

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 908 530 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.04.1999 Patentblatt 1999/15

(51) Int. Cl.⁶: C23C 8/32

(21) Anmeldenummer: 98118991.3

(22) Anmeldetag: 08.10.1998

(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

(74) Vertreter:
**Grundmann, Dirk, Dr. et al
Corneliusstrasse 45
42329 Wuppertal (DE)**

(30) Priorität: 09.10.1997 DE 19744512

Bemerkungen:
Zwei Anträge gemäss Regel 88 EPÜ auf Berichtigung der Beschreibung liegen vor. Über diese Anträge wird im Laufe des Verfahrens vor der Prüfungsabteilung eine Entscheidung getroffen werden (Richtlinien für die Prüfung im EPA, A-V, 3.).

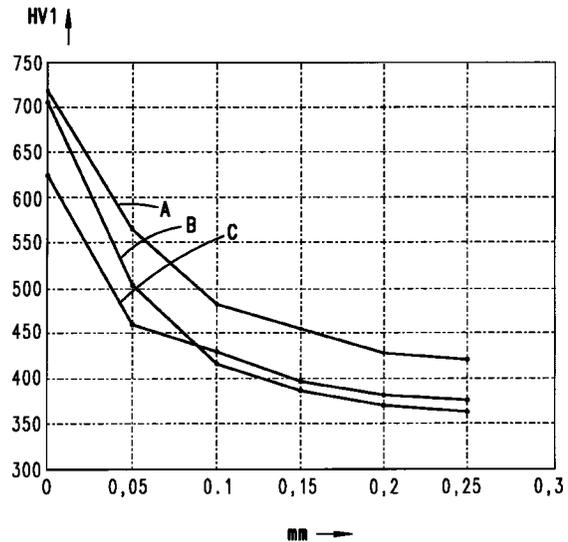
(71) Anmelder:
**C. August Hüchelbach KG
42857 Remscheid-Hasten (DE)**

(72) Erfinder: **Wirths, Karl-Hermann
42929 Wermelskirchen (DE)**

(54) Blatt für eine Säge oder ein Messer und Herstellungsverfahren

(57) Die Erfindung betrifft ein thermochemisch behandeltes Basisblatt für ein Stammblatt, eines Kreissägeblattes, Trennsägeblattes, Kreismessers, Maschinenmessers oder dergleichen. Zur Verringerung der Blatterwärmung im Betrieb und zur Verminderung der Schnittbreite bei gleichzeitiger Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit ist vorgesehen, daß der Stahl derart nitrokarburiert ist, daß die Eindringtiefe von Kohlenstoff bei maximal 20 Mikrometern liegt und die Eindringtiefe von Stickstoff bei maximal 400 Mikrometern. Der Stahl ist ohne Nachbehandlung härtbar und besitzt einen vom Rand zum Kern hin konstanten Kohlenstoffgehalt.

Fig. 5



EP 0 908 530 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Basisblatt oder Basismaterial gemäß Gattungsbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein Basismaterial für die Herstellung von Stammblättern für Kreissägen, Trennscheiben, Gattersägen sowie Schneid- und Schabvorrichtungen ist aus der europäischen Patentanmeldung EP 0 751 234 her bekannt.

[0003] Bei dem bekannten Basisblatt wird anstelle eines Stahles, dessen Kohlenstoffgehalt zwischen 0,25 und 1 Prozent liegt, ein kohlenstoffarmer Basisstahl (Einsatzstahl) mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,1 bis 0,2 Prozent verwendet. Auf diesen Stahl wird dann Kohlenstoff aufgekohlt, so daß von seinen Außenwandbereichen zum inneren Kern hin ein aufgekohlter Bereich mit einem vom äußeren Rand der Außenwand zum nicht aufgekohlten Kern abfallender Kohlenstoffgehalt vorhanden ist. Die Tiefe des aufgekohlten Bereiches soll so ausgewählt werden, daß nach dem Härten und Anlassen ein Drittel der Gesamtdicke des Basisstahls weich und zwei Drittel hart bleiben. Der Kern bleibt ungehärtet. Das beidseitige Aufkohlen dient dazu, ein sandwichartiges Rohmaterial für die Sägenindustrie zu schaffen. Es soll eine höhere Härte an der Oberfläche bei gleicher Betriebs- bzw. Bruchicherheit erzielt werden und die Schallemission im Betrieb vermindert werden.

[0004] Auf derartig gefertigte Stammblätter werden in weiteren Verfahrensschritten zur Fertigung des Endproduktes Hartmetallsägezähne, Diamanten oder dergleichen aufgebracht.

[0005] Aus der Zeitschrift "Maschinenmarkt, Würzburg 103 (1997) 4" ist es bekannt, daß eine Anhebung der Eigenfrequenzen im Sägeblatt durch die Zunahme von Eigenspannungen in einem Sägeblatt erfolgen kann. Das Erwärmen des Werkzeuges führt zu einem Herabsetzen der Eigenfrequenzen. Die Steifigkeit eines Werkzeuges ist u. a. für die höchst mögliche Drehzahl verantwortlich.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Basisblatt bzw. ein Verfahren zur Fertigung eines Basisblattes anzugeben, bei dem unter Verringerung der Blatterwärmung im Betrieb eine verminderte Schnittbreite bei gleichzeitiger Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit möglich ist.

[0007] Gelöst wird die Aufgabe durch die in den Ansprüchen angegebene Erfindung.

[0008] Erfindungsgemäß wird Stickstoff und in geringerem Umfang oberflächlich Kohlenstoff in den Basisstahl eindiffundiert, wobei die Stickstoffaufnahme dominiert. Durch den erfindungsgemäßen Diffusionsprozeß bilden sich an der Oberfläche bzw. im oberflächennahen Bereich Karbonitride und in tieferen Zonen Nitride. Die Verfahrenparameter sind dabei so gewählt, daß eine Verbindungszone mit nachfolgender Diffusionszone entsteht. Die dünne Oberflächenzone von 20 Mikrometern besitzt hervorragende Gleitfähigkeiten,

weshalb Reibungserwärmungen beim Schneiden, insbesondere von Holz, erheblich reduziert werden. Der keramikartige Charakter dieser Oberfläche hat Schmiermittelcharakter. Die thermotechnische Behandlung erfolgt bei Temperaturen unterhalb 600° Celsius, also bei Temperaturen, die weit unterhalb des Einsatzhärtens liegen, wo allein Kohlenstoff bis in tiefe Schichten eindiffundiert wird. Bei diesen Temperaturen ist das Lösungsvermögen des Stahls für Kohlenstoff sehr gering. Die Diffusionsparameter der Stickstoffdiffusion sind so gewählt, daß die Diffusionszone bis maximal 400 Mikrometer in das Kernmaterial hineinragt. Vorzugsweise beträgt die Diffusionstiefe des Stickstoffes 200 Mikrometer. Es ist aber auch vorgesehen, daß die Diffusionstiefe lediglich 100 Mikrometer beträgt. Für unlegierte Stähle kann die Oberflächenhärte 300 bis 400 HV betragen. Bei schwach legierten Stählen, welche beispielsweise mit 0,3 % Chrom legiert sind, kann die Oberflächenhärte 500 bis 650 HV 1 betragen. Bei höher legierten Stählen (Chrom, Vanadium, Molybdän) ist eine Oberflächenhärte von über zu 700 HV 1 möglich. Mit hoch legierten Stählen ist sogar eine Oberflächenhärte bis 1200 HV möglich. Im Kernbereich soll die Härte bei 300 bis 450 HV 1 (32 und 50 HRC) liegen. Vorzugsweise liegt sie dort je nach gewählter Stahlqualität im Bereich zwischen 350 und 430 HV (38 bis 48 HRC). Da, anders als beim reinen Aufkohlen, als Basisstahl ein vergütetes Material, insbesondere ein martensitbildender Stahl gewählt werden kann, ergeben sich insgesamt bessere Materialeigenschaften. Der Stickstoff- und Kohlenstoffgehalt in der oberflächennahen Verbindungszone ist nahezu konstant. Die Stickstoffkonzentration in der Diffusionszone nimmt demgegenüber kontinuierlich mit einem über weite Bereiche konstanten Gradienten bis zur Kernkonzentration ab. Die Kernkonzentration, die auch Null sein kann, wird nach 400 Mikrometern erreicht. Zuzufolge dieses Konzentrationsgradienten ergibt sich ein kontinuierlicher Härteabfall in der Diffusionszone bis zum Kernbereich hin.

[0009] Zuzufolge der Eindiffusion von Stickstoff und Kohlenstoff in den vergüteten Basisstahl bildet sich eine randseitige Volumenausdehnung aus. Diese Volumenausdehnung bewirkt im Randbereich eine Druckeigen- spannung und im Kernbereich eine Zugspannung. Diese innere Verspannung im Sägeblatt wirkt sich besondere bei Kreissägeblättern geräuschmindernd aus. Die Ausscheidungshärtung in der Randschicht bewirkt eine größere Belastbarkeit bei statischer, insbesondere aber bei schwingender Beanspruchung. Dabei erhöhen die feindispersen Nitritauscheidungen einerseits die lokale Dauerfestigkeit, andererseits wirken sie in der Art einer "inneren Reibung" hinderlich für Versetzungsbewegungen.

[0010] Als Basisstähle können auch solche Stähle verwendet werden, die mit Vanadium, Chrom oder Molybdän oder Nickel legiert sind. Betreffend derartiger Stähle wird auf den Artikel H. Berns: "Werkzeuge aus martensitaushärtendem Stahl in 292 Z w F 66 (1971),

Heft 6" hingewiesen.

[0011] Das erfindungsgemäße Eindiffundieren erfolgt durch ein als Nitrokarburieren bezeichnetes Verfahren bei Temperaturen bis 570° Celsius. Vorzugsweise liegt die Temperatur oberhalb von 480° Celsius. Bei dieser Behandlungstemperatur entstehen temperaturabhängige, komplexe Verbindungen mit unterschiedlichen Stickstoff- und Kohlenstoffgehalten. In Karbiden kann Stickstoff einen Teil des Kohlenstoffs ersetzen und in den Karbiden aufgenommen werden, wobei sich Karbonitride bilden. Im Gegensatz zum reinen Ammoniak-Nitrieren entfällt die da arttypische rauhe Oberfläche. Der Stahl kann vor der Behandlung zur Verbesserung seiner Kerneigenschaften vergütet werden. Bei einer vorhergehenden Vergütung oder Anlaßbehandlung muß die Anlaßtemperatur allerdings 20° bis 30° höher liegen, als die Behandlungstemperatur bei thermochemischen Behandlung. Sie kann aber auch niedriger liegen. Dann erfolgt ein weiteres Anlassen im Kern.

[0012] Das Nitrokarburieren kann sowohl in einem Gas erfolgen als auch durch aufgebracht Pulver. Bei ersterem Verfahren erfolgt die Eindiffusion von Kohlenstoff und Stickstoff in einer Mischung aus Ammoniak und einem Aufkohlungsgas. Bei der zweiten Verfahrensvariante wird beispielsweise Kalkstickstoff als Pulver verwendet. Die Menge des eindiffundierten Kohlenstoffs ist aber wesentlich geringer als die des Stickstoffs. Die Nitrokarburierung erfolgt aber bevorzugt im Salzbad.

[0013] Die so gefertigten Basisblätter, bei denen entweder später Hartmetallschneiden aufgelötet werden oder Diamantreibkörper aufgebracht werden oder Zähne eingeschnitten werden, können sich im Betrieb bis ca. 500° Celsius erwärmen, ohne daß eine schädliche Umwandlung erfolgt.

[0014] Die erfindungsgemäße Technologie erlaubt es, die Dicke der Sägeblätter zu reduzieren. Bei einem Basisblatt mit einem Durchmesser von 400 Millimeter, welches beispielsweise eine Wandstärke von 3 Millimeter besitzt, kann die Wandstärke auf 2,4 Millimeter oder sogar weniger reduziert werden. Es ist eine Reduzierung um 20 % möglich. Die im Außenbereich aufgebauten Druckeigenstressungen kompensieren die durch die Dickenreduzierung verringerte Formstabilität. Die Dauerschwingfestigkeit wird wesentlich erhöht.

[0015] Erfindungsgemäß entsteht ein Schichtmaterial (Sediment-Werkstoff) mit einem gehärteten bzw. vergütetem Kern, der im Gegensatz zum bekannten Schichtmaterial nicht weich ist, sondern ein einheitliches Martensitgefüge aufweist. Zum Rand bildet das Material zunächst eine gehärtete Zone mit zum Rand hin steigenden Stickstoffanteilen aus. Die unmittelbar am Rand liegende Verbindungsschicht bildet besondere Nitrokarbide aus und besitzt eine gut gleitende Oberfläche.

[0016] Das Hartwerden findet während der Diffusionsphase statt und kann ohne Abschrecken erzielt werden. Die Behandlungstemperatur ist vergleichsweise niedrig.

In einer Variante des Verfahrens kann sie bei 520 bis 560° liegen. Das Verfahren ist auf alle Stahlsorten, legiert oder nicht legiert, anwendbar. Vorteilhaft ist die Erhöhung der Dauerfestigkeit, des Korrosionswiderstandes und die Temperaturbeständigkeit. Die nitrierte Schicht behält ihre hohe Härte bis ca. 500° Celsius. Die Kombination der einerseits die Wärmeerzeugung reduzierenden glatten Verbindungszone mit andererseits der hohen Temperaturstabilität erlaubt höhere Verschleißfestigkeit und bessere Gleiteigenschaften. Die mit der Fertigung einhergehende große Druckeigenstressung erlaubt die Fertigung dünner Sägeblätter, bei gleichbleibender Stabilität. Mit der Fertigung geht eine große Verspannung einher, die es erlaubt, dünne Sägeblätter zu fertigen, ohne daß bei hohen Drehzahlen ein Flattern auftritt.

[0017] Als Basisstahl kann sowohl kohlenstoffreicher als auch kohlenstoffarmer Stahl verwendet werden. Bevorzugt wird aber ein derartiger Stahl verwendet, der ohne Nachbehandlung härtbar ist, ein Basisstahl mit vom Rand zum Kern hin konstanten Kohlenstoffgehalt. In den Basisstahl wird durch die thermochemische Behandlung beidseitig in den oberflächennahen Bereich Stickstoff und Kohlenstoff eindiffundiert.

[0018] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand beigefügter Zeichnungen nachfolgend erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einem Sägeblatt aus nitrokarburisiertem Basisstahl mit aufgebracht Hartmetallplättchen,

Fig. 2 ein Schnitt gemäß der Linie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 ein Basisblatt für einen Kreismesser vor dem Abziehen der Schneide,

Fig. 4 ein Kreismesserblatt gemäß Fig. 3 nach durch Abziehen ausgebildeter Schneide,

Fig. 5 einen Härtequerschnitt im oberflächennahen Bereich dreier Basisblätter für ein Kreissägeblatt aus unterschiedlichen Stählen, wobei nach links die Tiefe in Millimetern und nach oben die Vickers-Härte 1 abgetragen ist und

Fig. 6 eine Darstellung gemäß Fig. 5 eines Basisblattes für einen Kreismesser.

[0019] Die Ausführungsbeispiele, deren Härteverläufe in der Fig. 5 mit den Buchstaben A, B, C dargestellt sind, beziehen sich auf ein Kreissägeblatt, wie es in den Fig. 1 und 2 dargestellt ist. Das Basisstahlblatt 1 bildet zwei gegenüberliegende Oberflächen 3, 4 aus und besitzt zahnartige Fortsätze, die die Hartmetallplättchen 2 tragen, welche die Sägezähne ausbilden. Die Breite der Hartmetallplättchen 2 ist größer als die Stärke des Basisblattes 1, so daß die eigentliche Span-

tätigkeit von den Hartmetallplättchen 2 und nicht von dem im oberflächennahen Bereich beidseitig nitrokarburisiertem Basisblatt ausgeübt wird.

[0020] Beim Beispiel A handelt es sich um einen sogenannten CV2-Stahl mit einer Kernhärte von 438 HV 1. Im Wege des Nitrokarburierens bei Temperaturen unter 600° Celsius, vorzugsweise um 500° Celsius, bildet sich eine Oberflächenhärte von 707 bis 720 HV 1 aus. Die Härtetiefe beträgt 0,09 mm und die Verbindungsschichtdicke 3 bis 4 Mikrometer. Durch das Nitrokarburieren wird also nur die äußerste dünne Oberflächenschicht mit Kohlenstoff angereichert, wobei es sich dort um eine Stickstoff-Kohlenstoff-Verbindung handelt. Zu tieferen Bereichen des Basisblattes nimmt dann die Stickstoffkonzentration stetig ab. Wie aus Fig. 5 zu entnehmen ist, beträgt der Härtegradient im oberflächennahen Bereich 2,9 HV 1 pro Mikrometer bzw. 0,148 HRC pro Mikrometer.

[0021] Beim Beispiel B handelt es sich um einen Stahl des Typs 032 mit einer Kernhärte von 376 HV 1. Die durch das Nitrokarburieren erzeugte Oberflächenhärte beträgt 614 bis 624 HV 1. Die Härtetiefe beträgt 0,1 mm und die Verbindungsschichtdicke 4 bis 5 Mikrometer. Der Härtegradient an der Oberfläche beträgt 4 HV 1 pro Mikrometer bzw. 0,22 HRC pro Mikrometer.

[0022] Beim Beispiel C wurde ein Stahl mit der Bezeichnung S2 verwendet, dessen Kernhärte 375 HV 1 beträgt. Nach dem Nitrokarburieren beträgt die Oberflächenhärte 695 bis 705 HV 1. Die Härtetiefe beträgt 0,09 mm und die Verbindungsschichtdicke 3 bis 4 Mikrometer. Der Härtegradient im oberflächennahen Bereich beträgt 3 HV 1 pro Mikrometer bzw. 0,18 HRC pro Mikrometer.

[0023] Alle Stähle haben eine Stärke von 2,5 mm. Durch das Nitrokarburieren wird eine keramisch glatte, hohe Gleiteigenschaften aufweisende Stahloberfläche erzeugt, so daß beim Sägen die Aufwärmung minimiert ist und auch der Abrieb durch das zu sägende Holz.

[0024] In Fig. 3 bzw. 4 ist ausschnittsweise im Querschnitt ein Stammblatt für ein Kreismesser dargestellt. Die Stahldicke beträgt 5 mm. Während es sich bei den Stählen der Beispiele A bis C um niedrig legierte Stähle gehandelt hat, handelt es sich beim Ausführungsbeispiel, betreffend die Fig. 3 und 4, um einen hoch legierten Stahl. Der Verlauf der Vickers-Härte ist in der Fig. 6 dargestellt.

[0025] Die Fig. 3 stellt das Stammblatt für ein Kreismesser dar, bei welchem noch keine Schneide vorhanden ist. Diese erfolgt erst nach dem Nitrokarburieren durch einen entsprechenden Materialabtrag an der Oberfläche, so daß die spitz aufeinander zulaufenden Oberflächenabschnitte 13, 14 des Basisblattes 11 durch Ausbildung eines beidseitigen Anschliffes eine Schneide 15 ausbilden.

[0026] Erkennbar ist, daß die Schneide 15 in einem Material liegt, der außerhalb des Stickstoffdiffusionsbereiches, nämlich in der Blattmitte liegt.

[0027] Der hoch legierte Stahl wird beidseitig nitrokar-

buriert derart, daß die Oberflächenhärte bei 1.150 HV 1 liegt. Im Kernbereich ist die Härte bei etwa 540 HV 1. Der Gradient im oberflächennahen Bereich liegt bei etwa 7 HV 1 pro Mikrometer bzw. 0,3 HRC pro Mikrometer.

[0028] Wie auch bei den anderen Ausführungsbeispielen wird bei dem Kreismesser die schneidende Zone nicht von einem nitrokarburierten Oberflächenabschnitt ausgebildet, sondern von dem später erst zur Schneide geformten Kernbereich aus Basismaterial. Während des Betriebes wird die Schneide auch kontinuierlich nachgeschliffen. Auch hier wird als Erfolg der Erfindung die Änderung der Gleiteigenschaften der Oberflächen angesehen, die in Reibwirkung zum Werkstück stehen. Durch die nitrokarburierte Oberfläche wird nicht nur der Reibwiderstand erheblich verringert, sondern auch die Stabilität des Werkzeuges gesteigert.

[0029] Alle offenbarten Merkmale sind erfindungswesentlich. In die Offenbarung der Anmeldung wird hiermit auch der Offenbarungsinhalt der zugehörigen/beigefügten Prioritätsunterlagen (Abschrift der Voranmeldung) vollinhaltlich mit einbezogen, auch zu dem Zweck, Merkmale dieser Unterlagen in Ansprüche vorliegender Anmeldung mit aufzunehmen.

Patentansprüche

1. Thermochemisch behandeltes Basisblatt für ein Stammblatt, eines Kreissägeblattes, Trennsägeblattes, Kreismessers, Maschinenmessers oder dergleichen, dadurch gekennzeichnet, daß der Stahl derart nitrokarburiert ist, daß die Eindringtiefe von Kohlenstoff bei maximal 20 Mikrometern liegt und die Eindringtiefe von Stickstoff bei maximal 400 Mikrometern.
2. Basisblatt nach Anspruch 1 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß Stickstoff mit zum Kern hin flacher werdenden Konzentrationsgradienten eindiffundiert ist.
3. Basisblatt nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß der Stahl aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung aus einem ohne Nachbehandlung härtbarem Basisstahl besteht mit vom Rand zum Kern hin konstanten Kohlenstoffgehalt, wobei in dem Basisstahl durch thermochemische Behandlung beidseitig in den oberflächennahen Bereich Stickstoff und Kohlenstoff eindiffundiert ist mit einem zum Kernbereich hin abfallenden Stickstoffgehalt.
4. Basisblatt nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenhärte im Bereich bis 60 HRC bzw. 715 HV 1 oder höher beispielsweise zwischen 54 und 68 HRC

bzw. 600 und 940 HV 1 liegt und im Kernbereich die Härte zwischen 32 und 50 HRC bzw. 315 und 530 HV 1 liegt.

5. Basisblatt nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß die Härte im Stickstoffdiffusionsbereich mit einem Härtegradient von 0,05 bis 0,04 HRC/Mikrometer, vorzugsweise 0,15 bis 0,25 HRC/Mikrometer für Sägeblätter oder ca. 0,3 bis 0,4 HRC/Mikrometer für Messerblätter, abnimmt. 5
10
6. Basisblatt nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß im Kern ein vergütetes Martensitgefüge vorhanden ist. 15
7. Basisblatt nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß die Konzentration von Stickstoff sowie die Gesamtdicke des Blattes so gewählt sind, daß die im diffusionsfreien Kern sich zufolge randseitiger Volumenausdehnung aufgebaute Zugspannung größer ist als die bei der Maximaldrehzahl auftretenden Fliehkräfte. 20
25
8. Basisblatt nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß der Basisstahl ein martensitbildender Stahl ist. 30
9. Verfahren zum Herstellen eines Basisblattes für ein Sägeblatt, insbesondere Stammblatt, wobei in den Basisstahl simultan Stickstoff und Kohlenstoff eindiffundiert werden bei einer Behandlungstemperatur von bis 600° Celsius und einer Behandlungszeit, so daß die Eindringtiefe von Kohlenstoff bei maximal 20 Mikrometern liegt und die Eindringtiefe von Stickstoff bei maximal 400 Mikrometern. 35
40
10. Verfahren insbesondere nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß durch den Aufbau der Verbindungszone ein keramische ähnlicher Charakter erzielt wird, der ausgezeichnete Gleiteigenschaften besitzt. 45
11. Verfahren insbesondere nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhöhung der Dauerschwingfestigkeit bis ca. 500° Belastungstemperatur erhalten bleibt. 50
12. Basisblatt nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsschicht aus einer Fe₂₋₃N oder Fe₄N Verbindungsschicht besteht. 55

Fig. 1

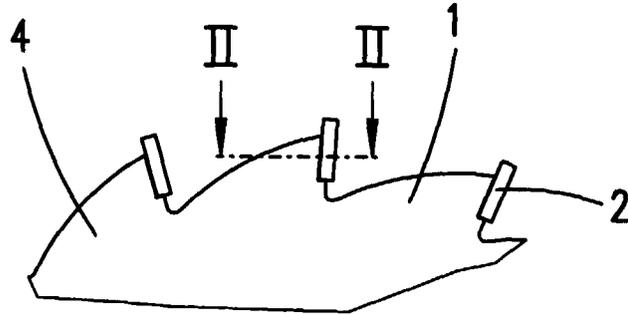


Fig. 2

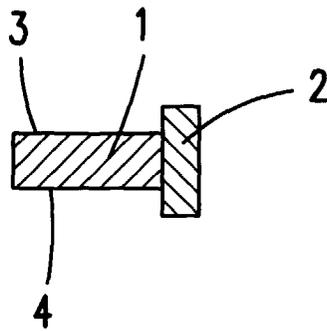


Fig. 3

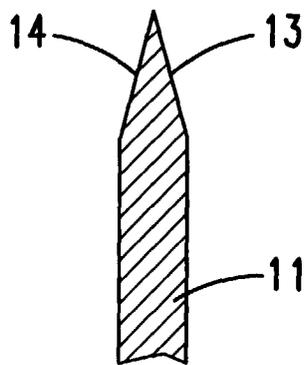


Fig. 4

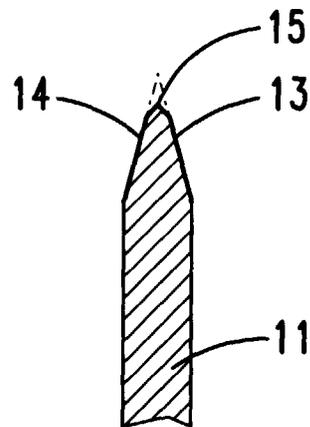


Fig. 5

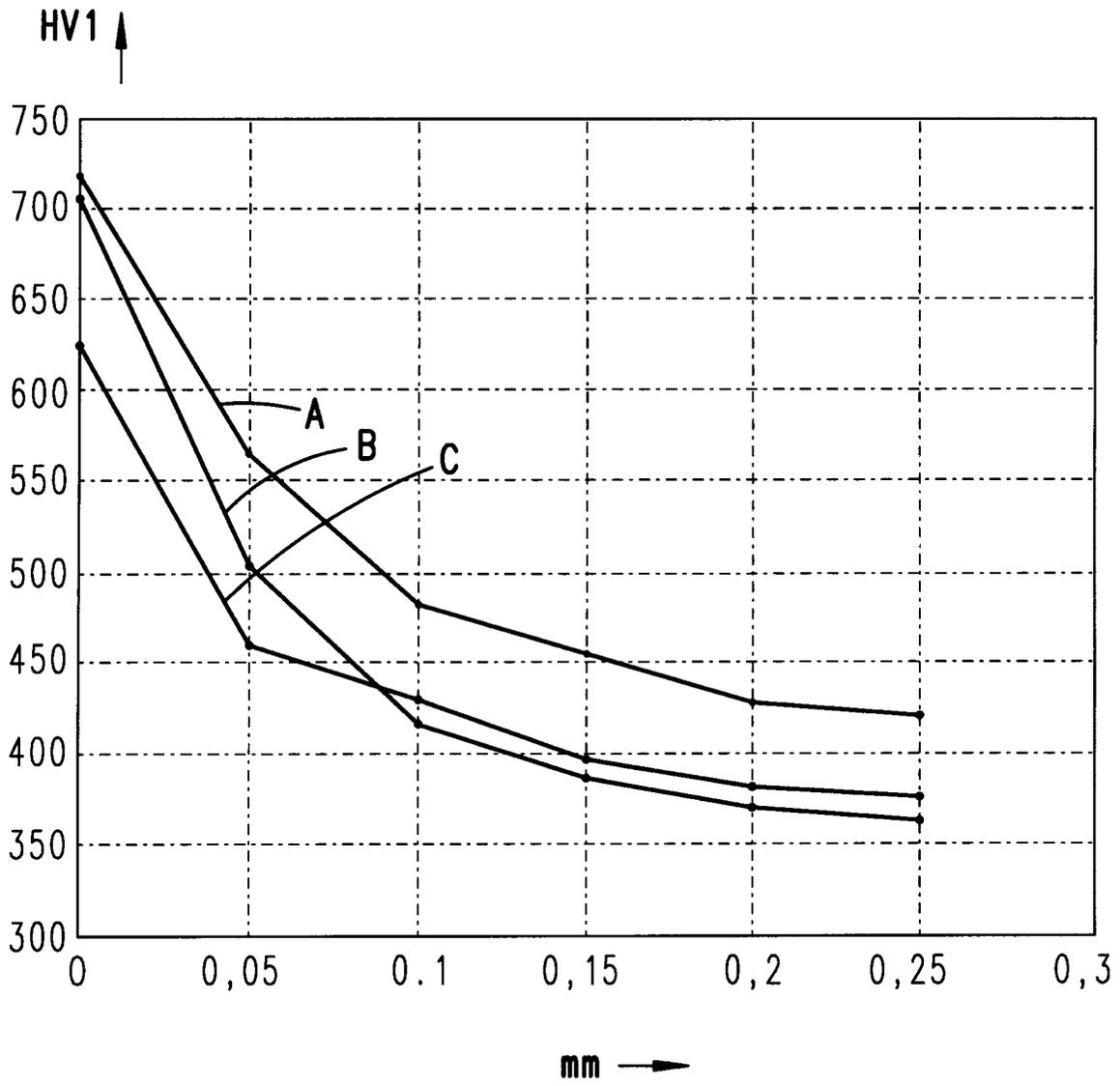
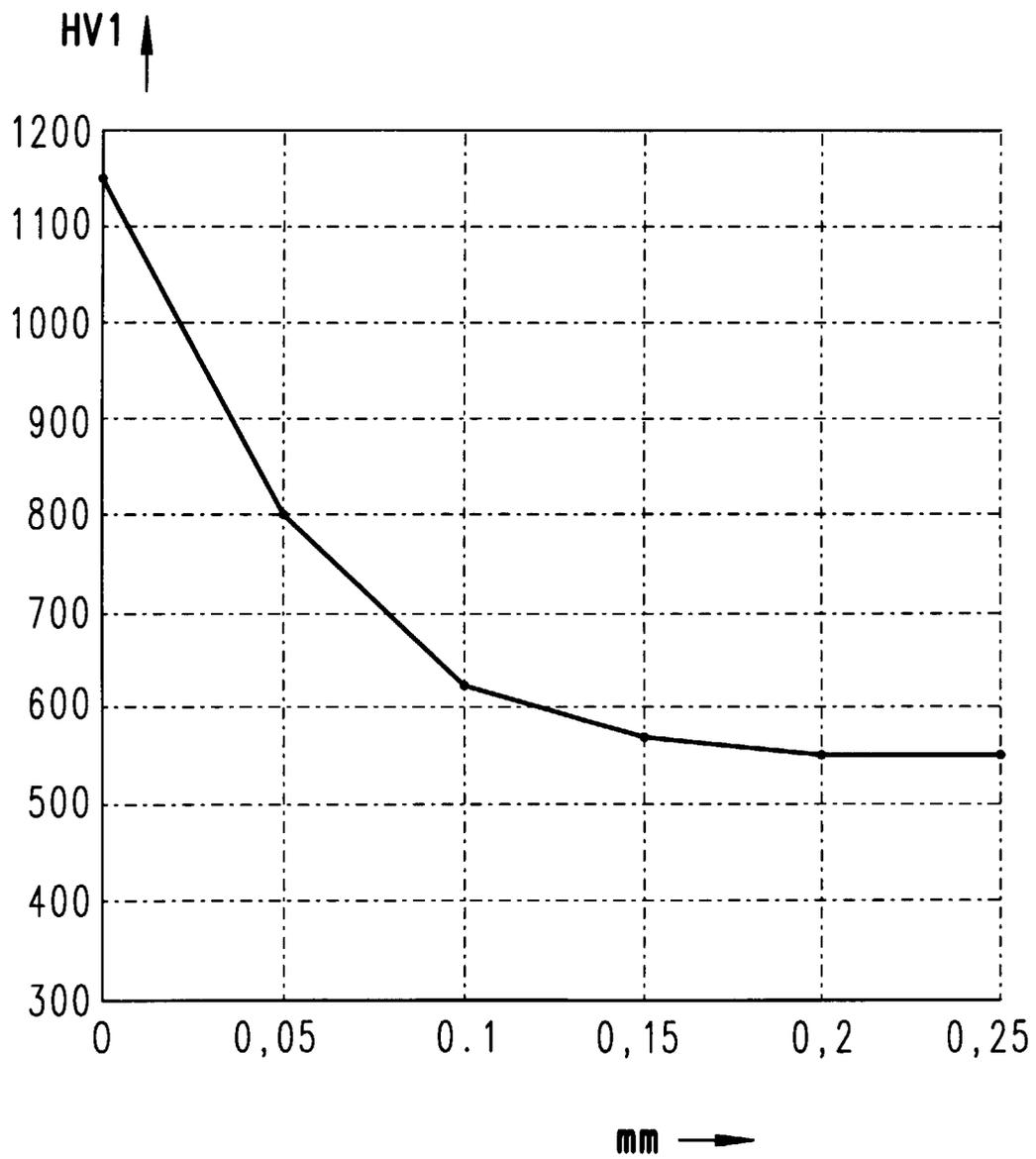


