



⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

⑯ Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**19.11.92 Patentblatt 92/47**

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup> : **C22C 33/02**

⑯ Anmeldenummer : **89890163.2**

⑯ Anmeldetag : **14.06.89**

⑯ **Verwendung einer Eisenbasislegierung zur pulvermetallurgischen Herstellung von Teilen mit hoher Korrosionsbeständigkeit, hoher Verschleissfestigkeit sowie hoher Zähigkeit und Druckfestigkeit, insbesondere für die Kunststoffverarbeitung.**

⑯ Priorität : **21.06.88 AT 1599/88**

⑯ Patentinhaber : **BÖHLER Gesellschaft m.b.H.  
Elisabethstrasse 12  
A-1010 Wien (AT)**

⑯ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**27.12.89 Patentblatt 89/52**

⑯ Erfinder : **Kulmburg, Alfred, Dr.  
Richard Wagnerstrasse 37  
A-8605 Kapfenberg (AT)  
Erfinder : Stamberger, Johann, Dipl.-Ing.  
Rainweg 124 Süd  
A-8605 Kapfenberg (AT)  
Erfinder : Lenger, Hubert, Dipl.-Ing.  
Hugo von Hoffmannsthalweg 3  
A-8605 Kapfenberg (AT)**

⑯ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung :  
**19.11.92 Patentblatt 92/47**

⑯ Benannte Vertragsstaaten :  
**AT BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL SE**

⑯ Entgegenhaltungen :  
**EP-A- 0 271 238  
GB-A- 1 313 981  
LU-A- 81 268**

**EP 0 348 380 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 eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft die Verwendung einer Eisenbasislegierung mit spezieller Zusammensetzung als Werkstoff für die pulvermetallurgische Herstellung von Teilen mit hoher Korrosionsbeständigkeit, hoher Verschleißfestigkeit sowie hoher Zähigkeit und Druckfestigkeit, vorzugsweise für Kunststoffformen, Maschinenteile und Werkzeuge zur spanlosen Formgebung. Insbesondere in der Kunststoffindustrie sind formgebende Teile gleichzeitig chemischen und abrasiven Beanspruchungen ausgesetzt, wobei diese Teile aufgrund der mechanischen Beanspruchungen, gegebenenfalls hohe Materialzähigkeit, hohe Druckfestigkeit und besondere Werkstoffhomogenität aufweisen müssen. Derartige Anforderungen werden beispielsweise an Materialien gestellt, welche in Einrichtungen zum Verpressen von faserverstärkten oder Füllstoffe enthaltenden Kunststoffen eingesetzt werden.

Für Maschinenbauelemente, wie beispielsweise Schnecken etc. und auch für Umform- und Preßwerkzeuge, welche insbesondere korrosiven Beanspruchungen ausgesetzt sind, werden austenitische Stähle oder Chromstähle mit einem Chromgehalt von ca. 18 %, beispielsweise Legierungen nach DIN Werkstoff-Nr. 1.4528, verwendet. Derartige Werkstoffe weisen zwar eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit auf, das Verschleißverhalten ist jedoch zumeist im praktischen Betrieb nicht befriedigend.

Um die Verschleißfestigkeit und die Härte des Stahles zu verbessern bzw. zu erhöhen, wurde auch versucht, durch höhere Kohlenstoffgehalte den Karbidanteil der Legierung zu vergrößern. Diese Stähle, beispielsweise Legierungen nach DIN Werkstoff-Nr. 1.2080 und Werkstoff-Nr. 1.2379, mit einem Kohlenstoffgehalt von ca. 2 % und einem Chromgehalt von ca. 12 % haben eine verbesserte Verschleißfestigkeit, sind jedoch für korrosive Beanspruchungen weniger geeignet, wobei die Teile aufgrund einer gegebenenfalls ungünstigen Karbidstruktur sich anisotropisch verhalten, spröde sind bzw. eine hohe Bruchneigung aufweisen, wobei auch zumeist keine ausreichende Formbeständigkeit bei der Wärmebehandlung gegeben ist.

