



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 163 659 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.03.2010 Patentblatt 2010/11

(51) Int Cl.:
C22C 38/58 (2006.01)

C21D 8/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08105309.2**

(22) Anmeldetag: **11.09.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA MK RS

• **Ernenputsch, Lutz, Dr.-Ing.**

47802 Krefeld (DE)

• **Klos, Wilfried, Dr.**

41516 Grevenbroich (DE)

• **Krautschick, Hans-Joachim, Dr. rer. nat.**

42657 Solingen (DE)

• **Sachtleber, Michael, Dr.-Ing.**

41352 Korschenbroich (DE)

(71) Anmelder: **ThyssenKrupp Nirosta GmbH
47802 Krefeld (DE)**

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack
Patent- und Rechtsanwälte
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)**

(54) **Nichtrostender Stahl, aus diesem Stahl hergestelltes Kaltband und Verfahren zur Herstellung eines Stahlflachprodukts aus diesem Stahl**

(57) Die Erfindung betrifft einen nichtrostenden Stahl und daraus hergestelltes Kaltflachprodukt, die sich auf einfache Weise kostengünstig herstellen lassen. Ein erfindungsgemäßer Stahl weist dazu im kaltgewalzten Zustand ein Gefüge mit 5 - 15 Vol.-% δ-Ferrit und als Rest Austenit auf. Dabei enthält er (in Gew.-%): C: 0,05 - 0,14 %, Si: 0,1 - 1,0 %, Mn: 4,0 - 12,0 %, Cr: >17,5 - 22,0 %, Ni: 1,0 - 4,0 %, Cu: 1,0 - 3,0 %, N: 0,03 - 0,2 %, P: max. 0,07 %, S: max. 0,01 %, Mo: max. 0,5

%, optional eines oder mehrere Elemente aus der Gruppe "Ti, Nb, B, V, Al, Ca, As, Sn, Sb, Pb, Bi, H" mit folgender Maßgabe Ti: max. 0,02 %, Nb: max. 0,1 %, B: max. 0,004 %, V: max. 0,1 %, Al: 0,001 - 0,03 %, Ca: 0,0005 - 0,003 %, As: 0,003 - 0,015 %, Sn: 0,003 - 0,01 %, Pb: max. 0,01 %, Bi: max. 0,01 %, H: max. 0,0025 %, Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen nichtrostenden Stahl, ein aus diesem Stahl hergestelltes kaltgewalztes Stahlflachprodukt, wie einem Stahlband oder Stahlblech, und ein Verfahren zur Herstellung eines Stahlflachprodukts aus dem in Rede stehenden Stahl.

[0002] Ein in der Praxis vielfach bewährter nichtrostender Stahl ist unter der Bezeichnung X5CrNi18-10 bekannt und wird unter der EN-Werkstoffnummer 1.4301 geführt. Bei diesem Werkstoff handelt es sich um einen relativ weichen, nicht ferromagnetischen Austenit-Stahl, aus dem beispielsweise Töpfe, Essbesteck, Spülbecken, Teile von Haushaltsgeräten, so genannter "weißer Ware", wie Waschmaschinen, Wäschetrockner, Geschirrspülmaschinen etc., gefertigt werden. Er enthält gemäß DIN EN 10088 neben Eisen und unvermeidbaren Verunreinigungen typischerweise (in Gew.-%) bis zu 0,07 % C, 17,0 - 19,5 % Cr, 8,0 - 10,5 % Ni, max. 1,0 % Si, max. 2,0 % Mn, max. 0,045 % P, max. 0,015 % S und max. 0,110 % N. Der hohe Nickelanteil stellt dabei die austenitische Struktur des Stahls sicher, welche Voraussetzung für seine gute Umformbarkeit ist. Der hohe Cr-Gehalt gewährleistet dabei die gute Korrosionsbeständigkeit dieses Stahls.

[0003] Nachteilig an dem Stahl 1.4301 ist allerdings, dass er nur zu vergleichbar hohen Kosten hergestellt werden kann, da für seine Legierungsbestandteile, insbesondere die hohen Gehalte an Nickel, hohe Preise zu zahlen sind.

[0004] Aufgrund der hohen Legierungskosten des Stahls 1.4301 gibt es zahlreiche Versuche, einen Ersatz für diesen Werkstoff zu schaffen. Übereinstimmendes Ziel dieser Bemühungen ist es, den Nickelgehalt zu reduzieren.

[0005] Ein Beispiel für eine solche Entwicklung ist in der EP 0 969 113 A1 beschrieben. Der aus dieser Veröffentlichung bekannte austenitische Stahl weist neben Eisen und unvermeidbaren Verunreinigungen (in Gew.-%) 0,01 - 0,08 % C, 0,1 - 1 % Si, 5 - 11 % Mn, 15 - 17,5 % Cr, 1 - 4 % Ni, 1 - 4 % Cu, 0,1 - 0,3 % N, sowie näher definierte Gehalte an Schwefel, Kalzium, Aluminium, Phosphor, Bor und Sauerstoff auf.

[0006] Ein anderes Beispiel für einen Stahl der hier behandelten Art ist aus der JP 56 146862 bekannt. Dieser austenitische Stahl enthält (in Gew.-%) bis zu 0,03 % C, bis zu 0,5 % Si, 2,2 - 3,0 % Mn, 14 - 18 % Cr, 6 - 9 % Ni, bis zu 0,03 % N, 0,15 - 0,50 % Mo, 1 - 3 % Cu und als Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen. Dabei wird besonderer Wert auf ein gutes Umformverhalten gelegt, welches durch das kontrollierte Einstellen des so genannten MD30-Wertes eingestellt wird, der gemäß einer in der JP 56 146862 angegebenen speziellen Formel berechnet wird.

[0007] Mit "M_{d30}" wird allgemein die Temperatur bezeichnet, bei der nach einer Kaltumformung von 30 % die Umwandlung von Austenit in Martensit zu 50 % abgelaufen ist. Oberhalb dieser Temperatur tritt dagegen eine verminderte Umwandlung auf (s. Werkstoffkunde Stahl, Band 2, Herausgeber: Verein Deutscher Eisenhüttenleute, 1985, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokio, Verlag Stahleisen m.b.H. Düsseldorf, Kapitel D 10.3.2).

