

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 939 140 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.09.1999 Patentblatt 1999/35

(51) Int. Cl.⁶: **C22C 38/18**, C22C 38/22,
C22C 38/24

(21) Anmeldenummer: **98890052.8**

(22) Anmeldetag: **27.02.1998**

(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: **BÖHLER Edelstahl GmbH
A-8605 Kapfenberg (AT)**

(72) Erfinder:
• **Lenger, Hubert, Dipl.-Ing.
A-8605 Kapfenberg (AT)**

• **Schweiger, Herbert
A-8661 Wartberg (AT)**

(74) Vertreter:
**Wildhack, Helmut, Dipl.-Ing. Dr. et al
Patentanwälte Dipl.-Ing. Leo Brauneiss,
Dipl.-Ing. Dr. Helmut Wildhack,
Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Jellinek,
Landstrasser Hauptstrasse 50
1030 Wien (AT)**

(54) **Eisenbasislegierung zur Verwendung bei erhöhten Temperaturen**

(57) Die Erfindung betrifft eine Eisenbasislegierung
enthaltend im wesentlichen die Hauptbestandteile in
Gew.-%

Kohlenstoff	0,25 bis 0,79
Chrom	1,10 bis 7,95
Molybdän	0,56 bis 3,49
Vanadin	0,26 bis 1,48

sowie Eisen als Rest und Verunreinigungs- und Beglei-
telemente.

Zur Verbesserung der Eigenschaften des verform-
ten Werkstoffes, insbesondere bei hohen Temperatu-
ren, ist vorgesehen, die Verunreinigungs- und
Begleitelemente einzuschränken und zwar in Gew.-%

Mn	MIN 0,098	MAX 0,29
Ni+Co+Cu+W	MAX 0,35	
S+P	MAX 0,007	
O	MAX 0,0014	
Si+Al	MIN 0,081	MAX 0,25
Ca+Mg	MIN 0,00014	MAX 0,0009
Ti+Nb+Zr+Hf+Ta	MAX 0,008	
As+Bi+Sb+Sn+Zr+BM	MAX 0,009	
N+H	MAX 0,008	

EP 0 939 140 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Eisenbasislegierung, insbesondere Stahl zur Verwendung bei erhöhten Temperaturen, zum Beispiel Warmarbeitsstahl, enthaltend im wesentlichen die Hauptbestandteile bzw. Grundelemente in Gew.-%

Kohlenstoff	0,25 bis 0,79
Chrom	1,10 bis 7,95
Molybdän	0,56 bis 3,49
Vanadin	0,26 bis 1,48

Rest Eisen sowie die Verunreinigungs- und Begleitelemente Mangan, Nickel, Kupfer, Wolfram, Schwefel, Phosphor, Sauerstoff, Silizium, Aluminium, Kalzium, Magnesium, Zinn, Antimon, Arsen sowie Stickstoff und Wasserstoff.

[0002] Eisenbasislegierungen, die im thermisch vergüteten Zustand bis zu einer Temperatur im Bereich von 550°C und höher verwendbar sind, die sogenannten Warmarbeitsstähle, stellen im wesentlichen Kohlenstoff-, chrom-, vanadin-, molybdän- und/oder wolframlegierte Stähle dar. Nach dem Härten und gegebenenfalls mehrmaligem Anlassen derartiger Werkstoffe sind bei Temperaturen von 500 bis 550°C Härtewerte von 51 bis 55 HRC erreichbar, so daß daraus vorteilhaft hochbeanspruchte Warmarbeitswerkzeuge wie Blockaufnehmer, Matrizen und Preßdome für Strangpressen, Druckgießwerkzeuge, Warmscherenmesser und dergleichen hergestellt werden können.

[0003] Warmarbeitswerkzeuge sind neben einer thermischen zumeist auch einer gleichzeitig wirksamen hohen mechanischen Belastung ausgesetzt, woraus sich eine besonders kritische Materialbeanspruchungsform ergibt. Das oft durch aufwendige Bearbeitungen erstellte Werkzeug soll daher neben hoher Warmfestigkeit und dergleichen Zähigkeit sowie Anlaßbeständigkeit geringes Warmverschleißverhalten und geringe Warmrißempfindlichkeit, hohe Temperaturwechselbeständigkeit und dergleichen Thermoschockbeständigkeit besitzen, um eine hohe Wirtschaftlichkeit bei dessen Einsatz bzw. bei der Produktherstellung zu erreichen. Auf Grund der zumeist dreiaxigen Beanspruchungen ist auch eine Isotropie der Eigenschaften des verformten Materials gefordert.

