



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 288 323 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**05.03.2003 Patentblatt 2003/10**

(51) Int Cl.7: **C22C 38/18, C22C 38/60**

(21) Anmeldenummer: **02019608.5**

(22) Anmeldetag: **03.09.2002**

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

• **Wegler, Thomas**  
**Bedford, MA 02740 (US)**  
• **Geile, Dieter**  
**74206 Bad Wimpfen (DE)**

(30) Priorität: **04.09.2001 DE 10143390**

(74) Vertreter:  
**König, Gregor Sebastian, Dipl.-Biol. et al**  
**König-Szynka-von Renesse**  
**Patentanwälte**  
**Lohengrinstrasse 11**  
**40549 Düsseldorf (DE)**

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

(72) Erfinder:  
• **Schnabel, Günter**  
**58099 Hagen (DE)**

(54) **Kaltverformbarer korrosionsbeständiger Chromstahl**

(57) Ein kaltverformbarer korrosionsbeständiger ferritischer Chromstahl mit 0,005 bis 0,1% Kohlenstoff, 0,2 bis 1,2% Silizium, 0,4 bis 2,0% Mangan, 8 bis 20% Chrom, 0,1 bis 1,2% Molybdän, 0,01 bis 0,5% Nickel, 0,5 bis 2,0% Kupfer, 0,001 bis 0,6% Wismut, 0,002 bis 0,1% Vanadium, 0,002 bis 0,1% Titan, 0,002 bis 0,1% Niob, 0,15 bis 0,8% Schwefel und 0,001 bis 0,08% Stickstoff, Rest Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen eignet sich wegen seiner guten mechanischen Bearbeitbarkeit, insbesondere seiner guten Zerspanbarkeit, seiner guten Verschleißfestigkeit und Oberflächengüte als Werkstoff für feinmechanische Anwendungen und Präzisionsgeräte, insbesondere Spinn- und Spritzdüsen, Schreibgerätespitzen und -köpfe.

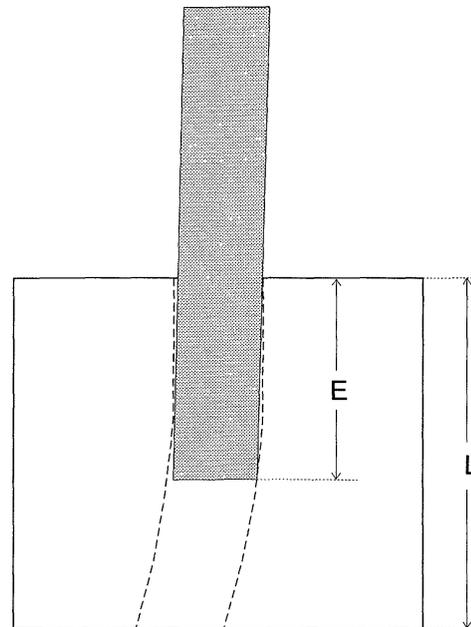


Fig. 1 : Bewertung des Bohrungsverlaufes.

EP 1 288 323 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf einen kaltverformbaren korrosionsbeständigen Chromstahl insbesondere mit ferritischem Gefüge und nimmt die Priorität der deutschen Patentanmeldung 101 43 390.5 in Anspruch, auf die inhaltlich Bezug genommen wird.

**[0002]** Derartige Stähle sind bekannt. Sie besitzen eine gute Magnetisierbarkeit, wie der in der US-Patentschrift 4 714 502 beschriebene weichmagnetische Stahl mit bis 0,03% Kohlenstoff, 0,40 bis 1,10% Silizium, bis 0,50% Mangan, 9,0 bis 19% Chrom, bis 2,5% Molybdän, bis 0,5% Nickel, bis 0,5% Kupfer, 0,02 bis 0,25% Titan, 0,010 bis 0,030% Schwefel, bis 0,03% Stickstoff, 0,31 bis 0,60% Aluminium, 0,10 bis 0,30% Blei und 0,02 bis 0,10% Zirkonium. Der Stahl ist rostfrei und kaltverformbar; er eignet sich als Werkstoff zum Herstellen von Kernen für Solenoid-Ventile, elektromagnetische Kupplungen oder Gehäuse elektronischer Einspritzsysteme für Brennkraftmaschinen.

**[0003]** Ein weiterer weichmagnetischer rostfreier Chromstahl mit bis 0,05% Kohlenstoff, bis 6% Silizium, 11 bis 20% Chrom, bis 5% Aluminium, 0,03 bis 0,40% Blei, 0,001 bis 0,009% Kalzium und 0,01 bis 0,30% Tellur ist aus der US-Patentschrift 3 925 063 bekannt und besitzt aufgrund seiner Gehalte an Blei, Kalzium und Tellur eine gute Zerspanbarkeit. Nachteilig bei diesem Stahl ist jedoch die Verwendung der toxischen, die Zerspanbarkeit verbessernden Elemente Blei und Tellur.

**[0004]** Die verhältnismäßig hohen Gehalte an Silizium, Aluminium und Titan führen bei diesem Stahl jedoch infolge des Entstehens harter Oxydeinschlüsse zur einem hohen Verschleiß bei der mechanischen Feinbearbeitung. Dem soll der verhältnismäßig hohe Bleigehalt von 0,03 bis 0,40% entgegenwirken. Erkauft wird dies jedoch mit einer nicht unerheblichen Umwelt- und Gesundheitsgefährdung durch das toxische Blei.

