventionell durchgeführten Versuch K eingetragen.

Gesamtumformgrad	Restliche zu absolvierende Walzgerüste	Versuch Ea	Versuch Eb	Versuch Ec	Versuch K
ε_{h4}	4,5,6,7	ca. 80 %	ca. 85 %	> 85 %	ca. 75 %
ε_{h5}	5,6,7	ca. 65 %	ca. 75 %	> 75 %	ca. 55 %
ε_{h6}	6,7	ca. 50 %	ca. 60 %	> 60 %	ca. 35 %
ε_{h7}	7	ca. 25 %	ca. 30 %	> 35 %	ca. 15 %

[0024] In Diag. 1 sind die für die konventionell erzeugten Warmbänder ermittelten r-Werte r_{0° (r-Wert in Walzrichtung), r_{45° (r-Wert diagonal zur Walzrichtung), r_{90° (r-Wert quer zur Walzrichtung), r_m ($r_m = (r_{0^\circ} + 2r_{45^\circ} + r_{90^\circ}) / 4$) den r_{0° , r_{45° , r_{90° , r_m -Werten gegenübergestellt, die bei den erfindungsgemäß erzeugten Kaltblechen festgestellt werden konnten. Es zeigt sich eine deutliche Überlegenheit der erfindungsgemäß erzeugten Bleche.

[0025] Ein weiterer Beleg für die im Hinblick auf die gewünscht gute Kaltverformbarkeit, insbesondere die Tiefziehbarkeit, überlegenen Eigenschaften erfindungsgemäß erzeugter Stahlbleche und -bänder liefert Diag. 2, in dem das Ergebnis der Texturanalyse der erfindungsgemäß erzeugten Bleche der Texturanalyse der konventionell hergestellten Bleche gegenübergestellt ist. Aufgetragen ist die Belegungsdichte entlang bestimmter "Fasern", auf denen die wichtigsten Kornorientierungen liegen. Insgesamt sind starke Belegungen auf der γ -Faser bei den Orientierungen $\langle 111 \rangle$ || Blechnormale, besonders bei $(111)[110]$, zu erkennen. Diese Texturkomponenten sind für hohe r-Werte erwünscht. Dementsprechend lassen sich die höheren r-Werte der erfindungsgemäß erzeugten Bleche gegenüber den konventionell erzeugten Blechen auf eine stärkere Belegung zurückführen. Die Texturergebnisse erklären damit die erzielten r-Werte. Darüber hinaus wurde aufgezeigt, dass die für einen kontigeglähten Al-beruhigten Tiefziehstahl sehr hohen r-Werte von ca. 2,0 am erfindungsgemäß erzeugten Kaltband mit einer Verschärfung der $\langle 111 \rangle$ -Glühstruktur im Zusammenhang stehen. Auch hier weisen die erfindungsgemäß hergestellten Bleche deutlich bessere Eigenschaften auf als die konventionell hergestellten Bleche.

[0026] Schließlich ist in Diag. 3 für die im Haubenglühofen und die im Durchlaufglühofen rekristallisierend geglähten, erfindungsgemäß erzeugten Bleche der r_m -Wert über den im Zuge des Warmwalzens erreichten Gesamtumformgrad aufgetragen, um den Einfluss der Art der Rekristallisationsglühung und die Höhe der Umformung über den akkumulierten Austenitverformungsgrad des Warmwalzens auf den r_m -Wert des erhaltenen Kaltbandes zu demonstrieren. Es zeigt sich, dass hohe Umformgrade zu einer deutlichen Steigerung des r_m -Wertes führen. Gleichzeitig zeigt sich, dass die haubengeglühten Bleche aufgrund des sich bei dieser Art der Glühung einstellenden Pan-Cake-Gefüges gegenüber den im Durchlauf geglähten Blechen weiter gesteigerte r-Werte aufweisen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines kaltgewalzten Stahlbands oder -blechs, welches folgende Schritte umfasst:

- Vergießen einer (in Gew.-%)

C	$\leq 0,1 \%$,
Mn	$\leq 0,5 \%$,
P	$< 0,03 \%$,
S	$< 0,03 \%$,
Al	$\leq 0,1 \%$,
N	$< 0,01 \%$,
Ti	$< 0,1 \%$,
Nb	$< 0,05 \%$,

EP 1 411 140 A1

(fortgesetzt)

B	≤ 0,01 %
---	----------

- 5 Rest Eisen und übliche Verunreinigungen enthaltenden Stahlschmelze zu einem Vormaterial, wie Brammen oder Dünnbrammen,
- Durchwärmen des Vormaterials auf eine mindestens 1000 °C betragende Vorwärmtemperatur,
 - 10 - Warmwalzen des Vormaterials in einer mindestens vier Walzgerüste umfassenden Fertigwarmwalzstaffel zu einem Warmband, wobei
 - der über die letzten vier vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad ϵ_{h4} mindestens 80 %,

15
 - der über die letzten drei vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad ϵ_{h3} mindestens 65 %,

20
 - der über die letzten beiden vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad ϵ_{h2} mindestens 50 %,

25
 - der über das letzte vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad ϵ_{h1} mindestens 25 % beträgt,
 - das Warmwalzen in den letzten vier vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüsten bei einer 880 °C bis 950 °C betragenden Walztemperatur erfolgt,
 - das Warmwalzen bei Warmwalzendtemperatur beendet wird, die $\geq$ der Ar_3 -Temperatur ist, und

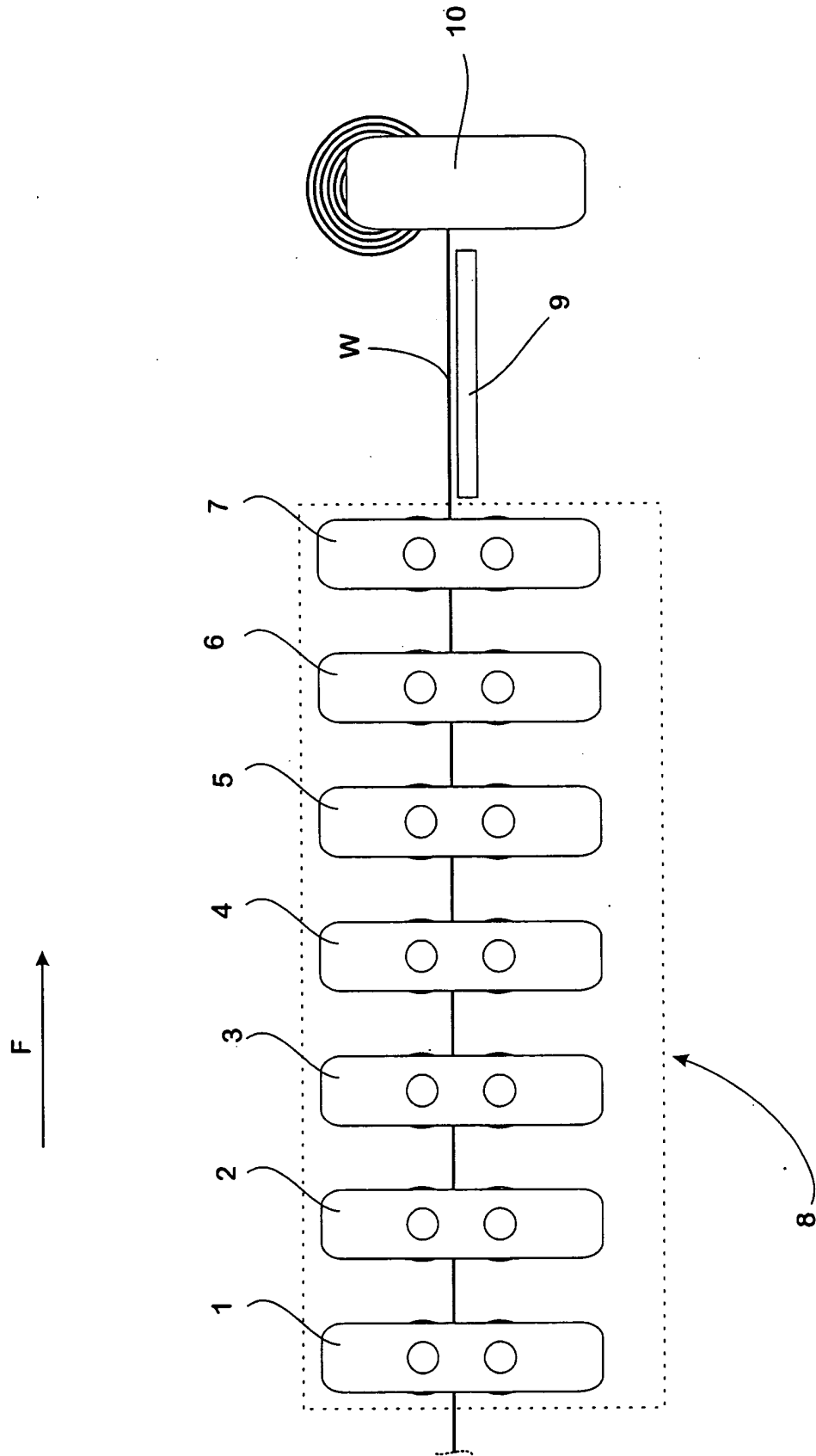
30
 - die Bandendgeschwindigkeit des erhaltenen Warmbandes beim Verlassen der Warmwalzstaffel mindestens 10 m/s beträgt,
 - Haspeln des Warmbandes,
 - 35 - Kaltwalzen des Warmbandes zu einem Kaltband,
 - Rekristallisationsglühen des Kaltbands.
 - 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stahlschmelze mindestens 0,01 Gew.-% C enthält.