[0004] Es ist bekannt, zur Verbesserung der Isotropie der mechanischen Eigenschaften das Ausgangsmaterial, insbesondere die Gußblöcke der Legierung, einer Diffusionsglühung zu unterwerfen, um die Mikroseigerungen in deren Intensität zu verkleinern. Verbreitet werden auch dafür Umschmelzverfahren verwendet, die erstarrungsbedingt besonders gute Voraussetzungen für eine möglichst mikroseigerungsarme Blockstruktur erbringen.

[0005] Um die Werkstoffeigenschaften weiter zu verbessern, wurde auch schon versucht, Legierungen mit weit niedrigeren als technisch relevanten Verunreinigungs- und Begleitelementen herzustellen. Diese durchaus zielführende Maßnahme ist jedoch aufwendig, weil dafür der Stahl aus reinsten Einsatzstoffen in besonders zugestellten metallurgischen Gefäßen erschmolzen werden muß.

[0006] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, für eine Legierung der eingangs genannten Art die Grenzbereiche der Verunreinigungs- und Begleitelemente anzugeben, innerhalb welcher ein bei erhöhten Temperaturen ein weitgehend isotropes und verbessertes Eigenschaftsprofil aufweisendes, verformtes Material erstellt werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß zur Verwendung eines gattungsgemäß zusammengesetzten Werkstoffes mit einem Verformungsgrad von größer als 3,5-fach (das ist der Verhältniswert von Ausgangsquerschnitt zu Endquerschnitt des verformten Materials) zur Herstellung von Werkzeugen mit weitgehend isotropen Eigenschaften, insbesondere weitgehend isotropen mechanischen Materialeigenschaften bei Temperaturen bis 550°C und verbessertem Eigenschaftsprofil, die Verunreinigungs- und die Begleitelemente der Legierung Einzelkonzentrationen und dergleichen Summenwerte für gleichartig wirksame Elementengruppen aufweisen und zwar

- im Mischkristall einlagerbare Elemente:

Mn = MIN 0,098 MAX 0,29

sowie

Ni + Co + Cu + W = MAX 0,35

- Verunreinigungselemente:

S + P = MAX 0,007

- Sauerstoff

O = MAX 0,0014

- oxidbildende Elemente:

5 Si + AL = MIN 0,081 MAX 0,25

sowie

10 Ca + Mg = MIN 0,00014 MAX 0,0009

- monokarbidbildende Elemente:

Ti + Nb+ Zr + Hf +Ta = MAX 0,008

15 - korngrenzenwirksame Verunreinigungsmetalle:

As + Bi + Sb +Sn +Zn +B = MAX 0,009

- Gase:

20 N +H = MAX 0,008

[0008] Die durch die Erfindung erreichten Vorteile ergeben sich im wesentlichen daraus, daß auch bei gegebenenfalls erhöhten Gehalten an einzelnen Verunreinigungs- oder Begleitelementen diese innerhalb einer Summenkonzentration durch Absenken der Gehalte anderer Elemente wirkungskinetisch eingeschränkt werden können und dadurch die Materialeigenschaften bei hoher Temperatur nicht nachteilig beeinflussen, sondern insgesamt verbessern, wobei der Streubereich der Werkstoffkennwerte sowie deren verformungsbedingte Unterschiede in Längs- und Querrichtung wesentlich verringert sind. Somit können bei Verwendung der erfindungsgemäßen Legierung wirtschaftliche Vorteile erzielt und insbesondere die Gebrauchseigenschaften des Werkzeuges derart verbessert werden, daß ein Vielfaches der Standzeit auch bei rauen Betriebsbedingungen erreicht wird.

[0009] Umfangreiche Untersuchungen haben ergeben, daß die Werkstoffkenngrößen und deren ungewollte Unterschiede im Werkstück bzw. in den Beanspruchungsrichtungen desselben nicht ausschließlich vom Gehalt der jeweiligen Verunreinigungs- und Begleitelemente abhängig sind, sondern daß Einzelwerte und Summenwerte der gleichartig wirksamen Elementengruppen den entscheidenden Einfluß auf die Stoffeigenschaften besitzen. Innerhalb eines Summenbereiches oder unterhalb einer als maximal hinsichtlich eines Erreichens von gewünschten Werkstoffeigenschaften erkannten Summengrenze für mehrere Elemente kann vorteilhaft die jeweilige Konzentration der Einzelbestandteile in der Elementengruppe eingestellt werden. Es brauchen somit nicht mehr, wie gemäß der Fachmeinung erforderlich war, alle ungewollten bzw. nachteilig wirkenden Elemente niedrigste Gehalte im Stahl aufzuweisen, sondern es ist vielmehr möglich, was wirtschaftlich vorteilhaft ist, Summenwerte und/oder Summenhöchstwerte für diese einzuhalten, um höchste Materialgüte zu erreichen.

