

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 516 955 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92106710.4**

(51) Int. Cl.⁵: **C22C 38/40**

(22) Anmeldetag: **18.04.92**

(30) Priorität: **05.06.91 DE 4118437**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.12.92 Patentblatt 92/50

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE ES FR GB IT SE

(71) Anmelder: **I.P. BARDIN CENTRAL RESEARCH,
INSTITUTE FOR IRON AND STEEL INDUSTRY
9/23 2-nd Baumanskaja
107005 Moskau(SU)**
Anmelder: **KRUPP VDM GmbH
Plettenberger Strasse 2
W-5980 Werdohl(DE)**

(72) Erfinder: **Levin, Felix Lvovich, Dr.
ul. Zoja i Alexander, Kosmodemjanskich
Dom 10/12
Kvartira 84, Moskau(SU)**
Erfinder: **Goronkova, Agnessa Dmitrievna, Dr.
ul. Bondareva, Dom 28, Kvartira 3 Gorod**

**Dzerzinski
Moskovskaya, Oblast, Moskau(SU)**
Erfinder: **Krasnykh, Vladimir Ivanovich
Zuzinskaja, Dr.
Dom 4, Korpus 2, Kvartira 247
Moskau(SU)**
Erfinder: **Kirchheiner, Rolf
Teichstrasse 70
W-5860 Iserlohn(DE)**
Erfinder: **Köhler, Michael, Dr.
Ostricher Weg 173
W-5860 Iserlohn(DE)**
Erfinder: **Heubner, Ulrich, Dr.
Borgheller Strasse 28
W-5980 Werdohl(DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwaltsbüro Cohausz &
Florack
Schumannstrasse 97
W-4000 Düsseldorf 1(DE)**

(54) **Hochsiliziumhaltiger, korrosionsbeständiger, austenitischer Stahl.**

(57) Die Erfindung betrifft einen hochsiliziumhaltigen, korrosionsbeständigen, austenitischen Stahl, gekennzeichnet durch Legierungsgehalte (in Masse-%) von

max 0,2 %	Kohlenstoff
10 bis 25 %	Nickel
8 bis 13 %	Chrom
6,5 bis 8 %	Silizium
0 bis 10 %	Mangan und/oder Kobalt
max 0,010 %	Schwefel
max 0,025 %	Phosphor

Rest Eisen und übliche herstellungsbedingte Beimengungen und Verunreinigungen.

Der Stahl eignet sich als Werkstoff zur Herstellung von korrosionsbeständigen Gegenständen für die Handhabung hochkonzentrierter heißer Schwefelsäure, hochkonzentrierter heißer Salpetersäure und anderer stark oxidierender Medien, wie Chromsäure, in Form von gewalzten Blechen, Bändern, Rohren, Stangen, Drähten und anderen Produktformen.

EP 0 516 955 A1

Die Erfindung betrifft einen hochsiliziumhaltigen, korrosionsbeständigen, austenitischen Stahl und seine Verwendung zur Handhabung stark oxidierend wirkender Medien, wie heißer hochkonzentrierter Schwefelsäure und heißer hochkonzentrierter Salpetersäure.

Insbesondere zur Handhabung hochkonzentrierter heißer Salpetersäure ist der stahl X2CrNiSi1815 entwickelt worden, welcher neben 17 bis 18 % Chrom und 14,5 bis 15,5 % Nickel noch 3,7 bis 4,3 % Silizium enthält (alle Angaben in Masse-%). Eine hohe Korrosionsbeständigkeit in überazeotroper, vornehmlich hochkonzentrierter Salpetersäure kann nur durch einen Siliziumgehalt von wenigstens 3,7 % erzielt werden (E.M. Horn, A. Kügler, Z. Werkstofftechnik, Bd. 8, 1977, S. 362 bis 370, 410 bis 417). Der Chromgehalt liegt dann bei rd. 18 %, damit eine Passivierung auch in anderen wässrigen Lösungen erfolgen kann. Der verhältnismäßig hohe Nickelgehalt von rd. 15 % ist erforderlich, um ein austenitisches Grundgefüge zu erzielen. Der Einfluß von höheren Siliziumgehalten als solchen von rd. 4 % ist gleichfalls in der Vergangenheit untersucht worden (E.M. Horn, R. Kilian, K. Schoeller, Z. Werkstofftechnik, Bd. 13, 1982, S. 274 bis 285). Die DE-OS 28 22 224 gibt einen Stahl an mit 2,5 bis 5 % Silizium, 15 bis 20 % Chrom, 10 bis 22 % Nickel, max. 2 % Mangan, max. 0,10 % Kohlenstoff und Zusätzen eines weiteren Legierungsbestandteils, bestehend aus Tantal, Zirkonium oder einem Gemisch aus Niob und Tantal und/oder Zirkonium zur Herstellung von korrosionsbeständigen Federblechen. Die GB-PS 2 036 077 offenbart u.a. einen austenitischen Stahl verbesserter Oxidationsbeständigkeit bei hohen Temperaturen, welcher aus 1 bis 5 % Silizium, 15 bis 30 % Chrom, 7 bis 35 % Nickel, nicht mehr als 3 % Mangan, max. 0,10 % Kohlenstoff, Rest Eisen und Verunreinigungen besteht, wobei auch der Schwefelgehalt auf max. 0,003 % eingeschränkt ist. Es wird auch ein Stahl mit einem auf 5 bis 5,6 % angehobenen Siliziumgehalt auf dem Markt angeboten, wobei der Nickelgehalt auf rd. 17,5 % erhöht ist, um damit noch ein austenitisches Gefüge einstellen zu können. In der GB-A 2 122 594 wird die Verwendung eines derartigen Stahls für Anlagenteile beansprucht, die bei der Herstellung von Schwefelsäure benötigt werden. Dennoch wird ein höherer Siliziumgehalt als rd. 4,5 % nach dem bekannten Stand der Technik im allgemeinen nicht gewählt, weil bei Chromgehalten von rd. 18 % durch steigende Siliziumgehalte die Ausscheidung von Karbiden und intermetallischen Phasen insgesamt beschleunigt wird.