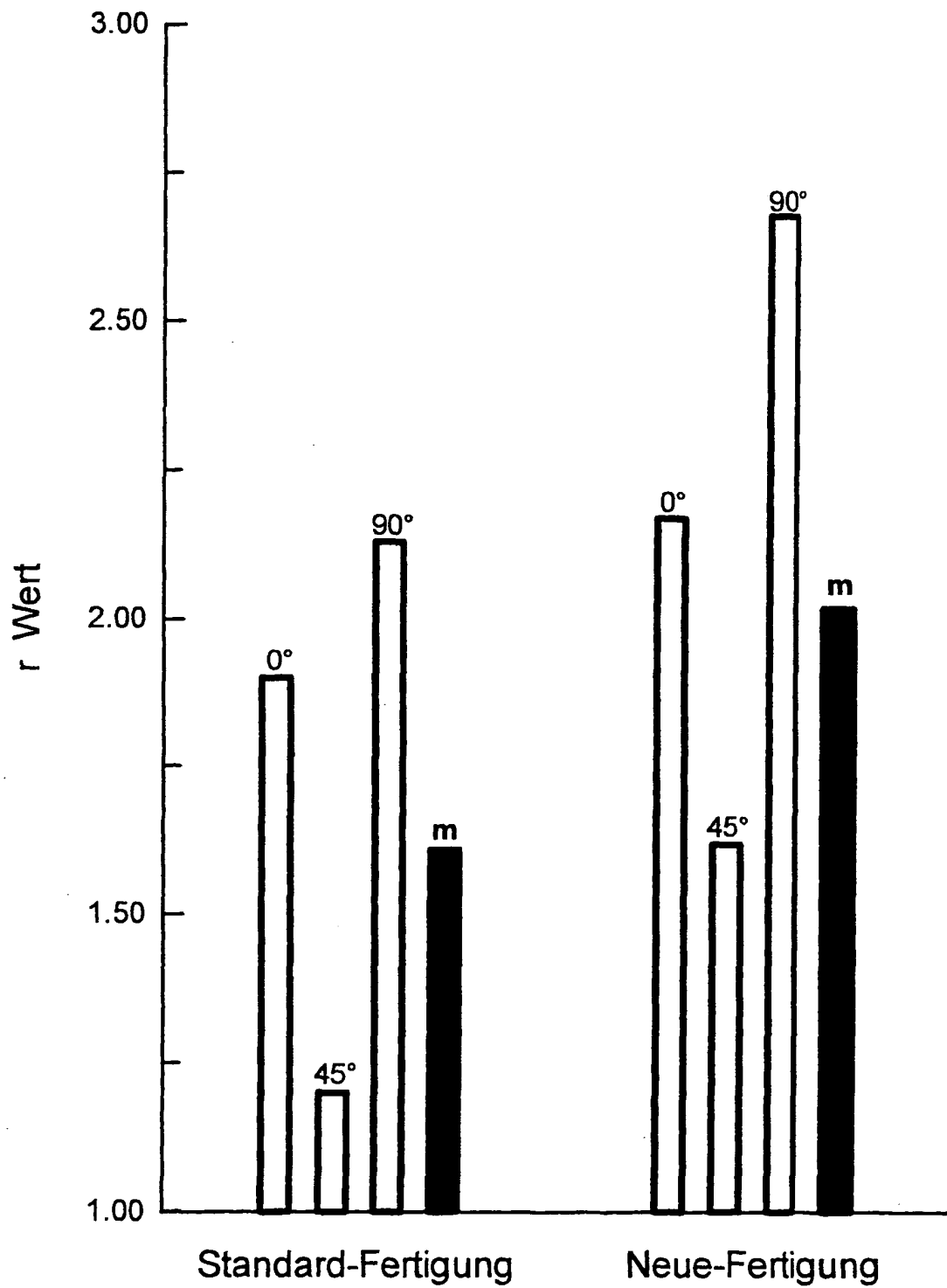
40
 - 3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stahlschmelze weniger als 0,01 Gew.-% C enthält.
 - 45 4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stahlschmelze mindestens 0,1 Gew.-% Mn enthält.
 - 5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stahlschmelze weniger als 0,2 Gew.-% Mn enthält.