[0008] In der europäischen Patentschrift EP 1 431 408 B1 ist des Weiteren ein nichtrostender austenitischer CrNiMnCu-Stahl mit niedrigem Ni-Gehalt mit folgender Zusammensetzung vorgeschlagen worden (in Gew.-%): 0,03 - 0,064 % C, 0,2 - 1,0 % Si, 7,5 - 10,5 % Mn, 14,0 - 16,0 % Cr, 1,0 - 5,0 % Ni, 0,04 - 0,25 % N, 1,0 - 3,5 % Cu, Spuren von Molybdän und als Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen. Um Warmwalzfähigkeit zu erhalten, ist dabei für den δ-Ferritgehalt ("delta-Ferritgehalt") vorgeschrieben, dass dessen nach einer in der EP 1 431 408 B1 selbst angegebenen Formel berechneter Gehalt weniger als 8,5 % beträgt. Der derart beschaffene Stahl zeigt vergleichbare mechanische Eigenschaften wie der bekannte Stahl 1.4301.

[0009] Auch aus der EP 0 593 158 A1 ist ein nichtrostender, zur Gattung der hier betrachteten Stähle gehörender austenitischer CrNiMnCuN-Stahl bekannt. Dieser Stahl weist neben Eisen und unvermeidbaren Verunreinigungen (in Gew.-%) < 0,15 % C, < 1 % Si, 6,4 - 8,0 % Mn, 16,5 - 17,5 % Cr, 2,50 - 5,0 % Ni, < 0,2 % N und 2,0 - 3,0 % Cu auf. Bei diesem Stahl ist eine gute Warmwalzfähigkeit, insbesondere die Vermeidung von Kantenrissen beim Warmwalzen, bei gleichzeitig akzeptablen mechanischen Eigenschaften und Korrosionsbeständigkeit erreicht worden. Um diese Eigenschaftskombination sicher zu gewährleisten, wird dabei der Cr-Gehalt des Stahls jeweils so eingestellt, dass er 17,5 Gew.-% sicher nicht überschreitet.

[0010] Aus der EP 1 319 091 B1 ist eine Möglichkeit zur kostengerechten Herstellung eines überwiegend aus Mn-Austenit bestehenden Stahlbands oder -blechs bekannt, das eine gegenüber dem Stand der Technik erhöhte Festigkeit besitzt. Zu diesem Zweck wird ein Stahl erschmolzen, welcher (in Gew.-%) mindestens die folgenden Legierungsbestandteile enthält: 15,00 - 24,00 % Cr, 5,00 - 12,00 Mn, 0,10 - 0,60 % N, 0,01 - 0,2 % C, max. 3,00 % Al und / oder Si, max. 0,07 % P, max. 0,05 % S, max. 0,5 % Nb, max. 0,5 % V, max. 3,0 % Ni, max. 5,0 % Mo, max. 2,0 % Cu sowie als Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen. Ein solcher Stahl wird dabei in den zwischen zwei rotierenden Rollen einer Zweirollengießmaschine gebildeten Gießspalt zu einem Dünnband mit einer Dicke von max. 10 mm gegossen. Währenddessen werden die Walzen oder Rollen derart stark gekühlt, dass das Dünnband im Gießspalt mit einer Abkühlgeschwindigkeit von mindestens 200 K/s abgekühlt. Das bekannte Verfahren macht sich auf diese Weise die grundsätzlich bekannte Technik einer Bandgießanlage zunutze, indem sie den Stahl in dem zwischen den Walzen oder Rollen beispielsweise einer Zweirollen-Gießapparatur ("Double roller") gebildeten Gießspalt vergießt und ihn dabei so stark abkühlt, dass es zu einer Verschiebung von einer primär ferritischen in Richtung zu einer primär austenitischen Erstarrung kommt. Dies ermöglicht es, den in der Schmelze gelösten Stickstoff in den Stahl zu überführen, denn der Austenit besitzt

eine hohe Löslichkeit für Stickstoff. Durch die intensive, mit hoher Kühlgeschwindigkeit erfolgende Abkühlung ist dabei sichergestellt, dass in der erstarrenden Schmelze möglicherweise entstehende Stickstoff-Gasblasen klein bleiben und der gegen sie gerichtete Druck groß ist. Dies verhindert ein Ausgasen der hohen Stickstoffgehalte im Zuge der Erstarrung.

[0011] Aus der EP 1 352 982 B1 ist schließlich ein kostengünstig herstellbarer nichtrostender Stahl bekannt, der auch bei konventioneller Kaltumformung unempfindlich gegen die Entstehung von SpannungsrisSEN ist. Bei diesem Stahl wird anstelle des üblicherweise angestrebten, einphasigen, rein austenitischen Gefüges ein zweiphasiges Mischgefüge eingestellt, bei dem durch Zulegen von Si und/oder Mo und teilweise unter Absenkung des Ni-Gehaltes bzw. durch Austausch von Ni durch Cu die Austenit- (A) und Ferrit-(F) Anteile eingestellt sind. Der Austenit wird dabei soweit stabilisiert, dass bei der Verformung eintretende Martensitbildung nicht mehr zu SpannungsrisSEN führt. In Gew.-% angegeben liegt der Chrom-Gehalt des aus der EP 1 352 982 B1 bekannten Stahls zwischen 16 - 20 %, der Mangan-Gehalt zwischen 6 - 12 %, der Nickel-Gehalt ist kleiner gleich 9,05 % und der Kupfer-Gehalt liegt bei kleiner gleich 3 %. Stickstoff ist zwischen 0,1 - 0,5 % hinzulegiert. Die Legierung ist so zusammengesetzt, dass der t-Faktor (Verhältnis von Ferrit bildenden Elementen zu Austenit bildenden Elementen mit jeweiligen Vorfaktoren) in einem Korridor von mehr als 1,3 bis weniger als 1,8 liegt. Gleichzeitig muss die MD30-Temperatur der Legierung eine bestimmte Bedingung erfüllen.

[0012] Vor dem Hintergrund des voranstehend erläuterten Standes der Technik bestand die Aufgabe der Erfindung darin, einen Stahl anzugeben, der sich auf einfache Weise kostengünstig herstellen lässt. Darüber hinaus sollte ein Verfahren angegeben werden, mit dem sich aus einem solchen Stahl ein Stahlband mit optimierten Eigenschaften erzeugen lässt. Schließlich sollte auch ein kaltgewalztes, kostengünstig herstellbares nicht rostendes Stahlflachprodukt angegeben werden, das bei guten Umformungseigenschaften eine für ein weites Feld von Anwendungen ausreichende Festigkeit besitzt.

[0013] In Bezug auf den Stahl ist diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst worden, dass dieser Stahl gemäß Anspruch 1 zusammengesetzt ist. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Stahls sind in den auf Anspruch 1 rückbezogenen Ansprüchen angegeben.