**[0005]** Schließlich ist aus der US-Patentschrift 5 190 722 ein weiterer kaltverformbarer rostfreier Stahl mit bis 0,02% Kohlenstoff, bis 0,5% Silizium, bis 0,5% Mangan, 10 bis 18% Chrom, 0,3 bis 1,50% Molybdän, bis 1,0% Vanadium, 0,05 bis 0,5% Titan, bis 1,0% Niob, 0,01 bis 0,2% Schwefel, bis 0,05% Stickstoff, 0,30 bis 2,0% Aluminium und 0,0005 bis 0,05% Bor bekannt. Dieser Stahl eignet sich als Werkstoff für Ventilgehäuse und Ventilkern elektronisch gesteuerter Kraftstoffeinspritzsysteme. Die hohen Gehalte an Aluminium und Titan führen auch bei diesem Stahl im Gefüge zu harten, ungleichmäßig verteilten oxydischen Ausscheidungen mit der Folge einer Beeinträchtigung der mechanischen, insbesondere spanabhebenden Bearbeitbarkeit.

**[0006]** Gemeinsames Charakteristikum vieler kaltverformbarer und korrosionsbeständiger ferritischer Chromstähle ist deren schlechtes Zerspanungsverhalten aufgrund von Verklebungen im Schneidkantenbereich. Solche Verklebungen bestehen aus zumeist oxydischen Anschweißungen bzw. Ablagerungen, die an den scharfen Schneiden der Zerspanungswerkzeuge zu einem hohen Verschleiß bis zu Kantenausbrüchen führen. Diese Gefahr ist besonders groß bei miniaturisierten Präzisionsteilen und deren Mikrozerspanung. So tritt beispielsweise beim Mikrobohren im Durchmesserbereich von 0,2 bis 1 mm an den besonders scharfkantigen Bohrerschneiden ein starker Werkzeugverschleiß auf. Mit abnehmendem Bohrer- bzw. Bohrungsdurchmesser erhöht sich zudem die Gefahr eines seitlichen Verlaufs der Bohrung bzw. eines Verlustes der Geradlinigkeit der Bohrung. Außerdem entsteht normalerweise an den Kanten der Bohrung ein Grat, der um so ausgeprägter ist, je schlechter die Zerspanbarkeit ist. Ähnliche Probleme gibt es beim zerspanenden Herstellen von Nuten, Ausnehmungen, Sacklöchern und Schlitzen.

**[0007]** Ursache für das erwähnte Verlaufen sind Inhomogenitäten im Gefüge, insbesondere harte Ausscheidungen in Gestalt von Nestern und Inseln aus Titankarbid-, -karbonitrid-, -nitrid-, Mangansulfid- und heterogenen Silizium-Aluminium-Oxyden. Diesen Ausscheidungen weichen dünne Mikrobohrer, beispielsweise mit Durchmessern unter 0,5 mm und schlanke Mikrowerkzeuge in Richtung weicherer Werkstoffzonen aus. Ein solches Ausweichen findet naturgemäß dann nicht statt, wenn die Ausscheidungen feindisperser bzw. feinkörnig homogen und im Gefüge verteilt sind.

**[0008]** Bislang ging bei den üblichen ferritischen Stählen das Bestreben dahin, deren Umformverhalten bzw. Kaltverformbarkeit mit Hilfe von Legierungselementen zu verbessern. Die sich günstig auf das Umformverhalten auswirkenden Legierungselemente bringen jedoch häufig eine Verschlechterung der Zerspanbarkeit mit sich, woraus sich das schlechte Zerspanungsverhalten ferritischer Stähle mit guter Kaltverformbarkeit erklärt. Ein Charakteristikum für eine schlechte Zerspanbarkeit ist der Verschleiß an der Werkzeugschneide. Dieser Verschleiß tritt als Abrieb, Freiflächenverschleiß, Kalkverschleiß, Diffusionsverschleiß, Oxidationsverschleiß auf, oder es bilden sich Aufbauschneiden und Verklebungen insbesondere beim Zerspanen von ferritischen Stählen mit geringem Kohlenstoffgehalt.

**[0009]** Von diesem Stand der Technik ausgehend, zielt die Erfindung darauf ab, einen kaltverformbaren korrosionsbeständigen Chromstahl mit verbesserter Zerspanbarkeit, insbesondere mit geringer Neigung zum Entstehen von Aufbauschneiden und/oder Verklebungen zu schaffen, der insbesondere ein richtungsgenaueres Bohren, Prägen und Stanzen auch dann ermöglicht, wenn Werkzeuge mit geringem Querschnitt und geringer Steifigkeit, beispielsweise Mikrobohrer zur Verwendung kommen.

**[0010]** Um dieses Ziel zu erreichen, schlägt die Erfindung einen Stahl mit mindestens 8% Chrom und höchstens 0,1% Kohlenstoff sowie bestimmten Gehalten an Mangan und/oder Wismut, Titan und/oder Vanadium und/oder Niob sowie Schwefel und Kupfer vor, die in der Schmelze zu Primärausscheidungen in Gestalt von Sulfokarbid der Metalle Titan, Vanadium und Niob des Typs  $Me_4C_2S_2$ , beispielsweise  $Ti_4C_2S_2$  führen. Die Sulfokarbid befinden sich in feiner

**EP 1 288 323 A1**

Verteilung in der Schmelze und dienen als Keime für Mangansulfid-Ausscheidungen, die dann entsprechend gleichmäßig und fein in der Schmelze verteilt sind. Die Anwesenheit von Wismut fördert die feindisperse und homogene Verteilung des Mangansulfids im Stahl.

