



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 10 075 T2 2004.04.15**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 144 160 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 10 075.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/29024**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 964 149.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/40371**

(86) PCT-Anmeldetag: **08.12.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **13.07.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.10.2001**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **30.07.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.04.2004**

(51) Int Cl.⁷: **B24D 3/06**
B28D 5/02

(30) Unionspriorität:
227028 07.01.1999 US

(73) Patentinhaber:
**Saint-Gobain Abrasives, Inc., Worcester, Mass.,
US**

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:
**ANDREWS, M., Richard, Westborough, US;
BULJAN, Sergej-Tomislav, Acton, US;
RAMANATH, Srinivasan, Holden, US; GEARY, G.,
Earl, Framingham, US**

(54) Bezeichnung: **SUPERABSCHLEIFENDES SCHLEIFWERKZEUG MIT EINER AKTIVBINDUNG**

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

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf dünne Schleifkörper zum Schleifen sehr harten Materials wie eines solchen, das in der Elektronikindustrie benutzt wird.

[0002] Schleifkörper, die beides, sehr dünn und sehr steif sind, sind wirtschaftlich von großer Bedeutung. Z. B. werden dünne Schleifkörper bei der Fertigung elektronischer Produkte zum Abtrennen von dünnen Abschnitten, und beim Bereitstellen anderer Schleifoperationen zur Verarbeitung von Siliziumwafern und sogenannten Pucks aus Aluminiumoxid-Titan-Karbidkomposit gebraucht. Siliziumwafer werden allgemein für integrierte Schaltungen eingesetzt, und Aluminiumoxid-Titan-Carbid-Pucks werden verwendet, um fliegende Dünnschichtmagnetköpfe zum Aufzeichnen und Rückspielen magnetisch gespeicherter Informationen herzustellen. Der Gebrauch dünner Schleifkörper zum Schleifen von Siliziumwafern und Aluminiumoxid-Titan-Carbid-Pucks ist im US-Patent Nr. 5313742 gut erklärt, die gesamte Offenlegung ist hierin unter Bezug auf das Patent enthalten.

[0003] Wie in dem '742-Patent dargelegt, schafft die Herstellung von Siliziumwafern und Aluminiumoxid-Titan-Carbid-Pucks Bedarf an dimensional präzisen Schnitten mit geringem Abfall an Werkstückmaterial. Idealerweise sollten Schneidklingen, um solche Schnitte zu bewirken, so steif wie möglich und so dünn wie brauchbar sein, denn je dünner die Klinge, desto weniger Abfall wird produziert und je steifer die Klinge, um so gerader wird sie schneiden. Diese Eigenschaften sind jedoch miteinander im Widerstreit, weil die Klinge um so weniger steif wird, je dünner sie wird.

[0004] In der Industrie hat sich der Gebrauch von monolithischen Schleifkörpern herausgebildet, die üblicherweise auf einer Aufsteckachse zusammengesetzt sind. Einzelne Scheiben des Satzes sind axial voneinander durch nicht zusammendrückbare und langlebige Abstandshalter getrennt. Traditionell haben die einzelnen Scheiben eine einheitliche axiale Abmessung von der Aufnahmebohrung der Scheibe hin zum Umfang. Um eine ausreichende Steifigkeit für gute Exaktheit des Schnitts bereitzustellen, ist die axiale Abmessung dieser Scheiben, obwohl ganz dünn, größer als erwünscht. Um jedoch die Abfallerzeugung innerhalb akzeptabler Grenzen zu halten, ist die Dicke reduziert. Dies setzt die Starrheit der Scheibe auf weniger als das Optimum herab.

[0005] Die herkömmliche gerade Scheibe sorgt folglich dafür, dass mehr Werkstückabfall erzeugt wird als mit einer dünneren Scheibe und dass mehr Späne und unexakte Schliffe produziert werden als mit einer steiferen Scheibe. Das '742-Patent erstrebte, durch Erhöhen der Dicke eines inneren Bereiches, der sich von der Aufnahmebohrung radial nach außen erstreckt, die Leistung zusammengesetzter gerader Scheiben zu verbessern. Es wurde offengelegt, dass eine monolithische Scheibe mit einem dicken inneren Bereich steifer ist als eine gerade Scheibe mit Abstandshaltern. Das '742-Patent leidet jedoch unter dem Nachteil, dass der innere Bereich nicht zum Schleifen benutzt wird, und deswegen ist das Volumen des Schleifmittels in dem inneren Bereich verschwendet. Weil dünne Schleifkörper, speziell solche zum Schleifen von Aluminiumoxid-Titan-Carbid teure abreibende Substanzen wie Diamant einsetzen, betragen auf Grund des verschwendeten Schleifmittelvolumens die Kosten einer '742-Patent patentierten Scheibe das 30fache verglichen mit einer geraden Scheibe.

[0006] Es ist wünschenswert, gerade, monolithische, dünne Schleifkörper zu haben mit einer verbesserten Starrheit, verglichen mit konventionellen Scheiben. Abgesehen von der Geometrie der Scheibe wird die Starrheit von der innewohnenden Steifigkeit des Materials der Scheibenkonstruktion bestimmt. Im Grunde sind monolithische Scheiben aufgebaut aus Schleifkörnern und einer Bindung, die die Schleifkörner in der gewünschten Gestalt hält. Bis jetzt wurde normalerweise für dünne Schleifkörper, die gedacht waren, um harte Materialien wie Siliziumwafer und Aluminiumoxid-Titan-Carbid-Scheiben zu schleifen, eine Metallbindung benutzt. Eine Vielfalt metallischer Bindungszusammensetzungen wie z. B. Kupfer, Zink, Silber, Nickel oder Eisenlegierungen zum Halten von Diamantkörnern sind auf dem Fachgebiet bekannt. Es wurde jetzt entdeckt, dass die Zugabe zumindest einer aktiven Metallkomponente zu einer Metallbindung die Diamantkörner veranlassen kann, chemisch mit der aktiven Metallkomponente während der Bindungsbildung zu reagieren, wodurch ein ganzheitliches schleifkornverstärktes Komposit entsteht. Die sehr hohe innewohnende Steifigkeit der Körner zusammen mit der chemischen Bindung der Körner an das Metall erzeugen auf diese Weise eine wesentlich erhöhte Steifigkeit der abrasiven Struktur.

[0007] Dementsprechend bietet die vorliegende Erfindung einen Schleifkörper, der eine gerade, monolithische, schleifkornverstärkte Schleifscheibe umfaßt, mit einer einheitlichen Breite im Bereich von etwa 20–2.500 µm, bestehend im Wesentlichen aus etwa 2,5–50 vol.% Schleifkörnern und einer ergänzenden Menge einer Bindung, die eine Metallkomponente und ein aktives Metall enthält, das beim Sintern eine chemische Bindung mit den Schleifkörnern ausbildet, wobei das aktive Metall in einer Menge vorliegt die ausreicht, um einen Elastizitätsmodul der schleifkornverstärkten Schleifscheibe zu erzeugen, der zumindest 10% höher ist als der Elastizitätsmodul einer gesinterten Scheibe mit der gleichen Zusammensetzung, die aber frei von aktivem Metall ist und wobei der Elastizitätsmodulwert zumindest 100 GPa beträgt.

