



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2005 006 389 T2** 2009.06.10

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 716 086 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2005 006 389.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2005/005276**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **05 723 317.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2005/082809**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.02.2005**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **09.09.2005**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.11.2006**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **30.04.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.06.2009**

(51) Int Cl.⁸: **C04B 35/5831** (2006.01)
C04B 35/622 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

546669 P **20.02.2004** **US**

(73) Patentinhaber:

Diamond Innovations, Inc., Worthington, Ohio, US

(74) Vertreter:

Murgitroyd & Company, 48149 Münster

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LI, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR

(72) Erfinder:

PAKALAPATI, Rajeev, Worthington, Ohio 43085, US; MCHALE, JR. James, Hillsborough, New Jersey 08844, US

(54) Bezeichnung: **SINTERKÖRPER**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

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**VERWANDTE ANMELDUNGEN UND PRIORITÄTSANSPRUCH**

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der provisorischen U.S. Anmeldung Nr. 60/546,669, die am 20. Februar 2004 eingereicht wurde.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Die hier enthaltene Beschreibung bezieht sich im Allgemeinen auf das Schneiden, Fräsen und/oder Drehen von Werkzeugen. Insbesondere bezieht sich die Beschreibung im Allgemeinen auf Superschleifwerkzeuge aus kubischem Bornitrid (cBN) und Verfahren zur Fertigung und Verwendung von diesen.

HINTERGRUND

[0003] Die Härte von kubischem Bornitrid (cBN) ist größer als jedes bekannte Material außer Diamant. cBN ist jedoch weniger reaktiv mit Eisenwerkstoffen als Diamant. Folglich wird es weitgehend bei Materialabtrag-anwendungen auf eisenhaltigen Werkstücken verwendet. Materialien aus gesintertem polykristallinem kubischem Bornitrid (PCBN) sind im Fach wohl bekannt und werden weitgehend bei eisenhaltigen Bearbeitungsanwendungen verwendet.

[0004] PCBN-Presskörper können in zwei weitreichende Klassen von Materialien unterteilt werden. Die erste Klasse, die durch den relativ hohen Volumenprozentatz von cBN von größer als oder gleich 70% gekennzeichnet ist, wird weitgehend bei Gusseisenbearbeitungsanwendungen verwendet. U.S. Patent Nr. 3,743,489 beschreibt zum Beispiel einen harten gesinterten Körper aus cBN mit direkter Bindung zwischen cBN-Körnern und metallischen Bindemitteln, die interkristalline Räume füllen. Die zweite Klasse ist durch einen niedrigeren cBN-Volumenprozentatz (weniger als 70%) gekennzeichnet, der in einer keramischen Bindephase dispergiert wird. Ein Beispiel dieses zweiten Typs, der weitgehend beim Drehen von gehärteten Stählen verwendet wird, ist in U.S. Patent Nr. 4,334,928 an Hara et al. zu finden. Die keramische Bindephase kann Carbide, Nitride und/oder Boride der Metalle aus den Gruppen IVa und Va des Periodensystems beinhalten. Beide Typen von PCBN sind in einer festen ungestützten Form und in einer durch Wolframcarbidgestützten Form für die Fabrikation von Schneidewerkzeugen und Werkzeugeinsätzen handelsüblich.

[0005] Trotz der Fortschritte des Stands der Technik sind einige Arten Gusseisen und insbesondere weißes Gusseisen in der Bearbeitung weiterhin sehr schwierige und kostspielige Materialien. Bei schweren Bearbeitungsvorgängen auf massiven Gussstücken aus weißem Gusseisen werden sehr große Schnitttiefen verwendet, bis zu 2,54 mm (0,10 Zoll) und darüber hinaus. Diese extremen Bearbeitungsbedingungen erfordern außergewöhnlich harte und verschleißfeste Werkzeugmaterialien. Die Situation wird ferner durch chemische Mechanismen und Adhäsionsverschleißmechanismen zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück erschwert. Zahlreiche Gusseisen enthalten Elemente, die reaktiver sind als Eisen gegenüber cBN. Chrom findet sich zum Beispiel in zahlreichen weißen Gusseisen bei Leveln bis zu 34 Gew.-%. Dieser chemische Verschleißmechanismus stellt sogar noch größere Anforderungen an das Werkzeugmaterial.

[0006] Gegenwärtig ist PCBN mit hohem cBN-Gehalt in fester Form die erfolgreichste Klasse von PCBN-Material, die bei der Schwerbearbeitung von Gusseisen verwendet wird. Ein handelsübliches Beispiel eines solchen Materials ist AMB90 (erhältlich von Element Six). Dieses Material beinhaltet ungefähr 90 Vol.-% cBN mit durchschnittlicher Korngröße von 9 µm in einem keramischen Aluminiumbindemittel. Auf ähnliche Weise beschreibt U.S. Patent Nr. 4,666,466 an Wilson Material, das aus einer Mischung von metallischem Aluminium und cBN-Pulver zubereitet wird, reagiert unter Hochdruck-Hochtemperaturbedingungen, um einen gesinterten Körper mit AlN und AlB₂, eingestreut zwischen cBN-Körner, zu bilden. Dieser Ansatz stellt ein Material mit relativ guter Härte und Verschleißfestigkeit bereit, befasst sich aber nicht adäquat mit dem Bedarf an chemischer Resistenz und Adhäsionsverschleißfestigkeit, die bei einem wirklich optimalen Material zur Schwerbearbeitung von Gusseisen erforderlich wäre.

[0007] Es gibt eine Anzahl von Referenzen, die verschiedene Verfahren zur Verbesserung der chemischen Verschleißfestigkeit von PCBN-Materialien mit hohem cBN-Gehalt durch die Modifizierung von Bindephasen lehren. U.S. Patent Nr. 4,343,651 an Yazu et al. beschreibt eine PCBN-Zusammensetzung mit 80–95 Vol.-% cBN mit einer Partikelgröße von weniger als 10 µm, gesintert mit einer Bindephase, die mindestens ein Bindemittelmaterial enthält, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus einem Carbide, einem Nitrid und einem Carbonitrid aus einer Gruppe IVb und Vb Übergangsmetall in dem Periodensystem, Mischungen daraus und ihren

festen Lösungsverbindungen und Aluminiumverbindungen ausgewählt ist, wobei der Gehalt an Aluminium in der Matrix 5 bis 30 Gew.-% ist, und wobei die Partikel in der Matrix von einer Größe sind, die geringer als ein Mikrometer ist. U.S. Patent Nr. 4,389,465 an Nakai et al. beschreibt einen gesinterten Presskörper, der hauptsächlich aus 20–80 Vol.-% cBN mit einer Partikelgröße von weniger als 5 µm besteht, und wobei der verbleibende Teil aus Al_2O_3 besteht. U.S. Patent Nr. 4,619,698 an Ueda et al. beschreibt ein PCBN-Material mit 75–97 Gew.-% cBN in einer Bindephase, die 1 bis 20 Gew.-% TiC und/oder TiCN und 1 bis 20 Gew.-% einer Verbindung, die aus der Gruppe, bestehend aus COAT, NiAl und (Co, Ni)Al, ausgewählt ist.

