

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

697 479 B1

(19)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(51) Int. Cl.: **B24D** 3/00 (2006.01)
B23F 21/03 (2006.01)
C09K 3/14 (2006.01)
C08J 5/14 (2006.01)

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 00890/04

(22) Anmeldedatum: 14.11.2002

(30) Priorität: 21.11.2001 US 09/990.647

(24) Patent erteilt: 14.11.2008

(45) Patentschrift veröffentlicht: 14.11.2008

(73) Inhaber:
SAINT-GOBAIN ABRASIVES, INC.,
1 New Bond Street, Box No. 15138
Worcester, Massachusetts 01615-0138 (US)

(72) Erfinder:
Ramanath, Srinivasan, Holden, MA 01520 (US)
Buljan, Sergej-Tomislav,
Acton, Massachusetts 01720 (US)
Jason R. Wilson, Ayer, MA 01432 (US)
Jeri Ann S. Ikeda, Framingham, MA 01701 (US)

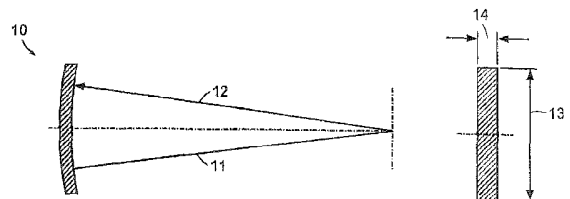
(74) Vertreter:
Micheli & Cie ingénieurs-conseils, 122, rue de Genève
Case postale 61
1226 Thônex (Genève) (CH)

(86) Internationale Anmeldung:
PCT/US 2002/036651

(87) Internationale Veröffentlichung:
WO 2003/045634

(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 Diaspersoidpartikel enthält. Gemäss einer Ausführungsform enthält die Mischung von etwa 50 bis etwa 80 Volumenprozent Diaspersoidpartikel. 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.



Beschreibung

(1) Gebiet der Erfindung

[0001] 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-, Aluminiumoxidititanicarbide- und Siliciumcarbidwafern, welche typischerweise bei der Herstellung von elektronischen Bauteilen verwendet werden.

(2) Hintergrundinformation

[0002] Die Verwendung poröser Schleifmittel zur Verbesserung mechanischer Schleifvorgänge ist im Allgemeinen wohl bekannt. Poren schaffen typischerweise einen Zugang für Schleiffluide, 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 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).

[0003] 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 Walnusschalen) 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-91-161 273 an Groth et al., A-91-281 174 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.

[0004] 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.

[0005] 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.

[0006] 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.

[0007] 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, 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.

[0008] Gemäss 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 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.

[0009] 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 granularen Zucker und das Lösemittel Kochwasser.

[0010] 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.

[0011] 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.

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

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

Fig. 2B ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie «A»–«A» von Fig. 2A; und

Fig. 2C ist eine teilweise vergrösserte Ansicht, welche den Bereich 110 von Fig. 2B zeigt.

[0012] 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 Fig. 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 Hochglanzpolitur-schleifen harter und/oder spröder Materialien, wie beispielsweise Siliciumwafern, Siliciumcarbid, Aluminiumoxiditancarbid 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 Hochglanzpolitur-schleifens der obengenannten Materialien eliminieren können. Andere potentielle Vorteile dieser Erfindung werden in der folgenden Diskussion und den folgenden Beispielen deutlich werden.

[0013] Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung war die Erkenntnis, im Gegensatz zu herkömmlichem Wissen (siehe zum Beispiel das japanische Patent 0-118 469 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 bereitstellen 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.

[0014] Im Wesentlichen kann jedes Schleifkorn 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 Mikrometer, vorzugsweise von etwa 2 bis etwa 300 Mikrometer. 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 Feinschleif- (das heisst «Hochglanzpolitur»-) -Schleifen können Superschleifkörner mit einer kleineren Partikelgrösse wie beispielsweise im Bereich von etwa 0,5 bis etwa 120 Mikrometer oder sogar von etwa 0,5 bis etwa 75 Mikrometer 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.

[0015] Im Wesentlichen kann jede Art von Bindungsmaterial, welches gewöhnlicherweise bei der Herstellung von gebundenen Schleifartikeln verwendet wird, 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.

[0016] 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 «Ausreisen» des Korns, was tendenziell zu einer Beschädigung des Werkstücks und einer kürzeren Lebenszeit des Werkstücks führt.