Der Stahl mit rd. 4 % Silizium ist unter Case 1953 in den ASME Boiler und Pressure Vessel Code, Sect. VIII, Div. 1 aufgenommen worden. Die starke Ausscheidungsneigung erfordert u.a. besondere Maßnahmen beim Schweißen (R.R. Kirchheiner, F. Hofmann, Th. Hoffmann, G. Rudolph, Materials Performance, Vol. 26, No. 1, 1987, pp. 49 - 56). Ferner wird ein austenitischer Stahl mit 3,5 bis 4,5 % Silizium, 16 bis 18 % Chrom, 8 bis 9 % Nickel, 7 bis 9 % Mangan, max. 0,10 % Kohlenstoff und 0,08 bis 0,18 % Stickstoff unter der Bezeichnung Nitronic 60 als besonders verschleißbeständiger Werkstoff auf dem Markt angeboten.

In Ergänzung zu den vorstehend erwähnten austenitischen siliziumhaltigen Stählen wird mit der EP-A 0 135 320 ein siliziumhaltiger austenitisch-ferritischer Stahl vorgeschlagen, welcher besonders für die Handhabung solcher Salpetersäurelösungen geeignet sein soll, die bei der Aufarbeitung von KernreaktorBrennelementen Verwendung finden. Seine Zusammensetzung wird angegeben mit 2 bis 6 % Silizium, 20 bis 35 % Chrom, 3 bis 27 % Nickel, 0,1 bis 2 % Mangan, max. 0,03 % Stickstoff, max. 0,04 % Kohlenstoff, wenigstens eines der Elemente Niob, Titan oder Tantal mit einer Menge von 8 mal dem Kohlenstoffgehalt oder mehr, aber max. 1 %, Rest im wesentlichen Eisen. Mit der EP-PS 0 135 321 wird mit Blick auf das gleiche Anwendungsfeld ein siliziumhaltiger austenitischer Stahl mit verbesserter Beständigkeit gegen durch Salpetersäure verursachte Korrosion offenbart, dessen Zusammensetzung wie folgt angegeben ist: 2 bis 6 % Silizium, 20 bis 35 % Chrom, 17 bis 50 % Nickel, 0,01 bis 8 % Mangan, max. 0,03 % Stickstoff, max. 0,03 % Kohlenstoff, mindestens eines der Elemente Niob, Titan und Tantal mit einer Menge von 8 mal dem Kohlenstoffgehalt oder mehr, aber max. 1 %, Rest im wesentlichen Eisen.

Eine zusammenfassende Betrachtung der eingangs erwähnten siliziumhaltigen korrosionsbeständigen Stähle ergibt jedoch, daß selbst bei Si-Gehalten bis 6 % eine ausreichende Beständigkeit in hochkonzentrierter heißer Schwefelsäure bei Temperaturen oberhalb 100 °C nicht gegeben ist, wenn man einen für praktische Anwendungsfälle tolerierbaren Korrosionsabtrag von max. 0,3 mm/Jahr zugrunde legt.

Gemäß der GB-PS 1 534 926 kann eine Korrosionsrate von unter 0,3 mm/Jahr, getestet in 95,6 %iger Schwefelsäure bei 110 °C, mit der folgenden Legierungszusammensetzung erreicht werden: 4,1 bis 12 % Silizium, 6 bis 22 % Chrom, 10 bis 40 % Nickel, 0,6 bis 4 % Kupfer, max. 4 % Mangan, max. 1,5 % Molybdän plus 1/2 Wolfram, max. 0,2 % Stickstoff, max. 0,06 % Kohlenstoff, in der Summe max. 2 % für die Elemente Niob, Tantal, Zirkonium und Vanadium, Rest im wesentlichen Eisen. Der optimale Gehalt an Silizium soll gemäß der Lehre dieser Patentschrift üblicherweise bei 7,5 bis 10 % liegen, Chrom vorzugsweise bei 9 bis 14 %, Nickel vorzugsweise bei 14 bis 20 % und Kupfer bei 2 bis 3 %.

