(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 695 27 124 T3** 2008.09.11

(12) Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 709 353 B2**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **695 27 124.5**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **95 402 407.1**
(96) Europäischer Anmeldetag: **26.10.1995**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.05.1996**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **19.06.2002**
(97) Veröffentlichungstag des geänderten Patents beim EPA: **28.11.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **11.09.2008**

(51) Int Cl.[8]: ***C04B 35/5831*** (2006.01)
C04B 35/5835 (2006.01)
C04B 41/87 (2006.01)
C04B 41/89 (2006.01)
B23B 27/14 (2006.01)
B22F 7/06 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
28737494 27.10.1994 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT, SE

(73) Patentinhaber:
Sumitomo Electric Industries, Ltd., Osaka, JP

(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80802 München

(72) Erfinder:
Kukino, Satoru, Itami-shi, Hyogo, JP; Goto, Mitsuhiro, Itami-shi, Hyogo, JP; Nakai, Tetsuo, Itami-shi, Hyogo, JP; Setoyama, Makoto, Itami-shi, Hyogo, JP; Yosioka, Takashi, Itami-shi, Hyogo, JP

(54) Bezeichnung: **Harter Verbundwerkstoff für Werkzeuge**

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf die Verbesserung des Materials für Schneidwerkzeuge, umfassend ein Substrat aus einem kubischen Bornitrid-Sinterkörper, der hauptsächlich aus kubischem Bornitrid besteht (nachstehend CBN-Sinterkörper), insbesondere auf einen harten Verbundwerkstoff mit verbesserter Festigkeit und Verschleißbeständigkeit.

Beschreibung des zugehörigen Standes der Technik

[0002] Kubisches Bornitrid (CBN) ist das härteste Material nach Diamant und wird aufgrund seiner geringen Reaktivität mit Metallen in Schneidwerkzeugen verwendet. Ein CBN-Sinterkörper wird durch Sintern von CBN-Pulver mit einem Bindemittel (Sinterhilfsmittel) hergestellt und kann grob in die drei folgenden Typen eingeteilt werden:

(1) ein CBN-Sinterkörper, der 20 bis 80 Vol.-% CBN-Kristallteilchen enthält, wobei das Bindemittel Carbid, Nitrid oder Carbonitrid von Ti ist (d. h. JP-A-53-77811).

(2) ein CBN-Sinterkörper, der mehr als 70 Vol.-% CBN-Kristallteilchen enthält, wobei das Bindemittel Al- und Co-Metalle sind (d. h. JP-B-52-43846).

(3) ein CBN-Sinterkörper, der mehr als 95 Vol.-% CBN-Kristallteilchen enthält, wobei das Bindemittel $M_3B_2N_4$ ist, worin M ein Erdalkalimetall ist (d. h. JP-A-59-57967).

[0003] Diese CBN-Sinterkörper besitzen eine sehr hohe Härte und Wärmeleitfähigkeit (oder eine verbesserte Festigkeit bei hohen Temperaturen) und werden in Schneidwerkzeugen für eine Vielzahl von Stählen verwendet. Zum Beispiel besitzt der CBN-Sinterkörper vom Typ (1) eine Vickers-Härte von 3500 bis 4300 und weist eine verbesserte Verschleißbeständigkeit und Abplatzbeständigkeit auf und wird folglich zum Schneiden von sehr hartem Gusseisen oder dergleichen verwendet. Ein CBN-Sinterkörper vom Typ (3) besitzt eine Vickers-Härte von 4000 bis 4800 und weist eine hohe Wärmeleitfähigkeit auf und wird folglich in Klebewerkzeugen (bonding tools) oder dergleichen verwendet. CBN-Sinterkörper weisen jedoch die Nachteile einer Spaltung und geringen Oxidationsbeständigkeit auf, so dass ein Verschleiß bei Werkzeugen, die aus einem CBN-Sinterkörper allein hergestellt sind, aufgrund einer unzureichenden Verschleißbeständigkeit unvermeidlich ist, wenn Schneidarbeiten an Materialien durchgeführt werden, welche schwer zu schneiden sind, wie beispielsweise Stahl für Getriebe.

[0004] Es wird vorgeschlagen, die Oberfläche des CBN-Sinterkörpers mit einer Reihe von verschleißbeständigen Schichten zu beschichten, um die Verschleißbeständigkeit von CBN-Sintergegenständen zu verbessern (d. h. JP-A-61-183187, JP-A-1-96083 und JP-A-1-96084). Die Härte von bekannten verschleißbeständigen Schichten ist jedoch geringer als die des CBN-Sinterkörpers und folglich ist ein Verschleiß unvermeidlich, so dass daraus gefertigte Schneidwerkzeuge aufgrund ihrer kurzen Werkzeuglebensdauer in der Praxis nicht verwendet werden können. Insbesondere weist diese Beschichtung wegen einer völlig unzureichenden Festigkeit und Härte der Beschichtung keine Verbesserung der Verschleißbeständigkeit auf, wenn gehärtete Stähle maschinell bearbeitet werden. Es wird auch vorgeschlagen, eine Oberfläche eines Sinterhartmetallwerkzeugs mit TiN, (TiAl)N, TiCN, Al_2O_3 oder dergleichen zu beschichten. Bei diesem Werkzeug deformiert sich jedoch die Sinterhartmetallgrundlage bei einer hohen Schneidtemperatur übermäßig plastisch, was dazu führt, dass die Überzugsschicht leicht abplatzt oder zerstört wird. Deshalb gibt es eine starke Nachfrage nach einer Verbesserung der Werkzeuglebensdauer, wenn harte Materialien, welche maschinell schwer zu bearbeiten sind, wie etwa gehärteter Stahl, für Schneidarbeiten verwendet werden.

[0005] Ein Diamant-Sinterkörper ist viel härter als ein CBN-Sinterkörper. Diamantenteilchen selbst weisen wenig Spaltungsebenen und wenig Fehler auf und die Teilchen sind gegenseitig fest gebunden, so dass ein Diamant-Sinterkörper eine hohe Biegezähigkeit bzw. Biegebruchfestigkeit (transverse rupture strength) und einen hohen Youngschen Modul aufweist und folglich durch seine sehr hohe Festigkeit gekennzeichnet ist. Bekannte Diamant-Sinterkörper, die auf dem Markt sind, können jedoch aufgrund einer schlechten Oxidationsbeständigkeit und einer sehr geringen Verschleißbeständigkeit nicht für konkrete Schneidarbeiten für eisenhaltige Metalle verwendet werden. Deshalb ist die konkrete Anwendung von Diamant-Sinterkörpern auf die Schneidarbeit von Nichteisenmetallen, wie Aluminium, beschränkt.

[0006] "Die PCT-Anmeldung WO 94/04316 beschreibt ein Verfahren zum Schützen der Bindung zwischen

den CBN-Schleifteilchen, die in der Oberfläche eines Schleifwerkzeugs eingebettet sind, und der Bindungsschicht zwischen den Schleifteilchen und dem Metallträgersubstrat durch die Abscheidung eines Titannitridüberzugs über den CBN-Teilchen."

[0007] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, einen idealen harten Verbundwerkstoff für Werkzeuge bereitzustellen, der die im Vergleich zu Sinterhartmetall sehr hohe Härte und Festigkeit von CBN-Sinterkörpern oder Diamant-Sinterkörpern und auch die überlegene hohe Verschleißbeständigkeit eines harten wärmebeständigen Films besitzt, so dass die Werkzeuglebensdauer im Vergleich zu bekannten Schneidwerkzeugen merklich verbessert ist, wenn das Werkzeug für Schneidarbeiten von gehärteten Stählen, das Vorschneiden von Gusseisen, das gleichzeitige Schneiden von Gusseisen und Aluminium oder dergleichen verwendet wird.

Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Die vorliegende Erfindung sieht die Verwendung eines harten Verbundwerkstoffs für Schneidwerkzeuge für gehärtete Stähle, wie in Anspruch 1 definiert, vor.

