

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 945 520 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.09.1999 Patentblatt 1999/39

(51) Int. Cl.⁶: **C21D 8/00**, C21D 8/06

(21) Anmeldenummer: **98810254.7**

(22) Anmeldetag: **23.03.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder:
• **Hans Kohler AG**
8022 Zürich (CH)

• **von Moos Stahl AG**
6021 Emmenbrücke (CH)
• **Microsteel (PTY) Ltd.**
4110 Isipingo, Kwazulu Natal (ZA)

(72) Erfinder:
Rennhard, Christoph Amand Peter, Dr.
8022 Zürich (CH)

(54) **Hochfester, korrosionsbeständiger Stahlwerkstoff für Einsätze im Bauwesen, der Geotechnik und im allgemeinen Maschinenbau**

(57) Durch eine neuartige Herstellungsmethode kann ein hochfester, zweiphasiger, korrosionsbeständiger Stahl mit einer hohen mechanischen Festigkeit erschmolzen und weiterverarbeitet werden. Zur erfolgreichen Herstellung des Stahls muss der Walzprozess auf die Zusammensetzung abgestimmt sein.

Die Eigenschaften werden durch eine Auswahl an Legierungselementen eingestellt. Dies sind Eisen, Chrom, Mangan, Nickel, Silizium und die Spurenelemente. Durch die Wärmebehandlung während des Umformprozesses im Walzwerk erhält das Material die optimale Kombination obiger Eigenschaften.

Der Stahl kann in Anwendungsgebieten eingesetzt werden, wo herkömmliche Baustähle aufgrund ihrer geringen Korrosionsbeständigkeit die Lebensdauer eines Bauwerkes verkürzen.

Der neue Werkstoff zeichnet sich durch eine hervorragende Duktilität trotz hoher Festigkeit aus. Dies ist auf die während des Walzens dynamisch rekristallisierten, sehr feinen Zweiphasenstruktur zurückzuführen.

Diese Zweiphasenstruktur erhöht den Risswiderstand und verleiht dem Stahl die in vielen Bereichen der Technik vorteilhaften Eigenschaften der Kombination von hoher Festigkeit und guter Zähigkeit zugleich.

EP 0 945 520 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Herstellung und den Einsatz eines korrosionsbeständigen, hochfesten Chrom-Stahls. Folgende Legierungselemente sind im Stahl enthalten:

5	Kohlenstoff(C):	0.010 bis 0.300 Gewicht -%
	Schwefel (S):	max. 0.015 Gewicht -%
10	Phosphor (P):	max. 0.050 Gewicht -%
	Mangan (Mn):	max. 1.000 Gewicht -%
	Silizium (Si):	0.200 bis 1.000 Gewicht -%
15	Kupfer (Cu):	max. 0.500 Gewicht -%
	Kobalt (Co):	max. 0.500 Gewicht -%
20	Titan (Ti):	max. 0.200 Gewicht -%
	Molybdän (Mo):	max. 0.500 Gewicht -%
	Chrom (Cr):	10.50 bis 13.00 Gewicht -%
25	Nickel (Ni):	max. 1.000 Gewicht -%
	Aluminium (Al):	max. 0.010 Gewicht -%
30	Niob (Nb):	max. 0.010 Gewicht -%
	Bor (B):	max. 0.010 Gewicht -%
	Vanadium (V):	max. 0.200 Gewicht -%
35	Stickstoff (N):	0.010 bis 0.100 Gewicht -%

[0002] Rest Eisen (Fe) und in der Stahlherstellung übliche Verunreinigungen. Die Hauptverwendung des Werkstoffes soll im Bereich der Bewehrung liegen, wo aufgrund der hohen Chloridgehalte der Umgebung mit dem erfindungsge-
 40 mäss erzeugten Stahl durch erhöhte Korrosionsbeständigkeit eine wesentliche Verlängerung der Lebensdauer des bewehrten Bauwerks erreicht wird.

Walzvorgang

45 [0003] Das Material wird typischerweise als Knüppel bei einer Temperatur von 1000 - 1250°C nach einer Liegezeit von ca. 1 Std. in mehreren Schritten zum Endprodukt gewalzt.
 Die Reduktionsschritte betragen dabei, wie im Walzprozess üblich, zwischen 5 und 20% pro Umformstufe.
 Eine minimale Reduktion von 1:4 ist zwingend, um die geforderten Eigenschaften zu erreichen.

50 Versuche im Walzwerk, Resultate der Untersuchungen

[0004] Es wurden zwei Versuchsschmelzen à 12to folgender Zusammensetzung verarbeitet:

55

	Ni	Cr	Mo	C	Si	Mn	P	S	B	V	N	Ti	Al
01571	0.47	12.34	0.015	0.015	0.814	0.406	0.023	0.005	-	-	0.022	-	0.0047

EP 0 945 520 A1

(fortgesetzt)

	Ni	Cr	Mo	C	Si	Mn	P	S	B	V	N	Ti	Al
01572	0.483	12.08	0.021	0.009	0.821	0.415	0.024	0.004	-	-	0.033	-	0.0028

Mechanische Eigenschaften

[0005] Folgende mechanischen Eigenschaften(Mittelwerte) wurden ermittelt:

Schmelze	Rp0.2 MPa	Rm MPa	A5 %	Bend test 180 Grad
Nr.01	659	871	19.7	rissfrei
Nr.02	685	880	19.3	rissfrei

Korrosionsbeständigkeit

[0006] Die Korrosionsprüfung ergab folgende Beständigkeit:

	Makroelementversuche Molarität, Cl ⁻ mol/l, pH 13.4	Stromspannungskurve Molarität, Cl ⁻ mol/l, pH 13.4
Baustahl schwarz	0.6	0.4
1.4003 (Standard)	Versuch laufend	Versuch laufend
1.4003 von Moos	3.0	0.6

Tabelle 2 Kritische Molarität für 100% Lochfrass-Häufigkeit

[0007] Die Korrosionsbeständigkeit ist grösser als die von handelsüblichen Baustählen und die von beschichteten Stählen. Der Werkstoff darf bei gleichen mechanischen Eigenschaften wie die normalen Baustähle rostfrei bezeichnet werden.

