

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. September 2010 (23.09.2010)(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/106142 A1(51) Internationale Patentklassifikation:
C23C 14/08 (2006.01) C23C 30/00 (2006.01)

Leinfelden-Echterdingen (DE). ENGELHART, Wolfgang [DE/DE]; Im Baumgarten 12, 72555 Metzingen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/053551

(74) Anwälte: LIEKE, Winfried et al.; Postfach 61 45, 65051 Wiesbaden (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. März 2010 (18.03.2010)

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 001 675.9 19. März 2009 (19.03.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): WALTER AG [DE/DE]; Derendinger Straße 53, 72072 Tübingen (DE). EBERHARD KARLS UNIVERSITÄT TÜBINGEN [DE/DE]; Wilhelmstraße 5, 72074 Tübingen (DE).

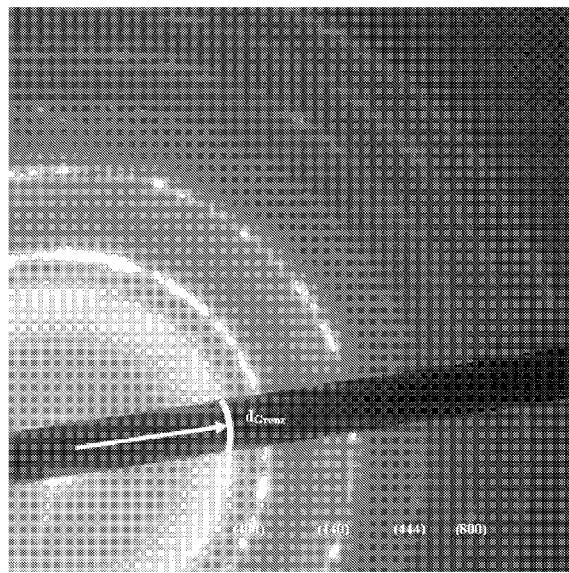
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): EIBL, Oliver [DE/DE]; Obere Birke 62, 72138 Kirchentellinsfurt (DE). SCHIER, Veit [DE/DE]; Obere Gärten 21/1, 70771

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CUTTING TOOL

(54) Bezeichnung : SCHNEIDWERKZEUG

Abb.1) Beugungsbild einer erfindungsgemäßen Aluminiumoxidschicht; d_{GRENZ} ist markiert und punktförmige Reflexe, die auf Ringen liegen, sind entsprechend Tabelle 1 indiziert.Diffraction image of an aluminum oxide layer according to the invention; d_{GRENZ} is marked and point-shaped reflections that lie on rings are indicated according to table 1.(57) **Abstract:** The invention relates to a cutting tool having a substrate base body and a single or multi-layered coating attached thereupon, wherein at least one layer of the coating is a metal oxide layer produced in the PVD process or in the CVD process and the metal oxide layer has a grain structure wherein there is structural disorder within a plurality of the existing grains that are characterized in that in electron diffraction images of the grains, point-shaped reflections occur up to a maximum lattice spacing d_{GRENZ} and for lattice spacing greater than d_{GRENZ} no point-shaped reflections occur, but rather a diffuse intensity distribution typical for amorphous structures.(57) **Zusammenfassung:** Schneidwerkzeug mit einem Substratgrundkörper und einer darauf aufgebrachten ein- oder mehrlagigen Beschichtung, wobei wenigstens eine Lage der Beschichtung eine im PVD-Verfahren oder im CVD- Verfahren hergestellte Metalloxidlage ist und die Metalloxidlage eine Kornstruktur aufweist, bei der innerhalb einer Mehrzahl der vorhandenen Körner strukturelle Unordnungen vorhanden sind, die dadurch charakterisiert sind, dass in den Elektronenbeugungsbildern der Körner bis zu einem maximalen Netzebenenabstand d_{GRENZ} punktförmige Reflexe auftreten und für Netzebenenabstände grösser d_{GRENZ} keine punktförmigen Reflexe auftreten, sondern eine für amorphe Strukturen typische diffuse Intensitätsverteilung.



TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

5

Schneidwerkzeug

10

Gegenstand der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Schneidwerkzeug mit einem Substratgrundkörper und einer darauf aufgebrachten ein- oder mehrlagigen Beschichtung, wobei wenigstens eine Lage der Beschichtung eine im PVD-Verfahren oder im CVD-Verfahren hergestellte Metalloxidlage ist.

15

Hintergrund der Erfindung

Schneidwerkzeuge bestehen aus einem Grundkörper, der beispielsweise aus Hartmetall, Cermet, Stahl oder Schnellarbeitsstahl hergestellt ist. Zur Erhöhung der Standzeiten oder auch zur Verbesserung der Schneideigenschaften wird auf den Grundkörper häufig eine ein- oder mehrlagige Beschichtung aufgebracht. Diese Beschichtung umfasst beispielweise metallische Hartstoffschichten, Oxidschichten und dergleichen. Zum Aufbringen der Beschichtung werden CVD-Verfahren (chemische Gasphasenabscheidung; chemical vapour deposition) und/oder PVD-Verfahren (physikalische Gasphasenabscheidung; physical vapour deposition) angewendet. Mehrere Lagen innerhalb einer Beschichtung können ausschließlich mittels CVD-Verfahren, ausgeschließlich mittels PVD-Verfahren oder durch eine Kombination dieser Verfahren aufgebracht werden.

Bei den PVD-Verfahren unterscheidet man zwischen verschiedenen Verfahrensvarianten, wie Magnetronputtern, Lichtbogenverdampfen (Arc-PVD), Ionenplattierung, Elektronenstrahlverdampfung und Laserablation. Magnetronputtern und Lichtbogenverdampfen zählen zu den am häufigsten für die Beschichtung von Werkzeugen angewendeten PVD-Verfahren. Innerhalb einzelner PVD-Verfahrensvarianten gibt es wiederum unterschiedliche Modifikationen, wie beispielweise ungepulstes oder gepulstes Magnetronputtern oder ungepulstes oder gepulstes Lichtbogenverdampfen usw.

35

Das Target im PVD-Verfahren kann aus einem reinen Metall oder einer Kombination von zwei oder mehr Metallen bestehen. Umfaßt das Target mehrere Metalle, so werden alle diese Metalle gleichzeitig in die bei dem PVD-Verfahren aufgebaute Lage einer Beschichtung eingebaut.

Das Mengenverhältnis der Metalle zueinander in der aufgebauten Lage wird von dem Mengenverhältnis der Metalle in dem Target abhängen, aber auch von den Bedingungen in dem PVD-Verfahren, da einzelne Metalle unter bestimmten Bedingungen in höheren Mengen aus dem Target herausgelöst werden und/oder sich in höheren Mengen auf dem Substrat abscheiden als 5 andere Metalle. Neben den reinen Metallen kommen in Targets auch oxidische, nitridische, carbidische Formen der Metalle oder Mischungen davon zum Einsatz.