[0010] Die erfindungsgemäße Legierung betreffend ist festzustellen: Mangan ist ein im Mischkristall einlagerbares Element und erhöht in dieser Funktion die Festigkeit der Matrix bzw. des Werkstoffes. Weiters bindet Mangan mit anderen Elementen den Schwefel des Stahles zu für dessen mechanische Eigenschaften weniger schädlichen Sulfiden ab. Es wurde jedoch erkannt, daß lediglich im Bereich von 0,098 bis 0,29 Gew.-% Mangan im Werkstoff vorteilhaft wirksam ist. Geringere Gehalte als 0,098 sichern nicht eine Schwefelabbindung und entfestigen gegebenenfalls den Mischkristall der Legierung sprunghaft, hingegen bewirken Mangangehalte über 0,29 % verstärkte Seigererscheinungen auch an den Korngrenzen und somit Zähigkeitseinbußen des Materials.

[0011] Ni und insbesondere Co verfestigen wie Mn den Mischkristall und bewirken, wie dem Fachmann bekannt ist, eine erhöhte Warmfestigkeit des Werkstoffes. Desgleichen wirken Cu und in geringen Gehalten W bei Anwesenheit von stärkeren und/oder höher konzentriert vorliegenden Karbidbildnern. Die Untersuchungen ergaben jedoch, daß der Summenhöchstwert von Ni+Co+Cu+W 0,28 Gew.-% nicht überschritten werden soll, weil bei höheren Gehalten trotz verbesserter Materialfestigkeit markant Zähigkeitsverluste des Werkstoffes bei Temperaturen über 480°C und längerer Verweildauer bzw. bei öfterem Anwärmen eintreten.

[0012] Die Verunreinigungselemente P sowie S sollten naturgemäß niedrig sein und eine Höchstgrenze von insgesamt 0,007 Gew.-% nicht überschreiten, um hohe mechanische Werkstoffeigenschaften zu erreichen. Es war überraschend, daß die Untersuchungen eine Austauschbarkeit dieser Elemente hinsichtlich der Eigenschaftsmerkmale der Legierung zeigten, obwohl lediglich Schwefel durch Mangan und gegebenenfalls einschlußbildend beteiligte Elemente wie insbesondere Ca abgebunden werden bzw. an der Sulfidbildung teilnehmen.

[0013] Sauerstoff vermindert markant die mechanischen Kennwerte des Werkstoffes bei erhöhter Temperatur, wenn dessen Einzelgehalt höher als 0,0014 Gew.-% ist. Es wurde ermittelt, daß offensichtlich hinsichtlich der Standardbildungsenthalpien von Oxiden in Verbindung mit der in den erfindungsgemäßen Grenzen festgelegten Stoffzusammensetzung eine Höchstgrenze für eine vorteilhaft feindisperse und koagulierte Ausscheidungsform der nichtmetallischen Einschlüsse vorliegt und daß bei höheren Sauerstoffwerten Korngrenzenericherungen sowie Konfigurationserscheinungen auftreten, die nachteilig wirken.

[0014] Im Zusammenhang mit der Abbindung des Sauerstoffes, aber auch mit der Einschlusßmorphologie, die einen wesentlichen Einfluß auf die mechanischen Materialwerte besitzt, sind die Gehalte an oxidbildenden Elementen zu sehen, wobei die Erschmelzungs- und Erstarrungsart des Werkstoffes bzw. Blockes zu berücksichtigen sind. Um auch bei Verwendung einer Vakuumschmelztechnologie dichte, seigerungsarme Blöcke als Ausgangsmaterial für eine Werkzeugherstellung zu erhalten, ist es notwendig, Mindestgehalte von Si+Al gleich 0,081 Gew.-% einzuhalten, weil geringere Konzentrationen eine Kohlenstoff-Sauerstoff-Reaktion oder eine ungünstige Korngrenzenoxidbildung bewirken können. Obwohl die Legierungsmetalle Si und Al in höheren Anteilen, wie der Fachmann weiß, die Oxidationsbeständigkeit sowie die Warmrißbeständigkeit positiv beeinflussen und hohe 0,2 Dehngrenzenwerte bewirken, wurde überraschend gefunden, daß über einer Summengrenze von 0,25 Gew.-% die Warmzähigkeit insbesondere bei Al-Gehalten über 0,015 Gew.-% verschlechtert wird, wobei höhere Mn-Gehalte dabei verstärkend wirksam sind.