5 **[0011]** In die gleiche Richtung wirkt Kupfer, das vermutlich die Benetzbarkeit des Mangansulfids verbessert und insbesondere dessen Benetzungswinkel zur Eisen/Chrom-Matrix so verändert, daß feindisperse, kugelige, zigarrenförmige und eingeschnürte Mangansulfid-Ausscheidungen entstehen.

**[0012]** Wismut fördert das Ausscheiden der Titan-Sulfokarbide und bewirkt auf diese Weise ein feindisperses Ausscheiden des Mangansulfids bereits bei geringer Übersättigung der Schmelze.

10 **[0013]** Die Wirkung der die Zerspanung fördernden Legierungselemente, beispielsweise des Wismuts und des Kupfers ist synergistisch.

**[0014]** Um das Entstehen von Titankarbid zu unterdrücken und das Entstehen feindisperser Sulfokarbide zu fördern, sollten die Gehalte der zerspanungsfördernden Elemente Titan, Vanadium, Niob einerseits und des für das Entstehen von Sulfokarbid verantwortlichen Kohlenstoffs und Schwefels andererseits in bestimmter Weise aufeinander abgestimmt werden. Höhere Gehalte an Mangan und Schwefel zur Verbesserung der Mikrozerspanbarkeit sind dann nicht mehr erforderlich, da das Mangansulfid in größeren zusammenhängenden Agglomeraten vorliegt. Gleichzeitig wird das Entstehen von die Zerspanbarkeit beeinträchtigenden intermetallischen Titan/Aluminium-Ausscheidungen unterdrückt und verhindert, daß Titan und Aluminium in Lösung gehen und so die Tendenz zum Entstehen von Verklebungen und Aufbauschneiden verstärken.

15 **[0015]** Der Stickstoffgehalt des Stahls sollte möglichst gering sein, um nicht die Bildung von Primärkeimen aus Titankarbosulfiden durch das Abbinden des Titans als TiN zu beeinträchtigen.

20 **[0016]** Im einzelnen enthält der erfindungsgemäße Chromstahl

0,005 bis 0,1%	Kohlenstoff
0,2 bis 1,2%	Silizium
0,4 bis 2,0%	Mangan
8 bis 20%	Chrom
0,05 bis 1,2%	Molybdän
0,01 bis 0,5%	Nickel

25

30

sowie im einzelnen nebeneinander

0,5 bis 2,0%	Kupfer
0,001 bis 0,6%	Wismut
0,002 bis 0,10%	Vanadium
0,002 bis 0,10%	Titan
0,002 bis 0,10%	Niob
0,15 bis 0,80%	Schwefel
bis 0,05%	Aluminium
bis 0,08%	Stickstoff,
Rest Eisen.	

35

40

45 **[0017]** Vorzugsweise enthält der erfindungsgemäße jeweils für sich innerhalb der vorstehenden Gehaltsgrenzen Chromstahl

0,002 bis 0,06%	Kohlenstoff
0,3 bis 0,8%	Silizium
0,5 bis 1,6%	Mangan
11 bis 18%	Chrom
0,05 bis 0,8%	Molybdän
0,01 bis 0,1%	Nickel
0,55 bis 1,60%	Kupfer
0,002 bis 0,22%	Wismut
0,005 bis 0,08%	Vanadium
0,005 bis 0,08%	Titan

50

55

## EP 1 288 323 A1

(fortgesetzt)

0,005 bis 0,08% 0,15 bis 0,65% Rest Eisen.	Niob Schwefel,
--	-------------------

**[0018]** Um das Entstehen von Sulfokarbiden in feindisperser und homogener Verteilung zu fördern, sollten die Legierungselemente Titan, Vanadium und Niob oder Schwefel, Kohlenstoff und Stickstoff oder Kupfer und Mangan wie folgt aufeinander abgestimmt werden:

$$K1 = \% \text{ Ti} + \% \text{ V} + \% \text{ Nb}$$

$$K1 = 0,005 \text{ bis } 0,15$$

$$K2 = \frac{\% \text{ S}}{10 * (\% \text{ C} + \% \text{ N})}$$

$$K2 = 0,8 \text{ bis } 3,8$$

$$K3 = \frac{\% \text{ Cu}}{\% \text{ Cu} + \% \text{ Mn}}$$

$$K3 = 0,25 \text{ bis } 0,85.$$

**[0019]** Der erfindungsgemäße Chromstahl eignet sich aufgrund seiner guten Zerspanbarkeit als Werkstoff zum Herstellen von Präzisionsgeräten und hochgenauen Mikrokomponenten bei geringem Werkzeugverschleiß mit Mikrobohrungen und Ausnehmungen, beispielsweise im Zehntel- oder Hundertstelbereich eines Millimeters, hoher Oberflächengüte und Richtungsgenauigkeit. So lassen sich beispielsweise Bohrungen mit einem Durchmesser unter 1 mm ohne ein Verlaufen in einem Arbeitsgang herstellen. Des weiteren besitzt der Stahl eine hervorragende Polierbarkeit, insbesondere beim Elektropolieren.