[0008] Als weitere Beispiele beschreibt das U.S. Patent 4,911,756 an Nakai et al. einen gesinterten Presskörper, der durch das Sintern einer Mischung erhalten wird, die ungefähr 50 bis 75 Vol.-% cBN und ungefähr 25 bis 50 Prozent eines Bindemittels, das 20 bis 50 Gew.-% Al und 4 bis 40 Gew.-% Wolfram enthält, wobei der Rest aus Carbiden, Nitriden und Carbonitriden der Gruppen IVA, Va oder VIA des Periodensystems zusammengesetzt ist, enthält.

[0009] U.S. Patent Nr. 5,034,053 an Nakai et al. beschreibt ein PCBN-Material, das 45–75 Vol.-% cBN einer Bindephase enthält, die aus 5–25 Gew.-% Al und einem Rest von mindestens einer Spezies von Verbindungen, dargestellt durch $(\text{Hf}_{1-z}\text{M}_z)\text{C}$, besteht, wobei M ein Element ist, das aus der Gruppe bestehend aus den Gruppen IVA, Va und VIA des Periodensystems außer Hf ausgewählt ist, und wobei der Bedingung $0 \leq z \leq 0,3$ genügt wird. U.S. Patent Nr. 5,041,399 an Fukaya et al. beschreibt ein PCBN-Material, das durch das Sintern einer Pulvermischung, die 20–70 Vol.-% cBN enthält, und eines Bindemittelpulvers, das 2–20 Gew.-% Aluminium, 2–20 Gew.-% Wolfram und einen Rest, gebildet aus einer oder mehreren Ti-Verbindungen, ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus TiN_z , $\text{Ti}(\text{C}, \text{N})_z$, TiC_z , $(\text{Ti}, \text{M})\text{N}_z$, $(\text{Ti}, \text{M})(\text{C}, \text{N})_z$ und $(\text{Ti}, \text{M})\text{C}_z$, beinhaltet, erhalten wird, wobei M ein Übergangsmetallelement oder -elemente, die zu einer beliebigen der Gruppen IVA, Va und VIA des Periodensystems außer Ti gehören, darstellt, und wobei z innerhalb des Bereichs von 0,1 bis 0,4 liegt, wobei das Bindemittel ferner das Al in der Form von mindestens einem aus Al und einer Verbindung aus Al und Ti, und das W in der Form von mindestens einem von W, WC und einer Verbindung aus W und Ti enthält, wobei das Atomverhältnis des Ti zu einem Übergangsmetallelement oder -metallelementen, die zu einer der Gruppen VIA, Va und VIA des Periodensystems einschließlich Ti gehören, mindestens 2/3 und nicht mehr als 97/100 ist, und wobei cBN-Kristalle durch Bindungsphasen, die durch das Bindemittel in dem gesinterten Körper gebildet werden, aneinander gebunden sind.

[0010] U.S. Patent Nr. 5,328,875 an Ueda et al. beschreibt ein PCBN-Material, wobei cBN-Körner in einer Bindephase dispergiert werden, die aus 20–48 Vol.-% einer abgebauten Reaktionsphase, die durch die Reaktion von cBN und einem oder mehreren von $\text{Ti}_{2-3}\text{AlC}$, $\text{Ti}_{2-3}\text{AlN}$ und $\text{Ti}_{2-3}\text{AlCN}$ einschließlich Sauerstoff erlangt wird, besteht, wobei die abgebaute Reaktionsphase eines oder mehrere von TiC, TiN, TiCN und eines oder mehrere von Al_2O_3 and AlN und TiB_2 beinhaltet, und wobei die Kristallkorngröße in der Bindungsphase und cBN geringer als 1 Mikrometer ist.

[0011] U.S. Patent Nr. 5,830,813 an Yao et al. beschreibt ein Verfahren zum Fertigen eines PCBN-Materials, das die folgenden Schritte beinhaltet: Bilden einer Mischung aus cBN-Kristallen, eines Pulvers aus refraktärem Material, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Titancarbonitrid und Titanaluminiumcarbonitrid, einer Quelle aus Cobalt und einer Quelle aus Aluminium; Behandeln von mindestens einem Anteil der Inhaltsstoffe der Mischung mit Ammoniak bei einer Temperatur im Bereich von 1100° bis 1250°C; und Sintern der Mischung unter Hochtemperatur-Hochdruckbedingungen.

[0012] U.S. Patent Nr. 6,331,497 an Collier et al. beschreibt ein Schneidewerkzeug, das einen Körper von polykristallinem cBN mit einer cBN-Korngröße von 10 bis 17 µm und einer Bindephase beinhaltet, die 2 bis 15 Gew.-% eines Materials, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Titandiborid, Aluminiumdiborid, Titancarbid, Titannitrid, Titancarbonitrid, Titanaluminiumcarbonitrid und $(\text{Ti}_x\text{M}_y)\text{CN}$ beinhaltet, wobei das Legierungsmetall M eines oder mehrere aus Silicium, Chrom, Cobalt, Wolfram und Tantal sein kann und das Verhältnis von Legierungsmetall zu Titan y/x in dem Bereich von 0,05 bis 0,3 liegt; wobei ein Infiltrat Aluminium und/oder Silicium enthält; und wobei der Diamant mehr als stöchiometrisch mit dem Silicium in dem Infiltrat zum Bilden von Siliciumcarbid ist.

[0013] JP-Patentveröffentlichung Nr. 07-082031 offenbart einen cBN gesinterten Presskörper, der aus 10–70 Vol.-% cBN in einer Bindephase, bestehend aus 5–30 Vol.-% Aluminiumoxid (Aluminiumoxid) mit einem Partikeldurchmesser von 1 Mikrometer oder weniger, 3–20 Vol.-% Aluminiumnitrid/-borid; 10–40 Vol.-% Ti-Carbid/Nitrid und 3–20 Vol.-% Ti-Borid besteht. Dieser gesinterte Presskörper gilt als herkömmlichen Produkten überlegen, mit längerer Lebensdauer, d. h. verbesserter Bruchfestigkeit, Temperaturwechselbeständigkeit, Kantenfestigkeit und Oxidationsbeständigkeit.

[0014] In JP-Patentveröffentlichung Nr. 08-126903 wird ein weiterer cBN gesinterter Körper mit verbesserter Verschleißfestigkeit offenbart. Dieser cBN gesinterter Körper beinhaltet 20–40 Vol.-% Ti-Carbid/-Nitrid, 1–5 Vol.-% Aluminiumnitrid, 3–7 Vol.-% Ti-Borid, 3–15 Vol.-% Aluminiumoxid, wobei der Rest aus cBN besteht, und wobei mindestens 60% des Bereichs der cBN-Körner wechselseitig gebunden sind.

[0015] JP-Patentveröffentlichungen Nr. 2000-247746A und 2000-218411 A offenbaren ein PCBN-Material mit 30–90 Vol.-% eines cBN mit einer Korngröße unter 1 μm , 10–70 Vol.-% cBN mit einer durchschnittlichen Korngröße von 2–10 μm und 4–65 Vol.-% einer Bindephase, die AlN , Al_2O_3 , ein Borid der Metalle der Gruppen IVa, Va und/oder VIa, eine Nicht-Borid-Verbindung aus den gleichen Gruppen des Periodensystems und mindestens ein Element aus der Gruppe VIII des Periodensystems beinhaltet. Obwohl die cBN-Mischung einen Anteil groberer Partikel enthält, muss die volumetrische durchschnittliche Korngröße des endgültigen Presskörpers um 1 μm liegen.