50
 - 6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stahlschmelze weniger als 0,02 Gew.-% P und/oder weniger als 0,02 Gew.-% S enthält.
 - 7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stahlschmelze weniger als 0,05 Gew.-% Al enthält.

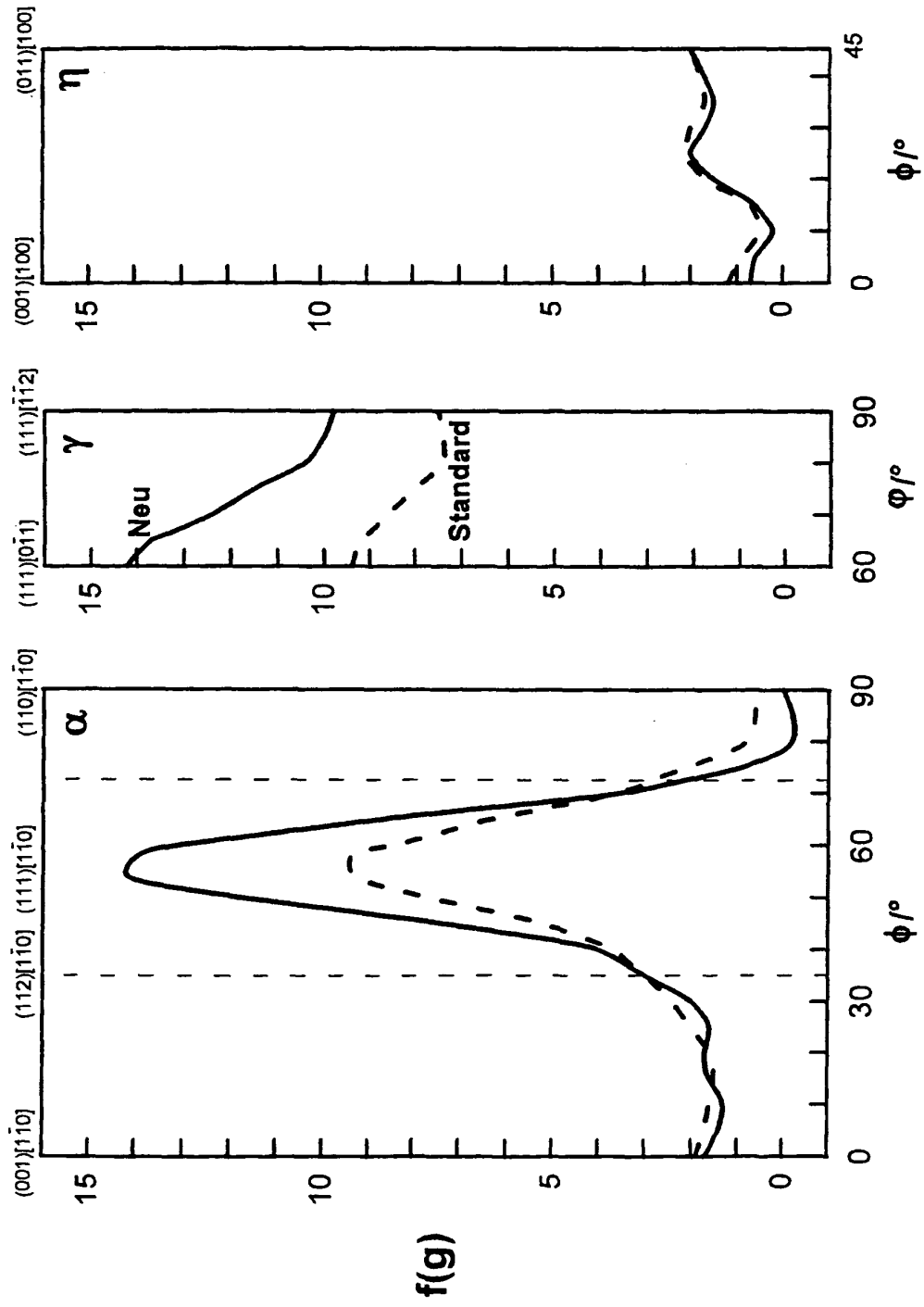
55
 - 8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stahlschmelze weniger als 0,005 Gew.-% N enthält.

9. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stahlschmelze weniger als 0,005 Gew.-% Ti enthält.
- 5 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stahlschmelze mindestens 0,02 Gew.-% Ti enthält.
11. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stahlschmelze weniger als 0,005 Gew.-% Nb enthält.
- 10 12. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stahlschmelze weniger als 0,001 Gew.-% B enthält.
13. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Warmwalzen in den letzten vier vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüsten bei einer Walztemperatur erfolgt, die
15 mindestens gleich der A_{r3} -Temperatur und höchstens gleich 930 °C ist.
14. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der über die letzten vier vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad ϵ_{h4} mindestens 85 % beträgt.
20
15. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der über die letzten drei vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad ϵ_{h3} mindestens 75 % beträgt.
- 25 16. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der über die letzten beiden vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad ϵ_{h2} mindestens 60 % beträgt.
- 30 17. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der über das letzte vor dem Verlassen der Warmwalzstaffel passierten Walzgerüste erzielte Gesamtumformgrad ϵ_{h1} mindestens 35 % beträgt.
18. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandendgeschwindigkeit des erhaltenen Warmbands beim Verlassen der Warmwalzstaffel mindestens 15 m/s beträgt.
35
19. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haspeltemperatur mindestens 700 °C beträgt.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haspeltemperatur weniger
40 als 550 °C beträgt.
21. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der über das Kaltwalzen erzielte Kaltwalzgrad mindestens 40 % beträgt.
- 45 22. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rekristallisationsglühung im Durchlauf erfolgt.
23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das rekristallisationsgeglühte Band anschließend schmelztauchveredelt wird.
50
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rekristallisationsglühung im Bund in einem Haubenofen erfolgt.
- 55 25. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22 oder 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach der Rekristallisationsglühung eine elektrolytische Oberflächenveredelung erfolgt.

