

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 957 181 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.11.1999 Patentblatt 1999/46

(51) Int Cl.⁶: **C22C 38/22, C22C 38/00,
A63C 5/048**

(21) Anmeldenummer: **99103843.1**

(22) Anmeldetag: **27.02.1999**

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

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

(71) Anmelder: **Stahlwerk Ergste Westig GmbH
58239 Schwerte (DE)**

(72) Erfinder: **Die Erfindernennung liegt noch nicht
vor**

(74) Vertreter: **König, Reimar, Dr.-Ing. et al
Patentanwälte Dr.-Ing. Reimar König
Dipl.-Ing. Klaus Bergen,
Wilhelm-Tell-Strasse 14
40219 Düsseldorf (DE)**

Bemerkungen:

Ein Antrag gemäss Regel 88 EPÜ auf Berichtigung der Beschreibung liegt vor. Über diesen Antrag wird im Laufe des Verfahrens vor der Prüfungsabteilung eine Entscheidung getroffen werden (Richtlinien für die Prüfung im EPA, A-V, 3.).

(54) **Stahllegierung für Gleitelemente**

(57) Eine 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% Va-

nadium und/oder Niob, bis 0,1% Aluminium, Rest Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen eignet sich als Werkstoff für Gleitelemente von Sport-, insbesondere Wintersportgeräten.

EP 0 957 181 A1

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 Gleiffähigkeit 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. Verzugsfestigkeit 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 Laufläche 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 Kupferräder 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 902 946 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-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.

[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 Härte und Gefügehomoogenität erreichen läßt, sondern auch ein wesentlich besserer Wirkdämpfungsfaktor η_{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 γ_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 6 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)	δ	Korr. Best.	η_{1000}
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.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 10 3843

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	DE 12 38 676 B (GENERAL ELECTRIC COMPANY) * das ganze Dokument *	1	C22C38/22 C22C38/00 A63C5/048
X	& US 3 139 337 A (BOYLE ET AL.) ---	1	
X	US 4 294 613 A (GIFLO) 13. Oktober 1981 * das ganze Dokument *	1,2	
A	CH 369 481 A (BIRMINGHAM SMALL ARMS COMPANY) * das ganze Dokument *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 205 (C-1051), 22. April 1993 & JP 04 350118 A (NIPPON STEEL CORP.), 4. Dezember 1992 * Zusammenfassung *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 216 (C-1053), 28. April 1993 & JP 04 354856 A (NIPPON STEEL CORP.), 9. Dezember 1992 * Zusammenfassung *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			C22C A63C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG		22. April 1999	Lippens, M
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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 10 3843

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-04-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1238676	B		KEINE	
US 4294613	A	13-10-1981	KEINE	
CH 369481	A		KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82