[0015] Ca und Mg sind äußerst starke Oxid- und Oxisulfidbildner, sollten jedoch nicht im wesentlichen Maße als Einlagerungselemente im Mischkristall auf Grund ihrer unterschiedlichen Atomradien und Reaktionsaffinitäten vorliegen, wobei als Summen-Maximalgehalt 0,0009 Gew.-% ermittelt wurde. Andererseits ist jedoch ein Vorhandensein dieser Elemente im Werkstoff für eine Sauerstoff- und Schwefelabbindung wichtig, so daß deren Untergrenze von 0,00014 Gew.-% erfindungsgemäß festgesetzt ist, weil geringere Werte einen Steilabfall einiger Materialeigenschaften nach sich zöge.

[0016] Nach allgemeiner Ansicht des Fachmannes sind starke Karbidbildner, insbesondere die monokarbidbildenden Elemente Ti, Nb, Zr, Hf, Ta in Konzentrationen bis 0,1 % bei Kohlenstoffgehalten bis 0,5 % äußerst vorteilhaft wirksame Kornfeinungsmittel, die auf Grund ihrer feindispersen Karbidausscheidungen die Isotropie der Werkstoffe im vergüteten Zustand fördern. Bei der gattungsgemäßen Legierung wird zwar durch die Monokarbidbildner eine kornfeinende Wirkung erreicht, die scharfkantigen Ausscheidungen führen jedoch bei Zugbeanspruchungen und bei erhöhten Temperaturen zu einer Rißinitiation, die markant bei Gehalten von größer als 0,008 Gew.-% von Ti+Nb+Zr+Hf+Ta ansteigt, wodurch dieser Wert die erfindungsgemäße Höchstgrenze darstellt.

[0017] W, welches in hohen Konzentrationen ebenfalls Monokarbid bilden kann, wirkt jedoch auch in geringen Anteilen im Mischkristall warmversprödungsbildend und sollte, wie vorhin erwähnt, mit den weiteren Einlagerungselementen den Summengrenzwert von 0,35 Gew.-% nicht überschreiten.

[0018] Die Ursache der Eigenschaftverschlechterung der korngrenzenwirksamen Verunreinigungsmetalle ist bei Warmarbeitsstahl wissenschaftlich noch nicht ausreichend geklärt. Es wurde jedoch gefunden, daß ein Summengehalt an As+Bi+Sb+Sn+Zn+B von größer als 0,009 Gew.-% einen überproportionalen Abfall der mechanischen Werte, insbesondere quer zur Verformungsrichtung, mit steigender Temperatur über 400°C bewirkt, so daß dieser Summenhöchstwert insbesondere im Hinblick auf die Isotropie des Werkstoffes erfindungsgemäß nicht überschritten werden soll.

[0019] Obwohl durch Vakuumbehandlungen des flüssigen Stahles dessen Gasgehalt absenkbar ist, muß, wie gefunden wurde, eine Entgasungstechnologie angewendet werden, die die Konzentration von N+H auf Werte von unter 0,008 Gew.-% erniedrigt, um einen ungünstigen Einfluß dieser Gasanteile auf die Materialeigenschaften, insbesondere bei erhöhter Temperatur, sowie eine verschlechterte Warmverformbarkeit des Werkstoffes zu vermeiden.

[0020] Die Werkstoffeigenschaften, insbesondere deren Isotropie im Werkzeug, können weiter gesteigert werden, wenn die Legierung Werte bzw. Summenwerte für folgende Elemente bzw. Elementegruppen in Gew.-%

Ni+Co+Cu+W	= MAX 0,24
S+P	= MAX 0,004
O	= MAX 0,0008
Si+Al	= MAX 0,19
Ca+Mg	= MAX 0,0006
Ti+Nb+Zr+Hf+Ta	= MAX 0,006
As+Bi+Sb+Sn+Zn+B	= MAX 0,005
N+H	= MAX 0,006

aufweist.

[0021] Wenn weiters, wie vorteilhaft vorgesehen werden kann, die Legierung Summenmindestwerte für folgende Elementegruppen in Gew.-%

Mn	= 0,125
Ni+Co+Cu+W	= 0,0029
S+P	= 0,00011
O	= 0,00004
5 Si+Al	= 0,019
Ca+Mg	= 0,000021
N+H	= 0,00011

aufweist, sind optimale mechanische Eigenschaftsmerkmale des Werkstoffes mit hoher Treffsicherheit erreichbar.