[0017] 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.

[0018] 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 Mikrometer 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).

[0019] 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 Mikrometer (und in bestimmten Ausführungsformen von etwa 0,5 bis etwa 75 Mikrometer).

[0020] 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 Mikrometer 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 wünschenswerterweise 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).

[0021] 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.

[0022] Die Partikelgrösse der Dispersoide liegt typischerweise im Bereich von etwa 25 bis etwa 500 Mikrometer. Bei einer wünschenswerten Ausführungsform umfassen die Dispersoide eine Partikelgrössenverteilung von etwa 74 bis etwa 210 Mikrometer (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 Mikrometer (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 Mikrometer verwendet werden (das heisst einschliesslich Dispersoidpartikeln feiner als U.S. Mesh 35 und gröber als U.S. Mesh 100).

[0023] 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 Fig. 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 Fig. 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 80 m/sec und wünschenswerterweise bis zu 160 m/sec oder mehr entstehen.

[0024] 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.

[0025] Eine Schleifscheibe (zum Beispiel Schleifscheibe 100, die in Fig. 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 Fig. 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.

[0026] Nach dem Pressen, Wärmebearbeiten und Eintauchen in ein Lösemittel werden die Segmente typischerweise durch herkömmliche Techniken fertigtgearbeitet, wie beispielsweise durch Schleifen oder Schneiden unter Verwendung von keramischen Schleifscheiben oder Karbidschneidscheiben, um ein Schleifrandsegment mit den gewünschten Dimensionen und Toleranzen zu erhalten. Die Segmente können dann mit einem geeigneten Haftmittel an die Peripherie des Kerns angebracht werden (siehe zum Beispiel Fig. 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 bereitgestellt.

[0027] 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.

[0028] Die Schleifartikel und -werkzeuge dieser Erfindung (zum Beispiel Schleifscheibe 100, welche in Fig. 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.

[0029] 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.

[0030] 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

[0031] 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.

[0032] 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 31,55:68,44 Metalllegierung:Tafelsalz entspricht, gemischt. Das Tafelsalz (vorwiegend Natriumchlorid) wurde in einer Spex™ Mill (Spex™-Mühle) (hergestellt durch SPEX Company, Metuchen, NJ) gemahlen und gesiebt, um eine Partikelgrößenverteilung im Bereich etwa 74 bis etwa 210 Mikrometer (das heisst gröber als 200 U.S. Mesh und feiner als 70 U.S. Mesh) bereitzustellen.

[0033] Die Pulvermetalllegierung enthielt ein Gemisch aus 43,74 Gewichtsprozent Kupferpulver (Dendritic FS Grade, Partikelgrösse -32S 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).

[0034] 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 Turbula™-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 42™ (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.

[0035] Mit Bezugnahme auf Fig. 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 Fig. 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.

[0036] Die Segmente 10 wurden verwendet, um eine Schleifscheibe 100 vom Planschleiftyp des Typs 2A2TS zu konstruieren, wie in Fig. 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

[0037] 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 derselben 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.

[0038] Die Schleiftestbedingungen waren wie folgt:

Schleiftestbedingungen:

CH 697 479 B1

Maschine:	Strasbaugh 7AF Model
Scheibenspezifikationen:	Grobspindel: Norton #3-R1B69 Feinspindel: D3/6MIC-IN.656-BX623 (zum Vergleich) Scheibe 2-A
Scheibengrösse:	Typ 2A2TSSA: 280 × 29 × 229 mm (11 × 1 1/8 × 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, Hubs: 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:	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 µm, Stufe 2: 5 µm, Stufe 3: 5 µm, Hub: 10 µm
Vorschubrate:	Stufe 1: 3 µm/Sek., Stufe 2: 2 µm/Sek., Stufe 3: 1 µm/Sek., Hub: 5 µm/Sek.
Arbeitsgeschwindigkeit:	590 Umdrehungen pro Minute, konstant
Verweilzeit:	50 Umdrehungen

[0039] 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 µm, Stufe 2: 10 µm, Hub: 20 µm
Vorschubrate:	Stufe 1: 5 µm/Sek., Stufe 2: 0,2 µm/Sek., Hub: 2 µm/Sek.

Arbeitsgeschwindigkeit: 50 Umdrehungen pro Minute, konstant

[0040] 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.

[0041] Wie in Tabelle 1 gezeigt, zeigte sowohl die Kontrollscheibe als auch die erfindungsgemässe Scheibe eine relativ stabile Spitzennormalkraft bei mindestens fünfzig Wafers. 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.

[0042] 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.

[0043] Zusammengefasst zeigt Beispiel 2, dass die erfindungsgemässe Scheibe für eine höchst wünschenswerte Abschleifleistung bei Siliciumwafern sorgt, während sie unerwarteterweise (für eine metallgebundene Scheibe) weniger Kraft bzw. Leistung als eine vergleichbare harzgebundene Scheibe verbraucht.

Tabelle 1

[0044]

Wafer Nummer	Vergleichsscheibe		Testscheibe	
	Spitzenstrom, Ampere	Spitzennormalkraft, N	Spitzenstrom, Ampere	Spitzennormalkraft, 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

[0045] 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 Vergleichscheibe und wurde zusammen mit der Scheibe dieser Erfindung getestet.

[0046] Die Schleiftestbedingungen waren wie folgt:

Schleiftestbedingungen:

Maschine: Strasbaugh 7AF Model

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

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

Schleifmodus: Einzelschliff: nur Feinspindel verwendet

CH 697 479 B1

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 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Stufe 2: 0,7 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Stufe 3: 0,5 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$, Hub: 0,5 $\mu\text{m}/\text{Sek.}$
Arbeitsgeschwindigkeit:	699 Umdrehungen pro Minute, konstant
Verweilzeit:	100 Umdrehungen

[0047] 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

[0048] 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.

[0049] 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). Infolge 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.

[0050] 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

[0051]

Wafer Nummer	Vergleichsscheibe		Testscheibe	
	Spitzenstrom, Ampere	Spitzennormalkraft, N	Spitzenstrom, Ampere	Spitzennormalkraft, 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

[0052] 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 Mikrometer 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 Mikrometer 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.

[0053] Die beiden oben beschriebenen Schleifscheiben wurden zum Grobschliff von quadratischen AlTiC-Wafern von 4,5 Inch verwendet. Die Schleiftestbedingungen waren wie folgt:

Schleiftestbedingungen:

Maschine: Strasbaugh 7AF Model

Scheibenspezifikationen: Grobspindel:
Scheibe 4-A

CH 697 479 B1

	Scheibe 4-B Feinspindel: keine
Scheibengrösse:	Typ 2A2TSSA: 280,16 × 28,90 × 228,65 mm (11 × 1 1/8 × 9 Inch)
Schleifmodus:	Einzelschliff: nur Grobschliff
Grobschleifverfahren:	
Scheibengeschwindigkeit:	2506 Umdrehungen pro Minute
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

[0054] 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 µm/Sek., Stufe 2: 0,2 µm/Sek., Hub: 2 µm/Sek.
Arbeitsgeschwindigkeit:	50 Umdrehungen pro Minute, konstant

[0055] Ergebnisse des Schleiftests von Beispiel 4 sind unten in Tabelle 3 gezeigt. Es wurde beobachtet, dass beide Scheiben den AlTiC-Wafer erfolgreich schliessen 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 Mikrometer AlTiC wurden von dem Wafer entfernt (eine Materialabnahmerate von etwa 46 Mikrometer/Min.) Bei der Scheibe wurde eine Abnutzung von etwa 488 Mikrometer 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 Mikrometer AlTiC wurden von dem Wafer entfernt (eine Materialabnahmerate von etwa 414 Mikrometer/Min.). Bei der Scheibe wurde eine Abnutzung von etwa 18 Mikrometer beobachtet (ein Verhältnis Materialentfernung/Scheibenabnutzung von etwa 160).

[0056] 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

[0057]

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

[0058] 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.

[0059] 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 × 28,90 × 228,65 mm (11 × 1 1/8 × 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 Mikrometer (0,0075 Inch) Startdicke (erhalten von CREE Research, Inc.)

Entferntes Material: Stufe 1: 15 µm, Stufe 2: 15 µm, Hub: 5 µm

Vorschubrate: Stufe 1: 0,5 µm/Sek., Stufe 2: 0,2 µm/Sek., Hub: 1,0 µm/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 Mikrometer (0,0075 Inch) Startdicke (erhalten von CREE Research, Inc.)

CH 697 479 B1

Entferntes Material:	Stufe 1: 10 µm, Stufe 2: 10 µm, Hub: 5 µm
Vorschubrate:	Stufe 1: 0,7 µm/Sek., Stufe 2: 0,3 µm/Sek., Hub: 1,0 µm/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 µm/Sek., Stufe 2: 0,2 µm/Sek., Hub: 2 µm/Sek.
Arbeitsgeschwindigkeit:	50 Umdrehungen pro Minute, konstant

[0060] 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 Mikrometer bei einer durchschnittlichen Entfernungsraten von 0,31 Mikrometer/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 Ångström auf weniger als etwa 40 Ångström (mit einer Ausnahme) konsistent reduziert.

[0061] 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

[0062]

Lauf # Test 8.299	Scheibenspezifikation	Materialabnahme, Mikrometer	Oberflächenrauigkeit, Ångström
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

[0063] 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.

[0064] Poröse Proben wurden in einer Weise hergestellt, welche im Wesentlichen dem Verfahren in Beispiel 1 ähnlich ist, umfassend 5 Volumenprozent 3/6 Mikrometer Diamantschleifmittel. Die relativen Mengen an Tafelsalz und Metallbindung wurden variiert, wodurch Proben mit von etwa 0 bis etwa 80 Volumenprozent miteinander verbundener Porosität entstan-

den. 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.

[0065] 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

[0066]

Metallbindung, Gewichtsprozent	Tafelsalz, Gewichtsprozent	Theoretische Porosität, Volumenprozent	Permeabilität, Q/P (cc/Sek./Inch H ₂ O/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
58,39	41,01	70	0,562
43,02	56,98	80	Nicht betreffend

Beispiel 7

[0067] 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:

[0068] 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 Mikrometer (das heisst -35/+60 U.S. Mesh) zu erhalten.

[0069] Pulverförmige Harzbindung wurde durch ein U.S. Mesh 200 Sieb vorgeseibt, um Agglomerate zu entfernen. Feines Diamantschleifpulver, Partikelgrössenverteilung von etwa 3 bis etwa 6 Mikrometer, 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.

[0070] 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 Langflussphenolnovolakhharz 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.

[0071] 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.

[0072] 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 × 29 × 229 mm (11 × 1 1/8 × 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 µm/Sek., Stufe 2: 2 µm/Sek., Stufe 3: 1 µm/Sek., Hub: 5 µm/Sek.
Arbeitsgeschwindigkeit:	590 Umdrehungen pro Minute, konstant

CH 697 479 B1

Verweilzeit: 50 Umdrehungen

[0073] 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 µm/Sek., Stufe 2: 0,2 µm/Sek., Hub: 2 µm/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 µm/Sek., Stufe 2: 0,2 µm/Sek., Hub: 2 µm/Sek.

Arbeitsgeschwindigkeit: 50 Umdrehungen pro Minute, konstant

[0074] 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.

[0075] Ausserdem wurde beobachtet, dass der Harztyp die Abnutzungsrate der Schleifscheibe beeinflusste. Die Scheiben 7-A und 7-C wiesen relativ hohe Abnutzungsrate von 2,2 bzw. 1,7 Mikrometer pro Wafer auf, während die Scheibe 7-B (mit dem Langflussphenolnovolakharz) eine relativ geringe (und wünschenswerte) Abnutzungsrate von 0,5 Mikrometer pro Wafer aufwies.

[0076] Zusammenfassend zeigt Beispiel 7, dass die erfindungsgemässen Scheiben mit organischer Bindung eine höchst wünschenswerte Abschleifleistung bei Siliciumwafern zur Verfügung stellen.

Tabelle 6

[0077]

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. 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 0,5 bis 25 Volumenprozent Schleifkorn, 19,5 bis 49,5 Prozent Metallbindung und 50 bis 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität aufweist;
wobei die Metallbindungsmatrix 35 bis 70 Gewichtsprozent Kupfer, 30 bis 65 Gewichtsprozent Zinn und 0,2 bis 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 300 Mikrometer aufweisen.
2. Schleifsegment gemäss Anspruch 1, wobei der Verbundstoff bei einer Temperatur im Bereich von 370 bis 795°C sinterbar ist.
3. Schleifsegment gemäss Anspruch 1, wobei der Verbundstoff umfasst:
grösser als oder gleich 50 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität; und
weniger als oder gleich 70 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität.
4. Schleifsegment gemäss Anspruch 1, wobei die Mehrzahl miteinander verbundener Poren eine Durchschnittsporengrösse im Bereich von:
grösser als oder gleich 25 Mikrometer; und weniger als oder gleich 500 Mikrometer aufweist.
5. Schleifsegment gemäss Anspruch 1, wobei die Mehrzahl miteinander verbundener Poren eine Durchschnittsporengrössenverteilung im Bereich von:
grösser als oder gleich 74 Mikrometer; und weniger als oder gleich 210 Mikrometer aufweist.
6. Schleifsegment gemäss Anspruch 1, wobei die Mehrzahl miteinander verbundener Poren eine Durchschnittsporengrössenverteilung im Bereich von:
grösser als oder gleich 210 Mikrometer; und weniger als oder gleich 300 Mikrometer aufweist.
7. Schleifsegment gemäss Anspruch 1, wobei die Mehrzahl von Superschleifkörnern eine Durchschnittspartikelgrösse im Bereich von:
grösser als oder gleich 0,5 Mikrometer; und weniger als oder gleich 75 Mikrometer aufweist.
8. Schleifsegment gemäss Anspruch 1, wobei das Schleifsegment eine Permeabilität von grösser als oder gleich 0,2 Kubikzentimeter pro Sekunde pro 2,54 Zentimeter Wasser aufweist.
9. Verfahren zur Herstellung eines Schleifsegments gemäss Anspruch 1, wobei die miteinander verbundene Porosität gebildet ist durch:
a) Zugeben 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.
10. Verfahren zur Herstellung eines Schleifsegments gemäss Anspruch 1, wobei das Verfahren umfasst:
a) Mischen einer Mischung aus Schleifkorn, Bindungsmaterial und Dispersoidpartikeln, wobei die Mischung 0,5 bis 25 Volumenprozent Schleifkorn, 19,5 bis 49,5 Volumenprozent Bindungsmaterial und 50 bis 80 Volumenprozent Dispersoidpartikel enthält;
b) Pressen der Mischung zu einem mit Schleifmittel beladenen Verbundstoff;
c) thermisches Bearbeiten des Verbundstoffes; und
d) Eintauchen des Verbundstoffes 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.
11. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei das Pressen (b) und das thermische Bearbeiten (c) im Wesentlichen simultan ausgeführt werden.
12. Verfahren gemäss Anspruch 11, wobei 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.
13. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei der Volumenprozentsatz von Dispersoidpartikeln in der Mischung im Bereich von:
grösser als oder gleich 50 Volumenprozent; und
weniger als oder gleich 70 Volumenprozent liegt.
14. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei das Dispersoid ein wasserlösliches Salz ist.
15. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei das Dispersoid ein Mitglied der Gruppe bestehend aus Zucker, Dextrin, Polysaccharidoligomeren, Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Magnesiumchlorid, Calciumchlorid, Natriumsilicat, Natriummetasilicat, Kaliumphosphat, Kaliumsilicat, Natriumcarbonat, Natriumsulfat, Kaliumsulfat, Magnesiumsulfat und Mischungen hiervon umfasst.

16. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei das Dispersoid Natriumchlorid umfasst.
17. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei das Dispersoid Zucker umfasst.
18. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei das Dispersoid eine Partikelgrösse im Bereich von:
grösser als oder gleich 25 Mikrometer; und
weniger als oder gleich 500 Mikrometer aufweist.
19. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei das Dispersoid eine Partikelgrössenverteilung im Bereich von:
grösser als oder gleich 74 Mikrometer; und weniger als oder gleich 210 Mikrometer aufweist.
20. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei das Dispersoid eine Partikelgrössenverteilung im Bereich von:
grösser als oder gleich 210 Mikrometer; und weniger als oder gleich 300 Mikrometer aufweist.
21. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei das Dispersoid Zucker umfasst und eine Partikelgrössenverteilung im Bereich von:
grösser als oder gleich 150 Mikrometer; und
weniger als oder gleich 500 Mikrometer aufweist.
22. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei das Lösemittel Wasser umfasst.
23. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei das Lösemittel siedendes Wasser umfasst.
24. Verfahren gemäss Anspruch 10, wobei mindestens eine Oberfläche des Verbundstoffes nach dem thermischen Bearbeiten (c) und vor dem Eintauchen (d) abgerieben wird.
25. Segmentierte Schleifscheibe mit:
einem Kern;
einem Schleifrand mit einer Mehrzahl der Segmente gemäss Anspruch 1, und
einer thermisch stabilen Bindung zwischen dem Kern und jedem der Mehrzahl der Segmente.
26. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 25 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 50 bis 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität aufweist; und
einer thermisch stabilen Bindung zwischen dem Kern und jedem der Mehrzahl der Segmente.
27. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 26, wobei der Verbundstoff bei einer Temperatur im Bereich von 370 bis 795°C sinterbar ist.
28. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 26, wobei die Metallbindung 35 bis 85 Gewichtsprozent Kupfer und 15 bis 65 Gewichtsprozent Zinn umfasst.
29. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 26, wobei die Metallbindung 0,2 bis 1,0 Gewichtsprozent Phosphor umfasst.
30. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 26, wobei die Schleifkörner Superschleifkörner ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Diamant und kubischem Bornitrid umfassen.
31. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 26, wobei das Schleifkorn Diamant umfasst.
32. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 26, wobei das Schleifkorn eine Durchschnittspartikelgrösse im Bereich von:
grösser als oder gleich 0,5 Mikrometer; und
weniger als oder gleich 300 Mikrometer aufweist.
33. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 26, wobei die Mehrzahl miteinander verbundener Poren eine Durchschnittsporengrösse im Bereich von:
grösser als oder gleich 25 Mikrometer; und
weniger als oder gleich 500 Mikrometer aufweist.
34. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 26, wobei die Mehrzahl miteinander verbundener Poren eine Porengrössenverteilung im Bereich von:
grösser als oder gleich 74 Mikrometer; und
weniger als oder gleich 210 Mikrometer aufweisen.
35. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 26, wobei die Mehrzahl miteinander verbundener Poren eine Porengrössenverteilung im Bereich von:
grösser als oder gleich 210 Mikrometer; und
weniger als oder gleich 300 Mikrometer aufweisen.

36. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 26, wobei die miteinander verbundene Porosität gebildet ist durch:
 - a) Zugeben 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;
 - c) wobei jedes der Mehrzahl von Segmenten im Wesentlichen frei von Dispersoidpartikeln ist.
37. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 26, wobei jedes der Segmente eine Permeabilität von grösser als oder gleich 0,2 Kubikzentimeter pro Sekunde pro 2,54 Zentimeter Wasser aufweist.
38. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 26, 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.
39. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 37, wobei die thermisch stabile Bindung eine Epoxidhaftmittelbindung ist.
40. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 37, wobei:
die Metallbindung 35 bis 85 Gewichtsprozent Kupfer, 15 bis 65 Gewichtsprozent Zinn und 0,2 bis 1,0 Gewichtsprozent Phosphor umfasst;
das Schleifkorn Diamant mit einer Partikelgrösse von 0,5 bis 300 Mikrometer umfasst; und
die Mehrzahl miteinander verbundener Poren eine Durchschnittsporengrösse im Bereich von 25 bis 500 Mikrometer aufweisen.
41. 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 0,5 bis 25 Volumenprozent Schleifkorn, 19,5 bis 65 Prozent nichtmetallische Bindung und 40 bis 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 300 Mikron aufweisen.
42. Schleifsegment gemäss Anspruch 41, wobei der Verbundstoff bei einer Temperatur im Bereich von 100 bis 200°C härtbar ist.
43. Schleifsegment gemäss Anspruch 41, wobei die Mehrzahl der Superschleifkörner Diamant umfassen und eine Durchschnittspartikelgrösse im Bereich von:
grösser als oder gleich 0,5 Mikrometer; und
weniger als oder gleich 75 Mikrometer aufweisen.
44. Schleifsegment gemäss Anspruch 41, wobei die miteinander verbundene Porosität gebildet ist durch:
 - a) Zugeben 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.
45. Schleifsegment gemäss Anspruch 44, wobei das Dispersoid Zucker umfasst, das Lösemittel Wasser umfasst und die nichtmetallische Bindung Phenolharz umfasst.
46. Verfahren zur Herstellung eines Schleifsegments gemäss Anspruch 41, wobei das Verfahren umfasst:
 - a) Mischen einer Mischung aus Schleifkorn, nichtmetallischem Bindungsmaterial und Dispersoidpartikeln, wobei die Mischung 0,5 bis 25 Volumenprozent Schleifkorn, 19,5 bis 65 Volumenprozent nichtmetallisches Bindungsmaterial und 40 bis 80 Volumenprozent Dispersoidpartikel enthält;
 - b) Pressen der Mischung zu einem mit Schleifmittel beladenen Verbundstoff;
 - c) thermisches Bearbeiten des Verbundstoffes; und
 - d) Eintauchen des Verbundstoffes 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.
47. Verfahren gemäss Anspruch 46, wobei das nichtmetallische Bindungsmaterial ein organisches Bindungsmaterial umfasst.
48. Verfahren gemäss Anspruch 47, wobei das organische Bindungsmaterial ein Harz ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Phenolharzen, Epoxidharzen, ungesättigten Polyesterharzen, Bismaleimidharzen, Polyimidharzen, Cyanatharzen, Melaminpolymeren und Mischungen hiervon umfasst.
49. Verfahren gemäss Anspruch 47, wobei das organische Bindungsmaterial ein Phenolharz umfasst.
50. Verfahren gemäss Anspruch 47, wobei das organische Bindungsmaterial ein Phenolnovolakharz umfasst.
51. Verfahren gemäss Anspruch 47, wobei das organische Bindungsmaterial ein Phenolresolharz umfasst.
52. Verfahren gemäss Anspruch 46, wobei das Schleifkorn Diamant mit einer Durchschnittspartikelgrösse im Bereich von:

grösser als oder gleich 0,5 Mikrometer; und
weniger als oder gleich 300 Mikrometer umfasst.

53. Verfahren gemäss Anspruch 46, wobei die Dispersoidpartikel im Wesentlichen nichtionisch sind.
54. Verfahren gemäss Anspruch 46, wobei die Dispersoidpartikel Zucker umfassen.
55. Verfahren gemäss Anspruch 46, wobei das Pressen (b) ein Pressen für mindestens fünf Minuten bei einer Temperatur im Bereich von 100 bis 200°C bei Drücken im Bereich von 20 bis 33 Megapascal umfasst.
56. Verfahren gemäss Anspruch 46, wobei das thermische Bearbeiten (c) nach dem Eintauchen (d) durchgeführt wird und ein Backen für mindestens eine Stunde bei einer Temperatur im Bereich von 100 bis 200°C umfasst.
57. Verfahren gemäss Anspruch 46, wobei mindestens eine Oberfläche des Verbundstoffes vor dem Eintauchen (d) abgerieben wird.
58. Segmentierte Schleifscheibe mit:
einem 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;
einem Schleifrand mit einer Mehrzahl von Segmenten gemäss Anspruch 41, 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 40 bis 80 Volumenprozent miteinander verbundene Porosität aufweist; und
einer thermisch stabilen Haftmittelbindung zwischen dem Kern und jedem der Mehrzahl der Segmente.
59. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 58, wobei der Verbundstoff bei einer Temperatur im Bereich von 100 bis 200°C härtbar ist.
60. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 58, wobei die nichtmetallische Bindungsmatrix eine organische Bindungsmatrix umfasst.
61. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 60, wobei die organische Bindungsmatrix eine Phenolharzmatrix umfasst.
62. Verfahren zur Herstellung einer segmentierten Schleifscheibe gemäss Anspruch 60, wobei die miteinander verbundene Porosität gebildet wird 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.
63. Verfahren gemäss Anspruch 62, wobei das Dispersoid Zucker umfasst, das Lösemittel Wasser umfasst und die organische Bindungsmatrix Phenolharz umfasst.
64. Segmentierte Schleifscheibe gemäss Anspruch 60, wobei die organische Bindungsmatrix ein Phenolharz umfasst; das Schleifkorn Diamant mit einer Durchschnittspartikelgrösse im Bereich von 0,5 bis 300 Mikrometer 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.

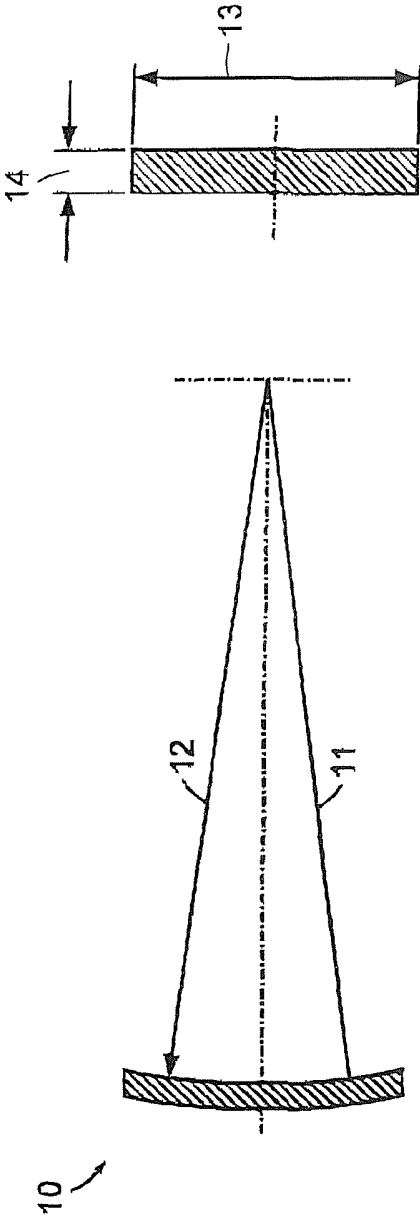


FIG. 1

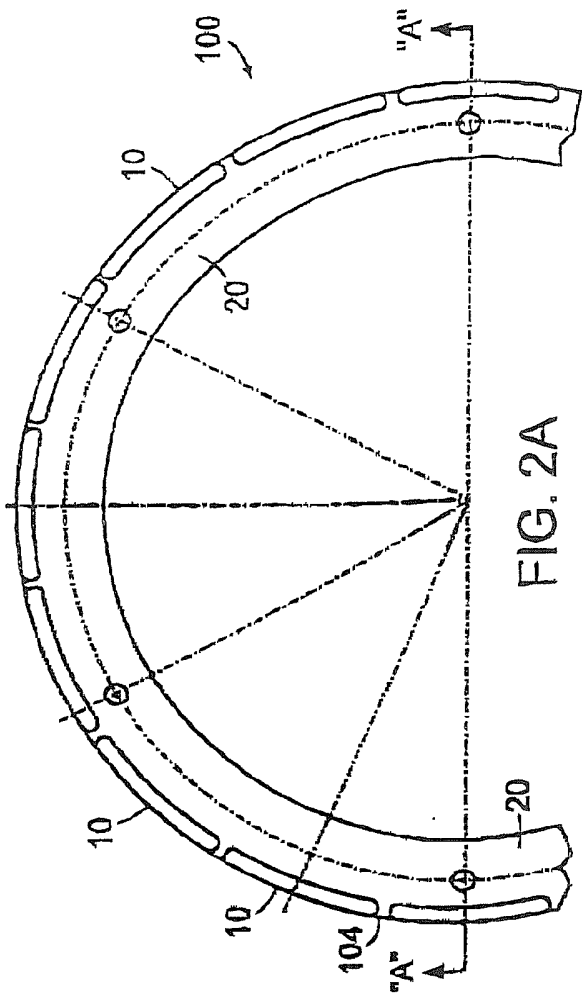


FIG. 2A

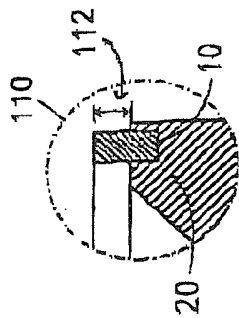


FIG. 2C

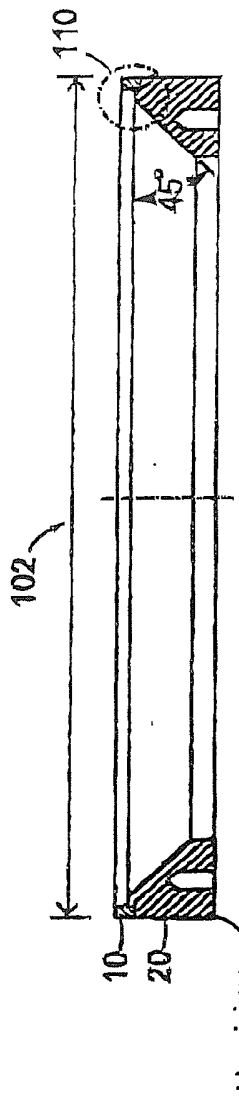


FIG. 2B