

(19)



(11)

EP 1 785 500 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.05.2007 Patentblatt 2007/20

(51) Int Cl.:
C22C 33/02 (2006.01) **C22C 37/06** (2006.01)
C22C 38/56 (2006.01) **C22C 37/08** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06405384.6**

(22) Anmeldetag: **06.09.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **10.11.2005 CH 18022005**

(71) Anmelder: **Sintec HTM AG
CH-2503 Biel (CH)**

(72) Erfinder: **Hofer, Beat
4552 Derendingen (CH)**

(74) Vertreter: **AMMANN PATENTANWÄLTE AG BERN
Schwarztorstrasse 31
3001 Bern (CH)**

(54) **Verschleiss- und Korrosionfester, hochlegierter pulvermetallurgischer Stahl**

(57) Ein neuartiger, pulvermetallurgisch hergestellter Stahl weist eine Zusammensetzung von 3,4 - 4,2 % C, 20 - 30 % Cr, 3 - 10 % W, 0 - 4 % Mo, 0 - 6 % Ni, 0,6 - 1,0 % Si, 0,2 - 0,4 % Mn, 4,75 - 5,25 % V, 0,75 - 1,25 % Nb, Rest Fe und Verunreinigungen auf. Die Herstellung erfolgt bevorzugt durch heissisostatisches Pressen

eines Pulvers einer Legierung der angegebenen Zusammensetzung. Das Material ist insbesondere für die Herstellung von Extruderteilen, z. B. Schneckengehäuse und Schnecke, geeignet.

EP 1 785 500 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Stahllegierung gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung des Stahls.

[0002] Die Pulvermetallurgie erlaubt die Zusammenstellung von Legierungselementen ohne Entmischung. Durch das Legieren der einzelnen Elemente in der Schmelze und anschliessende Gasverdüsung durch Stickstoff ändert sich der Legierungsanteil in der Schmelze zum verdüsenden Pulver kaum.

[0003] Derartig hergestelltes Pulver wird anschliessend in eine Kapsel gefüllt und heissisostatisch verdichtet. Die gewählte HIP-Temperatur liegt unter der Schmelztemperatur des Pulvers, so dass eine Entmischung oder eine Seigerung während des Sintervorgangs ausgeschlossen ist.

[0004] Bei der Herstellung von temperatur- und festigkeitsbeständigen Kunststoffen werden Oxide und mineralische Stoffe in das Material eingebracht. Diese können bis 95 % des Volumens betragen. Beim Mischvorgang im Extruder wird das Schneckengehäuse und die Schnecke sehr stark bezüglich Korrosion und Abrasion beansprucht. Deswegen wird der Einsatz von speziellen Stählen verlangt, die die Anforderungen bezüglich Verschleiss, Korrosion und Festigkeit erfüllen. Mit der vorliegenden Erfindung wird ein pulvermetallurgischer Stahl vorgestellt, der die Anforderungen bezüglich Verschleiss und Korrosion sehr gut abdeckt, auch wenn er eine geringere Zähigkeit durch den Einsatz des hohen Legierungsanteils der Elemente C, Cr, V und W aufweist.

[0005] Im Patent US 4765836 ist eine Legierung beschrieben, die eine ähnliche Zusammensetzung wie die erfindungsgemässe Legierung, aber einen höheren Vanadiumgehalt aufweist und kein Wolfram enthält.

[0006] Die Legierungen, die in der US-4765836 beansprucht werden, weisen folgende Anteile der Hauptkomponenten neben Eisen auf:

	C	Cr	W	Mo	V	Ni	Mn
Min [%]	2,50	15,00	0	2,0	6,00	0	0,2
Max [%]	5,00	30,00	0	10,00	11,00	0,5	1

[0007] Daneben können die Legierungen noch geringe Anteile Schwefel, Silizium und Stickstoff enthalten. Der Kohlenstoffgehalt ist bezüglich V, Mo und Cr angepasst, um Karbide zu bilden und durch einen Kohlenstoffüberschuss eine Martensitstruktur sicherzustellen.

[0008] Ein ähnlicher Weg wird im Patent EP0271238 B1 vorgeschlagen, dabei wird aber ein Molybdängehalt von 2 - 10 % angegeben und ein Vanadiumgehalt von 6 - 11 %. Hier ist der hohe Vanadiumanteil verschleissfestigkeitsbestimmend wie ebenso der hohe Molybdängehalt. Wolfram und Niob als Karbidbildner werden als 0 % angegeben.

