



(19)

österreichisches
patentamt

(10)

AT 501 411 A1 2006-08-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer:

A 9257/2002

(22) Anmeldetag:

14.11.2002

(43) Veröffentlicht am:

15.08.2006(51) Int. Cl.⁸:**B24D 3/10** (2006.01),
B24D 7/10 (2006.01),
C04B 31/16 (2006.01),
C04B 21/04 (2006.01),
C22C 29/00 (2006.01),
B24B 13/02 (2006.01)

(30) Priorität:

21.11.2001 US 990647 beansprucht.

(73) Patentanmelder:

SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC.
01615 WORCESTER (US)**(54) PORÖSES SCHLEIFWERKZEUG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG HIERVON**

(57) Schleifartikel mit von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundener Porosität, wobei der Artikel als Segment für eine segmentierte Schleifscheibe nützlich ist, und ein Verfahren zur Herstellung hiervon. Das Verfahren umfasst das Mischen einer Mischung aus Schleifkorn, Bindungsmaterial und Dispersoidpartikeln, wobei die Mischung von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent Dispersoidpartikel enthält. Gemäß einer Ausführungsform enthält die Mischung von etwa 50 bis etwa 80 Volumenprozent Dispersoidpartikel. Gemäß einer anderen Ausführungsform enthält die Mischung ein organisches Bindungsmaterial und von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent Dispersoidpartikel. Die Pulvermischung wird anschließend zu einem mit Schleifmittel beladenen Verbundstoff gepresst und thermisch bearbeitet. Nach dem Kühlen wird der Verbundstoff in ein Lösemittel eingetaucht, welches im Wesentlichen die gesamten Dispersoidpartikel auflöst und einen hochporösen gebundenen Schleifartikel hinterlässt.

AT 501 411 A1 2006-08-15

Zusammenfassung

Schleifartikel mit von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundener Porosität, wobei der Artikel als Segment für eine segmentierte Schleifscheibe nützlich ist, und ein Verfahren zur Herstellung hiervon. Das Verfahren umfasst das Mischen einer Mischung aus Schleifkorn, Bindungsmaterial und Dispersoidpartikeln, wobei die Mischung von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent Dispersoidpartikel enthält. Gemäß einer Ausführungsform enthält die Mischung von etwa 50 bis etwa 80 Volumenprozent Dispersoidpartikel. Gemäß einer anderen Ausführungsform enthält die Mischung ein organisches Bindungsmaterial und von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent Dispersoidpartikel. Die Pulvermischung wird anschließend zu einem mit Schleifmittel beladenen Verbundstoff gepresst und thermisch bearbeitet. Nach dem Kühlen wird der Verbundstoff in ein Lösemittel eingetaucht, welches im Wesentlichen die gesamten Dispersoidpartikel auflöst und einen höchporösen gebundenen Schleifartikel hinterlässt.

PORÖSES SCHLEIFWERKZEUG UND VERFAHREN

ZUR HERSTELLUNG HIERVON

(1) Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen Schleifmittel und Schleifwerkzeuge, die zum Oberflächenschleifen und Polieren von harten und/oder spröden Materialien geeignet sind. Die Erfindung betrifft insbesondere hochporöse, gebundene Schleifartikel mit einer miteinander verbundene Poren aufweisenden Struktur und Verfahren zur Herstellung hiervon. Die Schleifmittel der vorliegenden Erfindung sind in Hochleistungsschleifvorgängen nützlich, wie beispielsweise dem Abschleifen von Silicium-, Aluminiumoxidditancarbid- und Siliciumcarbidwafern, welche typischerweise bei der Herstellung von elektronischen Bauteilen verwendet werden.

(2) Hintergrundinformation

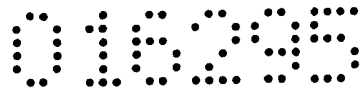
Die Verwendung poröser Schleifmittel zur Verbesserung mechanischer Schleifvorgänge ist im Allgemeinen wohlbekannt. Poren schaffen typischerweise einen Zugang für Schleiffluida, wie beispielsweise Kühlmittel und Schmiermittel, welche dazu tendieren, ein effizienteres Schneiden zu fördern, metallurgischen Schaden (zum Beispiel Oberflächenverbrennung) zu minimieren und die Lebensdauer des Werkzeugs zu maximieren. Poren erlauben ebenso das Wegschaffen von Material (zum Beispiel Spänen oder Schleifabfall), welches von einem Gegenstand, welcher geschliffen wird, entfernt wird, was

016095

besonders dann wichtig ist, wenn der Gegenstand, der geschliffen wird, relativ weich ist, oder wenn die Erfordernisse im Hinblick auf die Oberflächenbeschaffenheit anspruchsvoll sind (zum Beispiel beim Abschleifen von Siliciumwafern).

Vorhergehende Versuche zur Herstellung von Schleifartikeln und/oder -werkzeugen mit Porosität können im Allgemeinen in eine von zwei Kategorien eingeteilt werden. Bei der ersten Kategorie wird eine Porenstruktur durch die Zugabe von organischen porenerzeugenden Mitteln (wie beispielsweise zerkleinerten Walnussschalen) in den Schleifartikel erzeugt. Diese Mittel zersetzen sich thermisch beim Brennen und hinterlassen somit Hohlräume oder Poren in dem gehärteten Schleifwerkzeug. Beispiele für diese Kategorie sind die U.S.-Patente 5,221,294 an Carmen, et al. und 5,429,648 an Wu und die japanischen Patente A-91-161273 an Grotoh, et al., A-91-281174 an Satoh, et al. Bei der zweiten Kategorie kann eine Porenstruktur durch die Zugabe von geschlossenzelligen Materialien, wie beispielsweise Blasen-Aluminiumoxid, in einen Schleifartikel erzeugt werden. Siehe zum Beispiel U.S.-Patent 5,203,886 an Sheldon, et al.

In einem alternativen Versuch offenbaren Wu et al. in den U.S.-Patenten 5,738,696 und 5,738,697, welche jeweils durch Bezugnahme vollständig hierin aufgenommen sind, einen Schleifartikel und ein Verfahren zur Herstellung hiervon umfassend faserartige Schleifkörner mit einem Länge-zu-Durchmesser-Aspektverhältnis von mindestens 5:1. Die Porenpackungscharakteristika der länglichen Schleifkörner führten zu einem Schleifartikel mit erhöhter Porosität und Permeabilität und Eignung zum Schleifen mit relativ hohen Leistungen.



Mit zunehmender Nachfrage auf dem Markt nach Präzisionsbauteilen in Produkten wie beispielsweise Motoren, feuerfesten Vorrichtungen und elektronischen Vorrichtungen (zum Beispiel Silicium- und Siliciumcarbidwafern, Magnetköpfen und Anzeigefenstern) stieg der Bedarf an verbesserten Schleifwerkzeugen zum Feinpräzisionsschleifen und -polieren von Keramik und anderen relativ harten und/oder spröden Materialien. Die in der Technik bekannten Schleifwerkzeuge haben sich als nicht vollständig zufriedenstellend bei der Erfüllung der obengenannten Bedürfnisse erwiesen. Daher besteht ein Bedarf an verbesserten Schleifartikeln und Schleifwerkzeugen und insbesondere jenen, welche einen relativ hohen Grad an Porosität aufweisen.

Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst ein Verfahren zur Herstellung eines Schleifartikels. Das Verfahren umfasst das Mischen einer Mischung aus Schleifkorn, Bindungsmaterial und Dispersoidpartikeln, wobei die Mischung von etwa 0,5 bis etwa 25 Volumenprozent Schleifkorn, von etwa 19,5 bis etwa 49,5 Volumenprozent Bindungsmaterial und von etwa 50 bis etwa 80 Volumenprozent Dispersoidpartikel enthält. Das Verfahren umfasst des weiteren ein Pressen der Mischung zu einem mit Schleifmittel beladenen Verbundstoff, thermisches Bearbeiten des Verbundstoffs und Eintauchen des Verbundstoffs in ein Lösemittel über einen Zeitraum, welcher geeignet ist, um im Wesentlichen das gesamte Dispersoid aufzulösen, wobei das Dispersoid in dem Lösemittel löslich ist. Des weiteren sind das Schleifkorn und das Bindungsmaterial im Wesentlichen unlöslich in dem Lösemittel. Bei einer Variation dieses Aspekts enthält das Bindungsmaterial von etwa 35 bis etwa 85 Gewichtsprozent Kupfer, von etwa 15 bis etwa 65 Gewichtsprozent Zinn und von etwa 0,2 bis etwa 1,0 Gewichtsprozent Phosphor. Bei einer weiteren Variation dieses Aspekts enthält das Dispersoid granulares Natriumchlorid und das Lösemittel Kochwasser.

Bei einem anderen Aspekt umfasst die vorliegende Erfindung ein Schleifsegment für eine segmentierte Schleifscheibe. Das Schleifsegment umfasst einen Verbundstoff umfassend eine Mehrzahl von Superschleifkörnern und eine Metallbindungsmatrix, welche bei einer Temperatur im Bereich von etwa 370 bis etwa 795°C zusammen gesintert wurden, wobei in dem Verbundstoff eine Mehrzahl miteinander verbundener Poren angeordnet ist, wobei der Verbundstoff von etwa 0,5 bis etwa 25 Volumenprozent Schleifkorn, von etwa 19,5 bis etwa 49,5 Prozent Metallbindung und von etwa 50 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität aufweist. Die Metallbindungsmatrix enthält von etwa 35 bis etwa 70 Gewichtsprozent Kupfer, von etwa 30 bis etwa 65 Gewichtsprozent Zinn und von etwa 0,2 bis etwa 1,0 Gewichtsprozent Phosphor. Die Mehrzahl der Superschleifkörner ist ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Diamant und kubischem Bornitrid, wobei die Superschleifkörner eine durchschnittliche Partikelgröße von weniger als etwa 300 Mikron aufweisen.

Gemäß einem weiteren Aspekt umfasst diese Erfindung eine segmentierte Schleifscheibe. Die Schleifscheibe umfasst einen Kern mit einer minimalen spezifischen Festigkeit von 2,4 MPa-cm³/g, einer Kerndichte von 0,5 bis 8,0 g/cm³ und einem kreisförmigen Perimeter. Die Schleifscheibe umfasst des weiteren einen Schleifrand mit einer Mehrzahl von Segmenten, wobei jedes der Segmente einen Verbundstoff mit einer Mehrzahl von Schleifkörnern und einer Metallbindungsmatrix enthält, welche bei einer Temperatur im Bereich von etwa 370 bis etwa 795°C zusammen gesintert wurden, wobei in dem Verbundstoff eine Mehrzahl miteinander verbundener Poren angeordnet ist, wobei der Verbundstoff von etwa 50 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität aufweist. Die Schleifscheibe

weist darüber hinaus noch eine thermisch stabile Bindung zwischen dem Kern und jedem der Mehrzahl der Segmente auf.

Gemäß noch einem weiteren Aspekt umfasst diese Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Schleifartikels mit von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundener Porosität. Das Verfahren umfasst das Mischen einer Mischung aus Schleifkorn, organischem oder anderem nichtmetallischen Bindungsmaterial und Dispersoidpartikeln, wobei die Mischung von etwa 0,5 bis etwa 25 Volumenprozent Schleifkorn, von etwa 19,5 bis etwa 65 Volumenprozent organisches Bindungsmaterial und von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent Dispersoidpartikel enthält. Das Verfahren umfasst des weiteren ein Pressen der Mischung zu einem mit Schleifmittel beladenen Verbundstoff, thermisches Bearbeiten des Verbundstoffs, Eintauchen des Verbundstoffs in ein Lösemittel über einen Zeitraum, welcher geeignet ist, um im Wesentlichen das gesamte Dispersoid aufzulösen, wobei das Dispersoid in dem Lösemittel löslich ist. Bei einer Variation dieses Aspekts enthält das Dispersoid granulären Zucker und das Lösemittel Kochwasser.

Gemäß noch einem anderen Aspekt umfasst die vorliegende Erfindung ein Schleifsegment für eine segmentierte Schleifscheibe. Das Schleifsegment umfasst einen Verbundstoff umfassend eine Mehrzahl von Superschleifkörnern und eine nichtmetallische Bindungsmatrix, welche zusammen gesintert wurden, wobei der Verbundstoff eine Mehrzahl darin angeordneter, miteinander verbundener Poren umfasst und etwa 0,5 bis etwa 25 Volumenprozent Schleifkorn, von etwa 19,5 bis etwa 65 Prozent nichtmetallische Bindung und von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität aufweist. Die Mehrzahl der Superschleifkörner ist ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Diamant und kubischem Bornitrid, wobei die Mehrzahl der Superschleifkörner eine

durchschnittliche Partikelgröße von weniger als etwa 300 Mikron aufweisen.

Gemäß noch einem weiteren Aspekt umfasst diese Erfindung eine segmentierte Schleifscheibe. Die Schleifscheibe umfasst einen Kern mit einer minimalen spezifischen Festigkeit von $2,4 \text{ MPa-cm}^3/\text{g}$, einer Kerndichte von $0,5$ bis $8,0 \text{ g/cm}^3$ und einem kreisförmigen Perimeter. Die Schleifscheibe umfasst des weiteren einen Schleifrand mit einer Mehrzahl von Segmenten, wobei jedes der Segmente einen Verbundstoff aus Schleifkörnern und einer nichtmetallischen Bindungsmatrix enthält, welche zusammen gesintert wurden, wobei der Verbundstoff eine Mehrzahl darin angeordneter, miteinander verbundener Poren aufweist und von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität aufweist. Die Schleifscheibe weist darüber hinaus noch eine thermisch stabile Bindung zwischen dem Kern und jedem der Mehrzahl der Segmente auf.

Figur 1 ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Schleifsegments dieser Erfindung; und

Figur 2A ist eine teilweise schematische Darstellung einer Ausführungsform einer Schleifscheibe mit sechzehn der Schleifsegmente von Figur 1;

Figur 2B ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie „A“ - „A“ von Figur 2A; und

Figur 2 C ist eine teilweise vergrößerte Ansicht, welche den Bereich 110 von Figur 2B zeigt.

Die vorliegende Erfindung umfasst einen porösen Schleifartikel, der bei Präzisionsschleif-, Polier- oder Schneidanwendungen nützlich sein kann. Ein Beispiel der Schleifscheibe der vorliegenden Erfindung ist ein

Schleifsegment 10 für eine segmentierte Schleifscheibe 100 (siehe zum Beispiel Figur 1 und 2, welche unten in Bezug auf Beispiel 1 detaillierter beschrieben sind). Eine Ausführungsform eines Schleifartikels dieser Erfindung weist von etwa 50 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität auf. Eine andere Ausführungsform eines Schleifartikels dieser Erfindung weist eine nicht metallische Bindung, wie beispielsweise ein organisches Bindungsmaterial (zum Beispiel Phenolharz), auf und weist von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität auf. Diese Erfindung umfasst ebenso ein Verfahren zur Herstellung poröser Schleifartikel. Schleifscheiben (zum Beispiel Schleifscheibe 100) mit einem oder mehreren der Schleifartikel (zum Beispiel Segment 10) dieser Erfindung sind potentiell vorteilhaft zum Hochglanzpoliturschleifen harter und/oder spröder Materialien, wie beispielsweise Siliciumwafern, Siliciumcarbid, Aluminiumoxiddititancarbid und dergleichen. Diese Schleifscheiben können des weiteren dahingehend vorteilhaft sein, dass sie die Notwendigkeit des Nachbearbeitens (oder sonstigen Konditionierens) der Schleiffläche der Schleifscheibe während des Hochglanzpoliturschleifens der obengenannten Materialien eliminieren können. Andere potentielle Vorteile dieser Erfindung werden in der folgenden Diskussion und den folgenden Beispielen deutlich werden.

Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung war die Erkenntnis, im Gegensatz zu herkömmlichem Wissen (siehe zum Beispiel das japanische Patent 60-118,469 an Ishihara), dass Schleifartikel mit mehr als 50 Volumenprozent miteinander verbundener Porosität und insbesondere mit von etwa 50 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundener Porosität eine verbesserte Schleifleistung beim Schleifen harter und/oder spröder Materialien bereit stellen können, ohne die mechanische Integrität des Schleifartikels im Wesentlichen zu opfern. Ausführungsformen des Schleifartikels dieser Erfindung

umfassen daher mindestens 50 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität und effektive Mengen von mindestens einem Schleifkorn und Bindungsmaterial. Die Schleifartikel können des weiteren wahlweise Füllstoffe, Schmiermittel und andere dem Fachmann bekannte Komponenten aufweisen. Diese Schleifartikel weisen vorzugsweise von etwa 50 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität und am bevorzugtesten von etwa 50 bis etwa 70 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität auf.

Im wesentlichen jedes Schleifkorn kann bei den Schleifartikeln dieser Erfindung verwendet werden. Herkömmliche Schleifmittel können umfassen, sind jedoch nicht beschränkt auf: Aluminiumoxid, Silica, Siliciumcarbid, Zirkonoxid-Aluminiumoxid, Granat und Schmirgel in Korngrößen im Bereich von etwa 0,5 bis etwa 5000 Mikron, vorzugsweise von etwa 2 bis etwa 300 Mikron. Superschleifkörner, umfassend jedoch nicht beschränkt auf Diamant und kubisches Bornitrid (CBN), mit oder ohne Metallbeschichtung, mit im wesentlichen ähnlichen Korngrößen wie die herkömmlichen Körner, können ebenso verwendet werden. Die Schleifkorngröße und die Typauswahl variieren typischerweise in Abhängigkeit von der Art des Werkstücks und des Typs des Schleifvorgangs. Zum Feinschliff- (das heißt „Hochglanzpolitur“-) -Schleifen können Superschleifkörner mit einer kleineren Partikelgröße wie beispielsweise im Bereich von etwa 0,5 bis etwa 120 Mikron oder sogar von etwa 0,5 bis etwa 75 Mikron wünschenswert sein. Im Allgemeinen sind kleinere (das heißt feinere) Korngrößen für Feinschleif- und Oberflächenfertigbearbeitungs-/Poliervorgänge bevorzugt, während größere (das heißt gröbere) Korngrößen zum Formen, Verdünnen und für andere Vorgänge bevorzugt sind, bei denen eine relativ große Menge an Material entfernt werden muss.

Im Wesentlichen jede Art von Bindungsmaterial, welches gewöhnlicherweise bei der Herstellung von gebundenen Schleifartikeln verwendet wird, kann als Matrixmaterial in dem Schleifartikel dieser Erfindung verwendet werden. Beispielsweise kann eine metallische, organische, harzartige oder glasartige Bindung (zusammen mit geeigneten Härtungsmitteln, falls nötig) verwendet werden, wobei eine metallische Bindung im Allgemeinen wünschenswert ist. Eine Metallbindung mit einer Bruchzähigkeit im Bereich von etwa 1,0 bis etwa 6,0 MPa·m^{1/2} ist im Allgemeinen wünschenswert, wobei eine Bruchzähigkeit im Bereich von etwa 1,0 bis etwa 3,0 MPa·m^{1/2} bevorzugt ist. Weitere Einzelheiten hinsichtlich der Bruchzähigkeit werden in den U.S.-Patenten 6,093,092 und 6,102,789 an Ramanath et al. bereitgestellt, welche hierin vollständig durch Bezugnahme aufgenommen sind und hierin im Folgenden als die Ramanath-Patente bezeichnet werden.

Materialien, die in einer Metallbindungsmatrix nützlich sind, umfassen, sind jedoch nicht beschränkt auf: Bronze, Kupfer und Zinklegierungen (zum Beispiel Messing), Kobalt, Eisen, Nickel, Silber, Aluminium, Indium, Antimon, Titan, Zirkonium und deren Legierungen sowie Mischungen hiervon. Eine Mischung aus Kupfer und Zinn wurde als eine im Allgemeinen wünschenswerte Metallbindungsmatrixzusammensetzung befunden.

Zusammensetzungen mit etwa 35 bis etwa 85 Gewichtsprozent Kupfer und von etwa 15 bis etwa 65 Gewichtsprozent Zinn können für die Schleifartikel dieser Erfindung geeignet sein.

Zusammensetzungen mit von etwa 35 bis etwa 70 Gewichtsprozent Kupfer, von etwa 30 bis etwa 65 Gewichtsprozent Zinn und wahlweise von etwa 0,2 bis etwa 1,0 Gewichtsprozent Phosphor (wie beispielsweise in einer Kupfer-Phosphor-Legierung) sind bevorzugt. Diese Bindungsmaterialien können wahlweise mit Titan oder Titanhydrid, Chrom oder einem anderen Superschleifmittelreaktionsmaterial verwendet werden, welches dazu fähig ist, eine chemische Carbid- oder Nitridbindung

zwischen dem Korn und der Bindung an der Oberfläche des Superschleifkorns unter den ausgewählten Sinterbedingungen zu bilden, um die Verbindungen zwischen Korn und Bindung zu festigen. Stärkere Korn/Bindungs-Wechselwirkungen reduzieren im Allgemeinen das „Ausreißen“ des Korns, was tendentiell zu einer Beschädigung des Werkstücks und einer kürzeren Lebenszeit des Werkstücks führt.

Ein Beispiel für eine geeignete organische Bindung ist ein wärmehärtbares Harz, jedoch können andere Arten von Harzen verwendet werden. Vorzugsweise ist das Harz entweder ein Epoxidharz oder ein Phenolharz, und es kann in flüssiger Form oder Pulverform verwendet werden. Spezifische Beispiele geeigneter wärmehärtbarer Harze umfassen Phenolharze (zum Beispiel Novolak und Resol) Epoxidharz, ungesättigten Polyester, Bismaleimid, Polyimid, Cyanatester, Melamine und dergleichen.

Ausführungsformen des Schleifartikels dieser Erfindung umfassen von etwa 50 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität, wobei die durchschnittliche Porengröße im Bereich von etwa 25 bis etwa 500 Mikron liegt. Die miteinander verbundene Porosität entsteht während der Herstellung durch Zugabe einer ausreichenden Menge an Dispersoidpartikeln zu der Mischung des Schleifkorns und Bindemittels, um zu gewährleisten, dass ein relativ hoher Prozentsatz an Dispersoidpartikeln mit anderen Dispersoidpartikeln in dem geformten Schleifartikel in Kontakt steht (vor und nach dem Sintern).

Eine wünschenswerte poröse Ausführungsform umfasst von etwa 0,5 bis etwa 25 Volumenprozent Superschleifmittel und von etwa 30,5 bis etwa 49,5 Volumenprozent Metallbindungsmatrix, welche bei einer Temperatur im Bereich von etwa 370 bis etwa 795°C bei einem Druck im Bereich von etwa 20 bis etwa 33 MPa

zusammen gesintert werden. Die Metallbindungsmatrix umfasst von etwa 35 bis etwa 70 Gewichtsprozent Kupfer, von etwa 30 bis etwa 65 Gewichtsprozent Zinn und von etwa 0,2 bis etwa 1,0 Gewichtsprozent Phosphor. Das Superschleifmittel enthält Diamant mit einer Partikelgröße im Bereich von etwa 0,5 bis etwa 300 Mikron (und in bestimmten Ausführungsformen von etwa 0,5 bis etwa 75 Mikron).

Andere wünschenswerte poröse Ausführungsformen umfassen von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität, wobei die durchschnittliche Porengröße im Bereich von etwa 150 bis etwa 500 Mikron liegt. Diese Ausführungsformen umfassen des weiteren von etwa 0,5 bis etwa 25 Volumenprozent Superschleifmittel und von etwa 19,5 bis etwa 65 Volumenprozent organische Bindung, die bei Temperaturen im Bereich von etwa 100 bis etwa 200°C (oder 400 bis etwa 450°C für Polyimidharze) mit Drücken im Bereich von etwa 20 bis etwa 33 MPa zusammen gehärtet werden. (Dispersoide mit einer nadelförmigen Form, zum Beispiel mit einem Aspektverhältnis von $>$ oder $= 2:1$, können wünschenswerter Weise verwendet werden, um etwa 40 bis 50 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität zu erreichen.) Die Schleifartikel dieser Erfindung können unter Verwendung herkömmlicher Pulvermetallurgie-/Polymerherstellungsverfahren hergestellt werden. Schleifmittel, Bindung und Dispersoid in Pulverform von geeigneter Größe und Zusammensetzung werden gut vermischt, zu einer geeigneten Form geformt und bei einer relativ hohen Temperatur und relativ hohem Druck gesintert/gehärtet, um einen relativ dichten Verbundstoff, vorzugsweise mit einer Dichte von mindestens 95 % der theoretischen Dichte (und typischerweise von etwa 98 bis 99 % der theoretischen Dichte) zu erhalten. Für Schleifartikel mit einer Metallbindungsmatrix werden die Pulver typischerweise im Bereich von etwa 370 bis etwa 795°C bei Drücken im Bereich von etwa 20 bis etwa 33 MPa gesintert. Zum Beispiel wird bei einer

Ausführungsform die Pulvermischung zuerst auf 401°C über 20 Minuten erwärmt. Die Pulver werden dann bei einer Temperatur von 401°C und einem Druck von 22,1 MPa 10 Minuten lang gesintert. Nach dem Kühlen werden die mit Schleifmittel beladenen Verbundstoffe, welche Dispersoide enthalten, welche im Wesentlichen miteinander in Kontakt sind, in ein Lösemittel eingetaucht, um selektiv die Dispersoide zu entfernen (das heißt aufzulösen). Der resultierende Schleifartikel hat eine schaumartige Struktur umfassend eine Mischung aus Schleifmittel und Bindungsmatrix und mit einem Netzwerk von effektiv zufällig verteilten miteinander verbundenen Poren (das heißt Hohlräumen, aus welchen das Dispersoid gelöst wurde).

Es kann im Wesentlichen jedes Dispersoid verwendet werden, das leicht auflösbar ist in einem Lösemittel, wie beispielsweise Wasser, Alkohol, Aceton und dergleichen. Im Allgemeinen sind Dispersoide, die in Wasser löslich sind, wie beispielsweise Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Magnesiumchlorid, Calciumchlorid, Natriumsilicat, Natriumcarbonat, Natriumsulfat, Kaliumsulfat, Magnesiumsulfat und dergleichen und Mischungen hiervon bevorzugt. Zur Verwendung bei einigen Schleifanwendungen (wie beispielsweise Siliciumwafern und anderen Elektronikkomponenten) kann die Verwendung eines nichtionischen (das heißt nicht-Salz-) Dispersoids, wie beispielsweise Zucker, Dextrin, Polysaccharidoligomeren, wünschenswert sein. Am meisten bevorzugt sind Dispersoide mit einer relativ hohen Löslichkeit in Wasser und einer relativ schnellen Auflösekinetik, wie beispielsweise Natriumchlorid oder Zucker. Bevorzugte Dispersoide können auch einen relativ hohen Schmelzpunkt (mp) aufweisen, um dem Sinterprozess standzuhalten. Natriumchlorid weist beispielsweise einen Schmelzpunkt von etwa 800°C auf. Für Schleifartikel, bei denen sehr hohe Sintertemperaturen notwendig sind, können Dispersoide wie beispielsweise Natriumaluminiumsilicat (mp

1650°C), Magnesiumsulfat (mp 1124°C), Kaliumphosphat (mp 1340°C), Kaliumsilicat (mp 976°C), Natriummetasilicat (mp 1088°C) und Mischungen hiervon verwendet werden.

Die Partikelgröße der Dispersoide liegt typischerweise im Bereich von etwa 25 bis etwa 500 Mikron. Bei einer wünschenswerten Ausführungsform umfassen die Dispersoide eine Partikelgrößenverteilung von etwa 74 bis etwa 210 Mikron (das heißt einschließlich Dispersoidpartikeln feiner als U.S. Mesh (Standard Sieve (Standardsieb)) 70 und gröber als U.S. Mesh 200). Bei einer anderen Ausführungsform umfassen die Dispersoide eine Partikelgrößenverteilung von etwa 210 bis etwa 300 Mikron (das heißt einschließlich Dispersoidpartikeln feiner als U.S. Mesh 50 und gröber als U.S. Mesh 70). In noch einer anderen wünschenswerten Ausführungsform, bei welcher Zucker als Dispersoid verwendet wird, können Partikelgrößenverteilungen im Bereich von etwa 150 bis etwa 500 Mikron verwendet werden (das heißt einschließlich Dispersoidpartikeln feiner als U.S. Mesh 35 und gröber als U.S. Mesh 100).

Die hierin oben beschriebenen Schleifartikel können zur Herstellung von im Wesentlichen jeder Art von Schleifwerkzeug verwendet werden. Zu im Allgemeinen wünschenswerten Werkzeugen zählen Oberflächenschleifscheiben (zum Beispiel ANSI Typ 2A2T oder Typ 2A2TS Schleifscheiben und Typ 1A und 1A1 Schleifscheiben) sowie Schleiftassen (zum Beispiel ANSI Typ 2 oder Typ 6 Scheiben oder Typ 119V glockenartige Schleiftassen). Die Schleifscheiben können einen Kern (zum Beispiel Kern 20 von Figuren 2A - 2C) mit einer zentralen Bohrung zum Anbringen der Scheibe auf einer Schleifmaschine aufweisen, wobei der Kern zum Halten eines porösen Schleifrandes gestaltet ist, welcher entlang seiner Peripherie angeordnet ist (siehe zum Beispiel Schleifscheibe 100 in Figur 2A, welche hierin unten mit Bezug auf Beispiel 1 detaillierter

beschrieben ist). Diese beiden Teile der Scheibe werden typischerweise mit einer Haftmittelbindung zusammengehalten, welche unter Schleifbedingungen thermisch stabil ist, und die Scheibe und die Komponenten hiervon sind so ausgeführt, dass sie Belastungen aushalten, welche bei Scheibenumfangsgeschwindigkeiten von bis zu mindestens 80m/sec und wünschenswerterweise bis zu 160m/sec oder mehr entstehen.

Bei einer Ausführungsform ist der Kern im wesentlichen kreisförmig. Der Kern kann im Wesentlichen jegliches Material mit einer minimalen spezifischen Festigkeit von 2,4 MPa-cm³/g, und noch wünschenswerter im Bereich von etwa 40 bis etwa 185 MPa-cm³/g, umfassen. Das Kernmaterial weist eine Dichte von 0,5 bis 8,0 g/cm³ und vorzugsweise von etwa 2,0 bis etwa 8,0 g/cm³ auf. Zu Beispielen für geeignete Materialien zählen Stahl, Aluminium, Titan, Bronze, deren Verbundstoffe und Legierungen sowie Kombinationen hiervon. Verstärkte Kunststoffe mit der genannten minimalen spezifischen Festigkeit können ebenso zum Aufbau des Kerns verwendet werden. Verbundstoffe und verstärkte Kernmaterialien weisen typischerweise eine kontinuierliche Phase einer Metall- oder einer Kunststoff-Matrix auf, oft anfänglich in Pulverform bereitgestellt, wozu Fasern oder Körner oder Partikel eines härteren, nachgiebigeren und/oder weniger dichten Materials als diskontinuierliche Phase hinzugegeben wird. Beispiele für Verstärkungsmaterialien, die zur Verwendung im Kern der Werkzeuge der Erfindung geeignet sind, sind Glasfaser, Kohlenstofffaser, Aramid-Faser, Keramik-Faser, keramische Partikel und Körner und hohle Füllstoffmaterialien wie beispielsweise Glas-, Mullit-, Aluminiumoxid- und Z-Light-Kugeln. Zu im Allgemeinen wünschenswerten metallischen Kernmaterialien zählen ANSI 4140 Stahl und Aluminiumlegierungen 2024, 6065 und 7178. Weitere Einzelheiten hinsichtlich geeigneter Kernmaterialien, Eigenschaften und

dergleichen sind in den Ramanath-Patenten zur Verfügung gestellt.