Bei Testtemperaturen von 150 °C und höher überschreiten die Korrosionsraten jedoch den für die Praxis relevanten Grenzwert von 0,3 mm/Jahr erheblich, wie auf dem Markt erhältliche, entsprechend der

Analysenvorgabe der GB-PS 1 534 926 zusammengesetzte Stähle bei Prüfungen eines neutralen Instituts ergaben. Hier lag die günstigste Abtragungsrate in 96 %iger Schwefelsäure bei einer Testtemperatur von 150 °C bei 0,5 mm/Jahr.

Außerdem ist dieser Stahl wegen seines hohen Siliziumgehaltes in Kombination mit dem Kupfergehalt nur schwer umformbar, sodaß die Herstellung von gewalzten Formaten größerer Abmessung, wie Blechen und Rohren, nur bedingt möglich ist. Zur Verbesserung der Warmverformbarkeit müssen diesem Stahl noch in Summe bis 0,5 % Magnesium, Aluminium und Kalzium sowie bis 0,2 % seltene Erdmetalle zugesetzt werden.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen gut umformbaren siliziumhaltigen austenitischen Stahl zu schaffen, der zu gewalzten Formaten größerer Abmessung, wie Bleche und Rohre, verarbeitet werden kann und der für die Handhabung hochkonzentrierter heißer Schwefelsäure, hochkonzentrierter heißer Salpetersäure und anderer stark oxidierender Medien ausreichend korrosionsbeständig für die praktische Anwendung ist (Korrosionsrate unter 0,3 mm/Jahr).

Gelöst wird diese Aufgabe durch einen austenitischen Stahl mit Legierungsgehalten von max. 0,02 % Kohlenstoff, 10 bis 25 % Nickel, 8 bis 13 % Chrom, 6,5 bis 8 % Silizium, 0 bis 10 % Mangan und/oder Kobalt, max. 0,010 % Schwefel, max. 0,025 % Phosphor, Rest Eisen und übliche herstellungsbedingte Beimengungen und Verunreinigungen (alle %-Angaben in Masse-%).

Die vorteilhaften Eigenschaften dieses Stahls und seiner in den Unteransprüchen angegebenen besonderen Ausgestaltungen werden nachfolgend erläutert:

Bezug genommen wird dabei auf acht Versuchs-Legierungen der in Tabelle 1 angegebenen Zusammensetzung, die nach der Erschmelzung zu Blechen gewalzt wurden. In Tabelle 1 sind diese Legierungen nach ansteigendem Siliziumgehalt geordnet. Dabei stammen die Legierungen 1, 4, 5 und 8 sowie 2, 3 und 7 aus zwei voneinander unabhängigen Labors und die Legierung 6 aus einer betrieblichen Erschmelzung der Anmelder. Die Legierungen 1 bis 5 sind Legierungen gemäß dem Stand der Technik, die Legierungen 6 bis 8 erfindungsgemäße austenitische Stähle innerhalb der bevorzugten Zusammensetzung nach Anspruch 2.

Tabelle 2 weist den Korrosionsabtrag dieser Legierungen in 96 und 98,5 %iger Schwefelsäure bei 150 und 200 °C aus. Tabelle 2 macht zunächst deutlich, daß die dort angegebenen Werte für den gemittelten linearen Korrosionsabtrag offenbar hinreichend reproduzierbar sind, denn im Fall der Versuchslegierungen Nr. 1, 4 und 5, wo jeweils 2 Serien geprüft wurden, liegen die Mittelwerte der Messungen so eng beieinander, daß eine Differenzierung des Verhaltens dieser Legierungen zu dem der anderen Legierungen möglich ist. Man erkennt sodann in Tabelle 2, daß der Korrosionsabtrag in 98,5 %iger Schwefelsäure durchweg geringer ist als in 96 %iger Schwefelsäure. Für eine Bewertung der Legierungen hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit in heißer Schwefelsäure der Konzentration von 96 % und darüber ist demnach der Korrosionsabtrag in 96 %iger Schwefelsäure maßgebend. Betrachtet man in diesem Sinn den Korrosionsabtrag in 96 %iger Schwefelsäure bei 150 °C (erste Spalte von Tabelle 2) und vergleicht mit der in Tabelle 1 angegebenen Legierungszusammensetzung, so läßt sich mit Hilfe linearer Regressionsrechnung die folgende Relation ermitteln:

$$\text{Korrosionsabtrag (mm/Jahr)} = 8,166 - 0,982 \times \% \text{ Si} - 0,057 \times \% \text{ Cr} - 0,021 \times \% \text{ Ni} \quad (1)$$

Demnach ist in 96 %iger Schwefelsäure von 150 °C für die Korrosionsbeständigkeit in erster Linie der Siliziumgehalt der Legierungen maßgebend, daneben - in etwa siebzehnfach geringerem Ausmaß - das Chrom. Ein zunehmender Nickelgehalt ist gemäß dieser Gleichung (1) für die Korrosionsbeständigkeit unter diesen Bedingungen gleichfalls vorteilhaft.