[0009] Eine Aufgabe vorliegender Erfindung besteht darin, eine Legierung anzugeben, die den Anforderungen für Extruderteile besser entspricht.

[0010] Eine derartige Legierung ist in Anspruch 1 angegeben, die weiteren Ansprüche geben bevorzugte Ausführungsformen und Herstellungsverfahren der Legierung an.

[0011] Prozentangaben sind in der Beschreibung und den Ansprüchen Gewichtsprozente, soweit nicht anders angegeben.

Allgemein wurde mit Legierungen der Zusammensetzung

[0012]

Komponente	Anteil [%]
C	3,4 - 4,2
Cr	20 - 30
W	3 - 10
Mo	0 - 4
Ni	0 - 6
Si	0,6 - 1,0
Mn	0,2 - 0,4
V	4,75 - 5,25

EP 1 785 500 A1

(fortgesetzt)

Komponente	Anteil [%]
Nb	0,75 - 1,25
Rest:	Eisen und Verunreinigungen

die geforderten verbesserten Eigenschaften erzielt. Insbesondere weisen diese Legierungen eine Grundhärte von mindestens 50 HRC auf. Die Grundhärte ist dabei die Härte nach der Herstellung durch heissisostatischen Pressen (HIP) und Weichglühen.

[0013] Die Erfindung wird weiter an bevorzugten Ausführungsformen mit Bezugnahme auf Figuren erläutert.

Fig. 1 Anlassdiagramm einer erfindungsgemässen Legierung

Fig. 2 Härte- und Druckfestigkeitsdiagramm der Legierung im Vergleich mit anderen Legierungen

Fig. 3 Vergleichsdiagramm Biegefestigkeit

Fig. 4 Vergleichsdiagramm Verschleissfestigkeit

Fig. 5 Vergleichsdiagramm Korrosionsbeständigkeit

[0014] Es wird eine Legierung mit einer Analyse von vorzugsweise C = 3,75 % / Si = 0,8 % / Mn = 0,3 % / Cr = 25 % / Mo = 3 % / V = 5 % / W = 5 % / Nb = 1 % / Ni = 2 % wie folgt hergestellt:

[0015] Die Legierung wird erschmolzen und anschliessend gasverdüst. Das erstarrte Pulver wird nachher in eine Kapsel gefüllt, und die Kapsel wurde evakuiert und gasdicht verschlossen.

[0016] Eine anschliessende HIP-Behandlung, vorzugsweise bei 1100 °C / 3h / 1100 bar, ergibt ein feines, seigerungsfreies Gefüge. Die Karbide sind gleichmässig in der Grundmatrix verteilt. Das Material kann je nach Wunsch in der HIP-Anlage direkt weichgeglüht oder durch eine anschliessende Wärmebehandlung bei 900-920 °C, Halten 2 h und gleichmässiges Abkühlen mit 12 °C pro Stunde bis 600 °C weichgeglüht werden.

[0017] Die erreichte Weichglüh Härte (Grundhärte) liegt bei ca. 52 HRC. Das Material ("Veko 25CR") wird anschliessend wärmebehandelt und angelassen. Die erreichten Härtewerte sind im Anlassdiagramm [Fig. 1] bezogen auf die verschiedenen Härtetemperaturen aufgezeichnet. Material aus den verschiedensten Wärmebehandlungsstufen wurde anschliessend auf die Biege- und Druckfestigkeit geprüft. Als Beispiel für eine Härtetemperatur 1140 °C und Anlasstemperatur 450 °C sind die Härte und Druckfestigkeit im [Fig. 2] aufgezeichnet und die Resultate mit anderen PM-Werkstoffen verglichen. Diese bekannten Vergleichslegierungen sind spezifiziert wie folgt:

55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5

Tabelle 1: Legierungszusammensetzungen (PM: pulvermetallurgisch)