Es wurde auch vorgeschlagen, Stähle zu verwenden, welche äußerst weite Bereichsgrenzen in ihrer chemischen Zusammensetzung, insbesondere für den Kohlenstoffgehalt, den Chromgehalt und den Vanadingeinhalt aufweisen, wobei jedoch keinerlei Hinweise gegeben wurden, wie eine Legierung, die eine hohe Korrosionsbeständigkeit und eine hohe Verschleißfestigkeit mit ausreichenden Zähigkeitseigenschaften und hoher Druckfestigkeit aufweist, zusammengesetzt sein muß. Auch der Fachmann konnte daraus keine Lehre entnehmen, wie und wodurch eine Kombination der geforderten Materialeigenschaften erzielbar ist.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, obige Nachteile zu vermeiden und insbesondere für die Kunststoffverarbeitende Industrie vorteilhaft verwendbare Werkstoffe zu schaffen, die durch eine spezielle Zusammensetzung bei Anwendung bestimmter Herstellverfahren eine hohe Korrosionsbeständigkeit, eine hohe Verschleißfestigkeit und eine hohe Druckfestigkeit bei guten Zähigkeitseigenschaften aufweisen.

Diese Aufgabe wird durch die Erfindung gelöst. Gegenstand der Erfindung ist daher die Verwendung einer Eisenbasislegierung mit einer Zusammensetzung in Gew.-%

Silizium	max. 1,0
Mangan	max. 1,0
Schwefel	max. 0,03
40 Phosphor	max. 0,03
Chrom	16,0 - 29,0
Molybdän	0,4 - 2,5
Wolfram	0,3 - 2,0
Vanadin	3,0 - 10,0
45 Titan	bis 5,0
Aluminium	bis 1,0
Nickel	max. 0,8
Kobalt	max. 0,8
Kupfer	max. 0,5
50 Bor	bis 0,05
Stickstoff	0,01 - 0,18
Niob	bis 5,0

Eisen und herstellungsbedingte Verunreinigungen als Rest,  
wobei der Wert, gebildet aus

$$(\%Cr - 13) + 4,4x(\%V - 3) + 2x(\%Nb) + 4,2x(\%Ti)$$

größer als 8,8 ist und der minimale Kohlenstoffgehalt der Legierung entsprechend dem Zusammenhang

$$C_{\min} = 0,3 + [(\%Cr - 13) \times 0,06] + [(2 \times \%Mo + W) \times 0,03] + (%V \times 0,24) + (%Nb \times 0,13) + (%Ti \times 0,25)$$

5

und der maximale Kohlenstoffgehalt der Legierung entsprechend dem Zusammenhang

10

$$C_{\max} = 0,7 + [(\%Cr - 13) \times 0,06] + [(2 \times \%Mo + W) \times 0,03] + (%V \times 0,24) + (%Nb \times 0,13) + (%Ti \times 0,25)$$

15

...

20 beträgt, zur pulvermetallurgischen Herstellung von Teilen mit hoher Korrosionsbeständigkeit, hoher Verschleißfestigkeit sowie hoher Zähigkeit und hoher Druckfestigkeit, insbesondere für Kunststoffformen, Maschinenteile und Werkzeuge zur spanlosen Formgebung mit der Maßgabe, daß die Matrix nach dem Härteten und Anlassen einen Chromgehalt von mindestens 13 % aufweist und der Karbidgehalt mindestens 25 Vol.-% von welchem mindestens 5 Vol.-% der Karbide als MC-Karbide ausgebildet sind, beträgt, wobei die Karbikorngröße kleiner als 14  $\mu\text{m}$  ist. Bevorzugt ist es, wenn die Legierungsanteile in Gew.-%

Chrom	18,0 - 25,0
Molybdän	0,6 - 1,7
Wolfram	0,5 - 1,5
Vanadin	3,5 - 5,6
Stickstoff	0,03 - 0,1
Niob	- 5,0
Titan	- 5,0
Bor	- 0,03

30 betragen, wobei in weiteren Ausführungsformen der Werkstoff einen Niobgehalt von 0,2 bis 3,0 und/oder einen Titangehalt von 0,2 bis 3,5 und/oder einen Borgehalt von 0,001 bis 0,002 aufweist. Besonders bevorzugt ist, wenn der Wert, gebildet aus

$$35 (%Cr - 13) + 4,4 (%V - 3) + 2x (%Nb) + 4,3 x (Ti)$$

mindestens 10,0 beträgt.

Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß die erfindungsgemäße Legierung ab einem Mindestwert, der die Konzentrationen und die jeweilige Wirkung mit der gegenseitigen Beeinflussung der karbidebildenden Elemente Chrom, Vanadin, Niob und Titan berücksichtigt und durch den insbesondere die Verschleißfestigkeit des Werkstoffes bestimmt ist, bei bestimmten in engen Grenzen eingestellten Kohlenstoffgehalten und bei Anwendung pulvermetallurgischer Herstellverfahren, Werkstoffe ergibt, die gleichzeitig eine hohe Korrosionsbeständigkeit, eine hohe Verschleißfestigkeit, eine hohe Druckbeständigkeit und eine hohe Zähigkeit aufweisen und vorteilhaft, insbesondere für den Bau von Kunststoffformen, einsetzbar sind, wobei im gehärteten und angelassenen Zustand der Chromgehalt in allen Bereichen der Matrix und der Anteil sowie die Zusammensetzung und die Korngröße der Karbide erfindungsgemäß eingestellt werden können.

45 Beschreibung der Legierung bzw. der Wirkung der Legierungselemente:

Silizium als Desoxidationsmittel beeinflußt die Zusammensetzung der Oxide und kann in geringen Konzentrationen vorteilhaft für eine gute Polierbarkeit der aus der Legierung gefertigten Teile sein. Gehalte über 1 Gew.-% wirken jedoch nachteilig auf das Erstarrungsverhalten und gegebenenfalls auf die Umwandlungsvorgänge bei der Wärmebehandlung. Mangangehalte bis zu 1 Gew.-% sind gegebenenfalls bei Schwefelgehalten bis 0,03 Gew.-% wichtig, um den Schwefel als Sulfid abzubinden und dadurch die Zähigkeit des Werkstoffes zu verbessern. Phosphor wirkt versprödend und soll im Stahl so niedrig wie möglich, jedoch unter 0,03 Gew.-%, vorliegen. Chrom wirkt als Legierungselement, das ab einem Gehalt von ca. 13 Gew.-% in der Matrix eine Korrosionsbeständigkeit des Werkstoffes bewirkt. Gleichzeitig ist Chrom ein Karbidebildner, der mit Kohlenstoff bei bestimmten Kohlenstoffaktivitäten und bei Anwesenheit von Molybdän und Vanadin neben  $M_7C_3$  Karbiden auch  $M_23C_6$  Karbide bilden kann. Es ist somit wichtig, daß der Stahl mindestens 16 Gew.-% Chrom enthält, höchstens jedoch einen Gehalt von 29 Gew.-% Chrom aufweist, weil höhere Chromkonzentrationen zu einer Versprödung des Werkstoffes führen. Molybdän in Gehalten von 0,4 bis 2,5 Gew.-% und Wolfram in

Gehalten von 0,3 bis 2,0 Gew.-% bewirken einen Sekundärhärteanstieg bei der Wärmebehandlung durch die Bildung feiner Karbide und sind für die Einstellung der Kohlenstoffaktivität der Legierung wichtig. Vanadium als starker Karbidbildner bewirkt insbesondere in Gehalten über 0,7 bis 3 Gew.-% die Entstehung von MC-Karbiden. Höhere Gehalte, insbesondere über 10 %, führen zwar zu einer Verbesserung der Verschleißfestigkeit, die Zähigkeit der Teile wird jedoch wesentlich verschlechtert. Titan bis 5 Gew.-% verbessert die Verschleißfestigkeit des Werkstoffes, insbesondere durch eine MC-Karbidbildung. Aufgrund einer Nitridbildung wirken Stickstoffgehalte ab 0,01 % kornfeinend bzw. verhindern ein Kornwachstum beim Glühen bei hohen Temperaturen, wodurch ein Abfall der Zähigkeit der Legierung vermieden wird. Weiters kann durch Stickstoffkonzentrationen bis 0,18 % insbesondere die Verschleißfestigkeit verbessert werden. Aluminium kann als Element mit hoher Sauerstoffaffinität und hoher Stickstoffaffinität in Konzentrationen bis 1 Gew.-% zur Einstellung niedriger Sauerstoffgehalte des Stahles und zur Vermeidung des Kornwachstumes zulegiert sein, wobei auch vorteilhafte Wirkungen auf das Umwandlungsverhalten und die Zähigkeit des Werkstoffes erzielbar sind. Es wurde auch gefunden, daß für die Einstellung der gewünschten mechanischen Eigenschaften des Teiles ein Mindestwert der Legierung, gebildet aus den Konzentrationen der karbid- und nitridbildenden Elemente Chrom, Wolfram, Niob, Titan und bestimmten Wirkungsfaktoren dieser Elemente erforderlich ist, wobei durch eine Erhöhung dieses Wertes eine Verbesserung der Verschleißfestigkeit und der Druckfestigkeit bei gering abfallender Zähigkeit bewirkt wird. Weiters ist es wichtig, daß der Kohlenstoffgehalt in engen Grenzen in Abhängigkeit von den Gehalten und von bestimmten Wirkungsparametern der karbidbildenden Elemente im Stahl eingestellt wird, um die gewünschten Eigenschaften der Teile zu erhalten. Dadurch werden einerseits für eine Matrixhärtung und zum Erhalt hoher Druckfestigkeit  $M_7C_3$ ,  $M_{23}C_6$  und  $M_6C$  Karbide und zur Einstellung hoher Verschleißfestigkeit MC-Karbide gebildet, wobei jedoch andererseits ein für die Korrosionsbeständigkeit erforderlicher Chromgehalt von größer als 13 % in allen Bereichen der Matrix vorliegt. Eine pulvermetallurgische Herstellung der Teile ist wesentlich, weil dadurch deren Isotropie der Eigenschaften des Werkstoffes wesentlich verbessert wird und die Korngröße der Ausscheidungen bzw. intermetallischen Phasen klein gehalten werden kann. Karbide mit Korngrößen über 14  $\mu$ m verschlechtern wesentlich die mechanischen Eigenschaften, insbesondere die Biegefestigkeit der Teile. Die Pulverherstellung kann dabei mit allen geeigneten Verfahren, insbesondere mit Gasverdüsungsverfahren erfolgen, wonach gegebenenfalls ein Kompaktieren durch heißisostatisches Pressen und/oder durch Warmverformung des Pulvers in geeigneten Umhüllungen durchgeführt wird.