10 **[0022]** Besonders vorteilhaft ist dabei, wenn die Legierung mittels pfannenmetallurgischer Verfahren und unter Verwendung des VAR-Prozesses hergestellt ist, weil damit eine effiziente Kontrolle und Limitierung der Summenhöchstwerte sowie eine Einstellung in Summenbereichen von Verunreinigungs- und Begleitelementen erfolgen können.

[0023] Im folgenden wird die Erfindung vergleichend anhand von jeweils lediglich einen Ausführungsweg darstellenden Beispielen von Warmarbeitsstahllegierungen näher dargelegt.

15 **[0024]** Um den Einfluß der Verunreinigungs- und Begleitelemente auf die mechanischen Werte des Warmarbeitsstahles bei erhöhter Temperatur deutlich herauszuschälen, sind nur diejenigen Werkstoffe der umfassenden Versuche in den Tabellen 1 bis 5 angeführt, die annähernd gleiche Gehalte an Grundelementen und zwar an C, Cr, V und mit Erweiterung Mo aufweisen. Dies soll jedoch keine Einschränkung hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung der gattungsgemäßen Eisenbasislegierung darstellen.

20 **[0025]** Aus Tabelle 1 ist die chemische Zusammensetzung der Stähle A bis N mit den Gehalten der Grundelemente sowie den Einzel- und Summenwerten für die jeweilige Konzentration der Verunreinigungs- und Begleitelemente ersichtlich. In Tabelle 2 bis Tabelle 4 sind für die Stähle A bis N die festgestellten Einzelgehalte an Verunreinigungs- und Begleitelementen angeführt. Tabelle 5 zeigt die gemessenen mechanischen Werte des Werkstoffes bei 5,43-facher Verformung desselben mit absoluten Werten und solchen in Relation zu Stahl A.

25 **[0026]** Als Vergleichslegierung A in den Tabellen wurde ein hochbeanspruchbarer Stahl gemäß DIN-Werkstoffnummer 1.2343 (Eigenschaftsangaben in DIN 17350) ausgewählt und dessen ermittelte Materialwerte für die Warmzähigkeit, den Warmverschleißwiderstand und die Bearbeitbarkeit mit 100% festgelegt.

30 **[0027]** Die Versuchsschmelzen wurden mittels pfannenmetallurgischer Verfahren hergestellt, mit unterschiedlichen Mitteln desoxidiert und zu Elektroden gegossen, wonach durch Umschmelzen derselben, teilweise in einem Vakuum - Lichtbogenofen, eine Blockherstellung erfolgte. Diese Blöcke wurden durch eine Warmschmiedung mit einem Verformungsgrad von 5,43-fach zu Stabstahl umgeformt, an welchem nach einem Härten mit nachfolgend zweimaligem Anlassen eine chemische sowie eine mechanische Materialerprobung erfolgte, deren Ergebnisse in den Tabellen zusammengefaßt sind.

35 **[0028]** Die Legierungen A bis G, J bis L und N wurden mit einer Sondertechnologie hergestellt, wobei eine Schlackenbehandlung mit hoher Ca-Aktivität in der Pfanne erfolgte. Weiters kamen bei den Stählen A bis G und K bis N Kornfeinungsmittel zum Einsatz. Unreiner Schrott wurde, wie sich in der Folge nachteilig herausstellte, insbesondere für die Legierungen A, B und M eingesetzt. Eine Herstellung der Stähle H und I erfolgte mit besonderer Sorgfalt hinsichtlich der Einsatz- und Legierungsstoffe sowie der Blockerschmelzung. Diese erfindungsgemäß zusammengesetzten Werkstoffe gemäß H und I in den Tabellen 1 bis 4 erbringen, aufgelistet in Tabelle 5, wesentlich verbesserte mechanische Kennwerte und somit ein überragendes Zeitstandsverhalten eines daraus gefertigten Werkzeuges.