Name	C	Si	Mn	Cr	Cu	Ti	Ni	W	Mo	Co	V	Nb	B	Fe	Herstellgs.-verfahren
X 235	2.5	0.5	0.3	20.0	0.0	0.0	< 0.5	0.0	1.3	0.0	4.3	1.9		Rest	PM
X 245	2.5	0.9	0.5	5.3	0.0	0.0	< 0.5	0.0	1.3	0.0	9.8	0.0		Rest	PM
X 260 Cr	2.7	0.6	0.4	26.0	0.0	0.0	< 0.5	0.0	1.1	0.0	2.4	1.3		Rest	PM
GP 27.1	2.7	0.6	0.4	26.0	0.0	0.0	< 0.5	0.0	1.1	0.0	2.4	1.3		Rest	Guss
Mit HIP hergestellte Legierungen:															
HIP 40 S	0,2	3,5	<0.1	7,5	-	-	Rest	-	-	-	-	-	2.8	<1,0	PM
HIP 65S	1,15	4,3	-	17	-	-	Rest	-	-	-	-	-	3,3	<1,0	PM
HIP 1	2.5	-	-	33	-	-	-	13	-	Rest	-	-	-	-	PM
HIP 1 Mo	2.5	-	-	33	-	-	-	13	4	Rest	-	-	-	-	PM

[0018] Dabei zeigt sich, dass der neue Werkstoff VeKo 25Cr trotz der hohen Härte im Vergleich mit anderen Werkstoffen eine gute Druckfestigkeit besitzt. Der Werkstoff X 245 hat die höchste Druckfestigkeit, aber eine tiefere Härte als VeKo 25Cr. Die Duktilität von Veko 25Cr ist also nicht härteabhängig.

[0019] Das Gleiche zeigt sich in der Biegefestigkeit (Fig. 3). Die Biegefestigkeit, auch ein Mass für die Sprödigkeit, ist wesentlich höher als für andere Hartstoffe mit tieferer Härte. Einzig der Werkstoff X 245 hat eine höhere Biegefestigkeit, allerdings bei einer tieferen Härte. Anschliessend wurden von diesen Proben Verschleiss- und Korrosionsversuche durchgeführt und die Ergebnisse mit anderen korrosionsfesten Werkstoffen verglichen.

[0020] Dabei stellte sich heraus, dass der neue pulvermetallurgische Werkstoff Veko 25Cr im Vergleich zu anderen PM-Werkstoffen gute Verschleiss- [Fig. 4] und Korrosionseigenschaften [Fig. 5] aufweist.

[0021] Diese besonderen Eigenschaften werden erreicht, indem der Vanadiumgehalt bewusst tief eingestellt wird, dafür aber eine Beigabe von Wolfram zur Beeinflussung der Karbidhärte beigegeben wird. Die Zugabe von Nickel beeinflusst den Austenitgehalt und erhöht dadurch die Korrosionsbeständigkeit.

[0022] Aus der vorangehenden Beschreibung sind für den Fachmann Abwandlungen der Erfindung zugänglich, ohne den Schutzbereich zu verlassen, der durch die Ansprüche definiert ist.

[0023] Insbesondere können die Parameter des heissisostatischen Pressens im Rahmen der üblichen Werte auch anders gewählt werden als vorgeschlagen.

Glossar

[0024]

HIP	Heissisostatisches Pressen
HRC	Härtegrad Rockwell
Veko 25Cr	Bezeichnung eines bevorzugten erfindungsgemässen Materials

Patentansprüche

1. Pulvermetallurgischer Stahl, **gekennzeichnet durch** die Zusammensetzung in Gewichtsprozent C 3,4 - 4,2 %, Cr 20 - 30 %, W 3 - 10 %, Mo 0 - 4 %, Ni 0 - 6 %, Si 0,6 - 1,0 %, Mn 0,2 - 0,4 %, V 4,75 - 5,25 %, Nb 0,75 - 1,25 %, Rest Fe und Verunreinigungen.
2. Stahl gemäss Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** die folgenden Anteile der angegebenen Komponenten in Gewichtsprozent: C 3,65 - 3,85 %, Cr 24,5 - 25,5 %, W 4,5 - 5,5 %, Mo 2,8 - 3,2 %, Ni 0,4 - 2 %.
3. Stahl gemäss Anspruch 2, **gekennzeichnet durch** einen Anteil an Nickel von 2 Gewichtsprozent.
4. Stahl gemäss einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** die folgenden Anteile der angegebenen Bestandteile in Gewichtsprozent: Si 0,8 %, Mn 0,3 %, V 5 %, Nb 1 %.
5. Stahl gemäss Anspruch 4, **gekennzeichnet durch** die folgenden Anteile der angegebenen Bestandteile in Gewichtsprozent: C 3,75 %, Cr 25 %, Mo 3 %, W 5 %, Ni 2 %.
6. Stahl gemäss einem der Ansprüche 1 oder 5, **gekennzeichnet durch** eine Härte nach Weichglühen (Grundhärte) von mindestens 50 HRC (Härte Rockwell).
7. Stahl gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, **gekennzeichnet durch** eine Härte von mind. 67 HRC nach einer Wärmebehandlung.
8. Stahl gemäss einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** er durch heissisostatisches Pressen herstellbar ist.
9. Verfahren zur Herstellung eines Körpers aus einem Stahl gemäss einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Gemisch der Komponenten geschmolzen wird, die Schmelze gasverdunstet wird und das erhaltene Pulver heissisostatisch gepresst wird.
10. Verfahren gemäss Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Körper aus dem Stahl einer Wärmebehandlung unterworfen wird, um die Härte zu erhöhen.

