(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
3. September 2009 (03.09.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/106033 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
C22C 38/08 (2006.01) *C22C 38/06* (2006.01)
C22C 38/16 (2006.01) *C22C 38/12* (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01) *C22C 38/14* (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2009/000158

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Februar 2009 (02.02.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 011 856.7
28. Februar 2008 (28.02.2008) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **V & M DEUTSCHLAND GMBH** [DE/DE]; Rather Kreuzweg 106, 40472 Düsseldorf (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **SCHNEIDER, André** [DE/DE]; Netzestraße 22, 41199 Mönchengladbach (DE). **SCHMIDT, Tanja** [DE/DE]; Wangeroogestrasse 34, 40468 Düsseldorf (DE). **WINTERMANN, Christina** [DE/DE]; Heiermannstrasse 40, 45475 Mülheim (DE).

(74) Anwalt: **MEISSNER , Peter**; Meissner & Meissner, Hohenzollerndamm 89, 14199 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, 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, KM, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(54) Title: HIGH-STRENGTH, LOW-ALLOY STEEL FOR SEAMLESS PIPES WITH OUTSTANDING WELDABILITY AND CORROSION RESISTANCE

(54) Bezeichnung: HOCHFESTER NIEDRIGLEGIERTER STAHL FÜR NAHTLOSE ROHRE MIT HERVORRAGENDER SCHWEISSBARKEIT UND KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT

(57) Abstract: 1. A high-strength steel and a high-strength, weldable steel pipe. 2.1. The invention relates to a high-strength steel and to a high-strength, weldable steel pipe. 2.2. The high-strength, low-alloy steel for seamless steel pipes with outstanding weldability and resistance to stress corrosion cracking with a minimum yield strength of 620 MPa and a tensile strength of at least 690 MPa is characterized by the composition indicated in claim 1.

(57) Zusammenfassung: Hochfester Stahl und hochfestes schweißbares Stahlrohr. Die Erfindung betrifft einen hochfesten Stahl und ein hochfestes schweißbares Stahlrohr. Der hochfeste niedriglegierte Stahl für nahtlose Stahlrohre mit hervorragender Schweißbarkeit und Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion mit einer Mindeststreckgrenze von 620 MPa und einer Zugfestigkeit von mindestens 690 MPa, ist durch die im Anspruch 1 angegebene Zusammensetzung charakterisiert.

WO 2009/106033 A1

Hochfester niedriglegierter Stahl für nahtlose Rohre mit hervorragender Schweißbarkeit und Korrosionsbeständigkeit

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen hochfesten niedriglegierten Stahl für nahtlose Stahlrohre mit hervorragender Schweißbarkeit und Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion gemäß Patentanspruch 1.

Nahtlose Rohre aus hochfesten Stählen werden z. B. für Leitungsrohre zum Transport von Öl oder Gas verwendet, die sowohl onshore wie auch offshore verlegt werden.

In den vergangenen Jahren haben die Rohrhersteller starke Anstrengungen unternommen, um die gestiegenen Anforderungen einerseits bezüglich Materialeinsparung, z. B. durch Verringerung der Wanddicke bei gleichen Materialanforderungen und andererseits die Forderung zur Auslegung von Rohrleitungen auf höhere Betriebsdrücke beim Gastransport zu bewältigen.

Legierungen, die üblicherweise für nahtlose Leitungsrohre verwendet werden, sind für Stahlgüten bis 80 ksi (X80) in Standards, wie zum Beispiel der API 5L, der DNV-OS-F101 und der EN 10208 definiert. Für hochfeste Güten oberhalb von 80 ksi werden in diesen Standards keine Angaben hinsichtlich der Grenzwerte für die Legierungselemente gemacht.Bei der Entwicklung höherfester Güten ist zu berücksichtigen, dass die daraus hergestellten Stahlrohre schweißbar sind und über gute Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften verfügen müssen.

Während bislang standardmäßig für Rohrleitungen Stahlgüten bis X80 ($R_{p0,2}$: min 551 MPa, R_m: min 620 MPa gemäß API 5L verwandt wurden, besteht jetzt zunehmender Bedarf für

hochfeste Stähle der Festigkeitsklasse bis 100 ksi (X100) ($R_{p0,2}$: min. 690 MPa, R_m: min. 760 MPa).

Werden diese Stähle für Rohrleitungen für den Öl- und Gastransport verwendet, bestehen jedoch hohe Anforderungen bezüglich ihrer Schweißbarkeit (z. B. Rohrverbindungsschweißung), ihrer Zähigkeit bei tiefen Temperaturen bis -40°C und einer Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion, insbesondere für Gasrohrleitungen, die H2S belastetes Gas (Sauergas) transportieren.

Für geschweißte, nach dem UOE- Verfahren hergestellte Stahlrohre, sind Stahlgüten bis 100 ksi (X 100) oder sogar 120 ksi (X120) allgemein bekannt.

Bei diesen Stählen werden die geforderten Eigenschaften nicht über verstärkten Legierungseinsatz, sondern durch Kombination eines möglichst niedrigen Legierungsgehaltes mit thermomechanischem Walzen des zu einem Rohr umzuformenden Bleches erreicht.

Für die Herstellung warmgewalzter nahtloser Rohre ist dieses Konzept jedoch nur bedingt oder gar nicht anwendbar, da die spezifische Temperaturführung bei der Warmfertigung nahtloser Rohren nicht die erforderliche Absenkung der Umformtemperatur für die Anwendung bekannter Konzepte für thermomechanische Behandlungen erlaubt.

Für warmgewalzte nahtlose Rohre ist es deshalb erforderlich, die geforderten Eigenschaften insbesondere über ein angepasstes Legierungskonzept und über eine gezielte Einstellung eines anforderungsgerechten feinkörnigen Gefüges durch eine nachträgliche Vergütungsbehandlung zu erreichen.

Die geforderte Steigerung der Festigkeit bei ausreichender Zähigkeit von warmgefertigten nahtlosen Rohren für die beschriebenen Anwendungsbereiche erfordert die Entwicklung neuer Legierungskonzepte. Speziell im Streckgrenzenbereich ab 500 MPa ist es mit den

bekannten Legierungskonzepten schwierig, ausreichende Zähigkeiten und eine ausreichende Sauergasbeständigkeit bei gleichzeitiger guter Schweißbarkeit zu erreichen.

Der die Festigkeit steigernde Mechanismus, der gleichzeitig zu einer Steigerung der Zähigkeit führt, ist bekanntermaßen die Verringerung der Korngröße. Diese kann u. a. durch Zulegieren von Nickel und Molybdän und der damit verbundenen Verringerung der Umwandlungstemperatur erzielt werden.

Molybdän verbessert zusätzlich die Anlassbeständigkeit bei höheren Anlasstemperaturen und die Durchhärtbarkeit. Die Zugabe von Nickel verschlechtert allerdings ab einem bestimmten Legierungsgehalt die Oberflächenqualität der warmgewalzten Rohre deutlich.

Eine Festigkeitssteigerung durch eine deutliche Erhöhung des Kohlenstoffgehalts führt zu einer Verschlechterung der Zähigkeit und zu einer starken Erhöhung des Kohlenstoffäquivalents.

Aus diesem Grund muss eine solche Legierungszugabe von zähigkeitssteigernden Maßnahmen flankiert werden. Das Kohlenstoffäquivalent erweist sich häufig als eine Herausforderung, welche die Analysenwahl zum Teil stark einschränkt.

Zur Steigerung der Festigkeit werden zusätzlich Mikrolegierungselemente wie Titan, Niob und Vanadium eingesetzt. Titan scheidet sich bei hohen Temperaturen teilweise bereits in der flüssigen Phase als recht grobes Titannitrid aus. Niob bildet bei niedrigeren Temperaturen Niobkarbonitrid-Ausscheidungen. Mit weiter abnehmender Temperatur reichert sich zusätzlich Vanadin in Karbonitriden an, d. h. es ist mit der Ausscheidung von VC-Teilchen zu rechnen.

Zu grobe Ausscheidungen dieser Mikrolegierungselemente wirken sich negativ auf die Zähigkeitseigenschaften und die Sauergasbeständigkeit aus. Daher darf der Gehalt dieser Legierungselemente nicht zu hoch sein. Des Weiteren müssen die Gehalte an Kohlenstoff und Stickstoff, die für die Bildung der Ausscheidungen erforderlich sind, berücksichtigt werden.

Ein hochfester niedriglegierter Stahl für warmgewalzte nahtlose Stahlrohre, der die Anforderungen eines X100 nach API 5L für geschweißte Rohre erfüllt, ist aus der WO

2007/017161 A1 bekannt. Diese bekannte Stahllegierung weist ein Legierungskonzept mit C: 0.03 – 0,13%, Mn: 0,90 – 1,80%, Si ≤ 0,40 %, P ≤ 0,020%, S ≤ 0,005%, Ni: 0,10 – 1,00%, Cr: 0,20 – 1,20%, Mo: 0,15 – 0,80%, Ca ≤ 0,040%, V ≤ 0,10%, Nb ≤ 0,040 %, Ti ≤ 0,020%, N ≤ 0,011% und ein aus Bainit und Martensit bestehendes Mischgefüge auf.

Dieser bekannte Stahl weist nach einer Vergütungsbehandlung zwar die für einen X100 (100 ksi) geforderten mechanischen Eigenschaften und Schweißbarkeit auf, über die Verwendung als Gasleitungsrohr für mit H_2S belastetem Gas (Sauergas) im Hinblick auf eine mögliche Spannungsrisskorrosion, wird jedoch keine Aussage getroffen. Die sich bei dem bekannten Stahl möglicherweise bildenden Chromcarbide können jedoch die Sauergasbeständigkeit negativ beeinflussen.

Weiterhin sind die Ni-Gehalte mit bis zu 1% bei dem bekannten Stahl sehr hoch, was sich in der Bildung von Klebzunder auf der Oberfläche beim Warmwalzen der Rohre, z. B. beim Warmpilgern, Rohrkontiverfahren, etc., auswirken kann und die Oberflächenqualität der Rohre stark beeinträchtigen und eine aufwändige zerspanende Nacharbeit der Oberfläche erforderlich machen würde.

Die Anforderungen an Leitungsrohre für die vorgenannten Anwendungsbereiche lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Streckgrenze $R_{p0,2}$ min.: 620 MPa (90 ksi) bzw. 690 MPa (100 ksi)

- Zugfestigkeit Rm min: 690 MPa (90 ksi) bzw. 760 MPa (100 ksi)
- Kerbschlagarbeit Av (längs): 90 J bei -40°C
- Gewährleistung der allgemeinen Schweißbarkeit
- niedriger, bzw. eingeschränkter Ni-Gehalt
- Korrosionsbeständigkeit auch beim Transport von H_2S belastetem Gas (Sauergas)

Aufgabe der Erfindung ist es, einen kostengünstigen niedrig legierten Stahl für die Herstellung hochfester schweißbarer nahtloser Stahlrohre anzugeben, der die genannten Anforderungen hinsichtlich Streckgrenze, Zugfestigkeit und Kerbschlagarbeit sicher erfüllt und darüber hinaus eine gute allgemeine Schweißbarkeit sowie eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit bei Sauergaseinsatz gewährleistet und nach dem Warmwalzen eine einwandfreie Oberfläche aufweist.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Nach der Lehre der Erfindung wird für einen niedrig legierten Stahl zur Herstellung hochfester schweißbarer warmgewalzter nahtloser Stahlrohre, eine Stahl mit folgender chemischer Zusammensetzung vorgeschlagen:

0,030 - 0,12 % C
max. 0,40 % Si
1,30 - 2,00 % Mn
max. 0,015 % P
max. 0,005 % S
0,020 - 0,050 %Al
0,20 - 0,60 % Ni
0,10 - 0,40 % Cu
0,20 - 0,60 % Mo
0,02 - 0,10 % V
0,02 - 0,06 % Nb
max. 0,0100 % N

Rest Eisen mit erschmelzungsbedingten Verunreinigungen, mit optionaler Zugabe von Ti und der Maßgabe, dass die Summe der Gehalte an Ti + Nb + V einen Wert von ≥ 0,04 bis ≤ 0,15 % und das Verhältnis Cu/Ni einen Wert von <1 aufweist.

Die erfindungsgemäße Stahllegierung setzt auf der Entwicklung der Leitungsrohrstähle nach API 5L, ISO 3183, DNV-OS-F101 und der EN 10208 auf.

Die im Zuge der vorliegenden Erfindung durchgeführten Versuche haben überraschend gezeigt, dass im Vergleich zur bekannten Stahllegierung unter Verzicht auf die Zugabe von Cr, die Einhaltung eines bestimmten Cu/Ni Verhältnisses die Sauergasbeständigkeit für diese Festigkeitsstufe deutlich positiv beeinflusst ohne die mechanischen Eigenschaften (Festigkeit und Zähigkeit) sowie die Schweißbarkeit negativ zu beeinflussen.

Neben Nickel besitzt auch Kupfer einen positiven Effekt auf die Sauergasbeständigkeit. Kupfer allein zulegiert beeinflusst die Warmumformbarkeit negativ und schädigt die

Korngrenzen. Durch das Zulegieren von Ni mit einem zusätzlich hinsichtlich Sauergasbeständigkeit abgestimmten Cu/Ni-Verhältnis (Cu/Ni < 1) wird dies kompensiert.

Die Kombination des erfindungsgemäßen Legierungskonzeptes als Basis und die nach dem Warmumformprozess erforderliche Vergütung begründen die Sauergasbeständigkeit des entwickelten nahtlosen Stahlrohres.

Die Summe der Gehalte an Titan, Niob und Vanadin ist mit einem Wert von ≥ 0,04 % einerseits ausreichend hoch, um die geforderte Festigkeitssteigerung zu erreichen aber mit ≤ 0,15 % auch ausreichend niedrig, um die geforderten Zähigkeitseigenschaften und ausreichende Sauergasbeständigkeit zu gewährleisten.

Je nach Kundenanforderung lässt sich mit dem erfindungsgemäßen Legierungskonzept vorteilhaft sowohl ein Stahl mit der Gütestufe 90 ksi (X90), als auch 100 ksi (X100) erreichen unter Einhaltung aller für die jeweilige Gütestufe bekannten Anforderungen.

Der Ni-Gehalt ist mit max. 0,60 % ausreichend niedrig, um bei den für diese Stahlgüte hauptsächlich angewandten Rohrherstellungsverfahren eine ausreichend gute Oberflächenqualität zu erzeugen.

Die aus einer Betriebsschmelze mit der nachfolgend aufgeführten erfindungsgemäßen Stahllegierung erzeugten nahtlosen Stahlrohre weisen ausgezeichnete Werte hinsichtlich ihrer Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften auf.

0,10 % C
0,30 % Si
1,68 % Mn
0,015 % P
0,002 % S
0,026 % Al
0,19 % Cu
0,48 % Ni
0,37 % Mo
0,047 % V
0,042 % Nb
0,003 % Ti

0,006 % N

mit Cu/Ni = 0,40 und Ti + Nb + V = 0,092

Hieran wurden die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Werte ermittelt. Die Werte sind die Mittelwerte aus jeweils drei Zugproben, bzw. drei Kerbschlagbiegeproben. Die Proben wurden als Längsproben aus betrieblich erzeugten wärmebehandelten Rohren entnommen.

Geometrie (AD x WD)	Rt0,5	Rm	Rt0,5/Rm	Av (bei -40°C)
114,3 x 7,3 mm	809MPa	842 MPa	0,96	198 J
168,3 x 12,5 mm	804 MPa	835 MPa	0,96	221 J
168,3 x 25,4 mm	697 MPa	768 MPa	0,91	215 J
193,7 x 12,0 mm	807 MPa	839 MPa	0,96	202 J
193,7 x 25,9 mm	696 MPa	774 MPa	0,90	191 J
Anforderungen X 90	> 620 MPa	> 690 MPa		> 90 J
Anforderungen X 100	> 690 MPa	> 760 MPa		> 90 J

AD: Außendurchmesser, WD: Wanddicke

Patentansprüche

1. Hochfester niedriglegierter Stahl für nahtlose Stahlrohre mit hervorragender Schweißbarkeit und Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion mit einer Mindeststreckgrenze von 620 MPa und einer Zugfestigkeit von mindestens 690 MPa, mit folgender chemischer Zusammensetzung (in Masse-%):

   0,030 - 0,12 % C
   0,020 - 0,050 %Al
   max. 0,40 % Si
   1,30 - 2,00 % Mn
   max. 0,015 % P
   max. 0,005 % S
   0,20 - 0,60 % Ni
   0,10 - 0,40 % Cu
   0,20 - 0,60 % Mo
   0,02 - 0,10 % V
   0,02 - 0,06 % Nb
   max. 0,0100 % N

   Rest Eisen mit erschmelzungsbedingten Verunreinigungen, mit optionaler Zugabe von Ti und der Maßgabe, dass die Summe der Gehalte an Ti + Nb + V einen Wert von ≥ 0,04 bis ≤ 0,15 % und das Verhältnis Cu/Ni einen Wert von < 1aufweist.

2. Stahl nach Anspruch 1
   dadurch gekennzeichnet,
   dass der Ti- Gehalt bis zu 0,020 % beträgt.

3. Stahl nach Anspruch 1 oder 2
dadurch gekennzeichnet,
dass mit folgender chemischer Zusammensetzung (in Masse-%):
0,080 - 0,11 % C
0,020 – 0,050 %Al
0,25 - 0,35 % Si
1,65 – 1,90 % Mn
max. 0,015 % P
max. 0,005 % S
0,45 – 0,55 % Ni
0,15 – 0,20 % Cu
0,35 – 0,55 % Mo
0,04 - 0,06 % V
0,04 - 0,05 % Nb
max. 0,006 % N

4. Stahl nach einem der Ansprüche 1 – 3
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stahl eine Mindeststreckgrenze von 690 MPa und eine Zugfestigkeit von mindestens 760 MPa aufweist.

5. Hochfestes schweißbares nahtloses Stahlrohr, hergestellt durch Warmwalzen mit anschließender Vergütung, mit hervorragender Schweißbarkeit und Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion mit einer Mindeststreckgrenze von 620 MPa und einer Zugfestigkeit von mindestens 690 MPa, bestehend aus einem Stahl mit folgender Legierungszusammensetzung:
   0,030 - 0,12 % C
   0,020 - 0,050 %Al
   max. 0,40 % Si
   1,30 - 2,00 % Mn
   max. 0,015 % P
   max. 0,005 % S
   0,20 - 0,60 % Ni
   0,10 - 0,40 % Cu
   0,20 - 0,60 % Mo
   0,02 - 0,10 % V
   0,02 - 0,06 % Nb
   max. 0,0100 % N
   Rest Eisen mit erschmelzungsbedingten Verunreinigungen, mit optionaler Zugabe von Ti und der Maßgabe, dass die Summe der Gehalte an Ti + Nb + V einen Wert von < 0,15 und das Verhältnis Ni/Cu einen Wert von ≥ 1aufweist.

6. Stahlrohr nach Anspruch 4
   dadurch gekennzeichnet,
   dass der Stahl einen Ti-Gehalt von bis zu 0,020 % aufweist.

7. Stahlrohr nach Anspruch 4 oder 5
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stahl folgende Legierungszusammensetzung aufweist:
0,080 - 0,11 % C
0,020 - 0,050 %Al
0,25 - 0,35 % Si
1,65 - 1,90 % Mn
max. 0,015 % P
max. 0,005 % S
0,45 - 0,55 % Ni
0,15 - 0,20 % Cu
0,35 - 0,55 % Mo
0,04 - 0,06 % V
0,04 - 0,05 % Nb
max. 0,006 % N

8. Stahlrohr nach einem der Ansprüche 5 – 7
dadurch gekennzeichnet,
dass es eine Mindeststreckgrenze von 690 MPa und eine Zugfestigkeit von mindestens 760 MPa aufweist.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2009/000158

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C22C38/08 C22C38/16 C22C38/04 C22C38/02 C22C38/06
C22C38/12 C22C38/14

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 practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 681 364 A (JFE STEEL CORP [JP]) 19 July 2006 (2006-07-19) abstract; claims 1,2 page 7, lines 39-44 page 8, lines 1-10 example I; table 1	1-8
X	JP 01 139740 A (KAWASAKI STEEL CO) 1 June 1989 (1989-06-01) abstract; example 13; table 2	1-8
X	JP 06 172855 A (NIPPON STEEL CORP) 21 June 1994 (1994-06-21) abstract; claim 4	1-8

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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 document 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	Date of mailing of the international search report
28 Mai 2009	05/06/2009

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Ugarte, Eva

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2009/000158

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2004/031420 A (SUMITOMO METAL IND [JP]; MURAO NOBUTOSHI [JP]; HISAMUNE NOBUYUKI [JP];) 15 April 2004 (2004-04-15) abstract page 7, line 24 - page 8, line 4 page 9, lines 1-6	1-8

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2009/000158

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1681364 A	19-07-2006	BR PI0415653 A	19-12-2006
		CA 2536404 A1	28-04-2005
		CN 1871369 A	29-11-2006
		WO 2005038067 A1	28-04-2005
		MX PA06003714 A	23-06-2006
		US 2007116975 A1	24-05-2007
JP 1139740 A	01-06-1989	NONE	
JP 6172855 A	21-06-1994	NONE	
WO 2004031420 A	15-04-2004	AU 2003264947 A1	23-04-2004
		BR 0314819 A	02-08-2005
		CA 2500518 A1	15-04-2004
		EP 1546417 A1	29-06-2005
		JP 2004176172 A	24-06-2004
		MX PA05003412 A	05-10-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2009/000158

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C22C38/08 C22C38/16 C22C38/04 C22C38/02 C22C38/06
C22C38/12 C22C38/14

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

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 681 364 A (JFE STEEL CORP [JP]) 19. Juli 2006 (2006-07-19) Zusammenfassung; Ansprüche 1,2 Seite 7, Zeilen 39-44 Seite 8, Zeilen 1-10 Beispiel I; Tabelle 1	1-8
X	JP 01 139740 A (KAWASAKI STEEL CO) 1. Juni 1989 (1989-06-01) Zusammenfassung; Beispiel 13; Tabelle 2	1-8
X	JP 06 172855 A (NIPPON STEEL CORP) 21. Juni 1994 (1994-06-21) Zusammenfassung; Anspruch 4	1-8

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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" älteres Dokument, 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 anderen 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. Mai 2009	05/06/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Fax: (+31–70) 340–3016	Ugarte, Eva

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2009/000158

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2004/031420 A (SUMITOMO METAL IND [JP]; MURAO NOBUTOSHI [JP]; HISAMUNE NOBUYUKI [JP];) 15. April 2004 (2004-04-15) Zusammenfassung Seite 7, Zeile 24 - Seite 8, Zeile 4 Seite 9, Zeilen 1-6	1-8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2009/000158

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1681364 A	19-07-2006	BR PI0415653 A	19-12-2006
		CA 2536404 A1	28-04-2005
		CN 1871369 A	29-11-2006
		WO 2005038067 A1	28-04-2005
		MX PA06003714 A	23-06-2006
		US 2007116975 A1	24-05-2007
JP 1139740 A	01-06-1989	KEINE	
JP 6172855 A	21-06-1994	KEINE	
WO 2004031420 A	15-04-2004	AU 2003264947 A1	23-04-2004
		BR 0314819 A	02-08-2005
		CA 2500518 A1	15-04-2004
		EP 1546417 A1	29-06-2005
		JP 2004176172 A	24-06-2004
		MX PA05003412 A	05-10-2005