



(11)

EP 1 785 500 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.06.2008 Patentblatt 2008/24

(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**

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

A wear and corrosion resistant highly alloyed steel powder

Acier en poudre hautement alliée résistant à l'usure et à la corrosion

(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**

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.05.2007 Patentblatt 2007/20

(73) Patentinhaber: **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)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 371 760 US-A- 4 765 836
US-A1- 2003 024 614**

EP 1 785 500 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

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 B1

(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:

Tabelle 1: Legierungszusammensetzungen (PM: pulvermetallurgisch)															
Name	C	Si	Mn	Cr	Cu	Ti	Ni	W	Mo	Co	V	Nb	B	Fe	Herstellungsverfahren
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, wobei die Zusammensetzung in Gewichtsprozent ist 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 B1

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.

Claims

1. Powder metallurgical steel, wherein the composition in weight percent is: 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 %, remainder Fe and contaminants.
2. Steel according to claim 1, **characterised by** the following percentages of the indicated components in weight percent: 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. Steel according to claim 2, **characterised by** a nickel percentage of 2 weight percent.
4. Steel according to one of claims 1 to 3, **characterised by** the following percentages of the indicated components in weight percent: Si 0.8 %, Mn 0.3 %, V 5 %, Nb 1 %.
5. Steel according to claim 4, **characterised by** the following percentages of the indicated components in weight percent: C 3.75 %, Cr 25 %, Mo 3 %, W 5 %, Ni 2 %.
6. Steel according to one of claims 1 or 5, **characterised by** a hardness after annealing (base hardness) of at least 50 HRC (Rockwell hardness).
7. Steel according to one of claims 1 to 6, **characterised by** a hardness of at least 67 HRC after a heat treatment.
8. Steel according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** it is capable of being produced by hot isostatic pressing.
9. Method for producing a body from a steel according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** a mixture of the components is melted, the melt is gas evaporated, and the obtained powder is subjected to hot isostatic pressing.
10. Method according to claim 9, **characterised in that** the body from the steel is subjected to a heat treatment in order to increase its hardness.
11. Use of the steel according to one of claims 1 to 8 for producing extruder components, more particularly the screw barrel and the screw.
12. Extruder having a screw barrel and/or a screw of which at least the surfaces that enter into contact with the working medium consist of a steel according to one of claims 1 to 8.

Revendications

1. Acier produit suivant la métallurgie des poudres, où la composition en pour-cent en poids est: 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 %, restant Fe et impuretés.
2. Acier selon la revendication 1, **caractérisé par** les pourcentages suivants des composants indiqués en pour-cent en poids: 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. Acier selon la revendication 2, **caractérisé par** un pourcentage de nickel de 2 pour-cent en poids.
4. Acier selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé par** les pourcentages suivants des composants indiqués en pour-cent en poids: Si 0,8 %, Mn 0,3 %, V 5 %, Nb 1 %.
5. Acier selon la revendication 4, **caractérisé par** les pourcentages suivants des composants indiqués en pour-cent

EP 1 785 500 B1

en poids: C 3,75 %, Cr 25 %, Mo 3 %, W 5 %, Ni 2 %.

5
6. Acier selon l'une des revendications 1 ou 5, **caractérisé par** une dureté après recuit (dureté de base) d'au moins 50 HRC (dureté Rockwell).

10
7. Acier selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé par** une dureté d'au moins 67 HRC après un traitement thermique.

15
8. Acier selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'il** est capable d'être produit par pressage isostatique à chaud.

20
9. Procédé de production d'un corps en un acier selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'un** mélange des composants est fondu, la composition fondue est évaporée sous gaz et la poudre obtenue est soumise au pressage isostatique à chaud.

25
10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le corps constitué dudit acier est soumis à un traitement thermique afin d'augmenter sa dureté.

30
11. Utilisation de l'acier selon l'une des revendications 1 à 8 pour la production de composants d'extrudeuses, plus particulièrement du carter et de la vis.

35
12. Extrudeuse comprenant un carter et/ou une vis dont au moins les surfaces qui entrent en contact avec le milieu de travail sont constituées d'un acier selon l'une des revendications 1 à 8.