Kurze Beschreibung der Abbildungen

[0009] Fig. 1 ist eine anschauliche Querschnittsansicht eines erfindungsgemäßen harten Verbundwerkstoffs.

[0010] **Fig.** 2 veranschaulicht eine Ausführungsform einer Apparatur zum Herstellen des erfindungsgemäßen harten Verbundwerkstoffs, Fig. 2A ist ein anschaulicher Querschnitt und Fig. 2B ist eine anschauliche Draufsicht.

[0011] Fig. 1 veranschaulicht eine Querschnittsansicht eines erfindungsgemäßen harten Verbundwerkstoffs für Schneidwerkzeuge, umfassend einen harten wärmebeständigen Film (**1**), der auf einem Substrat (**2**) gebildet ist. Eine Zwischenschicht (**3**) und eine Oberflächenschicht (**4**) können gegebenenfalls gebildet werden.

[0012] **Fig.** 2 ist eine anschauliche Ansicht einer Apparatur zum Herstellen des erfindungsgemäßen harten Verbundwerkstoffs. Eine Vielzahl von Substraten (**8**) (nicht einzeln gezeigt) sind an einem drehbaren Halter (**7**) befestigt, der von einer Vielzahl von Targets (**6**) umgeben ist.

[0013] Der harte wärmebeständige Film (**1**) kann durch eine physikalische Dampfabscheidungsmethode (PVD-Methode) wie etwa Ionenplattierung hergestellt werden, welche die Ausführung einer Oberflächenbehandlung des Substrats oder Werkzeugs ohne Beeinträchtigung seiner inhärenten hohen Verschleißbeständigkeit und Abplatzbeständigkeit gestattet. Der erfindungsgemäße harte wärmebeständige Film kann vorteilhafterweise durch eine Bogen-Ionenplattierungsmethode erzeugt werden, in welcher Werkstoffelemente mit hoher Effizienz ionisiert werden und sehr reaktiv werden. Ein durch die Bogen-Ionenplattierungsmethode hergestellter Film besitzt eine sehr starke Anhaftung an das Substrat.

[0014] Mindestens eine Zwischenschicht (**3**) mit einer Dicke von 0,05 bis 5 μm wird vorzugsweise zwischen das Substrat (**2**) und den harten wärmebeständigen Film (**1**) eingeschoben. Diese Zwischenschicht (**3**) ist vorzugsweise aus einem Material gefertigt, das ausgewählt wird aus einer Gruppe, umfassend Nitrid, Carbid und Oxid von IVa-, Va- und VIa-Elementen und ihren festen Lösungen. Die Zwischenschicht (**3**) dient dazu, die Anhaftung zwischen dem harten wärmebeständigen Film (**1**) und dem Substrat (**2**) zu erhöhen. Von einer solchen Zwischenschicht wird erwartet, dass sie die innere Spannung in dem Film, der auf einem Substrat abgeschieden ist, dessen Eigenschaften sich von denen des Films unterscheiden, durch Gewährleisten einer allmählichen Steuerung seiner Eigenschaften verringert.

[0015] Der harte wärmebeständige Film (**1**) kann durch eine gewöhnliche Bogen-Ionenplattierungsmethode hergestellt werden. Der harte wärmebeständige Film weist eine verbesserte Härte im Vergleich zu einem TiN-Film (Hv = 2800 für den harten wärmebeständigen Film, Hv = 2000 für TiN) und eine verbesserte Oxidationsbeständigkeit (Oxidationsanfangstemperatur von ungefähr 1000°C im Vergleich zu der von TiN: 700°C) auf. Die vorliegende Erfindung beruht auf dem Befund, dass ein harter wärmebeständiger Film, der auf einem CBN-Sintergegenstand oder Diamant-Sintergegenstand abgeschieden ist, merklich die Schneidleistung, die Verschleißbeständigkeit und die Abplatzbeständigkeit verbessert.

[0016] Wie vorstehend angegeben ist, wurden Überzugsschichten aus TiN, TiCN oder Al_2O_3 für Sinterhartmetallwerkzeuge untersucht, um die Verschleißbeständigkeit und Oxidationsbeständigkeit zu verbessern. Im Einklang damit wurde versucht, diese Überzüge auf einem CBN-Sintergegenstand und einem Diamant-Sinterge-

genstand abzuscheiden, aber die Ergebnisse waren nicht befriedigend.

[0017] Die Erfinder stellten fest, dass die Werkzeuglebensdauer (und folglich Verschleißbeständigkeit, Oxidationsbeständigkeit, Reaktionsbeständigkeit, Abplatzbeständigkeit) merklich verbessert wird durch Verwenden eines Überzugs, der aus Ti, Al und mindestens einem Element, ausgewählt aus einer Gruppe, umfassend C, N und O, besteht. Insbesondere kann eine Verbindung, die durch die allgemeine Formel:

$(Ti_xAl_{1-x})N$

wiedergegeben wird, in welcher $0,3 \leq x \leq 0,5$ gilt, einen Film erzeugen, dessen Eigenschaften (Härte und Oxidationsbeständigkeit) und Produktivität verbessert sind.

[0018] TiAlN selbst ist bekannt. Die Erkenntnisse der Erfinder beruhen auf der Tatsache, dass TiAlN die Oxidationsbeständigkeit von hartem CBN verbessert, ohne die Verschleißbeständigkeit zu beeinträchtigen. Ein Film aus TiAlN, der C enthält, besitzt eine höhere Härte als TiAlN und ein Film aus TiAlN, der O enthält, weist eine verbesserte Oxidationsbeständigkeit auf.

[0019] Der harte wärmebeständige Film mit einer Kristallstruktur des kubischen Systems weist eine besonders verbesserte Härte auf und beeinträchtigt nicht die Verschleißbeständigkeit von CBN-Werkzeugen.

[0020] Es ist bekannt, dass die Härte eines dünnen Films sehr stark von der Härte des Substrats beeinflusst wird, und dieser Einfluss wiegt schwerer, wenn der Film dünner wird, so dass sich die Härte schließlich der Härte des Substrats annähert. In der vorliegenden Erfindung wird die Deformation des Substrats, welche bei Sinterhartmetallwerkzeugen ein großes Problem darstellte, erfolgreich verhindert durch Verwenden eines CBN-Sintersubstrats (Hv bei Raumtemperatur ist größer als 9000) und eines Diamant-Sintersubstrats (Hv bei Raumtemperatur = 3000 bis 4500), welche die höchste und zweithöchste Härte unter den vorhandenen Materialien bei Raumtemperatur und bei erhöhter Schneidtemperatur (höher als 800°C) besitzen, und der erfindungsgemäße harte wärmebeständige Film behält seine hohe Härte unter hohen Schneidtemperaturen bei, so dass die Werkzeuglebensdauer eines CBN-Sinterkörpers und eines Diamant-Sinterkörpers merklich verbessert ist. Die Härte des harten wärmebeständigen Films nimmt außerdem zu, weil die Deformation des erfindungsgemäßen harten wärmebeständigen Films an einer Grenzfläche mit dem Substrat beschränkt ist, da der Film durch eine Ionenplattierungsmethode hergestellt wird, welche eine starke Anhaftung an das Substrat gewährleistet.

[0021] Zusammenfassend kann man sagen, dass durch Abscheiden des erfindungsgemäßen harten wärmebeständigen Films auf einem Teil oder Teilen des Substrats, wo das Schneiden stattfindet, zwei vorteilhafte inhärente Eigenschaften der hohen Härte und hohen Festigkeit eines CBN-Sinterkörpers und eines Diamant-Sinterkörpers und der hohen Wärmebeständigkeit und Oxidationsbeständigkeit des harten wärmebeständigen Films in Schneidwerkzeugen aus einem CBN-Sinterkörper und aus einem Diamant-Sinterkörper verwirklicht werden und auch die Verschleißbeständigkeit und Abplatzbeständigkeit merklich verbessert werden, was dazu führt, dass sich die Werkzeuglebensdauer erheblich verlängert.

