



(10) **DE 103 32 101 B4** 2016.02.04

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 32 101.2**  
(22) Anmeldetag: **15.07.2003**  
(43) Offenlegungstag: **03.02.2005**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **04.02.2016**

(51) Int Cl.: **B23B 27/14 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Kennametal Inc., Latrobe, Pa., US**

(74) Vertreter:

**Prinz & Partner mbB Patentanwälte  
Rechtsanwälte, 80335 München, DE**

(72) Erfinder:

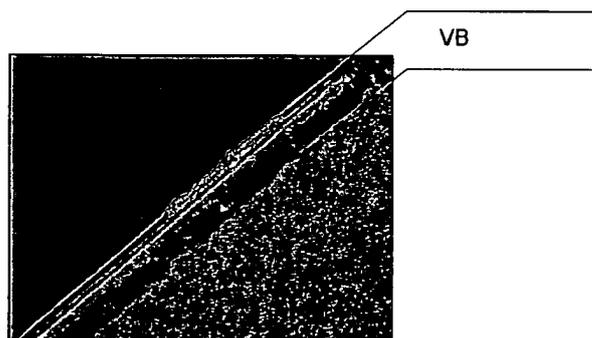
**Heinrich, Hans-Wilm, Dr., 95445 Bayreuth, DE;  
Roder, Günter, 95490 Mistelgau, DE; Häupl,  
Günther, 95445 Bayreuth, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>30 20 929</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>5 776 588</b>	<b>A</b>
<b>EP</b>	<b>0 463 000</b>	<b>B1</b>
<b>EP</b>	<b>0 693 574</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>0 908 259</b>	<b>A2</b>
<b>EP</b>	<b>1 036 618</b>	<b>A2</b>
<b>JP</b>	<b>H04- 201 102</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>H08- 323 506</b>	<b>A</b>

(54) Bezeichnung: **Schneidwerkzeug und Verfahren zu dessen Herstellung**

(57) Hauptanspruch: Schneidwerkzeug aus Keramik, Cermet oder Hartmetall mit einer Spanfläche, einer Freifläche und mit einer Schneidkante am Zusammentreffen der Spanfläche mit der Freifläche sowie mit einem mehrschichtigen verschleißfesten Überzug, der eine Schicht aus Aluminiumoxid umfasst, die auf einer Hartstoffschicht abgeschieden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumoxidschicht des Überzugs nur auf der Freifläche entfernt ist, sodass die darunterliegende Hartstoffschicht mindestens bereichsweise freigelegt ist, wobei die freigelegte Hartstoffschicht ein Carbid, Nitrid, Carbonitrid, Oxid oder Borid eines Metalls der Gruppen IVB, VB oder VIB des Periodensystems der Elemente ist, und wobei der Überzug wenigstens eine weitere Schicht aufweist, die über der Aluminiumoxidschicht abgeschieden ist, und dass diese weitere Schicht zusammen mit der Aluminiumoxidschicht entfernt ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft Schneidwerkzeuge aus Keramik, Cermet oder Hartmetall, wie z. B. Schneidplatten, Wendeschneidplatten, Vollhartmetallbohrer, -fräser, -meißel und dergleichen, die zur spanabhebenden Metallbearbeitung eingesetzt werden und eine Spanfläche, eine Freifläche und eine Schneidkante am Zusammentreffen der Spanfläche mit der Freifläche sowie einen mehrschichtigen verschleißfesten Überzug aufweisen. Der Überzug umfaßt mindestens eine Schicht aus Aluminiumoxid zur Verbesserung der Kolkbeständigkeit der Spanfläche und zur Verringerung der Aufbauschneidenbildung. Die Aluminiumoxidschicht des Überzugs wiederum ist vorzugsweise durch chemische oder physikalische Dampfabcheidung auf einer oder mehreren Hartstoffschichten abgeschieden, die dem Schneidwerkzeug die erforderliche Härte verleihen.