[0008] Es wird auch ein Verfahren bereitgestellt zum Schneiden eines Werkstücks, umfassend den Schritt

des In-Berührung-Bringens des Werkstücks mit einem Schleifkörper, der eine gerade, monolithische, schleifkornverstärkte Schleifscheibe mit einer einheitlichen Dicke im Bereich von etwa 20–2.500 µm umfaßt, die im Wesentlichen aus etwa 2,5–50 vol.% Schleifkörnern und einer ergänzenden Menge einer Bindung besteht, die eine Metallkomponente und ein aktives Metall enthält, das beim Sintern eine chemische Bindung mit den Schleifkörnern ausbildet, wobei das aktive Metall in einer Menge vorliegt, die ausreicht, um einen Elastizitätsmodul der schleifkornverstärkten Schleifscheibe zu erzeugen, der zumindest um 10% höher ist als der Elastizitätsmodul einer gesinterten Scheibe mit der gleichen Zusammensetzung, die aber frei von aktivem Metall ist und wobei der Elastizitätswert zumindest 100 GPa beträgt.

[0009] Weiter stellt diese Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Schleifwerkzeugs bereit, umfassend die Schritte

- (a) das Bereitstellen vorausgewählter Anteile an partikulären Bestandteilen, umfassend
 - (1) Schleifkörner
 - (2) eine Metallkomponente, die im Wesentlichen aus einer Hauptfraktion aus Kupfer und einer geringeren Fraktion aus Zinn besteht und
 - (3) ein aktives Metall, das beim Sintern eine chemische Bindung mit den Schleifkörnern ausbilden kann.
- (b) Mischen der partikulären Bestandteile zu einer einheitlichen Zusammensetzung
- (c) Platzieren der einheitlichen Zusammensetzung in einer Form mit vorausgewählter Gestalt
- (d) Komprimieren der Matrice bis zu einem Druck in Bereich von etwa 345–690 MPa für einen Zeitraum, der ausreicht, um einen geformten Gegenstand zu bilden
- (e) Erhitzen des geformten Gegenstands auf eine Temperatur im Bereich von etwa 500–900°C über einen Zeitraum, der ausreicht, um die Metallkomponente und das aktive Metall zu einer gesinterten Bindung zu sintern, wodurch die Schleifkörner und die gesinterte Bindung zu einem schleifkornverstärkten Komposit integriert werden und
- (f) Abkühlen des schleifkornverstärkten Komposits, um das Schleifwerkzeug zu bilden.

[0010] Die vorliegende Erfindung kann auf gerade, runde, monolithische Schleifkörper angewandt werden. Der Begriff „gerade“ bedeutet, dass die axiale Dicke der Scheibe über den gesamten Radius einheitlich ist, beginnend vom Radius der Öffnung für die Welle bis zum äußeren Radius der Scheibe. Eine wichtige Anwendung, für die diese Scheiben gedacht sind, ist das Schneiden dünner Abschnitte, wie Wafer und Pucks aus anorganischen Substanzen mit Präzision und reduziertem Schneidfugenverlust. Oft können bessere Ergebnisse durch den Betrieb der Scheiben bei hohen Schnittgeschwindigkeiten, d. h. Geschwindigkeit der abrasiven Oberfläche, die mit dem Werkstück im Kontakt ist, erreicht werden. Solche Leistungskriterien und Betriebsbedingungen werden gewöhnlich erzielt mittels Scheiben von extrem kleiner, einheitlicher Dicke und großem Durchmesser. Deshalb weisen bevorzugte Scheiben dieser Erfindung herausragend ein charakteristisch hohes Aspektverhältnis auf. Aspektverhältnis ist definiert als das Verhältnis des äußeren Durchmessers der Scheibe dividiert durch die Abmessung des axialen Querschnittes, das ist die Dicke der Scheibe. Das Aspektverhältnis sollte etwa bei 20–6.000, vorzugsweise etwa 100–12.000 und noch besser bei etwa 250–12.000 zu 1 liegen.

[0011] Die Gleichförmigkeit der Scheibendicke wird in engem engen Toleranzbereich gehalten, um die erwünschte Schnittleistung zu erreichen. Vorzugsweise liegt die einheitliche Dicke im Bereich von etwa 20–2.500 µm, noch besser bei etwa 100–500 µm und am Besten bei etwa 100–200 µm. Eine Schwankung der Dicke von weniger als 5 µm wird bevorzugt. Üblicherweise ist der Durchmesser der Öffnung für die Welle etwa 12–90 mm und der Scheibendurchmesser ist etwa 50–120 mm.

[0012] Der Begriff monolithisch bedeutet, dass das Material der Schleifscheibe eine voll-ständig einheitliche Zusammensetzung aufweist vom Radius der Öffnung für die Welle bis zum Radius der Scheibe. Das heißt im Grunde genommen ist der gesamte Körper der monolithischen Scheibe eine Schleifscheibe, die Schleifkörner enthält, die in eine gesinterte Bindung eingebettet sind. Die Schleifscheibe hat keinen fest eingebauten nicht abrasiven Teil zur strukturellen Unterstützung des abrasiven Teils, wie z. B. einen Metallkern, auf dem der abrasive Teil eines Schleifrades befestigt ist.

[0013] Im Wesentlichen enthält die Schleifscheibe dieser Erfindung drei Bestandteile, nämlich Schleifkörner, eine Metallkomponente und eine aktive Metallkomponente. Die Metallkomponente und das Aktivmetall bilden zusammen eine gesinterte Bindung, um die Schleifkörner in der gewünschten Gestalt der Scheibe zu halten. Die gesinterte Bindung wird erreicht, indem die komponentengeeigneten Sinterbedingungen unterworfen werden. Der Begriff „aktives Metall“ bedeutet ein Element oder eine Verbindung, die im Stande ist, mit der Oberfläche der Schleifkörner beim Sintern zu reagieren. Das aktive Metall verbindet sich also chemisch mit den Schleifkörnern. Weiterhin liegt das aktive Metall in einer Menge vor, die ausreicht, um die Körner in eine gesinterte Bindung in einem schleifkornverstärkten Komposit einzubauen. Indem sich die aktive Metallkomponente während des Sinterns chemisch an die Schleifkörner bindet, wird folglich die Gesamtsteifigkeit der gesinterten Bindungsmatrix des Schleifmittels verbessert, wenn Schleifkörner vernünftigerweise mit entsprechend großer Steifigkeit ebenso wie großer Starrheit ausgewählt werden.

[0014] Eine Haupterwägung für das Auswählen des Schleifkorns ist, dass die abrasive Substanz härter als das Material sein sollte, das geschnitten werden soll. Gewöhnlich werden die Schleifkörner der dünnen Schleifkörpern aus sehr harten Substanzen ausgewählt, weil diese Scheiben üblicherweise eingesetzt werden, um extrem harte Materialien wie Aluminiumoxid-Titan-Carbid zu schleifen. Wie erwähnt ist es wichtig, dass die abrasive Substanz auch genügend hohe Starrheit haben sollte, um die Struktur der Bindung zu verstärken. Diesem zusätzlichen Kriterium zur Auswahl der abrasiven Substanz obliegt es normalerweise sicherzustellen, dass der Elastizitätsmodul der abrasiven Substanz höher und vorzugsweise wesentlich höher ist als der der gesinterten Bindung. Typische harte, abrasive Substanzen für den Einsatz in dieser Erfindung sind sogenannte Superschleifmittel wie Diamant und kubisches Bornitrid und andere harte Schleifmittel wie Siliziumkarbid, Schmelz-Aluminiumoxid, mikrokristallines Aluminiumoxid, Siliziumnitrid, Borkarbid und Wolframkarbid. Gemenge aus zumindest zwei dieser Schleifmittel können ebenfalls eingesetzt werden. Diamant wird bevorzugt.

[0015] Die Schleifkörner kommen üblicherweise in Form feiner Partikel zum Einsatz. Die Partikelgröße der Körner für Scheiben bis zu einem Durchmesser von 120 mm sollte sich allgemein im Bereich von etwa 0,5–100 µm und vorzugsweise im Bereich von etwa 10–30 µm bewegen. Die Korngröße für Scheiben mit größerem Durchmesser kann proportional größer sein.