Zur Erzeugung bestimmter Metallverbindungen werden dem Reaktionsraum des PVD-Verfahrens reaktive Gase zugeführt, wie z.B. Stickstoff zur Erzeugung von Nitriden, Sauerstoff 10 zur Erzeugung von Oxiden, kohlenstoffhaltige Verbindungen zur Erzeugung von Carbiden, Carbonitriden, Oxicarbiden etc. oder Gemische dieser Gase zur Erzeugung von entsprechenden Mischverbindungen.

Beim PVD-Verfahren wird an die zu beschichtenden Substrate in der Regel ein sogenanntes 15 Bias-Potential angelegt, um die für den Aufwachsprozess notwendige Oberflächenenergie und damit Atombeweglichkeit zu erreichen. Die Energie ist notwendig, um bei einer aufwachsenden Schicht kristalline Strukturen zu erzielen. Beim Aufbringen von isolierenden Schichten im PVD-Verfahren, was beispielsweise auf eine Vielzahl von Metalloxidverbindungen zutrifft, verringert 20 sich aufgrund der isolierenden Eigenschaften des Schichtmaterials das effektiv angelegte Bias-Potential während des Aufwachsprozesses mit zunehmender Schichtdicke, was die Aufwachsbedingungen an der Schichtoberfläche verschlechtert und im weiteren schließlich zum Aufwachsen von ausschließlich oder hauptsächlich amorphen Strukturen führen kann.

Ramm, J. et al., Pulse enhanced electron emission (P3eTM) arc evaporation and the synthesis of 25 wear resistant Al-Cr-O coatings in corundum structure, Surface & Coatings Technology 202 (2007), S. 876-883, beschreiben die Abscheidung von Aluminiumoxid-Chromoxid-Schichten durch gepulstes Lichtbogenverdampfen (Arc-PVD). Die abgeschiedenen Schichten zeigen zunächst eine Mischkristallstruktur.

30 Teixeira, V. et al., Deposition of composite and nanolaminate ceramic coatings by sputtering, Vacuum 67 (2002), S. 477-483, beschreiben das Abscheiden von dünnen Zirconiumoxid/Aluminiumoxid-Schichten im Nanometerbereich durch Magnetronspinnen. Die Schichten zeigen kristalline Anteile von Zirconiumoxid, aber lediglich amorphe Anteile an Aluminiumoxid. 35 Trinh, D. H. et al., Radio frequency dual magnetron sputtering deposition and characterization of nanocomposite Al2O3 - ZrO2 thin films, J. Vac. Sc. Techn. A 24(2), März/April 2006, S. 309-

316 beschreiben das Abscheiden sehr dünner Zirconiumoxid/Aluminiumoxid-Schichten im Nanometerbereich durch Magnetronputtern, welche kristalline Anteile an tetragonalem Zirconiumoxid zeigen, jedoch nur amorphe Anteile an Aluminiumoxid.

- 5 Die WO-A-2007/121954 beschreibt die Herstellung einer Hartstoffschicht auf einem Substrat mittels Magnetronzerstäuben, wobei die Hartstoffschicht die metallischen Elemente Al, Cr und Si sowie nicht-metallische Elemente aus der Gruppe B, C, N, O enthält. Der atomare Anteil von Sauerstoff an den nicht-metallischen Elementen ist grösser als 30%. Die Hartstoffschicht enthält bevorzugt kristalline Phasen und/oder Mischphasen im System Al-Cr-Si-O. Es können sich sowohl kubische Phasen der Raumgruppe Fd3m als auch hexagonale Phasen der Raumgruppe R-3C ausbilden.
- 10

- 15 Die EP-A-1 029 105 und die EP-A-1 253 215 beschreiben beschichtete Schneidwerkzeuge für die Metallbearbeitung mit einem Hartmetall-, Cermet- oder Keramikkörper und einer harten und verschleiß- und hitzebeständigen Beschichtung, die nach der DMS- (Duales Magnetron Sputtern) PVD-Methode abgeschieden ist, wobei wenigstens eine Schicht, vorzugsweise die äußenste, aus Al_2O_3 besteht und weitere Schichten, wenn überhaupt vorhanden, zwischen dem Werkzeugkörper und der Al_2O_3 -Schicht aus Metallnitriden und/oder -carbiden der Metallelemente Ti, Nb, Hf, V, Ta, Mo, Zr, Cr, W und/oder Al hergestellt sind. Die Al_2O_3 -Schichten bestehen aus 20 dichtem, feinkörnigem, kristallinem $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ und können auch andere Phasen aus der γ -Reihe enthalten.

- 25 Es sind somit rein kristalline und rein amorphe Systeme sowie Systeme mit kristallinen Körnern in amorpher Matrix aus dem Stand der Technik bekannt. Die kristallinen Phasen umfassen binäre Systeme oder Mischkristalle bekannter Kristallsysteme.

- 30 Als Verfahren zur Untersuchung von Metalloxidschichten werden Röntgen- und Elektronenbeugung verwendet, um die in der Kristallstruktur auftretenden Netzebenenabstände (d-Werte) zu bestimmen und/oder um amorphe Strukturen nachzuweisen. Hierbei ist die Elektronenbeugung gegenüber der Röntgenbeugung wegen der geringeren Wellenlänge zur Untersuchung fehlgeordneter Körner mit Korngrößen von 10-50 nm vorteilhafter.

Aufgabe

- 35 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand darin, gegenüber dem Stand der Technik verbesserte beschichtete Schneidwerkzeuge bereitzustellen, insbesondere solche, die gegenüber

Schneidwerkzeugen mit ähnlichem Beschichtungsaufbau eine höhere Härte, verbesserte Verschleißeigenschaften und/oder verbesserte (verminderte) Wärmeleitfähigkeit besitzen.