**[0002]** Schneidwerkzeuge, die solche mehrschichtigen verschleißfesten Überzüge aufweisen, sind beispielsweise aus EP-B1-0 463 000 bekannt. Ein dort beschriebener bevorzugter Schichtaufbau für den verschleißfesten Überzug besteht aus einer 5 bis 8 µm dicken Grundschicht aus Titancarbonitrid, über der nacheinander drei Aluminiumoxidschichten einer Stärke von 0,5 bis 1,5 µm abgeschieden sind, wobei sich zwischen den einzelnen Aluminiumoxidschichten jeweils noch eine dünne, 0,2 bis 1 µm starke Titannitridschicht zur Verbesserung der Haftung der Schichten befindet. Die oberste Aluminiumoxidschicht ist mit einer Deckschicht zur Verringerung der Oberflächenreibung und der Aufbauschneidenbildung versehen, die entweder aus Titannitrid allein oder aus einer Kombination aus Titannitrid und Titancarbonitrid besteht.

**[0003]** Aus Fertigungs- und Kostengründen wurden die mehrschichtigen, verschleißfesten Überzüge bisher auf allen Flächen der Schneidwerkzeuge gleich abgeschieden. Da aber die Beanspruchungen der Spanfläche und der Freifläche eines Schneidwerkzeugs dieser Gattung zwangsläufig sehr verschieden sind, kommen die vorteilhaften Eigenschaften bestimmter Überzugsschichten nur auf einer der beiden Flächen zur Wirkung, während sie sich auf der anderen Fläche als nachteilig erweisen.

**[0004]** Durch die nur auf der Spanfläche abfließenden Späne bilden sich in einem gewissen Abstand hinter der Schneidkante kraterförmige „Kolke“, die die mechanische Festigkeit des Schneidwerkzeugs drastisch vermindern und schließlich zum Bruch führen. Um diese Auskolkung zu verlangsamen, werden die harten Überzüge mit Aluminiumoxidschichten versehen.

**[0005]** An der Freifläche dagegen führt die geringere Härte der Aluminiumoxidschicht im Vergleich

zu den härteren Überzugsschichten, die vorzugsweise aus TiCN, TiC und/oder TiN bestehen, zu einem schnelleren Wachstum der Verschleißmarke unterhalb der Schneidkante und damit zu einer größeren Verschleißmarkenbreite, bezogen auf eine bestimmte Einsatzdauer.

**[0006]** Um einen Kompromiß zwischen diesen Vor- und Nachteilen der Aluminiumoxidschicht im Überzug zu finden, hat man auf die oberste Aluminiumoxidschicht eine zusätzliche harte Schicht aus TiCN/TiN aufgebracht. Eine gewisse Beeinträchtigung der positiven Auswirkungen der Aluminiumoxidschicht auf der Spanfläche mußte dabei zwangsläufig in Kauf genommen werden.

**[0007]** Die Verwendung von Titannitrid als oberster Schicht des Überzugs hat auch noch einen ästhetischen, verkaufsfördernden Aspekt, denn diese Schicht bekommt einen messingfarbenen oder goldschimmernden Glanz, Aluminiumoxidschichten sind dagegen grau oder schwarz.

**[0008]** Es sind bereits Schneidwerkzeuge im Handel, bei denen die obersten TiCN/TiN-Schichten, die über einer Aluminiumoxidschicht des Überzugs abgeschieden worden sind, nachträglich mechanisch entfernt wurden, um die vorteilhaften Wirkungen von Aluminiumoxid auf der Spanfläche in bezug auf die Kolkbeständigkeit und die Aufbauschneidenbildung vollständig zu erhalten. Die mechanische Entfernung der obersten Schichten über dem Aluminiumoxid behebt jedoch nicht die Nachteile des Aluminiumoxids auf der Freifläche.

**[0009]** Die US-A 5 776 588 beschreibt ein Schneidwerkzeug, das einen mehrschichtigen verschleißfesten Überzug aufweist, wobei wenigstens eine der Überzugsschichten Aluminiumoxid umfaßt. Die Aluminiumoxidbeschichtung ist an der Schneidkante und den angrenzenden Bereichen der Spanfläche sowie der Freifläche entfernt. Durch diese Maßnahme sollen die an der Schneidkante auftretenden Reibungskräfte und damit das Ausbrechen der Schneidkante vermindert werden.

**[0010]** In der JP-A 04-201102 ist ein Diamantbeschichtetes Schneidwerkzeug mit einer zunächst runden Schneidkante beschrieben, bei dem durch Entfernung des Diamant-Überzugs auf der Freifläche eine scharfe Schneidkante gebildet wird.