[0016] Die Metallkomponente dieser Erfindung kann ein einzelnes, metallisches Element oder ein Gemenge mehrerer Elemente sein. Typische Elemente, die für den Gebrauch in dieser Erfindung geeignet sind, schließen ein Kupfer, Zinn, Kobalt, Eisen, Nickel, Silber, Zink, Antimon und Mangan. Beispiele für Gemenge schließen ein Kupfer-Zinn, Kupfer- Zinn-Eisen-Nickel, Kupfer-Zink-Silber, Kupfer-Nickel-Zink, Kupfer-Nickel-Antimon. Metallverbindungen, wie Kobalt-Wolfram-Karbid und Nickel-Kupfer-Antimon-Tantal-Karbid und Legierungen, die Nichtmetalle enthalten, können auch eingesetzt werden. Die nichtmetallische Komponente verbessert gewöhnlich die Härte des Metalls oder drückt die Schmelztemperatur des Metalls herab, was hilft, die Sintertemperatur zu reduzieren und dadurch die Beschädigung des Diamanten, indem man ihn hohen Temperaturen aussetzt, vermeidet. Beispiele solcher Verbindungen und Legierungen, die kein Metall enthalten, schließen Nickel-Kupfer-Mangan – Silizium-Eisen und Nickel-Bor-Silizium ein. Die Metallkomponente wird allgemein als Pulver von kleiner Partikelgröße bereitgestellt. Die Pulverpartikel einer Mehrfachelement-Metallkomponente können entweder aus einzelnen Elementen, Vorlegierungen oder einem Gemenge aus beiden bestehen.

[0017] Wegen der aktiven Metallkomponente verbindet sich die gesinterte Bindung eher chemisch mit den Schleifkörnern, als dass sie sie lediglich umschlingt. Deshalb können Körner der neuartigen, aktiv gebundenen dünnen Schleifkörper dem Werkstück mit größerer Exposition ausgesetzt werden als dies Körner von nicht aktiv gebundenen Scheiben konnten. Zusätzlich können sanfter gesinterte Bindungszusammensetzungen verwendet werden. Diese Eigenschaften bieten den Vorteil, dass die Scheibe freier schneidet, mit weniger Tendenz zum Zusetzen, und dass sie deshalb mit vermindertem Energieverbrauch arbeitet. Kupfer-Zinn ist eine bevorzugte Zusammensetzung für eine Metallkomponente, die eine relativ weiche Bindung erzeugt.

[0018] Für eine Metallkomponente aus Kupfer-Zinn besteht allgemein der überwiegende Anteil (d. h. > 50 Gew.-%) aus Kupfer und der geringere Anteil (d. h. < 50 Gew.-%) aus Zinn. Vorzugsweise besteht die Kupfer-Zinn-Zusammensetzung im Wesentlichen aus etwa 50–90 Gew.-% Kupfer und etwa 10–40 Gew.-% Zinn; noch besser aus etwa 70–90 Gew.-% Kupfer und 10–30 Gew.-% Zinn; und am Besten aus etwa 70–75 Gew.-% Kupfer und 25–30 Gew.-% Zinn. Wie die folgende Beschreibung der Zubereitung des neuartigen, aktiv gebundenen dünnen Schleifkörpers erklären wird, wird die Metallkomponente gewöhnlich dem Prozess zur Herstellung der Scheibe in feiner Partikelform zugeführt.

[0019] Die aktive Metallkomponente wird ausgewählt nach Verträglichkeit mit beiden, der Metallkomponente der gesinterten Bindung und den Schleifkörnern. Das heißt, unter Sinterbedingungen, das aktive Metall sollte sich mit der Metallkomponente verdichten, um eine feste gesinterte Verbindung zu bilden und es sollte mit der Oberfläche der Schleifkörner reagieren, um damit eine chemische Bindung zu bilden. Die Auswahl der aktiven Metallkomponente kann weitgehend von der Zusammensetzung der Metallkomponente, der Zusammensetzung der Schleifkörner und den Sinterbedingungen abhängen. Typische Materialien für die aktive Metallkomponente sind Titan, Zirkonium, Hafnium, Chrom, Tantal und Gemengen von zumindest zwei der Vorgenannten. In einem Gemenge können die aktiven Komponentenmetalle als einzelne Metallpartikel oder als Legierungen zugeführt werden. Titan wird besonders in Verbindung mit Kupfer-Zinn-Metallkomponente und Diamantschleifmittel bevorzugt.

[0020] Die aktive Komponente kann entweder in elementarer Form oder als ein Verbund von nichtaktiven und Metallkomponenten zugefügt werden. Elementares Titan reagiert mit Wasser und/oder Sauerstoff bei niedriger Temperatur, um Titanoxid zu bilden und ist deshalb während des Sinterns nicht verfügbar, um mit dem Schleifmittel zu reagieren. Deshalb wird die Zugabe von elementarem Titan weniger bevorzugt, wenn Wasser oder Sauerstoff vorliegen. Wenn Titan in Verbundform zugegeben wird, sollte der Verbund in der Lage sein, vor dem Sinterungsschritt in elementare Form zu dissoziieren, um dem Titan zu ermöglichen, mit dem Schleifmittel zu reagieren. Eine bevorzugte Verbundform von Titan zur Anwendung in dieser Erfindung ist Titan-Hydrid TiH_2 , was bis etwa 500°C stabil ist. Über etwa 500°C dissoziiert Titan-Hydrid in Titan und Wasserstoff.

[0021] Die Bestandteile der Metallkomponenten und die aktiven Metallkomponenten werden vorzugsweise

beide in Partikelform in die Bindungszusammensetzung eingebaut. Die Partikel sollten eine kleine Partikelgröße haben, um eine gleichmäßige Konzentration überall in der gesinterten Bindung und einen optimalen Kontakt mit dem Schleifkörnern während des Sinterns erreichen zu helfen und eine gute Bindungskraft zu den Körnern zu entwickeln. Feine Partikel mit einer maximalen Abmessung von etwa 44 µm werden bevorzugt. Die Partikelgröße des Metallpulvers kann festgelegt werden, indem die Partikel durch ein Sieb mit genau angegebener Maschenweite geseiht werden. Nominal maximal 44 µm große Partikel gehen beispielsweise durch ein 325 U.S. Standard-Maschensieb.

[0022] In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der aktiv gebundene dünne Schleifkörper eine gesinterte Bindung mit etwa 45–75 Gew.-% Kupfer, etwa 20–35 Gew.-% Zinn und etwa 5–20 Gew.-% aktives Metall, die Gesamtmenge addiert sich zu 100 Gew.-%. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das aktive Metall Titan. Wie erwähnt, wird dem Einbau der Titankomponente in Form von Titan-Hydrid der Vorzug gegeben. Der unbedeutende Unterschied zwischen dem Molekulargewicht von elementarem Titan und Titan-Hydrid kann gewöhnlich vernachlässigt werden. Aus Gründen der Genauigkeit wird jedoch angemerkt, dass sich die Zusammensetzungen, die hierin dargelegt werden, auf das vorliegende Titan beziehen, wenn nicht anderweitig besonders darauf hingewiesen wird.