[0022] Der erfindungsgemäße harte wärmebeständige Film kann eine Schichtenstruktur aufweisen, die mehr als zwei Verbindungen umfasst, oder eine cyclische Mehrschichtenstruktur aufweisen. Der harte wärmebeständige Film kann eine Gradientenstruktur aufweisen, in welcher sich die Zusammensetzung allmählich von der Substratseite zu der Filmseite hin ändert. Eine Gradientenstruktur kann zwischen dem Substrat und der Zwischenschicht des harten wärmebeständigen Films, zwischen der Zwischenschicht und dem harten wärmebeständigen Film, zwischen benachbarten harten wärmebeständigen Filmen, zwischen dem harten wärmebeständigen Film und einer Oberflächenschicht ausgebildet werden. Solche Gradientenstrukturen werden vorteilhafterweise verwendet, um die Probleme einer Ablösung oder eines Reißens der Filme zu lösen.

[0023] Wenn die Gesamtdicke des erfindungsgemäßen harten wärmebeständigen Films nicht mehr als 0,5 μm beträgt, wird keine Verbesserung der Verschleißbeständigkeit beobachtet. Im Gegensatz dazu wird, wenn der harte wärmebeständige Film eine Dicke von mehr als 15 μm aufweist, die Anhaftung an das Substrat geringer aufgrund eines Einflusses der inneren Spannung in dem harten wärmebeständigen Film, und der Vorteil der Härte, welcher durch die vorliegende Erfindung erhalten wird, geht verloren, denn die Härte des harten wärmebeständigen Films (Hv = 2800) wird bestimmend, so dass eine befriedigende Härte nicht erhalten werden kann, was dazu führt, dass die Verschleißbeständigkeit nicht verbessert wird. Deshalb wird die Gesamtdicke des harten wärmebeständigen Films in einem Bereich von 0,5 bis 15 μm eingestellt.

[0024] Eine Verbesserung der Anhaftung der Zwischenschicht wird nicht beobachtet, selbst wenn ihre Dicke nicht größer als 0,05 μm ist, und auch nicht, wenn sie 5 μm übersteigt. Deshalb wird die Dicke der Zwischenschicht unter dem Gesichtspunkt der Produktivität vorzugsweise in einem Bereich zwischen 0,05 und 5 μm ausgewählt. Eine Oberflächen- oder Deckschicht (**4**) kann auf dem harten wärmebeständigen Film gebildet werden. Die Dicke dieser Deckschicht (**4**) beträgt vorzugsweise weniger als 5 μm. Eine Verbesserung der Verschleißbeständigkeit und Abplatzbeständigkeit wird über 5 μm nicht erwartet, da sich eine solche dicke Oberflächenschicht abschält und unter dem Gesichtspunkt der Produktivität nicht wünschenswert ist.

[0025] Der erfindungsgemäße superharte Verbundwerkstoff wird zu Schneidwerkzeugen wie Spitzen, Bohrern und Stirnfräsern geformt oder maschinell bearbeitet und vorteilhafterweise als solche verwendet. Es wird bestätigt, dass Werkzeuge, die aus dem erfindungsgemäßen harten wärmebeständigen Verbundwerkstoff hergestellt sind, eine überraschend bessere Schneidleistung und lange Lebensdauer aufweisen.

[0026] Das CBN-Sintersubstrat kann aus den folgenden drei Typen von CBN-Sinterkörpern (1) bis (3) ausgewählt werden:

(1) ein CBN-Sinterkörper, der durch Sintern bei hohem Druck von 30 bis 90 Vol.-% kubischem Bornitrid(CBN)-Pulver und einem den Rest bildenden Bindemittelpulver, umfassend mindestens einen Bestandteil, gewählt aus einer Gruppe umfassend Nitrid, Carbid, Borid und Oxid von IVa-, Va- und VIa-Elementen und ihre festen Lösungen, und Aluminium und/oder eine Aluminiumverbindung, und unvermeidbare Verunreinigungen, erhalten wird.

In einem CBN-Sinterkörper dieses Typs besteht das Bindemittel vorzugsweise aus 50 bis 95 Gew.-% von mindestens einem Bestandteil, gewählt aus einer Gruppe umfassend TiC, TiN, TiCN, (TiM)C, (TiM)N und (TiM)CN, wobei M ein Übergangsmetall, gewählt aus IVa-, Va- und VIa-Elementen mit Ausnahme von Ti ist, und 5 bis 50 Gew.-% Aluminium und/oder einer Aluminiumverbindung.

(2) ein CBN-Sinterkörper, der durch Hochdrucksintern von 40 bis 95 Vol.-% kubischem Bornitrid(CBN)-Pulver und einem den Rest bildenden Bindemittelpulver, umfassend 1 bis 50 Gew.-% TiN, mindestens einen Bestandteil, gewählt aus einer Gruppe umfassend Co, Ni und WC, Aluminium und/oder eine Aluminiumverbindung und unvermeidbare Verunreinigungen, erhalten wird.

(3) ein CBN-Sinterkörper, der durch Hochdrucksintern von mehr als 90 Vol.-% kubischem Bornitrid(CBN)-Pulver und einem den Rest bildenden Bindemittelpulver, umfassend Borid von Ia- oder IIa-Elementen, TiN und unvermeidbare Verunreinigungen, erhalten wird. Das Bindemittel enthält vorzugsweise 1 bis 50 Gew.-% TiN.

[0027] Ein CBN-Sinterkörper vom Typ (1) selbst ist bekannt und seine Eigenschaften und sein Herstellungsverfahren sind ausführlich in JP-B-53-77811 beschrieben.

[0028] Ein CBN-Sinterkörper vom Typ (2) kann durch Zugeben von TiN zu einem Bindemittel hergestellt werden, das in JP-B-52-43846 beschrieben ist. Die Zugabe von TiN erhöht die Anhaftung an den erfindungsgemäßen harten wärmebeständigen Film.

[0029] Ein CBN-Sinterkörper vom Typ (3) kann durch Zugeben von TiN zu einem Bindemittel hergestellt werden, das in JP-A-59-57967 beschrieben ist. Die Zugabe von TiN erhöht auch in diesem Fall die Anhaftung an den harten wärmebeständigen Film.

[0030] In dem CBN-Sinterkörper vom Typ (1) besteht das Bindemittel aus mindestens einem Bestandteil, gewählt aus einer Gruppe umfassend Nitrid, Carbid, Borid und Oxid von IVa-, Va- und VIa-Elementen und ihre festen Lösungen, und 5 bis 50 Gew.-% Aluminium und/oder einer Aluminiumverbindung und reagiert mit CBN bei hoher Temperatur und Druck während der Sinterstufe unter Bildung von Verbindungen wie etwa Aluminiumborid (AlB_2), Aluminiumnitrid (AlN) oder dergleichen an einer Grenzfläche oder Grenze zwischen dem CBN-Teilchen und dem Bindemittel, was die Bindungskraft unter den Teilchen erhöht und die Zähigkeit und Festigkeit des Sinterkörpers verbessert. Wenn TiC und/oder TiN als das Bindemittel verwendet wird, werden die Werte von "z" in TiN_z und TiC_z auf die Seite eines stoichiometrischen Überschusses verschoben, wie etwa $0,5 \leq z \leq 0,85$ bzw. $0,65 \leq z \leq 0,85$, um das freie Titan zu erhöhen, was die Reaktion des Bindemittels mit dem CBN fördert. Die Verschleißbeständigkeit und Festigkeit des resultierenden CBN-Sinterkörpers wird nämlich durch Reaktionsprodukte wie AlB_2, AlN und TiB_2 verbessert. Wenn die Werte von "x" nicht höher als 0,5 bzw. 0,65 sind, wird die Packung des Pulvers aufgrund einer exothermen Oxidationsreaktion schwierig. Im Gegensatz dazu wird keine wesentliche Verbesserung der Reaktivität zwischen dem CBN und dem Bindemittel erwartet, selbst wenn die Werte von "x" 0,85 übersteigen.