[0014] Die erfindungsgemäße Lösung der voranstehend genannten Aufgabe in Bezug auf das Stahlflachprodukt ist in Anspruch 12 angegeben, wobei in Anspruch 13 eine vorteilhafte Ausgestaltung dieses Produktes genannt ist.

[0015] Schließlich besteht die erfindungsgemäße Lösung der oben genannten Aufgabe hinsichtlich des Verfahrens darin, dass bei der Herstellung eines Stahlflachproduktes mindestens die in Anspruch 14 angegebenen Arbeitsschritte durchlaufen werden. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den auf Anspruch 14 rückbezogenen Ansprüchen angegeben.

[0016] Mit der Erfindung steht ein nichtrostender CrMnNiCu-Stahl mit höheren Mn- und Cu-Gehalten sowie niedrigem Ni-Gehalt als kostengünstiger Alternativwerkstoff zum 1.4301 zu Verfügung, der sich vorteilhaft über Bandguss zu einem Stahlflachprodukt verarbeiten lässt.

[0017] Die Legierungsbestandteile des erfindungsgemäß zusammengesetzten Stahls sind dabei so gewählt, dass sein Gefüge im kaltgewalzten Zustand neben Austenit einen δ-Ferritgehalt ("delta-Ferritgehalt") von 5 - 15 Vol.-% besitzt. Dieser δ-Ferritgehalt ist dabei so bemessen, dass der erfindungsgemäße Stahl als Kaltband bei guter Festigkeit eine an den Stahl 1.4301 heranreichende Korrosionsbeständigkeit besitzt. Die mechanischen Eigenschaften eines aus dem erfindungsgemäßen Stahl kaltgewalzten Stahlflachprodukts, wie Streckgrenze und Zugfestigkeit, sind gegenüber dem Stahl 1.4301 zu höheren Werten und die Bruchdehnung zu geringen A80-Werten verschoben. Die technologischen Kennwerte zur Beurteilung der Kaltumformbarkeit, wie das Grenzziehverhältnis und die Kalottenhöhe im Tiefungsversuch, liegen dabei im unteren Streubandbereich der für aus dem Stahl 1.4301 erzeugten Stahlbleche ermittelten Werte.

[0018] Aufgrund seiner besonderen Eigenschaftskombination eignet sich der erfindungsgemäße Stahl folglich als Ersatz für den Stahl 1.4301 bei der Herstellung von in den Bereich der "weißen Ware" fallenden Produkten sowie für den Einsatz in anderen Anwendungsbereichen, bei denen Stahlbleche jeweils mit deutlichen Tiefzieh- und Streckziehanteilen zu dem jeweiligen Produkt verformt werden.

[0019] Der erfindungsgemäße Stahl weist dazu (in Gew.-%):

C:	0,05 - 0,14 %,
Si:	0,1 - 1,0 %,
Mn:	4,0 - 12,0 %,
Cr:	>17,5 - 22,0 %,
Ni:	1,0 - 4,0 %,
Cu:	1,0 - 3,0 %,
N:	0,03 - 0,2 %,
P:	max. 0,07 %,
S:	max. 0,01 %,
Mo:	max. 0,5 %,

optional eines oder mehrere Elemente aus der Gruppe "Ti, Nb, B, V, Al, Ca, As, Sn, Sb, Pb, Bi, H" mit folgender Maßgabe

Ti:	max. 0,02 %,
Nb:	max. 0,1 %,
B:	max. 0,004 %,
V:	max. 0,1 %,
Al:	0,001 - 0,03 %,
Ca:	0,0005 - 0,003 %,
As:	0,003 - 0,015 %,
Sn:	0,003 - 0,01 %,
Pb:	max. 0,01 %,
H:	max. 0,0025 %,

und als Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen auf.

[0020] Cr ist in erster Linie zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit in Gehalten von mehr als 17,5 Gew.-% bis maximal 22,0 Gew.-% in dem erfindungsgemäßen Stahl enthalten. Die Vorschrift, dass jeweils mehr als 17,5 Gew.-% Cr in dem erfindungsgemäßen Stahl enthalten sein sollen, gewährleistet dabei, dass eine mit dem Stahl 1.4301 vergleichbare Korrosionsbeständigkeit erzielt wird. Dies wird besonders sicher dann erreicht, wenn der Cr-Gehalt mindestens 17,7 Gew.-%, insbesondere mindestens 18,0 Gew.-% beträgt. Die durch die Erfindung erzielten Erfolge treten dabei insbesondere dann ein, wenn der Cr-Gehalt des erfindungsgemäßen Stahls auf 20 Gew.-% beschränkt ist.

[0021] C und N sind starke Austenitbildner und erhöhen außerdem wirkungsvoll den Widerstand gegen die Bildung von Umformmartensit bei der Verarbeitung erfindungsgemäßer Stähle. Daher ist die Untergrenze des C-Gehaltes auf 0,05 Gew.-% und die Untergrenze für den N-Gehalt auf 0,03 Gew.-% gesetzt worden.

[0022] Durch Einhaltung einer Obergrenze von 0,14 Gew.-% für den C-Gehalt wird die Gefahr von Chromkarbidbildung bei einer Wärmebehandlung, z. B. beim Schweißen, und damit einhergehender interkristalliner Korrosion vermieden.

[0023] N führt als interstitielles Element zu einer Erhöhung der Streckgrenze und ist daher auf maximal 0,2 Gew.-% festgelegt. Um eine möglichst gute Verformbarkeit zu gewährleisten, wird der N-Gehalt bevorzugt auf 0,12 Gew.-% beschränkt. Die Wirkung von Stickstoff in einem erfindungsgemäßen nichtrostenden Stahl tritt demnach insbesondere dann ein, wenn sein N-Gehalt mindestens 0,06 Gew.-%, insbesondere 0,06 - 0,10 Gew.-% beträgt.

[0024] Si unterstützt die Bildung von Ferrit. Daher ist der Si-Gehalt eines erfindungsgemäßen Stahls auf max. 1 Gew.-%, insbesondere 0,5 Gew.-%, beschränkt, wobei die unerwünschte Wirkung von Si insbesondere dadurch vermieden werden kann, dass der Si-Gehalt des erfindungsgemäßen Stahls auf max. 0,4 Gew.-% beschränkt wird.

[0025] Mo wird erfindungsgemäßem Stahl nicht gezielt zugelegt, da es einerseits die Ferritbildung unterstützt und andererseits teuer ist. Bevorzugt ist daher der Mo-Gehalt so gering wie möglich. Insbesondere kann der Mo-Gehalt erfindungsgemäß soweit abgesenkt werden, dass er auf unwirksame, den herstellungsbedingt unvermeidbaren Verunreinigungen zuzuordnende Mengen beschränkt ist.