45

50

55

Chem. Zus. Lsg.	Grundelemente					Min	Verunreinigungs- und Begleitelemente						
	C	Cr	Mo	V	Σ Mn-Co- Cu-W		Σ S + P	O	Σ Si + Al	Σ Ca + Mg	Σ Ti-Nb-Zr- Hf-Ta	Σ As-B-Sb- Sn-Zn-B	Σ N + H
A	0,39	4,97	1,35	0,45	0,47	1,01	0,024	0,0078	1,005	0,0033	0,0264	0,0296	0,0119
B	0,38	4,85	2,88	0,63	0,40	0,72	0,029	0,0062	0,358	0,0042	0,0260	0,0334	0,0100
C	0,40	5,02	1,32	0,38	0,21	0,69	0,006	0,0008	0,245	0,0015	0,0118	0,0073	0,00294
D	0,39	5,25	1,27	0,33	0,24	0,56	0,0059	0,0007	0,222	0,0007	0,0120	0,0063	0,00233
E	0,38	5,10	1,31	0,36	0,28	0,27	0,0037	0,0084	0,249	0,0012	0,0103	0,0076	0,00313
F	0,38	5,17	2,81	0,69	0,20	0,34	0,0135	0,0033	0,203	0,0010	0,0113	0,0074	0,00273
G	0,35	4,98	1,32	0,47	0,22	0,33	0,0142	0,0010	0,235	0,0011	0,0121	0,0075	0,00314
H	0,38	4,85	2,73	0,67	0,22	0,21	0,0049	0,0003	0,198	0,0004	0,0047	0,0073	0,00253
I	0,36	4,92	1,34	0,45	0,20	0,22	0,0037	0,0004	0,219	0,0007	0,0052	0,0068	0,00273
J	0,38	4,93	1,37	0,42	0,22	0,29	0,0049	0,0009	0,265	0,0011	0,0079	0,0072	0,00253
K	0,34	5,02	1,34	0,44	0,19	0,36	0,0081	0,0018	0,227	0,0051	0,0121	0,0078	0,00354
L	0,36	5,05	1,39	0,41	0,21	0,34	0,0063	0,0009	0,210	0,0011	0,1070	0,0070	0,00292
M	0,37	4,86	1,31	0,46	0,19	0,19	0,0058	0,0005	0,219	0,0007	0,0118	0,0684	0,00283
N	0,39	4,88	1,29	0,47	0,23	0,24	0,0070	0,0015	0,247	0,0013	0,0107	0,0075	0,01054

Tabelle 1

Chem. Zus. Leg.	Ni	Co	Cu	W	Σ Ni+Co+Cu+W	S	P	S+P	O
A	0,25	0,32	0,26	0,18	1,01	0,003	0,021	0,024	0,0078
B	0,18	0,15	0,19	0,20	0,72	0,003	0,026	0,029	0,0062
C	0,44 ^{a)}	0,09	0,08	0,08	0,69	0,001	0,005	0,006	0,0008
D	0,10	0,08	0,10	0,28 ^{a)}	0,56	0,0009	0,005	0,0059	0,0007
E	0,10	0,05	0,07	0,05	0,27	0,0007	0,003	0,0037	0,0084 ^{a)}
F	0,11	0,07	0,09	0,07	0,34	0,0085 ^{a)}	0,005	0,0135	0,0033 ^{a)}
G	0,09	0,10	0,09	0,05	0,33	0,0022	0,012 ^{a)}	0,0142	0,0010
H	0,07	0,05	0,04	0,05	0,21	0,0009	0,004	0,0049	0,0003
I	0,08	0,04	0,06	0,04	0,22	0,0007	0,003	0,0037	0,0004
J	0,10	0,08	0,02	0,09	0,29	0,0009	0,004	0,0049	0,0009
K	0,11	0,15	0,03	0,07	0,36	0,0021	0,006	0,0081	0,0018
L	0,09	0,11	0,06	0,08	0,34	0,0013	0,005	0,0063	0,0009
M	0,09	0,02	0,05	0,03	0,19	0,0008	0,005	0,0058	0,0005
N	0,10	0,02	0,04	0,08	0,24	0,0010	0,006	0,0070	0,0015

Chem. Zus. Leg.	Si	Al	Σ Si + Al	Ca	Mg	Σ Ca + Mg	Ti	Nb	Zr	Hf	Ta	Σ Ti + Nb + Zr + Hf + Ta
A	0,98	0,025	1,005	0,0015	0,0018	0,0033	0,0018	0,021	0,0017	0,0007	0,0012	0,0264
B	0,33	0,028	0,358	0,0019	0,0023	0,0042	0,0021	0,019	0,0021	0,0011	0,0017	0,0260
C	0,23	0,015	0,245	0,0008	0,0007	0,0015	0,0007	0,009	0,0006	0,0005	0,0010	0,0118
D	0,21	0,012	0,222	0,0002	0,0005	0,0007	0,0006	0,010	0,0007	0,0002	0,0005	0,0120
E	0,23	0,019	0,249	0,0007	0,0005	0,0012	0,0005	0,008	0,0005	0,0004	0,0009	0,0103
F	0,19	0,013	0,203	0,0004	0,0006	0,0010	0,0006	0,009	0,0004	0,0005	0,0008	0,0113
G	0,22	0,015	0,235	0,0002	0,0009	0,0011	0,0005	0,010	0,0007	0,0003	0,0006	0,0121
H	0,19	0,008	0,198	0,0002	0,0002	0,0004	0,0004	0,003	0,0007	0,0002	0,0004	0,0047
I	0,21	0,009	0,219	0,0004	0,0003	0,0007	0,0005	0,004	0,0003	0,0002	0,0002	0,0052
J	0,22	0,045 ^{a)}	0,265	0,0009	0,0002	0,0011	0,0004	0,007	0,0002	0,0002	0,0001	0,0079
K	0,22	0,007	0,227	0,0013	0,0038 ^{a)}	0,0051	0,0007	0,010	0,0009	0,0002	0,0003	0,0121
L	0,20	0,010	0,210	0,0005	0,0006	0,0011	0,0005	0,105 ^{a)}	0,0008	0,0005	0,0002	0,1070
M	0,21	0,009	0,219	0,0004	0,0003	0,0007	0,0005	0,010	0,0005	0,0004	0,0004	0,0118
N	0,23	0,017	0,247	0,0005	0,0008	0,0013	0,0006	0,009	0,0005	0,0003	0,0003	0,0107