[0023] Der neuartige Schleifkörper wird im Wesentlichen durch einen Verdichtungsprozess des sogenannten „Kaltpress“- oder „Heißpress“-Typs hergestellt. In einem Kaltpress-Prozess, gelegentlich als „druckloses Sintern“ bezeichnet, wird eine Mischung der Komponenten in eine Form der gewünschten Gestalt eingebracht und ein hoher Druck wird bei Raumtemperatur angelegt, um einen kompakten, aber bröckelig geformten Gegenstand zu erhalten. Gewöhnlich liegt der hohe Druck über etwa 300 MPa. Anschließend wird der Druck abgebaut und der geformte Artikel wird aus der Form entnommen und dann auf die Temperatur zum Sintern erhitzt. Das Erhitzen zum Sintern erfolgt normalerweise während der geformte Gegenstand in einer Inertgas-Atmosphäre auf einen niedrigeren Druck als den Druck im Schritt vor dem Sintern unter Druck gesetzt wird, d. h. weniger als etwa 100 MPa und vorzugsweise weniger als etwa 50 MPa. Das Sintern kann auch unter Vakuum erfolgen. Während dieses Niedrigdruck-Sinterns kann der geformte Gegenstand, also eine Scheibe für einen dünnen Schleifkörper, vorteilhaft in eine Form gelegt oder zwischen zwei flache Platten eingelegt werden.

[0024] In einem Heißpress-Prozess wird die Mischung partikelförmiger Komponenten der Bindungszusammensetzung in die Form gegeben, die üblicherweise aus Graphit besteht, und mit einem hohen Druck wie in dem kalten Prozess verdichtet. Es wird jedoch ein inertes Gas verwendet, und der hohe Druck wird aufrecht erhalten, während die Temperatur erhöht wird, wodurch eine Verdichtung erreicht wird während die Vorform unter Druck steht.

[0025] Ein Eingangsschritt der Schleifkörperfertigung schließt das Packen der Komponenten in eine gestaltgebende Form ein. Die Komponenten können als einheitliche Mischung aus einzelnen Schleifkörnern, Metallkomponenten-Bestandteilen und Aktivmetall-Komponenten-Bestandteilen zugegeben werden. Diese einheitliche Mischung kann gebildet werden, indem eine geeignete mechanische Mischvorrichtung wie sie auf dem Fachgebiet bekannt ist, benutzt wird, um ein Gemenge der Körner und Partikel im vorgegebenen Verhältnis zu durchmischen. Zur Veranschaulichung kann die Mischausrüstung beinhalten Doppelkonusmischer, Hosenmischer, Zwangsmischer, liegende Trommelmischer, statische Mischer.

[0026] Kupfer und Zinn können vorlegiert sein und als Bronzeartikel eingebracht werden. Eine andere Variante beinhaltet Zusammenfassen und dann Mischen zur Gleichmäßigkeit von Standard-Bronze partikelförmiger Zusammensetzung, zusätzlichen Kupfer- und/oder Zinnpartikeln, aktiven Metallpartikeln und Schleifkörnern.

[0027] In einer wesentlichen Ausführungsform der Erfindung sind die Schleifkörner vor dem Sintern der Bindung unbeschichtet. Das heißt, die Schleifkörner sind ohne Metall auf ihrer Oberfläche. Eine andere Ausführungsform erfordert Vorbeschichten der Schleifkörner vor dem mechanischen Mischen aller Komponenten mit einer Schicht, die alle oder einen Teil der aktiven Metallkomponenten enthält. Diese Technik kann die Bildung der chemischen Bindung zwischen den Schleifkörnern und dem aktiven Metall während des Sinterns verbessern.

[0028] Die Schicht kann von makromolekularer Dicke oder von molekularer Dicke sein, wie sie z. B. erhalten werden kann durch chemische Aufdampfung oder physikalische Aufdampfung. Wenn eine molekulare Dicke eingesetzt wird empfiehlt es sich, die Menge des aktiven Metalls in der Vorbeschichtung zu ergänzen mit zusätzlichem aktiven Metall im Gemenge der Körner und Komponenten der Zusammensetzung der Bindung. Gewöhnlich besitzt eine molekulare Dicke der Vorbeschichtung alleine keine genügende Menge des aktiven Metalls, um die vorteilhaften Ergebnisse zu erzielen, die mit dieser Erfindung erreicht werden können.

[0029] Eine Schicht von makromolekularer Dicke kann erreicht werden durch (A) Mischen eines feinen Pulvers der Aktivmetall-Komponente und einer ausreichenden Menge eines flüchtigen, flüssigen Bindemittels zu einer einheitlichen Zusammensetzung, um eine klebrige Paste zu erhalten; (B) Mischen der Schleifkörner mit der Klebepaste, um so zumindest einen überwiegenden Anteil der Kornoberfläche mit der Klebepaste zu benetzen und (C) Trocknen des flüssigen Bindemittels, gewöhnlich mit Hitze, um einen Rückstand der Partikel des Aktivmetall-Pulvers, das mechanisch an die Schleifkörner gebunden ist, übrig zu lassen. Der Zweck der

mechanischen Bindung ist es, die Aktivmetallpartikel in der Nähe der Körner zu erhalten, zumindest bis zum Sintern, wenn die chemische Bindung die dauerhafte Anhaftung erbringt. Jedes herkömmliche, flüchtige, flüssige Bindemittel kann für die Paste benutzt werden. Der Begriff „flüchtig“ bedeutet, dass das flüssige Bindemittel die Fähigkeit besitzt, die Bindungszusammensetzung bei erhöhter Temperatur zu verlassen, vorzugsweise unterhalb der Sintertemperatur und ohne den Sinterprozess nachteilig zu beeinflussen. Das Bindemittel sollte genügend leichtflüchtig sein, um wesentlich vollständig zu verdampfen und/oder sich während des Sinterns thermisch zu zersetzen, ohne einen Rückstand zu hinterlassen, der störend auf die Funktion der Bindung einwirken könnte. Vorzugsweise wird das Bindemittel unter etwa 400°C verdampfen. Das Bindemittel kann mit vielerlei Verfahren nach dem Stand der Technik mit den Partikeln gemischt werden.

[0030] Das Gemenge der Komponenten, mit denen gestaltbildende Form beschickt wird, kann geringe Mengen wahlfreier Prozess-Hilfsmittel wie Paraffinwachs, „Acrowax“ und Zinkstearat enthalten, die üblicherweise in der Schleifmittelindustrie Verwendung finden.

[0031] Wenn die einheitliche Mischung vorbereitet ist, wird er in eine geeignete Form gefüllt. In einem bevorzugten Kaltpress-Sinterprozess kann der Inhalt der Form mit extern aufgebrachtem, mechanischen Druck bei Raumtemperatur mit etwa 345–690 Mpa verdichtet werden. Eine Tiegeldruckpresse kann z. B. für diesen Arbeitsgang benutzt werden. Die Verdichtung wird gewöhnlich für etwa 5–15 sec. aufrecht erhalten, danach wird der Druck abgebaut. Der Inhalt der Form wird als nächstes auf die Sintertemperatur gebracht, die hoch genug sein sollte, um die Zusammensetzung der Bindung zu verdichten, aber im Wesentlichen nicht vollständig zu schmelzen. Die Sintertemperatur sollte zumindest etwa 500°C betragen. Das Aufheizen sollte in einer inerten Atmosphäre stattfinden, wie z. B. unter niedrigem Absolutdruck-Vakuum oder unter inertem Schutzgas. Es ist wichtig, eine Metallbindung und Aktivmetall-Komponenten auszuwählen, die kein Sintern bei so hohen Temperaturen erfordern, dass die Schleifkörner nachteilig beeinflusst werden. Diamant z. B. beginnt oberhalb von etwa 1.100°C in Graphit überzugehen. Deshalb sollte das Sintern von Diamantschleifkörpern so ausgelegt sein, dass es sicher unterhalb dieser Temperatur stattfindet, vorzugsweise unterhalb etwa 950°C und, noch besser, unterhalb etwa 900°C. Die Sintertemperatur sollte über eine ausreichende Dauer gehalten werden, um die Komponenten der Bindung zu sintern und gleichzeitig das aktive Metall mit den Schleifkörnern zur Reaktion zu bringen. Die Sintertemperatur wird üblicherweise für etwa 30–120 Minuten aufrecht erhalten.