[0026] Ni wird dem erfindungsgemäßen Stahl als Austenitbildner zugegeben, wobei ein Mindestgehalt von 1 Gew.-% erforderlich ist, um den δ -Ferritgehalt ("delta-Ferritgehalt") bei einem erfindungsgemäßen Stahl auf max. 25 % im Warmband und gute Umformeigenschaften zu gewährleisten, so dass der angestrebte, auf maximal 15 % beschränkte delta-Ferritgehalt erfindungsgemäßen Kaltbands sicher eingehalten wird. Besonders sicher wird dieser Effekt erreicht, wenn der Ni-Gehalt mindestens 1,5 Gew.-%, insbesondere mindestens 2,0 Gew.-%, beträgt.

[0027] Durch die Begrenzung des Ni-Gehalts auf höchstens 4 Gew.-% wird eine deutliche Reduktion der Legierungsmittelkosten im Vergleich zum Stahl 1.4301 erreicht.

[0028] Durch das Hinzulegieren der Austenitbildner Mn und Cu ist die Reduktion des Ni-Gehaltes möglich.

[0029] Kupfer hat eine ähnliche austenitstabilisierende Wirkung wie Nickel. Ein zu hoher Kupfergehalt kann allerdings zur Bildung von kupferreichen Ausscheidungen mit erniedrigtem Schmelzpunkt führen, die insbesondere beim Vergießen des erfindungsgemäßen Stahls in einer Bandgießanlage zu gegossenem Band oder dem anschließend inline erfolgenden Warmwalzen Risse verursachen könnten. Daher sieht die Erfindung für Kupfer eine Obergrenze von 3 % vor. Um die Wirkung von Cu in dem erfindungsgemäßen Stahl zu sichern, hat sich ein Cu-Mindestgehalt von 1,5 Gew.-%, insbesondere 2,0 Gew.-% als günstig erwiesen, wobei sich in praktischen Versuchen Gehalte von 2,1 Gew.-% und mehr bewährt haben.

[0030] Die austenitbildende Wirkung von Mn in einem erfindungsgemäßen Stahl tritt bei Mn-Gehalten von mindestens 4 Gew.-% ein. Aus legierungsgeschäftstechnischer, ökonomischer Sicht ist der Mn-Gehalt auf max. 12 Gew.-% beschränkt, wobei eine optimierte Wirkung des Mangans in erfindungsgemäßem Stahl erzielt wird, wenn der Mn-Gehalt 4,0 - 10,5 Gew.-%, insbesondere 7,5 - 10,5 Gew.-%, beträgt.

[0031] Die Gehalte an P und S sind für P auf max. 0,07 Gew.-% und für S auf max. 0,01 Gew.-% beschränkt, um den

negativen Einfluss dieser Legierungselemente auf die Verformbarkeit eines erfindungsgemäßen Stahls weitestgehend auszuschließen.

[0032] Zur Einstellung bestimmter Eigenschaften bei einem erfindungsgemäßen Stahl können optional Gehalte an Ti, Nb, B, V, Al, Ca, As, Sn, Pb oder H anwesend sein.

[0033] Ti-Gehalte von bis zu 0,02 Gew.-% dienen sowohl bei der Erzeugung des erfindungsgemäßen Stahlflachprodukts über den Strangguss als auch über die so genannte "Bandgussroute" der Vermeidung von Rissen im erhaltenen Band.

[0034] Nb-Gehalte von bis zu 0,1 Gew.% wirken sich bei einer Erzeugung sowohl über Strangguss als auch über Bandguss günstig auf die Umformbarkeit aus.

[0035] Bor kann erfindungsgemäßem Stahl in Gehalten von bis zu 0,004 Gew.-% im Fall seiner Verarbeitung über Bandguss zugegeben werden, um der Gefahr von Rissbildung entgegenzuwirken. Wird der Stahl im Strangguss vergossen, so trägt die Anwesenheit von B bis zu der genannten Obergrenze zur Vermeidung von Oberflächenaufreißungen bei.

[0036] Durch die Zugabe von Al in Gehalten von 0,001 - 0,03 Gew.-% kann der Reinheitsgrad des erfindungsgemäßen Stahls verbessert werden. Demselben Zweck dient die Anwesenheit von Ca in Gehalten 0,0005 - 0,003 Gew.-%.

[0037] Durch Gehalte an As von 0,003 - 0,015 Gew.-%, Sn von 0,003 - 0,01 Gew.-%, Pb von bis zu 0,01 Gew.-% und Bi von bis zu 0,01 Gew.-% kann bei der Verarbeitung eines erfindungsgemäßen Stahls über Bandguss die Gefahr von Rissbildung minimiert werden. Im Fall der Verarbeitung über Strangguss helfen diese Elemente in den genannten Gehaltsgrenzen, die Gefahr des Auftretens von Oberflächenfehlern beim Warmwalzen zu vermindern.

[0038] Ein hinsichtlich der insbesondere im kaltgewalzten Zustand angestrebten Eigenschaften optimales Verhältnis der austenit- und ferritbildenden Legierungsbestandteile ergibt sich dann, wenn für den Faktor

$$t = \frac{\%Cr + 2\%Mo + 1,5\%Si + 3\%Al - 5}{0,3\%Mn + \%Ni + 0,5\%Cu + 15(\%C + \%N) + 2}$$

gilt

t kleiner oder gleich 1,3, wobei mit %C der C-Gehalt, %N der N-Gehalt, %Si der Si-Gehalt, %Al der Al-Gehalt, %Mn der Mn-Gehalt, %Cr der Cr-Gehalt, %Ni der Ni-Gehalt, %Mo der Mo-Gehalt und %Cu der Cu-Gehalt der jeweiligen Stahlzusammensetzung bezeichnet sind. Dies gilt insbesondere dann, wenn t kleiner als 1,3 ist, wobei sich die erfindungsgemäß angestrebten Eigenschaften dann besonders sicher einstellen, wenn t höchstens 1,2 beträgt.