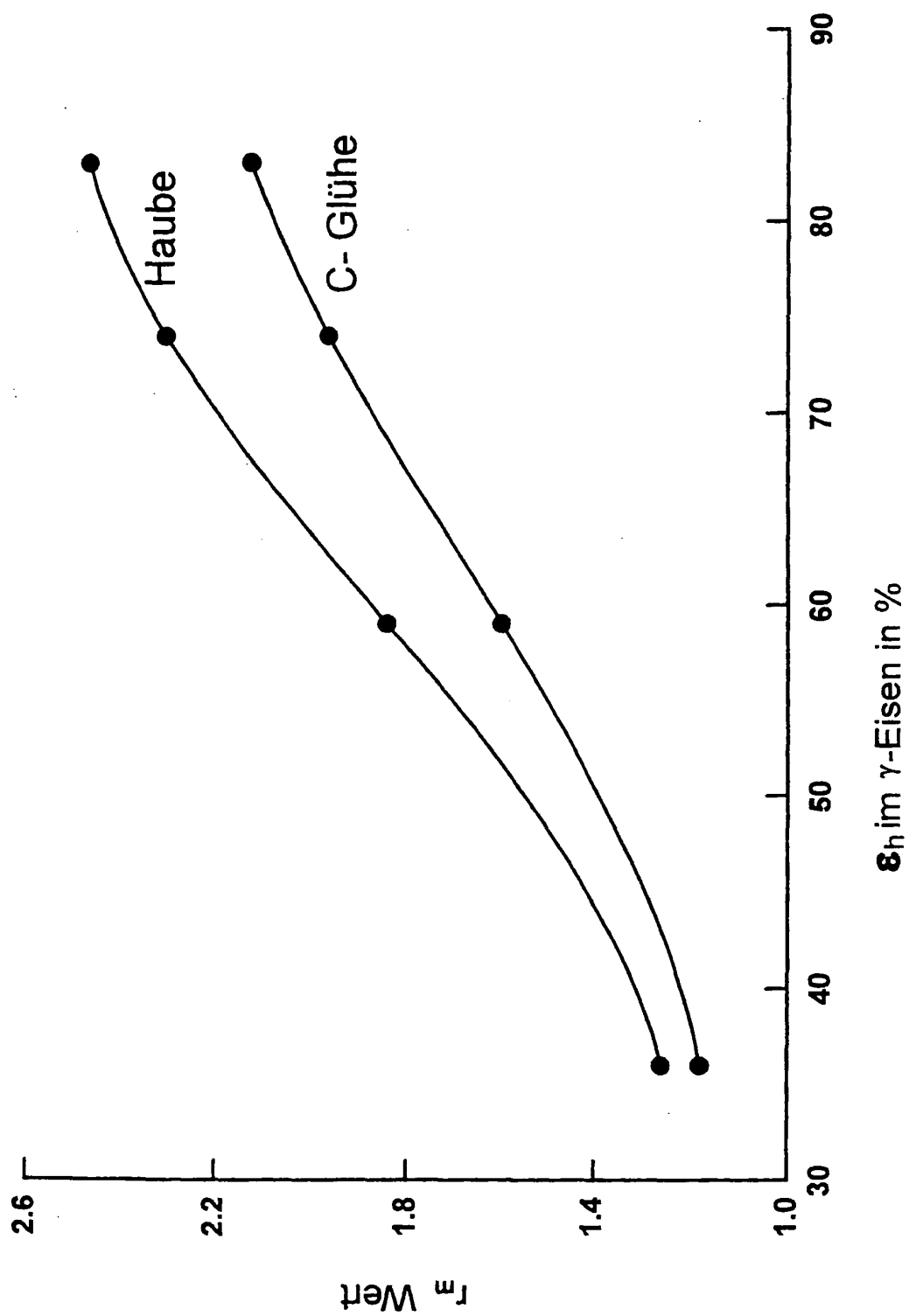




Diag. 1



Diag. 2



Diag. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 01 8184

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 04, 31. Mai 1995 (1995-05-31) -& JP 07 018381 A (NIPPON STEEL CORP), 20. Januar 1995 (1995-01-20) * Zusammenfassung * * Absatz [0009] - Absatz [0014] * * Absatz [0023] - Absatz [0025] * * Absätze [0007], [0030], [0031] * * Beispiele A-J; Tabellen 1,2 * ---	1-25	C22C38/04 C22C38/06 C22C38/14 C21D8/04 C21D8/02 C21D9/48
D,A	DE 37 04 828 A (NIPPON STEEL CORP) 20. August 1987 (1987-08-20) * Seite 3, Zeile 25 - Zeile 29 * * Seite 3, Zeile 1 - Zeile 11 * * Seite 3, Zeile 53 - Seite 4, Zeile 28 * * Seite 5, Zeile 27 - Zeile 35 * * Anspruch 1 * ---	1-25	
A	US 6 030 470 A (HENSGER KARL-ERNST ET AL) 29. Februar 2000 (2000-02-29) * Spalte 2, Zeile 10 - Zeile 52 * * Spalte 3, Zeile 13 - Zeile 25 * * Spalte 4, Zeile 6 - Zeile 26 * * Anspruch 1; Abbildung 1 * ---	1-25	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) C22C C21D
A	US 3 849 209 A (GONDO H ET AL) 19. November 1974 (1974-11-19) * Anspruch 1; Abbildung 1 * ---	1-25	
A	US 3 772 091 A (MAYER E ET AL) 13. November 1973 (1973-11-13) * Anspruch 7; Beispiele 1-4 * ---	1-25	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 17. Oktober 2003	Prüfer Gavriliu, A
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 : nichtschriftliche 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)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 01 8184