[0032] In einem bevorzugten Heißpress-Prozess sind die Bedingungen generell die gleichen wie für kaltes Pressen, außer, dass der Druck bis zum Abschluss des Sinterns aufrecht erhalten wird. Sowohl beim drucklosen Sintern als auch beim Heißpressen werden die Formen nach dem Sintern auf Raumtemperatur abgekühlt und die gesinterten Erzeugnisse entfernt. Die Erzeugnisse werden mit herkömmlichen Verfahren wie z. B. Läppen fertig bearbeitet, um die erwünschten Toleranzen in den Abmessungen zu erhalten.

[0033] Das oben aufgeführte Sintern und Einbinden baut auf diese Weise die Schleifkörner in die gesinterte Bindung ein, um ein schleifkornverstärktes Komposit zu bilden. Um sowohl die Bildung des schleifkornverstärkten Komposits zu fördern als auch gut ausgesetztes Schleifmittel zu liefern, wird es vorgezogen, etwa 2,5–50 Volumen-% Schleifkörner und eine ergänzende Menge gesinteter Bindung in dem gesinterten Erzeugnis zu benutzen.

[0034] Das bevorzugte Schleifwerkzeug gemäß dieser Erfindung ist ein Schleifkörper. Folglich ist die typische Gestalt der Form die einer dünnen Scheibe. Eine massive Form kann für die Scheibe verwendet werden, wobei in diesem Fall nach dem Sintern der Mittelteil der Scheibe entfernt werden kann, um die Aufnahmebohrung zu schaffen. Alternativ kann eine ringförmige Form verwendet werden um die Aufnahmebohrung in Situ zu schaffen. Die letztgenannte Technik vermeidet Abfall, der vom Wegwerfen des schleifmittelbeladenen Mittelteils der gesinterten Scheibe herrührt.

[0035] Nach erfolgreicher Bildung eines schleifkornverstärkten Kompositgefüges werden die Schleifkörner zur Steifigkeit der Scheibe beitragen. Wie oben dargelegt ist es deshalb wichtig, dass das Schleifmittel nicht nur nach den traditionellen Kenngrößen der Härte, Schlagfestigkeit und dergleichen ausgesucht wird, sondern auch nach Eigenschaften der Steifigkeit, wie sie z. B. durch den Elastizitätsmodul festgelegt sind. Weil nicht gewünscht wird, durch eine bestimmte Theorie gebunden zu sein, wird davon ausgegangen, dass sehr starre Schleifpartikel, die in die gesinterte Bindung durch Wirkung der chemischen Bindung mit der Aktivmetall-Komponente eingebaut sind, wesentlich zur Steifigkeit des Komposits beitragen. Auf diesen Beitrag kommt man, weil Beanspruchungen auf das Komposit während des Betriebes wirkungsvoll auf die wirklich sehr steifen Schleifkörner übertragen werden. Es ist deshalb mit der Anwendung dieser Erfindung möglich, gerade, aktiv gebundene dünne Schleifkörper zu erhalten, die steifer als herkömmliche Schleifkörper von gleicher Dicke sind. Die neuartigen Schleifkörper sind nützlich, um mehr exakte Schnitte zu liefern und weniger Schartigkeit mit keinem weiteren Verlust durch Schnittfugenverlust in Bezug auf herkömmliche gerade Scheiben.

[0036] Die Steifigkeit der neuartigen Schleifkörper sollte in Bezug auf herkömmliche Schleifkörper beträchtlich verbessert werden. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Elastizitätsmodul der aktiv gebundenen Schleifkörper höher als der Elastizitätsmodul der alleine gesintert gebundenen Komponenten (d. h. Metallkomponente plus Aktivmetall-Komponenten ohne Schleifkörner). Der Elastizitätsmodul des aktiv gebundenen Schleifkörpers liegt bei mindestens etwa 100 GPa und vorzugsweise bei mindestens 150 GPa. In einer ande-

ren bevorzugten Ausführungsform liegt der Elastizitätsmodul der Schleifkörper mindestens etwa zwei mal so hoch wie der Elastizitätsmodul der gesinterten Bindung ohne Schleifkörper.

[0037] Durch Beispiele bestimmter kennzeichnender Ausführungsformen dieser Erfindung wird selbige nun erläutert, wobei, falls nicht anderweitig angegeben, alle Anteile, Verhältnisse und Prozente Gewichtsangaben sind und die Größenangaben für Partikelgrößen in US-Standard Siebmaschenweite angegeben sind. Alle Gewichtseinheiten und Größen, die ursprünglich nicht in SI-Einheiten erhalten worden sind, wurden in SI-Einheiten umgewandelt.

Beispiel 1:

[0038] Kupferpulver (Maschenweite < 400), Zinnpulver (Maschenweite < 325) und Titan-Hydrid (Maschenweite < 325) wurden kombiniert in Anteilen von 59,63 % Cu, 23,85 % Sn und 16,50 % TiH₂. Diese Bindungszusammensetzung wurde durch ein rostfreies Stahlsieb mit einer Maschenweite von 165 passiert, um Agglomerationen zu entfernen, und das gesiebte Gemenge wurde 30 Minuten lang gründlich in einem Mischer der Marke „Turbula“ (Glen Mills, Inc., Clifton, New Jersey) durchmischt. Diamant-Schleifkörner (15–25 µm) von GE Superabrasives, Worthington, Ohio, wurden der Metallmischung zugegeben, um ein Gemenge zu bilden, das 18,75 Vol.-% Diamant enthält. Dieses Gemenge wurde in einem Turbula-Mischer 1 Stunde durchmischt, um eine einheitliche Schleifmittel- und Bindungszusammensetzung zu erhalten.

[0039] Die Schleifmittel- und Bindungszusammensetzung wurde in eine Stahlform gegeben mit einem Gesenk von 121,67 mm Außendurchmesser, 6,35 mm Innendurchmesser und einer einheitlichen Tiefe von 0,81 mm. Ein „grüner“ Schleifkörper wurde ausgeformt, indem die Form für 10 sec. bei Raumtemperatur einem Druck von 414 MPa (4,65 t/cm²) ausgesetzt wurde. Der grüne Schleifkörper wurde aus der Form genommen und dann auf 850° C zwei Stunden lang unter Vakuum erhitzt, zwischen horizontalen flachen Platten mit einem 660 g schwerem Gewicht auf der oberen Platte. Das heiße, gesinterte Produkt ließ man allmählich auf 250° C abkühlen, dann wurde es rasch auf Raumtemperatur gekühlt. Der Schleifkörper wurde mit herkömmlichen Verfahren auf Endmaß geschliffen, einschließlich Abrichten auf eine vorgewählte Abweichung und erstes Abrichten unter den Bedingungen, die in Tabelle 1 dargestellt sind.

[0040] Das Endmaß des Schleifkörpers war 114,3 mm Außendurchmesser, 69,88 mm Innendurchmesser (Durchmesser der Aufnahmeöffnung) und 0,178 mm Dicke.