Eine Schleifscheibe (zum Beispiel Schleifscheibe 100, die in Figur 2A gezeigt ist) kann hergestellt werden, indem erst einzelne Segmente einer vorher gewählten Dimension, Zusammensetzung und Porosität wie hierin oben beschrieben geformt werden (für zum Beispiel Segment 10, das in Figur 1 gezeigt ist, welche hierin unten in Bezug auf Beispiel 1 detaillierter beschrieben wird). Schleifscheiben können durch viele verschiedene in der Technik bekannte Verfahren geformt und gesintert, gebrannt oder gehärtet werden. Zu diesen Verfahren zählen Heißpressen (bei Drücken von etwa 14 - 28 MPa), Kaltpressen (bei Drücken von etwa 400 - 500 MPa oder mehr) und Heißprägen in einer Stahlform (bei Drücken von etwa 90 - 110 MPa). Der Fachmann wird leicht erkennen können, dass Kaltpressen (und zu einem geringeren Grad Heißprägen) nur für Dispersoidpartikel mit einer hohen Druckfestigkeit (das heißt Widerstand gegenüber Brechen) nützlich sind. Für Metallbindungsschleifartikel ist Heißpressen (bei etwa 350 - 500°C und 22 MPa) bevorzugt. Für Schleifartikel mit organischer Bindung, bei denen ein zuckerhaltiges Dispersoid verwendet wird, kann Kalt- oder „Warm“-pressen (bei Temperaturen von weniger als etwa 160°C) wünschenswert sein. Zusätzliche Einzelheiten hinsichtlich Press- und Wärmebearbeitungstechniken sind in dem U.S.-Patent 5,827,337 zur Verfügung gestellt, welches hierin vollständig durch Bezugnahme aufgenommen ist.

Nach dem Pressen, Wärmebearbeiten und Eintauchen in ein Lösemittel werden die Segmente typischerweise durch herkömmliche Techniken fertigbearbeitet, wie beispielsweise durch Schleifen oder Schneiden unter Verwendung von keramischen Schleifscheiben oder Karbidschneidscheiben, um ein Schleifrandsegment mit den gewünschten Dimensionen und

018095

Toleranzen zu erhalten. Die Segmente können dann mit einem geeigneten Haftmittel an die Peripherie des Kern angebracht werden (siehe zum Beispiel Figuren 2A - 2C wie hierin nachfolgend ebenso beschrieben). Zu wünschenswerten Haftmitteln zählen 353-NDT Epoxidharz (EPO-TEK, Billerica, MA) mit einem 10:1 Gewichtsverhältnis von Harz zu Härter und Technodyne® HT-18 Epoxidharz (erhalten von Taoka Chemicals, Japan) und sein modifizierter Aminhärter vermischt in einem Verhältnis von etwa 100 Gewichtsteilen Harz zu etwa 19 Gewichtsteilen Härter. Weitere Einzelheiten hinsichtlich Haftmitteln, deren Eigenschaften und die Anwendung hiervon auf Metallbindungsschleifscheiben werden in den Ramanath-Patenten bereit gestellt.

Ein alternatives Verfahren zur Schleifscheibenherstellung umfasst das Bilden von Segmentvorläufereinheiten aus einer Pulvermischung aus Schleifmittel, Bindung und Dispersoid, Formen der Segmenteinheiten um den Umfang des Kerns herum und Anwenden von Wärme und Druck zur Schaffung und Anbringung der Segmente in situ (das heißt durch Ko-Sintern des Kerns und des Randes). Nach dem Ko-Sintern wird die Schleifscheibe in ein ausgewähltes Lösemittel getaucht, um die Dispersoide aus dem Rand aufzulösen, wodurch sich ein hochporöser Schleifrand ergibt (wie vorher beschrieben). Bei diesem alternativen Verfahren kann es wünschenswert sein, Dispersoide ohne Gehalt von Chloridionen (zum Beispiel Natriumchlorid) zu verwenden, falls das Kernmaterial Aluminium oder eine Aluminiumlegierung (zum Beispiel Legierung 7075) enthält, da Aluminiumlegierungen in Gegenwart von Chloridionen Grübchen bilden können.

Die Schleifartikel und -werkzeuge dieser Erfindung (zum Beispiel Schleifscheibe 100, welche in Figur 2A gezeigt ist und hierin unten detaillierter beschrieben ist) sind wünschenswert zum Schleifen von keramischen Materialien einschließlich verschiedener Oxide, Carbide, Nitride und

Silicide wie beispielsweise Siliciumnitrid, Siliciumdioxid und Siliciumoxynitrid, stabilisiertem Zirkonoxid, Aluminiumoxid (z. B. Saphir), Borcarbid, Bornitrid, Titandiborid und Aluminiumnitrid und Verbundstoffen dieser Keramiken sowie bestimmten Metallmatrixverbundstoffen wie beispielsweise Sintercarbiden, polykristallinem Diamant und polykristallinem kubischen Bornitrid. Entweder Einkristall- oder polykristalline Keramiken können mit diesen Schleifwerkzeugen geschliffen werden. Des weiteren sind die Schleifartikel und -werkzeuge dieser Erfindung insbesondere gut geeignet zum Schleifen von Materialien, welche bei Elektronikanwendungen verwendet werden, wie beispielsweise Siliciumwafern (bei der Halbleiterherstellung verwendet), Aluminiumoxidditancarbid (bei der Magnetkopfherstellung verwendet) sowie anderen Substratmaterialien.

Die Modifikationen der verschiedenen Aspekte der vorliegenden Erfindung wie hierin oben beschrieben sind nur beispielhaft. Es versteht sich, dass dem Durchschnittsfachmann ohne weiteres andere Modifikationen der veranschaulichenden Ausführungsformen einfallen werden. Alle derartigen Modifikationen und Variationen werden als innerhalb des Umfangs und der Wesensart der vorliegenden Erfindung wie durch die beiliegenden Ansprüche definiert liegend erachtet.

Die folgenden Beispiele veranschaulichen lediglich verschiedene Ausführungsformen der Artikel und Verfahren dieser Erfindung. Der Umfang dieser Erfindung ist nicht als durch die hierin beschriebenen spezifischen Ausführungsformen beschränkt, sondern so, wie durch die folgenden Ansprüche definiert, anzusehen. Falls nicht anders angegeben, sind alle Teile und Prozentsätze in den Beispielen auf das Gewicht bezogen.

BEISPIEL 1

Schleifscheiben 100 gemäß den Prinzipien dieser Erfindung wurden in Form von metallgebundenen Diamantscheiben vom Typ 2A2TS unter Verwendung der unten beschriebenen Materialien und Verfahren hergestellt.

Pulvermetalllegierung (hierin unten definiert) wurde mit nicht iodiertem Tafelsalz (erhalten von Shaw's, Inc., Worcester, MA) mit einem Gewichtsverhältnis von 65:35 Metalllegierung:Tafelsalz, was einem Volumenverhältnis von 31,56:68,44 Metalllegierung:Tafelsalz entspricht, gemischt. Das Tafelsalz (vorwiegend Natriumchlorid) wurde in einer SpexTM Mill (SpexTM-Mühle) (hergestellt durch SPEX Company, Metuchen, NJ) gemahlen und gesiebt, um eine Partikelgrößenverteilung im Bereich etwa 74 bis etwa 210 Mikron (das heißt gröber als 200 U.S. Mesh und feiner als 70 U.S. Mesh) bereitzustellen.

Die Pulvermetalllegierung enthielt ein Gemisch aus 43,74 Gewichtsprozent Kupferpulver (Dendritic FS Grade, Partikelgröße -325 Mesh, erhalten von Sintertech International Marketing Corp., Ghent, NY), 6,24 Gewichtsprozent Phosphor/Kupfer-Pulver (Grade 1501, Partikelgröße -325 Mesh, erhalten von New Jersey Zinc Company, Palmerton, PA) und 50,02 Gewichtsprozent Zinnpulver (Grade MD115, Partikelgröße -100/+325 Mesh, 0,5 % Maximum, erhalten von Alcan Metal Powders, Inc., Elizabeth, NJ).

Feines Diamantschleifpulver, Partikelgrößenverteilung von etwa 3 bis etwa 6 Mikron, wurde dem Metalllegierung/Tafelsalz-Gemisch zugegeben (2,67 Gramm Diamant wurden zu 61,29 Gramm Metalllegierung/Tafelsalz-Gemisch zugegeben), und die Kombination wurde gründlich gemischt unter Verwendung eines TurbulaTM-Mischers (hergestellt von Glen Mills, Inc. Clifton NJ), bis sie gleichmäßig gemischt war. Die resultierende

Mischung enthielt etwa 5 Volumenprozent Diamant, etwa 30 Volumenprozent Metallbindungsmatrix und etwa 65 Volumenprozent Tafelsalz. Drei Tropfen Leichtbenzin DL 42TM (erhalten von Worcester Chemical, Worcester, MA) wurden dem Gemisch vor dem Mischen beigegeben, um dazu beizutragen, eine Trennung der Bestandteile zu verhindern. Die Mischung wurde anschließend in 16 gleiche Teile geteilt (jeweils entsprechend einem der 16 Schleifsegmente 10, welche auf der Schleifscheibe 100 verwendet werden). Jeder Teil wurde in eine Graphitform gegeben und bei 407°C 10 Minuten lang bei 22,1 MPa (3200 psi heißgepresst), bis eine Matrix mit einer Zieldichte von über 95 % der theoretischen gebildet worden war. Nach dem Kühlen wurden die Segmente 10 in eine relativ große Menge (zum Beispiel 0,5 Liter) Kochwasser 45 Minuten lang eingetaucht, um das Salz hiervon zu entfernen. Die Segmente 10 wurden anschließend gründlich mit deionisiertem (DI) Wasser gespült. Dieses Verfahren wurde wiederholt, um eine vollständige Entfernung des Salzes zu gewährleisten. Anschließender Gewichtsverlust sowie energiedispersive Röntgen(EDX)-Messungen bestätigten, dass im Wesentlichen das gesamte Tafelsalz von den Segmenten entfernt worden war.

Mit Bezugnahme auf Figur 1 ist eine schematische Darstellung eines Segments 10 gezeigt. Jedes der Segmente 10 wurde auf die erforderlichen Dimensionen und Toleranzen geschliffen, um mit der Peripherie eines maschinell bearbeiteten Aluminiumkerns 20 zusammenzupassen (Scheibe Typ 2A2TS, gezeigt in den Figuren 2A - 2C). Die Segmente 10 weisen ein bogenförmiges Profil mit einem äußeren Kurvenradius 11 von 127 Millimetern (5 Inch) und einem inneren Kurvenradius 12 von 124 Millimetern (4,9 Inch) auf. Von vorne (oder von hinten) gesehen weisen die Segmente 10 eine Längendimension 13 von 47 Millimetern (1,8 Inch) und eine Breitendimension 14 von 6,3 Millimetern (0,25 Inch) auf.

Die Segmente 10 wurden verwendet, um eine Schleifscheibe 100 vom Planschleiftyp des Typs 2A2TS zu konstruieren, wie in Figur 2A gezeigt. Die Schleifscheibe 100 weist sechzehn symmetrisch beabstandete Segmente 10 auf, welche an einen Aluminiumkern 20 gebunden sind, wodurch sich eine Schleifscheibe 100 mit einem Außendurchmesser 102 von etwa 282 Millimetern (11,1 Inch) und einem geschlitzten Rand 104 ergibt. Wie bei 110 gezeigt, steht der segmentierte Rand eine Distanz 112 von etwa 3,9 Millimetern (0,16 Inch) von der Fläche des Aluminiumkerns 20 hervor. Die Schleifsegmente 10 und der Aluminiumkern 20 wurden mit einem Epoxidharz/Aminhärter-Klebstoffsystem (Technodyne HT-18 Haftmittel, erhalten von Taoka Chemicals, Japan) aneinandergesetzt, um Schleifscheiben mit einem geschlitzten Rand 104 bestehend aus sechzehn Schleifsegmenten 10 herzustellen. Die Kontaktflächen des Kerns und der Segmente 10 wurden entfettet und sandgestrahlt, um eine hinreichende Haftung zu gewährleisten.

BEISPIEL 2

Schleifleistungsbewertung

Eine metallgebundene aus Segmenten gebildete Scheibe (Scheibe 2-A), die gemäß dem Verfahren von Beispiel 1 oben hergestellt wurde, wurde auf die Fertigbearbeitungsabschleifleistung bei Siliciumwafern getestet. Eine im Handel erhältliche Schleifscheibe der selben Korngröße und Konzentration in einer Harzbindung (Scheibenspezifikation D3/6MIC-IN.656-BX623, erhältlich von Saint Gobain Abrasives, Inc., Worcester, MA), die zum Fertigbearbeitungsabschleifen eines Siliciumwafers empfohlen wird, diente als Vergleichsscheibe und wurde zusammen mit der Scheibe dieser Erfindung getestet. Die Vergleichsscheibe umfasste etwa 5 Volumenprozent Diamantschleifmittel, etwa 62 Volumenprozent Hohlglaskugeln,

etwa 12 Volumenprozent Harz und etwa 21 Volumenprozent Porosität. Die Glaskugeln umfassen etwa 15 Volumenprozent Glasschale. Somit kann die Vergleichsscheibe als etwa 9,3 Volumenprozent Glasschale und etwa 73,7 Volumenprozent nicht verbundene Porosität (das heißt etwa 21 % Volumenprozent Porosität plus etwa 52,7 Volumenprozent hohles Inneres der Hohlglaskugeln) umfassend angesehen werden.

Die Schleiftestbedingungen waren wie folgt:

Schleiftestbedingungen:

Maschine: Strasbaugh 7AF Model
 Scheibenspezifikationen: Grobspindel: Norton #3-R1B69
 Feinspindel: D3/6MIC-IN.656-BX623 (zum Vergleich)
 Scheibe 2-A
 Scheibengröße: Typ 2A2TSSA:
 280 x 29 x 229 mm (11 x 1 1/8 x 9 Inch)
 Schleifmodus: Dualschliff: Grobschliff gefolgt von Feinschliff

Feinschleifverfahren:

Scheibengeschwindigkeit: 4350 Umdrehungen pro Minute
 Kühlmittel: Deionisiertes Wasser
 Kühlmittelflussrate: 3 gal/min (11 Liter/Min.)
 Arbeitsmaterial: Siliciumwafer, N Typ 100 Orientierung, 150 mm Durchmesser (6 Inch), 0,66 mm (0,026 Inch) Startdicke (erhalten von Silicon Quest, CA)
 Entferntes Material: Stufe 1: 10 µm, Stufe 2: 5 µm, Stufe 3: 5 µm, Hub: 2 µm

Vorschubrate: Stufe 1: 1 μ m/Sek., Stufe 2: 0,7
 μ m/Sek., Stufe 3: 0,5 μ m/Sek., Hub:
 0,5 μ m/Sek.