Dies wird erreicht durch die kombinierte Wirkung von Chrom, Nickel, Mangan und einer auf den Werkstoff abgestimmten Herstellkette, die zu einem für die Korrosionsbeständigkeit vorteilhaften, feinkörnigen Zweiphasengefüge führt.

Festigkeit

[0008] Die mechanische Festigkeit dieses Werkstoffes erreicht im vergüteten Zustand über 700 MPa, dies bei einer Bruchdehnung von über 15%. Ein handelsüblicher Baustahl dieser Festigkeit weist eine Bruchdehnung unter 10% auf. Dies wird erreicht durch das Einstellen eines Zweiphasengefüges (Ferrit und Martensit) während des Walzvorganges. Konventionelle Werkstoffe ähnlicher Zusammensetzung müssen nach dem Walzvorgang gegläht werden. Bei der vorliegenden Legierung kann dieser aufwendige Schritt (batch annealing) eingespart werden.

Schweisbarkeit

[0009] Der neue Werkstoff kann mit normalen Verfahren geschweisst werden. Dies sind insbesondere:

- Widerstandschweissen
- Lichtbogenhandschweissen
- Reib-, Staudschweissen

[0010] Ein Vorwärmen des Werkstückes ist nicht erforderlich.

Stahlherstellung

[0011] Die Herstellung des Stahls kann in einem Induktionsschmelzofen, unter Normalatmosphäre und -druck, oder in einem Konverter sowie im Elektrolichtbogenofen mit anschliessender Konverterveredelung (AOD, VOD, erfolgen. Die Schmelze kann im Strang oder im Block vergossen werden.

Weiterverarbeitung

[0012] Der hier bezeichnete Werkstoff zeichnet sich dadurch aus, dass er innerhalb der angegebenen Zusammensetzung direkt vom Knüppel zum Walzdraht oder Stab verarbeitet werden kann. Diese Produkte weisen die oben beschriebenen vorteilhaften Eigenschaften auf und brauchen nicht mehr glühbehandelt zu werden. Daraus entstehen erhebliche operative und wirtschaftliche Vorteile.

Nach der Warmverformung kann der Werkstoff wie herkömmlicher, schwarzer Baustahl zu den einschlägigen Produkten (Netze, Bügel etc.) verarbeitet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von korrosionfesten, hochfesten und zähen Profilen aus zweiphasig ferritisch-martensitischen Stählen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Stahl auf einer Konverter- bzw. E-Ofen oder Induktionsofen, AOD - VOD - Strangguss bzw. Kokillenguss vergossen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der abgegossene Werkstoff umgeschmolzen (ESU oder DESU) wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Gussblock nach einer Homogenisierungsglühlung zwischen 1000° und 1250° C durch Schmieden und / oder Walzen zu einem Profilvormaterial verarbeitet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Material als Stab oder Ring zur Einstellung günstiger Eigenschaften direkt aus der Walzhitze vergütet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Material zur Einstellung günstiger Eigenschaften nach der Ablage durch Bedeckung langsam abgekühlt wird oder die Abkühlung (Wasser, Luft) zur Einstellung der Eigenschaften beschleunigt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die mechanischen Eigenschaften durch Kaltverformung zusätzlich verbessert werden. Typischerweise bleibt trotz hoher Streckgrenzenwerte (Rp0.2) bis 800 MPa die Duktilität hoch.
8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7 zur Herstellung von Profilen für Einsatz in der Bauindustrie, der Drahtseilindustrie, Geotechnik oder im allgemeinen Maschinenbau.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 81 0254

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP 0 170 598 A (UGINE ACIERS) 5. Februar 1986 * das ganze Dokument *	1-8	C21D8/00 C21D8/06
X	WO 97 03216 A (HIGHVELD STEEL & VANADIUM CORP ;SAMANCOR LTD (ZA); IND DEV CORP OF) 30. Januar 1997 * Ansprüche 4-7 *	1-8	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 011, 26. Dezember 1995 & JP 07 207342 A (NKK CORP), 8. August 1995 * Zusammenfassung *	1-8	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 283 (C-258), 25. Dezember 1984 & JP 59 153832 A (NIHON STAINLESS KK;OTHERS: 01), 1. September 1984 * Zusammenfassung *	1,6	
A	EP 0 493 218 A (UGINE SA) 1. Juli 1992		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) C21D
A	DE 44 23 462 A (BOEHNKE KURT DIPL ING ;DOMALSKI HANS HEINRICH DR ING (DE)) 11. Januar 1996		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 331 (C-622), 25. Juli 1989 & JP 01 111816 A (SUMITOMO METAL IND LTD), 28. April 1989 * Zusammenfassung *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 23. September 1998	Prüfer Mollet, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : 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)