**[0011]** Die EP 0 693 574 A1 schlägt vor, bei einem Schneidwerkzeug mit einem mehrschichtigen Überzug die äußere  $TiC_xN_yO_z$ -Schicht wenigstens entlang der Schneidkante zu entfernen, wobei die Freifläche aber unberührt bleibt. Die Entfernung der  $TiC_xN_yO_z$ -Schicht von der Schneidkante soll den Aufbau eines Schmierfilms verhindern.

**[0012]** Die JP-A 08-323506 offenbart ein Schneidwerkzeug mit einem Substrat aus kubischem Bornitrid und einer Beschichtung, die eine (Ti,Al)N-Wechselschicht und eine über der (Ti,Al)N-Wechselschicht liegende Aluminiumoxidschicht umfasst. In einer Ausführungsform ist die Aluminiumoxidschicht nur auf der Spanfläche aufgebracht. Alle Ausführungsformen weisen eine Außenschicht aus TiCN auf.

**[0013]** Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, Schneidwerkzeuge der eingangs genannten Gattung zu schaffen, bei denen die Vorteile der Aluminiumoxidschichten im Überzug voll zur Geltung kommen, gleichzeitig aber an der Freifläche ein Anstieg der Verschleißmarkenbreite vermieden wird.

**[0014]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Schneidwerkzeug mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 5.

**[0015]** Die Erfindung schafft ein automatisierbares, wirtschaftliches Verfahren zur Verringerung der Verschleißmarkenbreite bei einem Schneidwerkzeug der genannten Gattung.

**[0016]** Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Schneidwerkzeugs sind durch die Merkmale der Patentansprüche 2 bis 4 gekennzeichnet, vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind durch die Merkmale der Patentansprüche 6 bis 11 gekennzeichnet.

**[0017]** Die durch Entfernung des Aluminiumoxids freigelegte Hartstoffschicht besteht aus einem Carbid, Nitrid, Carbonitrid, Oxid oder Borid der Metalle Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo oder W; vorzugsweise bestehen die Hartstoffschichten der verschleißfesten Überzüge jedoch aus TiN oder TiCN.

**[0018]** Wenn die oberste Schicht des verschleißfesten Überzugs aus Aluminiumoxid besteht, wird nur diese Schicht auf der Freifläche entfernt, wenn aber die oberste Aluminiumoxidschicht zusätzlich mit einer oder mehreren weiteren Hartstoffschichten überzogen ist, wird die oberste Aluminiumoxidschicht zusammen mit den darüberliegenden Schichten auf der Freifläche entfernt. Auch diese darüberliegenden Schichten können aus einem Carbid, Nitrid, Carbonitrid, Oxid oder Borid der Metalle der Gruppen IVB, VB und VIB des Periodensystems der Elemente bestehen. Die Entfernung kann mechanisch, beispielsweise durch Bürsten oder Polieren oder Schleifen erfolgen, sie kann mittels eines Fluidstrahls durch Trockenstrahlen oder Naßstrahlen oder durch eine Kombination aus Trocken- und Naßstrahlen erfolgen oder sie kann, was erfindungsgemäß besonders bevorzugt ist, mittels Laserstrahlbehandlung erfolgen.

**[0019]** Bei der zuletzt genannten Methode wird die Freifläche oder ein Teil der Freifläche mit einem Laserstrahl solange bestrichen, bis in dem gewünschten Bereich der Freifläche die unter der Aluminiumoxidschicht befindliche Hartstoffschicht freigelegt ist.

**[0020]** Die Breite des Laserstrahls ist dabei von untergeordneter Bedeutung. Wenn die Linienbreite des Laserstrahls nur etwa 150 bis 200 µm beträgt und die Freifläche zwischen 6 und 30 mm lang ist, benötigt die Laservorrichtung nur etwa 0,1 Sekunden, um eine Linie über die ganze Freiflächenlänge zu bestreichen. Wenn der Laserstrahl programmgesteuert 2 bis 30 Linien bestreicht, werden für die Bearbeitung einer handelsüblichen Wendeschneidplatte 0,2 bis 3 Sekunden benötigt.

**[0021]** Obwohl der behandelte Bereich, von dem die Aluminiumoxidschicht des Überzugs entfernt wird, vorzugsweise parallel zu einer Schneidkante verläuft, ist es mit Hilfe einer programmgesteuerten Laserführung ohne weiteres möglich, den von Aluminiumoxid befreiten Bereich der Freifläche in Form eines beliebigen gestalteten Musters oder Designs zu gestalten.

**[0022]** Die Vorteile der Laserbehandlung waren für den Fachmann überraschend, weil nicht erwartet wurde, daß die Aluminiumoxidschicht mehr oder weniger vollflächig von der Oberfläche der darunterliegenden Hartstoffschicht abplatzt und somit abgehoben werden kann, ohne die darunterliegenden Schichten zu beschädigen oder wesentlich zu verändern. Die Gründe dafür werden in der unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeit bzw. im unterschiedlichen Wärmeausdehnungsverhalten der abgeschiedenen Schichten vermutet.

**[0023]** Es ist deshalb auch möglich, das erfindungsgemäße Verfahren bei Überzügen anzuwenden, die mehrere Aluminiumoxidschichten aufweisen, die durch zwischengeschobene Hartstoffschichten voneinander getrennt sind.

**[0024]** Der Bereich der Freifläche, von dem die Aluminiumoxidschicht erfindungsgemäß abgehoben wird, kann unterschiedlich groß und unterschiedlich breit sein. Vorzugsweise umfaßt er die zugehörige Schneidkante mit, ohne jedoch die Spanfläche jenseits der Schneidkante anzutasten. Der Bereich kann einen Streifen von bis zu einem Millimeter Breite umfassen, er kann aber auch, insbesondere bei Wendeschneidplatten, die gesamte Freifläche umfassen, die sich zwischen zwei oder mehr Schneidkanten erstreckt.

**[0025]** Da sich beim Abheben der Aluminiumoxidschicht von einem bestimmten Bereich der Freifläche eine Abbruchkante am Übergang zwischen dem laserbehandelten Bereich und dem nicht-laserbehandelten Bereich des Überzugs bilden kann, kann die-

se Abbruchkante durch eine Strahlbehandlung, durch Polieren oder Bürsten versäubert, gerundet oder geglättet werden.

**[0026]** Die mit der Erfindung erzielten Vorteile hinsichtlich der Verringerung der Verschleißmarkenbreite auf der Freifläche von Hartmetallschneidkörpern wurden durch Verschleißdrehtests an konventionellen und erfindungsgemäßen Schneidwerkzeugen verifiziert. Die Ergebnisse werden anhand der beigefügten Fotos und Zeichnungen erläutert:

**[0027]** Fig. 1A, B sind im Maßstab 1:60 vergrößerte Freiflächenaufnahmen eines herkömmlichen Schneidkörpers (Stand der Technik), die die Verschleißmarken nach 10 bzw. 100 Plandrehzyklen zeigen;

**[0028]** Fig. 2A, B sind im Maßstab 1:60 vergrößerte Freiflächenaufnahmen eines erfindungsgemäßen Schneidkörpers, die die Verschleißmarken nach 10 bzw. 100 Plandrehzyklen zeigen;

**[0029]** Fig. 3 ist ein Diagramm, das den Freiflächenverschleiß in Abhängigkeit von der Standzeit sowohl für die bekannten als auch für die erfindungsgemäßen Schneidkörper wiedergibt.

#### Verschleißdrehtest

**[0030]** Ein Drehmeißel wurde mit Hartmetallschneidplatten des Typs CNMA 120408 bestückt, deren Kern aus Hartmetall P20 bestand und die einen verschleißfesten Multilayer-Überzug mit folgender Schichtfolge (von innen nach außen) aufwiesen: 0,5 µm TiN, 8 µm MT-TiCN, 1 µm HT-TiCN, 8 µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Bei einem Teil der Schneidplatten wurde die Aluminiumoxidschicht des Überzugs durch Laserbehandlung erfindungsgemäß an der Freifläche abgehoben, wodurch die darunterliegende TiCN-Schicht freigelegt wurde. Bei einem anderen Teil der Schneidplatten wurde der Überzug unverändert belassen (konventionelle Platten).

**[0031]** Ein Werkstück aus Chromstahl 100Cr6 (1.2067) wurde mit dem entsprechend bestückten Drehmeißel unter folgenden Bedingungen bearbeitet:

Schnittgeschwindigkeit	200 m/min
Vorschub	0,2 mm/U
Schnitttiefe	0,2 mm
Äußerer Drehdurchmesser	198 mm
Innerer Drehdurchmesser	100 mm
Kühlung	Emulsion 5%
Anstellwinkel	95°

**[0032]** Mit den konventionellen Schneidplatten ergab sich nach 10 Plandrehzyklen (Fig. 1A) eine Verschleißmarke (VB) von 0,185 mm Breite auf der Freifläche. Nach 100 Plandrehzyklen (Fig. 1B) war die Verschleißmarke bereits auf eine Breite von 0,240 mm angewachsen.

**[0033]** Bei den erfindungsgemäßen, laserbehandelten Schneidplatten ergab sich nach 10 Plandrehzyklen (Fig. 2A) eine Verschleißmarke (VB) mit einer Breite von 0,080 mm, nach 100 Plandrehzyklen (Fig. 2B) war die Verschleißmarke auf 0,140 mm angewachsen. Der Bereich der Freifläche, von dem die Aluminiumoxidschicht abgehoben wurde, ist in Fig. 2B mit X gekennzeichnet.

**[0034]** Diese deutliche Reduzierung der Verschleißmarkenbreite, die einer entsprechenden Verlängerung der Lebensdauer (Standzeit) des Werkzeugs entspricht, ist auf die erfindungsgemäße Entfernung der Aluminiumoxidschicht des Überzugs an der Freifläche zurückzuführen.

**[0035]** Ein weiterer Satz von Schneidkörpern aus Hartmetall P10 vom Typ CNMG 120408 MN wurde wiederum auf herkömmliche Weise hergestellt und mit einem verschleißfesten Multilayer-Überzug versehen, dessen Schichtaufbau, von innen nach außen, wie folgt war: 0,5 µm TiN, 15 µm MT-TiCN, 1 µm HT-TiCN, 8 µm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Ein Teil der Schneidkörper wurde so belassen (konventionelle Schneidkörper), bei einem anderen Teil wurde die Aluminiumoxidschicht des Überzugs durch Laserbehandlung auf der Freifläche entfernt.

**[0036]** Ein Werkstück aus Stahl der Sorte 42CrMo4 (1.7225) wurde unter Verwendung der konventionellen und der erfindungsgemäß behandelten Schneidkörper unter folgenden Bedingungen abgedreht:

Schnittgeschwindigkeit	180 m/min
Vorschub	0,3 mm/U
Schnitttiefe	2,5 mm
Anstellwinkel	95°
Kühlung Emulsion	5%.

**[0037]** Der Freiflächenverschleiß wurde gemessen und in Abhängigkeit von der Standzeit des Werkzeugs aufgetragen. Fig. 3 zeigt die sich dabei ergebenden Graphen für die erfindungsgemäßen Schneidkörper (untere Kurve mit quadratischen Meßpunkten) und für die konventionell belassenen Schneidkörper (obere Kurve mit rautenförmigen Meßpunkten).

**[0038]** Wie Fig. 3 unmittelbar zu entnehmen ist, beträgt der Freiflächenverschleiß bei einer Standzeit von 20 Minuten bei einer erfindungsgemäßen

Schneidplatte etwa 0,1 mm, bei einer konventionellen Schneidplatte dagegen etwa 0,27 mm. Bei einer Standzeit von 60 Minuten stellt man bei einer konventionellen Platte einen Freiflächenverschleiß von etwa 0,31 mm fest, bei einer erfindungsgemäßen Platte dagegen nur 0,18 mm.

### Patentansprüche

1. Schneidwerkzeug aus Keramik, Cermet oder Hartmetall mit einer Spanfläche, einer Freifläche und mit einer Schneidkante am Zusammentreffen der Spanfläche mit der Freifläche sowie mit einem mehrschichtigen verschleißfesten Überzug, der eine Schicht aus Aluminiumoxid umfasst, die auf einer Hartstoffschicht abgeschieden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aluminiumoxidschicht des Überzugs nur auf der Freifläche entfernt ist, sodass die darunterliegende Hartstoffschicht mindestens bereichsweise freigelegt ist, wobei die freigelegte Hartstoffschicht ein Carbid, Nitrid, Carbonitrid, Oxid oder Borid eines Metalls der Gruppen IVB, VB oder VIB des Periodensystems der Elemente ist, und wobei der Überzug wenigstens eine weitere Schicht aufweist, die über der Aluminiumoxidschicht abgeschieden ist, und dass diese weitere Schicht zusammen mit der Aluminiumoxidschicht entfernt ist.

2. Schneidwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aluminiumoxidschicht des Überzugs auf der Freifläche in einem Bereich entfernt ist, der die zugehörige Schneidkante oder die zugehörigen Schneidkanten mit umfasst.

3. Schneidwerkzeug nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bereich parallel zu einer Schneidkante verläuft.

4. Schneidwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine weitere Schicht über der Aluminiumoxidschicht ein Carbid, Nitrid, Carbonitrid, Oxid oder Borid eines Metalls der Gruppen IVB, VB oder VIB des Periodensystems der Elemente ist.

5. Verfahren zur Herstellung eines Schneidwerkzeugs gemäß Anspruch 1 mit verringerter Verschleißmarkenbreite, **dadurch gekennzeichnet**, dass man die Aluminiumoxidschicht des Überzugs nur auf der Freifläche mindestens bereichsweise entfernt und dabei die darunterliegende Hartstoffschicht freilegt, und dass man die wenigstens eine weitere Schicht, die über der Aluminiumoxidschicht liegt, zusammen mit der Aluminiumoxidschicht entfernt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Entfernung der Aluminiumoxidschicht oder der Aluminiumoxidschicht und der wenigstens einen weiteren Schicht mechanisch erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Entfernung der Aluminiumoxidschicht oder der Aluminiumoxidschicht und der wenigstens einen weiteren Schicht mittels eines Fluidstrahls erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Entfernung der Aluminiumoxidschicht oder der Aluminiumoxidschicht und der wenigstens einen weiteren Schicht mittels Laserstrahlbehandlung erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass man die Aluminiumoxidschicht und die wenigstens eine weitere Schicht des Überzugs nur auf der Freifläche dadurch entfernt, dass man mit einem Laserstrahl die Freifläche oder Teile davon bestreicht, bis in dem gewünschten Bereich der Freifläche die unter der Aluminiumoxidschicht befindliche Hartstoffschicht freigelegt ist.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass man eine Abbruchkante, die sich am Übergang zwischen dem laserbehandelten Bereich und dem nicht-laserbehandelten Bereich des Überzugs bildet, durch eine Strahlbehandlung, durch Polieren oder Bürsten versäubert, rundet oder glättet.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine weitere Schicht über der Aluminiumoxidschicht ein Carbid, Nitrid, Carbonitrid, Oxid oder Borid eines Metalls der Gruppen IVB, VB oder VIB des Periodensystems der Elemente ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