Fig. 1

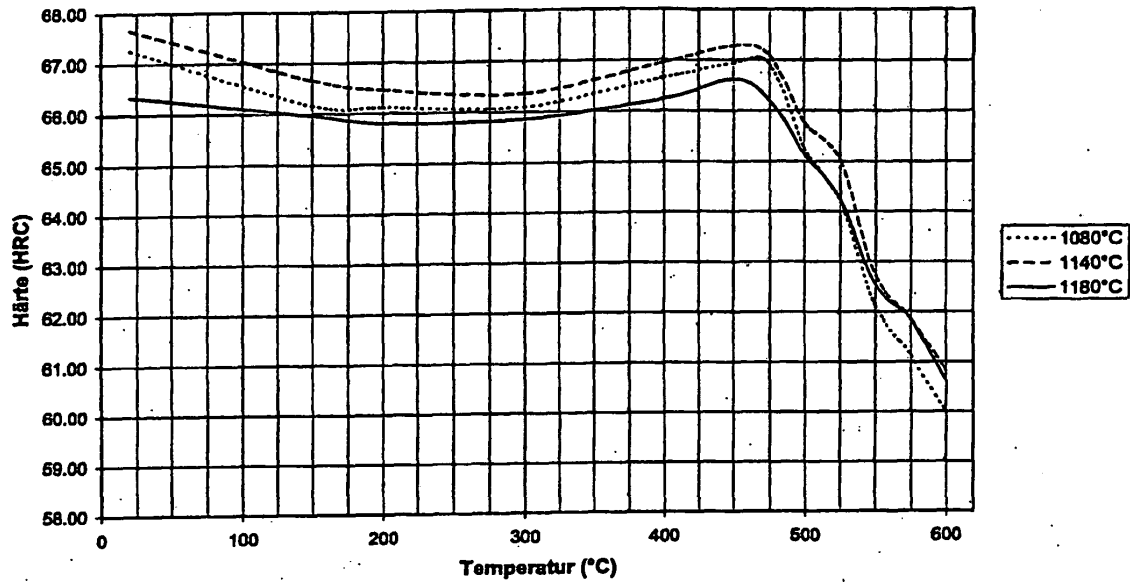


Fig. 2

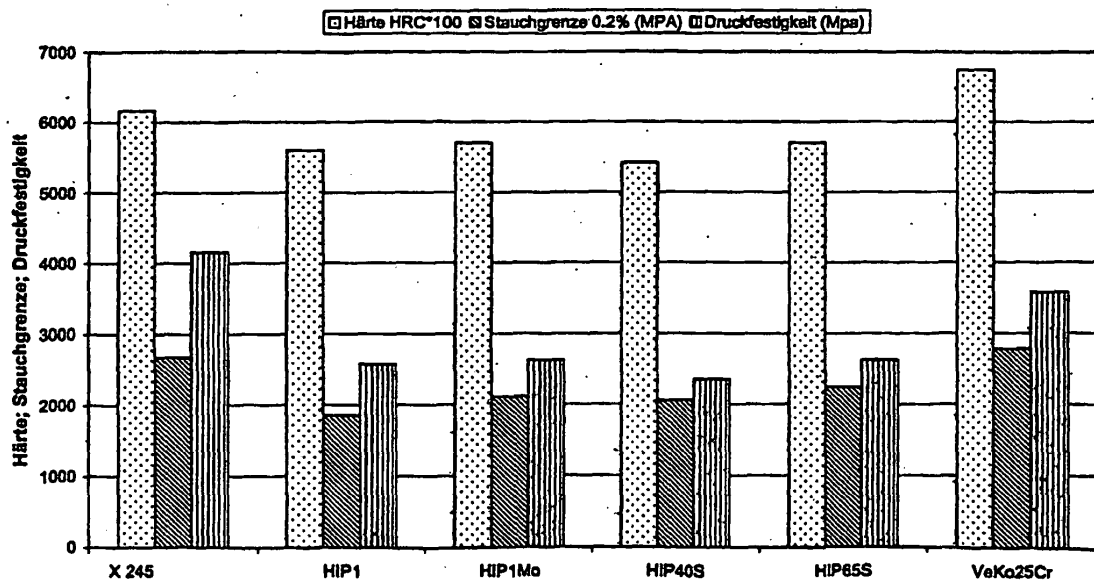


Fig. 3

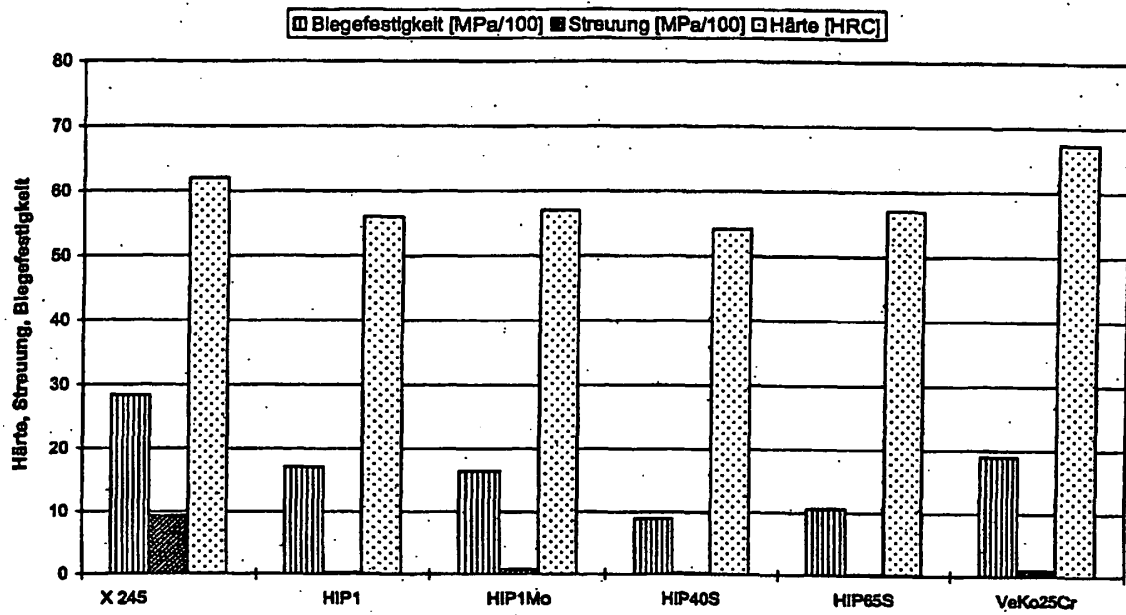


Fig. 4

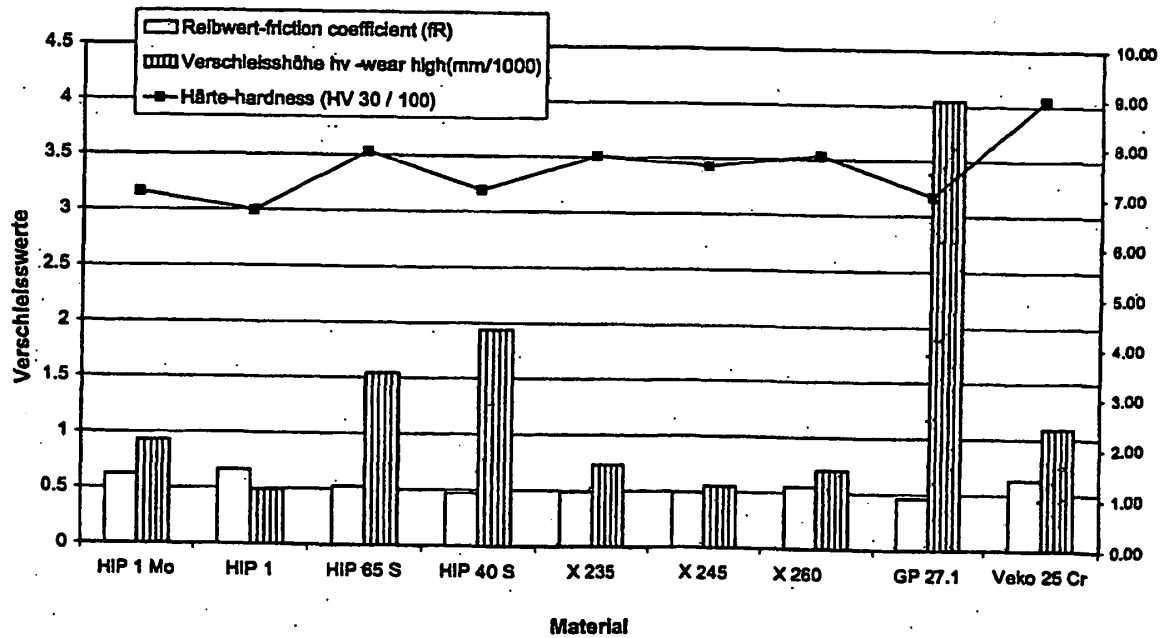
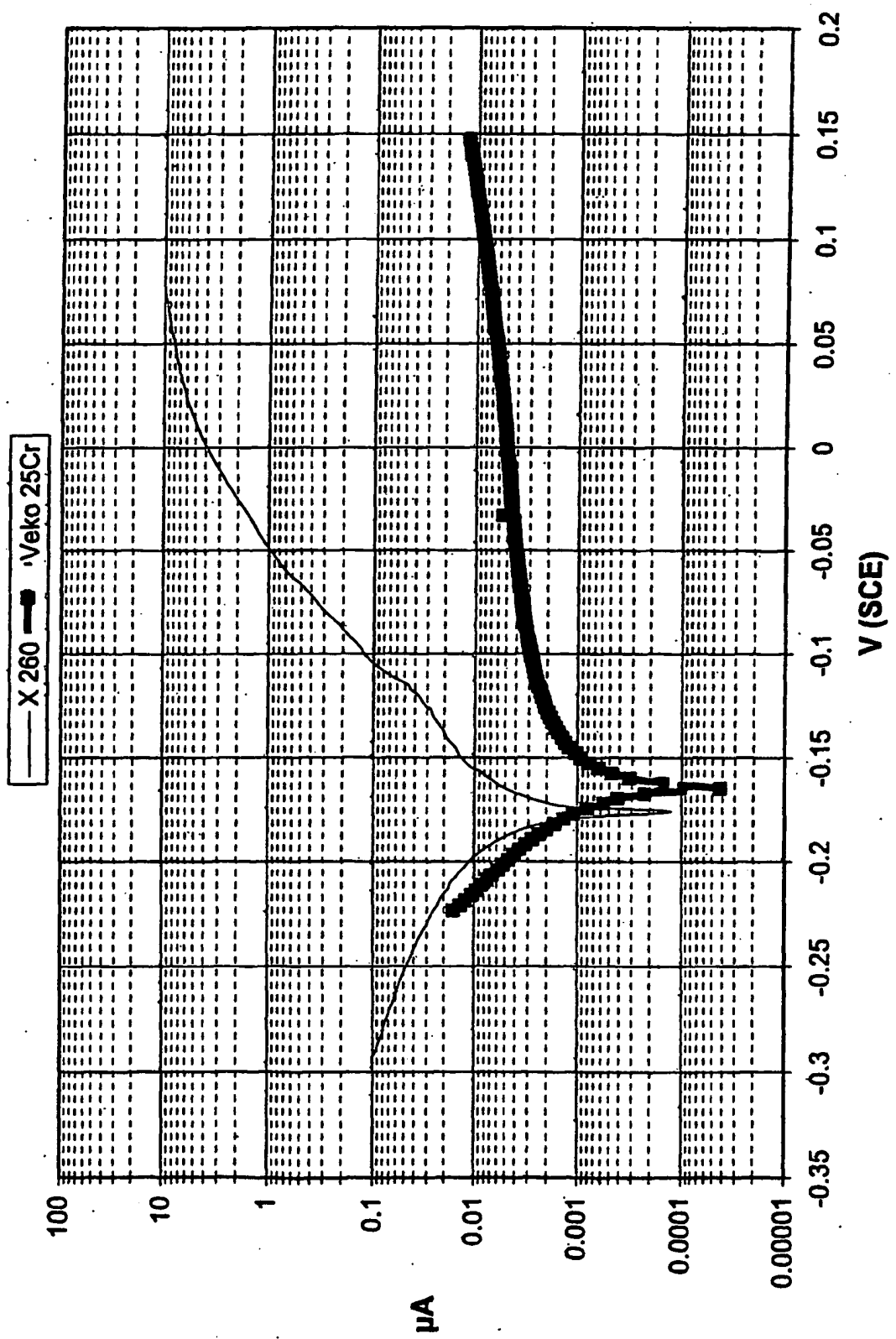


Fig. 5



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]