Beschreibung der Erfindung

- 5 Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe durch ein Schneidwerkzeug mit einem Substratgrundkörper und einer darauf aufgebrachten ein- oder mehrlagigen Beschichtung, wobei wenigstens eine Lage der Beschichtung eine im PVD-Verfahren oder im CVD-Verfahren hergestellte Metalloxidlage ist und
- 10 10 die Metalloxidlage eine Kornstruktur aufweist, bei der innerhalb einer Mehrzahl der vorhandenen Körner strukturelle Unordnungen vorhanden sind, die dadurch charakterisiert sind, dass in den Elektronenbeugungsbildern der Körner bis zu einem maximalen Netzebenenabstand d_{GRENZ} punktförmige Reflexe auftreten und für Netzebenenabstände größer d_{GRENZ} keine punktförmigen Reflexe auftreten, sondern eine für amorphe Strukturen typische Intensitätsverteilung.
- 15 15 Das bevorzugte Verfahren der Elektronenbeugung ist Transmissionselektronenmikroskopie (TEM), jedoch sind auch andere Verfahren zur Erzeugung von Elektronenbeugungsbildern bekannt und geeignet.
- 20 20 Die für amorphe Strukturen typische Intensitätsverteilung ist auch als diffus zu bezeichnen. Wenn hierin von einer Mehrzahl der vorhandenen Körner die Rede ist, die die erfindungsgemäße Struktur aufweisen, dann ist damit gegenüber weiteren Körnern in der gleichen Lage eine überwiegende Anzahl gemeint, vorzugsweise über 50%, besonders bevorzugt über 70%, ganz besonders bevorzugt über 90%.
- 25 25 Elektronenbeugungsbilder der erfindungsgemäßen Kornstruktur in der Metalloxidlage wurden bezüglich der d -Werte (Netzebenenabstände) ausgewertet und es ergab sich für die erfindungsgemäße mit Unordnung behaftete Kristallstruktur der Körner der Metalloxidlage, dass punktförmige Reflexe nur bis zu einem gewissen d -Wert auftraten (d_{GRENZ}) und für größer Netzebenenabstände d (kleinere Streuwinkel) oberhalb d_{GRENZ} keine punktförmigen Reflexe, die auf Ringen angeordnet waren, mehr beobachtet wurden, sondern eine Intensitätsverteilung der gestreuten Elektronen, wie sie amorphe Strukturen zeigen. Bei einem Vergleich der experimentell erhaltenen d -Werte mit den zu erwartenden d -Werten (die für die jeweilige Verbindung tabelliert zur Verfügung stehen (z.B. ICSD Datenbank)) stellte man fest, dass Reflexe fehlten, 30 30 die einen d -Wert größer d_{GRENZ} aufweisen sollten. Im Beugungsbild der erfindungsgemäßen
- 35 35 die einen d -Wert größer d_{GRENZ} aufweisen sollten. Im Beugungsbild der erfindungsgemäßen

Struktur fehlt bei Netzebenenabständen größer als d_{GRENZ} also mindestens ein Reflex, den man bei der geordneten Struktur der gleichen Verbindung finden bzw. erwarten würde.

- Ein Beugungsbild wie es typisch für eine solche erfundungsgemäße Kristallstruktur einer Metall-oxidlage ist, ist in Abb. 1 für eine Aluminiumoxidschicht gezeigt. Der d-Wert d_{GRENZ} ist eingetragen und zeigt, dass punktförmige Reflexe auf Ringen angeordnet nur für d-Werte $d < c$ beobachtet werden. Im Beugungsbild steigt der d-Wert zum Mittelpunkt der Ringe bzw. der scheibenförmigen Reflexe hin an.
- 5 Die nachfolgende Tabelle 1 zeigt die experimentell bestimmten d-Werte im Vergleich zu den für Gamma Aluminiumoxid erwarteten d-Werten. In diesem Fall betrug d_{GRENZ} 0,2 nm und alle Reflexe mit Netzebenenabstand $> 0,2\text{ nm}$, die für die Kristallstruktur von Gamma Aluminiumoxid auftreten sollten, wurden nicht beobachtet. Der Grenzwert d_{GRENZ} kann aus elektronenmikroskopischen Beugungsbildern genau bestimmt werden und ermöglicht so, die Unordnung der Kristallstruktur in der Metalloxidlage zu quantifizieren. Der Nachweis, dass es sich tatsächlich bei den Körnern in der Metalloxidlage um eine Struktur mit fehlender Fernordnung handelt, ist dadurch erbracht, dass in einem Bereich des Beugungsbilds ($d < d_{GRENZ}$) punktförmige Reflexe auftreten, die auf Ringen angeordnet sind, und im komplementären Bildbereich ($d > d_{GRENZ}$) ein Intensitätsprofil auftritt, wie es für amorphe Strukturen typisch ist, und dass ein Korn anteilig 15 seinem Kornvolumen in beide Bildbereiche des Beugungsbildes Intensitätsbeiträge liefert. Letzteres wurde über Dunkelfeldbilder im TEM nachgewiesen.
- 10 Die nachfolgende Tabelle 1 zeigt die experimentell bestimmten d-Werte im Vergleich zu den für Gamma Aluminiumoxid erwarteten d-Werten. In diesem Fall betrug d_{GRENZ} 0,2 nm und alle Reflexe mit Netzebenenabstand $> 0,2\text{ nm}$, die für die Kristallstruktur von Gamma Aluminiumoxid auftreten sollten, wurden nicht beobachtet. Der Grenzwert d_{GRENZ} kann aus elektronenmikroskopischen Beugungsbildern genau bestimmt werden und ermöglicht so, die Unordnung der Kristallstruktur in der Metalloxidlage zu quantifizieren. Der Nachweis, dass es sich tatsächlich bei den Körnern in der Metalloxidlage um eine Struktur mit fehlender Fernordnung handelt, ist dadurch erbracht, dass in einem Bereich des Beugungsbilds ($d < d_{GRENZ}$) punktförmige Reflexe auftreten, die auf Ringen angeordnet sind, und im komplementären Bildbereich ($d > d_{GRENZ}$) ein Intensitätsprofil auftritt, wie es für amorphe Strukturen typisch ist, und dass ein Korn anteilig 20 seinem Kornvolumen in beide Bildbereiche des Beugungsbildes Intensitätsbeiträge liefert. Letzteres wurde über Dunkelfeldbilder im TEM nachgewiesen.

Tabelle 1

tabellierte Daten		experimentell bestimmte d-Werte
hkl	d-Werte [Å]	
111	4,58	---
220	2,81	---
311	2,39	---
222	2,29	---
400	1,98	1,96
422	1,62	1,51
511	1,52	1,38
440	1,40	1,18
444	1,14	1,13
		0,99
		0,87
		0,80

Die in der Beschichtung des erfindungsgemäßen Werkzeugs vorhandene Metalloxidlage besitzt eine neuartige Struktur, die sich am besten durch Elektronenbeugung, vorzugsweise Transmissionselektronenmikroskopie (TEM), aber auch in Kombination mit Röntgenbeugung (XRD), nachweisen lässt. Im Elektronenbeugungsbild ist erkennbar, dass innerhalb der für die neue

- 5 Struktur charakteristischen Körner eine strukturelle Unordnung vorhanden ist, aber dennoch eine Art der Fernordnung bzw. Kristallinität vorliegen muss. Alternativ lässt sich die neuartige Struktur auch durch eine Kombination aus Röntgenbeugung (XRD) und Härtemessung nachweisen. Die neuartige Struktur zeigt im XRD wenige aber breite Reflexe und eine sehr hohe 10 Intensität des Untergrunds. Sie besitzt gegenüber einer rein amorphen Struktur gleicher Zusammensetzung eine deutlich höhere Härte. Anspruchsgemäß wird die neuartige Struktur hierin jedoch über die Elektronenbeugungsdaten definiert.

Die hierin angegebene Definition der erfindungsgemäßen Metalloxidlage unter Bezugnahme auf die Ergebnisse der Elektronenbeugung unterscheidet Körner der erfindungsgemäßen Metall-

- 15 oxidlage von rein kristallinen oder polykristallinen Strukturen, von amorphen Strukturen oder von Strukturen mit polykristallinen Anteilen in amorpher Matrix. Die Elektronenbeugungsbilder der erfindungsgemäßen Metalloxidlage bzw. der Kornstrukturen in dieser Metalloxidlage entsprechen keiner der vorgenannten Strukturen, ähneln aber am ehesten Strukturen mit polykristallinen Anteilen in einer amorphen Matrix. Allerdings liegen bei solchen Strukturen kristalline 20 Anteile eingebettet in amorphe Bereiche oder neben amorphen Bereichen vor. Die Elektronenbeugungsbilder solcher Strukturen unterscheiden sich von den Elektronenbeugungsbildern der erfindungsgemäßen Strukturen in den hierin beschriebenen charakteristischen Merkmalen, so dass für den Fachmann eine eindeutige Unterscheidung einfach möglich ist.

- 25 Ohne dass die Erfinder sich hiermit an eine Theorie binden wollen, ist die Besonderheit der erfindungsgemäßen Struktur nach den Ergebnissen der Elektronenbeugungsbilder darin zu sehen, dass einzelne Körner sowohl Elektronenbeugungsreflexe zeigen, die typisch für kristalline Strukturen sind, als auch solche, die typisch für nicht-kristalline Strukturen sind. Interpretiert und bezeichnet wird dies hierin als „strukturelle Unordnung“ in einem ansonsten kristallin erscheinenden Korn.

Mit den erfindungsgemäßen Strukturen gehen überraschenderweise wenigstens zwei vorteilhafte Eigenschaften der Beschichtung des Substratgrundkörpers und damit des gesamten Schneidwerkzeugs einher. Es wurde festgestellt, dass Beschichtungen mit einer Metalloxidlage

- 35 der erfindungsgemäßen Art eine erheblich höhere Härte (Vickers-Härte) aufweisen können als kristalline Metalloxidlagen, welche die gleiche oder ähnliche Zusammensetzung und Dicke auf-

weisen, die jedoch nicht die charakteristische strukturelle Unordnung besitzen bzw. die charakteristischen Elektronenbeugungsergebnisse liefern. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die wenigstens eine Metalloxidlage gegenüber einer rein kristallinen Metalloxidlage gleicher Zusammensetzung und Dicke eine um 10 %, vorzugsweise um 20 %, weiter bevorzugt um 40 %, besonders bevorzugt um 70 % höhere Vickers-Härte auf.

Beispielsweise wurde für eine mittels CVD abgeschiedene grobkristalline Aluminiumoxid-Lage (3 µm Dicke; nicht erfindungsgemäß) eine Vickers-Härte von 1700 HV gemessen. Zum Vergleich wurde mittels dualem Magnetron-PVD-Verfahren eine Aluminiumoxid-Lage gleicher Dicke (3 µm) der erfindungsgemäßen Art abgeschieden und eine Vickers-Härte von 2300 HV bestimmt. Bei einer mittels dualem Magnetron-PVD-Verfahren mit einem gemischten Target (70 At.-% Al und 30 At.-% Cr) abgeschiedenen Aluminium-Chromoxid-Lage der erfindungsgemäßen Art wurde eine Vickers-Härte von 3800 HV gemessen.

- 15 Die erfindungsgemäßen Strukturen, die sich im Elektronenbeugungsbild eindeutig von nicht-erfindungsgemäßen Strukturen mit ansonsten gleicher chemischer Zusammensetzung und Schichtdicke unterscheiden lassen, zeigen also eine deutliche Härtesteigerung gegenüber den entsprechenden kristallinen oder grob kristallinen Strukturen.
- 20 Ohne sich an eine Theorie binden zu wollen, erklären sich die Erfinder die außerordentliche Härtesteigerung der erfindungsgemäßen Schichten gegenüber kristallinen Schichten oder Schichten mit kristallen in amorpher Matrix nach dem Stand der Technik mit einer Veränderung der relativen Gleitfähigkeit der Netzebenen gegeneinander. Plastische Deformation geschieht in kristallinen Systemen der anmeldungsgemäßen Art durch ein Abgleiten der kristallinen Netzebenen gegeneinander, wobei die Netzebenen in dichtest gepackten Strukturen besonders bevorzugte Gleitebenen sind. Störungen der Gitterstrukturen durch starke Unordnung erschweren das Abgleiten der Netzebenen, vermindern so die Deformationsfähigkeit und erhöhen damit die Härte.
- 25 Des weiteren zeigen die erfindungsgemäßen Lagen gegenüber rein kristallinen Systemen eine geringere Wärmeleitfähigkeit, was erhebliche Vorteile für die Standzeiten der Werkzeuge mit sich bringen kann. Mit Blick auf die Ergebnisse der Elektronenbeugung und der XRD-Messungen erklären sich die Erfinder die Reduktion der Wärmeleitfähigkeit gegenüber entsprechenden rein kristallinen Systemen damit, dass die strukturelle Unordnung in den Körnern zu einer erhöhten Phononenstreuung aufgrund reduzierter freier Weglängen in den gestörten Strukturen führt. Messungen zeigten, dass eine erfindungsgemäße Al_2O_3 -Schicht eine um etwa

10% geringere spezifische Wärmeleitfähigkeit aufwies als eine grobkristalline Al_2O_3 -Schicht, die im CVD-Verfahren abgeschieden wurde. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die wenigstens eine Metallocidlage daher gegenüber einer rein kristallinen Metallocidlage gleicher Zusammensetzung und Dicke eine um wenigstens 5 %, vorzugsweise um wenigstens 5 10 %, besonders bevorzugt um wenigstens 15 % geringere Wärmeleitfähigkeit auf.

Es folgen weitere vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

In einer Ausführungsform der Erfindung enthält die Metallocidlage Körner aus Aluminiumoxid, 10 Aluminium-Chrom-Oxid, Aluminium-Chrom-Silizium-Oxid, Chrom-Oxid, Silizium-Oxid, Yttrium-Zirkonium-Oxid, Yttrium-Chrom-Oxid oder gemischten Oxiden der Metalle Al, Cr, Y, V, W, Ni, Ta, Mo, Zr, Hf und/oder Si oder die Metallocidlage besteht aus Körner aus diesen Stoffen.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung enthält die Metallocidlage weiterhin unvermeidliche Verunreinigungen und/oder herstellungsbedingte Rückstände, vorzugsweise Argon (Ar), Stickstoff (N_2) und/oder Helium (He).

Die Körner in der erfindungsgemäßen Metallocidlage besitzen zweckmäßigerweise mittlere Korngrößen im Bereich von 2 nm bis 5000 nm, bevorzugt 5 nm bis 2000 nm, weiter bevorzugt 20 10 nm bis 1000 nm, besonders bevorzugt 20 nm bis 100 nm.

Die wenigstens eine erfindungsgemäße Metallocidlage kann mit Vorteil mittels dualem Magnetron-PVD-Verfahren mit folgenden Abscheidungsparametern abgeschieden werden:

Substrattemperatur von 300 bis 800 °C, vorzugsweise von 450 bis 650 °C, besonders 25 bevorzugt etwa 550 °C,
Substratvorspannung von -300 bis 0 V, vorzugsweise etwa -150 V,
Leistung von 5 bis 50 kW, vorzugsweise etwa 20 kW,
Sauerstofffluss von 50 bis 300 sccm, vorzugsweise 150 sccm, mit 0,2 bis 0,6 Pa Ar-Gas.

30 In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung liegt die Dicke der wenigstens einen Metallocidlage im Bereich von 0,2 bis 20 µm, vorzugsweise im Bereich von 0,5 bis 10 µm, besonders bevorzugt im Bereich von 1 bis 5 µm.

Die wenigstens eine erfindungsgemäße Metallocidlage wird bevorzugt mittels PVD-Verfahren 35 hergestellt, die besonders bevorzugt unter High Power-Impuls-Magnetron-Sputtern (HIPIMS),

reaktivem Magnetron-Sputtern (rMS), Lichtbogenverdampfen (Arc-PVD), Ionenplattierung, Elektronenstrahlverdampfung und Laserablation ausgewählt sind.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfaßt die Beschichtung neben der wenigstens einen Metalloxidlage weitere Lagen, ausgewählt unter Carbiden, Nitriden, Oxiden, Carbonitriden, Oxinitriden, Oxicarbiden, Oxicarbonitriden, Boriden, Boronitriden, Borocarbide, Boro-carbonitride, Borooxinitride, Borooxocarbide, Borooxocarbonitride, Oxo-boronitriden der Elemente der Gruppen IVa bis VIIa des Periodensystems und/oder des Aluminiums und/oder des Siliziums, einschließlich gemischtmetallischen Phasen sowie Phasengemischen der vorgenannten 10 Verbindungen.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der Substragrundkörper aus Hartmetall, Cermet, Stahl oder Schnellarbeitsstahl (HSS) hergestellt.

15 Messmethoden

1. Elektronenbeugung (TEM)

Wenn hierin auf Elektronenbeugungsversuche Bezug genommen wird, so sind dies TEM-20 Messungen, die mit folgenden Bedingungen, Meßparametern, Geräten etc. durchgeführt werden.

Transmissionselektronen-Mikroskop:

a) Zeiss 912 Omega

25 Quelle LaB6

Feinbereichsblende für Elektronenbeugung: 750 nm

oder

b) Jeol 2000FXII

Quelle LaB6

30 Feinbereichsblende für Elektronenbeugung: 200 nm

Probenpräparation: oberflächenparallel

Von einem beschichteten Substratkörper wird eine 300 µm dicke Probe mit der abgeschiedenen Beschichtung parallel zur Substratoberfläche hergestellt, auf 100 µm gedünnt, mit einem Ultraschallkernlochbohrer zurecht geschnitten und mit der Beschichtungsseite auf einen Schleifhalter geklebt. Anschließend wird die Probe durch Schleifen auf Diamantfolie mit verschiedenen

Körnungen (50 µm, 25 µm, 9 µm und 3 µm) von der Substratseite her manuell auf 20 µm gedünnt. Anschließend wird ein Al-Ring aufgeklebt und die Probe in der Ionenätzanlage (Baltec RES 100) mit 4kV bei 25mA von der Substratseite mit Argonionen geätzt und gedünnt, bis sie elektronentransparent ist.

5

Probenpräparation: Querschnitt

Von einem beschichteten Substratkörper wird durch Abtrennen des Substratmaterials parallel zur Substratoberfläche eine Probe mit einer Restdicke von 1mm mit der abgeschiedenen Beschichtung hergestellt. Zwei der 1mm dicken Reststücke werden an den Oberflächen (Beschichtungsaußenseiten; face to face) zusammengeklebt, ein Streifchen von dem Sandwich heruntergesägt und das Streifchen in ein Röhrchen eingebettet. Das Röhrchen wird in Scheibchen zersägt, die Scheibchen werden von beiden Seiten mit Diamantfolie poliert, und beide Seiten werden gedimpelt. Von beiden Seiten wird mit der Ionenätzanlage PIPS mit 4kV bei 25 mA geätzt.

15

2. XRD

Wenn hierin auf XRD-Messungen Bezug genommen wird, so sind diese mit folgenden Bedingungen, Meßparametern, Geräten etc. durchgeführt worden.

20

Die XRD-Messungen wurden in einem Mikrodiffraktometer der Firma Bruker unter Verwendung einer Strahlungsquelle mit einer Kobalt-Kathode, einer Anodenspannung von 30kV; einem Anodenstrom von 30mA, einem Graphit-Primärmonochromator (damit von der Quelle nur die Co-K α -Strahlung verwendet wird) durchgeführt. Der Detektor war ein Bruker XAS D8-GADDS Discovery Detector. Der Röntgenstrahl wurde mit einer Monokapillare auf einen Durchmesser von 300µm fokussiert.

Messgeometrie: Streifender Einfall (Einfallsinkel konstant, Bragg-Winkel wurde variiert)

3. Bestimmung der Vickers-Härte

30

Wenn hierin auf Vickers-Härte-Messungen Bezug genommen wird, so sind diese mit folgenden Bedingungen, Meßparametern, Geräten etc. durchgeführt worden.

Härtmessungen wurde auf einem Fischerscope@H100 (Helmut Fischer GmbH, Sindelfingen, Deutschland) mit einer Prüflast von 15 mN bei einer Belastungsdauer von 1 min (Belastungsrate = 15 mN/min) durchgeführt. Als Prüfspitze wurde eine Vickers Pyramide verwendet. Die Auf-

lösung der Eindringtiefe war $\pm 2\text{nm}$, und die Auflösung der Last war $\pm 0.04\text{mN}$. Vor der Messung wurde die Probe wegen der Oberflächenrauheit poliert und entmagnetisiert.

4. Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit

5 Wenn hierin auf Wärmeleitfähigkeits-Messungen Bezug genommen wird, so sind diese mit folgenden Bedingungen, Meßparametern, Geräten etc. durchgeführt worden.

10 Für die Messung der Wärmeleitfähigkeit wird ein Substrat mit einer Beschichtung auf genau einer der Oberflächen homogen auf eine Temperatur von 81 °C aufgeheizt. Anschließend wird die Beheizung abgebrochen und das Substrat mit der beschichteten Seite auf ein großes, gut wärmeleitendes Metallstück aufgelegt. Das Substrat dient bei dieser Messung als Wärmereservoir. Das große, gut wärmeleitende Metallstück dient als Wärmebad mit näherungsweise konstanter Temperatur, die unterhalb der Aufheiztemperatur des Substrates liegt, vorzugsweise bei 15 Raumtemperatur. Durch die Beschichtung fließt ein Wärmestrom vom Wärmereservoir zum Wärmebad, wodurch sich das Substrat abkühlt. Die Messgröße ist die Substrattemperatur auf der der Beschichtung abgewandten Seite des Substrates als Funktion der Zeit. Aus der Abkühlkurve wird die spezifische Wärmeleitungskonstante bestimmt. Das Experiment wird unter gleichen Bedingungen für die verschiedenen zu vergleichenden Schichten durchgeführt.

20 Die neuartige Beschichtung der vorliegenden Erfindung eröffnet ein breites Spektrum an Möglichkeiten zur Verbesserung und/oder Anpassung der Verschleißfestigkeit, der Standzeiten und/oder der Schneideigenschaften von Schneidwerkzeugen.

25 Die Verschleißbeständigkeit, Standfestigkeit und Schneideigenschaften einer Beschichtung auf einem Schneidwerkzeug hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie beispielsweise dem Material des Grundkörpers des Schneidwerkzeugs, der Abfolge, Art und Zusammensetzung der in der Beschichtung vorhandenen Lagen, der Dicke der verschiedenen Lagen und nicht zuletzt der Art der mit dem Schneidwerkzeug durchgeführten Schneidoperation. Für ein und dasselbe 30 Schneidwerkzeug können sich unterschiedliche Verschleißfestigkeiten in Abhängigkeit von der Art des zu bearbeitenden Werkstücks, dem jeweiligen Bearbeitungsverfahren und den weiteren Bedingungen während der Bearbeitung, wie beispielweise Entwicklung hoher Temperaturen oder Verwendung korrosiver Kühlflüssigkeiten, ergeben. Darüber hinaus unterscheidet man zwischen verschiedenen Verschleißarten, die je nach Bearbeitungsvorgang die Nutzungsdauer 35 eines Werkzeugs, d. h. seine Standzeit, stärker oder geringer beeinflussen können. Die Weiterentwicklung und Verbesserung von Schneidwerkzeugen ist daher stets im Hinblick darauf zu

betrachten, welche Werkzeugeigenschaften verbessert werden sollen, und unter vergleichbaren Bedingungen gegenüber dem Stand der Technik zu beurteilen.

- Eine wesentliche Eigenschaft von Schneidwerkzeugen, die durch die erfindungsgemäße Beschichtung gegenüber dem Stand der Technik mit Beschichtungen aus den gleichen Materialien verbessert wird, ist die Härte einer solchen Beschichtung. Die deutlich höhere Härte der erfindungsgemäßen Beschichtung wird auf die einzigartigen strukturellen Eigenschaften zurückgeführt, die bei der erfindungsgemäßen Beschichtung gemäß TEM-Messungen vorliegen.
- 10 Die bei erfindungsgemäßen Beschichtungen überraschend erreichte Reduzierung der Wärmeleitfähigkeit der Metalloxidlage und damit üblicherweise auch der Gesamtbeschichtung wirkt sich sehr positiv im Einsatz solcher Schneidwerkzeuge bei der Zerspanung von Metallen und Verbundmaterialien aus. Die reduzierte Wärmeleitfähigkeit führt zu einer verbesserten Thermoschockbeständigkeit und damit zu erhöhter Kammrissfestigkeit.
- 15 Es versteht sich von selbst, dass sämtliche Einzelmerkmale, wie sie für bestimmte erfindungsgemäße Ausführungsformen hierin beschrieben sind, soweit dies technisch sinnvoll und möglich ist, mit allen übrigen beschriebenen Merkmalen erfindungsgemäßer Ausführungsformen kombinierbar sind und solche Kombinationen als im Rahmen dieser Beschreibung offenbar 20 angesehen werden. Auf die einzelne Benennung sämtlicher möglicher Kombinationen wird hierin lediglich aus Gründen der besseren Lesbarkeit verzichtet.

Weitere Vorteile, Merkmale und Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden Beispiele erläutert.

- 25
- ### **Beispiele**
- In einer PVD-Beschichtungsanlage (Flexicoat; Hauzer Techno Coating BV, Venlo, Niederlande) wurden Hartmetallsubstrate im dualen Magnetron-Verfahren mit einer einlagigen Beschichtung 30 versehen. Die Substratgeometrie war SEHW120408 bzw. ADMT160608-F56 (nach DIN-ISO 1832). Vor der Abscheidung der Lagen wurde die Anlage auf 1×10^{-5} mbar evakuiert und die Hartmetalloberfläche durch Argon-Ionenätzen mit 170 V Vorspannung gereinigt.

Beispiel 1Metalloxid: Al_2O_3

- PVD-Verfahren: duales Magnetron
- Target: Al-Rechtecktarget (81 cm x 16 cm)
- Abscheidung: Substrattemperatur: 550 °C
Substratvorspannung: -150 Volt (DC gepulst 100 kHz, 2 µs Off-Time)
Leistung: 20 kW
Sauerstofffluss: 150 sccm mit 0,6 Pa Ar-Gas
Schichtdicke: 2,1 µm

10

Vergleichsbeispiel 1Metalloxid: Al_2O_3

- PVD-Verfahren: Single-Magnetron
- Target: Al-Rechtecktarget (81 cm x 16 cm)
- Abscheidung: Substrattemperatur: 550 °C
Substratvorspannung: -120 Volt
Leistung: 10 kW
Sauerstofffluss: 150 sccm mit 0,6 Pa Ar-Gas
Schichtdicke: 1,9 µm

20

Beispiel 2Metalloxid: $(\text{Al}, \text{Cr})_2\text{O}_3$

- PVD-Verfahren: duales Magnetron
- Target: Al/Cr-(70/30 At.-%)-Rechtecktarget (81 cm x 16 cm)
- Abscheidung: Substrattemperatur: 550 °C
Substratvorspannung: -100 Volt (DC gepulst 70 kHz, 4 µs Off-Time)
Leistung: 20 kW
Sauerstofffluss: 150 sccm mit 0,2 Pa Ar-Gas
Schichtdicke: 3,3 µm

30

Vergleichsbeispiel 2Metalloxid: $(\text{Al}, \text{Cr})_2\text{O}_3$

- PVD-Verfahren: Lichtbogenverdampfen
- Target: Al/Cr-(70/30 At.-%)-Rundquelle (16 cm Durchmesser)
- Abscheidung: Substrattemperatur: 550 °C
Verdampferstrom: 2 x 160 A
Biasvorspannung: -60 V (bipolar)
Sauerstofffluss: 500 sccm (kein Ar-Gas)
Schichtdicke: 2,5 µm

40

Die Ergebnisse der TEM-Messungen zeigten, dass die Al_2O_3 - und $(\text{Al}, \text{Cr})_2\text{O}_3$ -Schichten gemäß den Beispielen 1 und 2 die erfindungsgemäße Struktur aufwiesen, bei der innerhalb einer Mehrzahl der vorhandenen Körner eine strukturelle Unordnungen vorhanden ist, aber dennoch eine Art der Fernordnung bzw. Kristallinität vorliegt. Die Beschichtungen zeigen zudem im XRD wenige aber breite Reflexe und eine sehr hohe Intensität des Untergrunds.

45

Im Gegensatz dazu zeigten die Ergebnisse der TEM- und XRD-Messungen weiterhin, dass die Al_2O_3 -Schicht gemäß Vergleichsbeispiel 1 vollständig amorph war und die $(\text{Al}, \text{Cr})_2\text{O}_3$ -Schicht gemäß Vergleichsbeispiel 2 kristallin war.

5

Bestimmungen der Vickers-Härten der Schichten gemäß den Beispielen und Vergleichsbeispielen zeigten, dass die erfindungsgemäßen Strukturen gegenüber amorphen Strukturen gleicher Zusammensetzung eine deutlich höhere Härte besitzen (siehe Tabelle 2).

10 Tabelle 2: Bestimmung der Vickers-Härten

	<u>Vickers-Härte [HV]</u>
Beispiel 1:	2720 HV
Vergleichsbeispiel 1:	1064 HV
Beispiel 2:	3800 HV
Vergleichsbeispiel 2:	2500 HV

Wärmeleitfähigkeit

Nach der oben beschriebenen Methode wurde unter Berücksichtigung der Schichtdicke die

15 Wärmeleitfähigkeit der Al_2O_3 -Beschichtung gemäß Beispiel 1 verglichen mit einer im CVD-Verfahren abgeschiedenen grobkristallinen $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ -Beschichtung (Schichtdicke: 5 μm). Die Wärmeleitfähigkeit der erfindungsgemäßen Al_2O_3 -Beschichtung gemäß Beispiel 1 war um ca. 10 % geringer als diejenige der im CVD-Verfahren aufgebrachten Beschichtung.

20 Fräsversuche

In Fräsversuchen an einem Werkstück aus 42CrMoV4-Stahl (1.7226; Festigkeit: 850 MPa) wurden die Schneidwerkzeuge aus den Beispielen und Vergleichsbeispielen untersucht. In diesen Versuchen wurde im Gleichlauf ohne Kühlsmierstoff mit einer Schnittgeschwindigkeit $v_c = 235$ m/min, einem Zahnvorschub $f_z = 0,2$ mm/Zahn und einer Schnitttiefe von 3 mm gefräst. Der

25 Werkzeugdurchmesser betrug 125mm, die Schnittbreite war 98mm, der Überstand betrug 5mm, der Einstellwinkel kappa betrug 45° und der Spanwinkel 0° . Der Verschleiß wurde auf der Freifläche als mittlere Verschleißmarkenbreite VB in mm (an der Hauptschneide) nach Fräswegen von 800 mm, 1600 mm, 2400 mm, 3200 mm, 4000 mm und 4800 mm gemessen. Es wurden folgende Verschleißmarkenbreiten $V_{B\max}$ festgestellt (Tabelle 3):

Tabelle 3: Fräsvorschübe

<u>Fräsweg [mm]</u>	<u>Verschleißmarkenbreiten V_{Bmax} [mm]</u>	
	<u>Beispiel 1</u>	<u>Vergleichsbeispiel 1</u>
800	0,02	0,03
1600	0,03	0,05
2400	0,03	0,06
3200	0,04	0,09
4000	0,06	0,12
4800	0,08	0,13

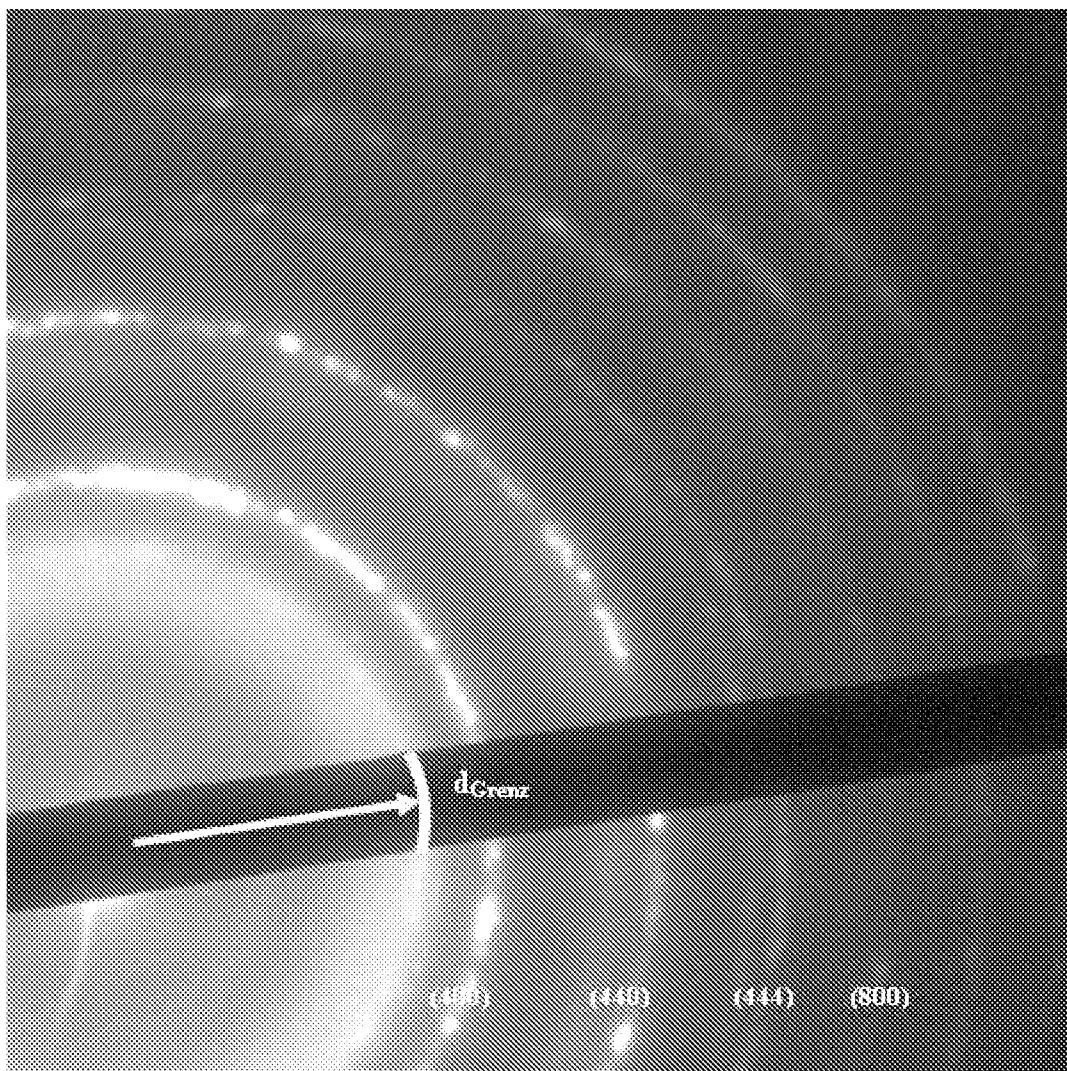
PATENTANSPRÜCHE

1. Schneidwerkzeug mit einem Substratgrundkörper und einer darauf aufgebrachten ein- oder mehrlagigen Beschichtung,
5 wobei wenigstens eine Lage der Beschichtung eine im PVD-Verfahren oder im CVD-Verfahren hergestellte Metalloxidlage ist und die Metalloxidlage eine Kornstruktur aufweist, bei der innerhalb einer Mehrzahl der vorhandenen Körner strukturelle Unordnungen vorhanden sind, die dadurch charakterisiert sind, dass
10 in den Elektronenbeugungsbildern der Körner bis zu einem maximalen Netzebenenabstand d_{GRENZ} punktförmige Reflexe auftreten und für Netzebenenabstände größer d_{GRENZ} keine punktförmigen Reflexe auftreten, sondern eine für amorphe Strukturen typische Intensitätsverteilung.
- 15 2. Schneidwerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der maximale Netzebenenabstand d_{GRENZ} , bis zu dem in den Elektronenbeugungsbildern der Körner punktförmige Reflexe auftreten, im Bereich von 0,1 nm bis 0,6 nm liegt, vorzugsweise im Bereich von 0,15 nm bis 0,40 nm.
- 20 3. Schneidwerkzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Metalloxidlage gegenüber einer rein kristallinen Metall-oxidlage gleicher Zusammensetzung und Dicke eine um wenigstens 5 %, vorzugsweise um wenigstens 10 %, besonders bevorzugt um wenigstens 15 % geringere Wärmeleitfähigkeit aufweist.
25 4. Schneidwerkzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Metalloxidlage gegenüber einer rein kristallinen Metall-oxidlage gleicher Zusammensetzung und Dicke eine um 10%, bevorzugt um 20%, weiter bevorzugt um 40%, besonders bevorzugt um 70% höhere Vickers-Härte aufweist.
- 30 5. Schneidwerkzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Metalloxidlage Körner aus Aluminiumoxid, Aluminium-Chrom-Oxid, Aluminium-Chrom-Silizium-Oxid, Chrom-Oxid, Silizium-Oxid, Yttrium-Zirkonium-Oxid, Yttrium-Chrom-Oxid oder gemischten Oxiden der Metalle Al, Cr, Y, V, W, Ni, Ta, Mo, Zr, Hf und/oder Si enthält oder daraus besteht.

6. Schneidwerkzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Metalloxidlage weiterhin unvermeidliche Verunreinigungen und/oder herstellungsbedingte Rückstände, vorzugsweise Argon (Ar), Stickstoff (N₂) und/oder Helium (He), enthält.
- 5
7. Schneidwerkzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Körner in der Metalloxidlage mittlere Korngrößen im Bereich von 2 nm bis 5000 nm, bevorzugt 5 nm bis 2000 nm, weiter bevorzugt 10 nm bis 1000 nm, besonders bevorzugt 20 nm bis 100 nm aufweisen.
- 10
8. Schneidwerkzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Metalloxidlage mittels dualem Magnetron-PVD-Verfahren mit folgenden Abscheidungsparametern abgeschieden ist:
Substrattemperatur von 450 bis 650 °C, vorzugsweise etwa 550 °C,
Substratvorspannung von -300 bis 0 V, vorzugsweise etwa -150 V,
Sputterleistung von 5 bis 50 kW, vorzugsweise etwa 20 kW,
Sauerstofffluss von 50 bis 300 sccm, vorzugsweise 150 sccm, mit 0,2 bis 0,6 Pa Ar-Gas.
- 15
9. Schneidwerkzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der wenigstens einen Metalloxidlage im Bereich von 0,2 bis 20 µm liegt, vorzugsweise im Bereich von 0,5 bis 10 µm, besonders bevorzugt im Bereich von 1 bis 5 µm.
- 20
10. Schneidwerkzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Metalloxidlage mittels PVD-Verfahren hergestellt ist, ausgewählt unter High Power-Impuls-Magnetron-Sputtern (HIPIMS), reaktivem Magnetron-Sputtern (rMS), Lichtbogenverdampfen (Arc-PVD), Ionenplattierung, Elektronenstrahlverdampfung und Laserablation.
- 25
11. Schneidwerkzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung neben der wenigstens einen Metalloxidlage weitere Lagen umfaßt, ausgewählt unter Carbiden, Nitriden, Oxiden, Carbonitriden, Oxinitriden, Oxicarbiden, Oxicarbonitriden, Boriden, Boronitriden, Borocarbide, Borocarbonitride, Borooxinitride, Borooxocarbide, Borooxocarbonitride, Oxoboronitriden der Elemente der Gruppen IVa bis VIIa des Periodensystems und/oder des Aluminiums und/oder des Siliziums,
- 30
- 35

einschließlich gemischtmetallischen Phasen sowie Phasengemischen der vorgenannten Verbindungen.

12. Schneidwerkzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Substratgrundkörper aus Hartmetall, Cermet, Stahl oder Schnellarbeitsstahl (HSS) hergestellt ist.
- 5



5

Abb.1) Beugungsbild einer erfindungsgemäßen Aluminiumoxidschicht;
 d_{GRENZ} ist markiert und punktförmige Reflexe, die auf Ringen liegen, sind
entsprechend Tabelle 1 indiziert.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/053551

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. C23C14/08 C23C30/00
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 92/17623 A1 (KRUPP WIDIA GMBH [DE]) 15 October 1992 (1992-10-15) page 5, paragraph 2 – page 7, paragraph 1; claims 1-10 -----	1-12
X	JP 2005 262355 A (SUMITOMO ELEC HARDMETAL CORP) 29 September 2005 (2005-09-29) paragraphs [0017] – [0026], [0032] – [0036]; claims 1-11; figure 1; tables 1,2 -----	1-12
X	JP 59 028565 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 15 February 1984 (1984-02-15) abstract -----	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 May 2010

Date of mailing of the international search report

04/06/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL – 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hoyer, Wolfgang

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/053551

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 9217623	A1 15-10-1992	AT 119583 T		15-03-1995
		EP 0577678 A1		12-01-1994
		JP 6506178 T		14-07-1994
		US 5516588 A		14-05-1996
JP 2005262355	A 29-09-2005	NONE		
JP 59028565	A 15-02-1984	JP 1380438 C		28-05-1987
		JP 61048582 B		24-10-1986

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/053551

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C23C14/08 C23C30/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C23C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 92/17623 A1 (KRUPP WIDIA GMBH [DE]) 15. Oktober 1992 (1992-10-15) Seite 5, Absatz 2 – Seite 7, Absatz 1; Ansprüche 1-10	1-12
X	JP 2005 262355 A (SUMITOMO ELEC HARDMETAL CORP) 29. September 2005 (2005-09-29) Absätze [0017] – [0026], [0032] – [0036]; Ansprüche 1-11; Abbildung 1; Tabellen 1,2	1-12
X	JP 59 028565 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 15. Februar 1984 (1984-02-15) Zusammenfassung	1-12



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. Mai 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/06/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hoyer, Wolfgang

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/053551

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9217623	A1	15-10-1992	AT EP JP US	119583 T 0577678 A1 6506178 T 5516588 A		15-03-1995 12-01-1994 14-07-1994 14-05-1996
JP 2005262355	A	29-09-2005		KEINE		
JP 59028565	A	15-02-1984	JP JP	1380438 C 61048582 B		28-05-1987 24-10-1986