Tabelle I

Abrichtbedingungen Beispiele 1 – 2	
Abgerichtete Scheibe	
Geschwindigkeit	5593 Umdr./min
Vorschub	100 mm/min.
Flanschüberstand	3,68 mm
Abrichtscheibe	Modell No. 37C220-H9B4
Zusammensetzung	Siliziumkarbid
Durchmesser	112.65 mm
Geschwindigkeit	3000 Umdr./min
Vorschub	305 mm/min.
Anzahl Arbeitsgänge	
bei 2.5 µm	40
bei 1.25 µm	40
Erstes Abziehen	
Scheiben – Geschwindigkeit	2500 Umdr./min
Abziehstein	type 37C500-GV
Abziehsteinquerschnitt	12.7 mm
Eindringtiefe	2.54 mm
Vorschub	100mm/min.
Anzahl Arbeitsgänge	12

Tabelle II

		Schnitte	kum. Schnitt- länge		Scheiben- verschleiß		Werkstück		Geradheit des Schnittes	bezogene Leistung
		kumu- liert			radial	kumu- liert	Faktor ¹	max. Span	durchschn. Span	
	No.	No.	[m]	[µm]	[µm]	[µm / m]		[µm]	[µm]	[W]
Bsp. 1	9	9	1,35	5,08	5,08	3,70		8,00	<5	
	9	18	2,70	0,00	5,08	0,00		9,00	5,00	
	9	27	4,05	0,00	5,08	0,00		11,00	<5	368-296
	9	36	5,40	10,16	15,24	7,40		6,00	<5	
	9	45	6,75	2,54	17,78	1,90		10,00	5,00	
	9	54	8,10	2,54	20,32	1,90		11,00	5,00	312-368
	9	63	9,45	10,16	30,48	7,40		8,00	<5	
	9	72	10,8	2,54	33,02	1,90		9,00	<5	
	9	81	12,0	2,54	35,56	<0,5		9,00	<5	376-328
Vergl. Bsp. 1	9	9	1,35	5,08	5,08	3,70		11,00	<5	520-536
	9	18	2,70	10,16	15,24	7,40				
	9	27	4,05	5,08	20,32	3,70				
	9	36	5,40	2,54	22,86	1,90		10,00	<5	
	9	45	6,75	5,08	27,94	3,70				
	9,0	54	8,10	2,54	30,48	1,90				
	9,0	63	9,45	5,08	35,56	3,70		14,00	<5	560-576

¹ Verschleißfaktor = radialer Scheibenverschleiß dividiert durch die Länge des geschnittenen Werkstückes

Beispiel 2 und vergleichendes Beispiel 1

[0041] Die neuartige Scheibe, die, wie in Beispiel 1 beschrieben, hergestellt wurde und eine herkömmliche, kommerziell erhältliche Scheibe der gleichen Größe (vergleichendes Beispiel 1) wurden benutzt, um mehrere Schnitte auszuführen durch einen 150 mm langen, 150 mm breiten und 1,98 mm dicken Block des Typs 3M-310 (Minnesota Mining and Manufacturing Co., Minneapolis, Minnesota) Aluminiumoxid-Titan-Karbid, der auf einen Graphitträger geklebt war. Die Zusammensetzung der Scheibe im vergleichenden Beispiel 1 bestand aus 18,9 Vol.-%, 15/25 µm Diamantkörner in einer Bindung aus 53,1 Gew.-% Kobalt, 23,0 Gew.-% Nickel, 12,7 Gew.-% Silber, 5,4 Gew.-% Eisen, 3,4 Gew.-% Kupfer und 2,4 Gew.-% Zink. Vor jedem Schnitt wurden die Scheiben abgerichtet, wie in Tabelle 1 beschrieben, außer, dass ein einzelner Abricht-Arbeitsgang und ein Abrichtstein mit 19 mm Querschnitt (12,7 mm für das vergleichende Beispiel 1) benutzt wurden. In jedem Test wurden die Schleifkörper zwischen zwei tragende Distanzscheiben von 106,93 mm Außendurchmesser montiert. Die Scheibengeschwindigkeit betrug 7.500 Umdrehungen/min. (9.000 Umdrehungen/min. für das vergleichende Beispiel 1) und ein Vorschub von 100 mm/min. und eine Schnitttiefe von 2,34 mm wurden verwendet. Das Schneiden wurde mit einer Durchflussmenge von 56,4 l/min. mit 5 % Rostinhibitor stabilisiertem, demineralisiertem Wasser gekühlt, das mit einem Druck von 275 kPa durch eine 1,58 × 85,7 mm messende, rechte-

ckige Düse ausfloss.

[0042] Die Ergebnisse des Schneidens sind in Tabelle 2 dargestellt. Die neuartige Scheibe arbeitete gut in Bezug auf alle Schnittleistungsmerkmale. Die Scheibe im vergleichenden Beispiel 1 benötigte eine 20 % höhere Drehzahl und zog etwa 45 % mehr Antriebsleistung als die neuartige Scheibe (etwa 520 W gegenüber 369 W).

Beispiele 3 und 4 und vergleichende Beispiele 2–8

[0043] Die Steifigkeit der schleifkornverstärkten Schleifkörperzusammensetzungen wurde getestet. Eine Auswahl von feinen Metallpulvern mit und ohne Diamantkörnern wurde in den in Tabelle 3 gezeigten Anteilen kombiniert und zu einer einheitlichen Zusammensetzung wie in Beispiel 1 gemischt. Prüfkörper für Zugversuche wurden hergestellt durch Verdichten der Zusammensetzungen in Press-Formen mit der Gestalt von Hündeknochen unter einem Druck von etwa 414 bis 620 MPa (40–45 Tonnen/in²) über etwa 5–10 Sekunden bei Raumtemperatur und dann wie im vergleichenden Beispiel 1 unter Vakuum gesintert.

[0044] Die Prüfkörper wurden Ultraschall- und Standard-Zugmodul-Messungen auf einer Instron Zugversuch-Maschine unterworfen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 dargestellt. Der Elastizitätsmodul der schleifkörpervverstärkten Proben (Beispiel 3 und 4) überstieg 150 GPa. Die erhöhte Konzentration von Diamant in Beispiel 4 erhöhte den Modul signifikant, was bestätigt, dass der Diamant in die Zusammensetzung eingebaut wurde. Im Gegensatz dazu lässt das vergleichende Beispiel 2 erkennen, dass die gleiche Bindungszusammensetzung ohne Kornverstärkung aufgrund fehlenden Diamants die Steifigkeit drastisch reduzierte. Ähnlich demonstriert das vergleichende Beispiel 3, dass der in eine Bronze gebundene Zusammensetzung eingebettete Diamants ohne eine aktive Komponente relativ dürrtige Steifigkeit liefert.

[0045] Im vergleichenden Beispiel 4 wurden Diamantkörner benutzt, die vom Hersteller als mit Titan in einer Dicke von etwa 1–2 µm oberflächenbeschichtet spezifiziert wurden und früher kommerziell von General Electric Co. erhältlich waren. Die Steifigkeit verbesserte sich etwas, verglichen mit der ohne vorhandene aktive Komponente (vergleichendes Beispiel 3), war aber völlig unzureichend gegenüber den Zusammensetzungen der Betriebsbeispiele. Verdachtsgründe für die reduzierte Leistungsfähigkeit sind, dass eine zu kleine Menge aktiver Komponenten vorlag, dass das Titan auf der Oberfläche vor dem Sintern in Karbidform vorlag, was das Titan weniger verträglich mit den -anderen Metallkomponenten machte und/oder dass „Nicht-Karbid“-Titan auf den Körnern oxidiert wurde.

[0046] Die vergleichenden Beispiele 5 und 7 zeigen, dass herkömmliche dünne Diamantscheiben mit unterschiedlichen Zusammensetzungen aus Kupfer/Zinn/Nickel/Eisen-Bindungen Module von nur etwa 100 GPa haben. Die vergleichenden Beispiele 6 und 8 stimmen mit den Scheibenzusammensetzungen der vergleichenden Beispiele 5 und 7 ohne Diamantkörner überein. Diese Beispiele zeigen, dass die Steifigkeit der Bindungszusammensetzungen sowohl mit als auch ohne Diamant etwa die gleiche war. Dies bestätigt die Erwartung, dass die von Aktivmetallkomponenten freie Bindung den Diamant nicht in die Bindung einbaut, um die Struktur zu verstärken.