[0039] Gemäß der Erfundung weist ein aus einem erfindungsgemäß zusammengesetzten Stahl kaltgewalztes Stahlprodukt, also beispielsweise ein kaltgewalztes Stahlband oder Stahlblech, eine Dehnung A80 von mindestens 35 % auf. Bei einem derart beschaffenen kaltgewalzten erfindungsgemäßen Stahlflachprodukt beträgt das Grenzziehverhältnis beim Tiefziehen eines rotationssymmetrischen Nämpfchens 2,00. "Grenzziehverhältnis" meint dabei das größte aus dem Durchmesser der Ronde, aus der das Nämpfchen gezogen wird, zum Durchmesser des zum Tiefziehen des Nämpfchens eingesetzten Stempels gebildete Ziehverhältnis im Erstzug, bei dem mit einer bestimmten Niederhalterkraft ein Napf ohne Bodenreißer oder Falten tiefgezogen werden kann. Die Ronde wird dabei an ihrem äußeren Rand vollständig zwischen einem Ziehring und einem Niederhalter eingespannt. Ein Stempel mit 100 mm Durchmesser dringt dann in die Ronde ein und formt in einem Tiefziehvorgang eine Kalotte. Dieser Vorgang wird fortgesetzt, bis das Blechmaterial reißt. Die unter diesen Umständen erzielte, rissfreie Kalottenhöhe beträgt bei einem aus erfindungsgemäß Stahl hergestellten Kaltband oder -blech regelmäßig 58 mm. Dementsprechend weist ein erfindungsgemäß beschaffenes Stahlflachprodukt eine Eigenschaftskombination auf, die es in optimaler Weise für eine Umformung beispielsweise durch Tiefziehen oder vergleichbare Operationen geeignet macht.

[0040] Die Erzeugung eines erfindungsgemäßen kaltgewalzten Stahlflachprodukts umfasst allgemein die Arbeitsabschnitte "Erschmelzen, Behandeln und Nachbehandeln des Stahls im Stahlwerk", "Erzeugen von gegossenem Band durch Bandguss aus dem Stahl", "Warmwalzen des gegossenen Bandes oder der Brammen", "Vorbereiten (Glühen und Beizen/Entzündern) des Warmbandes für das Kaltwalzen", "Kaltwalzen", "Fertigglühen des Kaltbandes" und "Endbearbeiten (Dressieren, Streckrichten, Besäumen) des Kaltbandes". Jeder dieser Arbeitsabschnitte kann dabei optionale Arbeitsschritte umfassen, die beispielsweise jeweils in Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden Anlagentechnik und den vom Verwender (Kunden) gestellten Anforderungen durchgeführt werden.

[0041] Zur Herstellung eines Stahlflachproduktes wird gemäß der Erfundung demnach zunächst ein in erfindungsgemäßer Weise zusammengesetzter Stahl erschmolzen. Die derart zusammengesetzte Schmelze wird dann in einer Zweirollengießmaschine zu einem gegossenen Band vergossen. Die Erstarrung des erfindungsgemäßen Stahls erfolgt dabei aufgrund des hohen Cr-Gehaltes und niedrigen Ni-Gehaltes primär ferritisch und dann austenitisch. Die hohen dem

Bandgießen zu Grunde liegenden Abkühlraten begünstigen den Verbleib deutlicher δ -Ferritanteile ("delta-Ferritanteile") im Warmband.

[0042] Anschließend wird das aus dem erfindungsgemäßen Stahl gegossene Band in einem kontinuierlichen Fertigungsablauf inline auf das Bandgießen folgend warmgewalzt. Auf diese Weise wird ein Warmband mit einer typischen Dicke von 1 bis 4 mm erzeugt. Auf dem Weg zu dem jeweiligen Warmwalzgerüst kann das gegossene Band selbstverständlich weitere Arbeitsstationen, wie einen Ausgleichs- oder Wiedererwärmungsofen, durchlaufen.

[0043] Die Verarbeitung des erfindungsgemäßen Stahls in einer Bandgießanlage hat den Vorteil, dass sich die Stahlschmelze zu einem Band mit minimierter, insbesondere auf max. 4 mm, vorzugsweise max. 3,5 mm, beschränkter Dicke vergießen lässt und anschließend Umformungen mit Umformgraden von max. 50 % erforderlich sind, um das gegossene Band auf Enddicke zu bringen. Auf diese Weise ist es möglich, aus erfindungsgemäßem Stahl trotz dessen Zweiphasigkeit prozesssicher ein Warmband zu fertigen, das anschließend einer konventionellen Weiterverarbeitung zu Kaltband zugeführt werden kann.

[0044] Besonders vorteilhaft wirkt sich die erfindungsgemäße Vorgehensweise aus, wenn das Warmwalzen in einem einzigen Warmwalzstich erfolgt. Der im Zuge des Warmwalzens erzielte Gesamtumformgrad ε sollte dabei höchstens 50 % betragen, da sich andernfalls ein unerwünscht feinkörniges Gefüge bildet.

[0045] Die Warmwalztemperaturen, mit denen das gegossene Band in den ersten Walzstich des Warmwalzens einläuft, liegen dabei bevorzugt im Bereich von 1050 - 1200 °C.

[0046] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0047] In Tabelle 1 sind die chemischen Zusammensetzungen von drei unter die Erfindung fallenden Legierungen E1 - E4 angegeben.

[0048] Zur Herstellung von entsprechend diesen Legierungen E1 - E4 zusammengesetzten Schmelzen sind im Stahlwerk in einem Elektrolichtbogenofen legierter und unlegierter Schrott sowie Ferrolegierungen gemeinsam eingeschmolzen worden.

[0049] Danach ist die so erhaltene Schmelze aus dem Elektrolichtbogenofen in einem AOD-Konverter (AOD = Argon Oxygen Decarburization) weiter behandelt worden. Hauptziel dieser Behandlung war die Reduzierung des Kohlenstoffgehaltes auf einen Zielwert durch Einblasen eines Sauerstoff-Argon-Gemisches.

[0050] Nach der AOD-Behandlung ist die Schmelze in eine Pfanne gegossen worden. Die hohen Qualitätsanforderungen an die Eigenschaften der erschmolzenen Stähle machten dann eine Nachbehandlung erforderlich. Dies erfolgte in der Sekundärmetallurgie, der Pfannen- bzw. Vakuumbehandlung von flüssigem Rohstahl. Dieser Arbeitsschritt verfolgte neben der Homogenisierung der Schmelze sowie der Einhaltung enger Temperaturgrenzen bzw. exakter Temperaturen in erste Linie das Ziel, niedrige Gehalte der Elemente Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Phosphor sowie einiger Spurenelemente im Stahl einzustellen.

