



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 957 181 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**08.05.2002 Patentblatt 2002/19**

(51) Int Cl.7: **C22C 38/22**, C22C 38/00,  
A63C 5/048

(21) Anmeldenummer: **99103843.1**

(22) Anmeldetag: **27.02.1999**

(54) **Stahllegierung für Gleitelemente**

Alloy steel for sliding surfaces

Acier alliée pour surfaces de glissement

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT FR**

(30) Priorität: **27.02.1998 DE 19808276**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**17.11.1999 Patentblatt 1999/46**

(73) Patentinhaber: **Stahlwerk Ergste Westig GmbH**  
**58239 Schwerte (DE)**

(72) Erfinder:

- **Osing, Heinz-Jürgen**  
**58636 Iserlohn (DE)**
- **Kloss-Ulitzka, Gisbert**  
**58809 Neuenrade (DE)**
- **Rittinghaus, Klaus-Peter**  
**58642 Iserlohne (DE)**

(74) Vertreter: **König, Reimar, Dr.-Ing. et al**  
**König-Plagen-Schumacher-Kluin**  
**Patentanwälte**  
**Lohengrinstrasse 11**  
**40549 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**CH-A- 369 481** **DE-B- 1 238 676**  
**US-A- 4 294 613**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 205**  
**(C-1051), 22. April 1993 & JP 04 350118 A**  
**(NIPPON STEEL CORP.), 4. Dezember 1992**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 216**  
**(C-1053), 28. April 1993 & JP 04 354856 A**  
**(NIPPON STEEL CORP.), 9. Dezember 1992**

**EP 0 957 181 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf einen Werkstoff für Gleitelemente von Sportgeräten, insbesondere für Gleitkanten von Wintersportgeräten wie beispielsweise Skier, Skibobs und Schlitten.

**[0002]** Derartige Werkstoffe unterliegen einer außerordentlich vielfältigen Beanspruchung; sie erfordern eine hohe Oberflächengüte, insbesondere eine hohe Gleitfähigkeit sowie hohe Verschleißfestigkeit, Gesamtstabilität und Korrosionsbeständigkeit sowie eine geringe Vibrationsneigung bzw. gute Dämpfungseigenschaften.

**[0003]** Eine hohe Verschleißfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit verringert die Notwendigkeit, die Kanten nachzuschleifen, während die Geradlinigkeit bzw. Verzugfestigkeit von entscheidender Bedeutung beim Anbringen der Kanten beispielsweise am Ski ist. Schließlich erfordern Gleitelemente und -kantenwerkstoffe eine gute Verarbeitbarkeit, insbesondere ein gutes Umformverhalten, um sie durch Walzen oder Ziehen wirtschaftlich herstellen zu können.

**[0004]** Zum Herstellen von Skikanten mit einem L-förmigen Querschnitt durch Walzen oder Ziehen schlägt die deutsche Offenlegungsschrift 22 04 270 die Verwendung eines vergütbaren Stahls vor, dessen Gebrauchseigenschaften im Anschluß an das Vergüten durch eine spezielle Wärmebehandlung eingestellt werden. Diese Wärmebehandlung besteht in einem Perlitisieren der in situ in den Korpus des Skis unterhalb der Lauffläche eingebetteten Flanke unter Beibehaltung des martensitischen Kopfes. Um das zu erreichen, ist ein Erwärmen der Flanke auf eine Temperatur oberhalb der Anlaßtemperatur und ein gleichzeitiges Kühlen des Kopfes erforderlich. Auf diese Weise ergibt sich ein Skikantenkopf mit hoher Härte und eine verhältnismäßig weiche Flanke, die einen entsprechend geringen Werkzeugverschleiß beim nachfolgenden Ausstanzen von Ausnehmungen gewährleistet.

**[0005]** Mit dieser Wärmebehandlung ist jedoch der Nachteil verbunden, daß es als Folge des einseitigen Erwärmens zu Krümmungen, d.h. zu sogenannten Säbelabweichungen kommt, die auf eine Volumenkontraktion bei der Umwandlung des ursprünglich martensitischen Gefüges der Profilflanke in den perlitischen Zustand zurückzuführen ist.