Für die erfindungsgemäßen Legierungen ergibt sich daraus, daß ihr Siliziumgehalt möglichst hoch sein muß. Dem steht entgegen, daß erstens sowohl Silizium als auch Chrom starke Ferritbildner sind, zweitens die Legierung aus Gründen der leichten Verarbeitbarkeit keine oder nur geringe Ferritanteile enthalten soll, drittens Chromgehalte von bis zu ungefähr 13 %, wenigstens aber etwa 8 % erforderlich sind, um eine volle bis noch befriedigende Rostbeständigkeit zu gewährleisten (vgl. Nichtrostende Stähle - Eigenschaften, Verarbeitung, Anwendung - 2. Auflage, Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf, 1989, S. 19), viertens der Gehalt an Nickel als den ferritbildenden Elementen Silizium und Chrom entgegenwirkender Austenitbildner aus mehreren Gründen möglichst gering sein muß. Diese Gründe sind die hohen Kosten des Nickels als Legierungselement und die mit zunehmendem Nickelgehalt einhergehende Tendenz zur Bildung spröder Nickelsilizid-Phasen. So weist die betrieblich hergestellte Legierung Nr. 6 noch bei 5 mm Blechdicke ein für die Anwendung unbrauchbares inhomogenes Gefüge mit eindispersiertem $\text{Cr}_3\text{Ni}_5\text{Si}_2$ -Silizid auf (Fig. 1). Ein homogenes austenitisches Gefüge liegt erst nach weiterer Verarbeitung an 2 mm Blechdicke vor (Fig. 2). Dies ist eine Folge des verzögerten Ausgleichs der vom Guß in 5 t-Blöcke herrührenden Seigerungen. Dieser Ausgleich ist im Fall der hochsiliziumhaltigen Legierungen deshalb schwierig, weil die niedrige

Solidustemperatur keine hohen Anwärm- und Warmformgebungstemperaturen erlaubt, welche einen raschen Konzentrationsausgleich herbeiführen würden. Die Solidustemperatur wurde beispielsweise für die Legierung Nr. 8 zu 1155 °C bestimmt. Ein Nickelgehalt von rd. 25 % wie im Fall der Legierung Nr. 6 bei gleichzeitig hohem Siliziumgehalt stellt demnach einen oberen Grenzwert dar. Umgekehrt zeigte die Legierung Nr. 8 mit rd. 22 % Nickel schon erste Anzeichen von Ferritanteilen im Gefüge. Der untere Grenzwert für den Nickelgehalt der erfindungsgemäßen Legierung muß demnach etwas darunter, also bei ungefähr 20 % liegen. Toleriert man in 96 %iger Schwefelsäure bei 150 °C einen Korrosionsabtrag von max. 0,3 mm/Jahr entsprechend der Abtragungskennzahl 4 von DIN 50 905 Blatt 2, so errechnet sich für die Legierung gemäß Anspruch 2 aus Gl. (1) mit der oberen Grenze für den Chromgehalt von 13 % und der oberen Grenze für den Nickelgehalt von etwa 25 % eine untere Grenze für den Siliziumgehalt von rd. 6,7 %. Infolge der starken Streuung der Meßwerte um die Ausgleichsgerade und der damit gegebenen Unsicherheit von Gl. (1), welche in Fig. 3 demonstriert ist, wird die untere Grenze des Siliziumgehalts der erfindungsgemäßen Legierung noch etwas darunter, bei 6,5 % Silizium angesetzt. Dieser Mindest-Siliziumbedarf verschiebt sich gemäß Gl. (1) auf rd. 7,1 %, wenn Chrom den unteren Grenzwert von 8 % und Nickel den unteren Grenzwert von 20 % annimmt. In Anbetracht der für die Analysentreffsicherheit bei großtechnischer Herstellung mit den Mitteln der Stahlindustrie erforderlichen Toleranzbreite und der aus Fig. 3 hervorgehenden Unsicherheit von Gl. (1) sind diesem Mindestgehalt noch 0,4 % Silizium hinzuzurechnen, um daraus die obere Grenze für den Siliziumgehalt des erfindungsgemäßen Stahls mit 7,5 % festzulegen.

Die Legierungen Nr. 6 (6,6 % Si) und Nr. 8 (7,2 % Si) in Tabelle 2 stellen zwei Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Legierung nach Anspruch 2 dar. Man erkennt, daß in 96 %iger Schwefelsäure bei 150 °C ihr Korrosionsabtrag bei max. 0,3 mm/Jahr liegt. Die Korrosionsbeständigkeit ist hier also als gut zu bezeichnen. Bei 200 °C ist mit höherem Korrosionsabtrag (0,69 bzw. 0,76 mm/Jahr) noch eine im Grenzbereich liegende Anwendbarkeit mit entsprechendem Korrosionszuschlag bei der Wanddicken-Festlegung gegeben.