Tabelle 3

Chem. Zus. Leg.	As	Bi	Sb	Sn	Zn	B	Σ As+Bi+Sb+ Sn+Zn+B	N	H	Σ N+H
A	0,0095	0,0012	0,0018	0,0113	0,0046	0,0012	0,0296	0,0115	0,0004	0,0119
B	0,0105	0,0013	0,0031	0,0098	0,0061	0,0026	0,0334	0,0097	0,0003	0,0100
C	0,0032	0,0003	0,0005	0,0024	0,0003	0,0006	0,0073	0,0029	0,00004	0,00294
D	0,0028	0,0001	0,0005	0,0023	0,0003	0,0003	0,0063	0,0023	0,00003	0,00233
E	0,0028	0,0003	0,0007	0,0029	0,0004	0,0005	0,0076	0,0031	0,00003	0,00313
F	0,0025	0,0004	0,0009	0,0028	0,0006	0,0002	0,0074	0,0027	0,00003	0,00273
G	0,0030	0,0003	0,0008	0,0027	0,0005	0,0002	0,0075	0,0031	0,00004	0,00314
H	0,0027	0,0001	0,0008	0,0029	0,0004	0,0004	0,0073	0,0025	0,00003	0,00253
I	0,0029	0,0002	0,0007	0,0023	0,0005	0,0002	0,0068	0,0027	0,00003	0,00273
J	0,0032	0,0005	0,0007	0,0024	0,0002	0,0002	0,0072	0,0025	0,00003	0,00253
K	0,0035	0,0003	0,0006	0,0026	0,0003	0,0005	0,0078	0,0035	0,00004	0,00354
L	0,0023	0,0002	0,0009	0,0029	0,0005	0,0002	0,0070	0,0029	0,00002	0,00292
M	0,0084 ^{a)}	0,0003	0,0005	0,0067 ^{a)}	0,0005	0,0520 ^{a)}	0,0684	0,0028	0,00003	0,00283
N	0,0028	0,0002	0,0004	0,0029	0,0005	0,0007	0,0075	0,0105 ^{a)}	0,00004	0,01054

Lsg.	Härte [HRC] bei		Warmfestigkeit				Warmzähigkeit		Warmverschleiß- widerstand (%)		Bearbeit- barkeit
	500°C	550°C	Zugfestg. 500°C	[N/mm ²] 550°C	0,2-Dehnge 500°C	[N/mm ²] 550°C	(%) 500°C	(%) 550°C	500°C	550°C	
A	54	52	1095	948	908	743	100	100	100	100	A
B	54	53	1148	1021	954	811	70	65	175	170	B
C	54	52,5	1122	965	934	761	140	135	125	115	C
D	54	52	1098	952	914	765	145	140	120	110	D
E	53,5	52,5	1128	1013	974	767	170	150	120	105	E
F	54,5	53	1153	1030	964	826	165	145	185	175	F
G	54	53	1142	1015	981	788	195	180	135	120	G
H	55	54,5	1202	1052	1044	871	340	310	230	210	H
I	55	54	1185	1037	1013	833	520	480	160	150	I
J	54,5	53,5	1123	1010	998	803	215	200	140	135	J
K	54	53	1110	997	995	776	175	170	115	110	K
L	53,5	52,5	1090	953	942	753	170	155	125	120	L
M	54	52,5	1098	973	898	735	120	115	105	100	M
N	54	52,5	1087	942	895	747	115	110	110	105	N