[0016] JP-Patentveröffentlichung Nr. 08-109070A offenbart ein PCBN-Material, bei dem > 85% cBN und Al_2O_3 , 30–80 Vol.-% cBN beinhalten und der Rest einer Bindephase Titannitrid, Aluminiumnitrid und unvermeidbare Unreinheiten beinhaltet. Der cBN-Gehalt in dem endgültigen Presskörper ist zwischen 30 und 80 Vol.-%.

[0017] JP-Patentveröffentlichung Nr. 59-153851A offenbart ein PCBN-Material, das durch Hochdruck und Temperatursintern einer Mischung erhalten wird, die 50–70 Gew.-% cBN, 10–20 Gew.-% Al_2O_3 , 8–18 Gew.-% TiN, 8–10 Gew.-% Aluminiumpulver und 2–4 Gew.-% Siliciumpulver beinhaltet.

[0018] JP-Patentveröffentlichung Nr. 60 086225 offenbart einen in Härte und Falz widerstand verbesserten gesinterten Körper, der 40–70% CBN, 10–50% eines Pulvers, das Carbid von Carbonitrid eines Metalls, das zu den Gruppen IVa, Va und VIa gehört, 2–15% eines Al_2O_3 -Pulvers und 5–15% eines Al-Pulvers beinhaltet. Die Mischung wird bei 1100°C oder mehr unter einem Druck von 30 kilobar gesintert.

[0019] U.S. Patent Nr. 5,466,642 offenbart ein verschleißfestes auf cBN basierendes Schneidewerkzeug. Das Werkzeug weist ungefähr 10 bis ungefähr 40% von mindestens einem Element, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Carbid, Nitrid und Carbonitrid aus Titan (Ti), von ungefähr 5 bis ungefähr 25% mindestens einer Ti-q und Al-Verbindung, von ungefähr 2 bis ungefähr 10% Aluminiumoxid, von ungefähr 0,1 bis ungefähr 2% Wolframcarbid auf, wobei der Ausgleich cBN ist, und anfallende Unreinheiten. Die Verbesserungen bei Verschleißfestigkeit und Härte des Werkzeugs basieren auf Korngrößenverfeinerung und Kornwachstumsunterdrückung, die durch mindestens eines von Al_2O_3 und WC gewährt werden.

[0020] Während durch die vorangehenden Ansätze Verbesserungen verwirklicht worden sind, besteht immer noch Bedarf an einem optimierten Schneidewerkzeugmaterial zur Schwerbearbeitung von Eisengussstücken. Unten wird ein PCBN-Material beschrieben, das bei der Bearbeitung von Gusseisen eine verbesserte Leistung gezeigt hat.

ZUSAMMENFASSUNG

[0021] Ein gesinterter Presskörper aus kubischem Bornitrid (cBN) zur Verwendung in einem Werkzeug wird durch das Sintern einer Mischung aus (i) kubischem Bornitrid, (ii) Aluminiumoxid, (iii) einer oder mehreren Verbindungen aus refraktärem Metall und (iv) Aluminium und/oder einer oder mehreren Nichtoxid-Aluminium-Verbindungen erhalten. Die gesinterten Körper weisen ausreichend Stärke und Härte auf, um als Werkzeugmaterial in einer festen, d. h. nicht durch Carbid gestützten Form verwendet zu werden, und sind besonders bei der Schwerbearbeitung von Gusseisen nützlich.

[0022] Gemäß einer Ausführungsform wird ein gesinterter Presskörper aus kubischem Bornitrid (cBN) mit einem cBN-Anteil und einem Nicht-cBN-Anteil zur Verwendung in einem Werkzeug durch das Sintern einer Mischung aus: (i) ungefähr 71 bis ungefähr 93 Vol.-% cBN; (ii) ungefähr 1 bis ungefähr 20 Vol.-% Aluminiumoxid; (iii) ungefähr 3 bis ungefähr 26 Vol.-% einer oder mehrerer Verbindungen aus refraktärem Metall und (iv) ungefähr 3 bis ungefähr 20 Vol.-% einer Quelle aus Nichtoxid-Aluminium-Verbindungen erhalten, wobei die Nichtoxid-Aluminium-Verbindung metallisches Aluminium sein kann. Die Verbindungen aus refraktärem Metall können eine oder mehrere Verbindungen mit der Allgemeinformel $\text{MZ}_{(1-x)}$ umfassen, wobei Z aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus C, B, N und Kombinationen davon besteht, mindestens eine der Verbindungen ein metallisches Nitrid ist, M ein Metall aus den Gruppen IV–VI des Periodensystems ist und x eine Zahl zwischen 0,01 und 0,99 ist. Ein weiterer Typ der Verbindung aus refraktärem Metall umfasst eine Kombination oder feste Lösungen aus zwei oder mehreren Verbindungen, die die Formel MZ oder MZ_2 aufweisen. Der Aluminiumge-

halt in dem Nicht-cBN-Anteil des gesinterten Presskörpers kann ungefähr 30 Gew.-% des gesamten Presskörpers übersteigen, obwohl andere Zusammensetzungen möglich sind.

[0023] Weitere Ausführungsformen beziehen sich auf Prozesse zur Fertigung eines gesinterten Presskörpers der oben erwähnten Ausführungsformen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0024] [Fig. 1](#) ist eine Photographie des Verschleißgebiets eines Einsatzes des Stands der Technik nach der Bearbeitung eines großen industriellen Gussstücks.

[0025] [Fig. 2](#) ist eine Photographie des Verschleißgebiets eines Einsatzes, produziert gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nach der Bearbeitung eines großen industriellen Gussstückes, das identisch zu dem aus [Fig. 1](#) ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0026] Bevor die vorliegenden Zusammensetzungen und Verfahren beschrieben werden, versteht es sich, dass diese Erfindung nicht auf die besonderen beschriebenen Prozesse, Zusammensetzungen oder Methodologien beschränkt ist, da diese variieren können. Es versteht sich ebenfalls, dass die in der Beschreibung verwendete Terminologie lediglich zum Zweck des Beschreibens der bestimmten Versionen oder Ausführungsformen dient, und nicht, um den Bereich der vorliegenden Erfindung, der nur durch die beigefügten Patentansprüche beschränkt wird, zu beschränken.

[0027] Es muss ebenfalls angemerkt werden, dass hier und in den angehängten Patentansprüchen die Einzahlformen „ein/einer/eine“ und „der/die/das“ die Mehrzahlbezüge einschließen, solange der Zusammenhang nicht eindeutig anderes angibt. Folglich ist zum Beispiel der Bezug auf ein „Metall“ ein Bezug auf ein oder mehrere Metalle und Äquivalente dazu, die den Fachleuten bekannt sind, und so weiter.

[0028] Wenn nicht anders definiert, weisen alle hier verwendeten technischen und wissenschaftlichen Begriffe die gleiche Bedeutung auf, wie allgemein von einem durchschnittlichen Fachmann verstanden wird. Obwohl jedes beliebige Verfahren und Materialien, die den hier beschriebenen ähnlich oder äquivalent sind, in der Praxis oder beim Testen der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, werden die bevorzugten Zusammensetzungen, Verfahren, Vorrichtungen und Materialien nun beschrieben. Nichts hiervon sollte als ein Zugeständnis ausgelegt werden, dass die Erfindung nicht berechtigt ist, derartige Offenbarungen aufgrund von früherer Erfindung vorwegzunehmen.

[0029] Gemäß einer Ausführungsform wird ein gesintertes Presskörper aus kubischem Bornitrid (cBN) mit einem cBN-Anteil und einem Nicht-cBN-Anteil zur Verwendung in einem Werkzeug durch das Sintern einer Mischung aus: (i) ungefähr 71 bis ungefähr 93 Vol.-% cBN; (ii) ungefähr 1 bis ungefähr 20 Vol.-% Aluminiumoxid; (iii) ungefähr 3 bis ungefähr 26 Vol.-% einer oder mehrerer Verbindungen aus refraktärem Metall und (iv) ungefähr 3 bis ungefähr 20 Vol.-% einer Quelle aus Nichtoxid-Aluminium-Verbindungen erhalten. Die Verbindungen aus refraktärem Metall können eine oder mehrere Verbindungen mit der Allgemeinformel $MZ_{(1-x)}$ umfassen, wobei Z aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus C, B oder N oder Kombinationen davon besteht, und mindestens eine der Verbindungen ist ein metallisches Nitrid, M ist ein Metall aus den Gruppen IV–VI des Periodensystems und x ist eine Zahl zwischen 0,01 und 0,99. Ein weiterer Typ der Verbindung aus refraktärem Metall umfasst eine Kombination oder feste Lösungen aus zwei oder mehreren Verbindungen, die jeweils die Formel MZ oder MZ_2 aufweisen. Die Verbindung kann eine einzelne Verbindung oder eine Kombination von Verbindungen wie etwa eine Mischung aus mindestens zwei Materialien, ausgewählt aus der Gruppe von TiC, TiN, TiB₂ und TiN_(1-x) sein. Andere geeignete Verbindungen können ebenfalls verwendet werden. Der Aluminiumgehalt in dem Nicht-cBN-Anteil des Presskörpers kann ungefähr 10 Gew.-% oder mehr des Presskörpers beinhalten, obwohl andere Zusammensetzungen möglich sind. In einer Ausführungsform kann der Aluminiumgehalt in dem Nicht-cBN-Anteil des Presskörpers ungefähr 30 Gew.-% oder mehr des gesamten Presskörpers beinhalten.

[0030] Bei einer Variante kann das cBN in der Mischung eine bimodale oder multimodale Korngrößenverteilung aufweisen. Andere Verteilungen wie etwa im Wesentlichen homogene Verteilungen und scheinbar willkürliche Verteilungen sind jedoch möglich.

[0031] Die Mischung kann durch jedes beliebige geeignete Verfahren zubereitet und gesintert werden. Die

Verbindungen können zum Beispiel mit einem Lösungsmittel und/oder einem anderen geeigneten Mischmedium gemischt werden. Das Mischen sollte für eine geeignete Zeit geschehen, um die Materialien gründlich zu mischen, wie etwa eine Stunde für einen 1000 g Glaszylinder Material. Pulvergemische können gemischt werden, bevor durch eine Vielzahl von Techniken gesintert wird, einschließlich, aber nicht begrenzt auf, zum Beispiel Ultraschallmischen, Mischen in einer Kugelmühle, Mischen in einer Reibmühle und dergleichen. Die Wahl der Mischtechnik kann durch den Wunsch beeinflusst werden, gewisse Materialien in die Mischung einzuführen oder gewisse Materialien aus der Mischung heraus zu halten. Beispiele solcher Materialien können Ablagerungen von den Möhlmittelkugeln umfassen (z. B. Wolframcarbidablagerungen von WC Möhmkugeln). Dementsprechend kann bei Ausführungsformen, bei denen Wolframcarbid (das ein Element der Gruppe VI des Periodensystems ist) ein Inhaltsstoff ist, das Mahlen mit Wolframcarbidmedium verwendet werden, um mindestens einen Bruchteil des Wolframcarbidgehalts einzuführen. Bei Ausführungsformen, bei denen ein Presskörper im Wesentlichen frei von Wolfram ist, würden Möhlmittelkugeln aus Wolframcarbid nicht verwendet werden. Das Nichtoxid-Aluminium kann aus einer Folie oder einer anderen festen Form von metallischem Aluminium, das während des Sinterns mit einer Pulvermischung in Kontakt gesetzt wird, stammen.

[0032] Das Mahlen (d. h. Mischen) kann oft in der Gegenwart von einem oder mehreren Lösungsmitteln wie etwa zum Beispiel Isopropylalkohol oder anderen Alkoholen, Acetonen und/oder anderen Lösungsmitteln ausgeführt werden. Die Lösungsmittel können vorzugsweise leicht entfernt werden und fördern keine nicht gewünschte Oxidierung der Metallpulver, die gemahlen werden. Die Mahltemperaturen können Umgebungstemperaturen oder Nicht-Umgebungstemperaturen sein, und die Zeiten können bis zu einigen Stunden oder mehr reichen. Abhängig von der Größe der Mischvorrichtung können die vermengten Mischungen in der Größe von ungefähr 100 g bis ungefähr 2 kg oder kleiner oder größer reichen.

[0033] Die vermengte Mischung kann getrocknet werden, um das Lösungsmittel zu entfernen, vorzugsweise bei einer Temperatur unterhalb des Flammpunkts des Lösungsmittels (z. B. Isopropylalkohol, Aceton). Das getrocknete Pulver kann durch einen Filter mit Sieböffnungen von ungefähr 841 μm (20-Siebgewebe) (oder ein anderes geeignetes Sieb) gesiebt werden, um große Agglomerate zu entfernen. Das getrocknete Pulver kann unter Verwendung von beliebigen geeigneten Hochdruck-/Hochtemperatur-Techniken (HD/HT-Techniken) und Ausrüstungen wie den im Fach bekannten und oben erörterten und in dem Hintergrundteil dieser Anmeldung zitierten Stand der Technik gesintert werden. Das Pulver kann zum Beispiel in Becher aus Graphit oder refraktärem Metall oder andere Becher (z. B. Ta oder Nb) geladen werden. Die Becher können in eine Hochdruckzelle geladen werden und Hochdruck (wie etwa ungefähr 2,5 bis ungefähr 7,5 GPa (ungefähr 25 bis ungefähr 75 kilobar)) und Hochtemperatur (wie etwa größer als ungefähr 1000°C) über eine geeignete Zeit (wie etwa ungefähr 30 bis ungefähr 40 Minuten) unterzogen werden, um die Pulvermischung in einen kohärenten Presskörper zu sintern und, wenn notwendig, in ein Substrat zu löten. Andere Drücke und Temperaturen sind möglich, um das HD/HT-Sintern voranzutreiben, wie von dem Fachmann erkannt werden wird. Ein Stützmaterial (Pulver oder Presskörper) kann in den Becher zum In-situ-Vermengen zu dem gesinterten Presskörper geladen werden, wie im Fach bekannt ist. Geeignete Substrate umfassen zum Beispiel Carbide aus refraktärem Metall (z. B. Wolfram). Alternativ können die Zusammensetzungen in einer nicht durch Carbid gestützten Form gesintert werden, oder, wie in allen unten beschriebenen Beispielen, in fester nicht gestützter Form. In einer Ausführungsform kann der gesinterte Presskörper eine Korngrößenverteilung aufweisen, die bimodal oder multimodal ist, obwohl andere Verteilungen möglich sind. Die Größe des Bechers begrenzt die Größe des endgültigen gesinterten Presskörpers.

[0034] Jedes beliebige geeignete Verfahren zum Sintern kann verwendet werden, wie etwa die HD/HT-Verfahren, die in dem Hintergrundteil dieses Dokuments beschrieben werden. Während des Sinterns reagieren die Bindephasen chemisch miteinander und dem cBN, um Carbide, Nitride, Carbonitride, Oxide, Oxynitride und Boride (z. B. AlB_2 , AlN , TiB_2) zu produzieren. Das Sintern der Mischung kann ebenfalls Mischmetallcarbide, Nitride, Carbonitride, Oxide, Oxynitride und Boride (z. B. TiAlN , WCoB) produzieren. Diese Phasen können in gesinterten Presskörpern durch Röntgenstrahlbeugungstechniken erkannt und identifiziert werden. Der gesinterte Rohling kann aus der Zelle entfernt werden und bearbeitet oder anderweitig formuliert werden, um das Bechermaterial zu entfernen und es auf die gewünschten Abmessungen zu bringen.

[0035] Der fertige Rohling, wenn ausreichend elektrisch leitend, kann dann in Formen und Größen geschnitten werden, die für die Herstellung von Schneidewerkzeugen geeignet sind. Geeignete Schneideverfahren umfassen elektroerosive Metallbearbeitung (EDM) und andere Verfahren. Derartige Werkzeuge können zur Bearbeitung von Sintermetalleisen und/oder anderen Materialien verwendet werden. Wenn nicht ausreichend leitend, kann Laserschneiden verwendet werden, um die gewünschte Form zur Fabrikation des Werkzeugs zu produzieren. Die Größe und Form der beschriebenen gesinterten Rohlinge kann durch das Ändern der Abmessungen der Komponenten variiert werden, und sie werden hauptsächlich in der Abmessung durch die

HD/HT-Ausrüstung, die zur Förderung des Sinterungsprozesses verwendet wird, begrenzt.

[0036] Wie oben angemerkt, kann der Presskörper eine bimodale oder multimodale Korngrößenverteilung aufweisen. In einer Ausführungsform weist der gesinterte Presskörper zum Beispiel einen groben Anteil von ungefähr 40% bis ungefähr 80% des cBN auf, und einen feinen Anteil von ungefähr 20 bis ungefähr 60% des cBN, wobei (i) der grobe Anteil eine durchschnittliche Korngröße von ungefähr 5 bis ungefähr 30 μm aufweist, (ii) der feine Anteil eine durchschnittliche Korngröße von ungefähr 0 bis ungefähr 10 μm aufweist und (iii) das Verhältnis der durchschnittlichen Korngröße des groben Anteils zu der durchschnittlichen Korngröße des feinen Anteils ungefähr 2:1 oder größer ist. Andere Größenverteilungen sind möglich.

[0037] Der gesinterte cBN-Presskörper kann bei der Bildung von Werkzeugen und Werkzeugeinsätzen wie denen, die bei Bearbeitungsanwendungen verwendet werden, nützlich sein. Eine Ausführungsform der cBN-Presskörper kann zum Beispiel bei der Schwerbearbeitung von Gusseisen oder anderen chemisch reagierenden Materialien verwendet werden. Wie hier verwendet, bezieht sich „Schwerbearbeitung“ auf Anwendungen, bei denen relative große Schnitttiefen verwendet werden, oft nahe oder größer als 2,54 cm (0,10 Zoll). In einer Ausführungsform können gesinterte cBN-Presskörper mit Maschinengusseisenmaterialien verwendet werden, die chemisch mit cBN reagieren, z. B. weißes Gusseisen, wobei größere Schnitttiefen und schnellere Geschwindigkeiten beibehalten werden.

[0038] Manche Ausführungsformen der gesinterten cBN-Presskörper, die hier beschrieben werden, können bei der Bearbeitung von großen Schmiedestücken wie etwa Pumpengehäusen oder Antriebsrädern, die gemeinhin in der Bergbauindustrie, z. B. bei der Ölgewinnung etc. verwendet werden, nützlich sein. Eine Metrik, die die hier beschriebenen cBN gesinterten Presskörper vergleicht, ist die nützliche Lebensdauer des Werkzeugs, die durch die Menge an Bearbeitung, die es vervollständigen kann, bevor die Oberflächenbeschaffenheit des bearbeiteten Metalls inakzeptabel wird, bestimmt wird. Eine zweite Metrik ist die maximale Geschwindigkeit der Bearbeitung in Oberfläche m/min (Fuß/min), bei der das Werkzeugmaterial in einer Anwendung arbeiten kann. Die Geschwindigkeit der Bearbeitung ist ein Faktor, der die Materialabtragsrate beeinflusst und folglich die Fabrikationskosten des gesamten Teils beeinflusst. Beispiele einer Ausführungsform der cBN gesinterten Presskörper, die hier beschrieben werden, sind getestet worden und es hat sich herausgestellt, dass sie um einen Faktor von mehr als 2 zu 1 in Lebensdauer des Werkzeugs besser arbeiten als handelsübliche Presskörper und ermöglichen, dass die Geschwindigkeiten der Bearbeitung bis zu 50% erhöht werden.

[0039] Während die Erfindung unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsformen beschrieben worden ist, wird der Fachmann verstehen, dass verschiedene Veränderungen vorgenommen werden können und dass Äquivalente Elemente davon substituieren können, ohne von dem Bereich der Erfindung abzuweichen. Zusätzlich dazu können zahlreiche Modifizierungen vorgenommen werden, um eine bestimmte Situation oder ein bestimmtes Material an die Lehren der Erfindung anzupassen, ohne vom wesentlichen Bereich abzuweichen. Obwohl zum Beispiel alle der folgenden Beispiele Titanverbindungen in der Bindephase verwenden, ist es dem Fachmann wohl bekannt, dass andere Metalle in den Gruppen IV–VI des Periodensystems mit minimalen Auswirkungen auf die Leistung der Bearbeitung durch Titan ersetzen könnten. Es ist daher beabsichtigt, dass die Erfindung nicht auf die bestimmte Ausführungsform, die als zum Ausführen dieser Erfindung beste Ausführungsform betrachtet wird, begrenzt sein muss, sondern dass die Erfindung alle Ausführungsformen umfasst, die in den Bereich der angehängten Patentansprüche fallen.