**[0020]** Von besonderem Vorteil ist, daß sich die bessere Zerspanbarkeit ohne höhere Gehalte an toxischen Legierungsbestandteilen wie Blei, Selen und/oder Tellur ergibt, die ganz fehlen oder deren Gesamtgehalt unter 0,05% liegt.

**[0021]** Der erfindungsgemäße Chromstahl eignet sich beispielsweise als Werkstoff für Schreibspitzen von Kugelschreibern. Derartige Schreibspitzen und die zugehörigen Schreibköpfe erfordern eine hohe Korrosionsbeständigkeit, Feinbearbeitbarkeit und Gleichmäßigkeit der Tintenzuführung. So besteht der Schreibkopf eines Kugelschreibers im vorderen Teil aus einer Halterung für die Schreibkugel beispielsweise aus Korund sowie aus mehreren Kanälen und Bohrungen für das Zuführen der Schreibtinte oder -paste. Der hintere Teil des Schreibkopfes besteht in der Regel aus einer Verbindung zu einem Vorratsbehälter, beispielsweise einem Metall- oder Kunststoffzylinder für die Schreibpaste oder -tinte, der auch unter Druck stehen kann. Das Zuführen der Schreibtinte oder -paste zur Schreibkugel geschieht über einen zentrischen Feinbohrungskanal mit einem Durchmesser unter 0,5 mm und mehrere seitlich symmetrisch angeordnete Ausnehmungen. Der zentrische Feinbohrungskanal muß so positioniert sein, daß die Schreibkugel und die symmetrisch dazu angeordneten Ausnehmungen genau mittig von der Kugel getroffen werden, weil die Schreibkugel nur dann bei einer Drehbewegung allseitig mit Tinte oder Schreibpaste gleichmäßig benetzt wird.

**[0022]** Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, weil beispielsweise eine Bohrung seitlich verlaufen ist, wird die Schreibkugel nur entsprechend einseitig mit Schreibtinte oder -paste beaufschlagt. Dies führt beim Schreiben zu einer ungleichmäßigen Strichstärke und einem schlechten Schriftbild.

**[0023]** Eine weitere Voraussetzung für ein gleichmäßiges Zuführen von Tinte oder Schreibpaste zur Schreibkugel ist eine hohe Korrosionsbeständigkeit und Oberflächengüte, die sich an einem entsprechenden Glanz- und Reflexionsvermögen zeigt, sowie eine gute Benetzbarkeit.

*Beispiel 1*

**[0024]** Zum Herstellen von Spritzdüsen für ein Monofilament aus Kunststoff wurde ein Draht mit einem Durchmesser

## EP 1 288 323 A1

von 3 mm und der Zusammensetzung gemäß V1 in Tabelle 1 mit den folgenden K-Werten:

$$K1 = 0,08$$

$$K2 = 1,94$$

$$K3 = 0,59$$

und einer Länge von 4,4 mm zunächst gerichtet. Sodann wurde der Draht in Scheiben geschnitten und die Scheiben wurden in einer Formpresse bei Raumtemperatur mit einem Umformgrad von  $\phi = 0,45$  zu Düsenrohlingen mit einer Scheibendicke von 2,8 mm geformt. Die Düsenrohlinge wurden sodann in einem Bohrautomaten mit Hilfe eines Hartmetallbohrers mit einem Durchmesser von 0,4 mm zentrisch aufgebohrt. Beim Bohren entstand nur ein sehr kleiner Grat, der sich durch ein zwanzig Sekunden dauerndes Elektropolieren bei gleichzeitigem Verrunden der Bohrungskante ohne weiteres entfernen ließ und eine glänzende Oberfläche hinterließ.

**[0025]** Nach einem Reinigen und Trocknen waren die Düsen ohne weiteres verwendbar.

**[0026]** Die infolge der guten Zerspanbarkeit ausgezeichnete Qualität der Düsenoberfläche ergibt eine geringe Wandreibung und erlaubt ein Spinnen mit verhältnismäßig geringem Forderdruck auch bei Schmelz Kunststoffen mit hoher Viskosität.

### Beispiel 2

**[0027]** In ähnlicher Weise wie gemäß Beispiel 1 wurde ein Draht aus Chromstahl mit der Zusammensetzung gemäß V6 in Tabelle I und den folgenden K-Werten:

$$K1 = 0,13$$

$$K2 = 1,26$$

$$K3 = 0,47$$

zu einem Düsenrohling mit einer Scheibendicke von 5,5 mm und einem Preß-Dichtungssitz kaltgeformt. Der Rohling wurde zum Herstellen einer Düsenöffnung mit einem Durchmesser von 85  $\mu\text{m}$  mit sechs Sackbohrungen jeweils mit einem Durchmesser von 0,8 mm und einer Tiefe von 4,9 mm in einem Bohrautomat versehen. Nach dem Reinigen in einem Ultraschallbad und einem Trocknen mit heißer Luft wurden im Grund der Sackbohrungen mit Hilfe eines Nd YAG-Laser Schmelzbohrungen mit dem vorgegebenen Durchmesser von 85  $\mu\text{m}$  eingebracht. Ein solches Laserbohren führt zu Problemen, wenn die Sackbohrung nicht geradlinig verläuft. Bei dem Versuch traten solche Probleme nicht auf. Außerdem gab es wegen des Fehlens von Blei, Selen und Tellur in dem Versuchsstahl keine giftigen Metaldämpfe. Die Exaktheit der auf dieser Weise hergestellten Bohrung erlaubt eine Weiterbearbeitung zu geraden, gekrümmten oder auch sternförmigen Schlitzten.