Tabelle 5

Patentansprüche

1. Eisenbasislegierung, insbesondere Stahl zur Verwendung bei erhöhten Temperaturen, zum Beispiel Warmarbeitsstahl, enthaltend im wesentlichen die Hauptbestandteile bzw. Grundelemente in Gew.-%

Kohlenstoff	0,25 bis 0,79
Chrom	1,10 bis 7,95
Molybdän	0,56 bis 3,49
Vanadin	0,26 bis 1,48

Rest Eisen sowie die Verunreinigungs- und Begleitelemente Mangan, Nickel, Kupfer, Wolfram, Schwefel, Phosphor, Sauerstoff, Silizium, Aluminium, Calcium, Magnesium, Zinn, Antimon, Arsen sowie Stickstoff und Wasserstoff, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Verwendung eines gattungsgemäß zusammengesetzten Werkstoffes mit einem Verformungsgrad von größer als 3,5-fach zur Herstellung von Werkzeugen mit weitgehend isotropen Eigenschaften, insbesondere weitgehend isotropen mechanischen Materialeigenschaften bei Temperaturen bis 550°C und verbessertem Eigenschaftsprofil, die Verunreinigungs- und die Begleitelemente der Legierung Einzelkonzentrationen und dergleichen Summenwerte für gleichartig wirksame Elementgruppen aufweisen und zwar:

- im Mischkristall einlagerbare Elemente:

Mn = MIN 0,098 MAX 0,29

sowie

Ni+Co+Cu+W = MAX 0,35

- Verunreinigungselemente:

S+P = MAX 0,007

- Sauerstoff:

O = MAX 0,0014

- oxidbildende Elemente:

Si + Al = MIN 0,081 MAX 0,25

sowie

Ca+Mg = MIN 0,00014 MAX 0,0009

- monokarbidbildende Elemente:

Ti+Nb+Zr+Hf+Ta = MAX 0,008

- korngrenzenwirksame Verunreinigungselemente:

As+Bi+Sb+Sn+Zn+B = MAX 0,009

- Gase:

N+H = MAX 0,008

2. Eisenbasislegierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Legierung Summenwerte für folgende Elementgruppen in Gew.-%

Mn = MAX 0,21

Ni+Co+Cu+W = MAX 0,24
 S+P = MAX 0,004
 O = MAX 0,0008
 Si+AL = MAX 0,19
 Ca+Mg = MAX 0,0006
 Ti+Nb+Zr+Hf+Ta = MAX 0,006
 As+Bi+Sb+Sn+Zn+B= MAX 0,005
 N+H = MAX 0,006

aufweist.

3. Eisenbasislegierung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Legierung Summenmindestwerte für folgende Elementgruppen in Gew.-%

Mn = 0,125
 Ni+Co+Cu+W = 0,0029
 S+P = 0,00011
 O = 0,00004
 Si+Al = 0,019
 Ca+ Mg = 0,000021
 N+H = 0,00011

vorliegen.

4. Eisenbasislegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Legierung mittels pfannenmetallurgischer Verfahren und unter Verwendung des VAR-Prozesses hergestellt ist.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 89 0052

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	BREITLER, R.: "Recent developments in die steel for pressure die casting." CONFERENCE: TRANSACTIONS: 16TH INTERNATIONAL DIE CASTING CONGRESS AND EXPOSITION, Bd. 92, Nr. 2, 30. September 1991 - 3. Oktober 1991, DETROIT, USA, Seiten 231-235, XP002074490	1-4	C22C38/18 C22C38/22 C22C38/24
A	ENGEL, H. J. ET AL.: "Removal of impurity elements from steel melts by using metallic calcium and calcium halide slags." STAHL EISEN, Bd. 104, Nr. 9, 1984, Seiten 443-449, XP002074491	1-4	
A	BODNAR, R.L. ET AL.: "Effects of manganese, silicon, and purity on the design of 3.5NiCrMoV, and 2.25Cr-1Mo bainitic alloy steels " METALL. TRANS. A, Bd. 20a, Nr. 8, 1989, Seiten 1445-1460, XP002074492	1-4	
A	KÜHNELT, G. ET AL.: "Optimum cleanness of special steels through combined ladle treatment methods" STEEL TIMES, Bd. 215, Nr. 5, 1987, Seiten 242-243, XP002074493	1-4	
A	STAHL-EISEN: "Spurenelemente in Stählen" 1985, STAHL-EISEN, DÜSSELDORF, DE XP002074494 04785 * Seite 19 - Seite 34 *	1-4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 13. August 1998	Prüfer Badcock, 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 : nichttechnische 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 03.02 (P04C03)