

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum

16. Januar 2014 (16.01.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2014/009404 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C22C 38/02 (2006.01) C22C 38/14 (2006.01)

C22C 38/04 (2006.01) C22C 38/28 (2006.01)

C22C 38/06 (2006.01) C21D 8/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/064551

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Juli 2013 (10.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
12175756.1 10. Juli 2012 (10.07.2012) EP

(71) Anmelder: THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG
[DE/DE]; Kaiser-Wilhelm-Str. 100, 47166 Duisburg (DE).

(72) Erfinder: SEBALD, Roland; Am Rodenbusch 22, 47608 Geldern (DE). MATTISSEN, Dorothea; Broicher Waldweg 88a, 45478 Mülheim (DE). EBEST, Sigrun; Alleestraße 76, 46049 Oberhausen (DE). FOLLNER, Stefan; Zum Aap 55, 46284 Dorsten (DE).

(74) Anwalt: SIMONS, J.; COHAUSZ & FLORACK,
Bleichstraße 14, 40211 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

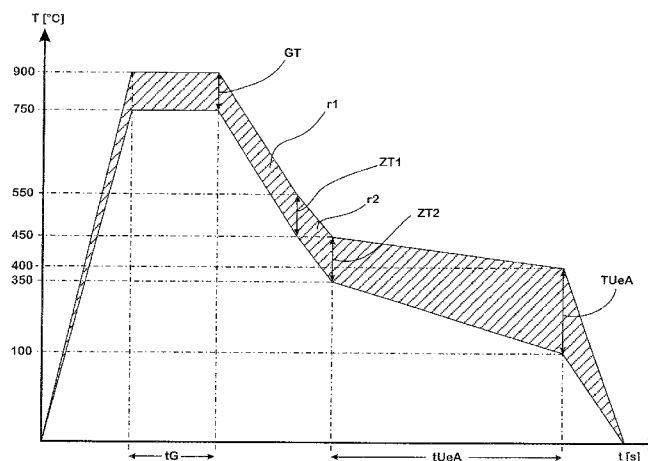
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: COLD-ROLLED FLAT STEEL PRODUCT AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) Bezeichnung : KALTGEWALZTES STAHLFLACHPRODUKT UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG



(57) Abstract: The invention relates to a cold-rolled flat steel product which, though it has high strength values, has a deformability that is characterized by a great elongation to fracture and a good hole-expansion ratio λ_M . For this purpose, the flat steel product is produced from a steel that consists of (in % by weight) C: 0.12 - 0.19%, Mn: 1.5 - 2.5%, Si: > 0.60 - 1.0%, Al: $\leq$ 0.1%, Cr: 0.2 - 0.6%, Ti: 0.05 - 0.15% and iron and unavoidable production-related impurities as the remainder, and has a pearlite- and bainite-free microstructure with 4 - 20% by volume martensite, 2 - 15% by volume residual austenite, the remainder ferrite, an elongation to fracture A80 of at least 15%, a tensile strength Rm of at least 880 MPa, a yield strength ReL of at least 550 MPa and a hole-expansion ratio λ_M of over 6%. Similarly, the invention relates to a method that allows the production of a flat steel product according to the invention in an easy way.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/009404 A1



Die Erfindung betrifft ein kaltgewalztes Stahlflachprodukt, das trotz hoher Festigkeitswerte eine durch eine hohe Bruchdehnung und ein gutes Lochaufweitungsverhältnis λ_M gekennzeichnete Verformbarkeit besitzt. Dazu ist das Stahlflachprodukt aus einem Stahl hergestellt ist, der aus (in Gew.-%) C: 0,12 - 0,19 %, Mn: 1,5 - 2,5 %, Si: > 0,60 - 1,0 %, Al: $\leq$ 0,1 %, Cr: 0,2 - 0,6 %, Ti: 0,05 - 0,15 % und als Rest aus Eisen sowie herstellungsbedingt unvermeidbaren Verunreinigungen besteht, und weist ein perlit- und bainitfreies Gefüge mit 4 - 20 Vol.-% Martensit, 2 - 15 Vol.-% Restaustenit, Rest Ferrit, eine Bruchdehnung A80 von mindestens 15 %, eine Zugfestigkeit Rm von mindestens 880 MPa, eine Streckgrenze ReL von mindestens 550 MPa und ein Lochaufweitungsverhältnis λ_M von mehr als 6 % auf. Ebenso betrifft die Erfindung ein Verfahren, das auf einfache Weise die Herstellung eines erfindungsgemäßen Stahlflachprodukts ermöglicht.

Kaltgewalztes Stahlflachprodukt und Verfahren zu seiner Herstellung

Die Erfindung betrifft ein kaltgewalztes Stahlflachprodukt und ein Verfahren zu dessen Herstellung.

Wenn hier von "Stahlflachprodukten" die Rede ist, sind damit Stahlbänder und -bleche oder daraus gewonnene Zuschnitte gemeint.

Die Entwicklung gewichtsreduzierter Fahrzeuge, die die modernen Anforderungen an einen minimierten Kraftstoffverbrauch bei gleichzeitig optimaler Fahrgastsicherheit, hohem Komfort und Belastbarkeit erfüllen, ist in den letzten Jahren von der Automobilindustrie vorangetrieben worden.

Aufgrund ihrer mechanischen Eigenschaften, insbesondere ihrer hohen Festigkeit und guten Verformbarkeit, sowie ihrer beherrschten Herstellung und Verarbeitung eignen sich insbesondere Stahlflachprodukte grundsätzlich für den Automobil-Karosseriebau optimal. Jedoch müssen für die gewünschte Gewichtseinsparung die Blechdicken der im Automobil eingesetzten Stahlflachprodukte reduziert werden. Zu diesem Zweck sind Stähle mit höheren

Festigkeiten entwickelt worden, die gleichzeitig eine gute Umformbarkeit besitzen und somit für eine Leichtbauweise im Automobilbau besonders geeignet sind. Hierzu zählen moderne Mehrphasenstähle, wie Komplexphasen-Stähle, Dualphasenstähle und TRIP-Stähle.

Aus der EP 2 028 282 A1 ist ein Dualphasenstahl bekannt, der neben einer Festigkeit von mindestens 950 MPa und einer guten Verformbarkeit auch eine Oberflächenbeschaffenheit aufweist, die es unter Anwendung eines einfachen Herstellverfahrens erlaubt, das aus diesem Stahl erzeugte Flachprodukt im unbeschichteten oder mit einem vor Korrosion schützenden Überzug versehenen Zustand zu einem komplex geformten Bauteil, wie einem Teil einer Automobilkarosserie, zu verformen. Dies wird gemäß diesem Stand der Technik dadurch erreicht, dass der bekannte Dualphasenstahl zu 20 - 70 % aus Martensit, bis zu 8 % aus Restaustenit und als Rest aus Ferrit und / oder Bainit besteht. Dabei weist der bekannte Stahl (in Gew.-%): C : 0,10 - 0,20 %, Si: 0,10 - 0,60 %, Mn: 1,50 - 2,50 %, Cr: 0,20 - 0,80 %, Ti: 0,02 - 0,08 %, B: < 0,0020 %, Mo: < 0,25 %, Al: < 0,10%, P: < 0,2 %, S: < 0,01 %, N: < 0,012 % und als Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen auf. Ein aus einem solchen Stahl erzeugtes Stahlflachprodukt ist als Warmband oder Kaltband verwendbar. Si dient bei dem bekannten Stahl zur Steigerung der Festigkeit durch Härtung des Ferrits bzw. Bainits. Um diesen Effekt nutzen zu können, ist ein Mindestgehalt an Si von 0,10 Gew.-% vorgesehen. Gleichzeitig ist der Si-Gehalt jedoch auf 0,6 Gew.-% beschränkt, wobei niedrigere Obergrenzen für den Si-

Gehalt als besonders bevorzugt herausgestellt werden, um die Gefahr von Korngrenzoxidation zu minimieren.

Neben der Eignung zur großvolumigen bzw. großflächigen Verformung zu einem Bauteil spielt insbesondere bei Stahlflachprodukten, die für den Karosseriebau verwendet werden sollen, auch das Verhalten bei lokal eng begrenzter Verformung eine wichtige Rolle. Solche Verformungen treten auf, wenn in ein Stahlflachprodukt bzw. eine daraus gebildete Platine oder ein aus einer solchen Platine geformtes Bauteil Öffnungen, Flansche, Durchstellungen, Ausstülpungen oder desgleichen eingeformt werden.

Als Maß für das Verhalten eines Flachmaterials bei einer solchen Verformung ist in Woestmann, S., Köhler, T., Schott, M., "Forming High-Strength Steels," SAE Technical Paper 2009-01-0802, 2009, doi:10.4271/2009-01-0802 das nach Marciniak so genannte Lochaufweitungsverhältnis λ_M vorgeschlagen worden, mittels dessen sich die Kantenrissempfindlichkeit eines Werkstoffs bei Verformungen der voranstehend erwähnten Art bewerten lässt. Die Untersuchung nach Marciniak sieht dabei vor, dass in eine rechteckige Platine, die in quer zur Walzrichtung 220 mm und in Walzrichtung 200 mm lang ist, mittig mit einem Stempel eine Lochung mit einem Durchmesser von 20 mm (d_0) eingebracht. Der Schneidspalt beträgt dabei 8 % bis 14 % der Blechdicke. Für die Prüfung wird die Platine derart in das Prüfwerkzeug eingespannt, dass der Schneidgrad des Loches sich auf der Unterseite befindet. Die Niederhaltekraft beträgt maximal 400 kN. Unterhalb des Werkzeugs wird dann ein runder

Stempel mit einem Durchmesser von 100 mm gegen die Probe verfahren und die Platine bis zum Versagen der Lochkante aufgewölbt. Der beim Auftreten eines ersten Risses der Lochkante erreichte maximale Lochdurchmesser d_M wird erfasst und das Lochaufweitungsverhältnis λ_M als Verhältnis d_0/d_M , angegeben in "%", bestimmt.

Vor dem Hintergrund des voranstehend erläuterten Standes der Technik bestand die Aufgabe der Erfindung darin, ein mit einfachen Mitteln herstellbares Stahlflachprodukt anzugeben, das trotz hoher Festigkeitswerte eine optimale Verformbarkeit besitzt, die durch eine hohe Bruchdehnung und ein gutes Lochaufweitungsverhältnis λ_M gekennzeichnet ist. Darüber hinaus sollte ein Verfahren angegeben werden, das auf einfache Weise die Herstellung eines solchen Stahlflachprodukts ermöglicht.

In Bezug auf das Stahlflachprodukt ist diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst worden, dass ein solches Stahlflachprodukt die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale aufweist.

In Bezug auf das Verfahren besteht die erfindungsgemäße Lösung der oben genannten Aufgabe darin, dass bei der Herstellung eines erfindungsgemäßen kaltgewalzten Stahlflachprodukts die in Anspruch 4 angegebenen Arbeitsschritte durchlaufen werden.

Ein erfindungsgemäßes Stahlflachprodukt wird demnach aus einem Stahl erzeugt, der aus (in Gew.-%)

C: 0,12 - 0,19 %,

Mn: 1,5 - 2,5 %,
Si: >0,60 - 1,0 %,
Al: ≤ 0,1 %,
Cr: 0,2 - 0,6 %,
Ti: 0,05 - 0,15 %,

und als Rest aus Eisen sowie herstellungsbedingt unvermeidbaren Verunreinigungen besteht. Dabei zählen zu den betreffenden unvermeidbaren Verunreinigungen (in Gew.-%) bis zu 0,1 % Mo, bis zu 0,03 % Nb, bis zu 0,03 % V, bis zu 0,0008 % B, bis zu 0,01 % S, bis zu 0,1 % P, bis zu 0,01 % N.

Gleichzeitig weist ein erfindungsgemäßes Stahlflachprodukt im kaltgewalzten Zustand

- ein perlit- und bainitfreies Gefüge mit 4 - 20 Vol.-%, insbesondere mindestens 6 Vol.-% Martensit, 2 - 15 Vol.-% Restaustenit, Rest Ferrit,
 - eine Bruchdehnung A80 von mindestens 15 %,
 - eine Zugfestigkeit R_m von mindestens 880 MPa,
 - eine Streckgrenze ReL von mindestens 550 MPa
- und
- ein Lochaufweitungsverhältnis λ_M von mehr als 6 %

auf.

Das Gefüge des erfindungsgemäßen Stahlflachprodukts zeichnet sich dadurch aus, dass es 2 - 15 Vol.-%, insbesondere mindestens 5 Vol.-%, besser noch mehr als 8 Vol.-% Restaustenit aufweist. Gleichzeitig ist das Gefüge eines erfindungsgemäßen Stahls im technischen Sinne frei

von Bainit und Perlit. D. h., im kaltgewalzten Zustand sind im Gefüge eines erfindungsgemäßen Stahlflachprodukts allenfalls Spuren von Bainit oder Perlit vorhanden, die keinen Einfluss auf die technischen Eigenschaften des erfindungsgemäßen Stahlflachprodukts haben. Die Anwesenheit wirksamer Bainit- oder Perlit-Anteile im Gefüge eines erfindungsgemäßen Stahlflachprodukts würde dessen Bruchdehnung und damit einhergehend dessen Verformbarkeit, insbesondere die angestrebten guten Lochaufweitungseigenschaften, verschlechtern. Durch die erfindungsgemäß vorgegebenen Gehalte an Restaustenit wird jedoch die geforderte Bruchdehnung von mindestens 15 % erreicht, die ein erfindungsgemäßes Stahlflachprodukt besitzt.

Gegenüber konventionellen modernen Mehrphasenstählen weist ein erfindungsgemäßes kaltgewalztes Stahlflachprodukt deutliche Unterschiede auf. Komplexphasenstähle weisen im Vergleich zum erfindungsgemäßen Stahlflachprodukt in der Regel ein höheres Streckgrenzenverhältnis bei einer als Produkt von Zugfestigkeit R_m und Bruchdehnung A_{80} berechneten geringeren "Güte" auf. Dies ist auf die verhältnismäßig hohe Streckgrenze und die dabei geringere Dehnung der bekannten Stähle zurückzuführen

Das Verformungsverhalten des erfindungsgemäßen Stahlflachprodukts ähnelt dem eines Dualphasen-Stahls. Ein großer Unterschied ist dabei jedoch in den Gefügen zu finden. Während ein erfindungsgemäßes Stahlflachprodukt einen Restaustenitanteil von bis zu 15 % aufweist, haben

Dualphasen-Stähle keinen oder nur sehr geringe Restaustenitgehalte.

TRIP-Stähle weisen im Gegensatz zum erfindungsgemäßen Stahl Flachprodukt wesentlich höhere Bruchdehnungen auf. Hieraus ergeben sich in der Regel Güten ($R_m \cdot A_{80}$) von 20000 MPa*% und mehr. Jedoch müssen TRIP-Stähle mit erhöhten Gehalten an Kohlenstoff, Silizium und/oder Aluminium legiert sein, um zum einen durch eine hinreichende Stabilisierung des Restaustenits den sogenannten TRIP-Effekt zu erzielen und zum anderen die entsprechende Festigkeit zu erreichen. Ein solches Legierungskonzept führt jedoch zu einer Schweißbeignung, die deutlich schlechter ist als die eines erfindungsgemäßen Stahl Flachprodukts, bei dem durch eine insbesondere im Hinblick auf den Si-Gehalt optimierte Einstellung der Gehalte an den Legierungselementen einerseits hohe Festigkeiten und andererseits eine gute Schweißbeignung erzielt werden.

Das nach Marciniak bestimmte Lochaufweitungsverhältnis λ_M beträgt bei einem erfindungsgemäßen Stahl Flachprodukt mindestens 6 %, wobei regelmäßig Lochaufweitungsverhältnisse λ_M von 7 % und mehr erreicht werden.

Ein erfindungsgemäßes Stahl Flachprodukt besitzt bei einer Mindestzugfestigkeit R_m von 880 MPa eine hohe Bruchdehnung von mindestens 15 % und damit einhergehend eine Güte ($R_m \cdot A_{80}$), die regelmäßig mindestens 14000 MPa*% beträgt. Typischerweise liegen die Zugfestigkeiten R_m

erfindungsgemäßer Stahlflachprodukte im Bereich von 880 - 1150 MPa.

Die Streckgrenze eines erfindungsgemäßen Stahlflachprodukts beträgt mindestens 550 MPa, wobei regelmäßig Streckgrenzen von 580 MPa und mehr erreicht werden. Typischerweise liegen die Streckgrenzen erfindungsgemäßer Stahlflachprodukte im Bereich von 580 - 720 MPa. Für ein erfindungsgemäßes Stahlflachprodukt beträgt das Streckgrenzenverhältnis (R_{eL}/R_m) demnach ebenso regelmäßig 0,55 - 0,75.

Die Bruchdehnung A80 eines erfindungsgemäßen Stahlflachprodukts beträgt mindestens 15 %, wobei regelmäßig Bruchdehnungen A80 von bis zu 25 % erreicht werden.

Aus der Dauerschwingfestigkeitsbestimmung nach DIN EN 50100 ergibt sich für erfindungsgemäße Stahlflachprodukte ein k-Wert, der regelmäßig höher als 4 ist.

Kohlenstoff ist in einem erfindungsgemäßen Stahlflachprodukt in Gehalten von 0,12 - 0,19 Gew.-% vorhanden, um eine Festigkeitssteigerung durch interstitielle Mischkristallbildung und Ausscheidungs-
härtung unter Bildung von Zementit (Fe_3C) zu bewirken. Der minimale Gehalt von 0,12 Gew.-% ist notwendig, um die erwünschte Festigkeit zu erreichen. Der maximale Gehalt von 0,19 Gew.-% sollte nicht überschritten werden, um den in der Praxis an die Schweißbeignung von

Stahlflachprodukten der erfindungsgemäßen Art gestellten Anforderungen zu genügen.

Mangan ist in einem erfindungsgemäßen Stahlflachprodukt in Gehalten von 1,5 - 2,5 Gew.-% vorhanden. Durch die Zugabe von Mangan werden Streckgrenze und Zugfestigkeit erhöht. So werden in einem erfindungsgemäßen Stahlflachprodukt durch die Anwesenheit von mindestens 1,5 Gew.-% Mangan eine Zugfestigkeit R_m von mindestens 880 MPa und eine Streckgrenze ReL von mindestens 550 MPa, insbesondere mindestens 580 MPa, ermöglicht. Mehr als 2,5 Gew.-% Mn sollte in einem erfindungsgemäßen Stahl nicht vorhanden sein, da bei höheren Mn-Gehalten die Gefahr der Entstehung von Manganseigerungen ansteigt, die sich ungünstig auf das Werkstoffverhalten auswirken können.

Dem Gehalt an Silizium, das in einem erfindungsgemäßen Stahlflachprodukt in Gehalten von $>0,60$ - 1,0 Gew.-% vorhanden ist, kommt eine besondere Bedeutung im Hinblick auf die Ausbildung des Gefüges zu. Indem der Si-Gehalt mehr als 0,60 Gew.-% beträgt, wird die Perlitbildung unterdrückt, was eine Anreicherung des Austenits mit Kohlenstoff ermöglicht und damit einhergehend die Restaustenitstabilität erhöht. Der Restaustenit wandelt bei der Umformung in Martensit um, wodurch eine zusätzliche Verfestigung erreicht wird. Silizium bildet zudem mit Eisen Mischkristalle, durch die die Festigkeit im Stahl gesteigert wird. Besonders sicher lassen sich die positiven Einflüsse der Anwesenheit von Silizium in einem erfindungsgemäßen Stahlflachprodukt dann nutzen, wenn der Si-Gehalt mindestens 0,65 Gew.-%, insbesondere mindestens 0,7 Gew.-%, beträgt. Um beim Warmwalzen

ungünstige Zunderausbildung zu vermeiden, ist gleichzeitig der Si-Gehalt auf höchstens 1,0 Gew.-% beschränkt, wobei eine solche Zunderbildung insbesondere dann begrenzt wird, wenn der Si-Gehalt auf höchstens 0,95 Gew.-% begrenzt ist.

Der Stahl, aus dem das erfindungsgemäße Stahlflachprodukt besteht, ist aluminiumberuhigt. Demzufolge enthalten erfindungsgemäße Stahlflachprodukte regelmäßig mehr als 0,01 Gew.-% und bis zu 0,1 Gew.-% Aluminium.

Chrom ist in einem erfindungsgemäßen Stahlflachprodukt in Gehalten von 0,2 - 0,6 Gew.-% vorhanden. Chrom wirkt im erfindungsgemäßen Stahlflachprodukt festigkeitssteigernd. Hinzukommt, dass bei der im Zuge der Herstellung eines erfindungsgemäßen Stahlflachprodukts erfolgenden Warmverarbeitung des Stahls durch die Anwesenheit von Cr die Bildung von Bainit verzögert wird. Ein Gehalt von 0,2 Gew.-% ist erforderlich, um die notwendige Festigkeit zu erreichen. Der Gehalt wird auf 0,6 Gew.-% begrenzt, da Versuche gezeigt haben, dass ein zu hoher Chromgehalt sich ungünstig auf die Dehnung und damit einhergehend auf die Güte (Rm*A80) des erfindungsgemäßen Stahlflachprodukts auswirkt.

Titan wird einem erfindungsgemäßen Stahlflachprodukt als Mikrolegierungselement in Gehalten von 0,05 - 0,15 Gew.-% zugegeben. Aufgrund der Anwesenheit von Ti weist der Stahl feinste Ausscheidungen von Ti(C,N) auf, die Festigkeitssteigerung und Kornfeinung beitragen. Die Korngröße des Gefüges ist nach ASTM kleiner oder gleich 15, d. h. kleiner oder gleich 1,9 µm. Um die gewünschten

Ausscheidungen zu bilden, ist ein Ti-Gehalt von mindestens 0,05 Gew.-% erforderlich, wobei sich die positive Wirkung von Ti dann besonders sicher einstellt, wenn der Ti-Gehalt des Stahls mindestens 0,07 Gew.-%, insbesondere mindestens 0,09 Gew.-%, beträgt. Ab einem Gehalt von 0,15 Gew.-% treten keine weiteren Verbesserungen der Wirkung von Ti ein.

Aufgrund seiner Eigenschaften eignet sich ein erfindungsgemäßes Stahlflachprodukt für Anwendungen, bei denen höhere Umformgrade in Kombination mit hohen Festigkeitswerten notwendig sind. Typische Beispiele für diese Verwendungen sind crashrelevante Bauteile wie Längsträger und auch dauerhaft im Betrieb belastete Fahrwerksteile.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen kaltgewalzten Stahlflachprodukts umfasst folgende Arbeitsschritte:

- Eine Stahlschmelze, die (in Gew.-%) C: 0,12 - 0,19 %, Mn: 1,5 - 2,5 %, Si: >0,60 - 1,0 %, Al: ≤ 0,1 %, Cr: 0,2 - 0,6 %, Ti: 0,05 - 0,15 % und als Rest aus Eisen sowie herstellungsbedingt unvermeidbaren Verunreinigungen besteht, wird zu einem Vorprodukt vergossen, bei dem es sich um eine Bramme oder Dünnbramme handelt.
- Das Vorprodukt wird bei einer 1100 - 1300 °C betragenden Austenitisierungstemperatur durcherwärmt, wobei diese Durcherwärmung ein von einer niedrigeren Temperatur ausgehendes Erwärmen umfassen kann oder als Halten der jeweiligen Bramme oder Dünnbramme unter

Ausnutzung der nach ihrer Erzeugung in ihnen vorhandenen Wärme ausgeführt werden kann. Die Durchwärmung wird dabei unter Berücksichtigung der Geometrie des Vorprodukts und der Leistungsfähigkeit der zur Verfügung stehenden Erwärmungseinrichtung so durchgeführt, dass das Gefüge des Vorprodukts am Ende dieser Erwärmung vollständig austenitisch ist.

- Das so bei der Austenitisierungstemperatur durcherwärmte Vorprodukt wird dann zu einem Warmband warmgewalzt, dessen Dicke typischerweise 1,8 - 4,7 mm beträgt. Die Temperaturführung in der mehrere, in der Regel fünf bis sieben Walzgerüste umfassenden Warmwalzstaffel wird so gewählt, dass in den ersten beiden Gerüsten der Warmwalzstaffel keine Rekristallisation stattfindet. Zu diesem Zweck sieht die Erfindung eine Warmwalzendtemperatur von 850 - 960 °C vor.
- Das aus dem letzten Gerüst der Warmwalzstaffel austretende Warmband wird anschließend mit Luft, Wasser oder Luft und Wasser in Kombination auf eine 500 - 650 °C betragende Haspeltemperatur abgekühlt und bei dieser Temperatur gehaspelt. Bei einer Haspeltemperatur unterhalb von 500 °C wäre der Formänderungswiderstand im nachfolgenden Kaltwalzprozess zu hoch. Bei einer oberhalb von 650 °C liegenden Haspeltemperatur besteht die Gefahr, dass es zu in Bezug auf die Verformbarkeit schädlicher Korngrenzenoxidation kommt.
- Zur Verbesserung seiner Oberflächenbeschaffenheit kann das Warmband optional gebeizt werden, wenn sich hierzu aufgrund von Qualitätsanforderungen die Notwendigkeit ergibt.

- Das erhaltene Warmband wird nun zu einem kaltgewalzten Stahlflachprodukt kaltgewalzt, das typischerweise 0,6 - 2,5 mm dick ist. Dabei beträgt der beim Kaltwalzen erreichte Kaltwalzgrad mindestens 30 %, damit eine Rekristallisation überhaupt möglich ist. Um die Walzkräfte nicht zu hoch ansteigen zu lassen, sollte der Kaltwalzgrad 75 % nicht überschreiten.
- Das kaltgewalzte Stahlflachprodukt wird dann einer Durchlaufglühung unterzogen. Dabei wird das Stahlflachprodukt zunächst auf eine 750 - 900 °C betragende Glühtemperatur erwärmt und bei dieser Glühtemperatur für mindestens 80 s, insbesondere für 80 - 300 s, gehalten. Die minimale Glühtemperatur von 750 °C und eine Haltedauer von mindestens 80 s sind notwendig, damit eine hinreichende Austenitisierung erreicht wird. Bei Glühtemperaturen von mehr als 900 °C würde die Bildung von Austenit zu stark gefördert. Dies würde zu einer Verschiebung der Gefügeanteile im Endprodukt führen, durch die die geforderte Festigkeit von 880 MPa nicht mehr gewährleistet wäre.
- Nach dem Glühen wird das Stahlflachprodukt zweistufig abgekühlt.

In der ersten Stufe der Abkühlung wird das Stahlflachprodukt dabei mit einer Abkühlgeschwindigkeit von 8 - 100 K/s auf eine 450 - 550 °C betragende Zwischentemperatur abgekühlt. Die Abkühlgeschwindigkeit von mindestens 8 K/s wird hier benötigt, um die Bildung von Perlit und Bainit zu vermeiden und trotzdem hinreichend viel Ferrit entstehen zu lassen. In dem Temperaturbereich von 450 °C bis 550 °C findet zudem

die erste Anreicherung des Austenits mit Kohlenstoff statt.

In der zweiten Stufe der Abkühlung wird das Stahlflachprodukt dann von der Zwischentemperatur mit einer Abkühlgeschwindigkeit von mindestens 2 K/s auf 350 - 450 °C abgekühlt. Hierdurch wird ein Teil des maximal 20 % betragenden Martensitgehalts erreicht, durch den die 880 MPa betragende Mindestzugfestigkeit R_m eines erfindungsgemäßen Stahlflachprodukts gewährleistet wird.

- Nachdem die Endtemperatur des zweistufigen Abkühlens erreicht ist, wird das Stahlflachprodukt überaltert. Die Endtemperatur nach einer Überalterungsdauer von 210 - 710 s beträgt 100 - 400 °C. Durch Diffusionsprozesse im Band beim Durchlaufen dieser Überalterungsbehandlung wird der Restaustenit ganz oder teilweise stabilisiert, um die Dehnfähigkeit des Stahlflachprodukts für nachfolgend an dem Stahlflachprodukt vorgenommene Umformungen zu erhöhen. Durch die Umwandlung von stabilisiertem Restaustenit in Martensit bei Umformprozessen wird zudem die Zugfestigkeit erhöht.
- Im letzten Schritt der am kaltgewalzten Stahlflachprodukt vorgenommenen Wärmebehandlung wird das Stahlflachprodukt auf Raumtemperatur abgekühlt. Dabei kann aus dem nicht stabilisierten Restaustenit weiterer Martensit entstehen, der die Festigkeit des Stahlflachprodukts weiter erhöhen kann.
- Anschließend wird das Band mit einem Dressiergrad von 0,2 % bis 2,0 % nachgewalzt. Ein Dressiergrad von 0,2 % wird benötigt, um die Planheit und die

Oberflächenqualität einzustellen. Dressiergrade von 2 % sollen nicht überschritten werden, da sonst die Bruchdehnung zu stark absinkt.

- Optional kann das Stahlflachprodukt abschließend mit einer metallischen Schutzschicht versehen werden, durch die beispielsweise ein für den jeweiligen Verwendungszweck ausreichender Korrosionsschutz gewährleistet wird.

Die Abkühlung in der ersten Stufe der zweistufigen Abkühlung kann mit jedem geeigneten, eine ausreichende Abkühlgeschwindigkeit gewährleistenden Medium vorgenommen werden. Hierzu werden in der Praxis zur Verfügung stehende Kühleinrichtungen verwendet. So kann die Abkühlung in bewegter Luft erfolgen. Jedoch ist es auch denkbar, die Abkühlung mit Hilfe von Wasser vorzunehmen, das auf das Stahlflachprodukt gesprüht wird.

Die Abkühlung in der zweiten Stufe der zweistufigen Abkühlung kann gemäß einer praxisgerechten Ausgestaltung der Erfindung dadurch erfolgen, dass das Stahlflachprodukt durch Kontakt mit den gekühlten Rollen abgekühlt wird. Alternativ oder ergänzend kann das Stahlflachprodukt in der zweiten Stufe der zweistufigen Abkühlung durch einen bewegten Luftstrom gekühlt werden.

Die Überalterungsbehandlung kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass das Stahlflachprodukt bei der Überalterungsbehandlung einen gegenüber der Umgebung abgeschirmten Raum durchläuft. Dabei wird die Temperatur des Stahlflachprodukts auf 100 - 400 °C eingestellt. Ausgehend von der Temperatur, mit der das

Stahlflachprodukt in die Überalterungsbehandlung eintritt, kann diese Einstellung der Temperatur als Erwärmen, Abkühlen oder Halten ausgeführt werden.

Die Beschichtung des Stahlflachprodukts mit der metallischen Schutzschicht kann besonders effektiv elektrolytisch erfolgen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Die Figur zeigt ein Diagramm, in dem die für eine erfindungsgemäße Glühung typischen Spannen des Temperaturverlaufs über die Zeit dargestellt sind.

Sieben Stahlschmelzen 1 - 7, deren Zusammensetzungen in Tabelle 1a angegeben sind, sind zu Brammen vergossen worden, wobei die Stahlschmelzen 1 - 5 erfindungsgemäß und die Schmelzen 6 und 7 wegen ihres außerhalb der erfindungsgemäßen Vorgaben liegenden Si- bzw. Cr-Gehalts nicht erfindungsgemäß sind.

Die Brammen sind anschließend bei einer 1100 - 1300 °C betragenden Austenitisierungstemperatur durcherwärmt worden, so dass die Brammen beim Eintritt in die nachfolgend durchlaufene Warmwalzstaffel ein vollständig austenitisches Gefüge besaßen.

Die Brammen sind dann bei den in Tabelle 1b angegebenen Warmwalzendtemperaturen WET zu Warmband mit einer Dicke dKW von 1,8 - 4,6 mm warmgewalzt, anschließend an Luft auf die jeweilige, ebenfalls in Tabelle 1b angegebene

Haspeltemperatur HT abgekühlt und bei der jeweils erreichten Haspeltemperatur HT gehaspelt worden. Anschließend erfolgte optional ein Beizen, um auf dem Warmband vorhandenen Zunder vor dem Kaltwalzen zu entfernen und so optimale Oberflächenbeschaffenheiten beim nachfolgenden Kaltwalzen zu ermöglichen.

Das daraufhin durchgeführte Kaltwalzen des jeweiligen Warmbands zu einem kaltgewalzten Stahlflachprodukt mit einer Dicke dKW erfolgte jeweils mit den auch in Tabelle 1b angegebenen Kaltwalzgraden KWG.

Anschließend sind Proben der so erhaltenen kaltgewalzten Stahlflachprodukte verschiedenen Wärmebehandlungen A - J unterzogen worden, bei denen sie im Durchlauf jeweils auf eine Glühtemperatur GT erwärmt, dann über eine Glühdauer tG bei der Glühtemperatur GT gehalten, anschließend in einer ersten Abkühlstufe mit einer ersten Abkühlrate r1 auf eine erste Zieltemperatur ZT1 und unmittelbar daran anschließend in einer zweiten Abkühlstufe mit einer zweiten Abkühlrate r2 auf eine zweite Zieltemperatur ZT2 gebracht worden sind.

Nach der zweiten Stufe der Abkühlung sind die jeweils erhaltenen Proben der kaltgewalzten Stahlflachprodukte über eine Überalterungsdauer über eine 250 - 710 s betragende Dauer tUeA bei einer am Ende der Behandlung 400 - 100 °C betragenden Überalterungstemperatur TUeA in einem, gegenüber der Umgebung abgeschotteten Raum einer Überalterungsbehandlung unterzogen worden. Die bei den Wärmebehandlungen A - J jeweils eingestellten Parameter

GT, tG, r1, ZT1, r2, ZT2 und tUeA sind in Tabelle 2 verzeichnet.

Nach einer Abkühlung auf die Raumtemperatur RT sind die Stahlflachproduktproben mit einem Nachwalzgrad von D°, wie in Tabelle 1b angegeben, nachgewalzt worden.

Die Eigenschaften der so erhaltenen Stahlflachproduktproben sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Es zeigt sich, dass die aus den nicht erfindungsgemäß zusammengesetzten Stahlschmelzen 6 und 7 erzeugten Stahlflachproduktproben hinsichtlich ihrer Zugfestigkeit Rm bzw. ihrer Streckgrenze ReL die erfindungsgemäß vorgegebenen Untergrenzen von 880 MPa bzw. 550 MPa, insbesondere 580 MPa, auch dann nicht erreichen, wenn sie einer Wärmebehandlung unterzogen werden, die nach Maßgabe der Erfindung durchgeführt wird. Demgegenüber übertreffen die erfindungsgemäß zusammengesetzt und wärmebehandelten Stahlflachproduktproben regelmäßig diese Grenzwerte.

Stahl	C	Mn	Si	Al	Cr	Ti	P	N	S
1	0,17	1,9	0,72	0,04	0,37	0,114	0,012	0,0048	0,001
2	0,13	2,3	0,65	0,06	0,23	0,07	0,007	0,009	0,007
3	0,16	1,7	0,75	0,03	0,57	0,108	0,013	0,007	0,006
4	0,18	2,1	0,94	0,02	0,34	0,143	0,009	0,007	0,009
5	0,14	1,5	0,83	0,08	0,48	0,135	0,018	0,006	0,002
6	0,15	1,8	0,53	0,05	0,43	0,15	0,014	0,003	0,003
7	0,14	2,4	0,73	0,06	0,05	0,09	0,009	0,004	0,005

Gehaltsangaben in Gew.-%,
Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen

Tabelle 1a

Stahl	WET [°C]	HT [°C]	dW [mm]	KWG [%]	dKB [mm]	D° [%]	Erfindungs- gemäß?
1	900	530	2,0	50	1,0	0,51	JA
2	910	560	2,0	45	1,1	0,69	JA
3	870	510	2,0	55	0,9	0,30	JA
4	950	635	4,6	50	2,4	1,50	JA
5	935	545	1,8	60	0,7	0,25	JA
6	910	530	2,4	50	1,2	0,96	NEIN
7	910	530	3,4	50	1,7	0,78	NEIN

Tabelle 1b

Wärme- behand- lung	GT [°C]	tG, [s]	r1 [K/s]	ZT1 [°C]	r2, [K/s]	ZT2 [°C]	TUeA [°C]	tUeA [s]
A	750	150	9,3	500	4,3	400	260	440
B	810	150	11,6	500	4,3	400	280	440
C	840	150	13	500	4,3	400	290	440
D	900	150	15	500	4,3	400	270	440
E	810	200	8,4	500	3,1	400	150	600
F	810	90	18,5	500	6,9	400	350	250
G	810	150	13,4	450	4,3	350	300	440
H	810	150	9,7	550	4,3	450	320	500
I	810	150	14,8	500	4,3	350	350	440
J	810	150	17,9	500	4,3	350	400	440

Tabelle 2

Stahl	Wärme- behand- lung	ReL [MPa]	Rm [MPa]	A80 [%]	Gefügeanteile [%]			Rm*A [MPa*%]	ReL/Rm	Steigung Wöhler- Kurve	Loch- auf- weitung λ [%]	Erfindungs- gemäß?
					Ferrit	Rest- austenit	Martensit					
1	A	670	1123	15,1	75	5	20	16957	0,60	7,5	11,9	JA
1	B	660	1010	15,8	76	5	19	15958	0,65	8,9	12,5	JA
1	C	642	945	16,8	80	7	13	15876	0,68	12,4	13,8	JA
2	E	581	891	18,9	77	10	13	16840	0,65	11,5	7,4	JA
2	F	591	887	16,8	80	9	11	14902	0,67	13,1	7,8	JA
2	G	602	901	19,2	78	12	10	17299	0,67	5,9	7,9	JA
3	B	651	922	16,2	80	11	9	14936	0,71	10,6	12,8	JA
3	C	629	892	17,1	79	13	8	15253	0,71	7,1	13,9	JA
3	D	591	882	19,4	81	12	7	17111	0,67	12,8	14	JA
4	F	632	1078	15,1	77	8	15	16278	0,59	13,2	12,3	JA
4	G	664	1023	17,2	79	9	12	17596	0,65	12,6	12,5	JA
4	H	667	1031	17,3	76	10	14	17836	0,65	4,6	12,2	JA
5	D	603	897	20,1	79	13	8	18030	0,67	8,3	13,4	JA
5	E	663	1030	16,2	77	10	13	16686	0,64	13,0	12,1	JA
5	I	657	1021	17,3	77	5	18	17663	0,64	9,1	12,3	JA
5	J	641	986	19,8	76	14	9	19523	0,65	7,6	15,4	JA
6	C	560	840	21,2	84	8	8	17808	0,67	11,5	10,3	NEIN
6	D	491	812	22	80	10	10	17864	0,60	11,9	12,2	NEIN
7	B	531	876	18,3	81	9	10	16031	0,61	5,8	5,9	NEIN
7	C	512	823	19,1	85	9	6	15719	0,62	9,9	5,7	NEIN

Tabelle 3

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Kaltgewalztes Stahlflachprodukt, das
 - aus einem Stahl hergestellt ist, der aus (in Gew.-%)
 - C: 0,12 - 0,19 %,
 - Mn: 1,5 - 2,5 %,
 - Si: >0,60 - 1,0 %,
 - Al: $\leq$ 0,1 %,
 - Cr: 0,2 - 0,6 %,
 - Ti: 0,05 - 0,15 %
 - und als Rest aus Eisen sowie herstellungsbedingt unvermeidbaren Verunreinigungen besteht,
- und das
 - ein perlit- und bainitfreies Gefüge mit 4 - 20 Vol.-% Martensit, 2 - 15 Vol.-% Restaustenit, Rest Ferrit,
 - eine Bruchdehnung A80 von mindestens 15 %,
 - eine Zugfestigkeit R_m von mindestens 880 MPa,
 - eine Streckgrenze ReL von mindestens 550 MPa
- und
 - ein Lochaufweitungsverhältnis λ_M von mehr als 6 % aufweist.

2. Kaltgewalztes Stahlflachprodukt nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sein Si-Gehalt mindestens 0,65 Gew.-% beträgt.
3. Kaltgewalztes Stahlflachprodukt nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sein Ti-Gehalt mindestens 0,07 Gew.-% beträgt.
4. Verfahren zur Herstellung eines gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 beschaffenen kaltgewalzten Stahlflachprodukts umfassend folgende Arbeitsschritte:
 - Vergießen einer Stahlschmelze, die (in Gew.-%)
 - C: 0,12 - 0,19 %,
 - Mn: 1,5 - 2,5 %,
 - Si: >0,60 - 1,0 %,
 - Al: ≤ 0,1 %,
 - Cr: 0,2 - 0,6 %,
 - Ti: 0,05 - 0,15 %und als Rest aus Eisen sowie herstellungsbedingt unvermeidbaren Verunreinigungen besteht, zu einem Vorprodukt, bei dem es sich um eine Bramme oder Dünnbramme handelt,
 - Duerherwärmen des Vorprodukts auf eine 1100 - 1300 °C betragende Austenitisierungstemperatur,

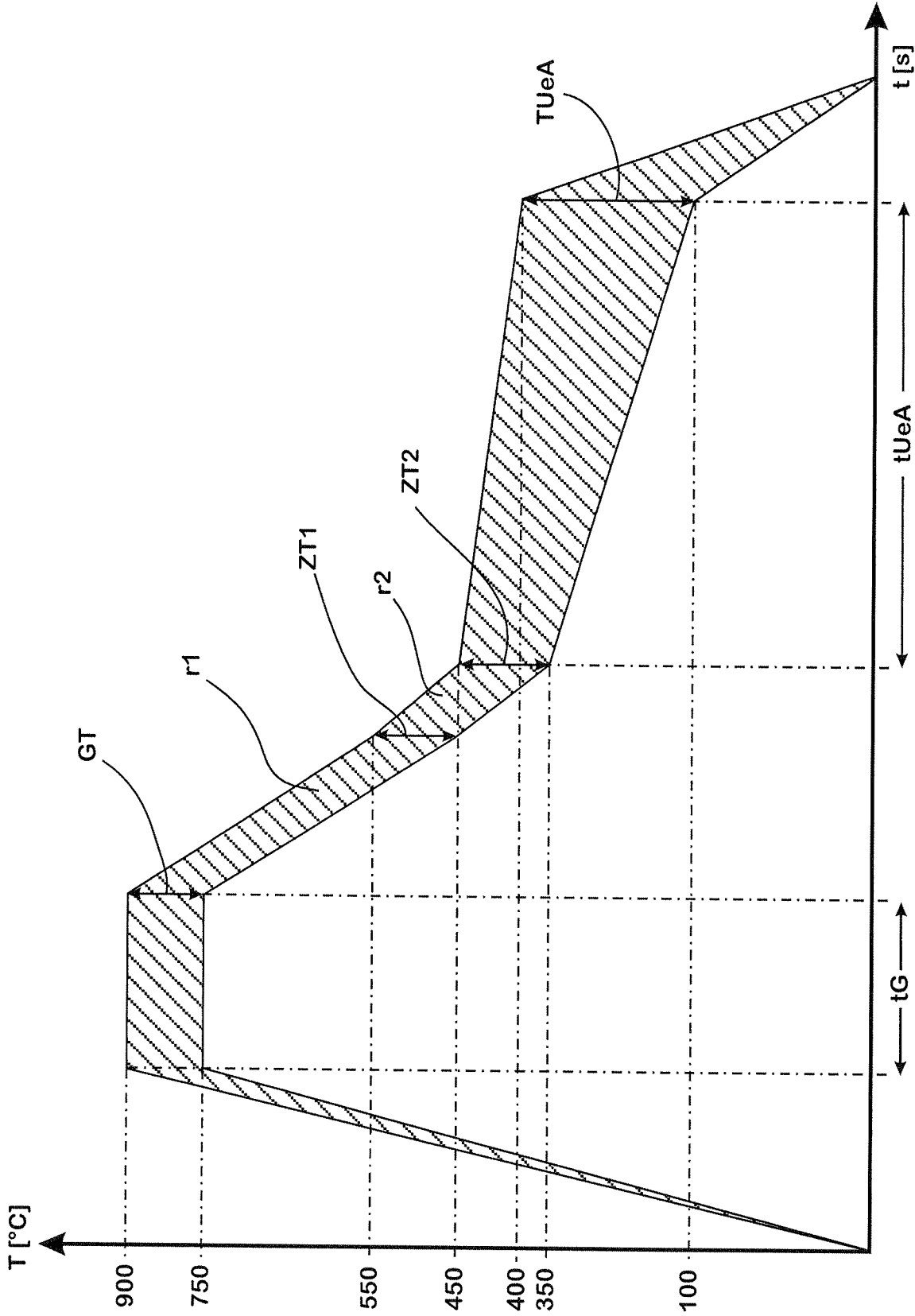
- Warmwalzen des durcherwärmten Vorprodukts zu einem Warmband, wobei die Warmwalzendtemperatur 850 - 960 °C beträgt,
- Abkühlen des Warmbands auf eine 500 - 650 °C betragende Haspeltemperatur,
- Haspeln des auf die Haspeltemperatur abgekühlten Warmbands,
- optionales Beizen des Warmbands,
- Kaltwalzen des Warmbands zu einem kaltgewalzten Stahlflachprodukt, wobei der beim Kaltwalzen erreichte Kaltwalzgrad mindestens 30 % beträgt,
- Durchlaufglühen des kaltgewalzten Stahlflachprodukts, wobei das Stahlflachprodukt im Zuge des Durchlaufglühens
 - auf eine 750 - 900 °C betragende Glühtemperatur erwärmt und bei dieser Glühtemperatur für 80 - 300 s gehalten wird und
 - im Anschluss an das Glühen zweistufig abgekühlt wird, wobei das Stahlflachprodukt
 - in der ersten Stufe der Abkühlung mit einer Abkühlgeschwindigkeit von 8 - 100 K/s auf eine 450 - 550 °C betragende Zwischentemperatur und
 - in der zweiten Stufe der Abkühlung von der Zwischentemperatur mit einer Abkühlgeschwindigkeit von 2 - 100 K/s auf 350 - 450 °C abgekühlt wird,
- Überaltern des Stahlflachprodukts über eine Überalterungsdauer von 210 - 710 s, wobei am Ende

der Überalterung die Temperatur 100 - 400 °C beträgt,

- Abkühlen des Stahlflachprodukts auf Raumtemperatur,
- Nachwalzen des Stahlflachprodukts mit einem Nachwalzgrad, der 0,2 - 2 % beträgt,
- optionales Beschichten des Stahlflachprodukts mit einer metallischen Schutzschicht.

5. Verfahren nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Abkühlung in der ersten Stufe der zweistufigen Abkühlung in bewegter Luft erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s das Stahlflachprodukt mindestens in der zweiten Stufe der zweistufigen Abkühlung durch Kontakt mit den gekühlten Rollen abgekühlt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s das Stahlflachprodukt in der zweiten Stufe der zweistufigen Abkühlung durch einen bewegten Luftstrom gekühlt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 4 bis 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s das Stahl Flachprodukt bei der Überalterungsbehandlung einen gegenüber der Umgebung abgeschirmten Raum durchläuft, in dem die Temperatur des Stahl Flachprodukts ausgehend von einer maximal 450 °C betragenden Eintrittstemperatur am Ende 100 - 400 °C beträgt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die Beschichtung mit der metallischen Schutzschicht elektrolytisch erfolgt.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/064551

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. C22C38/02 C22C38/04 C22C38/06 C22C38/14 C22C38/28 C21D8/02 ADD. According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC											
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C22C C21D Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data											
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category*</th> <th style="width: 70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width: 20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">X</td> <td style="vertical-align: top;"> EP 2 258 886 A1 (JFE STEEL CORP [JP]) 8 December 2010 (2010-12-08) examples 13 - E; tables 1-3 ----- </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">X</td> <td style="vertical-align: top;"> EP 2 182 080 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 5 May 2010 (2010-05-05) example 14; tables 1,2 ----- </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">1-3</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	EP 2 258 886 A1 (JFE STEEL CORP [JP]) 8 December 2010 (2010-12-08) examples 13 - E; tables 1-3 -----	1-3	X	EP 2 182 080 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 5 May 2010 (2010-05-05) example 14; tables 1,2 -----	1-3
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
X	EP 2 258 886 A1 (JFE STEEL CORP [JP]) 8 December 2010 (2010-12-08) examples 13 - E; tables 1-3 -----	1-3									
X	EP 2 182 080 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 5 May 2010 (2010-05-05) example 14; tables 1,2 -----	1-3									
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.											
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family											
Date of the actual completion of the international search 20 September 2013	Date of mailing of the international search report 30/09/2013										
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Huber, Gerrit										

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/064551

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2258886	A1	08-12-2010	CA 2712226 A1 06-08-2009
			CN 101932744 A 29-12-2010
			CN 103146992 A 12-06-2013
			EP 2258886 A1 08-12-2010
			JP 2009203548 A 10-09-2009
			KR 20100092503 A 20-08-2010
			TW 200940722 A 01-10-2009
			US 2011139315 A1 16-06-2011
			WO 2009096344 A1 06-08-2009
EP 2182080	A1	05-05-2010	CN 101724776 A 09-06-2010
			EP 2182080 A1 05-05-2010
			JP 2010106323 A 13-05-2010
			KR 20100048916 A 11-05-2010
			US 2010108200 A1 06-05-2010

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/064551

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C22C38/02 C22C38/04 C22C38/06 C22C38/14 C22C38/28 C21D8/02 ADD. Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC											
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C22C C21D Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data											
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategorie*</th> <th>Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile</th> <th>Betr. Anspruch Nr.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>EP 2 258 886 A1 (JFE STEEL CORP [JP]) 8. Dezember 2010 (2010-12-08) Beispiele 13 - E; Tabellen 1-3 -----</td> <td>1-3</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>EP 2 182 080 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 5. Mai 2010 (2010-05-05) Beispiel 14; Tabellen 1,2 -----</td> <td>1-3</td> </tr> </tbody> </table>			Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.	X	EP 2 258 886 A1 (JFE STEEL CORP [JP]) 8. Dezember 2010 (2010-12-08) Beispiele 13 - E; Tabellen 1-3 -----	1-3	X	EP 2 182 080 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 5. Mai 2010 (2010-05-05) Beispiel 14; Tabellen 1,2 -----	1-3
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.									
X	EP 2 258 886 A1 (JFE STEEL CORP [JP]) 8. Dezember 2010 (2010-12-08) Beispiele 13 - E; Tabellen 1-3 -----	1-3									
X	EP 2 182 080 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 5. Mai 2010 (2010-05-05) Beispiel 14; Tabellen 1,2 -----	1-3									
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie											
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist											
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 20. September 2013		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 30/09/2013									
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Huber, Gerrit									

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/064551

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2258886	A1	08-12-2010	CA 2712226 A1 06-08-2009
			CN 101932744 A 29-12-2010
			CN 103146992 A 12-06-2013
			EP 2258886 A1 08-12-2010
			JP 2009203548 A 10-09-2009
			KR 20100092503 A 20-08-2010
			TW 200940722 A 01-10-2009
			US 2011139315 A1 16-06-2011
			WO 2009096344 A1 06-08-2009
EP 2182080	A1	05-05-2010	CN 101724776 A 09-06-2010
			EP 2182080 A1 05-05-2010
			JP 2010106323 A 13-05-2010
			KR 20100048916 A 11-05-2010
			US 2010108200 A1 06-05-2010