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	EP 0 662 523 A (NIPPON STEEL CORP) 12. Juli 1995 (1995-07-12) * Seite 9, Zeile 10 - Zeile 55 * * Beispiele 1,2 * * Beispiele 1-6; Tabelle 1 * * Beispiele 11-18; Tabelle 3 * -----	1-25	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 17. Oktober 2003	Prüfer Gavriliu, A
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 8184

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.

17-10-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 07018381 A	20-01-1995	JP 3273383 B2	08-04-2002
DE 3704828 A	20-08-1987	JP 1041689 B	07-09-1989
		JP 1636400 C	31-01-1992
		JP 62192539 A	24-08-1987
		DE 3704828 A1	20-08-1987
		GB 2187475 A ,B	09-09-1987
		US 4769088 A	06-09-1988
US 6030470 A	29-02-2000	DE 19725434 A1	24-12-1998
		AT 204916 T	15-09-2001
		BR 9801994 A	13-10-1999
		CN 1207965 A ,B	17-02-1999
		DE 59801289 D1	04-10-2001
		EG 21540 A	28-11-2001
		EP 0885974 A1	23-12-1998
		ES 2163830 T3	01-02-2002
		JP 11077102 A	23-03-1999
US 3849209 A	19-11-1974	KEINE	
US 3772091 A	13-11-1973	KEINE	
EP 0662523 A	12-07-1995	DE 69418172 D1	02-06-1999
		DE 69418172 T2	02-12-1999
		EP 0662523 A1	12-07-1995
		KR 179419 B1	18-02-1999
		CN 1114113 A ,B	27-12-1995
		WO 9504166 A1	09-02-1995

EPO FORM P0461

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