**[0006]** Um das Auftreten von Säbelabweichungen zu vermeiden, begrenzt die deutsche Offenlegungsschrift 42 18 099 die Abweichung in der Rockwell-Härte über den Querschnitt und über die Länge des Skikantenprofils im gehärteten und angelassenen Zustand auf unter 2 HRC und schreibt für das Perlitisieren ein gleichmäßiges Wärmeeinbringen sowie im Anschluß an das Perlitisieren ein Biegeverformen des wärmebehandelten Kantenprofils vor. Durch das Biegeverformen soll die Flanke gleichmäßig gereckt werden, um auf diese Weise die von der partiellen Wärmebehandlung herrührenden Krümmungen zu beseitigen.

**[0007]** Das vorerwähnte Verfahren ist außerordentlich aufwendig und führt häufig nicht zu dem gewünschten Erfolg, weil es äußerst schwierig ist, die geforderte Gleichmäßigkeit der Härte über die Breite und die Länge des Profils sowie einen gleichmäßigen Biegereckgrad über die Länge der Flanke zu erreichen. Hinzu kommt, daß die zur Verwendung kommenden Vergütungsstähle nicht korrosionsbeständig sind und daher ein häufiges Nachschleifen erfordern.

**[0008]** Bei einem aus der deutschen Offenlegungsschrift 40 00 744 bekannten Verfahren zum Wärmebehandeln in situ wird die Skikante mit Hilfe eines Laserstrahls bei Temperaturen über 700°C austenitisiert und der Austenit beim Abkühlen in Martensit umgewandelt. Das In-situ-Erwärmen erfordert jedoch ein sorgfältiges Kühlen des zumeist aus Kunststoff bestehenden geklebten, beispielsweise laminierten Korpus des Skis. Dazu dienen beim Austenitisieren mitlaufende Kupferäder zum Abführen der Wärme im Bereich Kante/Korpus. Auch dies ist mit Schwierigkeiten verbunden, weil es sich trotz der Wärmeabfuhr wegen der verbleibenden Restwärmemengen nicht für jeden Kunst- oder Klebstoff zum Herstellen von Skiern eignet. Hinzu kommen eine verhältnismäßig geringe Gefügestabilität und innere Spannungen, die ursächlich für Kantenausbrüche bei seitlicher Schlagbeanspruchung und Verzug sein können.

**[0009]** Des weiteren schlägt die schweizerische Patentschrift 682 492 die Verwendung eines Drahts mit einer Nitrierschicht vor, die im Wege eines anschließenden Verformens auf ein austenitisches Gefüge eingestellt und abschließend wärmebehandelt wird. Beim Umformen des Drahts zum Kantenprofil nimmt die Dicke der Nitrierschicht ab und besteht die Gefahr, daß die verbleibende Dicke zu gering ist und die Schicht lokal aufreißt.

**[0010]** Die bekannten Verfahren sind insgesamt sehr aufwendig und führen häufig auch nicht zu reproduzierbaren Eigenschaften. Der Erfindung liegt daher das Problem zugrunde, einen Werkstoff zu finden, der sich zum Herstellen von Gleitelementen, insbesondere Ski- und Snow-Bord-Kanten eignet und eine vorteilhafte Kombination von Eigenschaften besitzt.

**[0011]** Die Lösung dieses Problems besteht in einer Chrom-Stahlliegierung mit

0,2 bis 0,65% Kohlenstoff  
 12,0 bis 20,0% Chrom  
 0,3 bis 5,0% Molybdän  
 0,02 bis 0,4% Stickstoff  
 bis 2% Mangan  
 bis 1,4% Silizium  
 bis 2% Nickel  
 bis 0,5% Kupfer  
 bis 0,2% Vanadium und/oder Niob  
 bis 0,1% Aluminium  
 Rest Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen.

**[0012]** Die erfindungsgemäße Stahllegierung besitzt nach einer Wärmebehandlung eine hohe Härte und Verschleißfestigkeit sowie ein ausgezeichnetes Schwingungsverhalten mit einem Wirkdämpfungsfaktor von  $\eta_{300} < 0,5$  bei hoher Korrosionsbeständigkeit insbesondere gegenüber Chloriden und Nitraten auf. Ursächlich hierfür ist insbesondere die gleichzeitige Anwesenheit von Kohlenstoff, Stickstoff und Molybdän. Dies gilt insbesondere für eine Chrom-Stahllegierung mit

0,30 bis 0,50% Kohlenstoff

15,0 bis 18,5% Chrom

0,5 bis 2,5% Molybdän

0,03 bis 0,15% Stickstoff

0,15 bis 1,60% Mangan

0,10 bis 0,90% Silizium

0,40 bis 1,30% Nickel

bis 0,3% Kupfer

bis 0,1% Vanadium und/oder Niob

bis 0,05% Aluminium

Rest einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen Eisen.