BEISPIELE

[0040] In den Beispielen wurden zwei standardisierte Tests zur Bearbeitung auf Werkstücken aus weißem Gusseisen ausgeführt. Die zwei Tests wurden mit unterschiedlichen Graden von weißem Gusseisen und bei unterschiedlichen Bearbeitungsbedingungen ausgeführt, um die PCBN-Materialien über den großen Bereich zu evaluieren, der bei verschiedenen industriellen Anwendungen zu sehen ist. Das optimale Werkzeugmaterial sollte bei beiden standardisierten Tests gut funktionieren. Die Bedingungen der standardisierten Testverfahrensweisen sind in Tabelle 1 gegeben. Die Werkzeugeleistung wurde durch das Messen der Abnutzung auf der Flanke des Werkzeugs nach der Bearbeitung von ungefähr 63,500 linearen Zentimetern (25,000 lineare Zoll) des Werkstücks bestimmt, und wird unten in Einheiten von linearem Zoll, bearbeitet pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung, angezeigt. Der Durchschnitt der linearen Zentimeter pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung aus Test A und Test B wurde als die primäre Metrik der Werkzeugeleistung verwendet.

TABELLE 1

	Test A	Test B
Zusammensetzung des Werkstücks	2,0–2,8% C 24–28% Cr 0,6–0,9% Si Rest Fe	2,5–3,3% C 16–22% Cr 1,0–3,0% Mo 1,5–2,0% Mn Rest Fe
Geschwindigkeit	182,9 m/min (600 ft/min)	106,7 m/min (350 ft/min)
Werkzeuggeometrie	RNG-432	RNG432
Förderrate	3,81 mm/Umdrehung (0,015 Zoll/Umdrehung)	3,81 mm/Umdrehung (0,015 Zoll/Umdrehung)
Schnitttiefe	0,254 mm (0,010 Zoll)	1,016 mm (0,040 Zoll)

BEISPIEL 1 – VERGLEICH

[0041] Die standardisierten Bearbeitungstests wurden unter Verwendung eines im Handel erhältlichen cBN-Presskörpers (Secomax CBN300, ~82 Vol.-% cBN mit 15 µm Korngröße, Rest ein hauptsächlich AlN und AlB₂ beinhaltendes keramisches Bindemittel, Seco Tools AB, Schweden) ausgeführt. Bei diesem Beispiel scheint das getestete Material gemäß den Lehren des Stands der Technik gefertigt worden zu sein. Das Material bearbeitete 2222,5 lineare Zentimeter (875 lineare Zoll) pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test A und 3124,1 lineare Zentimeter (1230 lineare Zoll) pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test B, um eine durchschnittliche Leistungsauswertung von 2674,6 (1053) zu ergeben.

BEISPIEL 2 – VERGLEICH

[0042] Die standardisierten Bearbeitungstests werden unter Verwendung eines handelsüblichen cBN-Presskörpers (BZN 7000, ~82 Vol.-% cBN mit 15 µm Korngröße, Rest ein hauptsächlich AlN und AlB₂ beinhaltendes keramisches Bindemittel, Diamond Innovations, Inc, Worthington, OH) ausgeführt. Dieses Material bearbeitete 1930,4 lineare Zentimeter (760 lineare Zoll) pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test A und 4640,6 lineare Zentimeter (1827 lineare Zoll) pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test B, um eine durchschnittliche Leistungsauswertung von 3286,8 (1294) zu ergeben.

BEISPIEL 3 – VERGLEICH

[0043] Titancarbidpulver (TiC) mit einer mittleren Partikelgröße von weniger als ungefähr 3 µm, Aluminium-Pulver (Al) mit einer mittleren Partikelgröße von 5 µm und cBN-Pulver mit einer mittleren Partikelgröße von 12 µm wurden in einem Verhältnis von 71 Gew.-% cBN, 15 Gew.-% TiC und 14 Gew.-% Al ausgewogen. Die Verbindungen werden durch Schlingerbewegungen eine Stunde lang in einem Polyethylenglaszylinder mit Isopropylalkohol als einem Mischmedium gemischt. Die vermengte Mischung wurde getrocknet, um den Alkohol bei einer Temperatur unterhalb des Flammpunkts des Alkohols zu entfernen. Das getrocknete Pulver wurde durch einen Sieböffnungsfilter von 841 µm (20-mesh-Filter) gesiebt, um große Agglomerate zu entfernen, und in Graphitbecher geladen. Die Becher wurden in eine Hochdruckzelle geladen und 30–40 Minuten lang Hochdruck von 4,5 GPa bis 5,0 GPa (45–50 kbar) und Hochtemperatur (ungefähr 1400°C) ausgesetzt, um die Pulvermischung in einen kohärenten Presskörper zu sintern.

[0044] In dem Beispiel beinhaltete der gesinterte Presskörper ungefähr 72 Vol.-% cBN-Körner mit einer mittleren Größe von ungefähr 15 Mikrometer, wobei der Rest des Materials aus einer keramischen Bindephase bestand. Die Bindephase enthielt einige Phasen, die durch Röntgenstrahlbeugungstechniken identifiziert wurden, um Titancarbid, Aluminiumnitrid und Aluminiumdiborid zu umfassen. Die letzteren zwei Phasen wurden während des Sinterprozesses durch die Reaktion der vermengten Pulverkomponenten mit cBN gebildet.

[0045] Der gesinterte Rohling wurde auf eine Dicke von 4,8 mm bearbeitet und in Scheiben von 1,27 cm (0,5 Zoll) zur Fabrikation von RNG-432-Einsätzen lasergeschnitten. Einsätze aus diesem Material bearbeiteten 2656,8 lineare Zentimeter (1046 lineare Zoll) pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test A und

1031,2 lineare Zentimeter (408 lineare Zoll) pro 0,0254 mm pro (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test B, um eine durchschnittliche Leistungsauswertung von 1844 (727) zu ergeben. Bei diesem Beispiel wurde der getestete Presskörper gemäß den Lehren des Stands der Technik gefertigt.

BEISPIEL 4 – VERGLEICH

[0046] Ein cBN gesinterter Presskörper wurde auf die in Beispiel 3 beschriebene Weise aus einem Pulvergemisch, das 15 Gew.-% TiN, 14 Gew.-% Al und 71 Gew.-% cBN mit einer mittleren Partikelgröße von 12 µm beinhaltete, gefertigt. Während des Sinterns reagierten das Al-Pulver und ein Anteil des TiN mit dem cBN, um TiB_2 , TiN, AlN und AlB_2 zu bilden, wie durch die Röntgenstrahlbeugungsanalyse des gesinterten Presskörpers identifiziert. Einsätze aus diesem Material bearbeiteten 4846,3 lineare Zentimeter (1908 lineare Zoll) pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test A und 1658,6 lineare Zentimeter (653 lineare Zoll) pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test B, um eine durchschnittliche Leistungsauswertung von 3252,5 (1281) zu ergeben. Bei diesem Beispiel wurde der getestete Presskörper gemäß den Lehren des Stands der Technik gefertigt.

BEISPIEL 5 – EINE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG

[0047] Ein cBN gesinterter Presskörper wurde auf die in Beispiel 3 beschriebene Weise aus einem Pulvergemisch, das 2,6 Gew.-% TiC, 2,6 Gew.-% TiN, 2,6 Gew.-% Al_2O_3 , 11,5 Gew.-% Al und 80,7 Gew.-% cBN mit einer mittleren Partikelgröße von 12 µm beinhaltete, gefertigt. Da Al_2O_3 53 Gew.-% elementares Aluminium enthält, ist der gesamte Aluminiumgehalt in dem Nicht-cBN-Anteil der Pulvermischung 67 Gew.-%. Röntgenstrahlbeugungsanalysen des gesinterten Presskörpers erkannten die Anwesenheit von cBN, TiN, TiC, TiB_2 , AlN und Al_2O_3 . Einsätze aus diesem Material bearbeiteten 4348,5 lineare Zentimeter (1712 lineare Zoll) pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test A und 2651,8 lineare Zentimeter (1044 lineare Zoll) pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test B, um eine durchschnittliche Leistungsauswertung von 3500,1 (1378) zu ergeben. Die Mischung aus Carbiden, Nitriden, Boriden und Aluminiumoxid in dem Bindemittel des erfindерischen Materials produzierte ein PCBN, das das Vergleichsmaterial in Beispiel 3 um fast 100% und in Beispiel 4 um ungefähr 8% übertraf.

BEISPIEL 6 – VERGLEICH

[0048] Ein cBN gesinterter Presskörper wurde auf die in Beispiel 3 beschriebene Weise aus einem Pulvergemisch, das 7 Gew.-% TiC, 15 Gew.-% Al_2O_3 , 7 Gew.-% Al und 71 Gew.-% cBN mit einer mittleren Partikelgröße von 12 µm beinhaltete, gefertigt. Der gesamte Aluminiumgehalt in dem Nicht-cBN-Anteil der Pulvermischung betrug 52 Gew.-%. Einsätze aus diesem Material bearbeiteten 7112 lineare Zentimeter (2800 lineare Zoll) pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test A und 2796,5 lineare Zentimeter (1101 lineare Zoll) pro 0,0254 mm pro (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test B, um eine durchschnittliche Leistungsauswertung von 4954,3 (1951) zu ergeben. Die Ergebnisse zeigten eine Leistungserhöhung, wenn Al_2O_3 zu den Zusammensetzungen, die in U.S. Patent Nr. 6,331,497 gelehrt wurden, hinzugefügt wurde. Es sei ebenfalls angemerkt, dass dieses Material das beste handelsübliche verfügbare PCBN (d. h. BZN7000 in Beispiel 2) um 50% übertraf.

BEISPIEL 7 – VERGLEICH

[0049] Ein cBN gesinterter Presskörper wurde auf die in Beispiel 3 beschriebene Weise aus einem Pulvergemisch, das 7 Gew.-% TiN, 15 Gew.-% Al_2O_3 , 7 Gew.-% Al und 71 Gew.-% cBN mit einer mittleren Partikelgröße von 11 µm beinhaltete, gefertigt. Einsätze aus diesem Material bearbeiteten 7569,2 lineare Zentimeter (2980 lineare Zoll) pro 0,0254 (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test A und 1973,6 lineare Zentimeter (777 lineare Zoll) pro 0,0254 (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test B, um eine durchschnittliche Leistungsauswertung von 4771,4 (1879) zu ergeben. Dieses Material schnitt sehr gut in Test A ab, aber die Leistung in Test B zeigte einen Bedarf an Verbesserung. Bei diesem Beispiel wurde die getestete Zusammensetzung gemäß den Lehren des Stands der Technik gefertigt.

BEISPIEL 8 – EINE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG

[0050] Ein cBN gesinterter Presskörper wurde auf die in Beispiel 3 beschriebene Weise aus einem Pulvergemisch, das 2,6 Gew.-% TiC, 2,6 Gew.-% TiN, 2,6 Gew.-% Al_2O_3 , 11,5 Gew.-% Al und 80,7 Gew.-% cBN beinhaltete, gefertigt. Das cBN-Pulver in diesem Beispiel hatte eine bimodale Partikelgrößenverteilung, wobei 60% des cBN eine mittlere Partikelgröße von 12 µm aufweisen und 40% eine mittlere Partikelgröße von 3 µm auf-

weisen. Der gesamte Aluminiumgehalt in dem Nicht-cBN-Anteil der Pulvermischung betrug 67 Gew.-%. Röntgenstrahlbeugungsanalysen des gesinterten Presskörpers erkannten die Anwesenheit von cBN, TiN, TiC, TiB₂, AlN und Al₂O₃. Einsätze aus diesem Material bearbeiteten 4922,5 lineare Zentimeter (1938 lineare Zoll) pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test A und 5428 lineare Zentimeter (2137 lineare Zoll) pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test B, um eine durchschnittliche Leistungsauswertung von 5175,3 (2038) zu ergeben. Die vorteilhafte Wirkung auf die Leistung aus der Verwendung einer bimodalen Verteilung von cBN-Korngrößen wird beim Vergleich mit Beispiel 5 leicht beobachtet, der eine durchschnittliche Leistungsauswertung von 3500,1 (1378) zeigete.

BEISPIEL 9 – EINE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG

[0051] Ein cBN gesintertter Presskörper wurde auf die in Beispiel 3 beschriebene Weise aus einem Pulvergemisch, das 6,1 Gew.-% TiC, 10,1 Gew.-% TiN, 2,6 Gew.-% Al₂O₃, 8,0 Gew.-% Al und 73,2 Gew.-% cBN beinhaltete, gefertigt. Das cBN-Pulver in diesem Beispiel hatte eine bimodale Partikelgrößenverteilung, wobei 60% des cBN eine mittlere Partikelgröße von 12 µm aufwiesen und 40% eine mittlere Partikelgröße von 3 µm aufwiesen. Der gesamte Aluminiumgehalt in dem Nicht-cBN-Anteil der Pulvermischung betrug 35 Gew.-%. Röntgenstrahlbeugungsanalysen des gesinterten Presskörpers erkannten die Anwesenheit von cBN, TiN, TiC, TiB₂, AlN und Al₂O₃. Einsätze aus diesem Material bearbeiteten 6253,5 lineare Zentimeter (2462 lineare Zoll) pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test A und 7025,6 lineare Zentimeter (2766 lineare Zoll) pro 0,0254 mm (0,001 Zoll) Flankenabnutzung in Test B, um eine durchschnittliche Leistungsauswertung von 6639,6 (2614) zu ergeben. Die vorteilhafte Wirkung des sorgfältigen Auswählens der Bindemittelzusammensetzung, um die chemische Resistenz des Werkzeugmaterials zusätzlich zu der in Beispiel 8 erwähnten bimodalen Wirkung zu verbessern, ist aus diesem Beispiel ersichtlich.

BEISPIEL 10 – VERGLEICH

[0052] Die handelsüblichen Secomax CBN300-Einsätze und zusätzliche Einsätze, die unter Verwendung der identischen Verfahrensweisen und der in Beispiel 8 beschriebenen erfinderischen Zusammensetzung fabriziert wurden, wurden einer industriellen Schwerbearbeitungsanwendung unterzogen. Einsätze jedes Materials wurden verwendet, um ein großes industrielles Gussstück aus weißem Gusseisen (28% Cr) zu bearbeiten. Die Bearbeitung wurde bei einer Geschwindigkeit von 142,3 Oberflächenmeter (467 Oberflächenfuß) pro Minute ausgeführt, und die Schnitttiefe variierte von 1,79 mm (0,070 Zoll) zu 3,05 mm (0,120 Zoll). [Fig. 1](#) zeigt das Verschleißgebiet auf einem Secomax CBN300-Einsatz nach der Bearbeitung eines der großen Gussstücke aus weißem Gusseisen, und [Fig. 2](#) zeigt das Verschleißgebiet auf einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nach der Bearbeitung eines identischen Gussstücks. Folglich haben wir herausgefunden, dass Ausführungsformen des erfinderischen Werkzeugmaterials dem handelsüblichen Material überlegen sind.