Fig. 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 11 8991

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A,D	EP 0 751 234 A (CARL AUG. PICARD GMBH & CO. KG.) 2. Januar 1997 * Ansprüche 1-12 *	1,9	C23C8/32
A,D	UWE VOLKER MÜNZ : "Dynamisches Prüfen von Kreissägeblättern" MASCHINENMARKT, Bd. 103, Nr. 4, 1997, Seiten 26-31, XP002091400 Würzburg, DE * das ganze Dokument *	1,9	
A,D	H. BERNS: "Werkzeuge aus martensitaushärtendem Stahl" ZEITSCHRIFT FÜR WIRTSCHAFTLICHE FERTIGUNG, Bd. 66, Nr. 6, 1971, Seiten 292-295, XP002091401 München, DE * Seite 293, rechte Spalte; Tabelle 2 *	1,9	
A	DE 21 05 549 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN AG) 10. August 1972 * Seite 10; Anspruch 1 *	1,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
A	DE 22 28 746 A (STATNI VYZKUMNY USTAV MATERIALU) 21. Dezember 1972 * Anspruch 1 *	1,9	C23C
A	EP 0 555 694 A (ESM ENNEPETALER SCHNEID- UND MÄHTECHNIK GMBH & CO. KG) 18. August 1993 * Anspruch 1 *	1,9	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 27. Januar 1999	Prüfer Sutor, W
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 11 8991

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	W. LERCHE ET AL.: "Gasoxinitrieren von Schneid-, Umform- und Zerspanungswerkzeugen" NEUE HÜTTE, Bd. 36, Nr. 5, Mai 1991, Seiten 184-187, XP002091402 Leipzig, DE * Seite 186, rechte Spalte; Tabelle 4 *	1,9	
A	F. HOFFMANN ET AL: "VERSCHLEISSWIDERSTAND NITRIERTER UND NITROCARBURIERTER STÄHLE" HÄRTEREI TECHNISCHE MITTEILUNGEN, Bd. 52, Nr. 6, 1997, Seiten 376-386, XP000735232 * das ganze Dokument *	1,9	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
BERLIN	27. Januar 1999	Sutor, W	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

EPO FORM 1503.03.82 (P04C03)

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

EP 98 11 8991

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.

27-01-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 751234 A	02-01-1997	AT 172253 T	15-10-1998
		CA 2226145 A	23-01-1997
		CZ 9704132 A	17-06-1998
		DE 59503930 D	19-11-1998
		WO 9702367 A	23-01-1997
		EP 0835331 A	15-04-1998
		ES 2103242 T	16-09-1997
		PL 324004 A	27-04-1998
		SI 9620083 A	30-04-1998
DE 2105549 A	10-08-1972	BE 790152 A	15-02-1973
DE 2228746 A	21-12-1972	CS 149157 B	24-05-1973
		AT 319307 B	10-12-1974
EP 555694 A	18-08-1993	DE 4204000 A	19-08-1993
		AT 139410 T	15-07-1996
		DE 69303185 D	25-07-1996

EPO FORM P0461

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