30 Die Erfindung wird zwecks weiterer Verdeutlichung anhand eines Beispieles nachfolgend beschrieben.

Aus einer Schmelze mit folgenden Gehalten in Gew.-%

Chrom 20,0

Molybdän 1,0

Wolfram 0,6

35 Vanadin 4,0

Stickstoff 0,04

und einer entsprechend eingestellten Kohlenstoffkonzentration von 1,9 sowie

Silizium 0,3

Mangan 0,35

40 Phosphor 0,012

Schwefel 0,011

Aluminium 0,001

Nickel 0,2

Kobalt 0,1

45 Kupfer 0,12

Eisen und herstellungsbedingte Verunreinigungen als Rest

wurde im Gasverdüsungsverfahren ein Legierungspulver hergestellt. Nach dem Einfüllen des Pulvers in eine Kapsel mit einem Durchmesser von 250 mm und dem Evakuieren und gasdichten Abschließen der Kapsel erfolgte eine Warmverformung bei 1110°C unter Anwendung eines 6-fachen Verformungsgrades. Nach einem

50 Weichglühen bei 880 bis 900°C und langsamem Abkühlen wurden aus dem Schmiedestab Kunststoffformen hergestellt. Die Härte des Materials lag dabei bei ca. 280 HB. Das Härteln der Teile erfolgte nach einem Aufheizen auf eine Temperatur von 1140°C durch Abkühlung im Warmbad, worauf ein Härtewert von 61 HRC gemessen wurde. Nach dem Anlassen bei einer Temperatur von 540°C lag die Materialhärte bei 59 HRC. Die mittlere Biegebruchfestigkeit, quer zur Verformungsrichtung, betrug 3,5 Kilo N/mm<sup>2</sup> und lag somit wesentlich

55 über jenen Werten, die an konventionell gefertigten Teilen mit vergleichbarer Härte gemessen wurden. Zur Ermittlung der Druckfestigkeit wurde die 0,2 % Stauchgrenze herangezogen, wobei der Wert bei 2015 N/mm<sup>2</sup> lag. Die Prüfung des Verschleißverhaltens des Teiles erfolgte im Schleifradtest, bei dem in einem Korund-Wasser-Gemisch sich eine Stahlscheibe dreht, gegen welche die Probe gedrückt wird.

Folgende Verschleißbedingungen wurden angewendet:

Anpreßkraft der Probe	30 N
Schleifradwerkstoff	C 15
Härte des Schleifrades	126 (HV10)
5 Breite des Schleifrades	15 mm
Durchmesser des Schleifrades	168 mm
Drehzahl des Schleifrades	50 U/min
Probengröße	20 x 20 x 8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Schlämme: (Feststoffanteil/H <sub>2</sub> O) = 1	
10 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Korngröße	0,7 µm.