[0031] Wenn TiN_z ($0,5 \leq z \leq 0,85$) und TiC_z ($0,65 \leq z \leq 0,85$) als Bindemittel in dem CBN-Sinterkörper vom

Typ (1) verwendet werden, tritt, wenn der Anteil von Aluminium und/oder einer Aluminiumverbindung nicht mehr als 0,5 Gew.-% beträgt, eine befriedigende Reaktion zwischen CBN und Aluminium und/oder der Aluminiumverbindung nicht ein, so dass das CBN-Pulver nicht ausreichend gebunden oder koaguliert ist. Wenn der Gehalt über 40 Gew.-% liegt, nimmt im Gegensatz dazu der Anteil von CBN, welches eine höhere Härte und mechanische Festigkeit als AlB_2 und AlN aufweist, ab, was zu einer dramatischen Verringerung der Verschleißbeständigkeit führt. Aus diesem Grund wurde im Stand der Technik angenommen, dass, wenn ein CBN-Sinterkörper vom Typ (1) zum Herstellen von Werkzeugen verwendet wurde, der Anteil von 60 bis 95 Gew.-% TiC_z ($0,5 \leq z \leq 0,85$) und/oder TiN_z ($0,65 \leq z \leq 0,85$) und 5 bis 40 Gew.-% Aluminium und/oder einer Aluminiumverbindung am meisten bevorzugt war.

[0032] In dem erfindungsgemäßen harten Verbundwerkstoff für Werkzeuge kann jedoch eine relativ geringe Verschleißbeständigkeit, welche ein Schwachpunkt von CBN-Sinterkörpern ist, durch den harten wärmebeständigen Film überdeckt werden, welcher eine verbesserte Härte und Oxidationsbeständigkeit besitzt. Deshalb sind in dem CBN-Sinterkörper, der in der vorliegenden Erfindung zum Herstellen des harten Verbundwerkstoffs für Werkzeuge verwendet wird, die Zähigkeit und Festigkeit ebenso sehr erforderlich wie die Verschleißbeständigkeit. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass ein solches Material, welches aufgrund einer schlechten Verschleißbeständigkeit nicht als Grundlage für Schneidwerkzeuge bei Schneidarbeiten von harten Metallen, welche maschinell schwer zu bearbeiten sind, verwendet werden konnte, obwohl es ausreichende Zähigkeit besitzt, in der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann. Zum Beispiel ist ein CBN-Sinterkörper, der eine Überschussmenge an Aluminium und/oder einer Aluminiumverbindung in einem Bindemittelpulver enthält, ein ideales Grundmaterial für einen harten Verbundwerkstoff für Werkzeuge, die Abplatzbeständigkeit und Verschleißbeständigkeit aufweisen, indem ein Überzug aus dem erfindungsgemäßen harten wärmebeständigen Film abgeschieden wird.

[0033] In dem CBN-Sinterkörper vom Typ (1) kann der vorstehend erwähnte Vorteil insbesondere dann eindeutig verwirklicht werden, wenn als Bindemittelpulver 50 bis 80 Gew.-% TiN_z ($0,5 \leq z \leq 0,85$), 15 bis 50 Gew.-% Aluminium und/oder einer Aluminiumverbindung und unvermeidbare Verunreinigungen verwendet werden, wobei der CBN-Sinterkörper eine gemäß JIS-Norm bestimmte Biegezähigkeit bzw. Biegebruchfestigkeit von mehr als 110 kgf/mm^2 aufweist, und wenn als Bindemittelpulver 50 bis 80 Gew.-% von TiC_z ($0,5 \leq z \leq 0,85$), 15 bis 50 Gew.-% Aluminium und/oder einer Aluminiumverbindung und unvermeidbare Verunreinigungen verwendet werden, wobei der CBN-Sinterkörper eine nach JIS-Norm bestimmte Biegezähigkeit bzw. Biegebruchfestigkeit von mehr als 105 kgf/mm^2 aufweist. Tatsächlich können befriedigend lange Werkzeuglebensdauern, welche in der praktischen Anwendung akzeptabel sind, bei unterbrochenen harten Schneidarbeiten von gehärtetem Hartstahl erhalten werden, für welche die herkömmlichen CBN-Sinterwerkzeuge oder bekannte CBN-Werkzeuge, die mit einem verschleißbeständigen Überzug beschichtet sind, nicht verwendet werden könnten.

[0034] Wenn TiC_z ($0,5 \leq z \leq 0,85$) und/oder TiN_z ($0,65 \leq z \leq 0,85$) als Bindemittel verwendet wird, muss der Anteil von Aluminium und/oder einer Aluminiumverbindung weniger als 50 Gew.-% betragen, da ansonsten der resultierende CBN-Sinterkörper eine unzureichende Härte und Festigkeit besitzt, so dass er nicht als Substrat für einen Verbundwerkstoff für Werkzeuge verwendet werden kann.

[0035] Bei dem CBN-Sinterkörper vom Typ (2) weist das CBN-Pulver vorzugsweise eine mittlere Teilchengröße von weniger als 3 µm auf, so dass ein CBN-Sinterkörper mit einer nach JIS-Norm bestimmten Biegezähigkeit bzw. Biegebruchfestigkeit von mehr als 105 kgf/mm^2 erzeugt wird. Der mit dem erfindungsgemäßen harten wärmebeständigen Film überzogene CBN-Sinterkörper kann bei der unterbrochenen harten Schneidarbeit von gehärtetem Hartstahl verwendet werden, für welche die herkömmlichen CBN-Sinterwerkzeuge oder bekannte CBN-Werkzeuge, die mit einem verschleißbeständigen Überzug beschichtet sind, nicht verwendet werden könnten, und es wird eine befriedigend lange Werkzeuglebensdauer erhalten, welche für den praktischen Gebrauch akzeptabel ist.

[0036] Der Diamant-Sinterkörper wird vorzugsweise aus den folgenden drei Typen ausgewählt:

(1) ein Sinterkörper, der 50 bis 98 Vol.-% Diamantenpulver und ein den Rest bildendes Bindemittelpulver, das vorzugsweise ein Metall der Eisengruppe, WC und unvermeidbare Verunreinigungen umfasst, enthält. Das Metall der Eisengruppe ist vorzugsweise Co.

(2) ein Sintergegenstand, der 60 bis 95 Vol.-% Diamantenpulver und ein den Rest bildendes Bindemittelpulver, das vorzugsweise ein Metall der Eisengruppe, mindestens einen Bestandteil, ausgewählt aus einer Gruppe umfassend Carbid und Carbonitrid von einem IVa-, Va- und VIa-Element, WC und unvermeidbare Verunreinigungen umfasst, enthält. Das Metall der Eisengruppe ist vorzugsweise Co und der Sinterkörper enthält vorzugsweise TiC und WC.

(3) ein Sintergegenstand, der 60 bis 98 Vol.-% Diamantenpulver und ein den Rest bildendes Bindemittelpulver, das vorzugsweise Siliciumcarbid, Silicium, WC und unvermeidbare Verunreinigungen umfasst, enthält.

[0037] Die vorliegende Erfindung sieht die Verwendung eines harten Verbundwerkstoffs für Schneidwerkzeuge für gehärtete Stähle mit verbesserter Festigkeit, Zähigkeit und Verschleißbeständigkeit durch Abscheiden eines harten wärmebeständigen Films auf einem CBN-Sinterkörper, welcher eine sehr hohe Festigkeit, Härte und Zähigkeit besitzt, vor, so dass Werkzeuge, die aus dem Werkstoff hergestellt sind, im Vergleich zu bekannten Schneidwerkzeugen eine sehr lange Werkzeuglebensdauer aufweisen und für umfangreichere Anwendungen eingesetzt werden können.

Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform

[0038] Die vorliegende Erfindung wird unter Bezugnahme auf Beispiele ausführlicher beschrieben, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf diese Beispiele beschränkt.