Arbeitsgeschwindigkeit: 699 Umdrehungen pro Minute, konstant

Verweilzeit: 100 Umdrehungen

Grobschleifverfahren:

Scheibengeschwindigkeit: 3400 Umdrehungen pro Minute

Kühlmittel: Deionisiertes Wasser

Kühlmittelflussrate: 3 gal/min (11 Liter/Min.)

Arbeitsmaterial: Siliciumwafer, N Typ 100 Orientierung,
 150 mm Durchmesser (6 Inch), 0,66 mm
 (0,026 Inch) Startdicke (erhalten von
 Silicon Quest, CA)

Entferntes Material: Stufe 1: 10 μ m, Stufe 2: 5 μ m, Stufe 3:
 5 μ m, Hub: 10 μ m

Vorschubrate: Stufe 1: 3 μ m/Sek., Stufe 2: 2
 μ m/Sek., Stufe 3: 1 μ m/Sek., Hub: 5
 μ m/Sek.

Arbeitsgeschwindigkeit: 590 Umdrehungen pro Minute, konstant

Verweilzeit: 50 Umdrehungen

Wenn bei den Schleifwerkzeugen Abrichten und Nachbearbeiten
 erforderlich war, waren die für diesen Test geschaffenen
 Bedingungen wie folgt:

Abricht- und Nachbearbeitungsvorgang:

Grobscheibe: keine

Feinscheibe: 150 mm (6 Inch) Durchmesser Strasbaugh
 Grobnachbearbeitungskissen verwendet

Scheibengeschwindigkeit: 1200 Umdrehungen pro Minute

Verweilzeit: 25 Umdrehungen

Entferntes Material: Stufe 1: 150 μ m, Stufe 2: 10 μ m, Hub:
 20 μ m

016295

Vorschubrate: Stufe 1: 5 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Stufe 2: 0,2
 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Hub: 2 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$

Arbeitsgeschwindigkeit: 50 Umdrehungen pro Minute, konstant

Ergebnisse des Schleiftests von Beispiel 2 sind unten in Tabelle 1 gezeigt. Fünfzig Wafer wurden unter Verwendung der harzgebundenen Vergleichsscheibe und der porösen Scheibe dieser Erfindung (Scheibe 2-A) feingeschliffen.

Wie in Tabelle 1 gezeigt, zeigte sowohl die Kontrollscheibe als auch die erfindungsgemäße Scheibe eine relativ stabile Spitzennormalkraft bei mindestens fünfzig Wafern. Jede Scheibe benötigte ebenso in etwa dieselbe Spitzennormalkraft. Diese Art der Schleifleistung ist höchst wünschenswert beim Abschleifen von Siliciumwafern, da diese Bedingungen relativ geringer Kraft und stabilen Zustands thermischen und mechanischen Schaden an dem Werkstück minimieren.

Des weiteren sorgte die poröse Scheibe dieser Erfindung für die höchst wünschenswerte Schleifleistung wie oben beschrieben für mindestens fünfzig Wafer ohne einer Notwendigkeit der Nachbearbeitung der Scheibe.

Zusammengefasst zeigt Beispiel 2, dass die erfindungsgemäße Scheibe für eine höchst wünschenswerte Abschleifleistung bei Siliciumwafern sorgt, während sie unerwarteter Weise (für eine metallgebundene Scheibe) weniger Kraft bzw. Leistung als eine vergleichbare harzgebundene Scheibe verbraucht.

TABELLE 1

Wafer Nummer	Vergleichsscheibe		Testscheibe	
	Spitzenstrom, Ampere	Spitzennormal- kraft, N	Spitzenstrom, Ampere	Spitzennormal- kraft, N
5	10,7	66,9	8,0	62,4
10	10,5	66,9	8,3	66,9
15	10,6	66,9	8,4	62,4
20	10,9	66,9	9,0	66,9
25	11,3	66,9	8,1	62,4
30	10,7	66,9	8,4	60,0
35	10,8	66,9	8,3	62,4
40	10,5	62,4	8,4	60,0
45	10,5	62,4	8,4	66,9
50	10,1	66,9	8,8	60,0

BEISPIEL 3

Schleifleistungsbewertung

Eine metallgebundene aus Segmenten gebildete Scheibe (Scheibe 3-A), die gemäß dem Verfahren von Beispiel 1 oben hergestellt wurde, wurde auf die Feinfertigbearbeitungsabschleifleistung bei geätzten Siliciumwafern getestet. Eine im Handel erhältliche Schleifscheibe, die hierin in Beispiel 2 oben detaillierter beschrieben ist, die zum Fertigbearbeitungsabschleifen eines Siliciumwafers empfohlen wird, diente als Vergleichsscheibe und wurde zusammen mit der Scheibe dieser Erfindung getestet.

Die Schleiftestbedingungen waren wie folgt:

Schleiftestbedingungen:

018295

Maschine: Strasbaugh 7AF Model

Scheibenspezifikationen: Grobspindel: keine
 Feinspindel: D3/6mic-20BX623C (zum Vergleich)
 Scheibe 3-A

Scheibengröße: Typ 2A2TSSA:
 280 x 29 x 229 mm (11 x 1 1/8 x 9 Inch)

Schleifmodus: Einzelschliff: nur
 Feinspindel verwendet

Feinschleifverfahren:

Scheibengeschwindigkeit: 4350 Umdrehungen pro Minute

Kühlmittel: Deionisiertes Wasser

Kühlmittelflussrate: 3 gal/min (11 Liter/Min.)

Arbeitsmaterial: Siliciumwafer, N Typ 100 Orientierung,
 150 mm Durchmesser (6 Inch), 0,66 mm
 (0,026 Inch) Startdicke (erhalten von
 Silicon Quest, CA)

Entferntes Material: Stufe 1: 10 µm, Stufe 2: 5µm, Stufe 3:
 5µm, Hub: 2µm

Vorschubrate: Stufe 1: 1µm/Sek., Stufe 2: 0,7
 µm/Sek., Stufe 3: 0,5 µm/Sek., Hub:
 0,5 µm/Sek.

Arbeitsgeschwindigkeit: 699 Umdrehungen pro Minute, konstant

Verweilzeit: 100 Umdrehungen

Wenn bei den Schleifwerkzeugen Abrichten und Nachbearbeiten
 erforderlich war, waren die für diesen Test geschaffenen
 Bedingungen wie folgt:

Abricht- und Nachbearbeitungsvorgang:

Feinscheibe: 150 mm (6 Inch) Durchmesser Strasbaugh
 Grobnachbearbeitungskissen verwendet

Scheibengeschwindigkeit: 1200 Umdrehungen pro Minute
Verweilzeit: 25 Umdrehungen
Entferntes Material: Stufe 1: 150 μm , Stufe 2: 10 μm , Hub:
20 μm
Vorschubrate: Stufe 1: 5 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Stufe 2: 0,2
 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Hub: 2 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$
Arbeitsgeschwindigkeit: 50 Umdrehungen pro Minute, konstant

Ergebnisse des Schleiftests von Beispiel 3 sind unten in Tabelle 2 gezeigt. Fünfundfünfzig geätzte Siliciumwafer wurden unter Verwendung der harzgebundenen Vergleichsscheibe feinfertigbearbeitungsabgeschliffen. Beim Abschleifen geätzter Siliciumwafer kommt kein Grobschliffschritt zum Einsatz, da die Oberfläche des geätzten Siliciums relativ glatt ist. Wie in Tabelle 2 gezeigt, nimmt die Spitzennormalkraft beim Schleifen von mehreren Teilen relativ kontinuierlich zu und steigt schließlich auf einen Wert, bei welchem die Schleifmaschine abschaltet. Fünfundsiebzig geätzte Siliciumwafer wurden unter Verwendung der porösen Scheibe dieser Erfindung geschliffen. Wie ebenso in Tabelle 2 gezeigt, bleibt die Spitzennormalkraft über den Verlauf des gesamten Experiments hinweg niedrig und stabil. Diese Ergebnisse zeigen klar die selbstnachbearbeitende Natur der erfindungsgemäßen Scheibe.

Diese Art von Schleifleistung ist höchst wünschenswert beim Abschleifen von Siliciumwafern, da diese Bedingungen relativ geringer Kraft und stabilen Zustands thermische und mechanische Schäden an dem Werkstück minimieren. Des weiteren kann die selbstnachbearbeitende Natur der Scheibe einen Abschleifvorgang zur Verfügung stellen, bei welchem es nicht notwendig ist, die Schleifscheibe nachzubearbeiten (oder auf andere Weise zu konditionieren). In Folge dessen können die

Scheiben dieser Erfindung einen höheren Durchsatz, geringere Kosten und konsistentere Schleifergebnisse als jene, welche unter Verwendung von herkömmlichen Schleifscheiben erzielt werden, zur Verfügung stellen.

Zusammengefasst zeigt Beispiel 3, dass die erfindungsgemäße Scheibe eine höchst wünschenswerte Abschleifleistung bei geätzten Siliciumwafern zur Verfügung stellt, während die Notwendigkeit des Nachbearbeitens der Scheibe im Wesentlichen eliminiert wird. Die Leistung der erfindungsgemäßen Scheibe ist jener der herkömmlichen harzgebundenen Scheiben bei dieser Anwendung im Wesentlichen überlegen.

TABELLE 2

Wafer Nummer	Vergleichsscheibe		Testscheibe	
	Spitzenstrom, Ampere	Spitzennormal- kraft, N	Spitzenstrom, Ampere	Spitzennormal- kraft, N
5	8,9	75,8	8,2	62,4
10	9,0	84,7	8,1	62,4
15	9,0	98,1	8,0	62,4
20	9,2	107,0	8,3	66,9
25	9,4	115,9	8,1	62,4
30	9,6	124,9	8,5	62,4
35	9,9	156,1	8,3	66,9
40	10,3	182,8	8,1	66,9
45	10,8	214,0	8,1	66,9
50	11,5	231,9	7,9	66,24
55	11,5	245,3	8,1	66,9
60	*	*	7,8	62,4
65	*	*	8,0	66,9
70	*	*	8,0	62,4
75	*	*	8,1	66,9

* Die Schleifmaschine schaltete ab, da die Normalkraft die Grenzen der Maschine überschritt.

BEISPIEL 4

Schleifleistungsbewertung

Zwei metallgebundene segmentierte Scheiben, die in einer dem Verfahren von Beispiel 1 oben ähnlichen Weise hergestellt wurden, wurden auf die Schleifleistung getestet. Beide Scheiben enthielten etwa 14 Volumenprozent Diamantschleifmittel mit einer Partikelgrößenverteilung von etwa 63 bis etwa 74 Mikron (das heißt Partikel feiner als U.S. Mesh 200 und gröber als U.S. Mesh 230). Die Scheiben enthielten des weiteren etwa 21 Volumenprozent Metallbindung (mit der in Beispiel 1 beschriebenen Zusammensetzung) und etwa 65 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität. Die erste Scheibe (Scheibe 4-A) wurde unter Verwendung von -70/+200 U.S. Mesh Tafelsalzdispersoid wie in Beispiel 1 beschrieben hergestellt, was gleichermaßen zu einer Porengröße im Bereich von etwa 74 bis etwa 210 Mikron führte (die Porengröße wird von ungefähr derselben Größe angenommen wie jene des entfernten Salzdispersoids). Die zweite Scheibe (Scheibe 4-B) wurde unter Verwendung von -50/+70 U.S. Mesh Tafelsalz hergestellt, was gleichermaßen zu einer Porengröße im Bereich von etwa 210 bis etwa 300 Mikron führte. Obwohl dies nicht gemessen wurde, wird angenommen, dass die Scheibe mit einer größeren Porengröße ebenso eine größere Metallbindungsfilamentgröße aufwies. Die Bezeichnung „Filament“ wird konsistent mit dem normalen Gebrauch, welcher dem Fachmann bekannt ist, verwendet, um sich auf das Verbindungsmatrixmaterial (das heißt, das Gerüst der porösen Struktur) zwischen den miteinander verbundenen Poren zu beziehen.

Schleiftestbedingungen:

Grobschleifverfahren:

Kühlmittel: Deionisiertes Wasser

Kühlmittelflussrate: 3 gal/min (11 Liter/Min.)

Arbeitsmaterial: Aluminiumoxidtitancarbid 3M-310 Wafer,
114,3 mm quadratisch (4,5 Inch), 2,0
mm (0,8 Inch) Startdicke (erhalten von
Minnesota Mining and Manufacturing
Corporation, Minneapolis, MN)

Entferntes Material: Stufe 1: 100 µm, Stufe 2: 100 µm,
 Stufe 3: 100 µm, Hub: 20 µm

Vorschubrate: Stufe 1: 0,7 µm/Sek., Stufe 2: 0,7
 µm/Sek., Stufe 3: 0,7 µm/Sek., Hub:
 0,5 µm/Sek.

Arbeitsgeschwindigkeit: 350 Umdrehungen pro Minute, konstant

Verweilzeit: 0 Umdrehungen

Wenn bei den Schleifwerkzeugen Abrichten und Nachbearbeiten

erforderlich war, waren die für diesen Test geschaffenen Bedingungen wie folgt:

Abricht- und Nachbearbeitungsvorgang:

Grobscheibe: 150 mm (6 Inch) Durchmesser Strasbaugh
Grobnachbearbeitungskissen verwendet
Scheibengeschwindigkeit: 1200 Umdrehungen pro Minute
Verweilzeit: 25 Umdrehungen
Entferntes Material: Stufe 1: 150 μm , Stufe 2: 10 μm , Hub: 20 μm
Vorschubrate: Stufe 1: 5 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Stufe 2: 0,2 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Hub: 2 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$
Arbeitsgeschwindigkeit: 50 Umdrehungen pro Minute, konstant

Ergebnisse des Schleiftests von Beispiel 4 sind unten in Tabelle 3 gezeigt. Es wurde beobachtet, dass beide Scheiben den AlTiC-Wafer erfolgreich schliffen und relativ stabile Spitzennormalkräfte in Bezug auf Zeit und ausreichende Materialabnahme zeigten. Die erste Scheibe mit einer relativ feinen Porengröße (und gleichermaßen einer relativ feinen Metallbindungsfilamentgröße) wurde zum Schleifen des AlTiC-Wafers für etwa 25 Minuten (1500 Sekunden) lang verwendet. Eine relativ stabile Spitzennormalkraft von etwa 35 N wurde beobachtet, und etwa 1150 Mikron AlTiC wurden von dem Wafer entfernt (eine Materialabnahmerate von etwa 46 Mikron/Min.). Bei der Scheibe wurde eine Abnutzung von etwa 488 Mikron beobachtet (ein Verhältnis Materialentfernung/Scheibenabnutzung von etwa 2,4). Die zweite Scheibe mit einer relativ groben Porengröße (und gleichermaßen einer relativ groben Metallbindungsfilamentgröße) wurde zum Schleifen des AlTiC-Wafers für etwa sieben Minuten (420 Sekunden) lang verwendet. Eine relativ stabile Spitzennormalkraft von etwa 94 N wurde beobachtet und etwa 2900 Mikron AlTiC wurden von dem Wafer entfernt (eine

Materialabnahmerate von etwa 414 Mikron/Min.). Bei der Scheibe wurde eine Abnutzung von etwa 18 Mikron beobachtet (ein Verhältnis Materialentfernung/Scheibenabnutzung von etwa 160).

Zusammenfassend zeigt Beispiel 4, dass die hochporösen Scheiben dieser Erfindung zum Schleifen von AlTiC-Wafern gut geeignet sind. Des weiteren zeigt dieses Beispiel, dass die Verschleißfestigkeit und Selbstnachbearbeitungseigenschaften der Scheiben dieser Erfindung durch Anpassen der relativen Porengröße der Schleifartikel passend gemacht werden können. Ohne sich auf eine bestimmte Theorie zu beschränken, wird angenommen, dass die verstärkte Scheibenabnutzung der Scheibe mit den relativ feinen Poren mit einer Schwächung der Metallbindung bei Reduzierung der Metallbindungsfilamentgröße zusammenhängt. Nichtsdestotrotz zeigt dieses Beispiel, dass die Eigenschaften der Scheibe durch Anpassung der relativen Porengröße darin für bestimmte Anwendungen ausgearbeitet werden können.

TABELLE 3

Scheibenspezifikation (Salzgröße)	Spitzennormalkraft, N	Scheibenabnutzung, Mikron
Scheibe 4-B (-50/+70)	93,6	17,8
Scheibe 4-A (-70/+200)	35,7	487,6

BEISPIEL 5

Schleifleistungsbewertung

Eine metallgebundene aus Segmenten gebildete Scheibe (Scheibe 5-A), die gemäß dem Verfahren von Beispiel 1 oben hergestellt wurde, wurde auf die Fertigbearbeitungsabschleifleistung an 50 mm (2 Inch) Einkristallsiliciumcarbidwafern getestet. Eine im

Handel erhältliche Schleifscheibe, die hierin in Beispiel 2 oben detaillierter beschrieben ist, die zum Fertigbearbeitungsabschleifen eines Siliciumwafers empfohlen wird, diente als Vergleichsscheibe und wurde zusammen mit der Scheibe dieser Erfindung getestet.

Die Schleiftestbedingungen waren wie folgt:

Schleiftestbedingungen:

Maschine: Strasbaugh 7AF Model
 Scheibenspezifikationen: Grobspindel: ASDC320-
 7.5MXL2040 (S.P.)
 Feinspindel: D3/6MIC-20BX623C (zum
 Vergleich)

Scheibe 5-A

Scheibengröße: Typ 2A2TSSA:
 280,16 x 28,90 x 228,65 mm (11 x 1 1/8
 x 9 Inch)

Schleifmodus: Dualschliff: Grobschliff gefolgt von
 Feinschliff

Feinschleifverfahren:

Scheibengeschwindigkeit: 4350 Umdrehungen pro Minute

Kühlmittel: Deionisiertes Wasser

Kühlmittelflussrate: 3 gal/min (11 Liter/Min.)

Arbeitsmaterial: Siliciumcarbidwafer, Einkristall, 50
 mm Durchmesser (2 Inch), 300 Mikron
 (0,0075 Inch) Startdicke (erhalten von
 CREE Research, Inc.)

Entferntes Material: Stufe 1: 15 μ m, Stufe 2: 15 μ m, Hub: 5
 μ m

Vorschubrate: Stufe 1: 0,5 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Stufe 2: 0,2 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Hub: 1,0 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$
 Arbeitsgeschwindigkeit: 350 Umdrehungen pro Minute, konstant
 Verweilzeit: 150 Umdrehungen

Grobschleifverfahren:

Scheibengeschwindigkeit: 3400 Umdrehungen pro Minute
 Kühlmittel: Deionisiertes Wasser
 Kühlmittelflussrate: 3 gal/min (11 Liter/Min.)
 Arbeitsmaterial: Siliciumcarbidwafer, Einkristall, 50 mm Durchmesser (2 Inch), 300 Mikron (0,0075 Inch) Startdicke (erhalten von CREE Research, Inc.)
 Entferntes Material: Stufe 1: 10 μm , Stufe 2: 10 μm , Hub: 5 μm
 Vorschubrate: Stufe 1: 0,7 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Stufe 2: 0,3 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Hub: 1,0 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$
 Arbeitsgeschwindigkeit: 350 Umdrehungen pro Minute, konstant
 Verweilzeit: 0 Umdrehungen

Abrichtvorgang:

Grobscheibe: keine
 Feinscheibe: 150 mm (6 Inch) Durchmesser Strasbaugh Grobnachbearbeitungskissen verwendet
 Scheibengeschwindigkeit: 1200 Umdrehungen pro Minute
 Verweilzeit: 25 Umdrehungen
 Entferntes Material: Stufe 1: 150 μm , Stufe 2: 10 μm , Hub: 20 μm
 Vorschubrate: Stufe 1: 5 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Stufe 2: 0,2 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Hub: 2 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$
 Arbeitsgeschwindigkeit: 50 Umdrehungen pro Minute, konstant

Ergebnisse des Schleiftests von Beispiel 5 sind unten in Tabelle 4 gezeigt. Die handelsübliche harzgebundene Schleifscheibe war praktisch nicht fähig, den Siliciumcarbidwafer zu schleifen, wie durch die extrem niedrigen Entfernungsraten angezeigt. Andererseits schliff die hochporöse Scheibe dieser Erfindung erfolgreich den extrem harten und spröden Siliciumcarbidwafer. Während jedem 48-Minuten-Lauf wurden etwa 15 Mikron bei einer durchschnittlichen Entfernungsrate von 0,31 Mikron/Min. entfernt. Des weiteren wurde herausgefunden, dass die poröse Scheibe dieser Erfindung die Oberflächenrauigkeit (wie durch ein Zygo® Weißlichtinterferometer, Zygo Corporation, Middlefield, CT gemessen) bedeutend reduzierte. Wie in Tabelle 4 gezeigt wurde durch das Schleifen mit der erfindungsgemäßen Scheibe die durchschnittliche Oberflächenrauigkeit (Ra) von einem Ausgangswert von mehr als 100 Angström auf weniger als etwa 40 Angström (mit einer Ausnahme) konsistent reduziert.

Zusammenfassend zeigt Beispiel 5, dass die erfindungsgemäße Scheibe eine wünschenswerte Schleifleistung bei harten, spröden Siliciumcarbidwafern zur Verfügung stellt. Die Leistung der erfindungsgemäßen Scheibe ist jener einer herkömmlichen harzgebundenen Scheibe bei dieser Anwendung im Wesentlichen überlegen.

TABELLE 4

Lauf # Test 8.299	Scheibenspezifikation	Materialabnahme, Mikron	Oberflächenrauigkeit, Angström
6	Vergleichsscheibe	3	
7	"	0	98
19	Scheibe 5-A	17	34
20	Scheibe 5-A	13	32
21	Scheibe 5-A	15	54,5
22	Scheibe 5-A	15	37,5

BEISPIEL 6

Eine quantitative Messung der Offenheit poröser Medien durch Permeabilitätstests basierend auf D'Arcys Gesetz zur Bestimmung der Beziehung zwischen Flussrate und Druck bei porösen Medien wurde zur Bewertung von Scheiben dieser Erfindung verwendet. Das verwendete Permeabilitätsmessgerät und -verfahren ist im Wesentlichen mit jenem durch Wu et al. in dem U.S.-Patent 5,738,697, Beispiel 6 beschriebenen identisch, nämlich durch Anwendung von unter Druck stehender Luft an einer flachen Oberfläche poröser Testproben.

Poröse Proben wurden in einer Weise hergestellt, welche im Wesentlichen dem Verfahren in Beispiel 1 ähnlich ist, umfassend 5 Volumenprozent 3/6 Mikron Diamantschleifmittel. Die relativen Mengen an Tafelsalz und Metallbindung wurden variiert, wodurch Proben mit von etwa 0 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundener Porosität entstanden. Proben mit einem Maß von 1,5 Inch im Durchmesser und 0,5 Inch in der Dicke wurden bei 405 Grad C bei einem Druck von 3200 psi heißgepresst. Nach dem Kühlen wurden die Proben unter Verwendung eines Siliciumcarbidschmirgelbreis (180 Korngröße) mit der Hand geläppt, um die Poren auf den Oberflächen hiervon zu öffnen. Die Proben wurden dann in Kochwasser wie in Beispiel 1 beschrieben eingetaucht. Vier Proben wurden für jeden Porositätswert bereit gestellt. Durchschnittspermeabilitätsergebnisse sind unten in Tabelle 5 gezeigt.

Permeabilitätswerte werden in Einheiten des Volumens der Luft pro Einheitszeit (Q, in cc/Sekunde) pro Einheitsdruck (P, Inch Wasser) angegeben und wurden durch die Dicke von Proben mit einem Durchmesser von 1,5 Inch (37,5 mm) und einer Dicke von 0,5 Inch (12,7 mm) gemessen. Wie erwartet waren die

Permeabilitätswerte für die Proben mit effektiv keiner miteinander verbundenen Porosität gering. Es wurde beobachtet, dass die Permeabilität mit zunehmender Porosität bedeutend zunahm. Insbesondere wurden Proben mit mehr als etwa 50 % miteinander verbundener Porosität als umfassend Permeabilitätswerte von mehr als etwa 0,2 Kubikzentimeter pro Sekunde pro Inch Wasser bei Zunahme der Porosität über etwa 50 Volumenprozent bezeichnet.

Tabelle 5

Metallbindung, Gewichtsprozent	Tafelsalz, Gewichtsprozent	Theoretische Porosität, Volumenprozent	Permeabilität, Q/P (cc/Sek./Inch H2O/0,5 Inch)
100	0	0	0,030
91,85	8,15	25	0,034
84,7	15,3	40	0,085
74,55	25,45	55	0,287
65,0	35,0	65	0,338
58,99	41,01	70	0,562
43,02	56,98	80	Nicht betreffend

BEISPIEL 7

Segmentierte Schleifscheiben, die jeweils sechzehn Segmente umfassten, wurden in einer Weise zusammengebaut, welche im Wesentlichen jener ähnlich ist, welche in Beispiel 1 (hierin oben) beschrieben ist. Die Segmente enthielten jedoch eine organische Bindung (im Gegensatz zu der in Beispiel 1 beschriebenen Metallbindung) und wurden wie unten beschrieben hergestellt:

Granulärer Zucker (erhalten von Shaw's, Inc., Worcester, MA) wurde unter Verwendung eines Farbenschüttlers (hergestellt von Red Devil®, Inc., Union, NJ) etwa 2 Stunden lang in einem Farbenbehälter von 1 Gallone geschüttelt, um die scharfen

Ecken und Kanten abzubrechen und somit das Zuckergranulat effektiv „abzurunden“. Der granuläre Zucker wurde dann gesiebt, um eine Partikelgrößenverteilung von etwa 250 bis etwa 500 Mikron (das heißt -35/+60 U.S. Mesh) zu erhalten.

Pulverförmige Harzbindung wurde durch ein U.S. Mesh 200 Sieb vorgesiebt, um Agglomerate zu entfernen. Feines Diamantschleifpulver, Partikelgrößenverteilung von etwa 3 bis etwa 6 Mikron, erhalten von Amplex® Corporation (Olyphant, Pennsylvania) als RB3/6 wurde dem pulverförmigen Harz beigegeben und vermischt, bis im Wesentlichen eine Homogenität erreicht war. Die Mischung, die etwa 80 Volumenprozent Harz und etwa 20 Volumenprozent Schleifmittel enthielt, wurde dreimal durch ein U.S. Mesh 165 Sieb gesiebt und wurde dann dem granulären Zucker (wie oben beschrieben hergestellt) zugegeben. Die Harz/Schleifmittel/Zucker-Mischung wurde anschließend vermischt, bis sie im Wesentlichen homogen war, und zweimal durch ein U.S. Mesh 24 Sieb gesiebt.

Drei Verbundmischungen wurden hergestellt. Die erste Mischung (bei der Herstellung der Scheibe 7-A verwendet) enthielt etwa 4 Volumenprozent Diamantschleifmittel, etwa 20 Volumenprozent 33-344 Harzbindung (ein Bisphenol A modifiziertes Phenolresolharz, erhalten von Durez® Corporation, Dallas, TX) und etwa 76 Volumenprozent granulären Zucker. Die zweite Mischung (bei der Herstellung der Scheibe 7-B verwendet) enthielt etwa 6 Volumenprozent Diamantschleifmittel, etwa 30 Volumenprozent 29-346 Harzbindung (ein Langflusssphenolnovolakharz erhalten von Durez® Corporation, Dallas, TX) und etwa 64 Volumenprozent granulären Zucker. Die dritte Mischung (bei der Herstellung der Scheibe 7-C verwendet) enthielt etwa 6 Volumenprozent Diamantschleifmittel, etwa 30 Volumenprozent 29-108 Harzbindung (ein Biphenol A modifiziertes Resol mit sehr

langem Fluss, erhalten von Durez® Corporation, Dallas, TX) und etwa 64 Volumenprozent granulären Zucker.

Die Harz/Schleifmittel/Zucker-Mischungen wurden in scheibenförmige Stahlformen gepaart, ausgeglichen und bei einer Temperatur von etwa 135°C bei einem Druck von etwa 4100 psi (28 MPa) etwa 30 Minuten lang gepresst, bis eine Matrix mit etwa 99 Prozent theoretischer Dichte erreicht wurde. Nach dem Kühlen wurden die Scheiben leicht mit Sandpapier der Körnungsnummer 180 geschliffen, um die Formenhaut zu entfernen, und das Zuckerdispersoid wurde durch Eintauchen in Kochwasser für etwa 2 Stunden entfernt. Nach der Zuckerentfernung wurden die Scheiben getrocknet und gebacken, um die Härtung des Harzes zu vervollständigen. Der Trocknungs- und Backzyklus erfolgte wie folgt. Die Scheiben wurden zunächst mit einer „Rampen“-Zeit von etwa 5 Minuten rampenartig auf 60°C gebracht und hier etwa 25 Minuten gehalten. Anschließend wurden die Scheiben mit einer „Rampen“-Zeit von etwa 30 Minuten rampenartig auf 90 °C gebracht und hier etwa 5 Stunden lang gehalten. Schließlich wurden die Scheiben mit einer „Rampen“-Zeit von etwa 4 Stunden rampenartig auf 160°C gebracht und hier etwa 5 Stunden lang gehalten. Nach dem Backen wurden die Scheiben auf Raumtemperatur abgekühlt und in Segmente zur Verwendung beim Zusammenbauen von Schleifscheiben geteilt.

Drei segmentierte Scheiben mit organischer Bindung wurden auf die Feinabschleifleistung bei Siliciumwafern getestet. Die Schleiftestbedingungen waren wie folgt:

Schleiftestbedingungen:

Maschine: Strasbaugh 7AF Model

Scheibenspezifikationen: Grobspindel: Norton#3-R7B69

Feinspindel: Scheibe 7-A
Scheibe 7-B
Scheibe 7-C

Scheibengröße: Typ 2A2TSSA:
280 x 29 x 229 mm (11 x 1 1/8 x 9
Inch)

Schleifmodus: Dualschliff: Grobschliff gefolgt von
Feinschliff

Feinschleifverfahren:

Scheibengeschwindigkeit: 4350 Umdrehungen pro Minute

Kühlmittel: Deionisiertes Wasser

Kühlmittelflussrate: 3 gal/min (11 Liter/Min.)

Arbeitsmaterial: Siliciumwafer, N Typ 100 Orientierung,
150 mm Durchmesser (6 Inch), 0,66 mm
(0,026 Inch) Startdicke (erhalten von
Silicon Quest, CA)

Entferntes Material: Stufe 1: 10 µm, Stufe 2: 5 µm, Stufe
3: 5 µm, Hub: 2 µm

Vorschubrate: Stufe 1: 1 µm/Sek., Stufe 2: 0,7
µm/Sek., Stufe 3: 0,5 µm/Sek., Hub:
0,5 µm/Sek.

Arbeitsgeschwindigkeit: 590 Umdrehungen pro Minute, konstant

Verweilzeit: 100 Umdrehungen

Grobschleifverfahren:

Scheibengeschwindigkeit: 3400 Umdrehungen pro Minute

Kühlmittel: Deionisiertes Wasser

Kühlmittelflussrate: 3 gal/min (11 Liter/Min.)