Bei der Stahlzusammensetzung gemäß Anspruch 2 wirken sich Mangan-Gehalte bis 2 % positiv auf die Korrosionsrate aus. Die Legierungen 6 und 8, die je 1,4 % Mangan enthalten, haben ausweislich Tabelle 2 in den hier angeführten Testmedien geringere lineare Abtragungsraten als die Legierung 7, die ohne Manganzusatz erschmolzen ist.

Unter den in Tabelle 2 ausgewiesenen Testbedingungen weisen die erfindungsgemäßen Legierungen 6, 7 und 8 insgesamt wesentlich geringere Korrosionsraten auf als die zum Stand der Technik gehörenden Vergleichslegierungen 1 bis 5.

Um den Korrosionsabtrag in 96 %iger Schwefelsäure bei 200 °C zu reduzieren, sollte der Siliziumgehalt vorzugsweise auf 7,5 bis 8 % erhöht werden. Um dem Nachteil erschwerter Verarbeitbarkeit bei diesen Si-Gehalten entgegenzuwirken, werden vorteilhaft ausgehend von 20 bis 25 % Nickel bis zu 10 % des Nickelgehalts durch bis zu 10 % Mangan und/oder Kobalt einzeln oder gemeinsam ersetzt, wobei wenigstens 4,5 % Mangan oder 2 % Kobalt zuzulegiert sind. Mit solchen Legierungsvariationen gemäß den Ansprüchen 3 bis 5, bei denen die untere Grenze des Nickelgehaltes bei 10 % liegt, ist dann auch für 200 °C ein unter 0,3 mm/Jahr liegender Korrosionsabtrag zu extrapolieren.

Bei höherer Schwefelsäurekonzentration wird die Anwendung zunehmend problemloser, wie die Korrosionsdaten für die Legierungen 6 und 8 in 98,5 %iger Schwefelsäure auf der rechten Seite von Tabelle 2 zeigen, sodaß hier wiederum die Legierungsvariante gemäß Anspruch 2 zur Anwendung gelangen kann.

Durch die vorliegende Erfindung ist eine siliziumhaltige austenitische Stahl-Legierung gegeben, welche aufgrund ihrer definierten Zusammensetzung einerseits hinreichend korrosionsbeständig ist, ohne daß Kupfer zulegiert werden muß, und die andererseits mit den Mitteln üblicher Stahlwerkstechnologie auch noch zu großen Formaten, so wie sie der Apparatebau als Bleche und Rohre benötigt, durch Warmund/oder Kaltumformung verarbeitbar ist, ohne daß weitere die Umformbarkeit verbessernde Elemente wie Magnesium, Aluminium, Kalzium und/oder seltene Erden zugesetzt werden müssen.

Das Korrosionsverhalten in heißer konzentrierter Salpetersäure wurde in roter rauchender Salpetersäure (Gehalt mindesten 99,5 % HNO₃) durch Tauchversuche in einer 10 l-Destillationsapparatur mit Rückflußkühler gemessen. Die Proben wurden in siedender Säure geprüft. Der Siedepunkt lag bei etwa 85 °C unter Atmosphärendruck. Im Fall der erfindungsgemäßen Legierung Nr. 8 ergab sich im lösungsgeglühten Zustand der Proben (1100 °C/20min, wasserabgeschreckt) ein Korrosionsabtrag von weniger als 0,005 mm/Jahr, der sich auch nach einer Sensibilisierungsbehandlung von 10 min bei 700 °C mit nachfolgender Wasserabkühlung und von 20 min bei 600 °C mit nachfolgender Luftabkühlung nicht erhöhte. Die außerhalb der Erfindung liegende Versuchslegierung Nr. 1 mit 5,3 % Silizium und 17,9 % Chrom zeigte im lösungsgeglühten Zustand einen wesentlich höheren Abtrag von 0,02 mm/Jahr, der im Fall der sensibilisierten Proben verdoppelt war. Auch für die Handhabung hochkonzentrierter Salpetersäure ist die erfindungsge-

mäße Legierung gemäß der Aufgabenstellung demnach geeignet und bietet darüber hinaus Vorteile im Vergleich zu Legierungen, die dem Stand der Technik entsprechen. Fig. 4 macht deutlich, daß man sich mit den erfindungsgemäß beanspruchten Legierungsgehalten von 6,5 bis 8 % oder 6,5 bis 7,5 % Silizium und 8 bis 13 % Chrom in der stabilen Lage eines Minimums des Korrosionsabtrags in 98 %iger Salpetersäure von 100 °C befindet.