Beispiel 1

[0039] Ein Pulver aus TiN und ein Pulver aus AlN wurden in einem Verhältnis von 80:20, bezogen auf das Gewicht, in einem Topf aus einer Sinterhartmetalllegierung, der Kugeln aus dem gleichen Material enthielt, vermischt, um ein Bindemittelpulver zu erhalten. Das Bindemittelpulver wurde mit CBN-Pulver in einem Verhältnis von 40:60, bezogen auf das Volumen, vermischt und das resultierende Pulvergemisch wurde in einem Mo-Behälter gepackt und bei 1450°C unter einem Druck von $5{,}00 \times 10^9$ Pa (50 kb) 20 Minuten lang gesintert. Der resultierende Sintergegenstand wurde zu einer Spitze für ein Schneidwerkzeug geformt (Form von SNGN 120408) und ein harter wärmebeständiger Film wurde auf Teilen der Spitze, wo das Schneiden stattfindet, durch eine Ionenplattierungsmethode in einer Vakuum-Bogenentladung abgeschieden.

[0040] Bei diesem Arbeitsgang wurde eine Vielzahl von Targets in einer Vakuumkammer angebracht, wie in **Fig.** 2 gezeigt ist, und eine Vielzahl von Spitzen wurde an einem Spitzenhalter befestigt, der in der Mitte der Targets angeordnet ist. Die Targets bestehen aus TiAl. Nachdem die Vakuumkammer auf einen Druck von $1{,}33 \times 10^3$ Pa (10^{-5} Torr) evakuiert war, wurde Argon(Ar)-Gas eingeführt, um einen Druck von 1,33 Pa (10^{-2} Torr) zu schaffen, in welchem die Spitzen bei einer Spannung von –1000 V gereinigt wurden. Anschließend wurden die Spitzen auf 500°C erwärmt und das Argongas wurde evakuiert. Danach wurde Stickstoffgas (N_2) als Reaktionsgas mit einer Geschwindigkeit von 300 cm^3/min eingeführt und eine Spannung von –200 V wurde an die Spitzen angelegt, während der Spitzenhalter gedreht wurde, so dass die Targets aus TiAl in einer Bogenentladung mit einem Bogenstrom von 100 A verdampft und ionisiert wurden, so dass ein dünner Film auf den Spitzen abgeschieden wurde. Die Gesamtdicke des Films wurde durch die Dauer der Abscheidung gesteuert.

[0041] Bei Filmen, die C oder O enthielten, wurden N_2-, C_2H_2- und O_2-Gase als Reaktionsgas verwendet. Die Anteile von C, N und O wurden durch Einstellen der Fließgeschwindigkeiten der jeweiligen Gase gesteuert. Eine Zwischenschicht und eine Oberflächenschicht wurden durch das gleiche Verfahren wie oben hergestellt, aber das TiAl-Target wurde durch ein Ti-Target ersetzt.

[0042] Zum Vergleich wurden herkömmliche Überzugsfilme auf der gleichen Spitze abgeschieden (Probe Nr. 1-30 bis 1-33). Die Proben Nr. 1-30 bis 1-32 sind Vergleichsbeispiele von Schneidspitzen mit den herkömmlichen Überzugsschichten mit einer Hartüberzugsschicht, die aus einer TiCN-Schicht und einer TiN-Schicht besteht, die auf der gleichen Spitze wie in Beispiel 1 durch eine Ionenplattierungsmethode unter Vakuum-Bogenentladung in einer gewöhnlichen filmerzeugenden Maschine hergestellt wurden. Die Probe Nr. 1-33 weist einen Hartüberzug auf, der aus einer TiN-Schicht und einer Al_2O_3-Schicht besteht, die auf der gleichen Spitze wie in Beispiel 1 durch eine gewöhnliche CVD-Methode hergestellt wurde.

[0043] Die resultierenden Spitzen werden durch einen Schneidtest bewertet, in welchem eine runde Stahlstange (SUJ2) mit einer Härte von HRC63 entlang ihres Umfangs mit einer Schneidgeschwindigkeit von 100 m/min, einer Schnitttiefe von 0,2 mm, einem Vorschub von 0,1 mm pro Umdrehung und 40 Minuten lang in trockenem Zustand geschnitten wurde. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1 (Fortsetzung folgt)

Probe Nr.	Zwischenschicht (3) Zusammensetzung (µm)	harter wärmebeständiger Film (1) Zusammensetzung	Dicke (µm)	Kristallstruktur	Oberflächenschicht (4) (µm)	Verschleiß an der Freifläche (mm)	Note
1-1	keine	$(Ti_{0,1}, Al_{0,9})N$	3,5	hexagonal	keine	0,130	schlecht
1-2	keine	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})N$	3,5	kubisch	keine	0,112	gut
1-3	keine	$(Ti_{0,5}, Al_{0,5})N$	3,5	kubisch	keine	0,114	gut
1-4	keine	$(Ti_{0,7}, Al_{0,3})N$	3,5	kubisch	keine	0,120	nicht gut
1-5	keine	$(Ti_{0,9}, Al_{0,1})N$	3,5	kubisch	keine	0,130	schlecht
1-6	TiN 0,5	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})C$	3,5	kubisch	a)	0,105	sehr gut
1-7	TiN 0,5	$(Ti_{0,25}, Al_{0,75})(C_{0,1}, N_{0,9})$	3,0	hexagonal	a) 0,2	0,121	nicht gut
1-8	TiN 0,5	$(Ti_{0,4}, Al_{0,6})(C_{0,15}, N_{0,75}, O_{0,1})$	4,2	kubisch	a) 0,2	0,108	sehr gut
1-9	TiN 0,5	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})N$	5,6	kubisch	a) 0,2	0,106	sehr gut
1-10	TiN 0,5	$(Ti_{0,4}, Al_{0,6})(N_{0,85}, O_{0,15})$	2,8	kubisch	a) 0,2	0,107	sehr gut
1-11	TiN 0,3	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})(C_{0,2}, N_{0,8})$	0,2	kubisch	keine	0,123	nicht gut
1-12	TiN 0,3	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})(C_{0,2}, N_{0,8})$	0,5	kubisch	keine	0,111	gut

a) $Ti(C_{0,5}, N_{0,5})$: 0,2 µm

Tabelle 1 (Fortsetzung folgt)

Probe Nr.	Zwischenschicht (3) Zusammensetzung (µm)		harter wärmebeständiger Film (1) Zusammensetzung	Dicke (µm)	Kristallstruktur	Oberflächenschicht (4) (µm)	Verschleiß an der Freifläche (mm)	Note
1-13	TiN	0,3	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})(C_{0,2}, N_{0,8})$	1,0	kubisch	keine	0,109	sehr gut
1-14	TiN	0,3	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})(C_{0,2}, N_{0,8})$	4,1	kubisch	keine	0,108	sehr gut
1-15	TiN	0,3	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})(C_{0,2}, N_{0,8})$	6,5	kubisch	keine	0,109	sehr gut
1-16	TiN	0,3	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})(C_{0,2}, N_{0,8})$	10,0	kubisch	keine	0,108	sehr gut
1-17	TiN	0,3	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})(C_{0,2}, N_{0,8})$	15,0	kubisch	keine	0,109	sehr gut
1-18	TiN	0,3	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})(C_{0,2}, N_{0,8})$	18,0	kubisch	keine	0,122	nicht gut
1-19	TiN	0,01	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})(N_{0,9}, O_{0,1})$	2,5	kubisch	keine	0,112	gut
1-20	TiN	0,05	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})(N_{0,9}, O_{0,1})$	2,5	kubisch	keine	0,105	sehr gut
1-21	TiN	1,0	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})(N_{0,9}, O_{0,1})$	2,5	kubisch	keine	0,106	sehr gut
1-22	TiN	5,0	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})(N_{0,9}, O_{0,1})$	2,5	kubisch	keine	0,105	sehr gut
1-23	TiN	7,0	$(Ti_{0,3}, Al_{0,7})(N_{0,9}, O_{0,1})$	2,5	kubisch	keine	0,121	nicht gut
1-24	TiN	0,4	$(Ti_{0,5}, Al_{0,5})N$	3,3	kubisch	a) 0,01	0,107	sehr gut
1-25	TiN	0,4	$(Ti_{0,5}, Al_{0,5})N$	3,3	kubisch	a) 0,05	0,105	sehr gut