EP 1 785 500 A1

11. Verwendung des Stahls gemäss einem der Ansprüche 1 bis 8 zur Herstellung von Extruderbestandteilen, insbesondere des Schneckengehäuses und der Schnecke.
12. Extruder mit einem Schneckengehäuse und/oder einer Schnecke, die wenigstens an den mit dem Arbeitsmedium in Kontakt tretenden Flächen aus einem Stahl gemäss einem der Ansprüche 1 bis 8 besteht.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

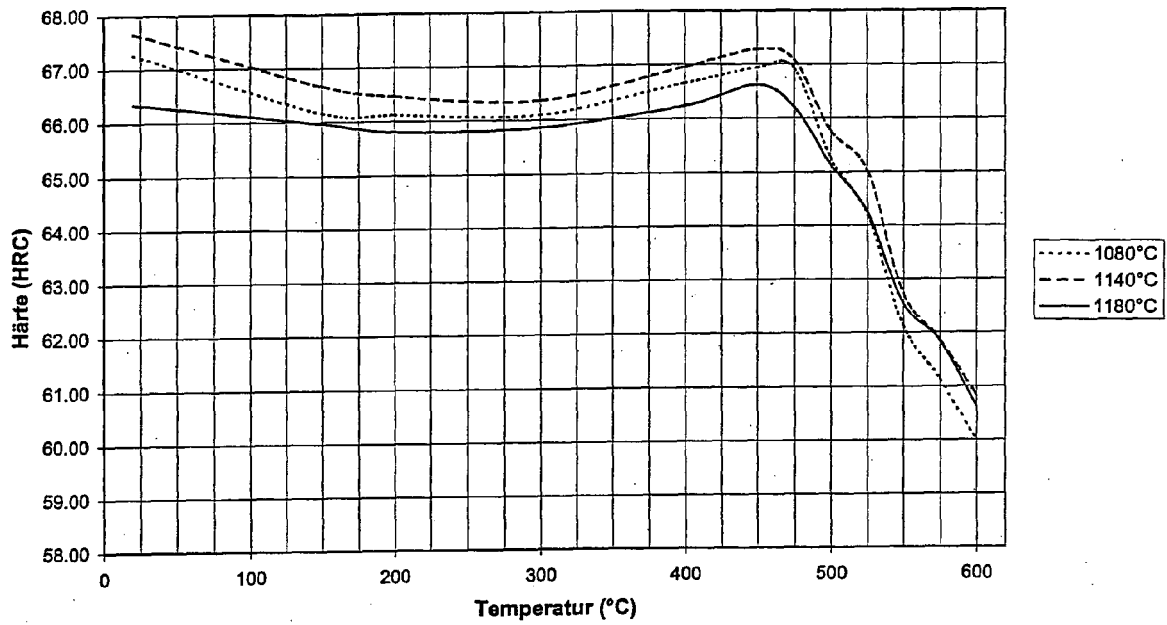


Fig. 2

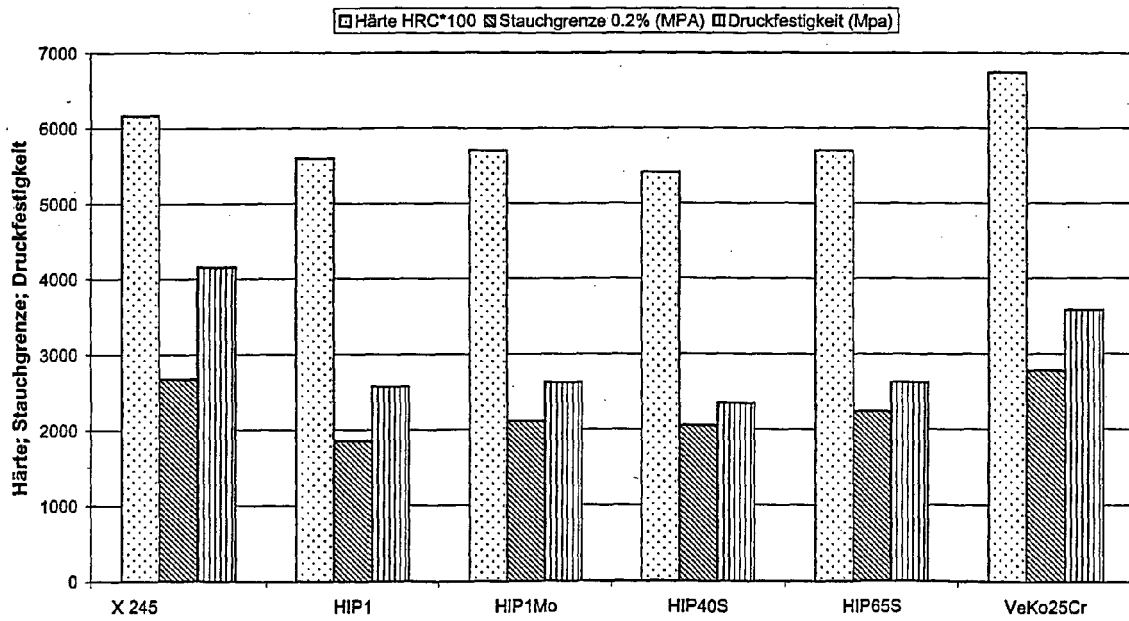


Fig. 3

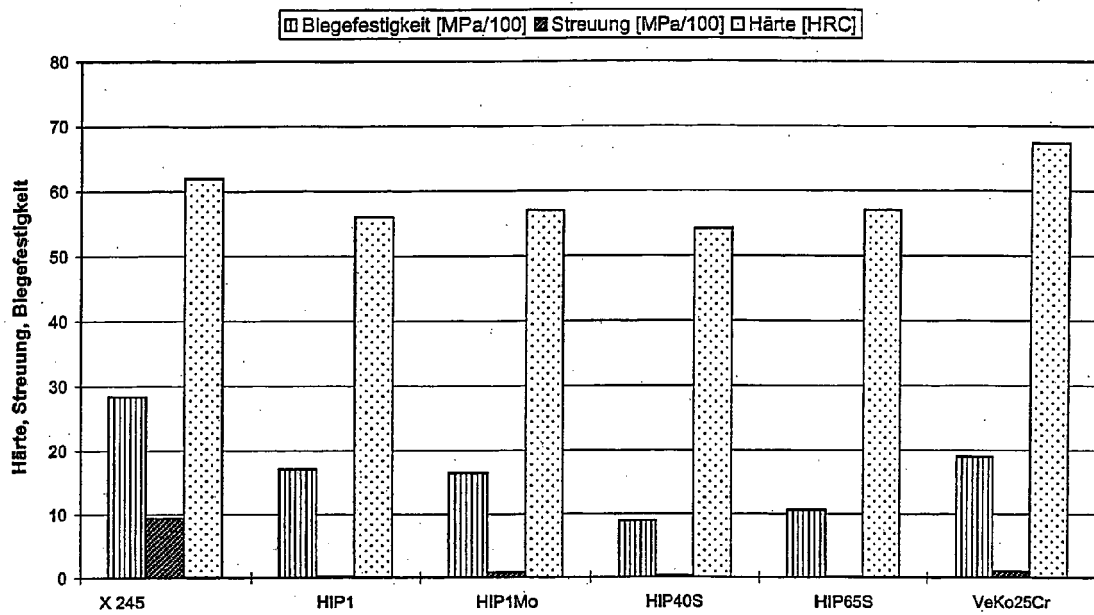


Fig. 4

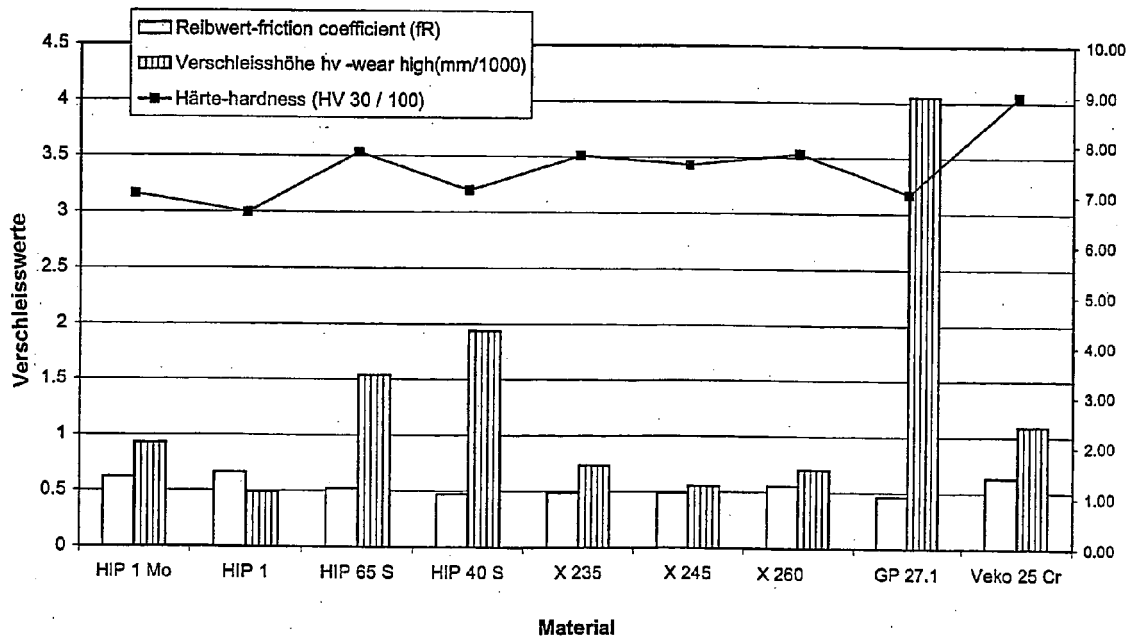
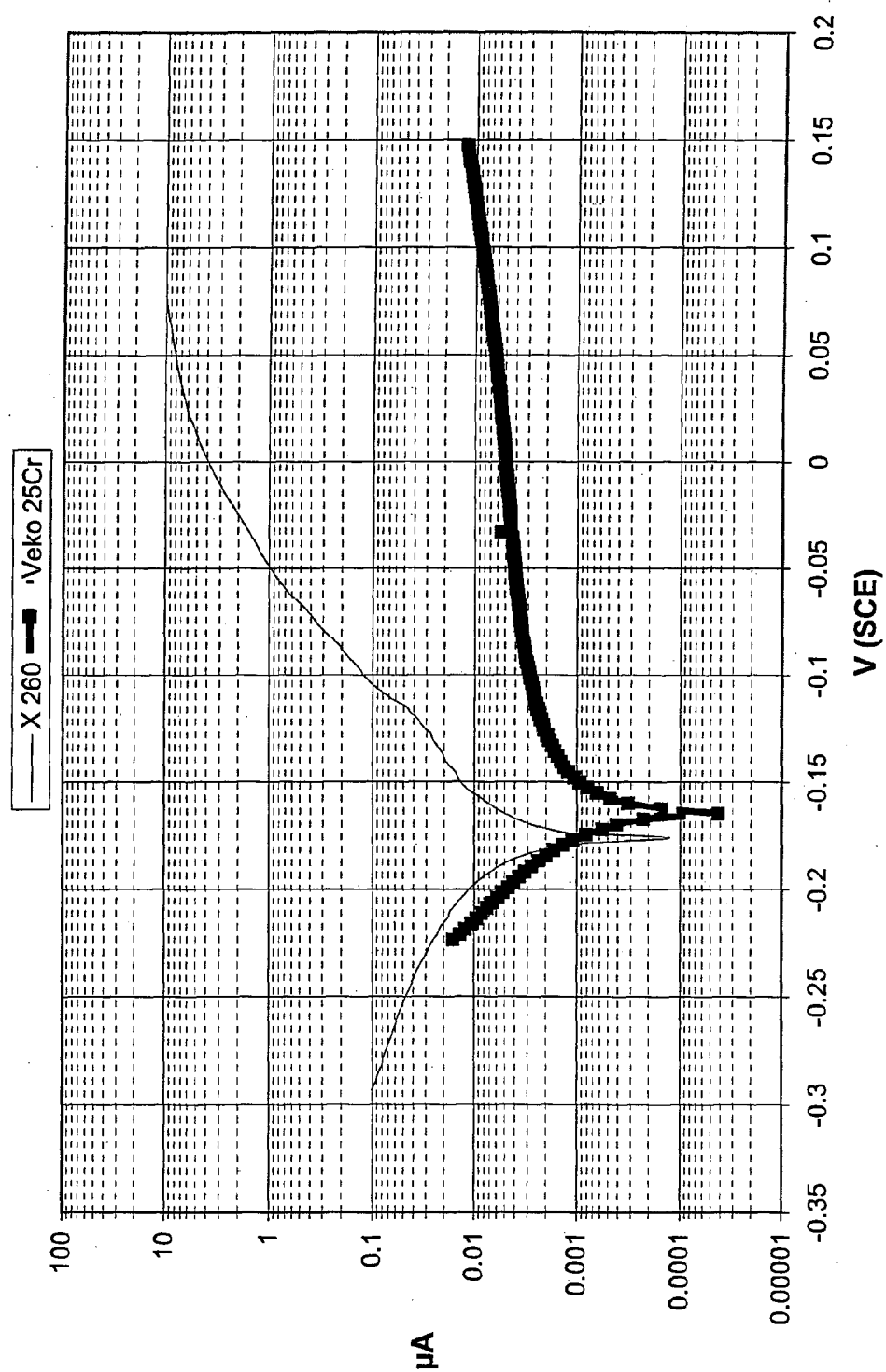