**[0013]** Vorzugsweise genügt die Zusammensetzung der erfindungsgemäßen Chrom-Stahllegierung der folgenden Bedingung:

$$(0,05 \text{ bis } 0,25) \cdot ([\%C] + 6 [\%N]) = (\% Mo)/(\%Cr)$$

**[0014]** Die Wärmebehandlung besteht aus einem Erwärmen bei 1000 - 1100°C in einer vorzugsweise kontinuierlichen Ofenanlage mit einem nachfolgenden Abkühlen bei gleichzeitiger Unterdrückung von Vorkarbid-ausscheidungen. Die gewünschte Arbeitshärte wird durch eine nachfolgende Wärmebehandlung im Temperaturbereich 200 - 600°C eingestellt und dient dazu, das Ausscheiden von Vorkarbiden zu unterdrücken.

**[0015]** Die Erfindung basiert auf der Erkenntnis, daß sich bei bestimmten Chrom-Stahllegierungen mit Hilfe von Molybdän und Stickstoff nicht nur eine bessere Härbarkeit und Gefügehomoogenität erreichen läßt, sondern auch ein wesentlich besserer Wirkdämpfungsfaktor  $\eta_{300}$ . Dieser ergibt sich aus der Abnahme der Hüllkurvenamplitude der Skikantenschwingung nach einer Meßzeit von 300 ms entsprechend der Formel

$$\eta_{300} = \gamma_{300}/\gamma_0$$

in der  $\gamma_0$  die Ausgangsamplitude bei Schwingungsbeginn ist.

**[0016]** Während die Wirkdämpfungsfaktoren herkömmlicher Skikanten-Werkstoffe bei 0,6 bis 0,7 liegen, verringern sie bei der erfindungsgemäßen Chrom-Stahllegierung auf unter 0,5. Ursächlich hierfür sind die Feinkörnigkeit und die homogene Verteilung der Karbide und Karbonitride sowie die von den verhältnismäßig

hohen Gehalten an Molybdän und Stickstoff bestimmte Zusammensetzung des Grundgefüges.

**[0017]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen des näheren erläutert.

**[0018]** Erfindungsgemäße Stahllegierungen A 2 bis A 5 wurden zu Skikantenprofilen ausgewalzt und sodann durch die vorerwähnte Wärmebehandlung auf eine Härte von 40 bis 50 HRC eingestellt. Herkömmliche Werkstoffe A 1 und B 1 bis B 3 wurden in gleicher Weise gewalzt und wärmebehandelt; ihre Härte lag bei 45 bis 49 HRC.

**[0019]** Die in der Tabelle angegebene Verschleißfähigkeit  $\delta$  wurde mit Hilfe des Schleifrad-Verfahrens ermittelt. In der Tabelle ist der gemessene Materialabtrag nach einem Schleifweg von 2000 m angegeben.

	C (%)	Cr (%)	Mo (%)	Ni (%)	Mn (%)	Si (%)	Cu (%)	Al (%)	V (%)	N (%)	Härte (HRC)	$\delta$	Korr. Best.	$\eta_{300}$
A1	0,35	13,5	-	0,1	-	-	-	-	-	<0,03	45	23	-	0,59
A2	0,40	15,8	1,25	0,60	0,35	0,28	0,15	<0,01	-	0,05	47	16	+	0,24
A3	0,35	15,5	1,6	-	0,10	0,35	0,10	<0,01	-	0,15	46	15	+	0,25
A4	0,45	17,5	2,1	-	-	-	0,15	0,10	-	0,15	48	13	+	0,28
A5	0,50	17,0	2,0	-	-	-	-	0,05	0,1	-	50	12	+	0,29
B1	0,45	-	-	-	0,7	0,3	-	-	-	-	49	16	-	0,63
B2	0,65	-	-	-	0,61	n.b.	-	-	-	-	47	17	-	0,69
B3	0,68	<0,1	-	-	0,50	n.b.	-	-	-	<0,01	48	17	-	0,71

[0020] Die Daten der Tabelle zeigen, daß bei den Stahllegierungen A 2 bis A 5 die Härte, der Verschleißwiderstand und die Schwingungsdämpfung als Folge der erfindungsgemäßen Gehalte an Kohlenstoff, Stickstoff, Molybdän und Chrom im Vergleich zu den Stahllegierungen B 1 bis B 3 wesentlich besser sind.