Bei der Erprobung wurde nach einer Zeit vom 100 sec. ein spezifischer Verschleiß (relativ zum hoch verschleißfesten, jedoch weniger korrosionsbeständigen Werkstoff mit einer Zusammensetzung von 2,3 % C, 12,5 % Cr, 1,1 % Mo, 4,0 % V) von 200 %, nach 1000 h 128 % und nach 10.000 h 120 % festgestellt. Das Korrosionsverhalten des Werkstoffes wurde im Salzsprühtest ermittelt, wobei die korrodierte Oberfläche in 15 % nach 480 min. einen Wert von 50 ergab. Eine weitere Prüfung des Korrosionsverhaltens in 20 %iger Essigsäure über einen Zeitraum von 24 h erbrachte einen Wert von 6,98 g/m<sup>2</sup> h. Die metallographischen, elektro-nenmikroskopischen und röntgenanalytischen Untersuchungen ergaben, daß der Karbidanteil ca. 39 Vol.-% betrug, wovon ca. 10 Vol.-% als MC-Karbide vorlagen, wobei die maximale Karbidkorngröße 10 µm aufwies.

20

### Patentansprüche

#### 1. Verwendung einer Eisenbasislegierung mit einer Zusammensetzung in Gew.-%

Silizium	max. 1,0
Mangan	max. 1,0
Schwefel	max. 0,03
Phosphor	max. 0,03
Chrom	16,0 - 29,0
Molybdän	0,4 - 2,5
30 Wolfram	0,3 - 2,0
Vanadin	3,0 - 10,0
Titan	bis 5,0
Aluminium	bis 1,0
Nickel	max. 0,8
35 Kobalt	max. 0,8
Kupfer	max. 0,5
Bor	bis 0,05
Stickstoff	0,01 - 0,18
Niob	bis 5,0

40 Eisen und herstellungsbedingte Verunreinigungen als Rest,  
wobei der Wert, gebildet aus

$$(\%Cr - 13) + 4,4x(\%V - 3) + 2x(\%Nb) + 4,2x(\%Ti)$$

größer als 8,8 ist und der minimale Kohlenstoffgehalt der Legierung entsprechend dem Zusammenhang

45

$$C_{min} = 0,3 + [(\%Cr - 13) \times 0,06] + [(2 \times \%Mo + W) \times 0,03] + (\%V \times 0,24) + (\%Nb \times 0,13) + (\%Ti \times 0,25)$$

und der maximale Kohlenstoffgehalt der Legierung entsprechend dem Zusammenhang

55

$$C_{max} = 0,7 + [(\%Cr - 13) \times 0,06] + [(2 \times \%Mo + W) \times 0,03] + (\%V \times 0,24) + (\%Nb \times 0,13) + (\%Ti \times 0,25)$$

5  
10  
15  
10  
beträgt, zur pulvermetallurgischen Herstellung von Teilen mit hoher Korrosionsbeständigkeit und hoher Verschleißfestigkeit sowie hoher Zähigkeit und hoher Druckfestigkeit, insbesondere für Kunststoffformen, Maschinenteile und Werkzeuge zur spanlosen Formgebung mit der Maßgabe, daß die Matrix nach dem Härteten und Anlassen einen Chromgehalt von mindestens 13 % aufweist und der Karbidgehalt mindestens 25 Vol.-%, von welchem mindestens 5 Vol. % der Karbide als MC-Karbide ausgebildet sind beträgt, wobei die Karbidkorngröße kleiner als 14 µm ist.

- 15 2. Verwendung einer Eisenbasislegierung nach Anspruch 1; dadurch gekennzeichnet, daß die Legierung eine Zusammensetzung in Gew.-%

Silizium	max. 0,6
Mangan	max. 0,6
Schwefel	max. 0,015
Phosphor	max. 0,02
Chrom	18,0 - 25,0
Molybdän	0,6 - 1,7
Wolfram	0,5 - 1,5
Vanadin	3,5 - 5,6
Titan	bis 5,0
Aluminium	bis 1,0
Nickel	max 0,5
Kobalt	max 0,5
Kupfer	max 0,4
Bor	bis 0,03
Stickstoff	0,03 bis 0,1
Niob	bis 5,0

Eisen und herstellungsbedingt Verunreinigungen als Rest aufweist.