### Beispiel 3

**[0028]** Um die Zerspanbarkeit des erfindungsgemäßen Chromstahls und die Geradlinigkeit von Mikrobohrungen zu beurteilen, wurden Bohrversuche mit Hartmetallbohrern im Durchmesserbereich von 0,2 bis 1,5 mm, insbesondere mit einem Bohrerdurchmesser von 0,8 mm und einer Drehzahl von 37.000 Upm sowie einer Bohrungstiefe L von einheitlich 5 mm durchgeführt.

**[0029]** Die Geradlinigkeit der Bohrungen wurde für jeden Bohrungsdurchmesser mit einem Prüfdraht ermittelt, dessen Durchmesser um etwa 10  $\mu\text{m}$  kleiner als der Bohrungsdurchmesser war und dessen Eintauchtiefe E entsprechend der Darstellung in Fig. 1 bestimmt wurde. Aus der Eintauchtiefe E und der Bohrungstiefe L wurde nach der Formel

$$KR = 1 - E/L$$

## EP 1 288 323 A1

jeweils ein Krümmungsfaktor errechnet, der bei  $KR = 0$  eine absolut gerade bzw. verlauffreie Bohrung kennzeichnet.  
**[0030]** Die Analysen der erfindungsgemäßen Versuchsstähle V1 bis V6 sowie von Vergleichsstählen V7 bis V12 und die Meßergebnisse sind in den nachfolgenden Tabellen I und II zusammengestellt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Tabelle I

Leg.	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cr%	Ni%	Mo%	Al%	N%	V%	Ti%	Nb%	Cu%	Bi%	Pb, Se, Te
V1	0,008	0,63	0,71	0,025	0,31	17,34	0,24	0,21	0,003	0,008	0,06	0,01	0,005	1,03	0,002	n.n.
V2	0,006	0,72	0,86	0,03	0,33	17,56	0,08	0,32	0,002	0,006	0,04	0,01	0,008	1,15	0,005	n.n.
V3	0,006	0,65	1,05	0,02	0,52	17,60	0,10	0,23	0,002	0,008	0,05	0,02	0,01	0,86	0,01	n.n.
V4	0,015	0,42	0,75	0,02	0,26	17,20	0,25	0,06	0,002	0,006	0,02	0,08	0,01	1,05	0,005	n.n.
V5	0,020	0,45	0,78	0,01	0,25	12,40	0,18	0,15	0,002	0,010	0,03	0,03	0,01	1,25	0,01	n.n.
V6	0,035	0,50	1,12	0,03	0,54	11,50	0,10	0,10	0,004	0,008	0,01	0,10	0,02	0,98	0,20	n.n.
V7	0,006	0,82	1,48	0,02	0,35	17,05	0,12	0,45	0,003	0,005	0,003	0,001	0,001	0,01	<0,001	n.n.
V8	0,015	0,45	0,42	0,02	0,03	15,20	0,10	0,08	0,002	0,008	0,002	0,30	0,002	0,02	<0,001	n.n.
V9	0,015	0,65	0,52	0,03	0,004	18,00	0,15	0,02	0,003	0,015	0,005	0,35	0,002	0,04	<0,001	n.n.
V10	0,012	0,55	0,85	0,02	0,03	14,60	0,15	0,05	0,003	0,010	0,02	0,22	0,01	0,23	0,08	n.n.
V11	0,090	0,32	0,38	0,01	0,002	12,45	0,15	0,05	0,002	0,028	0,001	0,008	0,001	0,01	<0,001	n.n.
V12	0,012	0,48	1,760	0,030	0,250	20,11	0,250	1,840	0,003	0,010	0,001	0,005	0,029	0,02	<0,001	Pb: 0,12
																Se: 0,018
																Te: 0,005

V 7 bis V 12: Vergleichslegierungen

n.n. nicht nachweisbar

Tabelle II  
Mechanische Mikrobearbeitung

Legierung	K1	K2	K3	KR = 1 - E/L	BG/mm	Eignung
V1	0,08	1,938	0,59	1	0,060	sehr gut
V2	0,06	2,750	0,57	1	0,058	sehr gut
V3	0,08	3,714	0,45	1,00	0,072	gut
V4	0,11	1,238	0,58	1	0,065	sehr gut
V5	0,07	0,833	0,62	1	0,035	sehr gut
V6	0,13	1,256	0,47	1	0,058	sehr gut
V7	0,01	3,182	0,01	1,00	0,201	schlecht
V8	0,30	0,130	0,05	1,00	0,193	schlecht
V9	0,36	0,013	0,07	1,00	0,212	schlecht
V10	0,25	0,136	0,21	1,00	0,205	schlecht
V11	0,01	0,002	0,03	1,00	0,187	schlecht
V12	0,035	1,136	0,01	0	0,059	sehr gut
V 12 enthält tox. Elem.						