[0047] Obwohl besondere Formen der Erfindung für die Erläuterung in den Beispielen ausgewählt worden sind, und die vorausgehende Beschreibung in besonderen Begriffen zu dem Zweck dargestellt wird, um diese Formen der Erfindung zu beschreiben, ist diese Beschreibung nicht gedacht, den Anwendungsbereich der Erfindung, die in den Ansprüchen definiert ist, zu beschränken.

Table III

	Bsp. 3	Bsp. 4	Vergl.Bsp. 2	Vergl.Bsp. 3	Vergl.Bsp. 4	Vergl.Bsp. 5	Vergl.Bsp. 6	Vergl.Bsp. 7	Vergl.Bsp. 8
Kupfer, [Gew. %]	59.50	59.50	59.50	80.00	80.00	70.00	70.00	62.00	62.00
Zinn, [Gew. %]	24.00	24.00	24.00	20.00	20.00	9.10	9.10	9.20	9.20
Titan, [Gew. %]	16.50	16.50	16.50						
Nickel, [Gew. %]						7.50	7.50	15.30	15.30
Eisen, [Gew. %]						13.40	13.40	13.50	13.50
Diamant, [Gew. %]	18.80	30.00		18.80	18.8*	18.80		18.80	
Ultraschall Modul, [GPa]	176.00	220.00		67.00	80.00	95.00		99.00	
Spannungs Modul, [Gpa]	276.00		110.00	60.00	84.00		106.00	103.00	95.00

* Diamant beschichtet mit ca. 1 – 2 µm Titan

Patentansprüche

1. Schleifkörper, umfassend eine gerade, Schleifkorn-verstärkte Schleifscheibe mit einer einheitlichen Dicke im Bereich von etwa 20–2.500 µm, bestehend im Wesentlichen aus etwa 2,5–50 Volumen-% Schleifkörnern und einer komplementären Menge einer Bindung, die eine Metallkomponente und ein aktives Metall enthält, das beim Sintern eine chemische Bindung mit den Schleifkörnern ausbildet, wobei das aktive Metall und die Schleifkörner in einer Menge vorliegen, die ausreicht, um eine Schleifkornverstärkte Schleifscheibe zu ergeben, die einen Elastizitätsmodul-Wert aufweist, der zumindest um 10% höher ist als der Elastizitätsmodul-Wert einer Schleifscheibe mit der gleichen Zusammensetzung, die aber frei von aktivem Metall ist, und wo-

bei der Elastizitätsmodul-Wert zumindest 100 GPa beträgt.

2. Schleifkörper gemäß Anspruch 1, wobei die Schleifkörner eine Größe von etwa 0,5 bis 100 µm haben.
3. Schleifkörper gemäß Anspruch 2, wobei der Elastizitätsmodul-Wert zumindest zweimal so hoch ist, wie der Elastizitätsmodul-Wert der gleichen, gesinterten Bindungszusammensetzung ohne Schleifkörner.
4. Schleifkörper gemäß Anspruch 2, wobei die Schleifscheibe im Wesentlichen aus 15-30 Volumen-% Schleifkörnern besteht.
5. Schleifkörper gemäß Anspruch 1, wobei die Metallkomponente ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Kupfer, Zinn, Kobalt, Eisen, Nickel, Silber, Zink, Antimon, Mangan, Metallcarbid und Legierungen aus zumindest zwei der Vorgenannten.
6. Schleifkörper gemäß Anspruch 1, wobei die Metallkomponente eine Metalllegierung oder eine Metallverbindung, enthaltend ein Material ausgesucht aus der Gruppe bestehend aus Bor, Silizium und deren Verbindungen und Kombinationen, umfasst.
7. Schleifkörper gemäß Anspruch 4, wobei das aktive Metall ausgesucht ist aus der Gruppe bestehend aus Titan, Zirkonium, Hafnium, Chrom, Tantal und Mischungen aus zumindest zwei der Vorgenannten.
8. Schleifkörper gemäß Anspruch 7, wobei die Schleifkörner frei von einer Aktivmetall-Beschichtung sind.
9. Schleifkörper gemäß Anspruch 7, wobei die Schleifkörner mit einer Lage von makromolekularer Dicke aus Metall beschichtet sind.
10. Schleifkörper gemäß Anspruch 1, der monolithisch ist.
11. Schleifkörper gemäß Anspruch 5, wobei die gesinterte Bindung
 - (a) etwa 45–75 Gewicht-% Kupfer,
 - (b) etwa 20–35 Gewicht-% Zinn und
 - (c) etwa 5–20 Gewicht-% aktives Metall,umfasst, wobei die Summe aus (a), (b) und (c) 100 Gewicht-% beträgt.
12. Schleifkörper gemäß Anspruch 11, wobei das aktive Metall ausgesucht ist aus der Gruppe bestehend aus Titan, Zirkonium, Hafnium, Chrom, Tantal und einer Mischung aus zumindest zwei der Vorgenannten.
13. Schleifkörper gemäß Anspruch 12, wobei das aktive Metall Titan ist.
14. Schleifkörper gemäß Anspruch 1, wobei die Schleifkörner aus Schleifkörnern aus der Gruppe bestehend aus Diamant, kubischen Bornitrid, Siliziumcarbid, Schmelz-Aluminiumoxid, mikrokristallinem Aluminiumoxid, Siliziumnitrid, Borcarbid, Wolframcarbid, und Mischungen aus zumindest zwei der Vorgenannten ausgewählt sind.
15. Schleifkörper gemäß Anspruch 14, wobei die Schleifkörner Diamant sind.
16. Schleifkörper gemäß Anspruch 1, der im Wesentlichen aus der Schleifscheibe, die einen Umfangsrand mit einem Durchmesser von etwa 40–120 mm hat, der eine axiale Öffnung von etwa 12–90 mm für eine Welle definiert, besteht, die eine einheitliche Dicke im Bereich zwischen etwa 100–500 µm aufweist und die im Wesentlichen aus Diamantkörnern und einer gesinterten Bindung, umfassend etwa 59,5 Gewicht-% Kupfer, 24 Gewicht-% Zinn und 16,5 Gewicht-% Titan, besteht.
17. Schleifkörper gemäß Anspruch 16, wobei die einheitliche Dicke im Bereich von etwa 100-200 µm liegt.
18. Schleifkörper, umfassend eine gerade, Schleifkorn-verstärkte Schleifscheibe mit einer einheitlichen Dicke und einem Aspektverhältnis von etwa 20–6000 zu 1, bestehend im Wesentlichen aus etwa 2,5–50 Volumen-% Schleifkörnern und einer komplementären Menge einer Bindung, die eine Metallkomponente und ein aktives Metall enthält, das beim Sintern eine chemische Bindung mit den Schleifkörnern ausbildet, wobei das aktive Metall und die Schleifkörner in einer Menge vorliegen, die ausreicht, um eine Schleifkorn-verstärkte Schleifscheibe zu ergeben, die einen Elastizitätsmodul-Wert aufweist, der zumindest um 10% höher ist als der

Elastizitätsmodul-Wert einer Schleifscheibe mit der gleichen Zusammensetzung, die aber frei von aktiven Metall ist, und wobei der Elastizitätsmodul-Wert zumindest 100 GPa beträgt.

19. Verfahren zum Schneiden eines Werkstücks, umfassend den Schritt des In-Berührung-Bringens des Werkstücks mit einem Schleifkörper, die eine gerade, Schleifkornverstärkte Schleifscheibe mit einer einheitlichen Dicke im Bereich von etwa 20–2.500 µm umfasst, die im Wesentlichen aus etwa 2,5–50 Volumen-% Schleifkörnern und einer komplementären Menge einer Bindung, die eine Metallkomponente und ein aktives Metall enthält, das beim Sintern eine chemische Bindung mit den Schleifkörnern ausbildet, besteht, wobei das aktive Metall und die Schleifkörner in einer Menge vorliegen, die ausreicht, um eine Schleifkorn-verstärkte Schleifscheibe zu ergeben, das einen Elastizitätsmodul-Wert aufweist, der zumindest um 10% höher ist als der Elastizitätsmodul-Wert einer Schleifscheibe mit der gleichen Zusammensetzung, die aber frei von aktiven Metall ist, und wobei der Elastizitätsmodul-Wert zumindest 100 GPa beträgt.