- 35 3. Verwendung einer Eisenbasislegierung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert, gebildet aus

$$(\% Cr - 13) + 4,4x (\%V - 3) + 2x (\%Nb) + 4,2x (\%Ti)$$

größer als 10,0 ist.

- 40 4. Verwendung einer Eisenbasislegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit einem Niobgehalt in Gew.-% von 0,2 bis 3,0.

- 45 5. Verwendung einer Eisenbasislegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit einem Titangehalt von 0,2 bis 3,5.

6. Verwendung einer Eisenbasislegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, mit einem Borgehalt von 0,001 bis 0,002.

- 50 7. Verwendung einer Eisenbasislegierung nach Anspruch 1 bis 6, mit einem Kohlenstoffgehalt in Gew.-% von mindestens 1,8, höchstens jedoch 6,2.

### Claims

- 55 1. Use of an iron-based alloy with a composition in percent by weight of  
 silicon max. 1,0  
 manganese max. 1,0  
 sulphur max. 0,03

	phosphorus	max. 0.03
	chromium	16.0 - 29.0
	molybdenum	0.4 - 2.5
	tungsten	0.3 - 2.0
5	vanadium	3.0 - 10.0
	titanium	up to 5.0
	aluminium	up to 1.0
	nickel	max. 0.8
	cobalt	max. 0.8
10	copper	max. 0.5
	boron	up to 0.05
	nitrogen	0.01 - 0.18
	niobium	up to 5.0

iron and impurities caused by the preparation as the rest, the value formed from

$$15 \quad (\%Cr - 13) + 4.4x(\%V - 3) + 2x(\%Nb) + 4.2x(\%Ti)$$

being greater than 8.8 and the minimum carbon content of the alloy in accordance with the relationship amounting to

$$20 \quad C_{min} = 0.3 + [(\%Cr - 13) \times 0.06] + [(2x \%Mo + W) \\ \times 0.03] + (\%V \times 0.24) + (\%Nb \times 0.13) \\ + (\%Ti \times 0.25)$$

25 and the maximum carbon content of the alloy in accordance with the relationship amounting to

$$30 \quad C_{max} = 0.7 + [(\%Cr - 13) \times 0.06] + [(2x \%Mo + W) \\ \times 0.03] + (\%V \times 0.24) + (\%Nb \times 0.13) \\ + (\%Ti \times 0.25)$$

for the powder-metallurgical production of parts with high corrosion resistance and high wear-resistance and a high degree of toughness and a high degree of compressive strength, in particular for plastic moulds, machine parts and tools for non-cutting shaping, provided that the matrix after hardening and tempering has a chromium content of at least 13% and the carbide content amounts to at least 25% by volumes, of which at least 5% by volume of the carbides are formed as MC carbides, the carbides grain size being less than 14  $\mu$ m.

40 2. Use of an iron-based alloy according to Claim 1, characterized in that the alloy has a composition in percent by weight of

	silicon	max. 0.6
	manganese	max. 0.6
	sulphur	max. 0.015
45	phosphorus	max. 0.2
	chromium	18.0 - 25.0
	molybdenum	0.6 - 1.7
	tungsten	0.5 - 1.5
	vanadium	3.5 - 5.6
50	titanium	up to 5.0
	aluminium	up to 1.0
	nickel	max. 0.5
	cobalt	max. 0.5
	copper	max. 0.4
55	boron	up to 0.03
	nitrogen	0.03 to 0.1
	niobium	up to 5.0

iron and impurities caused by the preparation as the rest.

3. Use of an iron-based alloy according to Claim 1 or 2, characterized in that the value formed from  

$$(\%Cr - 13) + 4.4 (\%V - 3) + 2x (\%Nb) + 4.2x (\%Ti)$$
is greater than 10.0.
- 5 4. Use of an iron-based alloy according to one of Claims 1 to 3, with a niobium content in percentage by weight of from 0.2 to 3.0.
- 5 5. Use of an iron-based alloy according to one of Claims 1 to 4, with a titanium content in percentage by weight of from 0.2 to 3.5.
- 10 6. Use of an iron-based according to one of Claims 1 to 5, with a boron content in percentage by weight of from 0.001 to 0.002.
- 10 7. Use of an iron-based according to one of Claims 1 to 6, with a carbon content in percentage by weight of at least 1.8, but at most 6.2.
- 15