Die erfindungsgemäße Legierung ist auch für die Handhabung anderer hochoxidierender Medien, wie beispielsweise Chromsäure, gut geeignet.

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung von acht Versuchslegierungen, Massegehalte in %

	Nr.	Si	Cr	Ni	C	Mn
Legierungen nach	1	5,3	17,9	25,5	0,007	1,7
Stand der Technik	2	5,6	19,0	25,7	0,013	
"	3	5,7	9,0	18,8	0,024	
"	4	5,9	9,0	18,4	0,007	1,7
"	5	6,1	8,9	21,9	0,006	1,6
Erfindungsgemäß	6	6,6	9,2	24,9	0,005	1,4
"	7	6,7	9,0	23,0	0,011	
"	8	7,2	8,9	21,9	0,006	1,4

**Rest Eisen und herstellungsbedingte Beimengungen
und Verunreinigungen**

Tabelle 2

Korrosionsabtrag von siliziumlegierten Stählen in hochkonzentrierter heißer Schwefelsäure, lineare Abtragungsraten in mm/Jahr, Mittelwerte aus Messungen über 7, 14 und 21 bis 23 Tage				
Nr.	96 %ige H ₂ SO ₄		98,5 %ige H ₂ SO ₄	
	150 °C	200 °C	150 °C	200 °C
1	1,30/1,34	1,26/1,28	0,51/0,55	0,28/0,24
2	1,19	1,09	0,02	0,24
3	1,58	1,19	0,48	0,30
4	1,37/1,40	1,68/1,69	0,55/0,47	0,39/0,40
5	1,42/1,46	1,51/1,47	0,22/0,19	0,48/0,48
6	0,30	0,69	0,003*	0,022*
7	0,75	1,09	0,05	0,23
8	0,08	0,76	0,01	0,06

* In Abweichung von den ursprünglichen Versuchsparametern wurde zur Bestimmung des Korrosionsverhaltens der Legierung Nr. 6 eine Schwefelsäurekonzentration von 98,0 % eingesetzt
Legierungen Nr. 1 bis 5: Stand der Technik
Legierungen Nr. 6 bis 8: erfindungsgemäß

Patentansprüche

1. Hochsiliziumhaltiger, korrosionsbeständiger, austenitischer Stahl, gekennzeichnet durch Legierungsgehalte (in Masse-%) von

5

max 0,02 %	Kohlenstoff
10 bis 25 %	Nickel
8 bis 13 %	Chrom
6,5 bis 8 %	Silizium
0 bis 10 %	Mangan und/oder Kobalt
max 0,010 %	Schwefel
max 0,025 %	Phosphor

10

15 Rest Eisen und übliche herstellungsbedingte Beimengungen und Verunreinigungen.

2. Stahl nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er

20

max 0,02 %	Kohlenstoff
20 bis 25 %	Nickel
8 bis 13 %	Chrom
6,5 bis 7,5 %	Silizium
0 bis 2 %	Mangan

25

enthält.

3. Stahl nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er

30

max 0,02 %	Kohlenstoff
10 bis 20 %	Nickel
8 bis 13 %	Chrom
7,5 bis 8 %	Silizium
4,5 bis 10 %	Mangan

35

enthält.

40

4. Stahl nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er

45

max 0,02 %	Kohlenstoff
10 bis 23 %	Nickel
8 bis 13 %	Chrom
7,5 bis 8 %	Silizium
2 bis 10 %	Kobalt

50

enthält.

5. Stahl nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er

55

EP 0 516 955 A1

max 0,02 %	Kohlenstoff
10 bis 20 %	Nickel
8 bis 13 %	Chrom
7,5 bis 8 %	Silizium
mindestens 4,5 %	Mangan
mindestens 2,0 %	Kobalt

enthält, wobei die Summe der Gehalte an Mangan und Kobalt auf 10 % begrenzt ist.

6. Verwendung eines Stahls nach einem der Ansprüche 1 bis 5 zur Herstellung von korrosionsbeständigen Gegenständen für die Handhabung hochkonzentrierter heißer Schwefelsäure, hochkonzentrierter heißer Salpetersäure und anderer stark oxidierender Medien, wie Chromsäure.
7. Verwendung des Stahls für den Zweck nach Anspruch 6 in Form von gewalzten Blechen, Bändern, Rohren, Stangen, Drähten und anderen Produktformen.

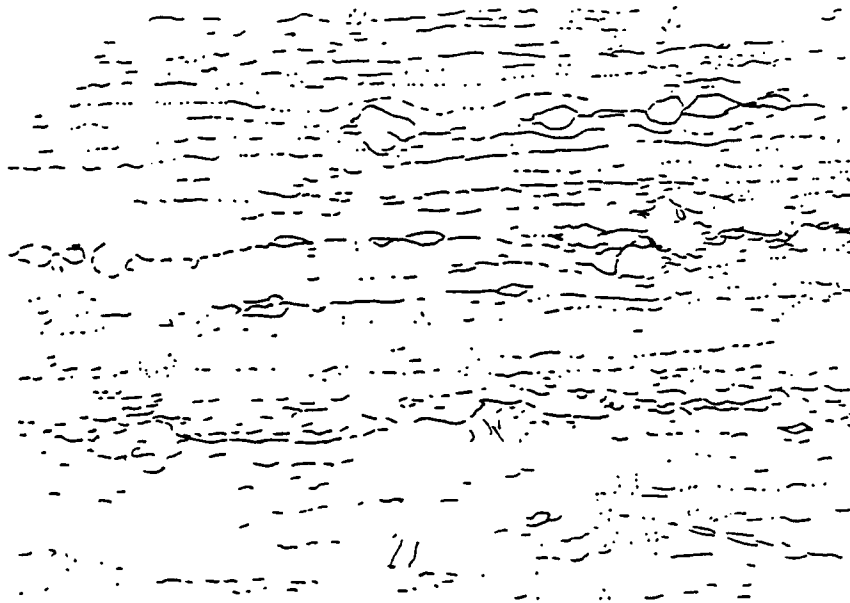


Fig.1

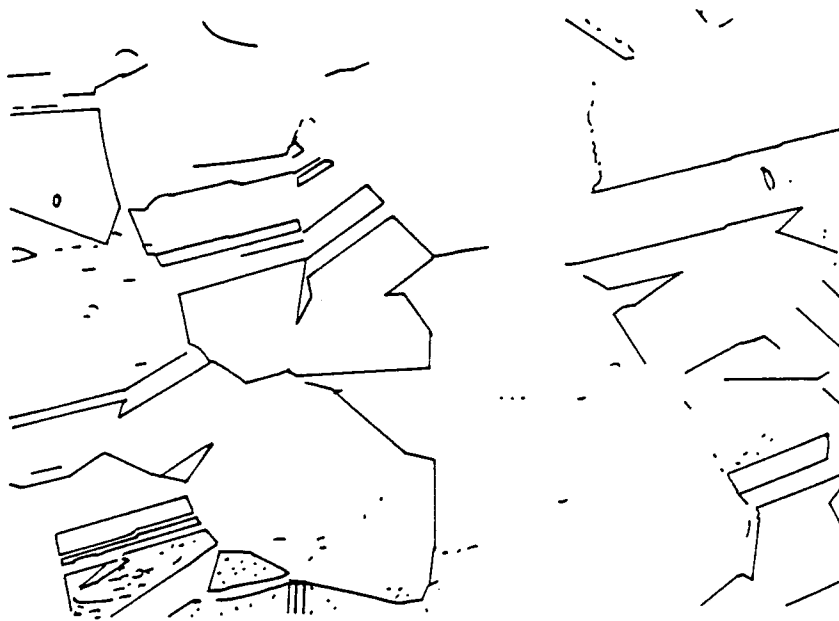
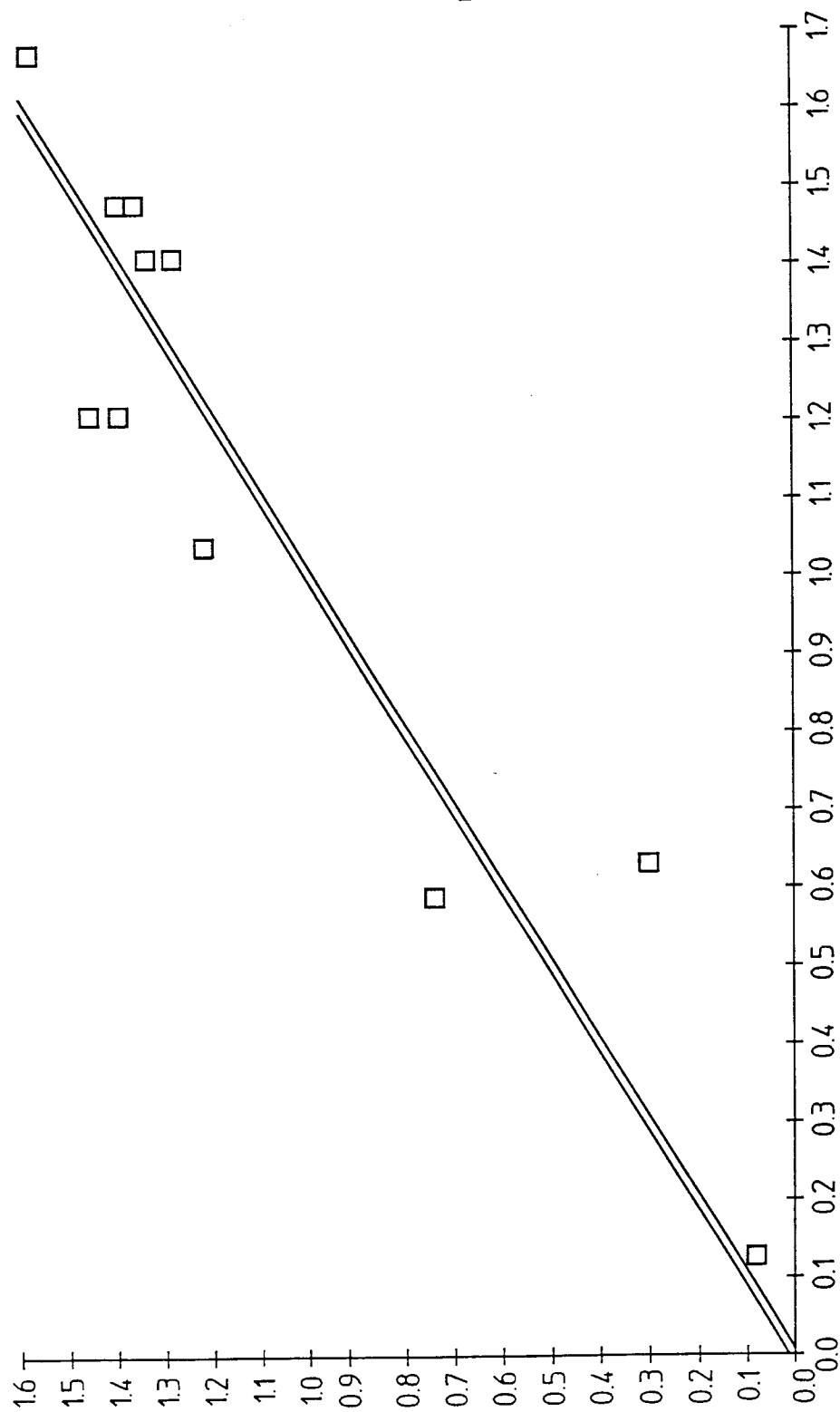


Fig.2

Fig. 3



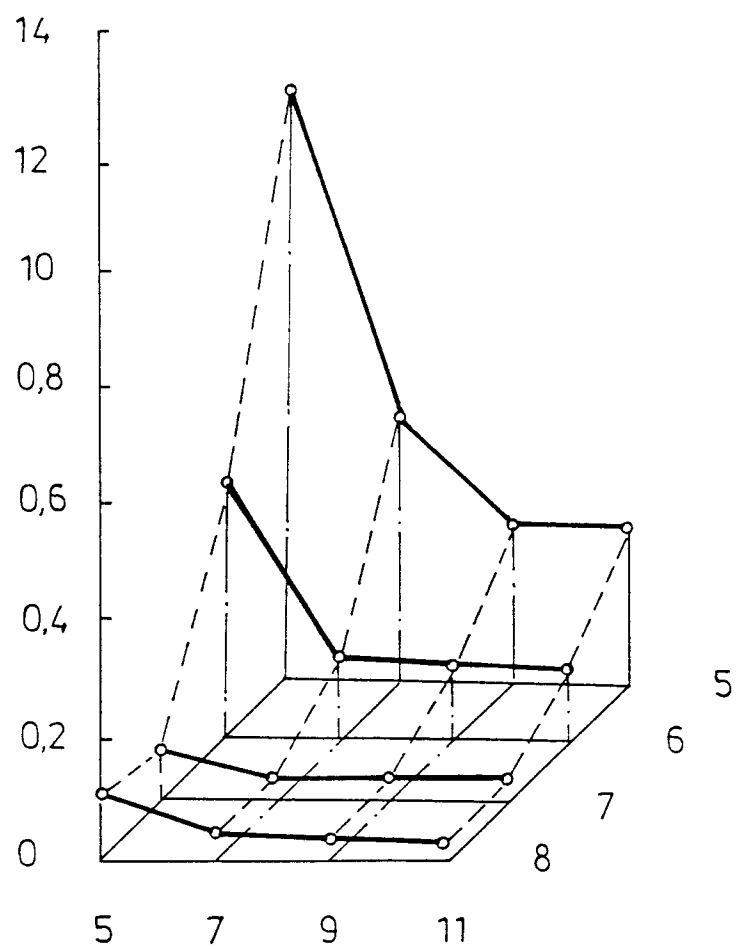


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 10 6710

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	GB-A-1 261 809 (KEIICHI OTA) * das ganze Dokument *	1-5, 7	C22C38/40

X	US-A-1 420 707 (JOHNSON) * das ganze Dokument *	1-6	

A	FR-A-2 324 752 (SANDVIK A.B. + AVESTA JERNVERKS A.B.) * Ansprüche 1-6 *	1-6	

A	DE-A-2 040 308 (ARMCO STEEL CORP.) *Ansprüche 1-15; Seite 1, 1.Absatz*	1-5	

A	EP-A-0 378 998 (BAYER AG) * das ganze Dokument *	1-7	

A	GB-A-1 275 007 (NIPPON SILICOLLOY KOGYO K.K.) * das ganze Dokument *	1-5	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 06 AUGUST 1992	Prüfer LIPPENS M. H.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	