Legende:  
Sollwert K1 0,005 . 0,15  
Sollwert K2 0,8 .. 3,8  
Sollwert 0,25.0,85  
KR "Krümmung"  
BG Bohrgrat in mm

Beispiel 3

[0031] Beim Herstellen von Mikrobohrungen mit Durchmessern unter 1 mm ist die Ausbildung des Spans für den

## EP 1 288 323 A1

Bohrerverschleiß und für die Qualität der Bohrung von besonderer Bedeutung. Eine unzureichende Spanbildung und die Eignung eines Werkstoffs zum Herstellen von Mikrobohrungen läßt sich in einfacher Weise aus der Höhe bzw. Breite eines Bohrgrats ableiten. Ein breiter Bohrgrat ist ein Anzeichen für eine schlechte Zerspanbarkeit, weil es dann zu einem Herausquetschen des Werkstoffs aus der Bohrung und zum Entstehen eines Grats am Rand bzw. der Kante der Bohrung kommt.

[0032] Bei einer Reihe von Versuchen wurde jeweils die Breite der Grate mit Hilfe eines Mikroskops unter einem Winkel von 20 bis 30 Grad ausgemessen. In der obigen Tabelle II sind die Gratbreite GB in Abhängigkeit von den K-Faktoren zusammengestellt, während die Fig. 2 und 3 elektronenmikroskopische Aufnahmen von Mikrobohrungen mit unterschiedlich breiten Bohrgraten BG wiedergeben. Fig. 2 zeigt deutlich die sprunghafte Verbesserung der Gratfälligkeit bei dem Versuch mit dem erfindungsgemäßen Stahl mit einer Gratbreite von nur 0,060 mm im Vergleich zu einer Gratbreite von 0,187 mm bei dem Vergleichsstahl gemäß Fig. 3.

### Patentansprüche

#### 1. Chromstahl mit

0,005 bis 0,1%	Kohlenstoff
0,2 bis 1,2%	Silizium
0,4 bis 2,0%	Mangan
0,05 bis 1,2%	Molybdän
0,01 bis 0,5%	Nickel

sowie einzeln oder nebeneinander

0,5 bis 2,0%	Kupfer
0,001 bis 0,6%	Wismut
0,002 bis 0,10%	Vanadium
0,002 bis 0,10%	Titan
0,002 bis 0,10%	Niob
0,15 bis 0,80%	Schwefel
bis 0,05%	Aluminium
bis 0,08%	Stickstoff,
Rest Eisen.	

#### 2. Chromstahl nach Anspruch 1 mit

0,002 bis 0,06%	Kohlenstoff
0,3 bis 0,8%	Silizium
0,5 bis 1,6%	Mangan
11 bis 18%	Chrom
0,05 bis 0,8%	Molybdän
0,01 bis 0,1%	Nickel

sowie einzeln oder nebeneinander

0,55 bis 1,60%	Kupfer
0,002 bis 0,22%	Wismut
0,005 bis 0,08%	Vanadium
0,005 bis 0,08%	Titan
0,005 bis 0,08%	Niob
0,15 bis 0,65%	Schwefel,
Rest Eisen.	

## EP 1 288 323 A1

3. Chromstahl nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** er mindestens einer der drei folgenden Bedingungen genügt:

5

$$K1 = \% Ti + \% V + \% Nb$$

$$K1 = 0,005 \text{ bis } 0,15$$

10

$$K2 = \frac{\% S}{10^{*(\% C + \% N)}}$$

$$K2 = 0,8 \text{ bis } 3,8$$

15

$$K3 = \frac{\% Cu}{\% Cu + \% Mn}$$

20

$$K3 = 0,25 \text{ bis } 0,85.$$

4. Verwendung eines Stahls nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zum Herstellen von Gegenständen durch spanende Bearbeitung.
- 25 5. Verwendung eines Stahls nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zum Herstellen von Gegenständen durch Mikrozer-spanen.
6. Verwendung eines Stahls nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Werkstoff zum Herstellen von Präzisionsgeräten, Mikrokomponenten, Schreibminenspitzen und -köpfen, Druckerdüsen, Dosiereinrichtungen und elektronischen
- 30 Komponenten mit Öffnungen und Ausnehmungen kleinster Abmessungen.

35

40

45

50

55

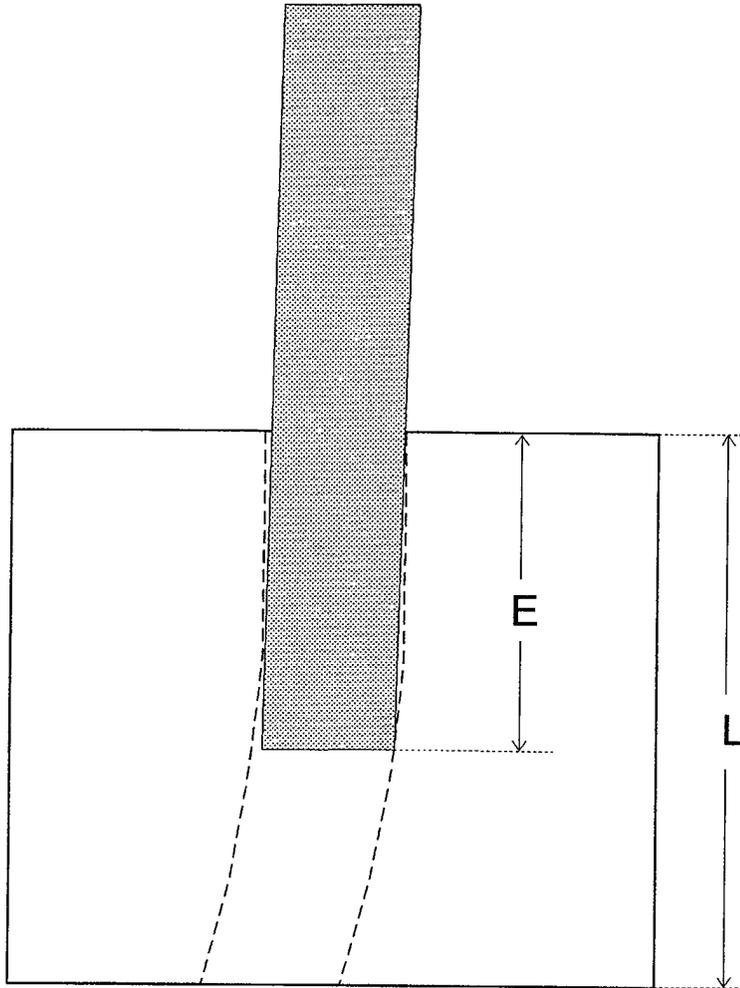


Fig. 1 : Bewertung des Bohrungsverlaufes.

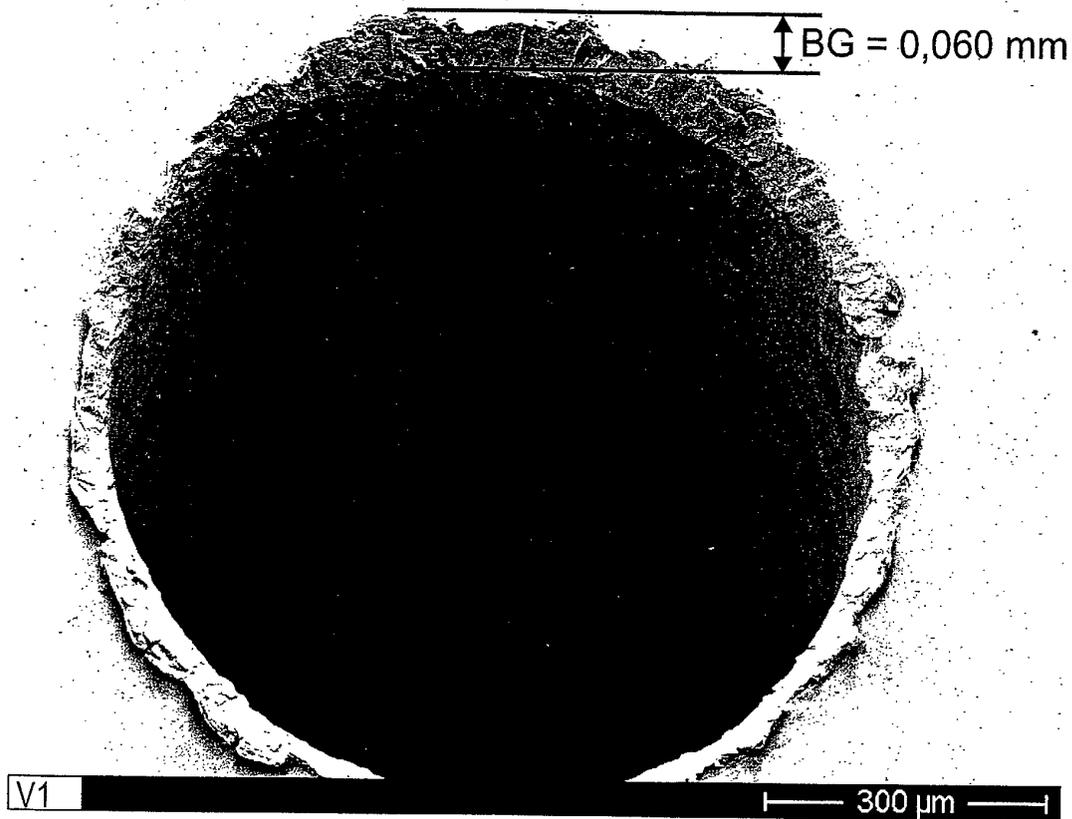


Fig.2

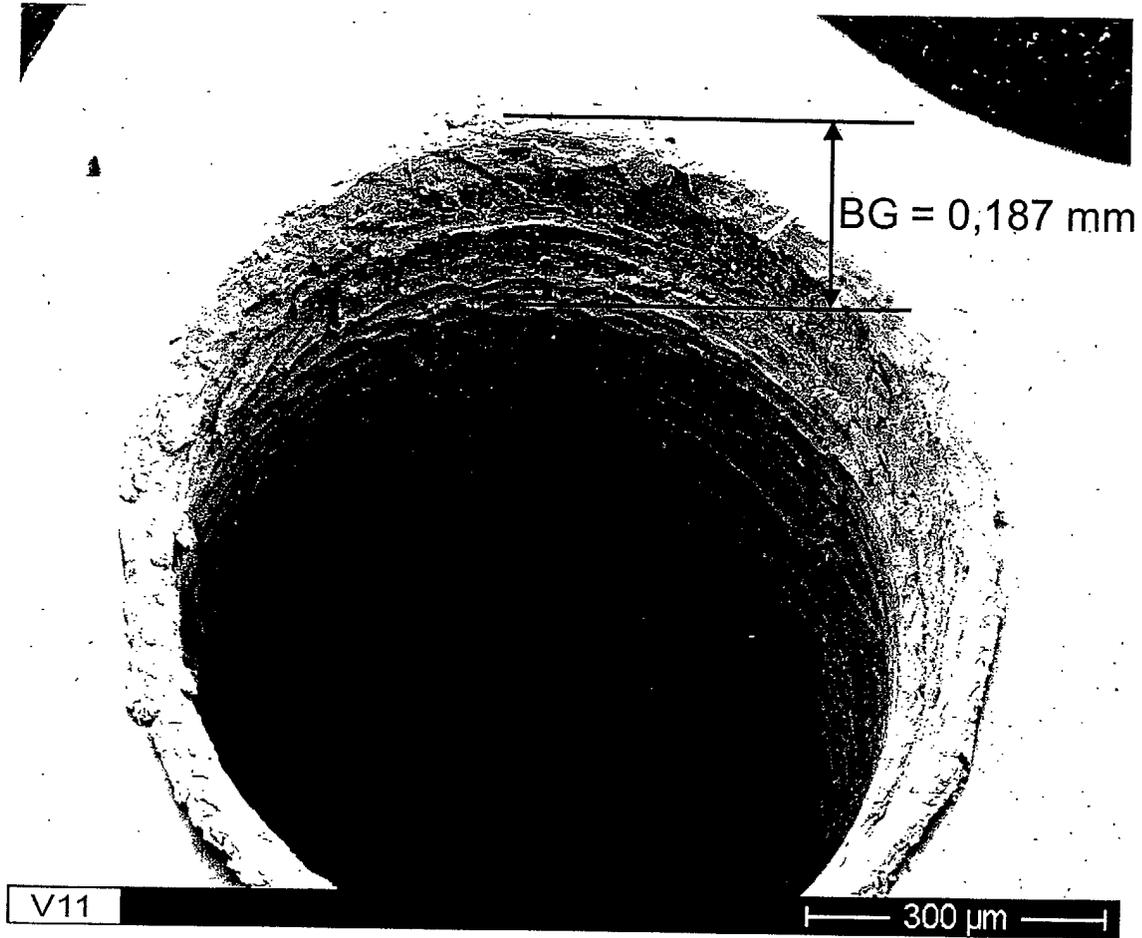


Fig. 3



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 02 01 9608

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 362 337 A (KOSA THEODORE) 8. November 1994 (1994-11-08) * Spalte 1, Zeile 6 - Zeile 10; Anspruch 1; Beispiel 1; Tabelle 1 *	1-6	C22C38/18 C22C38/60
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 11, 29. November 1996 (1996-11-29) -& JP 08 193249 A (SANYO SPECIAL STEEL CO LTD), 30. Juli 1996 (1996-07-30) * Zusammenfassung; Tabelle 1 *	1,2,4-6	
X	US 5 496 515 A (PEDARRE PIERRE ET AL) 5. März 1996 (1996-03-05) * Anspruch 5; Tabelle 2 *	1,2,4-6	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 06, 30. April 1998 (1998-04-30) -& JP 10 046292 A (SANYO SPECIAL STEEL CO LTD), 17. Februar 1998 (1998-02-17) * Zusammenfassung; Beispiel 4; Tabelle 1 * * Absatz [0003] *	1,4-6	
			RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
MÜNCHEN	19. Dezember 2002	Swiatek, R	
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D: in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A: technologischer Hintergrund		L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O: mündliche Offenbarung		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
P: Zwischenliteratur			

EPC FORM 1502 (02.02.2001)

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

EP 02 01 9608

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.

19-12-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5362337 A	08-11-1994	AT 169348 T	15-08-1998
		CA 2171084 A1	06-04-1995
		DE 69412273 D1	10-09-1998
		EP 0721513 A1	17-07-1996
		JP 9500421 T	14-01-1997
		WO 9509253 A1	06-04-1995
JP 08193249 A	30-07-1996	JP 3025406 B2	27-03-2000
US 5496515 A	05-03-1996	FR 2720410 A1	01-12-1995
		AT 193064 T	15-06-2000
		CA 2150445 A1	01-12-1995
		CZ 9501290 A3	13-12-1995
		DE 69516937 D1	21-06-2000
		DE 69516937 T2	01-02-2001
		DK 685567 T3	02-10-2000
		EG 20895 A	31-05-2000
		EP 0685567 A1	06-12-1995
		ES 2147824 T3	01-10-2000
		FI 952660 A	01-12-1995
		GR 3034002 T3	30-11-2000
		IL 113508 A	12-03-1999
		JP 7331391 A	19-12-1995
		NO 952106 A	01-12-1995
		PL 308694 A1	11-12-1995
		PT 685567 T	31-10-2000
RO 116416 B	30-01-2001		
RU 2132886 C1	10-07-1999		
SI 9500179 A ,B	29-02-1996		
JP 10046292 A	17-02-1998	KEINE	

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