a) $Ti(C_{0,5}, N_{0,5})$

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Probe Nr.	Zwischenschicht (3) Zusammensetzung (µm)		harter wärmebeständiger Film (1) Zusammensetzung	Dicke (µm)	Kristallstruktur	Oberflächenschicht (4) (µm)	Verschleiß an der Freifläche (mm)	Note
1-26	TiN	0,4	$(Ti_{0,5}, Al_{0,5})N$	3,3	kubisch	a) 1,0	0,106	sehr gut
1-27	TiN	0,4	$(Ti_{0,5}, Al_{0,5})N$	3,3	kubisch	a) 5,0	0,107	sehr gut
1-28	TiN	0,4	$(Ti_{0,5}, Al_{0,5})N$	3,3	kubisch	a) 7,0	0,120	nicht gut
1-29	TiN	0,4	Verbundschicht [c]	7,0	kubisch	keine	0,108	sehr gut
1-30*	TiN	0,5	TiCN	2,8	kubisch	b) 0,5	0,120	nicht gut
1-31*	keine		TiN	3,1	kubisch	keine	0,127	nicht gut
1-32*	TiN	0,5	TiC	3,2	kubisch	keine	0,121	nicht gut
1-33*[d]	keine		Al_2O_3	5,2	hexagonal	b) 0,5	0,125	nicht gut

a) $Ti(C_{0,5}, N_{0,5})$
b) TiN
c) $(Ti_{0,3}, Al_{0,7})N/(Ti_{0,3}, Al_{0,7})C/(Ti_{0,3}, Al_{0,70})(C_{0,3}, N_{0,7})$
2 µm 1 µm 2 µm
d) hergestellt durch CVD (die anderen Proben wurden durch PVD hergestellt)
* Vergleichsbeispiel

Anmerkung: Es versteht sich, dass die Noten "schlecht" oder "nicht gut" sich nur auf Proben mit geringerer Qualität als die mit "gut" oder "sehr gut" benoteten beziehen.

Beispiel 2

[0044] Das Verfahren von Beispiel 1 wurde wiederholt, aber der Gehalt an CBN (Vol.-%) in dem Substrat und die Zusammensetzungen des Bindemittels (Gew.-%) wurden wie in Tabelle 2 angegeben geändert.

[0045] Röntgenbeugungsmuster der resultierenden Sintergegenstände zeigten das Vorhandensein von unvermeidbaren Verunreinigungen, von denen angenommen wurde, dass es sich um α-Al_2O_3, WC und Co handelt.

[0046] Der resultierende CBN-Sinterkörper wurde zu einer Spitze für ein Schneidwerkzeug geformt und eine Zwischenschicht aus TiN mit einer Dicke von 0,5 μm wurde auf Teilen der Spitze, wo das Schneiden stattfindet, durch eine gewöhnliche PVD-Methode in der gleichen Apparatur wie in Beispiel 1 abgeschieden und anschließend wurde ein harter wärmebeständiger Film aus $(Ti_{0,3}Al_{0,7})N$ mit einer Gesamtdicke von 5,6 μm abgeschieden. Schließlich wurde eine Deckschicht aus $Ti(C_{0,5}N_{0,5})$ bis zu einer Dicke von 0,2 μm abgeschieden.

[0047] Mit den resultierenden Schneidspitzen und Vergleichsspitzen, die keine erfindungsgemäße harte wärmebeständige Schicht aufwiesen, wurde ein Schneidtest durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

[0048] Die Zeit bis zur Beschädigung in Tabelle 2 ist die Zeitdauer, bis das Werkzeug beschädigt war (min), welche bestimmt wurde, wenn eine runde Stahlstange aus gehärtetem SKD 11 mit einer HRC-Härte 56 mit vier U-Rillen an ihrem Umfang mit einer Schneidgeschwindigkeit von 100 m/min, einer Schnitttiefe von 0,2 mm, einem Vorschub von 0,1 mm pro Umdrehung in trockenem Zustand geschnitten wurde.

Tabelle 2 (Fortsetzung folgt)

Probe Nr.	CBN (Vol.-%)	Zusammensetzung des Bindemittels	Substanzen in dem Sinterkörper, die durch Röntgenbeugung bestimmt wurden	Bruchfestigkeit des CBN-Substrats (kgf/mm^2)	Zeit bis zur Beschädigung (min)
2-1	97	80: $Ca_3B_2N_4$ 20: TiN	TiN	70	*3 5
2-2	96	80: TiN 20: Al	CBN, TiN, AlN, AlB_2, TiB_2	60	*2 5
2-3	96	55: Co 30: Al 13: WC 2: TiN	CBN, CoWB, $Co_{21}W_2B$, AlN	75	*4 9
2-4	92	55: Co 30: Al 13: WC 2: TiN	CBN, CoWB, $Co_{21}W_2B$, AlN	85	*4 16
2-5	87	60: TiN 40: Al	CBN, TiN, AlN, AlB_2, TiB_2	95	*10 20
2-6	85	75: TiCN 15: Al 10: WC	CBN, TiCN, AlN, WC, TiB_2	90	*9 15

Anmerkung:

* Vergleichsbeispiel: Werkzeug ohne erfindungsgemäßen harten wärmebeständigen Film

Tabelle 2 (Fortsetzung folgt)

Probe Nr.	CBN (Vol.-%)	Zusammensetzung des Bindemittels	Substanzen in dem Sinterkörper, die durch Röntgenbeugung bestimmt wurden	Bruchfestigkeit des CBN-Substrats (kgf/mm^2)	Zeit bis zur Beschädigung (min)
2-7	85 [1)]	55: Co 30: Al 13: WC 2: TiN	CBN, CoWB, $Co_{21}W_2B$, AlN	105	*6 31
2-8	85 [2)]	55: Co 30: Al 13: WC 2: TiN	CBN, CoWB, $Co_{21}W_2B$, AlN	95	*5 23
2-9	70	70: (TiHf)N 30: Al	CBN, (TiHf)N, AlN, AlB_2, TiB_2	105	*12 27
2-10	70	70: (TiHf)C 30: $TiAl_3$	CBN, (TiHf)C, AlN, AlB_2, TiB_2	105	*11 21
2-11	65	65: TiN 25: Al 5: VN 5: HfC	CBN, TiN, VN, HfC, AlN, TiB_2	100	*14 21

Anmerkung

1) mittlere Teilchengröße = 3 µm

2) mittlere Teilchengröße = 5 µm

Tabelle 2 (Fortsetzung folgt)

Probe Nr.	CBN (Vol.-%)	Zusammensetzung des Bindemittels	Substanzen in dem Sinterkörper, die durch Röntgenbeugung bestimmt wurden	Bruchfestigkeit des CBN-Substrats (kgf/mm^2)	Zeit bis zur Beschädigung (min)
2-12	60	100: Al_2O_3	CBN, Al_2O_3	70	*0,5 1
2-13	55	90: $TiN_{0,7}$ 10: Al	CBN, TiN, AlN, AlB_2, TiB_2	90	*11 19
2-14	55	70: $TiN_{0,7}$ 30: Al	CBN, TiN, AlN, AlB_2, TiB_2	120	*10 39
2-15	55	50: $TiN_{0,7}$ 50: Al	CBN, TiN, AlN, AlB_2, TiB_2	95	*9 25
2-16	55	40: $TiN_{0,7}$ 60: Al	CBN, TiN, AlN, AlB_2, TiB_2	80	*6 13
2-17	55	75: $TiN_{0,7}$ 25: Al	CBN, TiN, AlN, AlB_2, TiB_2	110	*16 30

Tabelle 2 (Fortsetzung folgt)