20. Verfahren gemäß Anspruch 19, wobei die Schleifscheibe weiterhin einen Umfangsrand mit einem Umfang von etwa 40–120 mm und eine axiale Öffnung von etwa 12–90 mm für eine Welle umfasst, wobei die Metallkomponente ausgesucht ist aus der Gruppe bestehend aus Kupfer, Zinn, Kobalt, Eisen, Nickel, Silber, Zink, Antimon, Mangan, Metallcarbid und Legierungen zumindest zwei der Vorgenannten, und wobei das aktive Metall ausgesucht ist aus der Gruppe bestehend aus Titan, Zirkonium, Hafnium, Chrom, Tantal und eine Mischung aus zumindest zwei der Vorgenannten, die Schleifkörner eine Größe von etwa 0,5–100 µm haben und die Schleifkorn-verstärkte Schleifscheibe ein Elastizitätsmodul aufweist, wobei Elastizitätsmodul zumindest zweimal so hoch ist wie das Elastizitätsmodul der gesinterten Bindung, die frei von Schleifkörnern ist.

21. Verfahren gemäß Anspruch 20, wobei die Metallkomponente eine Metalllegierung oder Metallverbindung umfasst, die ein Material enthält, das ausgesucht ist aus der Gruppe bestehend aus Bor, Silizium und deren Verbindungen und Kombinationen.

22. Verfahren gemäß Anspruch 20, wobei der Umfangsranddurchmesser etwa 50–120 mm beträgt, die einheitliche Dicke im Bereich von etwa 100–500 µm liegt und die Schleifscheibe im Wesentlichen aus Diamantkörnern und einer gesinterten Bindung besteht, die im Wesentlichen aus (a) etwa 45–75 Gewicht-% Kupfer, (b) etwa 20–35 Gewicht-% Zinn und (c) etwa 5–20 Gewicht-% aktives Metall besteht, wobei die Summe aus (a), (b) und (c) 100 Gewicht-% ergibt.

23. Verfahren nach Anspruch 19, in dem das Werkstück Aluminiumoxid-Titancarbid ist.

24. Verfahren zur Herstellung eines Schleifwerkzeugs, umfassend die Schritte
 (a) das Bereitstellen vorausgewählter Anteile an partikulären Bestandteilen, umfassend
 (1) Schleifkörner,
 (2) eine Metallkomponente, die im Wesentlichen aus einer Hauptfraktion aus Kupfer und einer geringeren Fraktion aus Zinn besteht, und
 (3) ein aktives Metall, das unter Sinterbedingungen zur chemischen Reaktion mit den Schleifkörnern befähigt ist,
 (b) Mischen der partikulären Bestandteile zu einer einheitlichen Zusammensetzung,
 (c) Plazieren der einheitlichen Zusammensetzung in einer Form mit vorausgewählter Gestalt,
 (d) Komprimieren der Matrice bis zu einem Druck in Bereich von etwa 345–690 MPa für einen Zeitraum, der ausreicht, um einen geformten Gegenstand zu bilden,
 (e) Erhitzen des geformten Gegenstands auf eine Temperatur im Bereich von etwa 500–900°C über einen Zeitraum, der ausreicht, um die Metallkomponente und das aktive Metall zu einer gesinterten Bindung zu sintern, wodurch die Schleifkörner und die gesinterte Bindung zu einem Schleifkorn-verstärkten Komposit integriert werden und
 (f) Abkühlen des Schleifkorn-verstärkten Komposits, um das Schleifwerkzeug zu bilden.

25. Verfahren gemäß Anspruch 24, das nach dem Komprimierungsschritt weiterhin den Schritt der Reduzierung des auf den geformten Gegenstand einwirkenden Drucks auf einen Druck von weniger als etwa 100 MPa und Beibehaltung des Drucks von weniger als etwa 100 MPa während dem Erhitzungsschritt umfasst.

26. Verfahren gemäß Anspruch 25, wobei der geformte Gegenstand zum und während des Erhitzungsschritts auf einen Druck von etwa 10–40 MPa reduziert und gehalten wird.

27. Verfahren gemäß Anspruch 25, wobei das Schleifwerkzeug eine Scheibe mit einer einheitlichen Dicke im Bereich von etwa 100–500 µm und einem Umfangsrand mit einem Durchmesser von etwa 50–120 mm ist,

und wobei die Scheibe eine axiale Öffnung von etwa 12–90 mm für eine Welle definiert.

28. Verfahren gemäß Anspruch 27, weiterhin umfassend die Schritte des Entferns der Scheibe aus der Form nach dem Komprimierungsschritt und des Zwischenlegens der Scheibe zwischen zwei flache Platten, die gegen die während des Erhitzungsschritts gegen die Scheibe gespannt werden.

29. Verfahren gemäß Anspruch 27, wobei die Schleifscheibe eine Dicke im Bereich von etwa 100–200 µm hat.

30. Verfahren gemäß Anspruch 20, wobei der Erhitzungsschritt ausgeführt wird während der geformte Gegenstand bei dem Druck des Komprimierungsschritts gehalten wird.

31. Verfahren gemäß Anspruch 24, wobei die Schleifkörner ohne eine Aktivmetall-Beschichtung bereitgestellt werden.

32. Verfahren gemäß Anspruch 24, wobei die Schleifkörner vor dem Mischungsschritt mit einer Lage von makromolekularer Dicke aus Metall beschichtet werden.

33. Verfahren gemäß Anspruch 24, wobei die partikulären Bestandteile (a) etwa 45–75 Gewicht-% Kupfer, (b) etwa 20–35 Gewicht-% Zinn und (c) etwa 5–20 Gewicht-% aktives Metall ausgesucht aus der Gruppe bestehend aus Titan, Zirkonium, Hafnium, Chrom, Tantal und eine Mischung aus zumindest zwei der Vorgenannten, umfassen, wobei die Summe aus (a), (b) und (c) 100 Gewicht-% beträgt.

34. Verfahren gemäß Anspruch 33, wobei der Bereitstellungsschritt weiterhin
(i) das Mischen eines feinen Pulvers der Aktivmetall-Komponente und einer wirksamen Menge eines flüssigen Bindemittels zu einer einheitlichen Zusammensetzung, um so eine klebrige Paste zu erhalten,
(ii) das Mischen der Schleifkörner mit der Klebepaste, um so zumindest einen überwiegenden Anteil der Kornoberfläche mit der Klebepaste zu benetzen, und
(iii) das Trocknen des flüssigen Bindemittels, um im Ergebnis einen Rückstand aus mechanisch an den Schleifkörnern befestigten Aktivmetallpulverpartikeln zu erhalten, umfasst.

35. Verfahren gemäß Anspruch 24, wobei die Schleifkörner etwa 20–50 Volumen-% Schleifkörner aus partikulären Bestandteilen umfassen und im Wesentlichen aus einem Schleifmittel bestehen, das ausgesucht ist aus der Gruppe bestehend aus Diamant, kubischem Bornitrid, Siliziumcarbid, Schmelz-Aluminiumoxid, mikrokristallinem Aluminiumoxid, Siliziumnitrid, Borcarbid, Wolframcarbid und Mischungen aus zumindest zwei der Vorgenannten.

36. Verfahren gemäß Anspruch 35, wobei die Schleifkörner Diamant sind.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen