

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 384/2011
(22) Anmeldetag: 18.03.2011
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2012

(51) Int. Cl. : **C23C 28/00** (2006.01)
C23C 16/36 (2006.01)
C23C 16/34 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2006084404 A1
US 2002166606 A1

(73) Patentinhaber:
BOEHLERIT GMBH & CO.KG.
8605 KAPFENBERG (AT)

(72) Erfinder:
PITONAK REINHARD DIPL.ING.
BRUCK AN DER MUR (AT)
WEISSENBACHER RONALD DR.
BRUCK AN DER MUR (AT)
KÖPF ARNO DR.
KAPFENBERG (AT)

(54) BESCHICHTETER KÖRPER UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Körpers (1), wobei der Körper (1) bereitgestellt und auf dem Körper (1) eine mehrlagige Beschichtung abgeschieden wird, die zumindest eine Beschichtungslage (2) mit $Al_xTi_{1-x}N$ aufweist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Beschichtungslage (2) mit $Al_xTi_{1-x}N$ auf einer TiCN-Beschichtungslage (3) mit länglichen Kristallen von TiCN abgeschieden wird, bei der Titan optional bis zu 40 Mol-% durch Aluminium ersetzt sein kann. Mit einem derartigen Verfahren kann auf wirtschaftliche Weise eine äußerst verschleißfeste Beschichtung erreicht werden. Des Weiteren betrifft die Erfindung einen entsprechend hergestellten beschichteten Körper (1).

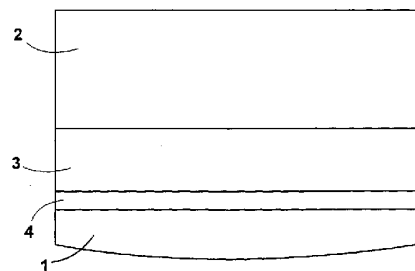


Fig. 1

Beschreibung

BESCHICHTETER KÖRPER UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Körpers, wobei der Körper bereitgestellt und auf dem Körper eine mehrlagige Beschichtung abgeschieden wird, die zumindest eine Beschichtungslage mit Al_xTi_{1-x} aufweist.

[0002] Des Weiteren betrifft die Erfindung einen beschichteten Körper mit einer mehrlagigen Beschichtung, die zumindest eine Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ aufweist.

[0003] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, dass Schneidwerkzeuge oder Schneideinsätze zur Erhöhung einer Standzeit im Schneideinsatz mit Beschichtungslagen beschichtet werden, die aus Titan, Aluminium und Stickstoff zusammengesetzt sind. Allgemein wird diesbezüglich oftmals von TiAlN-Beschichtungslagen gesprochen, wobei eine durchschnittliche chemische Zusammensetzung, unabhängig davon, ob eine oder mehrere Phasen in der Beschichtungslage vorliegen, mit $Ti_{1-x}Al_xN$ angegeben wird. Für Beschichtungslagen, die mehr Aluminium als Titan enthalten, ist auch die Nomenklatur AlTiN bzw. genauer $Al_xTi_{1-x}N$ gebräuchlich.

[0004] Aus der WO 03/085152 A2 ist es bekannt, im System AlTiN monphasige Beschichtungslagen mit einer kubischen Struktur herzustellen, wobei bei einem relativen Anteil von Aluminiumnitrid (AlN) bis zu 67 Molprozent (Mol-%) eine kubische Struktur des AlTiN erhalten wird. Bei höheren AlN-Gehalten von bis zu 75 Mol-% entsteht ein Gemisch aus kubischem AlTiN und hexagonalem AlN und bei einem AlN-Gehalt von mehr als 75 Mol-% ausschließlich hexagonales AlN und kubisches Titanitrid (TiN). Gemäß der genannten Druckschrift werden die beschriebenen AlTiN-Beschichtungslagen mittels Physical Vapor Deposition (PVD) abgeschieden. Mit einem PVD-Verfahren sind somit maximale relative Anteile von AlN praktisch auf 67 Mol-% beschränkt, da sonst ein Umkippen in Phasen möglich ist, die Aluminium nur in Form von hexagonalem AlN enthalten. Ein höherer relativer Anteil von AlN in einer kubischen Phase ist jedoch erwünscht, um eine Verschleißbeständigkeit möglichst zu maximieren.

[0005] Aus dem Stand der Technik ist es auch bekannt, anstelle von PVD-Verfahren Chemical Vapor Deposition (CVD) einzusetzen, wobei ein CVD-Verfahren bei relativ niedrigen Temperaturen im Temperaturfenster von 700 °C bis 900 °C durchzuführen ist, da kubische AlTiN-Beschichtungslagen bei Temperaturen von z. B. ≥ 1000 °C aufgrund der metastabilen Struktur derartiger Beschichtungslagen nicht herstellbar sind. Gegebenenfalls können die Temperaturen gemäß der US 6,238,739 B1 auch noch tiefer liegen, und zwar im Temperaturfenster von 550 °C bis 650 °C, wobei allerdings hohe Chlorgehalte in der Beschichtungslage in Kauf zu nehmen sind, was sich für einen Anwendungsfall als nachteilig erweist. Man hat daher versucht, CVD-Verfahren so zu optimieren, dass mit diesen AlTiN-Beschichtungslagen mit einem hohen Anteil von Aluminium und kubischer Struktur der Beschichtungslage herstellbar sind (I. Endler et al., Proceedings Euro PM 2006, Ghent, Belgien, 23. bis 25. Oktober 2006, Vol. 1, 219). Wenngleich diese Beschichtungslagen eine hohe Mikrohärtigkeit und damit grundsätzlich günstige Eigenschaften für eine hohe Verschleißbeständigkeit im Einsatz aufweisen, so hat es sich doch erwiesen, dass eine Haftfestigkeit derartiger Beschichtungslagen zu gering sein kann. Diesbezüglich wurde daher in der DE 10 2007 000 512 B3 vorgeschlagen, unterhalb einer kubischen AlTiN-Beschichtungslage, die 3 μm dick ist, eine 1 μm dicke Beschichtungslage vorzusehen, die als Phasengradientenschicht ausgebildet ist und aus einem Phasengemisch aus hexagonalem AlN, TiN und kubischem AlTiN besteht, wobei ein kubischer AlTiN-Anteil mit nach außen hin bzw. zur (ausschließlich) kubischen AlTiN-Beschichtungslage einen steigenden Anteil aufweist. Entsprechend beschichtete Schneidplatten wurden zu einem Fräsen von Stahl eingesetzt, wobei allerdings gegenüber Beschichtungslagen, die mittels eines PVD-Verfahrens hergestellt wurden, lediglich geringe Verbesserungen einer Verschleißfestigkeit erzielt wurden.

[0006] Neben der nur geringen Verbesserung einer Verschleißfestigkeit besteht ein weiterer Nachteil einer Anbindungsschicht gemäß der DE 10 2007 000 512 B3 darin, dass die Anbindungs- bzw. Phasengradientenschicht äußerst schnell aufwächst, auch bei Versuchen im La-

bormaßstab (I. Endler et al., Proceedings Euro PM 2006, Ghent, Belgien, 23. bis 25. Oktober 2006, Vol. 1, 219). Dies führt bei einer Herstellung in einem größeren Reaktor, der für ein großtechnisches Beschichten von Schneidplatten ausgelegt ist, dazu, dass die Anbindungs- bzw. Phasengradientenschicht im vorgesehenen Beschichtungsprozess äußerst dick wird, da eine Temperatur zur Ausbildung der letztlich vorgesehenen kubischen AlTiN abzusenken ist, was entsprechende Zeit erfordert. Während dieser Absenkung einer Prozesstemperatur wächst jedoch eine Dicke der Anbindungs- bzw. Phasengradientenschicht rasch an, weil in einem großtechnischen Reaktor eine schnelle Abkühlung nicht möglich ist. Denkbar wäre es, den Beschichtungsprozess für längere Zeit bzw. das Abkühlen zu unterbrechen, was allerdings nicht wirtschaftlich ist.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit dem auf wirtschaftliche Weise eine hoch verschleißfeste Beschichtung aufbringbar ist.

[0008] Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, einen Körper der eingangs genannten Art anzugeben, der wirtschaftlich herstellbar ist und eine hohe Verschleißfestigkeit aufweist.

[0009] Die verfahrensmäßige Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass bei einem Verfahren der eingangs genannten Art die Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ auf einer TiCN-Beschichtungslage mit länglichen Kristallen von Titancarbonitrid (TiCN) abgeschieden wird, bei der Titan optional bis zu 40 Mol-% durch Aluminium ersetzt sein kann.

[0010] Ein mit der Erfindung erzielter Vorteil ist darin zu sehen, dass ein Abscheiden einer Beschichtungslage aus TiCN mit länglichen Kristallen von TiCN in einem Temperaturfenster erfolgen kann, das bei einem großtechnischen Reaktor unter gleichzeitiger Abscheidung dieser Beschichtungslage eine Abkühlung auf eine erforderliche Temperatur für eine nachfolgende Abscheidung der Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ ermöglicht, ohne dass die TiCN-Beschichtungslage allzu dick wird. Daneben hat sich gezeigt, dass die TiCN-Beschichtungslage nicht bloß nur eine günstige Anbindungsschicht ist, die eine gute Haftung der Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ sicherstellt, sondern auch die Morphologie in der nachfolgend abgeschiedenen Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ äußerst vorteilhaft beeinflusst, sodass eine haftfeste, hoch verschleißfeste Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ erhalten wird. Insbesondere zeigt sich, dass die Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ im Bereich einer Anbindung an die TiCN-Beschichtungslage mit einer lamellaren Struktur ausgebildet ist. Die Ursachen hierfür sind noch nicht bekannt, allerdings wird vermutet, dass ein epitaktisches Aufwachsen zumindest in den unmittelbar angrenzenden Bereichen der Beschichtungslagen erfolgt. Im weiteren Verlauf des Abscheidens der Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ kann sich die Morphologie ändern. Insgesamt scheint die entsprechende Morphologie der Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ für die hohe Verschleißfestigkeit verantwortlich zu sein, was durch Mikrohärtemessungen bestätigt wird, wonach die genannte Beschichtungslage eine Mikrohärte von zumindest 3100 HV_{0,01} aufweist.

[0011] Bevorzugt ist vorgesehen, dass die TiCN-Beschichtungslage bei einer Temperatur von 800 °C bis 880 °C abgeschieden wird. Grundsätzlich könnten für die Herstellung der TiCN-Beschichtungslage mit länglichen Kristallen auch tiefere Temperaturen gewählt werden, allerdings müsste dann anschließend wieder ein Erwärmen erfolgen, um die Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ abzuschneiden.

[0012] Die TiCN-Beschichtungslage wird zweckmäßigerweise mit einer Dicke von bis zu 7 µm, vorzugsweise 2 bis 5 µm, abgeschieden. Eine entsprechende Dicke ist ausreichend, um der Beschichtung insgesamt eine erforderliche Zähigkeit zu verleihen bzw. allfällige Zug- und/oder Druckspannungen möglichst zu vermeiden. Eine gewisse Zähigkeit der Beschichtung insgesamt ist auch erforderlich, da die Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ eine hohe Härte und daher eine eher geringe Zähigkeit aufweist.

[0013] Die Herstellung der TiCN-Beschichtungslage kann, wie an sich aus dem Stand der Technik bekannt, erfolgen. Diesbezüglich wird zweckmäßigerweise die TiCN-Beschichtungslage aus einem Gas enthaltend oder bestehend aus Stickstoff, Wasserstoff, Acetonitril und Titan-tetrachlorid abgeschieden. Um bei den vergleichsweise hohen Temperaturen der Abscheidung

der TiCN-Beschichtungslage von 800 °C bis 880 °C eine Dicke dieser Beschichtungslage gezielt zu kontrollieren, kann im Gegensatz zum Stand der Technik das Gas mit einem höheren Stickstoffanteil als Wasserstoffanteil eingesetzt werden, wodurch eine Abscheidungsgeschwindigkeit gering gehalten werden kann. Zweckmäßig ist es diesbezüglich, dass der Stickstoffanteil zumindest das Zweifache, bevorzugt zumindest das Vierfache, insbesondere das Sechsfache, des Wasserstoffgehaltes beträgt. Die Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ wird bevorzugt bei einer Temperatur gleich oder unterhalb einer Temperatur einer Abscheidung der TiCN-Beschichtungslage abgeschieden. Damit kann ein Prozess zur Herstellung einer Beschichtung in Bezug auf eine Temperaturführung effizient gestaltet werden. Es ist dann möglich, ausgehend von einer Ausgangstemperatur, die Temperatur während einer Herstellung der Beschichtungslage kontinuierlich zu senken, wobei eine vorteilhafte Beschichtung in kurzer Zeit erhalten werden kann.

[0014] Bevorzugt wird die Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ bei einer Temperatur von 800 °C bis 830 °C abgeschieden.

[0015] Um eine günstige Ausbildung der Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ zu erhalten, wird diese aus einem ersten Gemisch von Stickstoff, Wasserstoff und Titan-tetrachlorid und einem zweiten Gemisch von Stickstoff und NH_3 abgeschieden, wobei eine Abscheidung bei einem Druck von 20 bis 40 mbar erfolgen kann. Die Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ wird dabei bevorzugt mit einer Dicke von 3 bis 10 μm abgeschieden. Durch die entsprechenden Verfahrensparameter lässt sich eine Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ abscheiden, die im Vergleich zu Titan einen Aluminiumgehalt von mehr als 90 Mol-% aufweist und überwiegend mit einer kubischen Struktur ausgebildet ist, wobei in der Regel ein Anteil von hexagonalem AlN im Ausmaß von bis zu 30 Mol-% sowie geringere Gehalte von bis zu 8 Mol-% TiN vorliegen.

[0016] Ein erfindungsgemäßes Verfahren kann zum Beschichten beliebiger Körper Anwendung finden, wird bevorzugt jedoch dann eingesetzt, wenn ein Körper aus einem Hartmetall zu beschichten ist. Als Hartmetall kommen übliche Varianten von Carbiden und/oder Carbonitriden und/oder Nitriden von Metallen wie Wolfram, Titan, Tantal, Vanadium und/oder Niob zur Anwendung, die durch ein Bindemetall wie Cobalt und/oder Nickel und/oder Eisen gebunden sind. Üblicherweise besteht das Hartmetall aus Partikeln von Wolframcarbid, gegebenenfalls mit geringeren Anteilen von Carbiden, Carbonitriden und/oder Nitriden von Titan, wobei ein Bindemetallanteil bis zu 20 Gewichtsprozent (Gew.-%), vorzugsweise bis zu 12 Gew.-%, beträgt. Wird als Körper ein Körper aus Hartmetall eingesetzt, so ist es zweckmäßig, unmittelbar auf diesem eine Anbindungsschicht aus TiN abzuscheiden, und zwar vorzugsweise mit einer Dicke von weniger als 1,0 μm . Eine derartige Anbindungsschicht erlaubt unter Minimierung von Zug- und/oder Druckspannungen eine Abscheidung weiterer Schichten, wobei beispielsweise bei Cobalt als Bindemetall in die abgeschiedene TiN-Anbindungsschicht diffundiert, was zu einer hohen Haftfestigkeit der Beschichtung insgesamt führt. Auf der Anbindungsschicht kann die TiCN-Beschichtungslage abgeschieden werden.

[0017] Im Rahmen eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist es zweckmäßig, einer effizienten bzw. wirtschaftlichen Verfahrensführung wegen, dass zumindest eine Beschichtungslage, vorzugsweise alle, mittels eines CVD-Verfahrens abgeschieden werden. Diesbezüglich erweist es sich als besonders zweckmäßig, wenn bei der Abscheidung der Anbindungsschicht und nachfolgenden Abscheidung jeder Beschichtungslage jeweils eine Abscheidungstemperatur abgesenkt oder gehalten wird.

[0018] Das weitere Ziel der Erfindung wird dadurch erreicht, dass bei einem beschichteten Körper der eingangs genannten Art die Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ auf einer TiCN-Beschichtungslage mit länglichen Kristallen von TiCN abgeschieden ist, bei der Titan optional bis zu 40 Mol-% durch Aluminium ersetzt sein kann.

[0019] Vorteile eines erfindungsgemäßen Körpers liegen insbesondere darin, dass bei diesem die Beschichtung nicht nur haftfest, sondern auch hoch verschleißfest ist. Dies führt dazu, dass ein entsprechender Körper, der beispielsweise als Schneidwerkzeug oder Schneideinsatz hierfür ausgebildet sein kann, im Einsatz äußerst verschleißfest ist, insbesondere auch bei hohen

Temperaturen, wie diese beispielsweise bei einem Fräsen von metallischen Werkstoffen, insbesondere Stählen oder Gusswerkstoffen, die mehr als 2 Gew.-% Kohlenstoff in Form von Graphit enthalten, auftreten. Darüber hinaus kann die Beschichtung in wirtschaftlicher Weise abgeschieden werden.

[0020] Die TiCN-Beschichtungslage weist dabei im Querschnitt längserstreckte Kristalle auf, die vorzugsweise überwiegend in einem Winkel von $\pm 30^\circ$ zu einer Oberflächennormalen des Körpers verlaufen. Bei einer entsprechenden TiCN-Beschichtungslage ergibt sich eine gute Anbindung der nachfolgend abgeschiedenen Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$. Diesbezüglich ist es zweckmäßig, dass die TiCN-Beschichtungslage eine durchschnittliche Zusammensetzung TiC_aN_{1-a} mit a im Bereich von 0,3 bis 0,8, insbesondere 0,4 bis 0,6, aufweist.

[0021] Hinsichtlich der Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ ist es vorteilhaft, dass diese eine durchschnittliche Zusammensetzung $Al_xTi_{1-x}N$ aufweist, wobei $x \geq 0,7$ ist und hexagonales AlN in einem Anteil von mehr als 0 bis zu 30 Mol-% vorliegt. Eine derartige Ausbildung der Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ hat sich als besonders günstig erwiesen. Im Unterschied zum Stand der Technik zeigt sich ein bestimmter, eingeschränkter Anteil von hexagonalem AlN als günstig in Bezug auf eine Verschleißfestigkeit der Beschichtung insgesamt. Vermutet wird, dass durch geringe Anteile von hexagonalem AlN eine Zähigkeit der an sich besonders harten Beschichtungslage mit vornehmlich kubischem $Al_xTi_{1-x}N$ erzielt wird, sodass diese Beschichtungslage neben hoher Haftfestigkeit und Härte auch eine ausreichende Zähigkeit aufweist, um hohen Beanspruchungen möglichst lange standhalten zu können. Die Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ kann eine äußerste Beschichtungslage und/oder mit einer Dicke von 4 bis 10 μm ausgebildet sein. In diesem Zusammenhang kann vorgesehen sein, dass $x \geq 0,75$, vorzugsweise $\geq 0,80$, insbesondere $\geq 0,85$, ist. Ein Anteil an hexagonalem AlN beträgt diesbezüglich vorzugsweise mehr als 12,5 Mol-%, vorzugsweise mehr als 15,0 Mol-%, insbesondere mehr als 20,0 Mol-%.

[0022] Ein Anteil an kubischer $Al_xTi_{1-x}N$ -Phase in der Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ beträgt zumindest 70 Mol-%, bevorzugt 70 bis 80 Mol-%. Die übrigen Anteile werden von hexagonalem AlN sowie kubischem TiN gebildet.

[0023] Vorgesehen sein kann, dass die Beschichtungslage mit $Al_xTi_{1-x}N$ ganz oder zumindest teilweise Kristalle mit einer lamellaren Struktur aufweist, insbesondere in einem Bereich der Anbindung an die TiCN-Beschichtungslage. Dabei kann eine lamellare Struktur der Kristalle Lamellen mit einer Dicke von weniger als 100 nm, vorzugsweise weniger als 50 nm, insbesondere weniger als 25 nm, aufweisen.

[0024] Wenn der Körper aus einem Hartmetall gebildet ist, ist am Körper bevorzugt eine Anbindungsschicht aus TiN, vorzugsweise mit einer Dicke von weniger als 1,0 μm , abgeschieden, um eine gute Anbindung der Beschichtung insgesamt am Hartmetallkörper zu erreichen. Die TiCN-Beschichtungslage ist dann bevorzugt unmittelbar auf der Anbindungsschicht abgeschieden.

[0025] Für eine effektive bzw. wirtschaftliche Verfahrensführung ist es zweckmäßig, dass alle Beschichtungslagen mittels CVD-Verfahren abgeschieden sind.

[0026] Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich anhand des nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispiels. In den Zeichnungen, auf welche dabei Bezug genommen wird, zeigen:

[0027] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines beschichteten Schneideinsatzes;

[0028] Fig. 2 eine transmissionselektronenmikroskopische Aufnahme eines Teils eines beschichteten Schneideinsatzes;

[0029] Fig. 3 eine transmissionselektronenmikroskopische Aufnahme einer AlTiN-Beschichtungslage;

[0030] Fig. 4a eine freie Fläche eines Schneideinsatzes nach einer vorgegebenen Einsatzzeit;

[0031] Fig. 4b eine freie Fläche eines Schneideinsatzes nach einer vorgegebenen Einsatzzeit;

[0032] Fig. 5a eine Spanfläche eines Schneideinsatzes nach einer vorgegebenen Einsatzzeit;

[0033] Fig. 5b eine Spanfläche eines Schneideinsatzes nach einer vorgegebenen Einsatzzeit.

[0034] In Fig. 1 ist ein Körper 1 schematisch dargestellt, der eine mehrlagige Beschichtung aufweist. Die Beschichtung ist auf dem Körper 1 aufgebracht, wobei alle Schichten jeweils mittels eines CVD-Verfahrens erstellt sind. Der Körper 1 kann aus einem beliebigen Material bestehen, besteht üblicherweise jedoch aus einem Hartmetall, das aus Carbiden und/oder Carbonitriden von Wolfram, Titan, Niob oder anderen Metallen und einem Bindemetall ausgewählt aus der Gruppe Cobalt, Nickel und Eisen besteht. Ein Bindemetallanteil beträgt dabei in der Regel bis zu 10 Gew.-%. Typischerweise besteht der Körper 1 aus bis zu 10 Gew.-% Cobalt und/oder anderen Bindemetallen, Rest Wolframcarbide und bis zu 5 Gew.-% weitere Carbide und/oder Carbonitride anderer Metalle. Auf dem Körper 1 ist eine Anbindungsschicht 4 aus TiN abgeschieden, die in der Regel eine maximale Dicke von 1,0 μm aufweist. Auf der Anbindungsschicht 4 ist eine beispielsweise 2 bis 5 μm dicke Schicht aus TiCN als Zwischenschicht abgeschieden, wobei es sich um eine Mitteltemperatur-TiCN-(MT-TiCN-)Beschichtungslage handelt. Eine derartige Beschichtungslage weist in der Regel eine kolumnare Struktur mit stängeligen Kristallen auf, die im Wesentlichen parallel zur Oberflächennormalen auf den Körper 1 ausgerichtet sind. Auf dieser Zwischenschicht bzw. MT-TiCN-Beschichtungslage 3 ist schließlich eine Beschichtungslage 2 mit $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ abgeschieden, die eine durchschnittliche Summenformel $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ aufweist, wobei $x \geq 0,7$ ist. Diese Beschichtungslage 2 mit $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ weist zu mehr als 70 Mol-% kubisches AlTiN auf und besteht im Übrigen aus 15 bis 25 Mol-% hexagonalem AlN. Der Rest besteht aus TiN.

[0035] Eine Beschichtung wie in Fig. 1 dargestellt kann auf einem Schneideinsatz, insbesondere einer Schneidplatte, abgeschieden werden, indem der Körper 1 bereitgestellt wird, wonach in einem ersten Schritt die Anbindungsschicht 4 aus TiN bei einer Prozesstemperatur von 870 °C bis 880 °C aus einem Gas enthaltend Stickstoff, Wasserstoff und Titan-tetrachlorid abgeschieden wird. Anschließend wird die Temperatur abgesenkt und bei einer Temperatur von 830 °C bis 870 °C die Zwischenschicht 3 bzw. eine MT-TiCN-Beschichtungslage mit einer Dicke von 2 bis 5 μm abgeschieden. Die Abscheidung erfolgt dabei aus einem Gas bestehend aus Stickstoff, Wasserstoff, Acetonitril und Titan-tetrachlorid. Die entsprechende Verfahrenstemperatur und der Einsatz von Acetonitril als Kohlenstoff- bzw. Stickstoffquelle stellt eine Ausbildung der Zwischenschicht mit kolumnarem Wachstum bzw. stängeligen Kristallen aus TiCN sicher, die sich im Wesentlichen parallel zur Oberflächennormalen auf den Körper 1 erstrecken. Auf dieser Zwischenschicht, bei der Titan bis zu 40 Mol-% durch Aluminium ersetzt sein kann, um eine Härte zu steigern, wird schließlich die Beschichtungslage 2 mit $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ aufgebracht, wofür die Temperatur auf etwa 800 °C bis 825 °C gesenkt wird. Die äußerste Beschichtungslage 2 wird aus einem Gas enthaltend Aluminiumtrichlorid, Stickstoff, Wasserstoff, Titan-tetrachlorid und einem gesondert zugeführten Gemisch von Ammoniak und Stickstoff erstellt. Somit kann in einem zweiten Schritt zur Herstellung der Zwischenschicht und in einem dritten Schritt zur Herstellung der äußersten Beschichtungslage 2 mit $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ jeweils eine Prozesstemperatur gesenkt werden, was äußerst wirtschaftlich ist und eine rasche Erstellung der Beschichtung am Schneideinsatz erlaubt.

[0036] In den nachfolgenden Tabellen sind typische Prozessparameter bei der Herstellung einer Beschichtung und Eigenschaften einzelner Beschichtungslagen dargestellt.

[0037] Tabelle 1 - Prozessparameter

	Temperatur (°C)	Gaszusammensetzung/Gasfluss (l/min) bzw. TiCl_4 und CH_3CN (ml/min)
Beschichtungslage		
TiN	880 - 900	$\text{TiCl}_4/2,7$, $\text{N}_2/14$, $\text{H}_2/17$
MT-TiCN	750 - 850	$\text{CH}_3\text{CN}/0,5$, $\text{TiCl}_4/2,7$, $\text{N}_2/19$, $\text{H}_2/3$
AlTiN	750 - 850	$\text{HCl-AlCl}_3/2,7-0,9$, $\text{TiCl}_4/0,3$, $\text{NH}_3\text{-N}_2/0,9-4,5$, $\text{H}_2/64$

[0038] Tabelle 2 - Eigenschaften der Beschichtungslagen

Beschichtungslage	Schichtdicke (μm)		Zusammensetzung
	allgemein	bevorzugt	
TiN	≤ 2	0,25-0,75	TiN
MT-TiCN	1-10	2-5	$\text{TiC}_a\text{N}_{1-a}$, $a = 0,4-0,6$
AlTiN	1-10	3-8	$\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$, $x = 0,85 - 0,98$

[0039] Die äußerste Beschichtungslage 2 weist bei Betrachtung in einem Transmissionselektronenmikroskop zumindest in einem an die Zwischenschicht 3 anschließenden Bereich ein kolumnares Wachstum auf, wobei, wie aus Fig. 2 und 3 ersichtlich ist, sehr feine Lamellen vorliegen, die eine Lamellendicke von weniger als 25 nm aufweisen. Vermutet wird, dass die äußerste Beschichtungslage 2 auf der im Ausführungsbeispiel vorgesehenen Zwischenschicht 3 epitaktisch aufwächst. Schneideinsätze eines bestimmten Typs wurden wie vorstehend beschrieben beschichtet. Zum Vergleich wurde eine Vielzahl von strukturell analogen Schneidwerkzeugen mit alternativen Beschichtungen versehen, vornehmlich mit AlTiN-Beschichtungen samt Anbindungsschichten, wobei jeweils ein PVD-Verfahren zum Einsatz kam. Die so hergestellten Schneideinsätze wurden anschließend in Bezug auf eine Standzeit bei einer trockenen Bearbeitung von Stählen und Gusswerkstoffen getestet, wobei unter anderem ein Edelstahl für Kunststoffformen bearbeitet wurde. Die Schnittdaten waren wie folgt:

[0040] $v_c = 325 \text{ m/min}$

[0041] $n = 1653 \text{ U/min}$

[0042] $a_p = 3 \text{ mm}$

[0043] $a_e = 32 \text{ mm}$

[0044] $f_z = 0,30 \text{ mm/Z}$

[0045] $V_f = 496 \text{ mm/min}$

[0046] $\kappa = 45^\circ$

[0047] $D = 52$

[0048] $Z = 1$

[0049] Wie erwähnt wurde eine Vielzahl von Beschichtungen getestet. In Fig. 4a und 5a sind Fotografien der besten Schneidplatte mit einer mittels eines PVD-Verfahrens erstellten AlTiN-Beschichtungslage nach einer Einsatzzeit von 28 Minuten dargestellt. Wie aufgrund der Ausbrüche an der Freifläche (Fig. 4a) und der Spanfläche (Fig. 5a) klar ersichtlich ist, ist nach dieser Zeit ein Standzeitende gegeben. Im Gegensatz dazu ist bei analogen Schneideinsätzen, die wie zuvor dargelegt mittels eines CVD-Verfahrens mit der angegebenen Schichtfolge beschichtet waren, nach derselben Zeit lediglich ein minimaler Verschleiß erkennbar, und zwar sowohl an der Freifläche (Fig. 4b) als auch der Spanfläche (Fig. 5b). Ein Ende der Standzeit bzw. deutliche Verschleißerscheinungen konnten erst nach 49 Minuten festgestellt werden, was einer Standzeitverlängerung von 75 % entspricht.

[0050] In weiteren Versuchen konnten Standzeiterhöhungen bei Gusseisenwerkstoffen mit Zugfestigkeiten von mehr als 1000 N/mm^2 von bis zu 200 % im Vergleich mit Beschichtungen auf Basis von mit einem PVD-Verfahren erstellten äußersten AlTiN-Beschichtungslagen festgestellt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines beschichteten Körpers (1), wobei der Körper (1) bereitgestellt und auf dem Körper (1) eine mehrlagige Beschichtung abgeschieden wird, die zumindest eine Beschichtungslage (2) mit $Al_xTi_{1-x}N$ aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtungslage (2) mit $Al_xTi_{1-x}N$ auf einer TiCN-Beschichtungslage (3) mit länglichen Kristallen von TiCN abgeschieden wird, bei der Titan zu 0 bis 40 Mol-% durch Aluminium ersetzt ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die TiCN-Beschichtungslage (3) bei einer Temperatur von 800 °C bis 880 °C abgeschieden wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die TiCN-Beschichtungslage (3) mit einer Dicke von bis zu 7 μm , vorzugsweise 2 bis 5 μm , abgeschieden wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die TiCN-Beschichtungslage (3) aus einem Gas enthaltend oder bestehend aus Stickstoff, Wasserstoff, Acetonitril und Titan-tetrachlorid abgeschieden wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gas mit Stickstoff und Wasserstoff als Trägergas eingesetzt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gas mit einem höheren Stickstoffanteil als Wasserstoffanteil eingesetzt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtungslage (2) mit $Al_xTi_{1-x}N$ bei einer Temperatur gleich oder unterhalb einer Temperatur einer Abscheidung der TiCN-Beschichtungslage (3) abgeschieden wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtungslage (2) mit $Al_xTi_{1-x}N$ bei einer Temperatur von 800 °C bis 830 °C abgeschieden wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtungslage (2) mit $Al_xTi_{1-x}N$ aus einem ersten Gemisch von Stickstoff, Wasserstoff und Titan-tetrachlorid und einem zweiten Gemisch von Stickstoff und NH_3 abgeschieden wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtungslage (2) mit $Al_xTi_{1-x}N$ bei einem Druck von 20 bis 40 mbar abgeschieden wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtungslage (2) mit $Al_xTi_{1-x}N$ mit einer Dicke von 3 bis 10 μm abgeschieden wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Körper (1) aus einem Hartmetall eingesetzt wird, auf dem die mehrlagige Beschichtung abgeschieden wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf dem Körper (1) eine Anbindungsschicht (4) abgeschieden wird, auf der die TiCN-Beschichtungslage (3) abgeschieden wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Anbindungsschicht (4) aus TiN, vorzugsweise mit einer Dicke von weniger als 1,0 μm , abgeschieden wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Beschichtungslage, vorzugsweise alle, mittels eines CVD-Verfahrens abgeschieden werden.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Abscheidung der Anbindungsschicht (4) und nachfolgenden Abscheidung jeder Beschichtungslage (2, 3) jeweils eine Abscheidungstemperatur abgesenkt oder gehalten wird.

17. Beschichteter Körper (1) mit einer mehrlagigen Beschichtung, die zumindest eine Beschichtungslage (2) mit $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtungslage (2) mit $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ auf einer TiCN-Beschichtungslage (3) mit länglichen Kristallen von TiCN abgeschieden ist, bei der Titan zu 0 bis 40 Mol-% durch Aluminium ersetzt ist.
18. Beschichteter Körper (1) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die TiCN-Beschichtungslage (3) im Querschnitt längserstreckte Kristalle aufweist, die vorzugsweise überwiegend in einem Winkel von $\pm 30^\circ$ zu einer Oberflächennormalen des Körpers (1) verlaufen.
19. Beschichteter Körper (1) nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die TiCN-Beschichtungslage (3) eine durchschnittliche Zusammensetzung $\text{TiC}_a\text{N}_{1-a}$ mit a im Bereich von 0,3 bis 0,8, insbesondere 0,4 bis 0,6, aufweist.
20. Beschichteter Körper (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtungslage (2) mit $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ eine durchschnittliche Zusammensetzung $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ aufweist, wobei $x \geq 0,7$ ist und hexagonales AlN in einem Anteil von mehr als 0 bis zu 30 Mol-% vorliegt.
21. Beschichteter Körper (1) nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtungslage (2) mit $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ eine äußerste Beschichtungslage ist.
22. Beschichteter Körper (1) nach Anspruch 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtungslage (2) mit $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ eine Dicke von mehr als 4 bis 10 μm aufweist.
23. Beschichteter Körper (1) nach einem der Ansprüche 20 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Beschichtungslage (2) mit $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ $x \geq 0,75$, vorzugsweise $x \geq 0,80$, insbesondere $x \geq 0,85$, ist.
24. Beschichteter Körper (1) nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Anteil an hexagonalem AlN mehr als 12,5 Mol-%, vorzugsweise mehr als 15,0 Mol-%, insbesondere mehr als 20,0 Mol-%, beträgt.
25. Beschichteter Körper (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Beschichtungslage (2) zumindest 70 Mol-%, vorzugsweise 70 bis 80 Mol-%, kubische $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ -Phase enthalten ist.
26. Beschichteter Körper (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtungslage (2) mit $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{N}$ ganz oder zumindest teilweise Kristalle mit einer lamellaren Struktur aufweist.
27. Beschichteter Körper (1) nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass die lamellare Struktur der Kristalle Lamellen mit einer Dicke von weniger als 100 nm, vorzugsweise weniger als 50 nm, insbesondere weniger als 25 nm, aufweist.
28. Beschichteter Körper (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Körper (1) aus einem Hartmetall gebildet ist und am Körper (1) eine Anbindungsschicht (4) aus TiN, vorzugsweise mit einer Dicke von weniger als 1,0 μm , abgeschieden ist.
29. Beschichteter Körper (1) nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass die TiCN-Beschichtungslage (3) auf der Anbindungsschicht (4) abgeschieden ist.
30. Beschichteter Körper (1) nach einem der Ansprüche 17 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass alle Beschichtungslagen mittels CVD-Verfahren abgeschieden sind.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

1/5

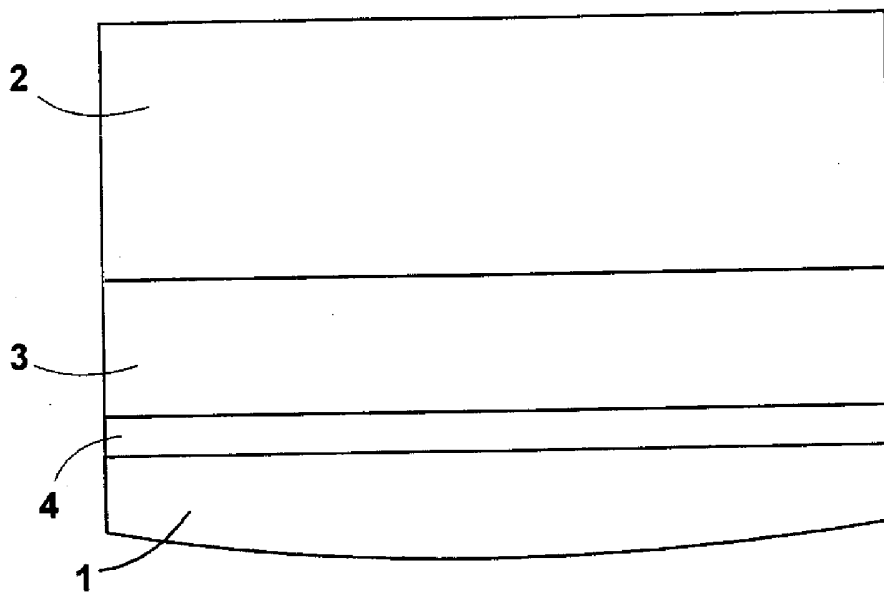
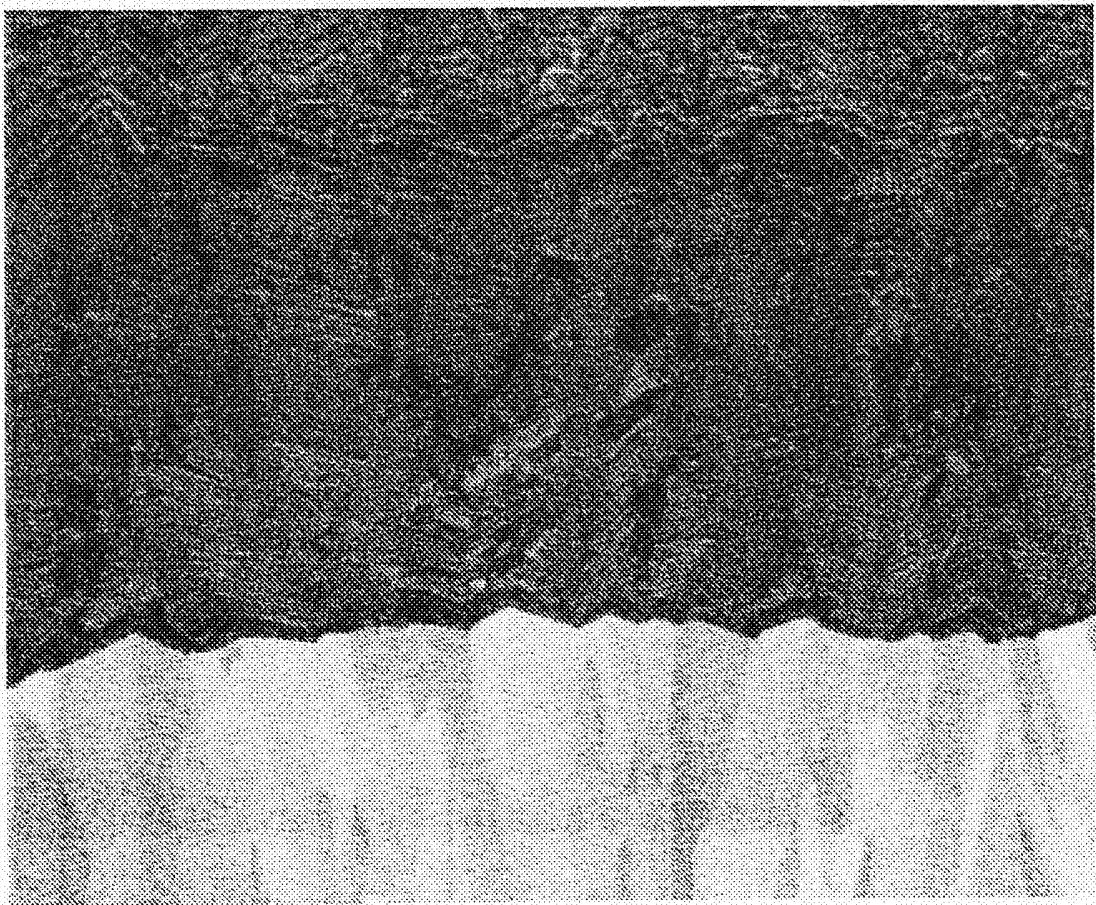


Fig. 1

2/5



200 nm

Fig. 2

3/5

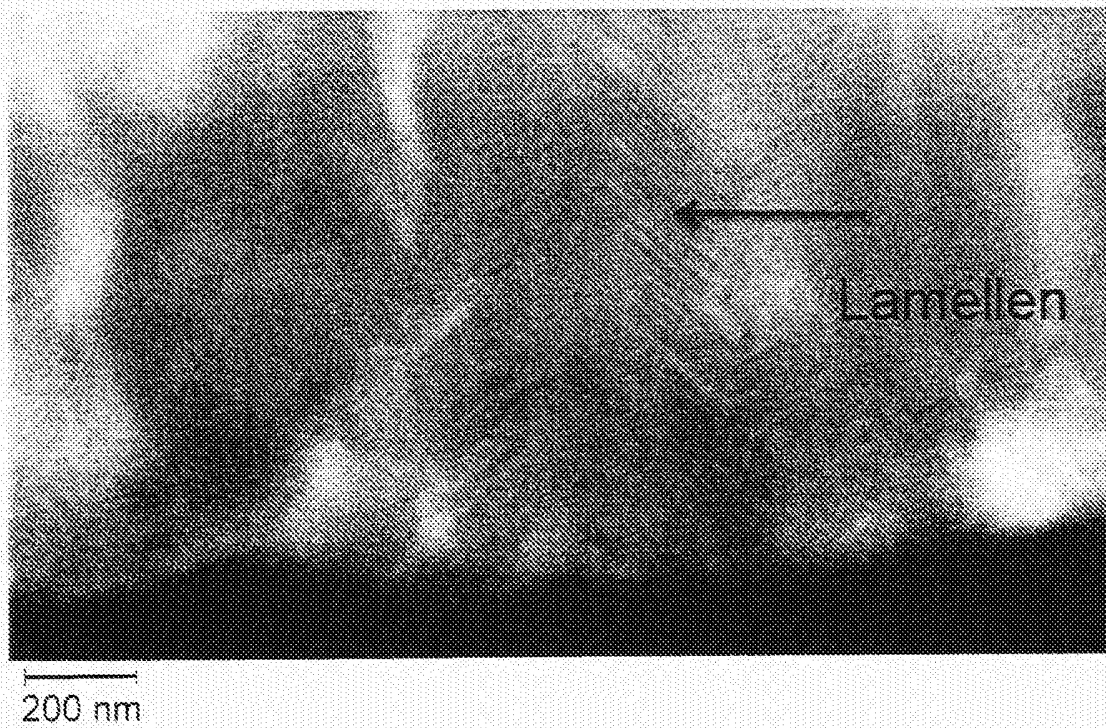


Fig. 3

4/5

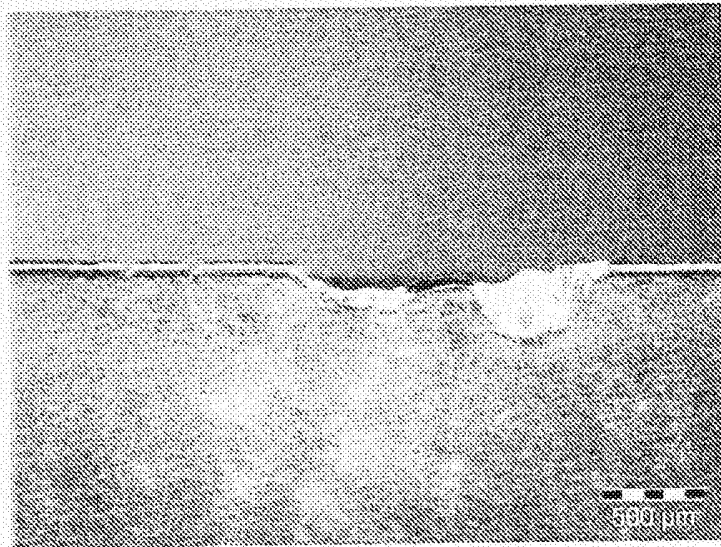


Fig. 4a

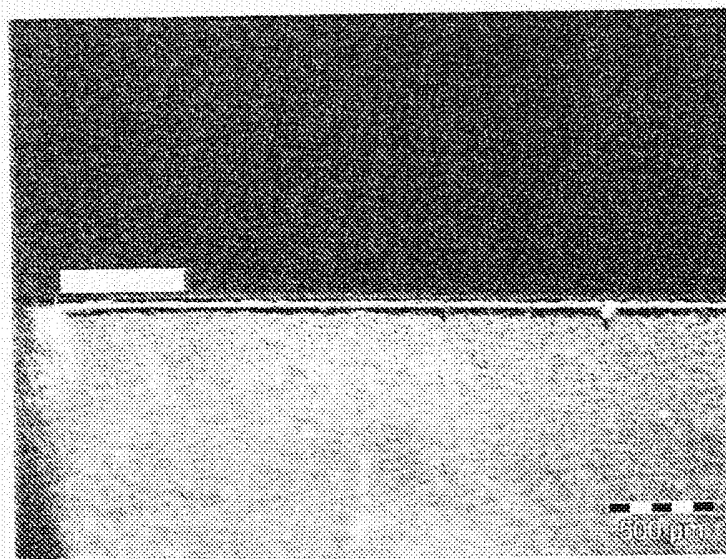


Fig. 4b

5/5

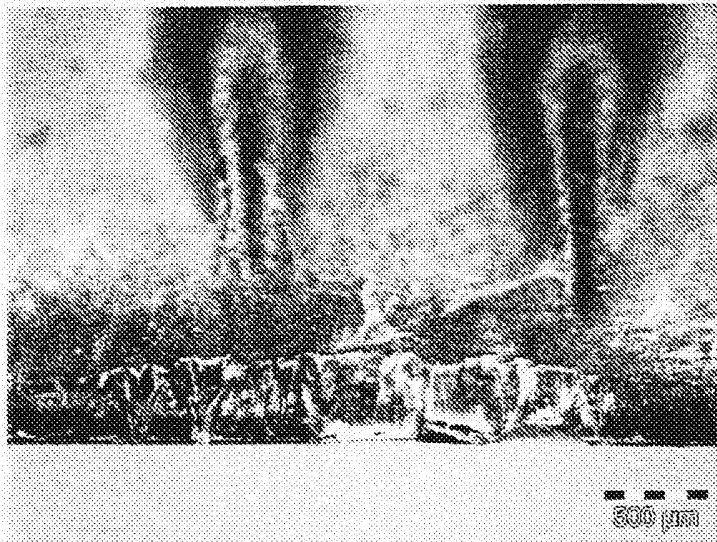


Fig. 5a

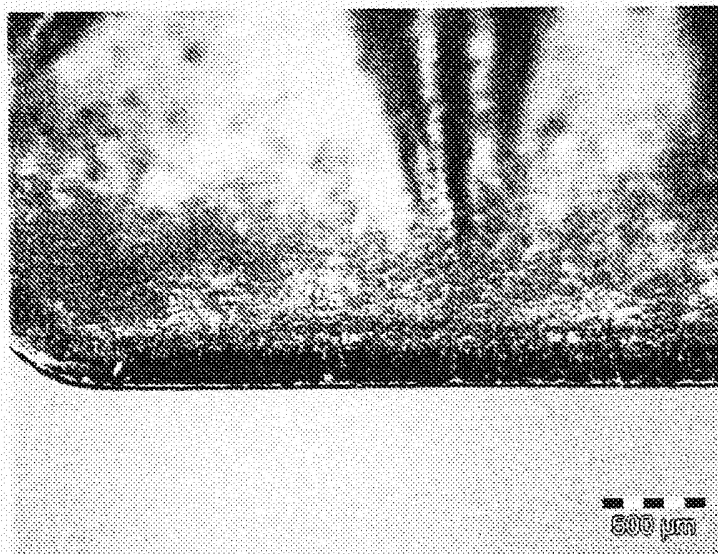


Fig. 5b