Fig. 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 40 5384

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	US 4 765 836 A (HAUSER ET AL) 23. August 1988 (1988-08-23) * das ganze Dokument *	1-12	INV. C22C33/02 C22C37/06 C22C38/56 C22C37/08
A	& EP 0 271 238 A (CRUCIBLE MATERIALS CORPORATION) 15. Juni 1988 (1988-06-15) * das ganze Dokument *	1-12	

A	EP 0 371 760 A (NIPPON PISTON RING CO., LTD; NISSAN MOTOR CO., LTD) 6. Juni 1990 (1990-06-06) * das ganze Dokument *	1-12	

A	US 2003/024614 A1 (GAVEN JAN-AKE ET AL) 6. Februar 2003 (2003-02-06) * das ganze Dokument *	1-12	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 6. März 2007	Prüfer Brown, Andrew
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 Patentedokument, 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	

2
EPC FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 06 40 5384

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

06-03-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4765836	A	23-08-1988	CA 1307136 C	08-09-1992
			DE 3781117 D1	17-09-1992
			DE 3781117 T2	07-01-1993
			EP 0271238 A2	15-06-1988
			ES 2033878 T3	01-04-1993
			GR 3005661 T3	07-06-1993
			JP 1644250 C	28-02-1992
			JP 3006982 B	31-01-1991
			JP 63153241 A	25-06-1988

EP 0271238	A	15-06-1988	CA 1307136 C	08-09-1992
			DE 3781117 D1	17-09-1992
			DE 3781117 T2	07-01-1993
			ES 2033878 T3	01-04-1993
			GR 3005661 T3	07-06-1993
			JP 1644250 C	28-02-1992
			JP 3006982 B	31-01-1991
			JP 63153241 A	25-06-1988
			US 4765836 A	23-08-1988

EP 0371760	A	06-06-1990	DE 68917869 D1	06-10-1994
			DE 68917869 T2	20-04-1995
			JP 2145743 A	05-06-1990
			JP 2709103 B2	04-02-1998
			US 5096515 A	17-03-1992

US 2003024614	A1	06-02-2003	AU 3784801 A	24-09-2001
			BR 0109250 A	17-12-2002
			CA 2402032 A1	20-09-2001
			CN 1424940 A	18-06-2003
			EP 1292393 A1	19-03-2003
			JP 2003526509 T	09-09-2003
			NO 20024388 A	13-09-2002
			NZ 521046 A	27-02-2004
			SE 516050 C2	12-11-2001
			SE 0000879 A	16-09-2001
			WO 0168260 A1	20-09-2001

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 4765836 A [0005] [0006]
- EP 0271238 B1 [0008]