Probe Nr.	CBN (Vol.-%)	Zusammensetzung des Bindemittels	Substanzen in dem Sinterkörper, die durch Röntgenbeugung bestimmt wurden	Bruchfestigkeit des CBN-Substrats (kgf/mm^2)	Zeit bis zur Beschädigung (min)
2-18	55	75: $TiN_{0,9}$ 25: Al	CBN, TiN, AlN, AlB_2, TiB_2	105	*15 22
2-19	55	75: TiN 25: Al	CBN, TiN, AlN, AlB_2, TiB_2	105	*14 23
2-20	55	60: $TiC_{0,8}$ 40: $TiAl_3$	CBN, TiC, AlN, AlB_2, TiB_2	105	*9 21
2-21	55	60: $TiC_{0,95}$ 40: $TiAl_3$	CBN, TiC, AlN, AlB_2, TiB_2	90	*6 16
2-22	55	60: TiC 40: $TiAl_3$	CBN, TiC, AlN, AlB_2, TiB_2	90	*7 15
2-23	45	55: Co 30: Al 13: WC 12: TiN	CBN, CoWB, AlN, $Co_{21}W_2B$, AlB_2	90	*4 21

Tabelle 2 (Fortsetzung folgt)

Probe Nr.	CBN (Vol.-%)	Zusammensetzung des Bindemittels	Substanzen in dem Sinterkörper, die durch Röntgenbeugung bestimmt wurden	Bruchfestigkeit des CBN-Substrats (kgf/mm^2)	Zeit bis zur Beschädigung (min)
2-24	35	55: Co 30: Al 13: WC 12: TiN	CBN, CoWB, AlN, $Co_{21}W_2B$, AlB_2	85	*3 11
2-25	34	60: TiN 40: Al	CBN, TiN, AlB_2, TiB_2	90	*11 20
2-26	20	60: TiN 40: Al	CBN, TiN, AlB_2, TiB_2	80	*7 11

Beispiel 3

[0049] Das Verfahren von Beispiel 1 wurde wiederholt, aber die CBN-Sinterkörper wurden durch Diamant-Sinterkörper ersetzt, die den in Tabelle 3 gezeigten Diamantengehalt (Vol.-%) und die in Tabelle 3 gezeigten Bindemittelzusammensetzungen (Gew.-%) aufwiesen.

[0050] Eine Scheibe aus Co wurde auf den Boden eines Mo-Behälters gelegt, in welchen dann das Pulvergemisch gepackt wurde. Die resultierende Anordnung wurde bei 1450°C unter einem Druck von 55 kb 20 Minuten lang gesintert.

[0051] Der resultierende Diamant-Sinterkörper wurde zu einer Spitze für ein Schneidwerkzeug geformt und auf den Teilen der Spitze, wo das Schneiden stattfindet, wurden die gleiche Zwischenschicht (TiN: 0,5 µm), der gleiche harte wärmebeständige Film [$(Ti_{0,3}Al_{0,7})N$; 5,6 µm] und die gleiche Deckschicht aus [$Ti(C_{0,5}N_{0,5})$; 0,2 µm] durch die gleiche Ionenplattierungsmethode wie in Beispiel 1 abgeschieden.

[0052] Mit den resultierenden Schneidspitzen und Vergleichsspitzen wurde ein Schneidtest durchgeführt. Eine Vergleichsspitze ist ein im Beispiel 1 verwendeter CBN-Sinterkörper, der keine erfindungsgemäße harte wärmebeständige Schicht aufweist, und die anderen Vergleichsspitzen sind Diamant-Sinterkörper, die keine erfindungsgemäße harte wärmebeständige Schicht aufweisen. In dem Test wurde die Verschleißbeständigkeit der Spitzen an einer kombinierten runden Stahlstange, bestehend aus FCD 600 Stahl und 16% Si-Al-Legierung (Schnittverhältnis = 1:1) bestimmt, welche entlang ihres Umfangs mit einer Schneidgeschwindigkeit von 200 m/min, einer Schnitttiefe von 0,3 mm, einem Vorschub von 0,2 mm pro Umdrehung und 20 Minuten lang in trockenem Zustand geschnitten wurde, um die Breite des Verschleißes an der Freifläche (mm) zu messen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3 (Fortsetzung folgt)

Probe Nr.	Diamantengehalt (Vol.-%)	Zusammensetzung der anderen Komponenten in dem Sinterkörper	Verschleiß an der Freifläche (mm)
3-1	99	Co, W	* zerbrochen nach 3 min zerbrochen nach 4 min
3-2	98	Co, WC	*0,213 0,165
3-3	90	Co, WC	*0,160 0,119
3-4	90	TiN, Co WC	*0,150 0,111
3-5	85	TiC, HfC, Co	*0,155 0,132
3-6	80	Co, Ni, TiC	*0,159 0,129
3-7	75	SiC, Si, WC	*0,240 0,182
3-8	70	TiN, Co, N, WC	*0,166 0,129
3-9	70	Al, Al_2O_3	*zerbrochen nach 3 min zerbrochen nach 5 min
3-10	45	TiC, Co, WC	*0,185 0,149
3-11	35	TiN, Co	*zerbrochen nach 2 min zerbrochen nach 7 min
3-12	CBN-Sinterkörper		*zerbrochen nach 4 min 0,116

(Anmerkung)*: Werkzeuge ohne harten wärmebeständigen Film der Erfindung

Patentansprüche

1. Verwendung eines harten Verbundwerkstoffs für Schneidwerkzeuge für gehärtete Stähle, wobei der harte Verbundwerkstoff ein Substrat aus einem CBN-Sinterkörper, enthaltend mehr als 20 Vol.-% kubisches Bornitrid (CBN), umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Substrat mindestens eine Schicht aus einem harten wärmebeständigen Film, der hauptsächlich aus Ti, Al und mindestens einem Element, gewählt aus einer Gruppe umfassend C, N und O, besteht, auf einem Teil oder Teilen des Substrats aufweist, wo das Schneiden stattfindet, und dass der Sinterkörper gewählt ist aus den folgenden drei Typen von CBN-Sinterkörpern (1) bis (3):
(1) einem CBN-Sinterkörper, der durch Sintern bei hohem Druck von 30 bis 90 Vol.-% kubischem Bornitrid(CBN)-Pulver und einem den Rest bildenden Bindemittelpulver, umfassend mindestens einen Bestandteil gewählt aus einer Gruppe umfassend Nitrid, Carbid, Borid und Oxid von IVa-, Va- und VIa-Elementen und ihre festen Lösungen und Aluminium und/oder eine Aluminiumverbindung, und unvermeidbare Verunreinigungen, erhalten wird;
(2) einem CBN-Sinterkörper, der durch Hochdrucksintern von 40 bis 95 Vol.-% kubischem Bornitrid(CBN)-Pulver und einem den Rest bildenden Bindemittelpulver, umfassend 1 bis 50 Gew.-% TiN, mindestens einen Bestandteil, gewählt aus einer Gruppe umfassend Co, Ni und WC, Aluminium und/oder eine Aluminiumverbindung und unvermeidbare Verunreinigungen, erhalten wird; und
(3) einem CBN-Sinterkörper, der durch Hochdrucksintern von mehr als 90 Vol.-% kubischem Bornitrid(CBN)-Pulver und einem den Rest bildenden Bindemittelpulver, umfassend Borid von Ia- oder IIa-Elementen, TiN und unvermeidbare Verunreinigungen, erhalten wird,
wobei der harte wärmebeständige Film eine Kristallstruktur des kubischen Systems aufweist und
wobei der harte wärmebeständige Film eine Dicke von 0,5 bis 15 µm aufweist.

2. Verwendung des Verbundwerkstoffs nach Anspruch 1, wobei der harte wärmebeständige Film aus einer Verbindung gefertigt ist, die durch die allgemeine Formel:

$(Ti_xAl_{1-x})N$

wiedergegeben wird, in welcher gilt: $0,3 \leq x \leq 0,5$.