#### 10 Patentansprüche

1. Chrom-Stahllegierung mit 0,2 bis 0,65% Kohlenstoff, 12,0 bis 20,0% Chrom, 0,3 bis 5,0% Molybdän, 0,02 bis 0,4% Stickstoff, bis 2% Mangan, bis 1,4% Silizium, bis 2% Nickel, bis 0,5% Kupfer, bis 0,2% Vanadium und/oder Niob, bis 0,1% Aluminium, Rest Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen.
2. Stahllegierung nach Anspruch 1 mit 0,30 bis 0,50% Kohlenstoff, 15,0 bis 18,5% Chrom, 0,5 bis 2,5% Molybdän, 0,03 bis 0,15% Stickstoff, 0,15 bis 1,60% Mangan, 0,10 bis 0,90% Silizium, 0,40 bis 1,30% Nickel, bis 0,3% Kupfer, bis 0,1% Vanadium und/oder Niob, bis 0,05% Aluminium, Rest einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen Eisen.
3. Stahllegierung nach Anspruch 1 oder 2, deren Gehalte an Kohlenstoff, Stickstoff, Molybdän und Chrom der folgenden Bedingung genügen:  
$$(0,05 \text{ bis } 0,25) \cdot ([\%C] + 6 [\%N]) = (\% Mo)/(\%Cr)$$
4. Verwendung einer Stahllegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Werkstoff für Gleitelemente von Sportgeräten.

#### 40 Claims

1. Chromium steel alloy with 0.2 to 0.65 % carbon, 12.0 to 20.0 % chromium, 0.3 to 5.0 % molybdenum, 0.02 to 0.4 % nitrogen, up to 2 % manganese, up to 1.4 % silicon, up to 2 % nickel, up to 0.5 % copper, up to 0.2 % vanadium and / or niobium, up to 0.1 % aluminium and the remainder iron including melt impurities.
2. Steel alloy according to claim 1 with 0.30 to 0.50 % carbon, 15.0 % to 18.5 % chromium, 0.5 to 2.5 % molybdenum, 0.03 to 0.15 % nitrogen, 0.15 to 1.60 % manganese, 0.10 to 0,90 % silicon, 0.40 to 1.30 % nickel, up to 0.3 % copper, up to 0.1 % vanadium and / or niobium, up to 0.05 % aluminium and the remainder iron including melt impurities.

3. Steel alloy according to claims 1 or 2 the carbon, nitrogen, molybdenum and chromium content of which complies with the following condition:

$$(0.05 \text{ to } 0.25) \times ([\% \text{ C}] + 6 [\% \text{ N}]) = (\% \text{ Mo}) / (\% \text{ Cr}) \quad 5$$

4. Use of a steel alloy according to one of claims 1 to 3 as a material for sliding surfaces of sports equipment. 10

### Revendications

1. Alliage d'acier au chrome comportant 0,2 à 0,65% de carbone, 12,0 à 20,0 % de chrome, 0,3 à 5,0 % de molybdène, 0,02 à 0,4 % d'azote, jusqu'à 2 % de manganèse, jusqu'à 1,4 % de silicium, jusqu'à 2 % de nickel, jusqu'à 0,5 % de cuivre, jusqu'à 0,2 % de vanadium et/ou de niobium, jusqu'à 0,1 % d'aluminium, le reste de fer et d'impuretés résultant de l'élaboration de l'acier. 15  
20

2. Alliage d'acier selon la revendication 1, comportant 0,30 à 0,50 % de carbone, 15,0 à 18,5 % de chrome, 0,5 à 2,5 % de molybdène, 0,03 à 0,15 % d'azote, 0,15 à 1,60 % de manganèse, 0,10 à 0,90 % de silicium, 0,40 à 1,30 % de nickel, jusqu'à 0,3 % de cuivre, jusqu'à 0,1 % de vanadium et/ou de niobium, jusqu'à 0,05 % d'aluminium, le reste de fer et d'impuretés résultant de l'élaboration de l'acier. 25  
30

3. Alliage d'acier selon la revendication 1 ou 2, dont la teneur en carbone, azote, molybdène et chrome répond à la condition suivante : 35

$$(0,05 \text{ à } 0,25) \cdot ([\% \text{ C}] + 6 [\% \text{ N}]) = (\% \text{ Mo}) / (\% \text{ Cr})$$

4. Utilisation d'un alliage d'acier selon l'une des revendications 1 à 3 en tant que matériau pour éléments de glissement d'articles de sport. 40

45

50

55