### Revendications

- 20 1. Utilisation d'un alliage à base de fer, dont la composition en % de poids est la suivante :
- |              |              |
|--------------|--------------|
| Silicium     | 1,0 max.     |
| Manganèse    | 1,0 max.     |
| Soufre       | 0,03 max.    |
| Phosphore    | 0,03 max.    |
| Chrome       | 16,0 - 29,0  |
| 25 Molybdène | 0,4 - 2,5    |
| Tungstène    | 0,3 - 2,0    |
| Vanadium     | 3,0 - 10,0   |
| Titane       | jusqu'à 5,0  |
| 30 Aluminium | jusqu'à 1,0  |
| Nickel       | 0,8 max.     |
| Cobalt       | 0,8 max.     |
| Cuivre       | 0,5 max.     |
| Bore         | jusqu'à 0,05 |
| Azote        | 0,01 - 0,18  |
| 35 Niobium   | jusqu'à 5,0  |
- Fer et impuretés dues à la fabrication pour le reste, la valeur représentée par  

$$(\%Cr - 13) + 4,4x (\%V - 3) + 2x (\%Nb) + 4,2x (\%Ti)$$
étant supérieure à 8,8 et la teneur en carbone de l'alliage s'élevant pour le minimum à la relation :
- 40 
$$C_{min} = 0,3 + [(\%Cr - 13) \times 0,06] + [(2 \times \%Mo + W) \times 0,03] + (\%V \times 0,24) + (\%Nb \times 0,13) + (\%Ti \times 0,25)$$
- et pour le maximum à la relation :
- 45 
$$C_{max} = 0,7 + [(\%Cr - 13) \times 0,06] + [(2 \times \%Mo + W) \times 0,03] + (\%V \times 0,24) + (\%Nb \times 0,13) + (\%Ti \times 0,25),$$
- cet alliage servant à la fabrication de pièces frittées présentant une haute résistance à la corrosion et une haute résistance à l'usure, ainsi qu'une haute ténacité et résistance à la compression, destinées, en particulier, à des moules pour matières synthétiques, à des pièces de machines et à des outillages pour formage, sous réserve qu'après le durcissement et le revenu, la matrice présente une teneur en chrome d'au moins 13% et que la teneur en carbure s'élève en volume au minimum à 25%, dans au moins 5% en volume de carbure-MC, la grosseur de grain du carbure étant inférieure à 14  $\mu$ m.
- 50 2. Utilisation d'un alliage à base de fer selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'alliage présente la composition suivante en % de poids :
- |           |             |
|-----------|-------------|
| Silicium  | 0,6 max.    |
| Manganèse | 0,6 max.    |
| 55 Soufre | 0,015 max.  |
| Phosphore | 0,02 max.   |
| Chrome    | 18,0 - 25,0 |

- Molybdène 0,6 - 1,7  
 Tungstène 0,5 - 1,5  
 Vanadium 3,5 - 5,6  
 Titane jusqu'à 5,0  
 5 Aluminium jusqu'à 1,0  
 Nickel 0,5 max.  
 Cobalt 0,5 max.  
 Cuivre 0,4 max.  
 Bore jusqu'à 0,03  
 10 Azote 0,03 jusqu'à 0,1  
 Niobium jusqu'à 5,0  
 Fer et impuretés dues à la fabrication pour le reste.
3. Utilisation d'un alliage à base de fer selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la valeur représentée par  
 15  $(\%Cr - 13) + 4,4 \times (\%V - 3) + 2 \times (\%Nb) + 4,2 \times (\%Ti)$   
 est supérieure à 10,0.
4. Utilisation d'un alliage à base de fer selon l'une des revendications 1 à 3, présentant une teneur en niobium  
 20 s'élevant, quant au % en poids, de 0,2 à 3,0.
5. Utilisation d'un alliage à base de fer selon l'une des revendications 1 à 4, dont la teneur en titane s'élève  
 de 0,2 à 3,5,
6. Utilisation d'un alliage à base de fer selon l'une des revendications 1 à 5, dont la teneur en bore s'élève  
 25 de 0,001 à 0,002.
7. Utilisation d'un alliage à base de fer selon les revendications 1 à 6, dont la teneur en carbone s'élève,  
 quant au % en poids au minimum à 1,8, mais au plus, cependant, à 6,2.

30

35

40

45

50

55