[0051] Die entsprechend behandelte Schmelze ist dann in einer konventionellen Zweirollengießmaschine ("Twin-Roller") zu einem gegossenen Band mit einer Dicke von 2,5 - 3,5 mm und anschließend direkt in einem Stich integriert zu einem Warmband mit einer Dicke von 1,5 - 2,5 mm warmgewalzt worden. Die Warmwalzendtemperatur betrug dabei 1100 °C, wobei für das Warmwalzen von Warmbändern aus erfindungsgemäßen Stählen grundsätzlich Warmwalzendtemperaturen von 1050 - 1200 °C bei Verformungsgraden von 25 - 50 % in Frage kommen. Durch die unmittelbare Aufeinanderfolge von Bandgießen und Warmwalzen unter den genannten Bedingungen kann die Gefahr der Entstehung von Rissen und Oberflächenfehlern vermieden werden, die bei einer konventionellen, über einen mehrstufigen Warmwalzprozess erfolgenden Verarbeitung der erfindungsgemäßen Stahllegierungen aufgrund der Zweiphasigkeit der aus ihnen erzeugten Warmbänder besteht.

[0052] Zum Vergleich sind zwei unter die genormte Legierung des Stahls 1.4301 fallende Proben 4301.70, 4301.60 erschmolzen worden, von denen die Probe 4301.70 in der Zweirollengießmaschine mit anschließendem Warmwalzen in der voranstehend für die Proben E1 - E4 beschriebenen Weise zu Warmband mit einer Dicke von 1,9 - 2,4 mm verarbeitet worden ist, während die Probe 4301.60 in konventioneller Weise zu Brammen stranggegossen und mehrstufig zu 2,8 - 3,6 mm dickem Warmband verarbeitet worden ist.

[0053] Die in der voranstehend erläuterten Weise erzeugten Warmbänder sind anschließend zum Kaltwalzen vorbereitet worden. Sie sind dazu einer Wärmebehandlung in Form einer Glühung bei einer Temperatur unterzogen worden, die bei der Verarbeitung erfindungsgemäßer Warmbänder typischerweise im Bereich von 1000 - 1180 °C liegt. Bei den hier erläuterten Ausführungsbeispielen betrug sie jeweils 1050 °C.

[0054] Anschließenden sind die Warmbänder in bekannter Weise einer Entzunderung unterzogen worden, um die Warmbandoberfläche von der darauf haftenden Oxidschicht zu befreien. Eine solche Entzunderung umfasst üblicherweise ein mechanisches, beispielsweise mit Hilfe eines konventionellen Zunderbrechers durchgeföhrtes Vorentzundern und ein Beizen, bei dem mit einem flüssigen Beizmedium der Zunder weitestgehend vollständig von der metallischen Oberfläche des Warmbandes entfernt wird.

[0055] Das so geglühte und sauber gebeizte so genannte "weiße" Warmband ist zu Coils aufgewickelt und dem Kaltwalzgerüst zugeführt worden.

[0056] Das Kaltwalzen der Warmbänder auf die geforderte Enddicke von 0,8 mm ist ohne vorhergehende Erwärmung

auf einem 20-Rollen-Kaltwalzgerüst durchgeführt worden. Dieser Kaltwalzgerüst-Typ ist in der Lage, die für die Verarbeitung von Edelstählen erforderlichen hohen Umformkräfte aufzubringen und gewährleistet zugleich die Einhaltung der von den Kunden geforderten Toleranzen bezüglich Oberflächenqualität und Dicke. Die im Zuge des Kaltwalzens erzielten Verformungsgrade liegen bei erfindungsgemäßer Verarbeitung typischerweise im Bereich von 40 - 80 %.

[0057] Das beim Kaltwalzen verfestigte Kaltband ist für die Wiederherstellung seiner für die weitere Verarbeitung erforderlichen Umformeigenschaften bei einer Glühtemperatur von 1140 °C rekristallisierend gegläht worden. Für die rekristallisierende Glühung erfindungsgemäßer Stahlflachprodukte geeignete Glühtemperaturen liegen im Bereich von 1050 - 1180 °C.

[0058] Bei den vorliegenden Ausführungsbeispielen ist die rekristallisierende Glühung auf einer konventionellen Glüh- und Beizlinie durchgeführt worden, in der das Kaltband zunächst in einer offenen Atmosphäre gegläht und anschließend in der Beizstrecke erneut von dem dabei entstandenen Zunder befreit worden ist. Alternativ ist es bei besonders hohen Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit auch möglich, die Glühung unter einer Schutzgasatmosphäre einer Blankglühlölinie durchzuführen. Die metallisch glänzende Oberfläche des Kaltbandes bleibt hierbei erhalten, ihr Glanz wird durch die abschließende Warmbehandlung in einer Schutzgasatmosphäre verstärkt.

[0059] Zur endgültigen Einstellung der vom Kunden gewünschten mechanischen Eigenschaften, der Planheit, der Oberflächenfeinstruktur und des Glanzes sind die wärmebehandelten Kaltbänder schließlich einem Dressierwalzen unterzogen worden. Dazu werden üblicherweise Zwei- oder Vier-Rollen-Dressiergerüste mit polierten Arbeitswalzen eingesetzt.

[0060] Die δ -Ferritgehalte der aus den Stählen E1 - E4, 4301.70 und 4301.60 erzeugten Warmbänder ("WB") und ihre jeweiligen mechanischen Eigenschaften Dehngrenze Rp, Zugfestigkeit Rm und Dehnung A80 sind in Tabelle 2 aufgeführt. Genauso sind in Tabelle 2 für die aus den Stählen E1 - E4, 4301.70 und 4301.60 in der hier erläuterten Weise erzeugten, 0,8 mm dicken Kaltbänder der delta-Ferritgehalt 8-Ferrit, die nach ASTM bewertete Körnigkeit ihres Gefüges sowie die Dehngrenze Rp, Zugfestigkeit Rm und Dehnung A80 angegeben.

[0061] Bei den meisten der aus den erfindungsgemäßen Proben erhaltenen Kaltbändern liegen die Werte der Dehngrenze und Zugfestigkeit über den Werten der aus den Vergleichsproben 4301.70 und 4301.60 erzeugten Kaltbänder.

[0062] Die Dehnungswerte A80 liegen für die aus den Proben E1 - E4 erzeugten Kaltbänder zwischen 44,4 % und 48,5 % quer zur Walzrichtung, während für die Vergleichsproben 4301.70 und 4301.60 Dehnwerte A80 von 53 % und 57,6 % ermittelt werden konnten.

[0063] Der δ -Ferritanteil ("delta-Ferritanteil") des erfindungsgemäßen Stahls im Kaltband liegt bei Gehalten zwischen 8,5 % und 13 % und damit deutlich über den für die beiden Vergleichsproben ermittelten Werten. Die bei den erfindungsgemäßen Proben vorhandenen deutlichen Anteile an δ -Ferrit erklären die niedrigeren Dehnungswerte. Außerdem ist insbesondere das aus den Proben E1 - E4 erzeugte Kaltband mit ASTM-Werten von bis zu 10 sehr feinkörnig, was als eine mögliche Ursache für das hohe Festigkeitsniveau in Frage kommt. Zudem steigern Elemente wie Kohlen- und Stickstoff bzw. Mangan als interstitiell bzw. substitutionell gelöste Atome (in Form eines Mischkristalls) die Festigkeits-eigenschaften.

[0064] Die zur Bewertung der Umformbarkeit geeigneten technologischen Kennwerte der aus den Proben E1 und E4 sowie der 4301.60 erzeugten Kaltbänder sind in Tabelle 3 aufgeführt.

[0065] Die Kalottenhöhe als Kennwert für die Streckziehfähigkeit liegt bei den aus den Proben E1 und E4 erzeugten Kaltbändern im Bereich bzw. leicht unterhalb der Werte, die aus den beiden Vergleichsproben ermittelt werden konnten.

[0066] Auch liegt das Grenzziehverhältnis bei den aus den Proben E1 und E4 erzeugten Kaltbändern im Bereich des Grenzziehverhältnisses der Probe 4301.60. Die erfindungsgemäßen Kaltbänder weisen somit ein gleich gutes Tiefzieh-vermögen auf wie die aus dem konventionellen Stahl 1.4301 erzeugten Proben.

[0067] Dementsprechend lassen sich aus erfindungsgemäsem Stahl Bauteile mit hohem Tiefziehanteil und großer Ziehtiefe herstellen. Bei ihrer Verformung zeigen in erfindungsgemäßer Weise erzeugte kaltgewalzte Stahlflachprodukte eine geringere Zipfeligkeit als Kaltbänder, die in konventioneller Weise über Strangguss aus dem Stahl 1.4301 erzeugt worden sind. Dies belegt ein isotropes Fließverhalten des erfindungsgemäßen Stahls bedingt durch eine geringere Walztextur im Kaltband. Ein solches Verhalten erweist sich bei vielen Tiefziehprozessen als besonders günstig. Die r-Werte in Querrichtung erfindungsgemäß erzeugter Kaltwalzprodukte liegen im Bereich des konventionell erzeugten Materials.

[0068] Das nach dem Dressierwalzen erhaltene Kaltband kann erforderlichenfalls einem Streckrichten und Besäumen unterzogen werden. In der Regel werden diese Fertigungsschritte separat durchgeführt. Schleiflinien können dann die Bänder erforderlichenfalls noch mit unterschiedlichen Schliffbildern auf der Bandoberfläche versehen. Für höchste Anforderungen an die Planheit eines Edelstahlbleches werden dressierte oder auch undressierte Kaltbänder in Bandstreck-anlagen behandelt. Eventuell vorhandene Eigenspannungen, die zur Unplanheit eines Bandes führen können, werden so ausgeglichen.

[0069] Mit der Erfindung steht somit ein Stahl zur Verfügung, dessen Korrosionsbeständigkeit mit der des Stahls 1.4301 vergleichbar ist. Der δ -Ferritgehalt ("delta-Ferritgehalt") bei aus erfindungsgemäsem Stahl erzeugten Warm- und Kaltband wird dabei über die chem. Zusammensetzung und die im Zuge des als Verarbeitungsverfahren gewählten

EP 2 163 659 A1

Bandgießens mit anschließend inline absolviertem Warmwalzen mögliche schnelle Erstarrung so eingestellt, dass Bruchdehnungswerte deutlich oberhalb von 35 %, insbesondere oberhalb von 40 %, erreicht werden und die technologischen Umformeigenschaften im Streubandbereich des Werkstoffs 1.4301 liegen.

5

Tabelle 1

Probe	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	N	Cu
E1	0,057	0,15	7,57	18,01	0,1	3,06	0,11	2,22
E2	0,06	0,11	7,6	18,0	0,1	3,08	0,09	2,31
E3	0,053	0,11	7,74	17,92	0,14	3,9	0,11	1,61
E4	0,09	0,09	8	18,24	0,09	2,15	0,1	2,32
4301.70	0,04	0,2	1,24	18,14	0,25	8,52	0,049	0,26
4301.60	0,04	0,39	1,24	18,15	0,25	8,54	0,049	0,26
Angaben in Gew.-%								

10

15

20

Tabelle 2b

robe	Warmband				Kaltband					
	δ-Ferrit [%]	Rp [MPa]	Rm [MPa]	Ag [%]	δ-Ferrit [%]	Rp [MPa]	Rm [MPa]	Rp/Rm [%]	A80 [%]	Körnigkeit gemäß ASTM
E1	14	-	-	-	13	332	646	0,51	47,4	10
E2	14	336	651	43,2	11	341	637	0,54	44,4	10
E3	12	334	657	46	8,5	357	675	0,53	48,5	10
E4	13,9	360	685	41,6	11,7	390	705	0,55	41,2	10
4301.70	2,0 - 8,0	325	633	50	1-2	304	645	0,47	53	9
4301.60	1,0 - 2,0	-	-	-	0	285	624	0,46	57,6	8,5
"- = Nicht ermittelt										

25

30

35

40

Tabelle 3

Probe	Dicke [mm]	Kalottenhöhe [mm]	Grenzziehverhältnis	Zipfeligkeit [mm]
E1	0,8	61,7 - 63,1	2,00	2,14
E4	0,8	63 - 65	2,06	2,44
4301.60	0,8	63 - 67	2,00 - 2,06	3,7 - 6,5

45

50 Patentansprüche

1. Nichtrostender Stahl, dessen Gefüge im kaltgewalzten Zustand 5 - 15 Vol.-% δ-Ferrit und als Rest Austenit aufweist, mit folgender Zusammensetzung (in Gew.-%):

55

C: 0,05 - 0,14 %,
Si: 0,1 - 1,0 %,
Mn: 4,0 - 12,0 %,

Cr: >17,5 - 22,0 %,
 Ni: 1,0 - 4,0 %,
 Cu: 1,0 - 3,0 %,
 N: 0,03 - 0,2 %,
 5 P: max. 0,07 %,
 S: max. 0,01 %,
 Mo: max. 0,5 %,
 optional eines oder mehrere Elemente aus der Gruppe "Ti, Nb, B, V, Al, Ca, As, Sn, Sb, Pb, Bi, H" mit folgender Maßgabe

10 Ti: max. 0,02 %,
 Nb: max. 0,1 %,
 B: max. 0,004 %,
 V: max. 0,1 %,
 15 Al: 0,001 - 0,03 %,
 Ca: 0,0005 - 0,003 %,
 As: 0,003 - 0,015 %,
 Sn: 0,003 - 0,01 %,
 Pb: max. 0,01 %,
 20 Bi: max. 0,01 %,
 H: max. 0,0025 %,

Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen.