Arbeitsmaterial: Siliciumwafer, N Typ 100 Orientierung,
150 mm Durchmesser (6 Inch), 0,66 mm
(0,026 Inch) Startdicke (erhalten von
Silicon Quest, CA)

Entferntes Material: Stufe 1: 10 μm , Stufe 2: 5 μm , Stufe 3: 5 μm , Hub: 10 μm

Vorschubrate: Stufe 1: 3 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Stufe 2: 2 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Stufe 3: 1 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Hub: 5 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$

Arbeitsgeschwindigkeit: 590 Umdrehungen pro Minute, konstant

Verweilzeit: 50 Umdrehungen

Wenn bei den Schleifwerkzeugen Abrichten und Nachbearbeiten erforderlich war, waren die für diesen Test geschaffenen Bedingungen wie folgt:

Abricht- und Nachbearbeitungsvorgang:

Grobscheibe: 150 mm (6 Inch) Durchmesser Strasbaugh
Grobnachbearbeitungskissen verwendet

Scheibengeschwindigkeit: 1200 Umdrehungen pro Minute

Verweilzeit: 25 Umdrehungen

Entferntes Material: Stufe 1: 190 μm , Stufe 2: 10 μm , Hub: 20 μm

Vorschubrate: Stufe 1: 5 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Stufe 2: 0,2 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Hub: 2 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$

Arbeitsgeschwindigkeit: 50 Umdrehungen pro Minute, konstant

Feinscheibe: 150 mm (6 Inch) Durchmesser Strasbaugh
Extrafeinnachbearbeitungskissen verwendet

Scheibengeschwindigkeit: 1200 Umdrehungen pro Minute

Verweilzeit: 25 Umdrehungen

Entferntes Material: Stufe 1: 150 μm , Stufe 2: 10 μm , Hub: 20 μm

Vorschubrate: Stufe 1: 5 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Stufe 2: 0,2 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Hub: 2 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$

Arbeitsgeschwindigkeit: 50 Umdrehungen pro Minute, konstant

Ergebnisse des Schleiftests von Beispiel 7 sind unten in Tabelle 6 gezeigt. Zweihundert Wafer wurden unter Verwendung der porösen, harzgebundenen Scheiben dieser Erfindung (Scheiben 7-A, 7-B und 7-C) feingeschliffen. Jede der erfindungsgemäßen Scheiben zeigte eine relativ stabile Spitzennormalkraft von etwa 90 N (d. h., etwa 20 lbs) über mindestens zweihundert Wafer hinweg. Diese Art der Schleifleistung ist höchst wünschenswert beim Abschleifen von Siliciumwafern, da diese Bedingungen relativ geringer Kraft und stabilen Zustands thermischen und mechanischen Schaden an dem Werkstück minimieren. Des weiteren sorgte die poröse Scheibe dieser Erfindung für die höchst wünschenswerte Schleifleistung wie oben beschrieben über mindestens zweihundert Wafer hinweg ohne einer Notwendigkeit der Nachbearbeitung der Scheibe.

Außerdem wurde beobachtet, dass der Harztyp die Abnutzungsrate der Schleifscheibe beeinflusste. Die Scheiben 7-A und 7-C wiesen relativ hohe Abnutzungsraten von 2,2 bzw. 1,7 Mikron pro Wafer auf, während die Scheibe 7-B (mit dem Langflussphenolnovolakharz) eine relativ geringe (und wünschenswerte) Abnutzungsrate von 0,5 Mikron pro Wafer aufwies.

Zusammenfassend zeigt Beispiel 7, dass die erfindungsgemäßen Scheiben mit organischer Bindung eine höchst wünschenswerte Abschleifleistung bei Siliciumwafern zur Verfügung stellen.

Tabelle 6

Scheibenspezifikation	Spitzennormalkraft (N)	Abnutzungsrate (Mikron/Wafer)
Scheibe 7-A (DZ 33-344)	90	2,2
Scheibe 7-B (IZ 29-346)	90	0,5
Scheibe 7-C (IZ 19-108)	90	1,7

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Schleifartikels mit mindestens 50 Volumenprozent miteinander verbundener Porosität, wobei das Verfahren umfasst:
 - a) Mischen einer Mischung aus Schleifkorn, Bindungsmaterial und Dispersoidpartikeln, wobei die Mischung von etwa 0,5 bis etwa 25 Volumenprozent Schleifkorn, von etwa 19,5 bis etwa 49,5 Volumenprozent Bindungsmaterial und von etwa 50 bis etwa 80 Volumenprozent Dispersoidpartikel enthält;
 - b) Pressen der Mischung zu einem mit Schleifmittel beladenen Verbundstoff;
 - c) thermisches Bearbeiten des Verbundstoffs; und
 - d) Eintauchen des Verbundstoffs in ein Lösemittel über einen Zeitraum, welcher geeignet ist, um im Wesentlichen das gesamte Dispersoid aufzulösen, wobei das Dispersoid in dem Lösemittel löslich ist; wobei das Schleifkorn und das Bindungsmaterial im Wesentlichen unlöslich in dem Lösemittel sind.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Pressen (b) und das thermische Bearbeiten (c) im Wesentlichen simultan ausgeführt werden.
3. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei die Mischung mindestens fünf Minuten bei einer Temperatur im Bereich von etwa 370 bis etwa 795°C bei Drücken im Bereich von etwa 20 bis etwa 33 Megapascal gepresst wird.

4. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei der Volumenprozentsatz von Dispersoidpartikeln in der Mischung im Bereich von:

größer als oder gleich etwa 50 Volumenprozent; und
weniger als oder gleich etwa 70 Volumenprozent

liegt.

5. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Bindungsmaterial eine Metallbindung ist.
6. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei die Metallbindung von etwa 35 bis etwa 85 Gewichtsprozent Kupfer und von etwa 15 bis etwa 65 Gewichtsprozent Zinn umfasst.
7. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei die Metallbindung des weiteren von etwa 0,2 bis etwa 1,0 Gewichtsprozent Phosphor umfasst.
8. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Bindungsmaterial eine organische Bindung ist.
9. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei die organische Bindung ein Phenolharz umfasst.
10. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Schleifkorn ein Superschleifkorn ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Diamant und kubischem Bornitrid umfasst.
11. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Schleifkorn Diamant umfasst.

12. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Schleifkorn eine Durchschnittspartikelgröße im Bereich von:
- größer als oder gleich etwa 0,5 Mikron; und
weniger als oder gleich etwa 300 Mikron
- aufweist.
13. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Schleifkorn eine Durchschnittspartikelgröße im Bereich von:
- größer als oder gleich etwa 0,5 Mikron; und
weniger als oder gleich etwa 75 Mikron
- aufweist.
14. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Dispersoid ein wasserlösliches Salz ist.
15. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Dispersoid Element der Gruppe bestehend aus Zucker, Dextrin, Polysaccharidoligomeren, Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Magnesiumchlorid, Calciumchlorid, Natriumsilicat, Natriummetasilicat, Kaliumphosphat, Kaliumsilicat, Natriumcarbonat, Natriumsulfat, Kaliumsulfat, Magnesiumsulfat und Mischungen hiervon ist.
16. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Dispersoid Natriumchlorid umfasst.
17. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Dispersoid Zucker umfasst.

18. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Dispersoid eine Partikelgröße im Bereich von:

größer als oder gleich etwa 25 Mikron; und
weniger als oder gleich etwa 500 Mikron

aufweist.

19. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Dispersoid eine Partikelgrößenverteilung im Bereich von:

größer als oder gleich etwa 74 Mikron; und
weniger als oder gleich etwa 210 Mikron

aufweist.

20. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Dispersoid eine Partikelgrößenverteilung im Bereich von:

größer als oder gleich etwa 210 Mikron; und
weniger als oder gleich etwa 300 Mikron

aufweist.

21. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Dispersoid Zucker umfasst und eine Partikelgrößenverteilung im Bereich von:

größer als oder gleich etwa 150 Mikron; und
weniger als oder gleich etwa 500 Mikron

aufweist.

22. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Lösemittel Wasser umfasst.

23. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Lösemittel Kochwasser umfasst.

24. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei mindestens eine Oberfläche des Verbundstoffes nach dem thermischen Bearbeiten (c) und vor dem Eintauchen (d) abgerieben wird.

25. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei ein Schleifartikel mit einer Permeabilität von größer als oder gleich etwa 0,2 Kubikzentimeter pro Sekunde pro Inch Wasser hergestellt wird.

26. Schleifartikel, hergestellt durch das Verfahren gemäß Anspruch 1.

27. Schleifsegment für eine segmentierte Schleifscheibe, wobei das Schleifsegment umfasst:

einen Verbundstoff umfassend eine Mehrzahl von Superschleifkörnern und eine Metallbindungsmatrix, welche zusammen gesintert sind, wobei in dem Verbundstoff eine Mehrzahl miteinander verbundener Poren angeordnet ist, wobei der Verbundstoff von etwa 0,5 bis etwa 25 Volumenprozent Schleifkorn, von etwa 19,5 bis etwa 49,5 Prozent Metallbindung und von etwa 50 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität aufweist;

wobei die Metallbindungsmatrix von etwa 35 bis etwa 70 Gewichtsprozent Kupfer, von etwa 30 bis etwa 65 Gewichtsprozent Zinn und von etwa 0,2 bis etwa 1,0 Gewichtsprozent Phosphor umfasst,

wobei die Mehrzahl der Superschleifkörner aus der Gruppe bestehend aus Diamant und kubischem Bornitrid ausgewählt sind, wobei die Superschleifkörner eine Durchschnittspartikelgröße von weniger als etwa 300 Mikron aufweisen.

28. Schleifsegment gemäß Anspruch 27, wobei der Verbundstoff bei einer Temperatur im Bereich von etwa 370 bis etwa 795°C sinterbar ist.

29. Schleifsegment gemäß Anspruch 27, wobei der Verbundstoff umfasst:

größer als oder gleich etwa 50 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität; und

weniger als oder gleich etwa 70 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität.

30. Schleifsegment gemäß Anspruch 27, wobei die Mehrzahl miteinander verbundener Poren eine Durchschnittsporengröße im Bereich von:

größer als oder gleich etwa 25 Mikron; und

weniger als oder gleich etwa 500 Mikron

aufweist.

31. Schleifsegment gemäß Anspruch 27, wobei die Mehrzahl miteinander verbundener Poren eine Durchschnittsporengrößenverteilung im Bereich von:

größer als oder gleich etwa 74 Mikron; und

weniger als oder gleich etwa 210 Mikron

aufweist.

32. Schleifsegment gemäß Anspruch 27, wobei die Mehrzahl miteinander verbundener Poren eine Durchschnittsporengrößenverteilung im Bereich von:

größer als oder gleich etwa 210 Mikron; und
weniger als oder gleich etwa 300 Mikron

aufweist.

33. Schleifsegment gemäß Anspruch 27, wobei die Mehrzahl von Superschleifkörnern eine Durchschnittspartikelgröße im Bereich von:

größer als oder gleich etwa 0,5 Mikron; und
weniger als oder gleich etwa 75 Mikron

aufweist.

34. Schleifsegment gemäß Anspruch 27, wobei die miteinander verbundene Porosität gebildet ist durch:

a) Zugabe eines Dispersoids zu den Körnern und der Metallbindung vor dem Sintern des Verbundstoffes; und

b) Eintauchen des gesinterten Verbundstoffes in ein Lösemittel und Auflösen des Dispersoids;
wobei das Schleifsegment im Wesentlichen frei von Dispersoidpartikeln ist.

35. Schleifsegment gemäß Anspruch 27 mit einer Permeabilität von größer als oder gleich etwa 0,2 Kubikzentimeter pro Sekunde pro Inch Wasser.

36. Segmentierte Schleifscheibe mit:

einem Kern;

einem Schleifrand mit einer Mehrzahl der Segmente von Anspruch 27; und

einer thermisch stabilen Bindung zwischen dem Kern und jedem der Mehrzahl der Segmente.

37. Segmentierte Schleifscheibe mit:

einem Kern mit einer minimalen spezifischen Festigkeit von $2,4 \text{ MPa-cm}^3/\text{g}$, einer Kerndichte von $0,5$ bis $8,0 \text{ g/cm}^3$ und einem kreisförmigen Perimeter;

einem Schleifrand mit einer Mehrzahl von Segmenten, wobei jedes der Segmente einen Verbundstoff mit einer Mehrzahl von Schleifkörnern und einer Metallbindungsmatrix enthält, welche zusammen gesintert sind, wobei in dem Verbundstoff eine Mehrzahl miteinander verbundener Poren angeordnet ist, wobei der Verbundstoff von etwa 50 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität aufweist; und

einer thermisch stabilen Bindung zwischen dem Kern und jedem der Mehrzahl der Segmente.

38. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 37, wobei der Verbundstoff bei einer Temperatur im Bereich von etwa 370 bis etwa 795°C sinterbar ist.

39. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 37, wobei die Metallbindung von etwa 35 bis etwa 85 Gewichtsprozent Kupfer und von etwa 15 bis etwa 65 Gewichtsprozent Zinn umfasst.
40. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 37, wobei die Metallbindung des weiteren von etwa 0,2 bis etwa 1,0 Gewichtsprozent Phosphor umfasst.
41. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 37, wobei die Schleifkörner Superschleifkörner ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Diamant und kubischem Bornitrid umfassen.
42. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 37, wobei das Schleifkorn Diamant umfasst.
43. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 37, wobei das Schleifkorn eine Durchschnittspartikelgröße im Bereich von:
- größer als oder gleich etwa 0,5 Mikron; und
weniger als oder gleich etwa 300 Mikron
- aufweist.
44. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 37, wobei die Mehrzahl miteinander verbundener Poren eine Durchschnittsporengröße im Bereich von:
- größer als oder gleich etwa 25 Mikron; und
weniger als oder gleich etwa 500 Mikron
- aufweist.

45. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 37, wobei die Mehrzahl miteinander verbundener Poren eine Porengrößenverteilung im Bereich von:

größer als oder gleich etwa 74 Mikron; und
weniger als oder gleich etwa 210 Mikron

aufweisen.

46. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 37, wobei die Mehrzahl miteinander verbundener Poren eine Porengrößenverteilung im Bereich von:

größer als oder gleich etwa 210 Mikron; und
weniger als oder gleich etwa 300 Mikron

aufweisen.

47. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 37, wobei die miteinander verbundene Porosität gebildet ist durch:

a) Zugabe eines Dispersoids zu den Körnern und der Metallbindung jedes der Mehrzahl der Segmente vor dem Sintern; und

b) Eintauchen jedes der Mehrzahl von Segmenten in ein Lösemittel und Auflösen des Dispersoids;

wobei jedes der Mehrzahl von Segmenten im Wesentlichen frei von Dispersoidpartikeln ist.

48. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 37, wobei jedes der Segmente eine Permeabilität von größer als

oder gleich etwa 0,2 Kubikzentimeter pro Sekunde pro Inch Wasser aufweist.

49. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 37, wobei die thermisch stabile Bindung ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus einer Epoxidhaftmittelbindung, einer metallurgischen Bindung, einer mechanischen Bindung, einer Diffusionsbindung und Kombinationen hiervon.
50. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 37, wobei die thermisch stabile Bindung eine Epoxidhaftmittelbindung ist.
51. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 37, wobei:
- die Metallbindung von etwa 35 bis etwa 85 Gewichtsprozent Kupfer, von etwa 15 bis etwa 65 Gewichtsprozent Zinn und von etwa 0,2 bis etwa 1,0 Gewichtsprozent Phosphor umfasst;
- das Schleifkorn Diamant mit einer Partikelgröße von etwa 0,5 bis etwa 300 Mikron umfasst; und
- die Mehrzahl miteinander verbundener Poren eine Durchschnittsporengröße im Bereich von etwa 25 bis etwa 500 Mikron aufweisen.
52. Verfahren zur Herstellung eines Schleifartikels mit von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundener Porosität, wobei das Verfahren umfasst:
- a) Mischen einer Mischung aus Schleifkorn, nichtmetallischem Bindungsmaterial, und Dispersoidpartikeln, wobei die Mischung von etwa 0,5

bis etwa 25 Volumenprozent Schleifkorn, von etwa 19,5 bis etwa 65 Volumenprozent nichtmetallisches Bindungsmaterial und von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent Dispersoidpartikel enthält;

- b) Pressen der Mischung zu einem mit Schleifmittel beladenen Verbundstoff;
- c) thermisches Bearbeiten des Verbundstoffs; und
- d) Eintauchen des Verbundstoffs in ein Lösemittel über einen Zeitraum, welcher geeignet ist, um im Wesentlichen das gesamte Dispersoid aufzulösen, wobei das Dispersoid in dem Lösemittel löslich ist;

wobei das Schleifkorn und das nichtmetallische Bindungsmaterial im Wesentlichen unlöslich in dem Lösemittel sind.

- 53. Verfahren gemäß Anspruch 52, wobei das nichtmetallische Bindungsmaterial ein organisches Bindungsmaterial umfasst.
- 54. Verfahren gemäß Anspruch 53, wobei das organische Bindungsmaterial ein Harz ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Phenolharzen, Epoxidharzen, ungesättigten Polyesterharzen, Bismaleimidharzen, Polyimidharzen, Cyanatharzen, Melaminpolymeren und Mischungen hiervon umfasst.
- 55. Verfahren gemäß Anspruch 53, wobei das organische Bindungsmaterial ein Phenolharz umfasst.
- 56. Verfahren gemäß Anspruch 53, wobei das organische Bindungsmaterial ein Phenolnovolakharz umfasst.

57. Verfahren gemäß Anspruch 53, wobei das organische Bindungsmaterial ein Phenolresolharz umfasst.
58. Verfahren gemäß Anspruch 53, wobei das Schleifkorn Diamant mit einer Durchschnittspartikelgröße im Bereich von:
- größer als oder gleich etwa 0,5 Mikron; und
weniger als oder gleich etwa 300 Mikron
- umfasst.
59. Verfahren gemäß Anspruch 53, wobei die Dispersoidpartikel im Wesentlichen nichtionisch sind.
60. Verfahren gemäß Anspruch 53, wobei die Dispersoidpartikel Zucker umfassen.
61. Verfahren gemäß Anspruch 53, wobei das Pressen (b) ein Pressen für mindestens fünf Minuten bei einer Temperatur im Bereich von etwa 100 bis etwa 200°C bei Drücken im Bereich von etwa 20 bis etwa 33 Megapascal umfasst.
62. Verfahren gemäß Anspruch 53, wobei das thermische Bearbeiten (c) nach dem Eintauchen (d) durchgeführt wird und ein Backen für mindestens eine Stunde bei einer Temperatur im Bereich von etwa 100 bis etwa 200°C umfasst.
63. Verfahren gemäß Anspruch 53, wobei mindestens eine Oberfläche des Verbundstoffes vor dem Eintauchen (d) abgerieben wird.

64. Schleifsegment für eine segmentierte Schleifscheibe, wobei das Schleifsegment umfasst:

einen Verbundstoff umfassend eine Mehrzahl von Superschleifkörnern und eine nichtmetallische Bindungsmatrix, welche zusammen gesintert sind, wobei in dem Verbundstoff eine Mehrzahl miteinander verbundener Poren angeordnet ist, wobei der Verbundstoff von etwa 0,5 bis etwa 25 Volumenprozent Schleifkorn, von etwa 19,5 bis etwa 65 Prozent nichtmetallische Bindung und von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität aufweist; und

wobei die Mehrzahl der Superschleifkörner aus der Gruppe bestehend aus Diamant und kubischem Bornitrid ausgewählt sind, wobei die Superschleifkörner eine Durchschnittspartikelgröße von weniger als etwa 300 Mikron aufweisen.

65. Schleifsegment gemäß Anspruch 64, wobei der Verbundstoff bei einer Temperatur im Bereich von etwa 100 bis etwa 200°C härtbar ist.

66. Schleifsegment gemäß Anspruch 64, wobei die Mehrzahl der Superschleifkörner Diamant umfassen und eine Durchschnittspartikelgröße im Bereich von:

größer als oder gleich etwa 0,5 Mikron; und
weniger als oder gleich etwa 75 Mikron

aufweisen.

67. Schleifsegment gemäß Anspruch 64, wobei die miteinander verbundene Porosität gebildet ist durch:

a) Zugabe eines Dispersoids zu den Körnern und der nichtmetallischen Bindung vor dem Härten des Verbundstoffes; und

b) Eintauchen des gehärteten Verbundstoffes in ein Lösemittel und Auflösen des Dispersoids;

wobei das Schleifsegment im Wesentlichen frei von Dispersoidpartikeln ist.

68. Schleifsegment gemäß Anspruch 67, wobei das Dispersoid Zucker umfasst, das Lösemittel Wasser umfasst und die nichtmetallische Bindung Phenolharz umfasst.

69. Segmentierte Schleifscheibe mit:

einem Kern mit einer minimalen spezifischen Festigkeit von $2,4 \text{ MPa-cm}^3/\text{g}$, einer Kerndichte von $0,5$ bis $8,0 \text{ g/cm}^3$ und einem kreisförmigen Perimeter;

einem Schleifrand mit einer Mehrzahl von Segmenten, wobei jedes der Segmente einen Verbundstoff aus Schleifkörnern und einer nichtmetallischen Bindungsmatrix umfasst, welche zusammen gesintert sind, wobei in dem Verbundstoff eine Mehrzahl miteinander verbundener Poren angeordnet ist, wobei der Verbundstoff von etwa 40 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität aufweist; und

einer thermisch stabilen Haftmittelbindung zwischen dem Kern und jedem der Mehrzahl der Segmente.

70. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 69, wobei der Verbundstoff bei einer Temperatur im Bereich von etwa 100 bis etwa 200°C härtbar ist.
71. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 69, wobei die nichtmetallische Bindungsmatrix eine organische Bindungsmatrix umfasst.
72. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 71, wobei die organische Bindungsmatrix eine Phenolharzmatrix umfasst.
73. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 71, wobei die miteinander verbundene Porosität gebildet ist durch:
- a) Zugabe eines Dispersoids zu den Körnern und der organischen Bindung vor dem Härten des Verbundstoffes; und
 - b) Eintauchen des gehärteten Verbundstoffes in ein Lösemittel und Auflösen des Dispersoids;
- wobei das Schleifsegment im Wesentlichen frei von Dispersoidpartikeln ist.
74. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 73, wobei das Dispersoid Zucker umfasst, das Lösemittel Wasser umfasst und die organische Bindungsmatrix Phenolharz umfasst.
75. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 71, wobei die organische Bindungsmatrix ein Phenolharz umfasst;

016035

das Schleifkorn Diamant mit einer
Durchschnittspartikelgröße im Bereich von etwa 0,5
bis etwa 300 Mikron aufweist;

die thermisch stabile Haftmittelbindung eine
Epoxidhaftmittelbindung umfasst; und

die miteinander verbundene Porosität gebildet ist
durch Zugabe eines Dispersoids granulären Zuckers zu
den Schleifkörnern und der organischen Bindung vor
dem Härten des Verbundstoffes und Eintauchen des
gehärteten Verbundstoffes in ein Wasser-Lösemittel
und Auflösen des Dispersoids.

018295

1/2

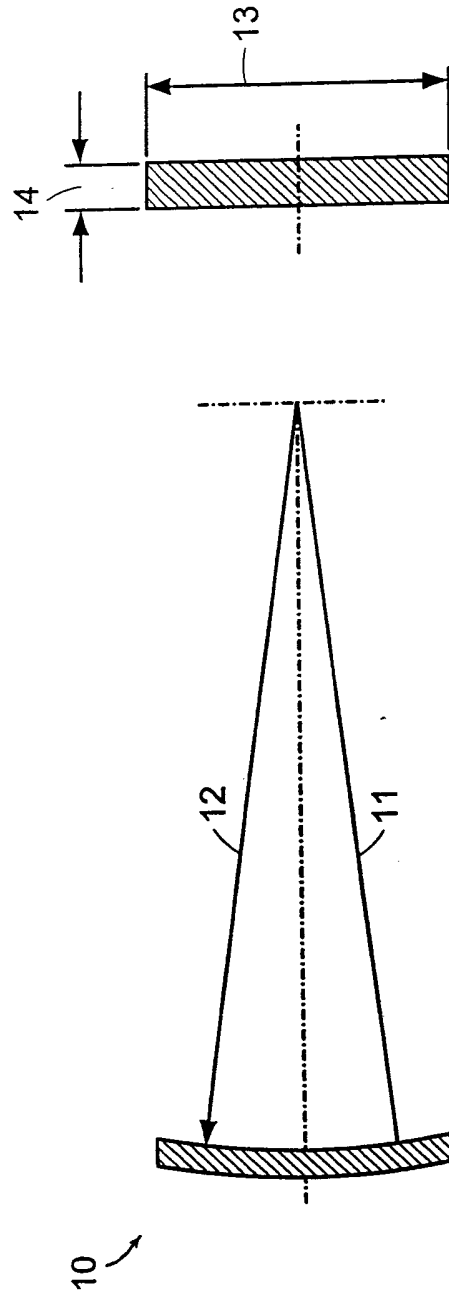


FIG. 1

018095

2/2

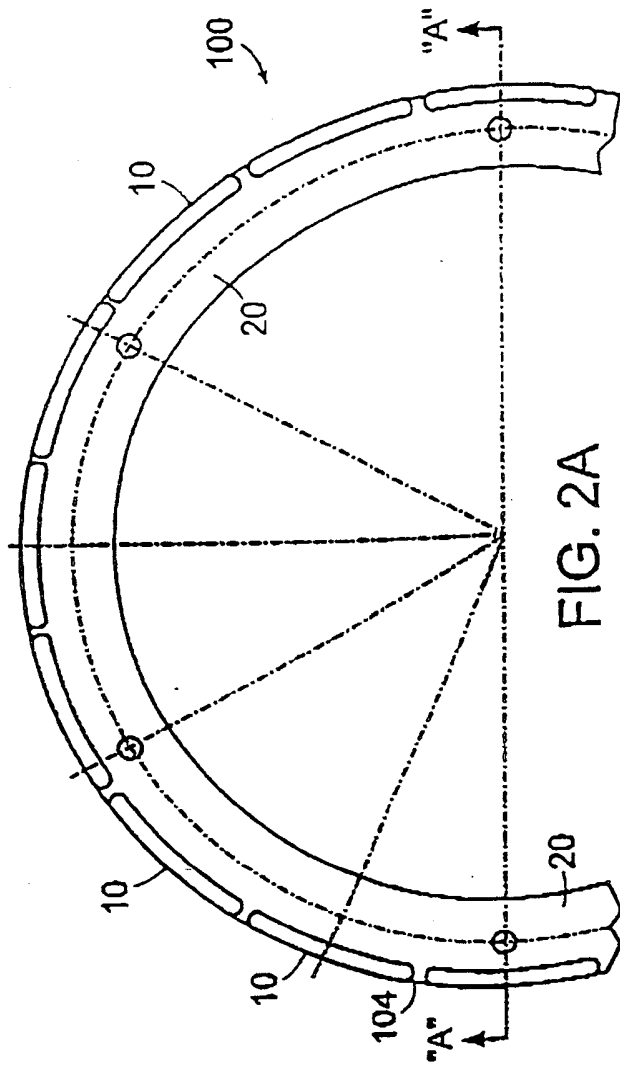


FIG. 2A

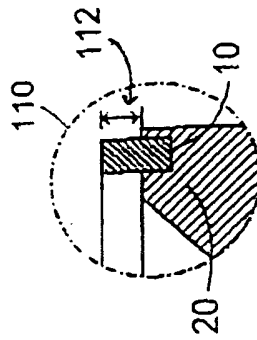


FIG. 2C

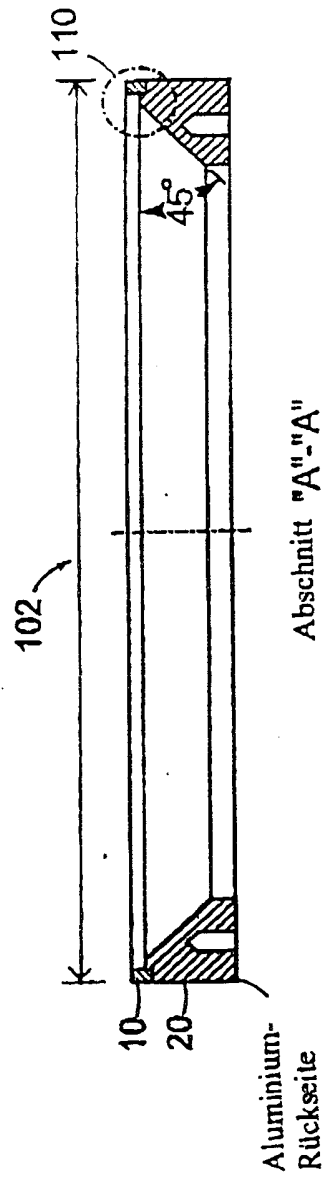


FIG. 2B

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Schleifartikels mit mindestens 50 Prozent Nutzporosität, wobei das Verfahren umfasst:
 - a) Mischen einer Mischung aus Schleifkorn, Bindemittel und Poren erzeugende Mittel, wobei die Mischung 0,5 bis 25 Volumenprozent Schleifkorn, 19,5 bis 49,5 Volumenprozent Bindemittel und 50 bis 80 Volumenprozent Poren erzeugende Mittel enthält;
 - b) Pressen der Mischung zu einem mit Schleifmittel beladenen Verbundstoff;
 - c) thermisches Bearbeiten des Verbundstoffs; und
 - d) Eintauchen des Verbundstoffs in ein Lösungsmittel um die Poren erzeugenden Mittel aufzulösen, wobei das Schleifkorn und das Bindemittel im Wesentlichen unlöslich in dem Lösungsmittel sind.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Pressen (b) und das thermische Bearbeiten (c) simultan ausgeführt werden.
3. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischung mindestens fünf Minuten bei einer Temperatur im Bereich von 370 bis 795°C bei Drücken im Bereich von 20 bis 33 Megapascal gepresst wird.

NACHGEREICHT

4. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei der Volumenprozentsatz von Poren erzeugenden Mitteln in der Mischung im Bereich von:

größer oder gleich 50 Volumenprozent; und
weniger oder gleich 70 Volumenprozent

liegt.

5. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bindemittel eine metallische Bindungsmatrix ist.
6. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Bindungsmatrix 35 bis 85 Gewichtsprozent Kupfer und 15 bis 65 Gewichtsprozent Zinn enthält.
7. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Bindungsmatrix des weiteren 0,2 bis 1,0 Gewichtsprozent Phosphor enthält.
8. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bindemittel ein organisches Bindemittel ist.
9. Verfahren gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das organische Bindemittel ein Phenolharz enthält.
10. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Schleifkorn Superschleifkorn ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Diamant und kubischem Bornitrid enthält.