3. Verwendung des Verbundwerkstoffs nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine Zwischenschicht mit einer Dicke von 0,05 bis 5 µm, welche aus mindestens einer Verbindung von mindestens einem Element, gewählt aus einer Gruppe umfassend IVa-, Va- und VIa-Elemente, und mindestens einem Element, gewählt aus einer Gruppe umfassend C, N und O, gefertigt ist, zwischen das Substrat und den harten wärmebeständigen Film eingeschoben ist.

4. Verwendung des Verbundwerkstoffs nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei eine Oberflächenschicht mit einer Dicke von 0,05 bis 5 µm, die aus mindestens einer Verbindung von mindestens einem Element, gewählt aus einer Gruppe, umfassend IVa-, Va- und VIa-Elemente, und mindestens einem Element, gewählt aus einer Gruppe umfassend C, N und O, gefertigt ist, auf einer äußeren Oberfläche des harten wärmebeständigen Films abgeschieden ist.

5. Verwendung des Verbundwerkstoffs nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Substrat wie in (1) in Anspruch 1 definiert ist, wobei das Bindemittel aus 50 bis 95 Gew.-% von mindestens einem Bestandteil, gewählt aus einer Gruppe umfassend TiC, TiN, (TiM)C, (TiM)N und (TiM)CN, wobei M ein Übergangsmetall, gewählt aus IVa-, Va- und VIa-Elementen mit Ausnahme von Ti ist, und 5 bis 50 Gew.-% Aluminium und/oder einer Aluminiumverbindung besteht.

6. Verwendung des Verbundwerkstoffs nach Anspruch 5, wobei das Bindemittel aus 50 bis 80 Gew.-% TiN_z, wobei $0,5 \leq z \leq 0,85$, 15 bis 50 Gew.-% Aluminium und/oder einer Aluminiumverbindung und unvermeidbaren Verunreinigungen besteht, und die Biegezähigkeit bzw. Biegebruchfestigkeit (transverse rupture strength) des CBN-Sinterkörpers, bestimmt gemäß JIS-Norm, mehr als $1,08 \times 10^9$ Pa (110 kgf/mm^2) beträgt.

7. Verwendung des Verbundwerkstoffs nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Substrat wie in (2) in Anspruch 1 definiert ist, das CBN-Pulver eine Teilchengröße von weniger als 3 µm aufweist und die Biegezähigkeit bzw. Biegebruchfestigkeit des CBN-Sinterkörpers, bestimmt gemäß JIS-Norm, mehr als $1,03 \times 10^9$ Pa (105 kgf/mm^2) beträgt.

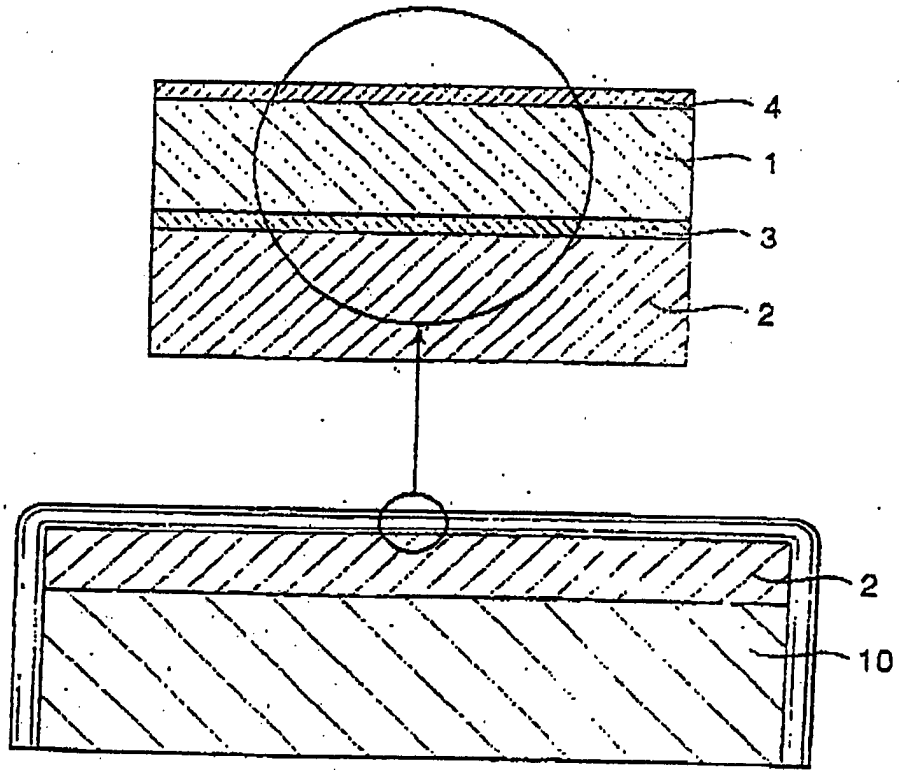
8. Verwendung des Verbundwerkstoffs nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Substrat wie in (3) in

Anspruch 1 definiert ist, wobei das Bindemittel 1 bis 50 Gew.-% TiN und Borid von Ia- oder IIa-Elementen enthält.

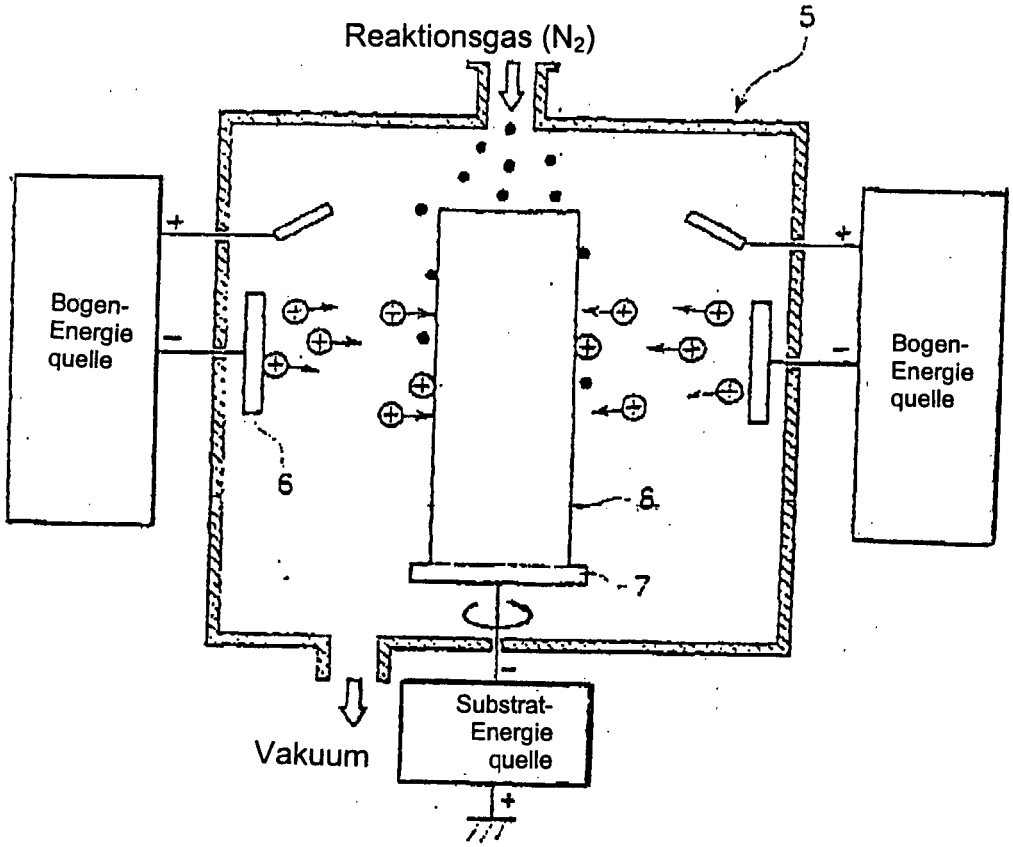
Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIGUR 1



FIGUR 2A



FIGUR 2B