Patentansprüche

1. Ein Presskörper mit einem Anteil aus kubischem Bornitrid (cBN) und einem Nicht-cBN-Anteil, wobei der Presskörper Folgendes beinhaltet:

- (a) zwischen ungefähr 71 und ungefähr 93 Vol.-% cBN;
 - (b) zwischen ungefähr 1 und ungefähr 20 Vol.-% Aluminiumoxid;
 - (c) zwischen ungefähr 3 und ungefähr 26 Vol.-% von einer oder mehreren Verbindungen aus refraktärem Metall, ausgewählt aus der Gruppe, die aus Folgendem besteht:
 - i. einer Verbindung mit der Allgemeinformel $MZ_{(1-x)}$; und
 - ii. einer Kombination oder festen Lösungen aus zwei oder mehreren Verbindungen, die jeweils die Allgemeinformel MZ oder MZ_2 aufweisen;
- wobei:

Z aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus C, B, N und Kombinationen davon besteht, mindestens eine der Verbindungen ein metallisches Nitrid ist, M ein Metall aus einer der Gruppen IV–VI des Periodensystems ist und x eine Zahl zwischen 0,01 und 0,99 ist; und

- (d) zwischen ungefähr 3 und ungefähr 20 Vol.-% einer Quelle von einer oder mehreren Nichtoxid-Aluminium-Verbindungen;

wobei der Gehalt an Aluminium in dem Nicht-cBN-Anteil des gesinterten Presskörpers ungefähr 30 Gew.-% übersteigt.

2. Presskörper gemäß Anspruch 1, wobei die eine oder die mehreren Verbindung(en) aus refraktärem Metall eine Mischung aus mindestens zwei Materialien, die aus der Gruppe von TiC, TiN, TiB₂ und $TiN_{(1-x)}$ ausgewählt sind, beinhalten, wobei x eine Zahl zwischen 0,01 und 0,99 ist.

3. Presskörper gemäß einem der Ansprüche 1 und 2, wobei das cBN eine Korngrößenverteilung aufweist, die mindestens bimodal ist.
4. Presskörper gemäß Anspruch 3, der einen groben Anteil aufweist, der ungefähr 40% bis ungefähr 80% des cBN beinhaltet, und einen feinen Anteil, der ungefähr 20 bis ungefähr 60% des cBN beinhaltet; wobei der grobe Anteil eine durchschnittliche Korngröße von ungefähr 5 bis ungefähr 30 µm aufweist und der feine Anteil eine durchschnittliche Korngröße von ungefähr 0 bis ungefähr 10 µm aufweist; und wobei das Verhältnis der durchschnittlichen Korngröße des groben Anteils zu der durchschnittlichen Korngröße des feinen Anteils ungefähr 2:1 oder größer ist.
5. Presskörper gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Presskörper in einer nicht durch Carbid gestützten Form vorliegt.
6. Presskörper gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens ein Anteil des Aluminiums, das die eine oder die mehreren Nicht-Oxid-Aluminiumverbindungen bildet, von einer Folie oder einer anderen festen Form von metallischem Aluminium, das während des Sinterns in Kontakt mit einer Pulvermischung platziert wird, stammt.
7. Presskörper gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Presskörper im Wesentlichen frei von Wolframcarbid ist.
8. Presskörper gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Aluminiummetall in der Nichtoxid-Aluminium-Verbindung ungefähr 3 bis ungefähr 20 Vol.-% des Presskörpers beinhaltet.
9. Presskörper gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die eine oder die mehreren Verbindungen aus refraktärem Metall hauptsächlich aus Titannitrid bestehen.
10. Presskörper gemäß Anspruch 1, wobei die eine oder die mehreren Verbindungen aus refraktärem Metall hauptsächlich aus Titannitrid und Titancarbid bestehen.
11. Ein Prozess zur Fertigung eines gesinterten Presskörpers mit einem Anteil aus kubischem Bornitrid (cBN) und einem Nicht-cBN-Anteil, der Folgendes beinhaltet:
 - (A) Zubereiten einer Mischung, die Folgendes beinhaltet:
 - (a) zwischen ungefähr 71 und ungefähr 93 Vol.-% cBN;
 - (b) zwischen ungefähr 1 und ungefähr 20 Vol.-% Aluminiumoxid;
 - (c) zwischen ungefähr 3 und ungefähr 26 Vol.-% von einer oder mehreren Verbindungen aus refraktärem Metall, ausgewählt aus Folgendem:
 - i. einer Verbindung mit der Allgemeinformel $MZ_{(1-x)}$; und
 - ii. einer Kombination oder festen Lösungen aus zwei oder mehreren Verbindungen, die jeweils die Allgemeinformel MZ oder MZ_2 aufweisen; wobei Z aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus C, B, N und einer Kombination davon besteht, mindestens eine der Verbindungen ein metallisches Nitrid ist, M ein Metall aus den Gruppen IV–VI des Periodensystems ist und x eine Zahl zwischen 0,01 und 0,99 ist; und
 - (d) zwischen ungefähr 3 und ungefähr 20 Vol.-% einer Quelle von metallischem Aluminium; wobei der gesamte Aluminiumgehalt in dem Nicht-cBN-Anteil der Pulvermischung ungefähr 30 Gew.-% übersteigt; und
 - (B) dass die Mischung Hochdruck-Hochtemperaturbedingungen (HD-/HT-Bedingungen) unterzogen wird, um einen gesinterten Presskörper zu produzieren.
12. Prozess gemäß Anspruch 11, wobei die HD-/HT-Bedingungen einen Druck von zwischen ungefähr 25 und ungefähr 75 kbar und eine Temperatur von ungefähr 1000°C oder höher umfassen.
13. Prozess gemäß einem der Ansprüche 11 und 12, wobei das cBN eine Korngrößenverteilung aufweist, die bimodal oder multimodal ist.
14. Prozess gemäß Anspruch 13, wobei:
der gesinterte Presskörper einen groben Anteil von ungefähr 40% bis ungefähr 80% des cBN und einen feinen Anteil von ungefähr 20% bis ungefähr 60% des cBN aufweist;
wobei der grobe Anteil eine durchschnittliche Korngröße von ungefähr 5 bis ungefähr 30 µm aufweist und der feine Anteil eine durchschnittliche Korngröße von ungefähr 0 bis ungefähr 10 µm aufweist; und

wobei das Verhältnis der durchschnittlichen Korngröße des groben Anteils zu der durchschnittlichen Korngröße des feinen Anteils ungefähr 2:1 oder größer ist.

15. Prozess gemäß einem der Ansprüche 11 bis 14, der ferner das Platzieren einer Folie oder einer anderen festen Form von Aluminium in Kontakt mit der Pulvermischung während des Sinterns beinhaltet.

16. Prozess gemäß einem der Ansprüche 11 bis 15, wobei das Zubereiten der Mischung ferner das Vermeiden der Verwendung von Mühlmittelkugeln aus Wolframcarbid beinhaltet, um Wolframcarbid im Wesentlichen aus dem Presskörper fernzuhalten.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Figur 1



Figur 2