NACHGEREICHT

11. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Schleifkorn Diamant enthält.
12. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Schleifkorn Partikel mit einer Größe im Bereich von

größer oder gleich 0,5 Mikron und
weniger oder gleich 300 Mikron

aufweist.
13. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Schleifkorn Partikel mit einer Größe im Bereich von

größer oder gleich 0,5 Mikron und
weniger oder gleich 75 Mikron

aufweist.
14. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Poren erzeugende Mittel ein wasserlösliches Salz ist.
15. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Poren erzeugende Mittel aus der Gruppe bestehend aus Zucker, Dextrin, Polysaccharidoligomeren, Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Magnesiumchlorid, Calciumchlorid, Natriumsilicat, Natriummetasilicat, Kaliumphosphat, Kaliumsilicat, Natriumcarbonat, Natriumsulfat, Kaliumsulfat, Magnesiumsulfat und Mischungen hiervon ausgewählt ist.

NACHGEREICHT

16. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Poren erzeugende Mittel Natriumchlorid ist.
17. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Poren erzeugende Mittel Zucker ist.
18. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Poren erzeugende Mittel Partikel mit einer Größe im Bereich von

größer oder gleich 25 Mikron und
weniger oder gleich 500 Mikron

aufweist.
19. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Poren erzeugende Mittel Partikel mit einer Größe im Bereich von

größer oder gleich 74 Mikron und
weniger oder gleich 210 Mikron

aufweist.
20. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Poren erzeugende Mittel Partikel mit einer Größe im Bereich von

größer oder gleich 210 Mikron und
weniger oder gleich 300 Mikron

aufweist.

NACHGEREICHT

21. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Poren erzeugende Mittel Zucker umfasst und Partikel mit einer Größe im Bereich von

größer oder gleich 150 Mikron und
weniger oder gleich 500 Mikron

aufweist.

22. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Lösungsmittel Wasser ist.

23. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Lösungsmittel kochendes Wasser ist.

24. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Oberfläche des Verbundstoffes nach dem thermischen Bearbeiten (c) und vor dem Eintauchen (d) abgerieben wird.

25. Schleifsegment für eine segmentierte Schleifscheibe, wobei das Schleifsegment aufweist:

einen Verbundstoff umfassend eine Mehrzahl von Superschleifkörnern und eine metallische Bindungsmatrix, welche zusammen gesintert sind, wobei der Verbundstoff kommunizierende Poren aufweist, wobei der Verbundstoff 0,5 bis 25 Volumenprozent Schleifkorn, 19,5 bis 49,5 Prozent metallische Bindungsmatrix und 50 bis 80 Volumenprozent Nutzporosität aufweist;

wobei die metallische Bindungsmatrix 35 bis 70 Gewichtsprozent Kupfer, 30 bis 65 Gewichtsprozent

NACHGEREICHT

Zinn und 0,2 bis 1,0 Gewichtsprozent Phosphor enthält, wobei die Superschleifkörner aus der Gruppe bestehend aus Diamant und kubischem Bornitrid ausgewählt sind, wobei die Superschleifkörner eine Partikelgröße von weniger als 300 Mikron aufweisen.

26. Schleifsegment gemäß Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbundstoff eine Nutzporosität von

größer oder gleich 50 Prozent und

weniger oder gleich 70 Prozent aufweist.

27. Schleifsegment gemäß Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die kommunizierenden Poren eine Größe im Bereich von

größer oder gleich 25 Mikron und

weniger oder gleich 500 Mikron

aufweisen.

28. Schleifsegment gemäß Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die kommunizierenden Poren eine Größe im Bereich von

größer oder gleich 74 Mikron und

weniger oder gleich 210 Mikron

aufweisen.

NACHGEREICHT

29. Schleifsegment gemäß Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass kommunizierenden Poren eine Größe im Bereich von

größer oder gleich 210 Mikron und
weniger oder gleich 300 Mikron

aufweisen.

30. Schleifsegment gemäß Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Superschleifkörner eine Größe im Bereich von

größer oder gleich 0,5 Mikron und
weniger oder gleich 75 Mikron

aufweisen.

31. Segmentierte Schleifscheibe mit:

einem Kern;

einem Schleifrand mit einer Mehrzahl von Segmenten
gemäß Anspruch 25; und

einer thermisch stabilen Verbindung zwischen dem
Kern und jedem der Segmente.

32. Segmentierte Schleifscheibe mit:

einem Kern mit einer minimalen spezifischen
Festigkeit von $2,4 \text{ MPa-cm}^3/\text{g}$, einer Kerndichte von
 $0,5$ bis $8,0 \text{ g/cm}^3$ und einem kreisförmigen
Querschnitt;

NACHGEREICHT

einem Schleifrand mit einer Mehrzahl von Segmenten, wobei jedes der Segmente einen Verbundstoff mit einer Mehrzahl von Schleifkörnern und einer metallischen Bindungsmatrix enthält, welche zusammen gesintert sind, wobei der Verbundstoff kommunizierende Poren aufweist, wobei der Verbundstoff 50 bis 80 Prozent Nutzporosität aufweist; und

einer thermisch stabilen Verbindung zwischen dem Kern und jedem der Mehrzahl der Segmente.

33. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Bindungsmatrix 35 bis 85 Gewichtsprozent Kupfer und 15 bis 65 Gewichtsprozent Zinn aufweist.
34. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Bindungsmatrix des Weiteren 0,2 bis 1,0 Gewichtsprozent Phosphor aufweist.
35. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Schleifkörner Superschleifkörner ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Diamant und kubischem Bornitrid sind.
36. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass das Schleifkorn Diamant ist.

NACHGEREICHT

37. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass das Schleifkorn Partikelgröße im Bereich von

größer oder gleich 0,5 Mikron und
weniger oder gleich 300 Mikron

aufweist.

38. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass kommunizierenden Poren eine Porengröße im Bereich von

größer oder gleich 25 Mikron und
weniger oder gleich 500 Mikron

aufweisen.

39. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die kommunizierenden Poren eine Porengröße im Bereich von

größer oder gleich 74 Mikron und
weniger oder gleich 210 Mikron

aufweisen.

40. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die kommunizierenden Poren eine Größe im Bereich von:

größer oder gleich 210 Mikron und
weniger oder gleich 300 Mikron

NACHGEREICHT

aufweisen.

41. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Nutzporosität gebildet ist durch:

- a) Zugabe eines Poren erzeugenden Mittels zu den Körnern und der metallischen Bindungsmatrix jedes Segmentes vor dem Sintern; und
- b) Eintauchen jedes Segmentes in ein Lösungsmittel und Auflösen des Poren erzeugenden Mittels;

wobei jedes Segment im Wesentlichen frei von Poren erzeugenden Mitteln ist.

42. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Segmente eine Permeabilität von größer oder gleich 0,2 Kubikzentimeter pro Sekunde pro Inch Wasser aufweist.

43. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die thermisch stabile Verbindung ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus einer Epoxidhaftmittelverbindung, einer metallischen Verbindung, einer mechanischen Verbindung, einer Diffusionsverbindung und Kombinationen hiervon.

44. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die thermisch stabile Verbindung eine Epoxidhaftmittelverbindung ist.

NACHGEREICHT

45. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass:

die metallische Bindungsmatrix 35 bis 85 Gewichtsprozent Kupfer, 15 bis 65 Gewichtsprozent Zinn und 0,2 bis 1,0 Gewichtsprozent Phosphor aufweist;

das Schleifkorn Diamant mit einer Partikelgröße von 0,5 bis 300 Mikron ist; und

die kommunizierenden Poren eine Porengröße im Bereich von 25 bis 500 Mikron aufweisen.

46. Verfahren zur Herstellung eines Schleifartikels mit 40 bis 80 Prozent Nutzporosität, wobei das Verfahren umfasst:

- a) Mischen einer Mischung aus Schleifkorn, nichtmetallischem Bindemittel und Poren erzeugenden Mitteln, wobei die Mischung 0,5 bis 25 Volumenprozent Schleifkorn, 19,5 bis 65 Volumenprozent nichtmetallisches Bindemittel und 40 bis 80 Volumenprozent Poren erzeugende Mittel enthält;
- b) Pressen der Mischung zu einem mit Schleifmittel beladenen Verbundstoff;
- c) thermisches Bearbeiten des Verbundstoffs; und
- d) Eintauchen des Verbundstoffs in ein Lösungsmittel, um das Poren erzeugende Mittel aufzulösen;

NACHGEREICHT

wobei das Schleifkorn und das nichtmetallische Bindemittel im Wesentlichen unlöslich in dem Lösemittel sind.

47. Verfahren gemäß Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass das nichtmetallische Bindemittel ein organisches Bindemittel ist.
48. Verfahren gemäß Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass das organische Bindemittel ein Harz ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Phenolharzen, Epoxidharzen, ungesättigten Polyesterharzen, Bismaleimidharzen, Polyimidharzen, Cyanatharzen, Melaminpolymeren und Mischungen hiervon ist.
49. Verfahren gemäß Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass das organische Bindemittel ein Phenolharz ist.
50. Verfahren gemäß Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass das organische Bindemittel ein Phenolnovolakharz ist.
51. Verfahren gemäß Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass das organische Bindemittel ein Phenolresolharz ist.
52. Verfahren gemäß Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass das Schleifkorn Diamant mit einer Partikelgröße im Bereich von

größer oder gleich 0,5 Mikron und
weniger oder gleich 300 Mikron

ist.

NACHGEREICHT

53. Verfahren gemäß Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass die Poren erzeugenden Mittel nichtionisch sind.
54. Verfahren gemäß Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass die Poren erzeugenden Mittel Zucker sind.
55. Verfahren gemäß Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass das Pressen (b) ein Pressen für mindestens fünf Minuten bei einer Temperatur von 100 bis 200°C bei Drücken von 20 bis 33 Megapascal ist.
56. Verfahren gemäß Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass das thermische Bearbeiten (c) nach dem Eintauchen (d) durchgeführt wird und ein Backen für mindestens eine Stunde bei einer Temperatur von 100 bis 200°C ist.
57. Verfahren gemäß Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Oberfläche des Verbundstoffes vor dem Eintauchen (d) abgerieben wird.
58. Schleifsegment für eine segmentierte Schleifscheibe, wobei das Schleifsegment aufweist:

einen Verbundstoff mit Superschleifkörnern und eine nichtmetallische Bindungsmatrix, welche zusammen gesintert sind, wobei der Verbundstoff kommunizierende Poren aufweist, wobei der Verbundstoff 0,5 bis 25 Volumenprozent Schleifkorn, 19,5 bis 65 Prozent nichtmetallische Bindungsmatrix und 40 bis 80 Prozent Nutzporosität aufweist; und

NACHGEREICHT

wobei die Superschleifkörner aus der Gruppe bestehend aus Diamant und kubischem Bornitrid ausgewählt sind, wobei die Superschleifkörner eine Partikelgröße von weniger als 300 Mikron aufweisen.

59. Schleifsegment gemäß Anspruch 58, dadurch gekennzeichnet, dass die Superschleifkörner Diamant sind und eine Partikelgröße im Bereich von

größer oder gleich 0,5 Mikron und
weniger oder gleich 75 Mikron

aufweisen.

60. Schleifsegment gemäß Anspruch 58, dadurch gekennzeichnet, dass die Nutzporosität gebildet ist durch:

- a) Zugabe eines Poren erzeugenden Mittels zu den Körnern und der nichtmetallischen Bindungsmatrix vor dem Härten des Verbundstoffes; und
- b) Eintauchen des gehärteten Verbundstoffes in ein Lösungsmittel und Auflösen des Poren erzeugenden Mittels;

wobei das Schleifsegment im Wesentlichen frei von Poren erzeugenden Mitteln ist.

61. Schleifsegment gemäß Anspruch 60, dadurch gekennzeichnet, dass das Poren erzeugende Mittel Zucker ist, das Lösungsmittel Wasser und das nichtmetallische Bindemittel Phenolharz ist.

NACHGEREICHT

62. Segmentierte Schleifscheibe mit:

einem Kern mit einer minimalen spezifischen Festigkeit von $2,4 \text{ MPa-cm}^3/\text{g}$, einer Kerndichte von $0,5$ bis $8,0 \text{ g/cm}^3$ und einem kreisförmigen Perimeter;

einem Schleifrand mit einer Mehrzahl von Segmenten, wobei jedes der Segmente einen Verbundstoff aus Schleifkörnern und einer nichtmetallischen Bindungsmatrix aufweist, welche zusammen gesintert sind, wobei der Verbundstoff kommunizierende Poren aufweist, wobei der Verbundstoff 40 bis 80 Prozent Nutzporosität aufweist; und

einer thermisch stabilen Haftmittelverbindung zwischen dem Kern und jedem der Segmente.

63. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 62, dadurch gekennzeichnet, dass die nichtmetallische Bindungsmatrix ein organisches Bindemittel ist.

64. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 63, dadurch gekennzeichnet, dass die organische Bindungsmatrix eine Phenolharzmatrix ist.

65. Segmentierte Schleifscheibe gemäß Anspruch 63, dadurch gekennzeichnet, dass

das organische Bindemittel ein Phenolharz ist;

das Schleifkorn Diamant mit einer Partikelgröße im Bereich von $0,5$ bis 300 Mikron ist;

NACHGEREICHT

die thermisch stabile Haftmittelverbindung eine Epoxidhaftmittelverbindung ist; und

die Nutzporosität gebildet ist durch Zugabe von Zuckerkörnern als Poren erzeugendes Mittel zu den Schleifkörnern und dem organischen Bindemittel vor dem Härten des Verbundstoffes und Eintauchen des gehärteten Verbundstoffes in Wasser als Lösungsmittel und Auflösen des Poren erzeugenden Mittels.



Patentanwalt

Dipl. Ing. Marc Keschmann
für Dr. Thomas M. Häfner
(unter Berufung auf die ihm
erteilte Unterbevollmächtigung)

- 9. Juni 2008

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : B24D 3/10 (2006.01); B24D 7/10 (2006.01); C04B 31/16 (2006.01); C04B 21/04 (2006.01); C22C 29/00 (2006.01); B24B 13/02 (2006.01)		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B24D, C04B, C22C, B24B		
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC, X-FULL		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 14. November 2002 eingereichten Ansprüchen 1 - 75 erstellt.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	WO 1979/000778 (LINDSTRÖM Olle) 18. Oktober 1979 (18.10.1979) <i>Abstract; Beschreibung, Seite 3, Zeilen 15 - 19, Zeilen 27 - 33, Seite 4, Zeilen 30 - 37, Seite 5, Zeilen 16 - 29, Seite 6, Zeilen 11 - 14, Zeilen 21 - 30, Seite 7, Zeilen 6 - 11, Zeilen 21 - 27, Seite 8, Zeilen 23 - 35, Seite 9, Seite 11, Zeile 6, Zeilen 20 - 21, Seite 12, Zeilen 27 - 34; Ansprüche 1 - 5</i> --	1,5,10,11,14,5 8
Y	US 4010583 (HIGHBERG Carle W.) 8. März 1977 (08.03.1977) <i>Abstract; Zusammenfassung, Spalte 5, Zeilen 14 - 17, Zeile 21; Detaillierte Beschreibung, Spalte 7, Zeile 10, Zeilen 50 - 51, Zeilen 59 - 66; Ansprüche 1,3</i> --	1,3,6,10,11,14 - 16,52
Y	US 3203775 (CANTRELL John) 31. August 1965 (31.08.1965) <i>Beschreibung, Spalte 2, Zeilen 6 - 7, Zeilen 58 - 71, Spalte 3, Zeile 1; Ansprüche 1,2</i> ----	1,3,5,6,10,11
Datum der Beendigung der Recherche: 14. Juni 2006		☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): Dr. AIGNER