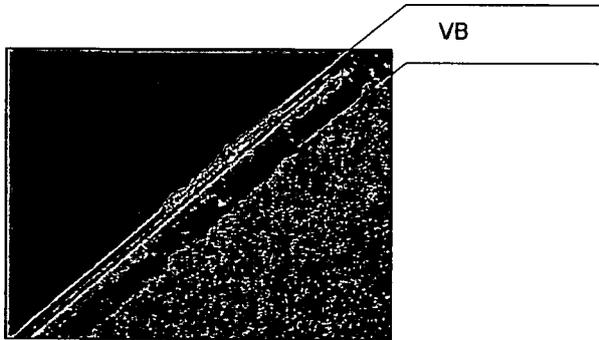


Fig. 1A

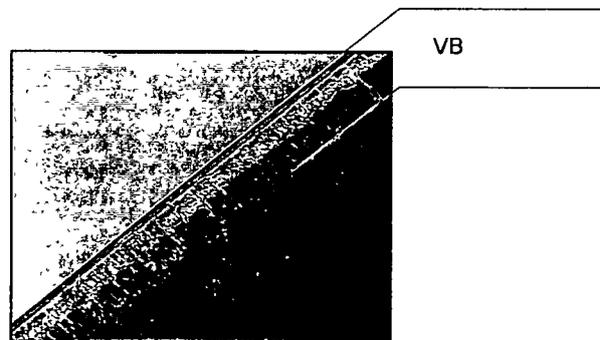


Fig. 1B

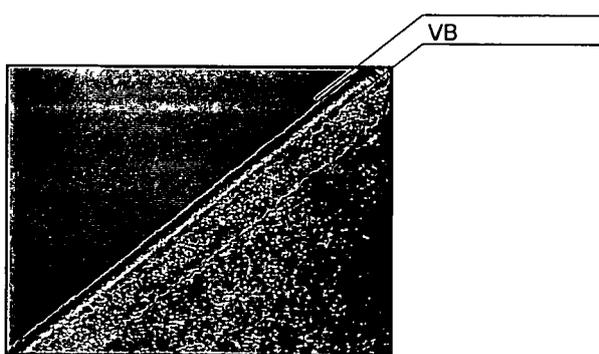


Fig. 2A

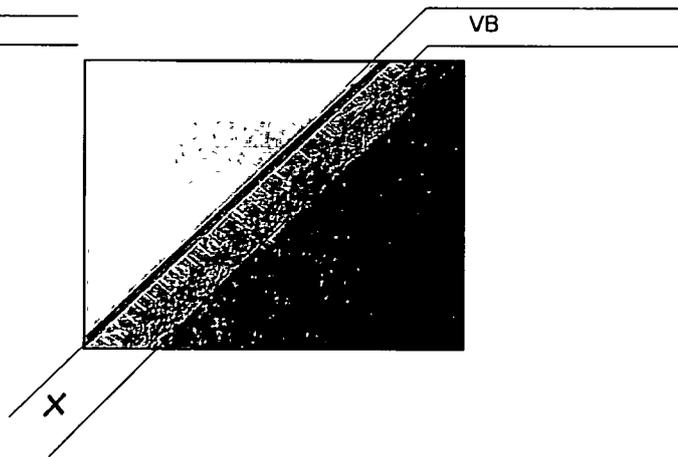


Fig. 2B

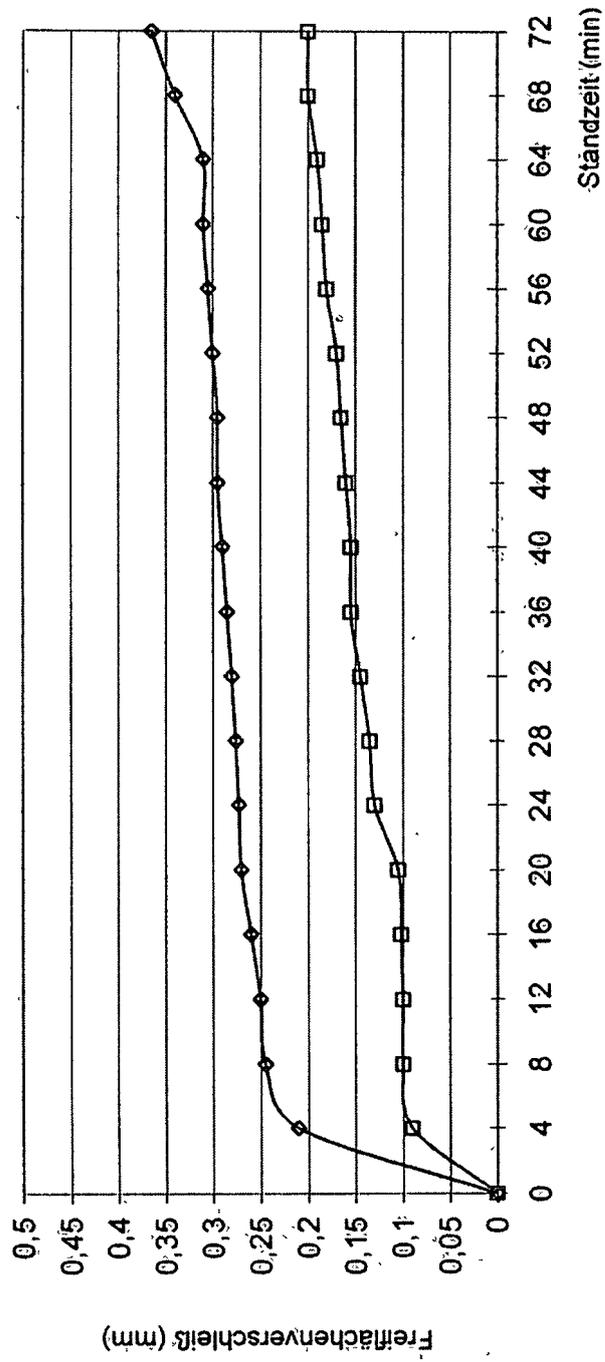


Fig. 3