25 2. Nichtrostender Stahl nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für

$$t = \frac{\%Cr + 2\%Mo + 1,5\%Si + 3\%Al - 5}{0,3\%Mn + \%Ni + 0,5\%Cu + 15(\%C + \%N) + 2}$$

30 gilt $t \leq 1,3$,
 wobei mit %C der C-Gehalt, %N der N-Gehalt, %Si der Si-Gehalt, %Al der Al-Gehalt, %Mn der Mn-Gehalt, %Cr
 35 der Cr-Gehalt, %Ni der Ni-Gehalt, %Mo der Mo-Gehalt und %Cu der Cu-Gehalt der jeweiligen Stahlzusammensetzung bezeichnet sind.

- 40 3. Nichtrostender Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sein Si-Gehalt 0,1 - 0,4 Gew.-% beträgt.
4. Nichtrostender Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sein Mn-Gehalt 4,0 - 10,5 Gew.-% beträgt.
- 45 5. Nichtrostender Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sein Cr-Gehalt max. 20,0 Gew.-% beträgt.
6. Nichtrostender Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sein Cr-Gehalt mindestens 17,7 Gew.-%, insbesondere mindestens 18,0 Gew.-%, beträgt.
- 50 7. Nichtrostender Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sein Ni-Gehalt mindestens 1,5 Gew.-% beträgt.
8. Nichtrostender Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er mindestens 1,5 Gew.-% Cu enthält.
- 55 9. Nichtrostender Stahl nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sein Cu-Gehalt mindestens 2,0 Gew.-% beträgt.

EP 2 163 659 A1

10. Nichtrostender Stahl nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sein N-Gehalt 0,03 - 0,10 Gew.-% beträgt.

5 11. Kaltgewalztes Stahlflachprodukt hergestellt aus einem gemäß einem der voranstehenden Ansprüche zusammengesetzten Stahl.

10 12. Kaltgewalztes Stahlflachprodukt nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** seine Dehnung A80 mindestens 35 % beträgt.

15 13. Kaltgewalztes Stahlflachprodukt nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Grenzziehverhältnis beim Tiefziehen eines rotationssymmetrischen Näpfchens 2,00 beträgt.

20 14. Verfahren zum Herstellen eines Stahlflachprodukts, wie Stahlband oder Stahlblech, bei dem folgende Arbeitsschritte durchlaufen werden:

- 25 - Erschmelzen eines gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 beschaffenen nichtrostenden Stahls,
 - Vergießen des erschmolzenen Stahls in einer Zweirollengießmaschine zu einem gegossenen Band;
 - inline auf das Gießen des gegossenen Bandes erfolgendes Warmwalzen des gegossenen Bands zu einem Warmband.

30 15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Warmwalzen in einem einzigen Warmwalzstich erfolgt.

35 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der während des Warmwalzens erzielte Gesamtumformgrad ϵ höchstens 50 % beträgt.

40 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das gegossene Band mit einer im Bereich von 1050 - 1200 °C liegenden Warmwalzanfangstemperatur in den ersten Walzstich einläuft.

45 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke des gegossenen Bandes höchstens 4 mm beträgt.

50 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18 **dadurch gekennzeichnet, dass** das Warmband zu einem Kaltband kaltgewalzt wird, so dass ein gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14 ausgebildetes Kaltband erhalten wird.

35

40

45

50

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 10 5309

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	
X	EP 0 694 626 A (ACERINOX SA [ES]) 31. Januar 1996 (1996-01-31) * Seite 3, Zeile 6 - Seite 4, Zeile 18; Anspruch 1 *	1-19	INV. C22C38/58 C21D8/04
X	ES 2 142 756 A1 (ACERINOX SA [ES]) 16. April 2000 (2000-04-16) * Ansprüche 1-6 *	1-19	
X,D	EP 1 352 982 A (THYSSENKRUPP NIROSTA GMBH [DE]) 15. Oktober 2003 (2003-10-15) * Ansprüche 1-8 *	1-19	
X	OSHIMA TAKAYUKI ET AL: "Effects of alloying elements on solidification structures in Cr-Mn-Ni austenitic stainless steels" TETSU TO HAGANE: JOURNAL OF THE IRON AND STEEL INSTITUTE OF JAPAN, IRON AND STEEL INSTITUTE OF JAPAN. TOKYO, JP, Bd. 92, Nr. 6, 1. Januar 2006 (2006-01-01), Seiten 372-377, XP009095870 ISSN: 0021-1575 * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-9; Tabelle 1 *	1-19	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	US 3 940 266 A (GOLLER GEORGE N ET AL) 24. Februar 1976 (1976-02-24) * Ansprüche 1-5 *	1-19	C21D C22C
		-/-	
1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		4. Februar 2009	Catana, Cosmin
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 Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 10 5309

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch
A	SANCHEZ R ET AL: "PROPERTIES OF AN AUSTENITIC STAINLESS WITH LESS THAN 2% NICKEL" EUROPEAN STAINLESS STEEL CONFERENCE 1993, Bd. 124, Nr. 12, 11. Oktober 1993 (1993-10-11), Seiten 2.231-2.236, XP001135086 Italy * Zusammenfassung * -----	1-19
A	JP 61 124556 A (KAWASAKI STEEL CO) 12. Juni 1986 (1986-06-12) * Zusammenfassung * -----	1-19
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)		
1		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche
München		4. Februar 2009
Prüfer		
Catana, Cosmin		
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		

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

EP 08 10 5309

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.

04-02-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0694626	A	31-01-1996	KEINE	
ES 2142756	A1	16-04-2000	KEINE	
EP 1352982	A	15-10-2003	AT 305986 T DE 10215598 A1 ES 2250773 T3	15-10-2005 30-10-2003 16-04-2006
US 3940266	A	24-02-1976	KEINE	
JP 61124556	A	12-06-1986	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0969113 A1 [0005]
- JP 56146862 A [0006]
- EP 1431408 B1 [0008]
- EP 0593158 A1 [0009]
- EP 1319091 B1 [0010]
- EP 1352982 B1 [0011]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Werkstoffkunde Stahl, Band 2, Herausgeber: Verein Deutscher Eisenhüttenleute. Springer-Verlag, 1985, vol. 2 [0007]